



تقنيات الصباغة والطباعة النسيجية الحديثة

الكيميائي
بلال عبد الوهاب لرفاعي

مراجعة
الأستاذ الدكتور فرانسوا قره بت
النائب العلمي لكلية العلوم بجامعة دمشق

دمشق: ٢٠٢١

توطئة

الحمد لله حمداً يوافي نعمه ويكافئ مزيده، سبحانه ربنا لا نحصي ثناءً عليك أنت كما أثنيت على نفسك، وأفضل الصلاة وأتم التسليم على سيدنا محمدٍ وعلى آله وصحبه أجمعين.

أما بعد: تُعد الصناعة النسيجية واحدة من أهم الدعائم الاقتصادية في بلدنا، لذا نجدها تتنامى تنامياً ملحوظاً سواءً أكان من حيث تقنياتها أم خطوط إنتاجها المتكاملة، ما يستلزم بالطبع إعداد الخبرات والكوادر البشرية المتميزة التي يمكنها أن تقود وبنجاح مسيرة التطور للارتقاء أكثر وأكثر.

ولكن وبالشديد الأسف نجد نقصاً كبيراً في المكتبة العربية عموماً، والكتب العلمية خصوصاً، وهذا ما دفعني للعمل على وضع هذه النسخة كلبنة متواضعة في الصرح الحضاري الكبير الذي يتطلع إليه جميعنا، وبخاصة أن شرعنا الحنيف قد منع كتمان العلم واعتبر تداوله ونقله من جيل لآخر كنقل الراية من يد لأخرى وصولاً للشخصية والمجتمع الذي يكون فيه: (المؤمن القوي خير وأحب إلى الله من المؤمن الضعيف وفي كل خير)، وبحديث رسول الله صلوات الله وسلامه عليه والذي أمرنا بعدم كنز العلم بحديثه الشريف الحسن: (من سئل عن علم فكتمه أجم يوم القيامة بلجامٍ من نار).

والواقع أنني وبعد سنوات تزيد عن الثلاثين عاماً في حقل الصباغة قد التقيت الكثيرين ممن يحيطون علمهم وعملهم بالسرية التامة وكأنه لا باب للرزق إلا الباب الذي دخلوا منه، أو أنهم تذكروا الرزق ونسوا الرزاق، ولعل الكثير منهم يتعلل بالحديث الشريف (استعينوا على قضاء حوائجكم بالكتمان)، ذلك أنهم لم يفرقوا بين المقصود بالحاجة والتي هي جواب: ماذا نعمل؟ والعلم الذي هو جواب: كيف نعمل؟ ... ولا أريد الخوض في هذا الأمر أكثر من ذلك، إلا أن أتمنى أن يرفع كل متعلم فينا ما استطاع من طلبه العلم لعلنا نسمو سمواً يجعلنا (خير أمة أخرجت للناس).

وأخيراً لا يسعني إلا أن أذكر بمحكم تنزيله عز وجل: (وما أوتيتم من العلم إلا قليلاً)، فهذه إن دللتنا على شيء فإنما تدل على أن مقدار ما جمعته وستجمعه البشرية من العلوم والمعارف ليس إلا قبضة صغيرة من بحور العلم، فعلام يختال العارفون بعلمهم!؟

ولقد أثرت أن يكون كتابي هذا أكاديمياً بعض الشيء وبقدر الحاجة لأن توجهي العام أن يكون كتاباً يمكن من خلاله لأي خريج جامعي الدخول لسوق العمل بشيء من القراءة والتمحيص، لذا أخذت عن الدراسات والكتالوجات الصادرة عن كبريات الشركات المنتجة للأصبغة أو البيغمانات أو المواد المساعدة وأخيراً أوجه عظيم شكري وتقديري للأستاذ الدكتور فرانسوا قره بت الذي أكرمني بمراجعته لهذه النسخة الجديدة وتوجيهاته الغالية. ولعمادة كلية العلوم ورئاسة قسم الكيمياء لتبنيهما هذا الكتاب على موقع الكلية خدمة لكل صناعي وطالب علم. والله من وراء القصد.

ك. بلال عبد الوهاب الرفاعي

2019/11/15

توطئة

بادرت كلية العلوم بدعم العملية العلمية والتعليمية من خلال إنشاء موقع علمي إلكتروني خاص بها على الشبكة العنكبوتية، يجمع المؤلفات المرجعية لأساتذتها والتي يمكن لطلبتها وللعمامة الرجوع إليه للاستزادة من جهة، ولنشر رسائل الدراسات العليا لخريجها. وكانت من إحدى ثمرات هذا النشاط هذا المرجع الذي وضعه المستشار في الاتحاد العربي للصناعات النسيجية، والمشرف على الجوانب التطبيقية بلال عبد الوهاب الرفاعي بعنوان: (كيمياء وتقنيات الصباغة والطباعة النسيجية). وليس للكلية إلا أن تشكره على هذا الجهد الواضح في بعض النقاط الجديدة بالفهم والتأمل، أمله إسهابه بالاستمرار على هذا النهج في شتى المجالات العلمية

الأستاذ الدكتور محمود قويدر
عميد كلية العلوم بجامعة دمشق

ضمن سياق خطط القسم التعليمية، تم الطلب من المدرب الكيميائي الأستاذ بلال الرفاعي الذي ترك بصمته المميزة في هذا المجال على ما يزيد عن خمسة وثلاثين عاماً في عالم الصباغة بوضع مؤلف إلكتروني يغطي السياق العملي والتطبيقي لهذه الصناعة، وبما يتوافق مع المناهج الأساسية المعتمدة في قسم الكيمياء، أملين أن تفي بالهدف المنشود كهدف لمقررات القسم، وبما يتيح لطلبة الدراسات العليا الدخول الآمن في أبحاثهم المقررة لحياسة ما يستحقون من درجات علمية.

الأستاذ الدكتور محمد جمال الخطيب
رئيس قسم الكيمياء

تقديم



تُعد كيمياء الأصبغة والألياف النسيجية من الصناعات الكيمائية القديمة، وتعود نشأتها إلى الحضارات القديمة الأولى، وتطورت مع حياة الإنسان تطوراً مطرداً كونها متطلباً أساسياً، وذات صلةٍ أساسية بالناحية الإنسانية والجمالية. وما ينطبق على الأصبغة ينطبق أيضاً على الألياف النسيجية، حيث اهتم الإنسان بزراعة القطن للحصول على الألياف السيلولوزية، كما عمد إلى الاهتمام بتربية الماشية للحصول على الألياف الصوفية، وبدودة القز للحصول على الحرير. واستطاع الكيميائيون ومع تطور طرائق التحليل والاصطناع العضوي تقليد الخلق الرباني في الحصول على الأصبغة والألياف النسيجية التركيبية بعد وضع قواعد ناظمة، ويبرز بهذا الخصوص نظرية ويت في توصيف بنية الصباغ والتي لا تزال صالحة ليومنا هذا.

دأب المؤلف من خلال هذا الكتاب على وضع جميع خبراته وخبرات الشركات العالمية في يد العاملين في هذه المجالات، حيث برزت النواحي التطبيقية بشكلٍ واضح، كما تعمق المؤلف في تفاصيل كل مرحلة دون استثناء، حتى أصبح الكتاب مرجعاً كبيراً وشاملاً يلبي جميع الحاجات الفنية والتقنية والكيمائية والبيئية في المعامل ذات الصلة.

أغتتم الفرصة لتوجيه عميق الشكر للسيد المؤلف بلال الرفاعي على إصراره الدائم في وضع خبراته المترجمة في هذا الكتاب، وتطويره بما يتناسب مع تطورات هذا العلم.

استعمل المؤلف في عرضه لمواضيع الكتاب الأسماء التجارية للمواد الكيمائية، مما يساعد الكيميائي على الولوج السريع في خصوصيات هذا القطاع الصناعي، والذي يشكل الجزء الرئيس من قطاع الصناعات الكيمائية في سورية.

أرجو أن نكون قد وفقنا جميعاً في إصدار كتابٍ يساهم في نهضة البلاد، وتعليم أبنائنا تعليماً منهجياً يقود في نهاية المطاف إلى التطور النوعي على الصعيدين الأكاديمي والصناعي.

الأستاذ الدكتور فرانسوا قره بت
نائب عميد كلية العلوم للشؤون العلمية

المحتوى

ص	الموضوع
٣	توطئة
	القسم الأول: الصباغة
	البحث الأول: الألياف القطنية
١٥	بنية القطن
١٥	سلالات القطن
١٦	تركيب القطن الخام
١٧	السيللوز
١٧	بنية السيللوز
١٨	التفاعلية الكيماوية للسيللوز
١٨	هيدرو السيللوز
١٨	أوكسي السيللوز
١٩	تأثير العوامل المختلفة في السيللوز
	البحث الثاني: الألياف النباتية
٢٠	الكتان
٢٠	الجوت
٢١	القنب
٢١	الرامي
٢١	الكنفير
٢٢	التيل
٢٢	السيزال
٢٢	قنب مانبلا
٢٣	البينا
	البحث الثالث: الألياف الصوفية
٢٤	الصوف الخام
٢٤	التركيب الكيماوي للصوف
٢٥	التفاعلات الكيماوية للصوف
٢٦	الإرجاع
٢٦	الأكسدة
٢٦	تشكيل الروابط المعترضة الجديدة
٢٧	تصنيف الأصواف
٢٧	تصنيف الصوف على ظهر الخروف
	البحث الرابع: الألياف الشبيهة بالصوف
٢٨	الموهير
٢٨	الكشمير
٢٨	وبر فصيلة الجمال
٣١	الحرير الطبيعي
٣٣	حرير العنكبوت
	الباب الثاني: الألياف السيللوزية المجددة والألياف التركيبية
	البحث الأول: الألياف الصناعية
٣٥	الفيسكوز
٣٧	حرير النحاس النشادري
٣٧	حرير أسيتات السيللوز
٣٨	ألياف الألجينات
	البحث الثاني: عموميات حول الألياف التركيبية
٤٠	مقدمة
٤٠	خواص الألياف التركيبية
٤٠	قوة الشد
٤١	نقطة الانصهار
٤١	قابلية الصباغة
٤٢	امتصاص الرطوبة
	البحث الثالث: الألياف التركيبية
٤٣	البوليستر
٤٧	البولي أميد
٤٩	البولي أكريلونتريل
٥٥	البولي فينيل كلورايد
٥٦	البولي البروبيلين
٥٦	البولي إيثيلين
٥٧	بولى فينيل الأغوال
٥٧	بولى الأوريتان
٥٨	الأراميد (الكاليفير)

البحث الرابع: أنواع الخيوط والنسيج

٥٩	تعريف
٥٩	صفات الخيوط والألياف النسيجية
٥٩	أنواع أو أنماط حياكة الأقمشة
٥٩	النسيج
٦٠	الأقمشة الدائرية (السيلكولير)
٦٠	الأقمشة غير المنسوجة

البحث الخامس: تمييز الألياف

٦١	النمر القديمة للألياف
٦١	النمر الحديثة للألياف

البحث السادس: تحليل الألياف

٦٤	المقدمة
٦٤	طريقة الحرق
٦٤	اختبار التلطبخ أو الصباغة بأصبغة الاختبار
٦٥	طريقة التقطير الجاف
٦٥	اختبار الفحص المجهرى
٦٦	طريقة المذيبات

البحث السابع: اختبارات الألياف وجودتها

٦٧	أولاً: خواص الألياف القطنية
٦٧	تعريف
٦٧	فرز وتصنيف القطن
٦٧	طول تيلة القطن
٦٧	تعيين رتب القطن
٦٨	الشوائب النباتية
٦٨	تعيين نعومة الألياف ودقتها
٦٨	قياس الاستطالة
٦٨	قياس المرونة
٦٩	تعيين درجة النضوج
٦٩	قابلية الألياف للاحتفاظ بالحرارة
٦٩	قابلية الألياف لامتصاص الرطوبة

البحث الثامن: مراقبة جودة الغزول والألياف

٧٠	جهاز اختبار الانتظامية للألياف والأشرطة
٧١	جهاز فحص نسب الشوائب والوبر
٧١	جهاز قياس عدد برمات الخيط
٧١	أصناف أخطاء الغزول
٧٣	الكثافة والاستدارة والقطر
٧٤	معامل الاستدارة
٧٤	الكثافة
٧٤	المتانة
٧٤	نظام القياس: القوة، الاستطالة، العمل المحقق، قوة الشد المسبق،
٧٥	العوامل المؤثرة في اختبار قوة القطع
٧٦	تأثير الرطوبة على قوة القطع
٧٦	تأثير الرطوبة النسبية على الاستطالة
٧٦	النقاء
٧٧	جهاز اختبار نمره الخيط
٧٧	جهاز اختبار مظهرية الخيط
٧٨	جهاز يرسل لقياس متانة الشعيرات
٧٨	جهاز تعيين أطوال الشعيرات
٧٩	قياس درجة البياض والاصفرار

الباب الثالث

البحث الأول: النظرية الصباغية والأصبغة

٨١	تعريف
٨١	بنية الصباغ
٨٢	نظرية نشوء اللون

البحث الثاني: تصنيف الأصبغة المستخدمة في الصناعة النسيجية

٨٤	المقدمة
٨٤	التصنيف الكيماوي للأصبغة
٨٤	التصنيف التطبيقي للأصبغة
٨٥	الأصبغة والتلوث

البحث الثالث: أساسيات ومبادئ العملية الصباغية

٨٦	المفاهيم الأساسية للصباغة
٨٦	مرحلة الهجرة
٨٦	مرحلة الانتشار
٨٧	مرحلة الارتباط

٨٧	سرعة العملية الصباغية
	البحث الرابع: مواصفات وثباتيات الأصبغة
٨٨	المقدمة
٨٨	الثباتية للنور
٨٩	الثباتية على الغسيل
٩١	الثباتية على التعرق بحسب AATCC
٩١	الثباتية على التعرق DIN 54020
٩٢	الثباتية للماء
٩٣	الثباتية على الماء المكثور
٩٣	الثباتية تجاه الوسطين الحمضي والقلوي والمؤكسدات والكلور
٩٣	الثباتية على الاحتكاك لشركة كلارينت
٩٣	الثباتية على الاحتكاك الرطب
٩٤	المرسزة
٩٤	الثباتية لأوزون الهواء الجوي
٩٤	الثباتية لأكاسيد الأزوت
٩٤	الثباتية للتنظيف الجاف
٩٤	الحساسية تجاه أيونات الحديد والنحاس
٩٤	الثباتية على لعاب الأطفال
	البحث الخامس: مواد بناء العمليات الصباغية
٩٦	الحموض
٩٦	القلويات
٩٧	الأملاح
٩٧	العوامل المرجعة
٩٨	العوامل المؤكسدة
٩٩	عوامل تحلية الماء
٩٩	العوامل الفعالة سطحيا
١٠٠	مفهوم ميزان الألفة بين الطورين المائي والزيتي HLB
١٠٢	تصنيف المواد التفاعلية سطحيا
١٠٢	ثبات المواد التفاعلية سطحيا
١٠٢	توظيف العوامل الفعالة سطحيا
١٠٥	العوامل المبعثرة
١٠٧	عوامل التسوية
١٠٨	الحوامل " الكارير "
١٠٩	مضادات التكسير
١١١	مضادات الرغوة
	الباب الرابع
	البحث الأول: معالجة المياه
١١٣	عسرة المياه ودرجاتها
١١٣	شوائب المياه العسرة
١١٤	قياس القساوة
١١٤	مراحل إجراء المعايرة
١١٥	حساب القساوة
١١٦	عمليات التحلية ومبادئها
١١٦	طريقة الكلس والصودا
١١٦	طريقة التبادل الأيوني
١١٨	المعالجة بالكيماويات
١٢١	تأثير قساوة المياه وعوامل التحلية على الحوض الصباغي.
١٢٥	فعاليات عوامل التحلية
١٢٥	المدخل أنظمة عمل مرآجل توليد البخار
١٢٥	مواصفات ماء التغذية
١٢٥	عمل مولدات البخار
١٢٦	طبيعة انحلال المواد في البخار
١٢٧	أغشية التخلص من الغازات المنحلة
	البحث الثاني: المعالجة الأولية وقصر الألياف السيللوزية
١٢٨	مقدمة
١٢٨	إزالة النشاء
١٢٩	عملية الغلي
١٣١	عمليات القصر
١٣٢	عمليات القصر بالمركبات الكلورية
١٣٤	عمليات القصر بالماء الأكسجيني
١٣٥	حساب محتوى الأكسجين الفعال للماء الأكسجيني بمختلف تراكيزه
١٣٥	آلية تفكك الماء الأكسجيني
١٣٦	التثبيت
١٣٨	ميزات العمل بالماء الأكسجيني

١٣٨	مساوى التبييض بالماء الأكسجيني
	البحث الثالث: التجهيز الأولي للألياف الصوفية
١٣٩	مقدمة
١٣٩	تجهيز الصوف للصبغة
١٣٩	تزهير أو تبييض الصوف
	البحث الرابع: التجهيز الأولي للألياف الحريرية الطبيعية
١٤٠	مقدمة
١٤٠	حل الحرير
١٤٠	الحرير الجريح
١٤٠	الحرير الشاب
١٤١	تجهيز الحرير
	البحث الخامس: التجهيز الأولي للألياف التركيبية
١٤	المقدمة
١٤٢	زيوت التزليق
١٤٢	أهمية اللزوجة في زيوت التزليق
١٤٣	إنتاج زيوت التزليق
١٤٣	الغسيل الأولي للزيوت
١٤٤	الغسيل الأولي للغرويات
١٤٤	اختصار حمام الغسيل الأولي
	البحث السادس: المبيضات الضوئية
١٤٥	المبادئ البصرية لتأثيرات المركبات المفلورة
١٤٥	المجموعات الكيماوية الرئيسية للمبيضات الضوئية
١٤٨	مبيضات مجموعة الستلبيين
١٤٩	بناء حمامات التبييض
١٤٩	تبييض الألياف السيللوزية
١٥٠	تقييم عملية التبييض
١٥٠	تعيين درجة النياض
١٥٠	تعيين درجة تخرب الألياف
١٥٠	الاختبارات النوعية
١٥١	الاختبارات الكمية
١٥١	قيمة السيولة
١٥٢	درجة البلمرة
١٥٢	عامل التخرب
١٥٣	تحليل البقايا اللاسيللوزية
	الباب الخامس
	البحث الأول: صباغة الألياف السيللوزية بالأصبغة المباشرة
١٥٧	المقدمة
١٥٧	تصنيف الأصبغة المباشرة
١٥٨	بناء الحمام الصباغي
١٥٨	إعادة التسوية
١٥٨	ثباتية الأصبغة المباشرة لدرجات الحرارة العالية في مرحلة الصباغة
١٥٩	رفع ثباتية الأصبغة المباشرة على البلل
١٦٠	تطبيق حمامي القصر والصباغة في حمام واحد
١٦٠	دراسة تحليلية لأصبغة شركة كرومبتون كمثال تطبيقي
	البحث الثاني: صباغة الألياف السيللوزية بالأصبغة التفاعلية
١٦٢	مقدمة
١٦٢	تصنيف الأصبغة التفاعلية
١٦٣	مجموعة التفاعل بالاستبدال
١٦٤	مجموعة التفاعل بالضم
١٦٤	مجموعة أصبغة الروابط العرضية
١٦٤	مجموعة أصبغة درجات الاستنزاف العالية
١٦٥	تأثير الحجم الجزيئي على خواص الأصبغة التفاعلية
١٦٦	تأثير تفاعلية الزمرة التفاعلية على الأصبغة التفاعلية
١٦٦	مواد بناء حمام تطبيق الأصبغة التفاعلية على الألياف السيللوزية
١٦٦	مواصفات الماء
١٦٦	الأملاح
١٦٨	القلويات
١٦٩	تأثير درجة حرارة التثبيت
١٦٩	بعض تقنيات تطبيق الأصبغة التفاعلية
١٧٣	حالات خاصة: حالة اللون الأخضر اللامع، حالة الصباغ الأزرق
١٧٤	طريقة بيكرينات الصوديوم عالية التسوية
١٧٥	شطف وتصيبين الأصبغة التفاعلية
١٧٥	تعربة الأصبغة التفاعلية بالهيبوكلوريت
	البحث الثالث: صباغة الألياف السيللوزية بأصبغة الأحواض

١٧٦	المقدمة
١٧٦	تصنيف أصبغة الأحواض: مجموعة الانديكو، مجموعة الانتراكينون
١٧٧	مبادئ تطبيق أصبغة الأحواض
١٧٧	تفكك هيدروسلفيت الصوديوم
١٧٧	تكوين وثباتية مركبات الليكو
١٧٨	تأثير درجة الحرارة
١٧٨	تأثير عوامل التسوية
١٧٨	تقنيات تطبيق أصبغة الأحواض
١٧٨	مجموعات أصبغة الأحواض التطبيقية
١٧٩	طريقة الملح الصوديومي الذائب لمركبات الليكو
١٧٩	طريقة الليكو الحمضي
١٨٠	طريقة البيغمنت
١٨٠	الأكسدة
١٨٠	التصبين
١٨٠	تطبيق أصبغة الأحواض " السولانترين " بطريقة شركة ICI
	البحث الرابع: صباغة الألياف السيلولوزية بأصبغة النفثول " الديازو "
١٨٨	مقدمة
١٨٨	مبدأ أصبغة الأزو
١٨٨	مركبات التزاوج
١٨٩	أنواع مركبات التزاوج
١٩٠	تصنيف المركبات النفثولية حسب قابليتها للنفوذ
١٩٠	أسس الديازة وأملاح الديازة الثابتة
١٩٢	طرائق الصباغة
١٩٤	تعرية ألوان النفثول
	البحث الخامس: صباغة الألياف الصوفية بالأصبغة الحمضية
١٩٥	مقدمة
١٩٥	الأصبغة الحمضية
١٩٥	تصنيف الأصبغة الحمضية حسب البنية الكيماوية
١٩٥	تصنيف الأصبغة الحمضية بحسب التطبيق
١٩٥	العوامل المؤثرة على الحمام الصباغي
١٩٧	التجهيز الأولي
١٩٧	بناء الحمام الصباغي
١٩٧	الطريقة العامة للأصبغة الحمضية
١٩٧	صباغة الصوف بالأصبغة المعدنية المعقدة " طريقة اللانازين "
١٩٨	البحث السادس: صباغة الحرير
١٩٩	التجهيز الأولي
١٩٩	عمليات الصباغة
١٩٩	الصباغة في وسط حمضي مع الأصبغة الحمضية
١٩٩	الصباغة بالأصبغة المعدنية المعقدة
١٩٩	الصباغة مع تغيير درجة الحموضة
٢٠٠	الصباغة بحمام صابوني
٢٠٠	صباغة الحرير بالأصبغة التفاعلية
	الباب السادس
	البحث الأول: صباغة البولبيستر
٢٠٢	التجهيز الأولي للبولبيستر: حمام الغسيل الأولي، اختصار حمام الغسيل الأولي
٢٠٢	صباغة البولبيستر
٢٠٣	تصنيف الأصبغة المبعثرة
٢٠٤	المنطقة الحرجة للأصبغة
٢٠٥	مواد بناء الحمام الصباغي: الحمض، العوامل المبعثرة، عوامل التسوية، الحوامل " الكارير " ومضادات التكسير وموانع الرغوة
٢٠٦	تقنية العملية الصباغية: تحضير المعلق الصباغي، إضافة المعلق الصباغي لحوض الصباغة
٢٠٧	الصباغة بطريقة الحرارة العالية
٢٠٧	الصباغة بطريقة الكارير
٢٠٨	صباغة البولبيستر بحمام قلوي بحسب BASF
٢٠٨	صباغة ميكروفيبر البولبيستر بحسب BASF
٢٠٩	الخواص الصباغية لميكروفيبر البولبيستر، تقنية صباغة الميكروفيبر
٢٠٩	المعالجة بعد الصباغة: الغسيل الإرجاعي، الغلي
٢١٠	إعادة التسوية
٢١٠	التعرية
٢١٠	اختيار الأصبغة
٢١٠	نظام الاستنزاف
٢١١	العوامل المؤثرة على الهجرة الحرارية
٢١٢	مبادئ معالجة الأوليغوميرات والترايميرات في حمام الصباغة
٢١٣	الصباغة بغاز ثاني أكسيد الكربون المسال
	البحث الثاني: صباغة ألياف البولي أميد

٢١٤	مقدمة
٢١٤	مبادئ صباغة البولي أميد
٢١٥	مواد بناء الحمام الصباغي: الحمض، عوامل التسوية
٢١٥	تطبيق أصبغة اللانازين S، الطريقة النظامية، طريقة الساندوجين NH، طريقة السانداسيد V
٢١٧	المقدمة
٢١٧	تطبيق العملية الصباغية
	البحث الرابع: صباغة ألياف البولي اكريلونتريل
٢١٩	مقدمة
٢١٩	مفاهيم ومصطلحات خاصة في صباغة الاكريليك
٥٥٠	تعيين درجة إشباع ألياف الاكريليك بطريقة شركة باير
٢٢٠	تعيين سرعة صباغة الألياف بطريقة باير
٢٢٠	المواد المساعدة والكيماويات اللازمة لحمام صباغة ألياف الاكريليك: المنظفات، حمض الخل، ملح غلوبر، العوامل المبعثرة، العوامل المؤخرة
٢٢٢	المطريات ومضادات الكهرباء الساكنة
٢٢٢	سرعة صباغة ودرجة إشباع بعض ألياف الاكريليك
٢٢٢	مبادئ عامة في صباغة الاكريليك
٢٢٢	امتصاص الأصبغة القاعدية
٢٢٣	طرائق الصباغة: حل الصباغ
٢٢٣	تطبيق الأصبغة القاعدية بالطريقة الحرارية T
٢٢٥	طريقة العامل المؤخر R
٢٢٦	طريقة الساندوكريل RT
٢٢٧	طريقة العوامل المؤخرة الأيونية السالبة
٢٢٧	إعادة التسوية
٢٢٨	إرجاع اللون
٢٢٨	تعرية الأصبغة القاعدية
٢٢٨	تبييض الاكريليك
٢٢٨	مثال تطبيقي لحساب كمية العامل المؤخر الموجب
	البحث الخامس: صباغة ألياف اللايكرا
٢٣١	المقدمة
٢٣١	مبادئ خزن خامات اللايكرا
٢٣١	مبادئ صباغة اللايكرا
٢٣٣	التثبيت الحراري
٢٣٣	مردود المعالجة الحرارية HSE
٢٣٤	إزالة اللون " التعرية "
	البحث السادس: صباغة الألياف والألياف الممزوجة
٢٣٥	صباغة مزائج البوليستر
٢٣٥	صباغة مزائج البوليستر/ سيللوز
٢٣٧	صباغة مزائج البوليستر/ صوف
٢٣٨	صباغة مزائج البوليستر/ بولي أميد
٢٣٨	صباغة مزائج البوليستر مع البولي أكريلونتريل
٢٣٩	صباغة مزائج البوليستر مع ثلاثي الأسيتات
٢٣٩	صباغة مزائج البوليستر مع (٢,٥) أسيتات
٢٣٩	صباغة القطن الممزوج
٢٣٩	صباغة القطن/صوف
٢٣٩	صباغة القطن/ بولي أميد
٢٤٠	صباغة القطن/ بولي أكريلونتريل
٢٤٠	صباغة القطن/ أسيتات
٢٤٠	صباغة القطن/ثلاثي الأسيتات
٢٤٠	صباغة الصوف الممزوج
	البحث السابع: مقياس الطيف الضوئي " السبكتروفوتومتر "
٢٤٢	مقدمة
٢٤٢	الأشعة المرئية أو الطيف المرئي
٢٤٣	الألوان المتكاملة
٢٤٣	الخواص اللونية: التدرج اللوني، القيمة، الشدة، الطول الموجي، النقاوة، الإضاءة، اللونان الأبيض والأسود
٢٤٥	أنواع أجهزة قياس الطيف الضوئي
٢٤٥	جهاز السبكتروفوتومتر
٢٤٧	بناء كرة اللون
٢٤٧	الأنظمة اللونية الرياضية
٢٤٨	الفروقات اللونية
٢٤٩	تقنية ومبادئ القراءة في جهاز السبكتروفوتومتر
٢٥٠	حساب الشدة اللونية عبر قيم K/S
	البحث السابع: الصباغة وتلوث المياه
٢٥١	المقدمة
٢٥١	محتوى المياه العادمة الخارجة من المصانع

٢٥٣	الأصبغة الممنوعة
٢٥٣	مفاهيم ومصطلحات عامة لدراسة التلوث المائي: الطلب الكيماوي للأكسجين C.O.D
٢٥٣	الطلب البيولوجي أو الكيماوي الحيوي للأكسجين B.O.D
٢٥٣	المواد الصلبة المعلقة T.S.S
٢٥٣	المواد الصلبة المنحلة T.D.S
٢٥٣	المواد الصلبة الكلية T.S
٢٥٤	قابلية التحلل الحيوي للمركبات العضوية
٢٥٥	مبادئ معالجة مياه الصرف الصناعية: التصفية، التخثير، المعالجة الكيماوية الحيوية، المعالجة بالأكسدة المتقدمة، المعالجة بالتخثير الكهربائي، تقنية الأغشية

البحث الثامن: آلات الصباغة

٢٥٨	آلات الصباغة: الجت، الأوفرلو، البيم، الونش، الجيكر، آلة صباغة الألياف الملفوفة "الكون" وآلة صباغة الشعيرات، آلة صباغة الشلّة، آلات صباغة القطعة، وحدات الصباغة المستمرة عمليات الإنهاء
٢٦٣	آلات الغسيل: الغسالات المائية ذوات الحبل، غسالة الثوب المفتوح
٢٦٤	آلات العصير: العصير بالقرّة النابذة، العصير بالأسطوانات الضاغطة، إزالة الماء بالتفريغ الهوائي " الشفط "
٢٦٤	آلات التجفيف: التجفيف الطبيعي، المحففات الأسطوانية، غرفة التجفيف، المحفف الحلقي، برميل التجفيف، الرام
٢٦٦	عمليات تجهيز النهائية: النظرية، التقسية والتنشية، موانع الماء والزيت " الوتربروف "، مؤخرات الاحتراق، مضادات التعفن، مضادات الكهرباء الساكنة

البحث الخامس: العمليات الخاصة بتحسين المواصفات

٢٦٨	العمليات الخاصة بالألياف والأقمشة السيلولوزية: إزالة الوريّة، عملية التحرير " المرسة "، التنشية، الشد، الصقل، التكتيش
٢٧٠	العمليات الخاصة بالألياف والأقمشة الصوفية: التنظيف، التليد، التوير " التفتيش "، الحلاقة
٢٧١	التثبيت الحراري للألياف الصناعية والتركيبية

البحث السادس: المطريات

٢٧٢	المقدمة
٢٧٢	أنواع المطريات: الكاتيونية، الأنيونية (مضادات التكسير) اللايونية، المذبذبة
٢٧٥	العوامل المؤثرة على فعالية المطريات: الرأس القطبي، طول السلسلة العضوية الهيدروفيلية، تفرع السلسلة العضوية الهيدروفيلية
٢٧٥	العوامل غير الذاتية المؤثرة على فعالية المطريات: حموضة حمام التطبيق، درجة الحرارة، الزمن، قساوة الماء، مخلفات الحمامات السابقة، تقنية تطبيق حمام التطرية، محتوى حمام التطرية من المواد الأخرى، محتوى البضاعة من الرطوبة، تقنية التثبيت الحراري النهائية، حال الألياف
٢٧٧	إزالة العوامل المطرية: مركبات الأمونيوم الرباعية، المطريات السيليكونية، المطريات الأيونية واللائيونية
٢٧٧	ملاحظات عامة حول المطريات: الاصفرار، الميناميريزم، الثباتية الضوئية، الثباتية على الغسيل والبلل

البحث السابع: مؤخرات الاحتراق

٢٧٩	المبادئ النظرية لمؤخرات الاحتراق
٢٧٩	آلية عمل مؤخرات اللهب الهالوجينية
٢٨٠	آلية عمل مؤخرات الاحتراق الفوسفورية
٢٨٠	التأثير المزدوج للفوسفور مع الأزوت
٢٨٠	آلية تطور النار " ظاهرة ويك رايز "
٢٨٠	أنواع مؤخرات النار بحسب مجالات التطبيق
٢٨٠	شروط تجربة الغسيل
٢٨١	اختبار كيفية الاحتراق
٢٨١	بعض النظم العالمية المعتمدة لتقييم مؤخرات الاحتراق
٢٨١	أجهزة الاختبار الخاصة بتقييم فعالية مؤخرات الاحتراق
٢٨٣	مجموعة مثبطات اللهب البرومية

البحث الثامن: المواد الكارهة للماء والزيت (الوتربروف)

٢٨٤	مجالات الاستخدام
٢٨٤	آلية عمل الوتربروف
٢٨٥	بنية الوتربروف
٢٨٥	طريقة المعالجة بالوتربروف
٢٨٥	العوامل المؤثرة على نجاح عملية التطبيق
٢٨٦	التثبيت الحراري للوتربروف
٢٨٦	اختبار الوتربروف تجاه الماء بطريقة الرذ " الطريقة ١ "
٢٨٦	اختبار الوتربروف تجاه الماء بطريقة مزيج الماء مع مذيب " الطريقة ٢ "
٢٨٧	طريقة اختبار الوتربروف تجاه الزيت بحسب AATCC
٢٨٧	اختبار التبلل الشاقولي الساكن AATCC
٢٨٧	اختبار فعالية الوتربروف تجاه الماء بطريقة وابل المطر
٢٨٨	اختبار فعالية الوتربروف تجاه البقع الزيتية SR

القسم الثاني: الطباعة

البحث الأول: الشاشات الحريرية والمعدنية

٢٩٠	مقدمة
٢٩١	تعريف الشاشة
٢٩١	الشاشة المسطحة: مواصفات خشب قالب، قماش الشاشة الحريرية، شد الحرير على الإطار الخشبي
٢٩٢	تحضير محلول الطلاء
٢٩٣	طلاء الشاشة الحريرية
٢٩٣	تحضير التصميم أو الرسم
٢٩٣	تصوير الشاشات اليدوية: آلية عمل المحسس، تقنيات التحسيس الضوئي للشاشات المسطحة، تجهيز الشاشات
٢٩٥	منضدة الطباعة

٢٩٦	الكاشطة المطاطية
٢٩٦	كيفية الطباعة اليدوية
٢٩٦	الشاشات الأسطوانية للطريقة المستمرة: طلاء الشاشات الأسطوانية
٢٩٧	آلة التصوير
٢٩٧	تجهيز الشاشة
	البحث الثاني: الطباعة بالبيغمنت ومواد بناء معاجين الطباعة
٢٩٨	وصفات تحضير معاجين الطباعة بالبيغمنت: البيغمانات (الخضاب) البيندر، عوامل الاستحلاب، اليوريا، المثخنات، الغليسرين
٣٠١	تحضير معجونة الكاز: طريقة تحضير معجونة الكاز
٣٠١	العمليات التالية لعملية الطباعة
٣٠١	تحضير المعجونة المائية
٣٠١	تحضير المعجونة البيضاء
	البحث الثالث: طباعة الأقمشة القطنية
٣٠٢	الطباعة بالبيغمنت: تركيب معجونة الطباعة بالبيغمنت، تثبيت الطباعة بالبيغمنت
٣٠٢	الطباعة بالأصبغة المباشرة
٣٠٢	طباعة المنسوجات القطنية بالأصبغة التفاعلية
٣٠٣	مراحل العمليات الطباعة: التحضير الأولي، تحضير معجونة الطباعة، الطباعة، التجفيف، الترطيب، التثبيت، حمامات الشطف، التجفيف والتثبيت النهائي
٣٠٤	الفوارق بين فعاليات وألفة الأصبغة التفاعلية بيانياً
٣٠٤	الطباعة بالطريقة المباشرة أو طريقة المرحلة الواحدة
٣٠٦	طريقة الطباعة على مرحلتين
٣٠٨	ميزات طرائق الطباعة بطريقة المرحلتين
٣٠٨	المقارنة بين إجراءات التثبيت لطريقة الطباعة على مرحلتين
٣٠٩	ملاحظات تقنية هامة حول العمل بطريقة الطباعة على مرحلتين
٣٠٩	المعالجات النهائية: الشطف، الغسيل، حمامات الصابون
٣٠٩	المعالجات النهائية على آلة الونش
٣١٠	ملاحظات هامة لمرحلة المعالجات النهائية
٣١٠	ملاحظات مختارة حول الأصبغة
	البحث الرابع: التقنيات الأساسية لطباعة البوليستر بالأصبغة المبعثرة
٣١١	مراحل التحضير للطباعة
٣١١	مراحل الطباعة
٣١١	آلات وطرائق الطباعة
٣١٢	تركيب معجونة الطباعة
٣١٢	مرحلة التثبيت
٣١٣	نماذج آلات التثبيت
٣١٤	شروط عملية التثبيت
٣١٤	عمليات الشطف والغسيل
٣١٥	المثخنات
٣١٥	تأثير الكاربر على الثباتية تجاه النور
٣١٥	نماذج لتقنيات الطباعة: الطباعة المباشرة، طباعة القلع، طباعة القلع الملونة، تقنية قاذف الحبر، طريقة الورق الحراري
٣١٧	عمليات القلع والمقاومة
٣١٧	المقارنة بين طرائق الطباعة
٣١٧	المقارنة بين طريقتي القلع والمقاومة لطباعة البوليستر
٣١٧	المقارنة بين طرائق الطباعة على البوليستر
	البحث الخامس: المراقبة المخبرية لعمليات الطباعة
٣١٩	المقدمة
٣١٩	المراقبة قبل العمل
٣١٩	المراقبة أثناء العمل
٣٢٠	المراقبة بعد التشغيل
	البحث السادس: الملاحظات العملية وأخطاء عمليات الطباعة
٣٢١	أخطاء الطباعة الناتجة عن خطأ في القماش
٣٢١	البرم غير النظامي للخيط
٣٢١	عقدة في القماش
٣٢١	أخطاء الطباعة الناتجة عن عمل أجهزة منطقة دخول القماش
٣٢٤	أخطاء الطباعة الناجمة عن الفرن
٣٢٥	أخطاء الطباعة الناجمة عن أمور متفرقة
٣٢٨	الملحقات
٣٤٥	المراجع
٣٤٦	السيرة الذاتية

القسم الأول

الصبغة

معالجة أولية – صبغة - إنهاء

القطن والألياف السيللوزية

يُعد القطن واحداً من أهم مصادر الألياف التي شاع استخدامها من قديم الأزل، وما زال إلى الآن أحد أهم الألياف الطبيعية لمتعته بميزة المنشأ الطبيعي الضعيفة الأثر السلبى عند تماسها مع الجسم على العكس من الألياف التركيبية ذات الأثر السلبى وبخاصة فيما يخص التوازن الكهربائي والتحسس.

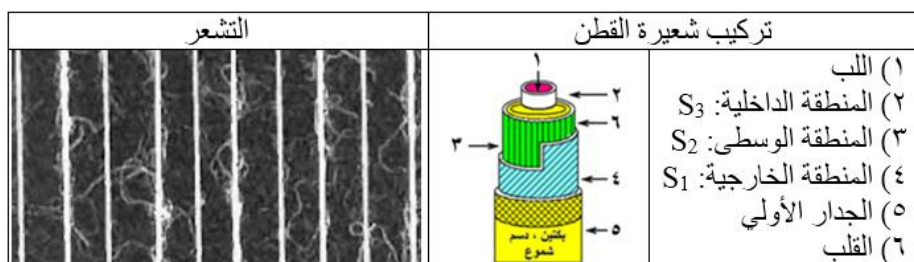
١- بنية القطن:

يتألف القطن من شعيراتٍ متطاولة وحيدة الخلية، وذات نهايات مفتوحة مستدقة وسفلية حيث اتصالها بالبذرة، ويتم فصل الشعيرات عن بذورها عبر عمليات الحلق، وتتميز بنيتها كما في الشكل (١) بطبقات متحدة المركز وبتجويف مركزي يُعرف باللب Lumen، في حين تتألف طبقة القشرة الخارجية من شحوم وبكتين وشموع، ويتوضع تحت القشرة الجدار السيللوزي الأولي الذي تتشابك أليافه بصورة متصالية، ويليه الجدار الثانوي المؤلف من ثلاث طبقات سيللوزية:

١- طبقة داخلية: لا يمكننا تمييزها إلا عند الأقطان الشديدة النضوج، وتجاور بطانة اللب وتتألف من أملاح معدنية وبروتينات مشتقة من جفاف عصارة الخلية على العكس من الطبقتين الأولى والثانية المكونتين من السيللوز.

٢- طبقة سيللوزية وسطى: رقيقة جداً ذات اتجاه حلزوني وبزاوية ميل ٢٠-٣٥°

٣- طبقة سيللوزية خارجية: ذات اتجاه حلزوني وبزاوية ميل دون ٢٠-٣٠°



الشكل (١)

يوجد في الليف القطني الكامل النضوج حوالي (٨٠-١٢٠) التفافاً في السننيمتر الواحد، ويزيد عددها كلما زادت جودة القطن، ولا بد إلا أن يحتوي على خلايا غير مكتملة النمو وضعيفة الالتفاف بحسب درجة نضوجها، لذا يكون جدارها رقيقاً ولبها منخسف ما يجعلها أليافاً مينة في النهاية، ويعود عدم نضوج الخلايا أو موتها لأسباب كثيرة تتعلق بشروط الزراعة تربةً ومناخاً وموعد زراعتها وقطاف.

كما تتوزع بنية الألياف ما بين مناطق بلورية تمنحها المتانة واللمعان والقساوة و...، ومناطق لينة لا بلورية تمنحها خواص الليونة وقابلية الامتصاص و... وكلما قست معاملة الألياف القطنية بالعمليات اللاحقة زادت نسبة المناطق البلورية وزادت قساوتها وقابليتها للتكسر، وبخاصة بشروط الخزن السيئة التي تفقد في النهاية لتموت الخلايا من رطوبة أو نور مع جفاف. ونرى في الشكل (٢) الشعيرات القطنية وتوزع مواسم زراعتها في العالم:



الشكل (٢): شعيرة القطن ومواسم زراعة القطن في بعض مناطق العالم

٢- سلالات القطن:

ينتمي القطن لجنس الجوسيبيوم (Gossypium) التابع للفصيلة الخبازية، وتعتبر من أهم أنواعه وسلالاته: جوسيبيوم باربادانس، جوسيبيوم هرباسيوم، جوسيبيوم بيروفيانوم، جوسيبيوم اربوروم. والتي تتمايز عن

بعضها بطول ولون وخواص التيلة، ما يعني أن تطبيق نفس المعالجات اللاحقة من قصر وصباغة وإنهاء سنتباين في نتائجها سلاله عن أخرى.

٢-١- جوسيبيوم باربادانس: تشمل أهم سلالات القطن الطويل التيلة (٦-٣,٧) سم، وتنتمي إليها معظم سلالات القطن المصري والأمريكي، ويتراوح طول شجيراتها بين (٩٠-٢٤٠) سم، جذوعها مستقيمة ومستديرة وناعمة، متسعة التفرع، وأوراقها عريضة ومفصصة إلى (٣-٥) فصوص، أكبرها الفص الأوسط، أزهارها صفراء وتنتهي بقواعد قرمزية، بذورها سوداء وملساء، يسهل نزع شعيراتها عن بذورها الخالية من الزغب، وتعتمد خواصها لدرجة كبيرة على الطقس والتربة، وأي تغير في هذين العاملين يلحقه تغير في خواص التيلة.



٢-٢- جوسيبيوم هرباسيوم: موطنها الأصلي آسيا، وتنحدر منه معظم سلالات قطن الهند وتركيا وبلاد الشام، يتراوح ارتفاع شجيراتها بين (٦٠-١٥٠) سم، فروعها وجذوعها صغيرة ومستديرة ومتعرجة لاحتوائها على العقل، وتغطي عادةً بطبقة وبرية، أوراقها جلدية الملمس، ولها (٥-٧) فصوص، وسيقان الأوراق طويلة، وأزهارها صفراء ضاربة إلى اللون القرمزي، ويبلغ طول التيلة (٢-٥) سم، ولون تيلتها بين الأبيض والأصفر والأسمر، ويغطي البذور زغب خشن.

٢-٣- جوسيبيوم بيروفياتوم: موطنها الأصلي الأمريكتين الوسطى والجنوبية، وانتشرت في الكثير من بقاع العالم، يصل طولها إلى (٣٠٠-٤٥٠) سم، جذوعها قوية وطويلة، وأوراقها كبيرة وسميكة ذات ثلاثة فصوص، أزهارها صفراء والنباتات حمراء قرمزية، وبذورها سوداء، وتتصل بذورها ببعضها على شكل مخروط مكسو بزغب أخضر ورمادي، تيلتها خشنة ذات ملمس صوفي، ويبلغ طول تيلتها (٢,٥-٣,٨) سم.

٢-٤- جوسيبيوم اربوربوم: تنتشر في الهند والصين على شكل أشجار يتراوح طولها بين (١٨٠-٣٦٠) سم، فروعها طويلة ودقيقة، لونها قرمزي عندما تكون صغيرة، وأوراقها سميكة وناعمة وعميقة الفصوص، ولها (٥-٧) فصوص، أما أزهارها فكبيرة بيضاء ضاربة للحمرة، تيلتها قصيرة ولا تزيد عن (٩,١) سم، ولونها مائل للصفرة أو الأخضرار، وتمتاز نباتات هذا النوع بكونها معمرة.

وينمو نبات القطن بصورة جيدة في الأراضي الخصبة الوفيرة الماء، ويحتاج لجوٍ دافئ إلى حار، وخالٍ من الصقيع ولفتره لا تقل عن (١٨٠) يوماً، وجوٍ جاف بعد تفتح لوزة القطن.

٣- تركيب القطن الخام:

يحتوي القطن الخام على مجموعة مكونات طبيعية نستعرض أهمها في الجدول (١)، أما عن تركيب الرماد فهناك إحصاءات عديدة قامت بها شركات ومصادر مختلفة نستعرض بعضها في الجدول (٢):

الجدول (١)

تركيب القطن الخام		عن الألياف النسيجية والصباغة	
BASF seminar: Damascus 7&8/12/1992		سيليلوز	%٨٥,٥
%٩٦-٨٨	سيليلوز	زيت وشموع	%٠,٥
%١,٢-٠,٧	بكتينات: حموض بولي غالاكتورميك وأملاحها مع الكالسيوم والمغنيزيوم والحديد Poly Galacturmic acids	جليسريدات سهلة ومتوسطة وصعبة وغير قابلة للتصبين	
%١,٠-٠,٤	شموع، أغوال دسمة C ₂₄ -C ₃₀ استرات " كولسترول " فحوم هيدروجينية	بروتينات، بكتوز، مواد ملونة طبيعية	%٥
%١,٦-٠,٧	أملاح الكالسيوم والمغنيزيوم والبوتاسيوم والصوديوم	أملاح معدنية	%١
%١,٩-١,١	بروتينات: حموض أمينوكربوكسيلية	ماء	%٨
%١,٠-٠,٥	مركبات عضوية: أوليغوميرات، حموض عضوية		

الجدول (٢)

محتوى القطن من الرماد					
الكاتيون		الأنيون		الكاتيون	
%		%		%	
٩,٣	البوتاسيوم	٣	الحديد	٥	الألمنيوم
٠,٩	الكالسيوم	٤٤,٨	البوتاسيوم	١٠,٦	الكالسيوم
٨,٤	المغنيزيوم				
٩,٩	البوتاسيوم				

ونستعرض في الجدول (٣) محتوى القطن الخام وبعد بعض المعالجات من بعض الأيونات المعدنية بحسب :BASF

الجدول (٣)

محتوى القطن الخام وبعد بعض المعالجات من بعض الأيونات المعدنية بحسب BASF			
التركيز بوحدات: " ملغ / كغ: ppm "	الكالسيوم	المغنيزيوم	الحديد
القطن الخام	٩٠٠	٥٩٠	٣٢
إزالة النشاء	٥١٠	٢١٠	٢٧
الغلي	٥٠٠	٢٧٠	٢٦
إزالة النشاء مع الغلي	٣٥٠	١٦٠	٢٢
إزالة النشاء مع المعالجة الحمضية	١٠٠	٤٠	١٠
إزالة النشاء مع التبييض	٣٠٠	٧٠	١٢
إزالة النشاء مع الغلي والتبييض	١٤٠	٦٠	١٠

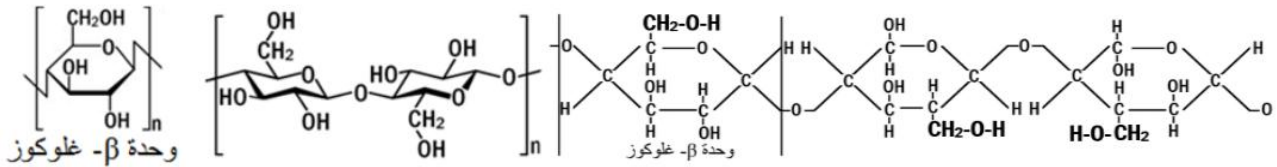
ويبين الجدول (٤) محتوى بعض أنواع الأقطان من بعض الأيونات المعدنية:

الجدول (٤)

تحليل لبعض الأقطان العالمية عن ICI Seminar: Aleppo 1992						
ملغ معدن / كيلوغرام قطن مقدراً بـ: ج.م.م					السنة	المصدر
Mn	Cu	Fe	Mg	Ca		
٦	٣	١١٢	٥٦٧	١٣٢٠	١٩٨٦	روسية
٣٦	٣	١٨٧	١٠٥٥	١٨٨٨	١٩٨٩	
٣٠	٦	٣١٣	١١١٩	٢٧١١	١٩٨٥	البرازيل
١٢	٣	٨٢	٧٣٦	١٦٨٨	١٩٨٧	
١٧	٤	١٣٢	٩٢٢	١١٩٧	١٩٨٥	بارانا ليمي
١٣	١ >	٢٠٥	٧٦٢	١٦٧٧	١٩٨٧	بارانا ليمي
١ >	١ >	١٢	٣٣٤	٥٤٠	١٩٨٣	كولومبيا
١٠	-	٢٥٢	٨٠٨	١١٠٠	١٩٨٨	السودان
٩	-	٨٩	٦١٧	٧٩١	١٩٨٨	
١٠	-	٣٠٠	٩١٢	٩٤٧	١٩٨٩	السودان
تحليل من (CHT) لخمس عينات قطن سوري من المصبغة الفنية بدمشق						
العينة			Ca	Mg	Fe	
١			٧١٠	٦١٧	١٥	
٢			٩٢٠	٥٤٠	٣١	
٣			٦٠٠	٥٧٠	١١	
٤			٧٠٠	٥٥٠	١٣	
٥			٧٥٥	٤٦٥	١٩	

٤- السيللوز $(C_6H_{10}O_5)_n$: يُعد السيللوز المكون الرئيس للقطن والذي تتمحور عليه كل العمليات الصباغية من قصر وصباغة وتجهيز نهائي، بنيته بوليميرية مبسطة، إذ يبدو كمادة بيضاء كثافتها (١,٥)، يحترق بالهواء معطياً شعلهً بيضاء بدون دخان، غير ذواب بالماء أو المذيبات العضوية، إنما بمحلول هيدروكسيد النحاس النشادرية وبعض المحاليل الملحية المركزة مثل كلوريد التوتياء وتيوسيانات الكالسيوم، وغير ذواب بالقلويات بل بحمض الكبريت المركز والبارد أو حمض الكبريت ٦٠ % عند درجة حرارة (٦٠ م) وحمض كلور الماء وحمض الآزوت الساخن.

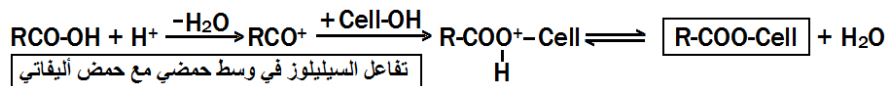
٤-١- بنية السيللوز: يتألف السيللوز كما يبين الشكل (٣) من سلاسل طويلة لوحدة بيتا- غلوكوز التي ترتبط فيما بينها بجسور أكسجينية على ذرتي الكربون (٤,١)، وتوصل العلماء وبدراسات اعتمدت مبدأ التحليل بالمتفلات إلى أن طول السلسلة السيللوزية يصل حتى (١٠,٠٠٠) وحدة غلوكوز أي ما يعادل وزناً جزيئياً قدره (١,٥٨٠,٠٠٠).



الشكل (٣): بنية السلاسل السيلوزية (لاحظ تناوب توضع زمري الهيدروكسيل الثانويين)

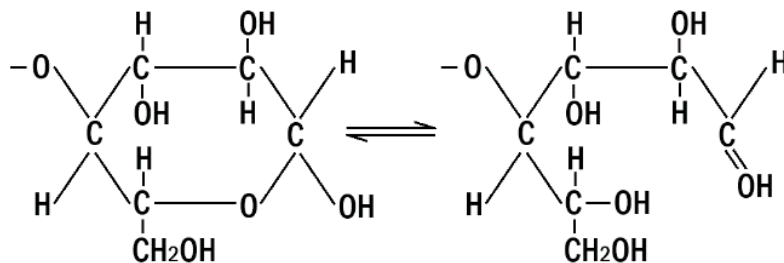
٤-٢ - **الفعالية الكيميائية للسيلوز:** توضح الصيغة المفصلة لجزء من سلسلة السيلوز وجود مجموعة هيدروكسيل أولية فعالة ومجموعتي هيدروكسيل ثانويين أقل فعالية، ومع ذلك يصعب علينا تقدير نتائج التفاعلات سلفاً بسبب:

- الإعاقة الفراغية بسبب نمط التوضع الفراغي لزمر الهيدروكسيل.
 - التأثير الذي يحدثه تفاعل إحدى مجموعات الهيدروكسيل على فعالية المجموعتين الأخرتين.
- ويكون للمجموعات الغولية في السيلوز القدرة على التفاعل في الوسطين: الحمضي والقلوي القويين، إذ يعطي استراً أو إيتراً في الوسط الحمضي، وإيتراً في الوسط القلوي، فعند تفاعل السيلوز مع حمض أليفاتي بوسط حمضي نجد:



ويلعب وجود الماء دوراً هاماً في مثل هذه التفاعلات لتسببه في انتفاخ الألياف السيلوزية لقدرته على تشكيل روابط هيدروجينية مع الزمر الهيدروكسيلية.

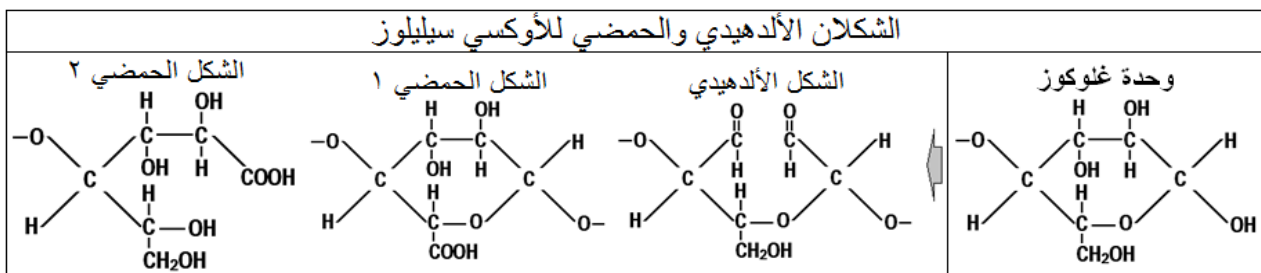
٤-٣ - **هيدرو السيلوز:** ينتج عن انقسام سلاسل السيلوز بتأثير الحموض المعدنية الممددة مؤدياً لتراجع قدرة الألياف الميكانيكية على الشد، وارتفاع القدرة الإرجاعية لنتائج الحلمة بسبب تحول السلاسل لأشكالٍ أدهيدية عبر الانتقال التوتوميري كما في الشكل (٤):



الشكل (٤): التحول التوتوميري لوحدات الغلوكوز بتأثير الحموض الممددة

وترتبط قدرة الحلمة بدرجتي الحموضة والحرارة ونوعية الحمض المعدني، لذا يُحدَّر من إنهاء عملية صباغة السيلوز بحمض معدني ولو كان بنسبة ١% لحمض الكبريت مثلاً تحاشياً لأثره السلبى عند الخزن الطويل والذي يؤدي لتراجع المتانة والمواسفات الأخرى.

٤-٤ - **أوكسي السيلوز:** تؤدي أكسدة السيلوز لمجموعة مركبات يعرف مجموعها بأوكسي السيلوز، فقد تعطي الأكسدة شكلين حمضيين وآخر أدهيدي كما في الشكل (٥):



الشكل (٥): الشكلان الأدهيدي والحمضي لمركبات أوكسي السيلوز

- ٤-٥- تأثير العوامل المختلفة في السيللوز: وأهمها تأثيرات الحرارة والماء والحموض والقلويات.
- ٤-٥-١- تأثير الحرارة: يمكننا تسخين السيللوز بالحالة الجافة حتى (١٥٠ م) دون حدوث أي تفكك، وباستمرار التسخين يبدأ بالتلون نحو اللون البني دون أي تلف له إلا بتطبيق شروط عملية التبييض.
- ومع رفع درجة الحرارة لأكثر من ذلك وبوجود أكسجين الهواء يبدأ بالتلف نتيجة تشكل مركبات أوكسي السيللوز وبخاصة بوجود آثار لأيونات معدنية كأيونات النحاس.
- ٤-٥-٢- تأثير الماء: يؤدي نقع الألياف السيللوزية بالماء لانفخاها (Swilling) بسبب تشكل الروابط الهيدروجينية دون أي أثر كيماوي، ويحدث الانتفاخ في المناطق اللابلورية للألياف حيث تكون مجموعات الهيدروكسيل حرة طليقة.
- ٤-٥-٣- تأثير الحموض: يؤدي غلي السيللوز بالحموض المعدنية الممددة لتفاعلات حلمهة وصولاً لوحداث الغلوكوز في النهاية، في حين أن تأثير الحموض المعدنية المعتدل وبدرجات حرارة منخفضة يؤدي لتخرب عالٍ مع تشكل هيدرو السيللوز.
- يؤدي غمر القماش السيللوزي بحمض الأزوت المتميز بخواص أكسدة لانكماشه وارتفاع قوة شده وألفته للأصبغة، كما يؤدي استمرار عملية الغمر لتشكل حمض الحماض HOOC-COOH وغاز أول أكسيد الأزوت NO، ويمكننا زيادة سرعة هذا التفاعل برفع درجة الحرارة.
- ٤-٥-٤- تأثير القلويات: تملك زمر الهيدروكسيل خواص حمضية تجعلها قابلة للتفاعل مع الأسس القوية عموماً، إذ يقاوم السيللوز القلويات المعتدلة مثل كربونات الصوديوم عند درجات الحرارة المنخفضة والعالية وبمعزل عن الهواء، ولكن وبوجود الأكسجين يبدأ تشكل أوكسي السيللوز ليبدأ القطن بالتخرب. ويلخص الجدول (٥) أهم تفاعلات السيللوز:

الجدول (٥): أهم تفاعلات السيللوز

أبرز تفاعلات السيللوز		
العامل المؤثر	الشروط العملية	النتائج
الحموض المعدنية الممددة	حسب نوع وتركيز الحمض ودرجة الحرارة	تناقص قوة الشد، وارتفاع القدرة الإرجاعية لمنتج الحلمهة الالدهيدي الشكل
حمض الكبريت المركز	عند درجة حرارة الغليان على البارد	حلمهة السيللوز وصولاً للغلوكوز وتشكل الهيدروسيللوز انحلال السيللوز بسبب تشكل هيدرات السيللوز
حمض الأزوت	المركز والبارد	انكماش السيللوز وازدياد قوة الشد مع ارتفاع ألفته للأصبغة لتشكل الأوكسي سيللوز وصولاً لتشكل حمض الأوكساليك
القلويات الضعيفة مثل كربونات الصوديوم	بمعزل عن الهواء وبمختلف درجات الحرارة بوجود الأكسجين	لا يتأثر يتخرب السيللوز لتشكل الأوكسي سيللوز
القلويات القوية مثل هيدروكسيد الصوديوم	عند الغليان بتركيز ٢% وزناً، وبمعزل عن الأكسجين	لا يتأثر
الماء	المركزة	تتباين بحسب تركيز هيدروكسيد الصوديوم ودرجة الحرارة والزمن، وتعتبر أساس عملية التحرير (المرسزة أو التلميع) انتفاخ الشعيرات دون أي أثر كيميائي، ويزول بالتجفيف
الحرارة	التسخين الجاف حتى ١٥٠ م استمرار التسخين	لا يتأثر يتلون باللون البني دون تلف
	حرارة عالية بوجود الأكسجين	يتشكل أوكسي السيللوز وبخاصة بوجود أيونات معدنية كأيونات النحاس

البحث الثاني

الألياف النباتية

يشيع في العالم استخدام بعض الألياف النباتية الأخرى غير القطنية والتي من أهمها:

أولاً: الكتان

يُزرع الكتان (Flax) على سواحل البحيرات والمناطق الحارة لاحتياجه كميات ماءٍ كبيرة وأرض رملية رطبة، ويعتبر من النباتات الحولية المتعبة للأرض، ونستعرض في الجدول (٦) أهم خواصه:

الجدول (٦): أهم خواص الكتان

طول النبات			
(٦٠) سم، ويهمل الأقل من ذلك			
قطر المقطع			
(٢,٥) سم، ويحوي (٢٠-٤٩) حزمة ليفية متصلة على شكل حلقات تؤمن مرونة النبات			
طول الألياف			
(٦-٣) سم موزعة على الشكل:			
القاعدة الساق	القسم السفلي	القسم الأوسط	القسم العلوي
(١٣,٣) ملم	(٢٧,٣) ملم	(٣٢,٦) ملم	(٣٨,٥) ملم
متوسط نعومة الليفة (٢٥-٢٠) ميكرون			



الشكل (٦): نبات و بذور وزيت وألياف الكتان

ويلعب تعيين زمن الحصاد دوراً مهماً في جودته تبعاً لأطوار النضج التي تقسم إلى:

النضج الأخضر ← النضج الأخضر المصفر ← النضج التام ← النضج الموتى

ويُعتبر طوراً النضج الأخضر المصفر والتام أهم موسمي حصاد، لأن انتظار دور النضج الموتى يعني نضج البذور والأخذ بها كمصدرٍ لزيت الكتان المستخدم في صناعة الطلاء الزيتي. ويتم خزن وتحضير ألياف الكتان على الشكل:

- ١- تخزين سياق الكتان في الأحواض بوجود بكتريا عضوية، وعلى مرحلتين: تخزين قبل النضج في المياه الراكدة فالجارية
- ٢- تخزين السياق بكيماويات خاصة وعلى مراحل: تخزين بمياه فاترة أو ساخنة، ومن ثم بمواد كيميائية أو بطرائق استخلاص الألياف الميكانيكية
- ٣- تجفيف الحزم الليفية، وكسر السياق وتمشيط الألياف

ثانياً: الجوت

يحتل الجوت (Jute) مكانة مرموقة في صناعة الغزل والنسيج بين الألياف النباتية، وتتميز أليافه بلونها الأصفر الفاتح المائل للبيني، وأكثر المناطق زراعة له: البلقان، الهند وأندونيسيا، ونستعرض في الجدول (٧) أهم خواصه الفيزيائية:

الجدول (٧): أهم خواص الجوت الفيزيائية

طول التيلة	نعومة التيلة	الاستطالة	القساوة	الرطوبة العظمى	الرطوبة التجارية
٨٠-١٨٠ ملم	٢٥-١٢٥ ملم	١%	١,٥	٣٤%	١٣,٧٥%



الشكل (٧): نبات الجوت

ثالثاً: القنب

تُستخدم ألياف القنب (Hemp) في الصناعات النسيجية وخاصة في صناعة المفروشات لمقاومتها العالية ولمعانها الجيد ولونها الأبيض، إضافة لإمكانية مزجها مع بقية الألياف، ويتم استخلاص ألياف القنب عبر مراحل عدة أهمها:

تمشيط القشور عن الساق بآلات خاصة ← التنظيف من آثار المواد الصمغية العالقة
← الخزن بوجود البكتريا العضوية ← الخزن بوسط من كيماويات خاصة ← الغسيل والتمشيط



الشكل (٨): شجيرات و بذور القنب

رابعاً: الرامي

عُرف نبات الرامي (Ramie) قديماً واستخدم منذ عام (٩٥٠) ق.م كأشعة للسفن، ومُزج في الصناعة عام (١٦٩٠) مع أليافٍ أخرى لصناعة المفروشات، وأهم الدول التي تزرعه: الصين، الهند، الجزائر، مصر، ليبيا، إيطاليا، روسية.

وتتميز ألياف الرامي بلونها الأبيض ومقاومتها للتجعد ولمعانها الجيد، ويبلغ طول تيلتها (١٥٠) ملم، ونعومتها بحدود (٢٠) ميكرون، وكثافتها (١,٥)، لذا نجدها أضعف من غيرها لنسبة المناطق البلورية العالية فيها والتي تتسبب بقابليتها للتكسر، وتتم استخلاص أليافه وفق الترتيب:

تمشيط القشور عن الساق بآلات خاصة ← التنظيف من المواد الصمغية العالقة ←
الخزن بوجود بكتريا عضوية ← الخزن بوجود كيماويات خاصة ← الغسيل والتمشيط



الشكل (٩): نبات الرامي

خامساً: الكنفير

يُزرع الكنفير في مناطق عدة من العالم، وخاصة في آسيا الوسطى، حيث عُرف منذ عام (٤٥٠) ق.م، ثم منعت زراعته لما يحويه من مواد مخدرة يتم استخلاصها من نوعه المسمى (Cannabis indie)، ويستفاد من أليافه ومن بذوره الغنية بالزيت والتي يصل محتواها حتى (٣٠%)، وتستخرج الألياف من النبات على مرحلتين:

تخزين ساق النبات بوجود بكتريا عضوية " أنزيم " ← استخراج الألياف بطرائق آلية

ويبلغ طول الليفة (٢-٢,٥) م، ونعومتها (١٥-٥٠) ميكرون، وأهم ما يُصنع من هذه الألياف الشوالات وما شابهها، ويبين الجدول (٨) تركيبها، والشكل (١٠) صورة لها:

الجدول (٨): تركيب ليفة نبات الكنفير

المكون	سيللوز	بكتين	زيوت	مواد معدنية	رماد	ماء
النسبة المئوية	٧٧,٧٧	٩,٣١	٠,٥٦	٣,١٨	٠,٨٢	٥,٨٨



الشكل (١٠): الكانابيس الهندي Cannabis indie

سادساً: التيل

يطلق اسم التيل (Kenaf) على عدد كبير من النباتات الليفية الناعمة والخشنة، ومن أهم أنواعه قنب كونابيس ساتيفا وهيببوكس كانابينس وتيل سان كورتوال ريا جينسيا، وتستعمل ألياف سيقانه في صناعة الغزل:



الشكل (١١): نبات التيل

سابعاً: السيزال

يطلق اسم قنب السيزال (Sisal) على اثنين من النباتات المدارية: المكسيكي (الهيكن)، والأفريقي، أوراقه سيفية الشكل تمكننا من تشكيلها أليافاً، ويبلغ طول أليافها بحدود (٥٠-١٣٠) سم، لذا تستخدم لإنتاج الحبال. يتم حصاد السيزال مرة أو مرتين في العام، حيث تُقطع الأوراق وتوضع في المقشرة التي تقوم بنزع اللب عن الألياف، وتعد شرق إفريقيا رائدة في إنتاج السيزال:



الشكل (١٢): نبات السيزال

ثامناً: قنب مانيلا

يصل ارتفاع قنب مانيلا (Manila Abaca) إلى (٨،١) م، أوراقه مستطيلة ضخمة، وتنمو على الساق، وتكون قاعدة الساق غمداً (غطاء) حول الساق، وتحوي الأغصان على الألياف القيمة التي تتراوح أطوال السمكة منها بين (٥،١-٣،٥) م، وتتكون أساساً من السيللوز والخشبين والبكتين، ويتم تسويق الألياف بعد فصلها تحت اسم مانيلا، إذ تأخذ هذه الألياف اسمها من أكبر مدن الفلبين.

يحصد المزارعون حقول القنب كل ثلاثة إلى ثمانية أشهر، ويقطعون النبات الكامل النضوج، ويتركون الجذور لتنمو من جديد، وبذلك تنمو نباتات جديدة، وتفصل أغصان الأوراق بعد سلخها وتعريضها.



الشكل (١٣): قنب مانيلا

تاسعاً: البينا

تصنع ألياف البينا (Pina) من أوراق الأناناس، وتغزل أحياناً مع الحرير أو البوليستر لتصنيع أصناف النسيج الخفيف الوزن والأنيق السهل العناية، يشبه الكتان، وتعقد كل مجموعة ألياف مع بعضها لتشكل شعيرات طويلة، ثم تنسج لتصنيع الألبسة، علاوةً عن استعمالها في صناعة بياضات الطاولات والحقائب والحصر، كونها تتميز بنعومتها وطراوتها ولمعانها العالي ولونها العاجي. ويتم أولاً قطع أوراق النبات، ومن ثم تسحب الألياف أو تفصل أو تقشط منها، وتكون معظم الألياف طويلة قابلة للتقصف:



الشكل (١٤): نبات البينا

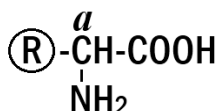
الألياف الصوفية

١- الصوف الخام:

يرافق الصوف الخام كمية كبيرة من دهون اللانولين (Lanolin) والعرق والبقايا العشبية والغبار والأوساخ، والتي لا بد لنا من التخلص منها قبل أي معالجة، فنبدأ بعمليات غسل على البارد فالساخن بالمنظفات ومن ثم بعض العمليات الآلية.

٢- التركيب الكيميائي للصوف:

يتكون الصوف بصورة رئيسة من الكيراتين البروتيني Keratin الذي يتمتع بمقاومة عالية للكيمويات والمركبات الحيوية، ويتألف من حموض ألفا-أمينية صيغتها العامة:



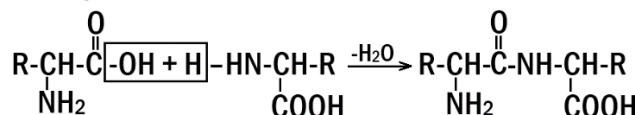
حموض α -أمينية

وتختلف R من حمض أميني لآخر ما يؤدي لتباين في سلوكها ونشاطها، ونرى في الجدول (٩) محتوى الصوف من بعض العناصر:

الجدول (٩)

محتوى الصوف من بعض العناصر	
العنصر	النسبة المئوية
كربون	٥٥-٥٠
هيدروجين	٧,٣-٦,٥
أزوت	١٧,٦-١٥
أكسجين	٢٨-١٨
كبريت	٣,٠-٢,٣

ويمكن لحمضين أميين أن يتفاعلا تفاعل تكاثف عبر رابطة ببتيدية وبطرح جزيء ماء وفق التفاعل التالي:



وبتكرار هذا التكاثف نحصل على سلسلة ببتيدية ملتوية أو مستقيمة، وترتبط السلاسل فيما بينها بجزيء حمض أميني مشترك بين السلسلتين أو بجسر هيدروجيني أو برابطة أيونية ملحية أو برابطة ثنائية الكبريت. وهكذا نجد أن الألياف الصوفية تتألف من طبقات ثلاث:

أ- **الطبقة الخارجية:** عبارة عن مادة قرنية مكونة من خلايا مفلحة على شكل قشور أو حراشف شفافة مترابطة بعضها فوق بعضاً، ويمكن تشبيهها تماماً بقشور السمك أو الأحفاف الخارجية لجذع النخيل، وتتجه عادة هذه الحراشف نحو طرف الشعر، وهي الطبقة التي تعطي الشعيرة صلابتها ومقاومتها للعوامل الخارجية.

ب- **طبقة ليفية خلوية:** تتكون من خلايا مستطيلة، يبلغ طولها (١٠٠) ميكرون تقريباً وقطرها بحدود (٣-٤) ميكرون، أما شكل المقطع العرضي لهذه الخلايا فعادة ما يكون غير منتظم كثير الأضلاع، وتتلاحم هذه الخلايا بطريقة غير واضحة، وتنمو بشكل منتظم مما يسبب تجعد الصوف، وهذه الطبقة هي التي تكون جسم الشعرة وتعطي الصوف خاصتي المرونة والمتانة.

ج- **طبقة نخاعية:** وتتكون من خلايا مستديرة أو شبه مستديرة، وتختلف القناة في قطرها بالنسبة لنوع الصوف، وقد تختفي هذه الطبقة أو تصعب رؤيتها في الأصواف الرفيعة. ونستعرض في الجدول (١٠) الحموض الأمينية المتعددة للصوف.

الجدول (١٠)

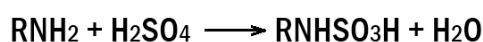
الحموض الأمينية المتعددة في الصوف	
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH} \end{array}$	حمض البرولين
$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{HOOC}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{S} \\ \\ \text{HOOC}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{S} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	حمض السيستين
$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	حمض الاسبارتيك
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} > \text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	حمض الغالين
$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	حمض السيرين
$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{HO} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	حمض التريونين
$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	حمض التيروسين
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\overset{\alpha}{\text{C}}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	حمض الألانين
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\overset{\alpha}{\text{C}}-\text{COOH} \end{array}$	حمض الغليسين
$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH} \end{array}$	حمض التربتوفان
$\begin{array}{c} \text{N}=\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{HC} \quad \text{CH} \quad \text{NH}_2 \\ \\ \text{NH} \end{array}$	حمض الهيستيدين
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	حمض الميثونين
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} > \overset{\alpha}{\text{C}}-\overset{\beta}{\text{C}}-\overset{\gamma}{\text{C}}-\text{COOH} \\ \quad \quad \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	حمض اللوسين
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	حمض ايزو لوسين
$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	حمض فينيل الألانين
$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	حمض الغلوماتيك
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} > \text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{HN} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	حمض الأرجينين
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	حمض الليزين

٣- التفاعلات الكيماوية للصوف:

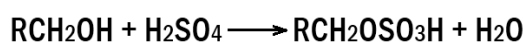
٣-١- التفاعل مع الحموض:

أ- حمض كلور الماء المركز: يبدأ بتفاعل حلمة حمضية ينتج عنه تحطم الحموض الأمينية المتعددة، ويبقى الحمض الأميني الجانبي ثابتاً باستثناء التربتوفان الذي يتفكك كلياً، وبذلك تتحطم الزمرة الأميدية الحمضية في السلسلة الببتيدية ما يؤدي لتغيرات بالخواص الميكانيكية للألياف الصوفية كالمثانة وقوة الشد.

ب- حمض الكبريت المركز: يتناقص عدد الحموض الأمينية لتفاعل بعضها مع حمض الكبريت المركز (٨٠%) كما هو حال الليزين الذي يتسلفن ليعطي حمض السلفونيك:



وتتناقص ألفة الصوف تجاه الأصبغة الحمضية عند رفع تركيز حمض الكبريت بسبب انخفاض عدد الحموض الأمينية لتسلفن السيرين والتريونين:



وترتفع درجة حلمة الصوف بوجود أنيونات عالية الألفة تجاه الألياف الصوفية، إذ يرافق امتزازها امتزاز أيونات الهيدروجين ما يرفع تركيزها في الألياف، لذا فإننا نعلم عند صباغة الصوف بالأصبغة الحمضية من الجيل القديم لإضافة كهربيت قوي لحمام الصباغة كملح كبريتات الصوديوم الذي يلعب دور العامل المؤخر.

٣-٢- التفاعل مع القلويات: ينحل الصوف بغليه مع محلول (٥%) كربونات الصوديوم، إذ يتخرب كل من السيستين، الأرجينين، الهيستيدين والسيرين، وعموماً فإن تفاعل الصوف مع القلويات يرتبط بدرجة الحرارة وتركيز القلوي، لذا فقد اعتمد على معالجة الصوف بمحلول هيدروكسيد الصوديوم (0.1N) عند درجة الحرارة (٦٥°م) ولمدة ساعة واحدة كطريقة عيارية لتعيين درجة تضرر الصوف. كما تسبب القلويات تشكل روابط معترضة جديدة (لانتيونين) ما يؤدي لتناقص الانحلال القلوي للصوف

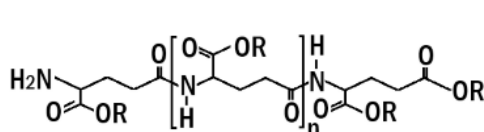
٣-٣- تأثير الماء: تتحلل الروابط ثنائية الكبريت بتأثير الماء المغلي مشكلاً السيستين وحمض السلفنيك الذي يتفكك بدوره إلى الالدهيد بانطلاق كبريت الهيدروجين، وينقص السيستين بمقدار (٢٠%) بتأثير الماء المغلي

لمدة (٢٤) ساعة، ويزداد التفكك بارتفاع درجة الحرارة عن (١٠٠م). لذلك تتم صباغته عند الغليان بشروط الضغط الجوي العادي، وكحد أقصى (١٠٦م).

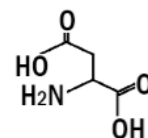
٣-٤- تأثير الحرارة: للحرارة الجافة ضرراً أقل منه بكثير مما للماء المغلي، إذ يحافظ الصوف على معظم خواصه بتعرضه لمدة (٢٤) ساعة بدرجة حرارة (١٢٠م)، ويبلغ الضرر ذروته عند درجات حرارة أعلى من (١٥٠م).

٣-٥- تفاعلات الزمرة الأمينية: تشكل نهايات السلاسل الببتيدية للحموض الأمينية والمجموعات الأمينية المتفرعة عن الحموض الأمينية (الليزين - الأرجينين) زمراً أساسية في الصوف، يمكنها أن تتفاعل مع بلا ماء الحموض مثل بلا ماء حمض الخل لتشكل الأستيل ما يُنقص من ألفة الصوف للأصبغة. أو أنها تتفكك محررة الأزوت بتأثير حمض الأزوتي ما يفيد في تعيين الأزوت الأميني وبالتالي عدد الحموض الأمينية في الصوف.

٣-٦- تفاعلات الزمرة الكربوكسيلية: تشكل نهايات السلاسل الببتيدية للحموض الأمينية والمجموعات الكربوكسيلية المتفرعة عن الحموض الأمينية مثل حمضي الاسبارتيك والغلوماتيك زمراً حمضية في الصوف. وتتحطم الزمر الأميدية بتأثير الحمضة أو القلوية مطلقاً النشادر بما يمكننا من تعيين عدد الزمر الكربوكسيلية المعاقة، ويمكننا استرة هذه الوظائف الحمضية بعدد كبير من الكيماويات ما يرفع من ألفة الصوف للأصبغة الحمضية، لذا فإنه يمكننا القول بأن معظم التفاعلات تحصل مع الزمر الكربوكسيلية لارتباط الأصبغة مع زمر الصوف الأمينية، وتزداد ألفة الصوف نحو الأصبغة الحمضية بانخفاض تآين الزمر الكربوكسيلية، وفي حين تملك الروابط الاستيرية المتشكلة ثباتاً جيداً لحد ما تجاه الحمضة فإنها تعاني من ضعف حتى مع القلويات الضعيفة لدرجة أنها قد تحدث بالماء العادي عند 7.5-8 pH:



حمض غاما بولي الغلوتاميك (Poly(γ-glutamic acid))



حمض الاسبارتيك (Aspartic acid)

٣-٧- الإرجاع: يتم تفاعل الإرجاع بعامل مرجع مثل حمض التيوغليكول مؤدياً في السيستين لتحطم الرابطة ثنائية الكبريت في السيستين:

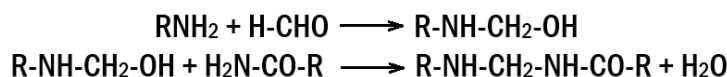


والذي يتوازن عند تفكك (٦٠%) من الرابطة الكبريتية للسيستين في وسط حمضي أو معتدل مؤدياً لتراجع متانة الألياف، ويمكننا بإضافة الماء الأكسجيني إزاحة التفاعل من جديد واستعادة المتانة الأصلية، ولمثل هذا التفاعل تطبيقاته التجارية باسم عملية سيروسيت لتكسير الأقمشة الصوفية، أو لتزيين شعر السيدات الذي يقوم على إرجاع الشعر بحمض التيوغليكول.

٣-٨- الأكسدة: يُستخدم الماء الأكسجيني لتبييض الصوف بوسط قلوي من هيدروكسيد الأمونيوم ليهاجم الرابطة ثنائية الكبريت في السيستين والروابط الببتيدية للكيراتين، ويتسارع تفاعله بارتفاع درجة قلوية الوسط.

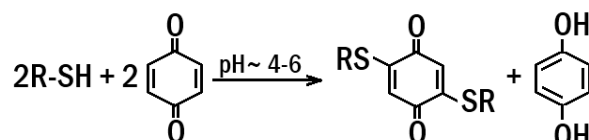
ويتفاعل الصوف مع فوق الحموض العضوية كفوق حمض الخل واللاعضوية كفوق حمض الكبريت H₂SO₅ معطياً السولوفينيل الموافق، وتتبع أهمية عملية الأكسدة من كونها تُستخدم كعملية لمعالجة الصوف ضد التلبد والانكماش، ويتميز فوق حمض الكبريت عن فوق حمض الخل بإمكانية تفاعله مع التيروزين، كما تستعمل فوق المنغناات أيضاً لمعالجة الصوف ضد التلبد والانكماش بمرودٍ لا يتجاوز (٣٠%) سيستين كحدٍ أعلى.

٣-٩- تشكيل الروابط المعترضة الجديدة: يؤدي احتواء الألياف الصوفية على روابط معترضة ترتبط من خلالها السلاسل الببتيدية الرئيسة لتراجع انحلال الصوف في المُحلات العضوية، وعلى العكس إذ يؤدي تحطم هذه الروابط لتراجع أو انخفاض قابلية الصوف للتبلل تبعاً لعدد الروابط المحطمة، لذا اعتُمدت بعض المركبات التي يمكنها تشكيل روابط بديلة كالفورم الدهيد الذي يتفاعل مع المجموعات الأمينية أو المجموعات الأميدية:



يطبق هذا التفاعل باستخدام الفورم الدهيد (٤٠%) وبدرجة حرارة (٧٠م) بوسط حمضي عند 5-7 pH، حيث يتفاعل الفورم الدهيد مع المجموعة الحمضية لحمض الغلوتاميك وبقايا الغوانيديين للأرجينين، وتقاوم هذه الروابط القلويات وتتحطم بفعل الحموض، لذا يتناقص الانحلال القلوي للصوف المعالج بالفورم الدهيد من (١٣%) حتى (٦-٩%).

ويتفاعل البنزوكينون مع المجموعات الأمينية أو مع مجموعات HS- وفق التفاعل:



ويجري التفاعل عند درجة حموضة (4-6 pH)، ويكون الصوف المعالج بالكينون أكثر مقاومة للعوامل الكيماوية وأقل قابلية للتلبد، وتزداد متانة الألياف بهذه المعالجة أكثر بكثير من الاعتماد على الكواشف أو الكيماويات الأخرى.

٤- **تصنيف الأصواف:** تختلف الأصواف عن بعضها بعضاً بمظهرها من حيث نعومة وطول الشعيرة وعدد تجعداتها، لذا فإن ثمة استمارة تجارية متداولة تتضمن كافة المواصفات التي يمكن للصوف أن يتمتع بها كما في الجدول (١١).

٥- **تصنيف الأصواف على الخروف:** تتوزع نعومة وجودة الألياف على جسم الخروف كما هو وارد في الجدول (١٢)، ومهما يكن من أمر فإنه يتم عزل الأصواف (١٣، ١٢، ٩، ٢، ١) عن بقية الأصواف مباشرة.

الجدول (١١)

استمارة صوف تجارية			
جنس المادة	صوف	مقاومة الشعيرات	ضعيف: ١٢-١٨ كغ/سم
التركيب الكيماوي	بروتين	المرونة	جيد جداً، جيد لدرجة (٤٠%)
الوزن النوعي	١,٣١٥	قابلية الاحتفاظ للحرارة	جيد جداً، جيد لدرجة (٥٠%)
رسم المقطعين الطولي والعرضي	كما في الشكل المرفق	الأصواف الأخرى	طري الملمس، دافئ، معتدل اللمعة، قابل للتلبد، درجة حرارته الخطرة (١١٠م)
الأساس العرقي للنعمة الأم	مارينوس، كروسبرد	معاينة الاشتعال	لهب متفرقع، رائحة قوية، بقايا رمادية
مكان التربية	استراليا، روسية	مقاومة الحموض	مقاوم
النعومة	٢٤-١٦ ميكرون	مقاومة القلويات	غير مقاوم: ذواب بها
طول التيلة	١٠٠-١٥٠-٢٠٠ ملم	قابلية الاحتفاظ بالرطوبة	جيد جداً، جيد لدرجة (٥٠%)
التجعدات	عالي، طبيعي، قليل	هل استعمل وأين؟	ألبسة خارجية، ألبسة منزلية

الجدول (١٢)

تصنيف الصوف على الخروف		
التصنيف	المنطقة	الخواص
٢، ١	الرأس	/
٣	الرقبة	/
٥، ٤	الصدر والأكتاف	أهم الأصواف وأجودها وأنظفها
٨، ٧، ٦	الظهر	جيد وتصيبه أمراض
٩	البطن	غير جيد لنوم الخروف على الأعشاب ما يؤثر سلباً على الجودة
١١، ١٠	القسم الخلفي	شعيراته غليظة نسبياً وقد تكون ملبدة ومصفرة ومخلوطة بالنباتات والأوساخ
١٢	اللية	وسخ جداً وشعيراته غليظة
١٣	الذنب	شعيراته قصيرة ووسخة ومتلبدة

البحث الرابع

الألياف الشبيهة بالصوف


أولاً: الموهير

يؤخذ صوف الموهير (Mohair) من ماعز الأنكورا التي يكثر انتشارها في آسيا، وأخذت كلمة موهير عن الاسم العربي المخير والتي تعني اللباس الوبري، ويستخدم في صناعة السجاد لنعومته ومرونته ولمعانه وعكسه الضوء، وللشوارب والأقشطة الخاصة بالجهد العالي، ويمزج مع الصوف أو الألياف الصناعية في الغزل والنسيج، ومن أهم ما يعيبه رائحة الماعز المميزة.

يتكون الموهير في معظمه من الكيراتين، وله حراشف تحاكي حراشف الصوف ولكنها غير مكتملة، لذا لا يتبلد الموهير كما هو حال الصوف، ومن المهم التمييز بين الموهير والصوف المصنع من أرنب الأنكورا والذي يسمى صوف الأنكورا، ونستعرض في الجدول (١٣) أبرز صفات الموهير:

الجدول (١٣)

الخواص الرئيسية لصوف الموهير	
النعومة	٢٥-٥٠ ميكرون
طول الألياف	١٢٠-١٥٠ ميكرون
اللون	أبيض، أصفر، ترابي، بعضه أسود
اللمعان	جيد جداً
الخواص الكيماوية	مطابق للصوف
التجدد	قليل جداً
ملاحظات	قليل الاتساع، عالي معدلات النمو بحيث يقص ثلاث مرات سنوياً من ماعز المناطق الدافئة



ماعز الأنغورا Angora goat

ثانياً: الكشمير

يتم جمع ألياف الكشمير (Cashmere) من ماعز الكشمير، ويتمتع هذا الصوف ببنيته الدقيقة القوية، والخفيفة الناعمة، ويتميز بكونه أكثر دقناً مما يعادل وزنه من الصوف العادي، ويتساقط عادة في الصيف على شكل تيلة قصيرة يمكننا فرزها يدوياً أو آلياً بحسب طولها، ويتراوح وزن صوف الماعز الواحد بحدود (١٠٠-٤٥٠) غرام بحسب المرعى والعناية بالماعز، لذا تسبب ندرته ارتفاع سعره، كما تسبب نعومته الفائقة والتي يبلغ متوسط أقطارها (١٩) ميكرون ارتفاع كهربائيتها الساكنة، ما يجعل تحضيره وتصنيعه أكثر صعوبة من الصوف العادي، لذا ينحصر استخدامه بالملبوسات الفاخرة، في حين تستخدم أليافه الخشنة لقوتها في صناعة الفراشي والحواشي وغيرها من الاستخدامات من غير الملابس، ونستعرض في الجدول (١٤) أهم خواصه:

الجدول (١٤)

الخواص الرئيسية لصوف الموهير	
النعومة	متوسطها: (١٩) ميكرون
اللون	أبيض، رمادي، بني
التجدد	قليل التجدد
اللمعان	لمعان عالٍ
الخواص الكيماوية	مطابق للصوف
ملاحظات	يذوب بالقلويات بأسرع من الصوف لحساسيته العالية تجاه القلويات



ماعز الكشمير Cashmere

ثالثاً - وبر فصيلة الجمال Camels hair

الجمال، اللاما، الألبكا، الفيكونا، الهواريزو

٣-١- **الجمال Camels**: يتواجد الوبر بكثافة على الرأس والرقبة والأكتاف في الإبل ذات السنام الواحد، وتزداد كثافته في إبل السنامين لبرودة مناطق عيشها، ويمتاز الوبر بناقليته المنخفضة للحرارة وبالتالي قدرته العالية على العزل ما يجعله دافئاً جداً، كما يمتاز عن الصوف والشعر بمنانته وخفته ونعومة ملمسه. ويتدرج لون وبر الجمل ما بين البني إلى الأبيض فالأسود تقريباً بحسب نوع الإبل، ويعتبر الأسود أفضل أنواعها.

وهناك اختلاف كبير في إنتاج الإبل من الوبر تبعاً لعروقها وسلالاتها، فتتراوح كمية الوبر المنتج في إبل السنامين سنوياً للرأس الواحد حوالي (١-٥) كغ، وللإبل العربية ذات السنام الواحد (١-٥,٥) كغ، ولإنتاج الوبر أهمية اقتصادية كبيرة لبعض المجتمعات وخاصة البدو، وتشتهر كل من منغوليا، والصين وأفغانستان بالإنتاج الكبير.



٣-٢- **اللاما Lama**: يعيش حيوان اللاما في جبال الأنديز بأمريكا الجنوبية، ويشبه الغزال والجمال، ويربى للحمه ووبره ولحمل المتاع كحال الجمال تماماً.



٣-٣- **الألبكا Alpaca**: تعيش الألبكا في أعلى جبال الانديز، وتربى لصوفها ولحومها، وتتزاوج بين عمر سنة وثلاث سنوات، ويستمر حملها حوالي (٣٤٥) يوم، وتعيش لما يقارب العشرين عاماً، وتتغذى على الحشائش والقش.

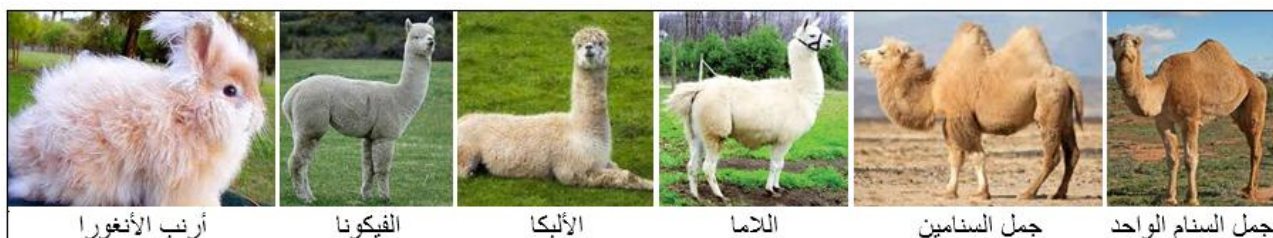


٣-٤- **الفيكونا Vicuna**: أصغر عضو في فصيلة الجمال، موطنه جبال الأنديز في بوليفيا وتشيلي وبيرو في مناطق ترتفع من (٣٥٠٠-٥٥٠٠) م فوق مستوى سطح البحر، ويستوطن مناطق تقرب من خط الجليد. يتراوح ارتفاع الفيكونا حتى الكتفين بين (٧٠-٩٠) سم، ويتراوح وزنه بين (٣٥-٦٥) كغ، ويتغذى على الحشائش ويعيش في قطعان تتألف من ذكر واحد وعدد من الإناث.

يتميز بصوفٍ أنعم من صوف أي حيوان آخر، ويتراوح لون الجزء العلوي لجسمه بين الأصفر المحمر للأسمر المصفر، وقاتم إلى بني محمر، ويميز بطنه والأجزاء السفلية من أرجله اللون الأبيض، ينمو الصوف حتى يتدلى على جنبات وتحت مستوى ركبتيه، ويستفاد من الصوف الداخلي فقط، ويصلح بشكل خاص لغزل أنواع عالية الجودة من الغزل الصوفي الناعم ما يجعله باهظ الثمن، إذ تعطي الحيوان الواحد سنوياً (١١٥) غ فقط.



٣-٥- الأنغورا Angora: الأنغورا ألياف صوفية من وبر الأرانب البيضاء، ويمكن أن يكون لونها رمادياً فاتحاً أو أحمر قرميدي، وسمي بهذا الاسم نسبة للاسم القديم لمدينة أنقرة التركية. يعطي الأرنب وقت تبديل الوبر أكثر من كيلو غرام سنوياً، وتتم العناية بالشعر بمشطه ليحافظ على شكله الأملس والناعم واللامع، وبالتالي المحافظة على جودته العالية، أما إذا تمت حلاقتة فيستخدم الوبر لاحقاً لصنع الصوف.



أرنب الأنغورا

الفيكونا

الألبكا

اللاما

جمل السنامين

جمل السنام الواحد

الشكل (١٥)

الحرير الطبيعي

١ - المقدمة:

يُصنع الحرير ويخزن كسائل بروتيني في الغدد اللعابية لرأس دودة القز، وينتقل عبر أنابيب دقيقة لفوهة الغزل الموجودة تحت الفم وعلى العكس من العناكب التي تتواجد فوهتها في الخلف على سطحها السفلي، وتعتبر دودة القز المنتج الرئيس للحرير، على أن حشرات أخرى تفرز الحرير الطبيعي، ولكن بأهمية وكميات أقل، لذلك يمكننا القول أن الحشرات المنتجة للحرير هي:

دودة القز **Silk worm**: المنتج الرئيس.

العناكب Spider: يتميز حريرها بقوته الأكبر من الفولاذ بحيث تُصنع منه حبال أسرع السفن، ومرورته الأكثر من المطاط، ويعتبر حريراً مثالياً للاستخدامات الطبية والصناعية، وتسعى الأبحاث لمحاكاة عملية غزله.

يرقة العث الغجري Gypsy moth larval: تستعمل هذه اليرقة غير القادرة على الطيران والملبئة بالشعر الحرير للتنقل، فتستخدم خيط الحرير كمظلةٍ يحملها الهواء لمسافات بعيدة تصل لعدة أميال.

دودة الخريف Fall webworm: مثال للعديد من الحشرات التي تقوم يسرعاتها ببناء خيمة حريرية للراحة والحماية من الأعداء الطبيعيين والظروف الجوية في مناطق مناسبة لها من حيث الطعام.



الشكل (١٦): بعض الحشرات المنتجة للحرير الطبيعي

٢ - حرير دودة القز:

يأتي معظم الحرير الطبيعي من الشرنقة البيضوية لدودة القز، والتي تغلف الدودة نفسها بها قبل تحولها إلى فراشة، ويسحب الحرير من الشرنقة على شكل ألياف مستمرة هي الحرير الخام.

تعيش الفراشة الخارجة من الشرنقة أياماً قليلة تضع فيها الأنثى البيض للجيل الجديد على قطع من الورق أو القماش لتموت بعدها، ما يمكننا من جني عدة محاصيل سنوياً بموسم تقفيس البيض بعد وضعها مباشرة، أما في حالة المحصول الواحد سنوياً فيؤجل الفقس لحين توفر محصول ورق التوت الطازج في الموسم التالي، ما يستلزم حفظ البيض لمدة ستة أشهر في حاضنات مكيفة صناعياً، ويفقس البيض في الربيع بتركه لمدة شهر في صواني خاصة عند درجة حرارة (٢٠-٣٠ م)، وبعد أن يتم الفقس يرش ورق التوت الغض المفروم جيداً في صواني الفقس ليبدأ الدود الصغير بالتغذية ويزداد وزنه وحجمه بسرعة ملحوظة حتى يتم نموه خلال خمسة أسابيع تقريباً، ويكون طول الدودة بعد الفقس (٣) ملم، وعند تمام النمو يصير (٩) سم، ووزنها (٥) غ، وبعد (٢٤) ساعة من امتناع الدودة عن الطعام يتحول لونها الأخضر إلى الشفاف عند الرقبة، وعندها تبدأ الدودة بإخراج خيطي حرير من رأسها ملتصقين بمادة صمغية **Silk gum** عبر فوهة خاصة، وبعد أن تضمن الدودة استقرار مكانها تبدأ في تغليف نفسها بألياف الحرير التي قد يصل طولها إلى (١٨٠٠) م، فتفرزها وترصها حولها طبقة فوق طبقة حتى يكتمل بناء الشرنقة فتتوقف عن الإفراز عند نفاذ المادة المكونة للحرير.

يتم بناء الشرنقة خلال ثلاثة أو أربعة أيام تتحول الدودة بعدها إلى يرقة، ثم بعد أسبوعين أو ثلاثة تتحول اليرقة إلى فراشة حية تثقب الشرنقة لتفتح لها طريقاً إلى الخارج، وتقوم بوضع البيض لتحفظ النسل وتكرر الدورة، وبالتالي يمكن القول أن دورة حياة الدودة عبارة عن أربع مراحل رئيسية، كما في الشكل (١٧):



الشكل (١٧): دورة حياة دودة القز

٣- البنية الكيميائية للحرير الطبيعي:

يتركب الليف الحريري من الفيبروين الذي يعطي بالحلمة خمسة عشر حمضاً أمينياً حسب الجدول (١٥):

الجدول (١٥)

البنية الكيميائية للحرير الطبيعي			
$\text{CH}_3-\overset{\alpha}{\text{C}}\text{H}-\text{COOH}$ NH_2	حمض الألانين	H-	حمض الغليسين
$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{H}_3)-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH}$ NH_2	حمض الغالين	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$ NH_2	حمض السيرين
$\text{HOOC}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ NH_2	حمض الاسبارتيك	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$ NH_2	حمض فينيل الألانين
$\text{HO}-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH}$ $\text{HO} \quad \text{NH}_2$	حمض التيرونين	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\alpha}{\text{C}}\text{H}-\overset{\beta}{\text{C}}\text{H}_2-\overset{\gamma}{\text{C}}\text{H}-\text{COOH}$ $\text{H}_3\text{C} \quad \text{NH}_2$	حمض اللوسين
$\text{HOOC}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ NH_2	حمض الغلوتاميك	$\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$ $\text{HC} \quad \text{CH} \quad \text{NH}_2$ NH	حمض الهيستيدين
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH}$ $\text{H}_3\text{C} \quad \text{NH}_2$	حمض الايزو لوسين	$\text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2$ $\text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}-\text{COOH}$ NH	حمض البرولين
$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{OH}$ NH_2	حمض الليزين	$\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{NH}}{\text{C}}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{OH}$ NH_2	حمض الأرجينين

ونلاحظ من هذا الجدول اختلاف الحرير عن الصوف بعدم احتوائه على السيستين (Cysteine) وبالتالي عدم احتوائه روابط ثنائية الكبريت، ومن الجدير ذكره هنا أن النسبة الأكبر للحموض الأمينية البسيطة: الغليسين، الألانين والسيرين.

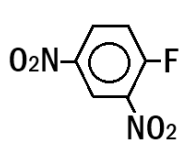
٤- التفاعلات الكيماوية للحرير الطبيعي:

٤-١- مع الحموض والأسس: تؤدي معالجة الحرير الطبيعي بالحموض أو القلويات لحلمة الروابط الببتيدية، وتتعلق درجة الحلمة بدرجة حموضة الوسط، وتكون بأقل معدلاتها عند 4-8 pH، وقد تؤثر الحموض أكثر بكثير من القلويات، إذ ينحل الفيبروين (Alfaybrin) بحمض كلور الماء المركز، ويتفكك بحمض الكبريت المركز أو بحمض الآزوت، وينحل الحرير المنزوع السيرسين بحمض الكبريت (٨٠%). أما الحموض العضوية فينحل في المركز منها ويتأثر بشكل ضعيف في الممدد، وكذلك الحال بالنسبة للقلويات. ويؤدي تعرض الفيبروين لبخار الماء عند الدرجة (١٠٠ م) لتفككه وحلمته.

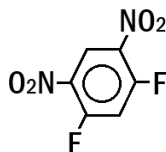
٤-٢- الأكسدة: تهاجم المؤكسدات الفيبروين في مواضع ثلاث: طرف السلسلة الجانبي ونهاية الزمر والروابط الببتيدية، فالفيبروين شديد الحساسية تجاه المؤكسدات، إذ يتضرر بالماء الأكسجيني وفوق المنغرات وفوق حمض الخل بتركيزه العالية، ويصفر بتعرضه الطويل لأكسجين الهواء وضوء الشمس. ويؤثر الكلور في الحرير أكثر من الهيوكلوريت، ويتم معظم التفاعل مع التيروزين، بينما يؤكسد البروم واليود الفيبروين ما يؤدي لتفككه.

٤-٣- تفاعلات متفرقة: يمكن لبلا ماء حمض الخل أستلة زمر الهيدروكسيل والكاربوكسيل، وتحل بعض أملاح المعادن القلوية والقلوية الترابية الفيبروين، ومنها مثلاً سلفوكسيد الصوديوم أو الكالسيوم، كلوريد التوتياء، كلوريد الكالسيوم... وللحرير الطبيعي شراهية عالية لامتصاص أملاح المعادن الثقيلة، فهو يتشرب من محلول القصدير الرباعي ما يقارب (١٠٠%) من وزنه ثنائي أكسيد القصدير، وتستخدم هذه الخاصة لتثقيب ألياف الحرير الطبيعي.

٤-٤ - تشكيل الروابط المعترضة: يمكننا رفع مقاومة الحرير الطبيعي تجاه حمض كلور الماء بمفاعلة الفيبروين مع ١- فلور-٤،٢- ثنائي نثرو البنزن FDNB ومع ٣،١- ثنائي فلور- ٦،٤- ثنائي نثرو البنزن حيث يتم معظم التفاعل مع الزمرة الهيدروكسيلية للتيروزين، ومع الزمرة الأمينية للليزين.



1-Fluoro-2,4-dinitrobenzene



1,3-difluoro-4,6-dinitrobenzene

٥- حرير العنكبوت:

تعتبر ألياف حرير العنكبوت عالية المتانة، وتقارن مقاومتها للشد بالفولاذ العالي المتانة، إذ يتمتع كبل حرير العنكبوت بمقاومة شد أكبر من (١٢٥%) من كبل الفولاذ، ودونه كثافة، ونسبة مقاومة الشد إلى الكثافة أكبر بخمس مرات منها للفولاذ، ما يعني أن حرير العنكبوت أقوى بخمس أضعاف لنفس الوزن من الفولاذ، فهو بقوة ألياف الأراميد، ويلف سلك بوزن (٤٥٠) غ الكرة الأرضية.

الباب الثاني

الألياف السيللوزية المجددة والألياف التركيبية

البحث الأول: الألياف الصناعية

الفيسكوز

حرير النحاس النشادري

حرير أسيتات السيللوز

الألجينات

البحث الثاني: عموميات حول الألياف التركيبية

البحث الثالث: الألياف التركيبية

البوليستر

البولي أميد

بولي الأكريلونتريل

بولي فينيل كلورايد

بولي الايتيلين

بولي البروبيلين

بولي فينيل الغول

بولي الأوريتان

البحث الرابع: تنمير الألياف

البحث الخامس: تحليل الألياف

البحث السادس: اختبارات الألياف وجودتها: خواص الألياف القطنية

البحث السابع: مراقبة جودة الغزول والألياف

البحث الأول

الألياف الصناعية

أولاً: الفيسكوز

١- المقدمة:

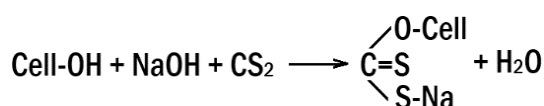
يتم اصطناع الفيسكوز (Rayon) أو حرير الرايون من زغب وبقايا السيللوز كمادة خام، يمكننا استرتهها باكسانتات الصوديوم لنحصل على اكسانتات السيللوز التي يتم حلها بوسط قلوي، ومن ثم ضغطها عبر ثقب مغزل لتنتشر في حوض غزل حمضي، ونظراً لتعقيد هذه المراحل سنلق بنظرة سريعة على المراحل الأساسية فقط.

٢- مراحل اصطناع ألياف الفيسكوز:

١-٢- **نقع السيللوز:** تُنقع بقايا السيللوز بعشرة أضعاف وزنها بمحلول (١٧-١٨%) هيدروكسيد الصوديوم عند درجة حرارة (١٧-٢٠م) لنحصل على السيللوز القلوي الذي يعصر لطرح فائض الهيدروكسيد، وتتباين شروط هذه العملية باختلاف المصدر السيللوزي ما بين قطن أم زان أو تبن وشجيرات أو خشب صنوبر مثلاً.

٢-٢- **تمهيد نضج السيللوز القلوي:** تتعلق معدلات لزوجة محلول السيللوز القلوي بدرجة بلمرة السيللوز، إذ يعطي السيللوز القلوي بعد تحويله لأكسانتات (أو سنتوجينات) السيللوز محلولاً عالي اللزوجة، لذا يترك السيللوز القلوي معرضاً لأكسجين الهواء مدة (٢٤) ساعة تقريباً، وبدرجة حرارة (٢٥-٣٠م) لتمهيد النضج وخفض درجة البلمرة، وتتم مراقبة هذه المرحلة بالاعتماد على مقياس اللزوجة.

٣-٢- **تشكل اكسانتات السيللوز:** يتفاعل السيللوز مع ثنائي كبريت الكربون وبوجود هيدروكسيد الصوديوم وفق التفاعل:



ويجري هذا التفاعل ببطء في مناطق السيللوز البلورية، ومع ذلك تتحكم قوانين لوشاتوليه بجهته وسرعه وتوازنه، ومن الضروري أن ننوه هنا لضرورة طحن السيللوز ناعماً لزيادة السطح النوعي وبالتالي رفع المردود، كما يمكننا رفع المردود باستبدال هيدروكسيد الصوديوم بأساس عضوي يمكنه إذابة المناطق البلورية للسيللوز جزئياً، ويتم التفاعل عملياً عند درجة حرارة (٢٠-٢٥م/١٠٠ دقيقة)، وبتركيز (٤%) لهيدروكسيد الصوديوم بوجود ثنائي كبريت الكربون، ولارتفاع درجة لزوجة هذا المحلول يسمى فيسكوزاً، ولا يمكننا غزله بهذه الحال إلا أن نتركه فترة زمنية ينضج بعدها ويصبح قابلاً للغزل.

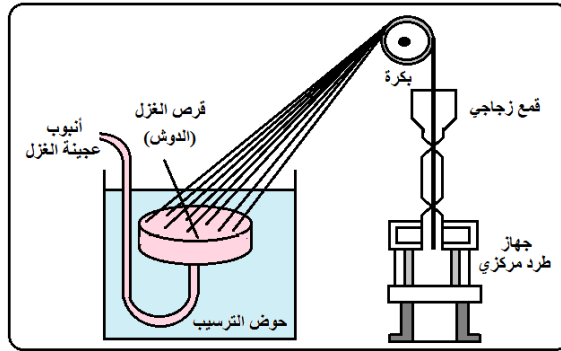
٤-٢- **نضوج السيللوز:** يتم هنا انفصال ثنائي كبريت الكربون عن الاكسانتات، وتكون هذه المرحلة في أبطأ حالاتها عند تركيز (٨-١٠%) هيدروكسيد صوديوم، وتجرى عادةً عند درجة حرارة (١٥-٢٠م)، وتتعلق لزوجة الفيسكوز فقط بزمان النضوج وكل من تراكيز: السيللوز، ثنائي كبريت الكربون، هيدروكسيد الصوديوم، درجة الحرارة... ويمكننا في هذه المرحلة إضافة أوساط مطفئة أو ملونات وتفرغ فقاعات الهواء المنحلة تحاشياً لتقطع الألياف بمرحلة الغزل اللاحقة.

٥-٢- **مرحلة الغزل:** يُضغط الفيسكوز من خلال دوش المغزل فيخرج من ثقبه على شكل ألياف مستمرة تمر مباشرة إلى حوض يحوي حمض الكبريت، وقد تضاف بعض الكيماويات التي ترفع من سوية العملية، كأن يُضاف بعض من كبريتات الصوديوم وكبريتات التوتياء لخفض سرعة التبختر، وبالتالي الإبقاء على الألياف بحالة لدنة فترة أطول ما يعطينا أليافاً ذات قوة شد أكبر وقابلية استطالة أقل.

وتلجأ بعض الشركات لاستخدام حوضي غزل: يحوي الأول أكثر اعتدالاً ويحوي حمض الفوسفور مع كبريتات الصوديوم، والثاني يحوي كبريتات التوتياء (١-٢%) وكبريتات الصوديوم (٢٠%) وحمض الكبريت (١٠%).

٣- الخواص الفيزيائية للفيسكوز:

يُحضَّر الفيسكوز على شكل شعيراتٍ طويلة شفافة أو نصف شفافة أو كتيمية، وتبلغ قوة شدتها بالأحوال العادية (٩١، ٠) كيلو غرام/ دنيير، وقابلية استطالته (٢٠-٢٥%)، أما مقطعها العرضي فيكون دائرياً أو نجمياً بحسب شكل ثقب دوش المغزل وحوض التخثر.

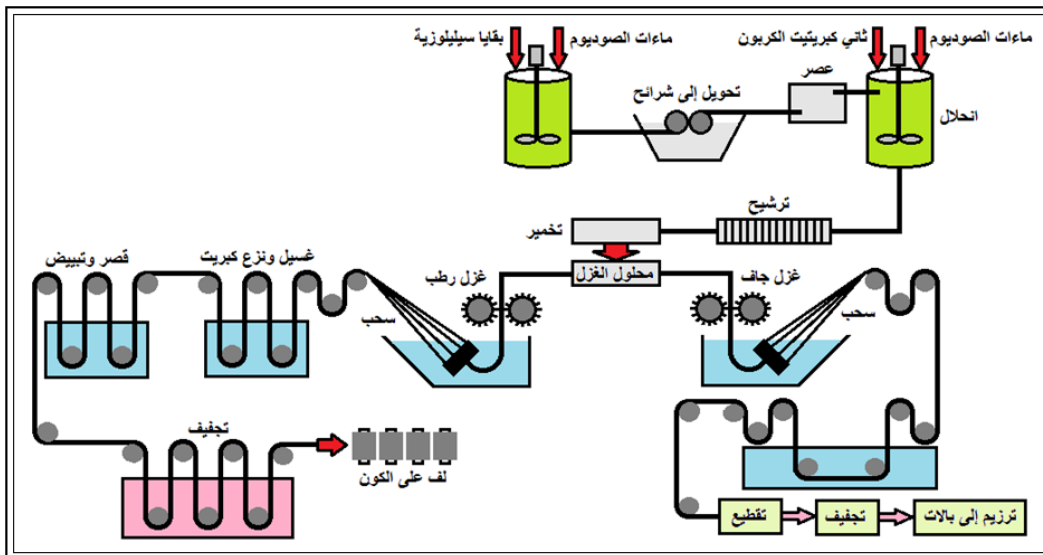
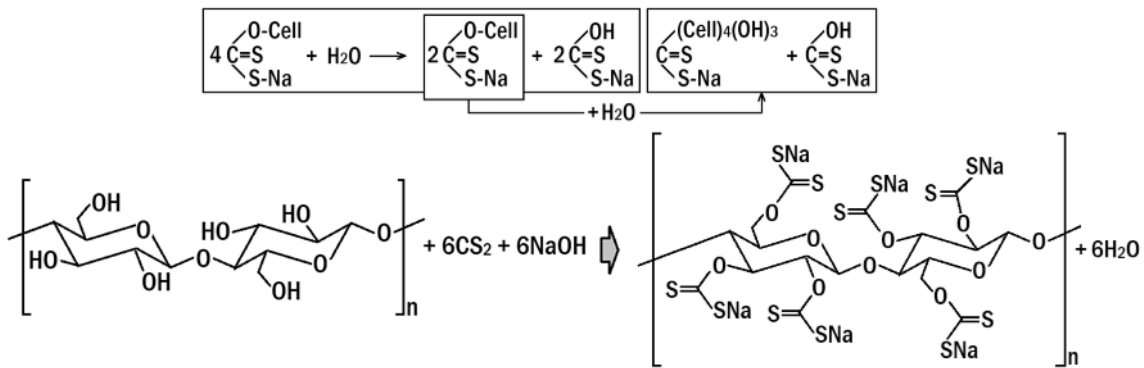


الشكل (١٨): غزل الفيسكوز

٤- الخواص الكيميائية للفيسكوز:

تتأثر ألياف الفيسكوز بالحموض المعدنية الممددة كما يتأثر السيلولوز، إذ تتفكك بالحموض المعدنية الممددة الساخنة أو المركزة الباردة، في حين تقاوم المحاليل القلوية الممددة، وتنتفخ فاقدة قوة شدتها بالمحاليل القلوية القوية أي أنها أقل مقاومة هنا من القطن، لذلك نتجنب إضافة هيدروكسيد الصوديوم لحوض صباغتها بالأصبغة التفاعلية، وكذلك حالها مع المؤكسدات حيث نجدها أضعف من القطن أيضاً.

يملك الفيسكوز خاصة عزل حراري ضعيفة وناقلية كهربائية جيدة بسبب امتصاصه العالي للرطوبة، وتتبع الخواص النهائية درجة البلمرة التي تؤمنها شروط مختلف المراحل السابقة لأن آلية مراحل الصناعة تلخصها جملة التفاعلات التي تمتد لدرجات لا يمكننا ضبطها لكافة نقاط مفاعل الاصطناع بصورة متساوية:

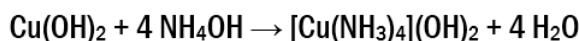


الشكل (١٩): وحدة صنع الفيسكوز

ثانياً: حرير النحاس النشادري

١- المقدمة:

طبق اكتشاف شويتزر عام (١٨٥٧) م حول انحلال السيللوز في محلول هيدروكسيد النحاس النشادري أو ما يسمى سائل شويتزر عام (١٩٠٠) م لاصطناع حرير النحاس النشادري (Copper ammonium rayon)، فيتم أولاً تحضير سائل شويتزر بتفاعل هيدروكسيد النحاس مع هيدروكسيد الأمونيوم لتشكل معقداً:



٢- تحضير خلات السيللوز: تطبق عملية الانحلال السيللوزي بطريقتين:

أ- الطريقة العامة: ويتم هنا تحضير المحلول أولاً ومن ثم يضاف إليه السيللوز، ويترك فيه لتمام الانحلال ليكون جاهزاً لعملية الغزل، وتطبق هذه الطريقة على الشكل:

يحضر محلول كبريتات النحاس ويضاف إليه هيدروكسيد الصوديوم أو هيدروكسيد الأمونيوم فتترسب كبريتات النحاس الأساسية على شكل مسحوق أخضر قد يكون: $\text{CuSO}_4 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ أو $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$ ، ثم تغسل الكبريتات جيداً ليُرسب بعدها هيدروكسيد النحاس بإضافة هيدروكسيد الأمونيوم ولتذاب بغسلها بالنشادر، أو نذيب كبريتات النحاس النشادرية مباشرة بمحلول (٢٨%) هيدروكسيد الأمونيوم الذي يضاف إليه السيللوز آنذاً ليمدد بعدها المحلول بحيث تصبح نسبة السيللوز (١٠%) ثم يشفط الهواء من المحلول ليصير جاهزاً لعملية الغزل.

ب- طريقة بمبرغ **Bemberg**: يُضاف السيللوز لمحلول كبريتات النحاس لنتبعه بإضافة هيدروكسيد الصوديوم فتترسب كبريتات النحاس الأساسية، تشفط الرشاحة بعدها ويضاف لها هيدروكسيد النشادر حتى تمام الانحلال مع التبريد لأن التفاعل ناشر للحرارة، ويتم إجراء العملية بأخذ الحيطه من دخول أي كمية من الهواء تداركاً لأي تفاعل أكسدة يضر بالعملية أولاً، وإضافة بعض الغلوكوز كمانع أكسدة ثانياً، وأخيراً يُمدد المحلول قبل غزله بحيث يصبح تركيبه كما في الجدول (١٦):

الجدول (١٦)

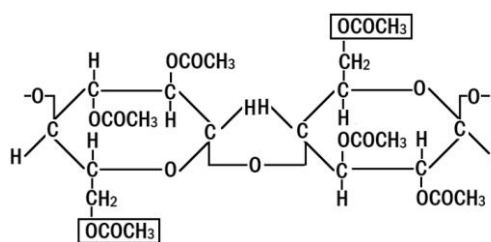
تركيب محلول غزل حرير النحاس النشادري			
المادة	سيللوز	نشادر	نحاس
النسبة المئوية	٧-٨%	٨%	٣,٥-٣,٠%

ثم نبدأ عملية الغزل على حوض قد يحوي حمضاً أو أساساً أو ملحاً، وبما أن الماء يسبب تخثر السيللوز بصورة بطيئة جداً يمكننا سحب السيللوز لأضعاف مضاعفة بالطول حتى لو كان دوش المغزل خشن، إذ يسحب السيللوز آنذاً في الماء على مرحلتين: أولهما عند درجة حرارة (٣٥ م)، وثانيهما حتى الثمانين ضعفاً، وأخيراً نمرر الألياف لحوض يحوي حمض الكبريت لتخليصها من بقايا النحاس ونتبعها بعمليات غسلٍ وتجفيفٍ جيدة.

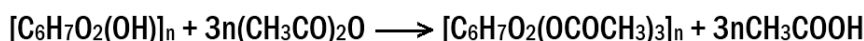
ثالثاً: حرير أسيتات السيللوز

١- المقدمة:

كان شوتزنبير أول من حضر خلات السيللوز عام (١٨٦٩) م، وفي عام (١٩٠٣) م اكتشفت الحلمهة الجزيئية لثلاثي خلات السيللوز في الأسيتون، وبدأ إنتاج حرير الأسيتات عام (١٩٢١) م.



تتباين خواص حرير الأسيتات (Cellulose acetate) تبعاً لنسبة زمر الخلات (الأسيتيل) في سلسلة السيللوز أو ما يسمى بدرجة الاستبدال، إذ أنه وفي حين ينحل ثلاثي الأسيتات في الكلوروفورم لا تتحل ألياف (٢,٥) أسيتات، وتكون جميع زمر الهيدروكسيل في ثلاثي الخلات مؤسرة على الشكل التالي:



٢- تقنية تحضير حرير الأسيتات:

تُحضّر ألياف الأسيتات من أنواع السيلولوز الجيدة كزغب القطن أو سيلولوز الأخشاب المعالجة أو من مزيج لهما، إذ يُغلى المصدر السيلولوزي غلياً قليلاً تحت الضغط، ثم يقصر بتحت الكلوريت ليعالج بحمض الخل تسهيلاً لأستلته. تتم عملية الأستلة بمزيج من (٥-٧) أجزاء حمض خل مع (٣) أجزاء بلاماء حمض الخل مع (١%) حمض الكبريت كعامل مبرتن، وتضبط درجة حرارة التفاعل كونه ناشراً للحرارة عند درجة حرارة (٢٠م) كحد أعلى عند بدء التفاعل أي خلال الساعة الأولى، ومن ثم متابعة التفاعل عند الدرجة (٢٣-٣٠م) لمدة (٧-٨) ساعات، وبحيث تتم مراقبة تفاعل الأستلة على أساس قابلية المنتج للانحلال بالمذيبات حتى التأكد من الأسترة لدرجة ثلاثي الأسيتات والتي يتراوح وزنها الجزيئي بين (١٠٠,٠٠٠-١٢٠,٠٠٠)، ووزنها النوعي (١,٢٨) غ/سم^٣.

يمدّد محلول التفاعل حتى يصبح تركيز حمض الخل (٩٥%) ويترك مدة (٢٠) ساعة عند درجة حرارة (٤٠م) لتتحمّل ثلاثي الأسيتات حلماً جزئية بحيث تنخفض درجة الاستبدال حتى (٤,٦-٢,٥ = ٢,٥) أسيتات، والتي يتراوح وزنها الجزيئي بين (٩٥,٠٠٠-١١٠,٠٠٠)، ووزنها النوعي (١٣٣) غ/سم^٣.

تفصل الأسيتات الناتجة بالتثفيل ومن ثم تجفف بدرجات حرارة منخفضة وتحل بمذيب الأسيتون أو مزيج الأسيتون مع الغول ليضغط المحلول من خلال دوش المغزل، فتخرج الألياف لتتلاقى تياراً حاراً من الهواء الذي يبخر المحل للاستعادة، وتلف مباشرة على بكرات وبسرعة سحب تصل حتى (٢٢٠-٤٠٠) متر/دقيقة.

٣- خواص حرير الأسيتات:

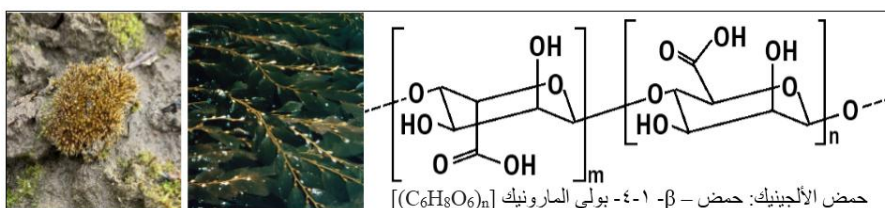
لألياف الأسيتات قوة شد منخفضة نسبياً في الحالة الجافة، إذ تبلغ (٠,٦٣) كغ/دنيير، والاستطالة (٢٠-٣٠%)، وتزيد عنها في حالة البلل بمقدار (٥-١٠%)، ويختفي لمعان ألياف (٢,٥) أسيتات على البلل بالماء الساخن، ولا يلبث أن يعود عند الجفاف، وهذا من أهم المظاهر التي تميزه عن ثلاثي الأسيتات الذي يحتفظ ولمعانه على البلل، أما امتصاص الرطوبة فيبلغ لـ (٢,٥) أسيتات مقدار (٦-٦,٥%) ولثلاثي الأسيتات (٤,٥%)، وتنخفض بالمعالجة الحرارية حتى (٢,٥%). وتمتاز ألياف الأسيتات بمرونة جيدة جداً، وبلمسٍ طري ناعم، ويؤدي ضعف امتصاصها للرطوبة وعزلها الكهربائي العالي لتشكيل كهرباء ساكنة بسهولة فيها.

تنصهر (٢,٥) أسيتات عند درجة حرارة (٢٣٠-٢٣٥م)، أما ثلاثي الأسيتات فعند (٢٩٠-٣٠٠م)، وتنحل الأسيتات بعددٍ من المحلات العضوية والحموض العضوية كحمض النمل، أما القلويات القوية فتتسبب بحلمتها. تستخدم ثلاثي الأسيتات لصناعة الألياف الصناعية، أما (٢,٥) أسيتات فتستخدم لصناعة الألياف الصناعية أيضاً إضافة لبعض الصناعات البلاستيكية والأفلام السينمائية غير القابلة للاحتراق.

رابعاً: ألياف الألبينات

١- المقدمة:

تُحضّر ألياف الألبينات (Alginate) من حمض الألبينيك الذي يستخرج من الأشنيات والطحالب البحرية التي تحويه بنسب تتراوح بين (١٥-٤٥%)، إذ يُحضّر هذا الحمض باستخلاصه بكاربونات الصوديوم خلال (٢٤) ساعة، ومن ثم ترسيبه بإضافة حمض كلور الماء أو كلوريد الكالسيوم.



الشكل (٢٠): حمض الألبينيك والطحالب والأشنيات البحرية

٢- إنتاج وخواص ألياف الألبينات:

يتم أولاً حل حمض الألبينيك بمحلول كاربونات الصوديوم لتبدأ عملية الغزل بحوض حمضي بوجود حمض الكبريت المشبع بكبريتات الصوديوم و (٢,٥%) زيت زيتون مع عامل استحلاب.

تتحل ألياف الألبينات بالمحاليل الضعيفة القلوية ذوات الأيونات الأحادية خاصة كالحوض الحاوي على (٠,٢) صابون مع (٠,٢) كربونات الصوديوم، أما أملاحه للأيونات الثنائية أو الثلاثية التكافؤ فأقل انحلالاً بكثير أو عديمة الانحلال، وفي حين أن ألبينات الكروم والحديد ملونة، نجد أن ألبينات الباريوم سامة، وتعتبر ألبينات البيريليوم والكالسيوم معاً الأكثر ملائمة، كما يتراجع الانحلال بأسترة الزمر الكربوكسيلية في الحمض. تأخذ ألياف الألبينات أهميتها من استخدامها كألياف تحميلية للحياكة بالحالة الجافة، ليصار إلى إذابتها فيما بعد ولنحصل على نقوش لا يمكننا الحصول عليها لولا هذا الأسلوب. تتوفر ألياف الألبينات إما بيضاء اللون أو ملونة بحسب الكاتيونات المستخدمة في تحضيرها، ويكون مقطعها العرضي غير منتظم، وتتمتع عادة بوزن نوعي كبير يتراوح بين (١,٧٣-١,٧٨).

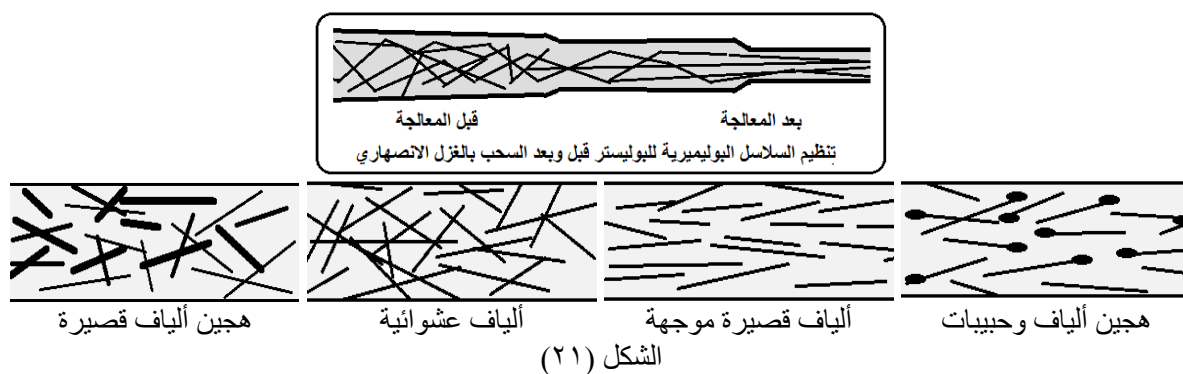
عموميات حول الألياف التركيبية

١- المقدمة:

يتوجب على البوليمير كي يُعتمد في عالم الألياف التركيبية أن يحقق جملة مواصفات وخواص، وهذا ما أدى إلى أن مجموعة صغيرة فقط من البوليميرات أمكن اعتمادها بين آلاف البوليميرات والتي نحصر أهمها في البوليستر والبولي أميد والبولي أكريلونتريل، وبدرجة أقل بولي الايتيلين وبولي البروبيلين وبولي فينيل كلورايد PVC وبولي الأوريتان... لذا فإننا سنعرض لأهم هذه الخواص وطرائق تحسينها:

٢- خواص الألياف التركيبية:

١-٢- قوة الشد: لو نظرنا للشكل (٢١) لوجدنا أن سلاسل الشعيرات في حالة فوضى وتوزع عشوائي مع محورها الطولي والتي تتحول ببعض المعالجات الضرورية لحالة من التوازي نسبياً مع المحور:

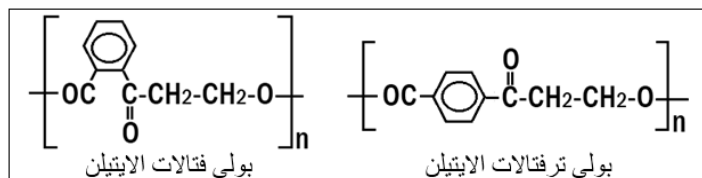


إذ أنه ولكي يمكن للخيط أن يتشوه أو أن ينقطع بتأثير الشد فإن على سلسله أن تنزلق فوق بعضها أو أن تنتر بترأ سلسلياً، وإذا كانت هناك قوى ارتباط عالية بين الجزيئات فستقاوم هذا الانزلاق وستكون لها قوة شدٍ عالية، وهذا ما يجب أن تتمتع به السلاسل والألياف على المستوى التجاري، إذ يمكن وبمعالجة الألياف معالجة فيزيائية تنسيق وضع السلاسل لتصبح موازية لمحور الخيط، وسنعرض لوضع ألياف البوليستر (بولي ترفتالات الايتيلين) كمثال لتحسين هذه الخاصية.

يُصنع البوليستر بطريقة الغزل الانصهاري، إذ تُدفع صهارته بدرجة حرارة (٢٧٠-٢٨٠م) من خلال دوش المغزل لتبرد بسرعة وتتصلب إلى الحالة العديمة الشكل (يؤدي التبريد السريع للتبلور والبطيء للترجج)، وبذلك تتوضع السلاسل بصورة عشوائية تجعلها ضعيفة الخواص الميكانيكية ما يضطرنا لسحبها على البارد من جديد، فتمتد عند درجات أعلى بقليل من درجة الحرارة الانتقالية الزجاجية للبولىستر العديم الشكل أي عند درجة حرارة (٧٠م)، وبذلك يزيد طول الخيط مراتٍ عدة مع تناقص قطره، وتتحاذى السلاسل البوليميرية على طول الألياف ما يؤدي لبدء عملية التبلور، وبعد انتهاء عمليات السحب نسخن الألياف حتى (٢٢٠م) تقريباً لاستكمال عملية التبلور ولتحريرها من الإجهادات الجزيئية الداخلية بما يضمن ارتفاع قوة الشد عالياً وارتفاع درجة الحرارة الانتقالية الزجاجية إلى ما فوق (١٠٠م)، في حين تبقى نقطة الانصهار على حالها أي (٢٦٥م).

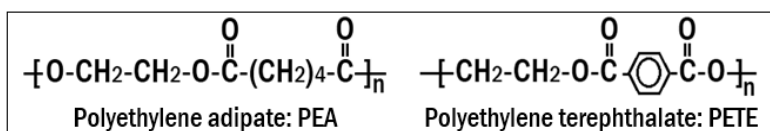
ومن الضروري الإشارة هنا إلى أن مثل هذه التقنية لا تطبق على جميع الألياف، فألياف البولي اكريلونتريل مثلاً تتفكك قبل انصهارها، لذا يتم غزلها من محلولها غزلاً جافاً أو رطباً، ومن ثم تطبيق عليها عمليات السحب. ولا بد من بعض النقاط البنوية الواجب توفرها في البوليمير كي يعطينا أليافاً قوية كأن يكون قليل التفرع لنتمكن سلسله من التداخل فيما بينها، فالبولي ايتيلين منخفض الكثافة يعطي أليافاً ضعيفة كونه عالي التفرع بعكس البولي ايتيلين غير المتفرع العالي الكثافة.

كما أن لليونة السلاسل البوليميرية أهمية خاصة، إذ أنه كلما زادت هذه الليونة زادت سهولة انقلاب جزيئات البوليمير لامتناهات عشوائية ملتفة، والتناظر المحوري وغياب الفتل في السلاسل البوليميرية في صالح المحاذاة، وخير مثال على ذلك هو مقارنة بولي فتالات الايتيلين غير المستخدم في صناعة الألياف مع البولي ترفتالات:



وقد تكون قوى التماسك ما بين السلاسل من نوع قوى فاندر فالس كما في البولي ايتيلين، وأحياناً أفعالاً متبادلة بين ثنائيات أقطاب وارتباط هيدروجيني كما في البولي أميد إذ يحدث ارتباط هيدروجيني بين زمر الأمين -NH- وزمر الكربونيل O=C=، وتملك معظم البوليميرات المُشكّلة للألياف العديمة الشكل كألياف البولي أكريلونتريل قوى قطبية ما بين جزيئاتها تكون كافية لتعطيها قوة مناسبة تحول دون تشكل البنية البلورية.

٢-٢- نقطة الانصهار: إن لدرجة انصهار البوليميرات أهمية عالية في مدى اعتمادها لصناعة الألياف، وتتأثر نقطة انصهار البوليمير كثيراً بعدة عوامل: منها ليونة السلاسل البوليميرية، وقوى التجاذب فيما بينها، فلو قارنا بولي أديبات الايتيلين مع بولي ترفثالات الايتيلين لوجدنا أن استبدال زمرة -p- الفينيلين بزمرة -[CH₂]₄- اللينة يؤدي لارتفاع درجة الانصهار من (٥٠) حتى (٢٦٥) م.



لذا لم تُعتمد بولي أديبات الايتيلين في صناعة الألياف التركيبية برغم الشبه البنيوي تقريبا مع ترفثالات الايتيلين. أما تأثير القوى ما بين الجزيئية فيتضح من مقارنة بولي الايتيلين مع النايلون (٦-٦)، إذ نجد تماثلاً بنيوياً بينهما بفارق أن زمري (-NH- & -CO-) قد حلّتا محل زمر ميتيلينية ما يعني ارتباطاً في المناطق البلورية يرفع درجة حرارة الانصهار من (١٣٠) حتى (٢٦٤) م.

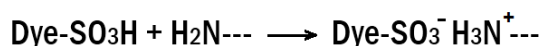
٢-٣- الثبات الكيماوي: تتعلق مقاومة الخسف بالبنية الكيماوية، فبولي الايتيلين ثابت تماماً تجاه الحمهة، ويتأكسد بسهولة بتأثير النور، أما البوليستر أو البولي أميد فيتحلّمهان تحت بعض الشروط، ومع ذلك فإن بنية الخيط العالي التوجيه تقاوم بشدة نفوذ الكواشف إليها، وفي حين أن أنواع النايلون تقاوم بشدة القلويات وتضعف أمام الحموض، نجد أن البوليستر وعلى العكس فإنه يبدي أعلى مقاومة للحموض وأقل للقلويات.

٢-٤- قابلية الصباغة: إن لقدرة الألياف على التلون الدائم بمعالجتها بمحلول أو معلق مائي لمادة صباغية أهمية بالغة لإمكانية استخدامها في مجال الصناعات النسيجية، فيمكننا إجمالاً قابلية الصباغة الناجحة بالشروط:

- قدرة الصباغ على النفوذ إلى عمق الألياف.
- قدرة الصباغ على الرسوخ والثبات بعد النفاذ.

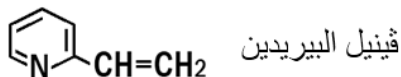
ويُبنى ارتباط الصباغ مع الخيط على قدرته تشكيل روابط مشتركة أو أيونية، ارتباط هيدروجيني أو قوى فاندر فالس أو قطبية أو ...

ويعتبر النايلون من أكثر الألياف التركيبية قابليةً للصباغة، إذ تقارب درجة حرارة تزرجه الـ (٥٥) م، وبحيث تتمكن سلاسله في المناطق اللابلورية من الانزلاق على بعضها بعضاً بدرجة حرارة حمام الصباغة، أي (١٠٠) م تقريباً ما يسمح لجزيئات الصباغ من النفوذ بسهولة ويسر لعمق الشعيرات، إذ تؤمن الزمر الأيونية الطرفية مع مواقع تشكل فيها أملاحاً مع الزمر الحمضية السلفونية:



كما تقدم الزمر الأميدية المتكررة مراكز ارتباط هيدروجيني مع الأصبغة. بينما تزيد درجة حرارة تزرجه البوليستر عن (١٠٠) م ما يُصعب من نفوذ الأصبغة إلى عمق أليافه، وبالتالي فإننا نضطر لرفع درجة حرارة حمام الصباغة معها إلى (١٣٠) م، أو أن نلجأ لإضافة الحوامل (الكارير Carrier) التي يمكنها أن تعمل كملدن مؤقت يخفض درجة حرارة التزرجه بتسهيل زلوقية السلاسل البوليميرية في المناطق

اللابلورية، كما تساعد على انحلال الصباغ ليتسنى له التغلغل بين سلاسل البولبيستر، علماً بأن بولي ترفتالات الايتيلين لا تمتلك أية مراكز يمكنها ربط الأصبغة بروابط أيونية أو مشتركة. أما ألياف البولي أكريلونتريل فتبلغ درجة حرارة تزججها (١٠٠-١١٠م°)، ولا تملك زمراً يمكنها الارتباط بالأصبغة، وأمكن حل هذه المشكلة بتحويل خواص السلاسل من خلال تطبيق عملية بلمرة مشتركة مع أحادي حد كمرکز صباغي وآخر يخفض من درجة حرارة التزجج، ومن هذه الحدود التشاركية نجد فينيل البيريدين الذي يتقبل أصبغة أساسية موجبة الشحنة:



كما تمنع بنية البولي بروبيلين اللاقطبية صباغته بالطرائق التقليدية، ما استوجب سحق الملونات ناعماً لعجينة البلمرة (عجينة البوليمير) قبل غزله، أي ما تسمى تقنية التصبيغ الكتلي Mass pigmentation، لذا فقد جرت بحوث تحويل لمزجه مع متمائر يحوي زمراً أساسية قبل غزله لنتمكن من صباغته بأصبغة حمضية.

٢-٥- امتصاص الرطوبة: إن لقدرة الخيط على امتصاص الرطوبة أهمية بالغة لأنها تعني الشعور بالراحة عند ارتداء القماش المصنوع منها، فعدم امتصاص الرطوبة يعني التصاق الأقمشة على الجسم لتراكم العرق، إضافة إلى أن امتصاص الرطوبة ينقص من الكهرباء الساكنة، وغالباً ما يكون الفرق الأهم بين الألياف الطبيعية والألياف الصناعية والتركيبية هو قدرتها على امتصاص الرطوبة كما يبين الجدول (١٧):

الجدول (١٧)

النسبة المئوية لامتناس الرطوبة لبعض الألياف برطوبة نسبية (٦٥%) ودرجة حرارة (٢٥م°)							
النوع	قطن	صوف	حرير	بولي أميد ٦ - ٦٦	اكريليك	بوليستر	بولي بروبيلين
النسبة المئوية	٨,٥	١٦	١١	٤,٥	٢,٥-١,٣	٠,٨-٠,٤	صفر

وتتوقف قدرة امتصاص الألياف للماء على قابلية البوليمير لتشكل روابط هيدروجينية مع الماء، فتتميز أنواع النايلون مثلاً باحتوائها على زمر أميدية عالية القطبية وقادرة على تشكيل روابط هيدروجينية تجعلها جيدة الامتناس نسبياً على العكس من البولي بروبيلين الذي لا يمتص الماء اطلاقاً.

الألياف التركيبية

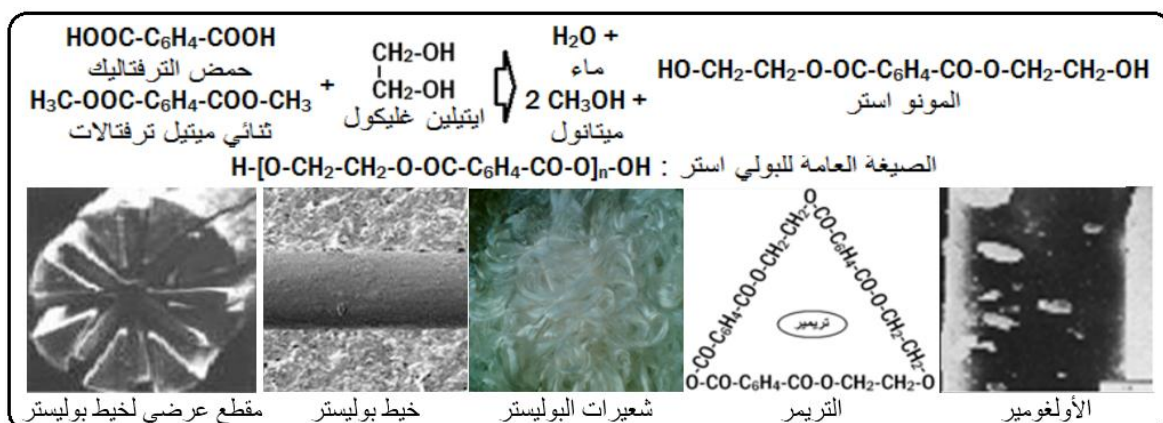
أولاً: البوليستر Polyester

١- المقدمة: يعد هذا النوع من الألياف التركيبية الأهم في عالم الصناعات النسيجية، ويتم تسويقه بأسماء تجارية مختلفة منها التيريلين والداكرون... وأول من حضره صناعياً كانت بريطانيا عام ١٩٤١ تحت الاسم التجاري (التيريلين Terrylyne)، وبعدها اشترت شركة (du-point) الأمريكية حق الإنتاج وأنتجته باسم (الداكرون Dacron) عام 1950، ونتيجةً لخصائصه المميزة فقد انتشر إنتاجه ليحتل صدارة إنتاج الألياف عالمياً.

٢- اصطناع البوليستر: يتم اصطناع البوليستر عبر ثلاث مراحل:

أ- مرحلة الاسترة: ويتم فيها التفاعل بين حمض الترفتاليك أو استر ثنائي ميتيل ترفتالات مع كمية زائدة من الايتيلين غليكول عند حرارة (١٥٠-١٩٠ م) وبوجود وسيط من خلاص التوتياء وثلاثي أكسيد الانتموان، ويستحسن الأخذ باستر ثنائي ميتيل ترفتالات لسهولة تنقيتها بالتقطير على العكس من حمض الترفتاليك غير المتطاير وذو قابلية الانحلال المنخفضة في معظم المحلات.

ب- مرحلة البلمرة: ويتم فيها تفاعل استرة ينحذف فيه جزيء الايتيلين غليكول عند حرارة (٢٦٠ م)، لتبدأ عملية البلمرة وصولاً لسلاسل ذات وزن جزيئي ما بين (٨,٠٠٠-١٢,٠٠٠)، وبحيث يمكننا وضع مخطط العملية على الشكل (٢٢):



الشكل (٢٢): مخطط اصطناع البوليستر

ويستلزم استمرار التفاعل إزاحة الايتيلين غليكول باستمرار أو إنجاز التفاعل تحت الفراغ أو بإمرار غاز حامل كي يتسنى لنا السيطرة على التفاعل والوصول للوزن الجزيئي المطلوب.

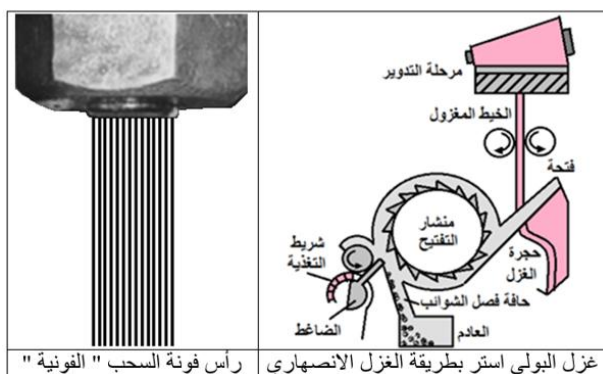
ويضاف عادةً بعض من حمض الخل للمزيج المتفاعل ليحد من نمو السلاسل فوق الوزن الجزيئي المطلوب بتقيعه لنهايات السلاسل البوليميرية لمنع تشكل المنتجات عالية الوزن الجزيئي واللزوجة وبالتالي درجة الانصهار والتي يمكنها عرقلة عمليات الغزل اللاحقة.

ونقول عن السلسلة عندما لا تتجاوز n القيمة (٧) بأنها غير مكتملة النمو (أوليغومير Oligomers) والذي تصل نسبته حتى (١,٥%)، وقد يتحلق التفاعل عند مرحلته الثالثة لتفاعل البلمرة معطياً التريمر الحلقي الذي تصل نسبته (١,٥%) كما في الشكل (٢٢) السابق.

وتتداخل التريمرات مع الأوليغوميرات ما يجعلهما يتسببان بنفس القدر من المشاكل أثناء تطبيق عملية الصباغة، إذ يتحرك كل منهما بتأثير الحرارة من المناطق اللابلورية باتجاه الحوض الصباغي حتى الوصول لدرجة الإشباع فيبدأ بالتبلور والترسب غير المنتظم على جدران الآلات والبضائع على شكل غبار عديم اللون بذاته ولكن امتصاصه لبقايا الأصبغة والمكونات الملونة يُظهره ملوناً.

ج- مرحلة الغزل: يتم غزل البوليستر بطريقة الغزل الانصهاري كما في الشكل (٢٣)، والتي تقوم على صهر الخام في فرن خاص بحيث لا تتجاوز الرطوبة (٠,٠١%) منعاً لتعرض السلاسل للفصم بسبب الحلمهة، وبالتالي لانخفاض الوزن الجزيئي، فيسيل من الثقوب على شكل سائل لزج يتعرض لتيار هوائي بارد لتتجمد الألياف وتسحب وتلف على بكرات.

تبلغ أقطار ثقوب المغزل (٠,٢-٠,٤) مم، ويتم السحب بسرعة (٤٠٠-٩٠٠) متر/دقيقة، ويمكننا إجراء السحب على البارد أو الساخن، ولكن السحب عند حرارة (١٠٠م) يعطينا أليافاً ذات خواص فيزيائية أفضل، ويصل السحب حتى (٥٠٠%) من الطول الأصلي بفعل التسخين الموضعي لدرجات حرارة أعلى من (٢٨٠م) بسبب حرارة الاحتكاك، ونهي عملية السحب بالثبيث على البخار الساخن منعاً لحدوث أي التواء ما بين الجزيئات.



الشكل (٢٣): غزل البوليستر بطريقة الغزل الانصهاري

وبنتيجة المراحل الثلاث السالفة الذكر يمكننا التمييز بين ألياف البوليستر عن بعضها بعضاً في خواصها الفيزيائية والصبغية عبر التباين بين الشركات الصانعة في:

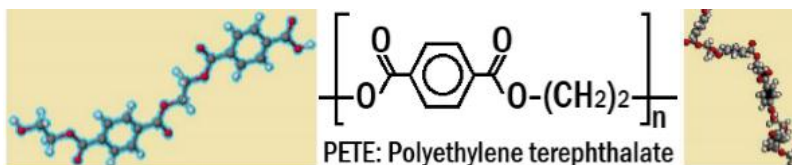
- ١- درجة حرارة وزمن كل مرحلة اصطناع.
- ٢- معدلات نقاوة اللقيم الأساسي: الايتيلن غليكول، حمض الترفتاليك أو ثنائي ميتيل الترفتالات
- ٣- أسلوب سحب الايتيلن غليكول أو نوعية الغاز الخامل الداخل لمفاعل البلمرة ومعدلات ضخه.
- ٤- نسبة حمض الخل المضافة.
- ٥- حال الوسيط: نسبة خلات التوتياء لثلاثي أكسيد الانتموان، عمر الوسيط ودرجة نقاوته ونعومته وهيئة توضعه داخل المفاعل.
- ٦- معدلات السحب وزمن البقاء في مرحلة الثبيث.

٧- سائل الإنهاء المضاف للألياف لحماية وتغطية الألياف كثيرة الشعيرات والذي يتكون من مزيج لزيت خاص مع ماء نقي، ويُضخ عبر مرذذ يتوضع بعد غرفة تبريد الخيط مباشرة، إذ تتم موائمة المسافة بين قالب السحب وموقع بخاخ السائل تبعاً لنمرة الشعرة الواحدة في الخيط.

٣- تقنيات تشكيل البوليستر:

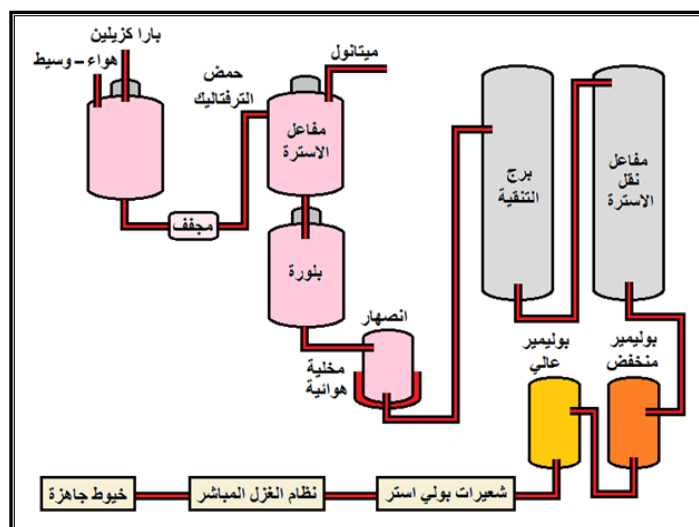
٣-١- بنية البوليستر: تعود الخواص المميزة للبوليستر لحفقات البنزن في السلسلة البوليميرية، ويؤدي وجود الزمرة العطرية لتعزيز قوة السلسلة ما يمنع تشوه المناطق غير المنتظمة، والتي تنتج عن فعل ضعيف لقوى فاندر فالس بين السلاسل، ما يجعل من الصعوبة بمكان أن نحصل على شعيرات بوليستر كاملة التبلور، إنما مناطق بلورية إلى جانب مناطق نصف موجهة وأخرى لابلورية، وتفسر درجات حرارة الانصهار العالية لبوليستر PET مقارنةً مع أنواع البوليستر الأليفاتية لوجود الروابط الاستيرية.

أما الترابط بين السلاسل فينتج عن روابط هيدروجينية إضافة لقوى فاندر فالس والقوى الناتجة عن الروابط ثنائية القطبية، ويعزز نشوء القوى بين السلاسل القدرة على تشكيل شعيرات جيدة وعلى الميل إلى التبلور (ترتيب السلاسل الجزيئية)، وتؤدي هذه الروابط لمقاومة عالية للشد والرطوبة والانحلال والصبغة، أما مرونة الجزيئات فتعود بشكل أساسي لمجموعات الايتيلن كما في الشكل (٢٤):



الشكل (٢٤): جزيء البولي إيثيلين ترفتالات

وتتأثر بنية الشعيرات بشكل كبير بأرقام عملية التشكيل كسرعة الغزل وعمليات السحب وسرعة ودرجة حرارة التثبيت... فكلما ازداد الإجهاد المطبق على الشعيرات بزيادة السرعة في الغزل الانصهاري كلما تمددت الجزيئات بشكل أكبر موديةً لانتظامية بنية أعلى وقوة شد أكبر واستطالة أقل وتوجه بلوري أكبر. كما يؤدي السحب الحراري لذات التأثير بإطلاقه الإجهاد الداخلي للجزيئات لخفض انكماش الشعيرات بتأمين ضبط بنية الجزيئات وبالتالي تقليل تغيرات الأبعاد.



الشكل (٢٥): مخطط مصنع بوليستر

٢-٣- الخواص الميكانيكية: يؤدي ارتفاع الوزن الجزيئي لزيادة خواص المتانة والاستطالة المتبقية ومقاومة التقصف.

في حين يؤدي انخفاض الوزن الجزيئي لتراجع انتظامية الشعيرات، ولزيادة المرونة والنعومة ومقاومة الاحتكاك فتزداد قابلية تشابك السلاسل مع بعضها بحيث تشكل كرات صغيرة على سطح الأقمشة ما يسيء لمظهر البضائع المحاكاة. ويمكننا رفع درجة الانصهار بإضافة مركبات يمكنها تشكيل روابط عرضية، كما يمكننا خفض ارتباط السلاسل الجزيئية مع بعضها بخفض الشد. وتحقق الثباتية ضد التجعد برفع حرارة التسخين أو خفض نسبة السحب.

٣-٣- الخواص الحرارية والضوئية: تعتمد على تقنيات عمليات الاصطناع ونسبة المناطق البلورية للمناطق اللابلورية، وتقع نقطة الانتقال الحراري (الترجع) عند درجة حرارة (٧٥م°)، والتبلور عند (١٣٠م°)، والانصهار عند (٢٦٠م°) تقريباً.

يتميز البوليستر بمقاومة جيدة للتحلل الحراري، ويمكننا بعمليات حرارية عادية إدخال نسبة محدودة من مجموعات الكربوكسيل في بنية البوليستر، ويؤدي استمرار تعرضه للحرارة العالية لظهور اللون الأصفر نتيجة تشكل بولي انالدهيد Polyenaldehydes من الاسيت الدهيد ومن تحطم البولي فينيل استر، ويستمر بعدها التحلل الحراري بسبب تفاعلات جزيئية وجذرية مع دوران السلسلة عند الروابط الاستيرية، ويؤدي تعرض شعيرات البوليستر لدرجة حرارة (١٥٠م°) لفترة زمنية طويلة لفقدانها (٢٠%) من متانتها.

ويتمتع البوليستر بالإضافة إلى الثبات الحراري بثباتية عالية تجاه النور نتيجة وجود حلقة عطرية في بنيته الداخلية، وهذا ما يميزه عن غيره من البولييمرات كالبولي أوليفين، إلا أن تعرضه لفترات طويلة مع وجود رطوبة في الوسط سيفقده جزءاً من متانته بسبب تفاعلات الأكسدة.

٣-٤- الخواص الكيميائية: تبدي شعيرات البوليستر مقاومة عالية للحموض المعدنية الضعيفة حتى عند درجة حرارة الغليان، ولمعظم الحموض القوية عند درجات الحرارة العادية، وتتحل جزئياً في حمض الكبريت المركز عند الحرارة العادية، وتذوب بشكل تام بشروط الحرارة العالية.

أما مقاومته للقلويات الضعيفة فجيده، ولكنه حساس للقلويات القوية مثل هيدروكسيد الصوديوم الذي يعمل على تنشيط تفاعلات الإماهة، والميثيل أمين (CH_3NH_2) الذي يخترق البنية عبر المناطق اللابلورية مسبباً إضعاف الروابط الاستيرية وبالتالي تراجع الخواص الفيزيائية.

وتستخدم سهولة التأثير هذه بالهجوم القلوي لتحسين مظهر الأقمشة في مراحل الإنهاء، بمنحها البنية المسامية على سطح الشعيرات ما يعزز من قابلية التبلل وبالتالي خواص استخدام أفضل.

يبدى البوليستر مقاومة جيدة للمنظفات والعوامل المؤكسدة كالماء الأكسجيني، ولا ينحل بمعظم المحلات كالبنزن والأسيتون، إلا أنه يذوب في الفينولات وهالوجينات حمض الخل، وينتفخ في المحاليل المركزة لحمض البنزويك والفينيل فينول وحمض الساليسيليك التي تستعمل كحوامل (كارير).

تعتبر شعيرات البوليستر ضعيفة الألفة للماء لعدم احتوائها على مجموعات هيدروفيلية، ما يعني أن امتصاصها للرطوبة أقل وجفافها أسرع، إضافة لعزل أكبر وصعوبة في الصباغة وظهور الكهرباء الساكنة التي تسبب مشاكل أثناء تطبيق بعض العمليات التقنية مثل عمليات الغزل أو الحياكة.

أما خواص المتانة فلا تختلف بين الشعيرات الرطبة والجافة وحتى المبلولة، وتعتمد إمامة البوليستر بشكل كبير على درجة الحرارة، إذ تم نفع مجموعات مختلفة من شعيرات البوليستر في الماء بدرجة حرارة ($70^{\circ}M$) لعدة أسابيع ولم يظهر عليها أي تراجع في متانتها، وانخفضت بمقدار (٢٠%) بعد أسبوع واحد عند حرارة ($100^{\circ}M$). ومن الجدير ذكره هنا ألفة شعيرات البوليستر العالية للزيوت ما يجعل تنظيفها أصعب، ويساعد في ذلك وجود خاصة الكهربائية الساكنة.

٣-٥- مقاومة البوليستر للبكتريا: يمكننا تطبيق المعالجة بعدة أشكال: كالمعالجة بالفضة المعروفة بمقاومتها العالية للميكروبات بإدخال أيونات الفضة في الألياف بالاعتماد على مجموعة من المركبات الكيميائية، ويعيب هذه الطريقة كلفتها العالية نسبياً، لذا يلجأ الصناعيون لغمر النسيج بمحاليل تحوي بعض مركبات الأمونيوم الرباعية السيليكونية بتركيز اقتصادي بحيث نحصل على طبقة حافظة تغطي سطح النسيج، ويمكن أن تدوم صلاحية هذه المعالجة لعدة عمليات الغسيل، وتحسن هذه المعالجة المضادة للبكتريا فتجعله أكثر قدرة على امتصاص الماء دون أن تؤثر على متانة النسيج.

٤- مختصرات وتسميات ألياف البوليستر:

يرمز عادة للبوليستر اختصاراً بـ PET، والتي تعني بولي إيثيلين ترفتالات، والتي تكون على شكل حبيبات جاهزة للغزل الانصهاري، ومن أهم خواص البوليستر درجة توجيه التي تتناسب مع سرعة التدوير في مرحلة الغزل التي نحصل منها أولاً على خيوط البوي POY التي تعني غزول موجهة جزئياً Partial Oriented Yarn عندما يتم سحب الألياف بسرعة (٢٨٠٠-٤٢٠٠) متر في الدقيقة، وإذا ما زادت سرعة السحب إلى (٤٢٠٠-٦٠٠٠) متر في الدقيقة فيشار لها بـ HOY: Yarn Oriented High أي عالي التوجيه، وإن زادت عن (٦٠٠٠) متر في الدقيقة أشير إليها بالمختصر FOY: Yarn Oriented Full أي ألياف تامة التوجيه، بمعنى أن توجيهها صار مكتملاً، وقد يختصر بكلمة فلات. على أنه من الضروري الانتباه إلى أنه في حال تجاوزت سرعة السحب (٧٠٠٠) متر في الدقيقة سنعطينا نتائج معاكسة.

ومن ناحية أخرى، تعالج ألياف البوليستر بعمليات تطعيم فيزيائية لتأخذ شكلاً مضخماً، ويشار إليها بمصطلح تكستوريه من التضخيم Texturizing، وتتميز آنئذٍ بعزلها الأكبر للحرارة وتصبح أقل شفافية وكثافةً، وسهولة الخدمة كونها تصبح أقل قابلية للتجعد وبالتالي أقل احتياجاً للكي.

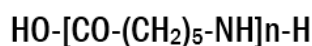
وإذا ما تم تقطيع شعيرات البوليستر ذوات الأقطار (٤-٧) ميكرون وأعيد عزلها أطلق عليها تسمية خيوط السبن Spun، فتعزل إما بطريقة الغزل الحلقي أو الطرف المفتوح (التوربيني)، وقد تصل حتى (١٤) ميكرون لأغراض خاصة.

وأخيراً نجد ألياف الميكروفبر، وتعتبر هذه التسمية عن الألياف التي تبلغ أقطار شعيراتها بحيث لا يقل عددها في الخيوط عن (٣٠٠) شعرة أي تكون ثخانة الشعيرات دون الميكرون الواحد، ما يعني تمتعها بسطح نوعي عالٍ نحتاج معه لكميات صباغ أكبر للوصول لذات قوة اللون مع البوليستر العادي الذي يكون بمتوسط (٥٠) شعرة، تزيد أو تنقص.

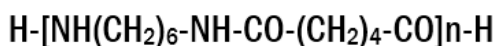
ثانياً: البولي أميد

١- أنواع البولي أميد: تندرج تحت عنوان البولي أميد عدة أنواع، نجد من أشهرها:

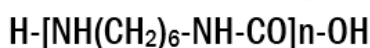
١-١: بولي الأميد (٦): ويحضر من بلمرة الكابرولاكتام بوجود الماء كمنشط:



٢-١: بولي الأميد (٦،٦): ويحضر بتفاعل ملح سداسي ميثيلين مع حمض الأديبيك:

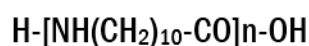


٣-١: بولي الأميد (٧): ويحضر بتكاثف بولي حمض ايسينول - أمينو الاينانتيك:



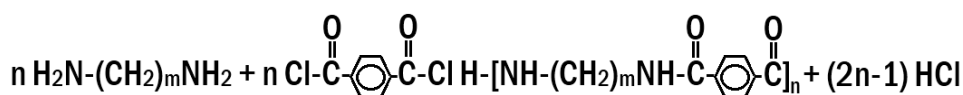
تبلغ درجة حرارة انصهار هذا النوع (٢٢٥م°)، ويتفوق على البولي أميد ٦ و٦،٦ بمقاومته للنور والحرارة وبعض الخواص الفيزيائية والميكانيكية الأخرى.

٤-١: بولي الأميد ١١: ويحضر بتكاثف حمض أوميغا - الأونديكانيك:



تبلغ درجة حرارة انصهار هذا البوليمير (١٨٩م°)، ويمتاز عن بولي الأميد ٦ أو ٦،٦ بعدم ذوبانه بمزيج حمضي الآزوت والكبريت (٥٠:٥٠) ومحلول حمض كلور الماء (٣٠%)، أو حمض النمل برغم مقاومته العالية للقلويات.

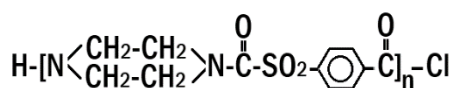
٥-١: بولي أميد ترفتالات: ويحضر بطريقة التكاثف بين أطوار الأمينات الثنائية الأليفاتية مع ثنائي كلور بلا ماء حمض التيرفتاليك:



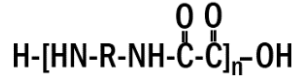
تبلغ درجة حرارة انصهاره (٤٣٦م°)، ويزوب بحمض الكبريت وثلاثي فلور حمض الخل*، ويمكننا الحصول على أليافه من محاليل بولي أميد ترفتالات في ثلاثي فلور حمض الخل.

(* يعتبر ثلاثي فلور حمض الخل واحداً من أشد الحموض خطورة لخواصه الحارقة بسبب قيمة الـ pH العالية له.

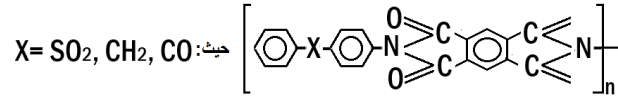
٦-١: بولي-٤-٤-١- سولفونيل البنزيميدات: ويتم تحضيرها بطريقة التكاثف بين الأطوار التي تتم بين ثنائي كلور بلا ماء ٤-٤-١- سولفونيل حمض البنزونيك وأمين ثنائي أليفاتي أو البيبيرازين:



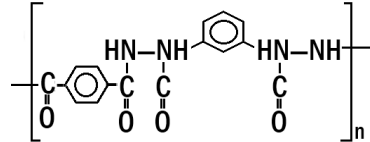
٧-١: بولي أميدوكسالات العطرية: تنصهر عند درجات حرارة فوق (٤٠٠م°)، وتذوب في كلور حمض الخل أو ميثيل البيريليدون (C₆H₇N)، ويمكن الحصول على الألياف من محاليل البوليميرات في هذه المذيبات:



٨-١: بولي بيرو الميلايميدات: تتمتع هذه البوليميرات بخواص ميكانيكية وعزل كهربائي جيدين، ومقاومة عالية للأكسدة والإشعاع وتأثير المذيبات، ولا تتغير عند درجة حرارة (٣٠٠م) مدة عام كامل، وتتمتع بثبات كامل وعالٍ عند تسخينها في الهواء حتى (٤٢٠م) وفي جوٍ مفرغ (٦٠٠م):



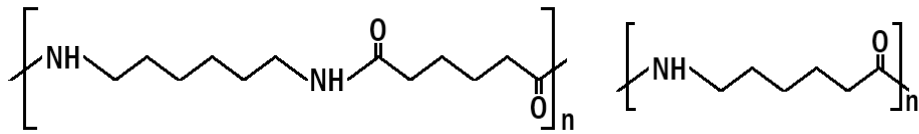
٩-١: بولي الهيدرازيدات: يتم تحضيرها بتكاثف ثنائي كلور بلا ماء الحموض العطرية ثنائية الوظيفة الحمضية مع الهيدرازين أو الهيدرازيدات الثنائية العطرية في محلول سداسي ميثيل فوسفور الأميد في الدرجة صفر مئوية:



تنصهر هذه البوليميرات عند درجة حرارة أعلى من (٤٠٠م)، وتكون ملونة عادة، ويمكننا أن نشكل منها أغشية علاوة عن الألياف من محاليلها، وتذوب في ثنائي ميثيل سولفوكسيد.

٢- الخواص العامة للبولي أميدات:

يتراوح الوزن الجزيئي لبولي الأميدات بين (١١,٠٠٠-٢٢,٠٠٠)، تتحلل في الفينول وحموض النمل والكبريت وكلور الماء المركزة، وتتميز بولي الأميدات المختلطة المحضرة بتقنية التكاثف المشترك لحموض أمينية مختلفة أو لمزيج من الحموض وثنائي الأمينات بقابليتها للذوبان في الغول والمذيبات المعروفة بسبب عدم انتظام جزيئاتها الضخمة، ويُعد البولي أميد (٦،٦) أهم عناصر هذه المجموعة وأوسعها انتشاراً لذا فإننا سنعرض لهما فقط:

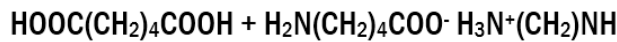


Polyamid 6,6

Polyamid 6

١-٢: البولي أميد ٦،٦: يشير نظام التسمية الرقمية عادةً للمونوميرات التي تُصنع منها البوليمير، وهكذا فإن البولي أميد (٦،٦) صنع من مونوميرين يحوي كلٍ منهما ستة ذرات كربون، أي سداسي ميثيل ثنائي الأمين وحمض الأديبيك.

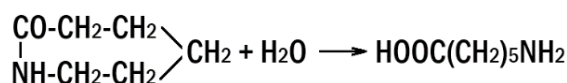
حُضِر النايلون (٦،٦) لأول مرة من قبل شركة دي بونت الأمريكية أوائل الثلاثينيات مسجلاً بداية صناعة الألياف التركيبية، ويتم اصطناعه بتحضير ملح أدبيات سداسي ميثيل ثنائي الأمين بمزج حمض الأديبيك مع سداسي ميثيل ثنائي الأمين في الميثانول ليترسب الملح ويُقى بإعادة البلورة:



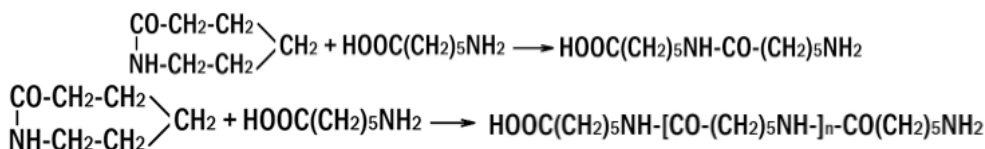
يُذاب هذا الملح في الماء ويسخن في مجم معلق (صاد موصد Autoclave) لدرجة حرارة (٢٦٠م) ما يسبب ارتفاع الضغط لتشكل بخار الماء، لذا نبدأ بامتصاص البخار لضبط الضغط بحدود (١٠-٢٠) جو، ويمكننا التحكم بالوزن الجزيئي في المجال (١٢,٠٠٠-٢٠,٠٠٠) بإضافة (٠,٦-٢,٠%) حمض خل، لأن أجود الألياف هي الواقعة في هذا المجال، لكن لزوجتها تُصعب غزلها، وتسحب صهارة بولي الأميد عند الوصول لدرجة البلورة المطلوبة على شكل شريط يعرض لتيار هواء بارد ليتجمد ويُقَطع لقطع بوليميرية صغيرة.

٢-٢: البولي أميد ٦: يصنع النايلون (٦) من (٤ - الكبرولاكتام) ببلورة تشتمل على تفاعلات سلسلية ومرحلية معاً إذ يتم أولاً صهر الكبرولاكتام بإضافة (٥-١٠%) ماء مقطر لمفاعل البلمرة مع بعض من حمض الخل كمثبت بلمرة، ثم ندفع باللاكتام للمحم بتيارٍ من غاز الآزوت لمنع الأكسدة بالأكسجين ونرفع درجة الحرارة حتى (٢٠٠-٢٠٠).

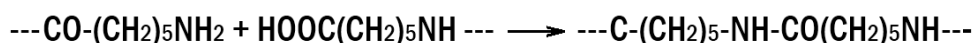
٢٢٠ م) ومن ثم لدرجة (٢٥٠-٢٧٠ م) وتحت ضغط (١١-١٣) جو ليخفض الضغط لمدة (٢-٣) ساعات إلى القيمة (١,٥) جو ويترك اللاكتام لإتمام عملية البلمرة التي تتم على الشكل:
- يتحلّمه أولاً (ω - أمينو الكبرونيك):



- بعد ذلك تبدأ سلسلة من تفاعلات الانتشار يفتح فيها خاتم اللاكتام بهجوم تقوم به زمرة الأمينو في الحمض الأمينو أولاً، ومن ثم في البلمرة:



وتشارك الجزيئات الناتجة بالتشكل المرحلي للارتباطات الأميدية عبر التفاعل ما بين زمر الأمينو والكربوكسيل:

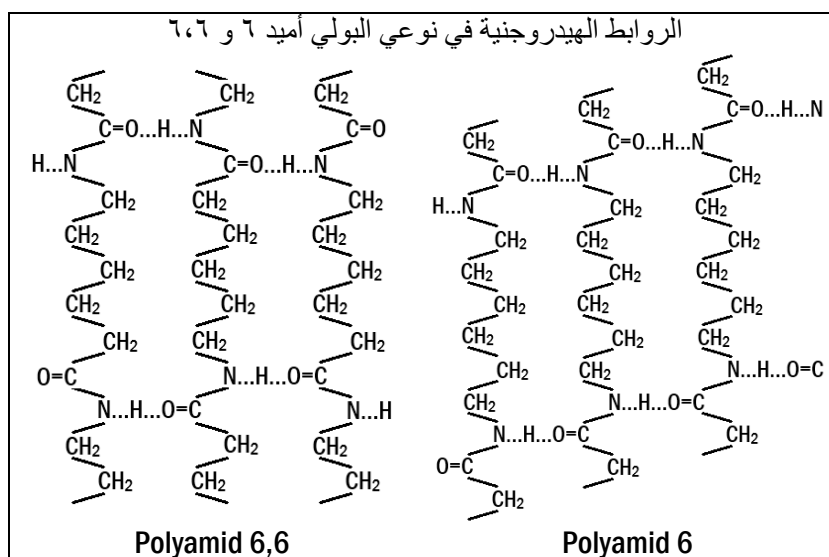


يعتقد أن تفاعل الفتح المتسلسل والذي يعتبر مرحلة البلمرة الأولى يعطي سلاسل ذات وزن جزيئي ما بين (٨,٠٠٠-١٤,٠٠٠)، لا تلبث أن تدخل تفاعلات مرحلية أخرى ترفع أوزانها الجزيئية، ويتوازن البوليمير عادةً مع (١٠%) من مونومير والبوليمير المنخفض الوزن الجزيئي دون أن يكون لنا أي طريقة لإزاحة التوازن، لذا فإنه من المهم إزاحتها قبل إجراء عملية غزل الألياف باستخلاصها بالماء مثلاً.

ثم ظهرت مفاعلات أسطوانية عمودية مُسخّنة مستمرة تعمل على الضغط الجوي العادي ولا تحتاج للماء كمنشط لعملية البلمرة، يُضاف لها اللاكتام من الأعلى لينساب مصهور البولي أميد من أسفلها، وتتم عملية غزل البولي أميد من المحلول وغالباً من الصحارة، وتلعب مجموعة من العوامل دورها في نجاح عملية الغزل مثل: درجة الحرارة، موقد الصهر، حجرة وسرعة الغزل، لزوجة الصحارة، ونمرة الألياف.

٣- الخواص العامة للبولي أميد ٦ و ٦,٦:

نرى في الشكل (٢٦) طبيعة الارتباط الهيدروجيني في المناطق البلورية للبولي أميد (٦ و ٦,٦):



الشكل (٢٦)

ثالثاً: البولي أكريلونتريل

١- المقدمة:

تشكل ألياف الاكريليك (Poly acrylonitrile) أحد أهم زمر الألياف التركيبية التشاركية من الأكريلونتريل مع مقادير صغيرة من مونوميرات بهدف تحسين وتوجيه خواص ومواصفات الألياف المحضرة.

ويتميز مونومير الأكريلونتريل بانحلاله العالي بالماء، لذا فإنه غالباً ما تجري بلمرته في محاليل مائية، وبإضافة مبادرات جذرية حرة حلولة بالماء ليعطينا بوليميراً راسباً غير ذواب بالماء، إضافةً لأحاديّات حد تشاركية لتحويل خواصه حسب الطلب وبخاصة أحاديّات الحد اللازمة كمراكز صباغية.

تتميز ألياف البولي أكريلونتريل بأهمية عالية في عالم الصناعات النسيجية بسبب مقاومتها العالية للنور، وثباتها العالي تجاه مختلف الظواهر الطبيعية.

٢- تصنيف ألياف البولي أكريلونتريل:

تصنف ألياف البولي أكريلونتريل في ثلاثة أصناف كما في الجدول (١٨):

الجدول (١٨)

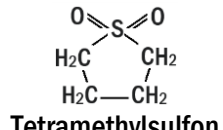
أصناف البولي أكريلونتريل			
$\text{--}[(\text{CH}_2\text{-}\underset{\text{CN}}{\underset{\text{X}}{\text{C}}}\text{)}_m\text{-(}\underset{\text{Y}}{\text{C}}\text{)}_n\text{]}_p\text{--}$	ملاحظات	وزناً (m%)	وزناً (n%)
	بوليمير نقي متجانس	= 100	= 0
	الألياف العادية المتداولة مثل: Dralon®, Orlon®, Acrilan® ويطلق عليها (الأكريليك) وفق التعريف الأمريكي تعرف بـ (Modacrylics)	≥ 85	≤ 15
		< 85	> 15

٢- المونوميرات المشتركة: وأكثرها استخداماً:

Vinyl Acetate, Acrylic acid Methylester, Methacrylic acid Ethylester, Vinyl Chloride, Vinylidene Chloride, Styrene, Itaconic acid

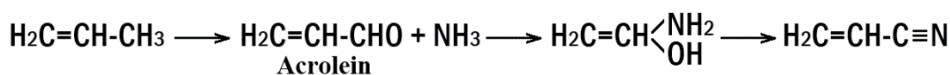
اكتشف رين Rein عام (١٩٣١) أول مذيب لألياف البولي أكريلونتريل PAN وهو رودانيد الكالسيوم، واكتشف عام (١٩٤٢) ثنائي ميثيلين فورم أميد، بعدها حازت شركات أمريكية على براءات اختراع لمحل رباعي ميثيل سلفون [Tetramethylsulfon: (CH₄)SO₂], أما في اليابان فأذيب PAN في رودانيد الصوديوم أو البوتاسيوم، وخرر المحلول في الايتانول أو البروبانول، وفي عام (١٩٤٤) بدأت DuPont® بإنتاج ألياف PAN والتي عرفت لاحقاً باسم Fiber A، تبعتها في ذلك شركة Casella عام (١٩٥٢) كما يبين الجدول (١٩):

الجدول (١٩)

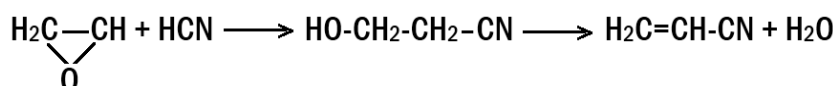
 Tetramethylsulfon	بعض مذيّبات البولي أكريلونتريل PAN		
	Ca(SCN) ₂ · 4H ₂ O	Calcium Rhodanide	رودانيد الكالسيوم
	H-CO-N(CH ₃) ₂	Dimethyl formamide: DMF	ثنائي ميثيلين فورم أميد
	Na or KSCN	Sodium or Potassium Rhodanide	رودانيد الصوديوم أو البوتاسيوم

٣- إنتاج فينيل السيانيد (Acrylonitrile: Vinylcyanide: CH₂=CHCN)

غالباً ما يُنتج الأكريل نتريل اليوم عبر عملية Sohio من البروبيلين Propylene والأمونيا Amonia، وتختلف الطرائق الأخرى عن هذه الطريقة بالمحفزات المختلفة وتسلسل التفاعل:



وتبدأ عمليات طورية أخرى مع أكسيد الايتيلين وحمض السيانيد، وتقاد عبر سيان هيدرين الايتيلين:



كما يمكننا اصطناع الأكريل نتريل عبر تفاعل ضم لحمض السيانيد إلى الاستيلين:



٤- البلمرة للحصول على البولي أكريلونتريل:

تعتبر بلمرة الأكريل نتريل مع أو بدون مونومير مشترك أمراً بسيطاً نظرياً، إلا أن إنتاج بوليميرات PAN القابلة للغزل بشكل جيد وفق المعايير الصناعية أمر صعب للغاية لصعوبة انصهاره، إذ يتحلل قبل نقطة انصهاره

ما يضطرنا إلى اللجوء لنظام البلمرة في المحلول أو المستحلب، ويتم الحصول في حالة المستحلب على PAN بشكل مسحوق مرشح ومغسول ومجفف، وتُعمد فقط العمليات التي تمكننا من الحصول على مسحوق ناعم جداً، إذ أن المسحوق الخشن يجعل الإذابة قبل الغزل أمراً صعباً، وتتم البلمرة عملياً في المحلول فقط عبر بعض المحلات كما في الجدول (٢٠)، ويتم الحصول على حوالي (٥٦,٥%) من الإنتاج العالمي عبر عملية البلمرة بالترسيب، ومن ثم الإذابة في DMF في العمليات اللاحقة في الغزل الجاف، وتذاب في DMF أو Dimethylacetamide: DMAC في الغزل الرطب، أما الباقي فينتج عبر البلمرة في المحلول، ومن ثم يسحب منه الهواء ويرشح، وأخيراً يغزل غزلاً رطباً.

الجدول (٢٠)

محلول البوليمر أكريلونتريل PAN وحمام الغزل							
نسبة المذيب المئوية	محلول الغزل		الترسيب		شكل البوليمر أكريلونتريل	نوع البوليمر	
	المحتوى %	الحرارة المئوية	المكونات	المحتوى %		الحرارة: م	المذيب
100	17-25	30-60	DMF	40-60	5-25	ترسيب بلمرة (نظام أكسدة إرجاع) Redox	DMF [238, 239, 265]
			Water	40-60			DMAC [240]
100	20	30-50	DMSO	40-65	20-30	ترسيب بلمرة (نظام أكسدة إرجاع) Redox	DMAC [240]
			Water	35-60			DMAC [240]
100	20	30-50	DMSO	50	10-40	ترسيب بلمرة (نظام أكسدة إرجاع) Redox	DMAC [240]
			Water	50			DMAC [240]
50	10-50		NaSCN	10-15	0-20	بلمرة بالمحلول	NaSCN
			Water	85-90			Water
50	10		ZnCl ₂	14	15-25	بلمرة بالمحلول	ZnCl ₂
			NaCl	1			NaCl
70	10-13		Water	85	3	بلمرة بالمحلول	Water
			HNO ₃	30			HNO ₃
30	10-13		Water	70	3	بلمرة بالمحلول	Water
			HNO ₃	30			HNO ₃
85-90	15-30		إيثيلين غليكول كربونات	20-40	40-90	بلمرة بالمحلول	إيثيلين غليكول كربونات
			Water	60-80			Water
10-15			Water				Water

وتتشابه تجهيزات البلمرة في كل من العمليتين باستثناء أنه في الترسيب يوجد استخراج/غسيل وتجفيف وإذابة.

٥- مبادئ تجريبية ونظرية:

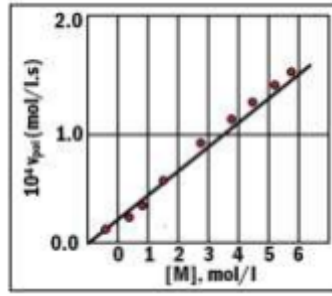
يتم معظم الإنتاج الصناعي إما عبر البلمرة في السوائل المعلقة وفق نظام Redox لإنتاج مسحوق PAN، أو عبر البلمرة في المحلول للإنتاج المباشر لمحاليل قابلة للغزل كما يبين الجدول (٢١):

الجدول (٢١)

سعة أنواع المذيبات: (أوروبية الغربية، وأمريكية وآسيوية: ١٩٧٦)			
المذيب	نظام الغزل	% من مجموع السعة	المثال
Dimethyle formamide	جاف	22.5	DuPont. Bayer
Hydrous rhodanide solution	رطب	23.8	Courtaulds
Dimethyle lactamide		21.5	Monsanto, Mitsubishi
Dimethyle formamide		12.5	Hoechst- Kelheim
Nitric acid		10.8	Asahi Chem
Hydrous ZnCl ₂ solution		4.4	Toho Rayon
Dimethyle sulfoxide		2.7	
Ethylene glycol carbonate		1.8	Rumania

٦- البلمرة في السوائل المعلقة:

يؤدي محلول (7% ACN-H₂O) في نظام Redox مع فوق كبريتات البوتاسيوم وبيكبريتات الصوديوم إلى البلمرة بعد فترة قصيرة من التحريض مع التحريك عند درجة حرارة ثابتة، ويتم ترسيب كمية من PAN على شكل حبيبات ناعمة، ترشح وتغسل وتجفف وتطحن، ويمكننا إذابة البوليمير في DMF. وتمت بلمرة ACN مع المونوميرات المشتركة قبل عام (١٩٦٠) في محاليل مائية لكلوريد التوتياء أو حمض الأزوت، وبعدها في رودانيد الصوديوم لتكون جاهزة لعملية الغزل مباشرةً. وتجري تفاعلات بلمرة ACN في مذيب DMF بسرعات تتناسب مع تركيز المونومير وفق الشكل (٢٧)، على أن البلمرة في DMF بطيئة ومعقدة جداً، إذ تستغرق ما يقارب (٢٤-٧٢) ساعة.



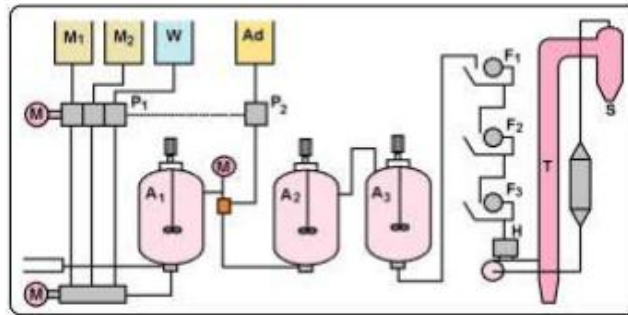
الشكل (٢٧)

٧- التجهيزات المستخدمة في البلمرة:

في حال لم تتم البلمرة مباشرة فإن معظم الشركات تستخدم طريقة الترسيب التي تؤمن أولاً مسحوق PAN، ومن ثم تقوم بإذابته، وتتألف أبسط التقنيات المستخدمة لهذا الغرض من مفاعل أو وعاء قابل للضغط، مع محرك ونظام تبريد، ويتم ضخ مونومير ACN والماء والمحفز إلى داخل المفاعل بمعدل ثابت وعلى الشكل:

50°C	40°C	0°C	درجة الحرارة المثوية
8.4%	7.9%	7.2%	نسبة الإضافة المثوية من ACN

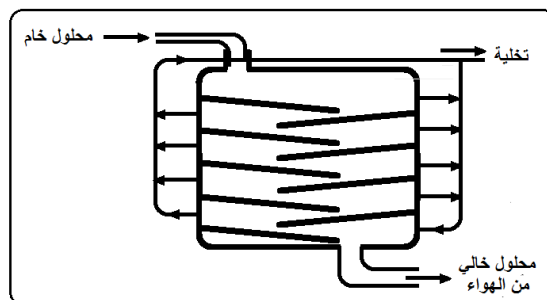
والبوليمير الناتج غير قابل للانحلال في الماء، ونحصل عليه على شكل حبيبات ناعمة، يمكننا بعدها التخلص من الأملاح والمونوميرات غير المتفاعلة بغسلها على مرشح أسطواني دوار، تزال بعدها العجينة المرشحة وتجفف وتسحق. كما يتم تدوير المونوميرات غير المتفاعلة بالغسل بالتقطير ومن ثم إعادة ضخها إلى المفاعل .
يُظهر الشكل (٢٨) مخطط عملية بلمرة ACN للمونوميرات M_1 & M_2 ، إذ يضاف الماء W عبر المضخة P_1 والمزج الآلي M من الأسفل ليخرج من الأعلى، وتدخل الإضافات Ad بعدها إلى المحلول عبر المازج الثاني العالي السرعة M، ويدخل المزيج بواسطة مضخة ثانية P_2 آخر لتدخل بعد ذلك مفاعلاً آخر A_2 من الأسفل للأعلى عبر تيارات مزج أفقية أيضاً، وعبر التدفق يدخل هذا المعلق (محلول + جزيئات صلبة) إلى المفاعل الثالث مع رجاج بطيء، ومن ثم تستخدم المضخة P_3 لسحب مزيج البوليميرات والماء والمونوميرات غير المتحولة، وتدخل إلى الغسيل والترشيح F_1 ، ومن ثم تغسل عجينة البوليمير Polymer cake وترشح مرتين F_2 & F_3 وتسحق في الوحدة H وتجفف في برج تجفيف T، وينفخ أخيراً المسحوق الناعم لرأس المرشح فمحطة التجميع S تمهيدا للاستعمال اللاحق:



الشكل (٢٨): مخطط عملية البلمرة

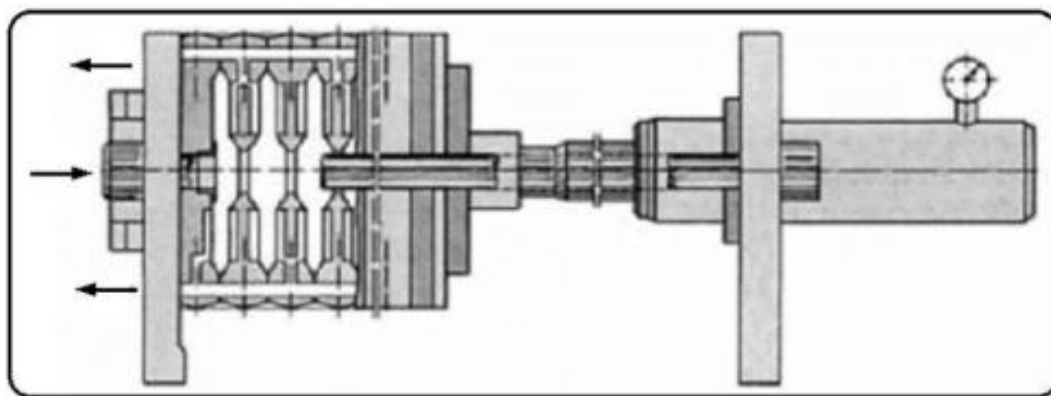
تضبط درجة الحموضة الأولية بحمض الكبريت عند 4-1 pH، ويمكن أن يكون التركيز الأولي للمونومير بحدود (١، ٥-٠٪)، وغالباً ما تتم البلمرة عند درجة حرارة (٤٠-٥٥ م°) مع التبريد.
ينتج البوليمير بهذه الطريقة على شكل مسحوق أبيض بحجم حبيبات متوسط حوالي (٢٠-١٠٠) ميلي ميكرون، أما الوزن الجزيئي المتوسط M_w المعتاد للعمليات اللاحقة في الغزل فهو بين (٨٠٠,٠٠٠-١,٠٠٠,٠٠٠)، واللزوجة ($\eta = 1.18-2.22$ dl/g) عند درجة الحرارة (٢٠ م°) في DMF، ويتوجب الإشارة لخطر انفجار مسحوق PAN عند التخزين.

أما عند البلورة في المحلول وفق المخطط في الشكل (٢٩) فيتدفق المحلول عبر المضخة P_3 إلى محطة التفريغ من الهواء ومرشح ذو سعة ضخمة داخل خزانات تخزين الغزل:



الشكل (٢٩)

والاختلاف الوحيد أنه يتم إضافة محللول ملحي إلى خزان الماء W وتوصل المضخة P_2 إلى المفاعل A_1 . وفي جهاز التفريغ من الهواء يسيل المحلول إلى الأسفل فوق سطوح منحدره وتنتقل كل قطرة إلى السطح التالي، ويجب أن يكون التفريغ الهوائي فقط بين (٦٠-٧٠) ميلي بار، ودرجة الحرارة بين (٤٠-٥٠ م°) للمحافظة على تركيز المحلول، كما أن الترشيح عملية هامة جداً للحصول على قابلية جيدة للغزل، وغالباً ما تتم في مكابس ترشيح مسخنة بالماء وذات حجم كبير كما في الشكل (٣٠):



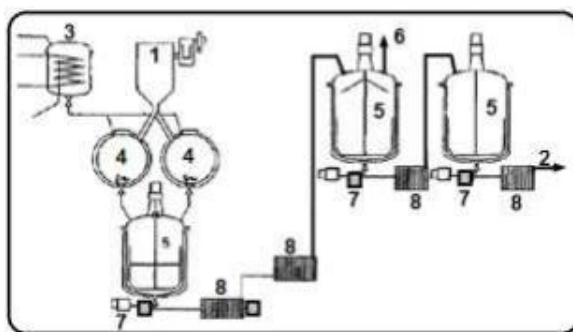
الشكل (٣٠)

يتم حل مسحوق في PAN غالباً DMF للغزل الجاف، أما للغزل الرطب فغالباً ما يتم حل المسحوق في $DMAC$ ، ويمكن أن يتم ذلك أيضاً في DMF أو نادراً في $[Dimethyl Sulfoxide: DMSO (CH_3)_2SO]$ ، ويتوجب أن يكون مسحوق البوليمير عند بداية عملية الإذابة خالياً من أية تكتلات لتجنب الزمن الطويل في عملية الإذابة وظهور الأجزاء غير المنحلة، لذا يستحسن الحصول على بوليمير متجانس عبر المزج ودرجة الحرارة المنخفضة.

تُطبق أبسط طريقة للإذابة باستخدام مفاعل مملوء حتى منتصفه بالمحل، حيث تتم إضافة المسحوق بوجود غاز خامل، وتعتبر درجة الحرارة المثالية للحل بين (٤٠-٦٠ م°) وألا تتجاوز الدرجة (٨٠ م°) عند إذابة دون الساعة، وأن تكون عملية متساوية الحرارة $Isothermic$ ، ما يستوجب رفع درجة حرارة المفاعل إلى درجة الحرارة المطلوبة في البداية ومن ثم تبريده للحفاظ على درجة الحرارة.

يظهر الشكل (٣١) آلة بسيطة للحل المستمر، حيث يوزن PAN ويضاف من (١) إلى مذيب ممدد ليتم ضخ المزيج إلى أحد المازجين الثنائي المخروط أو المازجين عاليي القص (٤)، وتعمل داخل هذين المازجين شفرات قص ذات سرعات دورانية عالية لإكمال عملية الإذابة الأولية لمدة (٣٠) دقيقة، يتم إدخال المحلول بعدها إلى المفاعل (٥)، ويمزج هناك تحت تحريك بمعدل ثابت عند درجة حرارة (٧٠ م°) لمذيب ثنائي ميثيل فورم أميد DMF ، وتقوم المضخة (٧) بسحب المحلول بشكل مستمر ودفعه عبر المرشحين (٨) إلى المفاعل الثاني للتفريغ من الهواء (٥) حيث يتصل المفاعل عبر الأنبوب (٦) تحت الفراغ عند ضغط (٦٠-١٠٠) ميلي بار.

ينقل المحلول عبر المضخة (٧) ومرشح آخر (٨) إلى خزان الغزل (٥) حيث يتم تحقيق التجانس، وتنقل المضخة (٧) المحلول عبر مرشح آخر (٨) إلى الأنبوب (٢) إلى آلة الغزل.



الشكل (٣١): وحدة الحل المستمر

٨- غزل ألياف البولي أكريلونتريل: يمكننا إجراء الغزل بالطريقتين الجافة والرطبة:

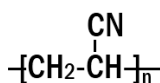
٨-١- الطريقة الجافة: ويتم فيها استخدام محل ثنائي ميثيل فورم أميد، إذ يتم حل البوليمير بدرجة الحرارة العادية ثم تُرفع حتى (٨٠-٩٠ م°) ولمدة (٣-٥) ساعات، ويتطلب تبخير المحل رفع درجة حرارة حجرة الغزل حتى (٤٠٠ م°)، ورفع درجة حرارة الهواء المدفوع إلى (٢٠٠ م°)، ويتم جمع أبخرة ثنائي ميثيل فورم أميد لإعادة العمل فيها من جديد، وتتميز طريقة باير بأن درجة حرارة تشرب الأصبغة يكون هنا بحدود (٩٢-٩٦ م°).

٨-٢- الغزل بالطريقة الرطبة: تتأثر خواص الألياف هنا بنوعية المحل المستخدم وطبيعة حوض التخثر، إذ يتوجب علينا اختيار أحواض تخثر لا ينحل فيها البوليمير ولا ينتفخ، لذا فإن استخدام محل ثنائي فورم أميد يستوجب أحواض تخثر تحوي الأغوال، بينما يحتاج محل السلفوسيانيد لحوض تخثر من محاليل سلفوسيانيدات ممددة بتركيز (١٢-١٥%) مع الغليسرين، هكسان ثلاثي غليكول مع ثنائي ميثيل فورم أميد، وتكون درجة حرارة حوض التخثر (٩٠-١٠٠ م°)، ومن الأجدى اقتصادياً إجراء الغزل في أحواض مائية تحوي (٢٠-٢٥%) ثنائي ميثيل فورم أميد وبدرجة حرارة (١٥-٢٠ م°)، أما درجة حرارة تشرب أصبغة ألياف هذه الطريقة بحسب باير فيكون عادةً بين (٧٥-٨٥ م°)، وحساسيتها للحرارة بتأثير الهواء الحار أو بالتماس المباشر للحرارة أكثر منها للجافة.

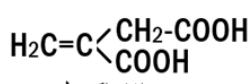
تُسحب ألياف البولي الأكريلونتريل على مرحلتين حتى (٦٠٠-٨٠٠%) من الطول الأصلي: الأولى عند الدرجة (٨٠-٩٠ م°) بمعدل (١٠٠-٢٠٠%)، والثانية عند درجة حرارة أعلى من (١٠٠ م°) وبمعدل (٢٠٠-٣٠٠%).

٩- بنية وخواص ألياف البولي أكريلونتريل:

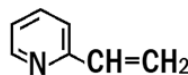
يتراوح الوزن الجزيئي للبولي أكريلونتريل القادر على إعطاء ألياف نظامية بين (٥٠,٠٠٠-١,٠٠٠,٠٠٠)، وتكون لها الصيغة العامة:



على أن يحوي التركيب (بحسب شركة باير) ما يقرب من (٨٥%) أكريلونتريل على الأقل، إذ أنه يحوي كما ذكرنا مونوميرات تشاركية للتحكم بالخواص النهائية المطلوبة مثل مراكز الصباغ التفاعلية والتي نجد منها السالب الشحنة كحمض الإيتاكونيك الذي يستوجب أصبغة موجبة الشحنة أو ٢- فينيل البيريدين الذي يتطلب أصبغة سالبة:



حمض الإيتاكونيك
سالب: أصبغة أساسية موجبة



٢- فينيل البيريدين
موجب: أصبغة حمضية سالبة

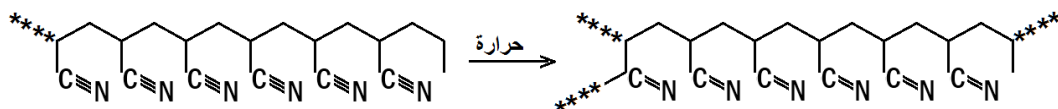
ولأحادييات حد يمكنها خفض درجة حرارة التزجج مثل: ميتاكريلات، اكريلات، خلات الفينيل، ونرى في الشكل (٢١) مخططاً توضيحياً لمراحل عمليات الاصطناع، وتلعب المناطق البلورية المتشكلة دورها المهم في تعيين الخواص النهائية للألياف.

مخطط اصطناع ألياف البولي أكريلو نتريل (الأكريليك)			
بلمرة جبليّة بلمرة بالمحلول باستخدام مبادر الماء الأكسجيني	⚡	خفض درجة حرارة التزجج ميتيل ميتا خلات الفينيل حسب الحاجة	+ ٢% مركز صباغي فينيل البيريدين أو أصبغة حمضية حمض الإيتاكونيك أصبغة أساسية
مذيب ⚡ تحضير محلول الغزل	غزل	تبخير المذيب	⚡ غزل بالطريقة الجافة ← حرارة تزجج: (٩٢-٩٦ م°)
		تخثر	⚡ غزل بالطريقة الرطبة ← حرارة تزجج: (٧٥-٨٥ م°)
			⚡ CN $-\text{CH}_2-\text{CH}-$

الشكل (٣٢)

١٠- التخرب الحراري للبولي أكريلو نتريل:

يتفكك البولي أكريلو نتريل بتعرضه للحرارة ليأخذ الشكل التالي:



رابعاً: ألياف بولي فينيل كلورايد

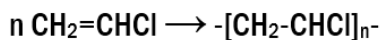
يتم تحضيرها وفق مرحلتين: تحضير فينيل كلورايد لنتبعها بالبلمرة.

١- تحضير فينيل كلورايد: يتم تحضيره من الأستيلين أو الايتيلين وفق التفاعلات:

تحضير فينيل كلورايد	
$\text{CH}\equiv\text{CH} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCl}$	من الأستيلين: بضم كلور الهيدروجين
$\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$	من الايتيلين بضم الكلور ونزع كلور الهيدروجين
$\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCl} + \text{HCl}$	

٢- عملية البلمرة:

يمكننا تطبيق البلمرة بطريقتي البلمرة المعلقة أو الاستحلابية بحضور فوق الأكاسيد كمبادرات كالماء الأكسجيني أو فوق أكسيد البنزويل، ويستخدم حمض الفوسفور وأملاحه كمنظم لدرجة البلمرة بحيث يكون الوزن الجزيئي للبوليمير الناتج بين (٦٠,٠٠٠-١٥٠,٠٠٠):



٣- غزل ألياف البولي فينيل كلورايد:

يتم غزله بالطريقتين الجافة والرطبة، وغزله بحالته اللدنة عندما يكون ثابتاً، ويستخدم للغزل بالطريقة الجافة مزيج الأستيون وثنائي كبريت الكربون بنسبة (١:١) أو الأستيون مع البنزن بنسبة (١:١) أيضاً، أو مذيب رباعي هيدروفوران (THF: C₄H₈O) للطريقة الرطبة.

يُعيب ألياف البولي فينيل كلورايد انخفاض ثباتها الحراري، إذ تبدأ بالتخثر عند درجة حرارة (٧٥-٧٠ م°)، وبالتالي لا يمكننا معالجة الألياف في الأحواض عند درجة حرارة الغليان، ويتميز بولي فينيل كلورايد المنتظم فراغياً بالبلمرة بوجود رباعي كلور التيتانيوم بثبات حراري أعلى عند (٧٠-٤٥ م°).

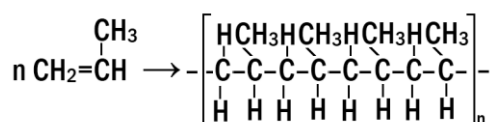
٤- ألياف بولي فينيل كلورايد المكثور:

ويقصد بها الألياف الناتجة عن رفع نسبة الكلور من (٥٦,٨%) إلى (٦٥%) بإجراء كلورة بالحالة المعلقة أو بالمحلول عند درجة حرارة (٨٠-١٠٠ م°) باستخدام رباعي كلور الايتان أو كلور البنزن كمذيبات كونها تذيب البوليمير دون أن تتفاعل مع الكلور.

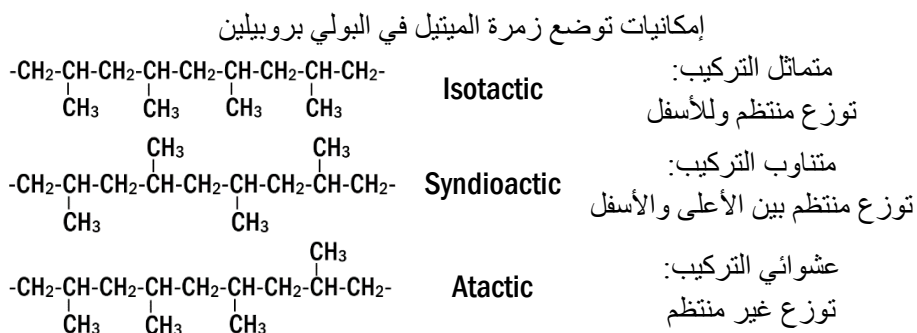
يجفف بولي فينيل كلورايد جيداً ويُذاب بالأستيون الجاف، ثم يغزل بالطريقة الرطبة بحوض محلول الأستيون بالماء، وأخيراً يتم سحبه على ثلاث مراحل.

خامساً: ألياف بولي البروبيلين

تتشكل سلسلة البولي بروبيلين من بلمرة البروبيلين:



وبالتالي فإن هناك إمكانيات توضع ثلاث لزمرة الميثيل (-CH₃) فوق وتحت مستوي السلسلة:



كما نجد مناطق فراغية Stereo block عبارة عن مناطق انتقال تامة ما بين مناطق غير متمائل التركيب مع المتماثل، لذا يُمزج المتماثل مع غير المتماثل في إنتاج ألياف البولي بروبيلين بنسبة (٥٠%).

١- بلمرة البروبيلين:

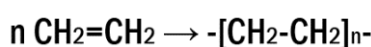
تتم البلمرة وساطياً بتقنيات عدة، مستمرة ومنقطعة، والمتقطعة مع وبدون مذيب، ونذكر من المذيبات: الهبتان، البنزن..، ومن الوسطاء وسطاء زيغلر- ناتا [TiCl₃ or TiCl₄ & Al(C₂H₅)₃]، وتلعب نسبة مزج الوسيط دورها في تعيين نسبة التبلور، إذ يكون بولي البروبيلين المنتظم فراغياً على شكل بلورات صلبة، وتتراوح نسبة الوسيط عادةً بين (٣، ٦، ١٠، ١٦، ٢٠، ٣٠) من وزن البوليمير، وتبدأ عملية البلمرة عادةً عند درجة حرارة (٢٣-٣٠م°)، وتنتهي عند (٦٠-٧٠م°) وتحت ضغط (٤-٥) جو، وتجري تحت جوٍ من الغاز الخامل للحصول على منتج نقي، ثم نخفف الضغط بوصولنا لنهاية عملية البلمرة ونرشح المذيب لعزل البوليمير على شكل مسحوق، ونبدأ عمليات الفصل على أساس عدم قابلية انحلال وحيد الحد بالماء وتفكك الوسيط بالغول.

يُغسل البوليمير بالماء ويجفف ثم يُحل تحضيراً لعملية الغزل، إذ يمكننا حله عندما يكون منتظماً فراغياً بمجموعةٍ من المحلات منها: النترالين (C₁₀H₁₂)، الديكالين (C₁₀H₁₈)... وبتكريز يصل حتى (٣٠%)، ويمكننا تبخيرها بتيار هواء ساخن عند درجة حرارة (١٥٠-٢٠٠م°) في حجرة الغزل بالطريقة الجافة.

ويمكننا لتطبيق عملية الغزل بالطريقة الرطبة استخدام حوض تخثر يحوي الغول والأسيتون وبالتالي فإنها لن تكون اقتصادية وهو ما يدفعنا لغزله من الصهارة، ما سنحتاج معه لتجهيزات غزلٍ ثلاث درجات الحرارة العالية بإضافة مضخة حلزونية مسخنة حتى (٢٣٠م°)، ويسحب البوليمير المغزول من (٤٠٠-٨٠٠%) من طوله الأصلي، ومن ثم تثبت الألياف برفع درجة الحرارة حتى (١٠٠م°) ولمدة (٣٠) دقيقة، ما يستدعي إضافة بعض مضادات الأكسدة خوفاً من تلف الألياف بالأكسجين الجوي.

سادساً: ألياف البولي ايتيلين

يتم تحضير هذه الألياف من بلمرة الايتيلين وفق التفاعل:

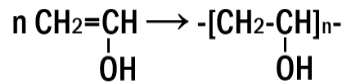


تحضير ألياف البولي ايتيلين:

يتم تحضير ألياف بولي الايتيلين الخطي البنية ببلمرة الايتيلين تحت ضغط يتراوح بين (١-٦) جو، وبوجود وسيط، وتغزل حبيباته بطريقة مشابهة لطريقة غزل البولي بروبيلين.

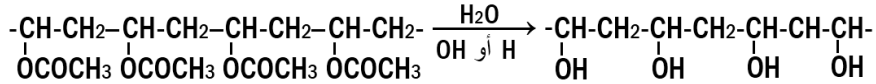
سابعاً: ألياف بولي فينيل الأغوال PVA

يُشتق بولي فينيل الأغوال (Poly Vinyl Alcohols) من الغول الفينيلي، أي من التفاعل النظري:



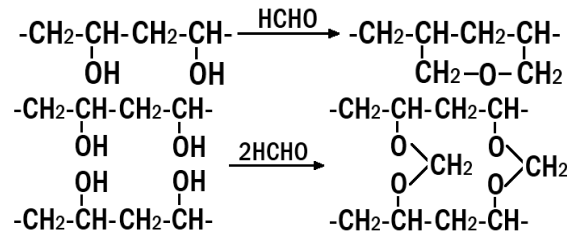
تحضير بولي فينيل الأغوال:

يتم تحضير ألياف بولي فينيل الأغوال بحلمهة بولي فينيل أسيتات بتصبينها بوسط حمضي أو قلوي:



وتتم عملية الحلمهة في محلول الميثانول بوجود هيدروكسيد الصوديوم عند درجة حرارة (٣٠م) وخلال (١٠-١٥) دقيقة. أما غزل أليافه فيتم من المحلول المائي لحوض تخثر يحوي (٠,٥-٢%) وزناً من كبريتات الصوديوم ثم تسحب بمعدل (٤٠٠-٦٠٠%) من طولها الأصلي.

تتم معالجة بولي فينيل الغول مع الفورم الدهيد ثم تجفف عند (٢٠٠-٢٢٠م) لربط الزمر الهيدروكسيلية في ذات السلسلة أو بين السلاسل بروابط ميثيلينية وفق التفاعل:



ومن الضروري أن تكون درجة أستلة الألياف بحدود (٤٠%).

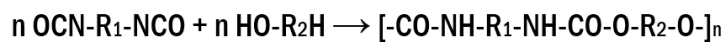
ثامناً: ألياف بولي الأوريتان

١- المقدمة:

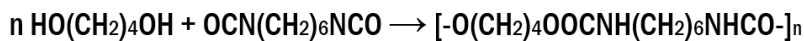
تتميز ألياف البولي الأوريتان (Polyurethane) بخواصها المطاطية المشابهة للمطاط الطبيعي أو المطاط التركيبي (البونا) في مرونتها مع مقاومة أعلى للعوامل الجوية والاحتكاك وإمكانيات السحب لنمر ناعمة جداً، وهذا ما لا يمكن أن يحققه المطاط الطبيعي.

٢- اصطناع الألياف المطاطية:

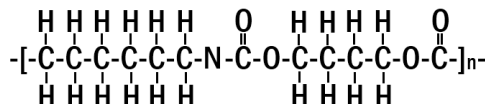
يتم اصطناع الألياف المطاطية من البولي أوريتان بنسبة (٨٥%)، ويتم تحضير البولي أوريتان من بلمرة مونوميرين: أولهما ثنائي الوظيفة الغولية مثل ١،٤- بوتان ديول، وثانيهما إيزو سيانات مثل سداسي إيزو سيانات:



أو

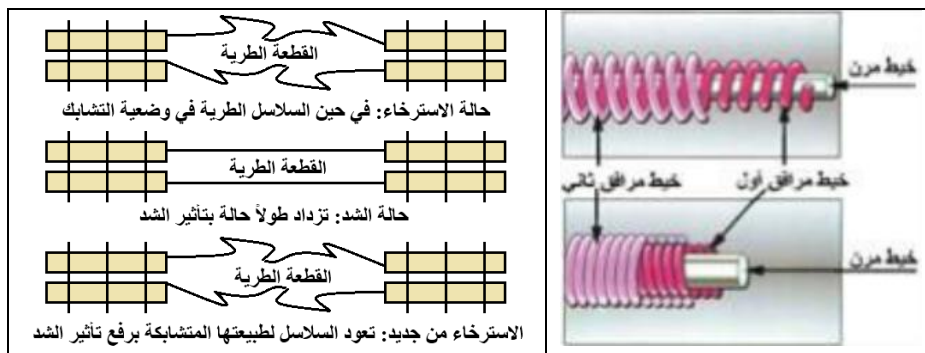


أو بولي بوتيلين غليكول ثنائي إيزو سيانات:



ويتم تفاعل التكتاف إما في الصهارة أو بالمحلات كأحادي كلور البنزن عند درجة حرارة (٢٠٠م)، ومن ثم يغزل من الصهارة ويسحب على البارد.

وتتميز ألياف الليكرا بمرونتها (لوجود ذرة أكسجين في السلسلة) وقابليتها للامتطاط عند تعرضها لإجهاد الشد وعودتها لأصلها عند رفع الإجهاد المطبق كما يبين الشكل (٣٢):



الشكل (٣٢): وضعيات امتطاط ألياف الأليكرا

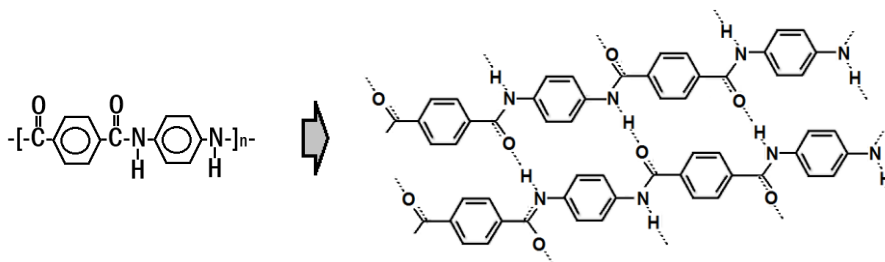
تاسعاً: الأراميد " الكيفلار "

١- المقدمة:

الأراميد أو الكيفلار (Aramid fibres: Kevlar) هو الاسم الصناعي لمادة أكتشفها ستيفاني كاوليك عام (١٩٦٥ م) من فوم هيدروجينية تركيبية، وتعتمد سلسلتها على الترابط القوي بين حلقات ذرات الكربون.

٢- تحضيرها:

يتم تحضيرها من تفاعل ثنائي الأمينات مع ثنائي الحموض الكربوكسيلية أو مع اللاكتامات لتكوين مجموعة أميدية، وبالتالي تكون على شكل سلاسل بوليميرية من (Para Phenylene Terephthal Amide: PPTA) على شكل هيكل يتكون من جزيئات صلبة نسبياً غالباً ما تميل لمستوى شكل صفائح هيكل شبيهة نوعاً ما بالبروتين مثل الحرير، فإذا كانت المجموعات (R & R') أليفاتية أو حلقيّة، أو مزائج تحوي مجموعات عطرية أكثر من (٨٠%) وزناً من الوحدات المتكررة فيطلق عليها ألياف الأراميد:



٣- خواص ألياف الأراميد:

من أهم خواص الأراميد الفيزيائية خفة وزنها ومتانتها التي تعادل نحو خمسة أضعاف الفولاذ، وتزيد مقاومتها على الشد عن الفولاذ بنحو العشرين مرة، ويطلق عليها اسم Super fibers، ويبلغ وزنها النوعي (١,٤٤ غ/سم^٣). كما يتمتع بوليمر الأراميد بمقاومة عالية جداً لدرجات الحرارة العالية، وتحفظ الألياف بقوتها ومرورتها عند تبريدها لدرجات حرارة منخفضة دون (-١٩٦ م)، علاوة عن مقاومتها للصدأ بالمقارنة مع الفولاذ.

٤- تطبيقات واستخدامات ألياف الأراميد:

ومن أهم استخداماتها دخولها في الصناعات البلاستيكية لتعزيز هيكل القوارب والطائرات والدراجات، والصناعات العسكرية الخاصة، وتبطين السفن من مخاطر الشظايا، والعزل ضد النبضات الكهرومغناطيسية التي تسببها الانفجارات النووية وامتصاص الصوت والصدمة.

كما تستخدم بشكل واسع في مجال صناعة الدروع الواقية بدلاً عن الحديدية الثقيلة الوزن كونها مصفوفة بشكل متعكس أو متصالب فإن الصدمة ستتفرع وتجد أسطحاً جديدة للصدمة التي تليها في أقل من عشر الثانية، لكن الطاقة التي تمتصها المادة والتي تجد كل هذه الأسطح الجديدة ضمن الألياف قادرة تماماً على منع الرصاص من الاختراق، كما تستخدم في الإنشاءات الهندسية الثقيلة مثل منصات حفر البترول، والألبسة الرياضية في الرياضات الخطرة مثل التزلج، والملابس الواقية من الحريق، وبزات رجال الفضاء للوقاية من الإشعاعات الكونية، ولصناعة الإطارات المقاومة للثقب كإطارات الطائرات الضخمة. وفي صناعة المعدات السمعية لخواصه الصوتية للمخاريط في السماع.

أنواع الخيوط والنسيج

١- تعريف:

الخيوط والنسيج مواد ذات أطوال وعروض وثخانات محددة، تنتج عن عمليات غزل وحياسة، ويمكن أن تكون الألياف على شكل شعيرات مستمرة أو مغزولة، تتوفر فيها مواصفات معينة كي تكون قابلة للغزل، مثل: الطول، المتانة، المرونة، امتصاص الرطوبة...

٢- صفات الخيوط والألياف النسيجية:

١-٢- الطول: تعتبر من أهم الخواص التي تحدد مدى صلاحية الشعيرات، ويوجد نوعان من الألياف:

أ- شعيرات مستمرة: مثل الخيوط الصناعية والتركيبية والحريير الطبيعي.

ب- شعيرات متقطعة مغزولة: كالقطن والصوف وبعض الغزول الصناعية والتركيبية (خيوط السبن التركيبية)، والشاب للفيسكوز.

٢-٢- المتانة: يتوجب أن تتمتع بمتانة كافية لتتحمل التأثيرات الميكانيكية المطبقة عليها، ابتداءً من عمليات التحضير الأولية، وانتهاءً بعمليات التجهيز النهائي من شدٍ وضغطٍ واحتكاكٍ والتواء وتبييض وصباغة وطباعة... الخ، بحيث لا تفقد الكثير من متانتها.

٢-٣- المرونة: تمنح هذا الخاصة الألياف النسيجية المقاومة لتغير شكلها دون انقطاع عند تعرضها لتأثيرات ميكانيكية بحيث تعود لشكلها الأصلي بإزالة هذه المؤثرات.

٢-٤- امتصاص الرطوبة: تمتص معظم الألياف النسيجية الرطوبة الجوية بنسبٍ مختلفة، وتعتبر هذه الخاصة من أهم العوامل المحددة لمدى صلاحية الألياف للاستعمال في مجال الغزل والنسيج، إلى جانب خواص أخرى مثل التركيب والمظهر، مقاومة الحرارة والنور، اللمعان، اللون، تأثير المواد الكيميائية وقابلية الصباغة.

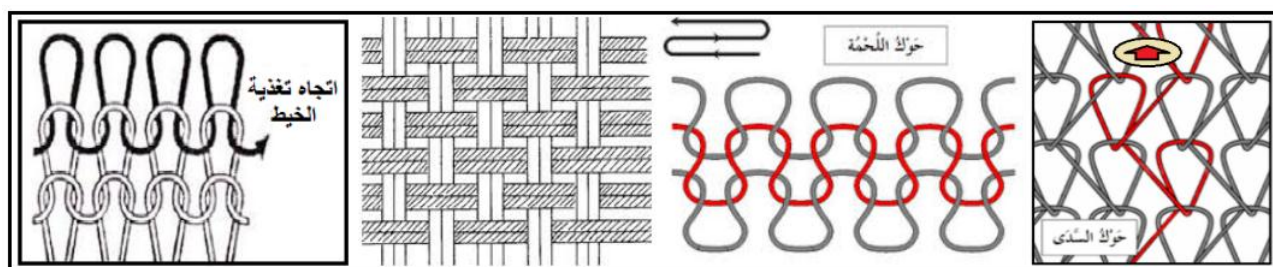
٣- الألياف النسيجية النباتية: وزعت بحسب بنيتها وصفاتها التشريحية إلى:

٣-١- الألياف الشعرية: تتكون من شعيرات سطحية تنمو على أجزاء مختلفة من النبات مثل البذور، وتتكون من خلايا مستقيمة مثل القطن.

٣-٢- الألياف الليفية: تتكون هذه الألياف من اتصال عدة خلايا أو ألياف أولية وانضمامها إلى بعضها بعضاً بمادة ضامة تعمل بينها كالمطاط مثل التيل والكتان والجوت والرامي.

٤- أنواع أو أنماط حياكة الأقمشة:

٤-١- النسيج: تتم عملية النسيج باستخدام نوع أو أكثر من الخيوط المتشابكة وفق ترتيب معين، وتتم عملية النسيج عادةً بتشبيك السداء أو الخيوط الطولية الموازية للحاشية مع الحذف (اللحمة)، وهي الخيوط العرضية من الحاشية للحاشية، ويتم التحكم بمواصفات النسيج باختيار نمرة ونوعية الخيوط الداخلة بتركيب السداء أو الحذف:



الشكل (٣٣): أنماط حياكة مختلفة

أما الحاشية فغالباً ما تكون أكثر سماكة من النسيج نفسه ليتمكنها احتمال ضغوط مراحل العمل التالية، ونجدها عادةً على ثلاثة أشكال:

أ- الحاشية العادية: نفس النسيج العادي ولكنها من خيوط أكثر ثخانةً.

ب- الحاشية الشريطية: تستخدم مع الأقمشة الخفيفة لمنع تمزقها وحمايتها، وتكون أعرض من العادية.

ج- حاشية الفصل: تستخدم عند حياكة قماش بعرض أكثر من المطلوب.

أما عن أنواع النسيج، فنجد:

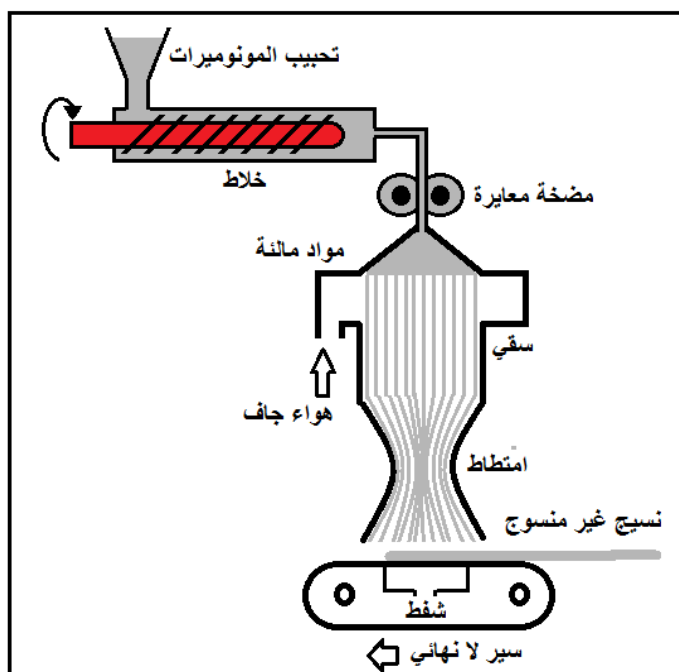
أ- النسيج العادي: السادة، المبردة، الأطلس.

ب- الأقمشة الوبرية: يتخلل فيها خيوط إضافية إما في السداء أو اللحمة بحيث تظهر على سطح أو سطحي النسيج على شكل حلقات مثل المناشف.

ج- الأقمشة الشبكية: تدور هنا خيوط السداء حول الخيوط المجاورة يمنة أو يسرى مشكلةً ثقباً بحيث تلتف خيوط السداء حول بعضها بشكلٍ متوازٍ، ويمر خيط الحدف من أسفل السداء على اليمين (البلوزات).

٣-٢- الأقمشة الدائرية (السيكولير): وتتم حياكتها عادة من خيط واحد، يتداخل مع بعضه على شكل حلقات دون الحاجة للتشابك.

٣-٣- الأقمشة غير المنسوجة: أي غير المحاكة كالجوخ واللباد، وإنما تتم عملية ربط الشعيرات إلى بعضها بعضاً عبر عمليات تلييد للحصول على حصيرة يمكنها مقاومة عوامل الضغط والحرارة أو الرطوبة. إلى جانب التقنيات الحديثة في صناعة الأقمشة غير المنسوجة كما يظهر في الشكل (٣٤):



الشكل (٣٤): تقنية إنتاج النسيج غير المنسوج

البحث الخامس

تنمير الألياف

١- تعريف:

النمرة وحدة قياسية لنسبة طول معين من الألياف أو الألياف ووزنها بما يدل على درجة نعومتها.

٢- النمر القديمة للألياف: عُرفت سابقاً نمرتان أساسيتان:

أ- النمرة المترية **Nm**: وتساوي الطول: متر/ الوزن: غرام

ب- النمرة الانكليزية **Ne**: وتساوي الطول: يارد / الوزن: لبيرة.

وتعرف النمرة الانكليزية منسوبة للشلة على أنها: عدد الألياف المصنوفة بجانب بعضها بعضاً وبشكل متوازي مستطيلات لطول انش واحد. أي أن:

$$\text{النمرة الانكليزية } Ne = \frac{1}{\text{انش أو } 25,4 \text{ مم}} / (\text{نصف قطر الخيط: مم})$$

٣- النمر الحديثة للألياف: تقسم نمر الغزل بطريقتين: وزنية وطولية:

٣-١- الطريقة الوزنية.

٣-٢- التمسك: يتميز هذا النظام بمضاعفاته وأجزائه على الشكل:

التمسك Text: وهي الوحدة الأساسية، ويساوي غرام واحد من المادة لطول (١٠٠٠) م، ويستعمل مع الألياف المفردة والمزدوجة القطنية والصوفية.

الميلي تمسك m. Text: ميلي غرام لطول (١٠٠٠) م، ويستعمل للألياف الحريرية الناعمة جداً.

الديمي تمسك D. Text: غرام لطول (١٠,٠٠٠) م، ويستعمل مع الألياف الرفيعة كالحرير والألياف الكيماوية.

الكيلوتمسك K. Text: كيلو غرام واحد لطول (١٠٠٠) م، ويستعمل لأشرطة الكرد والسحب.

$$\text{الكيلو تمسك } K. \text{ Text} = (1) \text{ كيلو غرام} / (1) \text{ كيلو متر}$$

٣-٣- **التيتر Titer**: يستخدم نظام التنمير العالمي هذه النمرة للألياف الدقيقة جداً، وخاصة في الألياف التركيبية

حتى غدت مصطلحاً دولياً، ويطلق عليها أيضاً اسماً الدينير **Denier** والدينية **Denye**، ويعرف التيتر على أنه وزن غرام واحد بطول (٩,٠٠٠) متر.

ونجد من مشتقات هذه النمرة:

اسكتش تيتر Iscotsch Titer: Ts: وتستعمل للألياف المعدنية الدقيقة جداً، واستعمالاتها محدودة وقليلة،

وتعرف على أنها وزن لبيرة واحدة لطول (١٤,٤٠٠) يارد:

$$\text{اسكتش تيتر } Iscotsch \text{ Titer: Ts} = (1) \text{ لبيرة} / (14,400) \text{ يارد} = 453,6 \text{ غرام} / 13,167 \text{ متر}$$

٣-٢- **الطريقة الطولية Nm**: وتشمل كما ذكرنا النمر المترية والانكليزية والفرنسية والأمريكية.

٣-٢-١- **النمرة المترية**: وهي النمرة التي يُنسب من خلالها طول: الكيلومتر، المتر، الميل إلى الكيلوغرام، الغرام، الميل غرام على الترتيب، وأكثر ما يشيع استخدامه في الغزول القطنية والصوفية والكتانية لسهولة تحويل وحداتها وتقسيماتها.

$$\text{الوحدة المترية } Nm = (1) \text{ كم} / (1) \text{ كغ} = (1) \text{ م} / (1) \text{ غ} = (1) \text{ ملم} / (1) \text{ ملغ}$$

٣-٣-٢- **النمرة الانكليزية**: وهي نسبة الطول للوزن، وتتميز بتنوع وحداتها بتنوع مادة الألياف، ويرمز لها بـ **N** مع إضافة حرف آخر للدلالة على المادة الأولية للألياف.

أ- نمرة الألياف القطنية N_{eb} : وهي نسبة طول (٨٤٠) يارد لوزن ليبرة واحدة:

$$\text{وحدة الألياف القطنية } N_{eb} = (٨٤٠) \text{ يارد} / (١) \text{ ليبرة} = (٧٨٠) \text{ متر} / (٤٥٣,٦) \text{ غرام}$$

ب- وحدة الألياف الصوفية N_{ew} : وهي نسبة طول (٢٥٦) يارد لوزن ليبرة واحدة.

$$\text{وحدة الألياف الصوفية } N_{ew} = (٢٥٦) \text{ يارد} / (١) \text{ ليبرة} = (٢٣٤) \text{ متر} / (٤٥٣,٦) \text{ غرام}$$

ج- وحدة الألياف الصوفية الرفيعة N_{ek} : وهي نسبة طول (٦٥٠) يارد لوزن ليبرة واحدة.

$$\text{وحدة الألياف الصوفية الرفيعة } N_{ek} = (٦٥٠) \text{ يارد} / (١) \text{ ليبرة} = (٥١٢) \text{ متر} / (٤٥٣,٦) \text{ غرام}$$

د- نمرة الألياف والألياف التركيبية N_{el} : وهي نسبة (٣٠٠) يارد لوزن ليبرة واحدة.

$$\text{وحدة الألياف والألياف التركيبية } N_{el} = (٣٠٠) \text{ يارد} / (١) \text{ ليبرة} = (٢٧٤) \text{ متر} / (٤٥٣,٦) \text{ غرام}$$

٣-٣-٣- النمرة الفرنسية N_f : وهي نسبة طول (١٠٠٠) متر لوزن (٥٠٠) غرام، وتستعمل للألياف القطنية:

$$\text{النمرة الفرنسية } N_f = (١٠٠٠) \text{ متر} / (٥٠٠) \text{ غرام}$$

٣-٣-٤- النمرة الأمريكية N_a : وهي نسبة طول (١٠٠) يارد لوزن ليبرة واحدة، وتستعمل للألياف المعدنية والأسبست والزجاج وغيرها.

$$\text{النمرة الأمريكية } N_a = (١٠٠) \text{ يارد} / (١) \text{ ليبرة} = (٩١,٤) \text{ متر} / (٤٥٣,٦) \text{ غرام}$$

الجدول (٢٢): نمر الألياف والخيوط

الوحدات العالمية المعتمدة لتنمير الألياف الطبيعية والصناعية				النمر القديمة
المتريّة N_m : الطول (متر) / الوزن (غرام)		الانكليزية N_e : الطول (يارد) / الوزن (ليبرة)		
(١) ملغ / (١٠٠٠) م	ميلي تكس	(١) غ / (١٠٠٠) م	التكس Tex	الوزنية
(١) غ / (١٠,٠٠٠) م	ديمي تكس			
(١) كغ / (١٠٠٠) م	كيلوتكس			
(١) كم / (١) كغ أو (١) م / (١) كغ أو كم / (١) كغ		N_m المتريّة	النمر الحديثة	
(١) ليبرة / (١٤,٤٠٠) ياردة	اسكتش تيتير Iscotch Titer: T_e	(١) غ / (٩٠٠٠) م		التيتير Titer
		(١) غ / (٩٠٠٠) م		الدينية Denye
				الدينير Denier
القطنية N_{eb} (٨٤٠) يارد / (١) ليبرة أو (٧٨٠) متر / (٤٥٣,٦) غ		N_e الانكليزية	الطولية	
الصوفية N_{ew} (٢٥٦) يارد / (١) ليبرة أو (٢٣٤) متر / (٤٥٣,٦) غ				
الصوفية الرفيعة N_{ek} (٦٥٠) يارد / (١) ليبرة أو (٥١٢) متر / (٤٥٣,٦) غ				
الصناعية N_{el} (٣٠٠) يارد / (١) ليبرة أو (٢٧٤) متر / (٤٥٣,٦) غ				
(١٠٠٠) م / (٥٠٠) غ		N_f الفرنسية		
(١٠٠) يارد / (١) ليبرة أو (٩١,٤) متر / (٤٥٣,٦) غ		N_a الأمريكية		

الجدول (٢٣)

جدول تحويل النمر المترية مقدره بالكيلو غرام / كيلومتر				
Decitex	Denier	English: Cotton	Tex	Metric
ديسي تكس	دنيير	قطن انكليزية	تكس	مترية
١٠,٠٠٠	٩٠٠٠		١٠٠٠	١
٢٠٠٠	١٨٠٠	٢,٩٤	٢٠٠	٥
١٦٧٠	١٥٠٠	٣,٥	١٦٧	٦
١٤٤٠	١٢٨٠	٤,٢	١٤٤	٧
١٢٥٠	١١٢٥	٤,٧٥	١٢٥	٨
١١٢٠	١٠٠٠	٥,٣	١١٢	٩
١٠٠٠	٩٠٠	٥,٨٢	١٠٠	١٠
٦٧٠	٦٠٠	٨,٨	٦٧	١٥
٥٠٠	٤٥٠	١١,٧	٥٠	٢٠
٢٠٠	١٨٠	٢٩,٥	٢٠	٥٠
١٦٦	١٥٠	٣٥,٤	١٦,٦	٦٠
١٤٤	١٢٨	٤١	١٤,٤	٧٠
١٢٥	١١٢	٤٧	١٢,٥	٨٠
١١٠	١٠٠	٥٣	١١	٩٠
١٠٠	٩٠	٥٩	١٠	١٠٠
٥٠	٤٥	١١٧	٥	٢٠٠
٣٣	٣٠	١٧٦	٣,٣	٣٠٠

تحليل الألياف

المقدمة:

يعتبر تحليل الألياف واحداً من أهم العلوم التي يتوجب أن يتمكن منها العاملون في حقل النسيج والصباغة، فقد يؤدي الجهل بتعيين هوية ألياف نسيج ما لتخربه إثر عمليات الصباغة والتجهيز النهائي، فوجود ألياف البولي أميد ممزوجاً بأنواع أخرى قد يؤدي لانحرافات ظاهرة في الألوان المطلوبة كونها تنتشر معظم أنواع الأصبغة مسببةً خللاً في نسب الأصبغة المستخدمة، ويذوب الصوف الممزوج مع القطن في حمامات الأصبغة التفاعلية التي تستوجب إضافة هيدروكسيد أو كربونات الصوديوم، وتتصهر ألياف الاكريليك عند التحضير بدرجات الحرارة العالية الجافة التي تزيد عن (١٣٥ م°).

لذا فقد وضعت تقنيات مختلفة لتحليل الأنسجة على أساس ردود أفعال الألياف تجاه عمليات: الحرق، التقطير الجاف، الصباغة، التميع، الفحص المجهرى، الإذابة.

١- طريقة الحرق:

تتباين مظاهر عملية الحرق بين أنواع الألياف عند اشتعالها وتميعها وشكل اللهب والرائحة ومخلفات الاحتراق كما هو واضح في الجدول (٢٤):

الجدول (٢٤)

مظاهر حرق أهم الألياف والخیوط: عن المشروع (١): الدكتور أحمد الشلاح وزملاؤه بجامعة دمشق				
النوع		مظاهر الحرق		
قطن، قطن مؤسئل، فيسكوز، ألياف نباتية، كتان، حرير النحاس النشاري		اشتعال برائحة الورق ودون كرات		
صوف، حرير طبيعي		اشتعال برائحة الشعر ودون كرات		
حرير محمل		اشتعال برائحة الشعر مخلفاً هيكلاً من الرماد		
الأسيتات		اشتعال برائحة الخل مع تشكيل كرات سهلة السحق بالأصابع وتنكماش من اللهب		
ألجينات		يحترق تاركاً هيكلاً من رماد أكسيد الكالسيوم الأبيض		
بولي أميد، بوليستر		يشتعل مشكلاً كرات قاسية، صعبة السحق بالأصابع، وتنكماش من اللهب		
بولي فينيل كلورايد		ينصهر دون أن يلتهب		
بولي أكريلو نتريل		يشتعل مشكلاً اللهب كرات سوداء، سهلة السحق بالأصابع، وتنكماش من اللهب		
عن الاختبارات النسيجية للدكتور كميليو مقدسي				
النوع	المظهر	اللهبة	الرائحة	المخلفات
سيلولوز طبيعي	يشتعل	بارقة	احتراق الورق	رماد أبيض
صوف، حرير طبيعي	يشتعل	متطايرة	احتراق العظم	حببيبات سوداء مسامية
حرير محمل	يشتعل	حرير محمل	احتراق العظم	هيكل من الرماد
أسيتات	يشتعل	بارقة	حمضية مخرشة	حببيبة مسامية
ألجينات	يتميع	بارقة تنطفئ	احتراق الورق	هيكل أبيض من الرماد
بولي أميد	يشتعل	بارقة تنطفئ	احتراق السكر	كرة بيضاء
بوليستر	يتميع	قصيرة مشحورة	احتراق السكر	كرة بيضاء
بولي فينيل كلورايد	يتميع	مشحورة تنطفئ	مخرشة	حببيبة سوداء قاسية
بولي فينيلدين كلورايد: ساران	يتميع	بارقة تنطفئ، لا تتشور	مخرشة	حببيبة سوداء قاسية
بولي أكريلو نتريل	يتميع	مشحورة لا تنطفئ	احتراق السكر	حببيبة سوداء قاسية
بولي فينيل أسيتات	يتميع	قصيرة بارقة، لا تتشور، لا تنطفئ	احتراق السكر	كرة بيضاء
بولي الايتيلين	يتميع	قصيرة، تتشور، لا تنطفئ	احتراق الشمع	كرة زجاجية صافية
بولي رباعي فلور الكربون	يتميع	قصيرة، بارقة، لا تنطفئ	مخرشة	/

٢- اختبار التلطيح أو الصباغة بأصبغة الاختبار:

ينجح هذا الاختبار مع العينات البيضاء أو الفاتحة اللون، ويتم الاختبار بإحدى المجموعات الصباغية المعروفة بأسماء تجارية مثل Karminazurol, Neocarmn W, MS, Shiralastain A, D, E، ويستحسن أولاً تنظيف العينة بغسلها بالإيتر أو رباعي كلور الكربون.

وكمثال تطبيقي نأخذ بصبغة A-Shir ونطبقها بدرجة حرارة الغرفة على العينة لمدة دقيقة واحدة، ثم نغسل جيداً بالماء ونعصرها باليد ونراقب اللون ونقارنه مع لوحة الدليل الخاصة المبينة في الجدول (٢٥):

الجدول (٢٥)

نتائج اختبارات التلطيخ (التبقيع) بحسب صبغة الاختبار Shir-1			
النوع	اللون	النوع	اللون
ألياف بروتينية مجددة، كازئين، أو أنواع بروتينية	أصفر برتقالي	بولي فينيل كلورايد، بولي فينيلدين كلورايد، كوبوليمير من كلور مع البولي اكريلو نتريل	أبيض
نايلون: اختبار الحرارة العالية نحاسي إلى بني	برتقالي محمر أو أزرق محمر	صوف: اختبار الحرارة العالية أصفر فاتح أو أصفر نحاسي فاتح إلى بني	أصفر
أسيئات السيللوز	أخضر مصفر	حرير مُحمَّل (بحسب التحميل)	كريم إلى أصفر
حرير طبيعي وبعض الألياف النباتية	بني	فيسكوز	أزرق محمر
ألجينات	قرنفل مصفر	حرير النحاس النشادري	أزرق فاتح
حرير خام	بني غامق جداً	اكربليك	وردي
قطن ممرس (محرر)	بنفسجي	قطن	أرجواني فاتح
جوت	ذهبي إلى بني	قنب	أرجواني فاتح
يعطي الصوف المكثور لوناً أصفر بني على البارد وأسود على الساخن، والتيفلون نفسه بني اللون لذا فإنه لا يتلطيخ			

وعلى هذا المبدأ نجد لكل مجموعة وصفاً لطريقة التطبيق وشروطها ولوحة دليل ألوان خاصة بها تمكننا من معرفة نوعية الألوان، وأصعب ما يواجهنا في هذه الطريقة الألياف الممزوجة، فوفق لوحة الدليل السابقة سيعطينا الصوف لوناً أصفر، وسيعطينا الحرير اللون البني، وبالتالي فإن العينة الممزوجة منهما ستعطينا اللون الذهبي إلى البني دليل الجوت، علاوة عن أن لكليهما أبخرة قلوية تقلب لون عباد الشمس إلى الأزرق، ومظهر حرق واحد، وبهذا فإنهما يختلفان عن الجوت في تجربتي الحرق والتقطير.

٣- طريقة التقطير الجاف:

توضع العينة بعد تنظيفها جيداً في أنبوب اختبار جاف وتسخن بحذر، وتوضع على فتحة الأنبوب ورقة عباد الشمس أو ورقة خلات الرصاص ونراقب تغير اللون بحسب الجدول (٢٦):

الجدول (٢٦)

تحليل الألياف بطريقة التقطير الجاف	
النوع	النتيجة
سيللوز طبيعي، ثنائي وثلاثي الأسيئات، بولي فينيل كلوريد الأغوال بولي ايتيلين، بعض أنواع الاكربليك الحمضية، ألجينات، بوليستر	أبخرة حمضية انقلاب لون ورق عباد الشمس من أزرق إلى أحمر
صوف، حرير طبيعي، ألياف بروتينية، بولي أميد بعض أنواع الاكربليك القلوية	أبخرة قلوية انقلاب لون ورق عباد الشمس من أحمر إلى أزرق
صوف، ألياف بروتينية	أسوداد خلات الرصاص
يشترط لصحة النتائج أن تكون العينة من مادة واحدة	

٤- طريقة درجة التميع:

تستخدم هذه الطريقة عادةً مع الألياف التركيبية ذوات نقاط التميع، وتستلزم مجهراً وحامل عينة وميزان حرارة دقيق، وتعتمد على كسر العينة للضوء المستقطب عند تمييعها، وهذا ما يساعدنا على تعيين نقطة التميع عندما يجهد المجهز بضوء مستقطب، ونستعرض في الجدول (٢٧) درجات حرارة تميع بعض الألياف التركيبية:

الجدول (٢٧)

درجات حرارة تميع بعض الألياف التركيبية			
الخيوط	درجة التميع المئوية	الخيوط	درجة التميع المئوية
بولي أميد (٦): برلون	٢١٥	بوليستر: ديولين، تريفييرا	٢٥٥
بولي أميد (٦،٦): نايلون	٢٥٠	بوليستر: Vyeron	٢٣٧
بولي أميد (١١): Rilsan	١٨٥-١٨٠	بوليستر: Grilene	٢٢٩
بولي بروبيلين	١٦٥-١٥٥	بوليستر: Kodol	٢٨٢
بولي ايتيلان ضغط عالي	١١٠-١٠٥	بولي ايتيلان ضغط منخفض	١٣٥-١٢٥

٥- اختبار الفحص المجهري:

أ- الاختبار الطولي: تؤخذ مجموعة ألياف وترصف بشكل طولي أمام بعضها دون تقاطع، وتكبر (٣٠٠) مرة ونقارنها مع المعطيات التالية:

الصوف وشعر الماعز	تظهر مباشرة من خلال حراشفها المترابكة
القطن	يظهر على شكل ألياف منبسطة وتمتددة أو ملفوفة
الخيوط التركيبية	تظهر على شكل أسطواني أملس، وأحياناً محرز أو مقلم، وأحياناً غير مميزة

ب- الاختبار العرضي: من الضروري التنويه أولاً إلى أن القطع العرضي يستلزم جر سكين القطع وليس ضغطها بتجهيزات خاصة تسمى ميكروتوم لنتمكن من الحصول على سماكات شرائح تصل إلى بضعة ميكرومترات فقط، وتميز الألياف من خلال مشهد المقطع المبين في الجدول (٢٨):

الجدول (٢٨): اختبار الفحص المجهرى والميكروتوم

اختبار الفحص المجهرى والميكروتوم	
المقطع	نوع الألياف
مدور أو حلقي	زجاج، نايلون، حرير النحاس النشادري، تفلون، اكريليك (كرسلان)، بوليستر (تيرلين وتريفيرا)
مدور مع تنقيب	ألياف بروتينية مجددة مثل الكازئين
مدور اهليلجي	صوف
تسنن حاد	فيسكوز
تسنن غير منتظم	ألجينات
كرتان مرتبطتان ببعضهما	فينون N (كوبوليمير من كلور فينيل مع أكريلونتريل)، فيريل (اكريليك معدل ومثبت)، دينيل (كوبوليمير من كلور فينيل مع اكريلونتريل مثبت)
مدورة تقريباً	بولي كلور الفينيلدين (ساران)
ثنائي أو ثلاثي أو رباعي الفصوص	أسيتات السيلوز
مثلثي مع زوايا مدورة	حرير طبيعي، انترون (بولي أميد ٦)
أنبوبي ملتف	قطن
كلوي الشكل	بولي فينيل الأغوال (فينيلون)، بولي فينيلدين ثنائي سيانيد مثبت

٦- طريقة المذيبات:

تقوم هذه الطريقة على قابلية بعض الألياف والألياف الصناعية والتركيبية للذوبان أو التخراب في كاشف كيميائي بشروط محددة دون بعضها الآخر كما يبين الجدول (٢٩):

الجدول (٢٩)

قابلية انحلال بعض الألياف الطبيعية والصناعية والتركيبية	
حمض الكبريت المركز	سيلوز طبيعي ومجدد، حرير طبيعي، أسيتات (٣/٢،٥)، بولي أميد (٦/٦،٦/١١)، بوليستر، بولي اكريلونتريل، بولي فينيل الغول، بولي الأوريتان
حمض كلور الماء	يذيب جميع الألياف عدا: بولي الايثيلين، بولي رباعي فلور الايثيلين
	أسيتات (٢،٥)، بولي الأميد (٦،٦/٦)، بولي فينيل الغول
حمض الأزوت المركز البارد	حرير طبيعي مجدّد، أسيتات (٣/٢،٥)، بولي الأميد (٦،٦/٦)، بولي فينيل الغول
	أسيتات (٣/٢،٥)، بولي الأميد (٦،٦/٦)، بولي فينيل الغول
حمض الخل الثلجي	أسيتات (٢،٥)
	أسيتات (٣/٢،٥)، بولي أميد (١١)، بولي الأوريتان
حمض النمل المركز	أسيتات (٢،٥)، بولي أميد (٦،٦/٦)، بولي فينيل الغول
	أسيتات (٣/٢،٥)، بولي أميد (٦،٦/٦)، بولي فينيل الغول، بولي الأوريتان
الأسيتون	أسيتات (٢،٥)، بولي الأميد (٦،٦/٦)
	أسيتات (٢،٥)
ثنائي كلور الميثان	أسيتات (٣)
	أسيتات (٣)، بولي فينيل الغول
رابع كلور الكربون الساخن	بولي الايثيلين
الكلوروفورم البارد والساخن	أسيتات (٣)
البنزول الساخن	بولي الايثيلين
التولول الساخن	بولي فينيل كلورايد، بولي فينيلدين كلورايد، بولي الايثيلين
الكسيلول الساخن	بولي فينيل كلورايد، بولي فينيلدين كلورايد، بولي الايثيلين
أحادي كلور البنزول الساخن	بولي فينيل كلورايد، بولي فينيلدين كلورايد، بولي الايثيلين، بولي بروبيلين
أورتو ثنائي البنزول الساخن	بولي الأميد (١١)، بوليستر، بولي فينيل كلورايد، بولي فينيلدين كلورايد، بولي الايثيلين، بولي بروبيلين، بولي الأوريتان

اختبارات الألياف وجودتها خواص الألياف القطنية

١- تعريف:

الليفة كل شعيرة تحمل خواص الليونة والطراوة والدقة والطول والاستطالة وقابلية اللف والانحناء.

٢- فرز وتصنيف القطن:

يتم تداول الخامات القطنية تجارياً وفق درجات تقييم خاصة، ونرى في الجدول (٣٠) الدرجات الرئيسية للألياف القطنية مرتبة ترتيباً تنازلياً من الأفضل للأسوأ:

الجدول (٣٠)

الدرجات الرئيسية للألياف القطنية مرتبة ترتيباً تنازلياً من الأفضل للأسوأ						
٦	٥	٤	٣	٢	١	الجودة
عادية	عادية كاملة	أقل من المتوسط	تحت الوسط كاملة	متوسطة	متوسطة كاملة	التصنيف

٣- طول تيلة القطن:

لطول تيلة القطن أهمية بالغة، لأنه ولنفس الجوزة قد تتباين الألياف عن بعضها بعضاً في طول ونعومة التيلة، فلكل طول تيلة استثمار أمثل، فالتيلة الطويلة تلائم الأقمشة الناعمة كونها تمكننا من الوصول لغزول دقيقة، أما التيلة القصيرة الخشنة فلها مكانتها الهامة في مجالات أخرى.

٣-١- طرائق تعيين طول التيلة: يمكننا تعيينها من الجوزة مباشرةً أو من القطن المحلوج:

٣-١-١- من الجوزة: وتتم بأسلوبين نجمع بينهما ونأخذ بمتوسطهما:

أ- طريقة الفراشة: وتتم بفرز الشعيرات لطرفي بذرة القطن وقياس إحدى جهتيها.

ب- طريقة هالو: وتتم بتسريح الشعيرات على شكل نصف دائرة وقياس نصف القطر.

٣-١-٢- من القطن المحلوج: ونجد أيضاً طريقتين:

أ- من الشعيرة: تفحص الشعيرات إفرادياً، ويحدد طولها يدوياً بدقة بوضع الشعيرة بين صفيحتي زجاج مع بعض الغليسرين ليؤخذ قياسها تحت المجهر.

ب- من الحزمة: وأهمها طريقة سورتر Sorter المخبرية التي تقوم على عدة صفوف من الأمشاط المتماثلة، وتوضع العينة بينها وتمشط لعدة مرات بنفس الطريقة ثم تؤخذ الشعيرات بالملاقط، وتُصَف بشكل خط بياني على لوحة مخملية غامقة اللون فنحصل على خط بياني يبين طول التيلة.

٤- تعيين رتب القطن:

تم تصنيف القطن بين خمس رتب أساسية وهي: إكس، زيرو، واحد، اثنان، ثلاثة، وقسمت كل رتبة من هذه الرتب الأساسية لأصناف وأرباع، ورُقمت الرتب الكاملة وأنصافها بأرقام عشرية متسلسلة ابتداءً من الرقم (١٠-٢٠-٣٠-٤٠-٥٠-٦٠-٧٠)، أما أرباع الرتب فيعبر عنها بالحرف (م) إلى جانب الرقم، أي تقل بحدود ربع رتبة. ويتألف مقياس تصنيف القطن السوري بحسب الجدول (٣١) من خمسة رتب أساسية:

الجدول (٣١): تصنيف القطن السوري

تصنيف القطن السوري				
3: ثلاثة	2: اثنان	1: واحد	0: زيرو	X
الرتبة الأدنى				الرتبة الأعلى

وتقسم الرتبة الواحدة إلى أربعة أرباع، وتحدد الرتبة بثلاثة عوامل:

أ- اللون: يعتبر اللون من أهم عوامل تعيين رتبة القطن، ويعتمد تعيينه على خبرة عامل الفرز، ما بين أبيض وأبيض كريمي إلى أبيض رمادي، ومحتواه من التبقيع، إذ تدخل نسبة التبقيع في تقييم الرتب كما في الجدول (٣٢):

الجدول (٣٢)

تأثير التبقيع على خفض رتبة القطن			
معدل التبقيع	خفيف جداً	خفيف	كبير
تخفيض الرتبة	نصف رتبة	رتبة كاملة	رتبتان

ويتصف القطن السوري باللون الأبيض الكريمي وهو صفة النضج والكمال، وصفة الرتب العليا، ويتدرج نزولاً إلى اللون الأبيض فالأبيض الرمادي أو المبقع في الرتب المتدنية كما في الجدول (٣٣):

الجدول (٣٣)

تقييم القطن من لونه		
الأبيض الكريمي	الأبيض	الأبيض الرمادي
صفة النضج والكمال		الرتب الدنيا

ب- **تيلة القطن**: تصنف الأقطان السورية بين الأقطان متوسطة التيلة، وجرى ترقيمتها بأرقام أحادية متسلسلة (١-٦) بحسب تسلسل أطوالها، وتعطى نتيجة الفرز على خانتين: أحاد وعشرات، إذ يدل رقم الأحاد على طول التيلة، ورقم العشرات على رتبة القطن، فنجد مثلاً أن الرتبة (١٣) تعني تيلة (٣) ورتبة (١٠).
ج- **قشرة القطن**: يمكننا إعطاء نسب مئوية تقريبية للقشرة للرتب الأساسية بحسب الجدول (٣٤):

الجدول (٣٤)

النسب المئوية التقريبية لقشرة الرتب الأساسية				
الرتبة	صفر "زيرو"	واحد	أثنان	ثلاثة
التقييم	٦-١%	٧-١٠%	١١-١٥%	١٦-٢٠%

د- **الشوائب النباتية**: وهي بقايا النبات أثناء عملية القطاف، وتقل نسبة الشوائب بالرتب العليا وتزداد مع انخفاضها.
هـ- **تعيين نعومة الألياف ودقتها**: ويتم تعيينها بطرائق رئيسة ثلاث:
أ- طريقة الليفة الواحدة: وتتم بواسطة المجهر.
ب- طريقة الحزمة بالهواء: وتتم بإمرار كمية هواء من خلال كمية قطن معينة.
ج- طريقة الألياف بالوزن: وتتم بوزن (١٠٠) ليفة تتبعها بعينات أخرى بنفس الطريقة فنحصل على فكرة عن مدى نعومتها من فرق الأوزان بحسب الجدول (٣٥):

الجدول (٣٥)

نعومة الألياف بدلالة طريقة وزن (١٠٠) ليفة					
النعومة	جيدة ورقيقة جداً	رقيقة	وسط	غليظة	غليظة جداً
الوزن: ملغ	$300 \geq$	٣٩٠-٣٠١	٤٩٠-٣٩١	٦٠٠-٤٩١	$600 \leq$

٦- قياس الاستطالة:

يتم حساب الاستطالة عادةً من القانون:

$$R = (P \times N_{mf} \div 1000): k.m$$

R: الاستطالة، P: مقاومة الليفة " ليبرة . غرام"، N_{mf}: نمرة الليفة

ويبين الجدول (٣٦) الاستطالة المئوية لعدد من الألياف والذي يبين أن الحدود العظمى لاستطالة الألياف (٣٠%):

الجدول (٣٦)

الاستطالة المئوية لبعض الألياف							
النوع	صوف	حرير	قطن	نايلون	فيسكوز	كنفير	الاستطالة
ليبرة. غرام	٣٠-٢٠	٢٠	١٠-٤	٢٥-١٥	١٨-١٤	٥-٢	
كيلوغرام. غرام	١٣,٥-٩	٩,٠	٤,٥-١,٨	١١,٣-٦,٨	٨,١-٦,٣	٩,٠-٠,٣	

٧- **قياس المرونة**: إن لقابلية استطالة ومرونة الألياف أهمية كبرى، إذ يتمزق النسيج لولاها عند أي إجهاد متوسط وخاصة عند المفاصل، ويتم قياس المرونة عادة بنفس مقاييس الاستطالة وتحصر النتيجة بين (صفر-٢) حسب طول العينة، ونستعرض في الجدول (٣٧) مرونة بعض الألياف:

الجدول (٣٧)

مرونة بعض الألياف								
الألياف	نايلون	صوف	قطن	قيسكوز	حرير	ألمنيوم	نحاس قاسي	فولاذ
المرونة	٠,٢٥-٠,١٥	٠,٣٢	٠,٥	٠,٧-٠,٤	١,١٦-٠,٧٥	١٠-٩,٧	١٧-١٤,٧	٢٨-١٨

٨- تعيين درجة النضوج:

يرافق درجة نضوج الألياف القطنية تحسن خواص القوة والاستطالة والمرونة، وتتعلق درجة النضوج بازدياد سماكة الطبقة الأولى كما يبين الشكل (٣٥):



الشكل (٣٥): درجات نضوج الألياف القطنية

وتزداد كمية الليومن Lumen بازدياد الطبقة السيللوزية، ويتم تعيين درجة نضوج الألياف بإحدى الطرائق التالية:

١. صباغة الألياف.
٢. إمرار الهواء.
٣. المعالجة الكيماوية: وهي الأكثر شيوعاً، ويتم تطبيقها بأخذ محلول (١٨%) هيدروكسيد الصوديوم وعددٍ من الألياف النظيفة ووضعها تحت المجهر لمدة لا تقل عن الدقيقة ومراقبة تغير كل ليفة على حداً، وقياس السماكة الأخيرة واستخلاص النسب التالية في الجدول (٣٨):

الجدول (٣٨)

نسبة الانتفاخ				
النسبة	نضوج اللييفة تام	اللييفة ناضجة	اللييفة ناضجة قليلاً	اللييفة ميتة تماماً
التقييم	$5 \leq$	٠,٥-٠,٢٥	٠,٢٥-٠,١٢٥	$0,125 \geq$
سماكة الانتفاخ = سماكة اللييفة النهائية ÷ سماكة اللييفة الناضجة				

٩- قابلية الألياف للاحتفاظ بالحرارة:

يمكننا تعيين هذه القابلية بطرائق عدة أهمها طريقة ميزان الحرارة، إذ ترفع درجة حرارة الميزان حتى (٩٥°م) ونغرزه بسرعة عالية داخل كتلة الألياف ونقيس درجة الهبوط خلال زمن معين، نكرر التجربة عدة مرات ونأخذ بالمتوسط، ونرى في الجدول (٣٩) نتائج عدة ألياف مقارنةً مع الهواء:

الجدول (٣٩)

نتائج اختبارات الاحتفاظ بالحرارة لعدد من المواد				
المادة	الهواء	الحرير الطبيعي	الصوف	القطن
الزمن: ثانية	٦٧٦	١٢٨٤	١١١٨	١٠٤٦

١٠- قابلية الألياف لامتناسص الرطوبة:

لهذه الخاصة أهمية كبيرة جداً في تحقيق جودة الألياف، وقد دلت الدراسات بأجواء مختلفة معدلات الرطوبة على أن معدلات الامتناسص لبعض الألياف على الشكل المبين في الجدول (٤٠) الذي حددت قيمه بدرجة حرارة (٢٠±٢°م):

الجدول (٤٠)

قابلية بعض الألياف لامتناسص الرطوبة								
معدل الرطوبة %	١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠	٦٠	٧٠	٨٠
القطن	٢,٤	٣,٦	٤,٣	٥,٠	٥,٧	٦,٧	٧,٩	٩,٠
الصوف	٤,٠	٧,١	٩,٤	١١,٠	١٢,٢	١٢,٦	١٦,٠	١٨,٦
الحرير الطبيعي	٣,٣	٥,٤	٦,٧	٧,٨	٨,٨	٩,٩	١١,٤	١٤,٠
الألياف التركيبية	٣,٩	٥,٧	٧,٤	٨,٨	١٠,١٤	١٢,٢	١٤,٣	١٧,١

مراقبة جودة الغزول والألياف

تعتبر مراقبة الجودة وفق القيم والاختبارات المعتمدة عالمياً من ضرورات نجاح معامل الغزل والنسيج، لذا فإن ثمة اختبارات يتم تطبيقها على الشعيرات وشريط الكرد Sliver والغزول، ويبين الجدول (٤١) أهم الاختبارات الواجب تطبيقها على أي منتج لتحقيق درجة الجودة المطلوبة:

الجدول (٤١)

اختبارات جودة الغزل Yarn Quality Parameters	
النقاء Purity	الغبار Dust، الأوساخ Trash
السطح Surface	القطر Diameter، الاستدارة Roundness، الكثافة Density، التشعر Hairiness
الانتظامية Evenness	عدم الانتظامية Irregularity، العيوب Imperfection
المتانة Tenacity	قوة القطع Force، الاستطالة Elongation، العمل المبذول Work done

ويتوجب التركيز في المخبر على عددٍ من المتغيرات الداخلية الواجب ضبطها للوصول لنتائج سليمة، والتي من أهمها:

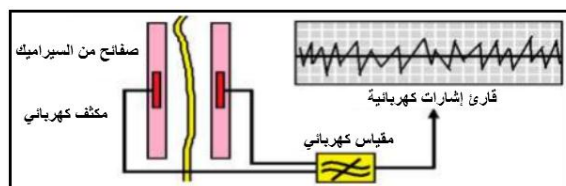
التغيرات المخبرية الداخلية			
معدلات الرطوبة	درجة الحرارة	ضبط الحساسات	العيارات
اختلاف العينات			

١- جهاز اختبار الانتظامية للألياف والأشرطة Evenness Tester 80:

يقيس هذا الجهاز معدلات عدم انتظام الغزول Yarns أو المبروم Roving أو شريط الكرد Sliver، إذ تحدد درجة انتظام الخيط وفق ما يسمى المبدأ السعوي Capacitance principle بمدى تناسب قطره على امتداد الطول لتقدير جودة الخيط بدقة، ومعرفة الأسباب التي تؤدي إلى تدني الجودة إن وجدت.

وصف الجهاز: حوامل مواسير الغزل، جهاز شد الألياف، ممرات توجيه الخيط.

الجزء الفاحص: يعتمد مبدأ عمل هذا الجزء كما في الشكل (٣٦) على إمرار المادة المختبرة من خلال مكثفات القياس والتي تكون المسافة بين لبوسيتها ثابتة وكذلك مساحة السطح المتقارب من اللبوسين، وعلى هذا ففي الحالة الطبيعية يكون الوسط العازل هو الهواء، وعند إمرار المادة المختبرة يختلف الوسط العازل الأمر الذي يؤدي إلى اختلاف سعة المكثف الكهربائية.



الشكل (٣٦): المبدأ السعوي لقياس نظامية الغزول

يؤدي تحريك المادة المختبرة ووجود العيوب فيها (أماكن رفيعة - أماكن غليظة - عقد) لاختلاف السعة الكهربائية للمكثف، ويتحول الاختلاف بواسطة دارات داخلية في فرق السعة الكهربائية إلى اختلاف فرق الكمون الكهربائي. ويتم سحب المادة المختبرة بسرعات مختلفة بحسب نوع ألياف الاختبار كما يبين الجدول (٤٢):

الجدول (٤٢)

السرعات المطبقة بحسب نوع ألياف الاختبار		
النوع	شريط الكرد - السحب - المبروم	الخيط النهائي
السرعة	٢٥ متر/دقيقة	٤٠٠ متر/دقيقة

يتم رسم المنحني تبعاً للاختلافات الواردة من الفاحص حيث نستطيع من دراسة هذا المنحني والاستعانة بمخطط الآلة المنتجة من تعيين الجزء المعيب والمسبب لارتفاع معامل الاختلاف على أساس الأماكن الغليظة أو الرفيعة أو العقد في (١٠٠٠) متر من الخيط موضوع الاختبار.

٢- جهاز فحص نسب الشوائب والوبر:

يقوم هذا الجهاز بفحص نسب الشوائب والأوساخ والعوادم والوبر (النبس NEPS)، ويتألف الجهاز كما في الشكل (٣٧) من ثلاث حجرات:

- حجرة تغذية وأسطوانة تفنيح.
 - حجرة القطن التنظيف.
 - حجرة صغيرة لوضع قارورة صغيرة لتجميع الشوائب، وحامل العينة.
- توزن عينة قطنية وتُشكل يدوياً على شكل شريط أسطواني طويل مبروم، ثم تنقل لحامل العينة بحيث نترك جزءاً بارزاً منها ليتمكن سلندر التغذية من سحبه.



الشكل (٣٧): جهاز NATI الإيطالي الصنع

٣- جهاز قياس عدد برمات الخيط Twistmatic:

تهدف هذه التجربة لتعيين عدد البرمات في الخيط.

طريقة العمل: يتحرك مؤشر الاستطالة بعد سحب (٢) متر من الخيط هوائياً من خلال الثقب الموجود في الفك الدوار حتى ينطبق على الصفر وينطبق معه الفك الدوار على الخيط. بعد ذلك يبدأ الفك الدوار بالدوران باتجاه عقارب الساعة (فك البرمات باتجاه الحرف S)، فيتمدد الخيط ويتناقص عدد برماته إلى الصفر ويتحرك مؤشر الاستطالة ويتوقف على المسند. وتبدأ عملية برم جديدة بالاتجاه المعاكس (إعطاء البرمات للخيط باتجاه الحرف Z)، ويعود مؤشر الاستطالة ليبدل على انكماش في العينة وعندما يصل المؤشر إلى الصفر يتوقف دوران الفك الدوار آلياً، وتتم قراءة عدد البرمات من خلال شاشة التحكم.



الشكل (٣٨): جهاز قياس عدد البرمات

ويحدد الجهاز كل من: أعلى وأدنى قيمة والقيمة المتوسطة لعدد البرمات بالإضافة إلى الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف.

٤- أصناف أخطاء الغزل Category of yarn fault:

يُعرف الغزل غير المنتظم بأنه الغزل الحاوي على أخطاء في الصنع، ونجد ثلاثة أنواع من أخطاء عمليات الغزل تعتمد على حجمها وطولها وتكرار حدوثها، وهي:

١. عدم الانتظامية Irregularity.
٢. الشوائب أو العيوب Imperfection.
٣. عيوب الغزل المفروضة Objectionable yarn fault.

٤-١ - عدم الانتظامية %Um: يتباين توزع الشعيرات في جميع منتجات غزل الشعيرات القصيرة، سواءً أكانت على شكل ألياف أم مبروم أو شريط تسريح، وإذا ما تمت عملية قطع في مكان ما سنجد اختلافاً في عدد شعيرات المقطع العرضي من مكان لآخر، وقد يبلغ التغير حتى ($\pm 40\%$)، ويرتبط مدى التغير بنعومة الشعيرات ومدى اختلاف نعومة الشعيرات فيما بينها وبين المادة، ونجد عدم الانتظامية هذا حتى في أصناف الغزول المستمرة بسبب اختلاف نعومة الشعيرات، ويرمز لعدم هذه الانتظامية بـ: %Cvm & Um.

٤-٢ - الشوائب أو العيوب Imperfection: تعرف العيوب على أنها اختلافات المقطع العرضي الظاهرة للغزول في ثخانتها وعقدتها، وغالباً ما تكون قليلة العدد، ويطلق عليها اسم العيوب أو الشوائب، لذا يتم رصدها بصورة منفصلة بدلاً عن جمعها مع عدم الانتظامية كونها ضعيفة التأثير، وتقسم عملياً لثلاثة أقسام:

المناطق الرفيعة - المناطق الثخينة - العقد



الشكل (٣٩): أنواع العيوب

وتظهر العيوب عادةً إما بسبب سوء الخام، أو لتراجع ضبط ومراقبة عمليات التصنيع، علاوة عن جودة آلات التشغيل بين آلات قديمة مهترئة وآلات حديثة مجهزة تحت صيانة مستمرة من قبل مختصين.

٤-٣ - الوقاية من أخطاء البرم Protection twist: تزداد صعوبة عمليات السحب مع ازدياد عدد البرم في وحدة الطول ما يؤدي لظهور أخطاء دورية في عملية البرم، أما عندما يكون البرم ضعيفاً فسواجه مشكلة تمليص وانسلاخ سهلة للشعيرات ما يؤدي لظهور مشكلة الزغب في آلات الغزل الحلقي.



الشكل (٤٠): آلة البرم

وقد تظهر حتى في أحوال البرم المثالي للغزول بعض الأخطاء بسبب خلل في ضبط الآلات كأخطاء دورية مثل قيمة شد البرم في آلة البرم، أو ضغط الأسطوانات في آلة الغزل الحلقي، أو ضغط السيور الجلدية (Apron)، ونوع صفائح تغير مسافة السيور، وغالباً ما تظهر هذه الأخطاء على شكل ازدياد كميات المناطق الثخينة والرفيعة في الغزل المنتج.

٣- أخطاء التمشيط Comber:

تتم عملية جمع الشعيرات في آلة التمشيط باعتماد مسافة معينة تسمى مسافة التمشيط، وتظهر العيوب الدورية في حال توضع موقع التمشيط وطاولة الآلة على مسافة غير مناسبة.

٤- أخطاء عملية الكرد Card:

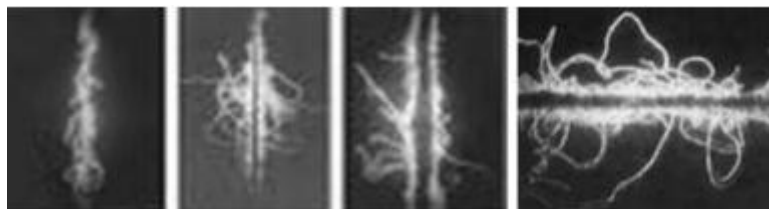
لا تظهر أخطاء عملية التسريح عند غزل الشعيرات القصيرة أو العوادم عند نهاية خط التحضير أي بعد مخرج آلة السحب.

٥- عيب التشعر Hairiness:

يعتبر قياس وتقييم التشعر وتغيراته أمراً مهماً جداً عند تقييم جودة الغزل، إذ يسبب التشعر الكبير مشاكل في عمليات النسيج والحياكة، مما يؤدي لتراجع في تقييم المنتج النهائي:

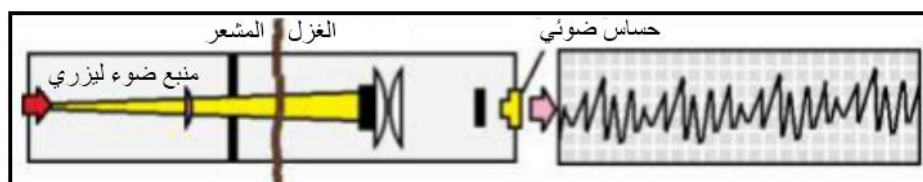


الشكل (٤١): مشط وطاوله التمشيط



الشكل (٤٢): درجات متباينة لظاهرة التشعر

وتتم عملية القياس كما في الشكل (٤٣) بتسليط أشعة ليزرية ثابتة وحيدة اللون على الشعيرات البارزة من جسم الغزل، والتي تلعب دورها في تشتيت الأشعة الليزرية المتوازية عبر عدسات يلتقطها حساس ضوئي، في حين أن جسم الغزل بذاته يكون كتيماً للأشعة كونه غير شفاف:



الشكل (٤٣): جهاز قياس درجة التشعر

وتظهر الأشعة المشتتة من انكسار الضوء وانعكاسه على الشعيرات المنفردة، ما يعني ظهور الشعيرات البارزة بصورة لامعة ساطعة يتلقفها الجهاز كإشارة يمكننا تحويلها للحساس الضوئي الذي يحولها لقيمة تتناسب طردياً مع تشعر الغزل.

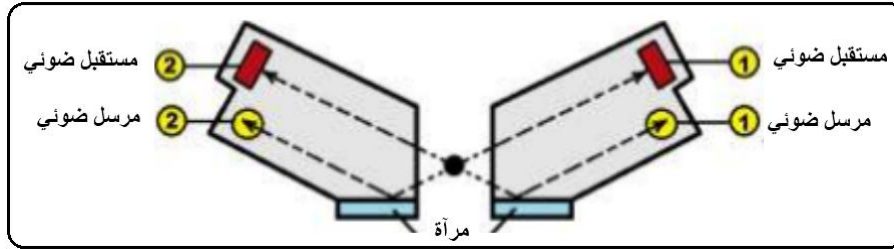
وتتأثر خاصية التشعر بمجموعة من العوامل مثل: طول الشعيرات، وشكل المقطع العرضي للغزل، ومحتوى الشعيرات القصيرة، ومعدلات البرم، وسرعة الآلة، ووزن الزردة، ويمكننا جدولاً أسباب التشعر وتغيراته على الشكل المبين في الجدول (٤٣):

الجدول (٤٣)

أسباب التشعر	
طول وتجانس ورطوبة الشعيرات، ومحتوى الشعيرات القصيرة	القطن الخام
البرم، الشد، عمر ونوع الحلقات والزرذ على آلة الغزل الحلقي، نوع الفوهات في الغزول التوربينية، برم الألياف وسرعة اللف	عمليات الغزل
درجة الحرارة والرطوبة	الشروط المناخية

٦- الكثافة والاستدارة والقطر Diameter & Density & Roundness

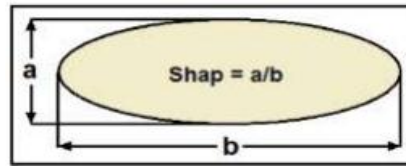
يقيس الحساس البصري (Optical Multifunctional: OM) أقطار الغزول من الجانبين من خلال توضع متناظر لمرسلات ضوئية، ومرايا ومستقبلات من كل طرف، ويعتمد قياس جسم الغزول على تقنية حساس رقمي يتكون من آلة تصوير عالية الدقة وحساس تناظري مدمج يعمل برفقتها، وتقوم آلية العمل على إرسال أشعة تحت حمراء على شكل حزم ضوئية متوازية للحساس لتتكون صورة واضحة للألياف على كل من المستقبلين الضوئيين، ودون أن تؤثر الشعيرات البارزة من جسم الغزول على نتائج الاختبار كما يبين الشكل (٤٤).
ويقوم نظام الاختبار بتقييم القطر الرئيس المتوسط للغزول بما يؤمن وصفاً دقيقاً للمقطع العرضي، آخذين بعين الاعتبار تقييم الشعيرات المتجمعة والبارزة من جسم الغزول، وكذلك التغيرات القصيرة الموجة.



الشكل (٤٤): الحساس البصري OM: Optical Multifunctional

٧- معامل الاستدارة Shape:

يشير هذا المعامل لمدى استدارة الألياف لما لها من دور هام في جودة وجمالية المنتج النهائي، ويتم حسابه بقسمة الضلع الكبير للقطع الناقص على قطره الصغير كما في الشكل (٤٥):



الشكل (٤٥)

٨- الكثافة Density:

ترتبط كثافة الغزول D ارتباطاً وثيقاً بشدة البرم، وتقدر كوزن نوعي بالغرام/السنتيمتر المكعب:

$$D = 4 m/d^2 \cdot \pi \cdot L \text{ [g/cm]}$$

حيث: L: طول الخيط، d: قطر الخيط، L/m: نمرة الخيط

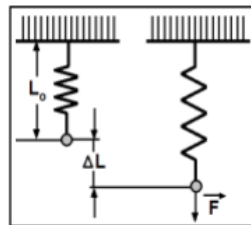
وتظهر القياسات لألياف بذات النمرة مدى اختلاف كثافتها مع ازدياد شدة برمها، إذ تزداد كثافة غزل مشط بنمرة (Nm: 170) بزيادة برمه بمعدل (١٠%) لإنقاص قطره بمقدار (١٠%) وازدياد كثافته بمعدل (٠,٤٨ - ٠,٦٢)، أي بزيادة قدرها (٢٢%).

٩- المتانة Tenacity:

٩-١-١-٩ نظام القياس:

٩-١-١-٩ القوة Force: يتم تعيينها بميزان نابضي كما في الشكل (٤٦) وتقدر بالنيوتن ($N = \text{kg.m/s}^2$) إذ يدل الانتقال (ΔL) على مقدار فعل الكتلة على النابض، وترتبط قوة الوزن بقيمة تسارع الجاذبية مكان الاختبار، ما يستوجب ضرب كتلة عينة الاختبار بقيمة تسارع الجاذبية (٩,٨١ م/ثا^٢) لنحدد قوة الثقل التي خضع لها النابض كي يحقق هذا الامتطاط. وتدعى القوة المرجعية لنمرة عينة الغزل بالمتانة Tenacity وواحدتها (CN/tex).

$$F = m \cdot a = 1 \times 9.81 \text{ [kg.m/s}^2\text{]}$$

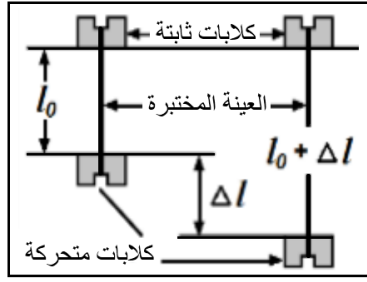


الشكل (٤٦): اختبار القوة بالنابض لتعيين المتانة

٩-١-٢-١-٩ الاستطالة Elongation: تقاس الاستطالة E لنمرة عينة غزل بتعيين القوة اللازمة لحدوث الانقطاع F_H والتي تتناسب مع الطول الذي حققه الاختبار عند حدوث الانقطاع كما في الشكل (٤٧) حيث يكون:

$$E = \Delta l/l_0 \cdot 100$$

حيث: l: الطول الأصلي للعينة، Δl : مقدار استطالة العينة المختبرة عن الوصول لقوة القطع (I_{RH})



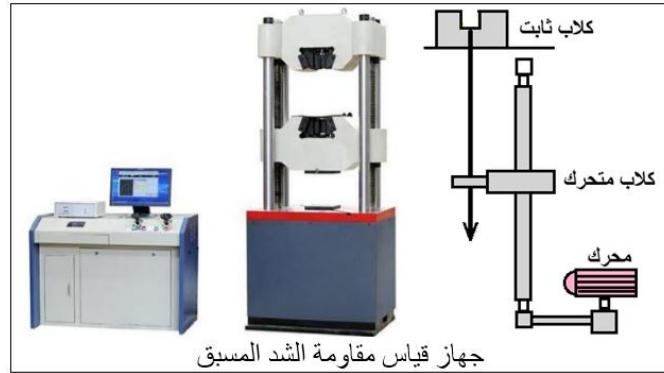
الشكل (٤٧): جهاز تعيين الاستطالة

٩-١-٣- العمل المحقق **Work done**: وهي القيمة الناتجة عن القوة والمسافة، إذ تُعرف القوة بالقوة المبدولة على العينة بشروط قيمة أعظمية، والمسافة بالمسافة المقطوعة بواسطة الفك المتحرك حتى لحظة بلوغ القوة الأعظمية:

$$W = F \times l$$

حيث: W : العمل المحقق، F : متوسط قوة استطالة القطع، l : المسافة المقطوعة

٩-١-٤- قوة الشد المسبق: يتوجب علينا قبل تطبيق اختبار الشد **Tensile testing** أن نمح جميع العينات ذات قوة الشد المسبق الأولية كما هو واضح في مخطط الجهاز في الشكل (٤٨) لتحقيق قيم استطالة متطابقة وفقاً للمقاييس العالمية المعروفة والمعتمدة (ASTM, ISO, DIN, BISFA).



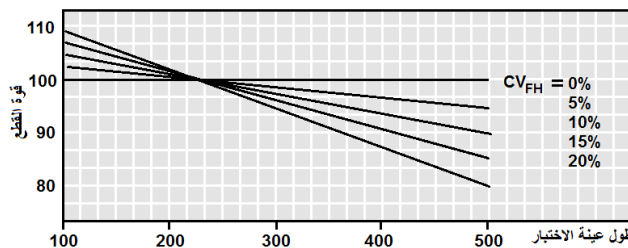
الشكل (٤٨): جهاز قياس مقاومة الشد المسبق

ويتعلق مقدار الشد المسبق بنمرة ونوع الألياف المراد اختبارها كما يبين الجدول (٤٤):

الجدول (٤٤)

الشد المسبق لبعض الألياف والألياف			
المقياس	الشد المسبق	المادة الخام	النوع
DIN	0.5 CN/tex	قطن، صوف، حرير، كتان، مجددة	Spun غزل
		فيسكوز، بوليستر، بولي أميد	Filament شعيرات
BISFA	2 CN/tex	فيسكوز، بوليستر	Texture تكستوريه
	1 CN/tex	فيسكوز	

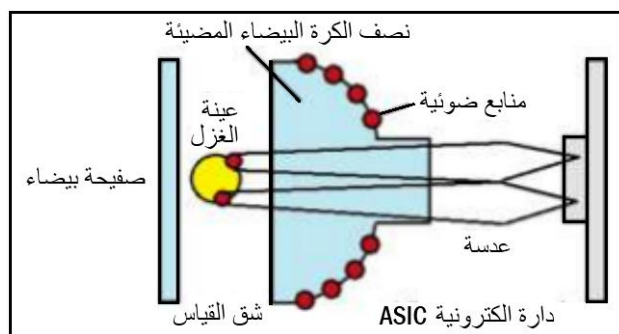
٩-١-٥- العوامل المؤثرة في اختبار قوة القطع: يتأثر اختبار قوة القطع F_H بعدد من العوامل، من أهمها: ١- تتراجع قوة القطع بازدياد طول عينة الاختبار كما في الشكل (٤٩):



الشكل (٤٩): تأثير طول العينة على قوة القطع

- ٢- يزداد احتمال احتواء المناطق الضعيفة في العينة مع ازدياد الطول المعتمد للاختبار.
- ٣- تقل قوة القطع للغزول ذات النمرة الواحدة مع ارتفاع قيمة معامل اختلاف قوة القطع (CV_{FH}).
- ٤- ترتفع قيمة قوة القطع بحسب: نوعية المادة الخام، نسبة مزج الخليط، طرائق وآلات الغزل كأن يكون حلقي أم دوار...، شدة البرم، نوعية الشعيرات.
- ٩-١-٦- تأثير الرطوبة على قوة القطع: تتزايد قوة قطع الألياف الطبيعية السيلولوزية مثل القطن والكتان والجوت والقنب مع ازدياد معدلات الرطوبة الجوية، وتتناقص مع الألياف السيلولوزية المجددة مثل الفيسكوز والأسيتات. وفي حين أننا نلمس تناقصاً خفيفاً لقوة القطع في الألياف الحيوانية مع ازدياد معدلات الرطوبة، فإننا نجد تناقصاً كبيراً للألياف التركيبية كالبوليستر والبولي أميد.
- ٩-١-٧- تأثير الرطوبة النسبية على الاستطالة: تبدي جميع الألياف التي لها قدرة على امتصاص رطوبة أكبر قدرة أكبر على الاستطالة، وبالتالي تزيد أو تنقص الاستطالة بحسب ما امتصته الألياف من رطوبة، فنجد مثلاً تراجع استطالة الألياف الصوفية بمقدار (٨-١٠%) من (٦٥%) حتى (٥٥%) بسبب الاستجابة العالية للصوف على التأثير بمعدلات الرطوبة النسبية.
- ١٠- النقاء Purity:

يعتمد مبدأ اختبار درجة نقاوة الغزول على تصوير الألياف على رقائق ضوئية مرتبة خطياً بحيث تمر أمام منطقة اختبار كروية بيضاء تسمح بتسليط شدة ضوئية أعظمية على الألياف، ويتأني الضوء من عدة منابع ضوئية الكرونية ذات إرسال ضوئي أزرق تتوضع على منطقة نصف كروية كما في الشكل (٥٠):



الشكل (٥٠): مبدأ قياس درجة النقاء

ويعتبر الضوء الأزرق الأنسب لاكتشاف جزيئات الأوساخ كونه يمنحنا تبايناً كبيراً بين جزيئات الأوساخ البنية اللون مع الغزول البيضاء.

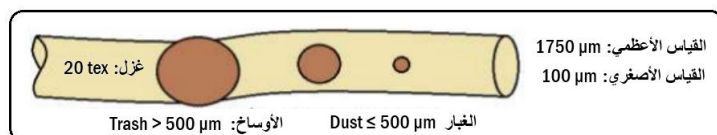
ويتم تعيين وتقويم أي انخفاض كبير لانعكاس اللون الأزرق بواسطة دائرة الكترونية مدمجة ASIC على شكل إشارة إذا كانت ضمن مجال الإشارات الممكنة لجزيئات الأوساخ، في حين يسجل عيب الغبار مع الحجم. ويقوم معالج الإشارة للحساس بتعيين متوسط مساحة جزيئات الأوساخ والغبار، ويعطى متوسط حجم الجزيئات بوحدة (9 μm)، ولا يؤثر سطوع أو عمق لون الجزيئات على نتائج الاختبار.

ويتم التمييز بين الأوساخ Trash والغبار Dust وفقاً لمعايير الاتحاد الفدرالي للصناعات النسيجية العالمي ITMF على الشكل:

أوساخ < 500 μm

500 μm < غبار < 50 μm

وبين الشكل (٥١) مقارنة بين الحجمين الأعظم والأصغر للأوساخ والغبار على غزل قطني بنمرة (20 tex):



الشكل (٥١): مقارنة بين الحجمين الأعظم والأصغر لجزيئات الأوساخ والغبار على غزل قطني بنمرة (20 tex)

١١- جهاز اختبار نمرة الخيط:

يهدف هذا الجهاز لتعيين نمرة الألياف، وتعيين قيمة الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف لعدد من الألياف. ويعتمد مبدأ عمل الجهاز المبين في الشكل (٥٢) على قياس وزن خيط معروف الطول وتطبيق علاقة النمرة: الطول/الوزن، ومن خلال علاقات التحويل بين النمر يتم إظهار النمرة في النتيجة النهائية التي تظهر في الطباعة كنمرة انكليزية قطنية:

$$Nm=1.693 \times N_{eb}$$

أما وزن الشلة فيظهر في النتيجة النهائية بوحدة Grains:

$$(١) \text{ ليبرة} = (٧,٠٠٠) \text{ غرين} = (١) \text{ رطل انكليزي} = (٤٥٣,٦) \text{ غرام}$$

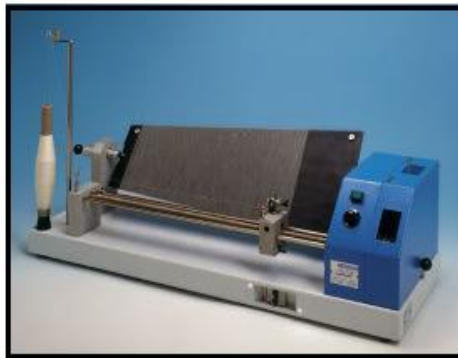
إجراء الاختبار: تعبر نمرة الخيط عن قطره كونها علاقة بين الطول والوزن، وللحصول على النمرة يجب أن نأخذ طولاً محدداً ونقوم بوزنه، نختار بعدها نظام التنمير المناسب لاستخراج النمرة. ولإجراء الاختبار نمرر الخيط من أدلة التوجيه ثم أجهزة الفرملة ومنها إلى الموزع ونثبت الخيط على الطيار، وندور الطيار بعد التأكد من ضبط مؤشر عداد الطول ونقوم بلف طول معين غالباً (100 m)، ثم نقوم بوزنه، وتطبيق العلاقات السابقة نحصل على النمرة المطلوبة.



الشكل (٥٢): جهاز تعيين النمرة

١١- جهاز اختبار مظهرية الخيط:

يقوم الجهاز الواضح في الشكل (٥٣) بفحص مظهرية الخيط والتشعر والأماكن الرفيعة والثخينة والنبس وباقي العيوب:



الشكل (٥٣): جهاز اختبار مظهرية الألياف

ويتألف الجهاز من الهيكل الذي يركب عليه اللوحة المصنوعة من الألمنيوم المؤكسد والتي يلف عليها الخيط، والدليل الذي يتحرك على طول اللوحة بشكل موازي، ونقوم بإمرار الخيط من الماسورة إلى الدليل ثم إلى اللوحة، نقوم بتشغيل الجهاز بعدها فتدور اللوحة ويتحرك الدليل على محوره وبالتالي يُلف الخيط على اللوحة بشكل خطوط متوازية ومتلاصقة.

وبعد انتهاء اللف يقارن الشكل الموجود على اللوحة بالأشكال المعتمدة عالمياً Standards، ثم يتم اختيار الشكل المماثل بشكل تقريبي ويُعطى الخيط الدرجة المرفقة للشكل ويتم قبوله أو رفضه حسب المواصفات المطلوبة.

١٤ - جهاز برسلي لقياس متانة الشعيرات:

تزداد درجة مقاومة الألياف تبعاً لدرجة النضوج، لأن النضوج يعني ازدياد طبقات السيللوز في الليفة، وتعتمد أكثر مراكز البحوث جهاز برسلي لتعيينها، ويتم العمل على هذا الجهاز بأخذ عينة القطن وتمشيطها جيداً حتى تحقق أكبر قدرٍ من التوازي، وتوضع بين فكي آلة الشد ونحدد رقم الانقطاع ونقسمه على وزن الألياف فنحصل على رقمٍ مقدّرٍ بوحدة برسلي، ونحسب مقاومة القطع من العلاقة:

$$\text{مقاومة برسلي للقطع} = [10,8116 \times \text{الرقم الناتج} \times (\text{المقروء} / \text{الوزن})] - 0,12$$

ويتم تصنيف مقاومة الألياف على أساس الجدول (٣٩):

الجدول (٣٩): تصنيف مقاومة الألياف بحسب علاقة برسلي

تصنيف مقاومة الألياف بحسب علاقة برسلي					
تقييم الألياف	قوية جداً	قوية	وسط	قريبة من الوسط	ضعيفة
النتيجة	٩٦ <	٩٦-٩١	٩٠-٧٥	٧٤-٧٠	٧٠ >

وللحصول على المقاومة الفعلية للألياف لضرب هذه الأرقام بـ (١٠٠٠).

يقوم هذا الجهاز بفحص قوة شد خصلة شعيرات قطنية، ويتألف كما هو واضح في الشكل (٥٤) من: ملزمة، مشط لتمشيط الشعيرات، فكاً الإمساك بالعينة، فك علوي ثابت وآخر متحرك، ذراع مرقم من (٥-٢١) رطل انكليزي، عربة مرقمة من (٠-١٠) من أجزاء الرطل الانكليزي، زئبق، ويجب أن يكون الجهاز على مستوى أفقي مائل قليلاً.



الشكل (٥٤): جهاز برسلي

الطول القاطع: (١١,٣) رطل إنكليزي - وزن الشعيرات المقطوعة: (٣,٢) ملغ

المسافة بين الفكين = صفر: دليل برسلي = الحمل القاطع بالرطل الانكليزي / وزن الشعيرات بالملغ

المسافة بين الفكين (٨/١) بوصة: نسبة برسلي = الحمل القاطع بالرطل الانكليزي / وزن الشعيرات بالملغ

دليل قوة الشعيرات = (نسبة برسلي / ٣,١٩) × ١٠٠٠

متانة الشعيرات = دليل برسلي × (5.3 g/tex)

١٥ - جهاز تعيين أطول الشعيرات Classifibers:

يحدد هذا الجهاز كما في الشكل (٥٥) طول تيلة القطن ويطابق طول التيلة بالفحص مع الرتبة. ويعتمد هذا الجهاز على مبدأ انعكاس الضوء.

ويتألف الجهاز من: حجرة العينة، ساعد رفع العينة، غطاء مثقب، مقبض متحرك للمشط، المشط الحامل للعينة، فرشاة لتنظيف وتسريح العينة، فرشاة حديدية لتنظيف كسوة الجهاز عند تحضير العينة، الجهاز الفاحص: حجرة ضوئية.



الشكل (٥٥): جهاز تعيين أطوال الشعيرات

وتظهر على قائمة النتائج مجموعة من الرموز كما في الجدول (٤٥)، والتي تعني:

الجدول (٤٥)

دليل بعض رموز جهاز تعيين أطوال الشعيرات	
طول الشعيرات الفعال	SL 2.5%
متوسط طول الشعيرات	ML
الطول الأكبر من الطول المتوسط	UFM
نسبة الشعيرات القصيرة الأقل من (٠,٥) بوصة (١٢,٧ سم)	SFC %
معامل انتظام الشعيرات	UT %
درجة انتظام الشعيرات	UR
معامل الاختلاف	CV %

١٦- قياس درجة البياض والأصفرار LUCI:

يقصد بالبياض نسبة اللون الأبيض في العينة وبالتالي معدل النقاوة، أما الاصفرار فيدل على محتوى العينة من الشوائب السمراء العاتمة والفضلات العالقة والتي تمنع من إظهار نقاوة اللون الأبيض. ويتألف الجهاز كما يظهر من الشكل (٥٦) من: كرة سوداء اللون على اليمين لتعبير الجهاز ولتحميل العينة المراد تعيين درجة بياضها، أسطوانة كريستال زجاجية لوضع العينة فيها، شاشة إلكترونية لنتائج المعايرة، أزرار التحكم بالجهاز، معالج تحليل النتيجة وإظهار النتيجة على الشاشة.



الشكل (٥٦): جهاز تعيين درجة البياض

مبدأ عمل الجهاز: يشابه مبدأ عمل هذا الجهاز المطياف الضوئي العادي الخاص بالملون Spectrophotometer، إذ يعتمد على مبدأ الإلكتروني بإرسال إشعاع ضوئي بطول موجي معين من مصباح تنغستين على سطح الشعيرات ليتم امتصاص قسم منها وعكس الباقي، وهذا ما يدل على:

- لون الألياف: فكلما كان لونها أقوى كانت قابلة لامتصاص أكبر وانعكاس أقل.
- سطح الألياف: فكلما كان سطح الألياف خالياً من العقد أو الالتواءات (أي أن مقطعه الطولي أسطواني منتظم) كلما كانت درجة انعكاسه أعلى.

وبعد ذلك تستقبل الأشعة المنعكسة على شريحة مستقبل إلكتروني حيث تحول بعد ذلك قيمة رقمية، ويبين الجدول

(٤٦) أهم المواصفات العالمية للقطن:

الجدول (٤٦)

المواصفات العالمية للقطن وفق نشرة أوسنر الدولية			
٤,٣	النعمية	١٣٢/٣ انش	طول التيلة
٢٥ غ/تكس	قوة الشد	%٤٧	الانتظامية
٠,٩	نسبة الشعيرات القصيرة	غ/٢٠٠	عدد النبس
٩	درجة الاصفرار	٠,٧٥	درجة انعكاس الضوء
500 μ m < dust < 400 μ m	عدد جزيئات الغبار	%٠,٤	نسبة الشوائب

الباب الثالث

النظرية الصباغية والأصبغة.
تصنيف الأصبغة المستخدمة في الصباغة.
أساسيات ومبادئ عملية الصباغة.
مواصفات وثبائيات الأصبغة.
المواد الداخلة في بناء الحمام الصباغي.

النظرية الصبغية والأصبغة

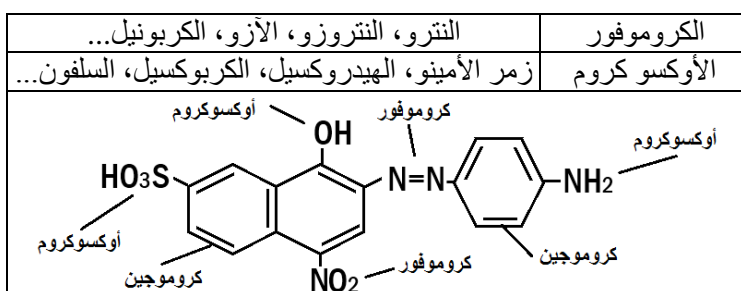
١- تعريف:

الصبغ مركب كيميائي قادر على الارتباط بطريقة ما مع الألياف المراد صباغتها مانحاً لها اللون، ويكتسب المركب الكيميائي اللون عندما يمتلك القدرة على امتصاص حزمة ما من الطيف المرئي وعكس الباقي. ويذكر الدكتور هنريش زولينغر في كتابه كيمياء اللون: يعتمد ظهور اللون على مجموعة من العوامل الفيزيائية والكيمائية والفسولوجية والنفسية، والجزء من الطيف الذي يراه الإنسان في مجال من أطوال موجة بين (٤٠٠-٧٠٠) نانومتر، ويمكن للغازات أو السوائل والمواد الصلبة الزجاجية امتصاص كامل الضوء أو عكس قسم منه لينفذ عبرها، ويبدأ الضوء الصادر عن منبع ضوئي أو منعكس عن سطح عاكس تفاعلاً كيميائياً بعد وصوله لشبكية العين ليصار إلى نقل المعلومات منها للدماغ لتتوصل إلى ما يُسمى بالإدراك البصري.

٢- بنية الصبغ:

٢-١- الكروموفور: أو حامل اللون، ومهمته امتصاص الحزمة الضوئية، ومن أهم الكروموفورات: النترو، النتروزو، الأزو، الكربونيل...

٢-٢- الأوكسو كروم: أو معزز اللون، ومهمته إزاحة العصابة الضوئية الممتصة حتى أمواج أطول ما يؤدي لزيادة عمق اللون، وكثيراً ما يلعب دوراً في جعل الجزيء الصبغى حلوياً بالماء من جهة وتثبيت الصبغ على الألياف عبر تفاعل كيميائي معها، ومن أهم الأوكسوكرومات: زمر الأمينو، الهيدروكسيل، الكربوكسيل، السلفون...



٢-٣- الباثوكروم: أو معزز اللون باتجاه الموجة الأطول، أي من البنفسجي نحو الأحمر.

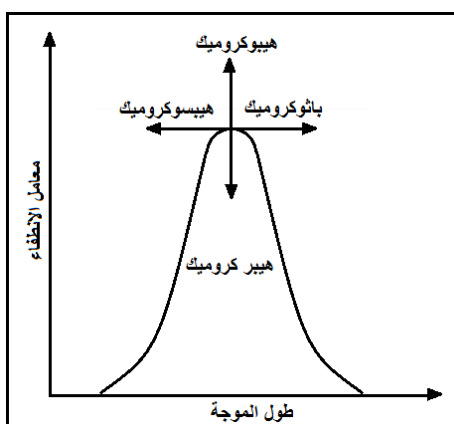
٢-٤- الهيبسوكروم: معزز اللون باتجاه الموجة الأقصر، أي من الأحمر إلى البنفسجي.

٢-٥- الكروموجين: وهي المجموعات العطرية التي ترتبط بها الكروموفورات.

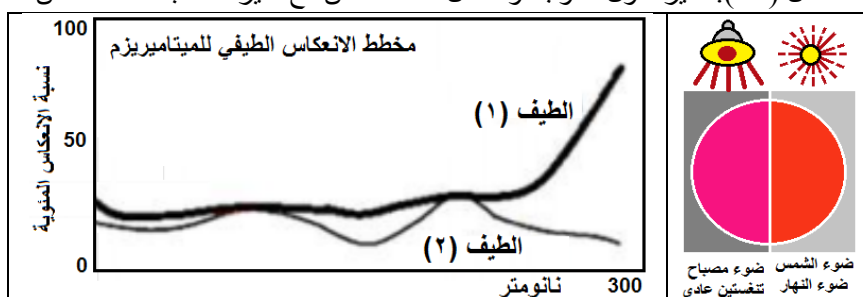
ويجمع الدكتور زولينغر علاقة كل هذه المكونات ببعضها على الشكل: بقيت البحوث على مدى مئة عام تعتمد على الأسس التي وضعها ويت White عام (١٨٧٦)، والتي يمكننا اختصارها بأنه يتوجب على المركب الكيميائي كي يمتلك القدرة التلوينية أن يحوي مجموعات أساسية، وهي الكروموفور الذي يقوم ارتباطه على مبدأ ترافق الروابط الثنائية، وعندما يكون الكروموفور قادراً على منح اللون للمركب نسميه أوكسوكروم، واعتمد حديثاً تسمية الأوكسوكروم كمانح للالكترونات مثل مجموعات NH_2^- , OH^- , O^- ، وتسمية الأنثي أوكسوكروم كالمجموعات والزمر الآخذة للالكترونات، وعلى ما سبق فإن الكروموفورات الخطية مع أنظمة الحلقات المترافقة الروابط تشكل ما ندعوه الكروموجين.

ونجد في البحوث الصناعية للأصبغة أن معظم البنى الأساسية لمركبات الألوان صناعية، وتختلف فيما بينها في مواقع أو وظائف متبادلاتها وبعض التفاصيل الثانوية الأخرى، لذا فقد تم إجراء دراسة تحليلية لامتصاص مجموعات الأصبغة المتقاربة فيما بينها، وهذا ما دفع العالم هو How لدراسة تأثير مختلف هذه العوامل على الامتصاص، فبحسب الشكل (٥٧) تم تصنيف الازدياد أو التناقص في طول الموجة وعلى التوالي بمصطلحي باثوكروميك Bathochromic وهيبسوكروميك Hypsochromic، وأطلق على الازدياد أو التناقص في قيمة عامل الامتصاص مصطلحي هيبركروميك Hyperchromic وهيبوكروميك Hypochromic.

ومن المهم ملاحظة أن العين البشرية تتحسس الأمواج الضوئية في مجال الأطوال (٤٠٠٠-٨٠٠٠) أنغستروم أو (١٠^{-٨}) سم، ويتوقف أو يرتبط اللون الذي تراه العين بالمصدر الضوئي أولاً كأن يكون ضوء الشمس أو مصباح عادي أم ملون، ومن ثم الشعاع المنعكس عن المادة الملونة والذي تتلقفه العين، فإذا ما سقط لون أبيض على جسم وبدا لنا أنه برتقالي كان السبب أنه عكس البرتقالي وامتص الباقي، ونرى في الشكل (٥٨) مظاهر تغير اللون بتغير المصدر الضوئي أو ما يسمى الميتميريزم.



الشكل (٥٧): تغير طول الموجة ومعامل الامتصاص مع تغير عصابة الامتصاص



الشكل (٥٨): تغير اللون بتغير المصدر الضوئي

وعندما تعكس المادة جميع ألوان الطيف فإنها تبدو أبيض اللون، وعلى العكس فعندما تمتص جميع ألوان الطيف تبدو لنا سوداء اللون، ويظهر لنا الجدول (٤٧) اللون الممتص واللون المنعكس بما يُطلق عليهما اللونان المتكاملان:

الجدول (٤٧)

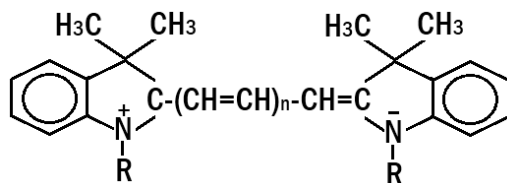
أطوال أمواج ألوان الطيف واللونان المتكاملان			
طول الموجة	اللون الممتص	اللون المنعكس	مصدر ضوئي
4000-4350 A°	بنفسجي	أخضر مصفر	
4350-4800 A°	أزرق	أصفر	
4800-4900 A°	أزرق مخضر	برتقالي	
4900-5000 A°	أخضر مزرق	أحمر	
5000-5600 A°	أخضر	أرجواني	
5600-5800 A°	أخضر مصفر	بنفسجي	
5800-5950 A°	أصفر	أزرق	
5950-6050 A°	برتقالي	أزرق مخضر	
6050-7500 A°	أحمر	أخضر مزرق	

٣- نظرية نشوء اللون:

تعددت نظريات بناء الأصبغة ولم يستقر الوضع العلمي في تفسير ظاهرة اللون وربطها بالبنية الكيماوية بسبب الحالات الشاذة لكل نظرية، ومع ذلك فإن ثمة خطوط عريضة وبعض الظواهر الملاحظة والتي يمكن إجمالها بـ:

- أن يكون الجزيء كبير الحجم نسبياً وحاوياً إلكترونات باي (π).
- ضرورة أن يكون هناك ترافقاً لنظام الروابط الثنائية في الجزيء بحيث تتمكن السحابة الالكترونية من الطنين والتحرك على كامل الجزيء بأقل طاقة ضوئية يمكن أن تصلها.

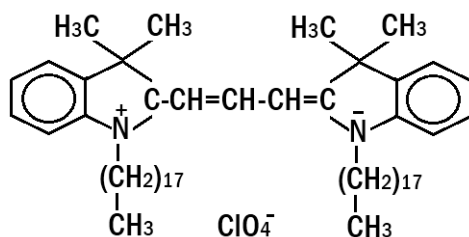
ويشرح لنا مثال كربوسيانين Carbo-cyanine هذه الملاحظات:



إذ يؤدي ازدياد قيمة n لانتقال اللون الممتص وفق الجدول (٤٨):

الجدول (٤٨)

تغير اللون المنعكس بتغير قيمة n				
قيمة n	٣	٢	١	صفر
اللون المنعكس	أخضر	أزرق	أحمر	أصفر



البحث الثاني

تصنيف الأصبغة المستخدمة في الصناعة النسيجية

١ - المقدمة:

تُصنف الأصبغة المستخدمة في الصناعة النسيجية وفق معيارين مختلفين، أولهما كيمائي علمي تأخذ به مخابر البحث العلمي، والآخر تطبيقي يأخذ به الصباغون وشركات صناعة الأصبغة.

٢ - التصنيف الكيمائي للأصبغة: يبين الجدول (٤٩) أهم الوحدات الداخلة كبنية أساسية والمجموعة الدالة عليها:

الجدول (٤٩)

وحدة البناء الأساسية	المجموعة	وحدة البناء الأساسية	المجموعة
R-NO ₂	نترو	R-NO	نتروزو
R-N=N-R ₁ -N=N-R ₂	ثنائي الأزو	R-N=N-R ₁	أزو
R-N=N-R ₁ -N=N-R ₂ -N=N-R ₃	بولي الأزو	R-N=N-R ₁ -N=N-R ₂ -N=N-R ₃	ثلاثي الأزو
	ستلين	R-SO ₂ -CH ₂ -CH ₂ -O-SO ₃ H R-SO ₂ -CH ₂ -CH ₂ -Cl	ريمazol
	أزين		ثنائي أريل الميثان
	ثلاثي اريل الميثان		انتراكينون
	تيازين		أوكسازين
	كوينولين		اكسانتين
$\oplus X Y \ominus$ -N=C-CH=R	ميتين		اكريدن
-N=C=O	اندوفينول	-N=C=N-	اندامين
	قتالو سيانين		تيمazol
	هيدروكسي كينون		لاكتون
			أمينوكوينونز
	كبريت		انديكويد
			أحادي كلور التريازينيل
			ثنائي كلور التريازينيل

٣ - التصنيف التطبيقي للأصبغة: يُصنف الصباغون وشركات إنتاج الأصبغة أنواع الأصبغة بحسب:

١. نوعية الألياف الملانمة: قطن مباشرة، قطن تفاعلية، صوف...
٢. شروط التطبيق: حرارة عالية، ضغط جوي، حمام إرجاع...

وتتداخل التسميات أحياناً فيما بين العلمية نوعاً ما والتطبيقية كتسميات مهنية شائعة، كأن نقول صباغ قاعدي أو اكريليك، صباغ حمضي أو صوف .

ونرى في الجدول (٥٠) التصنيف التطبيقي للأصبغة والذي قد نخرج عنه أحياناً بسبب قابلية بعض الألياف لتشرب أكثر من نوع، فمثلاً نجد أنه يمكننا صباغة الاكريليك بالتركيز الضعيفة (دون ٥,٥%) بالأصبغة المعلقة، والبولي أميد بالأصبغة المعلقة أو المباشرة...، وكل خروج عن هذا الجدول يستلزم خبرات مهنية متأصلة كي لا يسبب الخروج عن الحدود الدنيا من المواصفات والثباتات والكلف المطلوبة أي اقتصادية العملية ككل.

الجدول (٥٠)

التصنيف التطبيقي للأصبغة			
الصباغ	الوسط	الملح	درجة الحرارة
الألياف السيلولوزية والفيكوز			
المباشرة " الديركت "	معتدل إلى قلوي	تحتاج	٩٥ م°
التفاعلية " الرأكتيف "	قلوي		٨٠/٦٠/٤٠/٣٠ م°
الأحواض			٨٠/٦٠/٤٠ م°
الكبريتية " السلفور "			٩٥ م°
النفثول " الديازو "	قلوي لحوض الأساس وحمضي لحوض الديازة		٩٥/بارد
الصوف			
الحمضية " الأسيدي "	حمضي	تحتاج	١٠٥ م°
المعدنية المعقدة			
الكرومية	حمضي يتبعه حوض حمضي للمعالجة بالكروم		
البولي أميد			
الحمضية " الأسيدي "	حمضي	لا تحتاج	٩٥ م°
الأسيتات			
المبعثرة " الديسبرس "	حمضي	لا تحتاج	٨٠ م°
تري أسيتات			
المبعثرة " الديسبرس "	حمضي	لا تحتاج	١٢٠ م°
البوليستر			
المبعثرة " الديسبرس "	حمضي	لا تحتاج	١٣٠ م°
البولي أكريلو نتريل			
القاعدية الموجبة	حمضي	قد تحتاج	حتى ١٠٥ م°

٤- الأصبغة والتلوث: مُنعت قائمة الأصبغة الحاوية في بنيتها واحداً من أفراد مجموعة مركبات الجدول (٥١):

الجدول (٥١)

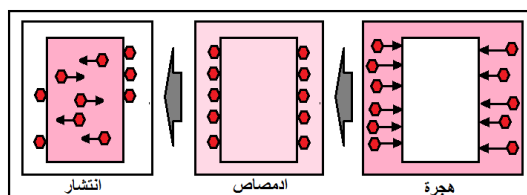
قائمة البنى أو الزمر الممنوعة المسببة لمنع الأصبغة المعتمدة بهيئة المواصفات والمقاييس السورية بتاريخ ٢٠٠٣/٣/٢٢			
1	4-Aminodiphenyl	11	3-3'-Dimethoxyd benzidine
2	Benzidine	12	3,3-Dimethylbenzidine
3	4-Chloro-o-toluidine	13	3,3'-Dimethyl-4,4 diaminodi-phenylmethane
4	2-Naphthlamine	14	p-Kresidine
5	O-Aminoazotoluol	15	4,4'-Methylene-to-(2-chloraniline)
6	2-Amino-4-nitrotoluol	16	4,4'-Oxydianiline
7	p-Chloraniline	17	4,4'-Thiodianiline
8	2-4-Diaminoanisol	18	o-Toluidine
9	4,4'-Diaminodiphenylmethane	19	2,4-Toluylendiamine
10	3,3'-Dichlorbenzidine	20	2,5,5-Trimethylaniline

أساسيات ومبادئ العملية الصباغية

١- المفاهيم الأساسية للصباغة: تتم العملية الصباغية عبر مراحل ثلاث: هجرة، ادمصاص، انتشار، ارتباط:

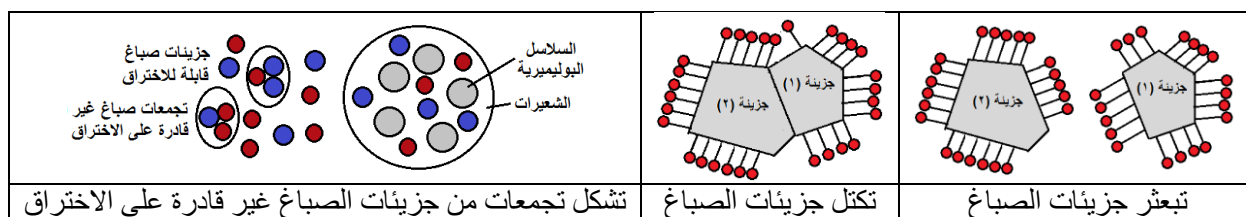
١-١-١-١-١ مرحلته الهجرة: ويتم خلالها انتقال جزيئات الصباغ من الوسط المائي حتى الحدود المشتركة بين المحلول و سطح الشعيرات وبالعكس، ومن ثم ادمصاصها سطحياً، ويتحكم بمردود هاتين المرحتين عوامل رئيسية ثلاث:

١-١-١-١ الفوى الكهربائية الكامنة: تكتسب الألياف السيللوزية مثلاً وعند غمرها بالماء كموناً كهربائياً ساكناً يُطلق عليه اسم مفعول زيتا Zeta potential جعلها تكتسب شحناتٍ سالبة في وسطٍ معتدل، وعلى العكس من الألياف التي تكتسب البروتينية شحنات موجبة في وسط حمضي وسالبة في وسط قلوي.



الشكل (٥٩)

١-١-٢- الحرارة: تكون معظم الأصبغة في المحلول المائي غير متأينة أو متأينة جزئياً أو على شكل أيونات شبه غروية تحاكي جزيئات الصابون، ما يدفعها للتجمع على بعضها بعضاً، وبالتالي لتشكيل تجمعات كبيرة نسبياً كما نرى في الشكل (٦٠)، وتتكسر هذه التجمعات لتجمعات أصغر بفعل ارتفاع درجات الحرارة وبالتالي ارتفاع طاقتها الحركية والاهتزازية، وبإضافة مواد مبعثرة تمنعها من تشكيل مثل هذه التجمعات:



الشكل (٦٠)

ولما كان كروموفورا الأصبغة المباشرة والحمضية أنيونيين، فإنهما يعانيان من حالة تنافر مع الألياف السيللوزية بفعل كمون زيتا، ولتجاذب في حالة الألياف البروتينية في الوسط الحمضي، لذا فإن إضافة كهرليت مثل ملح كبريتات الصوديوم سيخفف كمون زيتا في الألياف السيللوزية ما يرفع من معدلات جذب الأصبغة نحو الألياف، وعلى العكس فإنه سيخفف من الهجوم السريع للأصناف القديمة من الأصبغة الحمضية تجاه الألياف البروتينية كعامل مؤخر يرفع درجة التسوية.

١-١-٣- التحريك: يستلزم تشكيل روابط مشتركة أو هيدروجينية بين الألياف وجزيئات الأصبغة أن تكون ضمن مجال تشكيل هذه الروابط، أي بحدود (١-٥) أنغستروم، وللقوى الكهربائية الساكنة بحدود (١٠٠) أنغستروم، ومن هنا ينشأ تنافر متبادل بين الأصبغة والألياف ما يجعلنا نحتاج زمناً أطول أخذين بعين الاعتبار الحركة الاهتزازية للجزيئات في المحلول لإدخالها ضمن حقل تشكل الروابط ذي المجال الصغير، والبدء باستنزاف الأصبغة من المحلول وصولاً لحالة التوازن، وهذا ما يدفعنا لرفع درجة حرارة الحمام لدعم الفعالية الاهتزازية للجزيئات وبالتالي وصولها حتى سطح الألياف وتكسير التكتلات الصباغية شبه الغروية من جهة، وإضافة ملح بيطل مفعول زيتا كما سبق وذكرنا من جهة أخرى.

١-٢-١-٢- مرحلة الانتشار: تعني اختراق الأصبغة وانتشارها من سطح الألياف باتجاه العمق، أي باتجاه الفراغات البينية الموجودة بين المناطق البلورية للألياف، وترتبط فعالية هذه المرحلة بعدة عوامل، من أهمها:

- حجم وشكل الجزيئات الصباغية: فكلما صغر حجم جزيئات الصباغ ازدادت سرعة انتشارها.
- عدد المسامات الموجودة في واحدة السطح للبنية الدقيقة للألياف والتي تزداد بازديادها.

• تركيز جزيئات الأصبغة المتواجدة عند الحد الفاصل بين المحلول و سطح النسيج والذي يؤدي لزيادة الانتشار بازدياد التركيز.

١-٣-١ **مرحلة الارتباط:** ويتم في هذه المرحلة ارتباط جزيئات الصباغ مع الألياف بروابط مشتركة أو هيدروجينية أو بقوى أخرى ذات طبيعة فيزيائية أو أيونية.

١-٣-١-١ **الرابطة المشتركة:** ونجدها عند الأصبغة التفاعلية المطبقة في صباغة الألياف السيللوزية والتي يتم التفاعل الكيماوي بينها وبين زمرة الهيدروكسيل الأولية عبر مجموعات فعالة مثل مجموعة فينيل سلفون وغيرها. ١-٣-١-٢ **الارتباط الأيوني:** ويحدث غالباً عند الألياف البروتينية التي تتمتع بخاصة التذبذب في الوسط المعتدل، إذ يتشكل ملح أيوني بين زمرة الكربوكسيل والأمين المتجاورتين، وتتعدل الشحنة السالبة بإضافة الحمض تاركَةً شحنة موجبةً على زمرة الأمين ترتبط بأيون الصباغ السالب.

١-٣-٣-١ **الرابطة الهيدروجينية:** يمكن للأصبغة الحاوية على زمر كالهيدروكسيل والأزو والأمينو تشكيل روابط هيدروجينية مع زمر الهيدروكسيل في السيللوز.

١-٣-٤-١ **القوى الفيزيائية:** يمكن للأصبغة الحاوية على سلسلة براهينية طويلة وبنية مستوية منتظمة أن ترتبط ارتباطاً جيداً بالألياف الصوفية، وكذلك فإن ازدياد عدد الحلقات العطرية أو السلاسل الأليفاتية غير المتفرعة يرفع كثيراً من ميل الصباغ نحو النسيج عن أن نضيف للصباغ مجموعة إضافية قادرة على تشكيل روابط.

٢- **سرعة العملية الصباغية:**

ينبغي لرفع اقتصادية العملية الصباغية أن نصل لمعدلات الاستنزاف الأعلى للصباغة بأسرع وقت ممكن بشرط تحقيق صباغة عالية التسوية والثباتية، لذا فإننا نلجأ لإضافة بعض العوامل المساعدة لرفع سرعة وتجانس العملية ككل وبالتالي رفع معدلات الانتشار عبر عدة عوامل، أهمها:

١. رفع درجة الحرارة.

٢. التحريك.

٣. منع تكثف الأصبغة ما يستلزم إضافة عوامل البعثرة والتسوية.

٤. المبللات.

٥. الكهرليات للأصبغة التي تستلزم كهرليات كالألياف السيللوزية.

مواصفات وثباتيات الأصبغة

المقدمة:

يتم تقييم الأصبغة عادةً من خلال قدرتها على تحقيق مواصفات خاصة وفق معايير نظامية تشير لها الشركات المنتجة عادةً وفق نظام الاختبار الذي اعتمده ومجدولةً بقيم رقمية أو حروف تعكس النتائج.

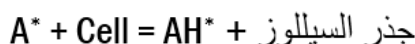
فمن الأرقام ما يدل على الثباتيات، ومن الحروف ما يدل على مواصفات وخواص الصباغ كالدالة E من Easy للدلالة على سهولة امتزاز الأصبغة المبعثرة (الديسبرس) عند درجات الحرارة المنخفضة، وتعتبر نظم الاختبارات التي تحدد الثباتيات المرجع الأهم في تعيين القيمة العملية والمادية للصباغ، ونجد في الجدول (٥٢) أهم نظم الاختبارات السائدة في العالم:

الجدول (٥٢)

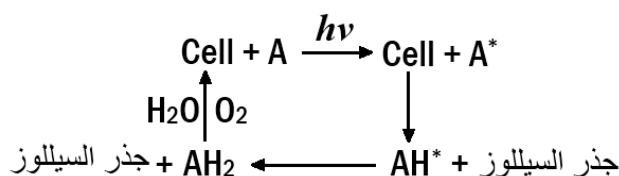
أهم نظم الاختبارات السائدة في العالم	
The American Association of Textile Chemists & Colorists: AATCC	الجمعية الأمريكية لكيمائي وصباغي النسيج
The International Organization of Standardization: ISO	معايير المنظمة الدولية للمقاييس
The European Convention for Fastness: ECF	الاتفاقية الأوروبية للثباتيات

١ - الثباتية للنور:

ويتم اختبارها عادةً على ضوء: مصباح الكزنيون، ضوء النهار، ضوء قوس الفحم... إذ يؤدي التعرض للأشعة الضوئية لتحلل قدر من الصباغ والسيلولوز بفعل تهيج الكترولونات الأصبغة المتوضعة على سطح النسيج (بسبب فوتونات الطاقة الضوئية) لتدخل بتفاعلات فوتوكيماوية معقدة مع مكونات الهواء وبخاصة الأكسجين. فقد أجرى بوغ Baugh عام (١٩٧٠/٦٩) دراسة لتخرب السيلولوز بتأثير الضوء بوجود انتراكينون (٢،١ - سلفونات) وصباغ كاليدون أصفر Caledon yellow، واستنتج أنه يحدث أولاً انتقال لالكترولونات جزيئات الانتراكينون من الحالة المستقرة للحالة المهيجة، ويتضمن هذا انتقال للالكترولونات إلى $(n\pi^*)$ ، وينتزع هذا الجزيء في الحالة المهيجة الهيدروجين من السيلولوز ليعطي أنتيدروكينون AH^* : Anthydroquinone:

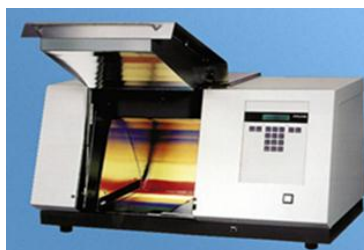


ويتفاعل (AH^*) مع الأكسجين المشتق بصورة مباشرة وغير مباشرة من الهواء ليعطي مجدداً الانتراكينون:



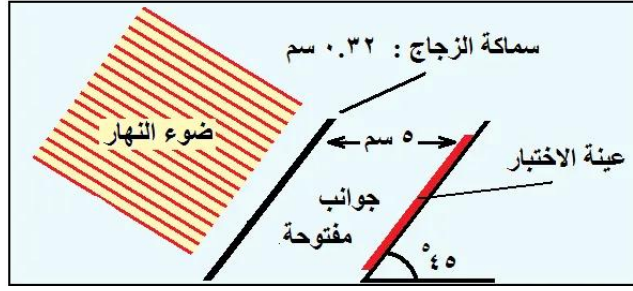
واقترح بأن هذه الآلية ستؤدي إلى تخرب السيلولوز بوساطة النور.

ويتم اختبار الثباتية على مصباح الكزنيون عند أطوال موجية محددة خاصة كما في الشكل (٦١):



الشكل (٦١): جهاز اختبار الثباتية على مصباح الكزنيون Xenon lamp 12

أما الاختبار على ضوء النهار فيتم تطبيقه عادة بوضع العينات المصبوغة مع المقياس الرمادي بإطار خشبي، ويغطي الإطار بلوح زجاجي سماكته (٠,٣٢) سم وبمسافة بين الزجاج والعيّنات (٥) سم، ويراعى أن تكون جوانب الإطار مفتوحة لتسمح بمرور الهواء بسهولة على العينات، ومن ثم يعرض الجهاز للضوء في مكان خالٍ من الظلال بزواوية (٤٥°) كما في الشكل (٦٢):



الشكل (٦٢): وضعية إطار اختبار الثباتية على النور في ضوء النهار

تعرض ثلاث أرباع العينة للضوء ويحجب الربع الباقي منها بأوراق مفضضة، وتُحدّد درجة الثباتية بملاحظة أي تغيير يحدث في لون العينة المدروسة، ويُقارن عند ذلك هذا التغيير بالاختلاف الناتج في النماذج القياسية المعرضة معها للضوء، فإذا حدث التغيير في النماذج الثلاثة الأولى وبدأ التغيير في النموذج رقم (٤) دل ذلك على أن درجة الثباتية (٤) كما هو مبين في جدول المقياس الرمادي أو الأزرق (٥٣)، والذي يتألف من ثماني عينات قياسية من الصوف مصبوغة بنسب ثابتة وبأصبغة مختلفة:

الجدول (٥٣)

العينة المختبرة		التقييم	الثباتية
الصباغ وفهرس اللون " I.C "			
1	Acilan Brill Blue FFR: Acid Blue 104	ضعيفة جداً	1
2	Acilan Brill Blue FFB: Acid Blue 109	ضعيفة	2
3	Coomassie Brill Blue R: Acid Blue 83	متوسطة	3
4	Supramine Blue EG: Acid Blue 121	حسنة	4
5	Solway Brill Blue RN: Acid Blue 47	جيدة	5
6	Alizarine Lighte Blue 4GL: Acid Blue 23	جيدة جداً	6
7	Soledon Blue 4BS powder: Sol-vat Blue 5	ممتازة	7
8	Indigosol Blue AGG: Sol-vat Blue 8	ممتازة جداً	8

٢- الثباتية على الغسيل:

تعبّر هذه الثباتية عن قدرة الصباغ في تحركه من النسيج لمحلول الغسيل الحاوي على الصابون بتركيز معين وعند درجتي قلووية وحرارة معلومتين، وترتبط هذه الثباتية عادةً بنوعية الرابطة التي تربط الصباغ بالنسيج أولاً، وبنية الصباغ نفسه ثانياً، إذ أن ازدياد عدد الزمر الهيدروفيلية في جزيء الصباغ يعزز ألفته نحو الماء، وبالتالي تحرك الصباغ نحو الماء، خافضاً الثباتية للغسيل كأثر سلبي في الوقت الذي يرفع فيه من قدرة الصباغ على التسوية كأثر إيجابي بفعل تحسن قابلية انحلال الصباغ بالماء.

ويتم الاختبار بوضع قطعة القماش المراد اختبارها بين قطعتي قماش أبيض وتخاط القطع الثلاث مع بعضها من الحواف، وتكون قطعة القماش البيضاء الأولى من نفس نوع المصبوغة والقطعة الثانية تكون بحسب الجدول (٥٤)، وتدعى عينة الاختبار بالعينة المركبة، وتعالج في بيشر سعة ليتر ويحوي محلول صابون^(١) بتركيز (٥%) وبحيث تكون نسبة الحمام (١:٥٠)، وتحرك العينة ويتم تقييمها حسب تعليمات الإيزو المبين في الجدول (٥٥).

الجدول (٥٤)

قطعة القماش البيضاء الأولى	قطن، حرير، فيسكوز، كتان	صوف	أسيئات السيلولوز	بوليستر، اكريليك
قطعة القماش البيضاء الثانية	صوف	فيسكوز	صوف أو فيسكوز	صوف أو قطن

الجدول (٥٥)

الاختبار	الرمز	درجة الحرارة	الزمن	ملاحظات
الأول	ISO CO 1	٤٠ ± ٢ م	٤٥ دقيقة	تعادل عملية غسيل منزلية
الثاني	ISO CO 2	٥٠ ± ٢ م	٣٠ دقيقة	تعادل عمليتي غسيل منزلية
الثالث	ISO CO 3	٦٠ ± ٢ م	٣٠ دقيقة	بوجود (٢) غ/ل كربونات الصوديوم
الرابع	ISO CO 4	٩٥ ± ٢ م	٣٠ دقيقة	
الخامس	ISO CO 5	٩٥ ± ٢ م	٤ ساعات	

تشطف العينات بعد انتهاء الاختبارات الثلاثة بالماء البارد المقطر مرتين ثم لمدة (١٠) دقائق بماء صنوبر جار وتعصر وتجفف بالهواء الساخن الذي لا تزيد درجة حرارته عن (٦٠م°)، ثم نقارن العينة المغسولة مع الأصلية غير المغسولة ومقدار تلوث القطع المرافقة مع المقياس الرمادي أو الأزرق المبين في الجدول (٥٦) والذي نصنف الثباتية على أساسه لتقدير درجة فقدان اللون:

الجدول (٥٦)

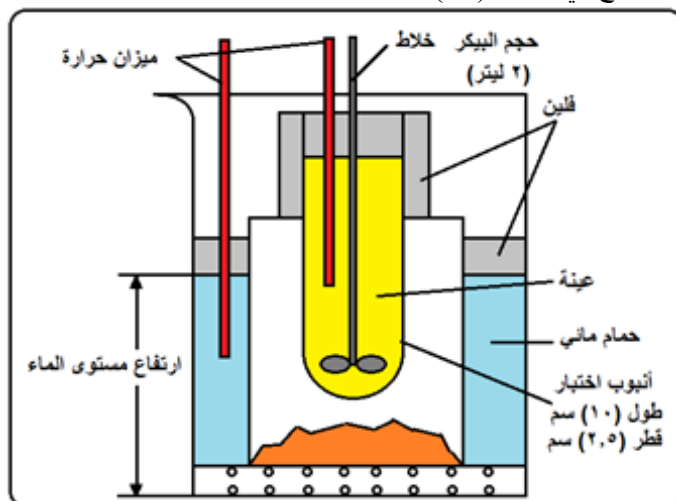
المقياس الرمادي الخاص بدرجات الثباتية على الغسيل					
وفق نظام التجارب على تغير اللون بين عينتين مغسولة ومصبوغة غير مغسولة بحسب نظام الإيزو					
تغير اللون	لا تغير	طفيف جداً	متوسط	واضح	كبير جداً
	٥	٤	٣	٢	١

(١): يحتوي محلول الغسيل على (٥) غ/ل من صابون ذي المواصفات الواردة في الجدول (٥٧) على أساس الوزن الجاف:

الجدول (٥٧)

تركيب محلول صابون اختبار الثباتية على الغسيل			
النسبة	المكون	النسبة	المكون
$\leq 85\%$	مواد دهنية كلية	$\geq 0,3\%$	قلوي حر على أساس كربونات الصوديوم
$\geq 30\%$	درجة التيتير ^(٢) لمزيج الحموض الدهنية في الصابون	$\geq 0,1\%$	قلوي حر على أساس هيدروكسيد الصوديوم
درجة التيتير: درجة تجمد الحموض الدهنية المتحللة			

(٢): درجة التيتير أو درجة تجمد الحموض الدهنية: وتقيس درجة تجمد الحموض الدهنية، وتطبق على الحموض الدسمة لجميع أنواع الصابون في جهاز كما هو واضح في الشكل (٦٣):



الشكل (٦٣): جهاز تحديد درجة التيتير

- ١- تضبط كمية الماء إلى المستوى المحدد وتثبت الحرارة عند (٢٠±٢م°) لجميع العينات التي درجة حرارتها أعلى من (٣٥م°)، وتثبت عند حرارة (١٥م°) التي درجة حرارتها أقل من (٣٥±٢م°).
- ٢- يوضع ميزان الحرارة وأنبوب الاختبار الحاوي على الحموض العضوية في الجهاز.
- ٣- يحرك بواسطة أنبوب التحريك بشكل عمودي حركة واحدة في الدقيقة، ويبدأ بالتحريك عندما تصل درجة الحرارة إلى (١٠م°) فوق درجة تجمد الحموض.
- ٤- يستمر في التحريك حتى تصبح درجة الحرارة ثابتة لمدة (٣٠) ثانية، أو تبدأ بالصعود خلال فترة أقل من (٣٠) ثانية، يوقف التحريك فوراً ويرفع أنبوب التحريك، ويراقب ارتفاع درجة الحرارة، وتكون درجة تجمد الحموض أعلى درجة يشير إليها مقياس الحرارة، وتعاد التجربة مرة ثانية للتأكد من هذه الدرجة.

وينألف المقياس الرمادي هنا بحساب د. مقدسي من خمسة أشفاح مرجعية من الشرائح أو الأقمشة الرمادية بحيث يكون هناك فارق مرئي محدد في اللون الرمادي بين كل شفع من الأشفاح الخمسة بحسب صيغة آدمز - نيكرسون، ويطابق كل فارق درجة ثباتية محددة، فدرجة الثباتية (١) تتمثل على المقياس بشريحتين متماثلتين لونهما ذات الرمادي أي أن الفارق بين لونهما يساوي الصفر، أما درجات الثباتية (١-٤) فيتم تمثيلها بشريحة مرجعية من اللون والنوع المستعمل لدرجة الثباتية (٥) مقرونة بشريحة أفتح لوناً، ويتغير الفارق المرئي في لون هذه الأشفاح وفق خطوات متوالية هندسية.

يُقارن الفارق المرئي في اللون بين العينتين المختبرة والأصلية بالفارق المعادل في أشفاح الشرائح بالمقياس الرمادي، وتعطى درجة الثباتية من رقم شفح الشرائح المعادل للفارق اللوني بينهما، فإذا وقع الفارق بين درجتين دون أن يعادل أيًا منهما تعطى للعينه درجة ثباتية متوسطة مثل (٣-٤ أو ٤-٣)، وتكون هاتان الدرجتان متساويتين. أما درجة التبقيع على العينات البيضاء غير المصبوغة فيقدر بالمقياس الرمادي (٢)، وتتم المقارنة بين القماش الملتخ مع المقياس الرمادي (٢)، ويتألف المقياس بحسب د. مقدسي من شفح مرجعي واحد من الشرائح البيضاء وأربعة أشفاح من الشرائح الرمادية والبيضاء بحيث يكون هناك فارق لون محدد بين الأشفاح الخمسة بحسب آدمز- نيكرسون، ويطابق كل فارق درجة ثبات معينة، فتمثل الدرجة (٥) على المقياس بشريحتين متماثلتين لونهما أبيض، ومثبتتين إلى جانب بعضهما بعضاً، والفارق بين لونهما يساوي الصفر، أما الدرجات (١-٤) فيتم تمثيلهما على المقياس بشريحة مرجعية بيضاء مماثلة للمستخدمه في درجة الثباتية (٥) مقرونة بشريحة رمادية، ويتغير الفارق اللوني المرئي بين الأشفاح وفق متواليه هندسية.

الاختبار الرابع للثباتية على الغسيل: توضع عينة الاختبار كما في السابق بين قطعتي قماش بيضاء، إحداهن من نفس نوع عينة الاختبار، والأخرى بحسب الجدول (٥٨)، ويتم الاختبار بالمحلول السابق نفسه ولكن بدرجة حرارة (٩٥±٢ م) ولمدة (٣٠) دقيقة، ويتم تقييم النتائج بعد الغسيل كما في الاختبارات الثلاثة الأولى:

الجدول (٥٨)

ترتيب قطع قماش اختبار الثباتية الرابع على الغسيل بحسب نظام الإيزو			
القطعة الأولى	قطن، كتان، أسينات	فيسكوز	بولي أميد، بوليستر، اكريليك
القطعة الثانية	فيسكوز	قطن	فيسكوز أو قطن

الاختبار الخامس للثباتية على الغسيل: تحضر العينة بنفس طريقة الاختبار الرابع ويطبق عليها شروط حمام الاختبار الثالث وإجراءاته بفارق أن الغلي هنا عند الدرجة (٩٥±٢ م) ولمدة أربع ساعات.

٣- الثباتية على التعرق حسب AATCC 15:

تبلل العينة حتى التمام وتوضع مع قطعة نسيج للمقارنة في محلول تعرق حمضي يحوي الليتر منه كما في الجدول (٥٩):

الجدول (٥٩)

محلول التعرق الحمضي بحسب AATCC وفق شركة كلارينت (ساندوز)			
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{N}-\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \quad \\ \text{HC} \quad \text{CH} \quad \text{NH}_2 \\ \\ \text{NH} \end{array}$	١-هيستدين أحادي كلور الهيدروجين أحادي الهيدروكسيد	٠,٠٢٥ غ
		كلوريد الصوديوم	١٠ غ
		ثنائي فوسفات الصوديوم ثنائية الماء	١,٢٥ غ
حمض اللبن	حمض الهيستدين	حمض اللبن (اللاكتيك)	١ غ

تضبط درجة الحموضة عند (4.3~pH)، ومن ثم تغمر العينة في المحلول لمدة (٣٠) دقيقة عند درجة حرارة الغرفة وبنسبة حمام (٥٠:١) ثم يسكب عليها زيادة من المحلول لتعصر بعدها بين صفيحتي زجاج تحت ضغط (١٢,٥) كيلو بار وتوضع في مجفف لمدة (٦) ساعات عند الدرجة (٣٧ م) ومن ثم تجفف بالهواء الدافئ عند درجة الحرارة (٦٠ م).

٤- الثباتية على التعرق بحسب DIN 54020:

تعني معايرة التعرق تعيين مقاومة الأقمشة المصبوغة أو المطبوعة لتأثيرات عرق الإنسان، ومن الصعوبة بمكان تطبيق العدد الكبير من الاختبارات اللازمة لأنواع التعرق، لذا فقد اعتمدت طريقة عامة غالباً لتتمكننا من الوصول للنتائج الأقرب للواقع العملي.

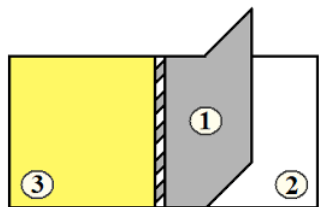
طريقة العمل: تخاط قطعة قماش خام مع القطعة المراد اختبارها وتغمر بمحلول الاختبار الحوي على مركب الهيستدين بوسط حمضي أو قلوي بحسب المطلوب، ليصار فيما بعد لتجفيفها ومقارنة لون القطعة الملونة فيما بين قبل وبعد المعالجة وتعيين درجة تلوث القطعة الخام بحسب مقياس السلم الرمادي.

محاليل الاختبار: يتم تحضيرها من مواد عالية النقاوة وفق الجدول (٦٠)، أما قطع القماش المرافقة فيتم تطبيق الاختبار على قطعتي قماش خام وبقياس (٤×١) سم، الأولى من ذات نوع القماش المراد اختباره والأخرى بحسب الجدول (٦١):

الجدول (٦٠)

محاليل اختبار الثباتية على التعرق بحسب DIN 54020		
المادة	محلول الاختبار القلوي	محلول الاختبار الحمضي
L- هيسستدين أحادي هيدرو كلوريد L-Histidine mono hydrochloride: (C₆H₉O₂N₃.HCl.H₂O)	٥ غ/ل	٥,٥ غ/ل
كلوريد الصوديوم	٥ غ/ل	٥ غ/ل
فوسفات ثنائية الصوديوم Di natrium hydrogen phosphate: (Na₂HPO₄.12 H₂O)	٥ غ/ل	٢,٢ غ/ل
محلول (٠,١) نظامي من هيدروكسيد الصوديوم	pH: 8	pH: 5.5

الجدول (٦١)

أنواع القماش المرافق للمقاس المراد اختبار ثباتيته على التعرق بحسب DIN 54020			
العينة المصبوغة (١)	القطعة المرافقة (٢)	القطعة المرافقة (٣)	
قطن، كتان، فيسكوز	ذات نوع العينة المصبوغة	صوف	
صوف، حرير طبيعي		قطن	
أسيتات		فيسكوز	
نايلون " بولي أميد "		صوف أو فيسكوز	
بوليستر، اكريليك		صوف أو قطن	

مبادئ أساسية حول الاختبار وتحضير القطع القماشية:

- ١- يتم تطبيق كل اختبار مرتين بأخذ العينة من قماش مُسَوى وبقياس (٤ × ١٠) سم وبحسب الإيزو (٦ × ٦) سم، ووضع العينة المراد اختبارها بين العينتين المرافقتين ومن ثم خياطتهما من أحد الأطراف.
 - ٢- يتم الأخذ باختبار الألياف بعد نسج عينة الخيط على شكل تريكو ليصار لأخذ قطعة نظامية القياس والتعامل معها كما في الفقرة الأسبق.
 - ٣- يتم الأخذ باختبار الشعيرات الحرة " النتر " بعد تشكيلها على شكل نسيج غير منسوج Nonwoven والتعامل معها كما في الفقرة السابقة وبحيث تكون نسب وزن القطع القماشية (١:١:١).
- تطبيق الاختبار:
- ١- تبلال العينة جيداً لتعالج بعدها لمدة (٣٠) دقيقة بحوض يحوي محلول الاختبار بنسبة (١:٥٠) وبدرجة حرارة الغرفة وعلى أن يتم تحريكها وعصرها من حينٍ لآخر لضمان اختراق محلول التعرق بصورة كاملة للعمق.
 - ٢- يُفْرَغ الحوض وتُعصر العينة بين قضيبين زجاجيين.
 - ٣- توضع العينات بين لوحين من الزجاج أو البلاستيك بقياس (٥,١١ × ٦) سم، ويوضع عليهما كتلة بوزن (٥) كغ، وتترك على هذه الحال لمدة (٤) ساعات عند الدرجة (٣٧ ± ٢) م.
 - ٤- تعرض العينات للتجفيف بتعليقها بتيار هواء ساخن عند درجة حرارة (٦٠ م°) وبحيث يكون تعليقها من جهة الخياطة.
 - ٥- تتم مقارنة اللون لما قبل وبعد المعالجة ودرجة تلوث القطع الخام بحسب مقياس السلم الرمادي.

ملاحظات:

- يمكننا لتطبيق الاختبار على أكثر من عينة بذات الوقت الأخذ بجهاز قياس التعرق (Per spirometer) المعتمد من قِبَل الجمعية الأمريكية لصبغى وملوني النسيج AATCC والمزود بصفائح (٥,١١ × ٦) سم.
- يمكننا اعتماد طرائق اختبارٍ أخرى للوصول لذات النتيجة كما هو الحال مع تجربة الترطيب (Hydrotest) التي تقوم على إطار فولاذي غير القابل للصدأ مع كتلة ذات سطح مستوٍ ومصممة بحيث يمكننا إدخالها في الإطار وبقياس (٥,١١ × ٦) سم مع صفائح من الزجاج البلاستيكي (بلكسي غلاس) بذات القياس وبسماكة (١٥,٠) سم، ويمكننا هذا الجهاز من اختبار (١٠) مساطر في ذات الوقت بحيث يفصل بين كل مسطرة وأخرى صفيحة بلاستيكية.

- يتوجب عندما يزيد قياس عينة الاختبار بمقدار (١٠%) عن (٤٠) سم تغيير الثقل بحيث يصير الضغط المطبق بحدود (١٢٥) غ/سم^٢.

٥- الثباتية للماء بحسب ISO 105/E01:

تبلل العينة بشكل تام مع قطعة نسيج للمقارنة بماء منزوع الأيونات وبدرجة حرارة الغرفة، ثم يسكب عليها زيادة من الماء وتوضع بين صفيحتي زجاج لتعصر تحت ضغط (١٢,٥) كيلو بار ولتجفف لمدة (٤) ساعات عند درجة حرارة (٣٧°م).

٦- الثباتية على الماء المكلور بحسب ISO 105/E02:

تعالج عينة الاختبار المصبوغة بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم (٢٠ مل/ل نظامي الكلور) وعند درجة حموضة pH: 7.5، ونسبة حمام (١:١٠٠) لمدة ساعة واحدة عند درجة حرارة (٢٧°م)، تعصر وتترك للتجفيف بدرجة حرارة الغرفة.

٧- الثباتية تجاه الوسطين الحمضي والقلوي والمؤكسدات والكلور: يمكننا الجمع بين هذه الثباتيات:

على الكلور: يتم تحضير الماء المكلور عند pH: 8.5 بالمحلول الواقي بحسب الجدول (٦٢) بحيث نختار أحد تراكيز الكلور الفعال على الشكل: (1, 2, 4, 10, 20, 100 ppm)، أو وفق الجدول (٦٣) الذي يبين مقدار تركيز الكلور بحسب بعض أنظمة المواصفات العالمية المعتمدة لبعض الاستخدامات، ونترك العينة عند درجة حرارة الغرفة لمدة (٤) ساعات في حمام (١:١٠٠).

الجدول (٦٢)

تركيب المحلول الواقي الخاص باختبار الثباتية على الكلور	
٥,١ مل/ل	هيدروكسيد الصوديوم (٠,١) نظامي
٠,٠١٤٤ غ/ل	كلوريد البوتاسيوم KCl
٠,١١٢٣ غ/ل	حمض البور H ₃ BO ₄

الجدول (٦٣)

طرائق اختبار الثباتية على الكلور				
الاختبار	ماء مكلور	حمام تبييض جزئي	حمام تبييض كامل	بركة سباحة
النظام	JIS 10884	JIS 10856		ISO 105/E03 DIN 54019
تركيز الكلور (p.p.m)	5 p.p.m	500 p.p.m	2000 p.p.m	20 p.p.m

٨- الثباتية على الاحتكاك لشركة كلارينت:

يتم اختبار الثباتية على الاحتكاك بفرك قطعة قماش مصبوغة على قطعة بيضاء وملاحظة مقدار التلون الحاصل على القطعة البيضاء.

وهذه التجربة بعيدة كل البعد عن الأسلوب العلمي كونها تتباين في شروطها بين تجربة وأخرى، وبحيث يصير التمييز بين عيني صباغ على درجة عالية من الخطأ أو الانحراف الناجم عن عدم تطابق عوامل الزمن والضغط والحرارة والرطوبة... لذا فقد وضعت أجهزة خاصة للتمييز بين عيني قماش أو أكثر في ذات الوقت والشروط، وبحيث نتمكن من المقارنة الأدق، فوضعت شركة Good brand & Co LTD جهازاً خاصاً بهذا الاختبار واعتمده British drug house pattern، ويتألف الجهاز من دولابين متماثلين تماماً، تُلَف على كلٍ منهما العينة المراد مقارنتها بالأخرى ويدوران سوية ليحتكان بعارضة أفقية ملفوفة بقطعة قماش من الجوخ الأبيض، فتظهر علامات التلوث من خلال احتكاك المصبوغ مع الخام، فنقارن أيهما الأعمق لونهاً، والجهاز مزود براسم بياني يسمح لنا بالمقارنة بين الرسم البياني للصبغ المراد اختباره مع الرسم البياني للصبغ النظامي، وما من شك في أن التقنيات الحديثة تقدم نظاماً إلكترونيًا تتطور باستمرار لتعطينا نتائج رقمية مباشرة عبر مطيافيات الامتصاص الطيفي.

٩- الثباتية على الاحتكاك الرطب:

تعرض الأصبغة في الألوان الغامقة للهجرة من داخل الشعيرات إلى السطح، ما يعني إمكانية تراجع ثباتياتها على الاحتكاك، ونجد أن من أهم العوامل المؤدية لتراجع هذه الثباتية:

١. سوء تطبيق الحمام الصباغ.
٢. عدم كفاية حمامات الغسيل أو الشطف النهائية وبالتالي عدم التخلص الكامل من جزيئات الصباغ غير المثبتة ما يؤدي لتراجع الثباتية.
٣. استخدام أو تعرض البضائع المصبوغة لبعض المذيبات مثل ثنائي ميثيل فورم أميد DMF.

١٠- المرسزة بحسب ISO105/ XO4:

تغمر عينة القماش مع قطعة نسيج للمقارنة بمحلول (٣٠٠) غ/ل هيدروكسيد الصوديوم بدرجة حرارة (٢٠ م) لمدة (٥) دقائق لنشطف بعدها العينة بسكب (١) ليتر ماء بدرجة حرارة (٧٠ م) على شبكة القالب لدقيقة واحدة نشطف بعدها بالماء الجاري البارد لمدة (٥) دقائق.

١١- الثباتية لأوزون الهواء الجوي ISO 105/G03:

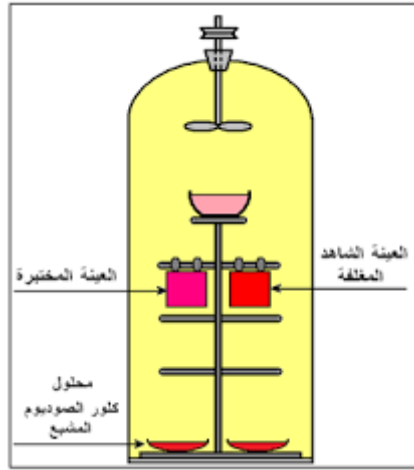
تعرض العينة لتأثير مصباح أوزون في غرفة خاصة تتم فيها مراقبة تأثيره على انبهات اللون بدرجة حرارة (٣٩-٤١ م)، وبنسبة رطوبة عالية تصل حتى (٨٥-٩٠%) إلى أن نصل لتغير في اللون يطابق الانبهات النظامي بالصباغة النظامية، ويصل زمن التجربة العادي حتى أربع دورات.

١٢- الثباتية لأكاسيد الآزوت بحسب ISO 105/G01:

تعرض العينة المحمولة على أذرع جهاز الاختبار لأكسيد النتريد (الذي يولد بإضافة حمض الفوسفور لنتريد الصوديوم) بأسفل الجهاز المحجوب عن الضوء الساطع وبوجود مروحة لتحريك الغاز المنطلق (لدورة واحدة أو ثلاث)، وتتم المقارنة بنهاية كل منها مع عينة المقارنة ذات درجة الانبهات المساوية (٢) على المقياس الرمادي والموضوعة في الجهاز ضمن كيس شفاف من البولي إيثيلين لمنع تعرضها لتأثير الغاز الذي يجب أن يعادل ليتر واحد لكل وزن (٤,٠٥±٠,٠٥) غرام عينة للتحقق من مدى انبهات اللون حتى نصل لدرجة الانبهات المطلوبة. واعتمدت جمعية الصباغين وخصائيي كعينة مقارنة الصباغ:

Celanthrene Brill Blue: FFS: C.I: Disperse Blue 3

ونرى في الشكل (٦٤) رسماً لجهاز تعيين درجة الانبهات:



الشكل (٦٤): جهاز تعيين درجة الانبهات

١٣- الثباتية للتنظيف الجاف ISO 105/D01:

تخاط عينة الاختبار مع نسيج قطني بمساحة (١١×١١) سم بالإضافة لـ (١٢) قرص من الفولاذ غير القابل للصدأ، وتوضع في كأس من الفولاذ غير القابل للصدأ أيضاً سعة (٥٥٠) مل، ويعالج مع (٢٠٠) مل من مذيب بركلور الايتيلين C₂Cl₄ لمدة (٣٠) دقيقة عند درجة حرارة (٣٠ م)، ثم تؤخذ العينة بعدها لتعصر وتجفف بهواء درجة حرارته العظمى (٦٠ م)، ونقيس مقدار تغير اللون وتلون المذيب حسب المقياس الرمادي لتقييم التبقيع.

١٤- الحساسية تجاه أيونات الحديد والنحاس ISO 105/Z02:

تغمر عينة الاختبار الأولى لمدة (٢٠) دقيقة في محلول (٠,٥%) كبريتات الحديد النشارية، وعينة الاختبار الثانية بمحلول (٠,٢%) كبريتات النحاس على التوالي، ثم تضغطان وتعصران.

١٥- الثباتية على ألعاب الأطفال بحسب DIN 53160:

تحضير محاليل الاختبار: يتم تحضير محلولي الاختبار كما في الجدول (٦٤):
طريقة العمل: نحضر قطعتي نسيج قطني بعرض (١٥) ملم وطول (٨٠) ملم ونعالج الأولى بمحلول الاختبار الأول، والثانية بمحلول الاختبار الثاني.

نثبت القطعتين على قطعة من القماش المراد اختباره بشريط لاصق بحيث يكون الالتصاق تاماً والمسافة بينهما (١) سم على أن يبرز الشريط عن أطرافهما بمقدار (١) سم، وبالتالي يجب أن تكون أبعاد الشريط اللاصق أكبر من أبعاد القطعتين " أبعاد الشريط اللاصق (١٠٠×٢٥) ملم "، ونترك العينة بعد تحضيرها على الشكل المسبق لمدة ساعتين في وعاء مغطى وثنائي الطبقة :-

- الطبقة السفلى: طبقة ماء بدرجة حرارة (٤٠±٢ م°).

- الطبقة العليا: حاملة للعينة.

ويتم التقييم بانتهاء الاختبار على أساس درجة التلوث الظاهر، إذ أن التلوث دليل ضعف الثباتية على لعاب الأطفال.

الجدول (٦٤)

محاليل اختبار الثباتية على لعاب الأطفال بحسب DIN 53160			
محلول الاختبار الثاني		محلول الاختبار الأول	
الكمية	المادة	الكمية	المادة
٠,٣ غ	كبريتات الصوديوم	٤,٢ غ	كربونات الصوديوم
٠,٤ غ	كلوريد الأمونيوم	٠,٥ غ	ملح الطعام
٣ غ	حمض اللبن النقي	٠,٢ غ	كربونات البوتاسيوم
٠,٢ غ	يوريا " بولة "	١٠٠٠ مل	ماء مقطر
١٠٠٠ مل	ماء مقطر		
حمض اللبن أو حمض اللاكتيك $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-COOH}$			

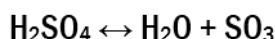
مواد بناء العمليات الصباغية

المقدمة:

تتنوع مواد بناء العمليات الصباغية تنوعاً كبيراً، وقد تدخل مادة واحدة بأكثر من وظيفة في الحمام الواحد وبوظائف مختلفة لحمامات مختلفة، لذا فإننا سنوزع المواد هنا حسب التطبيقات الأهم وللمواد الأكثر انتشاراً.

١- الحموض:

١-١- حمض الكبريت H_2SO_4 : يُعرف بأسماء تجارية وشائعة عدة مثل زيت الزاج، ماء النار، الأسيد...، ويُباع على شكل سائل كثيف " كثافته ١,٤١"، النقي منه لا لون له، والتجاري بني اللون لاحتوائه شوائب عضوية متفحمة، يتفكك بالوسط المائي ويغلي عند الدرجة (٣٣٨ م°)، ويتوازن عند الدرجة (٨٠ م°) بحسب المعادلة:



يتميز هذا الحمض بشراحيته العالية للماء، وهو كإحدى لدرجة خطيرة، إذ يسبب حروقاً من الدرجة الثالثة حتى الرابعة بحسب تركيزه ومدة توضع على الجلد قبل الغسل، وترتفع درجة الحرارة عند تمديده بالماء ارتفاعاً شديداً لذا يجب الحذر بإضافة الحمض للماء (وليس العكس) ببطء شديد مع التحريك المستمر.

استخدم هذا الحمض استخداماً واسعاً لتطبيق أصبغة الصوف القديمة خاصةً، ويستخدمه بعضهم حالياً لتعديل الوسط القلوي بعد حمام القصر بحمام شطف بارد، لذا فقد يسبب ترسب كبريتات الكالسيوم على البضاعة مع الماء القاسي.

١-٢- حمض كلور الماء HCl : ويعرف بالاسم الشائع (روح الملح)، وما هو إلا غاز كلوريد الهيدروجين منحل بالماء بتركيز يقارب (٣٢%)، لذا فإن الأنواع التجارية له تدخن عند تعرضها للهواء فاقدةً بعض قوتها، يميل لونه للاصفرار، ويتفاعل مع معظم المعادن عدا الرصاص والذهب والفضة والزنابق، ولهذا الحمض أهمية خاصة في عمليات إزالة النشاء من النسيج المنشئ لأغراض السداة ولتعديل قلوية حمامات القصر على البارد ولخفض درجة الحموضة حتى pH:1.

١-٣- حمض الخل CH_3COOH : حمض عضوي سائل عديم اللون، رائحته واخزة، يغلي عند الدرجة (١١٩ م°)، ويتجمد عند (-١٦ م°)، ويطلق على المركز منه مصطلح حمض الخل الثلجي لأن شكل بلوراته عند تجمده تحاكي الشكل البلوري للثلج تماماً، ومن أهم أملاحه خلات الصوديوم التي تشكل معه المحاليل الواقية الأكثر ثباتاً لتغيير درجات الحموضة في بناء الحمامات الصباغية أثناء تطبيق الحمامات الصباغية، ويعتبر الحمض الأكثر شيوعاً لضعف تأثيره على الألياف والتجهيزات المعدنية الخاصة بعمليات الصباغة والتجهيز النهائي.

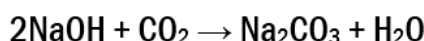
١-٤- حمض النمل $HCOOH$: حمض عضوي سائل عديم اللون، أقوى من حمض الخل، يستخدم في تطبيق حمامات صباغة الألياف التركيبية خاصةً مع شيء من الانحراف في ألوان الأصبغة القاعدية المطبقة على ألياف البولي أكريلونتريل، ونرى في الجدول (٦٥) بعض الفوارق بين حمضي الخل والنمل:

الجدول (٦٥)

بعض الفوارق بين حمضي الخل والنمل						
الحمض	الصيغة	الوزن الجزيئي	الكثافة	ثابت التآين	التركيز التجاري	درجة الغليان
الخل	CH_3COOH	٦٠	١,٠٥	$10^{-1} \times 1,7$	٩٩,٩٧%	١١٨,٥ م°
النمل	$HCOOH$	٤٦	١,٢٣	$10^{-3} \times 2,1$	٨٥%	١٠٠ م°

٢- القلويات:

١-٢- هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$: وتعرف باسم الصودا كوستيك Caustic Soda عندما تكون مركزة أي بأشكالها الثلاثة: صلب (كتل أو أصابع)، قشور، حبيبات، وتتميز بامتصاصها السريع والعالي للرطوبة ولغاز ثاني أكسيد الكربون ليتحول قسم منها لكربونات الصوديوم:



تذوب بسهولة بالماء مع انتشارٍ قدرٍ جيدٍ من حرارة الإماهة ما يستوجب علينا الحذر عند لمسها أو إذابتها، وضرورة الغسل الجيد بالماء عند لمسها ومن ثم بحمض مخفف جداً أو بحمض ضعيف كحمض البور، وتستخدم بكميات كبيرة في حمامات قصر وصباغة الألياف السيللوزية، وفي عمليات المرسة (التحرير). وأكثر النواعيات تداولاً هي المطابقة للمواصفة الأمريكية (ASTM: D 456-39).

الجدول (٦٦)

المواصفة الأمريكية (ASTM: D 456-39) الخاصة بهيدروكسيد الصوديوم		
القلوية الكلية Na ₂ O	هيدروكسيد الصوديوم NaOH	كربونات الصوديوم Na ₂ CO ₃
٧٥,٥% كحد أدنى	٩٦% كحد أدنى	٢% كحد أعلى

٢-٢- هيدروكسيد النشادر NH₄OH: قلوي ضعيف، يُحضر بقرقرة غاز النشادر بالماء، ويستخدم لتحضير الوسط القلوي اللازم لبعض عمليات تحضير وتزهير الصوف.

٣- الأملاح:

٣-١- كبريتات الصوديوم Na₂SO₄: يسمى ملح كبريتات الصوديوم بتسانده مع عشرة جزيئات ماء ملح غلوبر (Na₂SO₄. 10H₂O)، ويستخدم في حمامات صباغة القطن ككهرليت لإبادة مفعول زيتا الكهربائي وبالتالي لرفع معدلات سرعة واستنزاف الأصبغة، كما يستخدم كعامل تسوية في حمامات صباغة الاكريليك بالأصبغة القاعدية، إذ يكبح الاستنزاف ويعزز الهجرة ليرفع من درجة تسوية العملية الصباغية بحسب شركة كلارينت.

كما يستخدم كعامل تسوية وتأخير في حمامات صباغة الصوف بالأصبغة الحمضية المعلقة، إذ يتأين مُعطياً أنيون الكبريتات التي ترتبط بالزمرّة الأمينية الأساسية مؤخرَةً بذلك ارتباطها مع جزيء الصباغ بشروط الحموضة العالية أي (3-2~pH)، ولكن وبظهور أصبغة حمضية جديدة لا تستلزم مثل هذه الشروط الحمضية القاسية أصبح يلعب دور الكهرليت المسرع للاستنزاف بصورة أكثر.

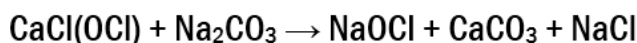
٣-٢- كلوريد الصوديوم NaCl: أو ملح الطعام، يستخدم بشكل رئيس ككهرليت في حمام صباغة الألياف السيللوزية لرفع معدلات سرعة واستنزاف الصباغ مبيداً مفعول زيتا.

يُحذر من رفع درجة حرارة محلوله في حمام صباغة البوليستر حتى (١٣٠م) لتحلله وإطلاقه غاز الكلور بحسب بعض التفاسير مسبباً تآكل معدن آلات الصباغة وتخرّب كمّ للأبس به من الأصبغة والمواد المساعدة على السواء مسبباً مشاكل سوء التسوية وتشكل بقع الصباغ الصعبة الإزالة، لذا يُنصح باعتماد ملح كبريتات الصوديوم في حال اضطرارنا لرفع درجة حرارة الحمام حتى (١٣٠م) بوجود كهرليت.

٣-٣- كربونات الصوديوم Na₂CO₃: ويعرف هذا الملح القلوي باسم الصودا آش (أو القلي)، وهو مسحوق أبيض ذواب بالماء، وترتبط درجة قلويته بعدد جزيئات الماء التساندية المرتبطة به والتي قد تصل حتى العشرة:

كربونات الصوديوم اللامائية	Na ₂ CO ₃	: تحوي (٩٩,١٦%) تقريباً كربونات صوديوم
كربونات الصوديوم أحادية الماء	Na ₂ CO ₃ . H ₂ O	: مسحوق أبيض كثافته وزنه النوعي (١,٥٥)
كربونات الصوديوم المائية	Na ₂ CO ₃ . 10 H ₂ O	: تعرف شعبياً باسم بودرة أو قصارة الغسيل

تستخدم كربونات الصوديوم بشكلٍ واسعٍ جداً في صباغة الألياف السيللوزية بالأصبغة التفاعلية وغيرها، ولتحضير ماء جافيل بنقع هيبوكلوريت الصوديوم معها:



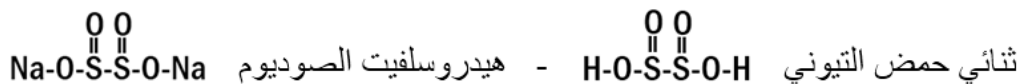
ولتطبيقات كثيرة أخرى كعمليات الغسيل الإرجاعي ومع هيدروسلفيت الصوديوم ... ترد في حينها.

٣-٤- بيكربونات الصوديوم NaHCO₃: وتعرف بالاسم الشائع (الكربونة أو الصودا الحلوة)، وتستخدم في بعض تقنيات تطبيق الأصبغة التفاعلية على الألياف السيللوزية لضعفها وبطء تأينها، ما يعني عملية تثبيت أبطأ ومعدلات تسوية أعلى.

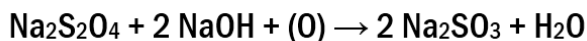
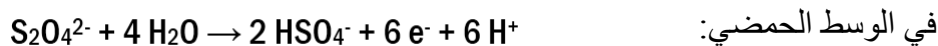
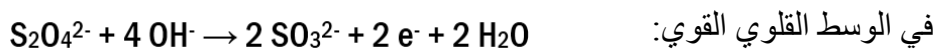
٤- العوامل المرجعة:

٤-١- هيدروسلفيت الصوديوم Na₂S₂O₄: مسحوق أبيض محلوله عديم اللون، رقم أكسدة الكبريت فيه رباعي، يتفكك عند درجة حرارة (١٠٠م) إلى ثنائي أكسيد الكبريت، ينحل منه بالماء (٢٣٠) غ عند (٢٠م)، إلا أنه

يتفكك بسرعة عالية بوجود الهواء، في حين يتفكك ببطء في الوسط القلوي، ويتفكك بالوسط الحمضي معطياً ثاني أكسيد الكبريت مع مركبات كبريتية أخرى، وتبدو بنيته على الشكل:



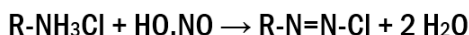
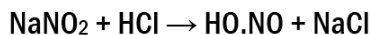
وتبين المعادلات التالية تفاعلاته بحسب Chemical Bruggemann:



يعتبر هيدروسلفيت الصوديوم من أكثر العوامل المرجعة انتشاراً في العمليات الصباغية، إذ يتم استخدامه في حمامات تطبيق أصبغة الأحواض كعامل مرجع لتحويل الأصبغة من الشكل الكيتوني غير الحلول بالماء إلى الشكل الإينولي الحلول والذي يسمى محلول الليكو، وعمليات الغسيل الإرجاعي بعد صباغة الألياف التركيبية (وبخاصة للبوليستتر)، ولحمامات تنظيف الآلات وتعرية الألوان عند حصول خطأ ما في الصباغة.

ومن الضروري التنبه لتراجع فعاليته عند ارتفاع درجة حرارة حمامه عن (٧٠م) في الآلات المكشوفة، لذا فإننا لا نلجأ لرفع درجة الحرارة أكثر إلا في الآلات المغلقة كاستخدامه لتعرية البوليستر عند درجة الحرارة (١٣٠م)، ومن المهم الإشارة هنا لضرورة استخدام أي بديل له يمكنه أن يقوم مقامه لضرر الكبريت البيئي، فمن المعلوم أن احتواء الماء على تركيز (25 ppm) من الكبريت يؤدي للقضاء على البكتريا المسؤولة عن تحلل المركبات العضوية في المياه العادمة.

٢-٤- نترت الصوديوم NaNO_2 : ملح أبيض اللون عندما يكون نقياً، وضارياً للصفرة عندما يكون مشوباً، يستخدم في أحواض ديازة الأسس لتطبيق أصبغة النفثول وبوجود حمض كلور الماء بكمية كافية لتشكيل حمض النيتروزو وفق التفاعلين:



أساس

ملح ديازونيوم

وتجري هذه العملية بدرجات حرارة (١٥-٢٠م) وغالباً بوجود الثلج لعدم ثبات ملح الديازونيوم بدرجات الحرارة الأعلى.

٣-٤- بيسولفيت الصوديوم NaHSO_3 : مسحوق أبيض يتحلل بالتسخين معطياً الكبريتات وغاز ثاني أكسيد الكبريت، ويستخدم إثر عمليات التبييض لإزالة آثار الماء الأكسجيني أو الكلور المتبقين على الغزول المبيضة.

٥- العوامل المؤكسدة:

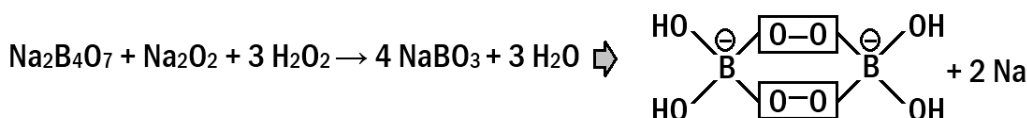
١-٥- الماء الأكسجيني H_2O_2 : سائل حمضي الخواص، عديم اللون، درجة أكسدة الأكسجين فيه (-١)، يتفكك بالوسط القلوي معطياً الأكسجين الوليد، ويستخدم في مجموعة من العمليات والتي من أهمها:

١. مؤكسد في حمامات قصر الألياف السيللوزية.

٢. مؤكسد لأصبغة الأحواض والأصبغة الكبريتية بعد إنجاز عملية الصباغة بشكلها المرجع.

٢-٥- بربورات الصوديوم $\text{NaBO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$: مسحوق أبيض اسمه العلمي ميتا بورات الصوديوم ثلاثية الماء، واسمه الشائع ملح تاناتار، ويحوي هذا الملح نظرياً (٣٨، ١٠%) أكسجين فعال، وعملياً (٢، ١٠%)، ويتميز عن بعض المركبات الأخرى التي تقوم على أساس معقدات بأن جسره الأكسجيني من أساس صيغته، ويستخدم كبديل للماء الأكسجيني في عمليات القصر.

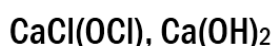
يتم تحضير البربورات بمزج البوراكس والماء الأكسجيني وفوق أكسيد الصوديوم بدرجة معتدلة نسبياً بحسب المعادلة:



تعتبر بربورات الصوديوم من المواد المبيضة بالأكسدة التي تضاف لأحواض القصر بوسط قلوي محررةً الأكسجين الفعال عند درجة حرارة (٦٠ م°) والذي يقوم بعملية التبييض، وتحدد نسبة وفعالية بربورات الصوديوم بالاعتماد على خواصها المؤكسدة بمعايرتها ببرمنغنات البوتاسيوم.

٣-٥- كلوريت الصوديوم NaClO₂: يتم تسويقه على شكل ملح ثلاثي الماء، والملح اللامائي عديم اللون وثابت بشروط الخزن الجاف، ويتم تداوله تجارياً على شكل مسحوق أو محلول بتركيز (٣٠-٥٠%)، ويستخدم خاصة في عمليات تبييض البولي أكريلونتريل.

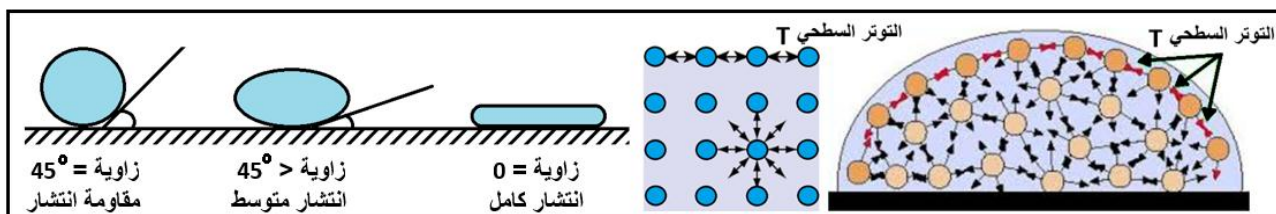
٤-٥- هيبوكلوريت الكالسيوم: يعتبر أيون الهيبوكلوريت من أقوى المؤكسدة في عمليات القصر وتنظيف الآلات من بقايا الأصبغة وتعرية الألياف والألياف المصبوغة والعودة بها لشكلها الأقرب للخام، وهي مسحوق خشن أبيض غير نواب بالماء، شكلها الكلسي لا بلوري، تتحل عند نقعها بمحلول كربونات الصوديوم معطيةً هيبو كلوريت الصوديوم (ماء جافيل) على شكل محلول عكر لاحتوائه هيدروكسيد الكالسيوم، وهناك خلاف وحيرة كبيرتين في تعيين صيغتها بدقة وبالتالي تركيبها الكيماوي، وأكثر ما يتفق عليه العلماء أنها خليط يمكننا إجمال صيغته على الشكل:



يعطي أيون الهيبوكلوريت الوسط الحمضي حمض تحت الكلوري الذي يتفكك مطلقاً غاز الكلور الحر السام والمخرش، ويعطي في الوسط القلوي الأكسجين الفعال.

٦- عوامل تحلية الماء: يحوي الماء القاسي عادةً على مجموعة كبيرة من الأملاح المعدنية التي تسيء لعمليات القصر والصباغة والتجهيز النهائي، إضافةً لشوائب عضوية ومعلقات معدنية كبعض الأكاسيد وسواها، لذا فإننا نضطر لإضافة بعض عوامل التحلية وتطبيق بعض الإجراءات وصولاً لمياه نضمن معها سلامة الأداء في كل المراحل، ولأهمية هذه المعالجة سنفرد لها بحثاً كاملاً عن تجهيز المياه ومعالجتها.

٧- العوامل الفعالة سطحيًا: يتحرك كل جزيء في سائل ما بتأثير الجزيئات المجاورة المحيطة به من جميع جوانبه، وبالتالي فإن قوى التجاذب أو التدافع ستتساوى في كل الاتجاهات، في حين تعاني الجزيئات الموجودة على سطح السائل من انجذابٍ سفلي وجانبي فقط كما في الشكل (٦٥) ما سيترتب عليه استقرارٌ أقل وانجذابٌ نحو الأسفل، لذا فإنها ولاستعادة استقرارها ستعمل على تصغير سطحها قدر الإمكان وهو ما يتحقق بتصغير مساحة سطح السائل لأصغر حدٍ ممكن بتحول شكل السطح من سطح مستوٍ لشكلٍ كروي أي لشكل حبات المطر.



الشكل (٦٥): ظاهرة التوتر السطحي

وتعتمد كمية العمل اللازمة لمد سطح السائل على قواه الداخلية، وتدعى بالتوتر السطحي للسائل، وتتعلق قيمة التوتر السطحي بدرجة الحرارة لأن ارتفاعها يزيد من الطاقة الحركية لجزيئات السائل ما يُنقص من قوى التجاذب ما بين الجزيئات وبالتالي ينقص التوتر السطحي للسائل مع بازدياد درجة الحرارة.

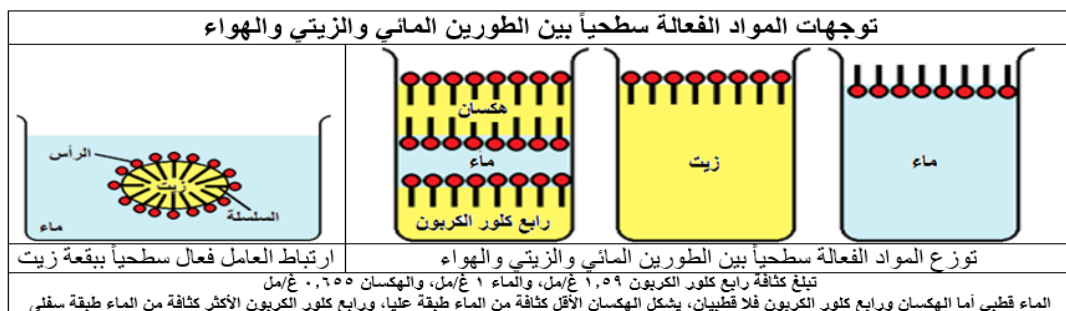
تحدث ظاهرة التوتر السطحي عموماً على السطح الفاصل بين السائل والهواء أو بين سائلين غير قابلين للامتزاج أو سائل مع سطح صلب.

وتلعب العوامل الفعالة سطحيًا كما هو حال أنواع الصابون مثلاً دوراً كبيراً جداً كعوامل خافضة للتوتر السطحي، إذ تتألف العوامل الفعالة سطحيًا بشكلٍ عام من رأس هيدروفيلي محب للطور المائي وغالباً ما يكون قابلاً للتأين، وسلسلة هيدروفوبية أو ذنبٍ كارهٍ للماء أي محبٍ للطور العضوي، ونرى في الشكل (٦٦) بنية المادة الفعالة سطحيًا وطريقة ارتباط العامل الفعال سطحيًا مع بقعة زيت.

وكلما زاد طول السلسلة الهيدروفوبية زادت فعالية المادة التفاعلية سطحيًا حتى حدٍ معين لا يتجاوز فيه طول السلسلة عن (٢٢) ذرة كربون والتي يصبح فيها العامل الفعال سطحيًا الكربوكسيلي مثلاً غير قابل للانحلال بالماء

وتصبح عندها فعالية العامل الفعال سطحياً في غاية الضعف، وتتباين قدرات العامل الفعال سطحياً عن بعضها بعضاً بحسب:

- بنية أو تركيب الرأس القطبي.
- طول السلسلة. ودرجة استقامتها أو تفرعها.
- نوعية المتبادلات المرتبطة بالسلسلة.



الشكل (٦٦): آلية عمل المواد التفاعلية سطحياً

٧-١- مفهوم ميزان الألفة بين الطورين المائي والزيتي HLB:

يرمز للنسبة بين القسمين الشغوف والكاره للماء بعدد HLB Hydrophilic Lipophilic Balance، ويحسب رقم HLB لزمرة البولي للعوامل التفاعلية سطحياً غليكول إيتز اللاأيونية بالمعادلة التالية:

$$\text{عدد HLB للعوامل الفعالة سطحياً} = (\text{عدد الزمر الهيدروفيلية} \div \text{عدد الزمر الهيدروفوبية}) \times (100 \div 5)$$

فعدد HLB للالكانات يساوي الصفر لعدم احتوائها أي زمرة شرهة للماء، أما في الإيتيلن غليكول فنجد زمرتي هيدروكسيل شرهتين للماء (هيدروفيليتين) ومجموعتي ميثيلين كارهتين للماء (هيدروفوبيتين)، وبالتالي يكون عدد HLB = 20، لذا فإن قيم HLB تتراوح بين الصفر والعشرين، وكلما كان عدد المركب أقرب للعشرين كان أكثر ميلاً للطور المائي كما يبين الشكل (٦٧):

ارتباط وظائف العوامل الفعالة سطحياً اللاشاردية بعدد HLB		الفعالية	قيمة HLB
← الألفة للطور الزيتي الخواص الهيدروفوبية الكارهة للماء		مليء بالفقاعات	٣,٠-١,٥
→ الألفة للطور المائي الخواص الهيدروفيلية المحبة للماء		استحلاب الماء في الزيت	٦,٠-٣,٥
0	5	تبليل	٩,٠-٧,٠
1.5-3	3.5-6	غسيل	١٥-١٣
7-9	13-15	محلول	١٨-١٥
15-18	8-18	استحلاب الزيت بالماء	١٨-٨,٠

الشكل (٦٧)

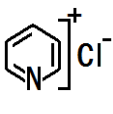
وينضوي تحت هذا العنوان كم كبير من المواد المساعدة، ولكننا سنخصص هنا فئة المبللات والمنظفات ومزيلات الزيوت كعوامل خافضة للتوتر السطحي، إذ تشمل المواد الفعالة سطحياً مجموعة المواد التي تساعد على التبليل، التنظيف، البعثرة، الاستحلاب... وبرغم أنها جميعاً تؤدي هذه الوظائف إلا أن فعاليتها تتباين بحسب:

١. طول السلسلة البرافينية ودرجة تشعبها
٢. متبادلات السلسلة
٣. نوعية الوظيفة: أنيونية أم لاأيونية، وثابت تأينها وبالتالي تأثرها بدرجة حموضة أو قلوية الوسط، وتأثرها بقساوة المياه.

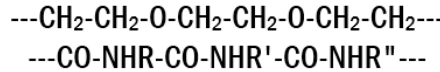
وهكذا نجد أنفسنا أمام مجموعة كبيرة من المتغيرات والاحتمالات التي تعزز فعالية المركب باتجاه معين ليصير مادة اختصاصية كأن نعتبره مبللاً برغم إمكاناته التنظيفية والاستحلابية مثلاً، لذا فإننا سنعرض هنا لكل من الرأس القطبي والسلسلة كل على حدا.

٢-٧- الرأس القطبي: يمنح الرأس القطبي للمركب الفعال سطحياً الشراهية للماء، وقد يكون زمرة حمضية أو قلوية يمكننا تعديلها، أو معتدلة يمكنها تشكيل ملح تساندي مع حمض كلور الماء مثلاً ما يجعلها شغوفة بالماء، ونستعرض في الجدول (٦٧) أكثر هذه الزمر انتشاراً وأهميةً:

الجدول (٦٧)

أهم وظائف الرأس القطبي للمركبات التفاعلية سطحياً			
الزمر الحمضية			
-OSO ₂ -Na ⁺	السلفون	-COO-Na ⁺	الكربوكسيل
-OPO ₃ ⁻ (Na) ₂ ⁺	أورتو الفوسفات	-OSO ₃ -Na ⁺	استر الكبريتات
الزمر القلوية			
	زمرة البيريدين	-NH ₂ .HCl	أمين أولي
		=NH.HCl	أمين ثانوي
		≡N.HCl	أمين ثالثي
		≡N ⁺ Cl ⁻	أمين رابعي
الزمر اللا أيونية			
-CONH-	الكربوأمين	-O-	الايتر
-SO ₂ NH-	السلفو أمين	-OH	الهيدروكسيل
-CH=CH-	زمرة الرابطة المضاعفة	-COO-	الاستر الكربوكسيلي

وقد نجد أحياناً في مركب ما أكثر من زمرة أو وظيفة كيميائية، كأن نجد فيه زمرة ايتر مع الكربوأمين والهيدروكسيل، ونجد الايتر والكربوأمين عادةً على الشكل:




ويلعب موضع الزمرة القطبية دوراً كبيراً في فعاليتها فيما بين أن يكون طرفي أو داخلي أم خارجي. الموضع الطرفي: وتكون الجزيئة عندها في قمة عدم التناظر وبالتالي في غاية الاستقطاب ما يعزز من فعاليتها بشكل كبير وخاصة عندما يكون طول السلسلة المأخوذ هو الأنسب لدور المادة الفعالة سطحياً المطلوب كما في الصابون العادي.

الموضع الداخلي: ويكون الرأس القطبي هنا مفصلاً عن السلسلة الدفوعة للماء والحاوية جذرين قصيرين ما يؤدي لتراجع فعالية الرأس القطبي وبالتالي الجزيئة ككل. ويؤدي وجود عدة زمر قطبية لتناقص مفعول الجزيء، في حين أن ازدياد طول السلسلة مع حملها لأكثر من رأس قطبي يرفع من فعاليتها.

الموضع الخارجي: ويكون عندها ثمة ما يفصل بين السلسلة والرأس القطبي كارتباط غير مشبع أو حلقة عطرية. ونستعرض في الجدول (٦٨) المواضع الثلاث لبعض الزمر الفعالة:

الجدول (٦٨)

المواضع الثلاثة للرأس القطبي أو الوظيفة التفاعلية		
CH ₃ (CH ₂) _n -COO-CH=CH-Na CH ₃ (CH ₂) _n -  -SO ₃ Na	R R' > CHO-SO ₃ Na	CH ₃ (CH ₂) _n -COONa
الموضع الخارجي	الموضع الداخلي	الموضع الطرفي

٣-٧- تأثير طول السلسلة: أما عن السلسلة فهي الجزء الشغوف بالطور الزيتي العضوي الكاره للماء، وغالباً ما تكون أليفاتية خطية، وقد تحتوي على متبادلات مثل: الحلقات العطرية، زمر، ذرات ... وترتفع خاصية كراهية السلسلة للماء بازدياد طولها وتفرعها وازدياد متبادلاتها، وعلى العكس من ذلك فإن الروابط المضاعفة ترفع من انحلالها وتخضع من فعاليتها، لأن ارتفاع عدد الروابط المضاعفة يرفع من معدلات استواء السلسلة ما يؤدي لالتصاق الشوائب المشابهة بنيوياً على طول السلسلة فقط مؤدياً لتراجع فعاليتها.

٧-٤- تصنيف المواد الفعالة سطحياً: تصنف المواد الفعالة سطحياً ضمن أربعة أصناف رئيسية: الأيونية، الكاتيونية، واللاأيونية، والمذبذبة كما في الجدول (٦٩):
الجدول (٦٩)

تصنيف المواد الفعالة سطحياً		
المثال	المثال	التصنيف الشاردي
الصابون العادي	Na^+	الأيونية ----COO ⁻
كلوريد الألكيل ثلاثي ميثيل الأمونيوم	Cl^-	الكاتيونية $H_3C-N^+(CH_3)_3$
ألكيل بولي غليكول ايتير	-	اللا أيونية -(OCH ₂ CH ₂) _x H
البوتين	-	المذبذبة C - COO ⁻ (CH ₃) ₃ N ⁺

٨- ثبات المواد الفعالة سطحياً:

يتم تطبيق المواد الفعالة سطحياً بأدوارٍ وشروط متغيرة ومتباينة ما يستوجب ثباتها تجاه جميع مكونات الحمامات التي ستطبق فيها.

٨-١- ثبات المواد الفعالة سطحياً تجاه قساوة المياه والأملاح المعدنية: تعد أملاح العناصر القلوية أكثر انحلالاً بكثير من أملاح العناصر القلوية الترابية وأملاح العناصر المعدنية الثقيلة كالحديد والنحاس... إذ أن أملاح المعادن القلوية الترابية أو المعدنية الثقيلة للحموض الكربوكسيلية غير حلولة بالماء على العكس من أملاح استرات حمضي الكبريت والسلفون التي تتمتع بقدرٍ كافٍ من الانحالية.

ويرفع وجود عدة زمر شغوفة بالماء من انحلالية المركب الفعال سطحياً برغم قساوة المياه ووجود الأملاح المعدنية، وعلى العكس فإن ازدياد طول السلسلة يُنقص من الانحلال.

وتتأثر المواد الفعالة سطحياً الموجبة بأيونات الأملاح المعدنية دوناً عن كاتيوناتها، لذا فإن الأملاح الحمضية المتعددة التكافؤ كالكبريتات والفوسفات تعمل على ترسيبها.

أما المواد الفعالة سطحياً اللاأيونية وبخاصة ذات السلاسل غير المشبعة فإنها لا تتأثر بالقساوة نهائياً أو بوجود الأملاح المعدنية.

٨-٢- ثبات المواد الفعالة سطحياً تجاه الحموض والقلويات: تتأثر المواد الفعالة سطحياً الأيونية ذات الخواص القلوية الضعيفة عادةً بالأوساط الحمضية القوية (بحسب القاعدة الكيماوية: الحمض القوي يطرد الحمض الضعيف من أملاحه) متحررةً على شكل حموض حرة غير حلولة بالماء عندما تكون طويلة السلسلة، وبازدياد درجة الحموضة أكثر وأكثر تتخرب الزمرة الكربوكسيلية مطلقاً غاز ثاني أكسيد الكربون، في حين تقاوم الزمر القوية هذا الفعل، وعلى العكس يزيد الوسط القلوي من فعاليتها، ولكن في الوسط القلوي القوي قد يتناقص تأينها إلى أن يتوقف بفعل الأيونات المشتركة.

أما المركبات الكاتيونية والحاوية زمرةً أمينية فيرتبط انحلالها بتساندها مع جزيء من حمض كلور الماء، لذا فإنها لا تتأثر بالأوساط الحمضية، في حين ينفصل عنها حمض كلور الماء في الوسط القلوي على الشكل الموضح في الجدول (٧٠) والذي يُظهر لنا آلية فقدانها قدرتها على الانحلال:

الجدول (٧٠)

تأثر المركبات الأمينية بالوسط القلوي			
R-NH ₂ .HCl	+ NaOH →	R-NH ₂	NaCl + H ₂ O
R ₂ =NH.HCl		R ₂ =NH	
R ₃ ≡N.HCl		R≡N	
R ₄ N ⁺ .HCl ⁻		R ₄ .NOH	NaCl

ويختلف تأثر المركبات اللاأيونية والمذبذبة جداً لدرجة أنه يصعب علينا وضع قاعدة عامة لها.

٨-٣- ثبات المواد الفعالة سطحياً تجاه العوامل المؤكسدة والمرجعة: يؤدي تأثر المواد الفعالة سطحياً بعوامل الأكسدة والإرجاع لفقدانها فعاليتها، عموماً وضمن تراكيزها المستخدمة في الحمامات الصباغية نجدها ثابتة.

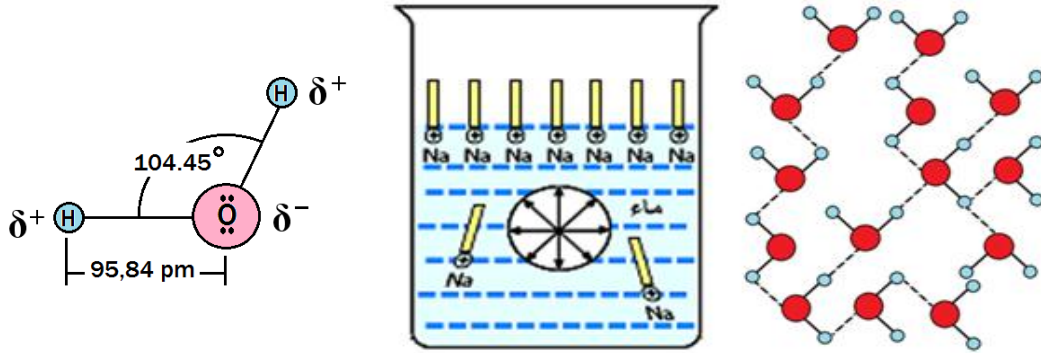
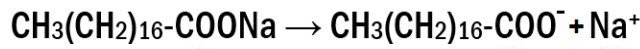
٩- توظيف العوامل الفعالة سطحياً:

لا يمكننا عملياً الفصل الحاد بين العوامل الفعالة سطحياً كأن نقول هذا مبلل فقط وذلك منظم أو مزيل بقع، فأي منهم له مفعول ثلاثي يطغى في خاصة ما عن آخر، ويمكننا إجمال تعريفهم وتميزهم عن بعضهم على الشكل:

٩-١- **العوامل الفعالة سطحياً كمبيلات:** يكون التوتر السطحي بين القماش وسائل الحمام عالياً بشكل عام ما يُبطئ من معدلات اختراق السائل لعمق الألياف وبخاصة للألياف الخام أو المعالجة بمواد كارهة للماء، ما يستوجب منا إضافة ما يخفف من معدلات هذا التوتر.

يبلغ التوتر السطحي للماء ما يقارب (٧٢ دينة/سم^٢) بسبب بنيته المتميزة، إذ يتكون جزيء الماء من ذرة أكسجين وحيدة بشفعين الكترونيين سالبين يمكنهما أن يحققا توازناً مع ذرتي الهيدروجين الموجبتين والمتناظرتين ما ينتج عنه ثنائي قطب عالي الفعالية يؤدي لبنية عنقودية (قفصية) بسبب الروابط الهيدروجينية التي تربط كامل جزيئات الماء السائل، وهو ما يصعب من مهمة العامل المبلل.

يمكننا بإضافة الصابون للماء خفض توتره السطحي عن (٧٢ دينة/سم^٢)، إذ يتحلل جزيء الصابون (أو أي عامل فعال سطحياً) في الماء لسلسلة كارهة للماء تتجه لسطح السائل ولزمرة فعالة محبة للماء (زمرة الكربوكسيل هنا) تنغمس عبر رأسها الصوديومي الموجب الشحنة كما يبين الشكل (٦٧)، لذا فإن صابوناً مثل شمعات الصوديوم يغير بنية الماء مخففاً من طاقته الحرة:

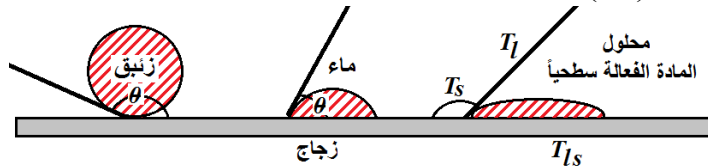


الشكل (٦٧): توجه جزيئات الصابون وخفضها للتوتر السطحي والبنية العنقودية (القفصية) للماء (H₂O)_n

وكما يبين الشكل فإن الزمر الهيدروفيلية ستتركز على السطح، بحيث تنغمس الزمرة الهيدروكسيلية السالبة بالماء بجوار كاتيونات الصوديوم، وبالتالي فإن صابوناً مثل شمعات الصوديوم سيغير من بنية الماء ما يؤدي لتناقص طاقته الحرة.

ومن ناحية ثانية، نجد أن هناك طرائق أخرى لخفض الطاقة الحرة بإضافة المذيبات، إذ تتجمع جزيئات المواد الفعالة سطحياً بشكل عنقودي لتتوجه الزمر الهيدروفيلية نحو الداخل والزمر الهيدروفيلية نحو المذيب بحيث تنتهي الزمر الكارهة للماء عن التماس مع الماء.

لا تعمل العوامل المبللة على تبليل الألياف القطنية بالماء فقط، بل تساعد على طرد الهواء من أعماق الألياف ليحل محلها الماء، وبالتالي تتراجع معدلات التوتر السطحي، لذا ينتشر السائل مشكلاً طبقة أو فيلماً مستمراً أو على شكل نقاط كما يبين الشكل (٦٨):



الشكل (٦٨)

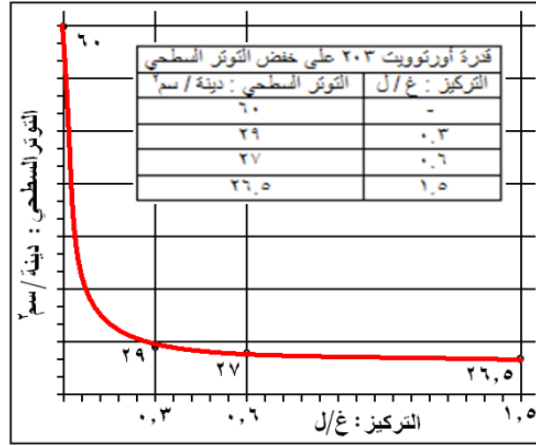
إذ يكون التوتر السطحي كبيراً عندما تكون الزاوية (Theta) كبيرة، ومهمة العوامل الفعالة سطحياً خفض هذه القيمة، وبما أن وظيفة العوامل العالة سطحياً تعزيز انتشار السائل على السطح فيمكننا أن نكتب لجمع مختلف هذه القوى في معادلة واحدة:

$$\cos \theta = (T_s - T_{1s}) / T_1$$

ولتبلل كامل للخيط يجب أن تساوي θ صفراً، وبالتالي:

$$(T_s - T_{1s}) / T_1 = \cos \theta = 1 \rightarrow (T_s - T_{1s}) = T_1$$

وعندما تكون θ أصغر من (90°) يتجه الزيت نحو سطح الألياف، وعندما تكون أكبر من (90°) يتجه الزيت لتشكيل قطيرات أو كرات صغيرة سهلة الانفصال عن السطح، ويلعب العامل المبلل دوره في تجمعه على السطح الفاصل بين الزيت والخيط T_s ، وأيضاً السطح الفاصل بين الزيت والماء لتتخفف بالنتيجة قيمة $\cos \theta$.
ويبين الشكل (٦٩) طريقة تعيين التركيز الفعال لعامل مبلل في حوض ماء، كما يبين الشكل (٧٠) مقارنة مخبرية لفعالية عددٍ من المبللات بالصعود الشعري أو الاختبار الكرماتوغرافي على قماش قطني خام ومعالج بالنشاء.

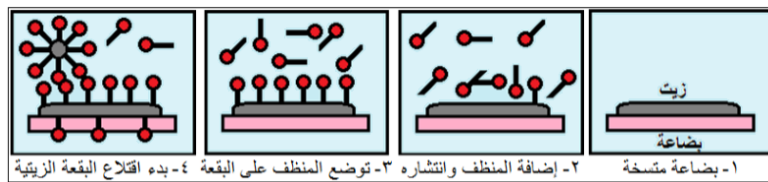


الشكل (٦٩): تعيين التركيز الملائم لتطبيق عامل مبلل

اختبار فعالية بعض المبللات بطريقة الامتصاص الشعري على قماش قطني معالج بالنشاء		
 ٢- تبليل سيء: لاحظ عشوائية نتيجة التبلل	 ١- تبليل جيد: دائرة انتشار منتظمة للمحلول الصباغي	 ١- ماء فقط " عينة الشاهد " ٦،٥،٤،٣،٢ ٢- مبللات مختلفة بتركيز ١ غ/ل لاحظ قدرة المبلل ٢ على اختراق طبقة النشاء

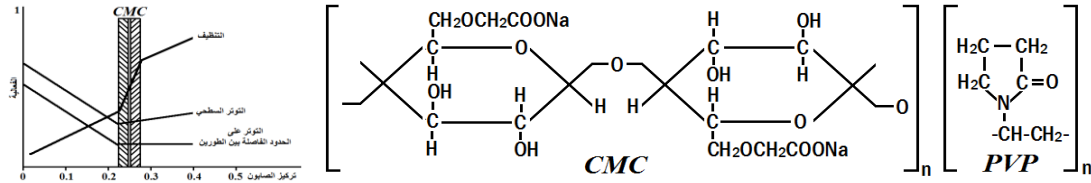
الشكل (٧٠)

٩-٢- العوامل الفعالة سطحياً كمنظفات (عوامل غلي): تعمل العوامل المنظفة على تخلص الألياف من البقع والغبار والأوساخ بقلعها وبعثرتها في الطور المائي لتمنع من ترسبها من جديد على البضاعة، وليصار للتخلص منها مع تفرغ حمام التنظيف أو الغلي، ونرى في الشكل (٧١) آلية أو تسلسل عملية إزالة الأوساخ:



الشكل (٧١): آلية أو تسلسل عملية إزالة الأوساخ

فالجمل (بضاعة / أوساخ) غير حلولة بالماء كما هو واضح في المرحلة (١)، وتنتشر جزيئات العامل المنظف عند إضافتها في السائل كما في المرحلة (٢) إلى أن تتجمع متجهةً بسلسلتها نحو البقعة الزيتية ورأسها القطبي نحو الطور المائي كما في المرحلة (٣) لتتمكن من اقتلاع طرف البقعة الزيتية وحملها إلى الطور المائي وبعثرتها مانعةً إياها من إعادة التوضع كما في المرحلة (٤)، ويكتسب القطن في الماء شحنةً سالبةً على شكل كهربياء ساكنة يُطلق عليها اسم مفعول زيتا ما يمنع إعادة توضع القسيمات السالبة الشحنة عليه من جديد، ويعزز منع إعادة التوضع هذا إضافة الكربوكسي ميثيل سيليلوز CMC أو بولي فينيل البيريلايدون PVP كما في الشكل (٧٢). وفي حين يستخدم الكربوكسي ميثيل سيليلوز CMC مع العوامل الفعالة سطحياً الأنيونية يستخدم بولي فينيل البيريلايدون PVP في بناء حمام الغسيل بالوسط الكاتيوني، ويلعب الكربوكسي ميثيل سيليلوز مع بقع الأوساخ دور العامل الواقي الغروي مانعاً ترسبها من جديد، ليرفع من ثبات مستحلب الزيوت والأوساخ، وبشكل عام فإن للصابون والمنظفات قدرات استحلاب جيدة:



الشكل (٧٢): الكربوكسي ميثيل سيليلوز CMC وبولي فينيل البيريليدون PVP، والمعادلة بين التنظيف والتوتر السطحي والتوتر على الحدود الفاصلة مع الكربوكسي ميثيل سيليلوز

والأهمية الكبرى في هذا الموضوع هي دراسة التركيز الأمثل للكربوكسي ميثيل سيليلوز بالنسبة للعامل الفعال سطحياً أو نسبة المزج، إذ تبين الدراسة على أن التنظيف يبلغ قوته العظمى عندما يكون كلٌّ من التوتر السطحي والتوتر على الحدود الفاصلة في أدنى درجتهما.

٩-٣- مزيلات البقع: مواد فعالة سطحياً الغرض منها حل البقع الزيتية التي تستعصي على المنظفات، وتتزايد شدة هذه الخاصة بتحقيق الشروط:

١. رأس قطبي فعال.
٢. سلسلة أكثر طولاً وتشعباً ومتبادلات. وعديمة أو قليلة الروابط المضاعفة، وذات شراهية للماء والطور العضوي كما هو الحال مع زمرة البولي غليكول ايتير.
٣. وجود مذيب عضوي عالي درجة حرارة الغليان نسبياً إن أمكن بحسب الجدول (٧٠) علماً بأن استخدام المذيب مرفوض بيئياً وبخاصة المذيبات الكلورية ذات الأثر السام على بكتريا مجاري الصرف الصحي:

الجدول (٧٠)

أنواع المذيبات المستخدمة لعمليات الاستحلاب		
النوع	العامل الفعال سطحياً	المذيب
أنيوني	زيوت مسلفنة، الكيل أريل سلفونات	رباعي كلور الكربون، ثلاثي كلور الايتيلين
لا أيوني	منتجات تكاثف أكسيد الايتيلين مع الألكيل فينول، أغوال دسمة، حموض دسمة	بركلور الايتيلين، الغول الايزو بروبيلي، أوكسي حلقي الهكسان، كلور البنزن، الغول البنزيلي

ونستعرض في الجدول (٧١) بعض العوامل الفعالة سطحياً لبعض الشركات والذي يُظهر لنا أن ذات الوظيفة كانت لها وظائف متباينة وقدرات متميزة بحسب تفصيل بنية السلسلة طولاً وتشعباً ومتبادلات:

الجدول (٧١)

بعض المواد التفاعلية سطحياً لبعض الشركات العالمية				
المادة	الشركة	التركيب	الشحنة	الوظيفة
بيريستال FBL	د. بتري	الكيل فوسفات	a	مثبت أكسجين ومبلل وعامل بعثرة
بيري ويت ME		سلفات الألكيل	a	مبلل العمليات المرسرة
بيري ويت ELR		ايتوكسيلات أغوال دسمة	n	طارد هواء منخفض الرغوة ومبلل
بيري ويت SL		الكيل ايتير فوسفات	a	طارد هواء ومضاد رغوة
بيريفاكس		سلفونات الألكان مع ايتوكسيلات أغوال دسمة	a	عامل تعرية للسيليكونات ورزينات إنهاء القطن ومزاجه مع البولبيستر
سوبيتول SAN	CHT	استرات حمض الفوسفور	N	مبلل سريع لا رغوي
البيغال FFA	سيبا	ايتوكسيلات سلفات الكيل أريل مع مذيبات	a	طارد هواء، مسرع انتشار وتخريق
سابونينا SMA	سابو	أميدات حموض دسمة	a-c	مطري مذذب لجميع أنواع الألياف
سابينان C25	د. بوميه	مركبات أمونيوم رابعة	C	غاسل لبقايا تصميغ البولبيستر
بيرينين PRO		مزيج أغوال خاصة	n	مبلل
بيتاين LFR		محلول مركبات أكسيد الايتيلين مع مذيب	n	عامل غلي ومزيل بقع
بيرينين AS		ثنائي أوكثيل سلفوسوكسينات الصوديوم	a	مبلل فعال منخفض الرغوة
انيفسيرول MG		الكيل سلفات	a	مبلل
سوليون 4488-BA		ايتوكسيلات أغوال دسمة	n	منظف لا أيوني
نيكال A or B		سلفونات الكيل نفتالين الصوديوم	a	مبلل

١٠- العوامل المبعثرة:

سبق وأن ذكرنا في بحث مبادئ العملية الصباغية أنه وفي المرحلة الأولى تتعرض الأصبغة عند حلها بالماء للتأين لتصبح بحالةٍ شبه غروية تدفعها للتجمع على بعضها بعضاً كما هي حال الصابون في الماء، لذا نضيف

ولمنع مثل هذه التجمعات مواداً خاصة يطلق عليها اسم العوامل المبعثرة، إذ تحيط جزيئات العامل المبعثر بجزيئات الأصبغة مانعةً إياها من تشكيل هكذا تجمعات - راجع الشكل (٦٠) - وغالباً ما تنصح الشركات المنتجة للأصبغة بإجراء عملية حل الصباغ على الشكل:

١. عجن الصباغ مع بعض الماء الفاتر وما يكفي من العامل المبعثر.

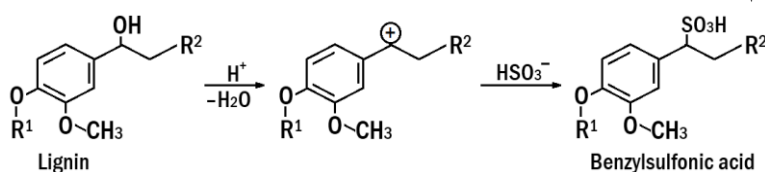
٢. إضافة الماء الفاتر مع التحريك الجيد.

٣. الترشيح عبر قماش ناعم ليصير جاهزاً لإدخاله حوض الصباغة.

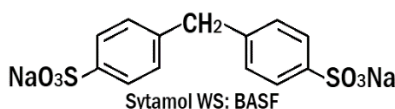
ومن أهم المبعثرات المتداولة نجد:

١٠-١- المركبات غير المشبعة وذات الزمر الضعيفة الشغف بالماء: منتجات البولي غليكول ايتير، كبريتات الألكيل للبولي غليكول ايتير.

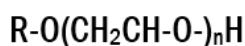
١٠-٢- المركبات عديدة الزمر الشغوفة بالماء: الزيوت المسلفنة، سلفونات الليغنين، منتجات تكاثف حمض سلفون النفثالين مع الفورم الدهيد.



ويعتبر السيتامول الذي أنتجته شركة BASF من أكثر وأقدم العوامل المبعثرة التي دخلت عالم الصناعة النسيجية بعد الزيت الأحمر التركي الذي يُحضر من سلفنة زيت الخروع، وما زال يشيع استخدام السيتامول إلى الآن وخاصة في أحواض صباغة البوليستر بالأصبغة المبعثرة أو صباغة الألياف السيللوزية بأصبغة الأحواض، والسيتامول هو الملح الصوديومي لمنتج تكاثف الحمض السلفوني للنفثالين مع الفورم الدهيد:



وانتشرت في الوقت الحاضر العوامل المبعثرة المحضرة من مجموعة البولي غليكول ايتير انتشاراً كبيراً جداً نظراً للوظائف العديدة التي تقوم بها إلى جانب البعثرة، كخواص التبليل والتنظيف والتسوية والاستحلاب، ولهذه الزمرة الصيغة العامة:



فازدياد طول السلسلة يرفع من شغف المركب باتجاه الطور الزيتي أي من اتجاه المبلل إلى المنظف، في حين يؤدي ازدياد قيمة n لازدياد انحلال المركب بالماء بسبب ازدياد عدد ذرات الأكسجين وبالتالي ازدياد عدد الجسور الايتيرية ما يسبب تراجع قدرته على الاستحلاب والبعثرة.

كما انتشرت وبصورة أقل سلفونات النفثالين كعامل مبعثر، وتم اعتماد مجموعة البولي غليكول ايتير تحت اسم عوامل تسوية وبعثرة وبخاصة للألياف السيللوزية والبولي أميد، ونرى في الجدول (٧٣) بعضاً من عوامل البعثرة:

الجدول (٧٢)

بعض المواد الفعالة سطحياً لبعض الشركات العالمية				
المادة	الشركة	التركيب	الشحنة	الوظيفة
بيرغين ASP	د. بيري	سلفونات النفثالين	a	مبعثر مسحوق للأصبغة
بيرغين SEF		استرات عطرية		مبعثر للأصبغة البوليستر بالحرارة العالية
ريكوتكس OGM	رودولف	استرات حموض دسمة	n	رابط أوليغومير لحمام الصباغة وعمليات الإنهاء والتطرية ومزقات غزل للبوليستر
زيت سان DD	Z&S	ايتوكسيلات حموض دسمة	a	مبعثر قوي
زيت سان SW		سلفونات ألكيل أريل		مبعثر عديم التأثير على اتجاه وعمق اللون للحرارة العالية
سيتالان SW	ستاش	سلفونات عطرية	a	مبعثر
ترانسفيرين DI	د. بومييه	سلفونات عطرية		مبعثر وواقى غروي
ارغازول DAM	سيبا	سيتامول		مبعثر لأصبغة الأحواض والديسبرس

١١- عوامل التسوية:

عند صباغة الأقمشة المصنوعة من ألياف طبيعية أو تركيبية على السواء نجد مجموعة من العوامل التي تحول دون التوزيع المتجانس للجزيئات الصبغية، ومن أهم هذه العوامل نجد:

١. الزيوت المستخدمة للألياف عند غزلها أو النسيج عند حياكته ومدى قابلية استحلابها.
٢. درجة تعرض الألياف الطبيعية للعوامل الجوية، ودرجة بلمرة الألياف التركيبية.
٣. طبيعة الحياكة وشدة ارتصاص الألياف على بعضها، ونمرة الألياف وعامل برمها.
٤. المعدلات العالية لرفع درجة الحرارة في الحوض الصبغية.
٥. انخفاض نسبة ومعدلات غزارة ماء الحمام الصبغية عما تستلزم طبيعة ووزن النسيج.
٦. انخفاض سرعة دوران النسيج عما يلزم.
٧. تتضد النسيج فوق بعضه بعضاً بما يؤدي لحدوث ظاهرة التكسير.
٨. سوء تصنيع الأصبغة وعدم انسجام الأصبغة الداخلة في تركيب اللون.
٩. تلوث الخامات ببعض الملوثات الصعبة الإزالة.

ولكل ما سبق نلجأ لإضافة بعض المواد التي يمكنها ضبط وتجويد عملية توزيع الجزيئات الصبغية بشكل متساوٍ على كامل سطح النسيج أو الألياف، وتتعلق عملية اختيار المواد بحسب الحالة، فمن الآليات نجد:

- تحقيق درجة تنظيف عالية من الزيوت بحيث تتجانس شراية كامل سطح القماش لامتناص الأصبغة.

- إبطاء عملية تشرب الأصبغة وفق إحدى الآليات:

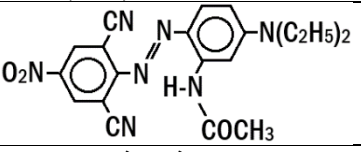
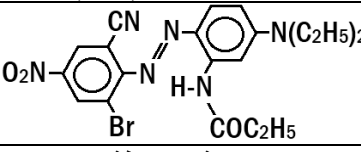
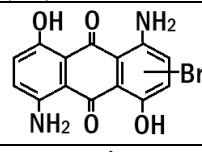
أ- إشغال المراكز التفاعلية التي يرتبط بها الصباغ كما هو حال البولي أكريلونتريل حيث تضاف مركبات الأمونيوم الرباعية كعوامل مؤخرة كونها أسرع تفاعلاً مع المراكز الفعالة من الصباغ القاعدي ذاته، ولا تلبث أن تنفك عند درجة حرارة معينة ضمن معها حسن توزيع الجزيئات الصبغية بشكل أفضل.

ب- إضافة عوامل مؤخرة ترفع من درجة الحرارة الحرجة للصبغ لربطها به كما هو حال أصبغة الديسبرس مع بعض الحموض الدسمة ومشتقاتها.

ج- إضافة مواد تعزز من الهجرة والهجرة المعاكسة في طور درجة الحرارة الأعلى لحمام الصباغة " مواد إعادة التسوية " كـ بعض أصناف الحوامل " الكارير " من نمط الاسترات العطرية في حمام صباغة البوليستر، والتي تلعب هذا الدور عند درجات الحرارة (١٣٠ م).

د- اختيار الأصبغة: فنتميز مثلاً أصبغة الديسبرس الزرقاء المبينة في الجدول (٧٣) على الشكل:

الجدول (٧٣)

ديسبرس أزرق (١٦٥)	ديسبرس أزرق (١٨٣)	ديسبرس أزرق (٥٦)
		
تسوية سيئة	تسوية متوسطة	تسوية جيدة

وهذا لا يعني عدم تمايز الجودة بين شركة صانعة للأصبغة وأخرى، سواء أكان بإضافة متبادلات وزمر خاصة على بنيته الأساسية أو تنقيته من الماكبات أو بمواد الإنهاء الخاصة بتحضيره مسحوقاً.

ويتوجب أن يرافق هذا كله ضبط لرفع درجات الحرارة وغزارة الضخ في الآلة ورفع سرعة دوران القماش والتخفيف من وزن القماش أو طول الحبل ومنع تركيم القماش فوق بعضه بعضاً، ونرى في الجدول (٧٤) بعضاً من عوامل التسوية التي تنتجها بعض الشركات العالمية:

الجدول (٧٤)

بعض المواد التفاعلية سطحية لبعض الشركات العالمية				
المادة	الشركة	التركيب	الشحنة	الوظيفة
بيريتارد GAN	د. بيري	مركبات أمونيوم رباعية	c	عامل تسوية ومؤخر لصبغة البولي أكريلونتريل
بيرغن CLM		استرات عطرية	n	عامل تعرية وتسوية وهجرة للبوليستر موائم للبيئة
بيرغن EU		الكيل أمين إيتوكسيلات مع بولي غليكول إيتير	n	تسوية للصبغ بالأمونيا والنايلون بالأصبغة الحمضية والمعقدة والمبعثرة

تسوية ومبعثر للبوليستر ولثلاثي الأسترات بأصبغة الديسبرس تحت الضغط	n	ايترات عطرية		بيرغن MPO
تسوية ومعزز ألفة لأصبغة الأحواض والأصبغة المباشرة، وعامل تعرية	n	بولي فينيل البيرليدون		برلافين A
تسوية للألياف السيللوزية بالأصبغة التفاعلية	a	سلفونات عطرية		بيريسنال RDB
تسوية لصبغة الصوف بالأصبغة التفاعلية	a&c	مشتقات ايتوكسيلات حمض أميني دسم	سببا	البغال B
تسوية ومبعثر وعامل هجرة ومسرّع انتشار للبوليستر بالحرارة العالية	a	استرات عطرية لحموض فوسفورية وكربوكسيلية		يونيفادين DIF
تسوية لصبغة النايلون بالأصبغة الحمضية	a	الكيل أريل حمض سلفوني، والكانول أمين وبولي الأغوال		يونيفادين NT new
تسوية ذات فعالية تنظيفية للأصبغة الأيونية	n	بولي غليكول ايترا أغوال دسمة	د. بوميه	ترانسفيرين DEW
تسوية للبوليستر بشروط الحرارة العالية	n	استرات حموض كربوكسيلية		سينتابال KWL
تسوية أصبغة حمضية معدنية معقدة (١:١)، ومعدنية معقدة للسلفونات (٢:١)	n	بولي ايتوكسي الكيل أمين		جينوكول MK
عامل مبعثر عام وتسوية خاص	a	سلفونات عطرية	CHT	ديسبرغاتور SMS

ونرى ومن خلال ذات الجدول أنه ولنفس عائلة المادة الفعالة تبايناً في طاقات وميزات المادة، وهو ما نراه جلياً في مجموعة مواد التسوية من نمط الاسترات العطرية، أو من نمط ايتوكسيلات الأغوال الدسمة، ولكن بين عائلة وأخرى نرى فروقاً كبيرة بحيث لا يحل فرد من هذه مكان فردٍ من تلك، فلزمنة الاسترات العطرية قدرة كبيرة على رفع معدلات الهجرة بما يمكننا من اعتمادها لإصلاح عمليات الصباغة غير المتجانسة، وهذا ما لا نستطيع تحقيقه زمرة ايتوكسيلات الأغوال الدسمة، وينحصر استخدام الاسترات العطرية في مجال البوليستر، وزمرة الأمينات الرباعية في مجال البولي أكريلونتريل، أما الايتوكسيلات اللاأنيونية فلكل الصنوف وكتسوية ومبعثر وعامل استحلاب...، وكإعادة تسوية لأصبغة القطن المباشرة أو الأصبغة الحمضية للبولي أميد.

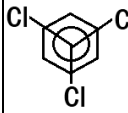
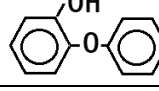
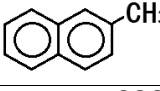
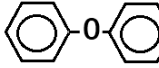
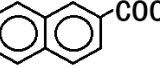
١٢- الحوامل " الكارير "

تستخدم لصبغة البوليستر بشروط الضغط الجوي العادي (أي ٩٥°م) تقريباً بعض المركبات الكيماوية القادرة على خفض درجة حرارة تزجج هذه الألياف، أي درجة الحرارة اللازمة لانتفاخ الألياف وتباعد سلسلها عن بعضها بعضاً، وبالتالي تشكل مسامات بما يسمح لجزيئات الصباغ أن تتغلغل حتى الفراغات البينية بين هذه السلاسل بفضل الحركة الاهتزازية التي تمارسها من خلال طاقتي الحرارة والتحرك.

وهناك من يعتقد بأن آلية عملها تقوم على قدرتها تشكيل طبقة رقيقة على سطح الألياف تقوم بحل الأصبغة لتصبح عملية الهجرة من طبقة الحامل إلى الألياف بدلاً عن الماء إلى الألياف وكأنها تقوم بدور طبقة الوسيط. ومن الضروري التنويه هنا إلى أن الاعتماد على الحوامل لا يصح مع جميع أصبغة الديسبرس، بل مع الأصبغة ذات الحجم المتوسط والصغير ولتراكيز محددة بالألوان المتوسطة العمق إلى الفاتحة، وإلا وقعنا في فخ ضعف الثباتيات أولاً وعدم الجدوى الاقتصادية ثانياً.

وتتمايز أنواع الحوامل عن بعضها بعضاً لدرجة عالية في: فعاليتها، ثمنها، رائحتها... وتتنوع في صنوف عدة ونرى في الجدول (٧٥) أهم مجموعاتها:

الجدول (٧٥)

Carrier أنواع الحوامل				
		أورتو فينيل فينول		ميثيل نفتالين
مشتقات كلور البنزن		ثنائي الفينيل		الاسترات العطرية
	R-CO-O-R'	مشتقات الفحوم الهيدروجينية المكلورة	X-R-CH ₂ -Cl	الاسترات عالية الوزن الجزيئي

وفي كل الأحوال فإن على الحامل تحقيق جملة من الشروط والمواصفات كي يمكننا اعتماده في عالم الصباغة، ومن هذه الشروط نذكر:

١. الفعالية العالية وثبات مستحلبه طوال فترة الحمام الصباغي.
٢. التجانس مع مختلف مجموعات الأصبغة والمواد المساعدة.
٣. عدم تأثيره سلباً على ثباتيات الأصبغة.
٤. سهولة غسله والتخلص من بواقه على البضائع المصبوغة بوجوده.
٥. انخفاض درجة سميته لأصغر حد ممكن وضعف تطايره.

ومن أهم أنواعه نستعرض:

١٢-١- مشتقات كلور البنزن: تتميز بارتفاع فعاليتها ورخص ثمنها، ومن أهم عيوبها تطايرها العالي ما يسبب تكاثف بخارها على جدران الآلات الصباغية ومن ثم تقاطرها مسببةً تشكل بقع غامقة على النسيج، إضافة لسميتها وتلوينها العالي للبيئة ما دفع بمنعها نهائياً.

١٢-٢- أورتو فينيل فينول: يتميز بخواص تسوية وبعثرة، ويرفع من معدلات بريق اللون، ومن أهم عيوبه صعوبة التخلص من بقاياها إلا عند الحرارة الجافة عند (١٥٠م°).

١٢-٣- ألكيل نفتالين: يتميز أيضاً بخواص تسوية وبعثرة مع رفع لمعدلات البريق وانخفاض رغوته وقلة تطايره، ولا تتطاير بقاياها إلا عند الحرارة الجافة عند (١٥٠م°).

١٢-٤- مشتقات الفحوم الهيدروجينية المكلورة: تشابه مشتقات كلور البنزن إلى حد بعيد وتتميز عنها بقلّة تبقيها على الصوف بالأصبغة المعلقة، لذا فإنها غالباً ما تستخدم لمزائج الصوف مع البوليستر (الجوخ).

١٢-٥- الاسترات عالية الوزن الجزيئي: تعتبر عوامل بعثرة وتسوية وتعرية للبوليستر، تستحلب ذاتياً بالماء الحار، ضعيفة الفعالية دون الدرجة (١٠٠م°)، وعالية الفعالية فيما بين (١٢٠-١٣٠م°) إذ ترفع معدلات الهجرة والتسوية بشكل جيد، وتستخدم كمعامل تعرية عند درجة حرارة (١١٠-١٢٠م°)، وتتميز بقلّة تطايرها وعدم تخليفيها لبقايا كائنات الحوامل الأخرى إضافة لعدم تأثيرها سلباً على الثباتية على النور.

١٢-٦- الاسترات العطرية: تتميز بقدرتها العالية على التسوية والبعثرة، تؤثر سلباً على الثباتية على النور، وغالباً ما يتم استخدامها على الآلات المغلقة لأن معظمها لا يبدأ عمله قبل درجة الحرارة (١١٠م°)، لذا فإنها تستخدم هنا كمعزز هجرة ولرفع نسبة استنزاف الحمام، ولا تزول بقاياها إلا بالحرارة الجافة عند (١٥٠م°).

١٣- مضادات التكسير:

يحدث التكسير عادةً لعدة أسباب متداخلة مع بعضها بعضاً، وعلينا اجتنابها جميعاً لتلافي هذه الظاهرة، إذ غالباً ما يبدو التكسير على شكل خطوط متقاطعة ومتشابكة، وقد تصيب هذه الظاهرة النسيج ذاته أو عملية الصباغ أو الأثنين معاً حسب ظروف وشروط حمام الصباغة، ومن أهم أسباب التكسير:

أ- الوزن النوعي العالي للقماش: ويلعب هذا العامل دوره بطريقتين:

أ- إيجابية: لأنه يعني أن حبل القماش سيكون أقصر طولاً ما يعني عدد دورات أكبر للنسيج في وحدة الزمن.

ب- سلبية: إذ يؤدي تنضد النسيج فوق بعضه بعضاً لحدوث التكسير، وفي حال طبقت عملية تثبيت حرارية للقماش قبل الصباغة فإن احتمالات التكسير تتراجع كثيراً بوصولنا لدرجات الحرارة العالية، كما يرتبط هذا العامل بتصميم آلة الصباغة وطريقة توضع وحركة النسيج في حوضها، ودرجة فعالية القاذف وغزارة الضخ من خلاله، وهذا ما يميز آلات التدفق وفق تقنية الشلال الأكثر أماناً هنا عن الآلات ذوات القواذف القوية (الجت) أو العالية الغزارة.

ب- معدل تدفق سائل حمام الصباغة: ذلك أنه وكلما زاد هذا المعدل زاد التجانس الحراري للسائل في أجزاء الآلة والقماش على حد سواء، علاوة عن أن ارتفاع درجة تجانس مواد حمام الصباغة إلا أن نتجاوز درجة غزارة حدية تبدأ بعدها عمليات نقض بعثرة ما يستوجب رفع كميات عوامل البعثرة والتسوية.

ج- معدل ارتفاع درجات الحرارة: إذ يتوجب علينا الالتزام بمعدلات ارتفاع درجات الحرارة التي تنصح بها الشركات المنتجة للأصبغة، إذ أن ارتفاع درجة حرارة السائل الصباغي الحبيس عند خط التجمد عما حوله يعني ظهور الخطوط الغامقة لتسربها نسب صباغ أعلى، وبخاصة للأصبغة الصغيرة أو المتوسطة الحجم، والتي لها درجة امتصاص حرارية منخفضة ولم يرافقها زمن تخمير كافٍ (زمن البقاء عند درجات الحرارة العالية) لتتسنى لها إعادة التسوية.

د- معدل دوران حبل الغسيل في الآلة: فكلما زاد الزمن اللازم لدوران الحبل زادت احتمالات التكسر وعدم التجانس في تسوية الصباغ، والشائع أنه لا يجوز أن يتجاوز زمن دوران الحبل مدة الثلاث دقائق.

هـ- تصميم آلة الصباغة: فقد وجد أن الحوض الأفقي ذي نسب الماء العالية والذي يتدفق بنسب عالية ودون ضغط يساعد على اصطفاغ النسيج خلف بعضه بعضاً، في حين أن آلات الحوض الكروي ذات نسب الماء المنخفضة تتسبب بتكسر القماش لتنتضده فوق بعضه بعضاً.

و- زمن ودرجة حرارة التخمير: ذلك أنه يمكننا إصلاح الكثير من الأخطاء بالبقاء عند درجة الحرارة العالية للصباغ (البوليستر: ١٣٠ م، البولي أكريلونتريل: ١٠٢ م، الأصبغة المباشرة للقطن والحمضية أو المبعثرة أو المباشرة للبولي أميد: ٩٥ م)، إذ تتوفر للصباغ بشروط الحرارة العالية تعزيز عمليتي الهجرة وإعادة الهجرة وبالتالي عملية إعادة تسوية نتجاوز فيها أخطاء مرحلة رفع الحرارة، وترتبط الفائدة من عملية التخمير بنوع الصباغ وحجم جزيئاته وكميته ونوعية ونسب المواد المساعدة المضافة للحمام الصباغي.

ز- معدل انخفاض درجة حرارة الحمام الصباغي: إذ تنصح معظم شركات الأصباغة أن تكون معدلات خفض درجة الحرارة دون معدلات ارتفاعها، إضافة لضرورة تبريد درجة حرارة الحوض لأدنى درجة حرارة ممكنة دون أن يتوقف القماش عن الدوران.

١٣-٢- آلية عمل المواد المانعة للتكسير: يوافق كل نوع من أنواع الألياف زاوية إجهاد وضغط ودرجة حرارة معينة يبدأ عندها حصول ظاهرة التكسير، والتي لا يتمكن عندها القماش للعودة لحالته الأصلية عند رفع هذه الإجهادات، لذا فإن مهمة موانع التكسير تتجلى على الشكل:

- أ- منح القماش قدراً من الليونة تساعد على تصعيب الشروط اللازم تحقيقها للتكسير.
 - ب- منح القماش خاصية الانزلاق كي تساعد على عدم التنتضد فوق بعضه بعضاً زمنياً طويلاً نسبياً.
 - ت- رفع معدلات التسوية والبعثرة.
- لذا فإنه غالباً ما تميز موانع التكسير بالخواص:
- أ- ارتفاع وزنها الجزيئي وطبيعتها الدهنية.
 - ب- شحنتها الأنيونية أو اللاأيونية.
 - ت- سهولة امتصاصها، وعدم تعارضها مع مواد بناء الحمام الأخرى.
- ونرى في الجدول (٧٦) موانع تكسير لبعض الشركات العالمية:

الجدول (٧٦)

بعض مضادات التكسير لبعض الشركات العالمية " الشحنة: سالية"			
المادة	الشركة	التركيب	الوظيفة
سيبا فلويد C	سيبا	محلول مائي لبوليمير مشترك مع بولي إيثير	مزلق مانع للتكسير لعمليات الإنهاء الرطبة للنسيج ولكل أنواع الألياف
بيريلان FOS	د. بتري	ألكيل فوسفات و إيتوكسيلات أغوال دسمة	مضاد تكسير ضعيف الرغوة بخواص تسوية وبعثرة وهجرة للبولىستر ومزائج
بيريلان NHS		أميدات حموض دسمة مع شموع خاصة	مضاد تكسير لا أيوني ومطري
بيريلان VF		بولي أكريلات	مضاد تكسير عديم الرغوة لجميع أنواع الألياف
تبيولان MDF	د. بوميه	استرات حمض الفوسفور مع عوامل استحلاب	مضاد تكسير منخفض الرغوة للبولىستر، وعامل تسوية وهجرة
تبيولان LF		مزيج سلفونات	مضاد تكسير ومزلق لا رغوي للألياف السيلولوزية ومزائجها
توبانول DF- JET		مشتقات حموض أميدية غروية	مضاد تكسير وتسوية رغوي للألياف السيلولوزية بالأصبغة المباشرة على آلة الجت
ريكولين JET	رودولف	بولي أكريل أميد	لتبييض وصباغة القطن والفيكوز، الصوف، البولىستر، البولي أميد، الأكريليك ومزائجها، منخفض الرغوة، مطري ومزلق، مقاوم للقويات والأملاح وللحرارة العالية

كما نرى في الجدول (٧٧) مقارنة بين مضاد تكسير صناعي وآخر دسم:

الجدول (٧٧)

جدول دراسات المقارنة التحليلية لنمط مضاد تكسير صناعي مع أنماط أخرى منافسة		
من نمط الحموض الدسمة أو الزيتية	صناعي	الخاصة
بعضها	جميعها	نوعية المنتجات الممكن تطبيقه عليها
ممكن	ليس له	المفعول المؤخر، مشاكل التبقيع، الترسبات، التأثير السلبي على المردود اللوني
	أفضل بكثير	الثباتية تجاه: الحموض، القلويات، الأملاح، منع التكسير
	أفضل	التزليق
	ليس له	المفعول المطري بعد المعالجة

١٤- مخمدات الرغوة:

يستلزم بناء الحمام الصباغي بعض المواد المسببة لتشكيل الرغوة وبالتالي إعاقة الدوران المنتظم للخامات في آلة الصباغة، واحتباس جزيئات الصباغ ضمن الفقاعات والتي يتسبب انفجارها ترديذ تلك الجزيئات بصورة عشوائية، لذا فقد بحثت الشركات المنتجة للأصبغة والمواد المساعدة عن موادٍ يمكنها منع تشكل الرغوة لتسوقها باسم مضادات الرغوة Antifoaming، وأخرى تمنع تجمع الهواء بين ثنايا النسيج لتسوقها باسم ساحبات الهواء Deaerating agents.

وفي حين أنه يتم تسويق مضادات الرغوة كمواد وحيدة الوظيفة، فإن موانع الهواء تُسوق بأكثر من وظيفة، وغالباً ما يكون عامل مبلل أو منظف أو ... مانعاً من تشكل الرغوة، ونرى في الجدول (٧٨) بعض مضادات الرغوة ومضادات التهوية لبعض الشركات العالمية:

الجدول (٧٨)

بعض مضادات التكسير لبعض الشركات العالمية " الشحنة: سالبة"				
المادة	الشركة	التركيب	الشحنة	الوظيفة
بيري فوم AFL	د. بتري	بولي سيلوكسان	n	مضاد رغوة سيليكوني
بيري فوم BAO		استرات حموض دسمة وابتوكسيلات أغوال دسمة		مضاد رغوة صديق بيئة خالي من السيليكون والزيوت المعدنية
بيري ويت SL		ألكيل ايتير سلفات	a	مضاد رغوة مع خواص طارد هواء
بيري ويت SLN		ابتوكسيلات أغوال دسمة مع فوسفات الألكيل	n	مضاد تهوية مع خواص مضاد رغوة
ألبغال FFA	سيبا	مذيب حاوي سلفات ألكيل أريل بولي غليكول ايتير	a	طارد هواء ومسرّع تخريق مع خواص مضاد الرغوة
روستول ASA	رودولف	ابتوكسيلات أغوال دسمة، حمض السيليس، وفحوم هيدروجينية	n	للعمليات الرطبة على النسيج في الحمامات العالية معدلات الغزارة، ولمثخنات الطباعة الطبيعية والصناعية
كونتريبون MOF	Z&S	أغوال صناعية		مضاد رغوة عام، خالي من المركبات السيليكونية والزيوت المعدنية
انتوشومير ATB	د. بوميه	مزيج هيدروكربونات أليفاتية		مضاد رغوة لا سيليكوني

الباب الرابع

- معالجة المياه
- المعالجة الأولية وقصر الألياف السيللوزية
- المعالجة الأولية للألياف الصوفية
- المعالجة الأولية لألياف الحرير الطبيعي
- المعالجة الأولية للألياف التركيبية
- المبيضات الضوئية

البحث الأول

معالجة المياه

١- عسرة المياه ودرجاتها:

تحوي جميع أنواع المياه على مجموعة مركبات مرافقة عضوية ولاعضوية، وتنبأين كثيراً أو قليلاً من مصدر لآخر أو من وقت لآخر، ومهما يكن من أمر فإننا نطلق على الماء عند تركيز معين للمواد المرافقة اسم الماء العسر، ويتحول لماء يسر بتخلصنا منها، وبالتالي يصنف الماء العسر إلى:

- عسر مؤقت: وتسببه أنيونات ثاني كربونات الكالسيوم أو المغنيزيوم، أي أملاح حمض الكربون.
 - عسر دائم: وتسببه الأنيونات اللاكربونانية كأنيونات الكبريتات والكلور والسيليكات.
- ويمكننا عموماً تصنيف المياه في أربع درجات عسرة رئيسة كما نرى في الجدول (٧٩):

الجدول (٧٩)

تصنيف المياه بحسب درجات العسرة				
التوصيف	يسر	متوسط العسرة	عسر	عسر جداً
محتوى الأملاح الذائبة	$100 \geq$	١٠٠-٢٠٠	٢٠٠-٣٠٠	$400 \leq$

٢- شوائب المياه العسرة:

١-٢- الأملاح: وأهمها:

- ثاني كربونات وكبريتات وكلوريدات الكالسيوم والمغنيزيوم.
- كبريتات وكلوريد الصوديوم.
- السيليكات " أملاح حمض السيليس "
- أملاح الحديد والألمنيوم.

٢-٢- الغرويات: مركبات عالية الوزن الجزيئي، يمكننا التخلص منها عبر عمليات ترسيب ببعض الكيماويات والعوامل المخثرة وفق إحدى طرائق التثخن:

أ- شب الألمنيوم والبوتاسيوم $[KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O]$ ، وكبريتات الألمنيوم.

ب- أملاح الحديد: كبريتات الحديد، كلوريد الحديد.

ج- بعض المركبات البوليميرية الحديثة العهد مثل المشتقات البولي كربوكسيلية الأنيونية.

د- بعض المركبات الكاتيونية كـ بعض المركبات الأمينية الخاصة بمعالجة المياه والقادرة على ربط المركبات العضوية الأنيونية.

٢-٣- المعلقات: وأهمها أملاح حمض السيليس، وتقوم عمليات التخلص منها على أربع مراحل:

أ- الترشيح: عبر مرشحات مفتوحة أو مضغوطة وبأقطار فتحات مناسبة.

ب- الترسيب والترقيد.

ج- التثخن الكهربائي: يقوم على استقطاب حبيبات المرشح لبعض أيونات الماء. ومن فوائد هذه التقنية أن لها صفات التعويم والأكسدة بذات الوقت.

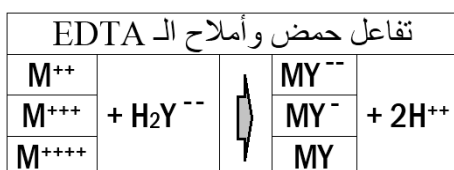
د- المعالجة البيولوجية: وتتضمن التخلص من الشحوم والزيوت والكائنات الحية التي تعمل على تغيير الخواص الطبيعية والكيماوية للماء ما يسبب خطورة كبيرة على أنابيب المراحل البخارية.

٢-٤- الغازات: قد تحوي بعض المصادر المائية كماً من الغازات الضارة مثل ثاني أكسيد الكربون CO_2 ، كبريت الهيدروجين H_2S ، وبعض الغازات الناتجة عن تفاعلات حيوية كمركبات الأزوت، ويتم التخلص من هذه الغازات بقرقرة غازات أخرى مثل الأكسجين والأزوت والكلور أو أول أكسيد الكلور لقتل البكتريا وإزالة الرائحة، ومن ثم يعرض الماء لضغط منخفض في محطات خاصة للتخلص من الأكسجين والبواقي الغازية الأخرى التي تعمل على تآكل الأنابيب داخل وخارج المراحل، ويتم عملياً رفع درجة حرارة الماء الداخل للمراحل أولاً لطرد هذه الغازات وفق قاعدة انخفاض نسبة الغازات المنحلة مع ارتفاع درجة الحرارة.

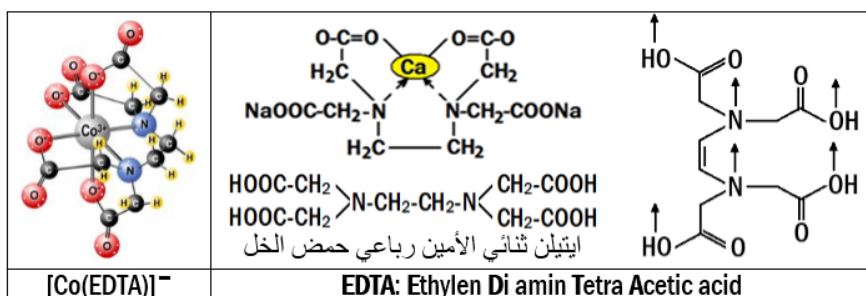
٣- قياس القساوة:

تعتمد تفاعلات معايرة درجة القساوة على زمرة خاصة من المركبات المعقدة والتي يُطلق عليها اسم مجموعة المركبات المخيلية (الشلات) والتي تحتوي على أكثر من زمرة مانحة أي زمرة تحوي أشعاعاً الكترونية حرة تمكّنها من تشكيل روابط تساندية، ومن أهمها المركبات الأمينية التي تُباع تحت اسم كومبلكسون أو فيرسين كابتيلن ثنائي الأمين رباعي حمض الخل EDTA.

ويُعد هذا المركب حمضاً ضعيفاً يتم تداوله على شكل ملحه الصوديومي، أي كملح ضعيف رباعي الأساس، ويمكن للحمض أن يفقد أيوني الهيدروجين الأول والثاني بسهولة مقارنةً مع الثالث والرابع، كما أن الحمض ضعيف الانحلال بعكس ملحه الصوديومي (Na₄Y)، لذا فإن المعتمد في الكيمياء التحليلية عموماً هو الملح الثنائي (Na₂H₂Y) لأن الحمض ضعيف الانحلال والملح الرباعي شديد الحلمهة لذا نجده الأكثر استخداماً في الصناعة. يمكننا الحصول على الملح الثنائي بدرجة نقاوة عالية، وتشكل أنيونات هذا الملح معقدات ثابتة مع الكاتيونات المعدنية ذوات أرقام الأكسدة (2+، 3+، 4+)، ويكون الارتباط عموماً على أساس أنيون غرامي من الملح مع كاتيون غرامي من المعدن.



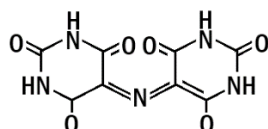
ويتوقف مدى تشكل هذه المعقدات على درجة حموضة المحلول، فقد وجد عملياً أن الأنيونات الثنائية تكون ثابتة في الوسط القلوي أو الحمضي الضعيف، وبالتالي يتوجب زيادة حموضة الوسط عند ازدياد شحنة الكاتيون، وعليه فإنه يمكن لجميع الأيونات أن ترتبط بهذا العامل المخيلي، إذ نجده مثلاً مع أيون الكوبالت أو الكالسيوم على الشكل:



الشكل (٧٣): الكومبلكسون II أو إيتيلن ثنائي الأمين رباعي حمض الخل

٣-١- مراحل إجراء المعايرة:

٣-١-١- المشعرات: ومن أهمها: الموركسيد، أريوكروم بلاك T، الكروم الحمضي الأزرق الغامق. أ- الموركسيد: [NH₄(C₈O₆H₅N₅)H₂O]، وهو الملح النشاردي لحمض البوربوريك، ونجده على شكل مسحوق أحمر غامق قليل الذوبان في الماء، محلوله بتركيز (٠,٠٥) أحمر بنفسي، ويشكل مع كاتيونات الكثير من المعادن معقدات حمراء أو صفراء غير ثابتة.

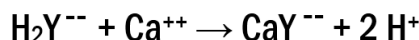


Ammonium 2,6-dioxo-5-[(2,4,6-trioxo-5-hexahydropyrimidinylidene amino)-3H-pyrimidin-4-olate

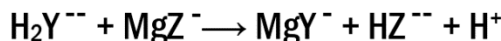
وبما أن محلوله المائي غير ثابت فإننا نمزجه جافاً مع كلوريد الصوديوم بنسبة (١/١٠٠)، ويُضاف من المخلوط لدورق المعايرة بتركيز (٢٠-٣٠) ملغ.

ب- الأريوكروم الأسود تي Eriochrome Black T: صباغ حمضي من مجموعة أصبغة الأزو، ويلعب دور المشعر الحمضي والقلوي، إذ ينقلب عند حموضة (pH: 6.3) من أحمر إلى أزرق، وعند (pH: 11.5) من الأزرق إلى البرتقالي.

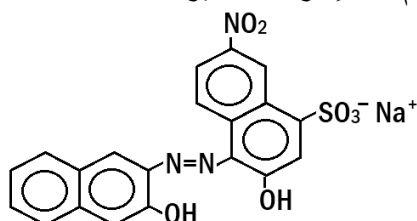
لونه كمشعر أزرق أما معقداته فحمراء اللون، يذوب في الغول مشكلاً محلولاً ضعيف الثبات، لذا فإنه يُحضر عملياً على شكل مزيج جافٍ مع كلوريد الصوديوم بنسبة (٢٠٠/١)، ويقوم بعمله كمشعر على أساس أن معقده مع المغنيزيوم أحمر أرجواني، وبإضافة زيادة من الفرسين تتحد هذه الزيادة مع المغنيزيوم ما يحرق الصباغ العضوي الذي يتميز بلون أزرق سماوي، فإثناء المعايرة وبإضافة الفرسين يجري التفاعل:



ويبدأ الفرسين بوصوله لنقطة التعادل بتخليص المشعر من أيونات المغنيزيوم ليحرره للونه الأزرق السماوي:



حيث Z^{2-} أنيون المشعر، وقد وجد أن أفضل شروط المعايرة عند حموضة (pH: 10)، لذا نلجأ لاستخدام محلول واقٍ من هيدروكسيد وكلوريد الأمونيوم عند إجراء المعايرة.



Eriochrome Black T

Sodium 4-[2-(1-hydroxynaphthalen-2-yl)hydrazin-1-ylidene]-7-nitro-3-oxo-3,4-dihydronaphthalene-1-sulfonat

ج- الكروم الحمضي الأزرق الغامق ($C_{16}H_{10}O_9N_2S_2NH_2$): صباغ عضوي يشبه الأريوكروم إلا أنه أكثر حساسية منه، جيد الانحلال في الأغوال وبشكلٍ محدود في الماء، يتم تداوله كمحلول لثبات محاليله المائية.

٣-١-٢- خطوات العمل:

أ- تحضير محلول (٠,٠١) جزيئي من (H_2YNa_2): يوجد هذا الملح متبلوراً مع جزيئتي ماء وبالتالي فإن وزنه الجزيئي (٣٧٢,١)، يُسخن مقداراً منه حتى (٨٠ م) للتخلص من الرطوبة الطارئة، ومن ثم يوزن (٣,٧٣) غرام بدقة وتحل في لتر من الماء المقطر، ويمكننا التأكد من صحة عياره بمحلول (٠,٠١) جزيئي من كاتيون الكالسيوم والمغنيزيوم.

ب- تحضير المشعر: يمزج (٥٠٠) مل من المشعر الصلب مع (٥٠) غرام من مسحوق كلوريد الصوديوم النقي ونتابع المزج حتى التمام.

ج- تحضير المحلول الموقفي ذي (pH: 10): يمدد (٥٨) سم^٣ نشادر كثيف مع (٢) غ من كلوريد النشادر بالماء المقطر حتى يصبح الحجم (١٠٠) مل.

د- إجراء المعايرة: يؤخذ (١٠٠) مل من الماء المراد اختباره في فيول نظيف، ويضاف له (٠,٥) مل من حمض كلور الماء الممدد و (٥) مل من المحلول الواقٍ ونثره مشعر صغيرة بحجم رأس الدبوس فيتلون الماء بلون وردي إلى خمري الذي هو لون المشعر مع المغنيزيوم، ثم نبدأ بإضافة محلول (٠,٠١) جزيئي من محلول الفيرسين حتى انقلاب اللون إلى الأزرق واختفاء اللون الزهري تماماً كما في الشكل (٧٤):

تحول لون الماء المراد معايرة قساوته				
أزرق	وردي إلى خمري			عديم اللون
	لون مشعر الأريوكروم بلاك T مع أيونات المغنيزيوم			الماء القاسي
لون مشعر الأريوكروم بلاك T مع الفرسين				

الشكل (٧٤)

٣-١-٣- حساب القساوة: بما أن تراكيز الأملاح لا تزيد عادة عن (٠,٠١) نظامي فقد وجد أنه من الأنسب اعتماد سلم وحدات صغيرة للتعبير عن درجة القساوة.

فيما أن نظامية المحلول تعبر عن عدد المكافئات في اللتر لذا تستعمل وحدات ميلي مكافئ/لتر، وهكذا فإن المحلول (٠,٠١) نظامي يعادل (١٠) ميلي مكافئ/لتر.

ونجد أيضاً واحدة الجزء من المليون (ج م م ppm) والتي تعني أن الماء ذي العيار (١) ميلي مكافئ يحوي (١٠٠٠/٥٠) غرام من كربونات الكالسيوم/لتر، أي (٥٠) ملغ في (١٠٠٠) غ ماء تقريباً (50 ppm) باعتبار

أن الوزن الجزيئي لكاربونات الكالسيوم يساوي (100)، وأخيراً نجد الوحدة الفرنسية: فعندما نجد (10⁻⁴) أيون غرامي من أيونات الكالسيوم في اللتر نقول أن درجة قساوته (1) درجة فرنسية، وبالتالي فإننا عندما نعاير مقدار (100) مل من الماء بمحلول الفرسين (0,01) جزيئي فإن عدد المليمترات اللازمة للمعايرة يساوي درجة القساوة الفرنسية، أي أن:

$$M_1.V_1 = M_2.V_2 = \text{Versen} = 0.01 \text{ M}$$

$$100 \times M_1 = 0.01 \times A \rightarrow (0.01/100) A = 10^{-4} A$$

الدرجة الفرنسية	عدد المليمترات اللازمة	التركيز الجزيئي Ca ⁺⁺ & Mg ⁺⁺
-----------------	------------------------	---

ومن الضروري التنويه إلى أنه عندما يكون محتوى الماء من كاتيون المغنيزيوم ضعيفاً فإن تغير اللون قد لا يكون واضحاً، لذا فإننا نضيف (1) غرام من كلوريد المغنيزيوم سداسي الماء (MgCl₂. 6H₂O) لمحلول الفرسين عند تحضيره، ونعاير بمحلول (0,01) جزيئي من أيون الكالسيوم أو المغنيزيوم، أي المعايرة بالطريقة غير المباشرة، ونرى في الجدول (٧٩) درجات القساوة منسوبة لبعضها بعضاً:

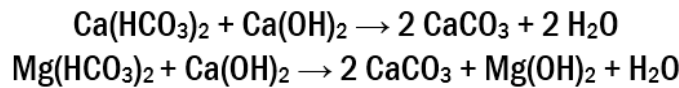
الجدول (٧٩)

جدول تحويل درجات القساوة						
الوحدة	ميلي مكافئ	درجة فرنسية	درجة إنكليزية	درجة أمريكية	درجة ألمانية	ج.م.م
مكافئ ميلي	1	5	3,5	2,9	2,8	50
درجة فرنسية	0,2	1	0,7	0,58	0,56	10
درجة إنكليزية	0,286	1,43	1	0,83	0,8	14,3
درجة أمريكية	0,31	1,72	1,2	1	0,96	17,2
درجة ألمانية	0,358	1,79	1,25	1,04	1	17,9
ج.م.م	0,02	0,1	0,07	0,058	0,06	1
أصل الوحدات وتفسيرها						
1 p.p.m = 1 m.g CaCO ₃ in 1.0 lit water			1 Clark = 10 m.g CaCO ₃ in 0.7 lit water			
d.H = 10 m.g CaO in 1.0 lit water			1 f.H = 10 m.g CaCO ₃ in 1.0 lit water			

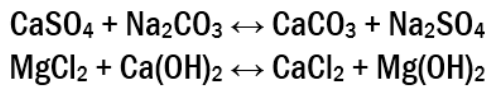
٤ - عمليات التحلية ومبادئها:

تعني عملية التحلية Sequestering ربط أو حجز أو عزل كاتيونات معدنية لمنعها من الترسيب، ونجد ثلاثة طرائق لمعالجة عسرة المياه: طريقة الكلس والصودا، طريقة التبادل الأيوني، طريقة المعالجة بالكيماويات.

٤-١ - **طريقة الكلس والصودا:** يُضاف هيدروكسيد الكالسيوم (CaCO₃) و كربونات الصوديوم في حوض مائي فتترسب أيونات الكالسيوم والمغنيزيوم المسببة للعسر المؤقت الناشئ عن وجود البيكربونات، وكذلك أملاح كبريتات الكالسيوم وكلوريد المغنيزيوم بحسب معادلات العسر المؤقت التالية:

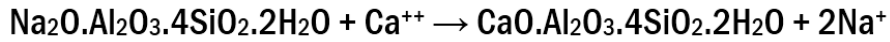


ولكون كربونات الكالسيوم أقل انحلالاً من كربونات المغنيزيوم فإنها تترسب أولاً. أما معادلات العسر الدائم فتتم بتحول كلوريد الكالسيوم إلى كربونات الكالسيوم بفعل كربونات الصوديوم ما يؤدي لترسبها وفصلها:

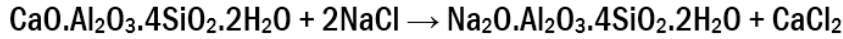


وهكذا نجد أنه يمكننا التخلص من العسر المؤقت والدائم بإضافة ما يلزم من الكلس المطفأ وكربونات الصوديوم، وقد تضاف أحياناً سيليكات الصوديوم كمخثر Coagulating the precipitate، وتتم هذه العملية في أحواض خاصة بعد إتمام عملية الترسيب، وتعتمد الكمية اللازمة من الكلس المطفأ والصودا آس على درجة عسرة المياه، وغالباً ما تؤدي هذه الطريقة بنا إلى ماء درجة عسرته بحدود (8 ppm) أو أقل.

٤-٢ - **طريقة التبادل الأيوني:** يُمرر الماء العسر الحاوي أيونات الكالسيوم والمغنيزيوم على مركبات تسمى الزيوليت مثل مادة الأنالسيت ليتم استبدالهما بأيونات أخرى كالصوديوم مانعة حدوث عمليات الترسيب:

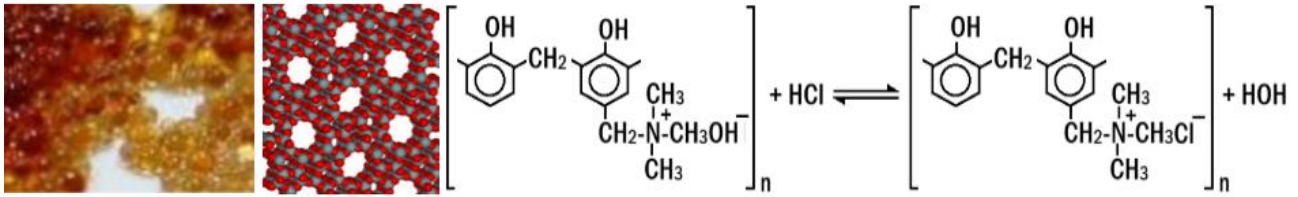


وتؤمن هذه الطريقة حصولنا على مياه بدرجة قساوة الصفر، ليبدأ الزيوليت بالتخامد فنعود لتنشيطه بملح الطعام ليعود إلى أصله من جديد:



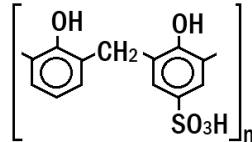
٤-٢-١- **الراتنجات الحديثة:** تدخل الأمينات الثنائية العطرية والأمينو- فينولات والأمينات كالفينول في تفاعل تكاثف مع الفورم الدهيد بسهولة، ونحصل باعتماد نسب تفاعل ودرجة حموضة معينتين على بوليميرات عالية الوزن الجزيئي وذات تركيب فراغي شبكي، ويكون لهذه البوليميرات شكل حبات الزجاج الأسود أو البني القاتم، غير ذوابة بالماء أو بالمذيبات الأخرى، كما أنها تنتفخ بالماء وبالمحاليل الملحية والحموض.

ونظراً لاحتواء هذه المركبات على مجموعتي (-NH- & -NH₂) القطبيتين وذوات الخواص القلوية فإنهما يشكلان عند انتفاخهما بالماء أنيون هيدروكسيل (-OH-) وكاتيون ضخم غير قابل للذوبان ما يجعلنا نعتبرها أساساً ضعيفة عالية الوزن الجزيئي، وأهم ما يميز هذه البوليميرات قدرتها على الدخول في تفاعل تبادل مع المحاليل الكهرليئية لتكوين أملاح وفق التفاعل التالي:

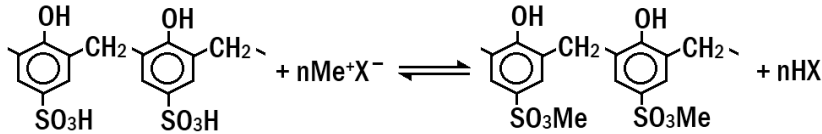


ونتيجة انتفاخ أو انتباج هذا البوليمير بتأثير المحاليل الملحية تزداد سرعة انتشار الأيونات فيه ما يرفع من سرعة التبادل الأيوني برغم عدم ذوبانه حتى يتم التبادل على كامل الوظائف القابلة للتبادل فيه (أي الوصول لحد الإشباع أو استنزاف كامل سعته)، وإذ ذلك نعد لتجديد الرزين بمعالجته بمحاليل ملحية أو حمضية أو قلوية بحسب طبيعة وظائفه الأساسية كما هو الحال مع الأنالسيت.

ويمكن لهذا البوليمير أن يدخل بتفاعل عكسي مع المحاليل الكهرليئية ما أمكننا أن نعتمدها كمرشحات للتبادل الأيوني يمكننا معها استخلاص الأيونات من المحاليل الكهرليئية المراد معالجتها أو تنقيتها، ولذلك أطلق عليها اسم راتنجات التبادل الأيوني، ونجد منها على سبيل المثال راتنج السلفو- بولي فينولات:



رزين السلفو- بولي فينولات: يتم اصطناعه من تكاثف حمض الباربا - فينول - سلفونيك مع الفورم الدهيد، وهي حموض عالية الوزن الجزيئي غير ذوابة بالماء ولكنها تنتفخ فيه، وتمتص الكاتيونات من محاليل الأملاح المائية بسهولة وفق التفاعل:



ويمكننا بعد هذه المرحلة استخلاص الأملاح نقيّة بمعالجة الملح البوليميري المتشكل بالحموض، وتسمى البوليميرات الحاوية مجموعات أيونية حمضية بالكاتيونيات، وعلى مجموعات أنيونية بالأنيونيات، ونرى في الجدول (٨٠) بعضاً منها.

٤-٢-٢- **سعة تبادل الراتنج (الرزين):** يُعبر عن سعة التبادل بعدد مكافئات الأيونات المطلوب عزلها أو استبدالها والتي يمكن لوحدة وزن من الراتنج أن يبادلها حتى وصوله حد الإشباع، وتزداد السعة باحتوائه عدداً أكبر من المجموعات الوظيفية القادرة على التبادل.

٤-٢-٣- **مبادئ اختيار الراتنج:** يتم اعتماد راتنج معين بعد تعيين كثافته وقدرته أو قابليته على الانتفاخ Swelling capacity وسعة تبادله الاحصائية والكاملة.

الجدول (٨٠)

بعض رزينات التبادل الأيوني			
الأنيونيات		الكاتيونيات	
المجموعة الوظيفية	الراتنج	المجموعة الوظيفية	الراتنج
- NR ₂	الأمينات	- SO ₃ H	السلفونية
- NHR	الأمينات الثانوية	- COOH	الكربوكسيلية
- NR ₃ OH	مشتقات الأمونيوم الرباعية	- N(CH ₃ COO) ₂	الأمينو ثنائية الخلات
- SO ₂ OH	السلفونوميوم	- PO ₃ H ₂	الفوسفونية
تبادل الأيونات السالبة مع أنيونات المحلول الملحي كالكلور أو الهيدروكسيل		- PO ₂ H	الفوسفينية
		تبادل البروتون (H ⁺) بمعادن موجب كأيونات الصوديوم، الكالسيوم، المغنيزيوم...	

٤-٢-٤-٤ - **تنشيط الراتنج:** يبدأ الراتنج بالتأين بعد انتشار المحلول الملحي إثر انتفاخه وبالتالي بدء عملية التبادل فيما بين أيون هيدروجين مع أيون صوديوم أو أيوني هيدروجين مع أيون كالسيوم حتى وصولنا لحالة توازن بين الراتنج والمحلل الملحي، وهكذا يتوقف عمل الراتنج كمبادل أيوني ما يضطرنا لإعادة تنشيطه بمعالجته تحت ضغوط متوسطة بمحلل حمضي أو قلوي أو ملحي بحسب طبيعة الراتنج.

٤-٢-٥-٤ - **الراتنجات المختلطة:** تعتمد بعض الشركات الصانعة لوحدة المبادلات الأيونية لاعتماد مزيج من الراتنجات الكاتيونية والأنيونية لتحقيق الغاية المشتركة من النوعين في آن معاً، إذ يتم التبادل هنا بالأيونات المعدنية مثل الصوديوم وأيونات الكلور أو الهيدروكسيل...، وعندما يجري التفاعل بكامل الأيونات الراتنجية تفقد قدرتها على التبادل ما يضطرنا لمعالجتها بمحلل كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) الذي يقوم بتخليصها من كل ما تبادلت به لتعود قادرة على استخلاص الأيونات من المياه المراد معالجتها من جديد.

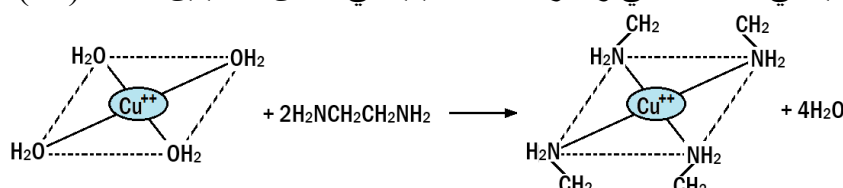
٤-٢-٦-٤ - **مواصفات أجهزة التبادل الأيوني:** يتم بناء أجهزة التبادل الأيوني وفق مجموعة مواصفات تتضمن عادة النقاط الأهم المبينة في الجدول (٨١):

الجدول (٨١)

مواصفات أجهزة التبادل الأيوني	
	ضغط العمل أو التشغيل الأصغري: كغ/سم ^٢
	ضغط العمل أو التشغيل الأعظمي: كغ/سم ^٢
	الضغط الأعظمي الذي يحتمله الجهاز: كغ/سم ^٢
	استطاعة التحلية أو التدفق الاسمي " كمية الماء المحلى " : م ^٣ /ساعة
	التدفق الأعظمي: م ^٣ /ساعة
	دورة دارة إعادة التنشيط: م ^٣ /ساعة
	حجم الرزین المتأين في جهاز التحلية: لتر
	درجة حرارة التشغيل الدنيا: درجة مئوية
	درجة حرارة التشغيل العليا: درجة مئوية
	مواد بناء الجهاز: معدن غير قابل للصدأ: بولي فينيل كلوريد PVC
خزان الملح المقاوم لمحاليل الملح عالية التركيز: بولي إيثيلين	
مواد بناء الصمامات ونظام تشغيلها ومراقبة عملها	
ملاحظة هامة: من الضروري حماية الرزین من التجمد لأنه يسبب تفجر الرزین بفعل تمدد الماء الممتص وبالتالي فقده قدرته على التبادل الأيوني والحاجة لاستبداله	

٤-٣-٤ - **المعالجة بالكيماويات:** هنالك الكثير من الكواشف والمركبات الكيماوية التي يمكنها ربط الأيونات المعدنية ومنعها من الترسيب، ولكل مركب منها استخدام أمثل، وشروط تطبيق أفضل، ومن أهم هذه المركبات:

٤-٣-١-٤ - عوامل التحلية الشيلاتية: تحمل عوامل التحلية أو العوامل الشيلاتية شحنة سالبة تمكنها من تشكيل خاتم مع الكاتيونات المعدنية في الماء القاسي والمركبات البكتينية في القطن كما يبين الشكل (٧٥):



الشكل (٧٥): بنية المركبات الشيلاتية

ويمكن لأيونات الحديد والكالسيوم (Fe^{3+} & Ca^{2+}) أن تتفاعل بسرعة مع العوامل القلوية مثل الهيدروكسيل والكربونات (OH^- & CO_3^{2-}) ما يؤدي لتبعثر وانتشار أنواع الصابون غير الحلولة بالماء في الحمام وعلى القطن في حمام الغلي، ويزيد خطر هذه المشكلة عند العمل بالطرائق المستمرة عنها مع طرائق الاستنزاف، وتتخلص وظائف عوامل التحلية بـ:

- أ- منع تشكل الزبد أو أي طبقة ضارة على سطح القطن.
 - ب- منع الترسبات الناتجة عن استخدام الماء القاسي.
 - ت- منع كاتيونات الكالسيوم والمغنيزيوم من تشكيل رغوة القساوة.
 - ث- منع إعاقة بعثرة السائل. ومنع تعكره
 - ج- منع تفاعلات التعفن والأكسدة التي تسبب انحراف اللون.
- وترتبط القدرة على تفاعلات التحلية بدرجة حموضة الحمام، وترتبط قائمة العوامل الشيلاتية العضوية المبينة في الجدول (٨٢) بمحتوى الحمام من الأيونات المعدنية.

الجدول (٨٢)

عوامل التحلية العضوية من نمط الأمينو كربوكسيلات والهيدروكسي كربوكسيلات	
$\begin{array}{c} NaO-CO-CH_2 \\ NaO-CO-CH_2 \end{array} > N-CH_2-CH_2N < \begin{array}{c} CH_2-CO-ONa \\ CH_2-CO-ONa \end{array}$	الملح الصوديومي لايتيلان ثنائي الأمين رباعي حمض الخل EDTA
$N \begin{array}{l} \swarrow CH_2-COOH \\ \searrow CH_2-COOH \\ \swarrow CH_2-COOH \end{array}$	ثلاثي نتريلو حمض الخل وأملاحه NTA
$\begin{array}{c} HOOC-CH_2 \\ HOOC-CH_2 \end{array} > N-CH_2-CH_2N < \begin{array}{c} CH_2-COOH \\ CH_2-COOH \end{array}$	N-(٢-هيدروكسي إيتيل): إيتيلان ثنائي الأمين رباعي حمض الخل HEDTA
$\begin{array}{c} HOOC-CH_2 \\ HOOC-CH_2 \end{array} > N-CH_2-CH_2-N-CH_2-CH_2-N < \begin{array}{c} CH_2-COOH \\ CH_2-COOH \\ CH_2-COOH \end{array}$	ثنائي إيتيل ثلاثي الأمين خماسي حمض الخل وأملاحه DTPA
$\begin{array}{c} HO-CH_2-CH_2 \\ HO-CH_2-CH_2 \end{array} > N-CH_2-CO-ONa$	N-N-ثنائي (٢-هيدروكسي إيتيل) غليسين DHEG
$\begin{array}{c} HOOC-CH_2 \\ HOOC-CH_2 \end{array} > N-CH_2-\underset{OH}{CH}-CH_2-N < \begin{array}{c} CH_2-COOH \\ CH_2-COOH \end{array}$	ثنائي أمينو بروبانول ثلاثي حمض الخل DPTA

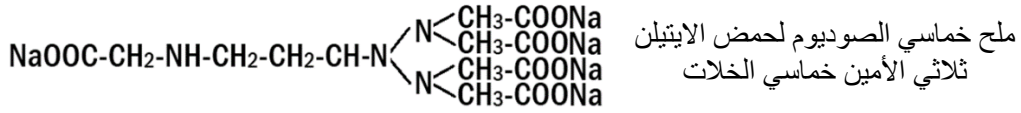
كما تستخدم لحمامات الغلي عند درجات الحرارة العالية بالوسط القلوي مركبات الفوسفونات العضوية المبينة في الجدول (٨٣):

الجدول (٨٣)

عوامل التحلية العضوية من نمط من نمط الفوسفونات العضوية	
$\begin{array}{c} H_2O_3P-H_2C \\ H_2O_3P-H_2C \end{array} \begin{array}{l} \swarrow \\ \searrow \end{array} N \begin{array}{l} \swarrow CH_2-PO_3H_2 \\ \searrow CH_2-PO_3H_2 \\ \swarrow CH_2-PO_3H_2 \end{array}$	أمينو ثلاثي (ميتيلان حمض الفوسفونيك) ATMP
$\begin{array}{c} OH \\ H_3C-C-PO_3H_2 \\ PO_3H_2 \end{array}$	١-هيدروكسي إيتيلدين -١،١-ثنائي حمض الفوسفونيك HEDP
$\begin{array}{c} H_2O_3P-H_2C \\ H_2O_3P-H_2C \end{array} > N-CH_2-CH_2-N < \begin{array}{c} CH_2-PO_3H_2 \\ CH_2-PO_3H_2 \end{array}$	إيتيلان ثنائي الأمين رباعي (ميتيلان حمض الفوسفونيك) EDTMP
$\begin{array}{c} H_2O_3P-H_2C \\ H_2O_3P-H_2C \end{array} > N-CH_2-CH_2-N-CH_2-CH_2-N < \begin{array}{c} CH_2-PO_3H_2 \\ CH_2-PO_3H_2 \\ CH_2-PO_3H_2 \end{array}$	ثنائي الإيتيلان ثلاثي أمينو بنتان (ميتيلان حمض الفوسفونيك) DTMP

وقد تتمتع عوامل التحلية الشيلاتية بخواص أخرى كفعاليات التنظيف والبعثرة ومنع التبقيع أو إعادة الترسب على البضائع، كما يمكن لبعضها أن يفقد ثباته في الوسط القلوي بدرجات الحرارة العالية، إذ يتحلل لمركبات الأورثو فوسفات التي لا تمتلك مثل هذه القدرات.

٤-٣-١- **الحموض الأمينية الكربوكسيلية:** من نمط ثنائي إيتيلان ثنائي أمين حمض الخل وأملاحها ثنائية ورباعية الصوديوم EDTA، والتي تتميز عن بعضها في ثباتها تجاه درجتي الحموضة أو القلوية كما مر معنا، لذا نجد أن شركة OLEA s.a اعتمدت الملح رباعي الصوديوم لخاصته هذه.

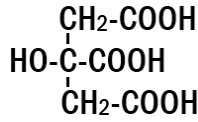


ويتميز بثباته العالي مع الكاتيونات المعدنية الثقيلة والكالسيوم وتجاه المؤكسدات، وفعاليتها العالية في الوسط القلوي والجيدة في الحمضي، ويُفضل عن EDTA في الحالات:

١. التحلية من الحديد في الوسط القلوي.
٢. التحلية من الحديد والكالسيوم في الوسط المعتدل.
٣. لثباته تجاه فوق الأكاسيد وفوق الأملاح أثناء عمليات التبييض.
- ٤-٣-٢. مشتقات خماسي هيدروكسي البنثان: وهي عوامل تحلية خاصة بالحديد والكالسيوم في الوسط القلوي، إذ تستخدم عموماً في الأوساط العالية التركيز بأيونات الحديد.
- ٤-٣-٣. الملح الصوديومي لحمض أمينو بولي ألكيل الفوسفين: ثابت جداً تجاه تفاعلات الحلمهة والأكسدة، ويتمتع بخواص بعثرة كالمركبات الشيلاتية، ويمنع تشكل العكر والرواسب، ويعاكس تفاعلات النخر والتآكل.
- ٤-٣-٤. نتريلو ثلاثي حمض الخل: تنتج شركة BASF مادة تريلون TA، وهي الملح الصوديومي لثلاثي نتريلو حمض الخل كعامل تحلية للماء و رابط لأيونات المعدنية، وتزداد فعاليتها مع ارتفاع درجات الحرارة:



٤-٣-٥. حمض الليمون: ومن أهم أملاحه ليمونات الكالسيوم:



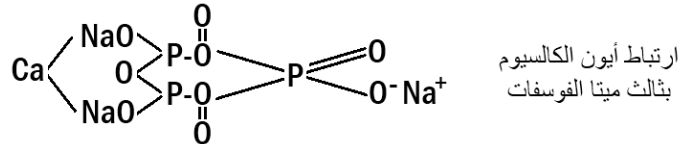
٤-٣-٦. غلوكوهبتونات الصوديوم: تنتجها شركة CEPEA على شكل سائل بني داكن كعامل تحلية من كاتيونات الحديد والكالسيوم في المحاليل القلوية، وكمانع للنخر القلوي.

٤-٣-٧. مجموعة مركبات الفوسفات:

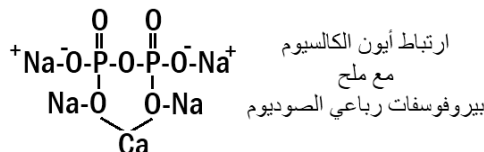
٤-٣-٧-١. أملاح الميئا فوسفات $(\text{HPO}_3)_n$: وهي أملاح حمض ميئا الفوسفور HPO_3 الذي نجده دوماً بشكله البوليميري الزجاجي الصلب.

يؤدي صهر ملح فوسفات أحادي الصوديوم وتبريده بسرعة لتشكل ملح سداسي ميئا فوسفات الصوديوم، وإذا ما أضيفت كمية من القلوي إلى ملح الفوسفات أحادي الصوديوم ثم صُهر المزيج وُبرّد بسرعة تنتج سلسلة من الأملاح الحاوية كميات مختلفة من القلوي، فإذا كانت نسبة Na_2O إلى P_2O_4 كنسبة (١/١,٥) ينتج الملح $(\text{Na}_6\text{P}_4\text{O}_{13})$ المسمى رباعي فوسفات الصوديوم، ومن الأملاح المعروفة تجارياً ملح غالغون T الذي تكون نسبة Na_2O فيه إلى P_2O_5 كنسبة (١/١) ويستعمل لمعالجة المياه.

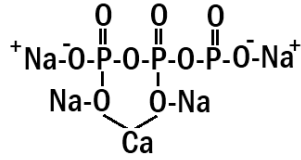
تسبب حموضة أملاح الميئا فوسفات تخريشا وتخريباً لمعدن المرجل بتشكيلها مع الكالسيوم مركباً له من الثبات بحيث أنه حتى الأوكزالات لا يمكنها ترسيب الكالسيوم منه:



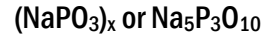
٤-٣-٧-٢. أملاح بيروفوسفات الصوديوم: $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ & $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$: يستعمل ملح بيروفوسفات رباعي الصوديوم لانخفاض قلويته (pH: 12.1)، ولقدرته العالية على عزل أيونات المعادن الثقيلة:



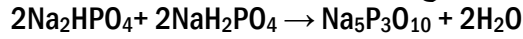
٤-٣-٧-٣. ثلاثي بولي فوسفات الصوديوم: وتكتب صيغته العامة على الشكل:



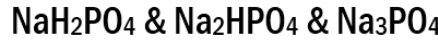
الصيغة العامة:



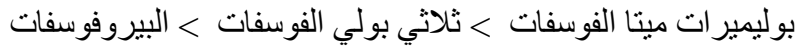
الاصطناع:



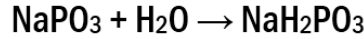
٣-٧-٣-٤ - أملاح أورتو الفوسفات: ولها درجات ثلاث:



وقد بقيت هذه المادة السيدة المطلقة منذ عام ١٩٢٥ حتى ثبت تحلمها في المراحل وتسببها بترسب المعادن الثقيلة على شكل أملاح فوسفاتية من جهة، ولظهور مركبات أخرى بفاعلية أكبر وقلوية أقل. لا تتحلل مركبات فوسفات الكالسيوم $[\text{CaHPO}_4 \text{ \& } \text{Ca}(\text{PO}_4)_2]$ في الماء، وهذا ما يدفع الصناعة لمعالجة $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$ بحمض الكبريت كي تصبح حلولة عند تحضير سماد السوبر فوسفات، وقد بينت الدراسات على أن قدرة مركبات الفوسفات على تشكيل المعقدات على الشكل:



وتؤدي إضافة هذه الأملاح لمياه المراحل إلى ترسب أيونات المعادن الثقيلة في المحلول في أنابيب التغذية، ولكن وفي المراحل نفسها تتحلل الأورتو فوسفات وترسب المعادن الثقيلة كفوسفات، كما تنخفض القلوية بسبب تشكل الأملاح الحمضية:



يمكننا تقليل فعل التخريب هذا وتشكيل طبقة ملحية باستعمال أملاح الميتا فوسفات، وترسب كربونات الصوديوم على شكل طبقة رقيقة عند احتواء الماء على ثاني كربونات الصوديوم مع انطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون، ويمكننا منع هذا الترسيب بإضافة ملح الميتا فوسفات بمعدل (٥-٠,٥) ج.م.م، كما يمنع وجود أملاح الفوسفات من تخريب سطوح أنابيب المرجل الحديدية بسبب امتزاز الفوسفات أو أملاحها المعقدة على سطح المعدن أو أكسيده، ونرى في الجدول (٨٤) خواص بعض أملاح الفوسفات الهامة:

الجدول (٨٤)

مقارنة خواص بعض أملاح الفوسفات مع بعض القلويات الشهيرة			
المحلول ١% منه (pH)	حموضة محلول (pH)	نسبة $\text{Na}_2\text{O} / \text{P}_2\text{O}_5$	المحلول ١% منه
4.6	59.2	1	NaH_2PO_4 فوسفات أحادية الصوديوم
8.5	50	2	Na_2HPO_4 فوسفات ثنائية الصوديوم
12.1	43.3	3	Na_3PO_4 فوسفات ثلاثية الصوديوم
-	69.6	1	NaPO_3 ميتا فوسفات الصوديوم
7.4	60	1.5	$\text{Na}_6\text{P}_4\text{O}_{13}$ رباعي فوسفات الصوديوم
10	57.9	1.67	$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ تري بولي فوسفات الصوديوم
10.2	53.4	2	$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ بيروفوسفات رباعية الصوديوم
4.2	64	1	$\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ بيروفوسفات الصوديوم
8.3	-	-	NaHCO_3 بيكربونات الصوديوم
11.5	-	-	Na_2CO_3 كربونات الصوديوم
13.3	-	-	NaOH هيدروكسيد الصوديوم

٥- تأثير قساوة المياه وعوامل التحلية على حوض الصباغة:

تتأثر عموم أنواع الأصبغة وجميع مراحل عمليات الصباغة بمختلف أنواع الأيونات التي يحملها الماء، وبخاصة كاتيونات: الكالسيوم، المغنيزيوم، الحديد، النحاس، إذ تؤدي لتراجع مردود العمليات الصباغية وثباتياتها على السواء، وقد وضعت شركتا BASF & ICI مواصفات خاصة لمياه بناء الحمامات الصباغية وفق الجدول (٨٤)، وتظهر آثار استخدام المياه القاسية على الحمام الصباغي على الشكل:

١. تخرب بعض الأصبغة مثل الديسبرس الأحمر (٦٠).

٢. تراجع ثباتيات الأصبغة واتجاهات ألوانها كما هو حال الصباغ الفعال الأحمر (١٢٠) الذي يزرق بتأثير أيونات النحاس ويصفر بتأثير أيونات الحديد.
٣. تشكيلها لما يشابه البلورات الأم التي تتجمع عليها أوليغوميرات البوليستر ورواسب الأصبغة والتي غالباً ما تظهر على شكل نقاط سوداء على سطح القماش المصبوغ.
٤. تراجع كبير في معدلات امتصاص الأصبغة ما يستلزم عمليات غسيل إضافية.
٥. تراجع كبير لبريق اللون وسطوعه مع تراجع باقي الثباتيات وبخاصة على الاحتكاك.

الجدول (٨٤)

مواصفات بناء الحمام الصباغي بحسب BASF & ICI				
عديم اللون، خالي من الشحوم والدهون، طري وخالي من أيونات الكالسيوم والمغنيزيوم ومركبات الحديد والأيونات المعدنية الأخرى				
المواصفة	BASF	ICI	المواصفة	BASF
درجة الحموضة	pH~ 6-8	7	المعلقات	< 1 ppm
القساوة بالدرجة الانكليزية	6° GB	50 ppm	الرصااص العضوي	< 20 ppm
الحديد	< 0.1 ppm	< 0.05 ppm	بقايا الاحتراق	< 50 ppm
النحاس	< 0.1 ppm	< 0.05 ppm	المنغيز	< 0.05 ppm
أيونات الكلور	/	< 300 ppm	النترات	< 50 ppm
ثاني أكسيد الكربون الحر " خوفا من التاكل "		صفر قدر الإمكان	النتريت	< 5 ppm

إلى جانب سلبيات أخرى أقل أهمية وأكثر خصوصية. لذا بحثت الشركات عن مركبات يمكننا اعتمادها بمختلف عمليات الصباغة كعوامل تحلية وعزل دون أن يكون لها أي أثر سلبي على مجرى هذه المراحل أو الأصبغة وبخاصة الأصبغة الممعدنة، فكان أفضل ما اعتمده هو مجموعات:

الحموض البولي كربوكسيلية، بولي الأكريلات، بولي الفوسفونات

وهكذا طغت هذه المجموعات الثلاث على كل ما عداها من عوامل التحلية السابقة، واعتمدت كمادة بناء أساسية لحوض الصباغة لتحقيق جملة الوظائف: التسوية، نزع الأوليغوميرات في أحواض الصباغة، غواصل للأصبغة التفاعلية وأصبغة الأحواض غير المثبتة، وتتمايز في قوتها بين منتج وآخر بحسب:

١. نوعية وتركيز المادة الفعالة.
 ٢. طول وتشعب سلسلة المادة الفعالة.
 ٣. درجة حموضة وحرارة الحمام ومحتواه من مختلف الأيونات.
 ٤. نوعية ونسب مواد البناء المرافقة للمادة الفعالة في المنتج التجاري.
- ونستعرض هنا مثلاً عن مثل هذه المواد لتبيين دورها وخواصها ومن إنتاج شركة كلارينت (ساندوز سابقاً):

ساندوبور R3C Sandopur

بوليمير لا رغوي بمفعول تحلية، وبعثرة، وواقى غروي الفعاليات

الفعاليات:

١. يعزز نزع جزيئات الأصبغة غير المثبتة.
٢. يعزز ثباتية الأصبغة الحساسة تجاه المياه القاسية.
٣. يمنع ترسب أملاح الكالسيوم والمغنيزيوم غير المنحلة.
٤. يساعد على بعثرة الأملاح غير المنحلة.
٥. لا يؤثر على الأصبغة الممعدنة في الحمام الصباغي.
٦. يُسرّع من امتصاص الوحل في وحدات معالجة المياه العادمة.

الخواص العامة:

المظهر: سائل بني فاتح ضاوي.
التركيب الكيماوي: حمض بولي كربوكسيلي.
الشحنة: أنيوني.

الكثافة عند الدرجة (٢٠م): ١,١٣
حموضة محلوله المركز: pH: 5

التمديد: ينحل بالماء البارد أو الساخن بجميع النسب.

١ - الثباتيات:

للمياه القاسية والأملاح والقلويات: جيدة.

للحموض: جيدة (وقد يتسبب بظهور ترسبات بسبب تخربه بأوساط حمضية عالية الحموضة).

الانسجام مع: المنتجات الكاتيونية: ضعيفة، وقد يتسبب بظهور رواسب.

المنتجات الأنيونية واللائيونية: جيدة.

الخرن: جيدة في حاوياته المغلقة، ويمكن أن يتجمد بدرجات الحرارة المنخفضة (دون ٥°م) ويعود لشكله الأصلي بالتدفئة والتحرك.

٢ - تعليمات الاستخدام: يمكننا استخدامه في المجالات التالية:

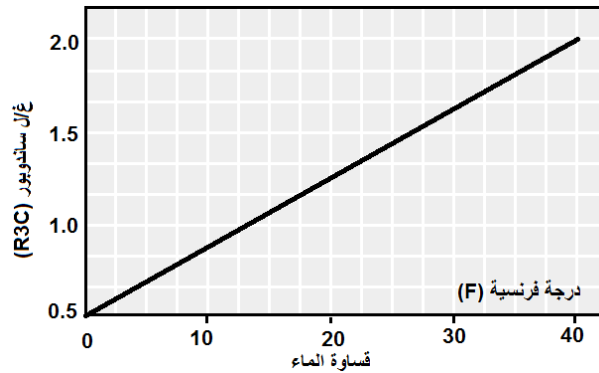
- يُستخدم لمفعوله التنظيفي في عمليات غلي الألياف: السيللوزية، الصوف، الألياف الصناعية وبجميع درجات الحرارة، ولبعثرة أملاح كاتيونات القساوة غير المنحلة بالماء بعد نزحها من الألياف.

- يُستخدم في عمليات الصباغة بطرائق الاستنزاف، والباد، والمستمرة لتطبيق الأصبغة: المباشرة، الأحواض، الكبريتية، وكذلك للتفاعلية وأصبغة الانديكو لتجنب آثار أملاح القساوة التي تؤثر سلباً على قابلية الأصبغة للانحلال، كما يبعثر الأصبغة المتأكسدة ويرفع من سوية درجة عمق اللون وخواص الثباتية.

- يعتبر عامل غسيل نهائي لعمليات طباعة أصبغة: الأحواض، الكبريتية، النفثول، والأصبغة التفاعلية لرفع الثباتيات عموماً، وعلى الاحتكاك والبلل خصوصاً، كما يمنع من التبقيع على الأرضيات البيضاء.

٣ - التطبيق:

٣-١ - عمليات الغسيل والغلي: تتعلق الكمية اللازمة بنوعية أو مواصفات الألياف (نمرة الألياف ومنبتها)... وبدرجة الغلي أو التنظيف المطلوبة، كما تتعلق بدرجة قساوة المياه كما في الشكل (٧٦):



الشكل (٧٦)

غلي القطن: الطرائق المتقطعة: (٢-١) غ/ل، الطرائق المستمرة: (٢-٤) غ/ل، علاوة عن استخدام كمية من هيدروكسيد الصوديوم ودون الحاجة لمنظف مقاوم للوسط القلوي.

غلي الفيسكوز والألياف التركيبية: الطرائق المتقطعة: (١-٠,٥) غ/ل، الطرائق المستمرة: (٢-١) غ/ل علاوة عن استخدام كمية من هيدروكسيد الصوديوم ودون الحاجة لمنظف.

غلي الصوف وما شابهه: يستخدم علاوة عن المنظف كمية (٢-١) غ/ل ساندوبور R3C لضمان الإزالة الأفضل للبقع.

٣-٢ - الصباغة: يُنصح باستخدام الساندوبور R3C للتخلص من المفعول السليبي الذي تسببه أيونات القساوة وأملاحها على انحلال الأصبغة، فقد تتأثر هذه الأيونات من الماء أو من الكيماويات الأخرى المضافة لبناء حمام الصباغة كما هو حال الملح أو القلوي المستخدمين أو من الخامات نفسها، ودون أن يكون له أي تأثير سلبي أو مؤخر على الأصبغة الممعدنة. ويمكننا أن نتبين كمية الساندوبور R3C لتحتلية المياه القاسية في الشكل (٧٧).

أما مع الأصبغة التفاعلية بطريقة حمام الباد وبوجود سيليكات الصوديوم فيضاف الساندوبور R3C بمعدل (١) غ/ل عندما تكون نسبة الحمام عالية، ومن ثم في حمامات الشطف لرفع كفاءة التخلص من السيليكات ولتجنب ترسب السيليكات غير المنحلة على البضائع أو على جدران الآلات.

ولا يناسب الساندوبور R3C حمامات صباغة الأصبغة القاعدية الكاتيونية لتشكل رواسب ضارة.

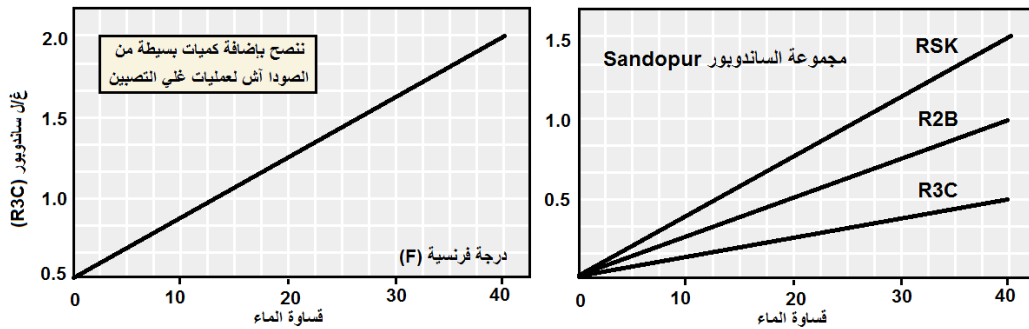
الغسيل النهائي للصباغة والطباعة: يلائم الساندوبور R3C وبصورة عالية حمامات الغسيل النهائي بعد صباغة أو طباعة الألياف السيللوزية ومزائجها من الألياف التركيبية والصناعية، فيرفع الثباتية على الاحتكاك والبلل، وبعد الطباعة بالأصبغة التفاعلية، وترتبط الكمية المثلى الواجب إضافتها بدرجة قساوة الماء المبينة في الشكل (٧٧).

وننصح بإضافة كمية بسيطة من الصودا أش لحمام الغسيل النهائي (لأصبغة أحادي كلور التريازينيل) رفعاً لمردود حمام الغسيل، والوصول لدرجة حرارة الغليان.

وفي حال معالجة المنتجات النهائية بمواد إنهاء موجبة الشحنة كالمثبتات والمطريات أو العوامل المضادة للتخلص من بقايا للكهرباء الساكنة بعد حمامات الغسيل بالساندوبور، وننصح بتطبيق حمام شطف أولاً استناداً لتفاعلها مع هذه المنتجات وبالتالي تشكيل الساندوبور كميات بسيطة من الرواسب.

٤- مقارنة تحليلية بين منتجات الساندوبور:

تنتج شركة كلارينت أنواعاً ثلاثة من الساندوبور هي (RSK & R2B & R3C) وفي دراسة تحليلية لفعاليتها تبين أنها تشترك فيما بينها بذات القدرة كغوازل وتتباين عن بعضها بقدراتها كعوامل تحليلية كما يبين المخططان التاليان في الشكل (٧٧):



الشكل (٧٧): مقارنة بين فعاليات مجموعة الساندوبور

ونستعرض في الجدول (٨٥) بعضاً من عوامل التحلية التجارية وفعاليتها:

الجدول (٨٥)

بعض عوامل التحلية التجارية لبعض الشركات العالمية " أنيونية "			
المادة	الشركة	الفعالية	التركيب
ساندوبور R3C	كلارينت	عامل عزل وتحلية، مبعثر، واقى غروي	حمض بولي كربوكسيلي
بيت - أوف EMX	سابروس	عامل عزل وتحلية، مبعثر، نازع أوليغومير	بولي أكريلات
سيباون R	هاننسمان	غاسل للأصبغة التفاعلية للصبغة والطباعة	مشتقات حموض بولي كربوكسيلية
بيري كويست BSD	د.ب.تري	عامل تحلية ومبعثر قابل للتحلل البيولوجي " موانم للبيئة "	فوسفونات
بيري كويست SDL		تحلية للأيونات المعدنية الثقيلة ولأيونات القساوة بسعة ربط عالية	
هبتول ANO	CHT	عامل تحلية ثابت تجاه المؤكسدات القوية جداً مثل فوق الكبريتات أو المركبات الكلورية	مزيج حموض بولي كربوكسيلية مع فوسفونات
هبتول NWS		تحلية ومبعثر وغاسل، يرفع من فعالية المنظفات، عامل تصبين لأصبغة الأحواض والنفثول والأصبغة الكبريتية	
فيرولان NBO	رودولف	مبعثر وواقى غروي، مبعثر لأيونات الكالسيوم، يربط أيونات المعادن الثقيلة، يمنع من حدوث ترسبات أو تجمع أصبغة في مراحل الإنهاء، غاسل لمرحلة الغسيل النهائي	بولي أكريلات مع بولي فوسفونات

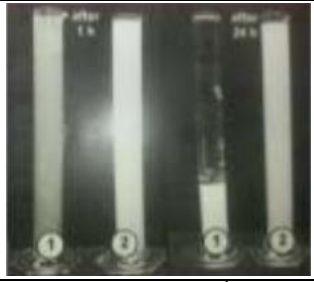
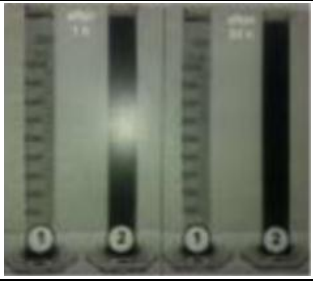
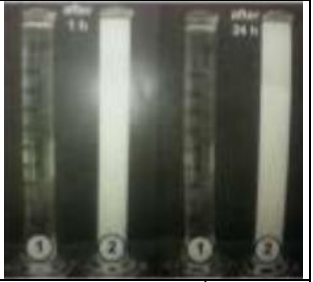
٦- فعاليات عوامل التحلية:

٦-١- فعالية الغسل: يتم استخدام عوامل التحلية الشيلاتية كغوازل للإقلال من التبقيع على الأبيض قدر المستطاع بكبح الأصبغة المملحة من الهجرة من ماء حمام الغلي باتجاه البضاعة في حمامات الغلي اللاحقة لعملية الصباغة أو الطباعة، كما يبين الشكل (٧٨):

حمام الصباغة	التبقيع على الأبيض من حمام الغلي الأول	التبقيع على الأبيض من حمام الغلي الثاني	الغسل: غ/ل
			/
			١
			٢

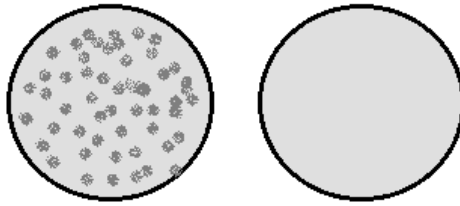
الشكل (٧٨)

٦-٢- فعالية حفظ الحالة الغروية: يتم تطبيق اختبارين، أحدهما على التبقيع على الأبيض مع وبدون غوازل عزل الفحم وثانيهما على أكسيد التيتانيوم أو المغنيزيوم المطحونين غروياً، ويراقب زمن الترسب بعد ساعة و (٢٤) ساعة كما في الشكل (٧٩):

فعالية منع الترسيب لعوامل العزل والبعثرة					
					
مع أيونات المغنيزيوم		مع الفحم الفعال		مع أيونات القساوة	
١- بعد (١) ساعة ، ٢- بعد (٢٤) ساعة					

الشكل (٧٩)

٦-٣- فعالية إذابة الأصبغة: يظهر الشكل (٨٠) بواقي محاليل الأصبغة على ورقة ترشيح مع وبدون عوامل تحلية وعزل:



الشكل (٨٠): بواقي الأصبغة على ورق الترشيح

٧- المدخل لأنظمة عمل مراحل توليد البخار:

٧-١- مواصفات ماء التغذية: يرتبط عمر وأداء مرجل توليد البخار بنوعية أو تركيب الماء الداخل إليه واللازم لتوليد البخار، إذ يمكننا أن نقدر مدى صلاحية ماء التغذية بسبعة معايير أساسية، هي:

٧-١-١- الشفافية: وتدل على محتوى الماء من الغرويات والمعلقات وتقدر بالمليغرام/ليتر (ppm).

٧-١-٢- محتوى الرواسب الجافة (أو الصلبة): ويعتبر من أهم المؤشرات الدالة على صلاحية الماء لتغذية مولدات البخار به، ويتم تعيينه عادةً بتبخير عينة مخبرية عند درجة حرارة (١١٠-١٢٠ م) للاستدلال على محتوى الماء من المواد الغروية والعضوية واللاعضوية الذوابة بالماء، ويقدر بالمليغرام/الكيلوغرام ماء.

٧-١-٣- الملوحة: وتوصّف التركيز الإجمالي لأيونات الموجبة (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+) ولأيونات السالبة (SiO_2^- , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{--}) أي أنها تحدد مدى تمعدن الماء وتقدر بالمليغرام/ليتر.

٧-٣-٤- قابلية الماء للأكسدة: وتميز نسبة الشوائب العضوية في الماء مقدرةً بالمليغرام/كيلوغرام ماء، وتُحسب على أساس كمية الأكسجين اللازمة لأكسدتها مقدرةً بالمليغرام/ليتر.

٧-١-٥- قساوة الماء: وتقاس بعدة وحدات، ومن أهمها ميليغرام مكافئ/ كيلوغرام ماء.

٧-١-٦- القلوية: وتدل على محتوى الماء من أيونات ثاني الكربونات HCO_3^- والكربونات CO_3^- والهيدروكسيد OH^- ، وتقدر بوحدة ميليغرام مكافئ/كيلوغرام ماء.

٦-١-٧- محتوى الغازات المنحلة: وتقدر بوحدة ميليغرام/ كيلوغرام ماء.

٧-٢- عمل مولدات البخار: ترتفع تراكيز الأملاح والشوائب الضارة في المرجل نتيجة عمله المتواصل لتبدأ بعد وصولها درجات الإشباع الخاصة بكل منها بالترسيب على السطوح الداخلية للأنايب ما يؤدي لارتفاع درجة حرارتها وبالتالي ارتفاع احتمالات انفجارها، علاوةً عن انخفاض مردود المولد بفعل العزل الحراري لهذه الرواسب.

كما ترتفع قدرة غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون O_2 & CO_2 المنحلة بالماء على أكسدة المعدن مع ارتفاع درجات الحرارة ما يؤدي لتراجع ثخانة الأنايب وبالتالي متانتها أو مقاومتها الميكانيكية. ويؤدي ازدياد معدلات قلوية الماء لازدياد رغوته وبالتالي ازدياد إمكانية انتقال أو خروج الرغوة من داخل المرجل مع البخار الخارج منها.

ولاستدراك ما سبق نجد ضرورة اللجوء للأخذ ببعض الإجراءات رفعاً لعامل الأمان أثناء عمل المرجل، ومما يتوجب علينا الأخذ به

١. ترويق الماء الخام للتخلص من الغرويات والمعلقات.
 ٢. خفض محتوى الماء من أيونات الكالسيوم والمغنيزيوم خاصةً بمعالجة الماء بوحدة التحلية أولاً.
 ٣. إضافة بعض الكيماويات التي تشكل أملاحاً ذوابة وغير قابلة للترسب داخل المرجل وصولاً لخفض أرقام: القساوة، القلوية، والملوحة
 ٤. التخلص من غازي ثاني أكسيد الكربون والأكسجين بتعريض الماء لوحدة تخفيف الضغط أو بتسخينه.
 ٥. الطرح الدوري والمستمر للمياه زائدة الملوحة والمتوضعة بأسفل المرجل.
- ٧-٣- مصادر اتساخ البخار: يتسخ البخار بالمواد المنحلة والمعلقة بالماء بطريقتين أثنيتين: طريقة قطرات الماء، وطريقة البخار، إذ تُقَدَّر درجة نقاوة البخار عموماً بمعامل الحمل K:

$$K = W + a$$

W: رطوبة البخار الدالة على محتواه من المواد المنقولة مع قطرات الرطوبة.
A: معامل توزيع المواد بين البخار المشبع والمياه عند درجة حرارة الغليان.

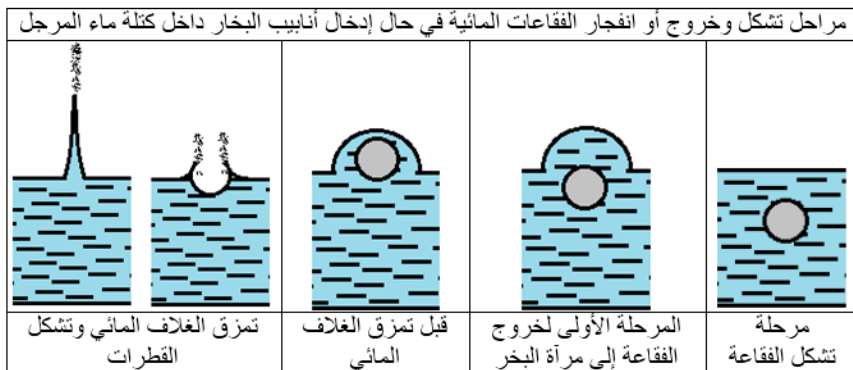
ولتناقص قابلية إذابة البخار للمواد عند الضغوط الصغيرة فإن درجة نقاوة البخار تؤول إلى الشكل:

$$K = W \%$$

ومع ارتفاع الضغط تبدأ قابلية إذابة البخار للمواد بالتزايد حتى تتضاعف عشر مرات عن محتوى قطرات الماء ما يجعل العالقة تؤول إلى الشكل:

$$K = a$$

٧-٤- آلية تشكل قطرات الرطوبة: تنطلق فقاعات البخار باتجاه مرآة البخر كما هو واضح في الشكل (٨١) عندما تكون أنابيب البخر دون مستوى سطح الماء، ويرتبط سلوك الفقاعات عموماً بقيمة التوتر السطحي لطبقة الماء المحيطة بالفقاعة من جهة وبالضغط الداخلي ضمن الفقاعة:



الشكل (٨١): مراحل تشكل فقاعات البخار في المراحل

فعندما يكون التوتر السطحي أصغر من ضغط الفقاعة فإن الفقاعة ستخرب طبقة الماء وتخرج إلى الطور البخاري وتصل لارتفاعات مختلفة تبعاً لطاقتها الحركية، وعندما يزيد ارتفاع الوسط البخاري عن (٧٠) سم تتراجع جميع القطرات إلى مرآة البخر ولا تصل إلى أنابيب البخار. وهكذا يبدأ البخار بحمل قطرات الماء الصغيرة، ومع ازدياد التصريف تنضم القطرات الأكبر حجماً ما يرفع من حمولة مولد البخار للقطرات وبمعنى آخر تزداد رطوبة البخار. وتتأثر رطوبة البخار بتركيز المواد المنحلة والمعلقة بالماء، إذ يزداد التوتر السطحي مع ازدياد تركيز الأملاح ما يرفع من إمكانية احتفاظ الماء بالفقاعات البخارية وينتفخ ممتلئاً بكمية بخار كبيرة وينخفض ارتفاع حجم البخار في المرجل.

ونتيجة انفجار فقاعات البخار على المرآة تتمكن نسبة عالية من قطرات الماء من الوصول لأنابيب خروج البخار، وبالتالي اتساخه بالأملاح والمعلقات.

٧-٥- طبيعة انحلال المواد في البخار: نميز عادةً بين معدلات انحلال المواد في البخار المشبع عنه في البخار المحمص، إذ يبدأ انتقال المركبات غير الطيارة من الماء إلى البخار المشبع نتيجة قابليتها للانحلال فيه حتى وصولنا حالة التوازن الترموديناميكي بحسب قوانين توزيع المواد الذوابة بين مذيبين غير قابلين للامتزاج، فبرغم أن الماء

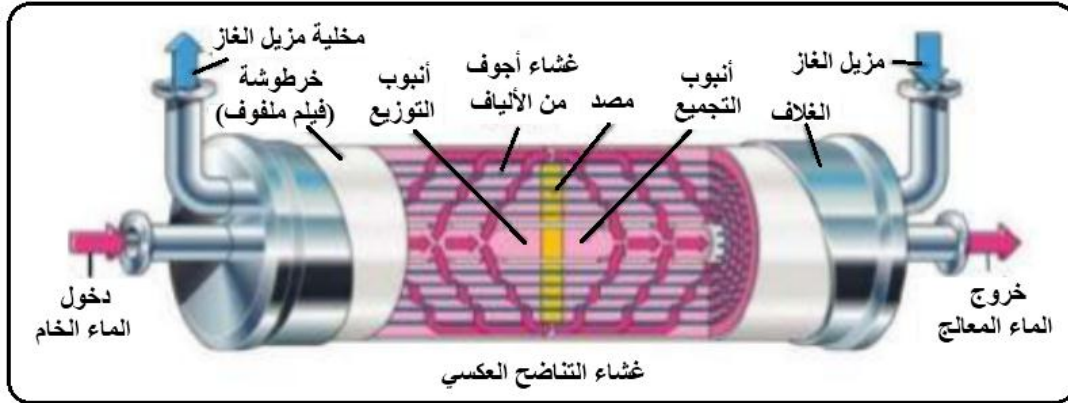
والبخار وسطين مركبين من بنية كيميائية واحدة نجدهما مختلفين في قيم الكثافة والناقلية الكهربائية، وبالتالي بخواصهما التي تحدد قدرتهما على إذابة المواد اللاعضوية، وعليه فإن أهم ما يلاحظ هنا:

١. تنوع قيم توزع مركب ما بين طورَي البخار والماء بحسب قانون التوزع الذي يتعلق بدرجات الحرارة وخواص المادة و...

٢. الارتفاع الشديد لقابلية البخار على حمل الأملاح مع ارتفاع الضغط.

٨- أغشية التخلص من الغازات المنحلة:

استخدمت مؤخراً أغشية خاصة للتخلص من الغازات الذائبة لإزالة الغازات المنحلة مثل O_2 , CO_2 في مياه تغذية المراجل كما في الشكل (٨٢) وتعمل بأسلوب تخفيف الضغط لإيجاد قوة دافعة لطرد الغازات المنحلة للمراجل الضغوط العالية، في حين تستحسن إضافة الكيماويات لمياه التغذية في المراجل الأقل ضغطاً، أو أنه يمكننا الجمع بين الأسلوبين للتخفيف من كمية الكيماويات المستخدمة.



الشكل (٨٢): وحدة التخلص من غازات المياه الداخلة للمراجل

المعالجة الأولية وقصر الألياف السيللوزية

١- المقدمة:

سبق وأن مر معنا تركيب القطن في الجدول (١)، لذا لا يمكننا الولوج مباشرةً لمرحلة الصباغة قبل إجراء معالجة أولية نتخلص خلالها من المواد العضوية الكارهة للماء والتي تحد من تشرب جزيئات الأصبغة، كما تسبب تراجع التسوية والثباتيات، والتخلص أيضاً أو التخفيف من الكاتيونات المعدنية التي تتسبب بانحراف لون الأصبغة. وقد تبدأ عمليات حياكة الألياف السيللوزية بشكلها الخام لرفع مقاومتها الميكانيكية، ما يضطرنا لتنشيتها أولاً، لذا فإن خطوات المعالجة الأولية تكون عادةً على الترتيب:

إزالة النشاء ← الغلي ← القصر

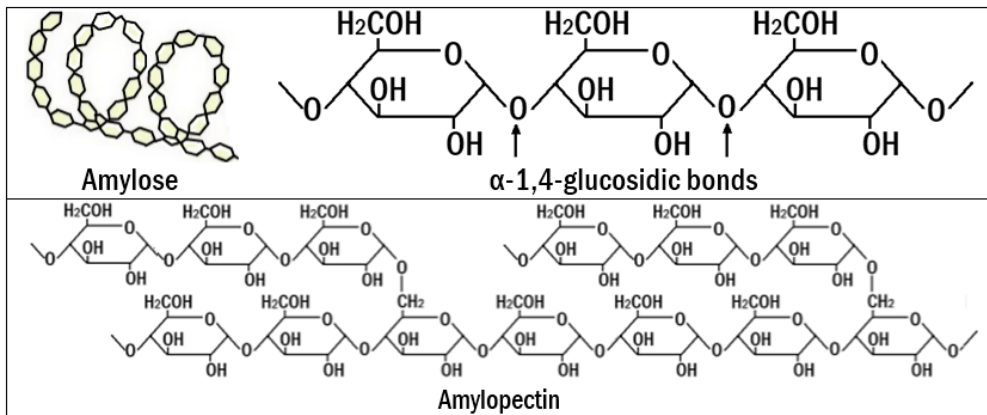
٢- إزالة النشاء:

تُطبق عملية التنشئة بقصد رفع متانة الألياف وللد من إمكانية تشعر الغزول أثناء حياكتها، بما يكفيها لتقاوم إجهادات الشد والضغط والاحتكاك أثناء الحياكة...، وتسبب عوامل التنشئة تراجع قابلية النسيج للتبلل مسببةً تراجعاً كبيراً في مراحل الصباغة والتحضير اللاحقة، فكان لا بد لنا من إزالتها بادئ ذي بدء، ولكن ولما كان النشاء غير ذواب بالماء والمنظفات العادية فقد وجب علينا اللجوء لطرائق تُحلِّله لموادٍ بسيطة ذوابةٍ بالماء، متبعين إحدى طرائق التحليل الثلاث التالية:

١-٢- **المعالجة بالأنزيمات:** الأنزيم كلمة لاتينية تعني الخميرة، وهي عبارة عن مركبات عضوية بروتينية أو معقدات بروتينية معدنية تفرزها الخلايا الحية، ولأنزيمات النشاء القدرة على الانحلال بالماء وتحطيم البنى النشوية المعقدة بشروط درجات حرارة وحموضة معينتين لمركبات وسكاكر بسيطة ذوابة، وتعتبر طريقة المعالجة بالأنزيمات أفضل الطرائق لإزالة النشاء والدهون والجيلاتين، وأكثرها أماناً في تأثيرها على السيللوز إضافة لاقتصاديتها.

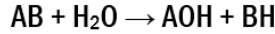
ويتم تطبيق الأنزيم بإمرار القماش في حوض يحوي الأنزيم مع عامل مبلل عند درجة حرارة (٦٠-٧٠م°)، فالخزن لمدة (٦-٨) ساعات على شكل حبل مفروود لمدة (٤-٦) ساعات بعد لفه على ملفات كبيرة، ويتراجع الزمن لأقل من ساعة بالطرائق المتقطعة كما هو الحال على الجيكر.

يتكون النشاء كما في الشكل (٨٣) من الأميلوز الطويل السلسلة غير المتفرعة، ومن الأميلوبكتين المعقد التركيب وذو السلاسل المتفرعة والوزن الجزيئي العالي مقارنةً بالأميلوز، لذا فإن لزوجة قوام النشاء تعود أساساً للأميلوبكتين.



الشكل (٨٣): بنية النشاء

وتتباين تأثيرات الأنزيم على مكوني النشاء، فأنزيم الأميليز يتكون من ألفا وبيتا الأميليز وكلاهما من أنزيمات الحلمهة التي تدفع بالتفاعل:



فألفا الأميليز يحول النشاء إلى الدكسترين ومن ثم للمالتوز ومركبات إرجاع أخرى، أما أنزيم البيتا أميليز فيحول الأميلوز لسكر المالتوز وإلى الأميلوبكتين المقاوم للتغيير السريع ليحول نصفه تقريباً وبيطء إلى سكر المالتوز حيث يحتفظ بلزوجة القوام، ولا يختفي لون اليود تماماً عند الكشف على النشاء، لذا فإن لخليط أنزيمي ألفا وبيتا فعالية أكبر على التخلص من النشاء بتحويله لمواد سهلة الذوبان في الماء بدرجاتي حموضة وحرارة مناسبتين.

اختبار اليود على تحلل النشاء			
أزرق: عدم تحلل	بنفسجي: تحلل جزئي	أحمر: تحلل كامل	
دلالة وجود سلاسل نشاء طويلة	دلالة وجود سلاسل نشاء منكسرة	دلالة عدم وجود سلاسل نشوية	

ومن الضروري إجراء عملية غسيل فعالة بالماء الساخن أو عملية غلي مع الصودا آش لنجري بعدها اختبار اليود الذي يعطي اللون الأزرق عند وجود سلاسل نشوية طويلة وبنفسجي عند وجود سلاسل منكسرة وأحمر عندما يتحلل كامل النشاء، ونرى في الجدول (٨٦) بعض الأنزيمات لبعض الشركات التجارية:

الجدول (٨٦)

بعض الأنزيمات المحللة ولا مزيلة للنشاء لبعض الشركات العالمية				
المادة	الشركة	الفعالية	الشحنة	التركيب
بيريزيم AMW	د. بيري	أنزيم عند درجة (٢٠-٨٠ م°) مع خواص تبليل	أنوني	أميلاز مع ايتوكسيلات أغولا دسمة
بيريزيم AM		أنزيم عند درجة (٢٠-٨٠ م°)		
بيريزيم HTV		أنزيم لتكسير النشاء عند درجة (٧٠-١١٠ م°)		
بيوزول B 260	CHT	أنزيم عند درجة (٦٥-٧٠ م°) وحموضة pH: 4.5-7	لا أيوني	أميلاز
نيو أنزيم AM	S&Z	أنزيم عند درجة (٦٠-٨٥ م°)		
نيو أنزيم CT5		أنزيم بدرجات حرارة عالية		

٢-٢- طريقة التحليل القلوية: وتتم بإمرار القماش في محلول (٢%) هيدروكسيد الصوديوم عند درجة الغليان، وتتميز هذه الطريقة بتحويلها النشاء إلى مواد سكرية ذوابة بالماء دون أن تؤثر على السيللوز.

٢-٣- طرائق التحليل الحمضية: وتقوم على معالجة القماش بمحلول (٥، ١٠-١) غ/ل حمض كبريت أو حمض كلور الماء لعدة دقائق عند درجة الغليان ليتحول النشاء إلى مركبات ذوابة بالماء كالدكسترين والدكستروز والمالتوز، ومن أهم عيوب هذه الطريقة تأثيرها السيء والمخرب على الألياف السيللوزية وبخاصة عند وجود ألياف غير منشأة في النسيج كألياف السداة. ويستحسن في حال الخشية من الفسادة سواءً أكانت في الماء أو الغزول القطنية ذاتها استخدام حمض كلور الماء عن حمض الكبريت كونه يؤدي لتشكل كلوريد الكالسيوم الذواب بالماء على العكس من حمض الكبريت الذي يعطي رواسب من كبريتات الكالسيوم.

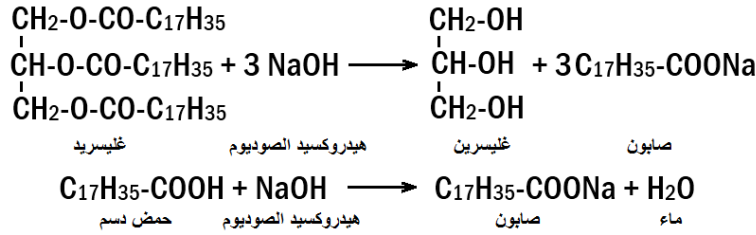
٢-٤- مواد التنشئة الحديثة: استبدل النشاء في عمليات التنشئة الحديثة بمواد صناعية أخرى بديلة مثل بولي فينيل الأغوال PVAI الذي يمكننا إزالته بعمليات غلي قلوية عادية لميل خواصه نحو الحمضية باعتبارها أغوالاً، في حين استخدمت مواد أخرى مثل البولي فينيل أسينات الذي تصعب إزالته فأنحسر استخدامه في عمليات التجهيز النهائية، كما استخدمت بعض مشتقات النشاء والكاربوكسي ميثيل سيليلوز بحسب المواصفات وشروط العمل المطلوبة.

وتشكل مجموعة بولي فينيل الأغوال محلولاً غروباً حلوياً بالماء، وتتميز بعد المعالجة بها بتماسكها العالي نسبياً لتعطي غشاءً متيناً وناعماً ومقاوماً للتآكل.

٣- عملية الغلي: تهدف عملية الغلي لإزالة جميع شوائب السيللوز الطبيعية أو المضافة أثناء عمليتي الغزل والنسيج بالغليان بمحلول هيدروكسيد الصوديوم لتحويلها لمواد ذوابة بالماء والتي يمكننا تلخيصها بـ:

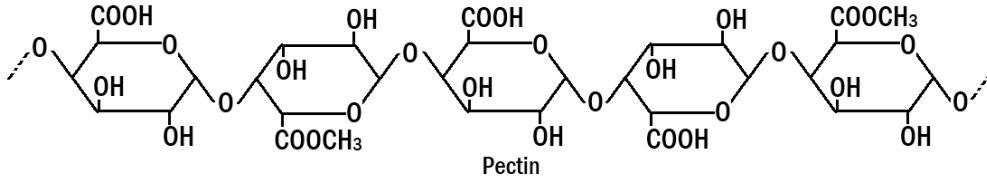
أ- **الدهم الطبيعية والزيوت والشحوم الحيوانية:** وغالباً ما نجدها على شكل غليسيريدات ثلاثية، تتحللها بالوسط القلوي ليتحرر الغليسيرين الذي ينحل بشكل تام بالماء، وحموضاً دسمة أحادية أو ثنائية الغليسيريد، في حين يمكننا التخلص من الحموض الدسمة بشكلها الأحادي أو الثنائي الغليسيريد بتأثير العوامل الفعالة سطحياً وعوامل

الاستحلاب أو التصبين أثناء عمليات الغلي القلوي، ولا تقتصر الفائدة من إضافة المواد المذيبة للدهون على عمليات التخلص من مواد التنشئة فقط بل بعمليات الغلي أيضاً، كما تتفاعل الاسترات مع هيدروكسيد الصوديوم لتشكل الصابون والجليسرين، ما يعزز من فعالية المنظفات في عمليات الغلي، في حين يتم استحلاب الزيوت غير القابلة للتصبين بتأثير منتجات التصبين الناتجة عن عمليات الحلمة ما يُسهل من إزالتها.



ب- الشموع: وتعتبر إزالتها عملية صعبة، ويؤدي عدم التمكن من تمام إزالتها لعمليات صباغة وتجهيز ضعيفة التسوية والمردود لتراجع معدلات امتصاص الأصبغة، ويتم اختبار تمام تبعثر بواقئها بتطبيق اختبار امتصاص الماء على الألياف المعالجة بعد إنهاء عمليات الغلي.

ج - البكتينات والبروتينات والمركبات الأزوتية: لا تذوب البكتينات بالماء بل بالمحاليل القلوية، ونجدها عادةً في أعماق الغزول السيلولوزية ما يُصعب وصول الكيماويات إليها، في حين تتحلل البروتينات والمركبات الأزوتية بالمحاليل القلوية للحموض الأمينية والنشادر.



د- الأيونات المعدنية القلوية الترايبية: ونجدها بتراكيز تتباين بين قطنٍ وآخر كما رأينا سابقاً في الجدول (٢)، كما تتركز في قشور البذور، ويؤدي وجودها في حمام القصر وبخاصة عند استخدام الماء القاسي لانحراف لون السيللوز المقصور، إذ تتحول كاتيونات المنغنيز الثنائية رقم الأكسدة بفعل أكسدتها بالماء الأكسجيني لكاتيونات المنغنيز السباعية البنفسجية اللون، وهكذا تتعلق نتائج عمليات القصر ووفق هذه الآلية بكاتيونات: الحديد، المنغنيز، الكالسيوم، المنغنيزيوم بحسب مصدر القطن الخام.

ويؤدي التخلص من محتوى السيللوز من الأيونات المعدنية للتخلص من أثارها السلبية، وتتم معالجة أيونات المعادن القلوية الترايبية بوسطٍ حمضي، وأيونات المعادن الثقيلة بوسطٍ قلوي ما يرفع من معدلات التسوية ويريق اللون إثر العمليات الصباغية، ولتراجع استهلاك البيروكسيدات ومحتوى الرماد رافعاً من درجة البياض وتنظيم تفاعلات تفكك البيروكسيدات والتخلص من التخرب الواسطي، وفي كل الأحوال يجب ألا تتجاوز تراكيز الأيونات المعدنية حدود (٣٠٠-١٠٠) ملغ/كغ لأيوني الكالسيوم والمنغنيزيوم، و(٤-٨) ملغ/كغ لأيونات الحديد أو الحديدي. ومن المهم أن ننوه هنا لوجوب تفريغ حوض الغلي من الأعلى بضخ الماء من الأسفل بعد تبريده، أو تمديده بماءٍ منعاً لترسب أيّاً من منتجات عملية الغلي لما لها من تأثيرٍ سيء على العمليات التالية:

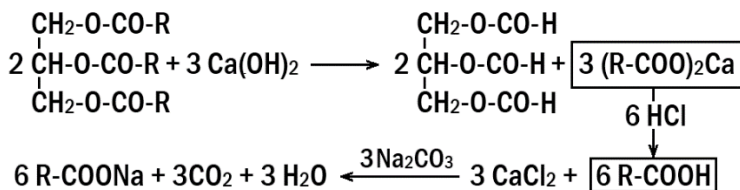


الشكل (٨٤): الطريقة المثلى لتفريغ الحمام الساخن

٣-١- الغلي بهيدروكسيد الصوديوم: يتم تطبيق هذه الطريقة بغلي القطن بمحلول هيدروكسيد الصوديوم للطرائق المتقطعة بتركيز (٢-١) غ/ل، وللطرائق المستمرة بتركيز (٣٠) غ/ل بحمولة (١٠٠%) بمعزلٍ عن الهواء تداركاً لتشكل الأوكسي سيليلوز، وقد لوحظ تضاعف سرعة التفاعلات عموماً مرتين عند كل رفع درجات الحرارة يعادل

(١٠) م، وارتفاع نسبة الحموض الدسمة المتصبنة (١٦) مرة عند رفع درجة الحرارة من (٦٠ حتى ١٠٠ م)، وتترافق هذه التفاعلات مع تفاعلات تشكل الأوكسي سيللوز.

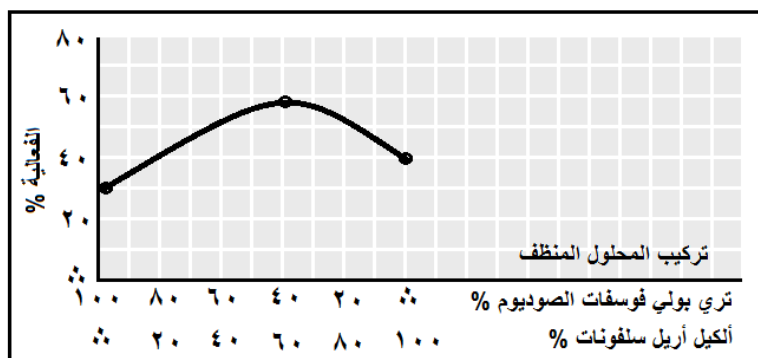
٣-٢- **الغلي بهيدروكسيد الكالسيوم:** تقوم هذه الطريقة على الغلي بمنقوع الكلس الحي CaO بالماء لتحويل الزيوت لصابون غير ذواب بالماء، نتبعها بالمعالجة بحمض كلور الماء لتحرير الحموض الحرة (وفق القاعدة الكيماوية: الحمض القوي يطرد الحمض الضعيف من أملاحه) وفصل الكالسيوم على شكل كلوريد ومن ثم التخلص من الحموض الدسمة الحرة بتصيينها بحمام غلي آخر بكاربونات الصوديوم ما يجعل منها طريقة غير اقتصادية.



٣-٣- **الغلي بالصودا آش:** تتعلق نوعية القلوي اللازم استخدامه في حمامات الغلي بنوعية القطن، إذ يكفينا مثلاً ومع القطن المراد صباغته بألوان غامقة تطبيق حمام غلي مع محلول (١-٢%) كربونات الصوديوم بوجود عامل مبلل.

٣-٤- **الغلي بمزيج هيدروكسيد الصوديوم مع الصودا آش:** كثيراً ما يتم تطبيق حمام الغلي بمزيج هيدروكسيد الصوديوم مع الصودا آش بنسبة (١:٢) لفعالية كربونات الصوديوم في خفض قساوة الماء ولعنها دور عامل التحلية بتفاعلها مع أملاح الكالسيوم والمغنيزيوم وتحويلها لمحلول معلق ثابت، كما تلعب دورها في تعزيز انتفاخ الألياف القطنية ما يسهل خروج الشوائب منها وتعديل الحموض الدسمة بالتصين.

٣-٥- **الغلي بمزيج صابون / منطف - صودا آش:** تتميز هذه التوليفة باعتدالها مقارنةً مع طريقة هيدروكسيد الصوديوم، وتناسب جميع أنواع البضائع الحساسة نوعاً ما، ويضاف لها عادة بعض أنواع المنظفات الأنيونية مثل سلفونات الألكيل أو سلفونات الألكيل العطرية، أو بعض المنظفات اللاأيونية مثل زمرة الايتوكسيلات، وأحياناً مزيج من النوعين: الأنيونية واللاأيونية ما يرفع من فعالية الحمام بصورة ملحوظة كما نرى في الشكل (٨٥) الذي يبين تأثير الفوسفات عند توليفه مع الألكيل أريل سلفونات واستخدامه في بناء حمامات الغلي، والذي نتبعه بحمام شطف ساخن نرفع درجة حرارته بصورة تدريجية لتجنب ترسب أيّاً من منتجات التنظيف والاستحلاب والتصيين على القطن فحمام تعديل حمضي للتخلص من البواقي القلوية.



الشكل (٨٥): تأثير تري بولي فوسفات الصوديوم على مردود عملية التنظيف

٤- عمليات القصر:

يمكننا استعراض عمليات القصر من خلال الحديث عن عمليات التبييض لأن الفارق بينهما يقوم على فوارق في كميات مواد الحمام وبخاصة الماء الأكسجيني وإضافة المبيض الضوئي، وترتبط كميات مواد حمام القصر وزمن تطبيقه كثيراً بدرجة قوة واتجاه اللون المطلوب ونوعية القطن الخام.

ولأن عملية الصباغة تلي حمام القصر فقد وجب التأكد من التخلص من بواقي الماء الأكسجيني والقلوي بالغسيل الجيد واستخدام الكيماويات القاتلة للماء الأكسجيني والتي تتمتع بقدرة إرجاعية ضعيفة مثل أملاح حمض الكبريتي،

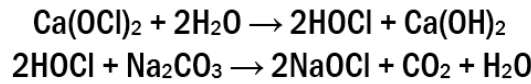
أو بالاعتماد على المعالجة بالأنزيمات التي تتغذى على الماء الأكسجيني مثل أنزيم الأوكسيداز وبالتالي يمكنها القضاء على بواقبه.

وتهدف عملية تبييض الألياف القطنية لإزالة المركبات العضوية المعقدة التي تكسبها اللون الأصفر مثل أغوال: غوسيبيل، سيريل، مونتائيل... والدهون والشموع، ومن ثم إضافة المُسَطِّع الضوئي وصولاً لدرجة البياض المطلوبة، ويمكننا الاعتماد على مجموعتي المؤكسدات الأكسجينية والكلورية لإنجاز عملية القصر، وتضم مجموعة المؤكسدات الكلورية: الكلور، هيبوكلوريت الصوديوم، كلوريت الصوديوم، ومركبات الكلور العضوية، أما مجموعة المؤكسدات الأكسجينية فتضم: الأكسجين والأوزون، فوق الأكاسيد، فوق الأملاح، فوق الحموض... على أن هناك بحثاً خاصاً لذا فإننا سنعرض للأكثر تطبيقاً بالمبيضات وأنواعها.

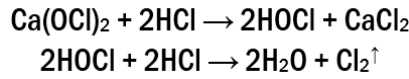
٤-١-٤-١ عمليات القصر بالمركبات الكلورية:

٤-١-١-٤-١ القصر بالهيبوكلوريت: يتكون مسحوق القصر من مزيج لتحت كلوريت الكالسيوم وكلوريد الكالسيوم القلوي $[Ca(OCl)_2 \cdot 4H_2O \text{ \& } CaCl_2 \cdot Ca(OH)_2 \cdot H_2O]$ ، ويلعب كلور تحت الكلوريت دور عامل القصر، ويطلق عليه اصطلاحاً الكلور الفعال الذي يعادل تقريباً (٣٥%) وزناً.

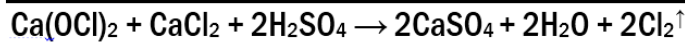
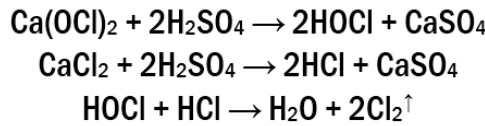
ويبدو المسحوق على شكل حبيبات بيضاء لابلورية، يصعب الحصول منها على محلول رائق لاحتوائها هيدروكسيد الكالسيوم، لذا نلجأ عادةً لإذابتها وتركها للترقيد ليترسب هيدروكسيد الكالسيوم إلى القعر، ويؤخذ الرائق من الأعلى، وإذا ما تُرك المحلول معرضاً للهواء فسيتفاعل هيدروكسيد الكالسيوم مع ثاني أكسيد كربون الهواء مشكلاً راسباً من كربونات الكالسيوم، ويكون تفاعل الإذابة على الشكل التالي الذي يبين أن إضافة كربونات الصوديوم (الصودا آش) يؤدي للحصول على ماء جافيل:



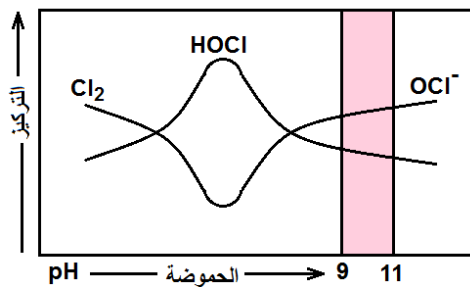
بينما يؤدي تحميض المحلول بحمض كلور الماء لانطلاق الكلور الحر:



في حين تجري مع حمض الكبريت مجموعة التفاعلات التالية:

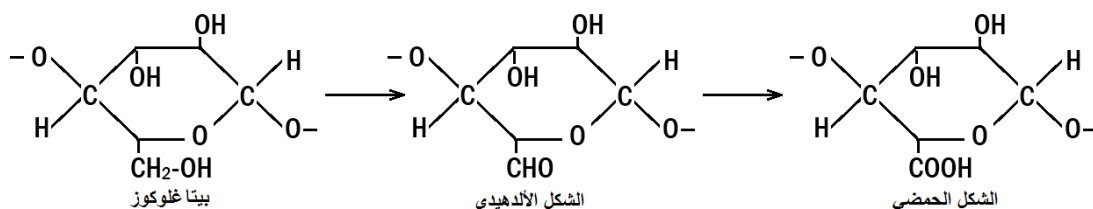


ويمكننا ترسيم تفاعلات الهيبوكلوريت بين التراكيز ودرجة الحموضة على الشكل (٨٦)، ونتيجة التداخل بين أيون الهيبوكلوريت والمواد التي تكسب القطن الخام اللون الأسمر فإن مجموعة مختلفة من التفاعلات قد تحدث مثل تفاعلات الأكسدة والإضافة والكلورة، إذ تتأكسد منتجات تحلل الفحوم الهيدروجينية والبكتين لمركبات الدهيدية وحموض عضوية، في حين تتكلمور الحموض الأمينية والحموض الدهنية العالية الوزن الجزيئي معطية حموضاً أمينية مكلورة ومشتقات مكلورة للحموض الدهنية.

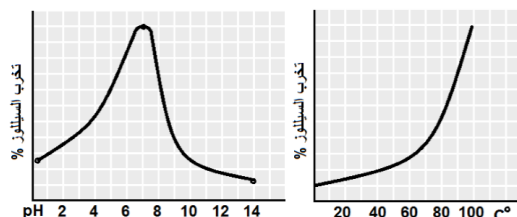


الشكل (٨٦): ترسيم تفاعلات الهيبوكلوريت

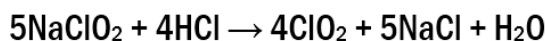
كما يؤكسد الهيبوكلوريت زمرة الهيدروكسيل الأولى إلى زمرة الدهيدية أو كربوكسيلية:



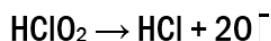
وتتأثر هذه التفاعلات ودرجة عالية بدرجة الحموضة، فقد لوحظ تأثر السيلوز عند درجة حموضة (pH: 7)، وتأثراً كبيراً، وتراجع هذا التأثير (pH~ 3.5-5) وأكثر عند (pH~ 9)، ولكن وتأثر السيلوز سلباً عند درجة الحموضة (pH~ 3.5-5) فقد اعتمد الوسط القلوي (PH> 9) لإجراء عملية القصر هذه بالاعتماد على مواد قلوية مثل كربونات الصوديوم بتحضير محلول (1-5) غ/ل كلور فعال وبدرجة حرارة (30 م°).



٤-١-٢- القصر بالكلوريت: يتوافر كلوريت الصوديوم على شكل ملح لامائي أو ثلاثي الماء، والملح اللامائي عديم اللون وثابت تجاه الخزن في مكان جاف، ويُداول تجارياً على شكل مسحوق أو محلول بتركيز (30-50%). ويمتاز كلوريت الصوديوم بثبات قدرته على الأكسدة ضمن مجال واسع من درجات الحموضة والحرارة، وتعتمد عملية التبييض على غاز ثاني أكسيد الكلور الذي يتكون عند إضافة الحمض لحمام الكلوريت:



في حين بينت أبحاث أجستر Agster أن العامل المؤكسد هو الأكسجين النشط وليس ثاني أكسيد الكلور، أي أن:



ويرتبط تحلل الكلوريت ودرجة عالية بحموضة الوسط، فعند (pH: 3) تتكون النسبة الأعلى لحمض الكلوري HClO_2 ، وبارتفاع درجة الحموضة يزداد تركيز ثاني أكسيد الكلور لدرجة كبيرة، لذا يُستحسن إجراء عملية التبييض عند حموضة (pH: 3.5-4)، وتترافق التفاعلات السابقة مع حمض كلور الماء الذي يتسبب بانخفاض درجة الحموضة ما يؤثر سلباً على السيلوز ما يدعونا لإضافة عامل واقٍ يرفع من درجة الحموضة مثل الفوسفات ثنائية الصوديوم Na_2HPO_4 لتثبيت درجة الحموضة عند (pH: 3) وبالتالي تنظيم انطلاق العامل المؤكسد. وعلى الرغم من أن درجة الحموضة المناسبة للتبييض هي (pH: 3,5-4)، إلا أنه يُستحسن بدء العمل عند درجة الحموضة (pH: 5-7) تجنباً لانطلاق غاز ثاني أكسيد الكلور السام بكميات كبيرة، ومن ثم تخفض درجة الحموضة شيئاً فشيئاً (pH: 3,5-4) وقد تضاف بعض المركبات التي تنشط وتثبت حمام الكلوريت كالاسترات والالدهيدات والحموض التي تعمل على خفض درجة الحموضة. وتتميز عملية التبييض بالكلوريت عن الهيبوكلوريت بـ:

أ- يتميز الكلوريت بقدرته الثابتة على الأكسدة ضمن مجال واسع من درجات الحموضة وبصورة متجانسة ما يمنحنا فرصة استخدامه في الوسطين الحمضي والقلوي.

ب- يمكننا التبييض بالكلوريت ضمن مجال واسع من درجات الحرارة، إذ يمكن تبييض الألياف السيلولوزية عند درجة حموضة (pH: 2-9) ودرجة حرارة الغرفة، وتركيز كلور فعال (1-2) غ/ل، إلا أن معدل التبييض عند درجة حموضة أعلى من (5) وأقل من (4) منخفضاً لأن كمية ثاني أكسيد الكلور المفقودة تكون ملحوظة جيداً.

ج- التبييض بالكلوريت يعطينا قمائشاً أعلى مقاومة وأكثر جاذبية.

د- اختصار شديد بالوقت والكلفة.

هد ينظف الكلوريت الشعيرات لدرجة عالية دون أن يلحق بها الأذى لأن تأثيره مقصور على أكسدة مجموعة الالدهيد كما في المعادلة:



أما عن أهم عيوب التبييض بالكلوريت فهي:

أ- يطلق غاز ثاني أكسيد الكلور مسبباً تراكمات ساماً خانقاً ما يستوجب ضبط نظام التهوية بحيث يتم سحب الغازات المنطلقة أولاً بأول، كما يؤثر على معدن الآلات ما يستوجب بناءها من السيراميك أو الفولاذ غير القابل للصدأ، وتفيد إضافة أملاح الفوسفات أو النترات والكبريتات بنسبة (٥, ٠) غ/ل في كبح هذا التأثير لدرجة ملحوظة.
ب- خطر الاستخدام لقابليته العالية للاشتعال ما يستوجب الحذر الشديد أثناء استخدامه.

ويتم تطبيق عملية التبييض عملياً في الولايات المتحدة عند (pH: 8.5) وفي أوربة عند (pH: 3.5-4)، ويمكننا استخدام الكلوريت للوصول لدرجات متفاوتة من البياض حسب الغرض بين نصفى للصبغة أو كامل للأبيض.
٤-١-٢-١- القصر بالكلوريت بوسط قلوي: تطبق هذه الطريقة باستخدام الكلوريت منفرداً بوجود أملاح قلوية مثل كربونات الصوديوم أو ممزوجاً مع هيبوكلوريت الصوديوم بنسبة (١, ٥/١) كلور فعال لكل من المادتين عند درجة الحرارة العادية، ولكن وجد أن هذه الطريقة تعادل طريقة الهيبوكلوريت إنما بكلفة أعلى فاستعويض عنها بطريقة الهيبوكلوريت.

٤-٢-١-٢- التبييض بالكلوريت بوسط حمضي: تطبق بوجود حمض الخل أو بوسط معتدل مع منشط من أحد أملاح المعادن: الكروم، الحديد، الكوبالت، النيكل، النحاس، وتُرفع درجة تدريجياً حتى (٧٠-٨٠م)، ويبنى الحمام آنئذ كما في الجدول التالي، وقد نضطر أحياناً لإضافة كميات بسيطة من حمض معدني لضبط درجة الحموضة، ثم تغسل الخامة جيداً الساخن فالبارد للتأكد من تمام التخلص من آثار الكلور:

كلوريت الصوديوم	نترات الصوديوم	مبلل
١ غ/ل	٣ غ/ل	ما يلزم: غ/ل

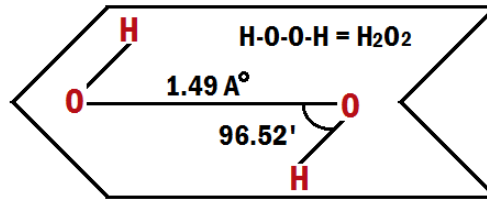
٤-٢-١- القصر بالماء الأكسجيني: يُعد الماء الأكسجيني حمضاً ضعيفاً يستلزم تفككه وسطاً قلوياً، فهو ثابت في الوسط الحمضي، ومتوسط الثبات في الوسط المعتدل، وغير ثابت في القلوي، حتى يصل لأعلى درجات تفككه عند (pH: 11.5-13)، لذا يحفظ في حاوياته في وسط حمضي عند (pH: 1-3) وبدرجات حرارة منخفضة لنضمن سلامة خزانه لأطول زمنٍ ممكن.

٤-٢-١- الخواص الفيزيائية والكيميائية للماء الأكسجيني: نستعرض في الجدول (٨٧) أهم الخواص الفيزيائية للماء الأكسجيني مقارنةً مع الماء العادي:

الجدول (٨٧)

مقارنة بين أهم خواص الماء الأكسجيني والماء العادي وبعض المعلومات عن الماء الأكسجيني				
الخاصة	الوحدة	الماء العادي	الماء الأكسجيني	
الوزن الجزيئي	-	١٨,٠١٦	٣٤,٠٦	
الكثافة في الحالة الصلبة	غ/سم ^٣	٠,٩١٦٨	١,٦٤٣	
الكثافة في الحالة السائلة		٠,٩٩٧٠٤	١,٤٤٢٥	
التوتر السطحي عند الدرجة (٢٠م)	دينية/سم ^٢	٧٢,٥٨٣	٨٠,٤	
نقطة الغليان	درجة مئوية	١٠٠	١٥٠,٢	
بعض أهم المعلومات عن الماء الأكسجيني				
الصيغة والوزن الجزيئي	H ₂ O ₂ = H-O-O-H → M.W = 34.26			
المظهر	سائل ضاوي عديم اللون			
الخاصة	نسبة الماء الأكسجيني وزناً المئوية			
	٢٧,٥%	٣٠%	٣٥%	٥٠%
الوزن الجزيئي: ٢٠م	١,١٠١	١,١١٤	١,١٣١	١,١٩٥
نقطة التجمد المئوية	٢٢-	٢٧-	٣٤-	٥٢-
محتوى الماء الأكسجيني	غ/كغ	٢٧٥	٣٥٠	٥٠٠
	غ/ل	٣٠,٢	٣٤٤	٥٩٨
الأكسجين الفعال: غ/كغ	١٢٩	١٤١	١٦٥	٢٣٥
الأكسجين الفعال: غ/ل	١٤٣	١٥٧	١٨٦	٢٨١

٤-٢-٢- بنية الماء الأكسجيني: تتمتع جزيئات الماء الأكسجيني ببنية غير مستوية كما يظهر في الشكل (٨٧):



الشكل (٨٧): بنية الماء الأكسجيني

والماء الأكسجيني حمض ضعيف جداً إذ يبلغ ثابت تأينه (2.4×10^{-12}) عند (25°م) ، لذا فإنه يتأين في الوسط القلوي إلى $(\text{O}-\text{OH}^-)$ أو $(\text{O}-\text{O}^{2-})$ مع إصابة الجسر $(\text{O}-\text{O}-)$ ببعض الضعف الذي يمنح الماء الأكسجيني قدرته على الأكسدة، كما تتأين أملاح الماء الأكسجيني بشدة في الوسط القلوي، لذا فإن إضافة الماء الأكسجيني مع أملاحه يحد من شدة تفككه بسبب فعل الأيون المشترك أو قانون فعل الكتلة.

٤-٢-٣- الأكسدة الذاتية: تدل عبارة الأكسدة الذاتية Auto oxidation على قدرة الماء الأكسجيني على أكسدة المركبات القابلة للأكسدة بالدرجة العادية من الحرارة، وإمكانية السيطرة عليها بتغيير الشروط الأولية بما فيها رفع أو خفض درجة الحرارة.

ويمكن أن تتم الأكسدة الذاتية بفوق الأكاسيد المتوسطة أو بوجود الوسطاء والمنشطات مثل: الأكاسيد، فوق الأكاسيد، ووسطاء معدنية، الضوء، وتختلف الأكسدة الذاتية عن الواسطية في أن الذاتية لا تتخلى إلا عن نصف أكسجينها، في حين تتخلى الواسطية عن الكمية النظرية تماماً، وتتخامد سرعة الأكسدة الذاتية مع اقتراب التفاعل من نهايته على العكس من الواسطية التي تبقى ثابتة حتى النهاية.

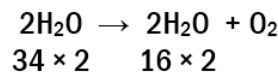
وتلعب أيونات بعض المعادن دور الوسيط في تسريع تفككه في حمام القصر كما هو حال أيونات الحديد والنحاس، ما يجعل وجودها في عملية التبييض ساماً وضاراً بالعملية.

٤-٢-٤- تداول الماء الأكسجيني: يتم تداول الماء الأكسجيني بتركيز مولية (١٠، ٢٠، ٣٠، ٥٠، ١٠٠، ١٣٠) قوة حجمية، ويحوي الماء الأكسجيني الذي يعطي بتفككه عشرة أضعاف حجمه أكسجين على (٣%) ماء أكسجيني، ويمكننا جدولاً معاملات التحويل الوزنية والحجمية كما في الجدول (٨٨):

الجدول (٨٨)

معاملات التحويل الوزنية والحجمية للماء الأكسجيني							
معاملات التحويل الحجمية				معاملات التحويل الوزنية			
نسبة الماء الأكسجيني وزناً	%٢٧,٥	%٣٠	%٣٥	%٥٠	%٢٧,٥	%٣٠	%٣٥
١,٠٠	٠,٩١	٠,٧٦	٠,٥١	١,٠٠	٠,٥٥	٠,٧٩	٠,٩٢
١,٠٩	١,٠٠	٠,٨٦	٠,٦٠	١,٠٠	٠,٦٠	٠,٨٦	١,٠٠
١,٢٧	١,١٧	١,٠٠	٠,٧٠	١,٠٠	٠,٧٠	١,٠٠	١,١٧
١,٨٢	١,٦٧	١,٤٣	١,٠٠	١,٠٠	١,٠٠	١,٥١	١,٧٩

٤-٢-٥- حساب محتوى الأكسجين الفعال للماء الأكسجيني بمختلف تراكيزه: يتفكك الماء الأكسجيني وفق المعادلة:



وبالتالي يكون محتوى الماء الأكسجيني الخالص (١٠٠%) من الأكسجين الفعال:

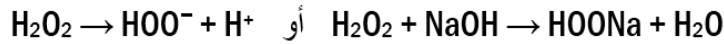
$$\text{الأكسجين الفعال} = (34 \times 2) \div (16 \times 2 \times 100) = 47,05\%$$

وعليه يكون محتوى الماء الأكسجيني ذي العيار (س %) من الأكسجين الفعال (م):

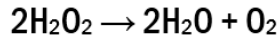
$$م = 100 \div (س \times 47,05)$$

وتكون قيمة (س) للماء الأكسجيني هنا وزنية، أي: W/W%

٤-٢-٦- آليّة تفكك الماء الأكسجيني: لم تُفهم الآليّة التي يتفكك وفقها الماء الأكسجيني بشكلٍ كامل باستثناء المرحلة الأولى التي تم التسليم فيها لتشكّل أنيونات فوق الهيدروكسيل، والتي يستلزم تشكيلها وسطاً قلوياً استدعى منا استخدام الماء الأكسجيني كعامل قصر في الحمام القلوي كشرطٍ أساسي:



ويمكن للماء الأكسجيني أن يدخل تفاعلات جانبية بوجود بعض الوسطاء المعدنية ما يؤدي لتخرب أو تكسر الجسر الأكسجيني فيه وتحوله لماء وأكسجين جزيئي:



ويتسارع التخرب بالوسط القلوي مسبباً انطلاق وهروب الأكسجين الجزيئي وبالتالي تراجع جدوى عملية التبييض مع تشكّل مركبات وسطية ذات فعالية عالية تتسبب بتخرب الألياف السيللوزية، لذا فإننا نجد أنه من الضروري جداً الموازنة بين عمليتي التنشيط والتثبيت، ويصل لأعلى درجات نشاطه عند (pH~ 11.5) ما يستوجب منا الأخذ بعين الاعتبار مدى حساسية الألياف في مثل هذه الشروط: كنوعية الألياف، كمية البذور... وترتبط تبعاً لذلك نوعية القلوي المستخدم، إذ نأخذ بهيدروكسيد الصوديوم أو كربونات الصوديوم مع الألياف السيللوزية، وبيرو الفوسفات رباعية الصوديوم أو هيدروكسيد الأمونيوم مع الألياف البروتينية كالصوف، ومن الآليات المقترحة لتفككه نستعرض الآليّة التالية في الجدول (٨٩):

الجدول (٨٩)

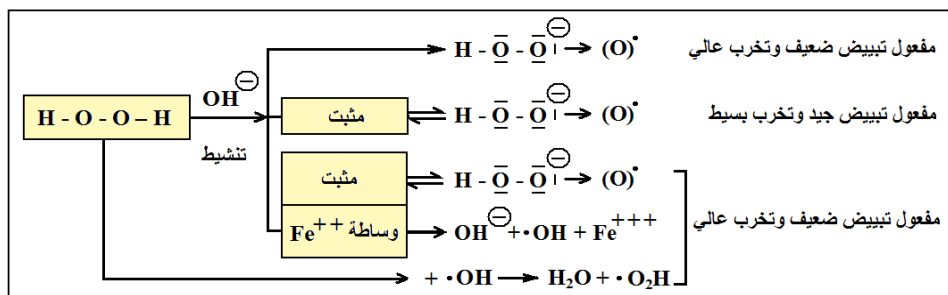
إحدى الآليات المقترحة لتفكك الماء الأكسجيني	
المرحلة	التفاعل
1	$\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + (\text{O}) + \text{K cal}$
2	$\text{H}_2\text{O}_2 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HO}_2^-$
3	$\text{HO}_2^- \rightarrow \text{OH}^- + (\text{O})$
4	$\text{NaHO}_2 \rightarrow \text{Na}^+ + \text{HO}_2^-$
5	$2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

وتبين هذه التفاعلات أن الماء الأكسجيني يلعب دوره كحمض يتحلله لكاتيون الهيدروجين وأنيون فوق الهيدروكسيل كما في المعادلة (٢)، والتي تتفكك ولعدم ثباتها للأكسجين الذري حسب المعادلة (٣) مع أيون الهيدروكسيل، وبإضافة القلوي ينزاح التفاعل (٢) نحو اليمين معطياً المزيد من أيونات فوق الهيدروكسيل وبالتالي المزيد من الأكسجين الذري، ومع هذا لا تجوز المبالغة في إضافة القلوي حرصاً على متانة الخامة. وبرغم أهمية إضافة القلوي لحمام التبييض لتنشيط تحلل الماء الأكسجيني وفق المعادلة (٢) ومنع تكون الأكسجين الجزيئي كما في المعادلة (٥) فإنه يتوجب علينا الاعتدال بإضافة القلوي تجنباً لارتفاع سرعة التفكك، وبالتالي سرعة تكوين الأكسجين الذري ما يؤدي بالنهاية لانطلاقه السريع وقبل الاستفادة من معظمه من جهة، وحرصاً على متانة الخامة من جهة أخرى كما سبق وأسلفنا.

٤-٧-٢- التثبيت: تُستخدَم بعض المركبات لتثبيت وضبط تفكك الماء الأكسجيني في حمام القصر، وقد تكون مثبتاً فقط أو متعددة الوظائف كـ بعض المثبتات التي تحسن من ملمس الألياف بعد القصر مثلاً، ويتوجب أن تتوفر في المنتج الكيميائي مجموعة خواص يمكنه تحقيقها في حمام التبييض كي نعتمده مثبتاً، ومن أهم هذه الخواص نذكر:

١. قدرته على التثبيت بمختلف: درجات الحموضة والحرارة، نسب الحمام، درجات قساوة الماء.
٢. عزل الكاتيونات الضارة مثل أيونات: الحديد، النحاس...
٣. اقتصادي ومعدلات امتصاص عالية من قبل الألياف.
٤. رفعه درجة التبييض وعدم تأثيره سلباً على الألياف.
٥. خفضه محتوى الألياف من الرماد وعدم تأثيره سلباً على ملمس الألياف بعد القصر.
٦. تجاوبه مع الشروط الفيزيائية والميكانيكية لعمل الآلة، مثل التدفق والضخ والانحلال.

ويمكننا مع الألياف السيلولوزية استخدام مثبتات مثل سيليكات الصوديوم، أو المثبتات العضوية أو اللاسيليكونية، أما مع الألياف البروتينية فتعمل بيرو الفوسفات رباعية الصوديوم كعامل غلي ومثبت في آن معاً، ووضعت شركة باسف (BASF) تصوراً لآلية تفكك الماء الأكسجيني مع وبدون مثبت كما هو مبين في الشكل (٨٨):



الشكل (٨٨): دور المثبت في تفكك الماء الأكسجيني بحسب BASF

أ- **سيليكات الصوديوم:** يمكن لمجموعة سيليكات الصوديوم مثل أورثو أو ميتا السيليكات أو السيليكات الغروية (الزجاج المائي) أن تلعب دور المثبت عبر إمكانية توفيرها وسطاً قلوياً وفعالاً معاكساً لفعاليات الكاتيونات المعدنية السامة، وترتفع قدرات تثبيتها هذه بوجود أملاح المغنيزيوم.

ومن المهم جداً المحافظة على الشكل الغروي لسيليكات المغنيزيوم والسيليكات المائية لأكسيد السيليسيوم SiO_2 في مرحلتي تشكلها أو أثناء إجراء حمام القصر.

ولندرة تحقيق شروط العمل المثالية على الدوام تترسب بعض السيليكات على الألياف لتؤثر سلباً فيما بعد على عمليتي الصباغة أو الطباعة وعلى الملمس، لذا فإنه من الضروري جداً العمل على تحقيق التوازن فيما بين السيليكات ودرجة القلوية المثلى وفق مبادئ حساب نسبة أكسيد الصوديوم/أكسيد السيليسيوم، فالوصول لأفضل نتائج تبييض يجب أن تكون نسبة أكسيد الصوديوم/أكسيد السيليسيوم (١،٣:١) و (١،٦:١) مقدرةً بـ غ/ل، وكما نرى فإن الرقم المضروب بأكسيدي الصوديوم والسيليسيوم يحوي كسوراً لسيليكات الصوديوم وهيدروكسيد الصوديوم، فهيدروكسيد الصوديوم يحوي (٧٧%) وزناً صوديوم وصفر مئوي أكسيد سيليسيوم.

ب- **المثبتات العضوية:** يمكننا تجنب مساوئ اعتماد سيليكات الصوديوم كمثبت بالاعتماد على مواد مساعدة عضوية لاسيليكاتية كأن تكون عوامل تحلية أو منتجات إرجاع بروتينية، أو بعض العوامل الفعالة سطحياً. ونجد على الصعيد التجاري نمطين من المنتجات: أولهما مثبت فقط، وثانيهما متعدد الوظائف كأن يكون منظفاً أو مطرياً بالإضافة لكونه مثبتاً، وهناك مثبتات تُستخدم وحيدةً وأخرى يستحسن مزجها مع السيليكات.

ج- **مركبات الفوسفات:** من بين مختلف مركبات الفوسفات نجد أن بيرو الفوسفات رباعية الصوديوم P.P.S.T أو $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ، وهكسا ميتا الفوسفات تلعبان دور المثبت في حمام التبييض القلوي آخذين بعين الاعتبار:

- عدم ارتفاع درجة القلوية عن (pH: 10) ودرجة الحرارة عن (٦٠م) تجنباً لتراجع قدرتهما عن التثبيت.
- يجب استخدام البيرو فوسفات مع هيدروكسيد الأمونيوم لأن وجود هيدروكسيد الصوديوم أو الصودا آش يؤديان عند درجتي الحرارة والقلوية العاليتين لتحول T.S.P.P لثلاثي فوسفات الصوديوم الضعيف التثبيت.

وعليه فإن معظم استخدام T.S.P.P يكون كمثبت لحمام التبييض للألياف البروتينية الحساسة لدرجات القلوية والحرارة المرتفعتين.

وبعكس السيليكات فإن لأيونات القساوة (الكالسيوم والمغنيزيوم) أثراً سلبياً كونها تُخفض من فعاليات البيرو فوسفات كمثبت، ونستعرض في الجدول (٩٠) مجموعةً من المثبتات التجارية لبعض الشركات:

الجدول (٩٠)

بعض مثبتات الماء الأكسجيني التجارية				
المادة	الشحنة	الفعالية	الشركة	التركيب الكيماوي
بريستال DS	سالب	مثبت أكسجين صديق بيئة	ديتري	حمض كربوكسيلي
بريستال EPJ		مثبت أكسجين للجبث بخواص تبليل ممتازة		ألكان فوسفونات مع ايتوكسيلات أغوال دسمة
بريستال BFL		مثبت أكسجين ومبلل ومبعثر للتبييض بالطرائق المتقطعة		ألكيل فوسفات
ريكوستيب OKB		مثبت أكسجين للبياد على البارد والمستمرة والمتقطعة للقطن ومزائج	رودولف	ألكيل فوسفونات مع أملاح عضوية ولاعضوية
كونتافان NLB		للتبييض بالماء الأكسجيني في وسط معتدل بخواص تحلية	CHT	مركبات فوسفاتية مع منشطات آزوتية
ريدوزين UKN		غاسل ومبعثر ممتاز، مثبت أكسجين ضعيف الرغوة ولا حاجة لإضافة السيليكات معه	Z&S	ايتوكسيلات أغوال دسمة، ألكيل أريل سلفونات، مركبات فوسفورية عضوية
سابوفيكس RF		مثبت أكسجين ومنظف ومبعثر ومضاد تكسير	SHF	استرات حموض فوسفورية
سيرافيل 500	مطري ومبعثر وتسوية، مثبت أكسجين بخواص تطرية لحمام القصر	د. بوميه	لاأيوني	استرات أميدية لحموض دسمة فوسفورية

٤-٢-٨- ميزات العمل بالماء الأكسجيني: حظي التبييض بالماء الأكسجيني برواج كبير لميزات العمل معه والتي يمكننا إجمالها بـ:

- أ- إمكانية استخدامه بالطرائق المستمرة.
- ب- عدم إطلاقه غازات سامة أو ضارة وبالتالي إمكانية استخدامه في الآلات المكشوفة أولاً، وعدم تأثيره على آلات الصباغة ثانياً.
- ج- الوصول لدرجات بياض عالية وثابتة مع المحافظة على متانة الألياف.
- د- إمكانية تبييض الأقمشة المراد صباغتها لعدم تأثر الكثير من الأصبغة به كما هو حال مركبات الكلور.
- هـ- سهولة التعامل معه وعدم اضطرارنا لحمامات إزالة طويلة بعدها مثل التحميص وإزالة بواقي الكلور، لأن منتجات التحلل هي الأكسجين والماء الأمينة لمعظم الأصبغة.

٤-٢-٩- مساوي التبييض بالماء الأكسجيني:

- أ- عدم ثبات محاليله في الأوساط عالية القلوية.
- ب- تترسب السيليكات عند استخدامها كعامل تثبيت معه على الآلات والقماش دون أن تتمكن من إزالتها بالطرائق الكيماوية بما يؤدي لتلف في القماش وخشونة ملمسه، ما حدا الشركات للبحث عن مثبتات الأكسجين الأخرى كما رأينا في الجدول (٨٥) والتي انتشرت في جميع المصانع.

التجهيز الأولي للألياف الصوفية

١ - المقدمة:

تلعب بنية الصوف الكيميائية الضعيفة دوراً كبيراً في اختيار طرائق عمليات تحضيره الأولي، ذلك أن أي إجهاد زائد قد يؤدي لتحطم روابطه البيبتيدية، لذا تقتصر عملية تحضيره على غسله فقط تاركين لونه على حاله لصبافته ومستحسنين صبافته بالألوان الغامقة، ولا نلجأ لتبييضه إلا نادراً وبالاعتماد على مبيضات مُرجعة مثل ثاني أكسيد الكبريت، ونادراً ما تجري عملية تبييضه بالبرمنغنات التي تستوجب معالجة لاحقة بالكبريتيت للتخلص من الرواسب المنغيزية البنية اللون، أو للماء الأكسجيني عند درجة حرارة لا تتجاوز (٥٠م°)، وأحياناً يُستخدم الكلور مع الكلورامين (NH₂Cl) آخذين بعين الاعتبار أن تخرّباً لا بد منه سيقع على الصوف الخام.

٢ - تجهيز الصوف للصبغة:

تلاقي عملية غسل الصوف صعوبات خاصة لاحتوائه نسبياً عالية من الدهون والشحوم والأوساخ مقارنةً مع الألياف الأخرى، إذ أنه من المعروف بأن ألوان الصوف الطبيعية ثابتة، لذا فإن ما يؤخذ بعين الاعتبار هو إزالة الأوساخ والمواد الغريبة المرافقة، وقد نجد هنا بعض الاختلاف بين أسلوب وآخر بحسب طبيعة المرعى أو طريقة تربية ورعاية الأغنام (ما بين حظيرة أم مرعى عشبي أو صحراوي شوكي) بحيث تصل غالباً حتى (٤٠%)، فعند فرز شعيرات الصوف بحسب طولها ودقتها وصنفها ودرجتها ولونها تمر بعملية تنظيف جافة بالمزج والشطف شرط أن تتم عمليات الفرز بأيدٍ خبيرة، أما الأوساخ الأخرى فتجري عليها عمليات نزع أخرى، ومن أهم المواد الغريبة المرافقة للصوف نجد:

أ- أوساخ يمكن إزالتها بحمام مائي كالعرق وبعض الإفرازات الدهنية مثل شمع اللانولين وتبلغ نسبتها (٢٨%).
ب- أوساخ غير ذوابة بالماء كالشحوم وتصل نسبتها حتى (١٢%)، وأوساخ أخرى بنسبة (٢٦%) تقريباً، لذا نلجأ للمنظفات أو لكاربونات الصوديوم لاستحلابها، وبنتيجة الاستحلاب (بسبب تصبب بعض الدهون والشحوم بتفاعلها مع كاربونات الصوديوم) يتكون صابون يعمل على إزالة ما تبقى من أتربة وأوساخ.
ج- أوساخ نباتية عالقة بالصوف ولا يمكننا التخلص منها إلا بعمليات تفحيم بحمض معدني كحمض الكبريت أو حمض كلور الماء، إذ أن الحمضين الممددين لا يؤثران إلا على السيللوز فقط وعلى الساخن.
وتستوجب هذه المعالجات عمليات غسل لاحقة لنضمن القضاء على آثارها استدراكاً لتأثيراتها مع الخزن الطويل التي تسبب ضعف وخشونة الألياف، وتتم عملية الغسيل بإمرار الصوف على محلول هيدروكسيد النشادر أو كاربونات الصوديوم بعد مرورها على الحمض المعدني، وتعصر وتجفف عند درجة حرارة (٤٠-٨٠م°) ليتحول السيللوز النباتي إلى الهيدروسيللوز الذي يمكننا التخلص منه بالنفص والغسيل وبذلك تستوفي المعالجة الحمضية حقها فنبدأ بعملية الغسيل القلوية.

٣ - تزهير أو تبييض الصوف:

ويمكننا في النهاية ولمنح الصوف مظهر البياض تزهيره ببعض الأصبغة الحمضية الزرقاء، وعلينا الانتباه إلى أنه وفي حال اضطرارنا لحمام الماء الأكسجيني فإننا نأخذ بهيدروكسيد النشادر المركز بمعدل (١-٢) مل/ل بحيث تكون (pH: 10) وبنسبة حمام (٣٠/١) ودون أن ترتفع درجة الحرارة عن (٥٠م°) كما سبق وذكرنا، ويستغرق حمام التبييض آنئذ (٢-٣) ساعات نشطف بعدها على البارد ونعدل بحمض الخل.

البحث الرابع

التجهيز الأولي للألياف الحريرية الطبيعية

١- المقدمة:

كي نحصل على الحرير الطبيعي بأفضل حالة ممكنة سنتعرض أولاً لطريقة تربية دودة القز المبينة في الشكل (٨٩) حتى حصولنا على الشرائق، لأن معرفتنا بأصول تربيتها هي الطريقة الأمثل للنتائج الأفضل.



الشكل (٨٩): دورة حياة دودة القز

يتم تفقيس بويضات دودة القز في الربيع مع توريق شجر التوت، لذا يؤخذ البيض ويوضع في حجرات تفقيس خاصة ومكيفة لمدة أحد عشر يوماً على أن تبدأ عند درجة حرارة (١٧°م) وترفع تدريجياً حتى (٢٨°م) في نهاية المدة، ويكثر تفريخ البيض في الأيام الثلاثة الأخيرة ما يستوجب فصل الديدان عن البيض أولاً بأول بوضع شبكة خفيفة تتوضع عليها أوراق التوت فتصعد الديدان لتأكلها من فتحات الشبكة فنرفعها لرفوف التربية الخاصة لنضع بدلاً عنها شبكة أخرى حتى آخر بيضة. وتستغرق فترة التربية مدة (٣٠-٤٠) يوماً تنقسم لخمسة مراحل، وتصوم الدودة في نهاية كل مرحلة مدة يوم أو يومين تنقطع فيها عن الحركة وترفع رأسها ويجف جلدها لينسلخ وتخرج بجلدٍ آخر أكثر بياضاً، وهكذا يزداد طولها حتى يصير (٩) سم ووزنها (٥) غ أي ما يعادل (٤٠) مرة عن طولها و(٩٥٠٠) مرة عن وزنها حين الفقس، ويتم تكييف وتجديد هواء غرفة التربية باستمرار حسب الأدوار وبحيث تتراوح درجة حرارتها بين (٢١-٢٦°م)، ويراعى أن يترك لكل دودة ثلاثة أمثال المساحة التي تشغلها وهي ثابتة، وأن لا يتم الإمساك بها بل يوضع لها الفس عند عمل الشرائق، وترفع الدودة رأسها لتغزل الخيط الحريري حول جسمها وكأنها تحرك رأسها بحركة مستمرة محدثة (٦٠) ذبذبة في الدقيقة، وتستمر على هذا الشكل ثلاثة أيام ومخرجة من فمها (٥٥٠-١١٠٠) متر من الخيط، وتجمع الشرائق بعد ستة أيام حتى يكتمل التطور الداخلي ويخف وزن الشرنقة وتكون جاهزة للحل.

٢- حل الحرير:

لا بد من خنق العذراء في الشرائق قبل تكون الفراشات القادرة على ثقب الشرنقة والخروج منها، لذا تُعرض الشرائق لبخار الماء ومن ثم تحفف بالهواء بعيداً عن الشمس أو بتيار هواء ساخن، ونبدأ بفرزها لاستبعاد الضعيف والملوث والمتقوب والمزدوج، أما السليم فيؤخذ ليحل يدويا أو آلياً، ويطلق على حرير الشرائق السليمة اسم الحرير الجريح وحرير الشرائق الأخرى اسم الحرير الشاب.

٣- الحرير الجريح:

تنقع الشرائق السليمة في حوض ماء مغلي للتقليل من النفايات، ثم تنقل بعد سحب أول الخيط لحوض ماء درجة حرارته (٦٠°م) لتحلل المواد الصمغية، ويُمسك بطرف الخيط ليُلف على عدة بكرات لسحبه وبرمه وتسريحه فتتكون ألياف الحرير الجريح التي يمكننا سحبها بسهولة لاحتوائها مواد صمغية، ويبيض الحرير أحياناً بالماء والصابون لنبدأ مرحلة برم الألياف وتجميعها بالآلات خاصة.

٤- الحرير الشاب:

تغسل باقي الشرائق للتخلص من الصمغ والأوساخ بالماء والصابون أو بمواد كيميائية لتغسل ثانية وتترك للتجفيف بضعة أسابيع لتستعيد مرونتها، ثم تؤخذ لآلة خاصة حيث تُفَتَّح الألياف وتوازن وتمشط وتحلق وتنسق.

٥- تجهيز الحرير:

نستنتج أن عملية تبييض الحرير ليست إلا عملية غسيل لإزالة صمغ السريسرين الذي تصل نسبته حتى (٣٠%)، ويمكننا إزالة هذا الصمغ بالغسيل بالماء وصابون مارسيل (الذي يُحضّر من تصبين زيت الزيتون أو الزيوت الطبيعية على أن يكون الماء طرياً) ليستعيد الحرير لونه الأبيض الأصلي، ويمكننا في حال أردنا الحرير ناصع البياض تبييضه بالإرجاع بثاني أكسيد الكبريت أو بهيدروسلفيت الصوديوم وأحياناً بالماء الأكسجيني، ثم يُغسل جيداً ويزهر ببعض الأصبغة الحمضية أو القلوية أو بالمسطعات الضوئية الخاصة، وتنصح شركة كلارينت (ساندوز) بغسل الحرير بصابون مارسيل أو بصابون ساندوبان SRS وفق الجدول (٩١):

الجدول (٩١)

حمامات التحضير الأولية للحرير الطبيعي بحسب كلارينت " ساندوز "	
حمام الغسيل بصابون مارسيل أو ساندوبان السائل SRS	
عامل التصبين	(٨-١٠) غ/ل صابون مارسيل أو (٣-٥) غ/ل ساندوبان SRS
كربونات أو فوسفات الصوديوم	(١-٢) غ/ل حتى pH~ 9.5-10
المعالجة	(١-٢) ساعة / ٩٥-٩٠ م°
الإنهاء	معالجة عند (٥٠ م°) بهيدروكسيد النشادر المركزة ثم بماء ساخن فبارد
حمام المعالجة الأنزيمية	
أنزيم باكتوزول السائل المركز SL	(٢) مل/ل
مزيج زيت ساندوكلين السائل PC	(٢) مل/ل
كلوريد الصوديوم	(٢) غ/ل
كربونات الصوديوم	حتى pH~ 9
شروط المعالجة	(٢) ساعة / ٥٥ م°
الإنهاء	شطف ساخن فبارد
حمام الغسيل عند درجات الحرارة العالية	
صابون مارسيل أو ساندوبان SRS	(٢) مل/ل
المعالجة	(٣٠-٦٠) دقيقة / ١٢٥-١٣٠ م°
التفريغ	(٩٠ م°)
المعالجة بهيدروكسيد النشادر المركز	١ غ/ل
الإنهاء	شطف ساخن فبارد

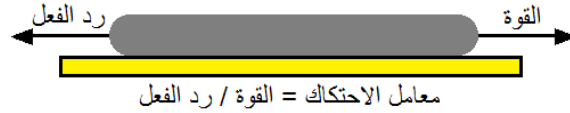
التجهيز الأولي للألياف التركيبية

١- المقدمة:

تتشابه الألياف التركيبية في تجهيزها للصبغة، إذ تتعلق معالجتها عموماً بنوعية المعالجات النهائية المطبقة من قبل الشركة الصانعة، كما تتعلق بشروط تشغيل وحياسة الأقمشة ومدى صلاحية أو جودة المواد المستخدمة لإنجاز هذه المراحل (كالمزلاقات وزبوت المغازل مثلاً)، ومدى قابلية هذه المواد للغسيل والانحلال أو الاستحلاب بالماء إضافةً لنسبة الحمام، وهذا الأخير يرتبط بطراز الآلة التي يتم فيها تطبيق حمام الغسيل، علاوةً عن شروط الحمام الأخرى كالزمن ودرجة الحرارة ودرجة قساوة الماء.

٢- زيوت التزليق:

تتركب زيوت التزليق من فحوم هيدروجينية نفطية مشبعة، وتضاف لها محسنات تعزز ثباتها تجاه ظروف تشغيلها، ووظيفتها عموماً تشكيل طبقة رقيقة بين السطوح المنزلقة بحيث يتحول الانزلاق الجاف الذي يرافقه تشكل حرارة لانزلاق سائل بأقل قدر ممكن من الحرارة بسبب التزييت الجيد للسطوح المنزلقة، ويؤدي التزليق لتوفير في الطاقة الضائعة، وحفظ السطوح المنزلقة من الخدش. وتصل كمية الخسارة في الطاقة الناتجة عن الاحتكاك إلى ثلث الطاقة المنتجة، ولذا تزداد كمية زيوت التزليق المستهلكة في العالم باستمرار.



٣- أهمية اللزوجة في زيوت التزليق:

أهم مواصفة لزيوت التزليق هي اللزوجة وعلاقتها بالحرارة والضغط، وهناك صفات أخرى لزيوت التزليق تلعب دوراً هاماً مثل نقطة الانصباب التي يجب أن تكون منخفضة لتقاوم فعل البرودة وغيرها. تعطى قيمة الاحتكاك μ لسطح منزلق بالعلاقة التالية:

$$\mu = k\sqrt{\eta U/P}$$

μ : قيمة الاحتكاك، η : اللزوجة، k : ثابت له علاقة بشكل الانزلاق، U : السرعة، P : الضغط النوعي للسطوح مقدراً بـ: كغ/سم^٢

فإن أهمنا الثابت (k) نجد أن علاقة الاحتكاك باللزوجة تقل كلما زادت السرعة، لذا من الضروري استعمال زيوت منخفضة اللزوجة عند تزييت مسننات عالية السرعة، ويتوجب عند ثبات السرعة اختيار زيوت بلزوجة أكبر كلما زاد الضغط النوعي على السطوح المنزلقة.

ويتوجب أن تناسب لزوجة زيوت التزليق التغير المستمر لقيم U و P في الآلات، إذ تنخفض لزوجة الزيت بارتفاع درجة الحرارة بسبب ارتفاع الضغط وزيادة السرعة، فالزيت الجيد هو الزيت الذي يستطيع أن يواجه تغير درجات الحرارة دون أن تتأثر لزوجته.

تقاس اللزوجة التحريكية Dynamic viscosity بالبويز Poise، ويسمى ناتج قسمة اللزوجة التحريكية على الكثافة اللزوجة الحركية Kinematic viscosity وتقاس بالستوكس Stokes.

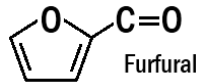
تلعب بنية جزيئات الزيت دوراً كبيراً في علاقة اللزوجة بالضغط، فالمركبات الحلقية السداسية تتأثر بالضغط أكثر من المركبات الحلقية الخماسية، وإذا قارنا تغير اللزوجة بالضغط مع تغيرها بالحرارة لوجدنا أنها تتغير بتغير الضغط أكثر من تغيرها بتغير درجات الحرارة، وهكذا ترتفع اللزوجة بمعدل عشرة أضعاف عند تغير درجة الحرارة من (٢٠-٨٠ م°)، بينما ترتفع (١٠٠٠) ضعف بتغير الضغط من (١) حتى (١٠٠٠) جو للزيوت المعدنية الطبيعية.

تتركب الزيوت المعدنية وبقايا التقطير ذوات درجات الغليان المرتفعة من سلاسل بارافينية نظامية تحوي أحياناً على سلاسل متشعبة، وقد تحوي في نهايتها أو وسطها على حلقة أو حلقات عديدة سداسية أو خماسية مشبعة أو غير عطرية.

وقد تكون الحلقات عطرية على شكل البنزن أو الفيناترين، ونادراً ما تكون انتراسين أو بيرين أو كسيرين، ويمكن أن تحمل هذه الحلقات بجانب السلاسل البارافينية سلاسل جانبية قصيرة جداً تتألف من مجموعات ميتيل أو ايتيل، ويتأرجح الوزن الجزيئي لجزيئات زيوت التزليق بين (٢٥٠-١٠٠٠)، وهو ما يعادل (٢٠) إلى (٧٠) ذرة كربون في الجزيء الواحد، وهكذا يبلغ الوزن الجزيئي لزيوت المغازل (٢٥٠-٤٠٠)، بينما يصل الوزن الجزيئي لزيوت التزليق العالية والمعروفة باسم Bright Stock Oils إلى الألف.

٤- إنتاج زيوت التزليق:

تتألف زيوت التزليق كما ذكرنا من فحوم هيدروجينية بلزوجة مناسبة (زيوت أساس)، وإضافات تساعد على تحسين أدائها، وتختلف مصادر زيوت الأساس بين أن تكون من منتجات عمليات التقطير أم بقايا التقطير. لا تزيد لزوجة زيوت الأساس إن كانت من منتجات عمليات التقطير عن حد معين، فرغم الحصول عليها بالتقطير تحت الفراغ إلا أن جزيئاتها الكبيرة تتعرض للتكسير، وإذا أردنا مزجها بأجزاء مرتفعة اللزوجة فلا بد لنا من الأخذ ببقايا التقطير المنزوعة الاسفلت بالبروبان، ومن ثم تنقية هذه الأجزاء المنزوعة الاسفلت ببعض المذيبات مثل الفورفورال (C₅H₄O₂) أو الميتيل ايتيل سيتون MEK-Dewaxing، وهي تقنية قديمة تراجع الأخذ بها حالياً ليحل محلها تقنية الامتزاز بتربة منشطة بالحمض لتصل معدلات امتزازها إلى ما يعادل (١٠%) من وزنها بالاسفلت والمواد الصمغية.



وظهرت أخيراً تقنية الإنهاء الهيدروجيني Hydrofinishing بميزاتها الكبيرة بتحسين اللون وإرجاع الشوائب الكبريتية والأزوتية، وقلما تتم عمليات تصنيع زيوت تزليق حالياً دون معالجة هيدروجينية.

٥- تصنيف زيوت التزليق:

تصنف زيوت التزليق إما حسب المنشأ كمنتجات تقطير فراغي أو منتجات بقايا تقطير أو مزيجهما، أو بحسب استعمالاتها:

٥-١- زيوت المغازل: تمتاز بلزوجتها المنخفضة، واشتق اسمها من استخدامها الرئيس في تزليق مغازل الصناعات النسيجية.

تتميز المغازل بسرعات دورانها العالية جداً ما نحتاج معه لزيوت منخفضة اللزوجة تتراوح بين (١٢-٢٠) سنتي ستوك عند درجة حرارة (٢٠م°)، وبقدرة جيدة على التزليق وثبات جيد ضد الأكسدة. ويتم إنتاجها كأجزاء جانبية أثناء عمليات التقطير الفراغي، ولا بد من تعريضها لعمليات تنقية كي لا تترك أثراً في الأنسجة بعد غزلها. يتم استخدام مجموعة هذه الزيوت في الآلات الدقيقة وآلات التبريد (درجة حرارة الانصباب: -٣٠ حتى -٨٠م°) وفي أغراض الوقاية من الصدأ.

٥-٢- زيوت الآلات: تقسم الزيوت إلى زيوت خفيفة وأخرى ثقيلة، وتتراوح لزوجة زيوت الآلات الخفيفة بين (١٢-٢٥) سنتي ستوك عند درجة الحرارة (٥٠م°).

أما زيوت تزليق الآلات الثقيلة فتصل لزوجتها حتى (٧٥) سنتي ستوك بالدرجة (٥٠م°)، ويستحصل عليها كأجزاء جانبية من التقطير الفراغي لبواقي تقطير النفط تحت الضغط الجوي العادي.

٦- الغسيل الأولي للزيوت:

يفترض في زيوت التزليق أن تكون قابلة للاستحلاب الذاتي بمجرد إضافتها للماء العادي، لذا فإنه غالباً ما يُضاف إليها بعض عوامل الاستحلاب بالإضافة لموانع الأكسدة، وهذه كلها معرضة للأكسدة والتخرب بفعل الخزن لمدة طويلة وبشروط درجات حرارة ورطوبة غير ملائمة، أو أنها قد تتخرب بفعل تدوير آلات الحياكة بسرعات

عالية ما يُعرض الألياف والزيوت لإجهاداتٍ حراريةٍ يُسبب تخرّبهما معاً، إذ يفقد الزيت قدرته على الاستحلاب، وتغير الألياف الخيط بعضاً من ألفتها نحو الأصبغة ومواد الإنهاء.

وتظهر مشكلة فساد الزيت واضحةً جليةً بعد الصباغة على شكل خطوطٍ غامقةٍ مكان إبرة الحياكة التي يحدث عندها معدلات تزييتٍ أعلى، أو على شكل بقع صباغٍ غامقةٍ وموزعة على سطح القماش.

يُستحسن تطبيق حمام غسيل مستقل للزيوت قبل صباغة القماش باستخدام منظفٍ قادرٍ على استحلابها ومع بعض المذيبات إن لزم الأمر وبوسطٍ قلوي لطيف (9 ~ pH) باستخدام كربونات الصوديوم عند درجة حرارة (60-70°م) تقريباً، ومن الضروري أن نشير هنا إلى أن ارتفاع درجات الحرارة عن ذلك قد يؤدي لنقض الاستحلاب وبالتالي لمفعولٍ عكسي، وتتبع هذا الحمام بشطفٍ باردٍ مع بعض الحمض للتعديل.

وتوصي شركة يورك شاير بعدم استخدام غوازل لأيونية في حمام الغسيل الأولي لتسببها بتجمع بعض أصبغة الديسبرس ما يؤدي لتشكّل البقع الغامقة عند الصباغة، ومن الصعب الإزالة الكاملة للمركبات اللاأيونية بعد استخدامها في حمام الغسيل ما يسمح ببقاء قسم منها لحمام الصباغة.

أما شركة باير فتصح باستبدال كربونات الصوديوم ببيروفوسفات رباعية الصوديوم عندما يكون الماء متوسط القساوة، في حين تنصح شركات أخرى بثلاثي فوسفات الصوديوم.

٧- الغسيل الأولي للغرويات:

كثيراً ما يرافق الألياف التركيبية بعض الغرويات التي قد تؤثر سلباً على درجة تبعثر الأصبغة ما يؤدي لتراجع في تسوية العملية الصباغية، وينصح لإزالتها استخدام عامل منظفٍ مع مذيبٍ في حمامٍ يحوي (1) غ/ل كربونات أو ثلاثي فوسفات الصوديوم عند درجة حرارة (60°م) ولمدة (15) دقيقة متبوعة بشطفٍ جيد.

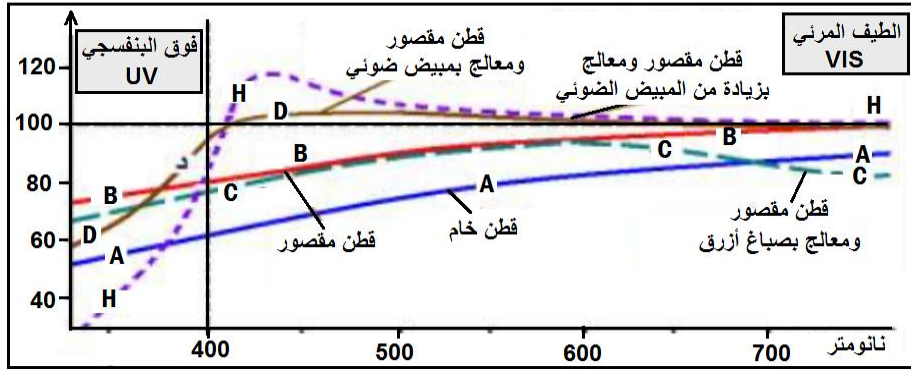
٨- اختصار حمام الغسيل الأولي:

يستحسن بعض الصباغين دمج عمليتي الغسيل والصباغة في حمامٍ واحدٍ لرفع اقتصادية العملية وتوفير ما أمكن من الماء والطاقة، لذا فإنهم قد يعتمدون لإضافة عامل منظفٍ ومزيل زيوتٍ إلى حمام الصباغة بعد التحقق من عدم تأثيرهما على اللون والأصبغة وثباتياتهما، ولوحظ عملياً استحالة الضمانة الأكيدة لإزالتها لهذه الطريقة لأن بعض الملوثات تستلزم وسطاً قلويّاً، وهذا ما يستحيل تطبيقه في حمام صباغة الألياف التركيبية التي تستلزم صباغتها وسطاً حمضياً وفي أحسن الأحوال معتدلاً لطائفةٍ كبيرة من الأصبغة.

المبيضات الضوئية

١- المبادئ البصرية لتأثيرات المركبات المفلورة:

تمتص خامات الألياف والورق والبلاستيك وبعض المركبات العضوية بعضاً من الضوء المرئي وخاصةً في مجال أطوال الأمواج (٤٠٠-٧٠٠) نانومتر ما يسبب تلونها باللون الأصفر البني كما يبين المنحني (A) من الشكل (٩٠):



الشكل (٩٠): انعكاس وامتصاص القطن في المجال (٧٠٠-٤٠٠) نانومتر

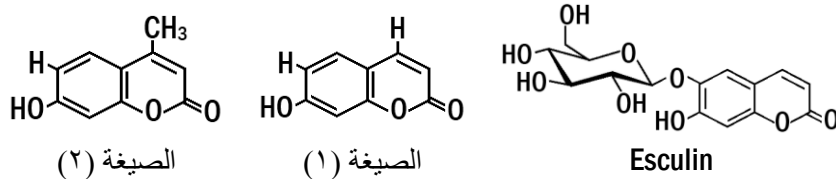
لذا فإنها تبدي لوناً بنياً فاتحاً لاحتوائها أصبغة طبيعية: فالقطن لاحتوائه بعض الأصبغة، والصوف والحريير فاحتوائهما مزائج معقدة من البولي بينيدات والملونات البروتينية، أما الألياف المجددة فمنتجات التفكك الحراري الحاصلة فيها، ويمكننا التخلص منها عادةً عبر الأكسدة بقصرها كيميائياً (المنحني B) دون المبالغة منعاً للتخرب الزائد والضار.

ويمكننا تعديل اللون الأصفر الخفيف بتزريق الخامات بالأصبغة الزرقاء، وليضرب لون الخامات أنيذ باتجاه الرمادي الأقل بياضاً (المنحني C)، ومن الصعب على العين تمييز اللون الرمادي الكاسر للضوء عن التدرج الخفيف للألوان مثل اللون الأصفر البني في المنتجات الخام غير المقصورة.

ونجد من ناحية أخرى أن المبيضات الضوئية تستلزم امتصاص الضوء في مجال (٤٠٠-٤٨٠) نانومتر لتتمكن من تعديل اللون الأصفر دون أن يكون لها القدرة على امتصاص أي ضوء مرئي، لذا فإن تأثيرها يظهر عند امتصاصها الإشعاع فوق البنفسجي وفي مجال (٣٥٠-٧٥٠) نانومتر وانعكاس عند (٤٢٠-٤٤٠) نانومتر (المنحنيان D, H)، ويعطينا المنحني (D) أعلى درجة بياض ممكنة، في حين أنه وبالتركيز الأعلى (المنحني H) نحصل على لون أبيض شديد اللعان ولكن باتجاه الأبيض المزرق.

تم اكتشاف مفعول التبييض الضوئي من قبل كريز عام (١٩٢٢) عندما قام بتشريب الحرير الصناعي وألياف الكتان بخلاصة مركبات قشور الكستناء الحاوية على الاسكولين Esculin، فالمبيضات الغلوكوزيدية تحوي ٧-٦- ثنائي هيدروكسي الكومارين (الصيغة ١).

أما أول مبيض صناعي أمكن استخدامه فتم اصطناعه من ميتيل اومبيلي فيرون Methyl umbelli ferone ذي الصيغة (٢) والذي أمكن اصطناعه بسهولة من الريزوسينول Reserinol واستر حمض الخل، وكان الانقلاب الحقيقي لصناعة المبيضات عام (١٩٤٠) بتحضير: ٤-٤- ثنائي أمينو ستيلين -٢، ٢- ثنائي حمض السلفون.

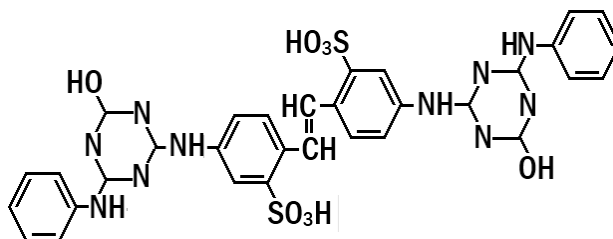


٢- المجموعات الكيميائية الرئيسية للمبيضات الضوئية:

تحتوي جميع البنى الكيماوية للمبيضات الضوئية إحدى المجموعات: الكربونيل متصل بالبنزن أو النفثالين أو البيرين، الايتيلين (-CH=CH-)، أزو الميتين (-HC=N)، نظام الخواتم العطرية المتغايرة والتي يمكنها أن تتهيج بتأثير الإشعاع فوق البنفسجي عند (٣٤٠-٤٠٠) نانومتر تقريباً، كما يمكن لهذه المجموعات العطرية المتغايرة أن ترتبط ارتباطاً مباشراً دونما حاجة لمجموعات جسرية رابطة شرط امتلاكها الثبات والمقاومة الكافيين، دون أن ننسى إمكانات البنى المستوية لامتناس الطاقة الضوئية وإصدارها الإشعاع، ويمكننا تصنيف المبيضات الضوئية عموماً في مجموعاتٍ ست:

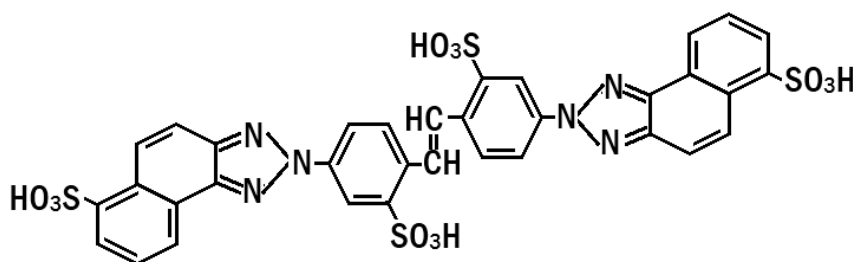
- (١) المركبات ذات الزمرة الواحدة أو الزمرتين من الستيلين.
- (٢) مشتقات الايتيلين مع متبقيي زمريتين عطريتين متغايرتين أو عطريتين متغايرة مع متبقي عضوي.
- (٣) مشتقات الكومارين.
- (٤) مشتقات البيرازولين.
- (٥) مركبات النفثاليميد.
- (٦) مجموعة يتم اصطناعها من مركبات عطرية بربطها بخواتم عطرية متغايرة كربط حلقات التيوفين والفوران بخواتم البنزو كسازول.

١-٢- **مركبات الستيلين:** تشكل هذه الزمرة ما يقارب (٨٠%) من مجموع المنتجات التجارية، إذ غالباً ما تكون المبيضات الأحادية الستيلين مؤسئلة كما هو حال ٤، ٤- ثنائي أمينو الستيلين -٢، ٢- ثنائي حمض السلفون، وتسيطر عموماً N,N' -Diaroylation، ومن المتوقع أن تسود في المستقبل المركبات من زمرة مشتقات كلور التريازين، إذ أن أول مشتقات كلور التريازين كانت بلانكفور B (الصيغة ٣) الذي اصطنعه وندت Wendt عام (١٩٤٠)، وتم استخدامه في عالم المنظفات ولتبييض: القطن، البولي أميد، الصوف، الورق، ونجد اليوم أن أكثر من (٢٠) بنية مختلفة للنمط ذاته يتم إنتاجها بشكلٍ تجاري، ويعود الاختلاف فيما بينها لخاتم التريازين.



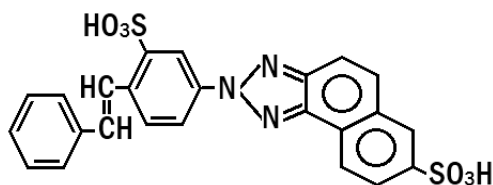
الصيغة (٣): بلانكفور B (مبيض ضوئي ٣٢)

وتحتوي بعض المبيضات الضوئية مجموعات عضوية متغايرة بدلاً عن مجموعة أمينو التريازين مثل التريازول، وكانت أولى منتجات هذا النوع البلانكفور G (الصيغة ٤)، والذي لم يُنتج بعد ذلك نهائياً:



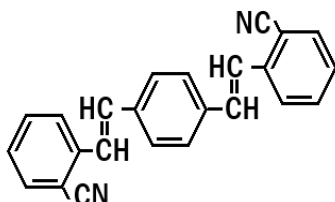
الصيغة (٤): بلانكفور G (مبيض ضوئي ٤٠)

في حين نجد اليوم الأهمية الأكبر لمشتقات التريازول غير المتشابهة كما هو حال التينوبال RBS (الصيغة ٥) المستخدم للألياف السيللوزية والبولي أميد والمنظفات بسبب إدخال زمرة سلفون لجعله قادراً على الانحلال بالماء، ونجد المركب المشابه له التينوبال E الذي أدخلت عليه زمرة (-N-ايتيل سولفاميدو) بدلاً عن مجموعة حمض السلفون والمستخدم مبيضاً للبوليستر.



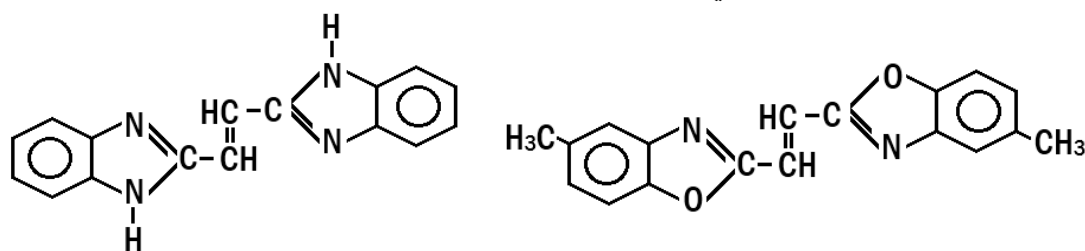
الصيغة (٥): تينوبال: RBS (مبيض ضوئي ٤٦)

ويحوي البلائيل الأبيض اللامع R (الصيغة ٦) مجموعتي ستلايين ويسمى ٢٠١- مقرون (سيانوسيتريل) البنزن، بالإضافة لمجموعاتٍ أخرى تحوي ٤،٤- ثنائي الفينيل ترتبط عبر جسر على البنزن في وسط المركب.



الصيغة (٦): البلائيل الأبيض اللامع R (المبيض الضوئي ١٩٩)

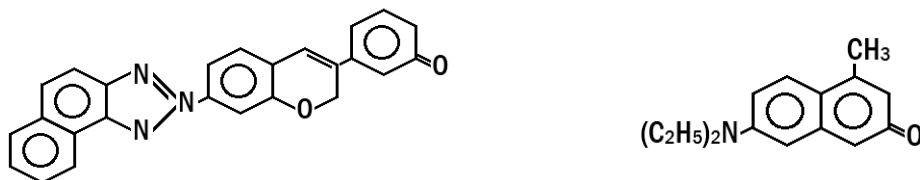
٢-٢- مشتقات الايتيلن مع متبقيي زمريتين عطريتين متغايرتين أو عطريات متغايرة مع متبقي عضوي: ومنها مشتقات البنزوكسازول مثل الأوفيتكس ERN (الصيغة ٧) وأوفيتكس A (الصيغة ٨) اللذين تتم تقويتهمما بخواص الستلايين ليكونا أكثر شراهية للماء وبالتالي للألياف وخاصة اللينة منها.



الصيغة (٧): أوفيتكس ERN (مبيض ضوئي ١٣٥) الصيغة (٨): أوفيتكس A (مبيض ضوئي ١٣٣)

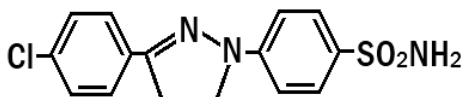
كما يستخدم أيضاً ٢- سيتريل بنزو كسازول الذي يكتسب أهميته من كونه مزيج مختلط للستلايين مع مقرون بنزوكسازول.

٢-٣- مشتقات الكومارين: ونجد منها هيدروكسي الكومارين مثل الصيغتين (٣ و ٤) اللذين تم استعراضهما تاريخياً، وإنما استبدلا بمشتقاتٍ تحوي زمر أمينو أو N- حلقات عطرية متغايرة في سبعة مواضع، فنجد منها تينوبال SWN (الصيغة ٩) وليكوفور EGM (الصيغة ١٠) والذي يمكن اعتباره من مشتقات الستلايين مع حلقة متغايرة بين الموضع أورتو لإحدى حلقات البنزن وبيتا - ميتين كربون.



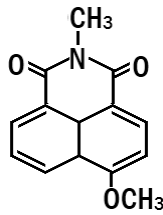
الصيغة (٩): تينوبال SWN (مبيض ضوئي ١٤٠) الصيغة (١٠): ليكوفور EGM (مبيض ضوئي ٢٣٦)

٢-٤- مشتقات البيرازولين: تتألف هذه المجموعة من ١-٣- ثنائي فينيل - ٢- بيرازولين، والتي تدخل في معظمها مجموعة السلفون أو أميد السلفون في الموقع (٤) كما هو حال البلائكفور DSB (الصيغة ١١) والمستخدم للألياف البروتينية، أسيتات السيللوز، البولي أميد.



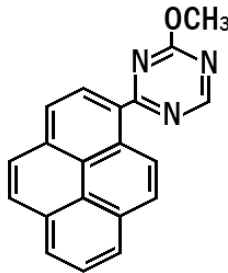
الصيغة (١١): بلائكفور DCB (مبيض ضوئي ١٢١)

٢-٥- مركبات النفثاليميد: ونجد من أهمها N - ميتيل - ٤ - ميتوكسي نفتالييميد مثل ميكاويت AT (الصيغة ١٢) والذي يتمتع بأهمية كبيرة لإمكانية استخدامه لمجموعة واسعة من الألياف مثل: أسيتات السيللوز، الاكريليك، البولي اولفين، البوليستر.



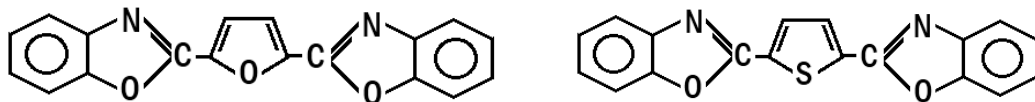
الصيغة (١٢): ميكاويت AT (مبيض ضوئي ١٦٢)

٢-٦- مجموعة المركبات العطرية المرتبطة بخواتم عطرية متغايرة: ونجد منها مبيض البوليستر فلويت XMF في الصيغة (١٣) وذي التركيب: ٤،٢ - ثنائي ميتوكسي - ٦ - (١-بيرنيل) - ١،٣،٥ - تريازين.



الصيغة (١٣): فلويت XMF (مبيض ضوئي ١٧٩)

أما التينوبال SOF (الصيغة ١٤) وأوفيتكس ALN (الصيغة ١٥) فنجد أن حلقات التيوفين والفوران فيهما ترتبط بخواتم البنزوكسازول.

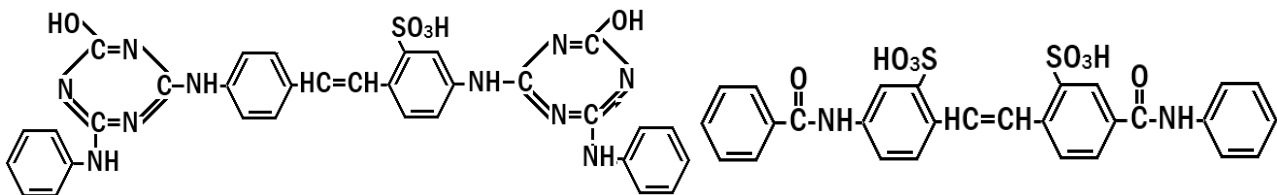


الصيغة (١٤): تينوبال SOF (مبيض ضوئي ١٩٠) الصيغة (١٥): أوفيتكس ALN (مبيض ضوئي ١٨١)

أدرك كيمايو الأصبغة أهمية معامل الانطفاء الجزيئي الكتلي لقوة الصباغ التلوينية، ويكون المردود الكمي لفلورة المبيضات الضوئية هاماً بإضافة معامل الكثافة الضوئية، ولسوء الحظ فإنه نادراً ما تعطى قيمته في الصناعة باستثناء تمت ملاحظته عام ١٩٨٤ من قبل فريکشون وشينزل Frichkorn & Schinzel على ٢،٢ - ثنائي بنزازول أوكسازول النفثالين والذي وجد أن مردوده الكمي (الكوانتي) عموماً (٠،٤٨ - ٠،٨٥)، وهناك أبحاث مختلفة على كيمياء المبيضات الضوئية تتمحور حول إضافة مجموعات لهذه المركبات.

٣- مبيضات مجموعة الستلبيين:

تعتبر مجموعة مبيضات الستلبيين الأكثر انتشاراً على الصعيد التجاري اليوم، فنجد منها مثلاً ثنائي أمينو ثنائي سلفون الستلبيين الصيغة (١٦)، والذي تم إدخال نواة التريازين إليه فيما بعد لرفع ثباتيته لغسيل الألياف السيللوزية كما في الصيغة (١٧):



الصيغة (١٧): ثنائي أمينو ثنائي سلفون الستلبيين مع نواتي التريازين

الصيغة (١٦): ثنائي أمينو ثنائي سلفون الستلبيين

ونستعرض في الجدول (٩٢) المبيضات الضوئية لبعض الشركات والذي نتبين فيه وحدة تركيب المادة التفاعلية بين مجموعة مبيضات تتوزع في ثباتياتها واتجاه لون بياضها والألياف الأنسب لها وبالتالي شروط استنزافها ما بين وسط حمضي أو قلوي وشحنته الأيونية:

الجدول (٩٢)

بعض أهم المبيضات الضوئية لبعض الشركات العالمية " Optical brighteners " Fluorescent brighteners				
المبييض الضوئي	الشركة	الخواص	الشحنة	التركيب
بينكس BNF 2000	سابروس	مبييض للبوليستر، زرق	n	مشتقات ستريل البنزن
ريكو بلانك OAB	رودولف	مبييض للبوليستر، حمر		مشتقات البنزوكسازول
ريكو بلانك OBL		مبييض للبوليستر، زرق		
أوفيتكس BHV Liq	هانتسمان	للسيللوز، ثابت للبيروكسيدات، غير ثابت للهيدروسلفيت والبيسلفيت، والكلورين والكلور	a	مشتقات حمض ثنائي سلفون الستلبيين
بيري بلانك PES Liq	د. بتري	للبوليستر، حمر، للطرائق المستمرة والمتقطعة (٩٨-١٣٠ م)، وللترموزول (٢١٠ م)		
بيري بلانك BA		للألياف السيللوزية والصوفية والنايلون، زرق، ثابت تجاه الأكسجين والمرجعات		
بيري بلانك BN Liq		للسيليلوز والصوف والنايلون، للباد، منخفض الألفة، حمر، ثابت تجاه الكهرليتات ورزينات الإنهاء حتى pH~ 1		
بيري بلانك PAN Liq		للبولي أكريلو نتريل، حمر ساطع، ثابت تجاه الكلوريت		
توبو بلانك DIC	CHT	للسيللوز، منخفض الألفة، حيادي، ثابت تجاه الأكسجين والهيدروسلفيت، غير ثابت للكلوريت والهيوكلوريت	a	مشتقات الستلبيين
توبو بلانك BA Conc		للسيللوز والنايلون، ألفة عالية، زرق، ثابت للأكسجين والهيدروسلفيت، غير ثابت للكلوريت والهيوكلوريت		
توبو بلانك HA		للسيليلوز والصوف والنايلون والحريز، ألفة عالية، حيادي إلى زرق، ثابت تجاه الأكسجين والهيدروسلفيت، غير ثابت تجاه الكلوريت والهيوكلوريت		
			c	بنزايميدازول

٤- بناء حمامات التبييض:

٤-١- تبييض الألياف السيللوزية: يتم بناء حمام تبييض الألياف السيللوزية من مواد بناء حمام القصر، ولكن بكميات أعلى تتناسب مع درجة البياض المطلوبة مضافاً إليها المسطح الضوئي الملائم، وترتبط الكميات الواجب إضافتها بحسب تراكيز الكيماويات والمواد المساعدة من منظفات وغوازل ومبيلات ومزيلات زيوت، إضافة لطبيعة أو تركيب الخامة، وعموماً فإن أهم ما يُضاف لحمامات التبييض مختلف صنوف الألياف ما يوضحه الجدول (٩٣):

الجدول (٩٣)

بناء حمامات التبييض									
المادة	سيللوز	فيسكوز	صوف	حريز طبيعي	بوليستر	بولي أميد	٢,٥ أسيتات	ثلاثي الأسيتات	أكريليك
مبلل	●	○	○	○	▲	▲	▲	▲	▲
منظف	●	●	●	●	●	●	●	●	●
مزيل زيت	○	○	○	○	○	○	○	○	○
مضاد رغوة	○	○	○	○	○	○	○	○	○
مضاد تكسير	○	○	○	○	○	○	○	○	○
عامل تحلية	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
مثبت أكسجين	●	▲	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲
قلوي	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
حمض	▲	▲	●	●	●	●	●	●	●
كلوريت الصوديوم	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●
حامل " كارير "	▲	▲	▲	▲	●	▲	▲	▲	▲
درجة الحرارة المثوية	١١٠-٩٥	٩٥	٩٥	٩٥	١٣٠-٩٥	٩٥	٨٠	١٢٠-٩٥	١٠٢-٩٨

●: ضروري، ○: عند اللزوم، ▲: غير ضروري

٥- تقييم عملية التبييض:

غالبا ما يتم تقييم درجة البياض بمعايير خاطئة، وبخاصة عندما يتم التبييض بقصد عمليات لاحقة، كالحياكة مع غزل ملونة أخرى أو للطباعة... وتعتبر من أهم مقومات تقييم عمليات التبييض:

١. درجة البياض.
 ٢. درجة تخرب الألياف، والقدرة على الامتصاص وبخاصة للسيلولوز ومزائجه.
 ٣. محتوى الشوائب الطارئة النهائي.
 ٤. طرائق وشروط الإنهاء.
 ٥. درجة التخلص من الشوائب الأخرى كبذرة القطن.
 ٦. ملائمتها للعمليات اللاحقة مثل الحياكة والصباغة.
- وفي حين يمكننا وبالعين المجردة التحقق من البندين الأولى والثاني، فإننا نجد أنه لا بد من إجراء تحاليل خاصة بالبند الأربعة اللاحقة.

٥-١- تعيين درجة البياض: يتم تعيين درجة البياض بواسطة أجهزة قياس فيزيائية مزودة بمعطيات وقيم ثابتة "سبكتروفوتومتر" يمكننا من خلالها التجرد عن الأمزجة الشخصية المرتبطة بالعمر وحساسية العين تجاه الألوان. ونجد أن جميع الأجهزة أو الطرائق المساعدة تقوم على استقرار العينة المراد قراءة درجة بياضها عبر قياس كمية الضوء المنعكس بحيث يتم القياس عند طول موجة وحيد لإتمام الطيف بعد الفحص الدقيق وتحويل قيمته لأجهزة حاسوبية تبين لنا درجة البياض كرقم يمكننا استيعابه عبر جداول خاصة كما هو الحال في طرائق الاختبار (١١٠) من جداول اختبارات الجمعية الأمريكية لكيموي وصباغي النسيج AATCC.

ويتم تعيين درجة بياض العينات غير المفلورة بصورة مناسبة عبر قياسها بطول موجة وحيد، وغالباً ما يكون عند طول موجة (٤٥٠-٤٦٠) نانومتر بحيث يمكننا قراءة درجة زرقة البياض ما يستوجب تحميل جهاز التحليل الطيفي بمعلومات واسعة من نوعيات المبيضات ودرجات صفار العينات، إذ تستحسن العين البشرية اللون الأبيض المائل للزرقة ولا تستسيغ البياض المصفر، وتعتمد النظم العالمية أكسيد المغنيزيوم MgO كبياض قياسي نظامي له قيمة انعكاس (١٠٠%)، وتعتمد أجهزة قياس درجات البياض والألوان في مرجعيتها لهانتر HUNTER أو مرجعيات شركات كبرى مثل سييا، باير... وتعتبر طريقة زيس The Zeiss: Elrepho الطريقة الأكثر رواجاً لكلفها البسيطة ودقتها وسرعة تطبيقها وإمكانية مطابقتها مع معظم المعطيات. ويجب أن تكون درجات انعكاس العينات المبيضة كما في الجدول (٩٤):

الجدول (٩٤)

درجات انعكاس بعض العينات المبيضة			
العينة	قطن/بوليستر، صوف	صوف	كتان
درجة الانعكاس	٨٠-٩٠%	٥٠-٦٠%	٦٠-٨٠%

٥-٢- تعيين درجة تخرب الألياف:

٥-٢-١- الاختبارات النوعية: يمكننا وبعده طرائق الكشف عن وجود أوكسي السيلولوز الناتج عن تخرب السيلولوز بسبب التعامل الخاطئ مع الكيماويات المستخدمة.

وتتأثر اختبارات الكشف النوعية بوجود شوائب غريبة عن العينة مثل: النشاء، الشموع، مواد الإنهاء...، ما يستوجب تنظيف العينات أولاً وصولاً لنتيجة أدق، ويبين الجدول (٩٥) تأثير بعض الكواشف على السيلولوز:

الجدول (٩٥)

تأثير بعض الكواشف على السيلولوز					
محلول الاختبار	محلول فهلنغ	كاشف نسلر	كاشف شيفت	نترات الفضة القلوية	كلوريد القصدير وكلوريد الذهب
مظهر التخرب	بني محمر	أصفر إلى رمادي	أحمر	حمام رمادي إلى أسود	بنفسجي

وقد اعتمدت شركة انتروكس Interox اختبار نترات الفضة القلوية لتعيين التخرب الموضعي بالأكسدة، ويجري تطبيقها عادةً بتحضير محلولين:

- المحلول (١): (٨) غ نترات فضة في (١٠٠) مل ماء مقطر.

- المحلول (٢): (٢٠) غ تيوسلفات الصوديوم مع (٢٠) غ هيدروكسيد الصوديوم في (١٠٠) مل ماء مقطر.

ويُخزّن المحلولان في عبوات غامقة للتخضير الطازج منهما ولكل تجربة، وبحيث يتم الاختبار بنسبة (١:٢٠).

تطبيق الاختبار: نأخذ (٢٠) مل ماء مقطر في بيشر ونضيف لها (٢) مل من المحلول (٢)، ثم نبدأ بإضافة (١)

مل من المحلول (١) ببطء مع التحريك المنتظم، ومن المهم جداً إضافة المحلول (١) للمحلول (٢) الممدد، وإعادة

حل أية ترسبات قد تظهر، ثم نغلي المحلول بعد المزج ونضيف العينة لتتابع الغلي لمدة خمس دقائق مع التحريك

المستمر، وأخيراً ننزع العينة ونغسلها، ونلاحظ أنه وبحدوث التخرب يأخذ المحلول اللون الغامق.

٥-٢-٢- الاختبارات الكمية: يمكن لبعض المذيبات إذابة السيللوز دون أن تؤثر في بنيته، وبحيث يمكننا الاستدلال

على تركيز السيللوز ومتوسط طول سلسلته البوليميرية من درجة لزوجة المحلول الناتج.

ويؤدي التخرب الكيماوي للسيللوز لتراجع درجة بلمرته وبالتالي لتناقص طول سلسلته ووزنه الجزيئي، كما

تراجع لزوجة المحلول بسبب تحلل السلاسل السيللوزية بتأثير بعض التفاعلات الكيماوية، والنظامان المعتمدان

لتعيين درجة التخرب عموماً هما البريطاني والأمريكي.

في بريطانيا: تتم إذابة السيللوز بمحلول هيدروكسيد النحاس النشادري وتُقارن مع جداول درجات اللزوجة أو

قيم السيولة مثلاً، أما في الاتحاد الأوروبي فإن المذيب الأكثر شيوعاً هو ثنائي أمين إيتيلان النحاسي الذي يُمكننا

من قياس اللزوجة بحسب درجات البلمرة (D.P).

أما في الولايات المتحدة: فنجد أن معظم المذيبات المستخدمة والطرائق المعتمدة تناسب الألياف الصناعية الأخرى

كما هو الحال مع محلول ميتا الكريزول الملائم للبولي أميد.

٥-٣-٣- قيمة السيولة: اعتمد مذيباً محلول النحاس النشادري، وثنائي أمين إيتيلان النحاسي.

٥-٣-١- طريقة محلول النحاس النشادري (Cuam): دُوّنت هذه الطريقة في كتاب المواصفات البريطانية رقم

(١١)، إذ تقوم على محلول النحاس النشادري القياسي، ومقياس اللزوجة من طراز Shirley-X، وأهم ما تتميز

به هذه الطريقة إمكانية تطبيقها بساعات زمنية متباينة، إذ يمكن تطبيقها بإذابة العينة في المحلول وتركه ليلة كاملة،

أو وفق طريقة نظامية حسب معهد شيرلي وبحيث يمكننا أخذ النتيجة خلال ساعة واحدة وبدرجة دقة ذات أرتياب

قدره وحدة واحدة فقط عن قيمة السيولة الحقيقية. وتستخدم هذه بشكل رئيس للحصول على نتيجة سريعة في شروط

العمل، كما تتميز بإمكانية تطبيقها مع مزائج السيللوز من الألياف الصناعية غير القابلة للانحلال بتحديد قيمته قبل

إدخال المحلول لجهاز قياس اللزوجة. ويتم التقويم بحسب الجدول (٩٦):

الجدول (٩٦)

قيم سيولة بعض المواد عن: A Bleachers Handbook: Interlox					
المادة		قطن			
السيولة	٢	٦-٤	٤٠-٨	٧-٥	١٠-٨
حار	مقبول التبييض	مخرب كيماوياً	خام	مقبول التبييض	حار

تقدير النتائج: تشترك قيمة اللزوجة التي تقدر بالبواز ويرمز لها بـ (F) بين محلول (٥٠,٥%) من القطن، أو محلول

(٢%) حرير سيللوز مجدد في محلول نظامي لهيدروكسيد النحاس النشادري، وتحسب من المعادلة:

$$F = C / t$$

وتكون قيمة (C) ثابتة في مقياس اللزوجة، ونقيس عادةً زمن السقوط من الأعلى للأسفل لعدسة معينة في أنبوب

مقياس اللزوجة المدرج، ولزمن (٢٠٠) ثانية أو أقل، ويتم تعديل الطاقة الحركية (K) كما هو مبين على شهادة

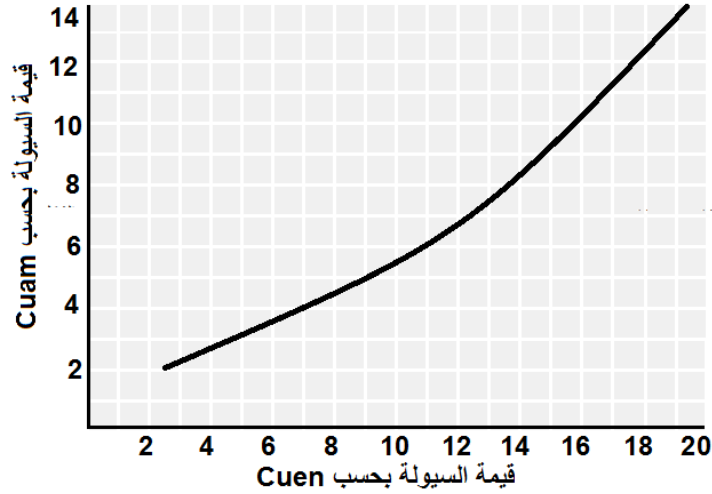
معايرة الجهاز. ونطبقها مع الجدول (٩١) السابق.

٥-٣-٢- طريقة محلول ثنائي الأمين إيتيلان النحاسي (Cuen): دونت هذه الطريقة في طرائق التجارب (٨٢) لـ

AATCC، إذ يمكننا حساب قيمة السيولة باستخدام جهاز قياس اللزوجة من طراز Ostwald - Fenske، كما

يمكننا قياس درجة التخرب، وعلينا أن نلاحظ أن قيمة السيولة الناتجة عن طريقة مذيب Cuen تختلف عن تلك

الناتجة عن مذيب Cuam، كما هو واضح في الخط البياني للشكل (٩١):



الشكل (٩١): علاقة قيمتي السيولة بين طريقتي المذيبين Cuen & Cuam

٤-٥- درجة البلمرة: اعتمد الاتحاد الأوروبي درجة البلمرة D.P التي يتم الحصول عليها من اللزوجة حسب معادلة ستاودينغر Staudinger، وبالتالي فإنه لم يأخذ بقيمة السيولة التي يمكننا الوصول إليها عبر تجارب التخرب الكيماوي، وتأخذ درجة البلمرة D.P وبحسب نوع الألياف القيم الواردة في الجدول (٩٧):

الجدول (٩٧)

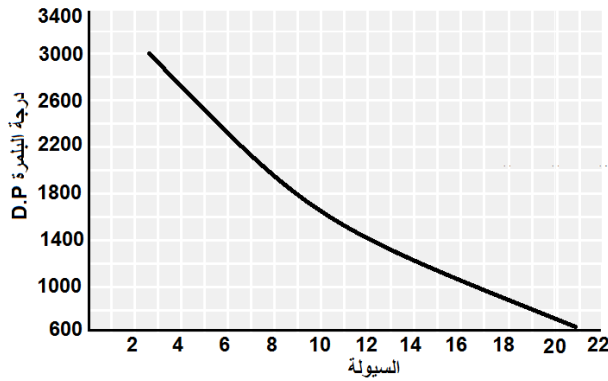
قيم درجة البلمرة D.P لبعض الألياف عن: A Bleachers Handbook: Interlox				
المادة	قطن، كتان، قنب	قطن جيد التبييض	سيللوز مجدّد	فيسكوز
درجة البلمرة D.P	٣٠٠٠-٢٣٠٠	٢٠٠٠-١٨٠٠	١٢٠٠-١٠٠	٤٠٠-٢٥٠

وترتبط درجة البلمرة مع قيمة السيولة للقطن بالمعادلة:

$$D.P = 2032 \{(\log_{10} 74.35 + F) \div F\} - 575$$

حيث F قيمة السيولة.

ونرى هذه العلاقة ممثلة بالخط البياني في الشكل (٩٢):



الشكل (٩٢): علاقة درجة البلمرة بالسيولة

٥-٥- عامل التخرب: يرتبط عامل التخرب S بدرجة البلمرة بالعلاقة:

$$S = \log_{10} \{ (2000 \div P_t) - (2000 \div P_{tx}) + 1 \} \div \log_{10} 2$$

حيث: P_t - درجة البلمرة بعد المعالجة الكيماوية، P_{tx} - درجة البلمرة قبل المعالجة الكيماوية، (٢٠٠٠) - القيمة المرجعية.

ويمكننا توصيف عامل التخرب ضمن مجموعة قيم على الشكل المبين في الجدول (٩٨):

الجدول (٩٨)

قيم التخرب (S) عن: A Bleachers Handbook: Interlox					
قيمة التخرب S	ممتاز	جيد	مقبول	تخرب بسيط	تخرب عالي
التقييم	٠,٢-٠,٠١	٠,٣-٠,٢١	٠,٥-٠,٣	٠,٧٥-٠,٥	٠,٧٦

٦- تحليل البقايا اللاسيلولوزية:

كثيراً ما يكون من الضروري إجراء بعض الاختبارات المعبرة عن محتوى القطن من المواد المرافقة ذات الأثر الضار على العمليات أو التطبيقات التالية كما هو الحال مع القطن الطبي مثلاً، لذا فإننا سنعرض هنا لبعض الاختبارات:

٦-١- **محتوى الرماد:** اعتمدت عملية ترميد أو تكليس الغزول لتعيين البقايا من الأملاح أو الأكاسيد اللاعضوية، لذا لا يمكننا اعتمادها كطريقة اختبار كيميائي أو كمي كونها تعطي مجموع الرماد كمزيج من السيليكات والكلس و... ويتم تطبيقها عادةً بأخذ عينة بوزن (٥) غرام تقريباً وتجفيفها حتى ثبات وزنها، ما يضطرنا لتقسيمها لأجزاء صغيرة أحياناً لتسهيل العملية وخفض زمنها، ومن ثم وضعها في بوتقة ورفع درجة حرارتها ببطء حتى تتحول إلى بقايا بنية اللون وبالتالي التأكد من زوال جميع مكوناتها العضوية عبر متابعة عملية الترميد في فرن خاص. نبرد البوتقة ونعيد وزنها من جديد، ونحسب وزن البقايا على أساس النسبة المئوية للوزن الأصلي للعينة بعد تجفيفها، وتكون النسبة النموذجية للقطن الخام عادةً بحدود (٥-١٠%)، وتنخفض إلى (٢-٥,٥%) بعد الغلي والتبييض، علماً بأنه لا يمكننا الوصول للقيم الدنيا إلا من خلال عمليات الغلي أو الغلي مع التبييض، وانتشرت في الآونة الأخيرة الطرائق الآلية التي تعتمد على مطيافية الامتصاص الذري لدقتها ونوعيتها العاليتين.

٦-٢- **الاختبارات النوعية للسيليكات في الألياف:** نرمد (٥-١٠) غرام من العينة المراد اختبارها في بوتقة بلاستيكية ونبرد، ونضيف لها (٥-٦) أمثال وزنها من مزيج كربونات الصوديوم والبوتاسيوم (١:١) ونسخن حتى الانصهار، نبرد الصهارة ونحلبها بالماء ثم نضيف لها موليبدات الأمونيوم، بعدها نحضض الحمض الأزوت (٢٠%) حتى ظهور رواسب بلورية صفراء أو صفراء فاقعة.

وفي حال احتمال احتواء العينة على الفوسفات، فإننا نلجأ لإذابة منتجات الترميد أولاً بحمض الأزوت (٢٠%) ومن ثم نرشح ونمزج رواسب عملية الترشيح بمزيج كربونات الصوديوم والبوتاسيوم بمعدل (٥-٦) أمثال وزنها ونتابع كما ورد أعلاه.

٦-٣- **تعيين الكالسيوم في الألياف:** نرمد (٥-١٠) غرام من العينة ونضيف منتجات الترميد إلى حمض كلور الماء (١٠%) وكلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم (الوزن النوعي ٠,٨٨) إلى أن يصبح المحلول قلوياً، فإن ظهرت أية رواسب نرشح ثم نحضض الرشاحة النشارية بحمض الخل، وأخيراً نضيف حمض الحماض لترسيب الكالسيوم على شكل حمضات ونرشح، نعرض الرواسب للهب مصباح بنسب فإن تلون اللهب باللون الأحمر القرميدي كان ذلك دلالة وجود الكالسيوم.

وفي حال كان المطلوب تعيين الكالسيوم كميماً استوجب ذلك ترشيح حمضات الكالسيوم وغسلها بماء مقطر ومن ثم إضافتها لحمض الكبريت الساخن (٢٠%)، وأخيراً المعايرة بمحلول برمنغنات البوتاسيوم (٠,١) نظامي ويجري الحساب على أساس:

$$(١) \text{ مل محلول برمنغنات بوتاسيوم } (0.1N) = (٢,٠٠٤) \text{ ملغ كالسيوم}$$

ملاحظة: قد تتداخل قساوة الماء في انحراف القيم الحقيقية لمحتوى العينات من أيونات الكالسيوم والمغنيزيوم، لذا فإنه من المهم أن نذكر بأن نتائج الاختبارات المطبقة على القطن الخام دلت على أن المحتوى يكون عادةً:

$$\text{كالسيوم: } ٠,٠٤٣-٠,١٥\% - \text{مغنيزيوم: } ٠,٠٤٦-٠,١١\%$$

أو استعمال مطيافية الإصدار الذري.

٦-٤- **تعيين الحديد والنحاس في الألياف:** يؤدي وجود بعض الأيونات في القطن الخام وبخاصة كاتيونات الحديد والنحاس لتخريب عمليات التبييض بسبب دورهما كوسيط سام في تسريع تفكك الماء الأكسجيني عبر ما أطلق عليه مصطلح التكسير الواسطي، وبالتالي تخريب القطن، لذا فإنه كثيراً ما يكون من الضرورة بمكان تعيين محتوى القطن منهما للعمل على إزالتها أو إبطال مفعولهما قبل البدء بعمليات القصر.

٦-٤-١- **التعيين الكمي للحديد:**

أ - اختبار تيوسيانات البوتاسيوم: يتم أولاً تحضير الكواشف التالية:

محاليل اختبار تيوسيانات البوتاسيوم			
حمض الأزوت العياري (١١%)	بيكبريتات البوتاسيوم العيارية (١٠) غ تيوسيانات في (٩٠) غ ماء	محلول تيوسيانات (١٠%) وزناً	ماء أكسجيني (٣٥%) وزناً

نأخذ عينة صغيرة بوزن (٠,٥-١) غ من الخامة ونضعها في زجاجة ساعة، ونضيف لها (١-٢) قطرة من حمض الأزوت (٥%) ونتركها مدة (٢-٣) دقائق لتتحول أكاسيد الحديد لأيونات حديد، نضيف لها محلول التيوسيانات (١٠%) فإن لم يظهر أي تلون في المحلول بعد إضافة التيوسيانات كان ذلك دلالة وجود الحديد بتركيز ضعيف، واللون الأحمر لتركيز عالية، وفي حال حدوث أخطاء أو كانت العينة مصبوغة نلجأ للترميز أولاً في بوتقة على مصباح بنسن أو في فرن مناسب، لنذيب منتجات الترميد بحمض الأزوت (١٠%) بعد تبريدها، فإن لم تذوب بحمض الأزوت فإننا نضيف ما يقارب (١) غ بيكبريتات البوتاسيوم في مرحلة التبريد ونعيد عملية تسخين البوتقة حتى الدرجة الحمراء، ومن ثم وبعد تبريد منتج الترميد يضاف لـ (١٠-١٥) مل من الماء المقطر حتى تمام الانحلال، نعود ونسخن مع إضافة قطرة واحدة من الماء الأكسجيني (٣٥%) وقطرة من تيوسيانات البوتاسيوم، فإن ظهر لون وردي أو أحمر كان دلالة وجود أيونات الحديد.

ب- اختبار فروسيانيد البوتاسيوم: نأخذ عينة من الألياف في زجاجة ساعة، ونضيف لها بعضاً من حمض كلور الماء، نتبعها ببعض من محلول فروسيانيد البوتاسيوم (١%) المحضر طازجاً، فإن ظهر تلون بالأزرق الغامق دل على وجود أيونات الحديد.

٦-٤-٢- التعيين الكمي للنحاس: يتم الكشف عن النحاس في عينة مُرَمَّدة، لأن تفاعلات أيون النحاس ليست بتلك الحساسية التي تتمتع بها أيونات الحديد، ولا تحتمل الأخطاء، وبخاصة عندما تكون نسبة النحاس صغيرة جداً.

أ- اختبار رباعي أمين النحاس: نضيف لمنتج الترميد (٤-٥) قطرات حمض أزوت (١٠%) أو حمض كلور الماء أو بالصهر مع بيكبريتات البوتاسيوم كما ورد في اختبار الحديد، ثم نضيف محلول النشادر الممدد (١ ماء/١ هيدروكسيد أمونيوم مركزة) حتى يصير المحلول قلوياً، ظهور اللون الأزرق يدل على النحاس.

ب- اختبار كربامات النحاس: يتم أولاً الكواشف اللازمة التالية:

الكواشف اللازمة لاختبار كربامات النحاس: (CuO-CO-CuO)				
هيدروكسيد الأمونيوم (٣٥%)	محلول ثنائي ايتيل تيوكربامات الصوديوم العياري (٠,١)	بيكبريتات البوتاسيوم العيارية	حمض الليمون (١٠%) عياري	حمض كلور الماء (٢٠%) مع (٨٠٠) غ حمض كلور الماء (٢٥%) مع (٢٠٠) غ ماء

نذيب منتج الترميد كما هو الحال في تجربة الحديد، ثم نعدل بمحلول هيدروكسيد النشادر ونضبط درجة الحموضة عند (6~pH) بإضافة حمض الليمون (١٠%) مع (٥) قطرات لكل ميلي ليتر من محلول الاختبار، ثم نضيف محلول هيدروكسيد الأمونيوم الممدد (١:١) حتى يصير الوسط قلوياً من جديد، نتبعها بإضافة قطرة من ايتيل ثنائي كربامات الصوديوم (٠,١%) فإن ظهر لون أصفر كان ذلك دلالة وجود أيونات النحاس.

٧- اختبار وتعيين مواد التنشية:

يمكننا باختبارات بسيطة معرفة ما إذا كانت هناك بقايا مواد تنشية على القطن المعالج أو المبيض بالمقارنة مع القطن الخام، وأكثر مواد التنشية انتشاراً: النشاء Starch، بولي فينيل أسيتات Poly Vinyl acetate، بولي فينيل الأغوال Poly Vinyl alcohol، كربوكسي ميثيل سيليلوز CMC. لذا فإننا سنعرض سريعاً للكشف عن كل منهم على حدا

٧-١- الكشف عن النشاء: تعالج العينة مع قطرة من يود البوتاسيوم (١٠٠%) فيظهر لون البقعة أزرقاً مائل للسواد على المنتجات الخام، ويميل لونه للأزرق الفاتح/أخضر عند المعالجة لإزالة التنشية.

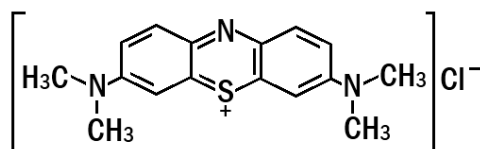
٧-٢- الكشف عن البولي فينيل أسيتات PVAc: تعطي العينة عند معالجتها بمحلول اليود لونا بنياً محمراً غامقاً تزداد شدته بتطبيق عملية غسيل ساخن.

٧-٣- **الكشف عن البولي فينيل الأغوال PVAI:** تعطي العينة عند معالجتها بمحلول اليود لوناً أزرقاً فاتحاً/أخضر إلى أزرق داكن لا يلبث أن يعود للفتح المخضر إذا ما تمت عملية إزالة تنشئية وتبييض، وبالمعالجة بمحلول اليود/ بوراكس (Na₂B₄O₇·10H₂O) الذي يُحضّر بإضافة (٠,٥) مل حمض كلور ماء مركز مع (٠,٥) غ بوراكس لمحلول يود البوتاسيوم / يود، فسيظهر لون كامد عند احتوائها نشاء أو بولي فينيل الأغوال أو مزيج منهما، وفي هذه الحالة تساعدنا الطريقة التالية:

نعالج العينة بماء حار عند درجة الحرارة (٧٠م°)، ثم يطبق الاختبار على الخلاصة المائية بمحلول اليود/ بوراكس، فإن تلون المحلول أو الرواسب باللون الأزرق كان ذلك دلالة وجود بولي فينيل الأغوال، ومن ثم تعالج العينة من جديد بغليها مع حمض كلور الماء الممدد (لإزالة النشاء كاملاً) ونعيد عملية التبقيع باليود/ بوراكس، فإن ظهرت بقعاً زرقاء كان ذلك دلالة وجود بولي فينيل الأغوال.

٧-٤- **الكشف عن الكربوكسي ميتيل سيللوز CMC:** يمكن للكربوكسي ميتيل سيللوز أن يعطي اختباراً إيجابياً مع ٧,٢- ثنائي هيدروكسي النفتالين، وتكمن الصعوبة في عملية الاستخلاص، والطريقة الأقل إيجابية تقوم على التبقيع بأزرق الميتيلين وعلى الشكل التالي:

نحضر محلول الاختبار الحاوي (٠,٥) غ أزرق الميتيلين (2B 100) في (٤) مل ماء مع (١) مل حمض خل ثلجي، ونمدد حتى (١٠٠) مل بالميتانول، نرشح قبل الاستخدام ثم نغمر العينة في المحلول لمدة (٢٠) ثانية بدرجة حرارة الغرفة، نشطف بـ (٥٠) مل ماء مقطر لمدة (٣٠) ثانية ونجفف بين ورقتي ترشيح، ونعيد التجربة باستخدام التولوين كمذيب استخلاص. تدل البقع الزرقاء البنفسجية على العينة الأولى على وجود كربوكسي ميتيل سيللوز أو مواد تنشئية من نمط بولي الأكريلات الذي ينحل في التولوين.



Methylene Blue

٨- **الاختبار الكمي لتعيين مجموع المواد النشوية:** يعتمد مبدأ الاختبار على عمليات استخلاص متعاقبة:

١. المواصفات البريطانية، الكتاب (١١): مذيب ثم أنزيم

٢. اختبارات الجمعية الأمريكية، الطريقة (٩٧): الماء، أنزيم مع مذيب

٣. المواصفات الألمانية: (DIN 54285): مذيب، الماء مع الأنزيم.

والطريقة الناجعة لإزالة المواد النشوية هي: ماء: (٢٠) دقيقة عند درجة حرارة (٦٠م°) بنسبة حمام (٤٠:١)

مذيبات: ثلاث ساعات استخلاص على جهاز سكسولييه بايتر الكلوروفورم أو ايتير البترول بحرارة (٦٠-٨٠م°).

الأنزيم: (٥) غ/ل أنزيم لمدة (٣٠) دقيقة عند درجة حرارة (٦٥م°) بنسبة حمام (٤٠:١)

٩- **الاختبار الكمي لتعيين محتوى المواد الدسمة والشموع:**

تذاب المواد الدسمة والشموع في المذيبات العضوية وتستخلص بجهاز سكسولييه الذي يمكننا من القياس الكمي لها، ويتم تطبيق الاختبار على الشكل: يُهَيَأُ جهاز سكسولييه ويوضع في أسفله دورق كروي وزنه (س) غ، نأخذ عينة بوزن (١٠) غ تقريباً ونجففها حتى ثبات الوزن عند درجة حرارة (١٠٠م°) وليكن وزنها الجاف (و) غ، ندخل العينة إلى الجهاز وتعالج مع المذيب ثلاث ساعات (الكلوروفورم للسيللوز، وايتير البترول لمزائج البوليستر)، وأخيراً يُخْرَجُ المذيب ويعاد وزن الدورق من جديد وليكن (ص) غ فيكون:

$$\text{النسبة المئوية للمواد الدسمة والشموع} = \left[\frac{\text{و}}{\text{س-ص}} \right] \times 100\%$$

وقد ورد شرح مختلف هذه الطرائق في تجارب النظام (٩٧) للجمعية الأمريكية AATCC والنظام الألماني

DIN 54278

الباب الخامس

صبغة الألياف الطبيعية

- ١ . صبغة الألياف السيللوزية بالأصبغة المباشرة.
- ٢ . صبغة الألياف السيللوزية بالأصبغة التفاعلية.
- ٣ . صبغة الألياف السيللوزية بأصبغة الأحواض
- ٤ . صبغة الألياف السيللوزية بأصبغة النفطول " الأزو"
- ٥ . صبغة الألياف الصوفية بالأصبغة الحمضية
- ٦ . صبغة الحرير.

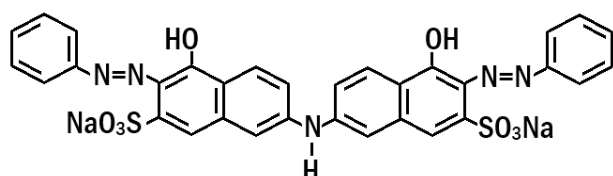
صبغة الألياف السيللوزية بالأصبغة المباشرة

١- المقدمة:

- لعل صبغة الألياف السيللوزية بالأصبغة المباشرة واحدة من أبسط عمليات الصبغة كونها تتميز بـ:
 - بساطة تطبيق وبناء الحمام الصبغى. وبالتالي سهولة عمليات إعادة التسوية عند الاضرار
 - عدم احتياجها لدرجات حرارة أعلى من تلك التي نحققها تحت الضغط الجوي العادي.

٢- تصنيف الأصبغة المباشرة:

صنفت الأصبغة المباشرة في صفوف تسوية ثلاث (A, B, C) بحسب قدرة الصباغ الذاتية على التسوية، والتي تتعلق بقدرة الصباغ على الهجرة وإعادة الهجرة ذاتياً، إذ تساعد قدرة الصباغ الذاتية على إعادة الهجرة (أي من الألياف إلى ماء الحمام) على رفع معدلات درجة تجانس توزيع الأصبغة على كامل سطح الخامة. وترتبط هذه الميزة بنيوياً بعدد ونوع الزمر الداخلة في تركيب الصباغ والتي تساعد على رفع ألفة جزيء الصباغ نحو الماء، كأن تكون زمرة سلفون أو زمرةين، أم زمرة كربوكسيلية، فزيادة فعالية وعدد هذه الزمر يعزز من ألفة الصباغ تجاه الطور المائي مساعداً على الهجرة وإعادة الهجرة أو الهجرة المعاكسة، وبالتالي تعزيز قدرة الصباغ على التسوية، فكما نرى مثلاً في صيغتي الصباغين الأحمر (٢٣ و ٣١) أن النسبة بين الوزنين الجزيئيين لهما، أي الديركت الأحمر (٢٣) ذي الوزن الجزيئي الذي يساوي (٨١٣) والأحمر (٣١) الذي يساوي (٧٣١) تبلغ $(\frac{813}{731} = 87\%)$ ويزيد الديركت الأحمر (٣١) عن الأحمر (٢٣) بزمرتي هيدروكسيل، ما يجعله أكثر ألفة للماء، وبالتالي وفي الوقت نفسه أقل ثباتيةً على الغسيل والبلل، علاوة عن أن التباين في عدد ونوعية هذه الزمر المساعدة على الانحلال يلعب دوراً مهماً في انحراف طول الموجة الممتصة بحيث أنه قد يرفع أو يخفض من درجة سطوع اللون وزهوه.

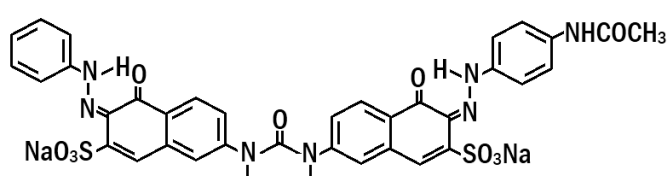


ديركت أحمر 31 Direct Red 31



الوزن الجزيئي (٧٣٠)

عدد الزمر الهيدروفيلية: زمرة سلفون + زمرة هيدروكسيل



ديركت أحمر 23 Direct Red 23



الوزن الجزيئي (٨١٣)

عدد الزمر الهيدروفيلية: زمرة سلفون

وتطبق هذه الأصبغة على الفيسكوز، ما يستوجب منا عند صبغته الحذر الشديد والأخذ بأسباب الحيطة أكثر بكثير من صبغة الألياف السيللوزية غير المجددة بسبب كبر مسامات الفيسكوز مقارنة مع السيللوز الطبيعي، ما يسرع من مرحلة الامتصاص، وبالتالي ازدياد احتمالات عدم التجانس وتراجع التسوية.

٣- بناء الحمام الصبغى: بعد الانتهاء من مراحل التجهيز الأولية نبدأ عملية الصبغة وفق:

٣-١- إضافة الماء الطري: يستوجب بناء حمام الصبغة ضبط كمية ماء الحمام بما يضمن تدويراً سهلاً لحبل البضاعة بحسب خواص ومواصفات القماش وطراز وتصميم آلة الصبغة كأن تكون نسبة الحمام (١:٥ أو ١:١٠)، ويتوجب علينا في حال عدم توفر الماء الطري إضافة ما يلزم من عوامل التحلية استندراكاً لتشكل رواسب كلسية أو معدنية أخرى (تبعاً لتركيب الماء الخام) على سطح القماش بما يؤدي لتراجع قدرة القماش على امتصاص الأصبغة وبالتالي لـ:

• انحراف اتجاه اللون

• تراجع معدلات التسوية والثباتيات جميعها وبخاصة على البلل والاحتكاك.

٣-٢- إضافة العوامل المساعدة: يستوجب التحضير الصحيح للحمام الصبغى إضافة بعض العوامل المساعدة:

١. العوامل المبللة: والتي تساهم في رفع معدلات اختراق الصباغ لعمق الألياف.
٢. العوامل المبعثرة: والتي تمنع من تجمع الأصبغة بسبب المفعول الغروي لأنيونات الصباغ.
٣. عوامل التسوية: والتي تلعب دوراً مهماً في رفع معدلات الهجرة وإعادة الهجرة، واستحلاب بواقي عمليات التحضير الأولية، وغالباً ما تستخدم كعوامل تسوية فئة ايتوكسيالات الأغوال الدسمة وزمرة السلفونات العطرية اللتان تمتلكان من القدرة على البعثرة ما يغنيان عن إضافة العامل المبعثر.
- ٣-٣- إذابة وإضافة الصباغ: تبين الشركات المنتجة للأصبغة مقدار ما ينحل من كل صباغ في لتر ماء، وعليه فإننا نعجن أولاً الصباغ بشيءٍ من الماء الدافئ، لنتبعها بباقي كمية الماء مع التحريك الجيد، وقد تستلزم الإذابة الصحيحة بعضاً من عوامل البعثرة والتسوية أو اليوريا وأحياناً الصودا آش، ومن ثم نصفي المحلول ونبدأ بإضافته للحمام الصباغي ببطء واحتراس في النقاط التي يدور فيها الماء بعيداً عن الخامات المراد صباغتها، ويستحسن أن يتم حقن الصباغ عبر مضخة حوض التغذية الخاص بألة الصباغة عند توفره.
- ٣-٤- إضافة الملح: يُضاف الملح عادةً لرفع معدلات هجرة الصباغ التي يمانعها مفعول زيتا، والعادة أن يكون الملح كبريتات أو كلوريد الصوديوم النقيين، وترتبط إضافة الملح بتصنيف الصباغ بحسب الجدول (٩٩):

الجدول (٩٩): إضافة الملح لحمام الأصبغة المباشرة

تصنيف الأصبغة المباشرة بحسب تسويتها			
تصنيف الصباغ	الهجرة أو الانتشار	التسوية	توقيت إضافة الملح
A	عالي	عالية	على البارد
B	متوسط	متوسطة	عند الوصول لدرجة حرارة الغليان
C	منخفض	منخفضة	عند الوصول لدرجة حرارة الغليان وعلى دفعات

- ٣-٥- إضافة كربونات الصوديوم: تستلزم بعض الأصبغة المباشرة وسطاً قلوياً لطيفاً بحدود (٢) غ/ل كربونات الصوديوم تبعاً لدرجات عمق اللون من وسطٍ لغامق.
- ٣-٦- رفع الحرارة: بعد إضافة مواد بناء الحمام الصباغي ندور لمدة (٥-١٠) دقائق على البارد لضمان أعلى درجة توزع لمواد الحمام وجزيئات الصباغ، ثم نبدأ برفع درجة الحرارة بمعدل يرتبط بـ:
 ١. نسبة الحمام وطرز الآلة: ونش، أو قرفلو، جت... ومعدلات غزارة المياه وسرعة دوران حبل القماش.
 ٢. صنف تسوية الأصبغة ونسبتها أو وزنها.
ونستمر عند درجة حرارة الغليان (زمن التخدير) بما يلائم نسبة الأصبغة بحيث نحقق أعلى درجة اختراق للأصبغة في عمق الألياف ضماناً لأعلى درجتي تسوية وثباتيات، إذ يؤدي امتصاص الأصبغة على السطح فقط لتراجع جميع هذه الثباتيات مثل الثباتية على النور والاحتكاك و...
- ٣-٧- التبريد: تتراوح درجة الحرارة اللازمة لتحقيق معدلات الامتصاص العظمى للأصبغة المباشرة ما بين (٧٠-٨٠م°) حسب الصباغ وطبيعة الزمر المرتبطة به ومواد الإنهاء الداخلة في تحضير مسحوقه، وهكذا فإن عينة اللون يجب ألا نعتمدها إلا عند درجات الحرارة التي يتم عندها إنهاء الحمام. وينصح الكثيرون بتبديل ماء حمام الصباغة عند الإنهاء دون إيقاف القماش عن الدوران منعاً لإعادة توضع بقايا الصباغ ومواد الحمام على سطح القماش مسببةً بعض مظاهر التلطيح والتبقيع بضخ الماء البارد من أسفل الحمام والتصريف من الأعلى (شطف جاري).
- ٤- إعادة التسوية: تتم عمليات إعادة التسوية عادةً بإعادة عملية الغلي بوجود كميات أعلى من عامل التسوية والتي غالباً ما تكون من نمط ايتوكسيالات الأغوال الدسمة، وتستمر عملية الغلي حتى تزول مظاهر اللاتسوية بالعين المجردة، وإن أمكن إجراء إعادة التسوية عند درجة حرارة (١١٠م°) في الآلات المضغوطة ضمن نتيجة أفضل.
- ٥- ثباتية الأصبغة المباشرة لدرجات الحرارة العالية في مرحلة الصباغة:

نضطر أحياناً لرفع درجة حرارة الألياف السيللوزية الممزوجة مع البوليستر حتى (١٣٠ م°)، ويستحسن في هذه الحالة تطبيق حمامي صباغة البوليستر والألياف السيللوزية معاً، وهنا نواجه مشكلة مدى مقاومة الأصبغة المباشرة لشروط الحمام القاسية، لذا فإنها قد تتعرض لتخرب كامل أو جزئي حسب:

١. درجة الحموضة ونوعية الحمض المستخدم: خل، نمل....

٢. زمن البقاء عند درجة الحرارة العالية (١٣٠ م°).

٣. التفاعلات المحتملة مع مواد بناء حمام البوليستر بشروط درجات الحرارة العالية.

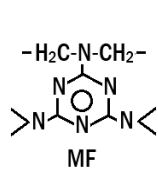
وما يزيد من تعقيد هذه المشكلة توليف اللون من عدة أصبغة، فالتباين في نسب ما يتخرب من كل مكون لها بشكلٍ فردي يؤدي لعدم التناسخ المرة تلو الأخرى بحسب الشروط المطبقة، وهذا ما يتوجب التحقق منه مخبرياً قبل العمل، واختيار الأصبغة التي يمكنها احتمال شروط الحرارة العالية والضغط إن كانت تحقق المواصفات والثباتيات المطلوبة.

وننوه هنا لعدم جواز رفع درجة حرارة الحمام حتى (١٣٠ م°) في حال احتواء الحمام على ملح كلوريد الصوديوم الذي وبحسب بعض التقاسير يتخرب بشروط الحرارة والضغط مطلقاً الكلور الذي يخرب في هذه الشروط الأصبغة والمواد المساعدة ويتسبب في نخر سطح معدن آلة الصباغ.

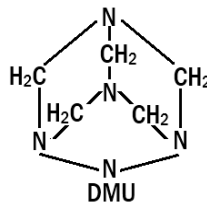
٦- رفع ثباتية الأصبغة المباشرة على الببل:

تعاني الألياف السيللوزية المصبوغة بالأصبغة المباشرة من ضعفٍ عام في الثباتيات، وتعمل الشركات على رفع ثباتياتها على الغسيل من خلال معالجتها بمواد يمكنها تشكيل طبقة أو فيلم يحميها من الإجهادات المباشرة لعملية التبلل بالماء والذي يتسبب بحدوث إعادة هجرة تستنزف الصباغ من القماش للماء.

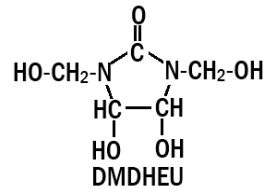
وأهم ما يعيب هذه المعالجة تسببها بتراجع ثباتية الأصبغة على النور ما يدعونا لأن نلجأ لدراسة الجدوى من هذه المعالجة بعدم تعميمها بالشكل المطلق، وتنتج شركة كلارينت "ساندوز" أنماط مثبتات ثلاثة: ثنائي ميتيلول ثنائي هيدروكسي إيتيلين يوريا DMDHEU، يوريا فورم الدهيد DMU، ميلامين فورم الدهيد MF.



ميلامين فورم الدهيد



يوريا فورم الدهيد



ثنائي ميتيلول ثنائي هيدروكسي إيتيلين

ويتم تطبيق المثبت عادةً برفع درجة حرارة حمام التثبيت حتى (٤٠ م°) وعند درجة حموضة 6 pH وبمعدل (٤-١%) من وزن القماش بحسب فعالية وتركيز المثبت وتركيز الصباغ، وهذا ما تحدده الشركات عادةً في نشرة تطبيق المثبت، وقد منعت المثبتات التي يدخل في تركيبها الفورم الدهيد لأسبابٍ بيئية وصحية، ونرى في الجدول (١٠٠) بعض مثبتات الأصبغة المباشرة لبعض الشركات:

الجدول (١٠٠)

بعض مثبتات الأصبغة المباشرة لبعض الشركات: كاتيونية			
التركيب	الفعالية	الشركة	المثبت
مركبات أمونيوم رابعة	مثبت للأصبغة التفاعلية والمباشرة، خالي من الفورم الدهيد والمعادن الثقيلة	دبترى	بيرفيكسان AMF
مركبات بولي أمونيوم	مثبت للأصبغة التفاعلية والمباشرة للقطن وللألياف المجددة مع مفعول مطري	CHT	ريوين AMF
مركبات أمونيوم رابعة	مثبت للأصبغة المباشرة والتفاعلية	Z&S	زيتسال SRF
منتجات نكاتف فورم الدهيد	مثبت للأصبغة المباشرة		زيتسال DRN
محلول للبولي إيتيلين مع بولي أمين	مثبت للأصبغة المباشرة والتفاعلية	سيبا	سيبافيكس DN 45
بولي أمونيوم مع كوبوليمير بولي سيلوكسان	مثبت للأصبغة التفاعلية والمباشرة مع خواص تطرية	رودولف	هيدروكول ONE New

٧- تطبيق حمامي القصر والصبغة في حمام واحد:

تتحمل بعض الأصبغة المباشرة عمليات القصر المطبقة عادةً لتجهيز الألياف السيلولوزية لصبغتها، أي ضمن تراكيز الماء الأكسجيني والقلوي المعمول بها عادةً.

فتوصف شركة كرومبتون أند كنولس تيرتر (CROMPTON & KNOWLES TERTRE A.S) البلجيكية تطبيق الحمام المشترك على آلة الونش وبنسبة حمام (٢٠:١) على الشكل:

نبدأ بإدخال القماش عند الدرجة (٢٠-٤٠°م) إلى الحمام الحاوي على العامل المبلل وندور لمدة (١٠) دقائق حتى يتبلل كامل القماش بصورة متجانسة ثم نضيف:

بناء حمام الصبغة والقصر المشترك بحسب: CROMPTON & KNOWLES TERTRE A.S			
صباغ	(٣-١) مل/ل هيدروكسيد الصوديوم (٣٦) بوميه	ماء أكسجيني (٣٥%)	سيليكات الصوديوم (٣٥) بوميه
ما يلزم	أو (١) غ/ل صودا آش	(٢) مل/ل	(٢-٠,٢) مل/ل

وبعد (١٠-٢٠) دقيقة نضيف ما يلزم من ملح كبريتات الصوديوم نرفع بعدها درجة الحرارة حتى (٨٠°م) ونستمر عندها (٢٠) دقيقة ثم نرفع الحرارة حتى الغليان ونضيف ملح كبريتات الصوديوم بنسبة (٢-١٠) غ/ل ونستمر عندها لمدة (٣٠) دقيقة لنبرد خلال (١٥-٣٠) دقيقة ونهي الحمام بعد ذلك بتطبيق عمليات الشطف والتعديل من آثار القلوي.

٨- دراسة تحليلية لأصبغة شركة كرومبتون كمثال تطبيقي:

بتصنيف المعطيات والميزات الواردة من كتالوك الشركة (١٠١) كان الجدول (١٠٢):

الجدول (١٠١)

خواص أصبغة شركة CROMPTON & KNOWLES TERTRE S.A: TERTRODIRECT & TERTRODIRECT LIGHTE & SUPERLITEFAST										
زمرة الصباغ	اللون	رقم الفهرس C.I	التسوية	التصنيف	التأثر بـ قساوة الماء	صباغة القطن الميت	صباغة الفيسكوز المقلم	احتمال الحرارة العالية	الصباغة مع القصر	
ترترو ديركت	سكارلت	R.23	3	C	+	=	-	±	=	
	أزرق	B.15	4	B	+	=	=	-	±	
	فيسكوز أسود	GTN 150%	/	2	C	+	-	+	-	
		RA 300%	/	3-4	B	=	+	+	-	
		GVSN Conc	/	3	B	=	+	+	-	
		GVS Conc	/	3	C	+	-	++	-	
	أصفر	VSF 600%	Bk.22	3	C	+	+	++	-	-
		8G 200%	Y.27	5	A	+	--	++	+	--
		5G 200%	Y.44	5	A	--	+	++	-	--
		R 300%	Y.28	3-4	C	+	-	++	+	--
RL		Y.50	3	B	+	+	+	+	--	
5R 120%		/	4	A	+	+	++	-	--	
7GL New		/	3	B	-	+	+	+	--	
GGL 140%		O.46	3	B	+	+	+	+	--	
سكارلت		R.89	2-3	B	+	+	-	±	--	
ترترو ديركت ضاوي		F3B 230%	R.80	3	B	+	--	-	-	--
	5B 200%	R.81	5	A	+	--	+	-	+	
	6B 200%	R.79	3	B	--	--	+	-	-	
	BL 150%	R.99	3	B	-	-	-	-	-	
	5B 250%	V.66	3	B	+	+	-	-	-	
	R 220%	/	3	B	+	--	--	+	--	
	3BR 200%	B.222	3	B	+	+	+	±	-	
	B2R 30%	B.222	3	B	+	-	+	±	-	
	GL 250%	B.86	5	B	+	+	+	+	--	
	SBL 267%	B.26	3	B	--	+	-	+	-	
سوبر ضاوي ثابت	رمادي	Bk.62	2-3	B	+	+	--	-	-	
	أصفر	Y.106	3	B	+	+	+	+	--	
	برتقالي	O.105:1	2-3	B	-	+	+	+	--	
	خمرى	/	3	C	-	+	-	±	-	
	أزرق	B.80	4	B	-	--	+	+	-	
	أزرق ضاوي	B.218	4-5	B	--	--	--	-	-	
	رمادي	Bk.112	3	B	+	--	-	±	-	
	رمادي	Bk.175	3-4	B	/	--	--	+	-	

الجدول (١٠٢)

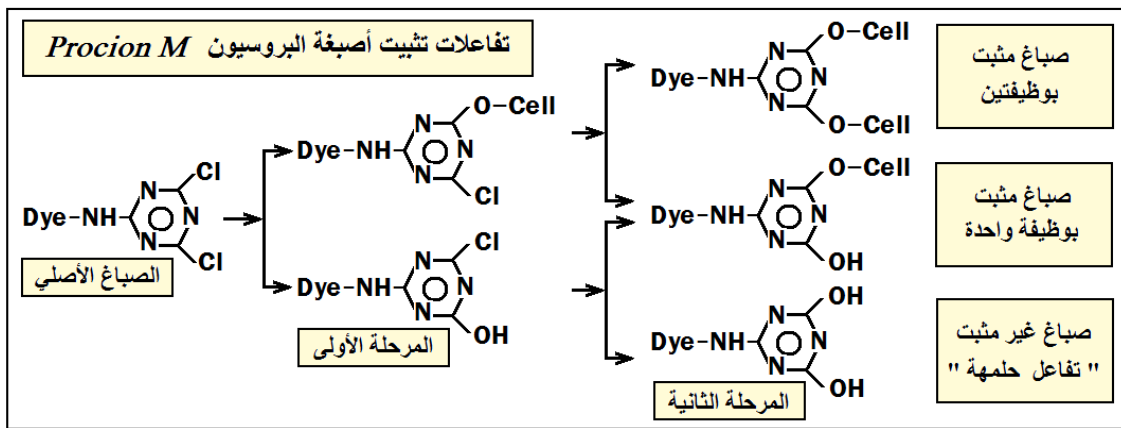
دراسة تحليلية أصبغة شركة كرومبتون كمثال تطبيقي				
النتيجة	التصنيف			الخاصة
معظمها يستوجب إضافة الملح على الغلي	C	B	A	التصنيف
	١٧%	٧٠%	١٣%	
معالجة القساوة باستخدام ماء طري أو عوامل تحلية	تتأثر بشدة	تتأثر	لا تتأثر	التأثر بالقساوة
	١٧%	١٧%	٦٦%	
التأكد من سلامة وجودة القطن قبل الصباغة	سيئة	جيدة	جيدة جداً	صباغة القطن الميت
	٤٠%	١٧%	٤٣%	
اختبار الأصبغة وانتقاء المناسب منها فقط	غير مقاومة	مقاومة	مقاومة عالية	مقاومة الحرارة العالية
	٤٣%	١٧%	٤٠%	
اختيار أصبغة معينة في أحوال الفيسكوز المقلم	سيئة جداً	سيئة	جيدة	صباغة الفيسكوز المقلم
	١٦,٥%	٢٧%	٤٠%	

صباغة الألياف السيللوزية بالأصبغة التفاعلية

١- مقدمة:

يعتبر راتي وستيفن من شركة ICI الانكليزية أول من اكتشفا الأصبغة التفاعلية كيميائياً عام (١٩٤٥) بإيجادهما زمرة من الأصبغة تحوي مجموعة ثنائي كلور التريازين التي يمكنها أن تتفاعل مع هيدروكسيل السيللوز الأولية في وسط قلوي وبشروط تشغيل معتدلة ما أدى لظهور أصبغة البروسيون PROCION التي ترتبط بروابط الإيمين -NH- مع مجموعات ثنائي كلور التريازين.

وتتميز مجموعة أصبغة البروسيون التفاعلية كيميائياً بثباتياتها العالية تجاه النور والغسيل و...، ومن أهم مساوئها التفاوت في تفاعلية ذرتي الكلور، فالأولى ذات تفاعلية عالية تمكنها من الارتباط السهل بالهيدروكسيل السيللوزي الأولي، في حين تتعرض الثانية لانخفاض تفاعليتها لاحتمال تفاعلها مع الماء ولتحصل على خمسة منتجات تفاعل فيما بين الصباغ والسيللوز والماء وعلى الشكل (٩٣):

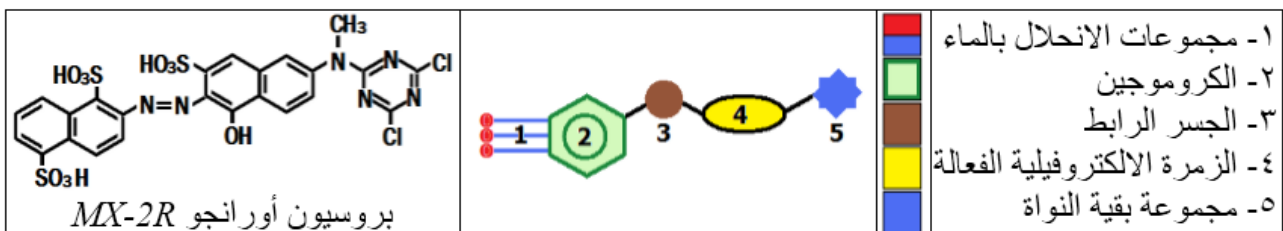


الشكل (٩٣): احتمالات منتجات تفاعل الصباغ الفعال ثنائي الوظيفة مع السيللوز والماء

وتعرف هذه المجموعة باسم البروسيون M التي تتميز بتفاعليتها العالية جداً بما يؤهلها لدرجة حرارة تطبيق عند (٤٠م°)، ولكن ولما كانت سترافقها عمليات حلمهة في هذه الشروط فقد سعى علماء الشركة لتطوير هذه المجموعة بالبحث عن بديل ذي شروط تطبيق أصعب بحيث يمكننا السيطرة على تفاعلاتها بصورة أكبر، وفعلاً أمكن للشركة عام (١٩٥٧) إيجاد مجموعة أخرى هي مجموعة أصبغة البروسيون H، والتي تعتمد على أحادي كلور التريازينيل وتحتاج لوسط أكثر قلوية ودرجة حرارة (٦٠م°) على الأقل ما يخفف من إمكانية حلمهتها بصورة ملحوظة جداً عما هو عليه الحال بمجموعة البروسيون M.

٢- تصنيف الأصبغة التفاعلية:

يمكننا تعريف الأصبغة التفاعلية على أنها مركبات ملونة تحوي زمرة أو زمرتين قادرتين على تشكيل روابط فيما بين ذرة الكربون لأيون أو جزيئة الصباغ وبين ذرة الأكسجين في مجموعة هيدروكسيل القطن، ويبين الشكل (٩٤) تفصيلاً لبنية صباغ ثنائي كلور تريازين:



الشكل (٩٤): البنية التفصيلية لأصبغة آزو التفاعلية

ومن أهم المجموعات الالكتروفيلية النشطة للأصبغة التفاعلية نجد مجموعات التفاعل :-

الاستبدال، الضم، الروابط العرضية

٢-١- مجموعة التفاعل بالاستبدال: وتتكون من خمسة أنواع:

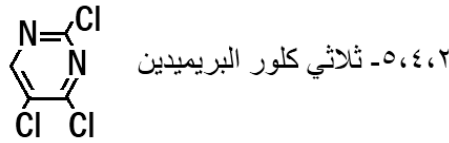
٢-١-١- مجموعة التريازينيل ومشتقاتها: وهي التي مرت معنا آنفاً بنوعيتها M & H، وتشتق عادةً من مجموعات الأزو والأنتراكينون والفتالوسيانين وعلى الشكل:

- الألوان الزرقاء الزاهية: مجموعة الأنتراكينون.
- لون التركواز الزاهي: مجموعة الفتالوسيانين.
- باقي الألوان: مجموعة الأزو

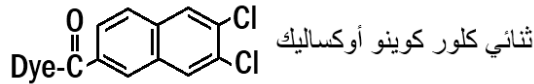
ويشذ عن هذا مجموعة الألوان الخضراء التي يتم اشتقاقها من جمع الأنتراكينون مع الأزو أو الفتالوسيانين، كما تشذ ألوان البني الغامق والأسود والتي غالباً ما يتم اشتقاقها من مركبات معدنة معقدة.

تتميز مجموعة أحادي كلور التريازينيل عن مجموعة الثنائي بثباتها للخرن مدداً طويلة، إذ تتعرض مجموعة ثنائي كلور التريازينيل للتحلل بفعل الرطوبة المطلقة غاز كلوريد الهيدروجين وبخاصة عند ارتفاع درجة الحموضة ولتصل لأعلى معدل لها عند (pH: 4-5)، ويمكننا تحسين ثباتياتها للخرن بالمحافظة على شروط الخزن الجاف وإضافة بعض العوامل الواقية كمزيج فوسفات البوتاسيوم أحادية وثنائية الهيدروجين.

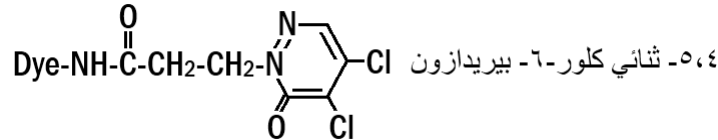
٢-١-٢- مجموعة ثلاثي كلور البريميدين: كانت هذه المجموعة حسيلاً استبدال حلقة التريازين بحلقة بديلة مهلجنة هي حلقة البريميدين، وقد ظهرت الأبحاث تحت الاسمين التجاريين: رآكتون لشركة سييا، ودريمارين لشركة ساندوز، وبما أن هذه المجموعة أقل نشاطاً من مجموعة كلور التريازينيل فإنها تستلزم شروط تطبيق أصعب بحيث لا يمكننا تطبيقها على البارد، فاستخدمت في مجال الصباغة والطباعة المستمرة على الساخن:



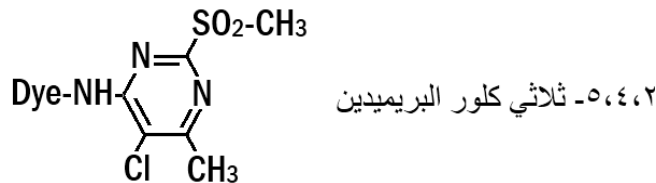
٢-٢-٢- مجموعة ثنائي كلور كوينو أوكساليك: ظهرت باسم ليفافيكس Levafix E لشركة باير، وتحتوي مجموعة ثنائي كلور أوكساليك التي ترتبط بالكروموفور عن طريق مجموعة كربونيل، وتتميز بتوسط تفاعلها بين أحادي وثنائي كلور التريازينيل، ما يُمكننا من تطبيقها عند درجة حرارة (٤٠ م°)، إضافةً لثباتها تجاه الوسط القلوي:



٢-٢-٣- مجموعة البريمازين: وتقوم هذه المجموعة التي أنتجتها شركة باسف على مجموعة ٥،٤- ثنائي كلور-٦- بيريدازون والتي ترتبط بالكروموفور عبر مجموعة (-NH-CO-CH₂-CH₂-):



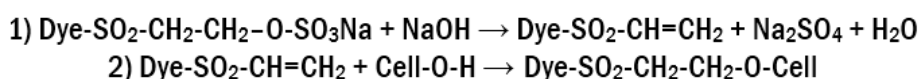
٢-٢-٤- مجموعة ميتيل سلفون: يتوضع الميتيل سلفون هنا على حلقة البريميدين التي ترتبط بالكروموفور الأساسي عبر جسر الإيمين (-NH-) كما هو الحال مع أصبغة الليفافيكس Levafix P لشركة باير:



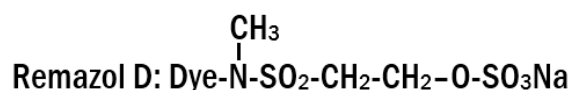
٢-٢ - مجموعة التفاعل بالضم: قدمت شركة هوكست بين عامي (١٩٤٩-١٩٥٠) عدة مجموعات فعّالة أمكن اعتمادها في العملية الصباغية، وهي:

مجموعة التفاعل بالضم لشركة هوكست	
Vinyl sulphon: Dey-SO ₂ -CH=CH ₂	مجموعة فينيل سلفون
Chlor ethyl sulphon: Dey-SO ₂ -CH=CH-Cl	مجموعة كلور إيثيل سلفون
Sulphato ethyl sulphon: Dey-SO ₂ -CH=CH-O-SO ₃ Na	مجموعة سلفاتو إيثيل سلفون

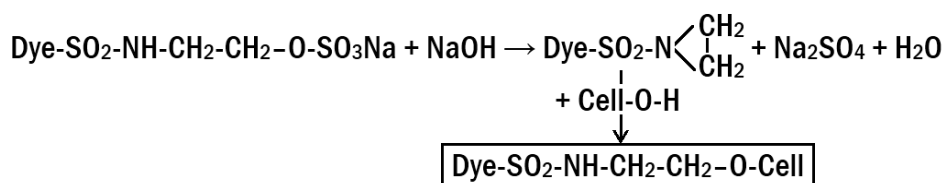
ثم طرحت شركة هوكست أصبغة الريمازول معتمدةً على مجموعة سلفو إيثيل سلفون التي تتفاعل مع هيدروكسيل السيللوز على مرحلتين:



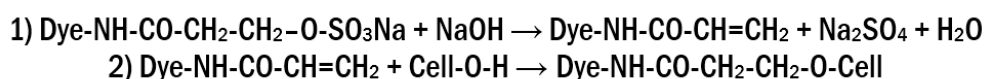
وتحتاج أصبغة الريمازول لدرجة حرارة تثبيت فيما بين (٤٠-٦٠ م°)، وساعتين كاملتين لإنجاز عمليتي الامتزاز والتثبيت، في حين تحوي أصبغة ريمازول D مجموعة أمينو مستبدلة واقعة بين الصباغ وجذر كبريتات إيثيل سلفون، ولضعف ألفة هذه الأصبغة تجاه السيللوز بشروط الصباغة العادية لوجود رابطة الميثيل إيمين اعتمدت في مجال الطباعة:



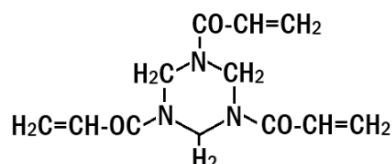
أما تفاعل أصبغة الليفايكس الحاوية مجموعة سلفيتوإيثيل أمين سلفونيل فيتم أيضاً على مرحلتين ووفق المعادلات:



وأخيراً تتفاعل أصبغة البريمازين لشركة BASF مع السيللوز في الوسط القلوي على مرحلتين أيضاً ووفق المعادلتين:



٣-٢ - مجموعة أصبغة الروابط العرضية: أنتجت شركة باسف عام ١٩٥٧ مجموعة أصبغة الباسازول التي تطبق على الألياف السيللوزية بوجود عوامل مثبتة لا يمكنها تكوين روابط عرضية، وتحوي هذه الأصبغة إحدى المجموعات (-Alkyl, -NH-, -NH₂, -SH, H₂N-SO₂-, H₃C-CO-CH₂-CO-) التي لا تستطيع التفاعل مع السيللوز أو الماء أو المواد المساعدة، في حين تحوي العوامل المثبتة ذرتي كربون موجبتي الشحنة أو أكثر مثل: ١، ٣، ٥-هكسا هيدرو، ٥- تريازين:



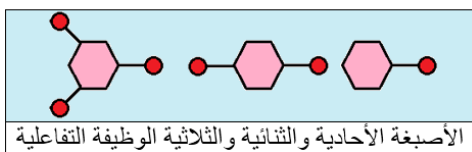
٤-٢ - مجموعة أصبغة الاستنزاف العالية: طرحت في الأسواق مجموعات الأصبغة القديمة بمجموعتي تثبيت أو ثلاث بدلاً عن الواحدة كما يبين الشكل (٩٥)، كأن يرتبط الكروموجين بمجموعة فينيل سلفون مع حلقة تريازين بما يضمن رفع معدلات استنزاف الصباغ، وبالتالي رفع اقتصادية العمل كونه يحقق:

١. انخفاض معدل المفقود في نهاية حمام الصباغة وتيسير عملية التناسخ.

٢. انخفاض معدلات استهلاك الماء والبخار والغوازل وبالتالي انخفاض معدلات التلوث البيئي.

٣. توفير الوقت اللازم لإنجاز مرحلتي الصباغة والإنهاء.

وبالطبع فإن أول ما تستلزمه عملية جمع مجموعتي تثبيت هو تقاربهما في شروط تشغيلهما كي يتمكن الصباغ من الارتباط المزدوج مع السيللوز، وبالتالي رفع جميع ثباتياته.



الشكل (٩٥)

وتأخذ الأصبغة ذات الوظيفتين ثلاثة أنماط أساسية هي:

الأصبغة التفاعلية من النمط: ثنائي الوظيفة التفاعلية		
زمرتان متتاليتان	زمرتان متناظرتان	زمرتان داخليتان
D-R₁-R₂	R₁-D-R₂	D-R₁-R₂

وتتباين ثباتيات الزمر التفاعلية وخواصها على الشكل المبين في الجدول (١٠٣):

الجدول (١٠٣)

ثباتية الزمر التفاعلية	
الثباتية على الأقمشة المصبوغة	
MCT, MFT, DFCP > VS, DCQ	تجاه الوسط القلوي
VS > DFCP, MFT, DCQ, DCT	تجاه الوسط الحمضي
MCT, MFT, VS > DFCP, DCQ	تجاه العوامل المؤكسدة والمرجعة
MCT, MFT, VS > DFCP, DCQ	تجاه الكلور (ppm)
مميزات الزمر التفاعلية	
VS	مقاومة للوسط الحمضي، ضعيفة في الوسط القلوي
MCT, MFT, DFCP	ضعيفة للوسط الحمضي، مقاومة في الوسط القلوي
DCQ, DFCP	مقاومتها غير كافية لجميع الأوساط
دليل الزمر التفاعلية	
DFT: Di-Fluoro-Triazine	ثنائي فلور التريازين
MFT: Mono-Fluoro-Triazine	أحادي فلور التريازين
DCT: Di-Chloro-Triazine	ثنائي كلور التريازين
MCT: Mono-Chloro-Triazine	أحادي كلور التريازين
DFCP: Di-Chloro-Fluoro-Pyrimidine	ثنائي كلور فلور التريازين
TCP: Tri-Chloro-Pyrimidine	ثلاثي كلور البيريميدين
FCMP: Fluoro-Chloro-Methyl-Pyrimidine	فلور كلور ميثيل البيريميدين
DCQ: Di-Chloro-Quinoquizarine	ثنائي كلور كوينوكويزارين
VS: Vinyl Sulphone	فينيل سلفون
NA: Iso-Nicotinic Acid	إيزو حمض النيكوتين

٣- تأثير الحجم الجزيئي على خواص الأصبغة التفاعلية:

تتمايز خواص الأصبغة التفاعلية بحساب حجمها الجزيئي على الشكل المبين في الجدول (١٠٤):

الجدول (١٠٤)

تأثير الحجم الجزيئي على خواص الأصبغة التفاعلية		
الخاصة	وزن جزيئي عالي	وزن جزيئي منخفض
الألفة	ألفة عالية	ألفة منخفضة
معدلات الاستنزاف	عالية	منخفضة
كميات الملح اللازمة	صغيرة: ٢٠-٣٠ غ/ل	كبيرة: ٢٠-٨٠ غ/ل
نسوية العملية الصباغية	نسوية منخفضة	نسوية عالية
التبقيع على الأبيض عند الصباغة	تبقيع كبير	تبقيع بسيط
البواقي وخطوات الإنهاء على الباد	عالية	قليلة
خواص الغسيل	صعبة	سهلة
التأثر بنسبة الحمام	ضعيفة	عالية
التأثر بكمية الملح	ضعيفة	عالية
التطبيق	لطريقة الاستنزاف	للباد والطباعة

٤- تأثير فعالية الزمرة التفاعلية على خواص الأصبغة التفاعلية:

تتباين تفاعليات الأصبغة التفاعلية بحسب طبيعة الزمرة الالكتروفيلية التي تتفاعل مع أكسجين الزمرة الهيدروكسيلية في حلقة الغلوكوز كما يبين الجدول (١٠٥):

الجدول (١٠٥)

تأثير فعالية الزمرة التفاعلية على الأصبغة التفاعلية				
الزمرة	ثنائي كلور أو فلور التريازين DCT & DFT	قنيل سلفون VS	أحادي كلور التريازين MCT	
الفعالية	عالية	وسط	منخفضة	
قابلية الصباغ للخرن	غير ثابت		ثابت	
ثباتية الحمام الصباغي	غير ثابت		كبيرة: ٢٠-٣٠ غ/ل	ثابت
				الصباغة بطريقة الاستنزاف
				الصباغة على الباد
كميات القلوي اللازمة: كربونات الصوديوم	صغيرة: ١٠-٢٠ غ/ل		كبيرة: ٢٠-٣٠ غ/ل	كبيرة: ٢٠-٣٠ غ/ل
زمن التثبيت	قصير		طويل	طويل
تأثير درجة الحرارة والقلوي على المردود	كبير	صغير	صغير	
درجة حرارة تطبيق الحمام الصباغي	منخفضة: ٢٠-٣٠ م	وسط: ٥٠-٦٠ م	عالية: ٨٠ م	

٥- مواد بناء حمام تطبيق الأصبغة التفاعلية على الألياف السيللوزية:

ينأثر حمام تطبيق الأصبغة التفاعلية بمواد البناء من: الماء، الكهرليت، القلوي ودرجة الحرارة.

١-٥ مواصفات الماء: يتوجب تطبيق وتصيبين الأصبغة التفاعلية بكل فئاتها من ماء محلى حصراً، أي ما يطابق المواصفات الواردة في الجدول (١٠٦)، إذ تسبب كاتيونات الكالسيوم والمغنيزيوم تراجعاً كبيراً لهجرة وانتشار الصباغ ما يعني تراجعاً كبيراً للمردود والثباتيات، في حين يؤدي وجود كاتيونات النحاس والحديد خاصةً وباقي كاتيونات المعادن الثقيلة عامة لانحراف اتجاه اللون ودرجتي سطوعه وعمقه.

الجدول (١٠٦)

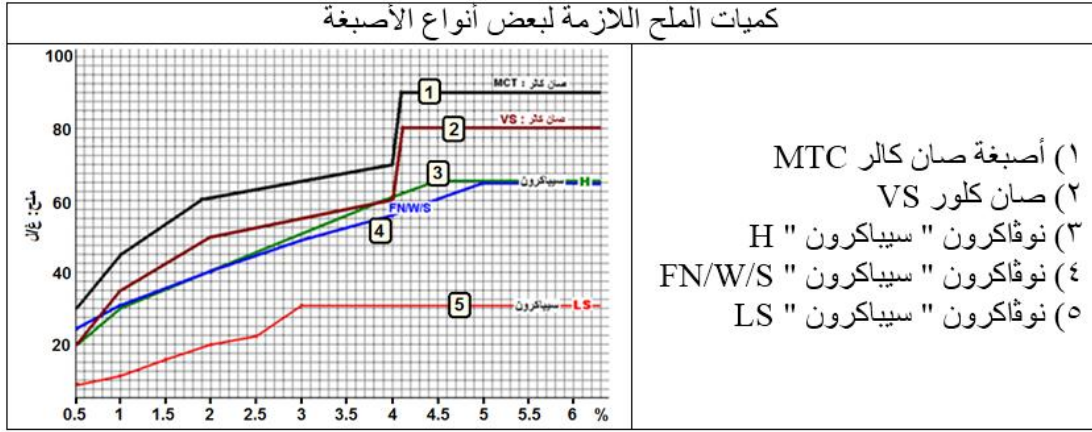
مواصفات بناء الحمام الصباغي بحسب BASF & ICI				
عديم اللون، خالي من الشحوم والدهون، طري وخالي من أيونات الكالسيوم والمغنيزيوم ومركبات الحديد والأيونات المعدنية الأخرى				
المواصفة	BASF	ICI	المواصفة	BASF
درجة الحموضة	٦ ~ ٨	٧	المعلقات	١ < ج.م.م
القساوة (بالدرجة الإنكليزية)	٦ GB	٥٠ ج.م.م	الرصاوص العضوي	٢٠ < ج.م.م
الحديد	٠,١ < ج.م.م	٠,٠٥ < ج.م.م	بقايا الاحتراق	٥٠ < ج.م.م
النحاس	٠,٠١ < ج.م.م	٠,٠٥ < ج.م.م	المغنيز	٠,٠٥ < ج.م.م
أيونات الكلور	/	٣٠٠ < ج.م.م	النترات	٥٠ < ج.م.م
ثاني أكسيد الكربون الحر "خوفاً من التآكل"	صفر قدر الإمكان		النترت	٥ < ج.م.م

٢-٥- الأملح: تلعب الأملح دوراً بارزاً جداً في مردود عملية الصباغة، إذ تلعب دورها في رفع معدلات الهجرة والانتشار وبالتالي رفع معدلات الاستنزاف، وأكثر الأملح استخداماً ملح الطعام وملح غلوبر، ويتوجب علينا إذ ذاك تحليل الملح المراد استخدامه لتعيين محتواه من القساوة والرطوبة ودرجة حموضته، ونرى في الجدول (١٠٧) تحليلاً لبعض عينات طعام صخري وبحري مع ملح من إنتاج شركة ICI. ويبين الشكل (٩٦) الكميات الملح المعتمدة لدى بعض الشركات:

الجدول (١٠٧): محتوى بعض عينات ملح الطعام من بعض الأيونات المعدنية

الأيونات	ملح صخري		ملح بحري	
	العينة الأولى	العينة الثانية	غير معالج	معالج
كالسيوم	١٦٠٠	٢٢٠٠	١٣٠٠	١٠
مغنيزيوم	٩٢٠	١٨٠٠	٢٦٠	٥٠
حديد	٢٥	١٠٠	٤٥	٢

من ندوة التطورات الحديثة لصباغة القطن بطرائق الاستنزاف: حلب ١٩٩٢

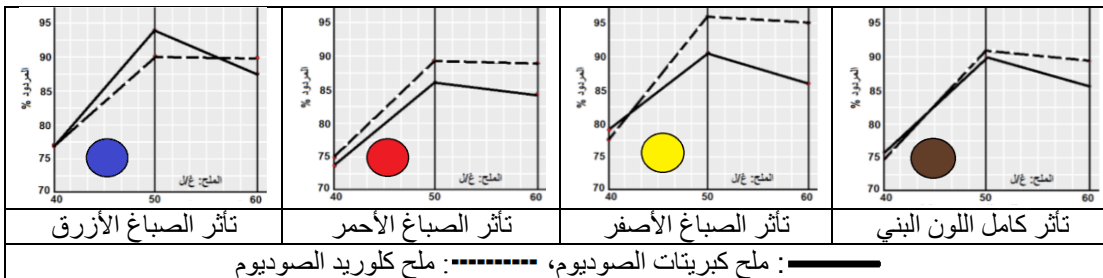


الشكل (٩٦)

ويمكننا الجزم بأن كل ترسب أو تلوث في حمام الصباغة يدل على وجود كاتيونات الكالسيوم والمغنيزيوم علاوة عن إضعافهما الشديد للثباتية على الاحتكاك، وفي تجارب خاصة تم الأخذ بثلاثة أصبغة (من مجموعة ثنائي فلور التريازينيل) وتطبيق حمام صباغي بنسب ملح طعام بحري وكبريتات الصوديوم متباينة لرصد مدى تأثير مردود عملية التثبيت بنسب وشوائب الملح على السواء، فوجدنا كما يبين الجدول (١٠٨) والشكل (٩٧) أن أعلى معدلات التثبيت كانت عند تركيز للملح (٥٠) غ/ل لينخفض مع النسبة (٦٠) غ/ل، والذي يبين أيضاً أن معدلات التثبيت كانت للصبغين الأصفر والأحمر أعلى منها مع ملح الطعام على العكس من الأزرق الذي كان مردوده الأعلى مع ملح كبريتات الصوديوم:

الجدول (١٠٨)

تحليل من شركة Pulcra Chemicals: (محلول ١٠% من ملح طعام بحري وملح كبريتات الصوديوم)							
موضوع الاختبار	كبريتات الصوديوم			كلوريد الصوديوم			محتوى Na ₂ SO ₄ / محتوى NaCl
	p.p.m	df	dH	p.p.m	df	dH	
الكالسيوم	١٩,٤٢	٣٠	١٦,٨	١٩٧	٣٠٠	١٦,٨	٦٥,٦=٣٠٠/١٩٧
المغنيزيوم	١٧,٦	٣٦,٥	٢٠,٤	٣١٥	٣٦٥	٢٠,٤	٨٦,٣=٣٦٥/٣١٥
المجموع	٢٨,٤٥	٥٠,٩	٣٧,٢	٥٠٩	٦٦٦	٣٧,٢	٧٦,٤=٦٦٦/٥٠٩
الحديد	١,٣ ج.م.م		١,١ ج.م.م	١,٣ ج.م.م		١,١ ج.م.م	١١٨=١٠١/١,٣
البيركرونات	١٣٤,٤ ج.م.م		٢٩ ج.م.م	١٣٤,٤ ج.م.م		٢٩ ج.م.م	٤,٦٣=٢٩/١٣٤,٤
السيليكون	١,٧ ج.م.م		-	١,٧ ج.م.م		-	/
الحموضة pH	١٠,٢٠		٨,٤١	١٠,٢٠		٨,٤١	/
رقم العينة	نوع الملح	نتائج القراءة على السبكتروفوتومتر					
		أزرق FN-R		أحمر FN-R		أصفر FN-2R	
غ/ل	%	غ	%	غ	%	غ	%
٤٠	كبريتات الصوديوم	٧٧	٧٣	٧٨	٧٨	٧٧	٧٧
٥٠	كبريتات الصوديوم	٩٤	٨٦	٩١	٩١	٩٤	٩٤
٦٠	كبريتات الصوديوم	٨٧	٨٤	٨٧	٨٧	٨٧	٨٧
٤٠	كلوريد الصوديوم	٧٧	٧٥	٧٥	٧٥	٧٥	٧٥
٥٠	كلوريد الصوديوم	٩٠	٨٩	٩٦	٩٦	٩٠	٩٠
٦٠	كلوريد الصوديوم	٩٠	٨٨	٩٠	٩٠	٩٠	٩٠



الشكل (٩٧)

ومن الضروري الانتباه لدرجة ألفة الأصبغة لتأثيرها العالي على معدلات الانتشار وبالتالي على تباين في درجات اللون بحسب نسب توزع الأصبغة ما بين سطح وعمق الألياف أو الألياف كما يبدو لنا من الجدول (١٠٩) لأصبغة سينوزول.

الجدول (١٠٩)

ألقة بعض أصبغة السينوزول	
الألقة	الصبغ: سينوزول Synozol
L	Yellow HF-3G & GR
M	G. Yellow HF-4GR & HF-2GR & SH3RD & GL, Red 3B
H	Yellow HF-4GL, Orange HF-GR & SHF-2GN, Scarlet SHF-2GN Red SHF-2GN & HF-3B & HF-BBN & HF-6BN & SHF-EP, Violet SHF-3B

وكذلك الانتباه لمعدلات هجرة وفعالية الأصبغة المعتمدة عند بناء اللون كي لا تؤثر إضافة الكهرليت سلباً على العملية الصباغية من حيث معدلات التسوية كما يرينا الجدول (١١٠) لأصبغة أفرزول والجدول (١١١) لأصبغة أميفيكس، إذ أن مزج صباغين مختلفين في درجة هجرتيهما يعني أن الإضافة المبكرة للكهرليت تسبب تراجع قدرة الصباغ على التسوية عالي رقم الهجرة، في حين تؤدي الإضافة المتأخرة أو غير الكافية لكمية الكهرليت اللازمة لتراجع تشرب الصباغ المنخفض رقم الهجرة، وكذلك الأمر بالنسبة لرقم التفاعلية الذي يدل على أن كمية قليلة من القلوي قد تكون كافية لتثبيت الصباغ العالي رقم التفاعلية ما يعني أن مزج صباغين مختلفي رقم التفاعلية مع عدم ضبط كميات القلوي ستؤدي لعدم التناسخ بين الوجبة والأخرى، أما التأثير بأيونات المعادن الثقيلة كالحديدي والنحاس فإنه يؤدي كما نرى من الجدول لانحراف اللون:

الجدول (١١٠)

بعض خواص أصبغة أفرزول من شركة Everlight											
تأثير الكاتيونات		الهجرة	التفاعلية	الصبغ: أفرزول Everzol		تأثير الكاتيونات		الهجرة	التفاعلية	الصبغ: أفرزول Everzol	
Cu ⁺⁺	Fe ⁺⁺			أفرزول	أحمر	Cu ⁺⁺	Fe ⁺⁺			أفرزول	أحمر
1	5	4-5	2	F3B	أحمر	4-5	4-5	4-5	2	4GL	أصفر
2-3 B	3-4	5		3BS		2-3	4	4-5		3GL	
5	5	4		BS		4-5	4-5 R	4-5		C-GL	
5	5	4	1	G	تركواز	2 D	4	5	2	GR	سكارلات
4-5	4-5	4-5	2	R Spec	أزرق	4G	4-5	4-5		3RS	
4-5	4-5	5		BB		1	4-5	1-2		3GF	
4-5	4	3-4		BRF		4-5	5	5	LF-B	أحمر	
3 G	4-5	4-5	2	FBN	كحلي حمر	1	4	4-5	LF-2B		
3-4	4-5	5		GG		1 B	4-5	4	C-3B		
3-4 R	2-3 R	2		RGB		4-5	4-5	4-5	F2B		
4-5 G	4-5 G	2	2	LF	كحلي سود	4	5	5	1	RBN	أحمر
4-5	5	4-5		B		4-5 B	4-5 B	3-4		BB	
4-5	4-5	2		C-RL		2 B	4B	4		2	

الجدول (١١١)

بعض خواص أصبغة Ambifix التفاعلية من THAI AMBICA CHEMICALS CO. LTD									
Color									اللون
Symbol	BF- 2G	BF- RF	BF- 6B	BF- 2B	BF- GF	BF- 2R	BF- 4R	BF- 4G	الرمز
C.I	B. 194	B. 221	R. 250	R. 195	R. 223	O. 122	Y. 145	Y. 186	رقم الفهرس
Migration	1	3-4	2	3-4	4-5	1	2-3	2-3	الهجرة
Reactivity	H	H	H	L	M	M	M	M	التفاعلية

٣-٥- القلوويات: يمكننا للدخول في تفاعلات التثبيت استخدام مجموعة من العوامل القلوية كما يبين الجدول (١١٢)، وتعتبر كربونات الصوديوم القلوي الأهم اللازم لتثبيت الأصبغة التفاعلية، لذا فإنه كثيراً ما تمزج مع هيدروكسيد الصوديوم للوصول إلى درجة القلوية اللازمة لمرحلة التثبيت أي pH: 10.5 لأصبغة البروسيون و pH: 11-11.5 لأصبغة الليفايكس لشركة باير، ونرى في الجدول (١٠٧) كميات الملح وكربونات الصوديوم اللازمة لتثبيت أصبغة البروسيون M بحسب نسب الحمام والأصبغة.

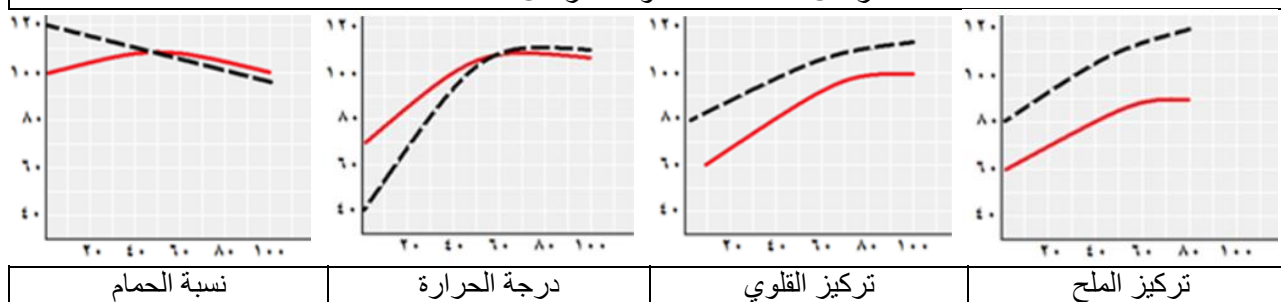
ولن نستعرض في موضوع نسب القلوويات والأملاح أكثر من ذلك لأن كل شركة تنصح بكميات كل من الملح والقلوي ودرجة الحرارة والزمن فيما بين الإضافات وللتثبيت حسبما يظهر لنا في الشكل (٩٨).

الجدول (١١٢)

بعض أهم العوامل القلوية المستخدمة لتثبيت الأصبغة التفاعلية			
حموضة محلول ١%	العامل القلوي		
pH: 13.3	NaOH	هيدروكسيد الصوديوم	
pH: 11.5	Na ₂ CO ₃	كربونات الصوديوم	
pH: 8.3	NaHCO ₃	بيكربونات الصوديوم	
pH: 12.1	Na ₃ PO ₄	ثلاثي فوسفات الصوديوم	
pH: 10	Na ₅ P ₃ O ₁₀	تري بولي فوسفات الصوديوم	
احتساب قيمة pH الوسط عند تراكيز متعددة لهيدروكسيد الصوديوم: $M = N = (a \cdot 1000) / M_w \cdot V$; $M_w = E = 40 \text{ g/l}$ $pOH = -\log C_{OH} \rightarrow pH = 14 - pOH$ حيث- M: المولية، N: النظامية، a: وزن NaOH المضاف، V: الحجم (ليتر)، M _w : الوزن الجزيئي			
الإضافة: غ	M=	pOH	pH
0.1	0.1/40 = 0.0025	2.6	14-2.6 = 11.4
0.2	0.2/40 = 0.005	2.3	14-2.3 = 11.70
0.3	0.3/40 = 0.0075	2.125	14-2.125 = 11.875
0.4	0.4/40 = 0.01	2	14-2 = 12
0.5	0.5/40 = 0.125	1.903	14-1.9 ~ 12.1
1	1.0/40 = 0.025	1.6	14-1.6 = 12.4

تأثير مختلف العوامل على صباغي:

الأحمر BF-GF — والأصفر BF-GF

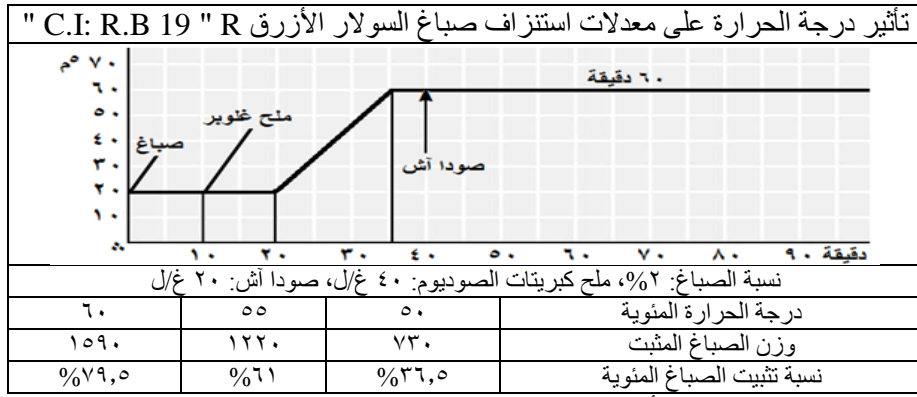


الشكل (٩٨): تأثير مختلف العوامل على صباغي الأميبيكس الأصفر والأحمر

الجدول (١١٣)

كميات الملح والصودا آش اللازمة لحمام صباغة القطن والفيسكوز				
المحلول		قطن	فيسكوز	المحلول
١٠٠ غ/ل	١٠٠ غ/ل	٣٠-٦٠ غ/ل	٢٠-٦٠ غ/ل	١٠٠ غ/ل
نسب كربونات الصوديوم اللا مائية مقدره بـ: غ/ل وبحسب نسب الصباغ والحمام				
1:30	1:20	1:10	1:5	نسبة الصباغ
2.5	2.5	5	10	< 0.5 %
2.5	5	7.5	15	0.5-2 %
5	5	10	25	2-4 %
5	7.5	15	30	> 4 %

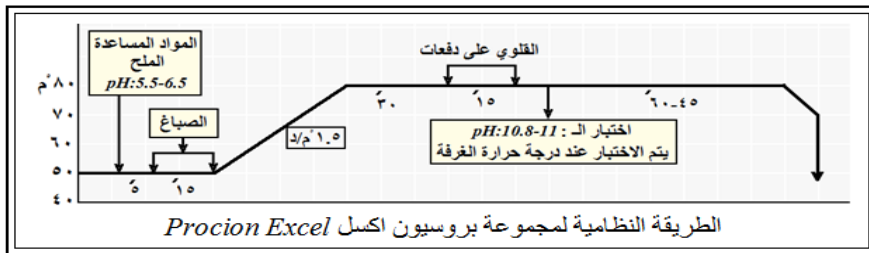
٤-٥- تأثير درجة حرارة التثبيت: يتطلب الوصول للمردود الأعلى لاستنزاف الصباغ الالتزام الحقيقي بدرجة الحرارة المطلوبة للدخول بتفاعلات التثبيت كما بين لنا الشكل (٩٨)، وفي تجربة على صباغ السولار الأزرق R "راكثيف أزرق ١٩" بدرجات حرارة (٥٠، ٥٥، ٦٠ م) على الترتيب كان مردود تفاعل التثبيت على الشكل (٩٩)، لذا فإننا سنعرض لبعض المخططات التي تبين مبادئ تطبيق الأصبغة مع بعض الشروح الأهم لفهم آلية صباغة الألياف السيللوزية بالأصبغة التفاعلية:



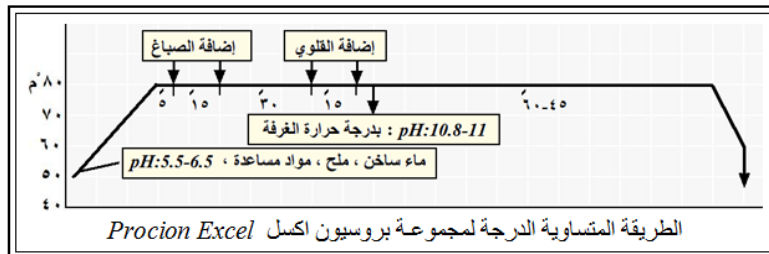
الشكل (٩٩): تأثير معدلات التثبيت بدرجات حرارة الحمام الصباغي

٦- بعض تقنيات تطبيق الأصبغة التفاعلية:

٦-١- الطريقة النظامية لمجموعة بروسيون أكسل **Procion Excel**: تُطبَّق للألوان الوسط والغامقة، إذ نرفع درجة حرارة الحمام الصباغي حتى (٥٠ م) ليضاف الملح والمواد المساعدة، ونضبط درجة الحموضة عند pH: 5.5-6.5 بحمض الخل ثم نبدأ بإضافة المحلول الصباغي المصفى خلال (١٥) دقيقة ليتبعها رفع درجة الحرارة بمعدل (١,٥) درجة/دقيقة حتى (٨٠ م) وننتظر (٣٠) دقيقة لنضمن وصولنا لمعدلات الهجرة المطلوبة، ثم نبدأ بإضافة المحلول القلوي خلال ١٥ دقيقة ونتحقق من درجة القلوية pH: 10.8-11 ننتظر بعدها ٤٥-٦٠ دقيقة حسب درجة عمق اللون ونبرد بعدها حتى (٧٠ م) لإنهاء الحمام والبدء بعمليات الشطف والتصبين.

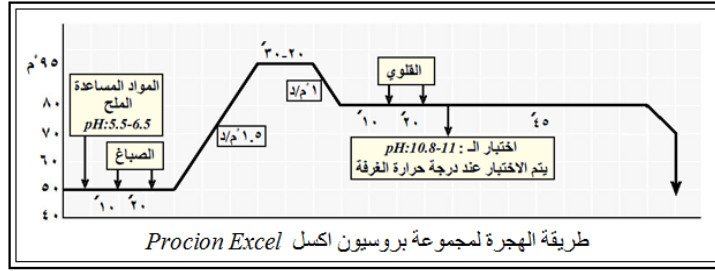


٦-٢- الطريقة المتساوية الدرجة لمجموعة **Procion Excel**: وتطبق للألوان الوسط والغامقة: نضيف الماء الساخن أو نرفع درجة حرارة الماء حتى الدرجة (٥٠ م) ونضيف الملح والمواد المساعدة ونضبط درجة الحموضة عند pH: 5.5-6.5 بحمض الخل ثم نرفع درجة الحرارة بأقصى سرعة حتى الدرجة (٨٠ م) ننتظر بعدها (٥) دقائق لتجانس درجة الحرارة في كل نقاط الحمام لنبدأ ضخ المحلول الصباغي المصفى خلال (٢٠) دقيقة ننتظر بعدها (٣٠) دقيقة لتحقيق معدل الهجرة اللازم، ثم نضخ المحلول القلوي خلال ١٥ دقيقة ونتحقق من القلوية pH: 10.8-11، وننتظر عند درجة الحرارة (٨٠ م) مدة (٤٥-٦٠) دقيقة ثم نبرد حتى الدرجة (٧٠ م) لإنهاء الحمام والبدء بعمليات الشطف والتصبين.

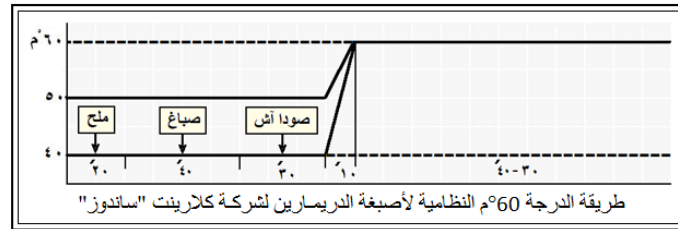


٦-٣- طريقة الهجرة لمجموعة **Procion Excel**: وتطبق مع الألوان الفاتحة، إذ نرفع درجة حرارة ماء الحمام حتى الدرجة (٥٠ م) ونضيف الملح والمواد المساعدة ونضبط درجة الحموضة عند pH: 5.5-6.5 بحمض الخل وننتظر بعدها (١٠) دقائق لتحقيق تجانس الحرارة وتوزع المواد، ونبدأ بضخ محلول الصباغ خلال (٢٠) دقيقة، نبدأ بعدها رفع درجة الحرارة بمعدل (١,٥) درجة/دقيقة حتى الوصول للدرجة (٩٥ م)، ننتظر عندها (٢٠-٣٠) دقيقة لضمان درجتي الهجرة والتسوية الأعلى ثم نبرد حتى الدرجة (٨٠ م) بمعدل درجة

واحدة/دقيقة، ومنتظر (١٠) دقائق لنبدأ بوضخ القلوي خلال (٢٠) دقيقة ونتحقق من القلوية من 10.8-11 pH، نستمر عندها لمدة (٤٥) دقيقة للتثبيت ثم نبرد حتى (٧٠) م° لإنهاء الحمام والبدء بعمليات الشطف والتصيبين.



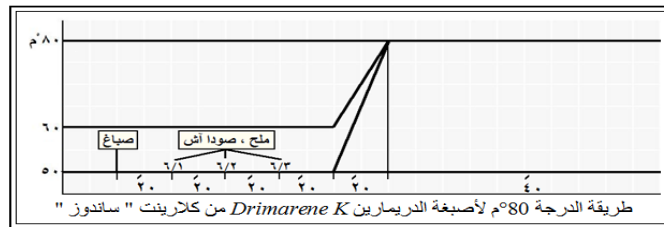
٤-٦- طريقة الدرجة (٦٠) النظامية لأصبغة الديرمارين لشركة كلارينت: وتطبق على معظم أصبغة الديرمارين K، إذ نرفع درجة حرارة حمام الصباغة حتى (٤٠) م° ونضيف الملح حسب الجدول (١١٣) ومنتظر (٢٠) دقيقة لنضيف الصباغ ولدور بعدها مدة (٤٠) دقيقة لتحقيق درجتي الهجرة والانتشار المطلوبتين، ثم نضيف الصودا آش للبدء بمرحلة التثبيت ونستمر عندها (٣٠) دقيقة نرفع درجة الحرارة بعدها خلال (١٠) دقائق حتى (٦٠) م° للوصول بتفاعلات التثبيت حتى حدودها العظمى، ومنتظر مدة (٣٠-٤٥) دقيقة قبل إنهاء الحمام:



الجدول (١١٣)

كميات الملح و كربونات الصوديوم بحسب نسب صباغ الديرمارين K من كلارينت						
نسبة الصباغ المئوية %	> ٠,٥	١-٠,٥	١,٥-١	٢,٠-١,٥	٢,٥-٢,٠	٣,٠-٢,٥
ملح: غ/ل	٢٠	٤٠	٥٠	٦٠	٧٠	٨٠
صودا آش: غ/ل	١	١,٥	٢	٢,٥	٣	٣,٥
						٤

٥-٦- طريقة الدرجة (٨٠) للديرمارين K: وتخص هذه الطريقة لأصبغة الديرمارين: الأخضر K-BL، التركواز K-2B، الأخضر اللامع K-5BL الأخضر اللامع K-4G، منفردين أو ممزوجين. نرفع درجة حرارة الحمام حتى الدرجة (٥٠) م° ونضيف الصباغ ثم نبدأ وبعد كل (٢٠) دقيقة بإضافة كميات (٦/٣، ٦/٢، ٦/١) من مزيج الصودا آش والملح وعلى الترتيب، ومنتظر (٢٠) دقيقة لتحقيق معدلي الهجرة والانتشار المطلوبين، ثم نبدأ برفع درجة الحرارة خلال (٣٠) دقيقة حتى (٨٠) م° ومنتظر (٤٠) دقيقة لإنهاء الحمام أخذين بعين الاعتبار تطبيق الجدول (١١٠) لكميات الملح والصودا آش على أساس الدورة أو الرأس.



ويمكننا تعديل طريقة الأصبغة الخضراء هذه إلى الشكل: نرفع درجة الحرارة ونثبتها عند الدرجة (٦٠) م° ونرتب عملنا على الشكل والترتيب التالي المبينين في الجدول (١١٤):

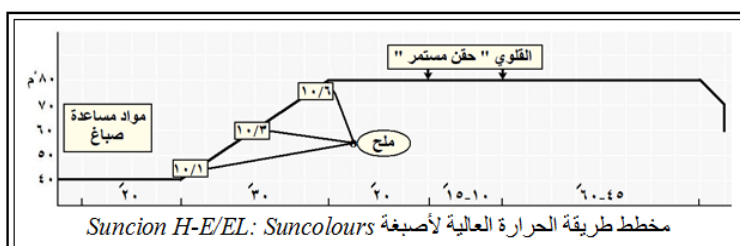
الجدول (١١٤)

طريقة الحرارة ٨٠ م° لأصبغة الديرمارين: التركواز والأخضر				
رقم الدورة	الأول + الثاني	الثالث + الرابع	الخامس + السادس	السابع + الثامن
كمية الصباغ	٠,٥ + ٠,٥	-	-	-
مزيغ الملح والصودا آش	-	١٢/١ + ١٢/١	٦/١ + ٦/١	٤/١ + ٤/١

نرفع بعدها درجة الحرارة حتى (٨٠ م) ونستمر عندها مدة (٣٠-٦٠) دقيقة حسب درجة عمق اللون، ومن الضروري التتويه هنا لإضافة الملح والصودا آش بشكليهما الجافين وليس المحلول منعاً لرفع حجم الحمام، في حين تتم جدولة الطريقة العادية " غير الخضراء " وفق الترتيب:

طريقة الحرارة ٨٠ م لأصبغة الديرمارين: التركواز والأخضر			
رقم الدورة	الأول + الثاني	الثالث + الرابع + الخامس + السادس	السابع + الثامن + التاسع + العاشر
كمية الصباغ	$(٢/١) \times ٢$	-	-
الملح	-	$(٤/١) \times ٤$	-
الصودا آش	-	-	$(٤/١) \times ٤$

٦-٦- تطبيق أصبغة أحادي كلور تريازين بطريقة شركة سان كولور:

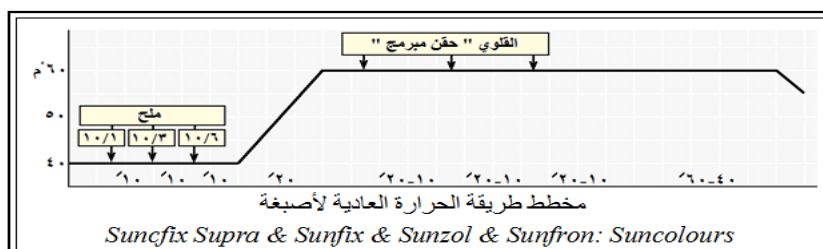


١. نضبط درجة الحرارة بين (٢٠-٣٠ م).
 ٢. بعد (١٠) دقائق نبدأ بإدخال محلول الصباغ.
 ٣. بعد (٢٠) دقيقة نبدأ بإدخال (٠,١) كمية الملح المطلوبة ونبدأ برفع درجة الحرارة.
 ٤. بعد (١٥) دقيقة وبوصول درجة الحرارة حتى (٥٠ م) نضيف (٠,٣) من كمية الملح.
 ٥. بعد (١٥) دقيقة وبوصول درجة الحرارة حتى (٨٠-٨٥ م) نضيف باقي الملح.
 ٦. بعد (١٥) دقيقة نبدأ بإدخال نصف كمية الصودا آش.
 ٧. بعد (١٥) دقيقة نبدأ بإضافة النصف الباقي من كمية الصودا آش.
 ٨. نستمر عند الدرجة ٨٠-٨٥ م زمنياً متناسب مع درجة عمق اللون المطلوبة فيما بين ٣٠-٧٥ دقيقة.
 ٩. نتهي الحمام بعد مقارنة اللون ونبدأ عمليات الغسيل والتصيين.
- وهكذا يتراوح كامل زمن العملية الصباغية فيما بين الساعتين إلى الساعتين وثلاثة أرباع الساعة، أما كميات الملح والصودا آش فنجدتها في الجدول (١١٥):

الجدول (١١٥)

كميات الملح و كربونات الصوديوم لأصبغة أحادي كلور التريازينيل بحسب سان كالر					
نسبة الصباغ المئوية	> ٠,٥	١,٠-٠,٥	٢,٠-١,٠	٤,٠-٢,٠	< ٤%
ملح غلوبير: غ/ل	٣٠	٤٥	٦٠	٧٠	٩٠
صودا آش: غ/ل	١٠	١٥	١٥	٢٠	٢٠

٦-٧- تطبيق أصبغة الفينيل سلفون V.S والاصبغة المتعددة الوظائف بحسب شركة سان كولور:



١. نضبط درجة الحرارة عند ٢٠-٣٠ م.
٢. بعد ١٠ دقائق نبدأ ضخ محلول الصباغ المصفى ثم الملح.
٣. بعد ٢٠ دقيقة نضيف نصف كمية الصودا آش.
٤. بعد ١٠-٥ دقائق نضيف النصف الباقي من كمية الصودا آش.

٥. بعد ٥-١٠ دقائق نبدأ برفع درجة الحرارة حتى ٦٠ م° خلال ٢٠-٣٠ دقيقة.
٦. نستمر عند الدرجة ٦٠ م° مدة ٣٠-٦٠ دقيقة حسب درجة عمق اللون المطلوب.
٧. ننهي الحمام بعد مقارنة اللون ونبدأ عمليات الغسيل والتصيبين.
- وهكذا يتراوح كامل زمن العملية فيما بين الساعة والنصف إلى الساعتين وعشرين دقيقة، أما كميات الملح والصودا آش فنجدها في الجدول (١١٦):

الجدول (١١٦)

كميات الملح وكربونات الصوديوم لأصبغة فينيل سلفون بحسب صان كالر	نسبة الصباغ المثوية	٠,٥ >	١,٠-٠,٥	٢,٠-١,٠	٤,٠-٢,٠	٤ < %
ملح غلوير: غ/ل	٢٠	٣٥	٥٠	٦٠	٨٠	
صودا آش: غ/ل	١٠	١٥	١٥	٢٠	٢٠	

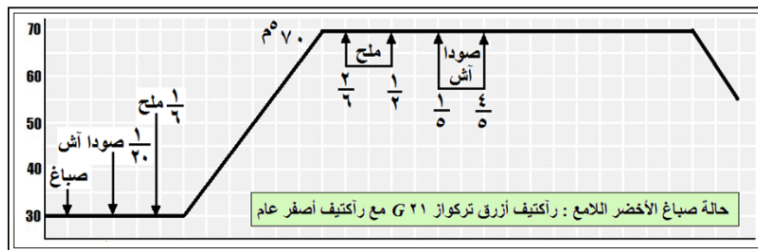
المقارنة بين طرائق الصباغة: يبين لنا الجدول (٢٦) مقارنةً لبعض طرائق تطبيق الأصبغة التفاعلية التي سبق واستعرضناها:

الجدول (٢٦): مقارنة بعض طرائق الصباغة

الشركة	الطريقة	حرارة البدء	ترتيب الطريقة
بروسيون Excel من ICI	النظامية	٥٠ م°	ملح ومواد مساعدة ← صباغ ← حرارة حتى ٨٠ م° ← قلوي
	المتساوية الدرجة		ملح ومواد مساعدة ← حرارة حتى ٨٠ م° ← صباغ ← قلوي
	الهجرة		ملح ومواد مساعدة ← صباغ ← حرارة حتى ٩٥ م° ← تبريد حتى ٨٠ م° ← قلوي
دريمارين من كلارينت	الدرجة (٦٠ م°) النظامية	٤٠ م°	ملح ومواد مساعدة ← صباغ ← قلوي ← حرارة حتى ٦٠ م°
	الدرجة (٨٠ م°)	٥٠ م°	مواد مساعدة ← صباغ ← مزيج ملح وقلوي ← حرارة حتى ٨٠ م°
صان كالر	أحادي كلور التريازين (MCT)	٢٠-٣٠ م°	مواد مساعدة ← صباغ ← الملح على دفعات مع رفع الحرارة حتى ٨٠ م° ← القلوي على دفعتين
	فينيل سلفون (VS)		مواد مساعدة ← صباغ ← ملح ← قلوي على دفعتين ← رفع الحرارة حتى ٦٠ م°

٦-٨-٨- حالات خاصة:

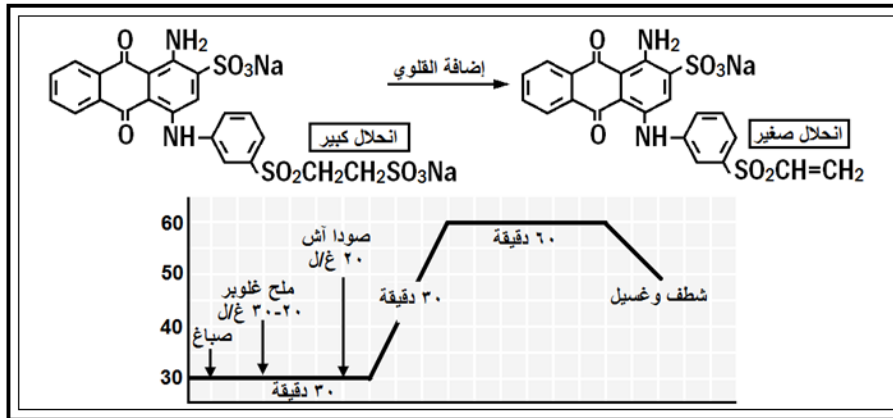
- ٦-٨-٨-١- حالة اللون الأخضر اللامع: يتم تطبيق هذا اللون عادة من الصباغ الفعال الأزرق (R. Blue: 19) مع صباغ فعال أصفر، لذا فإننا غالباً ما نواجه ضعفاً في تسوية هذا اللون بسبب:
- الفرق الكبير بالوزن الجزيئي للصباغ الأصفر بالمقارنة مع كتلة صباغ الفتالوسيانين.
 - ألفة الصباغ الفعال الأزرق (٢١) العالية تجاه البضاعة بالمقارنة مع غيره من الأصبغة.
 - عدم تجانس المحلول الصباغي بشكل كافٍ بسبب تراجع الحالة الغروية للصباغ فيه.
- لذا يستحسن تطبيق طريقة الهجرة للإفادة من مزايا رفع درجات الحرارة في تعزيز عمليتي الهجرة وإعادة الهجرة وبالتالي رفع معدلات التسوية، واعتماد مبدأ تجزئة إضافة الملح والصودا آش وإضافة كمية بسيطة من القلوي عند بدء العمل كما هو مبين في الشكل (١٠٠):



الشكل (١٠٠)

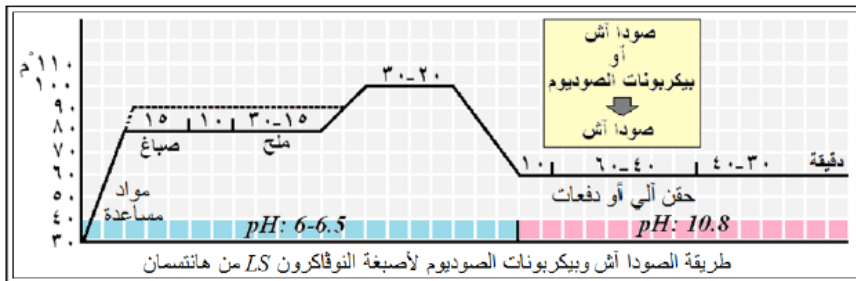
- ٦-٨-٨-٢- حالة الصباغ الأزرق (١٩): نعاني عادةً من انخفاض انحلالية الصباغ الفعال الأزرق (١٩) بعد إضافة القلوي كما يبين الشكل (١٠١) كونه من نمط الفينيل سلفون VS بسبب انخفاض نسبة الحمام أو إضافة كميات ملح كبيرة ما يسبب ترسب الصباغ وتشكل بقعاً تتسبب بتراجع تسوية العملية الصباغية، لذا يُنصح بـ:
- إضافة الملح بمعدلات دون (٣٠) غ/ل مع الألوان الفاتحة أو الوسط.

- التحكم بإضافة الملح على الشكل: (٣٠) غ/ل عند البدء وقبل إضافة القلوي، ومن ثم متابعة إضافة باقي الملح (٢٠) غ/ل عند اقترابنا من النهاية.
- التحقق من قابلية توليف الأصبغة قبل مزجها معه.



الشكل (١٠١): طريقة تطبيق الصباغ الفعال الأزرق ١٩

- ٦-٩- طريقة بيكربونات الصوديوم عالية التسوية: تُطبق هذه الطريقة لبطنها على البضائع الثقيلة أو الصعبة الحياكة والتخريق، أو غزول القطن المحرر (الممرسز) العالية الشراهية، أو غزول حرير الفيسكوز أو حرير النحاس النشادري، والغزول على شكل قالب الجبن Cheese أو الحرير المثبت، حرير الفيسكوز أو حرير النحاس النشادري.
- ويتم تطبيقها وكما هو واضح في الشكل (١٠٢) بإضافة القلوي على دفعات لتبتيء سرعة التثبيت ما أمكن عند درجة الحرارة (٦٠ م) لمدة (١٠٠) دقيقة، ويكون مردود اللون الأعظمي لبعض الأصبغة عند درجة حرارة (٤٠ م)، ونبدأ العمل بحسب شركة هانتسمان على الشكل:



الشكل (١٠٢): طريقة البيكربونات لشركة هانتسمان

- نبدأ بإضافة المواد المساعدة مثل عوامل التحلية التسوية ونضبط درجة الحموضة عند pH~6-6.5.
- نرفع الحرارة حتى (٨٠-٩٠ م) ونبدأ بإضافة المحلول الصباغي المصفى على مدى (١٥) دقيقة وندور لمدة (١٠) دقائق.
- نبدأ بإضافة المحلول الملحي على مدى (٣٠) دقيقة.
- نرفع درجة الحرارة حتى (١٠٥ م) لتعزيز معدلات الهجرة وبالتالي معدلات التسوية وندور لمدة (٣٠-٢٠) دقيقة بحسب طبيعة البضاعة الخام.
- نبرد بمعدل (٢) درجة/دقيقة حتى درجة حرارة التثبيت بحسب نوع الصباغ المطبق.
- ندور عند درجة حرارة التثبيت لمدة (١٠) دقائق حتى ضمان تمام التجانس الحراري.
- نبدأ بإضافة محلول بيكربونات الصوديوم لنتبعها بالصودا أش على مدى (٦٠-٤٠) دقيقة وصولاً حتى درجة حموضة pH~ 10.8.
- نستمر عند درجة حرارة التثبيت لمدة تتناسب ودرجة عمق اللون أو نسبة الصباغ ورقم فعاليته.

٧- شطف وتصبين الأصبغة التفاعلية:

يتخلف عن الحمام الصباغي جزيئات صباغية غير مثبتة تستوجب منا إزالتها كاملاً للوصول بالثباتيات على الغسيل والاحتكاك والتعرق... إلى حدودها العليا، ويتم أولاً التخلص من أكبر كمية من الملح والقلوي عبر حمامات شطف باردة يليها أو يرافقها إضافة بعض الحمض لخفض القلوية إذ لا يجوز أن تتجاوز قيمة الحموضة pH: 8-9 في حمام الغلي للأصبغة من نمط أحادي كلور أو فلور التريازين كما يبين جدول ثباتية الزمر التفاعلية، وبوسط حمضي للأصبغة من نمط ثينيل سلفون.

يتم بناء حمام التصيبين من ماء طري مع غاسل عضوي من نمط الحموض الكربوكسيلية أو البولي أكريلات أو البولي فوسفونات التي يمكنها حجز الجزيئات الصباغية المهذلة ومنعها من إعادة الترسب من جديد بعكس الغوازل العضوية المنظفة العادية، وقد وضعت شركة ICI نظام غسيل مجموعة بروسيون اكسل المتضمن:

- ثلاث حمامات شطف متتالية عند (٦٠ م) مدة كل منها (١٠) دقائق.
- حمام غلي عند ٩٠-٩٥ م لمدة (٢٠) دقيقة وبوجود غاسل عضوي.
- حمام شطف لمدة (١٠) دقائق بدرجة حرارة (٦٠ م).
- حمام شطف لمدة ١٠ دقائق بدرجة حرارة ٥٠ م.
- حمام التطرية والإنهاء.

ويتعلق عدد حمامات البند الأول بدرجة عمق اللون، إذ قد يكفينا حمام واحد، أما الغاسل العضوي والذي يجب أن يكون من النوع الذي أشرنا إليه فترتبط كميته بدرجة قساوة الماء كونه يُستنزف كعامل تحلية لربط أي أيون يحمله الماء أو الألياف السيللوزية.

٨- تعرية الأصبغة التفاعلية بالهيبوكلوريت:

نضطر أحياناً لقطع الأصبغة التفاعلية بعد تثبيتها عند حصول خطأ ما، وتعتبر الإزالة الكلورية أنجع الطرائق، ونلجأ إليها مضطرين عندما يكون الصباغ ثابتاً أمام طريقة الإرجاع بهيدروسلفيت الصوديوم، ويتم إجراء حمام المعالجة الكلورية على الشكل:

نضيف مركباً كلورياً مناسباً مثل (٣) غ/غ هيبو كلوريت الصوديوم بوسط قلوي pH: 10-11 بإضافة هيدروكسيد الصوديوم ونستمر لمدة ساعة عند درجة حرارة (٢٥ م)، ثم نطبق حمامات شطف وغسيل للتخلص من البواقي الكلورية باعتماد أحد عوامل الإزالة المبينة في الجدول (١١٧):

الجدول (١١٧)

عوامل التخلص من البواقي الكلورية	
الكمية اللازمة للقضاء على ما يعادل 1 غ/غ كلور فعال	عامل الإزالة
$4 \text{HOCl} + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{SO}_4^{2-} + 6 \text{H}^+ + 4 \text{Cl}^-$	ثيوكلوريتات الصوديوم
$4 \text{HOCl} = 2 \times 35.5 \text{ g active chlorines} = 158.1 \text{ g sodium thiosulphate}$	
1 غ/غ كلور فعال = 0.55 غ/غ ثيوكلوريتات الصوديوم	كبريتات الصوديوم الحامضية
$\text{HOCl} + \text{HSO}_3^- \rightarrow \text{HSO}_4^- + \text{H}^+ + \text{Cl}^-$	
$1 \text{HOCl} = \frac{1}{2} \times 35.5 \text{ g active chlorines} = 104.06 \text{ sodium hydrogen sulphite}$	ثنائي كبريتات الصوديوم "هيدروسلفيت الصوديوم"
1 غ/غ كلور فعال = 2.9 غ/غ كبريتات الصوديوم الحامضية	
$3 \text{HOCl} + \text{S}_2\text{O}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{SO}_4^{2-} + 5 \text{H}^+ + 3 \text{Cl}^-$	الماء الأكسجيني
$3 \text{HOCl} = 1.5 \times 35.5 \text{ g active chlorines} = 158.1 \text{ sodium hydrogen sulphite}$	
1 غ/غ كلور فعال = 1.5 غ/غ هيدروسلفيت الصوديوم	
$\text{HOCl} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ + \text{O}_2$	
$1 \text{HOCl} = 35.5 \text{ g active chlorines} = 34.02 \text{ hydrogen peroxide}$	
1 غ/غ كلور فعال = 0.48 غ/غ ماء أكسجيني 100% = 0.8 غ/غ ماء أكسجيني 50% = 1.21 غ/غ ماء أكسجيني 35%	

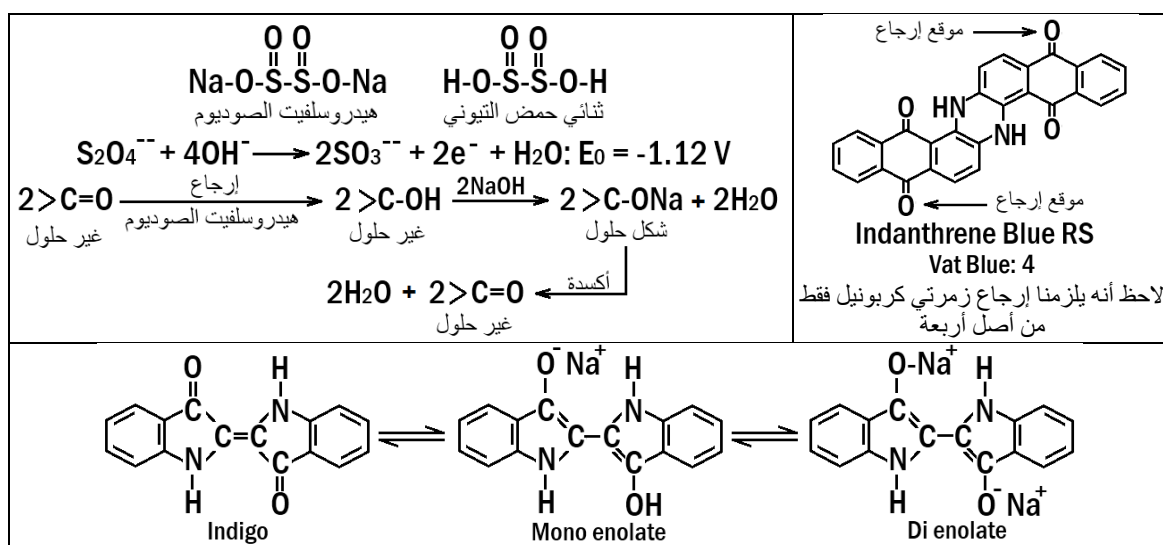
البحث الثالث

صباغة الألياف السيللوزية بأصبغة الأحواض

١- المقدمة:

تتميز أصبغة الأحواض (Vat dyes) بعدم قابليتها للانحلال بالماء، وبالتالي عجزها عن عمليتي الهجرة أو الانتشار إلى أعماق الألياف السيللوزية، ولكن يمكننا وبارجاعها لشكلٍ إينولي في حوض الصباغة أن نُمكِنها من الانحلال ما يتيح لها إمكانية الهجرة والانتشار لنعود ونؤكسدها من جديد لتفقد قدرتها على الانحلال بعد أن تصبح حبيسة البنية السيللوزية كصباغٍ ثابت.

تتم عملية الإرجاع على أكسجين زمر الكربونيل القابلة للإرجاع بمحلول هيدروسلفيت الصوديوم في وسط قلوي لنحصل على مركبات الليكو الحلولة بالماء وفق الشكل (١٠٣):



الشكل (١٠٣): مبدأ وآلية تفاعلات أصبغة الأحواض

٢- تصنيف أصبغة الأحواض:

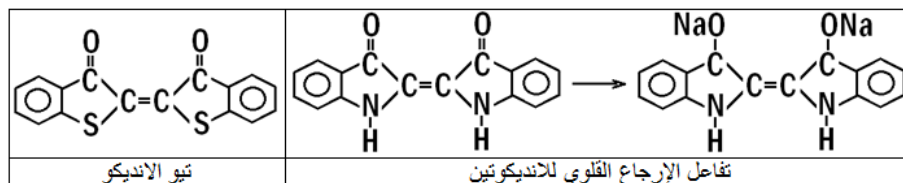
تُصنّف أصبغة الأحواض في صنفين رئيسيين: مجموعة الانديكو ومجموعة الانتراكينون.

١-٢ **مجموعة الانديكو:** تقوم هذه المجموعة على مركب الانديكوتين كبنية أساسية أو كروموجين، والانديكوتين مركب غير ذواب يمكننا بإرجاعه في الوسط القلوي تحويله لمركب حلول عالي الألفة تجاه الألياف السيللوزية، وتتميز مجموعة الانديكو عموماً عن مجموعة الانتراكينون بكونها:

أ- تتطلب قلوية تشغيل أقل.

ب- دونها ثباتاً ضوئياً وثباتاً تجاه الغسيل بشروط الغسيل القلوي.

لذا فقد بذل العلماء جهودهم لتطوير هذه المجموعة بإيجاد بديلٍ عن الانديكوتين إلى أن أمكن لهم ذلك باستبداله بالتيو أنديكو الذي تحل فيه ذرة الكبريت بدلاً عن زمرة -NH- كما في الشكل (١٠٤) الأكثر ثباتاً من الانديكوتين وحتى تجاه الهيبوكلوريت نفسه:



الشكل (١٠٤)

٢-٢ **مجموعة الانتراكينون:** وتشمل عدداً كبيراً من المشتقات التي تحوي ثنائي كيتون غير ذواب ويمكنه بالإرجاع القلوي بالهيدروسلفيت التحول للشكل الإينولي الذواب، ومن أهم مشتقاتها:

٢-٢-١- إيتيل أمين انتر اكينون: وتعطي مجموعة ألوان الأصفر والبرتقالي والأحمر والبنفسجي.
 ٢-٢-٢- منتجات تكاثف مركبات الأمينو انتر اكينون مع كلور السيانور: ويتدرج طيفها من الأصفر إلى البرتقالي والأحمر، وتتميز بثباتيات عالية على النور تتراوح بين " ٧-٥ " وثباتيات جيدة على الغسيل والتبييض.
 ٢-٢-٣- انتر اكينون اكرادون: تُحضر من تكاثف حمض أور تو البنزوثيك مع الأمينوانتر اكينون، وتم تحسينها بإدخال الهالوجينات على بنيتها، وتتميز هذه المجموعة بثباتياتها الجيدة على النور.
 ٢-٢-٤- البنز انترون: وتحضر بإرجاع الانتر اكينون إلى الأنثرون الذي تتم مفاعله مع الغليسرين وحمض الكبريت، ومن ثم وبالانصهار القلوي نحصل على الفيولانترون أو ثنائي البنزانترون الجيد الثبات للضوء والغسيل والكلور.

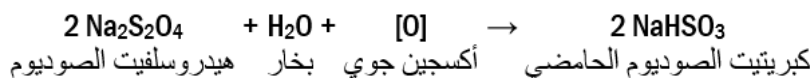
٢-٢-٥- الانتترون: أصبغة برتقالية اللون سهلة الإرجاع وقليلة الاستخدام ولها مشتقات ثنائية الهالوجين، ومن أهم أسباب تراجع استخدامها برغم ثباتياتها العالية على النور والغسيل تسببها بتحلل السيلولوز.
 ٢-٢-٦- البيرانترون والفلانترون: تتمايز أفراد هذه المجموعة عن بعضها بعضاً بمدى صعوبة أو سهولة إرجاعها، وتتميز بارتفاع درجة ثباتها على النور والتي تتراوح بين " ٧-٥ " والتي تزداد بازدياد هلجنتها.
 ٢-٢-٧- الانتراميد: تتكون من نواتي انتر اكينون أو أكثر ترتبط ببعضها عبر مجموعات إيمين -NH-، ويتم تحضيرها بتكاثف ألفا أو بيتا أمينوانتر اكينون مع ألفا أو بيتا كلور الانتر اكينون لتعطي مجموعة ألوان الأحمر والبرتقالي والرمادي المتميزة بثباتياتها الجيدة على النور والغسيل والكلور والغلي القلوي، وتفقر لزهاء اللون ما يجعل منها غالباً مواداً وسطية ليس إلا.

٢-٢-٨- أصبغة الانتر اكينون الكبريتية: تتميز هذه المجموعة باحتوائها ذرة كبريت تمكننا من استخدامها بطريقة أصبغة الأحواض أو الأصبغة الكبريتية، وتحتوي عادةً على حلقة التيازول ويتحول طيف ألوانها من الأصفر للأحمر والأزرق، وغالباً ما تكون معتدلة الثباتية للنور إضافةً إلى أن بعضها يلعب دوراً في تحلل السيلولوز.

٣- مبادئ تطبيق أصبغة الأحواض:

كما سبق وذكرنا فإن أصبغة الأحواض مركبات غير حلولة بالماء، ويمكننا بإرجاعها بهيدروسلفيت الصوديوم في وسط قلوي تحويل الزمرة الكيتونية لزمرة هيدروكسيلية لا تلبث أن تتصبن بكاتيون الصوديوم لتتحول لمركبٍ حلول يمكنه الهجرة، ومن ثم التغلغل والانتشار في عمق الألياف، وبأكسدته يعود مركباً غير حلول وحبس البنية السيلولوزية مانحاً إياها اللون.

٣-١- تفكك هيدروسلفيت الصوديوم: يتأكسد هيدروسلفيت الصوديوم بالهواء ويتخرب معطياً كبريتيت الصوديوم الحمضي:



لذا ولعدم ثباتية كلٍ من الهيدروسلفيت والبيكبريتيت في الوسط الحمضي فإننا نلجأ لجعل الوسط قلوياً منعاً لتفككهما للكبريت الحر والمشتقات الكبريتية الأخرى. وطُرحت بسبب سرعة تأكسد الهيدروسلفيت مرجعات بديلة مثل مادة الرونجال أ:



٣-٢- تكوين وثباتية مركبات الليكو: يتشكل مركب الليكو عند إرجاع الزمر الكيتونية للصبغ بالهيدروسلفيت في الوسط القلوي، لذا ترتبط كمية الهيدروسلفيت اللازمة أساساً بعدد الزمر الكيتونية الداخلة في تركيب الصباغ، إضافةً لكمية أخرى بدل الفاقد الممكن تفاعله مع أكسجين الهواء الجوي، في حين ترتبط كمية هيدروكسيد الصوديوم بعدد الزمر الكيتونية فقط لانعدام تأثير أي عامل آخر إلا في حال وجود مركبات قابلة للتصبن في الحوض أو الألياف السيلولوزية، إذ تستلزم كل مجموعة كيتونية جزيء قلوي واحد، وبذلك نرى أن لكل صباغ

- كميتي هيدروسلفيت و هيدروكسيد صوديوم محددتين علينا الأخذ بهما لضمان نتيجة عمل أفضل، وهذا ما يدفع بالشركات المنتجة للأصبغة عموماً بتصنيف أصبغتها للألوان المركبة بحيث تتقارب عناصرها في احتياجها لـ:
- ١- كميات: هيدروسلفيت الصوديوم، هيدروكسيد الصوديوم، الملح.
 - ٢- درجة الحرارة.
 - ٣- العوامل المساعدة الأخرى كعوامل التسوية والتحلية ...
- ٣-٣- تأثير درجة الحرارة: لدرجة حرارة الحمام الصباغي أهمية كبيرة لأن ارتفاع درجات الحرارة عموماً يعزز امتصاص الأصبغة ومعدلات التسوية و ... لذا ينصح بعضاً بالبدا بعملية الصباغة بدرجات حرارة أعلى من المطلوبة لنتبعها بتبريد لتحقيق أعلى درجات استنفاد للحمام، وهذا ما يُطبق غالباً مع المجموعتين الأولى والثانية، على العكس من المجموعة الثالثة التي يرتفع معدل امتصاصها مع ارتفاع درجات الحرارة، لذا فإننا نبدأ الحمام بدرجات الحرارة المنخفضة لتحقيق أعلى درجة تسوية ممكنة ونرفع درجة الحرارة شيئاً فشيئاً وصولاً لدرجة الحرارة المطلوبة.
- ٣-٤- تأثير عوامل التسوية: لمواد التسوية أهمية كبيرة في الحمام الصباغي لتحقيق عملية صباغة متجانسة، ويمكننا فهم دورها من خلال فهمنا لآلية العملية الصباغية، إذ تتم عملية انتقال الصباغ من المحلول للألياف عبر مرحلتين أساسيتين:
- هجرة الصباغ من المحلول حتى سطح الألياف.
 - انتشار الجزيئات الصباغية باتجاه عمق الألياف.
- فالأصبغة العالية معدلات الانتشار تستطيع تحقيق تسوية وتجانس ذاتي بعد بعض الوقت لحركتها المستمرة، في حين تحتاج الأصبغة المنخفضة معدلات الانتشار مواداً تساعد على رفع معدلات التجانس عبر عدة آليات من أهمها:
- أ- عوامل التسوية المؤخرة: وتوزع في فئتين أساسيتين: فمنها ما يتم امتصاصه من قبل الألياف، ومنها ما يرتبط بالصباغ، والفئة الأولى تمنع من الارتباط السريع لجزيئة الصباغ بالألياف، والفئة الثانية تحد من سرعة تحرك الجزيئة بما يدعم تحقيق شروط عملية بناء أكثر انتظاماً، وأهم ما يعيب هذه المجموعة تسببها بفقدان ما يقارب ١٠-٢٠% من الصباغ، ونجد منها الكاتيوني واللاأيوني.
 - ب- عوامل التسوية المعيقة على البارد: ويقوم مبدأ عملها على دورها المعيق بشروط درجات الحرارة المنخفضة والذي يتخادم مع ارتفاع درجة الحرارة ونكون أننا قد حصلنا على مستوى التسوية المطلوب.
 - ج- عوامل التسوية غير المؤخرة: ويقوم مبدأ عملها على التفاعل مع الجزيئات الصباغية الضعيفة الانحلال بالماء لتشكيل جملة أكثر انحلالاً، وبالتالي أكثر قدرةً على التحرك والانتشار.
 - د- عوامل التسوية المشتتة والمحسنة للانتشار: تحد من تجمع الأصبغة بحالتها المرجعة، وبالتالي ترفع من قدرتها على الانتشار والتغلغل.
- ٤- تقنيات تطبيق أصبغة الأحواض: وبناءً على فهمنا لآلية العملية الصباغية، وثباتيات الهيدروسلفيت فقد أمكن وضع ثلاث تقنيات صباغة مختلفة:
- طريقة الملح الصوديومي الذائب لمركبات الليكو.
 - طريقة مركب الليكو الحمضي.
 - طريقة البيغمنت.
- كما تم تصنيف أصبغة الأحواض لخمس مجموعات بحسب الشروط الأمثل لتطبيقها: درجة الحرارة، نسبة الملح، نسبة القلوي أو الهيدروسلفيت ...
- ٤-١- مجموعات أصبغة الأحواض التطبيقية:
- المجموعة الأولى: تحتاج لدرجات حرارة من (٢٠-٣٠ م°)، ولكميات بسيطة من هيدروكسيد الصوديوم، وإضافات ملح محدودة.

- المجموعة الثانية: تحتاج لدرجات حرارة من (٤٠-٥٠ م°)، ولكميات أعلى من هيدروكسيد الصوديوم دون الحاجة للملح.

- المجموعة الثالثة: تحتاج لدرجات حرارة (٦٠ م°)، ولكميات أعلى من هيدروكسيد الصوديوم ودون الحاجة للملح.

- المجموعة الرابعة: تحتاج لطرائق تحضير حمام خاصة إضافة لضرورة وجود بعض العوامل المبعثرة لمنع تجمعها على بعضها بعضاً، ولا نحتاج معها للملح إذ يستنفذ حمامها كاملاً عند درجة حرارة (٥٠ م°)، ويتميز أفرادها عن بعضهم بعضاً بقدر احتياج كل منهم لهيدروكسيد الصوديوم.

- المجموعة الخامسة: ومعظم أفرادها من الأصبغة السوداء التي تحتاج لدرجة حرارة (٨٠ م°)، وكميات كبيرة من هيدروكسيد الصوديوم دون الحاجة للملح.

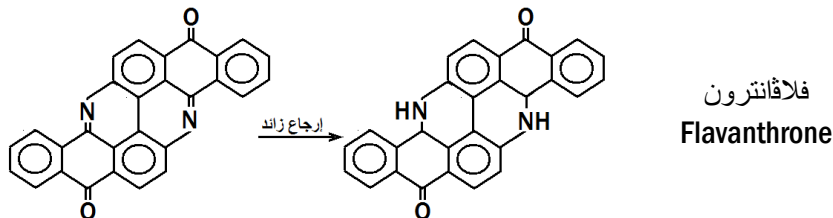
٤-٢- **طريقة الملح الصوديومي الذائب لمركبات الليكو:** تقوم هذه الطريقة على إضافة هيدروسلفيت الصوديوم مع هيدروكسيد الصوديوم للصبغ مباشرةً بحيث تبدأ عملية امتصاص الأصبغة مع بدء عملية الصباغة، ويتوجب علينا معها الأخذ بالشروط المثلى لتطبيق العملية الصباغية استداراً لأخطاء قد تقع بها مثل:

أ- **ظاهرة التملح Salted - out:** وتحصل لبعض الأصبغة عند ارتفاع نسبة أيونات الصوديوم في المحلول لذا لا يمكننا تطبيقها من حمامات عالية التركيز، أو ذوات نسب حمامات منخفضة.

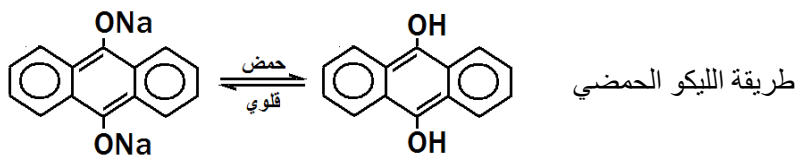
ب- **ظاهرة التحلل الإرجاعية Over - reduction:** ينفذ صبغ الاندانترين الأزرق RS مثلاً للإرجاع الزائد بفعل ارتفاع درجة الحرارة وزيادة الهيدروسلفيت ونقصان هيدروكسيد الصوديوم، ويتجه ظله نحو الاحمرار كونه يحوي في حلقاته أزوتاً واحداً وأربع مجموعات كربونيل لا نحتاج إلا لإرجاع اثنين منها فقط.

ج- **ظاهرة فقدان الهلجنة الإرجاعية Dehalogenation:** إذ تُكوّن بعض الأصبغة بفعل شروط التشغيل القاسية مركبات ليكو غير ذوابة وبالتالي غير قادرة على الدخول في العملية الصباغية ما يُفقدنا بعضاً من الصباغ، وبالتالي تغير اتجاه اللون لدرجة تزيد أو تقل بقدر ابتعادنا عن الشروط المثالية للعمل.

د- **ظاهرة تغير التركيب الإرجاعية Molecular rearrangement:** ونجد هذه الظاهرة مع أصبغة الفلاقترون Flavanthron التي تعطينا لوناً بنياً مخضراً بسبب تشكل هيدرات الفلاقترون بشروط درجات الحرارة العالية ما يعني تغيراً لاتجاه اللون والثباتيات على السواء، وعلى الشكل:



٤-٣- **طريقة الليكو الحمضي:** تحضر الأصبغة بهذه الطريقة على شكل معلقات مبعثرة في الماء بطريقة إرجاع الصباغ بالهيدروسلفيت وهيدروكسيد الصوديوم، ومن ثم معادلة القلوي الزائد وفق المعادلة:



ويتميز المركب الناتج بسهولة ذوبانه بالوسط القلوي، ويكون الليكو الحمضي عادةً على شكل حبيبات صغيرة معلقة مع مواد مبعثرة وحافطة تحافظ على سلامة المعلق وتمنع تجمع حبيباته لوجود ملح متآين يرفع عمر المعلقات لأسابيع.

والليكو الحمضي ليست له قابلية للألياف السيللوزية، ولكنه يتحول للملح الذواب بتأثير القلوي والمواد المرجعة بعد امتصاصه على البضاعة الخام، لذا يمكننا استخدامه بعد غمر البضاعة به للوصول إلى درجة التسوية المطلوبة حيث تبدأ عمليات الإرجاع والأكسدة وصولاً لصبغة متجانسة.

٤-٤-٤ - **طريقة البيغمنت**: انتشرت هذه الطريقة بشكلٍ واسعٍ وبخاصةً في الطرائق المستمرة، إذ يتم توزيع الجزيئات الصباغية بحالتها الأصلية غير الحلولة أولاً لنضمن تسويتها العظمى والممكن تحصيلها عندما يكون طحن الصباغ وتحضيره غروباً كما هو حال أصبغة Colloisol: BASF والتي تصل بأقطار حبيباتها حتى (١٠-٢) ميكرون، ثم نبدأ بإضافة العامل المرجع وهيدروكسيد الصوديوم لتبدأ العملية الإرجاعية بالمكان ولتتبعها العمليات التالية من الشطف والأكسدة بعد التحقق من الوصول لعمق واتجاه اللون.

٥- الأكسدة:

تتأكسد معظم أصبغة الأحواض بمجرد عصرها وغسلها وتعريضها للهواء، في حين تحتاج بعض الأصبغة لشروط أكسدة أكثر قوة تضطرنا معها لاستخدام كيماويات كفوق الأكاسيد والهيبيكلوريت والبيكرومات... وقد تؤدي شروط الأكسدة القوية لظاهرة فوق الأكسدة التي تخفض من درجة زهاء اللون عند استخدام البيكرومات ما يوجب علينا التعامل مع مرحلة الأكسدة بحذرٍ وبمؤكسدٍ مناسب.

٥- التصيبين:

تهدف عملية التصيبين إلى التخلص من جزيئات الصباغ الزائد على سطح الألياف والتي لم تتمكن من الاختراق خلال عملية الصباغة، وبالتالي فإنها تهدف لرفع الثباتات جميعها ودرجة زهاء اللون التي يسببها تبلور جزيئات الأصبغة عبر عملية التسخين وبالتالي رفع درجة انعكاس الضوء الساقط عليها كما بينت أشعة X، وكلما ارتفعت درجة حرارة حمام التصيبين قل الزمن اللازم لإنجاز عملية التبلور لذا فإننا نطبقها عند درجة حرارة الغليان وبوجود منظف بوسط قلوي من كربونات الصوديوم.

تطبيق أصبغة الأحواض " السولانترين " بطريقة شركة ICI

سنعرض لمبادئ تطبيق أصبغة السولانترين لشركة ICI كمثالٍ عملي لتطبيق أصبغة الأحواض:

١- مقدمة:

تستخدم أصبغة السولانترين كأصبغة أحواض مع الألياف السيللوزية: القطن، الكتان، حرير الفيسكوز ومزائجهم، ونجدها عادةً على شكلين اثنين:

أ- **مجموعة أصبغة السولانترين والكالدون السائلة**: مجموعة ذات قدرات تبعثر عالية، وتستوجب منا حمايتها من التجمد، تناسب تجهيزات الوزن الآلية وتقنيات البعثرة السريعة للاستخدامات الفورية، كما تناسب آلات الصباغة العالية معدلات التدفق لانخفاض رغوتها وإمكانية استخدامها بالطرائق المستمرة.

ب- **مجموعة أصبغة السولانترين والكالدون الميكروية**: مجموعة ذات قدرة تبعثر عالية بالماء بالتحريك العادي عند درجة حرارة (٤٠-٥٠ م)، أو بعجنها مع الماء الدافئ أو البارد قبل تمديدها، وتتميز عموماً بسهولة تداولها ووزنها مع تشكل أصغري للغبار أولاً، وثبات معلقها ما يؤهلها لأن تناسب طرائق صباغة البيغمنت بالطرائق المتقطعة أو المستمرة ثانياً.

٢- تصنيف أصبغة السولانترين:

تصنف في ثلاث مجموعات بحسب شروط التطبيق التالية بطريقة الاستنزاف:

١. درجة الحرارة التي تحقق المردود الأعظمي.

٢. تراكيز أو كميات هيدروكسيد الصوديوم والهيدروسلفيت اللازمة.

٣. تأثير إضافة الملح على معدلات الاستنزاف.

أي أنه يمكننا جدولتها على الشكل المبين في الجدول (١١٨).

ولا توجد حدودٍ فصلٍ دقيقة بين معظم الأصبغة للحصول على المردود الأعظم لذا فإن الطريقة الأمثل عند العمل مع مجموعة مركبة من الأصبغة الأخذ بالطريقة الملائمة للمكون الأكبر منها.

ويتغير اللون بتغيير نسبة ماء الحمام لاختلاف كمون الإرجاع فيما بين الحالتين، أما تأثير الملح فإنه أقل أهمية بالنسبة لخواص التسوية عموماً إلا مع الألوان الغامقة.

الجدول (١١٨)

مجموعة أصبغة السولانترين Solanthrene: ICI				
الطريقة	إضافة الملح	درجة قلوية الحمام	درجة الحرارة المثوية العظمى	مجموعة الصباغ
١	لا يلزم	عالية	٧٥-٥٥	عالية الألفة
			٧٥-٦٠	اللون الأسود
٢	يُفضل يلزم	متوسطة	٥٠	متوسطة الألفة
			٣٠-٢٠	منخفضة الألفة

٣- مبادئ الصباغة:

٣-١- **عموميات:** كما سبق وذكرنا فإن أصبغة الأحواض أصبغة غير ذوابة بالماء، لذا لا بد لنا لاستنزافها من تحويلها لمركب ذواب عبر عملية إرجاعها بالهيدروسلفيت بوسط قلوي لنحصل على مركب الليكو ذي اللون المغاير للون الصباغ الحقيقي، والذي لا يمكننا الوصول إليه إلا عبر عملية أكسدة، وترتبط قدرات الحمام الإرجاعية كثيراً بتهويته بدرجات الحرارة التي تزيد عن (٧٠-٩٠ م) ما يضطرنا لإجراء اختبار بورق الأحواض الأصفر أثناء عملية الصباغة والذي يجب أن يعطينا لوناً أزرقاً ملكياً غامقاً خلال (١-٢) ثانية في عينة من محلول الحمام لا يلبث أن يتحول ببطء إلى اللون الأخضر الغامق كما في الشكل (١٠٥)، ومن الضروري الالتزام بنسب تركيب الوسط المرجع بحيث يضاف (١,٢) لتر محلول هيدروكسيد الصوديوم (٣٧) بوميه لكل (١) كغ هيدروسلفيت الصوديوم.



الشكل (١٠٥): ورق الأحواض الأصفر Vat yellow paper

٣-٢- **نوعية الماء:** من أساسيات بناء الحمامات الصباغية استخدام الماء اليسر، وإلا يتوجب علينا الاستعانة بعوامل التحلية الملائمة، وتستوجب صباغة القطن الخام رفع نسبة عوامل التحلية المضافة بقصد تشكيل معقدات مع كاتيونات الكالسيوم والمغنزيوم التي تستنزف من هذه الغزول باتجاه ماء الحوض، كما يتوجب الانتباه إلى أن الماء وبخار الماء يستنزف بعض الكاتيونات المعدنية كأيونات الحديد من الأنابيب والتجهيزات التي نعمل من خلالها ما يستوجب علينا التعامل مع أفضل التجهيزات أولاً وأخذ الحيطة باستخدام عوامل التحلية ثانياً.

٣-٣- **تحضير الحوض:** يستخدم لبعثرة (٢) جزء من أصبغة السولانترين الميكروية وبدرجة حرارة (٥٠-٦٠ م) مئة جزء من الماء اليسر مع (٦,٢٥) جزء من محلول هيدروكسيد الصوديوم (٣٨) بوميه مع نثر وتحريك (٢,٥) جزء من الهيدروسلفيت، وتُحَرَك بلطف لمدة (١٠) دقائق مع المحافظة على درجة الحرارة.

وعند حل لون مركب من مجموعة أصبغة فإننا نأخذ بطريقة المكون الأكبر نسبة تداركاً للوقوع بأخطاءٍ قد تقع بها مثل تفاعلات نزع الهالوجين، الحلمهة، ترسب أو تبلور الأصبغة في طور محلول الليكو.

كما يُستحسن إضافة جزء أو أكثر من هيدروكسيد الصوديوم والهيدروسلفيت لحوض الصباغة تداركاً لأي فعل أكسدة قد يقع أثناء العمل، ويُستحسن تصفية مواد الحمام عبر منخل ناعم ضماناً لمحلول ليكو ممتاز.

٣-٤- **طريقة البيغمنت الأولي:** ونلجأ لهذه الطريقة على البارد أو الساخن عادةً عند احتمال حصول أخطاء أثناء العمل أو المواد كماً ونوعاً وذلك بغية الوصول لمستويات التسوية العليا بضمان التبعر الجيد لأصبغة السولانترين قبل إضافة ما يلزم من الهيدروسلفيت وهيدروكسيد الصوديوم.

٣-٥- **الكهرليات:** يستخدم ملح غلوبر أو ملح الطعام لرفع معدلات استنزاف المجموعة الثانية وبخاصة عند ارتفاع نسبة الحمام، ويستحسن العمل مع ملح غلوبر لاحتواء ملح الطعام الخام بعض كاتيونات الكالسيوم

والمغنزيوم...، وتتم إضافة دفعة الملح الأولى والتي قد تكون (٢٥-٣٠)% من كامل كمية الملح بعد مرور ثلاثين دقيقة على الصباغ في مرحلة الليكو كونها تؤدي لارتفاع ملحوظ في رفع معدلات الاستنزاف.

٣-٦- العوامل المبللة: إن إضافة العوامل المبللة أهمية كبيرة جداً في تحقيق المستويات العليا من التسوية من خلال التشرب المنتظم للأصبغة على الخامة أولاً، وعلى رفع معدلات الامتصاص ثانياً، وعلينا المحافظة على الحدود الدنيا من الرغوة تجنباً لحدوث الأكسدة السطحية ولتشكل الزبد، كما يتوجب علينا تجنب المبللات اللائيونية كونها تؤدي لكبت أو تخميد أصبغة الأحواض.

٣-٧- عوامل التسوية: يستلزم العمل مع الأصبغة العالية الألفة كأصبغة المجموعة الأولى إضافة بعض عوامل التسوية التي تخفض من سرعة استنزاف الأصبغة في المراحل الأولى للعملية الصباغية دون أن تؤثر في النهاية على مردود العملية ككل.

٤- عملية الأكسدة:

٤-١- المعالجة الأولية: تتم المعالجة الأولية بعد إنهاء الحمام الصباغي القلوي الحاوي على مركبات الإرجاع لنتبعه بحمام شطف للتخلص من الأصبغة والكيماويات الزائدة وغير المستنزفة، وغالباً ما يُعتبر حمام الشطف الأولي المرحلة الأولى لحمام الأكسدة.

٤-٢- كيماويات الأكسدة: غالباً ما يتم الاعتماد على المركبات الأكسجينية لإجراء عملية الأكسدة، مثل بربورات أو بركربونات الصوديوم، الماء الأكسجيني، ويرتبط اختيارنا للعامل المؤكسد بالتجهيزات والتوابع والكلفة، وترتبط كمية العامل المؤكسد اللازمة بـ:

١. درجة عمق اللون.

٢. فعالية أو مردود مرحلة الشطف. أو نسبة بواقي الصباغ من الحمام الصباغي على القماش.

وتتبع أهمية المؤكسدات المذكورة من فعاليتها على أساس التراكيز في الجدول (١١٩)، وتتم المعالجة بالكيماويات المؤكسدة عادةً لمدة (١٥-٢٠) دقيقة على آلات الجيكر، الونش وغيرها، وحسب درجة الحرارة الواردة في الجدول (١١٩):

الجدول (١١٩)

تراكيز المؤكسدات اللازمة بحسب أصبغة السولانترين لشركة ICI								
الجيكر		الآلات الدوارة		الونش		غاسل مستمر		العامل المؤكسد
درجة مئوية	غ/ل أو مل/ل	درجة مئوية	غ/ل أو مل/ل	درجة مئوية	غ/ل أو مل/ل	درجة مئوية	غ/ل أو مل/ل	
٦٠-٥٠	٥-٣	٥٠	٣-٢	٥٠	١-٠,٥	٦٠-٥٠	٣-٢	%١٣٠ ماء أكسجيني
	٢		٢-١				٢-١	
٦٠	٥-٣		٣-٢		١,٥-١	٧٠-٦٠	٥-٣	بربورات الصوديوم
٢٠	٢٠	٢٠	١٠					هيبوكلوريت الصوديوم

٥- التصبين:

يتم إنهاء المعالجة بإجراء حمام تصبين عند درجة حرارة الغليان لنزع بقايا الأصبغة من سطح القماش وبالتالي رفع درجة نقاء اللون والثباتيات عبر عمليات التبلور التي تجري بشروط درجة حرارة الغليان.

٦- صباغة الغزول:

سنتكلم عن صباغة الغزول بالطرائق الثلاث: طريقة الليكو، طريقة درجات الحرارة العالية، طريقة نصف البيغمنت.

٦-١- صباغة الغزول بطريقة الليكو: يتم تحضير وتخمير الحوض قبل إضافته للآلة لمدة (١٠) دقائق عند درجة حرارة (٦٠-٥٠ م°)، ويؤخذ بتراكيز الهيدروسلفيت وهيدروكسيد الصوديوم من جدول التراكيز، إذ يضاف للآلة أولاً العامل المبلل ومن ثم ترفع درجة الحرارة حتى الغليان لطرد الهواء من الحوض ونستمر على ذلك مدة (١٠) دقائق نتبعها بالتبريد حتى نصل لدرجة حرارة الحمام المطلوبة.

يُصَفَى محلول الليكو ويضاف للآلة على دفعتين أو أربع وعلى الاتجاهين: من الداخل للخارج ومن الخارج للداخل للآلات المزودة بهذا النظام، ومن الأفضل التحكم باتجاه تدفق السائل بحيث يبدل اتجاهه كل (٢-٣) دقائق لمدة (١٥) دقيقة يصبح بعدها التبديل كل (٤) دقائق لتتابع الصباغة لمدة (١٥-٦٠) دقيقة بحسب درجة عمق اللون، وبحيث تتم إضافة محلول الملح على دفعات: أولها بعد (٣٠) دقيقة من بدء زمن الصباغة وبحيث تعادل (٢٠-٢٥)% من كامل كمية الملح، ونزيد هذه الكمية شيئاً فشيئاً حتى إنهاء الحمام.

٦-٢- صباغة الغزول عند درجات الحرارة العالية: تطبق هذه الطريقة التي تجري عند درجة حرارة (٨٠ م) بقصد رفع درجة التسوية لحدودها العليا، ويُصَحَّح بها عند صباغة القطن الممرسز أو حرير الفيسكوز، وتتميز بعدم ضرورة تبريد الحمام عند انتهاء عملية الصباغة برغم أن بعضهم يُفضل التبريد حتى (٥٠ م) حسب الطريقة رقم (٢) الخاصة بالألوان الغامقة على غزول القطن غير الممرسز للوصول لأعلى درجة عمق لون ممكنة.

وتتم إضافة (٢-٥) غ/ل نترت الصوديوم أو غلوكوز لحوض الصباغة عند العمل مع أصبغة حساسة لفوق الإرجاع وقبل وصول الحمام حتى الدرجة (٦٠ م)، وأخيراً نشطف ونؤكسد.

٦-٣- صباغة الغزول بطريقة نصف البيغمنت: تلائم هذه الطريقة طرائق الصباغة الآلية خاصة حيث تتم جميع الإضافات على البارد وعند البدء، وتكمن ميزات هذه الطريقة في بطء معدلات إرجاع حوض الصباغة على البارد، وأيضاً بطء استنزاف الصباغ بما يفسح المجال لتجانس توزع الأصبغة على كامل الغزل وقبل أي استنزاف، ويمكننا توصيف هذه الطريقة عموماً بالخطوات:

١. نضيف كمية هيدروكسيد الصوديوم، وننور الحمام عند درجة حرارة (١٥-٢٠ م).
٢. نضيف الصباغ المبعثر جيداً بعد تصفيته ويدور.
٣. نضيف كمية الهيدروسلفيت اللازمة على مدى (٢-٣) دورات.
٤. نتابع عملية الصباغة لمدة (٢٠) دقيقة.
٥. نبدأ برفع درجة الحرارة بمعدل درجة واحدة / دقيقة.
٦. نتابع الصباغة لمدة (٢٠-٣٠) دقيقة حتى الوصول للاستنزاف والتسوية العاليتين.
٧. نشطف في النهاية ونؤكسد.

ملاحظات:

- تتم جميع الإضافات عبر المرحتين: من الداخل للخارج وبالعكس.
- ترفع درجة حرارة الحمام حتى (٧٥-٨٠ م) أثناء المرحلة النهائية للصباغة لتحقيق أعلى درجتي تخريق وتسوية ممكنتين.

- تُرفع درجة حرارة الحوض حتى (٧٥-٨٠ م) للألوان الغامقة - فوق (٣%) - لتتحقق أعلى ثباتية احتكاك ممكنة.
- تتم إضافة نترت الصوديوم أو الغلوكوز بنسبة (٢-٣) غ/ل وبدرجة حرارة (٧٥-٨٠ م) للأصبغة الحساسة لفوق الإرجاع.

- تضاف العوامل المؤخرة قبل إضافة الهيدروسلفيت.

وعلينا إحكام عملية لف الغزول ليكون ضخ السائل من خلالها ضخاً نظامياً عند الدرجة (٢٠-٣٠ م) ومن ثم ترفع درجة الحرارة حتى (٤٠-٤٥ م) ليضاف محلول الهيدروسلفيت على دفعات وخلال زمن (٣٠-٤٠) دقيقة (الزمن الأطول للألوان الفاتحة) عبر مضخة خاصة لمحلول الهيدروسلفيت يمكننا التحكم بغزارتها وممزوجاً مع ١٠% من كامل كميات هيدروكسيد الصوديوم.

٦-٤- صباغة الغزول بطريقة البيغمنت عند درجات الحرارة العالية: تُستخدَم هذه الطريقة فقط مع الغزول الثقيلة التي يصعب تدفق السائل من خلالها بشروط درجات الحرارة المنخفضة، إذ تجري مرحلة الصباغة بالبيغمنت قبل إضافة القلوي عند الدرجة (٨٠ م) لضمان الوصول لمعدلات التدفق العالية حيث ترتفع نسبة صباغ البيغمنت المستنزفة داخل الألياف وبصورة منتظمة بسبب ازدياد تبعثر البيغمنت عند درجات الحرارة

العالية، وتتم السيطرة على كامل العملية من خلال التحكم بإضافة القلوي، ويمكننا توصيف هذه الطريقة بسلسلة الخطوات:

١. نرفع حرارة الحمام حتى (٦٠ م) مع المحافظة على درجة تبعر الأصبغة ثم حتى (٨٠ م) بمعدل (٢) م/د.
٢. نبرد حتى (٦٠-٧٠ م).
٣. نضيف محلول هيدروكسيد الصوديوم اللازم.
٤. نضيف هيدروسلفيت الصوديوم.
٥. نتابع عملية الصباغة لمدة (٣٠-٤٠) دقيقة نتبعها بإضافة الملح.
٦. بعد الانتهاء نشطف ونؤكسد.

ملاحظات:

- تستخدم هذه الطريقة بشكل خاص مع الألوان الفاتحة حتى الوسط.
- قد نلجأ لتبريد الحمام حتى (٥٠ م) ولمدة (١٥) دقيقة لرفع نسبة الاستنزاف وفق طريقة الصباغة (٢).
- تتم إضافة نترت الصوديوم أو الغلوكوز بمعدل (٢-٥) غ/ل مع الأصبغة الحساسة لفوق الإرجاع عندما تتم عملية الإرجاع خارج المجال (٧٠-٨٠ م).
- ٥-٦. **الشطف والأكسدة:** علينا التتويه أولاً بوجوب إجراء جميع معالجات الشطف وفق الاتجاهين، ونحتاج عموماً لما يقارب (٢-٤) حمامات شطف لخفض درجة القلوية حتى pH: 9-10 من أجل كيماويات الأكسدة.
- وعلينا استخدام الماء اليسر في عمليات الشطف وتجنب الوصول لمحلول الليكو الحمضي عند انخفاض درجة القلوية عن pH: 10 تداركاً لتشكل رواسب تخفض من ثباتية الغزل على الاحتكاك في نهاية العملية الصباغية، ويُستحسن إضافة بعض هيدروكسيد الصوديوم وهيدروسلفيت الصوديوم بمعدل (١) غ/ل في حمام الشطف الأول لتجنب ترسب البيغماتات على سطح الغزل وخاصة مع الألوان الغامقة.

٧- الصباغة على الجيكر:

- ٧-١. **الطريقة العامة والمبادئ:** نبدأ بالأهمية مع خياطة الأثواب بانتظام وقوة، ويستحسن وضع قطعة قماش إضافية في بداية ونهاية البضاعة لنتمكن من حمام منتظم على كامل القماش الواجب تلقيمه بطريقة لا تكسير أو تجعد معها، إضافة لضرورة أن تكون الحواشي منتظمة فوق بعضها بعضاً طوال فترة حمام الصباغة منعاً لدخول الهواء على أحد أطراف القماش وبالتالي أكسدتها باكراً وتلونها بلون مختلف.
- وعلينا قبل البدء بحمام الصباغة تحضير البضاعة بشكل جيد عبر عمليات الغسل والتبليل وضبط نسبة الحمام (١:٤) للوصول لأقل درجة تباين في اللون على امتداد طول القماش، والتأكد من تمام التخلص من آثار كاتيونات الكالسيوم والمغنزيوم تداركاً لأي ترسب لمحلول الليكو.

ويتطلب تحضير الحمام الأبيض درجة حرارة الصباغة مع هيدروكسيد الصوديوم والهيدروسلفيت مع مبلل ومنظف، لذا نور الجيكر بعد إضافة هذه المواد للوصول لتجانس توزع هذه المواد والتخلص من بقايا الماء الأكسجيني ووصولاً لدرجة الحرارة اللازمة لنبدأ بإضافة الصباغ المُرجَع على مدى دورتين أو أكثر حسب طول القماش.

نور (٦-٨) دورات ولمدة (٤٥-٦٠) دقيقة بدرجة حرارة ثابتة ونتابع اختبار شروط العمل للتحقق من ثباتها باستمرار عبر ورق الأحواض الأصفر ونضيف ما يلزم من القلوي والهيدروسلفيت في حال نقصهما، وأخيراً نفرغ الحمام (دون توقف حركة الجيكر) ونشطف بالماء البارد دورتين إلى أربعة حسب درجة عمق اللون، ثم نشطف ونؤكسد.

٧-٢. **طريقة البيغمنت الأولية:** تلائم البضائع السمكية والتي تحتاج لمعدلات تخريق عالية يمكننا معها تشريبها الصباغ على شكل بيغمنت على البارد عبر عملية تحضير، ويمكننا توصيف الطريقة بعد غلي وتبييض القماش على الشكل:

الدورة ١: نملأ الحمام حتى ٧٠% من الحجم النهائي المطلوب، ونضيف نصف الصباغ المبعثر جيداً ونرفع درجة

الحرارة حتى (٨٠ م) وندور حتى الرأس الآخر.

الدورة ٢: نضيف نصف الصباغ الآخر ونبعثره بالماء وندور عند (٨٠ م) حتى الرأس الآخر.

الدورة ٣: نستكمل بالماء البارد حتى وصول درجة الحرارة حتى (٦٠ م) ، ونضيف ثلث كمية القلوي وثلثي الهيدروسلفيت وندور دورة واحدة.

الدورة ٤: نضيف باقي القلوي والهيدروسلفيت وندور عند الدرجة (٦٠ م).

الدورات ٥ - ٨: نتابع عملية الصباغة عند الدرجة (٦٠ م) حسب درجة عمق اللون، وأي إضافة للملح يجب أن تتم وفق طريقة الصباغة (٢) للألوان الغامقة، وتتم إضافتها على دفعتين في الدورتين (٧ و٨).

الدورتان ٩ - ١٠: نشطف شطفًا جاريًا بالماء البارد قبل إضافة كيماويات الأكسدة وتتبعها بعملية تصبيل.

٨- الصباغة على آلات الونش والأوفر فلو والجت:

تتم الصباغة على هذه الآلات بطريقتي نصف البيغمنت والبيغمنت الساخنة.

٨-١- طريقة نصف البيغمنت: تلائم هذه الطريقة آلات الأوفر فلو، إذ ندور القماش عند أقل درجة حرارة ممكنة بعد بعثرة الصباغ مع هيدروكسيد الصوديوم وقبل إضافة الهيدروسلفيت اللازم للإرجاع، وتتم مراقبة معدلات الصباغة البطيئة أثناء الحمام البارد، ويمكننا توصيف هذه الطريقة على الشكل:

١- نبدأ الحمام عند الدرجة (٢٠ م) بماء يسر يحوي عوامل تحلية وكر بوكسي ميتيل سيليلوز * بمعدل (٢٥، ٠ - ٣، ٠) غ/ل وندور لمدة ١٠ دقائق.

٢- نضيف كمية هيدروكسيد الصوديوم اللازمة والممددة بماء يسر، ويستحسن إضافة عوامل تسوية للألوان الفاتحة.

٣- نضيف الصباغ اللازم بعد بعثرته بالماء الدافئ وندور لمدة (١٠) دقائق.

٤- نضيف كمية الهيدروسلفيت اللازمة بعد حلها وندور (١٠) دقائق نتبعها برفع درجة الحرارة بمعدل (١ م) في الدقيقة وصولاً لدرجة حرارة (٧٠ م).

٥- نتابع عملية الصباغة لمدة (٣٠-٤٠) دقيقة. لنشطف بعدها ونؤكسد ونغلي.

(* لكر بوكسي ميتيل سيليلوز أرقام استبدال مختلفة، ولكل رقم استبدال فعاليته، لذا علينا أن نختار رقم الاستبدال المناسب والذي بقي من توضع وترسب الأصبغة بصورة عشوائية (المؤلف).

٨-٢- طريقة البيغمنت الساخنة: تفضل هذه الطريقة عند الصباغة على آلة الجت حيث نحتاج لدرجة مرونة جيدة لتحقيق دوران أمثل، إذ يتم تدوير البضاعة عند درجة حرارة (٨٠-٨٥ م) ونضيف هيدروكسيد الصوديوم والصباغ المبعثر قبل إضافة الهيدروسلفيت، وتتميز هذه الطريقة بتسويتها العالية، ويمكننا توصيفها على الشكل:

١- نبدأ الحمام عند (٤٠ م) مع الماء اليسر الحاوي ما يلزم من عوامل التحلية وندور (٥) دقائق.

٢- نضيف القلوي اللازم المذاب بالماء اليسر ونضيف عوامل التسوية حسب اللزوم.

٣- نضيف كمية الصباغ بعد بعثرتها بالماء الساخن وندور (١٠) دقائق.

٤- نرفع درجة الحرارة حتى (٨٠-٨٥ م) وندور (١٥) دقيقة.

٥- نبرد الحمام حتى (٧٠ م) - (٦٠ م) للأزرق الضاوي - ونضيف الهيدروسلفيت بعد حله بماء الحمام وندور (١٠) دقائق.

٦- نتابع عملية الصباغة لمدة (٣٠-٤٠) دقيقة عند هذه الدرجة من الحرارة.

٧- نشطف ونؤكسد ونصبين.

٨-٣- الأكسدة: يُستحسن إجراء عمليات الشطف على آلة الأوفر فلو بشرط المحافظة على الدوران المتواصل للبضاعة واستنزاف الحمام كاملاً وتدرجياً لمرتين أو ثلاثاً قبل إعادة ملئه بالماء اليسر ومراقبة نسب الهيدروسلفيت بورق الاختبار الأصفر وإضافة ٥، ٠ غ/ل هيدروسلفيت لمنع الأكسدة السطحية المبكرة للألياف، وأخيراً نضيف كيماويات الأكسدة بعد ضبط درجة القلوية عند pH: 10.

٩- تقنيات تحسين تسوية العملية الصباغية:

تمتلك أصبغة الأحواض عندما تكون في مرحلة الليكو ألفةً عالية نحو الألياف السيللوزية، لذا فإن ثمة أساليب عدة متبعة لتحسين قدرتها على التسوية والتجانس، وأهمها:

١. استخدام تقنية البيغمنت.
 ٢. استخدام العوامل المؤخرة وعوامل التسوية والتحكم بدرجة الحرارة.
- فاستخدام تقنية البيغمنت طبقت كما رأينا على الغزول والجيكز بصورة جيدة وتم شرحها بالتفصيل.
- أما استخدام العوامل المؤخرة وعوامل التسوية فيهدف لخفض معدلات امتصاص الأصبغة بدايةً لتحسين هجرتها، وتستخدم هذه العوامل بتركيز تزداد بانخفاض تراكيز الصباغ وتتنخفض بارتفاعها حتى أننا لا نحتاجها مع الغوامق لخواص التسوية الأساسية العالية للأصبغة في مثل درجات عمق اللون هذه.
- وتعزز الحرارة هجرة وتخريق الصباغ عند (٨٠-٨٥ م°)، ونلجأ لدرجات الحرارة المنخفضة عند الأخذ بطريقة نصف البيغمنت حيث تتخذ الأصبغة شكل الليكو ببطء لتستنزف داخل الألياف السيللوزية، في حين نلاحظ أنه وبمحاليل الليكو العالية التركيز بعض المشاكل الناجمة عن ضعف انحلال محلول الليكو، وبتبلوره في حمام الإرجاع البارد ما يجعلنا نفضل الصباغة على البارد بطريقة خزان أصبغة الأحواض.

١٠- تعرية أصبغة الأحواض:

يمكننا تعرية أصبغة الأحواض جزئياً بحيث تصبح ألواناً فاتحة يمكننا إعادة صباغتها بوجود عوامل تسوية ملائمة، ويتألف حمام الإرجاع الأبيض من هيدروكسيد الصوديوم مع هيدروسلفيت الصوديوم أو بولي فينيل البيريليدون* بتركيز (١-٢) غ/ل، ويستحسن تعرية الأصبغة بشكل كامل من الحمام الأول منعاً لترسب الأصبغة على البضاعة.

(* يلعب بولي فينيل البيريليدون ذات دور الكربوكسي ميثيل سيللوز (المؤلف)

١١- تراكيز العوامل المرجعة:

تبين الجداول التالية كميات هيدروكسيد الصوديوم والهيدروسلفيت والملح التي تستلزمها مختلف العمليات الصباغية، وعندما نعمل بطريقة خزان الأحواض فإننا نضيف عوامل الإرجاع قبل الصباغ، ويتم طرح كمية ما يضاف للحوض من الكمية الكلية الواردة في الجداول التالية.

١١-١- خزان الأحواض: ويتم بنائه على النحو المبين في الجدول (١٢٠):

الجدول (١٢٠)

بناء خزان أحواض أصبغة السولانترين

المادة	أصبغة سولانترين ميكروية أو ما يعادلها	وتتم بعثرتها	ماء	هيدروكسيد الصوديوم ٣٦ بوميه	هيدروسلفيت الصوديوم
جزء	١	مع	٥٠	٣,١٥	١,٢٥

ويترك الحوض عند درجة حرارة ٥٠ م° لمدة ١٠-١٥ دقيقة

١١-٢- **الصباغة على الجيكز:** تم وضع أرقام الجدول (١٢١) بدراسات نظرية تعمدت الأخذ بأرقام أكبر تداركاً لأي عملية أكسدة قد تتم على الجيكز أثناء الصباغة وخاصة في أول دورتين.

الجدول (١٢١)

كميات الحمام الإجمالية على الجيكز لأصبغة السولانترين

نسبة الصباغ الميكروي: %		١		٣		٥		٧		١٠	
نسبة الحمام للألياف		٥/١	٣/١	٥/١	٣/١	٥/١	٣/١	٥/١	٣/١	٥/١	٣/١
هيدروكسيد الصوديوم	الطريقة ١	٣٠	٢٥	٤٠	٣٥	٥٠	٤٢	٦٠	٥٠	٧٠	٦٠
٣٦ بوميه	الطريقة ٢	٢٠	١٥	٢٦	٢٢	٣٨	٣٢	٤٨	٤٠	-	-
هيدروسلفيت الصوديوم: غ/ل		١٢	١٠	١٨	١٥	٢٥	٢٠	٣٠	٢٥	٣٥	٩٠
ملح طعام أو غلوبر: غ/ل		١٠	١٠	١٢	١٢	١٦	١٦	٢٠	٢٠	-	-

١١-٣- **صباغة الغزول والصباغة على الجت:** طرحت الأرقام هنا على أساس نسبة حمام (١:١٠)، لذا يتوجب علينا استدرارك هذه النسب برفعها عند انخفاض نسبة الحمام وخفضها عند ارتفاع نسبته، بالإضافة لاستدرارك بعض العوامل الأخرى كالتهدوية، ونرى هذه الأرقام في الجدول (١٢٢):

الجدول (١٢٢)

كميات الحمام الإجمالية على الجت لأصبغة السولانترين					
١٠	٧	٥	٣	١	نسبة الصباغ الميكروي: %
٤٠	٣٥	٣٠	٢٣	١٧	الطريقة ١
-	٢٠	١٧	٢٤	١٠	الطريقة ٢
١٢	٩	٧	٥,٥	٤	هيدروسلفيت الصوديوم: غ/ل
-	٢٣	١٨	١٣	٨	ملح طعام أو غلوير: غ/ل

١١-٤- الصباغة على الونش: ونجد ما يخصه من أرقام في الجدول (١٢٣):

الجدول (١٢٣)

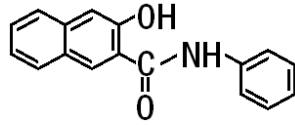
كميات الحمام الإجمالية على الونش لأصبغة السولانترين											
%١٠		%٧		%٥		%٣		%١		نسبة الصباغ الميكروي	
٣٠/١	٢٠/١	٣٠/١	٢٠/١	٣٠/١	٢٠/١	٣٠/١	٢٠/١	٣٠/١	٢٠/١	نسبة الحمام للألياف	
٢٢	٣٠	١٨	٢٥	١٥	٢٠	١٣	١٨	١٠	١٧	الطريقة ١	هيدروكسيد الصوديوم
-	-	١٣	١٦	١٠	١٣	٧,٥	١٠	٦	٧,٥	الطريقة ٢	٣٦ بومييه
١٠	١٢	٩	١٠	٨	٩	٧	٨	٦	٦	هيدروسلفيت: غ/ل	
-	-	٢٠	٢٠	١٦	١٦	١٢	١٢	١٠	١٠	ملح طعام أو غلوير: غ/ل	

البحث الرابع

صباغة الألياف السيللوزية بأصبغة النفтол "الديازو"

١- مقدمة:

تم اكتشاف إمكانية توليد الجزيء الصباغي داخل الشعيرات السيللوزية على يد العالم هوليداي عام ١٨٨٠ بغمرة الألياف الخام بمحلول قلوي لمركب فينولي هو البيتا نفتول ومن ثم ديازته بأحد المركبين: ألفا وبيتا نفتيل أمين أو بارا نيترو الأنيلين وأعطت هذه البداية إمكانية الحصول على ألوان الأحمر البرتقالي والخمري فقط. وفي عام ١٩١٢ اكتشفت شركة غريشيم الكترون مجموعة النفтол AS ذي الألفة الأعلى للألياف السيللوزية ما حسن كثيراً من ثباتيات هذه الأصبغة وعدد ألوانها، ذلك أن مجموعة العالم هوليداي كانت تعاني عند غمرها بمحلول الإظهار من هجرة باتجاه الحوض ما يجعل الكثير منها يتدياز على سطح القماش أو في المحلول ليتوضع على الألياف ما يؤدي بالنتيجة لثباتيات ضعيفة، أما هذه فقد أمكن للألياف الاحتفاظ بها بمعدلات أعلى ما يؤدي بالنتيجة لثباتيات أفضل بكثير لأن الديازة داخل الشعيرات ترفع من صعوبة الانحلال أو الهجرة المعاكسة.

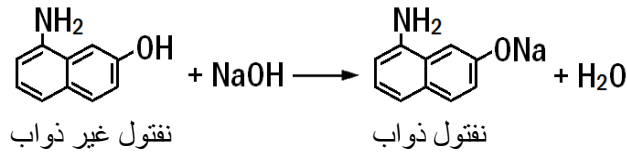


أما عن سبب اتساع طيف ألوانها فيعود لاكتشاف مجموعة كبيرة من الأمينات القابلة للديازة والقادرة على التزاوج مع النفтол AS.

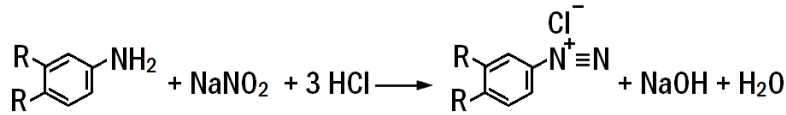
وفي عام ١٩٢٠ طرحت شركة ICI مجموعتي البرنتول الشبيهة بالنفتول والبرنتامين اللتان تعتبران أساساً ثابتة وبحيث أمكن الحصول على مجموعة ألوان: الأحمر، البنفسجي الخمري، الأزرق، ومن ثم البني والأسود والأخضر.

٢- مبدأ أصبغة الأزو: يتكون جزيء صباغ الأزو من تزاوج أساس نفتولي مع أمين عطري يحوي زمرة آزو، ويتم ذلك عبر مرحلتين أساسيتين:

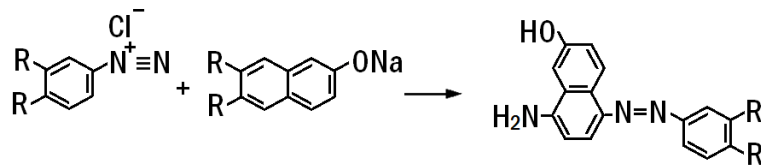
أ- تحويل النفтол غير الذواب بالماء إلى مركب ذواب بتصبيبه بهيدروكسيد الصوديوم وغمر القماش فيه ثم تجفيفه كما في المعادلة:



ب- تحويل الأساس لملاح الديازونيوم عبر تفاعله مع نترتيد الصوديوم بوجود حمض كلور الماء بحسب المعادلة:



ج- المزوجة بين النفтол المتصبن وملاح الديازونيوم: بغمر القماش المنفتل في محلول الديازونيوم - أي محلول الإظهار - ليبدأ ظهور اللون بحسب التفاعل:

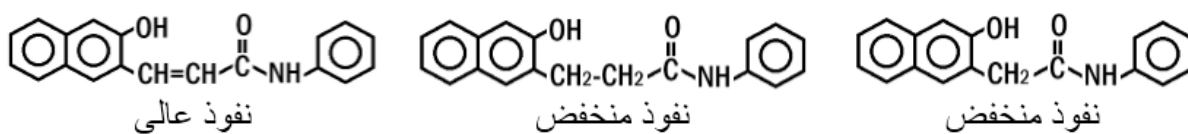


٣- مركبات التزاوج:

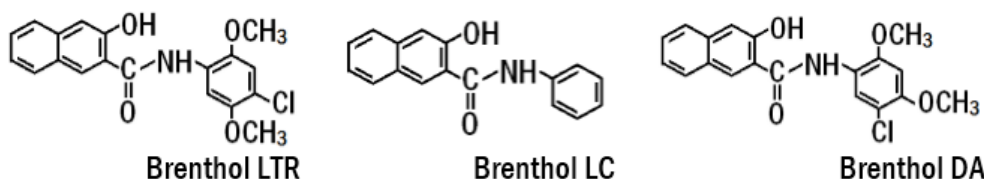
مركبات النفтол: عند اختيارنا للمركب النفثولي فإننا نبحث عن مواصفات لا بد له من تحقيقها وأهمها:
أ- قابلية نفوذ عالية.

ب - إعطاء مركبات تزواج عالية المقاومة للاحتكاك.

وترتبط قابلية المركب النفثولي للنفوذ داخل الألياف السيللوزية بوضع مجموعة الأמיד -NH، ووجود روابط مترافقة كما المركبات الثلاث التالية:



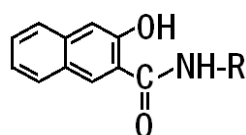
وترتفع القابلية أكثر وأكثر بازدياد الروابط الأמידية كما في برينتول DA وبإدخال متبادلات مثل الكلور والميتوكسي ووضع هذه المجموعات بالنسبة لبعضها بعضاً كما هو واضح في المثالين برنتول LTR وبرنتول LC، إذ نجد أن LC أكثر نفوذاً من LTR:



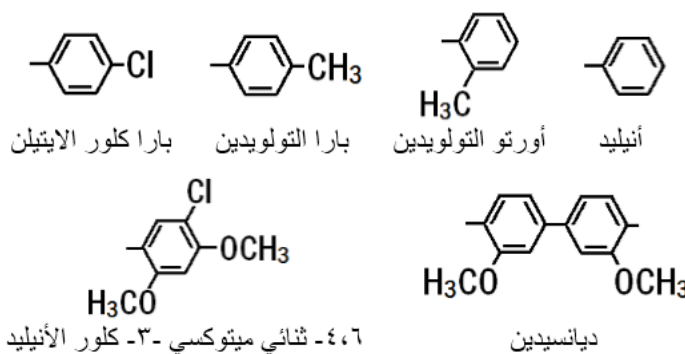
٤- أنواع مركبات التزواج:

ازداد عدد مركبات التزواج بشكل كبير، وبحيث اتسعت دائرة الاختيار بشكل واضح لاختيار المركب الأنسب لتحقيق كل من اللون والثباتية المطلوبين علاوةً عن بعض المواصفات الأخرى، لذا فإننا سنعرض هنا لبعض مركبات التزواج المعروفة صناعياً والتي يمكننا تصنيفها في ثلاث مجموعات:

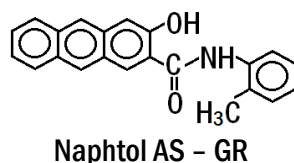
٤-١- مشتقات أنيليد حمض هيدروكسي النافتوليك " نفثول AS " وصيغتها العامة التي سبق ومرت معنا:



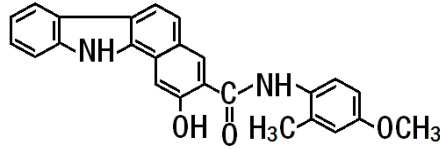
حيث يمكن أن تكون R أحد الجذور الستة التالية:



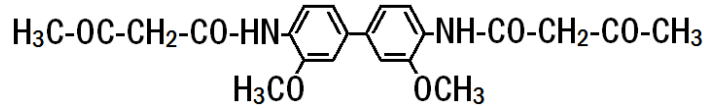
٤-٢- أنيليد الانترانين وكرbazول وبنزوكربازول لهيدروكسي الحموض الكربوكسيلية :



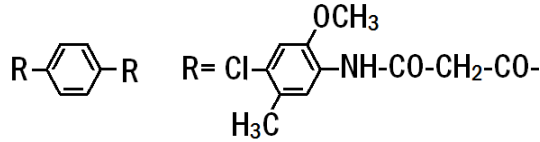
ويتميز هذا المركب عن النفثول AS باستبدال النفثول بالانتراسين، وينتج عن هذا الاستبدال إعطاء ظلال صفراء، في حين أن استبدال نواة النفثالين بالبنزو كربازول يعطي عند اختيار أسس مناسبة مثل النفثول AS-SR ظلالاً بنية غامقة وسوداء.



٤-٣- أنيليد ايتيل حمض الخل: وتتميز هذه المجموعة بإعطائها الأصفر الليموني حتى البرتقالي :



ومن أهم عيوب هذه المجموعة قابلية نفوذها الضعيفة ما يؤدي لثباتيات احتكاك ضعيفة يمكن تحسينها باستخدام المركبات:



٥- تصنيف المركبات النفولية حسب قابليتها للنفوذ:

يمكننا تصنيف المركبات النفولية إلى أربعة مجموعات حسب قدرتها على النفوذ داخل شعيرات القطن وبما يمكننا من حسن استخدامها، ففي حين تستلزم عملية الصباغة نفوذاً عالياً نجد أن الطباعة والصباغة على الباد تستلزمان نفوذاً ضعيفاً أو متوسطاً:

النفوذ	منخفضة	متوسطة	عالية	عالية جداً
سرعة النفوذ	AS, AS - D...	AS - B0, AS - E...	AS - BT...	AS - S, AS - SG...

٦- أسس الديازة وأملاح الديازة الثابتة:

ازداد عدد الأسس المعروفة منذ اكتشاف النفوذ AS زيادة كبيرة، وازداد بالتالي عدد الألوان الممكن الحصول عليها بصورة كبيرة، إلا أنها ليست جميعها على نفس الدرجة من الثبات للغسيل والضوء إذا فإننا سنتعرض هنا للألوان ذات الثباتيات العالية، والأسس المتداولة عالمياً إما أن تسوق تحت اسم الأسس الثابتة، أو كأملح تحت اسم الأملاح الملونة الثابتة، إلا أن أغلبها يباع على شكل أملاح كلور التوتياء مثل:

Fast color bases or fast color salts: Orange GR, Red 3GL, Scarlet ZG, Blue 2B, Black K ...

أما أملاح الفاريامين الأزرق The variamine Blue Salts فهي كلوريدات الديازونيوم لأمينو ثنائي فينيل أمين، في حين أن الملح غارنت Garnet GBC فهو كبريتات الديازونيوم. وعموماً يمكننا تقسيم الأملاح الثابتة لمجموعتين:

المجموعة الأولى: وهي مجموعة الأملاح الثابتة في الوسطين المعتدل والحمضي، ويمكنها توليد مركب الديازو بمجرد حلها بالماء، ويمكننا قسمتها أيضاً لأربعة أقسام:

أ - مركبات ديازو مثبتة كأملح الكلور والكبريتات.

ب - مركبات ديازو مثبتة كأملح معقدة: Complex Salts

ج - مركبات ديازو مثبتة كأملح سلفونيك: Salts of aryl Sulphanic acid

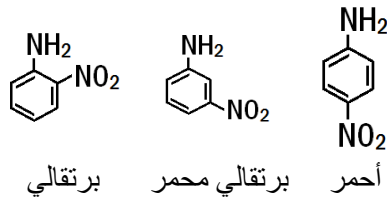
د - خليط مجفف للأسس مع الحمض وملح النتريت.

المجموعة الثانية: وهي مجموعة الأملاح الثابتة في الوسطين القلوي والمعتدل ويمكنها توليد مركب ديازو بمجرد إذابتها ومعالجتها بالحمض، ونجد من أهم أنواعها وأول ما استخدم مع أسس البيتا نفقول:

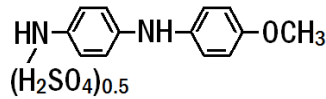
الخمري: α - Naphta lamine، أزرق محمر ضعيف الثبات للنور: P - Nitroanisidine

واستمر استخدام هذه الأسس بالإضافة إلى الأريل أمين الحاوية مجموعة أمين ونيتر، ووجد أن إدخال مجموعات الكوكسي أو هالوجين على النواة يعطي مع مركبات التزاوج ألواناً ذات خواص ثبات جيدة على النور والكلور.

وبدخول هذه المجموعات نحو الموقعين أورتو وبارا ينحرف اللون عن الموقع ميتا كما يبين المثال التالي مع النفтол S :

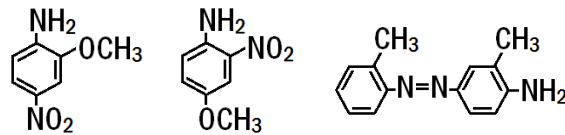


كما يؤدي تكبير حجم الجزيء لزيادة درجة عمق اللون وتحوله باتجاه اللون الأزرق، فمثلاً يعطي الفاريامين اللون الأزرق ومع النفтол S-D لونا أزرقاً عالي الثباتية على النور:



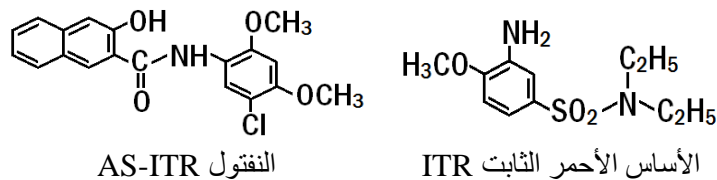
Variamine blue B

ولقد أعطت الأسس: الأحمر B، الخمري GB، الغارنت GBC ألواناً ذات ثباتيات جيدة على النور ضعيفة على الغسيل.

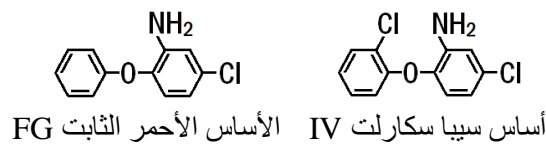


وأهم الألوان التي يتم تحضيرها من هذه المجموعة لون الأحمر التركي الذي يحضر من النفтол SA-TR مع الأساس الأحمر الثابت TR وبرنتول CT، وعندما يكون المطلوب نفثولاً عالي النفوذ نستخدم الأساس الأحمر الثابت KB مع برنتول BN

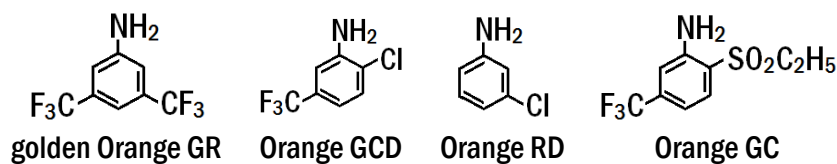
ثم ظهر فيما بعد النفтол AS- ITR مع الأساس الأحمر الثابت ITR للحصول على لون الأحمر التركي بثباتيات عالية جداً:



وأمكن الحصول على بعض أنواع الأحمر القرمزي من مشتقات أكسيد ثنائي الفينيل مثل Red FR:

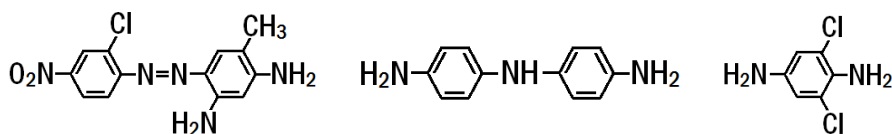


ويمكننا بمزاوجة أساس الكلورانتين البرتقالي GC مع البرنتول OT الحصول على لون البرتقالي المصفر بثباتية نورٍ متوسطة، ويمكننا تحسين هذه الثباتية بإدخال مجموعات ثلاثي فلور الميثيل:



في حين أننا نحصل على الألوان الصفراء من مزاوجة الأساس الأصفر GC مع أحد أنواع النفтол: AS-L3G, AS - G, AS - LG, علماً بأن الأساس الأصفر GC هو $(Cl - C_6H_4 - NH_2 \cdot HCl)$. أما الألوان الخضراء فيمكننا تحضيرها من مزاوجة الملح الثابت B مع أحد النفثولات: AS-D, AS-RS, AS.

وأخيراً يمكننا تحضير ألوان الأسود والبني باستخدام نفتول مناسب مع أحد الأسس:



٧- طرائق الصباغة:

تتم عملية الصباغة وفق مراحل أساسية ثلاثة: نقتلة، إظهار، إنهاء، ويشترط للوصول لأعلى درجات الثباتية التجهيز الأولي الجيد قبل النقتلة بإجراء عمليات قصر نصفي أو كامل أحياناً، وسنتطرق هنا لكل من هذه المراحل على انفراد:

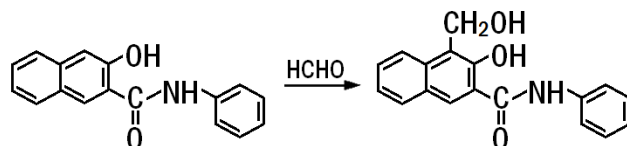
٧-١- النقتلة: يتم تحضير محلول النفتول أولاً لتتبعها عملية الغمر فالإظهار المباشر أو التجفيف.

٧-١-١- إذابة النفتول: ويمكن إجرائها على البارد أو على الساخن.

أ: الإذابة على الساخن: يعجن النفتول مع عامل مبعثر ثم يضاف محلول هيدروكسيد الصوديوم (٣٦) بومييه وتحرك جيداً حتى يتصبن كامل النفتول المستخدم لأن النفتول الأصلي غير ذواب، وبعد التأكد من تمام تجانس العجينة نمدد بالماء الساخن بالتدريج حتى الحصول على محلول رائق، وتختلف كمية هيدروكسيد الصوديوم اللازمة من نفتولٍ لآخر لذا فإنه من الضروري الالتزام الدائم بتعليمات الشركات الصانعة.

وتمنع إضافة العوامل المبعثرة من ترسب المعلقات التي قد نجدها في المحلول عند استخدام الفورم ألدهيد كمادة حافظة إضافة لرفعها الثباتية على الاحتكاك.

أما إضافة الفورم ألدهيد والغراء فتتم كموادٍ حافظة في حمام الصباغة أو على الألياف والأقمشة المنفتلة لمنع تأكسدها وبحسب المعادلة:



ويتمتع المركب الناتج بثباتية جيدة علاوةً عن أن مجموعة هيدروكسيد الميثيل المتكونة سرعان ما تتكسر عند التزاوج ليعود المركب الأصلي، ومن الضروري الإشارة هنا إلى أنه يستحسن عدم إضافة الفورم ألدهيد في حالة النفتول AS-G كونه يحد من قدرته على التزاوج.

ب - الإذابة على البارد: يعجن النفتول مع الغول الصناعي حتى تمام الذوبان ثم يضاف محلول هيدروكسيد الصوديوم (٣٦) بومييه في ماء دافئ ومادة غروية واقية لعدم ثبات المحاليل المحضرة بهذه الطريقة. ويرغم أن إضافة الفورم ألدهيد والغراء تجنبنا الحصول على ألوان عاتمة وغير متجانسة إلا أنه يستحسن عدم استخدامها في الحالات التالية:

- عند المعالجة الفورية للنسيج المنفتل في حمام الإظهار.
- عند التجفيف المباشر للنسيج قبل الإظهار.
- عند إجراء النقتلة بدرجات حرارة عالية.

٧-١-٢- استنفاد حمام النفتول: تتباين سرع استنفاد النفتولات عن بعضها بعضاً، وتعتمد سرعة الاستنفاد على عدة عوامل، أهمها:

- نسبة الحمام للخامة.
- كمية الملح المضافة وتركيز وفعالية العامل المبلل.
- درجة حرارة الحمام.
- زمن الغمر وقابلية النفوذ للنفتول المستخدم.

ويؤثر ملحا الطعام أو غلوبر بصورة جيدة على سرعة استنفاد النفوتولات الضعيفة النفوذ، وكذلك تلعب حمامات الصباغة العالية التركيز ونسبة المحلول للخامة المنخفضة نفس الدور، لذا فإن عدم التقدير الجيد لكمية الملح المضافة قبل بدء العمل قد تؤدي بزيادتها لترسب النفوتول على الألياف ما يسبب تراجعاً في الثباتية على الاحتكاك. أما درجة الحرارة فتساعد على رفع معدلات النفوذ والتسوية، ومع ذلك فإن رفعها عن حد معين قد يسبب ترسب النفوتول وخاصة بوجود الفورم ألدهيد لذا فإنه لا ينصح برفع درجات الحرارة عن (٣٠-٣٥ م°)، وفي نظم الصباغة الآلية عن (٤٠-٥٠ م°).

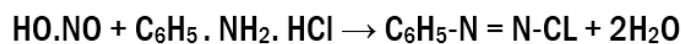
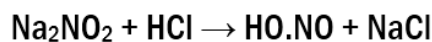
وأخيراً فإن زمن الغمر يتعلق بنوعية النفوتول وقدرته على النفوذ للألياف والعوامل المساعدة وخاصة المبللات إضافة لنسبة الحمام وشكل الآلة.

٧-١-٣- حفظ محاليل النفوتول: يمكن حفظ محاليل النفوتول لأسابيع دون أن يظهر فيها أي عكر، وفي حال ظهور عكر يكون السبب زيادة أو نقصان هيدروكسيد الصوديوم، لذا فإننا نأخذ عينتين ونضيف لهما بعض من محلول هيدروكسيد الصوديوم وحمض الخل حتى اختفاء العكر ونعالج حسب النتيجة.

٧-١-٤- تطبيق عملية النفثلة على الجيكر: تستلزم آلة الجيكر أنواع نفوتول ذات قدرات نفوذ عالية مثل النفوتول S للوصول إلى أعلى درجة استنفاد بمساعدة درجة الحرارة والملح.

يحضر محلول النفوتول ويضاف إلى ماء الحوض وترفع درجة الحرارة حتى (٥٠-٦٠ م°) ليمرر القماش عدة دورات ومن ثم يتم خفض درجة الحرارة ونبدأ بإضافة الملح على دفعات وعند كل رأس لرفع معدل الاستنفاد مع المحافظة على معدلات التجانس والتسوية، وعند الوصول لدرجة الاستنفاد المطلوبة نمرر القماش مباشرة على محلول الإظهار أو يتم تجفيفه بسرعة ليتبعها المعالجة بمحلول الإظهار مباشرة والذي يحوي بعضاً من الحمض لتعديل قلوية القماش.

٧-٢- الإظهار: تتم عملية الإظهار في حمام الديازة، وتتم عملية ديازة الأسس الثابتة بحمض الآزوتي الذي يعطينا ملح الديازو القادر على التزاوج مع النفوتولات، ويتم الحصول على حمض الآزوتي في المحلول بإضافة حمض كلور الماء ونيترت الصوديوم:



وتتم عملية الديازة عند درجة حرارة الغرفة أو أقل (١٥-٢٠ م°) خوفاً من تفكك ملح الديازونيوم عند درجات الحرارة الأعلى، وقد نضطر أحياناً لإضافة بعض الثلج للوصول لدرجة الحرارة هذه.

وتتباين الأسس الثابتة عن بعضها بعضاً في سهولة وشروط ديازتها لذا فإنه من المهم الالتزام بتعليمات الشركات الصانعة، وتقوم الطريقة التقليدية على تحضير الأساس P-nitr aniline في (٣٠) حجم من الماء المغلي، ثم يضاف (٥,٥)% حجم من حمض كلور الماء حتى يصبح المحلول رائقاً فنضيف (١٠) حجوم ماء بارد فيترسب باراً- نيتتر الأنيلين المتساند مع جزيئة حمض كلور الماء على شكل حبيبات ناعمة جداً، يبرد المعلق حتى درجة حرارة (٣-٤ م°)، ويذاب (١) حجم من نيتريت الصوديوم في (٢٠) حجم ماء بارد ويضاف للحوض بالتدريج. ويعمل حمض كلور الماء الزائد في الحمام على منع تزاوج باراً- نيتتر الأنيلين المدياز مع غير المدياز، وغالباً ما يُضاف ملح موقى للحد من ارتفاع درجة الحموضة التي تمنع من التزاوج مع النفوتول، ويستحسن أن يضاف ملح خلات الصوديوم كواقى.

ويتوجب حجب محلول الديازو عن الضوء قدر الإمكان وحفظه عند درجات حرارة منخفضة، وأن يحوي على حمض الخل لتعديل القلوية المحمولة على القماش من مرحلة النفثلة - كما سبق وذكرنا - وقد تضاف أملاح الفوسفات كألاح واقية، وأيضاً بعض العوامل المساعدة مثل إيتوكسيللات الأغوال الدسمة التي ترفع من نفوذ مركبات الديازو إلى الأقمشة المنفتلة وبالتالي ترفع من القدرة الصباغية والثباتية على الاحتكاك.

أما تحضير محاليل الأملاح الثابتة فيتم بعجنها مع قليل من الماء وحمض الخل ومن ثم يضاف الماء للوصول للتركيز المطلوب، ومن الضروري الانتباه لدرجة الحرارة التي لا يجوز أن تتجاوز (٤٠ م°) تجنباً لتفكك الملح،

ويستحسن تصفية المحلول ومن ثم إضافة ملح الطعام لمنع استنزاف النفطول من القماش المنفتل إلى الحمام، وكما هو الحال مع حوض الأساس فإن زيادة حمض الخل في حوض الملح تعمل على تعديل قلوية القماش المنفتل. ٧-٣- مرحلة الإنهاء: تعتبر الثباتية على الاحتكاك أهم المشاكل التي تواجه أصبغة النفطول والتي تتحول لبيغمانات بعد ديازتها وتزواجها داخل الشعيرات، ومن الملاحظ أن استخدام مركبات تزواج عالية النفوذ داخل الشعيرات تعطينا ثباتيات احتكاك عالية، إلا أنه لا يتيسر لنا دوماً الحصول على هذه المركبات بالألوان المطلوبة.

وقد ثبت أن البيغمانات تتجمع على شكل جزيئات بلورية أحادية داخل الشعيرات، ويتجه بعض هذه الجزيئات داخل الشعيرات باتجاه المناطق غير المتبلورة من السيللوز، ويتجه بعضها الآخر نحو سطح الألياف بتأثير الماء الساخن والمنظفات، وبالتالي فإن عمليات التصيبين القوية والتي يكون هدفها إزالة الجزيئات الصباغية السطحية تساعد على انتشار اللون بهجرة معاكسة من عمق الألياف إلى سطحها، وخاصة عند درجات الحرارة العالية، لذا يستحسن إجراء عملية التصيبين عند درجة الحرارة (٨٠م) وعلى مرحلتين: الأولى لانتزاع الجزيئات السطحية، والثانية لتجميع وانتشار الصباغ من جديد بصورة أفضل.

ولكل شركة مادة ترشحها على أنها العامل الأفضل لعمليات التصيبين ورفع الثباتية على الاحتكاك، ومع ذلك فإنه من الثابت تقريباً أن أفضل طرق التصيبين تقوم على الشطف بمحلول هيدروكسيد الصوديوم (٢) غ/ل لتعديل الحمض الزائد، ومن ثم التصيبين بمحلول المنظف وكربونات الصوديوم بتركيز (٢-٥) غ/ل وبدرجة (٦٥-١٠٠م) لمدة (١٠-٣٠) دقيقة بحسب النفطول والأساس المستخدمين.

٨- تعرية ألوان النفطول:

تتميز معظم أصبغة النفطول بثباتها العالي تجاه عمليات الغسيل والتبييض، لذا فإن أنسب طرق الإزالة تقوم على تحطيم رابطة الأزو بإرجاعها بالهيدروسلفيت أو أحد مشتقاته عند درجة الغليان، أو تكسير مركبات الأزو ببعض مركبات الأمونيوم الرباعية مثل سيتيل ثلاثي ميتيل بروم الأمونيوم.

أما مركبات النفطول عالية النفوذ فمن الصعب جداً إزالتها كلياً، لذا فإن معالجتها تتم غالباً بغلي القماش مع مادة فعالة سطحياً موجبة وبوجود هيدروكسيد الصوديوم لمدة (٣٠-٤٥) دقيقة، ومن ثم تخفض درجة الحرارة ويضاف الهيدروسلفيت وتستمر المعالجة لمدة (٣٠-٤٥) دقيقة أيضاً، ليعالج أخيراً بتحت كلوريت الصوديوم لإتمام عملية الإزالة والتبييض.

صباغة الألياف الصوفية بالأصبغة الحمضية

١- مقدمة:

يُصنع الصوف بعدة أنواع من الأصبغة: الحمضية، المعدنية المعقدة، وأصبغة فعالة يتم تطبيقها بوسط حمضي مثل أصبغة البروسيلان، وسنعرض هنا للأصبغة الحمضية بشكل خاص.

٢ - الأصبغة الحمضية:

يطلق على الأصبغة الحمضية هذا الاسم لسببين: أولهما أن أنواعها الأولى كانت تُطَبَّق من حمام حمضي معدني أو عضوي، وثانيهما أن معظمها أملاح صوديومية لحمض عضوي يرتبط أنيونه السلفوني أو الكربوكسيلي بزمرة الصوف الأمينية، وكان لا بد من تحضير الصباغ على شكل ملح صوديومي لحمض السلفون أو الكربوكسيل لقابلية الحمض الحر العالية على امتصاص الرطوبة ما يؤدي لمشاكل كبيرة عند عمليات الخزن أولاً وصعوبة عزل الحمض الحر نفسه ثانياً.

٢-١- **تصنيف الأصبغة الحمضية حسب البنية الكيماوية:** تتوزع الأصبغة الحمضية بحسب بنيتها الكيماوية على سبع مجموعات، وهي مشتقات: ثلاثي فينيل الميثان، الأزو وثنائي الأزو، النثرو، الأزو بيرازولون، الانثراكينون، الفثالوسيانين، الإكسانتين.

٢-٢- **تصنيف الأصبغة الحمضية بحسب التطبيق:** تتوزع الأصبغة الحمضية بحسب شروط تطبيقها لثلاث مجموعات:

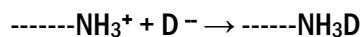
- **المجموعة الأولى:** تتميز بضعف ألفتها تجاه الصوف ما يستوجب تطبيقها من درجة حموضة 2-3: pH وبالتالي لاستخدام حمض قوي كحمض الكبريت ليصير استنزافها أعظماً، ويطلق عليها اسم الأصبغة الحمضية المعلقة بسبب الحالة التي يتواجد فيها الصباغ في المحلول، وبسبب سهولة هجرتها من مكان لآخر والذي يرفع من تسويتها، وتتمتع هذه المجموعة ببنائية جيدة على النور وضعيفة على الغسيل.

- **المجموعة الثانية:** تتميز بألفة عالية جداً تجاه الصوف، يستحسن تطبيقها من حمام حمضي 5,2-6,2: pH، ولا حاجة لاستخدام ملح غلوبر معها كونه يعزز الاستنزاف هنا بدلاً من إعاقته، وتتميز هذه المجموعة بنبات جيد على الغسيل ويعيبها تسويتها الضعيفة وميلها لتشكيل محلول غروي أكثر منه معلقاً.

- **المجموعة الثالثة:** وتتميز بألفة كبيرة تستوجب تطبيقها من حمام معتدل، ويكون محلولها غروباً معلقاً عند درجات الحرارة المنخفضة، ومع ارتفاع درجة الحرارة تصبح أقرب للمعلقة، وتعتبر تسوية هذه المجموعة ضعيفة جداً، لذا يحتاج تطبيقها لقدر كبير من الدقة، وتستخدم مع الأقمشة الواجب تليدها كونها جيدة الثباتية تجاه النور والغسيل.

٣ - العوامل المؤثرة على الحمام الصباغي:

٣-١- **تأثير الحمض:** خضع تفسير آلية عمل الحمض وتأثيره على العملية الصباغية لدراسات كثيرة لم يُحسَم أي منها بصورة مطلقة، ومن أهمها: إن آلية عملية صباغ النسيج البروتينية بالأصبغة الحمضية تقوم على تشكيل أملاح مع الزمر الأمينية، إذ يحوي الصوف زمراً كربوكسيلية حمضية وزمر أمين أساسية، وبالتالي فإنه مادة مذذبة، وتجذب المجموعة NH_3^+ الموجودة بالصوف أيون الصباغ السالبة وفق التفاعل:



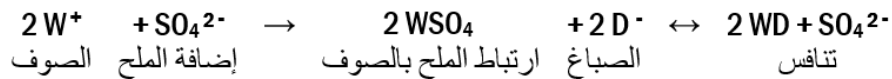
ارتباط زمر أمين الصوف بأيون الصباغ الحمضية

وتفسير آخر على أن الحمض يحرر الصباغ من شكله الملحي لشكله الحمضي الحر، ونُقَضَ هذا التفسير بأن الحاجة للحمض المضاف أكبر من الحاجة لتحرير الجزيئات الصباغية.

وتفسير لهاردت وهارويس يقول أن كل غرام صوف يحتاج لـ (٠,٨-٠,٨٥) ميلي مول حمض، وهذا ما ينطبق على أصبغة زمرة السلفون الواحدة أما مع زمرتي سلفون فإن امتصاص الصباغ ينخفض إلى النصف.

وتفسير أخير لآليد يقوم على أن الحمض يعطي بنأينه كاتيون يتجه باتجاه الزمرة الكربوكسيلية السالبة وأنيون يتجه نحو الزمرة الأمينية الموجبة، وبإضافة الصباغ ومع الزمن يتم استبدال أنيون الحمض بأنيون الصباغ، وهو تفسير معقول جداً في حالة المجموعتين الأولى والثانية، في حين يقوم ارتباط المجموعة الثالثة التي يتم تطبيقها من حمام معتدل على جملة من القوى الفيزيائية مثل الروابط الهيدروجينية وروابط فاندر فالس إضافة للقوى اللاقطبية.

٣-٢- تأثير الكهرليت: استخدم ملح غلوبير مع الأصبغة الحمضية كعامل تسوية كونه يملك فعلاً معيقاً بدرجات الحموضة العالية، وقد وجد أن لكل صباغ قيمة pH حرجة يسلك الملح فوقها سلوكاً معاكساً إذ يعزز الاستنزاف بدلاً من أن يعيقه، وهكذا يُعتبر ملح غلوبير تسوية للمجموعة الأولى، ومعزز استنزاف مع المجموعة الثانية والثالثة، فإن اعتبرنا أن المراكز التفاعلية الموجبة في الصوف هي W^+ وأضفنا ملح غلوبير فإن المراكز التفاعلية سترتبط بأنيون الكبريتات، ويدخل الصباغ في تنافس مع أنيون الكبريتات لإزاحتها والارتباط بدلاً عنها:

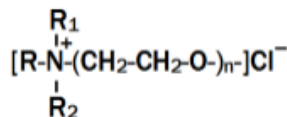


وللتأكد من ذلك نأخذ قطعتي صوف مصبوغتين: أولهما من المجموعة الحمضية الأولى، وثانيهما من المجموعة الثالثة التي تحتاج وسطاً معتدلاً أو ضعيف القلوية، وبغلي القطعتين بمحلول ملح غلوبير نجد أن الأولى دخلت حالة تنافس بين أنيون الكبريتات وأنيون الصباغ المرتبط نجم عنها تلون حمام الغلي، أما حمام الثانية فلن يتلون لأن وجود أنيون الكبريتات سيعزز ارتباط أنيون الصباغ.

٣-٣- تأثير درجة الحرارة: يبدأ امتزاز الصباغ من المحلول الصباغي عند درجة الحرارة (٣٩ م) ويزداد بازديدها، ولكل صباغ درجة حرارة امتزاز أعظمي، أما أصبغة المجموعة الثالثة الحمضية فلا يمكن تطبيقها دون درجة حرارة (٦٠ م)، وتكون درجة الحرارة الحرجة لمعظم أفرادها بحدود (٧٠ م)، وهذا ما يستوجب رفع درجات الحرارة عنها بعناية وحذر تداركاً لاستنزاف سريع تتخفف معه معدلات التسوية.

٣-٤- تأثير العوامل المساعدة: علاوة عن تأثيرات الحمض وملح غلوبير كعاملين يمكننا من خلال التحكم بهما رفع معدلات التسوية فإن ثمة إضافات تعزز مواصفات العملية الصباغية، فاستخدم بادئ ذي بدء البيريدين الذي يعمل كمبعثر ومذيب جيد للأصبغة الحمضية وبالتالي يمنع من تجمعها على بعضها بعضاً معززاً بذلك التسوية في الوقت الذي يجعل فيه من الطور المائي أكثر ألفة للصباغ، وتقوم آلية عمل البيريدين على قلوبته التي تسمح له بالاتحاد مع جزيء الصباغ بشكله الحمضي الحر، ولا يلبث أن يتحلّمه ويتحرر عند الاقتراب من درجة حرارة الغليان لينتهي الأمر بتطايره، ثم استبدل البيريدين لسُميته بمواد فعالة سطحياً مثل الزيوت المسلفنة واسترات حمض الكبريت لسلاسل برفينية طويلة، فعلاوة عن الدور المبعثر لهذه المركبات نجد مفعولها الهام في المساعدة بوصفها عامل مبلل على رفع مستويات التشريب الصباغية، ثم ظهرت مجموعة العوامل التفاعلية سطحياً اللاأيونية التي يمكنها خفض التوتر السطحي وبالتالي تساعد على اختراق الماء للألياف وحمل الصباغ إلى داخل الألياف.

وأخيراً ظهرت طائفة عوامل التسوية المؤخرة أو الكابحة Restraining agent ذات المركزين الأيونيين: موجب وآخر سالب ولها البنية:



البيريدين

من عوامل التسوية المؤخرة Dispersol CWL Restraining agents Pyridine

إذ ترتبط ذرة الأزوت الموجبة بتشكيلها معقداً مع أيونات الصباغ السالبة بدرجات الحرارة المنخفضة وطور رفع الحرارة، بينما تحافظ سلسلة بولي أكسيد الايتيلين غير المتأينة على بقاء جزيء الصباغ المرتبط معها بحالة منحلة في المحلول، ويبدأ المعقد بالتفكك مع ارتفاع درجة الحرارة وتحرر الجزيئات الصباغية بصورة تدريجية

ما يرفع من درجة تسوية العملية الصباغية، ونرى في الجدول (١٢٤) بعض أنواع التسوية لبعض الشركات والخاصة بالأصبغة الحمضية للصوف والنايلون.

الجدول (١٢٤)

بعض عوامل التسوية الخاصة بأصبغة الصوف والنايلون			
المادة	الشحنة	الفعالية	الشركة
بيرغين EU	N	تسوية للصوف بالأصبغة الحمضية والنايلون بالأصبغة الحمضية والمعدنية المعقدة	د. بترى
بيرغين MKL	A	تسوية للصوف بالأصبغة المعدنية المعقدة ٢:١	
بيرغين TAM	N	تسوية للصوف بالأصبغة التفاعلية والحمضية والبولي أميد بالأصبغة الحمضية	
كيرولان FMK	A	تسوية للصوف والبولي أميد: للصوف بالأصبغة الحمضية والأصبغة المعدنية المعقدة ١:١ و ٢:١	CHT
سيتافين WO	N	عامل تسوية لصباغة الصوف بالأصبغة التفاعلية والمعدنية المعقدة ١:١ و ٢:١	Z&S
ألبال B	A	تسوية للصوف والبولي أميد بالأصبغة الحمضية والأصبغة الحمضية والكرومية والمعدنية المعقدة ١:١	سبيا
جينكول MK	N	تسوية للصوف والبولي أميد بالأصبغة الحمضية والمعدنية المعقدة المسلفنة والمعدنية المعقدة	د. بوميه

٤- التجهيز الأولي:

سبق أن عرضنا للألياف الصوفية عرضاً وافياً، ولكن كيف يتم تحضير الخامات الصوفية للصباغة؟ إذ يتميز الصوف بثبات لونه الطبيعي وارتفاع نسبة شوائبه والتي قد تصل حتى (٥٠-٦٠)% وزناً، لذا فإننا نعمل لغسله دون قصره، ويُصَبَغ على أساس لونه الخام مستحسنين الألوان الغامقة غالباً.

وتبدأ عملية التحضير بالفرز يدوياً حسب طول ودقة الشعيرات وصفها ولونها وتستلزم قدراً عالياً من الخبرة، ويرافقها عملية تنظيف جاف بالمزج والشطف نبدأ بعدها عمليات الغسيل وفق الخطوات:

٤-١- **مرحلة الغسيل المائي:** ونتخلص عبرها من الأوساخ الحلولة بالماء كالعرق وبعض الإفرازات الجلدية والتي تصل نسبتها حتى ٢٨% وزناً.

٤-٢- **مرحلة الغسيل بالمنظف:** وتعالج خلالها الشوائب غير الحلولة بالماء مثل الشحوم التي تصل نسبتها حتى (١٢)%، لذا فإنها تعالج بمحلول صابوني أو بتر اكيرز منخفضة لكاربونات الصوديوم لاستحلابها وتصبيتها، مع قسم كبير من الأتربة والأوساخ لوجود الصابون.

٤-٣- **مرحلة المعالجة الحمضية:** ويتم فيها التخلص من الأعشاب العالقة بتفحيمها بحمض الكبريت أو كلور الماء تتبعها بعملية عصر فتجفيف بدرجة حرارة منخفضة ثم حرارة (٤٠-٨٠ م) فيتحول السيلولوز لمسحوق الهيدروسيلولوز السهل الإزالة نتبعها بتعديل بهيدروكسيد النشادر الممدد بحيث يتعدل كامل الحمض، وتوصي شركة كلارنيت في عملية الغلي لتطبيق أصبغة اللانازين S المعدنية المعقدة كما في الجدول (١٢٥):

الجدول (١٢٥)

حمام الغلي لتطبيق أصبغة اللانازين المعدنية المعقدة S من كلارنيت			
المادة	مل/ل	الفعالية	شروط الحمام
ساندوزين السائل NIT	١	منظف	٣٠-٢٠ دقيقة / ٤٠-٥٠ م
هيدروكسيد النشادر ٢٥% حتى pH: 8.5	٢	قلوي	

٥- بناء الحمام الصباغي:

٥-١- **الطريقة العامة للأصبغة الحمضية:** تجري عملية صباغة الصوف بدرجات حموضة مختلفة بحسب درجة عمق اللون: إذ يستحسن العمل مع الألوان الفاتحة عند pH: 6-7 والوسط pH: 5-6 والغامقة pH: 4-5، وعند العمل بمحاليل واقية نصل لدرجة استنزاف تقارب (٩٠-٩٥)% باعتماد مزيج حمض الخل مع خلات الصوديوم حسب الجدول (١٢٦). ونبدأ الحمام الصباغي بإضافة الحمض والتسوية وضبط درجة الحرارة عند ٤٠ م ننتظر

بعدها (١٠) دقائق لنضيف محلول الصباغ المصفى ونبثها بعد (١٠) دقائق بالبدء برفع درجة الحرارة بمعدل (١,٥-١) درجة/دقيقة حتى درجة حرارة (١٠٠ م) التي نستمر عندها (٣٠-٦٠) دقيقة حسب درجة عمق اللون، ويمكننا برفع درجة الحرارة حتى (١٠٥ م) اختصار الوقت حتى (٢٠-٤٠) دقيقة، نبرد بعدها حتى (٦٠ م) لإنهاء الحمام.

الجدول (١٢٦)

تركيب المحاليل الموقية عن SUPROSS				
درجة الحموضة: pH				
6-7	5.5	5	4.5	4
0.2 + 3	0.3 + 2	0.4 + 1	0.5 + 0.5	1 + /
حمض الخل ٨٠ % + خلاص الصوديوم : غ/ل				

٢-٥ - صباغة الصوف بالأصبغة المعدنية المعقدة " طريقة اللانازين " : أصبغة اللانازين S أصبغة معدنية معقدة من نمط ٢:١ لشركة كلارينت، وتتمتع بقدرات تلوين عالية وثباتيات متميزة.

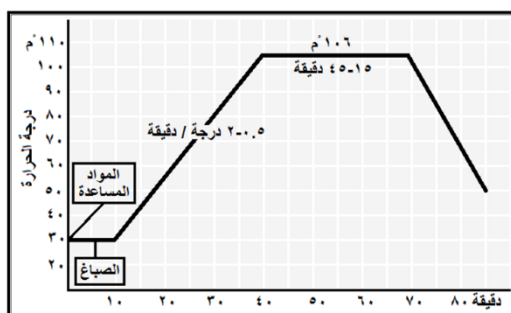
إذابة الصباغ: تعجن بودرة الصباغ مع بعض الماء الطري ونبثه بماء مغلي دون الإطالة بزمن هذه العملية، ويستحسن برغم ثباتية هذه الأصبغة تجاه القساوة إضافة بعض عوامل التحلية لتشكيل معقدات لا عضوية مع الكاتيونات المعدنية في الماء تجنباً لأي مشكلة.

بناء الحمام: يُستحسن تطبيق هذه الأصبغة من حمام معتدل أو ضعيف الحموضة حيث تكون pH: 5-7، والقيمة المثالية هي pH: 6,3-6,8 حسب درجة عمق اللون، وقد نضطر لإضافة كمية بسيطة من حمض الخل لإتمام استنزاف الحمام، ومن المناسب إضافة بعض عوامل التسوية التي تحسن من توزع الصباغ أو ترفع معدلات الهجرة وتمنع من ترسب الأصبغة أو أنها تلعب دور عامل الإعاقة، ويبني الحمام عادةً وفق الجدول (١٢٧):

الجدول (١٢٧)

بناء حمام أصبغة اللانازين S				
المادة	صباغ	كبريتات النشادر	عامل تسوية: ليوجين SMK or SU	حمض خل حتى: pH: 6.3-6.8
الكمية	ما يلزم	٣-١ مل/ل	؟ غ/ل	

طريقة العمل: نبدأ الصباغة كما في الشكل (١٠٦) عند درجة حرارة (٢٠-٤٠ م)، ونرفع الحرارة حتى الغليان بمعدل (٢-٠,٥) درجة / دقيقة ونستمر عندها لمدة (١٥-٤٥) دقيقة حسب درجة عمق اللون، نبرد بعدها ونشطف، ويستحسن التبريد عند أي تعديل أو إضافة صباغ حتى (٦٠-٨٠ م).



الشكل (١٠٦): صباغة الصوف

ومن المناسب أن نذكر هنا بأن التقنيات الحديثة المطبقة على منتجات مسلفنة لا تسمح بتجاوز درجة الحرارة عن (٨٥ م) لانخفاض مردودها بشكل ملحوظ عند (٩٥ م).

صبغة الحرير

١- التجهيز الأولي:

تهدف عمليات التجهيز الأولي لإزالة الصمغ المرافقة للألياف الحريرية، أخذين بعين الاعتبار الحساسية العالية للحرير تجاه القلويات، وقد لوحظ أن معدلات إزالة الصمغ من الحرير تزداد عند درجات الحرارة (١٢٠-١٣٠ م°) في حمام معتدل، وتتم عملية الإزالة بالطرائق الأربعة التالية بحسب كلارينت:

١. طريقة صابون مارسيل.
٢. طريقة المنظفات الصناعية.
٣. طريقة الأنزيم.
٤. طريقة درجات الحرارة العالية على اليم أو الآلات النجمية.

٢- عمليات الصبغة:

يمكننا صبغة الحرير بمجموعة جيدة من الأصبغة مثل الأصبغة المعدنية المعقدة والأصبغة الحمضية أو التفاعلية، وعلى ذلك فإن هناك تقنيات عديدة تتلائم مع الأصبغة العديدة المطبقة حسب التالي:

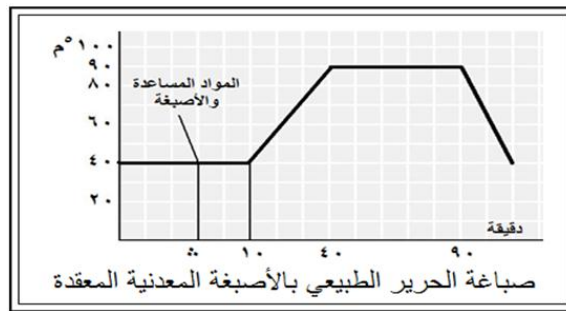
- ٢-١- الصبغة في وسط حمضي: وتتم مع الأصبغة الحمضية والأصبغة المعدنية المعقدة وبوسط حمضي، وسط حمضي متغير، وحمام صابون، وسنستعرض هذه الحمامات وفق شركة كلارينت أيضاً:
- ٢-١-١-٢- مع الأصبغة الحمضية:

بناء حمام صبغة الحرير الطبيعي بالأصبغة الحمضية					
المادة	صبغ حمضي	عامل تسوية أصبغة حمضية	مضاد تكسير	خلات الصوديوم	حمض الخل
النسبة	ما يلزم %	١,٥-٢ %	٠,٥-٢ غ/ل	١-٢ غ/ل	حتى pH: 4-7

٢-١-٢- الصبغة بالأصبغة المعدنية المعقدة:

بناء حمام صبغة الحرير الطبيعي بالأصبغة المعدنية المعقدة					
المادة	صبغ حمضي	عامل تسوية أصبغة حمضية	عامل تسوية	مضاد تكسير	خلات الصوديوم
النسبة	ما يلزم %	١,٥-٢ %	٠,٢٥-٠,٥ غ/ل	٠,٥-٢ غ/ل	١-٢ غ/ل
					حتى pH: 4-7

وتتم عملية الصبغة وفق المخطط المبين في الشكل (١٠٧):



الشكل (١٠٧): صبغة الحرير الطبيعي بالأصبغة المعدنية المعقدة من كلارينت

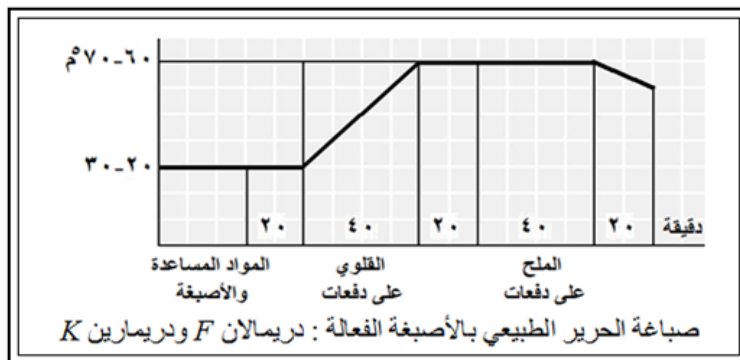
- ٢-١-٣- الصبغة مع تغيير درجة الحموضة: يُجهز الحمام الصباغي بحيث يحوي (٠,٣-٠,٦ غ/ل بيكربونات الصوديوم مع (٢-١) غ/ل عامل حمضي وافي.

نبدأ العمل بحيث تكون pH: 8-8.5 لغلبة البيكربونات على العامل الحمضي، ولكن وباستمرار العملية الصباغية وضمن الوصول لدرجات التسوية والتوزيع العالية للصبغ نبدأ بإضافة العامل الحمضي حتى الوصول بدرجة الحموضة حتى pH: 4.5-6.

٢-١-٤- الصباغة بحمام صابوني: وتصلح أكثر ما يكون للأصبغة الحمضية كالساندولان والنيلوزان واللانازين، ويتم تطبيقها بإضافة الصباغ مع (٢-١) غ/ل صابون مارسيل وكبريتات الصوديوم بتركيز حتى (١٠) غ/ل وبحيث يكون الوسط قلويًا وبتحدهود pH: 8-8.5.

ومن الضروري التنويه هنا إلى أن الحرير الطبيعي أقل ألفة للأصبغة الحمضية من الصوف، لذا يستحسن عدم رفع درجة الحرارة عن (٨٥ م) لأن تجاوزها يعني تراجع قوة الشد واللمعان، ويستحسن أيضا معالجته بمثبت كاتيوني لرفع ثباتيته تجاه الغسيل والتعرق، وتتم المعالجة بإضافة المثبت بنسبة (٣-٥) %، ورفع درجة الحرارة حتى حدود (٥٠ م) ولمدة (١٥) دقيقة بحسب مصدر وتركيز المثبت ونوعه.

٢-٢- صباغة الحرير بالأصبغة التفاعلية: نبدأ وبعد إنهاء عمليات التحضير الأولية بإضافة مواد حمام الأصبغة التفاعلية والتي قد تكون: عوامل مبللة، تحلية، تسوية...، ثم نبدأ بإدخال محلول الصباغ المصفى عند درجة حرارة (٢٠-٣٠ م) لنبدأ وبعد (٢٠) دقيقة بإضافة الملح على دفعات، ثم نرفع درجة حرارة الحمام لدرجة حرارة تثبيت الصباغ المطلوبة وننتظر (٢٠) دقيقة لنبدأ بإضافة القلوي على دفعات، وخلال (٤٠) دقيقة يجب أن نكون قد حصلنا على درجة عمق واتجاه اللون المطلوب، فنبدأ بإنهاء حمام الصباغة والشطف والتصيبين عند درجة حرارة (٧٠ م)، ونرى في الشكل (١٠٨) طريقة تطبيق أصبغة الديرمالان F أو الديرمارين K:



الشكل (١٠٨)

ويستحسن إجراء عمليات التصيبين بوجود غواسل ذوات قدرات عالية على التحلية مثل مجموعة البولي كربوكسيليك أسيد لعزل جميع الأيونات المعدنية التي يؤثر وجودها على فعالية حمام التصيبين، كما يستحسن إضافة كربونات الصوديوم بمعدل (١) غ/ل لرفع الفعالية التنظيفية ورفع درجة حرارة الحمام حتى (٧٠ م).

الباب السادس

صباغة الألياف التركيبية

- ١- صباغة البوليستر.
- ٢- صباغة البولي أميد.
- ٣- صباغة الأسيئات.
- ٤- صباغة البولي أكريلو نتريل.
- ٥- صباغة اللايكرا.

صبغة البوليستر

١- التجهيز الأولي للبوليستر:

تتبع أهمية عمليات التحضير الأولي للبوليستر قبل الصبغة كما سبق وذكرنا من طبيعة الزيوت المرافقة سواءً أكانت زيوت إنهاء في مراحل تصنيع الخيط أو زيوت مراحل الحياكة، والتي يفترض أن تكون قابلة للاستحلاب الذاتي بمجرد تبللها بالماء بفضل عوامل الاستحلاب ومضادات الأكسدة المضافة إليها عند تحضيرها للمساعدة على خزنها لمددٍ طويلةٍ قدر الإمكان، ولكن وبمرور فترات زمنية أطول أو بتشغيل الألياف بسرعات حياكةٍ عالية تبدأ بالتأكسد بفعل الحرارة الناشئة عن الاحتكاك لتفقدها قدرتها على الاستحلاب الذاتي المطلوب.

١-١-١ حمام الغسيل الأولي: يُستحسن تطبيق حمام غسيل أولي مستقل قبل الصبغة باستخدام عامل منظف ذي خواص استحلاب عالية وإلا يستحسن أن يكون حاوياً على مذيبات أمينة وفعالة، وبوسط قلوي لطيف بحدود pH: 9 بإضافة كربونات الصوديوم وعند درجة حرارة (٦٠-٧٠ م°/١٥-٢٠ دقيقة)، ومن الضروري الإشارة هنا إلى أن ارتفاع الحرارة لأكثر من ذلك قد يؤدي لنقض الاستحلاب، وتتبع هذا الحمام بشطفٍ بارد مع بعض الحمض للتعديل.

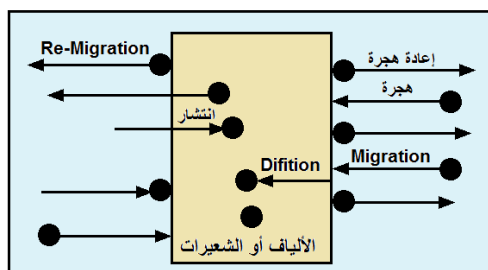
وتوصي شركة يورك شاير بعدم استخدام غوازل لأيونية مع حمام الغسيل الأولي لتسببها بتجمع بعض أصبغة الديسبرس ما يؤدي لتشكل بقع غامقة صعبة الإزالة عند الصبغة ما حدا باستخدام غوازل مختلطة أيونية ولا أيونية، أما شركة باير فتصح باستبدال كربونات الصوديوم ببيرو الفوسفات رباعية الصوديوم عندما يكون الماء متوسط القساوة، في حين تتصح شركات أخرى بثلاثي فوسفات الصوديوم، وتتصح شركة كلارينت بإضافة بعض الهيدروسلفيت لحمام التحضير الأولي هذا بقصد تخريب بعض الملونات أو الشوائب الكيماوية الأخرى.

١-٢-٢ اختصار حمام الغسيل الأولي: يستحسن بعض الصباغين دمج مرحلتي الغسيل والصبغة في حمامٍ واحدٍ لرفع اقتصادية العملية الصباغية وتوفير ما أمكن من الماء، لذا يعمدون لإضافة عامل منظف ومزيل زيوت لحمام الصبغة بعد التحقق من عدم تأثيرهما على اللون والأصبغة، ولكن لوحظ عملياً استحالة الضمانة الأكيدة لهذه الطريقة لأن بعض الملوثات تستلزم وسطاً قلوياً لإزالتها وهو ما يتعارض مع الحمام الحمضي أو المعتدل اللازم لصبغة البوليستر.

٢- صبغة البوليستر:

ينتمي البوليستر لمجموعة الألياف التركيبية الخاملة التي لا تملك أي مركز فعال يمكن لجزيئة الصباغ أن ترتبط معه، لذا تتم صبغته برفع درجة حرارته بقصد توسيع مساماته أو انتفاخه Swilling ليتبعها تغلغل الجزيئات بين سلسله البوليميرية لتبقى حبيسةً إثر عمليات التبريد اللاحقة، وتتم عملية امتصاص الأصبغة من ماء الحمام على مرحلتين:

- الهجرة: مرحلة انتقال الصباغ من وإلى ماء الحمام وسطح الخيط.
- الانتشار: مرحلة انتقال الصباغ من سطح الخيط نحو العمق.



الشكل (١٠٨): الهجرة وإعادة الهجرة والانتشار

وتتأثر مرحلتا الهجرة والانتشار بعددٍ من العوامل، والتي من أهمها:

أ- درجة الحرارة والتحرك.

ب- الأفعال الكهربائية المتبادلة بين: مواد بناء الحمام والأصبغة والبوليستر وبنية الصباغ وخواصه من حيث:

- حجم جزيئة الصباغ وشكلها ومدى استوائها.

- نوعية الزمر المرتبطة بجزيئة الصباغ وعددها: أي زمر الأوكسوكروم المساعدة والتي تزيح امتصاص

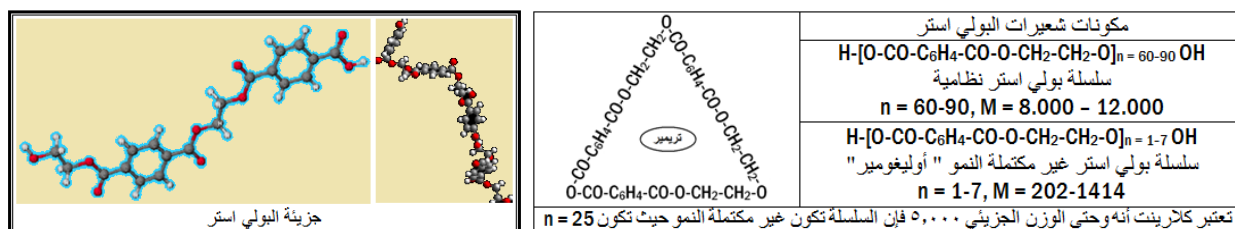
اللون نحو الموجة الأطول كزمر -OH, -NR₂, -NH₂, أو الكروموفورات (أي حوامل اللون) مثل

زمر -N=N-, -N=O, التي تقوم بامتصاص طيف اللون الأساسي.

- نوعية ونسب الإضافات الداخلة في تركيب المسحوق الصباغي.

ونرى في الشكل (١٠٩) مخطط اصطناع البوليستر وتوضع جزيئات الصباغ في المناطق اللابلورية لسلسله

البوليميرية من شعيراته:



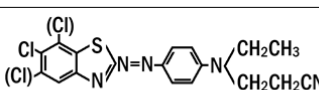
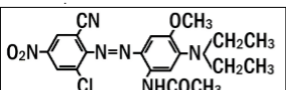
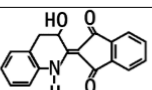
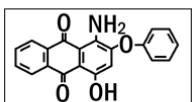
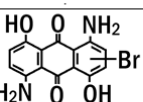
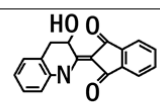
الشكل (١٠٩)

٣- تصنيف الأصبغة المبعثرة Dispers dyes:

أطلق عليها تسمية الأصبغة المبعثرة لعدم قابليتها الانحلال بالماء إلا لجزءٍ توازني يسيرٍ منها، ويمكننا

تصنيفها عملياً كما هو مبين في الجدول (١٢٨):

الجدول (١٢٨)

تصنيف الأصبغة المبعثرة " Disperse dyes "				
كبيره	متوسطة	صغيرة	صغيرة جداً	الحجم
S or H	SE or M	E or L	أسيئات	التصنيف
 <p>ديسبرس أحمر ١٥٢ Disp. Red 152: S</p>	 <p>ديسبرس أزرق ١٦٥ Disp. Blue 165: SE</p>	 <p>ديسبرس أصفر ٥٤ Disp. Yellow 54: E</p>		
 <p>ديسبرس أحمر ٦٠ Disp. Red 60: E</p>	 <p>ديسبرس أزرق ٥٦ Disp. Blue 56: E</p>	 <p>ديسبرس أصفر ٥٤ Disp. Yellow 54: E</p>		

٣-١- الصغيرة جداً: وتستخدم بشكل رئيس لخيط ٢,٥ أسيئات وللبولي أميد بالألوان الفاتحة (دون ٥,٥%).

٣-٢- الصغيرة: ويرمز لها بـ E من Easy أي سهل للدلالة على سهولة استنزافها من الحمام الصباغي، أو L من Low أي منخفض للدلالة على احتياجها قدرأ بسيطاً من الطاقة كي تتمكن من تطبيقها أو استنزافها.

٣-٣- الكبيرة: ويرمز لها بـ S من Slow أي بطيء للدلالة على بطء تشربها واحتياجها زمنأ أطول لتطبيقها،

أو H من High للدلالة على احتياجها قدرأ عالياً من الطاقة لتطبيقها.

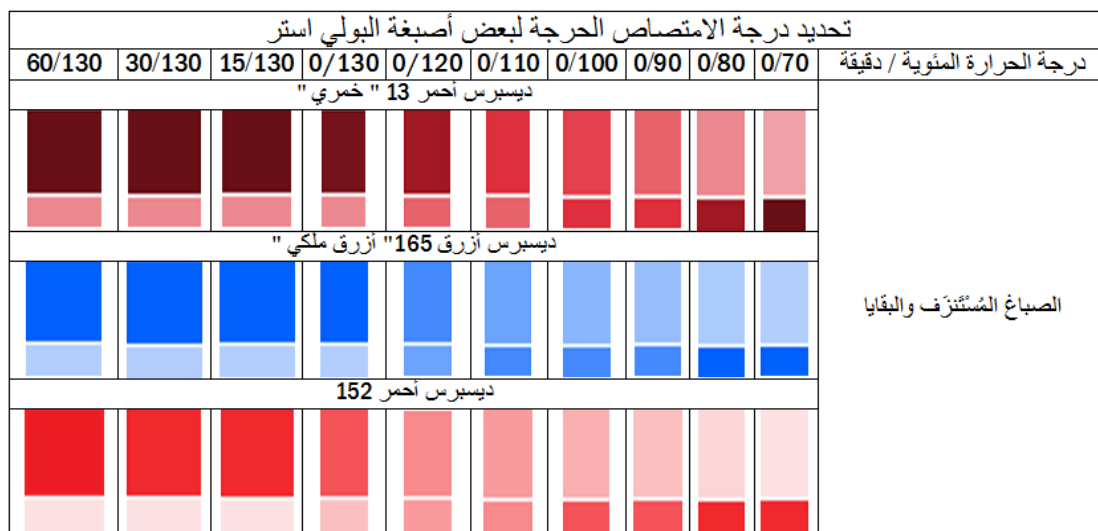
٣-٤ - المتوسطة: ويرمز لها SE للدلالة على توسطها بين الأصبغة الصغيرة والكبيرة، أو M من Medium للدلالة على احتياجها قدرًا متوسطًا من الطاقة لتطبيقها. وبالتالي يمكننا استنباط أهم فوارق خواصها كما في الجدول (١٢٩):

الجدول (١٢٩)

أهم الفوارق بين الأصبغة المبعثرة " Disperse dyes "			
كبيـرة	متوسطة	صغيرة	المجموعة
S or H	SE or M	E or L	الـخـزـمـة
ضعيفة	متوسطة	عالية	التسوية
صعبة		سهلة	سهولة التطبيق
ضعيفة		ممتازة	الصبغة بطريقة الحوامل " الكارير "
عالية		ضعيفة	الثباتية للحرارة الجافة بسبب تصعد الصباغ على الـرام

٤ - المنطقة الحرجة للأصبغة:

يسبب تباين حجوم جزيئات الأصبغة كما يبين لنا الشكل (١١٠) تبايناً في درجات الحرارة اللازمة للبدء بعملية امتصاص وتغلغل هذه الجزيئات بين السلاسل البوليميرية لألياف البوليستر، إذ تتزايد درجات الحرارة اللازمة ارتفاعاً مع ازدياد حجم جزيئة الصباغ، فأصبغة E تبدأ تغلغلها عند الدرجة (٧٠م°)، وSE عند (٩٠-١٠٠م°)، في حين أن S تبدأ بعد (١٠٠م°)، ولا يمكننا هنا تعيين رقم مطلق في هذا الصدد ولمجموعةٍ بكاملها، فهذا مجال وليس نقطة، وترتبط درجة الحرارة التي يمكن للصباغ أن يبدأ عندها بالتشرب بعددٍ من العوامل، أهمها:



الشكل (١١٠)

٤-١ - حجم جزيئة الصباغ: فالصباغ ديسبرس أزرق (٥٦) والديسبرس الأصفر (٥٤) ينتميان لمجموعة E، ومع ذلك تبدأ عملية امتصاص الأصفر قبل الأزرق.

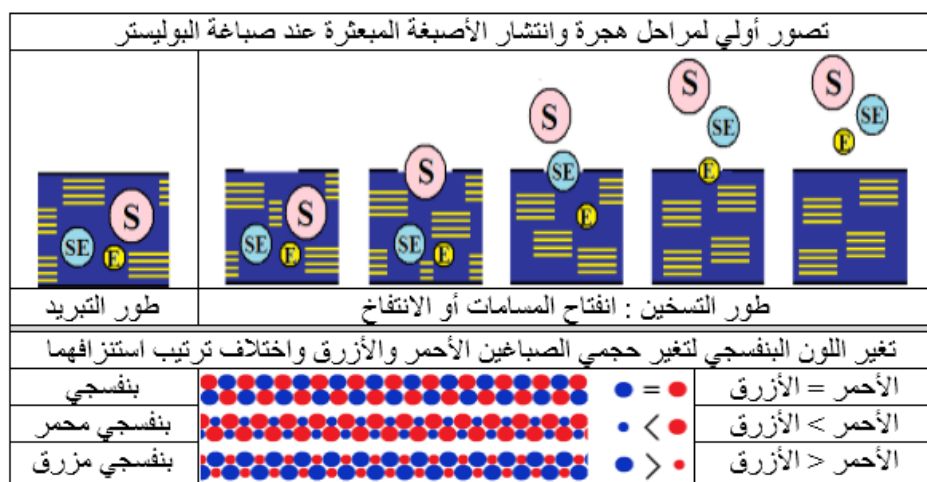
٤-٢ - المتبادلات المحمولة على جزيء الصباغ: إذ تعتمد بعض شركات الأصبغة لإدخال بعض الزمر الإضافية التي تعزز مواصفات معينة كالثباتيات أو التسوية... أو استبدال زمر بأخرى لذات الغاية، كاستبدال جذر الإيتوكسي في الصباغ ديسبرس أزرق (٧٩) بجذر الميتوكسي في الديسبرس الأزرق (١:٧٩) ما يعزز من تسويته ويخفض من ثباتياته على الحرارة الجافة، ويقلل من وزنه وحجمه ليخفض درجة حرارته الحرجة بعض الشيء.

٤-٣ - درجة الحموضة: ففي حين أن صباغ الديسبرس الأحمر (١٦٧) يحتاج لوسط حمضي pH: 3-7 كي لا يتخرب نجد أن الديسبرس الأحمر (١٥٢) أوسع مجالاً، إذ يتحمل المجال pH: 2-9 وكلاهما من مجموعة الأصبغة الكبيرة الحجم S، ومع ذلك يتم بناء الحمام الصباغي عند pH: 5-6، ونرى في الجدول (١٣٠) مدى تأثير درجة الحموضة على صباغي الديسبرس الأزرق ٧٩ والأصفر ٢٤١:

الجدول (١٣٠)

<p>pH: 5.5 pH: 7.5 pH: 11</p> <p>1% Disp. Blue 79 200% & 0.5% Disp. Yellow 241 200%</p>		<p>تركيب المحلول الموقى : حمض الخل / خلات الصوديوم عن: SUPROSS Chemie: Switzerland</p>					
		<p>درجة الحموضة " pH "</p>					<p>المزيج الموقى</p>
		6-7	5.5	5	4.5	4	
		0.2	0.3	0.4	0.5	1	حمض الخل 80% : مل/ل
		3	2	1	0.5	-	خلات الصوديوم : غ/ل
		<p>pH: 11 : تخرب صباغي الأزرق والأصفر، pH: 7.5 : تخرب الصباغ الأزرق، pH: 5.5 : حموضة مناسبة وعدم تخرب أياً من الصباغين</p>					

٤-٤ - ألفة ألياف البوليستر: أو قابليتها للانتفاخ بحسب المعالجات المطبقة عليها قبل وصولها للصبغة. ونرى في الشكل (١١١) تصوراً لترتيب دخول الجزيئات الصبغية بحسب حجمها بدلالة درجات الحرارة وكيفية تشكل المسامات مع ارتفاع درجات الحرارة ومن ثم انغلاقها بالتبريد.



الشكل (١١١)

٥- مواد بناء الحمام الصباغي:

٥-١ - الحمض: تتخرب بعض أصبغة الديسبرس في الوسطين المعتدل أو القلوي، ويتحسس بعضها الآخر من تذبذب درجة حموضة الحمام الصباغي لتطايير الحمض، أو لزيادة تأين الحمض أو الأملاح الحمضية بفعل ارتفاع درجات الحرارة، فصبغ الديسبرس الأزرق (٧٩) مثلاً يستلزم درجة حموضة 3-5 pH، إذ نجده يحمر دون 3 pH ويصفر عندما تزيد عن 5 pH، وبالتالي يؤدي عدم ضبط درجة الحموضة لانحراف اللون وتراجع نسب الاستنزاف والثباتيات، لذا يعتمد الكثير من الصباغين ضبطاً للعملية الصبغية لاعتماد المحلول الواقى باستخدام بعض الأملاح الحمضية غير الطيارة التي تطرحها بعض الشركات، أو لتطبيق المحلول الواقى من حمض الخل وخلات الصوديوم.

٥-٢ - العوامل المبعثرة: تميل الأصبغة المبعثرة للتجمع والتكتل على بعضها بعضاً Aggregation كونها غير ذوابة بالماء، ما يستدعي إضافة عوامل مبعثرة بحيث نضمن:

- بعثرة جزيئات الصباغ بشكل كامل طوال فترة الحمام الصباغي.

- الانسجام التام مع جميع مكونات الحمام من أصبغة ومواد مساعدة أخرى.

وتسبب آلات الصبغة العالية الغزارة والتدفق لتراجع درجة تبعثر الأصبغة، إضافة لتفاعلات ضارة بين مختلف المواد المساعدة مع الزيوت والكارير المستحلبين ومع الأصبغة المبعثرة ما يستوجب رفع معدلات عوامل البعثرة نسبياً منعاً لتبقيع الخامات المصبوغة أو ترسب بقايا صبغية بين طبقات البيم أو ألياف البوليستر بنظام الكون.

ونرى في نماذج آلات صبغة معينة وعلى السطح الفاصل بين الهواء والسائل تفكك بعض المواد المساعدة الموجودة على السطح قبل الوصول لدرجة حرارة الحمام الصباغي النظامية (١٣٠م)، فتبدأ بالتجمع والترسب

على سطح القماش مشكلةً بعمقاً غامقة، ويستحسن لتحاشي هذه الظاهرة اعتماد المواد المساعدة اللا رغوية قدر الإمكان ورفع نسب العوامل المبعثرة لمنع هذه التفاعلات بين الأصبغة ومنتجات تخرب المواد المساعدة، كما نعد لإضافة موانع التكسير والعوامل المساعدة على تعزيز انحلال أصبغة الديسبرس ومعرزي الهجرة، ومنع إعادة تبلور أصبغة الديسبرس الزائدة التي لم يتم استنزافها أو تشربها من قبل القماش في الحمام الصباغي.

٣-٥- **عوامل التسوية:** يستلزم تطبيق بعض أصبغة الديسبرس عوامل تسوية بحسب الحالة كما يبين الشكل (١١٢)، فهناك أصبغة ذات معدلات هجرة عالية تستلزم إضافة عوامل مؤخره ضمن معها تجانساً أكبر في توزعها على كامل سطح البضاعة، وأصبغة ضعيفة الألفة تجاه الماء وبالتالي ضعيفة التوزع ما يستوجب إضافة عوامل تسوية يمكنها تعزيز معدلات الانحلال لتستقر وتتوازن في عمليات هجرتها وانتشارها إلى أعماق الألياف، وهناك أنواع تسوية يمكنها التقاط الأوليغوميرات التي تفرزها ألياف البوليستر عند درجات الحرارة العالية " وخاصة في أنواع آلات الصباغة المنخفضة النسبة وذات معدلات التدفق العالي "، وأخيراً نجد عوامل تسوية ذات قدرات استحلاب عالية تفيدنا في حال تعذر استحلاب كامل الزيوت والغرويات بمراحل التجهيز الأولية، فهناك بعض الزيوت أو الكيماويات التي لا يتم كامل استحلابها إلا بشروط درجات الحرارة العالية، وتفيدنا أنواع عوامل التسوية هذه في التخلص من مشاكل هذه البقايا الزيتية التي ستسبب في الحمام مسببة تراجع التسوية.

تأثير أنواع تسوية مختلفة على استنزاف صباغ الأزرق التركواز 60	
0.75 ديسبرس أزرق 60، pH~ 5.5، 60 دقيقة/95°م، 30 دقيقة/130°م	
الصباغ المستنزف والبقايا	
شروط العمل	30 د/130°م، كارير ميتيل نفتالين، عامل تسوية بدون، 1 غ/ل عوامل تسوية مختلفة
لاحظ التأثير السلبي على بريق اللون عند استخدام عامل التسوية الأخير	

تميز فعالية عوامل تسوية مختلفة بشروط الضغط الجوي	
0.6% ديسبرس أزرق 79، 0.4% ديسبرس أصفر 54، 60 دقيقة/95°م، pH: 4.5، عامل تسوية: 1 غ/ل	
الصباغ المُستنزف والبقايا	
نوع العامل المساعد	كارير ميتيل نفتالين، أنواع تسوية مختلفة، تسوية من نمط الاسترات العطرية، بدون تسوية، 130°م/30 دقيقة

الشكل (١١٢): تأثير بعض عوامل التسوية على استنزاف أصبغة الديسبرس

٤-٥- **الحوامل " الكارير " ومضادات التكسير وموانع الرغوة:** وقد سبق استعراضها في بحث مواد بناء الحمام الصباغي وبيين الشكل السابق (١١٢) تأثيرها مقارنة مع عوامل تسوية.

٦- تقنية العملية الصباغية:

٦-١- **تحضير المعلق الصباغي:** من الضروري بعثرة الصباغ لأكثر قدر ممكن قبل إضافته للحوض الصباغي، ويتم العمل برّد مسحوق الصباغ على الماء الدافئ في خلاط ثابت سرعة الدوران، فإن لم يتوفر الخلاط نلجأ لعجن الصباغ بالماء مع عامل مبعثر ومن ثم إضافته للماء الدافئ مع التحريك الجيد، ولا يجوز أن تتجاوز درجة حرارة الماء (٧٠م) منعاً لتجمع الصباغ من جديد ونقض بعثرته، وأخيراً نقوم بترشيح المحلول عبر غربال ناعم ليصبح جاهزاً للضخ للحوض الصباغي.

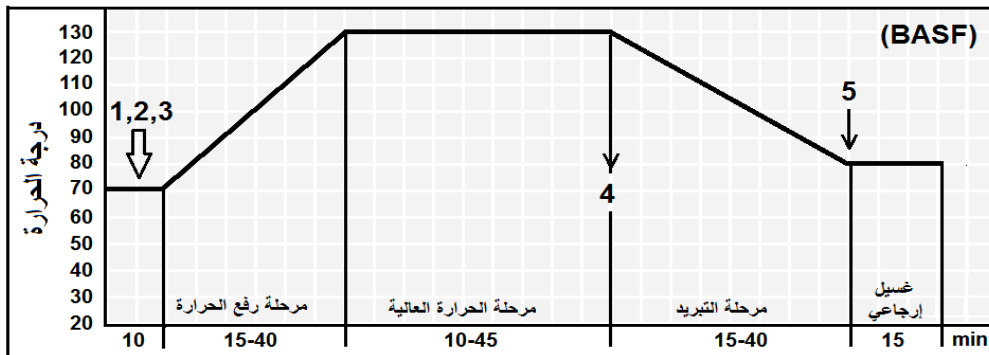
٦-٢- إضافة المعلق الصباغي لحوض الصباغة: لا يجوز إضافة المعلق الصباغي مباشرة في المواضع التي يدور فيها القماش، بل باتجاه النقاط التي يدور فيها الماء مثل موقع المبادل الحراري... وتتم الإضافة بهدوء وببطء قدر الإمكان وبخاصة مع الأصبغة الصغيرة الحجم الجزيئي.

٦-٣- الصباغة:

٦-٣-١- الصباغة بطريقة الحرارة العالية: تمتاز طريقة الحرارة العالية عن الضغط الجوي العادي بـ:

- إمكانية تطبيق الأصبغة كبيرة الحجم الجزيئي وذات الثباتات العالية.
- زمن صباغة أقصر مع درجة استنزاف أعلى للأصبغة.
- تجاوز مشاكل الكارير: غسلاً وبيئياً.
- لذا فإنها أكثر اقتصادية من طريقة الكارير ومع ذلك فإن لتطبيقها معوقات عدة نجد منها:
- تزيد كلف آلات الضغط العالي (٣٠-٤٠)% عن آلات الضغط الجوي العادي.
- يستلزم تشغيلها تجهيزات ضغط بخار عالي وثابت.

ونبدأ لتطبيق عملية الصباغة بطريقة الحرارة العالية كما في الشكل (١١٣) برفع درجة حرارة الحمام حتى درجة حرارة (٦٠-٧٠م)، ونضيف الحمض والمواد المساعدة المطلوبة ونتأكد من درجة الحموضة بحيث تكون pH: 5-6 وننتظر (١٠) دقائق نبدأ بعدها بضخ معلق الصباغ المصفى وننتظر (٥-١٠) دقائق، ثم نبدأ برفع درجة الحرارة بمعدل (١-٢م/د)، ويمكننا رفع هذا المعدل مع أصناف قصيرة الحبل نسبياً، ونستمر بمرحلة التخمير عند الدرجة (١٣٠م) لمدة (١٥-٤٥) دقيقة حسب درجة عمق اللون وقدرة الصباغ الذاتية على التسوية، إذ أن هناك بعض الأصبغة الضعيفة التسوية مثل الديسبرس الأزرق (١٦٥) أو الديسبرس الأحمر (١٥٢)...، لذا ولمثل هذه الأصبغة حتى وإن وصلنا معها لمعدلات الاستنزاف الجيدة فإنها تحتاج لزمان تخمير إضافي ولعوامل تسوية مميزة، ونبرد في النهاية وصولاً للدرجة (٨٠م) ونقارن اللون المطلوب لإجراء ما يلزم من إضافات والعودة بدرجات الحرارة حتى (١٣٠م) مجدداً.



١- المواد المساعدة، ٢- حمض الخل، ٣- الصباغ، ٤- بدء عملية التبريد، ٥- غسيل إرجاعي عند اللزوم

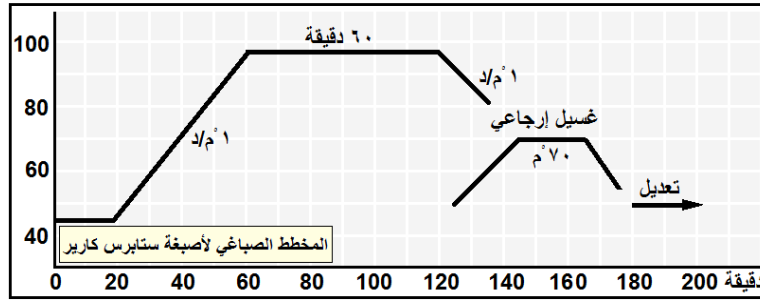
الشكل (١١٣): تطبيق حمام الصباغة بطريقة الحرارة العالية لشركة BASF

ويتوجب علينا الإبطاء بالتبريد قدر الإمكان منعاً للتكسير، ومن الضروري الإشارة هنا إلى أنه وبالوصول لدرجة حرارة معينة وبوجود أصبغة غير ممتزة وقابلة للتبلور أو بوجود الأوليغوميرات بكميات كافية نشهد تدرجاً لونياً ما يستوجب متابعة تدوير القماش إلى ما دون الدرجة (١٠٠م) قبل التوقف.

ويُنصح أحياناً لبعض أنواع الخامات القابلة للتكسير أو الضعيفة الحياكة أن نحاول العمل بشروط نخفض فيها درجة حرارة الحمام الصباغي دون الدرجة (١٣٠م) بإضافة بعض الكارير.

٦-٣-٢- الصباغة بطريقة الكارير: يمكننا بالاعتماد على الكارير تطبيق مجموعة كبيرة من الألوان بما فيها الأسود شرط استخدام أصبغة معينة وبثباتات دون تلك التي يمكننا الوصول إليها بالحرارة العالية، ومن الضروري كما سبق ومر معنا التخلص من كامل بقايا الكارير قبل تطبيق عمليات الإنهاء عند درجات الحرارة العالية والجافة وبخاصة مع الألوان الغامقة تداركاً من تعزيز بقاياها لهذه المرحلة من تعزيز الهجرة الحرارية،

وترتبط طريقة الصباغة بالكارير بشكل وميزات آلة الصباغة أولاً ونوعية ألياف ومواصفات الخامات المراد صباغتها ثانياً، ومع ذلك يمكننا توصيف طريقة العمل على الشكل (١١٤):



الشكل (١١٤): مخطط تطبيق أصبغة ستابرس Carrier

نرفع درجة حرارة الحمام حتى الدرجة (٦٠ م°)، ونضيف الحمض والكارير بعد استحلابه بماء دافئ والعوامل المساعدة المطلوبة وندير لمدة (٥-١٠) دقائق، ونتأكد من درجة الحموضة بحيث تكون 4-5 pH، ثم نضيف معلق الصباغ المصفى ببطء وندير لمدة (٥-١٠) دقائق، ونبدأ برفع درجة الحرارة بمعدل (١) م/د وننتظر عند درجة حرارة الغليان (٦٠-٩٠) دقيقة نبرد بعدها ونقارن مسطرة اللون.

إن من أهم ميزات العمل بطريقة الكارير هي التخلص من مشكلة الأليغوميرات التي تتسلخ عن ألياف البولبيستر بشروط درجات الحرارة العالية.

٧- صباغة البولبيستر بحمام قلوي بحسب BASF:

تمنحنا عملية الصباغة في وسط قلوي لطيف عدداً من الميزات، والتي من أهمها:

١. التخلص من مشكلة الأليغوميرات.
٢. خواص سيولة أفضل للبولبيستر وبالتالي تحسن خواص التسوية.
٣. ملمس ألياف أفضل.
٤. خواص غسل صباغ أفضل وتلوث أقل لآلة الصباغ وبالتالي سهولة التخلص من بقايا الأصبغة والأوساخ بعمليات الشطف والغسيل.
٥. تحسن خواص العملية الصباغية للألياف غير كاملة إزالة مواد التنشيط.
٦. اقتصادية أعلى.

أما عن أهم مساوئها نذكر:

١. مجال أصبغة ضيق.
 ٢. معظم الأصبغة المناسبة لهذه التقنية من نمط الانتراكينون بخواص ثباتية حرارية ضعيفة.
 ٣. إمكانيات تناسخ أضعف منها بالمقارنة مع الصباغة بالوسط الحمضي.
- طريقة العمل: نبدأ العمل بإضافة ما يلزم من الصباغ مع (١) غ/ل سينامول WS عند pH: 10.5 بإضافة هيدروكسيد الصوديوم، لننتهي بالحمام عند pH~ 7.5 تقريباً، ونستمر لمدة (٣٠) دقيقة عند (١٣٠ م°).

٨- صباغة ميكروفبير البولبيستر بحسب BASF:

تتم صباغة ألياف الميكروفبير وفق تسلسل العمليات:

إزالة مواد التنشيط ← معالجة قلوية ← تجفيف ← تثبيت حراري ← صباغة ← تجهيز نهائي

وتتم إزالة مواد تنشيط البولبيستر ميكروفبير في الحمامات العالية النسبة وفق الجدول (١٣١):

الجدول (١٣١)

حمام إزالة مواد تنشيط البولبيستر ميكروفبير في الحمامات العالية النسبة			
منظف مناسب	صودا آش	الزمن	درجة الحرارة
؟ غ/ل	٠,٥ غ/ل	٢٠ دقيقة تقريباً	٩٥ م° تقريباً

وفي حال تشكل قشطة، فإننا نعيد حمام الغسيل بنصف مكونات الحمام المذكورة آنفاً، ويفضل مع مواد تنشئية من نمط البولي اكريلات مثلاً إضافة (٥,٥) غ/ل هيدروكسيد الصوديوم لحمام الغسيل.

٨-١- الخواص الصباغية لميكروفيبر البولبيستر:

- ١- يحتاج الميكروفيبر لكمية من الصباغ تعادل (٢-٣) مرات من البولبيستر العادي " أكبر من ١ ديتكس ".
 - ٢- يبدأ امتصاص الصباغ " المنطقة الحرجة " عند (٥٠-٧٠ م°).
 - ٣- خواص الانتشار وامتصاص الصباغ المثالي يتم عند (١٢٠ م°).
 - ٤- تنخفض الثباتية على النور بمعدل درجة إلى درجة ونصف عن مثيلاتها مع البولبيستر العادي.
 - ٥- الثباتية على البلل والحرارة الجافة دون البولبيستر العادي.
- ونعاني من عدة مشاكل تواجهها العملية الصباغية:

- ١- صعوبة التخلص من الكميات العالية لمواد التنشئية والمواد المساعدة المستخدمة في مرحلة الحياكة.
- ٢- صعوبة تسويتها لدخول الصباغ مرحلة التثبيت بدرجات حرارة منخفضة للسطح النوعي الكبير لهذه الألياف.

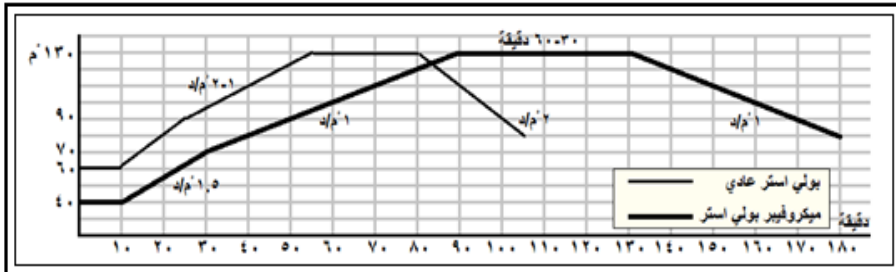
٣- صعوبة الوصول للثباتية النظامية الأعلى على البلل كميات الصباغ العالية التي نحتاجها هنا.

٤- صعوبة الوصول للثباتية النظامية الأعلى على النور بسبب السطح النوعي الكبير.

- ٨-٢- تقنية صباغة ميكروفيبر البولبيستر: نطبق بناء حمام الصباغي وفق الجدول (١٣٢) ونبدأ العمل كما في الشكل (١١٥) عند درجة حرارة (٥٠ م°)، ونبدأ برفع درجات الحرارة بمعدل (١-١,٥) م°/د وصولاً حتى (١٢٠-١٢٥ م°) التي نبقى عندها لمدة (٢٠-٤٠) دقيقة، نتبعها بحمام غسيل إرجاعي:

الجدول (١٣٢)

وصفة صباغة ميكروفيبر البولبيستر				
صباغ ديسبرس	عامل مبعثر	عامل تحلية	عامل تسوية	حمض خل أو عامل حمضي
ما يلزم %	١ غ/ل	ما يلزم: غ/ل	ما يلزم: غ/ل	حتى 4.5-5 pH~



الشكل (١١٥): مخطط صباغة ميكروفيبر البولبيستر

٧- المعالجة بعد الصباغة:

تجري جميع المعالجات بعد الصباغة للتخلص من جميع المواد وبقايا الصباغ الممتازة على سطح الألياف بهدف رفع ثباتياتها لحدودها العظمى، لذا فإننا نلجأ للشطف والغلي والغسيل الإرجاعي بحسب درجة عمق اللون ونوعية الأصبغة وطبيعة المواد المساعدة المستخدمة وشروط الصباغة.

ومن الضروري في حال استخدام الكارير معالجة القماش المصبوغ عند درجة الحرارة (١٥٠ م°) الجافة لضمان التخلص من كامل آثار الكارير خاصةً وباقي المواد المساعدة عامةً، كي لا تتسبب بتراجع الثباتيات فيما لو بقيت حتى مرحلة التثبيت عند الدرجة (١٨٠ م°) فما فوق، إذ تسبب بقاياها عند درجة الحرارة (١٨٠ م°) فما فوق تراجعاً ملحوظاً في الثباتيات وخاصةً الثباتية على النور بسبب الهجرة الحرارية الناشئة والتي تعني هجرة أو انتشار معاكس للصباغ من عمق الألياف إلى سطحها، ويتم الإنهاء عادةً بحمام غسيل إرجاعي أو غلي.

٧-١- الغسيل الإرجاعي: ويتم بمعالجة الأقمشة المصبوغة في حمام وفق الجدول (١٣٣):

الجدول (١٣٣)

بناء حمام الغسيل الإرجاعي			
هيدروكسيد الصوديوم ٥٠%	هيدروسلفيت الصوديوم	منظف أو تسوية أو مزيل زيت	شروط العمل
٢ غ/ل	٢ غ/ل	١ غ/ل	١٥-٢٠ دقيقة / ٦٠-٧٠ م

وهناك من ينصح بالمنظف اللاأيوني مثل شركة يورك شاير، وآخرون بغواسل التحلية القادرة على ربط أيونات المعادن الثقيلة والأوليغوميرات ما يرفع من كفاءات التثبيت الحراري عند درجة الحرارة (١٨٠ م).
٧-٢- الغلي: ونلجأ لها عندما لا يكون هناك حاجة للغسيل الإرجاعي كما هو الحال عند الصباغة بدرجات الحرارة العالية مع أصبغة عالية الاستنزاف، إذ تتم المعالجة هنا لمدة (٣٠) دقيقة عند درجة حرارة (٨٠ م) بوجود ١ غ/ل منظف مع ٢ غ/ل كربونات الصوديوم، ثم نشطف ونعدل، وقد نلجأ لنشطف أخير عند درجة حرارة (٥٠-٥٥ م) للتأكد من تمام التخلص من بقايا حمام الصباغة وبقايا حمام الغسيل الإرجاعي على السواء.
٨- إعادة التسوية:

تظهر علامات ضعف التسوية عادةً عند حصول خطأ ما في العملية الصباغية: كانقطاع حبل، أو عدم مراعاة معدلات رفع درجات الحرارة اللازمة المرتبطة بطول حبل القماش وغازارة تدفق السائل الصباغي والتي جدولتها شركة BASF كما في الجدول (١٣٤):

الجدول (١٣٤)

معدلات رفع درجات الحرارة المناسبة لمعدلات دوران البضائع والمحلول بحسب BASF									
٦	٥	٤	٣,٥	٣	٢,٥	٢	١,٥	١	
دوران المحلول: دورة/دقيقة									
-	٢	١,٧٥	١,٥	١,٢٥	١	٠,٧٥	٠,٥	-	
دوران البضاعة: رأس/دقيقة									
٣,٦	٣	٢,٤	٢,١	١,٨	١,٥	١,٢	٠,٩	٠,٦	
معدل رفع درجات الحرارة: درجة / دقيقة عند مجال الاستنزاف الأعظمي									

إذ تظهر علامات انعدام أو ضعف التسوية بعدم تجانس اللون ما يستلزم حماماً جديداً مع (١٠-٢٠)% من الصباغ وبدرجة حموضة 4-5 pH مع كاريير وعامل تسوية بحدود التراكيز التي تنصح بها كل شركة، فشرية كلارينت مثلاً تنصح بـ: (٣-٥) غ/ل كاريير ديلائين EN مع ما يقارب (١) غ/ل تسوية ليوجين DFT، وفي حال استخدامنا لأنواع الكاريير من نمط الاسترات العطرية بتراكيز (٢-٣) غ/ل " حسب درجة عمق اللون ونوع الصباغ وشروط عملية الصباغة، ودون الحاجة لإضافة عوامل تسوية لقدرة التسوية العالية لهذا النمط من الكاريير.

٩- التعرية:

يمكننا إجراء عملية تعرية بسيطة نخفف فيها من درجة عمق اللون بحمام يحوي كاريير وعامل تسوية وبدرجة حموضة 4-4.5 pH لمدة (١-٢) ساعة، أما التعرية الكاملة أو شبه الكاملة فتتم بحمام قلوي بوجود هيدروسلفيت الصوديوم والكاريير وعوامل التسوية بتراكيز تتلائم مع درجة عمق اللون ونوعية الأصبغة ودرجة حرارة وزمن التثبيت الحراري.

١٠- اختيار الأصبغة:

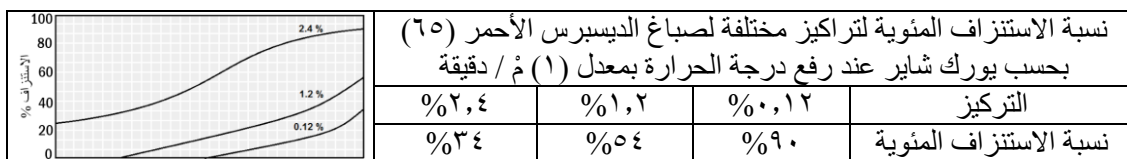
تنصح شركة باسف باعتماد أصبغة الديسبرس التالية الواردة في الجدول (١٣٥) لتحقيق المواصفات المطلوبة:

الجدول (١٣٥)

اختيار بعض الأصبغة لبعض التطبيقات بحسب توصيات BASF	
الألوان الفاتحة: تُستحسن المجموعة E	أصفر ٥٤، أحمر ٥٠، أزرق ٥٦، وقد نضطر للبرتقالي ٢٥ والأزرق ٨٧
الألوان الغامقة: تُستحسن المجموعة S	أصفر ٢٤١، برتقالي ٢٩ أو ٣٠، أحمر ٩٢ أو ١٦٧، بنفسجي ٣٥، أزرق ٧٩
السنائر والمفروشات: ثباتية ضوئية	أصفر ٥٤، برتقالي ٢٩ أو ٣٠، أحمر ٦٠ أو ٦٠ أو ٩٢ أو ١٦٧، بنفسجي ٣٥، أزرق ٥٦ أو أزرق تركواز ٦٠
ألوان فاتحة للسيارات	أصفر ٤٢، أحمر ٩١، بنفسجي ٣٥، أزرق تركواز ٦٠
ألوان غامقة للسيارات	برتقالي ٢٩ أو ٣٠، أحمر ١٦٧، أزرق ٥٦

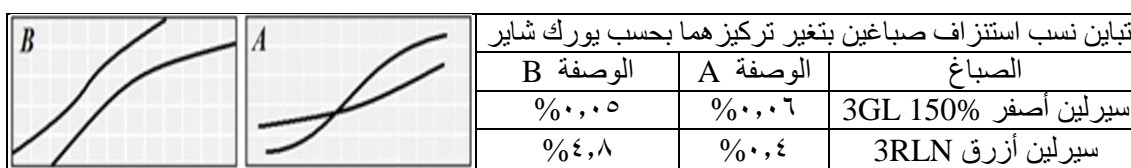
١١- نظام الاستنزاف The V. Number System:

١١-١- مفهوم الاستنزاف: يتوجب علينا عند صبغة البوليستر بلون مركب من مجموعة أصبغة انتقاء مجموعة أصبغة يمكنها أن تتطابق قدر الإمكان في سرعة استنزافها أثناء عملية الصبغة من بدايتها لنهايتها ضمن التراكيز اللازمة لبناء اللون، ذلك لأن نسب الاستنزاف تتأثر أساساً بالتراكيز المستخدمة بصورة عالية، فلو أخذنا صبغ الديسبرس الأحمر (٦٥) لرأينا في مخطظه عند رفع درجة الحرارة بمعدل درجة واحدة في الدقيقة أنه وبالوصول للدرجة ١٢٠ م تكون نسب الاستنزاف بحسب التركيز على الشكل (١١٦):



الشكل (١١٦)

لذا فإننا وعندما نأخذ مزيجاً من الصباغين سيرلين أصفر 3GL150% وأزرق 3RLN فإن نسب استنزافهما لتباين بين الوصفتين A & B وتتبادل خطوطهما على الشكل (١١٧):



الشكل (١١٧)

١١-٢- قياس نسب الاستنزاف: تطبق عملية الصبغة على كل صباغ بشكل منفرد ووفق شروط الجدول (١٣٦)، إذ نبدأ الصبغة عند الدرجة (٧٠ م) ونرفع درجة حرارة الحمام بمعدل درجة واحدة / دقيقة وصولاً للدرجة (١٣٠ م) التي نستمر عندها ساعة كاملة، ونأخذ المساطر على التوالي ونقرأها على السبكتروفوتومتر مع إعادة الصباغ لبواقي الحمام وقراءتها أيضاً، ونرسم الخط البياني الموافق لمعدلات الاستنزاف بأخذ القيمتين عند منتصف ونهاية الزمن لتعيين المكافئ V، ويتم القياس على عدة تراكيز لكل صباغ ونرسم خطوط الاستنزاف الموافقة:

الجدول (١٣٦)

شروط تجريبية قياس نسب الاستنزاف			
العامل	نسبة الصباغ	حمض الخل	عامل مبعثر سالب
الكمية	%٣	١ غ/ل	١ غ/ل
مخطط قياس نسب استنزاف صباغ بخمس تراكيز			
رقم الخط البياني	نسبة الصباغ المئوية الوزنية	الزمن ١,٥	سرعة الصبغة V
١	٠,٠٦	٣٠	٤
٢	٠,٢	٤٠	٣
٣	٠,٥	٤٥	٢,٥
٤	١	٥٠	٢
٥	٤	٥٣	١,٧

١٢- العوامل المؤثرة على الهجرة الحرارية:

- ١- نوعية البوليستر ومزاجه.
- ٢- نوعية صبغ الديسبرس المستعمل من حيث حجوم الجزيئات الصباغية.
- ٣- درجة عمق اللون.
- ٤- نوعية وطريقة تطبيق مواد التجهيز النهائي.
- ٥- درجة حرارة وزمن التعرض لهذه الحرارة.
- ٦- نوعية وتقنية الحرارة المطبقة.

١٢- مبادئ معالجة الأوليغوميرات والترايميرات في حمام الصباغة:

غالباً ما تتداخل التريمرات الحلقية مع الأوليغوميرات ما يجعلهما يتسببان بنفس القدر من المشاكل أثناء العملية الصباغية، إذ يتحرك كل منهما بتأثير الحرارة من المناطق اللابلورية لسلاسل البوليمر ما يجعل سرعة تحركها مرتبطة بشكل أساسي بدرجة الحرارة، وبالتالي فإن أعلى معدلات هجرتها من الألياف باتجاه الحوض الصباغي تجري عند مراحل طور الحرارة العالية (١٣٠ م) فأكثر، وبخاصة عند ازدياد زمن هذا الطور بحيث نصل لدرجة الإشباع التي يبدأ بعدها قسم منه بالتبلور والترسب غير المنتظم على جدران الآلة والبضاعة على شكل غبار غير ملون بذاته ولكنه يكتسب لونه لما يمتصه من أصبغة ومكونات ملونة في الحوض الصباغي، ويبقى قسم منه دواراً ومنحلاً في الحمام طوال زمن العملية الصباغية ليبدأ بالترسب مع بدء طور التبريد على الحواشي وخطوط تكسير النسيج الدوار وبشكل ظاهر للعين المجردة، ويمكننا تجنب حدوث هذه الظاهرة بعدم السماح بترسب الأوليغوميرات أو التريمرات لأكثر من (١,٥) % بالأخذ بالقواعد التالية:

أ- إجراء العمليات الصباغية عند أخفض درجات حرارة ممكنة " ١٢٥ م " إن أمكن والإقلال من زمن العملية الصباغية قدر الإمكان بالاعتماد على كميات بسيطة من الكارير.

ب- المحافظة على أعلى درجات تبعثر للأوليغوميرات وخفض معدلات ترسيبها بإضافة بعض المواد المساعدة التي يمكنها ربط الأوليغوميرات أو إذابتها كـ بعض الحموض الكربوكسيلية أو استرات بولي غليكول إيترا الأغوال الدسمة، بعض مشتقات كلور الأيتيلين، بعض أنواع الايتوكسيلات، وأخيراً بعض مشتقات مركبات الأمونيوم الرباعية التي تستخدم عادة لتنظيف الآلات.

ج- منع نموها وتضخمها أثناء مرحلة التبريد بإجراء عملية تفريغ الحمام بحقن الماء الساخن أيضاً، أو محاولة تفريغ الحمام على الساخن وتحت الضغط إن كانت صمامات الآلات وأوعية التمديد فيها تسمح بذلك.

د- تطبيق حمام غسيل إرجاعي بوجود عامل فعال سطحياً وهيدروسلفيت الصوديوم أو بديله مع هيدروكسيد الصوديوم عند الدرجة ٨٠ م ليتبعه حمام شطف بارد وحمام تحميض مناسب.

هـ- إضافة بعض المطريات اللانبيونية أو الأنبيونية أو مضادات التكسير المزقة لتلطيف دوران النسيج في الحمام. ويستحسن الصباغة بوسط قلوي باختيار الأصبغة المناسبة.

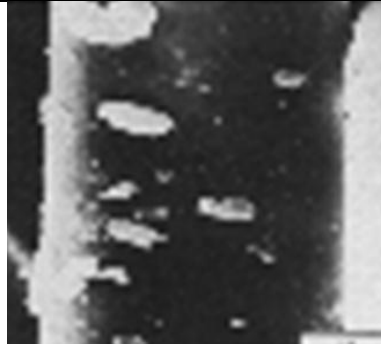
و- تطبيق حمام الغسيل الأولي بوسط قلوي خفيف لمدة (١٠) دقائق عند درجة حرارة (١٣٠ م) بحسب توصيات

شركة Ciba

ز- إجراء عمليات تنظيف دورية لآلات الصباغة بغليها تحت الضغط وإضافة بعض المذيبات أو مركبات الأمونيوم الرباعية للتخلص من الأوليغوميرات والتريمرات المترسبة على الشكل في الجدول (١٣٧):

الجدول (١٣٧)

بناء حمام التنظيف الدوري لآلات الصباغة بحسب BASF	
الجرعة	المادة
٢-١ غ/ل	هيدروسلفيت الصوديوم
٤ مل/ل	هيدروكسيد الصوديوم ٣٨ بوميه
٣ غ/ل	منظف كاتيوني من فئة مركبات الأمونيوم الرباعية
١ غ/ل	عامل بعثرة واستحلاب من فئة ايتوكسيلات الأغوال الدسمة



الشكل (١١٨): صورة مجهرية للأوليغومير من إصدار شركة BASF

١٣ - الصباغة بغاز ثاني أكسيد الكربون المسال:

بما أن عمليات الصباغة تواجه مشكلتين رئيسيتين: تأمين المياه اللازمة للعمل من جهة، ومن ثم معالجتها قبل صرفها بحسب القوانين المعتمدة من قبل حكومات كل بلد بحسب أوضاعه البيئي، بدأ البحث عن تقنيات جديدة لحل هذه المعضلة العالقة في أنحاء العالم كافة، فصممت آلة صباغة اعتمدت فيها على غاز ثاني أكسيد الكربون المُسَيَّل وبمواصفات رائعة لصباغة الخيوط التركيبية وخاصةً البولبيستر، وتتوفر حالياً مثل هذه الآلات التي تعتمد على غاز ثاني أكسيد الكربون المسال وبعده أوزان وتصاميم. وأطلق عليها (*Waterless Dyeing by Supercritical CO₂*).

ذلك أن غاز ثاني أكسيد الكربون قابل للتحويل عند درجة حرارة (٣٠ م°) تقريباً وضغط بحدود (٧٠ بار) لحالة حرجة يكون فيها بين الغاز والسائل (Fluid) يكون فيها عالي معدلات الحركة جداً، ما يؤدي لانتفاخ (Swelling) ألياف البولبيستر، وبما يتيح لجزيئات مسحوق الصباغ التغلغل في القماش بعملية فيزيائية صرفة، نتبعها بعد استنزاف كامل كمية الصباغ بالتبريد واسترجاع الغاز لتدويره واستخدامه مرةً أخرى. ومن أهم ميزات الصباغة بالهواء السائل:

١. تحقيق وفر بالطاقة يقارب (٧٠%).

٢. تراجع كم المخلفات التي تتطلبها العملية الصباغية ما يعني أنها أكثر صداقةً للبيئة.

٣. انخفاض الزمن اللازم لإنجاز العملية الصباغية.

٤. تحقيق الثباتيات المطلوبة.

وتتم العملية بتدوير القماش بسرعة تصل حتى ٣٥٠ م/دقيقة تقريباً تحت تأثير قناة غازية خاصة تحوي بعضاً من الرطوبة أو البخار، دون أن تتطلب كمّاً كبيراً من الماء لتدوير حبل القماش، ويمكننا وعبر هذه التقنية تطبيق عمليات التبييض أو الصباغة بذات الجودة إن لم تكن أفضل من الآلات التقليدية.

ومن أهم ميزات هذه التقنية خفضها وإلى حد كبير من استهلاك الطاقة والمواد المساعدة، إذ تتم عملية الصباغة بدوران القماش بفعل التيارات الهوائية المتدفقة على مبدأ الحركية الهوائية الناشئة عن مروحة الطرد المركزي عالية الضغط، وبحيث تتم عملية رذ للصباغ على كامل النسيج عبر فوهة مرذذ خاصة تباعاً وبذات اتجاه الدوران ليكتسب النسيج بفعل آلية الامتزاز قوة اللون شيئاً فشيئاً حتى امتصاصه لكامل كمية الصباغ المقررة، لذا فإنه كلما كانت حياكة النسيج أكثر انتظاماً حصلنا على عملية صباغة أكثر تجانساً، وفي الآن عينه يتقلب النسيج بفعل الحركة الهوائية لتحقيق أكبر عملية تجانس وتسوية صباغية. لذا نجد النسيج في نهاية العملية خالي من أي تجعدات، بل وعلى العكس يمتلك من الليونة والامتلاء ما قد يميزه عن تقنيات الصباغة المائية.

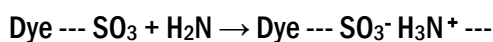
يتم بناء آلات الصباغة بالهواء السائل عموماً من معدن مقاوم للحموض والقلويات، ويتم تبطينه بطبقةً ملساء من التفلون (Polytetrafluoroethylene: PTFE) المنخفضة معامل الاحتكاك، ما يبسر دوران حبل النسيج دون تشكل أي عقدة أو تشابك وتكتل طوال العملية الصباغية، وتتراوح نسبة الحمام للبولبيستر بمعدل (٢:١) ما يعني نسب حمولة (بيك أب سائل) منخفضة، مع تحقيق معدلات انكماش جيدة للأقمشة المحاكاة.

وتستلزم هذه التقنية أصبغة خاصة هي مجموعة الأصبغة المبعثرة الجافة (Dry disperse dyes) والتي تتميز بنسب استنزاف عالية جداً تقارب (٩٨-١٠٠%) بحيث لا تحتاج لعمليات غسيلٍ لاحقة.

صبغة ألياف البولي أميد

١- مقدمة:

يعد البولي أميد من أكثر الألياف التركيبية قابلية وسهولة صبغة، إذ تبلغ درجة حرارة تزجج سلاسلها البوليميرية نحو (٥٠-٥٥ م°)، وتكون مناطقها اللابلورية بشروط درجات حرارة الغليان تحت الضغط الجوي قابلة للصبغة بسهولة تباعد سلاسلها وانتفاخها ما يُمكن جزيئات الصباغ من التغلغل بسهولة للعمق، وتؤمن الزمر الأميدية عند نهايات السلاسل مواقع تتشكل عليها أملاح مع الأصبغة الحمضية الحاوية زمراً حمضية سلفونية:



الأملاح المتشكلة من ارتباط الأصبغة الحمضية مع الزمر الأمينية للبولي أميد

كما تقدم الزمر الأميدية المتكررة مراكز ارتباط هيدروجيني مع جزيئات الصباغ ما يُسهلُ صبغتها بشروط الضغط الجوي العادي، وبألفة متميزة لمعظم أنواع الأصبغة: حمضية، مبعثرة معدنية معقدة، مباشرة، تفاعلية، "ديسبرس" ... وبثباتيات تتراوح بين الضعيفة والممتازة، وتتوزع في درجات الحموضة اللازمة لحمام الصباغة من الحمضية للقلوية، ومع ذلك فإن أكثر الأصبغة اعتماداً هي الأصبغة الحمضية والمعدنية المعقدة.

وبرغم من أننا نستشف مما سبق أن قابلية البولي أميد الشديدة لتشرب معظم أنواع الأصبغة على أنها ميزة، فإنها تشكل مشكلة كبيرة عند صبغة الخامات المحاكة مع مكونات أخرى كالبوليستر أو السيللوز، فعند صبغة مثل هذه الخامات وبوجود أصبغة معلقة وحمضية ومباشرة مثلاً وبشروط الحرارة العالية فإن البوليستر سيتشرب الأصبغة المعلقة، في حين أن البولي أميد سيتشرب الأصبغة الحمضية والمباشرة، أما السيللوز فسيتشرب ما تبقى من الأصبغة المباشرة، ولو أعدنا ذات التجربة بشروط الضغط الجوي العادي، فستتوزع الأصبغة المعلقة بين البوليستر والنايلون، وكذا الحال بالنسبة للأصبغة المباشرة التي ستتوزع فيما بين البولي أميد والسيللوز، أما الأصبغة الحمضية فتتخصص البولي أميد وحده، وهكذا فإن ألوان الألياف الثلاثة ستتغير في كل مرة بحسب: درجة حموضة الحمام، وجود الكارير ونسبته، وزمن البقاء عند أعلى درجة حرارة يصلها الحمام، وكذلك إضافة الملح وكميته، نوعية وفعالية عوامل التسوية فيما بين مؤخرة أو مبعثرة.

٢- مبادئ صبغة البولي أميد:

سنعرض هنا للطرائق التي طرحتها شركة كلارينت كمثل تطبيقي غني في تقسيم وتبويب الأصبغة التي درج الصباغون على تطبيقها في صبغة البولي أميد، إذ توزع كلارينت أصبغتها في مجموعات خاصة بحسب مجموعة الخواص والثباتيات التي تتميز بها كل مجموعة عن أخرى:

أ - أصبغة النايلوزان E: تتألف هذه المجموعة من عددٍ من الأصبغة الحمضية المتألقة مع بعضها بعضاً، وقد اختيرت بعناية بحيث نتجنب باستخدامها مشاكل التقليم وبخاصة عندما يضاف للحمام عامل تسوية ملائم. وتتميز هذه المجموعة بألوان زاهية وثباتية عالية على البلل، ومع ذلك يمكننا ولمزيد من الثباتية معالجتها بمثبتات خاصة أو بمزيجٍ من حمضي العفص والطرطير.

ب - أصبغة النايلوزان N: اختيرت هذه المجموعة من الأصبغة التي يمكن للبولي أميد أن يتشربها بوسط معتدل، كما يمكن تطبيقها بوجود عامل تسوية من حمام يحوي كبريتات الأمونيوم، وتتميز بتسويتها الملحوظة سواء أكانت على شكل صباغ وحيد أو مركب، وتتميز عن مجموعة النييلوزان E بثباتيتها على البلل بشكلٍ واضح، ومع ذلك يمكننا رفع ثباتياتها أيضاً بمعالجتها بالمثبت أو بمزيج حمضي العفص والطرطير.

ج - أصبغة النايلوزان F: وتتميز بإمكانية تطبيقها من وسطٍ معتدل أو ضعيف الحموضة مع عامل تسوية لتعطي عملية صبغة عالية الثباتية للبلل " ومنها جاءت الدالة F في التسمية لأن F = Fast = Solide " وبالتالي لا حاجة معها لعملية التثبيت بالمثبت أو بمزيج حمضي العفص والطرطير، ولهذه المجموعة أفضلية خاصة عن غيرها مع الألوان الغامقة، كما يمكننا استخدامها بالطرائق المستمرة بمزجها مع أصبغة اللانازين.

د - أصبغة اللانازين S: تتميز هذه المجموعة من الأصبغة المعدنية المسلفنة (٢:١) بملائمتها لجميع أنواع البولي أميد لتعطي عملية صباغة متجانسة ومنتظمة ضمن مجال ألوانٍ واسعٍ مع ثباتيات متميزة تجاه الماء والضوء بشرط التجهيز الأولي الجيد قبل الصباغة تحاشياً من وجود ما يحد من تغلغل الأصبغة وانتشارها لعمق الألياف وبالتالي تراجع ثباتياتها، ولا يُنصح برفع درجة حرارة حمامها لدرجة الغليان إلا في بعض الحالات الاستثنائية.

هـ - أصبغة مختارة من الديرمارين: تمتلك بعض الأصبغة التفاعلية من نوع ديرمارين Z و X الخاصة بالألياف السيللوزية ألفةً عاليةً للبولي أميد عندما يتم تطبيقها بوسط حمضي لتعطي صباغة عالية الثباتية جداً للبلل برغم عدم وجود أي ارتباط كيميائي بين الأصبغة وبين الألياف.

و- أصبغة الارتيثيل: تتمتع بعض الأصبغة المبعثرة "الديسبرس" بألفةً عاليةً تجاه البولي أميد دون أن تكون لها الحساسية لدرجة الحموضة، ولكن أشد ما يعيها ثباتيتها الضعيفة على الغسيل بالمقارنة مع الأصبغة الحمضية، وفيما عدا ذلك نجد أنها تحقق عملية صباغة متجانسة ولمعان لونها على مختلف أنواع البولي أميد، كما يمكننا إمكانية تطبيقها بالوسط الحمضي من توليفها مع الأصبغة الحمضية.

٣ - مواد بناء الحمام الصباغي:

٣-١ - الحمض: ترتبط درجة الحموضة المثلى لحمام الصباغة بدرجة عمق اللون وإن كانت تتراوح بين الحمضية والقلوية الضعيفتين، إذ تتناقص الهجرة بصورة ملحوظة بازدياد درجة الحموضة، وتزايد باتجاهها نحو القلوية لتسبب الهجرة المتأخرة في الحمام والتي ترفع من درجة التسوية، وتؤمن أعلى مستويات التجانس والاستنزاف، ومع ذلك يستحسن إضافة عوامل تسوية لضمان أعلى درجة تسوية وتجانس ممكنة.

٣-٢ - عوامل التسوية: اعتمدت كلارينت مجموعة عوامل تسوية متباينة التركيب والغرض مثل:

١- الساندوجين NH: عامل تسوية كاتيوني، يستخدم مع الأصبغة الحمضية، المعدنية المعقدة، الكرومية، ولكونه موجب الشحنة فإنه يلعب دور العامل المؤخر في مرحلة رفع درجة حرارة الحمام، وصولاً لاستنزاف مثالي للحمام.

٢- الليوجين PAM: عامل تسوية أنيوني لإزالة التقليل الصباغي عند تطبيق الأصبغة الحمضية بتعزيزه من معدلات الهجرة.

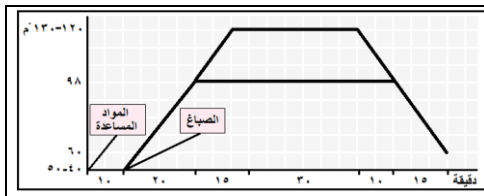
٣- الليوجين P: عامل تسوية أنيوني لإزالة تقليل البولي أميد.

٤ - تطبيق أصبغة اللانازين S: ترتبط تقنية العملية الصباغية عموماً بنوعية الأصبغة المستخدمة أولاً، وبالتجهيزات المتوفرة من طراز وحجم آلة الصباغة وطبيعة الخامة ومواصفاتها ثانياً، ودرجة الحرارة المطلوبة للعمل عندها ثالثاً، ووضعت كلارينت ثلاثة طرائق رئيسة لتطبيق أصبغة اللانازين S، وهي:

٤-١ - الطريقة النظامية: ويتم بناء الحمام الصباغي كما في الجدول (١٣٨):

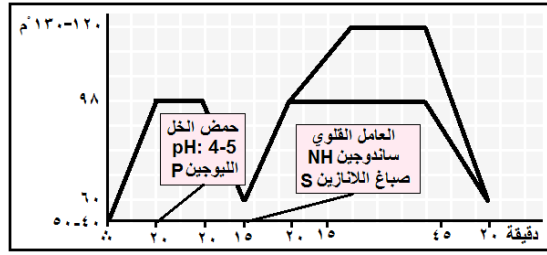
الجدول (١٣٨)

حمام الطريقة النظامية أصبغة اللانازين S من كلارينت	
المادة	الكمية
الصباغ	ما يلزم
عامل تسوية مثل: ساندوجين NH أو ليوجين PAM	٠,٥-٢ %
كبريتات النشادر	١-٤ %



وتستلزم أية إضافة صباغية التبريد حتى الدرجة ٧٠ م ومن ثم إعادة رفع الحرارة من جديد.

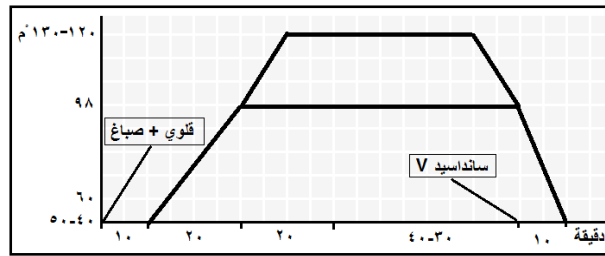
٤-٢ - طريقة الساندوجين NH: وتبدأ المعالجة هنا في وسط حمضي pH: 4-5 مع الليوجين P برغم أنه يستلزم نسبةً عاليةً من مواد التسوية عند اختلاف أنواع الألياف وتباينها في ألفتها نحو الأصبغة، ويجري تطبيق الحمام على مرحلتين أساسيتين، الأولى بضبط الحموضة بوجود حمض الخل مع الليوجين فقط ورفع درجة الحرارة حتى الغليان لتتبعها مرحلة تبريد حتى الدرجة ٦٠ م حيث يضاف الصباغ وتضبط الحموضة عند pH: 6-7 بإضافة قلوبات لطيفة مثل ثنائي فوسفات الصوديوم، البوراكس $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ، هيدروكسيد الأمونيوم... وتتبعها بالساندوجين NH كما في الشكل (١١٩):



الشكل (١١٩)

٤-٣- طريقة السانداسيد V: ويمكننا الحصول بهذه الطريقة على صباغة مثالية مهما اختلفت شروط العمل بالآلة، إذ أن السانداسيد V مادة حمضية تتفكك بالماء الساخن ببطء كحمض عضوي حتى الوصول لدرجة الحموضة المطلوبة، ويمكننا ضبط درجة الحموضة والوصول إليها من خلال كمية السانداسيد V المضافة ودرجة حرارة الحمام الصباغي وهذا ما يمنحنا بالطبع إمكانية العمل لساعاتٍ عدة بدرجة حموضة ثابتة، ويتم تطبيق هذه الطريقة وفق الخطوات:

- ١- نبدأ الصباغة عند درجة قلوية 8-10 pH بإضافة البوراكس ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) أو محلول هيدروكسيد الصوديوم ٣٦ بوميه للوصول للشروط المثالية لهجرة الأصبغة في مرحلة توزعها الأولي.
- ٢- نبدأ رفع درجة الحرارة بسرعة حتى الوصول لحرارة الغليان محاولين إحكام إغلاق الآلة قدر الإمكان للوصول لأعلى درجة حرارة ممكنة.
- ٣- نحافظ على درجة حرارة الغليان (١٠٠ م° / ٢٠-٣٠ دقيقة) للوصول لأعلى معدل هجرة ممكنة.
- ٤- نضيف ما يلزم من السانداسيد V للوصول لدرجة الحموضة الضعيفة المطلوبة 6 pH حيث تبدأ مرحلة تثبيت الصباغ، ونرى في الشكل (١١٩) طريقة العمل بطريقة السانداسيد V:



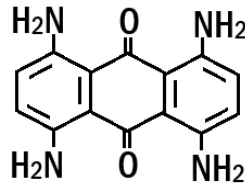
الشكل (١١٩)

صباغة ألياف الأسيئات

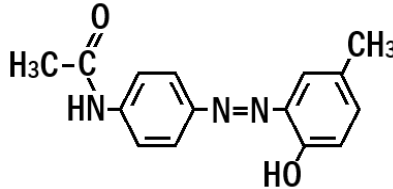
١ - المقدمة:

لعب استبدال زمرة هيدروكسيل السلسلة السيلولوزية بزمرة أسيتيل دوراً كبيراً جداً في تغيير مواصفات السيلولوز، وما يهمننا هنا التغيير الكبير الحاصل تجاه الأصبغة التي يألفها السيلولوز عادةً أي الأصبغة: المباشرة، التفاعلية، النفثول، الأحواض، الكبريتية، وكلها أصبغة غير قادرة على صباغة ألياف الأسيئات، وقد فسرت هذه الظاهرة على أساس أن بنية السيلولوز المؤسئل ضعيف الألفة نحو الماء من جهة، ويقاوم الانتفاخ من جهة أخرى، لذا فإن صباغتها لم تتيسر بادئ ذي بدء.

ولوحظت فيما بعد قدرة ألياف الأسيئات على امتزاز المواد العضوية غير الحلولة بالماء اعتباراً من المعلق المائي، وهكذا بدأت مرحلة البحث عن أصبغة معلقة فكان الوصول لأصبغة أزو معلقة من قبل هولاند كما هو حال صباغ الديسبرس الأصفر ٣، ومن ثم وفي عام ١٩٢٤ تمكن باديلي من الوصول لمشتقات أمينوانتراكينون كما هو حال صباغ دييسبرس أزرق (١).



ديسبرس أزرق (١)

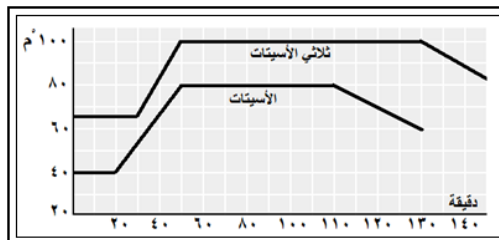


ديسبرس أصفر (٣)

واتسعت دائرة البحث حول الأصبغة المعلقة بعد ظهور البوليستر الأقل ألفة للماء من ألياف الأسيئات حتى وصلت إلى ما آلت إليه اليوم، حيث تم تفهم آلية العملية الصباغية بالأصبغة المعلقة على أساس أن قسماً بسيطاً جداً منها ينحل بالماء ويتكثف الباقي غير المنحل من جزيئات المعلق لتحافظ على درجة إشباع المحلول.

٢ - تطبيق العملية الصباغية:

نبدأ الحمام الصباغي بإضافة الحمض لضبط الحموضة عند pH: 5-6 لألياف الأسيئات و pH: 4.5-5 لثلاثي الأسيئات، وتوصي كلارينت لتطبيق المبيض الضوئي ليكوفور السائل EHT بإضافة ١ مل/ل من حمض نمل ٨٥% للأسيئات، وبإضافة ٢ مل/ل حمض نمل ٨٥% لثلاثي الأسيئات، ثم نضيف عامل التسوية الملائم ونرفع درجة الحرارة حتى (٤٠ م) وندور مدة (٢٠) دقيقة لنبدأ بإدخال معلق الصباغ المصفى جيداً، ونتريث حتى تمام التوزع ثم نبدأ برفع درجة الحرارة بمعدل (١,٥-٢ درجة/دقيقة) حتى الوصول للدرجة (٧٠-٨٥ م) لألياف الأسيئات، ونستمر عندها لمدة ساعة واحدة أو للوصول لدرجة عمق اللون وتسويته المطلوبتين، أما ألياف الثلاثي أسيئات فنتابع رفع درجة الحرارة حتى (١٠٠ م) لتحقيق درجة الامتصاص التي يحققها الأسيئات عند (٨٥ م)، لذا ومع ثلاثي الأسيئات يمكننا البدء عند الدرجة (٦٥ م) بدلاً من (٤٠ م) للأسيئات، ذلك لأن امتصاص ألياف ثلاثي الأسيئات يستمر ضعيفاً جداً حتى بلوغنا درجة حرارة (٨٠ م)، وتحتاج عند الدرجة (١٠٠ م) لزمناً قد يصل حتى الساعة والنصف نبرد بعدها ونهني الحمام ثم نشطف بدرجة حرارة (٥٠ م) من أية بواقٍ صباغية على السطح كما في الشكل (١٢٠):



الشكل (١٢٠)

ويمكننا صباغة ألياف الأسيئات عند الدرجة (١٣٠ م) كما هو الحال مع البوليستر دون أي تخوف ولنحصل بذلك على ثباتيات أفضل وخاصة على البلل بسبب اختراق الجزيئات الصباغية لأعماق الخيط. وتتميز ثلاثي الأسيئات عن الأسيئات بإمكانية تثبيتها حرارياً عند الدرجة (١٩٠ م) قبل الصباغة ما يزيد من نسبة المناطق المتبلورة في الخامة وبالتالي تراجع قدرة انتشار واختراق الأصبغة إلى العمق، وبذلك يمكن لألياف ثلاثي الأسيئات الدخول في تنافس واضح مع الألياف التركيبية الأخرى لا يحسمها إلا اقتصادية العمل.

F: معامل إشباع الخيط: ويساوي عملياً درجة إشباع الخيط مقسوماً على درجة إشباع الخيط الحقيقية.
f: درجة ألفة الصباغ.

V: دالة للتعبير عن سرعة امتصاص الخيط للأصبغة.

K: دالة رقمية خاصة بكل صباغ وتدل على درجة انسجام الأصبغة، فتوليف الأصبغة يجب أن يتم باختيار الأصبغة ذات قيم K واحدة، وفي أحوال اضطرارية الأقرب لبعضها بعضاً.

ΔC: دالة تتعامل معها بعض الشركات تحت اسم ثابت الصباغة الذي يعبر عن تأثير تقنية التجهيزات وتأثيرها على العملية الصباغية، كأن تكون الخامات على شكل آلة شلة أم ونش.

F_R: وتعبر عن قدرة تأخير عامل مؤخر، فنقول عن مؤخر شركة د. بترى وهو من فئة مركبات الأمونيوم الرباعية:

F_R: the retardant saturation value of peretard GAN = 0.55

تمايز المراكز التفاعلية في ألياف الاكريليك واختلاف خواص الأصبغة القاعدية							
درجات ألفة مختلفة لأصبغة ذات K واحدة			أصبغة ذات قيم K مختلفة			أنماط المراكز التفاعلية	
f=3	f=2	f=1	K=3	K=2	K=1	مركز فعال جداً	مركز فعال
+++	++	+	+	+	+	--	-

الشكل (١٢٢): شكل مبسط للفروق بين فعاليات وخواص أو ألفة المراكز التفاعلية والأصبغة القاعدية

٣ - تعيين درجة إشباع ألياف الاكريليك بطريقة شركة باير:

- نصبغ الخيط المجهول وبحمامات منفردة مع كل من (٥-٧-٩-١١) % استرازون أزرق FFR (أساس أزرق ٦٩) وبوجود (١%) حمض خل (٦٠%) بحمام (٤٠:١).
- نصبغ خيط اكريليك بدرجة إشباع (٢,١) مع ٨% استرازون أزرق FFR وبنفس شروط الحمام السابقة.
- نستمر عند درجة حرارة الغليان لمدة (٣-٤) ساعات واستنزاف الحمام.
- نقارن قوة ألوان الألياف الناتجة بالخيط الشاهد، فإن كان مشابهاً لأي منهم كانت درجة إشباع الخيط على الشكل:

تعيين درجة الإشباع بنتيجة الاختبار			
1.2	=	درجة الإشباع S _F	5%
1.8			7%
2.3			9%
2.8			11%

وترتبط عملية إضافة الصباغ عادة بسعة الخيط، كما أنه من الأهمية بمكان معرفة سرعة صباغة الخيط V قبل التعامل معه لضمان نجاح العملية الصباغية والتجربة.

٤ - تعيين سرعة صباغة الألياف بطريقة باير:

- أ- نأخذ وزناً معيناً من خيط معروف سرعة الصباغة ونصبغه مع (٢%) استرازون أزرق FFR وبوجود (١,٥%) حمض خل (٦٠%) حتى استنزاف الحمام.
- ب- نكرر التجربة مع الخيط المجهول.

ج- نقارن بين درجتي عمق اللون، فإن تساوتا كان لهما سرعة الصباغة ذاتها، أما عندما نجد أن الخيط المجهول كان أفتح أو أغمق فإننا نرفع أو نخفض سرعة الصباغة لتحقيق الدرجة اللونية ذاتها، إلا في حال تجاوز الفرق بينهما (٢٠%) فإننا نضطر حينها لإعادة التجربة والتحكم بالخيط من خلال خفض أو رفع سرعة الصباغة.

٥ - المواد المساعدة والكيماويات اللازمة لحمام صباغة ألياف الاكريليك:

٥-١- **المنظفات:** تنحصر المنظفات التي نتعامل معها هنا بمجموعة المنظفات اللاأيونية مثل طائفة الألكيل أريل بولي غليكول التي تتميز بثباتها في الأوساط الثلاث: الحمضي والمعتدل والقلوي، ويُستحسن إجراء حمام الغسيل في وسط قلوي بوجود ثلاثي فوسفات الصوديوم عندما يكون الماء طرياً، وبيرو الفوسفات رباعي الصوديوم مع الماء المتوسط القساوة، ولا يجوز استخدام المنظفات الأيونية خوفاً من تفاعل بقاياها مع الصباغ الموجب الشحنة.

٥-٢- **حمض الخل:** تنصح معظم الشركات باعتماد حمض الخل في حمام صباغة الاكربليك، إذ يؤدي استبداله بحمض النمل أو حمض الكبريت لانحراف في لون الصباغ، وتباین درجات الانحراف ما بين صباغ وآخر كما يبين الجدول (١٤٦).

تؤثر درجات الحموضة كثيراً على معدلات امتصاص الصباغ، إذ يزداد الامتصاص بازدياد نسبة الحمض في الحمام، لذا فإنه غالباً ما يتم تطبيق الألوان الغامقة عند درجات حموضة 4,5-5,5 pH برغم أن معظم الأصبغة القاعدية تعمل في مجال 2,5-5,5 pH.

٥-٣- **ملح غلوبير:** دوره ككهرليت في كبح الاستنزاف وتعزيز الهجرة رافعاً درجة تسوية العملية الصباغية.

٥-٤- **العوامل المبعثرة:** تستخدم المركبات اللاأيونية (من نوع بولي غليكول ايتنر الأغوال الدسمة خاصة) كمعامل مبعثرة فعالة سطحياً وخاصة مع الألوان الغامقة لمنع ترسب الأصبغة على جدران الآلات أو على الألياف ودون أن يكون لها تأثير سلبي على عملية الصباغ.

٥-٥- **العوامل المؤخرة:**

أ — **العوامل المؤخرة الأنيونية:** ونجد منها اللوجين PAA لشركة كلارينت والذي يمكنه تشكيل معقدات غير ثابتة مع الأصبغة لا تلبث أن تتفكك مع ارتفاع درجة الحرارة مطلقاً الصباغ من جديد.

ب — **العوامل المؤخرة الكاتيونية:** تعمل العوامل المؤخرة الكاتيونية على مبدأ امتصاصها من قبل الألياف أولاً لتمنع أو لتحد من امتصاص الأصبغة، لأنها تُمنص بسبب تفاعلها مع المراكز التفاعلية السالبة الموجودة في الألياف ما يبطئ امتصاص الأصبغة، لذا فقد نجد أحياناً بعض العوامل المؤخرة التي تدخل في تفاعلها مع الألياف بصورة غير عكوسة ما يضعف من قدرة هذه الألياف على امتصاص الأصبغة، وبالتالي فإن دورها يكون تخريبياً، لذا فإن كلارينت تنتج الريتار غال السائل A ذي فعالية الإعاقلة الضعيفة لتجنب حدوث أي مخاطرة في استخدامه حتى لو أضيف بزيادة، أما باير فتنتج خمسة أصناف لتستطيع تغطية طيف كامل وهي:

استراغال PAN: مؤخر دائم، تعادل ألفته أصبغة الاسترازون من النمط $K=2,5$ ، ويستخدم لألفته المتوسطة مع الأصبغة العالية والمنخفضة الألفة، ويستحسن لمفعوله الدائم والمؤخر زيادة زمن البقاء في مرحلة درجات الحرارة العالية، والأخذ به مع الأصبغة السريعة الاستنزاف.

استراغال AFN: مؤخر عالي الألفة تجاه الألياف ما يجعله مناسباً جداً للأصبغة عالية الألفة أي K_1 و K_2 ، ويمكننا تحقيق نفس فعاليات PAN بأخذ كميات أقل من AFN بفارق أن مفعوله المؤخر دائم ومستمر ما يستوجب الالتزام التام بالزمن اللازم عند درجة الغليان، ومن الضروري إضافة ملح غلوبير معه للحد من مفعوله المؤخر.

استراغال TR: مؤخر متوسط الألفة، يشابه PAN و AFN بفارق إمكانية استخدامه كمعامل تسوية، ولتراجع فعاليته الدائمة كمؤخر بارتفاع درجة الحرارة فإن عمله يكون عند بداية العملية الصباغية فقط ولا يستوجب البقاء طويلاً عند درجات الحرارة العالية، وباستخدامه يتم استنزاف الحمام بطريقة أسرع من PAN و AFN لذا فإننا لا نحتاج معه لتبريد الحمام ما يعني وفراً بالوقت والطاقة.

استراغال TRS: يشابه TR بفارق أنه يمنح الألياف الملمس الجاف، ولا حاجة لملاح غلوبير معه بل التسوية.

استراغال M: عامل تسوية مساعد معزز للهجرة منخفض الألفة، وترتبط فعاليته بنوعية الأصبغة القاعدية ودرجة عمق اللون وزمن ودرجة حرارة العملية الصباغية، وتكون أعلى معدلات الهجرة معه فيما بين (٩٨-١٠٥ م)، لذا يمكننا تجاوز الخطأ في اللون المطلوب بإضافته مع مؤخر كاتيوني كونه لا يملك تأثيراً معيقاً.

٥-٦- **المطريات ومضادات الكهرباء الساكنة:** غالباً ما تستخدم المطريات الكاتيونية والتي يكون تركيبها الأساسي من فئة مركبات الأمونيوم الرباعية أي من نفس عائلة المؤخرات السالفة الذكر، إذا فإنه قد يكون لها خواص تأخير يتوجب أخذها بالحسبان عند تطبيق حمام صباغة وتحضير مشترك أي صباغة وتطرية في حمام واحد، وهذا ما يستلزم إنقاص كمية العامل المؤخر الأساسية بما يتناسب مع فعالية المطري المؤخرة. ويمكننا إضافة العوامل المضادة للكهرباء الساكنة في حال كون التطرية تفتقد لهذا المفعول أو كان فعاليتها غير كافية شرط أن يكون العامل المضاد للكهرباء الساكنة المراد إضافته للحمام كاتيوني أو لا أيوني. وأخيراً يمكننا إجراء حمام تطرية مستقل عند درجة حرارة (٤٠ م) وبحموضة 5-6 pH: بحمض الخل، ولمدة ١٥-٢٠ دقيقة، ومن الضروري التنويه هنا لأهمية ترشيح محلول التطرية قبل إضافته لحمام الصباغة أو التطرية.

٦ - سرعة صباغة ودرجة إشباع بعض ألياف الاكريليك:

كما سبق وذكرنا تتباين خواص ألياف الاكريليك فيما بينها تبعاً لتركيبة البوليمير وطريقة الغزل وطبيعة المعالجات النهائية، لذا يتوجب علينا باديء ذي بدء تعيين سرعة صباغة ودرجة إشباع ألياف الاكريليك المراد صباغتها لوضع شروط الحمام الصباغي الأمثل، ونرى في الجدول (١٣٩) بعضاً من هذه القيم والذي نلاحظ فيه أن أصناف الاكريلان الثلاث قد تباينت في سرعة صباغتها برغم أن درجة إشباعها لم تتغير، وعلى العكس فإن صنف الأورلون تباينت في درجتي إشباعها برغم أن سرعتي صباغتهما لم تتغير أيضاً، إذ ترتبط درجة الإشباع بعدد ونوع المراكز التفاعلية الداخلة على السلسلة البوليميرية، بينما ترتبط سرعة الصباغة بشحنة المراكز التفاعلية وطبيعة عمليات الغزل والمعالجات الفيزيائية اللاحقة.

الجدول (١٣٩): سرعة صباغة ودرجة إشباع بعض ألياف الاكريليك

درجات إشباع وسرعة صباغة بعض ألياف البولي أكريلو نتريل							
العلامة التجارية للخيط	سرعة الصباغة V	درجة الإشباع S _F	العلامة التجارية للخيط	سرعة الصباغة V	درجة الإشباع S _F	العلامة التجارية للخيط	سرعة الصباغة V
أكريبل	2.5	3.1	Dralon	1.7	2.1	أكريبل	2.5
أكريلان	1.7	1.4	Orlon 42	2.0	2.2	أكريلان	1.7
	2.4		Orlon 75	3.5	2.3	أكريلان	2.4
	3.2		Toraylon			أكريلان	3.2
كاشمليون	3.6	2.0	Vonnel V17	2.3	1.3	كاشمليون	3.6

٧- مبادئ عامة في صباغة الاكريليك:

تتصف جميع الأصبغة القاعدية بمعدلات صباغة عالية ضمن مجال حراري ضيق ومعدلات هجرة منخفضة عند درجة حرارة الغليان، لذا فإنه من الضروري الضبط الجيد لمعدلات ارتفاع درجات الحرارة وصولاً لامتصاص بطيء ومنظم للأصبغة وبالتالي لتثبيت صحيح، وترتبط درجة امتصاص الألياف للأصبغة بعوامل ثابتة، وعوامل متغيرة يمكننا التحكم بها:

أ- العوامل الثابتة: درجة تجانس ألياف الاكريليك المراد صباغتها، معدلات امتصاص الأصبغة المستخدمة.

ب - العوامل المتغيرة: درجتا الحرارة والحموضة، تركيز الكهرليت، نوعية ونسبة العامل المؤخر.

٨ - امتصاص الأصبغة القاعدية:

تتباين درجات الحرارة التي يتم عندها الاستنزاف الأعظمي للأصبغة القاعدية ما بين نوع وآخر من الألياف، ففي حين أنها تكون للألوان الفاتحة لألياف الدالون مثلاً بين (٧٢-٨٤ م) نجدها وبنفس شروط الصباغة لألياف الكاشمليون تقع بين (٦٦-٧٨ م).

وتتأثر معدلات امتصاص الأصبغة القاعدية بدرجات الحرارة تأثيراً كبيراً، فدون الدرجة (٧٥ م) يتم امتزاز الأصبغة مع تثبيت قسم بسيط منها فقط، وعند (٨٠-٨٥ م) يتسارع الامتصاص لدرجة عالية، وخاصة عند الدرجة (١٠٢-١١٠ م)، ويرتبط الامتصاص آنذا بدرجة تجانس الألياف ودرجة حرارة الصباغ العظمى ونوعية الألياف، لذا فإنه من الضروري جداً عند توليف مجموعة أصبغة الأخذ بعين الاعتبار معدلات الامتصاص الفردية بحيث نأخذ بالأصبغة التي تبدي تقارباً أعظماً عند توليفها " K واحدة ".

٩ - طرائق الصباغة:

سنستعرض هنا كمثال على صباغة الاكريليك طرائق شركة كلارينت، إذ أنها جدولت مجموعة معطيات تمكننا من الوصول لتقنية صباغة أمينة وسهلة التناول، فوضعت طرائقاً أربع: طريقة حرارية تعتمد على ضبط رفع درجات الحرارة. وطريقة المؤخر: التي تسمح لنا بالإسراع في رفع درجة الحرارة بوجود العامل المؤخر، وطريقة تتوسطهما، وطريقة رابعة تعتمد على العامل المؤخر السالب، وقبل تناول هذه الطرائق نبدأ بطريقة حل مسحوق الصباغ.

٩-١- **حل الصباغ:** نأخذ جزءاً من الصباغ مع جزءٍ من حمض الخل (٤٠) ونحرك حتى تمام تجانس المعجونة المتشكلة، ثم نمدد هذه المعجونة مع (٣٠-٤٠) جزء من الماء المغلي ونرشحها. ويُستحسن لحل كميات صباغ كبيرة كما هو الحال مع ألوان الأسود والكحلي حل المعجونة وحمض الخل في خلاطٍ ثابت بوجود عامل تسوية وبعثرة من طائفة بولي غليكول ايتز الأغوال الدسمة اللأنيونية مثل الايكالين السائل F وتسعة أجزاء من الماء الحار، ونستفيد من عامل التسوية هنا ليلعب دور العامل المنظف.

٩-٢- **تطبيق الأصبغة القاعدية بالطريقة الحرارية T:** وتسميها كلارينت طريقة الساندوكريل T وتقوم على التحكم بمعدلات ارتفاع درجة الحرارة دون استخدام عوامل مؤخرة، ما يجنبنا كلفة إضافة العامل المؤخر، وتبدي إمكانيات تلوين غير محدودة إضافة لكونها تسهل الجمع بين عمليتي الصباغة والتطرية، ولأنها تقوم على التحكم باستنزاف الحمام الصباغي من خلال التحكم بمعدلات رفع درجة الحرارة فإن استخدامها يكون أكثر ما يكون عند توفر آلات ذات تحكم آلي مبرمج، ولجميع أنواع الاكريليك وبجميع أشكالها، لأنه ومن خلال الرفع المنتظم لدرجات الحرارة ستكون عملية امتصاص الأصبغة منتظمة أيضاً.

فقد وضعت اللائحة C في الجدول (١٤٠) لمفاتيح الكود الخاصة بأصبغتها، واللائحة T في الجدول (١٤١) الخاصة بالمجال الحراري الذي يبدأ عنده امتصاص الأصبغة لبعض أنواع الألياف النظامية:

الجدول (١٤٠): اللائحة C

اللائحة C: مفاتيح كود الطريقة الحرارية لشركة كلارينت										
رقم الكود									ساندوكريل	
٢٠	١٥	١٠	٧,٥	٥	٤	٣	٢	١		
٦	٤,٥	٣	٢,٣	١,٥	٠,٩	٠,٦	٠,٤	٠,٢	B-6GL	أصفر
٤,٨	٣,٦	٢,٤	١,٨	١,٢	٠,٧	٠,٤٥	٠,٢٥	٠,١	B-5GL	
٤,٨	٣,٦	٢,٤	١,٨	١,٢	٠,٩	٠,٦	٠,٤	٠,٢	B-LE	
٢,٢	١,٦	١,١	٠,٨	٠,٥٥	٠,٣٥	٠,٢٥	٠,١٥	٠,٠٧	B-RLE	أصفر ذهبي
٣,٢	٢,٤	١,٦	١,٢	٠,٨	٠,٥	٠,٣	٠,٢	٠,١	B-GRL	
٢,٦	١,٩	١,٣	٠,٩٥	٠,٦٥	٠,٤٥	٠,٣	٠,٢	٠,١	B-RLE	أصفر بني
٢,٨	٢,١	١,٤	١,٠٥	٠,٧	٠,٤٥	٠,٢٥	٠,١٥	٠,٠٧	B-3RLE	برتقالي
٧,٢	٥,٤	٢,٦	٢,٧	١,٨	١,٢	٠,٨	٠,٤٥	٠,٢	B-4G	أحمر
٣,٨	٢,٩	١,٩	١,٤	١	٠,٧	٠,٤٥	٠,٣	٠,١٥	B-2GLE	
١,٨	١,٣٥	٠,٩	٠,٦٥	٠,٤٥	٠,٣٣	٠,٢٣	٠,١٥	٠,٠٧٥	B-RGLE	
٣	٢,٢	١,٥	١,١	٠,٧٥	٠,٥	٠,٣٥	٠,٢	٠,١	B-5B	وردي
٣,٧	٢,٨	١,٨	١,٤	٠,٩	٠,٦٥	٠,٤	٠,٢٥	٠,١	B-RLE	خمري
٥,١	٣,٨	٢,٦	١,٩	١,٣	١	٠,٦	٠,٣٥	٠,٢	B-2RLE	بنفسجي
٨,٤	٦,٣	٤,٢	٣,١	٢,١	١,٢	٠,٧	٠,٤	٠,١٥	B-FE	أزرق
-	-	٩	٦,٧	٤,٥	٢,٥	١,٥	٠,٩	٠,٤	B-RLE	
٢,٤	١,٨	١,٢	١,٩	٠,٦	٠,٣٥	٠,٢٥	٠,١٥	٠,٠٥	B-NLE	أخضر
٣,٤	٢,٥	١,٧	١,٢	٠,٨٥	٠,٧	٠,٥	٠,٣٥	-	B-RL	كحلي
٤,٨	٣,٦	٢,٤	١,٨	١,٢	٠,٥	-	-	-	B-BL	أسود

الجدول (١٤١): اللائحة T

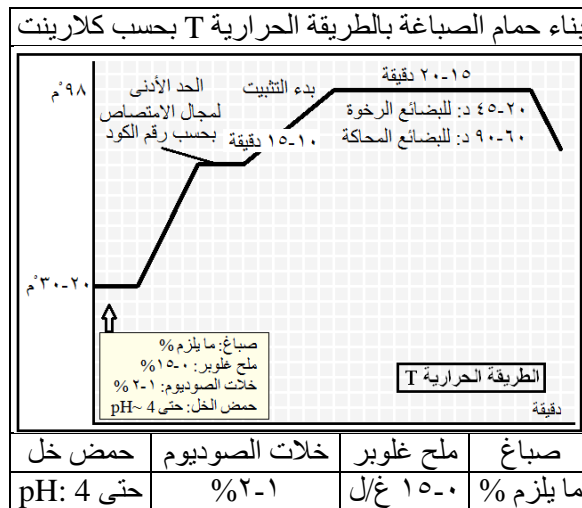
اللائحة T: الطريقة الحرارية لتطبيق أصبغة الساندوكريل " بدون مؤخر "										وتعيين المجال الحراري الحرج بحسب رقم الكود المعين على أساس التركيز " درجة الحموضة 4.5 pH "	
رقم الكود									الخيوط		
٢٠	١٥	١٠	٧,٥	٥	٤	٣	٢	١			
٩٨-٩٠	٩٦-٨٨	٩٤-٨٦	٩١-٨٣	٨٩-٨١	٨٦-٧٨	٨٥-٧٥	٨٣-٧٢	٨٢-٧٠	Acribel +	أكريبل	
٩٨-٩٢	٩٧-٨٩	٩٥-٨٧	٩٣-٨٥	٩١-٨٣	٨٨-٨٠	٨٧-٧٧	٨٥-٧٤	٨٢-٧٠	Acrilan + 16	أكريلان	
٩٨-٩٢	٩٧-٨٩	٩٤-٨٦	٩١-٨٣	٨٨-٨٠	٨٦-٧٨	٨٤-٧٤	٨١-٧٠	٧٨-٦٦	Cashmilon +	كاشمليون	
٩٨-٩٢	٩٨-٩٠	٩٦-٨٨	٩٥-٨٧	٩٣-٨٥	٩١-٨٣	٩٠-٨٠	٨٩-٧٨	٨٨-٧٦	Courtelle +	كورتيل	
٩٨-٩٢	٩٨-٩٠	٩٥-٨٧	٩٣-٨٥	٩١-٨٣	٨٨-٨٠	٨٧-٧٧	٨٥-٧٤	٨٣-٧١	Crilenka +	كريلنكا	
٩٨	٩٨-٩٤	٩٨-٩٢	٩٧-٨٩	٩٤-٨٦	٩١-٨٣	٩٠-٨٠	٨٧-٧٦	٨٤-٧٢	Dralon +	درالون	
٩٥-٨٧	٩٢-٨٤	٩٠-٨٢	٨٨-٨٠	٨٦-٧٨	٨٣-٧٥	٨٢-٧٢	٧٩-٦٨	٧٦-٦٤	Euroacril +	يوراكريل	
٩٥-٨٧	٩١-٨٣	٨٨-٨٠	٨٥-٧٧	٨٣-٧٥	٨٠-٧٢	٧٩-٦٩	٧٧-٦٦	٧٤-٦٢	Exlan + DK	اكسلان	
٩٨-٩٤	٩٨-٩٢	٩٧-٨٩	٩٤-٨٦	٩٢-٨٤	٨٩-٨١	٨٨-٧٨	٨٦-٧٥	٨٤-٧٢	Orlon +42	أورلون	

نحدد رقم مفتاح تركيز الصباغ من الجدول (١٤٠) أو اللائحة C ومن ثم المجال الحراري الأعظم من لائحة الألياف T في الجدول (١٤١)، ونحدد وفق طريقة خاصة بالحساب نستوضحها من خلال المثال التالي في الجدول (١٤٢) عند توليف مجموعة أصبغة لتحويل اللون الأزرق إلى كحلي:

الجدول (١٤٢)

طريقة كلارينت في حساب مفتاح التركيز لمجموعة أصبغة			
الصباغ	التركيز	رقم مفتاح التركيز	مفتاح تركيز الأصبغة المولفة
ساندوكريل أصفر بني B-TLE	0.04%	-	- + 1 + 3 = 4
ساندوكريل أحمر B-2GLE	0.15%	1	
ساندوكريل أزرق B-2GLE	1.02%	3	

لذا فإن مفتاح التركيز لمجموعة الأصبغة المولفة والبالغ ٤ يحدد لنا من الجدول (١٤١) أن درجة الحرارة العظمى هي بين (٨٩-٨١ م) لألياف الأورلون، و (٨٦-٧٨ م) لألياف الكاشمليون، لذا يكون العمل على الشكل: ب- العمل: نبدأ العملية الصباغية كما في الشكل (١٢٣) عند درجة حرارة الغرفة:



الشكل (١٢٣): الطريقة الحرارية لصباغة الأكريليك

نرفع درجة الحرارة خلال (١٥-١٠) دقيقة حتى الوصول للحد الأدنى من مجال الامتصاص الأعظمي الصباغي، ونتابع بين حدي مجال درجة حرارة الامتصاص الأعظمي لزمان يرتبط بنوعية الخامات المراد صباغتها وشروط العمل والإمكانات المتاحة، فمثلاً وفي حين أنه يلزمنا مع البضائع الرخوة مدة (٤٥-٢٠) دقيقة فإنه يلزمنا مع الغزول أو الأقمشة المحاكاة (٩٠-٦٠) دقيقة.

وعند الاقتراب من درجة الاستنزاف الأعظمية للحمام الصباغي نرفع درجة الحرارة حتى (٩٨ م) حيث تبدأ مرحلة تثبيت الأصبغة الممتصة، ونستمر عند درجة حرارة التثبيت (٢٠-١٥) دقيقة إلا إذا كنا نريد رفع درجة

الحرارة حتى شروط العمل بدرجات الحرارة العالية، ويكفينا لمرحلة التثبيت مدة (٢٠-٣٠) دقيقة بشكل عام، وفي حال اختصارنا لزمان التثبيت فإن اللون سيكون عرضةً للتغير عند معالجة المواد المصبوغة لاحقاً بالبخار أو بالحرارة الجافة.

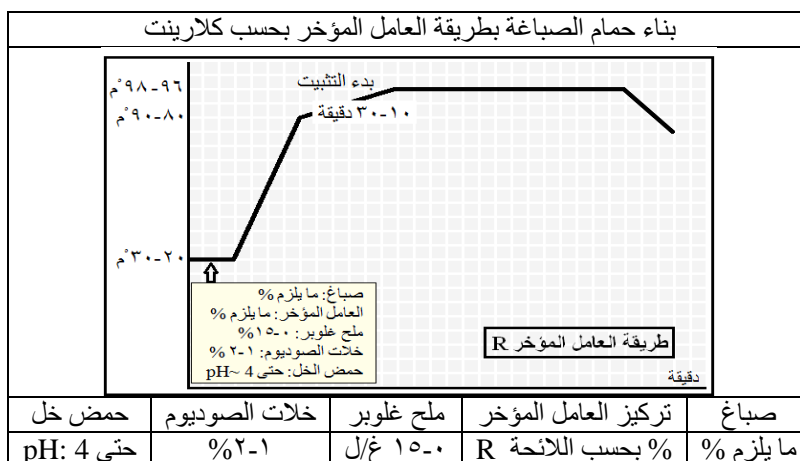
٩-٣- طريقة العامل المؤخر R: وتقوم على اعتماد عوامل مؤخرة مع بعض الليونة في مراقبة ارتفاع درجة الحرارة ومعدلاتها، ونأخذ هنا كمثال على العوامل المؤخرة الريتارغال السائل A الذي لا يملك تأثيراً سلبياً على مردود العملية الصباغية ما يمكننا من استخدامها على جميع أنواع الألياف الأكريليك وبكافة أشكالها، لذا يستحسن استخدامها حيث لا يوجد تحكم آلي.

ويتم تعيين ما يلزمنا من الريتارغال السائل A من الجدول (١٤٣) أي اللائحة R بما يتلائم مع نوعية الألياف المثبتة في الجدول R ورقم مفتاح التركيز من اللائحة C.

الجدول (١٤٣): اللائحة R

اللائحة R: طريقة المؤخر لتطبيق أصبغة الساندوكريل									
وتعيين نسبة العامل المؤخر المئوية بحسب رقم الكود المعين على أساس التركيز " درجة الحموضة pH: 4.5 "									
رقم الكود									الخيوط
٢٠	١٥	١٠	٧,٥	٥	٤	٣	٢	١	
٠,٢٥	٠,٥	٠,٧٥	١	١,٢٥	١,٥	١,٧٥	٢	٢,٢٥	أكريبل + Acribel
-	٠,٧٥	١,٢٥	١,٧٥	٢,٢٥	٢,٧٥	٣	٣,٢٥	٣,٥	أكريلان + Acrilan 16
٠,٢٥	٠,٧٥	١,٢٥	١,٧٥	٢	٢,٢٥	٢,٥	٢,٧٥	٣	كاشمilon + Cashmilon
-	-	٠,٥	١	١,٥	١,٧٥	٢	٢,٢٥	٢,٥	كورتيل + Courtel
-	٠,٥	١	١,٥	٢	٢,٢٥	٢,٥	٢,٧٥	٣	كريلنكا + Crilenka
-	-	٠,٣	٠,٦	٠,٧	٠,٨	٠,٩	١	١,٢٥	دولان + Dolan
-	-	٠,٢٥	٠,٤	٠,٥	٠,٦	٠,٧٥	٠,٩	١	درالون + Dralon
١	١,٥	٢	٢,٥	٣	٣,٥	٤	٤,٥	٥	يوراكريل + Euroacril
٢	٢,٥	٣	٣,٥	٤	٤,٥	٥	٦	٧	إكسلان + Exlan DK
٠,٥	١	١,٥	١,٧٥	٢	٢,٢٥	٢,٥	٢,٧٥	٣	أورلون + Orlon 42

طريقة العمل: يتم بناء الحمام على الشكل المبين في الشكل (١٢٤):



الشكل (١٢٤): طريقة العامل المؤخر R

يتم إدخال الخامة إلى الحمام كما في الشكل (١٢٤) ونرفع درجات الحرارة بسرعة تلائم نوعية الألياف والشروط العملية حتى درجة حرارة (٨٠-٩٠ م°)، ونتابع رفع درجات الحرارة حتى (٩٦-٩٨ م°) خلال (١٠-٣٠) دقيقة للبدء بعملية استنزاف وتثبيت الصباغ، ويمكننا اختصار الزمن عند العمل بشروط الحرارة العالية عنه في شروط درجة حرارة الغليان، كما يمكننا خفض كمية العامل المؤخر بمعدل (١٠%) عند إضافة ملح غلوبر. ونرى في الشكل (١٢٥) تمثيلاً تقريبياً للتنافس بين الجزئي الصباغي والمؤخر حول الارتباط بالمركز الفعال:

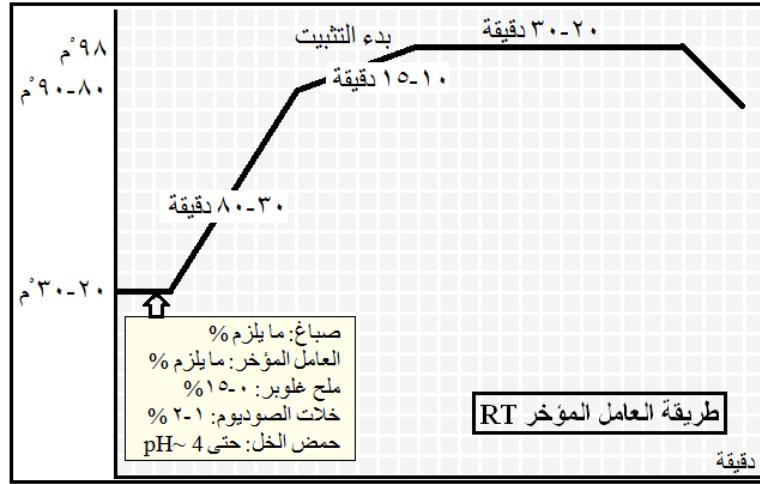
مخطط تنافس المؤخر والصباغ على الارتباط بالمراكز الفعالة في البولي أكريلو نتريل		
المرحلة الأولى : التنافس بين الصباغ والمؤخر على الارتباط		
ارتباط المؤخر والصباغ بالمركز الفعال	ارتباط المؤخر بالمركز الفعال	مرحلة هجرة الصباغ والمؤخر
المرحلة الثانية : ارتباط الصباغ وطرد العامل المؤخر		
ألفة الصباغ > ألفة العامل المؤخر	ألفة الصباغ < ألفة العامل المؤخر	ألفة الصباغ = ألفة العامل المؤخر
المؤخر الموجب (+)	الصباغ الموجب (+)	المركز الفعال السالب (-)

الشكل (١٢٥): تنافس المؤخر والصباغ على الارتباط بالمراكز التفاعلية في البولي أكريلو نتريل

٩-٤- طريقة الساندوكريل RT: تجمع بين استخدام طريقتي العامل المؤخر بنسبٍ أقل والطريقة الحرارية بأسرع قليلاً مما يلزم كما يبين الشكل (١٢٦)، إذاً يكون استنزاف الحمام هنا بين (٨٥-٩٠ م) أو بين (٩٠-٩٥ م) حسب درجة تجانس الألياف، وتستخدم هذه الطريقة عندما تكون الخامات عالية معدلات الانكماش أو غليظة القطر بعكس الألياف الدقيقة. وتتشابه هذه الطريقة في تطبيق حمامها مع الطريقة R، إلا أننا نحدد كمية العامل المؤخر من الجدول (١٤٤)، وتبدأ عملية الصباغة عند درجة حرارة منخفضة نرفعها خلال (٣٠-٨٠) دقيقة حسبما تسمح به آلة الصباغة، والقاعدة أن الحمام سيُنزَف خلال هذا الزمن، لذا فإننا نرفع درجة الحرارة حتى (٩٨ م) خلال (١٥-١٠) دقيقة حيث تبدأ عملية التثبيت التي يجب أن تستمر (٢٠-٣٠) دقيقة إلا إن أمكننا رفع درجة الحرارة حتى شروط الحرارة العالية، وتجدر الإشارة هنا أنه وكلما ازدادت درجة عمق اللون ازداد الزمن اللازم للتثبيت، وعموماً تختص هذه الطريقة بالخامات الصعبة التخریق لانكماشها العالي الذي يُضعف من درجة التجانس ما يقتضي العمل بأعلى درجة حرارة ممكنة، كما تتميز بعدم حاجتنا للتبريد عند اضطرارنا لأي إضافة لاحقة للأصبغة بسبب وجود العامل المؤخر.

الجدول (١٤٤): اللانحة RT

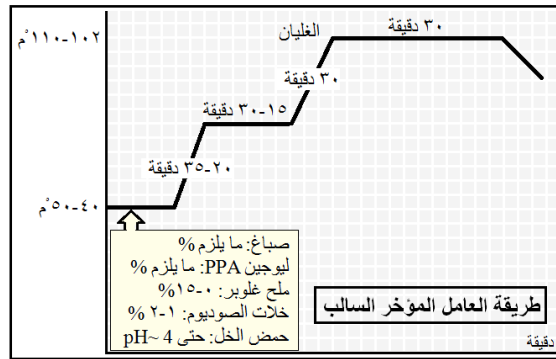
اللانحة RT: تطبيق أصبغة الساندوكريل الحرارية مع العامل المؤخر وتعيين نسبة العامل المؤخر المئوية بحسب رقم الكود المعين على أساس التركيز " درجة الحموضة pH: 4.5 "										
*: غالباً ما تتم الصباغة بدرجات حرارة عالية، #: تتم الصباغة عند درجات حرارة ٩٠-٨٥ م										
رقم الكود									درجة الحرارة المئوية	الخيوط
٢٠	١٥	١٠	٧,٥	٥	٤	٣	٢	١	٨٥-٨٠	أكربيل + Acribel
#	#	#	٠	٠,٢	٠,٣	٠,٤	٠,٥	٠,٦	٩٥-٩٠	
#	٠	٠,٥	٠,٧٥	١	١,٢	١,٤	١,٦	١,٨	٨٥-٨٠	أكريلان + Acrilan 16
#	#	#	٠	٠,٢٥	٠,٥	٠,٧٥	١	١,٢٥	٩٥-٩٠	
#	٠	٠,٥	١	١,٥	١,٧٥	٢	٢,٢٥	٢,٥	٩٠-٨٥	كاشمليون + Cashmilon
#	#	٠	٠,٢٥	٠,٥	٠,٦	٠,٧٥	٠,٩	١	٩٥-٩٠	
#	٢,٢٥	٠,٧٥	١,٢٥	١,٥	١,٧٥	٢	٢,٢٥	٢,٥	٩٠-٨٥	كريلنكا + Crilenka
#	#	#	٠	٠,٢٥	٠,٥	٠,٧٥	٠,٩	١	٩٥-٩٠	
#	٠	٠,٥	١,٢٥	١,٧٥	٢	٢,٢٥	٢,٧٥	٣	٩٠-٨٥	دولان + Dolan
#	#	#	#	٠	٠,١	٠,٢	٠,٣	٠,٤	٩٥-٩٠	
#	#	٠	٠,٣	٠,٥	٠,٦	٠,٧٥	١	١,٢٥	٩٠-٨٥	درالون + Dralon
#	#	#	#	#	٠	٠,١	٠,٢	٠,٢٥	٩٥-٩٠	
#	#	#	٠	٠,١	٠,٢٥	٠,٤	٠,٥	٠,٦	٩٥-٩٠	



الشكل (١٢٦): طريقة العامل المؤخر RT

٥-٩- طريقة العوامل المؤخرة الأيونية السالبة: تقوم آلية عمل العوامل الأيونية السالبة كما هو الحال مع الليوجين PAA على تعزيز ورفع معدلات هجرة الأصبغة وبخاصة تحت شروط درجات الحرارة العالية (١٠٢-١١٠ م)، وبذلك يمكنه أن يحل محل العامل الكاتيوني بوجود الأصبغة السالبة كما هو حال صبغة مزائج الاكريليك.

ويستلزم تطبيقها مع واحدة من طرائق الساندوكريل T مراقبة دقيقة لارتفاع درجة الحرارة عند تطبيق نسب حمام منخفضة جداً كما يبين الشكل (١٢٧)، إذ يمتلك الليوجين PAA فعالية عالية في إزالته لأية راسب موجبة كانت أم سالبة، لذا يوصى باستخدامه بنسبة (٢-٤%) من وزن خيط الاكريليك.



الشكل (١٢٧)

نبدأ عند الدرجة (٤٠ م) حيث يبدأ الليوجين PAA بتشكيل معقدات ضعيفة الثبات مع الأصبغة لا تلبث أن تتفكك مع ارتفاع درجة الحرارة واستمرار عمليات الغلي، فنرفع درجة الحرارة حتى الحد الأدنى من مجال درجتي حرارة الامتصاص خلال (٣٥-٢٠) دقيقة لتتابع عندها مدة (٣٠-١٥) دقيقة، نرفع بعدها درجة الحرارة حتى الغليان أو درجات الحرارة العالية خلال (٣٠) دقيقة ونستمر عندها (٢٠) دقيقة أخرى، ويمكننا بإضافة ملح غلوبر بنسبة (٥-١٥%) تعزيز مفعول التسوية لليوجين PAA وخاصة في المنطقة الحرجة.

١٠- إعادة التسوية: يمكننا إعادة تسوية الخامات المصبوغة الضعيفة التسوية بحسب شركة باير بمعالجتها بالعوامل المؤخرة مع ملح غلوبر وحمض الخل وفق الجدول (١٤٥)، أي:

الجدول (١٤٥)

حمام إعادة تسوية البولي أكريلونتريل بحسب باير		
١,٥-١% استراغال PAN	ملح غلوبر لا مائي	حمض خل ٦٠%
أو ٥-٣% استراغال M	٢٠-١٠%	١,٥-١%

فكما نرى فإن نسبة العامل المؤخر تتعلق بفاعليته التي تدلل عليها الشركة الصانعة، فمثلاً ننصح باير هنا بالاستراغال PAN للأصبغة العالية الألفة، بينما ننصح بالاستراغال M للأصبغة المتوسطة أو الضعيفة الألفة.

وتتم المعالجة لمدة (١-١,٥) ساعة عند (٩٦-٩٨) أو (١٠٦-١٠٨ م) لضمان تسوية أعلى، وعلى كل يرتبط مدى نجاح إعادة التسوية بنوعية الخيط ودرجة حرارة المعالجة.
أما إذا أردنا تحويل اللون نحو الغامق فيستحسن التخلص من الاستراغال PAN أولاً بشطفه مع (٣-٥) غ/ل صابون مارسيل (المحضر من تصبين الزيوت الطبيعية) لمدة (١٥-٢٠) دقيقة بدرجة حرارة (٩٦-٩٨ م) يتبعها شطف عادي فساخن وبماء طري، في حين أن الاستراغال M لا يلزمه أي معالجة خاصة.
١١- إرجاع اللون:

نعمد عادةً لإرجاع اللون عندما يكون اللون مخالفاً للمطلوب، ويطبق حمام الإرجاع بوجود صابون عند درجة حرارة الغليان، وترتبط جدوى العملية بألفة الأصبغة تجاه الألياف، وإجمالاً لا يمكننا تعرية اللون بهذه الطريقة بشكل كامل.

وتتم تعرية الأصبغة الحساسة تجاه الكهليليات باستخدام كمية عالية من ملح غلوبير في حمام الصابون، وترتبط كمية الملح اللازمة بدرجة عمق اللون والفرق المطلوب إرجاعه والذي قد يصل حتى ٤٠ - ٦٠ %.
وتجري المعالجة بحمام نسبته (١:٤٠) حتى (١:٨٠) مع (٣-٥) غ/ل صابون مارسيل ويمكننا إضافة (٣-٥) غ/ل ملح غلوبير لمدة (١,٥-٢) ساعة عند درجة حرارة (٩٦-٩٨ م) ليُزال الصابون بحمام ساخن لماء طري.
١٢- تعرية الأصبغة القاعدية:

عندما نفشل جميع محاولات تخفيف اللون نلجأ للأكسدة لتعرية اللون ودون تخريب الاكريليك باعتماد الكلورين (هيبو كلوريت الصوديوم مع حمض الخل) أو ثاني أكسيد الكلور (كلوريت الصوديوم مع حمض الخل) والتعرية بالكلوريت هي الأكثر انتشاراً لأنها تمكنا من إعادة الصباغة بصورة أكثر تسوية.
ويخفض استخدام المؤكسدات قوة اللون بحدود (٣٠-٤٠%) أو أكثر، وعلينا التخلص بعدها من كامل بقايا الكلور منعاً لانخفاض الثباتية الضوئية عند إعادة عملية الصباغة، وتتم عملية التعرية وفق الجدول (١٤٦) في حمام (١:٤٠) أو (١:٨٠) وعند درجة حموضة 5,5-6 pH مع:

الجدول (١٤٦)

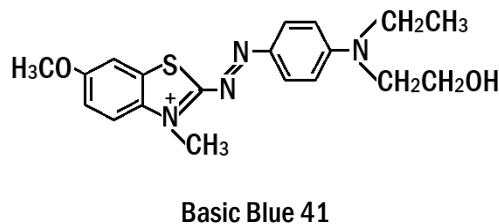
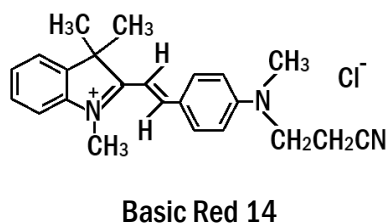
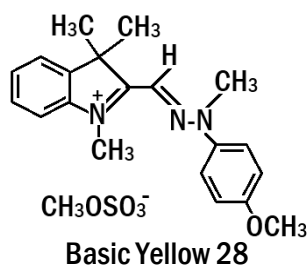
حمام تعرية البولي أكريلو نتريل			
٢٠ دقيقة	١٥٠ غ/ل كلور فعال	٧,٥-٥ مل/ل	هيبوكلوريت الصوديوم
عند درجة حرارة الغليان	مانع تآكل	٥-٤ غ/ل	نترات البوتاسيوم
	حتى pH: 5.5~6	٣-٢ غ/ل	حمض خل ٦٠ %

نتبعه بشطف ساخن ليعالج عند الدرجة (٢٥-٣٠ م) مع (١%) مسحوق بيسولفيت الصوديوم NaHSO_3 من وزن الخيط ليشطف بعدها جيداً.

١٣- تبيض الاكريليك:

يتم تبيض الاكريليك بحسب كلارينت بحمام يحوي المبيض مع ٢% حمض نمل ٨٥% لمدة ساعة عند درجة حرارة الغليان وبعتماد الليكوفور EFR السائل كمبيض ضوئي وبدون إضافة الكلوريت.

١٤- مثال تطبيقي لحساب كمية العامل المؤخر الموجب: بين الجدول (١٤٧) وبحسب كتالوك التاي كريل طريقة حساب نسبة العامل المؤخر اللازمة لحمام الصباغة:



آلة الصباغ: الونش: أي أن ثابت الصباغة % 80-90 DC
نوع الخيط: فونيل ١٧: أي أن درجة الإشباع $S_f = 1.2$

العامل المؤخر: بيريتارد GAN أي أن: Fr = 0.55
وبالتالي تساوي كمية العامل المؤخر:

$$\% 0,5 = 0,55 \div [(0,685) - (0,8 \times 1,2)]$$

ولو اختصرنا قوة اللون عشر مرات لصارت كمية المؤخر اللازمة:

$$\% 1,6 = 0,55 \div [(0,0685) - (0,8 \times 1,2)]$$

أما لو استبد لنا الخيط بخيط الكاشميرلون F ذي SF=1.9 لصارت كمية العامل المؤخر:

$$\% 1,5 = 0,55 \div [(0,685) - (0,8 \times 1,9)]$$

ويستحسن اختصار كمية العامل المؤخر بنسبة ما في حال وضع احتمال لأية إضافة صبغ على اللون، أو تعديل لون، إعادة تسوية .. والتأكد من الفعل المؤخر للتطرية الكاتيونية عند تطبيق حمام الصباغة والتطرية المشترك.

الجدول (١٤٧)

حساب كمية العامل المؤخر الموجب اللازم لـ ١٠٠ كغ بولي أكريلو نتريل بطريقة كتالوك تاي كريل					
[[درجة إشباع الخيط × ثابت الصباغة) - (مجموع كمية الصباغ × عامل إشباع الأصبغة)] ÷ معامل إشباع العامل المؤخر					
[[Saturation value of fiber × DC) - (Sum of amount of dyes × f.value)] ÷ of value of retarder					
الأصبغة	f	%			جداء وزن الصباغ مضروباً بألفته
٠,٤ % أساس أصفر ٢٨	٠,٥٢	٠,٤	X	=	٠,٢٠٨
٠,٦ % أساس أحمر ١٤	٠,٥٤	٠,٦			٠,٣٢٤
٠,٣ % أساس أزرق ٤١	٠,٥١	٠,٣			٠,١٥٣
					٠,٦٨٥
					/
Σ Dyes × f		%			% Dyes
0.208		0.4	X	=	0.4 % Basic Yellow 28
0.324		0.6			0.6 % Basic Red 14
0.153		0.3			0.3 % Basic Blue 41
					0.685

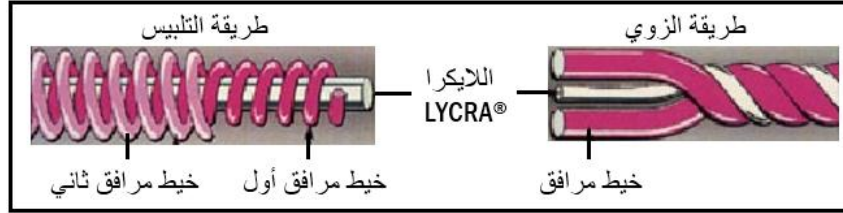
الجدول (١٤٨): تغيير اتجاه لون بعض أصبغة الاسترازون من باير عند تطبيقها بوسط حمض الكبريت أو النمل

تغير اتجاه لون أصبغة الاسترازون من باير عند تطبيقها بوسط حمض الكبريت ٦% أو حمض النمل ٣% من Bayer			
استرازون	رقم الفهرس	حمض الكبريت ٦%	حمض النمل ٣%
أصفر	10GL	لا يتغير	لا يتغير
	8GL	لا يتغير	لا يتغير
	7GLL	أساس أصفر ١٣	أثار اخضرار
	4GL	أساس أصفر ١١	أثار اخضرار
	3GL	أساس أصفر ١١	أثار اخضرار
أصفر ذهبي	GRL	لا يتغير	لا يتغير
	GL	لا يتغير	أثار اصفرار
	GLD	لا يتغير	لا يتغير
أورانجو	RR	بصفر نوعاً ما	أثار اصفرار
	G	لا يتغير	لا يتغير
	R	لا يتغير	لا يتغير
	RRL	يخمر نوعاً ما	لا يتغير
	FRL	لا يتغير	لا يتغير
أحمر ضاوي	3RL	لا يتغير	أثار احمرار
	4G	لا يتغير	لا يتغير
	RTL	انبهات بسيط	لا يتغير
	FRL	لا يتغير	لا يتغير
	GTL	أساس أحمر ١٤	لا يتغير
أحمر	GL	يزرق بشكل ملحوظ	لا يتغير
	RL	يزرق بشكل ملحوظ	لا يتغير
	BL	أساس أحمر ٢٥	لا يتغير
	BRL	أساس أحمر ٤٥	لا يتغير
	BBL	أساس أحمر ٢٣	انبهات واضح ، يزرق
	F3BL	أساس أحمر ٢٢	انبهات واضح ، يزرق
	BL	أساس بنفسجي ١٩	انبهات طفيف ، يزرق
	FG	أساس أحمر ١٣	لا يتغير
	6B	أساس بنفسجي ٧	انبهات طفيف ، يحمز
	GN	يزرق بصورة كبيرة	يزرق نوعاً ما
بنفسجي	3R	يزرق بصورة كبيرة	أثار اصفرار
	FRR	أساس بنفسجي ٢٠	لا يتغير
	F3RL	أساس بنفسجي ٢١	لا يتغير
	5RL	أساس أزرق ٦٢	أثار انبهات
	3RL	أساس أزرق ٤٧	انبهات طفيف ، ضعف
	FRR	أساس أزرق ٦٩	يخضر نوعاً ما
	RL	أساس أزرق ٤٦	لا يتغير
	FL	يخضر نوعاً ما	لا يتغير
	GL	أساس أزرق ٥٤	لا يتغير
	FGL	أساس أزرق ٢٢	يحمز بشكل ملحوظ
أزرق	FGGL	أساس أزرق ٤١	يخضر نوعاً ما
	NBL	انبهات طفيف ، ضعف	لا يتغير
	B	أساس أزرق ٥	يخضر نوعاً ما
	BG	أساس أزرق ٣	لا يتغير
	G	أساس أزرق ١	يخضر نوعاً ما
	3GL	أساس أزرق	انبهات طفيف ، يخضر
	5GL	أساس أزرق ٤٥	يضعف نوعاً ما
	7GL	لا يتغير	لا يتغير
	F3BL	أساس أخضر ١٠	لا يتغير
	FBL	لا يتغير	لا يتغير
أخضر	M	أساس أخضر ٤	أثار اصفرار
	D	أساس أخضر ١	بصفر بصورة كبيرة
	BL200%	أساس أخضر ٦	لا يتغير
زيتوني	GLL	أساس أورانجو ٣٠	لا يتغير
أصفر بني	GL	يخضر بشكل ملحوظ	أثار اخضرار
كحلي حمر	RL	يخضر نوعاً ما	أثار اخضرار
كحلي سود	R	اخضرار طفيف	أثار اخضرار
أسود	O	انبهات طفيف	انبهات طفيف
	TL	انبهات واضح ، يخضر	انبهات طفيف
	WRL	انبهات طفيف	يخضر نوعاً ما
	M	انبهات طفيف	انبهات طفيف
أحمر	5BL	أساس أحمر ٢٤	انبهات طفيف

صباغة ألياف اللايكرا

١ - المقدمة:

سبق أن ذكرنا بأنه يتم اصطناع ألياف اللايكرا المعروفة تجارياً بأسماء شتى مثل: اللايكرا، سبنديكس... بتفاعل إيزو السيانات مع ثنائي وظيفة غولية وبحيث تكون نسبة البولي أوريتان بحدود (٨٥%)، وتدخل في حياكتها مع ألياف أخرى كالبوليستر، النايلون، القطن... ويدخل معها بأسلوبين كما في الشكل (١٢٨):



الشكل (١٢٨): طريقتا مزج ألياف اللايكرا بألياف أخرى

- طريقة التلبس أو التغطية Covering: وتتم بلف الألياف حول خيط اللايكرا الذي يشكل محوراً.
 - طريقة الزوي: وتتم بزوي عددٍ من الألياف المرافقة على بعضها بعضاً مع اللايكرا، كأن نزوي نايلون وقطن مع اللايكرا، أو اكريليك وقطن مع اللايكرا...
- وتحتاج الأقمشة الحاوية على اللايكرا لمراقبة دقيقة في شتى مراحل معالجتها للمحافظة على خواصها المطاطية وضبط مواصفاتها النهائية المطلوبة، ما يستوجب الاختيار الدقيق لشروط عمليات الخزن والتبييض والصباغة والتحضير... من درجات حرارة وزمن وكيمائيات نوعاً وكماً، والعمل بالشروط ذات الحدود الدنيا للشد للتقليل ما أمكن من تخرّبها.

٢ - مبادئ خزن خامات اللايكرا:

- تؤدي شروط الخزن السيء للأقمشة المنسوجة أو المحاكاة لتراجع كبير في جودتها، وتجري عادة عملية لفٍ أو تريدي للأقمشة لحين البدء بمعالجتها، لذا فإن أهم ما يجب الأخذ به:
- أ- عدم تكديس الأثواب فوق بعضها بعضاً ليسهل علينا تناول الأقدم فالأحدث من جهة، وعدم تعريضها للتكسر بفعل الضغط الناشئ عن الوزن من جهةٍ أخرى لصعوبة إزالته في المعالجات اللاحقة، لذا يُستحسن رصف الأثواب بجانب بعضها على رفوفٍ خاصة، وخزن القطع الخفيفة في علب مناسبة.
 - ب- عدم إطالة مدة الخزن تداركاً لاصفرار القماش وتخرّب ألياف اللايكرا بتأثير الألياف المرافقة أو تزييت الآلات والتي قد تحوي حموضاً دسمة غير مشبعة أو استرات دهنية.
 - ج- غسيل القماش الخام عند اضطرارنا لخزنه، وتركه ليحفظ على راحته ومن ثم لفه بنسبة شد (١٠-٢٠%) زيادة منعاً لأي تجعد أو تكسير لاحق.
 - د- عزل القماش الخام المغسول بتغطيته بغطاءٍ خاملٍ كيميائياً، وغير نفوذ للهواء وللأشعة الضوئية على أن لا تتجاوز مدة الخزن الشهرين.

٣ - مبادئ صباغة اللايكرا:

سنعرض هنا للمبادئ العامة لشركة ديبونت حول صباغة Lycra T 128 C، إذ تعتمد ديبونت في معالجتها لمسائل صباغة اللايكرا في أنها ألياف شفافة غير منظورة ولا حاجة لصباغتها، بل يجب أن نركز على صباغة الألياف المرافقة لها بما يضمن تجنيبها أي ضررٍ قد يلحق بها في أي معالجة لاحقة، ويوضح لنا الجدول (١٤٩) الأصبغة الأنسب للألياف المرافقة لألياف اللايكرا، وأكثر ما يُستحسن من ألياف وألياف مرافقة اللايكرا: النايلون، الصوف، القطن، الحرير، بسبب:

- بعض الأصبغة الملائمة تتمتع بثباتيات جيدة.

- درجة حرارة حمامات صباغتها دون الـ (١٠٠ م°)، وبالتالي نتحاشى معها الأذى الذي قد يلحق بالخواص الفيزيائية والكيميائية لللايكرا.
 - ملائمة درجات حموضة أو قلوية حمامات الصباغة لألياف اللايكرا.
- أما بالنسبة للبضائع المحاكاة مع الأسيئات فيمكن أن تكون سهلة الصباغة بأصبغة الديسبرس، وتتجلى عيوبها بضعف ثباتياتها على البلب من الألوان الوسط حتى الغامقة.
- ويعطي مزج الاكريليك مع اللايكرا نتائج بثباتيات عالية مع الأصبغة القاعدية واختيار لايكرا عالية اللمعان، لأنه يمكننا صباغة الاكريليك بالأصبغة المبعثرة دون (٥,٠%) وبثباتيات جيدة على النور، ولكن ولنسب صباغ أعلى تبدأ عملية نزع الصباغ وضعف الثباتية على الغسيل، ونرى في الجدول (١٥٠) خواص بعض الأصبغة على اللايكرا.

الجدول (١٤٩)

مواصفات وخواص أصبغة الألياف المرافقة لللايكرا T 128 C من DU PONT										
البولي فينيل كلورايد	٢,٥ أسيتات	ثلاثي الأسيتات	الاكريليك	البوليستر	الحرير	الصوف	السيللوز	القطن	البولي أميد	نوع الألياف والأصبغة
●	●	●	○	●					●	الديسبرس
					●	●			●	الحمضية
					●	●			●	المعدنية المعقدة ٢:١
						●			●	المعدنية الكرومية ١:١ + الكرومية الأزو " النفтол "
					●	●	●	●	○	المباشرة " الديركت "
					●		●	●	●	التفاعلية " الرأكتيف "
								●	○	الأحواض
					●		●	●		الليكو
									○	الكبريتية " السلفور "
									○	القاعدية " الاكريليك "
									●	البيغمنت

● : مناسب، ○ : بعضها مناسب

الجدول (١٥٠)

خواص أصناف الأصبغة على اللايكرا بحسب Lycra T 128 C			
Build-up	خواص البناء	الثباتية للغسيل	الثباتية للضوء
VG	F/G	P	المبعثرة: الديسبرس
F/G	F/G	F/G	الحمضية: الأسيد
G	F/G	F/G	المعدنية المعقدة ٢:١
G	F/G	G	المعدنية المعقدة ١:١
G	G	G	الكروم
P/G	F	F/G	المباشرة: الديركت
P/G	F/G	G	التفاعلية: الرأكتيف
F/G	P/F	F/G	الأحواض: الاندانتيرين
F/G	F/G	G	الليكو
P/G	F/G	G	الكبريتية: السلفور
G	P	P	الأزو: النفтол
P/G	P	F	القاعدية: الموجبة

V/G : جيد جداً - G : جيد - F : مناسب - P : ضعيف

ويمكننا تطبيق الأصبغة المبعثرة مع البوليستر وثلاثي الأسيئات ولكن بشروط مختلفة جداً، ذلك لأن البوليستر يتطلب درجات حرارة (١٢٠-١٣٠ م°) ما يفقد اللايكرا لدونتها، لذا فإننا نضطر للاعتماد على الكارير آخذين بعين الاعتبار تأثيراته على الشكل:

- استرات الحموض العطرية: تضعف اللايكرا بشكلٍ محدود.
- مشتقات كلور البنزن: تضعف اللايكرا بشكلٍ مهمل.
- ثنائي الفينيل: تسبب ضعفاً مهماً.

• استرات الفينول: تخرب اللايكرا بشكلٍ قوي.

• نظامي ألكيل فتاليميد: تضعف اللايكرا بشكلٍ محدود.

وتنصح شركة الدكتور بوميه ألا تتجاوز درجة الحرارة (١٠٨ م°)، والأفضل عند درجة حرارة الغليان، مع السعي لخفض الزمن قدر الإمكان كي تكون مساحة العمل أصغر ما يمكن، كما تنصح أيضاً لمزائج البوليستر مع الفيسكوز بالعمل مع الأصبغة التفاعلية الباردة ذات حرارة تثبيت (٦٠ م°) كونها تستلزم كميات قلوي ودرجات حرارة أقل، كما تؤكد على التبريد الدائم قبل الإنهاء إلى ما دون درجة حرارة (٦٠ م°).

٤- التثبيت الحراري:

تستلزم معظم أقمشة اللايكرا المطاطية وخاصةً أقمشة " التريكو " المحاكة تثبيتاً حرارياً لتحسين مظهرها وتثبيت أبعادها لوزن معين وبما يضمن لها سطحاً أملساً، إذ يُمكننا شد الأقمشة الخام ومن ثم تثبيت العرض الجديد حرارياً عندما يكون عرضها دون متطلبات العمل " عادةً يكون عرض القماش عند خروجه من الحياكة أكثر من المطلوب "، لذا نبدأ بمرحلة الاسترخاء لتتبعها بعملية التثبيت.

ويستلزم التثبيت الحراري مراقبة صارمة ودراسة وافية لضمان التوزيع الحراري على كامل سطح القماش عبر تيارات الهواء الساخن التي توجهها التصميمات الهندسية لغرف الرام، ويتم التثبيت الحراري عند الدرجة (١٨٥-١٩٠ م°/٤٥ ثانية)، وتحدد شروط العمل بنوعية ألياف اللايكرا والألياف المرافقة والمواصفات المطلوبة على السواء، أي:

أ- الوزن المطلوب لطولٍ وعرضٍ معينين وبحسب الحياكة.

ب- نوعية الألبسة التي سيُفصل منها القماش.

ج- الخواص المطلوبة للقماش المجهز كدرجة البياض واللون، الاستقرار، قابلية الشد.

د- نوع وأصل ومحتوى وتركيب وعدد الألياف المرافقة لألياف اللايكرا.

ر- نوعية زيوت التزييت المستخدمة في آلات النسيج والحياكة وحساسيتها للحرارة.

ز- مراحل التجهيز النهائي ومواصفات الرام وهندسة وحركة الهواء فيه.

ويبين الجدول (١٥١) تأثير الحرارة والزمن على بعض مواصفات قماش اللايكرا.

الجدول (١٥١)

تأثير درجة الحرارة والزمن على خواص ومواصفات اللايكرا										
الزيادة في		الخاصة	الزيادة في		الخاصة	الزيادة في		الخاصة	الزيادة في	
الزمن	الحرارة		الزمن	الحرارة		الزمن	الحرارة		الزمن	الحرارة
++	+	الكلفة	++	++	الانسياس	-	-	المتانة	++	++
++	++	بقع الزيت	-	-	البياض	++	++	العرض	-	-

وقد ينتهي القماش بنسبة كشش بسيطة بعد معالجته ما يستوجب شده بنسبة (٥-١٥%) زيادة عن عرضه المطلوب للتعويض عن نسبة الكشش التي يمكن أن تلحق بالقماش إثر المعالجات اللاحقة من صباغة وتجهيز، ويرتبط العرض الفعلي الواجب الأخذ به عند التثبيت الحراري بالخبرات الفنية المتراكمة ونتائج الاختبارات الأولية، ومن الضروري التبريد الجيد للقماش عند خروجه من الرام لضمان ثبات المواصفات إثر مرحلة التثبيت الحراري.

ويمكننا لبعض أنواع اللايكرا الخفيفة (كالجوارب والقطع الجاهزة) تخفيف شروط التثبيت بالبخر حتى الدرجة (١١٠-١٢٠ م°/٣٠-٦٠ ثانية)، ولكن ولما كانت هذه الطريقة تحتاج لمخلفية هواء (Vacuum) في الآلات المضغوطة فإنها لا تعطينا عرض قماش ثابت ما جعل الاعتماد عليها نادراً.

٤-١- **مردود المعالجة الحرارية HSE**: يتم تقييم المعالجة الحرارية بما يسمى مردود المعالجة الحرارية HSE، وتتم عملية القياس بعد المعالجة على الرام بدرجة حرارة وزمن محددتين على الشكل التالي:

نُثبت عينة قماش خام على الرام وليكن عرضها (١٦٠) سم أي أن $HSW=160\text{ cm}$ ، ونغليها لمدة (١٠) دقائق ونجففها على راحتها (مرحلة الاسترخاء) ونقيس عرضها النهائي بعد الجفاف وليكن (١٤٤) سم أي أن $FW=144\text{ cm}$ ، تُحسب نسبة المردود آنئذٍ على الشكل:

المردود = العرض بعد التجفيف / عرض الخام

أو أن: عرض الخام = العرض بعد التجفيف / المردود، أي:

$$FW / HSW = HSE$$

أي أن: المردود = $(160/144) = (0,9)$ أي (٩٠%)

وبالتالي وإن أردنا الحصول على قماش بعرض (١٥٢) سم بعد المعالجة حرارياً وعلى أساس ذات المردود:

$$FW / HSE = HSW$$

أي أن العرض الخام المطلوب = $(0,9/152) = (169)$ سم

وقد نجد اختلافاً بين قيمتي HSW النظرية والعملية بسبب بعض فروق العمل الصغيرة والمرتبطة بطراز الآلات ونسبة الحمام ونسبة الرطوبة بعد العصر وقبل دخول الرام، لذا يستحسن إجراء تجارب عملية حقيقية أولاً لتقدير قيمة عامل التصحيح.

٥- إزالة اللون " التعرية "

تستلزم ظروف العمل أحياناً تعرية أو إزالة لون القماش المطاطي الحاوي على اللايكرا لسبب ما قد يكون تبقيع أو انحراف لون أو عدم تسوية، وتفرض علينا حساسية ألياف اللايكرا الأخذ بالخيارات الأقل ضرراً، لذا فإننا غالباً ما نلجأ للعوامل المرجعة التي تعمل في وسط قلوي مثل الهيدروكسيدات، في حين أننا لا نلجأ للمؤكسدات الكلورية التي تؤثر سلباً على متانة اللايكرا كما نرى في الجدول (١٥٢):

الجدول (١٥٢)

بناء حمام تصحيح اللون أو إزالة البقع الخفيفة				
منظف عضوي لا شاردي	ثلاثي فوسفات الصوديوم	شروط العمل		
١ غ/ل	٢-١ غ/ل	٨٥ م/م - ٢٠ دقيقة		
بناء حمام إزالة اللون أو إزالة البقع المتوسطة				
منظف عضوي لا شاردي	ثلاثي فوسفات الصوديوم	هيدرو سلفيت الصوديوم	شروط العمل	
١ غ/ل	٢-١ غ/ل	٣-١ غ/ل	٨٥ م/م - ٢٠ دقيقة	
بناء حمام إزالة اللون بالوسطين الحمضي والقلوي				
الوسط القلوي	سلفوكسيلات فورم ألدهيد الصوديوم: ٥%	pH: 10-11	مشنت مناسب: ١ غ/ل	٩٠-٩٥ م/م - ٤٥ دقيقة
الوسط الحمضي	سلفوكسيلات فورم ألدهيد التوتياء: ١%	pH: 5	مشنت مناسب: ١ غ/ل	٨٥ م/م - ٤٥ دقيقة
ملاحظة: يطلق الهيبو كلوريت الأكسجين في الوسط القلوي والذي يؤكسد مكونات الألياف وشوائبها كونه وليداً، في حين أنه يُطلق في الوسط الحمضي غاز الكلور السام والمؤكسد القوي الذي يخرب الألياف ويسبب تآكل الآلات.				

صباغة الألياف والألياف الممزوجة

١- صباغة مزائج البولستر:

١-١-١- صباغة مزائج البولستر/سيللوز: تُعتبر مزائج البولستر مع السيللوز أو الفيسكوز واحدةً من أكثر المزائج المتداولة تجارياً، وتتعدد تقنيات صباغتها بحسب:

أ- نسبة البولستر للسيللوز: تستلزم صباغة البولستر درجات حرارة عالية تصل إلى (١٣٠ م°)، ويؤدي رفع درجة حرارة حمام الصباغة لتراجع معدلات ليونة وطرارة السيللوز، لذا فإننا غالباً ما نسعى قدر الإمكان لصباغة البولستر عندما تكون نسبته منخفضة بطريقة الضغط الجوي بوجود الكارير.

ب- درجة عمق اللون: فعندما يكون اللون المطلوب بدرجة عمق عالية لا يمكننا الأخذ بطريقة الضغط الجوي إلا في حال الحياكة الخلفية لألياف البولستر بحيث لا يمكننا رؤيتها للعيان على الوجه، وبالتالي لا يظهر الفرق بين درجتي عمق لوني البولستر والسيللوز.

ج- الثباتيات والمواصفات المطلوبة: تلعب الثباتيات المطلوبة دوراً كبيراً في تعيين طريقة الصباغة، إذ لا يمكننا ضمان الثباتيات العالية للبولستر إلا عند صباغته بطريقة الحرارة العالية للألوان المتوسطة أو الغامقة، حيث يمكننا الاستغناء عن الكارير الذي يعزز حدوث ظاهرة الهجرة الحرارية التي تحدث للأصبغة بشروط الحرارة (١٨٠ م°) الجافة، كما تعزز شروط حمام درجات الحرارة العالية على الجت المزود بقاذفٍ فعّال على شد القماش طولياً وبالتالي تخليصه من عيوب حياكة كثيرة قد لا تظهر إلا بعد عمليات الإنهاء، وتظهر هذه الفائدة على أصناف النسيج خاصةً.

١-١-١-١ صباغة مزائج البولستر/قطن بأصبغة الديسبرس مع الأصبغة التفاعلية: يمكننا صباغة هذا الممزوج بطريقتي الحمام الواحد، والحمامين:

طريقة الحمام الواحد: يمكننا تطبيق هذه الطريقة مع الأصبغة التفاعلية المقاومة لدرجات حرارة (١٣٠ م°) بوسط حمضي كما هو حال مجموعة أصبغة البروسيون اكسل، وأهم ما ينبغي التنويه له هنا:

أ- عدم جواز إضافة ملح الطعام بشروط الحرارة العالية واعتماد ملح كبريتات الصوديوم فقط.

ب- عدم اللجوء لهذه الطريقة عند استخدامنا لأصبغة ديسبرس غير كاملة الامتصاص، إذ لا مجال لنا هنا لتطبيق حمام غسيل إرجاعي نضمن معه ثباتيات عالية، لذا فإننا غالباً ما نلجأ لهذه الطريقة مع الألوان الفاتحة أو مع أصبغة الديسبرس التي لا تحتاج لحمام غسيل إرجاعي مثل الديسبرس الأزرق (١٦٥) مثلاً.

ج- التحقق من ثباتية الأصبغة التفاعلية المراد استخدامها لشروط بناء حمام صباغة الديسبرس.

طريقة العمل بحمام واحد: يوزن الصباغان الديسبرس والفعال اللازمين بما يتوافق ونسبتهما لنبدأ العملية الصباغية كما لو أننا نصبغ بولستر صافٍ، فنضبط درجة الحموضة عند 5-5.5 pH ودرجة الحرارة عند (٦٠ م°) ونضيف عوامل التسوية والتحلية وملح كبريتات الصوديوم لنتبعها بمحلول الصباغ المصفى وندير لمدة ٥-١٠ دقائق، ونبدأ برفع درجة الحرارة بما يتوافق مع معدلات غزارة الآلة وسرعة دوران الحبل ونوعية الأصبغة ومواد التسوية على السواء، ونستمر عند درجة حرارة تثبيت الأصبغة المطبقة، نبدأ بعدها التبريد بمعدلاتٍ دون معدلات رفع درجات الحرارة منعاً لتكسير البضاعة حتى بلوغ الدرجة (٨٠ م°)، ندير عندها مدة (٥-١٠) دقائق لنبدأ بحقن المحلول القلوي ببطء، ويتوجب في حال اعتمادنا ملح الطعام بدلاً عن ملح كبريتات الصوديوم ضخ المحلول الملحي في هذه المرحلة وقبل القلوي لرفع معدلات الامتصاص قبل التثبيت، نستمر عند الدرجة (٨٠ م°) حتى الوصول لدرجة عمق اللون واتجاهه المطلوبين.

طريقة العمل بحمامين: نبدأ أولاً بحمام صباغة البولستر كالمعتاد ونتبعه بحمام غسيل إرجاعي ونتأكد من تمام التخلص من كامل صباغ الديسبرس غير الممتص لنبدأ بحمام الأصبغة التفاعلية.

ويمكننا تعيين مجموعة الملاحظات حول الفروق بين الطريقتين كما في الجدول (١٥٣):

الجدول (١٥٣)

الفوارق بين طريقتي الحمام الواحد والحمامين		
طريقة الحمامين	طريقة الحمام الواحد	الخاصة
إمكانية كاملة	إمكانية كاملة	اعتماد أصبغة الحرارة العالية " ٨٠ م "
	نادراً	اعتماد أصبغة الحرارة ٦٠ م أو الأصبغة المتعددة الوظائف
	غير ممكن	تطبيق حمام الغسيل الإرجاعي
	صعبة	إضافة صباغ ديسبرس على حمام الصباغة لإصلاح اتجاه اللون
عادي	ممتاز	تحقيق وفر اقتصادي

اختبار اللون: يتوجب التحقق من اتجاه لون البوليستر قبل إضافة القلوي، ونعاني هنا من مشكلة تقيع صباغ الديسبرس على القطن ما يتسبب بعدم تمكننا من التحقق الصحيح للون البوليستر، لذا نجد أنه من الضروري معالجة عينة اللون بتعرية لون القطن بالعوامل المؤكسدة كمركبات الكلور أو بالإرجاع بهيدروسلفيت الصوديوم، ونلجأ في حال لم نتمكن من تمام التحقق لإذابة القطن بغلي العينة بالحموض المعدنية الممددة.

الغلي والشطف النهائي: يتم تطبيق حمامات الغلي للتخلص من جزيئات الأصبغة التفاعلية المتحللة والملتصقة على ألياف القطن مسببة تراجع الثباتات جميعها، ويتوجب علينا التحقق من ثباتية الأصبغة المبعثرة تجاه شروط حمام التصبين القلوي " 9 ~ pH " عندما يكون الصباغ الفعال المستخدم من نوع أحادي كلور التريازين الذي يستلزم مثل هذه الدرجة من القلوية لتحقيق أعلى الثباتات وبالتالي أعلى مردود لحمام التصبين.

١-٢-١- صباغة مزائج البوليستر/قطن بأصبغة الديسبرس مع أصبغة الأحواض:

أ - طريقة الحمام الواحد: يعتبر تطبيق أصبغة الديسبرس والأحواض في حمام واحد وعلى مرحلتين الطريقة الأمثل لاستخدامهما، ففي المرحلة الأولى يتم تطبيق أصبغة الديسبرس على البوليستر بشروط الحرارة العالية، وبعد التبريد نبدأ بصباغة الألياف السيللوزية بأصبغة الأحواض.

صباغة البوليستر: يتم بناء الحمام وفق الجدول (١٥٤)، ونؤكد على ضرورة بعثرة أو تمديد الأصبغة بشكل جيد علاوةً عن التشدد في تعليمات استخدام المواد المساعدة ودرجاتي الحرارة والحموضة والبرنامج الزمني لصباغة الديسبرس والأحواض.

الجدول (١٥٤)

بناء حمام صباغة الديسبرس والأحواض		
صباغ ديسبرس + صباغ أحواض	عوامل: مبعثرة، تحلية، واقية غروية	حمض خل أو مانح حموضة
ما يلزم %	٢-١ غ/ل	pH: 4.5-5.0

صباغة الألياف السيللوزية: بعد الانتهاء من صباغة البوليستر نبدأ بتبريد الحمام حتى الدرجة ٨٠ م لنضيف:

هيدروكسيد الصوديوم	هيدروسلفيت الصوديوم	عامل تسوية لأصبغة الأحواض
من الجدول ١٥٣		١,٠-٠,٥ غ/ل

تتم عملية الصباغة لمدة (١٥ دقيقة/٨٠ م)، يُبرَد بعدها الحمام حتى (٥٠-٦٠ م/١٥-٢٠ دقيقة)، ويتوجب علينا إضافة (٢) غ/ل غلوكوز (٨٠%) بوصفه عامل مرجع لأصبغة الاندانتارين: الأزرق BC & GC & RS، والأزرق اللامع RCL، والأزرق الغامق DB قبل إرجاعها، أما كميات الملح فنجدتها في الجدول (١٥٣) ونضيفها عند حرارة (٦٠ م).

يمكننا مع الألوان الفاتحة تبريد الحمام حتى (٩٥ م) لنُرجع الأصبغة محققين درجة التسوية العليا بدرجات الحرارة العالية، ويُستعاض هنا عن الهيدروسلفيت مثلاً بعامل مرجع يعمل بدرجات حرارة (٩٥ م) مثل رونغال HT من BASF المستخدم كعامل إرجاع بنسبة (٢،١%) من كمية الهيدروسلفيت، ونستمر مدة (١٥-٢٠) دقيقة لنبدأ بتبريد الحمام حتى (٨٠ م) باستخدام (٢-١) غ/ل هيدروسلفيت ونبرد بعدها حتى (٦٠ م).

لإتمام العملية الصباغية، نشطف ونؤكسد ونصبين بالطريقة الأنسب لنوعية البضاعة وباستخدام الماء الأكسجيني أو أي عامل مؤكسد مناسب للحصول على النتيجة الأفضل، ونستعرض في الجدول (١٥٥) مخطط العملية الصباغية بحسب شركة باسف بطريقة الحمام الواحد بأصبغة البلائيل والاندانتارين.

الجدول (١٥٥)

المادة	أصبغة ادانترين % غروية	أصبغة IW	أصبغة IN	أصبغة IN الخاصة
هيدروكسيد الصوديوم	٠,٥-٠,٥ %	٧-٦	١٢-١٠	١٧-١٥
٣٨ بوميه	١,٥-٠,٥ %	٩-٧	١٥-١٢	٢٢-١٧
مل/ل	٢,٥-١,٥ %	١٠-٩	٢٠-١٥	٢٦-٢٢
هيدروسلفيت الصوديوم	٠,٥-٠,٥ %	٣-٢	٤-٣	٤-٣
المركز من BASF	١,٥-٠,٥ %	٥-٣	٦-٤	٦-٤
غ/ل	٢,٥-١,٥ %	٧-٥	٨-٦	٨-٦
كبريتات الصوديوم	٠,٥-٠,٥ %	-	-	-
أو ملح الطعام	١,٥-٠,٥ %	-	-	-
غ/ل	٢,٥-١,٥ %	-	-	-

٣٠،٢٠،١
١٢٠
١٠٠
٨٠
٦٠
٤٠
٢٠

دقيقة

شطف

تصيبين

شطف وأكسدة

صباغة السيلولوز

صباغة البوليستر

١٢٥-٤٠

٦٠-٤٠

٤٥-٢٠

٦٠-٣٠

٣٠،٢٠،١

مواد مساعدة، صباغ البلاستيك والأحواض، اليوزين S أو حمض الخل

٥،٤: هيدروكسيد الصوديوم وهيدروسلفيت - ٦: عامل مؤكسد - ٧: مواد إنهاء

٣-١-١- صباغة مزائج البوليستر/ قطن بأصبغة الديسبرس مع الأصبغة المباشرة: يمكننا هنا إجراء عملية الصباغة بطريقة الحمام الواحد أو الحمامين بشرط التأكد من مقاومة الأصبغة المباشرة للتخرب بشروط الحرارة العالية والوسط الحمضي، ويمكننا بالرجوع لكتالوجات الشركات النظامية تعيين إمكانية مقاومة الصباغ لهذا شروط، وسنلق هنا بنظرة على طريقة الحمام الواحد فقط.

طريقة العمل بحمام واحد: يوزن صباغ الديسبرس والصباغ المباشر اللازمين لبدء العملية الصباغية كما لو أننا نصبغ بوليستر صافٍ، فنضبط درجة الحموضة عند 5.5-5 pH ودرجة الحرارة عند (٦٠ م) ونضيف عوامل التسوية والتحلية وملح كبريتات الصوديوم لتتبعها بمحلول الصباغ المصفى وننور لمدة (٥-١٠) دقائق، ثم نبدأ برفع درجة الحرارة بما يتوافق مع معدلات غزارة الآلة وسرعة دوران الحبل ونوعية الأصبغة ومواد التسوية على السواء، ونستمر عند درجة الحرارة بحسب نمط الأصبغة المستخدمة، نبدأ بعدها بالتبريد بمعدلات دون معدلات رفع درجات الحرارة منعاً لتكسير البضاعة حتى بلوغ الدرجة (٨٠ م)، ندرج عنها مدة (٥-١٠) دقائق لنبدأ بحقن المحلول القلوي ببطء عند اعتمادنا أصبغة مباشرة تستلزم وسطاً قلويّاً خفيفاً بحدود 9 pH، ويتوجب في حال اعتمادنا ملح الطعام بدلاً عن ملح كبريتات الصوديوم ضخ المحلول الملحي في هذه المرحلة، نستمر بالتبريد حتى الدرجة (٧٠ م) حتى الوصول لدرجة عمق اللون واتجاهه المطلوبين، نشطف بعدها جيداً لنطبق بعدها حمام تثبيت. ملاحظة: تتنوع درجات مقاومة الأصبغة المباشرة لحرارة (١٣٠ م) والوسط الحمضي، فمنها ما يتخرب بشكل كامل ومنها ما يتخرب بشكل جزئي بحسب زمن البقاء عند الدرجة (١٣٠ م) ومعدلات الغزارة في آلة الصباغ والتي قد تتسبب بإجهادات ميكانيكية قد لا يحتملها جزيء الصباغ.

٢-١- صباغة مزائج البوليستر/ صوف: نعاني من ضعف مقاومة الصوف للحرارة الزائدة عن (١٠٦ م) كحدٍ أقصى، لذا فإن ثمة تقنيات عدة يمكننا اللجوء إليها لتحقيق أقصى ما يمكننا من ثباتيات، ومن أهم هذه التقنيات نجد: ١-٢-١- الصباغة بحمام واحد بوجود الكارير عند الدرجة (١٠٥ م): يتم الاعتماد هنا على أصبغة ديبرس من نمط الحرارة المنخفضة " E " وبالاعتماد على أنواع كارير لا تسبب تبقيعاً لأصبغة الديسبرس على الصوف، ويتم تطبيق الحمام عند (١٠٥ م) تقريباً.

٢-٢-١- الصباغة بحمام واحد عند الدرجة (١١٥ م): يمكننا بإضافة الفورم ألدهيد بنسبة (١ %) من وزن الصوف رفع درجة حرارة مقاومة الصوف حتى (١١٥ م) على أن يتم حساب ما يلزم من محلول الفورم ألدهيد التجاري والذي قد تصل نسبته أحياناً وبحسب التركيز حتى (٣-٤ %).

١-٢-٣- صبغة الشعيرات قبل عمليات الغزل: تُتبع هذه الطريقة مع أصناف الجوخ، إذ نعد لصباغة شعيرات البوليستر وألياف الصوف بحمامين مستقلين، ونعالج بعدها هذه الشعيرات بعمليات تلييد للحصول على حصيرة الجوخ أو اللباد المقاومة لإجهادات الضغط والحرارة والرطوبة.

١-٢-٤- صبغة مزائج البوليستر/صوف بأصبغة الديسبرس مع أصبغة الكروم الحمضية: نتبع هنا الطرائق السالفة الذكر تماماً بفارق المعالجة بحمام تثبيت مع البيكرومات بحرارة (٧٠-٨٠ م) وحموضة 5.5-6 pH لربط جزيء الصباغ بألياف الصوف رافعين بذلك الثباتية، ومن أهم ما يعيب هذه الطريقة التلوث البيئي، وتسببها بخشونة الألياف الصوفية، لذا فإننا نادراً ما نستعمل هذا النوع من الأصبغة مع الملبوسات، بل نلجأ لها لصباغة الصوف المراد استخدامه في صناعة السجاد والذي يستلزم ثباتيات عالية على النور والاحتكاك، وقد مُنعت هذه الأصبغة حالياً بسبب التلوث البيئي الذي يسببه استخدام الكروم.

١-٣- صبغة مزائج البوليستر/ بولي أميد: تتم صبغة البولي أميد عادةً بمجموعة منتقاة من الأصبغة الحمضية أو المعدنية المعقدة بوسط حمضي وبشروط الضغط الجوي، ويؤدي انخفاض درجات حرارة تزيجها والتي قد تصل أحياناً حتى (٥٥ م) وقابلية امتصاصها معظم أنواع الأصبغة وبدرجات متفاوتة لامتصاصها الأصبغة الحمضية الخاصة بها وأصبغة الديسبرس المضافة لصباغة البوليستر، لذا فإننا نواجه معها تراجع قوة لون البوليستر بمقابل ارتفاع قوة لون البولي أميد، وتتعدد المشكلة أكثر عندما يكون المطلوب لوناً مركباً ومغائراً للون الأقمشة الممزوجة، كأن يكون المطلوب لون البولي أميد أحمر والبوليستر أزرق أو أخضر، ويمكننا رفع درجة حرارة الحمام الصباغي حتى درجات الحرارة العالية أو إضافة الكارير مع اعتماد أصبغة دييسبرس من النمط E لإمكانية استعادة أصبغة الديسبرس الممتصة من البولي أميد ليمتصها البوليستر وبالتالي التحكم أكثر بتوجيه عمليات امتصاص الأصبغة، وتستحسن شركة BASF اعتماد البولي أميد ٦،٦ عن البولي أميد ٦ لأنه يمكننا معه صبغة البوليستر بألوان فاتحة.

ومن الضروري الإشارة هنا لضعف ثباتيات أصبغة الديسبرس على البلل تجاه البولي أميد، لذا فإنه من الضروري لرفع هذه الثباتية النزع الجيد لهذه الأصبغة من البولي أميد ليُصار إلى عملية صباغة تالية بالأصبغة المعدنية المعقدة أو الأصبغة الحمضية بحمام منفصل، فيتم تطبيق حمام صباغة البوليستر عند درجات الحرارة العالية وفق الإجراءات الاعتيادية متبوعاً بحمام غسيل إرجاعي لنبدأ بحمام صباغة البولي أميد، ويبين لنا الجدول (١٥٦) ملخص ما سبق.

الجدول (١٥٦)

مثال لاحتمالات توزع الأصبغة عند صباغة مزيج البوليستر مع البولي أميد					
النوع	اللون المطلوب	الصباغ المضاف	بشروط الضغط الجوي		بشروط الحرارة العالية أو إضافة الكارير
			الصباغ الممتص	اللون الناتج	الصباغ الممتص
بوليستر	أزرق	ديسبرس أزرق	قسم من الأزرق	أزرق فاتح	اللون الناتج
بولي أميد	أحمر	أسيد أحمر	باقي الأزرق وكامل الأحمر	بنفسجي	أحمر
بوليستر	أخضر	أزرق وأصفر	قسم من الأزرق والأصفر	أخضر فاتح	أخضر
بولي أميد	أحمر	أحمر	أحمر+ أزرق + أصفر	غير محدد	أحمر

١-٤- صبغة مزائج البوليستر مع البولي أكريلونتريل: يسبب انخفاض درجة حرارة تزيج البولي أكريلونتريل حساسية عالية تجاه معدلات التدفق وارتفاع درجات الحرارة، وهذا ما يدفعنا لصباغة الألياف الممزوجة من البوليستر والبولي أكريلونتريل بشروط حرارية منخفضة لا تتجاوز الـ (١٠٥ م)، وبالتالي فإننا نجد أنه من الضروري الاعتماد على الكارير في الحمام الصباغي.

وتنصح بأسف لمثل هذه العمليات باختيار أصبغة دييسبرس ضعيفة التشرب على البولي أكريلونتريل، وأصبغة قاعدية لا يتشربها البوليستر، وعند الضرورة نضيف الكارير بشرط عدم احتوائه عوامل استحلاب أنيونية، وفي هذه الحالة تتم العملية في حمام واحد كما في الجدول (١٥٧):

الجدول (١٥٧)

بناء حمام صباغة البوليستر مع البولي أكريلو نتريل				
صباغ قاعدي	ما يلزم %	نتوقف عند	كارير	ما يلزم %
عامل مبثر لا شاردي	١ غ/ل ~	الدرجة ٧٠ م	صباغ	ما يلزم %
حمض خل أو مانح حموضة	pH~ 4-5	ثم نضيف	ديسبرس	

نرفع درجة الحرارة حتى (١٠٥ م) ونستمر عندها (٦٠-٣٠) دقيقة مع المراقبة الدائمة لدرجة الحموضة، ثم نبرد ونشطف بماءٍ دافئ حرارته (٤٠ م) وآخر بارد.

وقد وُجِدَ عملياً صعوبة انتقاء أصبغة ديسبرس غير قابلة للتبقيع على البولي أكريلو نتريل، لذا فإننا ننصح صباغة البوليستر أولاً بحرارة (١٠٥ م) بوجود الكارير غير الحاوي على عوامل استحلاب أنيونية، وإلا فإننا نضطر لتطبيق حمام إزالة لبواقي الكارير ما أمكن، ومن ثم رصد لون الاكريليك لاستكمال اللون بحسب المطلوب.

١-٥- صباغة مزائج البوليستر مع ثلاثي الأسيئات: لهذه التركيبة مشاكل معقدة بعض الشيء، إذ تتم صباغة كليهما بأصبغة الديسبرس ما لا يمكننا من الحصول على فوارق لونية محسوسة برغم ضعف ثباتية أصبغة الديسبرس على ثلاثي الأسيئات عنها مع البوليستر، إضافة للثباتيات الضعيفة على النور لبعض الأصبغة على البوليستر وثلاثي الأسيئات على السواء، ويتم بناء الحمام الصباغي كما في الجدول (١٥٨).

١-٦- صباغة البوليستر مع ٢,٥ أسيئات: تتم صباغة الأسيئات بالأصبغة المبعثرة بدرجة حرارة (٨٠ م)، إذ يؤدي رفع الحرارة لأكثر من ذلك لتشوه ألياف الأسيئات غير اللامعة بسبب ليونتها، وبالتالي تتم عملية صباغة الأسيئات فقط دون البوليستر، ويتم بناء الحمام كما في الجدول (١٥٨):

الجدول (١٥٨)

بناء حمام صباغة البوليستر مع الأسيئات أو ثلاثي الأسيئات		
المادة	ثلاثي الأسيئات	٢,٥ أسيئات
صباغ ديسبرس	ما يلزم %	/
صباغ أسيئات	/	ما يلزم %
حمض خل أو مانح حموضة	pH~ 4.5-5.0	pH~ 5-6
عامل تسوية وبعثرة	٢-١ غ/ل	
عامل تحلية	١٠,٥ غ/ل	
طريقة العمل	٦٠ دقيقة / ١٢٥ م	٦٠ دقيقة / ٨٠ م حمام شطف عند ٦٠ م

٢- صباغة القطن الممزوج:

١-٢- صباغة القطن / صوف: ينحل الصوف عند درجة الغليان بالوسط القلوي (٢ غ/ل هيدروكسيد الصوديوم أو ٥ غ/ل كربونات الصوديوم) لذا لا يمكننا صباغة البضائع الممزوجة من الصوف مع القطن أو الفيسكوز بالأصبغة التفاعلية أو أصبغة الأحواض أو أي حمام معالجة قلبية لاحق، وهكذا نجد أنه لا يمكننا صباغة القطن إلا بالأصبغة المباشرة، لذا فإننا غالباً ما نلجأ لحمامٍ واحد يحوي الأصبغة: المباشرة والحمضية أو المباشرة والحمضية الكرومية على أن نتبع الحمام عند استخدام الأصبغة الحمضية الكرومية بحمام المعالجة الكرومية ليلتبعه حمام تثبيت الأصبغة المباشرة عند اضطرارنا له إذ قد يؤدي تطبيق المثبت الكاتيوني قبل المعالجة الكرومية لتفاعله مع الأصبغة الأنيونية، ويجري تطبيق الحمام الصباغي بشروط الضغط الجوي العادي وبوسط حمضي بإضافة عوامل تسوية ملائمة مثل ايتوكسيالات الأغوال الدسمة، ويتوجب علينا عند اضطرارنا لاستخدام عوامل تسوية للصوف من النمط الشاردي الضعيف الشحنة الموجبة التأكد أولاً من عدم إمكانية تشكل رواسب بينها وبين الأصبغة المباشرة المستخدمة.

٢-٢- صباغة القطن/ بولي أميد: يمكننا صباغة القطن هنا بشتى أنواع الأصبغة المستخدمة مع القطن الصافي، على أن نبدأ بصباغة القطن أولاً وتقييم كمية الصباغ الممتص من قبل البولي أميد لإكمال اللون بحسب المطلوب، ذلك لأن البولي أميد سيمتص كميةً من صباغ القطن تتعلق نسبتها بشروط تطبيق الحمام ما بين حمضي وقلوي، أو أنه حمام أصبغة فعالة عند (٦٠ أم ٨٠ م)، أو كمية الملح المضافة وتوقيت إضافتها لأننا وكلما تأخرنا بإضافة

الملح كانت نسبة الصباغ الممتصة من قبل البولي أميد أكبر... لذا فإنه من المستحسن تطبيق الأصبغة التفاعلية أو أصبغة الأحواض بأصبغة غير قابلة للتعرية بالعوامل المرجعة إن كانت فعالة أو المواد المؤكسدة إن كانت أصبغة أحواض ليصار لتعرية البولي أميد مما امتص من أصبغة ومن ثم صباغته أو إكمال لونه للمطلوب عندما نجد أن التعرية كانت جزئية.

٢-٣- صبغة القطن/ بولي أكريلو نتريل:

٢-٣-١- مع الأصبغة المباشرة: يتم تطبيق صباغ الاكريليك القاعدي عند درجة حرارة (١٠٢-١٠٥ م) أولاً بدون استخدام العامل المؤخر الموجب لصعوبة التخلص الكامل منه بعد إنهاء الحمام، ويمكننا في أحسن الأحوال التخلص من بعضه بتطبيق حمام الغسيل بصابون مارسيل، نتبعه بحمام الأصبغة المباشرة عند درجة حرارة (٩٥ م) ونتابع حسب الأصول.

٢-٣-٢- مع الأصبغة التفاعلية أو أصبغة الأحواض: يستحسن هنا صباغة القطن بالأصبغة التفاعلية أو أصبغة الأحواض لنهني حمام الصباغة بحمامات الغلي أو الأكسدة اللازمة، ومن ثم نلجأ للبدء بصباغة البولي أكريلو نتريل عند حرارة (١٠٢-١٠٥ م) بشرط اختيار أصبغة فعالة أو أحواض مقاومة قدر الإمكان لمثل هذه الحرارة. أما في حال البدء بصباغة البولي أكريلو نتريل فيتوجب التحقق من ثباتية الأصبغة القاعدية المختارة لشروط حمامي الصباغة والغلي القلويين، والتأكد من عدم إمكانية تبقيع أصبغة القطن بشروط الصباغة على ألياف الاكريليك.

٢-٤- صبغة القطن / أسيتات:

٢-٤-١- مع الأصبغة المباشرة: يمكننا تطبيق حمام صباغة القطن مع الأسيتات على مرحلة واحدة، ويمكننا تطبيقها على مرحلتين، كأن نصبغ الأسيتات أولاً لنتبعها بحمام صباغة القطن بالأصبغة المباشرة وليس العكس، أو أننا نطبق حمام الصباغة المشترك تحت الضغط الجوي العادي نبرد بعدها حتى (٧٠-٨٠ م) ونقارن مسطرة اللون الناتجة.

٢-٤-٢- مع الأصبغة التفاعلية أو أصبغة الأحواض: يستحسن هنا تطبيق حمام صباغة القطن أولاً لنتبعها بحمامات الغلي أو الأكسدة فصباغة الأسيتات، ذلك لأن أصبغة الأسيتات قد تستنزف لعدم ثباتياتها العالية أثناء تطبيق شروط الحمام القلوية عند درجات حرارة (٦٠-٨٠ م)، أو أثناء تطبيق حمامات الغلي بدرجة حموضة 9 ~ pH.

٢-٥- صبغة القطن / ثلاثي الأسيتات:

٢-٥-١- مع الأصبغة المباشرة: يمكننا تطبيق حمام صباغة القطن مع ثلاثي الأسيتات على مرحلة واحدة بشرط مقاومة الأصبغة المباشرة لدرجة الحرارة (١٢٠ م) في الوسط الحمضي، ويمكننا تطبيقها على مرحلتين، كأن نصبغ ثلاثي الأسيتات أولاً لنتبعها بحمام صباغة القطن بالأصبغة المباشرة وليس العكس.

٢-٥-٢- مع الأصبغة التفاعلية أو أصبغة الأحواض: كما سبق وذكرنا في سياق صباغة البوليستر مع القطن فإنه بإمكاننا هنا تطبيق ذات الطريقة بفارق عدم اضطرارنا للوصول بدرجات الحرارة حتى (١٣٠ م) فتكفي هنا درجات حرارة (١٢٠ م) لنتبعها بعد حمام الغسيل الإرجاعي بحمام صباغة القطن، أو يمكننا اعتماد ذات طريقة الحمام الواحد بفارق أننا نصل هنا لدرجة الحرارة (١٢٠ م) فقط.

٣- صبغة الصوف الممزوج:

٣-١- صبغة الصوف/ بولي أميد: يمكننا صباغة الصوف مع البولي أميد بالأصبغة الحمضية في حمام واحد بشروط الضغط الجوي لأن كليهما يتخذ من الأصبغة الحمضية أساساً لصباغته، ويمكننا إنهاء الحمام بحمام تثبيت بالاعتماد على أنواع المثبتات الصناعية المطروحة حالياً في الأسواق أو بالاعتماد على مزيج حمضي العفص والطرطير عند استخدام أصبغة مثل أصبغة النايلوزان E لشركة كلارينت، ويشترط لاستخدام هذا المزيج المثبت عدم احتواء ماء حمام التثبيت على أيونات الحديد التي تعطي بتفاعلها مع حمض العفص راسباً أسوداً من عفصات الحديد، كما يتوجب علينا اختيار عوامل التسوية بدقة شديدة منعاً للتقليم الذي قد يحصل بسبب فوارق الألفة تجاه

مجموعة الأصبغة المستخدمة فيما بين البولي أميد والصوف، ونستعين بشروط الحمام الصباغي لشركة كلارينت الذي تنصح به لتطبيق أصبغة اللانازين على الصوف كما في الجدول (١٥٩):

الجدول (١٥٩)

بناء حمام تطبيق أصبغة اللانازين على الصوف لشركة كلارينت				
المادة	صباغ	كبريتات الأمونيوم	تسوية ليوجين SMK or SU	حمض الخل
الكمية	ما يلزم %	٣-١ غ/ل	٢-١ غ/ل	pH: 6.3-6.8

- ٢-٣ - **صباغة الصوف/ بولي أكريلونتريل**: يصادفنا هذا النوع من المزج بشكل كبير لمفاعيل الدفء والملمس والهيئة الذي يؤمنه الاكريليك كبديلٍ صناعي للصوف، وتتم عملية الصباغة بالبده بحمام صباغة الاكريليك بمراعاة شروط العمل التالية آخذين بعين الاعتبار شحنة الأصبغة القاعدية الموجبة وشحنة الأصبغة الحمضية السالبة:
- عدم استخدام مؤخر من نمط مركبات الأمونيوم الربعية الموجب الشحنة لصعوبة التخلص منه وبالتالي تفاعله مع الأصبغة الحمضية عند صباغة الصوف مشكلاً رواسب تسبب تراجع ثباتيات العملية الصباغية.
 - اعتماد كبريتات الصوديوم كعامل تسوية وتأخير لبناء حمام صباغة الاكريليك.
 - إضافة عوامل تسوية وبعثرة من نمط ايتوكسيالات الأغوال الدسمة للفعل التنظيفي الممتاز الذي تؤمنه ما نضمن معه التخلص الكامل من كامل البقايا غير الممتصة أو الضعيفة التثبيت على ألياف الاكريليك.
 - تعيين درجة إشباع خيط الاكريليك وإضافة ما يلزم فقط من الصباغ القاعدي بحيث نضمن الامتصاص الكامل له تداركاً لتفاعل بقاياه مع الأصبغة الحمضية.
 - رفع درجة حرارة حمام صباغة الاكريليك حتى (١٠٥ م) ليصار لتطبيق حمام صباغة الصوف عند (٩٨ م) وبالتالي تدارك استنزاف الصباغ القاعدي الممتص لحمام الصباغة من جديد معتمدين على فارق (٧ م).
 - التأكد من تمام الشطف بعد إنهاء حمام الأصبغة القاعدية الموجبة بتطبيق حمام شطف ساخن وبوجود غواسل لأيونية وإتباعه بشطفٍ بارد.
- بعد ذلك نبدأ بتطبيق حمام الأصبغة الحمضية لصباغة الصوف كالمعتاد.
- ٣-٣ - **صباغة الصوف مع الأسيتات**: يمكننا تطبيق الحمام الصباغي للصوف والأسيتات بمرحلة واحدة وتحت الضغط الجوي العادي، إذ تتم صباغة كليهما بوسط حمضي وصباغٍ سالب ودون الحاجة للكارير، ومن أهم ما يجب أخذه بعين الاعتبار هنا هو اختيار أصبغة أسيتات أو أصبغة أسيد ضعيفة التبقيع كل منهما على الآخر، ذلك لأن تبقيع الأصبغة الحمضية على الأسيتات أو أصبغة الديسبرس على الأسيتات يعني تراجعاً ملحوظاً في ثباتيات العملية الصباغية.
- ٤-٣ - **صباغة الصوف مع ثلاثي الأسيتات**: تتم صباغة ثلاثي الأسيتات كما ذكرنا سابقاً عند حرارة (١٢٠ م)، وهذا ما لا يمكننا تطبيقه بوجود الصوف، لذا فإننا نجد أنه من الأفضل الاعتماد على الفورمول بمعدل (١%) من وزن الصوف لنتمكن من رفع درجة حرارة الحمام الصباغي حتى (١١٠-١١٥ م).

مقياس الطيف الضوئي " السبكتروفوتومتر "

١- مقدمة:

واكب التطورات العلمية الواسعة التي يشهدها العالم المعاصر جملةً من القيم والمعطيات ضمن جملة المواصفات التي يجب أن يتمتع بها أي مُنتَج ليضمن مُنتَجُه المنافسة والتسويق في عالمٍ احدثت معه سياسات المنافسة والتطوير، فبرزت الحاجة لشهادات الجودة كالأيزو والاكو و... أما في عالم الصناعات النسيجية فقد أصبحت الثبائيات على الغسيل والاحتكاك والنور... أمراً عادياً، بل زاد على ذلك التدقيق على اللون ضمن مجال درجة سماح تتفق عليها شركات الإنتاج والتوزيع، وهذا ما استدعى اعتماد الطرائق الآلية لتحديد العامل الشخصي الذي يتباين من إنسانٍ لآخر بحسب: السن، درجة الإرهاق العصبي، وبعض العوامل المحيطة بعملية مقارنة اللون مثل نوعية المصدر الضوئي وطريقة المقارنة التي يرتبط نجاحها بدرجة الإضاءة والحرارة كما في الشكل (١٢٩):



الشكل (١٢٩): تقدير فرق درجة واتجاه اللون بالعين

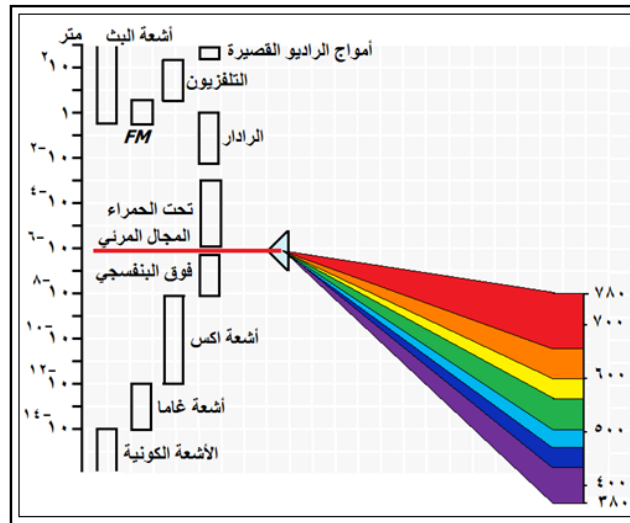
٢- الأشعة المرئية أو الطيف المرئي:

يتألف الضوء الوارد من حولنا سواء أكان من الشمس أم صنعياً من مجموعةٍ أشعةٍ مختلفة طول الموجة كما في الشكل (١٣٠):

أنواع الأشعة الضوئية							
> ٧٠٠ ميلي ميكرون		٧٠٠-٤٠٠		< ٤٠٠ ميلي ميكرون			
الأشعة تحت الحمراء (موجات الراديو)		الأشعة المرئية		أشعة أكس فوق البنفسجية			
٧٠٠ >		المجال المرئي Visible spectrum: (٧٠٠-٤٠٠) ميلي ميكرون					< ٤٠٠
تحت الأحمر	أحمر	برتقالي	أصفر	أخضر	أزرق	أزرق نيلي بنفسجي فوق البنفسجي	

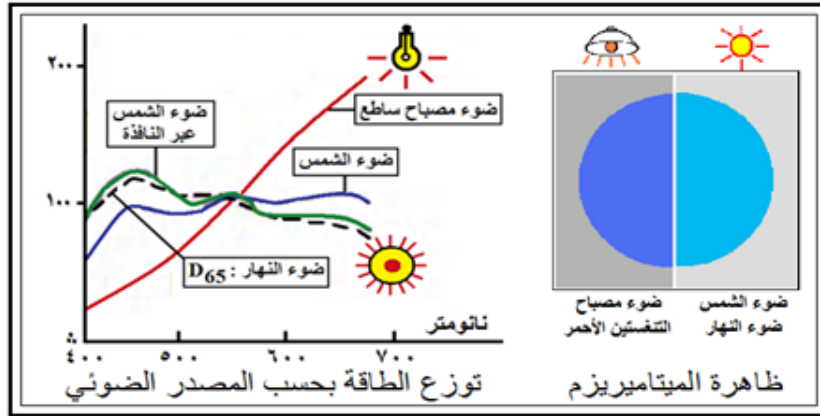
الشكل (١٣٠): أنواع الأشعة الضوئية

وتتحلل الأشعة المرئية بمرورها على موشور زجاجي إلى ألوانها الأساسية السبعة كما هو وارد في الشكل (١٣١):



الشكل (١٣١): موقع المجال المرئي وتحليله بين أنواع الأشعة

وهكذا وتحت تأثير مصدر ضوئي معين تختلف أطوال الموجات الضوئية الواردة على الجسم الملون ما يسبب اختلافاً في أطوال موجات الأشعة المنعكسة يسبب اختلافاً باللون الظاهر للعيان، وهذا ما ندعوه بظاهرة الميتاميريزم والتي تعرف على أنها اختلاف اللون باختلاف المصدر الضوئي كما في الشكل (١٣٢):



الشكل (١٣٢): ظاهرة الميتاميريزم

وتعد الشمس المصدر الضوئي الأول، إذ لم يتمكن العلماء إلى اليوم من اصطناع مصدرٍ ضوئي يحاكيها إشعاعاً، فهي تطلق ما يعادل (١٤%) فقط من طاقتها على شكل إشعاع، في حين يُطلق المصباح الكهربائي (٢%) من طاقتها على شكل ضوء والباقي حرارة، إضافةً لاختلاف محتوى الإشعاعين من الأطوال الموجية لأشعتهما، إذ تزيد نسبة الإشعاع فوق البنفسجي في ضوء الشمس عنها في ضوء المصابيح الكهربائية العادية.

٣- الألوان المتكاملة:

يحوي جزيء المركب الملون إلكترونات حرة يمكنها التحرك أو الطنين والقفز من مدارٍ رابطٍ إلى آخر ضد الربط على كامل مساحة الجزيء، فتنقل من مستوى طاقي إلى أعلى بامتصاصها للطاقة الواردة عبر الموجات الضوئية الساقطة على الجزيء، ولا تلبث أن تعود إلى مستواها الأصلي مطلقةً ما امتصته من طاقةٍ من جديد، وتصل الأشعة المنعكسة لشبكية العين لتتحسسها على شكل لون، فترى العين الأطوال المنعكسة لونهاً، بحيث يسمى طول الطائفتين المنعكسة والممتصة باللونين المتكاملين كما في الجدول (١٦٠):

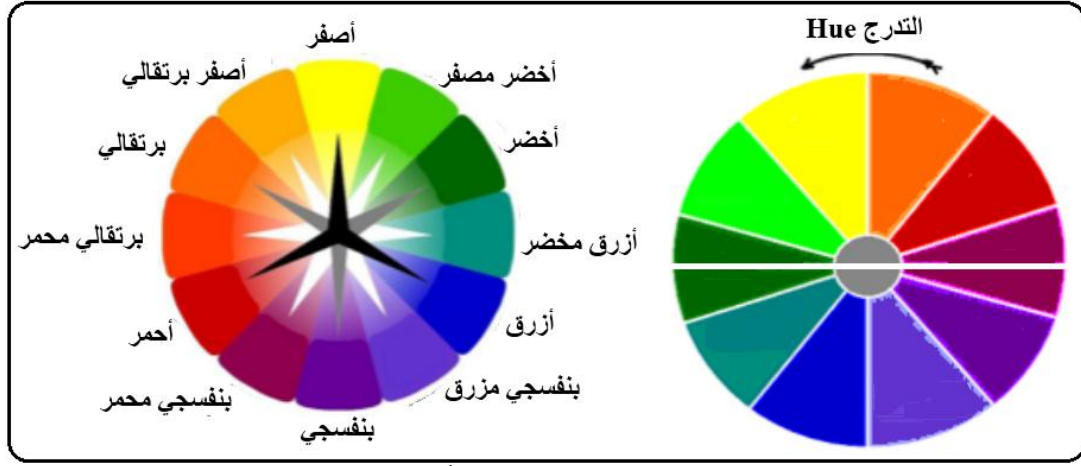
الجدول (١٦٠)

أطوال أمواج ألوان الطيف واللونان المتكاملان			
آلية الرؤية	اللون المنعكس	اللون الممتص	طول الموجة بالإنغستروم
	أخضر مصفر	بنفسجي	4000-4350
	أصفر	أزرق	4350-4800
	برتقالي	أزرق مخضر	4800-4900
	أحمر	أخضر مزرق	4900-5000
	أرجواني	أخضر	5000-5600
	بنفسجي	أخضر مصفر	5600-5800
	أزرق	أصفر	5800-5950
	أزرق مخضر	برتقالي	5950-6050
	أخضر مزرق	أحمر	6050-7500

٤- الخواص اللونية:

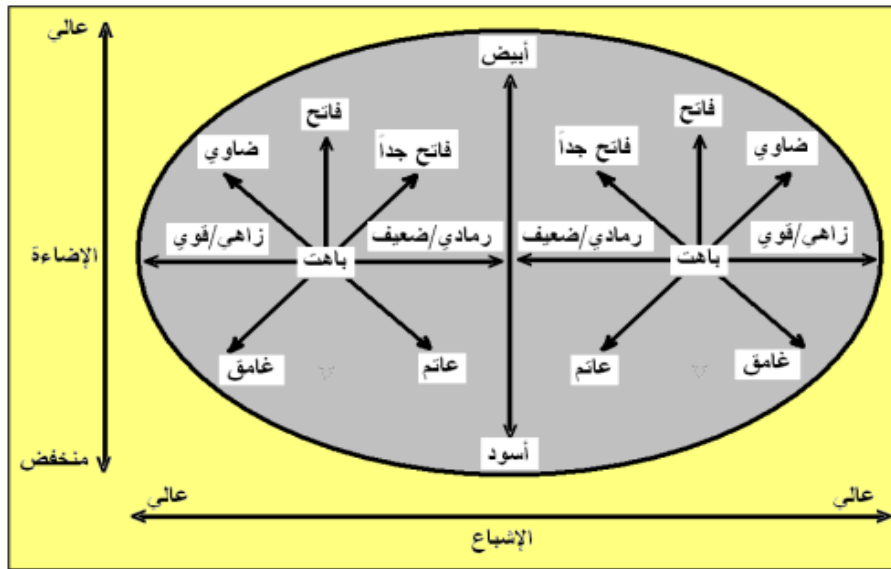
يُعرف اللون على أنه ذلك التأثير الفسيولوجي الخاص بوظائف أعضاء الجسم والساقط على شبكية العين من الجزيء الصباغي الملون أو من الضوء الملون، وبالتالي فهو إحساس دون وجود مادي أي لا وجود له خارج الجهاز العصبي للكائنات الحية، وأهم الخواص التي يتصف بها اللون عبر توصيفه المرئي أو الفيزيائي.

٤-١- التدرج اللوني Hue: ويميز كنية اللون، كأن نقول أحمر أو برتقالي ... ونسميه بالتدرج لرمزيته في انتقال اللون من نقطة إلى أخرى بالتدرج كما في الشكل (١٣٣):



الشكل (١٣٣): قرص الألوان

٤-٢- القيمة Value: وتدل على درجة عمق اللون ما بين غامق أو فاتح، أي مشبع وهو ما نعتبره اللون الأساسي Shade أو فاتح Tint، كما هو الحال بين الأحمر والزهر أو الأزرق والسماوي.
 ٤-٣- الشدة Intensity: وتدل هذه الخاصية على درجة نقاء اللون، فيمكننا أن نغير من درجة نقاء اللون بمزجه بلون آخر يقربه من السواد، كأن نمزج اللون الأزرق باللون البرتقالي الذي يوجه اللون الأزرق الصافي إلى اللون الكحلي العاتم ومن ثم إلى الأسود أو درجة من درجات اللون الرمادي كما في الشكل (١٣٤):



الشكل (١٣٤): بناء كرة اللون

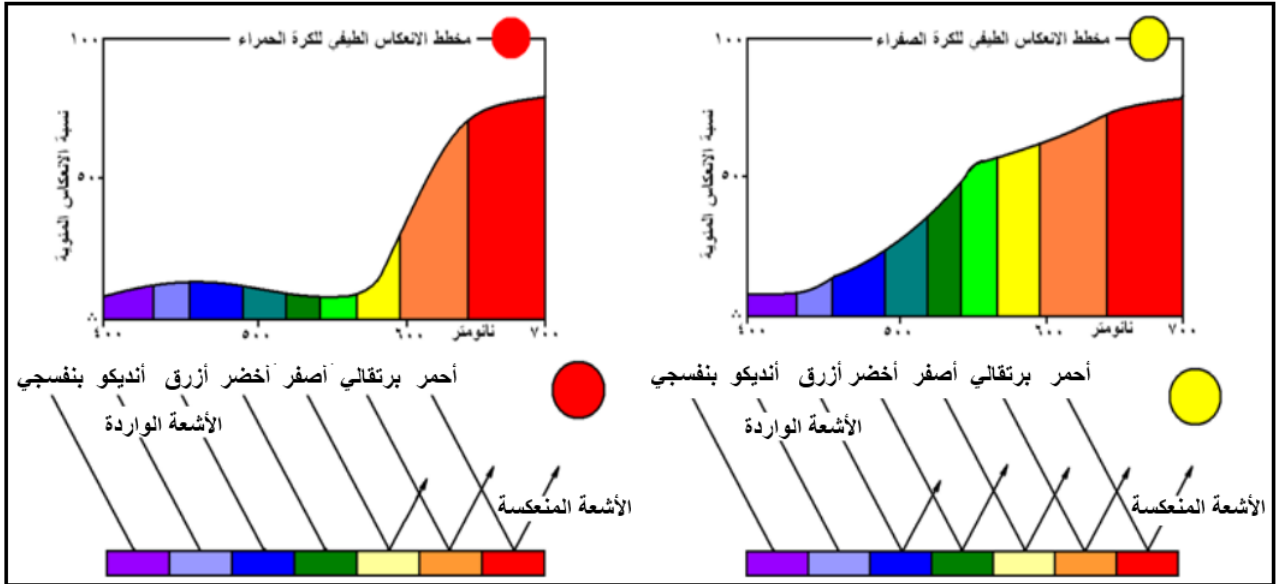
ومنهم من يدعو هذه الخاصية بدرجة الإشباع اللوني أو Chroma مدللين على انتقال اللون من الأحمر القاني إلى الخمرى مثلاً.

٤-٤- الطول الموجي Wave Length: تتوزع الألوان عند تحليل الطيف المرئي على الموشور الذي يسبب انكسار الضوء إلى عناصره الأساسية المتميز كل منها بطول موجة محدد أو بحزمة ضيقة تعطينا اللون الصافي ويقال عنها أنها لون وحيد طول الموجة أو Monochromatic كما نرى في الشكل (١٣٥).

٤-٥- النقاوة Purity: ونقارب مع هذه الصفة اللون مع درجة البياض الذي يحمله.

٤-٦- الإضاءة Luminance: وتعبّر عن كمية الضوء المنعكس إلى العين من اللون المشار إليه.

٤-٧- الإشباع اللوني Chroma: وتدل هذه الخاصية على محتوى اللون من اللون الرمادي ذي القيمة (٥٠) والواقع في مركز الكرة اللونية على حساب اللون الأصلي، ونجد هذه الخاصية بين اللونين الأحمر الضاوي مثلاً والخمرى عبر التحرك من مركز الكرة الغني بالرمادي إلى المحيط الغني باللون الأحمر.



الشكل (١٣٥): مخطط الانعكاس الطيفي لكرتين صفراء وحمراء

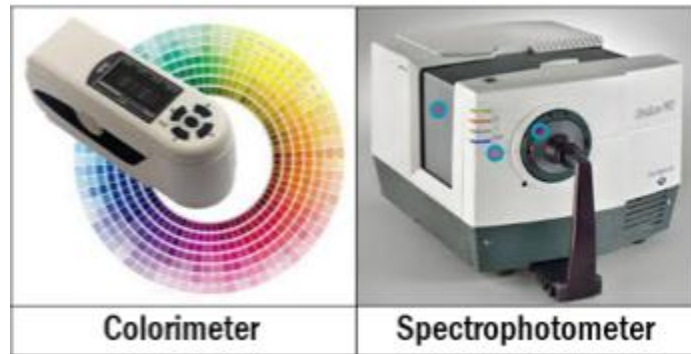
٤-٨- اللونان الأبيض والأسود: نقول عن اللون أنه أبيض عندما يعكس جميع الأشعة الساقطة عليه، وأنه أسود عندما يمتصها جميعاً، وعليه فإن اللون الرمادي في مركز كرة اللون هو اللون القادر على امتصاص أو عكس كمياتٍ متساوية جميع أطوال الأشعة الساقطة عليه.

وعملياً لم يتمكن العلم إلى الآن من العثور على الجسم الذي يعكس كامل الأطوال الموجية بل على ٨٩% فقط، أو على الجسم الذي يمكنه امتصاص جميع تلك الأطوال بل على أسود الفحم الذي يعكس ما نسبته ٤,٤% فقط ويعتبر أشد الأجسام سواداً.

٥- أنواع أجهزة قياس الطيف الضوئي: تتم عملية قياس اللون عبر مجموعة أجهزة نجد من أهمها:

أ- السبكتروفوتومتر "Spectrophotometer": يقيس الضوء المنعكس عند مجموعةٍ من النقاط ليرسم منحنى خاص بكل لون ضمن نقاط الارتكاز: أحمر/أخضر، أصفر/أزرق، أبيض/أسود.

ب- الكالرمتر "Colorimeter": يقيس اللون بطريقة العين البشرية، أي ضمن نقاط ارتكاز: أحمر/أخضر/أزرق. كما يظهر في الشكل (١٣٦)



الشكل (١٣٦): السبكتروفوتومتر والكالرمتر

٦- جهاز السبكتروفوتومتر:






يتم تعيين تركيب أو تركيز اللون حالياً على جهاز السبكتروفوتومتر الذي يمكنه قياس الضوء الذي ينعكس من المادة الملونة ليؤثر على خلية كهروضوئية مدرجة مسبقاً على تراكيز معينة للألوان المراد تقييمها أو تعيينها على أساس القياسات بضوء وحيد الموجة، أو حزمة ضوئية محددة، ويتألف الجهاز بشكلٍ رئيسٍ من:

- مصدر ضوئي Light Source.
- مونوكروماتور Mono chromator.

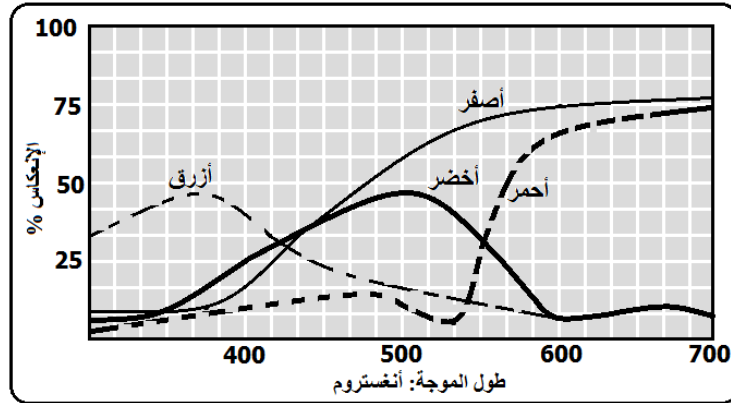
- حامل العينة.
- خلية ضوئية Photocell.
- مكبر Amplifier.
- جهاز بيان Indicator Device.

ويعمل الجهاز أساساً على عمل المونوكروميتر الذي يمرر طول الموجة الوحيد، لكونه موثور يتلقى الأشعة الضوئية ويحللها ويرسل بطول موجة وحيد يمكننا اختياره للعينة التي تحولها لطاقة كهربائية بتيار كهربائي ضعيف يمكن للمكبر أن يحوله لجهاز البيان لنتمكن من قراءته وتسجيله.

ويقوم مبدأ قياس لون المنسوجات على أساس منحنيات اللون المنعكس عنها Reflectance Curve باعتبارها غير نفوذة للضوء على العكس من المحاليل، ويتم رسم الانعكاس الطيفي بدلالة طول الموجة ومنحني الانعكاس كما سبق وذكرنا للعلاقة الأساسية بين درجة الانعكاس وتركيز الصباغ في المنسوجات، ويبين لنا الشكل (١٣٧) الفوارق بين العين البشرية والكالر متر والسبكتروفوتومتر في آليات قراءة اللون، في حين نستعرض في الشكل (١٣٨) منحنيات انعكاس ألوان الأصفر والأحمر والأزرق والأخضر:

الفوارق بين العين البشرية والكالر متر والسبكتروفوتومتر في آليات قراءة اللون			
			إنسان " عين بشرية "
لون أحمر L: 43.31 a*: 47.63 b*: 14.12	دماغ	الشبكية	
معطيات اللون الرقمية	حاسوب ميكروي	حساس	كالر متر مقياس اللون
L*: 43.31 a*: 47.63 b*: 14.12			سبكتروفوتومتر مقياس الطيف الضوئي
معطيات اللون الرقمية	حاسوب ميكروي	حساس طيفي	

الشكل (١٣٧): الفوارق بين آليات عمل العين البشرية والكالر متر والسبكتروفوتومتر

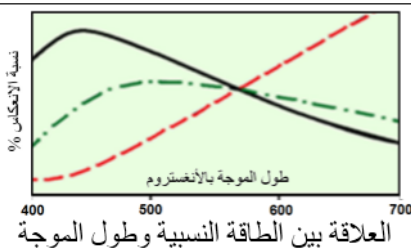


الشكل (١٣٨): أمواج ألوان الأصفر والأحمر والأزرق والأخضر

وتعتمد الخواص الفيزيائية للون النسيج على منحنيات انعكاس السطح الملون وطاقة الضوء المستخدم، ولكون تبدد الضوء أو توزعه في النهار يأخذ أشكالاً متعددة فقد اعتمدت مصادر ضوئية ثلاثة كما في الجدول (١٦١):

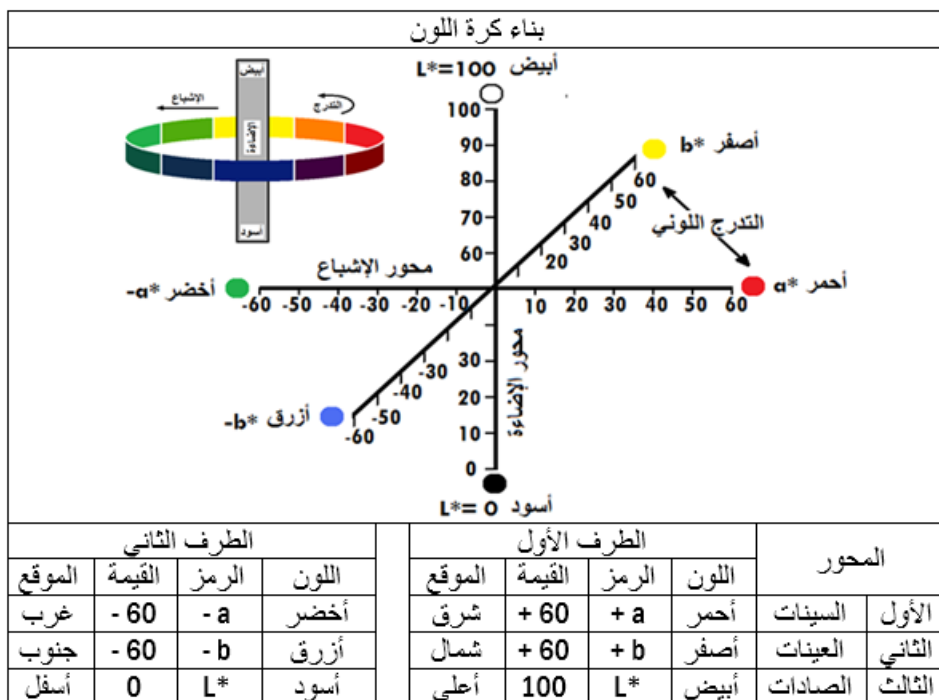
الجدول (١٦١)

المصدر	المصادر الضوئية الثلاث المعتمدة	
	الضوء	الحرارة اللونية
A	مصباح تنغستين	٢٨٤٥ كلفن
B	ضوء الشمس المباشر مع مرشح ضوئي	٤٨٧٠ كلفن
C	ضوء النهار العادي مصباح تنغستين مع مرشح سائل	٦٧٧٠ كلفن



٧- بناء كرة اللون:

تقوم كرة اللون على جملة احداثيات ثلاثية الأبعاد أو المحاور كما يبين الشكل (١٣٩):



الشكل (١٣٩): تفصيل بناء كرة اللون

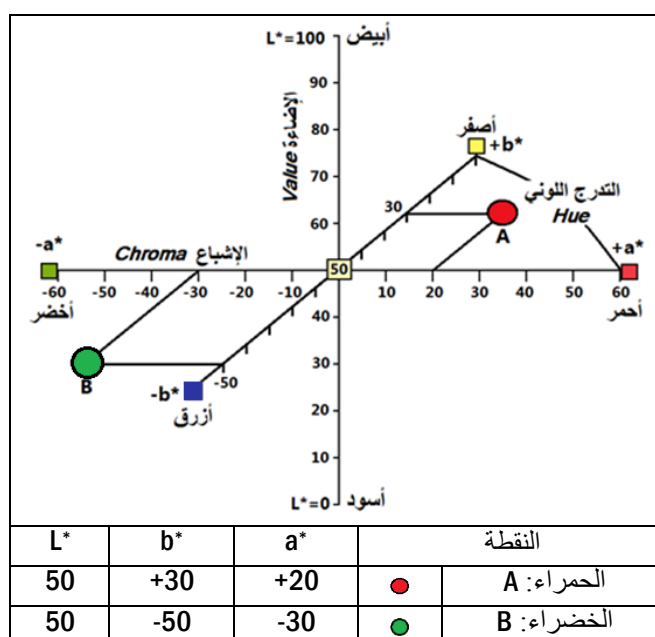
٨- الأنظمة اللونية الرياضية:

قدمت اللجنة الدولية للإنارة عام ١٩٧٦ معياري لونين موحدتين هما:

CIE: International Commission on Illumination

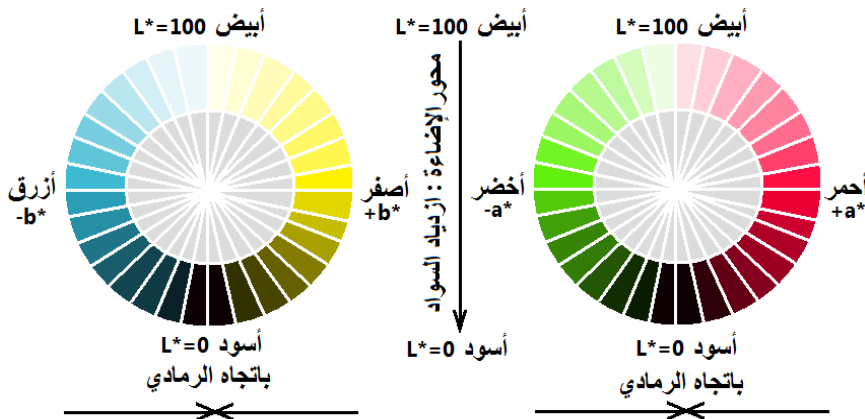
CIELAB: (L*a*b*) 1976 - CIELUV: (L*u*v*) 1976

أي أنه وفي معيار CIELUV عن معيار CIELAB سيكون u^* بدلاً عن a^* لمحور أحمر/ أخضر، وسيكون v^* بدلاً عن b^* على محور أصفر/ أزرق. ولو أننا أخذنا بنقطتين مثل A و B وحاولنا تعيين لونهما كأرقام كما في الشكل (١٤٠) لوجدنا:



الشكل (١٤٠): تعيين احداثيات نقطتين على كرة اللون

أما إن تحركنا على كرة اللون بصورة شاقولية فسننتقل من اللون الفاتح حيث تكون $L^*=100$ إلى الغامق لننتهي إلى الأسود مع وصولنا إلى قيمة $L^*=0$ عند أسفل محور الإضاءة كما هو واضح في الشكل (١٤١):



الشكل (١٤١): تحرك الألوان بصورة عمودية على كرة اللون

٩- الفروقات اللونية Delta CIELAB & CIELUV

إن تقييم اللون في الحقيقة أكبر من أن نعبر عنه برقم أو وحدة قياس، لذا فإننا نعمل على تعيين الفروق بين لونين برصد قيم احداثيات اللونين موضوع المقارنة لتحديد الفروق بينهما عبر المقياسين:

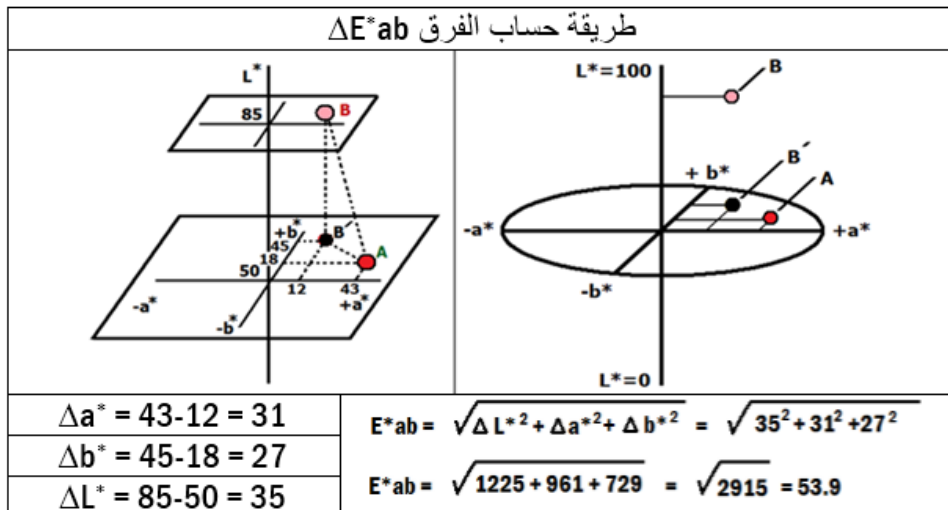
$$L^* \Delta a^* \Delta b^* \text{ or } L^* \Delta u^* \Delta v^*$$

إذ يشير الرمز لفرق واحد، في حين أننا نشير لكامل الفرق بـ $L^* \Delta a^* \Delta b^*$ ، ويمكننا تعيين قيمة ΔE^* من تعيين المسافة على مخطط CIELAB التي يمكننا قياسها من العلاقة الرياضية في المثلث القائم الخاصة بتعيين طول الوتر:

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta u^*)^2 + (\Delta v^*)^2]^{1/2}$$

ولندرس وكمثالٍ عملي كيفية حساب الفرق بين لوني أحمر أحدهما A أغمق وأقل إضاءة من الثاني B بحسب تعابيرنا المتداولة، إذ أن أغمق تعني هنا أنه أكثر إشباعاً وبالتالي أقرب إلى محيط دائرة اللون المحددة على المحورين ab، أما أقل إضاءة فهذا يعني أن B يرتفع عن دائرة اللون هذه على محور الإضاءة باتجاه اللون الأبيض ما يعني أنه يتوجب علينا أن نجري عملية إسقاط على الدائرة لتعيين قوة اللونين الأحمر والأصفر حسبما يبين لنا الشكل (١٤٢):

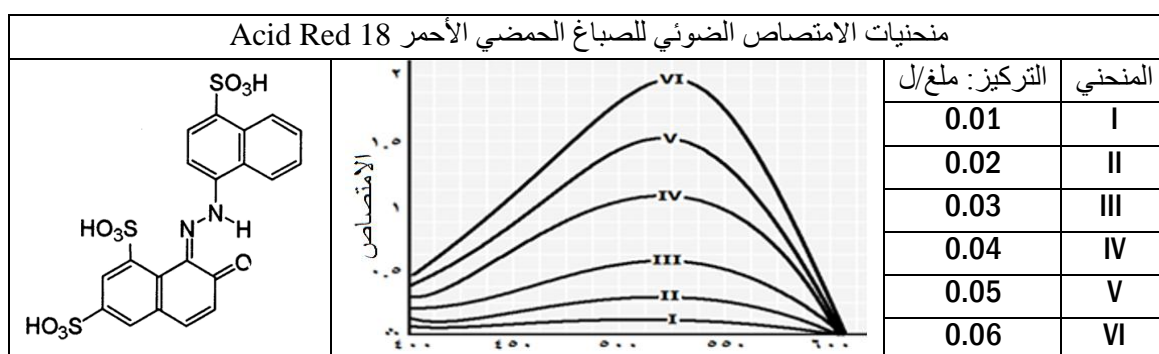


الشكل (١٤٢): طريقة حساب الفرق ΔE^*_{ab}

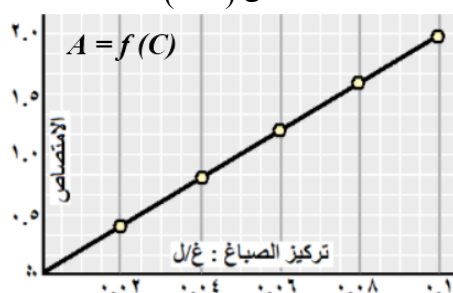
١٠- تقنية ومبادئ القراءة في جهاز السبكتروفوتومتر:

تتم أولاً قراءة وترسيم منحنيات الامتصاص Absorbance الموافقة لمجموعات الأصبغة المراد اعتمادها في المصبغة بعد اختيار طول الموجة المراد اعتماده في جميع القراءات أي λ_{max} كما هو حال مخططات امتصاص المحاليل الموافقة للصبغ الحمضي Acid Red 18 المبينة في الشكل (١٤٣) والتي يتبين لنا من خلالها أن الامتصاص الأعظمي له يقع في منطقة الطيف ٤٩٠-٥١٠ نانومتر الخضراء المزرقة والذي إن لم نلتزم به حصلنا على نتائج ضعيفة الدقة.

ويمكننا من مجموعة القمم الناتجة عن مختلف هذه المنحنيات رسم منحنى المعايرة الذي يبدو على الشكل (١٤٤)، وتتم في حال معايرة اللون على المنسوجات قراءة منحنيات الانعكاس Reflectance بناءً على العلاقة بين مقدار ما ينعكس من الموجات الضوئية وتركيز الصبغ المحمول على النسيج كما في الشكل (١٣٥) الذي بين لنا أشكال أمواج الأصفر والأحمر والأزرق والأخضر.



الشكل (١٤٣)



الشكل (١٤٤): منحنى المعايرة للصبغ الحمضي الأحمر ١٨



الشكل (١٤٥): العمل على جهاز السبكتروفوتومتر

لذا فإننا نعد أولاً للأخذ بالصبغ المراد معايرته وتوثيقه لصبغة مجموعة عينات مخبرية بتركيز محددة ليصار لرسم منحنيات الانعكاس وترسيم منحنى المعايرة كما هو الحال مع المحاليل، وتتلخص مهمة الحاسب الإلكتروني بتعيين وحساب مقدار الانعكاس الضوئي رقماً وبيانياً لتعيين مجموعة المنحنيات الفردية للأصبغة وبمختلف تراكيزها التي يمكنه الوصول حتى اللون المطلوب من خلال جمعها مع بعضها بعضاً ما يعطينا التراكيز المطلوبة من الأصبغة اللازمة أو الداخلة في تركيب اللون المطلوب، وتقوم العملية ككل وفق الترتيب التالي المبين في الجدول (١٦٢):

الجدول (١٦٢)

منهج استنباط وصفات توليف الأصبغة بألية المطياف الضوئي: السبكتروفوتومتر	
١	صبغة: تطبيق ٤ أو تراكيز للأصبغة المعتمدة
٢	قياس: قياس شدة وكنه لون تراكيز العينات المصبوغة
٣	توثيق: حساب وتخزين البيانات الناتجة K/S
٤	قياس شدة وكنه لون العينة المطلوبة
٥	اختيار ثلاثيات الأصبغة المناسبة
٦	اختيار: اختيار وصفة اللون والأخذ بالتوليفة المحققة للمواصفات المطلوبة بالكلفة الأقل
٧	اختبار: تطبيق وصفة اللون مخبرياً
٨	قياس: قياس شدة وكنه لون العينة المخبرية
٩	مطابقة: المطابقة بين اللون الناتج مخبرياً مع عينة اللون المطلوبة لتصحيح الوصفة
١٠	تطبيق الحمام الصباغي

١١ - حساب الشدة اللونية عبر قيم K/S:

تعطى الشدة اللونية وفق معادلة كوبليكا - مونك Kubelka-Munk:

$$K/S = [(1-R)^2/2R] - [(1-R_0)^2/2R_0]$$

حيث: K: معامل الامتصاص، S: معامل البعثرة، R: الجزء العشري من انعكاس الألياف المصبوغة، R₀: الجزء العشري من انعكاس الألياف الخام غير المصبوغة.

وتتم عملية حساب K/S عند طول موجة الامتصاص الأعظمي للصبغ، وترتبط مباشرة بتركيز الصباغ إذ وجد أن هناك علاقةً خطيةً بينهما، تزداد بازدياده.

الصباغة وتلوث المياه

١- المقدمة:

ما من شك في أن جميع من يعمل بحقل الصناعة النسيجية يدرك تماماً أنه إن كان الصباغ قلب العملية الصباغية فإن الماء روحها، ولا يمكننا بأي حالٍ من الأحوال الاستغناء عن الماء كمقوم أساسي في الصناعة النسيجية، بدءاً من ري القطن وسقاية الخروف المنتج للصوف أو لاصطناع الألياف التركيبية حتى صباغتها وطباعتها وتحضيرها بشكلها النهائي كسلعة نهائية.

ولقد مرت الصناعة النسيجية بأطوار عديدة، فكان جُل ما يتم صناعته وصباغته هو الأنسجة القطنية والصوفية والحريرية، ووفق أساليب وتجهيزات تستنزف نسباً عالية جداً من الماء قد تصل أحياناً لمائتي ضعف من وزن الخامة فيما بين تحضير أولي فصباغة فتجهيز نهائي، ومع ذلك فإن حجم الإنتاج الفعلي إذ ذاك لم يكن ليشكل خطراً على البيئة لوفرة المخزون المائي من جهة وضعف أرقام الإنتاج من جهة أخرى، ولكن آل الأمر اليوم لصورة سوداوية بارتفاع أرقام الإنتاج وتراجع المخزون المائي علاوة عن أسباب التلوث البيئي للصناعات الأخرى والمشافي ووسائل النقل ... وفوق هذا وذلك التلوث الإشعاعي الذي تسببه عشرات الأقمار الصناعية الفضائية التي تخدم التطور الإعلامي ووسائل التواصل الاجتماعي.

لقد انتبعت أروبة لما آلت إليه أرضها وأنهارها وبحيراتها وسمائها... فكان الحل الذي ارتأته أن تتحول بصناعاتها الملوثة للبيئة نحو الشرق، ووضع أنظمة خاصة للمواصفات وربط دول العالم الصناعية الناشئة بجملة من الاتفاقيات والقوانين التي تضمن لها بقاء السيطرة عليها والتحكم بها، وضمن هذه الأطر اتسعت دائرة الصناعة النسيجية في بلدنا وتطورت الأساليب الأوروبية في طريقة تعاملنا معها خوفاً من تلوث البحر الأبيض المتوسط الذي يعتبر بصورة أو بأخرى بحيرة مغلقة تطل عليها أروبة، فاضطرت الدولة لوضع القوانين الناظمة لطريقة تعاملنا مع البيئة، فبدأ العمل وفق قوانين تحدد:

١. مواصفات المياه العادمة.

٢. الأصبغة والمواد المساعدة الممنوعة.

ورافق ذلك إدخال آلات صباغة حديثة بنسب حمام منخفضة بما يبسر خفض نسب الاستهلاك المائية قدر الإمكان، إذ ترتبط معدلات الاستهلاك المائي بـ:

١. نوعية النسيج المراد صباغته. ووزنه النوعي وبالتالي نسب الحمام.

٢. نوعية الصباغ المراد تطبيقه ومواصفات التجهيز النهائي المطلوبة.

٣. طراز آلات الصباغة والتجهيز.

٤. إمكانية جمع أنواع الأصبغة المراد تطبيقها على المنسوجات المحاكاة من ألياف مختلفة في حمام واحد، إضافة لعوامل أخرى أقل أهمية.

٢- محتوى المياه العادمة الخارجة من المصايب:

يتبع تركيب مياه الصرف الصناعية المواد الداخلة كل من: الكيماويات والمواد المساعدة، الأصبغة، و مواد الإنهاء:

١-٢- الحموض: حمض الخل، حمض النمل، حمض كلور الماء، حمض الفوسفور.

٢-٢- القلويات: هيدروكسيد وكربونات وبيكربونات الصوديوم، هيدروكسيد الأمونيوم، فوسفات الصوديوم وتريبولي فوسفات الصوديوم.

٢-٣- الأملاح: كبريتات وكلور وخلات الصوديوم، كبريتات الأمونيوم، وبعض الأملاح الممكن اعتمادها كموانح حموضة أو قلوية.

٢-٤- المواد المؤكسدة: الماء الأكسجيني، هيبوكلوريت الكالسيوم أو الصوديوم، كلوريت وبربورات الصوديوم.

٢-٥- المواد المرجعة: هيدروسلفيت وكبريتيت وكبريت الصوديوم.

٢-٦- مواد تحلية المياه: أملاح الفوسفات، ايتيلان ثنائي الأمين رباعي حمض الخل EDTA، مشتقات: بولي الكربوكسيليك وبولي الأكريلات وبولي الفوسفونات، بعض مشتقات حمض أو مركبات الفوسفور العضوية.

٢-٧- العوامل الفعالة سطحياً: وتشمل الغواسل العضوية من مبللات ومنظفات ومزيلات بقع، وتتوزع بين مركبات أنيونية وكاتيونية ولاأيونية، ومذبذبة، ومن أهم الوظائف والمركبات الكيماوية في هذا السياق: ألكيل فوسفات، كبريتات الألكيل، ايتوكسيلات الأغوال الدسمة، استرات حمض الفوسفور، كبريتات ألكيل ايتر، كبريتات ألكيل أريل بولي غليكول ايتر، بعض مشتقات أميدات الحموض الدسمة، بعض الأغوال الدسمة، بعض أفراد مركبات الأمونيوم الرباعية، ثنائي أوكتيل سلفوسوكسينات الصوديوم، ومركبات أخرى أقل أهمية، وقد تدخل بعض المذيبات العضوية في تحضير بعض أنواع مزيلات البقع.

٢-٨- عوامل البعثة والتسوية: سلفونات نفتالين، بعض الحموض الكربوكسيلية، استرات عطرية، ايتوكسيلات حموض عضوية، سلفونات ألكيل أريل، سلفونات عطرية، ألكيل أمين ايتوكسيلات، منتجات تكاثف حمض السلفونيك مع الفورم ألدهيد " السيتامول"، ايترات عطرية، مشتقات ايتوكسيلات أمين حمض دسم، بولي فينيل البيرليدون، بعض الاسترات العطرية لحموض فوسفورية وكربوكسيلية، بولي ايتوكسي ألكيل أمين، بولي الأمين.

٢-٩- الحوامل " الكارير": كلور البنزن، أورتو فينيل فينول، ألكيل نفتالين، مشتقات الفحوم الهيدروجينية المكلورة، الاسترات عالية الوزن الجزيئي، الاسترات العطرية، ويضاف لها عوامل استحلاب لكونها مركبات عضوية غير قابلة للانحلال بالماء.

٢-١٠- مضادات التفسير: فوسفات الألكيل، أميدات حموض دسمة، بعض استرات حمض الفوسفور، حموض أميدية، بولي أكريل أميد.

٢-١١- مخدات الرغوة: بولي سيلوكسان، بعض استرات الحموض الدسمة، كبريتات ألكيل ايتر، بعض الأغوال الصناعية، مزائج فحوم هيدروجينية أليفاتية.

٢-١٢- مزيلات النشاء: أنزيم الأميلاز.

٢-١٣- مثبتات أصبغة: حموض سلفون عطرية، ثنائي ميتيلول ثنائي هيدروكسي ايتيلن يوريا، يوريا فورم ألدهيد، ميلامين فورم ألدهيد.

٢-١٤- مضادات تكسير وتجعد: ثنائي ميتيلول ثنائي هيدروكسي ايتيلين يوريا معدلة.

٢-١٥- مطريات: منتجات تكاثف حموض دسمة مع شموع، بولي الايتيلن، منتجات تكاثف ألكيل أمين، استرات حموض دسمة، أميدات، حموض دسمة، مركبات البولي سيلوكسان، مركبات سيليكونية.

٢-١٦- مضادات الكهرباء الساكنة: بولي غليكول ايتر، ايتوكسيلات ألكيل أمين، فوسفات الألكيل، مركبات أمونيوم رباعية.

٢-١٧- مواد كارهة للماء (وتربروف): راتنجات فلوروكربونية مع منتجات تكاثف مركبات عالية الوزن الجزيئي وشموع، مجموعة ثنائيات سوسيانات، مركبات أمونيوم رباعية، أغوال أليفاتية.

٢-١٨- مواد تقسية: بولي فينيل أسيتات، نشاء، بولي أوريتان، بولي فينيل الأغوال، كربوكسي ميتيل سيليلوز.

٢-١٩- مواد تلبس: بوليستر أليفاتية مع بولي أوريتان، بوليميرات مشتركة من البوتاديين واكليلونتريل، بوليميرات مشتركة من البوتاديين والستيرين.

٣- الأصبغة الممنوعة:

تتنوع تراكيب الأصبغة تنوعاً كبيراً وتصنف بحسب ما سبق ومر معنا وفق المبدأين: الكيماوي والتطبيقي، وقد مرّ معنا في الجدول (٥٢) البنى الكيماوية الممنوعة المسببة لمنع الأصبغة.

وهكذا نجد أنفسنا أمام مجموعة ضخمة من الكيماويات علينا الفصل بينها وبين الماء أولاً، ومعرفة كيفية التخلص منها كنفائات دون أو بأقل أذى بيئي ممكن ما يضعنا أمام السؤال المهم: كيف نبدأ وكيف نعمل؟ لذا فإننا سنعرض هنا للمبادئ الأساسية في معالجة التلوث.

٤- مفاهيم ومصطلحات عامة لدراسة التلوث المائي:

اعتمدت لدراسة التلوث المائي مجموعة رقمية تمكننا من تقدير درجات التلوث:

٤-١- **الطلب الكيماوي للأكسجين C.O.D**: وزن الأكسجين الذائب اللازم لتفاعلات الأكسدة الكيماوية التي تؤدي للتنقية، ويقاس عادة بتهضم " تخمير " ليتر واحد من العينة بوسط من حمض الكبريت الكثيف وزيادة من ثاني كرومات البوتاسيوم ومادة وسيطة بحيث تتأكسد جميع العضويات إلى ثاني أكسيد الكربون وماء، وجميع مركبات الآزوت إلى نشادر ليصار فيما بعد إلى تعيين كمية ثاني الكرومات المرجعة وبالتالي كمية الأكسجين اللازمة للتفكك مقدرة بوحدات ملغ/ل = ج.م.م (أي p.p.m).

٤-٢- **الطلب البيولوجي أو الكيماوي الحيوي للأكسجين B.O.D**: كمية الأكسجين اللازمة للبكتريا من أجل معدنة المواد العضوية في ليتر واحد من الماء الملوث، وقد اتفق على إجراء هذا الاختبار بدرجة حرارة ٢٠ م° ولمدة خمسة أيام في الظلام، ويرمز لها وفق شروطها النظامية على الشكل:

$$(BOD)_5^{20}: \text{الطلب البيولوجي أو الحيوي للأكسجين في خمسة أيام بدرجة حرارة } 20 \text{ م}^\circ$$

٤-٣- **المواد الصلبة المعلقة T.S.S**: عدد ميليغرامات المواد الصلبة المعلقة غير المنحلة في ليتر واحد من الماء الملوث.

٤-٤- **المواد الصلبة المنحلة T.D.S**: عدد ميليغرامات المواد الصلبة المنحلة في ليتر واحد من الماء الملوث بعد تجفيف عينة مرشحة.

٤-٥- **المواد الصلبة الكلية T.S**: وهي مجموع المواد الصلبة المعلقة والمنحلة.

ونرى في الجدول (١٦٣) محضراً رسمياً لتحليل عينة ماء ملوث من مصبغة متخصصة بالاكريليك من مخبر كلية الهندسة بجامعة حلب.

الجدول (١٦٣)

تحليل عينة ماء عادم ملوث مخبر كلية الهندسة بجامعة حلب من مصبغة متخصصة بالاكريليك			
م	الموصفة	التركيز: ملغ/ل	الحد المسموح: ملغ/ل
١	المواد الصلبة الكلية TS	٨٦٦	-
٢	المواد الصلبة المعلقة TSS	٩٨	٥٠٠
٣	المواد الصلبة المنحلة TDS	٧٦٨	٢٠٠٠
٤	طلب الأكسجين الكيماوي COD	١٢١٠	١٦٠٠
٥	طلب الأكسجين الحيوي BOD	٥٢٠	٨٠٠
٦	الناقلية الكهربائية	٩٢٠	-
٧	الكروم الكلي	٠,١٢	٢
٨	الزيوت والشحوم	٢	١٠٠
٩	التركيز الهيدروجيني	٤,٣	pH:6.5-9.5
١٠	الكلور	٨٨	600
١١	الصوديوم	٦٨	-
١٢	النترت	٤٠٧	-
١٣	القلوية " البيكربونات "	٢١٥	-
١٤	الألمنيوم	٠,٠١	-
١٥	الأمونيوم	٨	١٠٠
١٦	الكبريتات	٦٥,٨	-
١٧	النترات	٤٠	٢٠
١٨	الفوسفات	١,٣٦	-
١٩	الحديد	٠,٠٠١	١٠
٢٠	الرواسب بعد ٣٠ دقيقة	١	-
٢١	المواد الصلبة المتطايرة	٢,١٧	-
٢٢	المواد الصلبة المعدنية	٦٤٩	-

٥- قابلية التحلل الحيوي للمركبات العضوية:

تتم عمليات التحلل الحيوي عادة بالاعتماد على البكتريا الموجودة في الحمأة أو ما نسميه بالوحل الحيوي، وتجرى عادة على مرحلتين اثنتين:

١. مرحلة الامتزاز السريع على الوحل الحيوي " الحمأة " .
٢. مرحلة الأكسدة البطيئة والتي يتم فيها تحول المركبات العضوية إلى ثاني أكسيد الكربون وماء في وسط هوائي.

وتتأثر هاتان المرحلتان بعوامل كثيرة من أهمها:

١. أعداد البكتريا وأنواعها والمحمولة على الوحل الحيوي.
٢. كمية الأكسجين المنحلة في الوحل أو السائل الملوث.
٣. درجة الحرارة.
٤. نوعية مياه الصرف ومحتواها من العناصر المثبطة للفعل البكتيري، إذ:

- تتناقص فعالية البكتريا بشكل كبير عند احتواء مياه الصرف على أيونات النحاس أو الكروم أو الكاديوم بنسبة ٠,١ ملغ / ل أي ٠,١ ج.م.م.

- يتوقف عمل البكتريا نهائياً عند احتواء مياه الصرف على أيونات الكبريت بنسبة ٢٥ ملغ/ل أي ٢٥ ج.م.م، على أن هناك بكتريا خاصة بالمركبات الكبريتية.

ونجد من المركبات السامة للبكتريا مركبات السيانور والمركبات الحلقية الهيدروكسيلية وبعض المضادات الحيوية. وتتفاوت سرع التحلل الحيوي لبعض المركبات العضوية عن بعضها بعضاً كما يبين الجدول (١٦٤):

الجدول (١٦٤)

قابلية بعض المركبات الكيماوية للتحلل الحيوي	
المركبات العضوية	قابلية التحلل الحيوي
الفحوم الهيدروجينية المشبعة " الالكانات "	غير قابلة، وتسم عملية التحلل أحياناً
الفحوم الهيدروجينية الأوليفينية " الالكات "	تتحلل بصعوبة
الفحوم الهيدروجينية الكلورية	غير قابلة للتحلل
الأغوال	يتحلل معظمها بشكل جيد
الفينولات	تتحلل بشكل جيد عدا الفينول البطيء التحلل
الألدهيدات	يتحلل معظمها بشكل جيد
الحموض العضوية وأملاحها، الحموض الأمينية	جيدة التحلل
الايثيرات	غير قابلة أو بطيئة التحلل
السيتونات	تتحلل بسرعة متوسطة
مركبات السيانور	تتحلل ببكتريا خاصة ولتراكيز دون ٥٠ ملغ/ل
المنظفات	كبريتات الألكيل
	سلفونات الألكيل
	الأغوال والحموض الدسمة
	سهلة التحلل
	تتحلل بسرعة بوجود بكتريا مناسبة
	سريعة التحلل

فبعض المركبات العضوية لا تبدأ بالتحلل مباشرة، إذ لا بد من مرور بعض الوقت عليها في الشروط المناسبة كي تبدأ البكتريا الخاصة بها بالتوالد والتكاثر، ويمكننا استقراء هذه الملاحظة من الجدول (١٦٥) الذي يبين قيمة (B.O.D) لبعض المركبات العضوية بدلالة زمن تلامسها مع البكتريا مقدره باليوم وعند درجة حرارة ٥ م، والذي يبين أن قيمة (B.O.D) لأحادي ايتانول أمين لم تعان من أي انخفاض خلال الخمسة أيام الأولى لتزيد عن الـ: ٥٠ % في الأيام الخمسة التالية ما يدل على أن ظهور البكتريا الخاصة بها يستغرق أكثر من خمسة أيام، بينما نجد أن ثلاثي ايتيل أمين ظل بطيء التحلل بحيث أنه لم يتحلل منه سوى ٦ % خلال عشرين يوماً.

ولا بد من الإشارة هنا إلى أن التركيز العالي للأملاح في مياه الصرف يؤثر سلباً في العمليات الحيوية وبخاصة على عمليات النترجة، كما أن تحولات قيم الحموضة تؤثر تأثيراً كبيراً أيضاً إذ يُفضل أن يكون الوسط قلوياً برغم قدرة بعضها على التلاؤم في الوسط الضعيف الحموضة.

الجدول (١٦٥)

معدلات تفكك بعض المركبات الكيميائية					
المركب	٥	١٠	١٥	٢٠	٥٠ يوم
أحادي إيتانول أمين	٠	٥٨,٤	٦١,٢	٦٤	٧٥,٦
ثنائي إيتانول أمين	٠,٩	١,٤	٣,٢	٦,٨	-
ثلاثي إيتانول أمين	٠	٠,٨	٢,٦	٦,٢	-
أسيون	٥٥,٤	٧١,٨	٧٨,٢	٧٨,٢	-
ميتيل إيزو بروبيل سيتون	٤,٤	٤٩,٣	٥٥,٩	٥٦,٦	٦٤,٨
أسيات إيزو بروبيل	١٢,٧	٤٠	٤٠	٤٠	-
بوتانول-٢	٠	٤٤,٢	٦٩,٢	٧٢,٣	٧٧,٩

٦- مبادئ معالجة مياه الصرف الصناعية:

تتم معالجة مياه الصرف الصناعية عبر مراحل أساسية ثلاث: التصفية، الترسيب بالمكثلات، المعالجة الكيماوية الحيوية.

٦-١- التصفية: وتتم بهدف فصل الرواسب الصلبة وبعض النفايات على شبك معدني بأقطار فتحات متباينة.
٦-٢- التخثير: تؤخذ المياه بعد التصفية إلى حوض الترقيد حيث يتم تجميعها ليصار إلى قياس درجة حموضتها وتعديلها بما يلائم نوعية العامل المُكثِّل الواجبة إضافته، فقد وجد أن أفضل درجة حموضة عند استخدامنا لأملاح الألمنيوم مثل كبريتات الألمنيوم المائية (شب الألمنيوم $(Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O)$) إذ تتحول عند $pH: 5.5-7$ إلى هيدروكسيد الألمنيوم التي ترفع سرعة الترسيب بازالتها للقوى الدافعة المتمركزة على سطح الدقائق الغروية المعلقة في الوسط المائي، ومن ثم تجميع هذه الدقائق إلى بعضها بعضاً نتيجة الحركة البراونية في السائل لتصبح دقائق ذات أبعاد (١,٠) ميكرون لا تلبث أن تنمو شيئاً فشيئاً حتى تصبح قادرة على الرسوب السريع إلى قاع الحوض، ويتم الاعتماد عادةً على الكلس الحي في تعديل درجات الحموضة المنخفضة لترتفع حتى $pH: 5.5-7$ ، ومن الضروري ضبط درجة الحموضة بحيث لا ترتفع حتى $pH: 10$ تداركاً لتشكل الهيدروكسيدات المنحلة، ويمكننا الاستعاضة عن كبريتات الألمنيوم المائية بالومينات الصوديوم $NaAlO_3$.

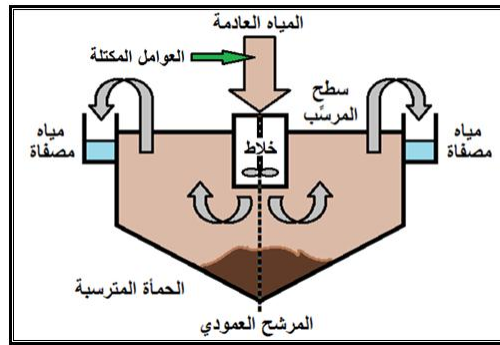
أما عند استخدامنا لأملاح الحديد فيكون مجال درجة حموضة العمل عند $pH: 5-10$ ، لنحصل على مكثلات أثقل من مكثلات الألمنيوم ما يجعل سرعة ترسيبها أعلى، ويكمن عيبها بإعطائها كمياتٍ رواسبٍ كبيرة يصعب علينا التخلص منها بسهولة، ومن أهم أملاح الحديد المستخدمة لهذه الغاية نجد: كلوريد الحديد $FeCl_3$ ، كبريتات الحديد $Fe_2(SO_4)_3$.

وظهرت حالياً مكثلات عضوية ذات فعاليات عالية مثل مشتقات الحموض البولي كربوكسيلية الأنيونية، والتي تتميز بمجالٍ واسعٍ من الحموضة $pH: 1-6$ ، ويعيبها أنها لا تستخدم إلا مع المياه ذات الملوثات الأنيونية أو اللاأنيونية.

أما للملوثات الأنيونية المنحلة مثل الأصبغة التفاعلية فنجد الأمينات المتكاثفة الكاتيونية، والتي يمكنها تزغيب الأصبغة السالبة بحيث تبدأ بالترسيب بعد ساعة أو ساعتين، وتتميز بإمكانية مزجها مع المكثلات العضوية والملاعضوية.

ولأحواض الترقيد أشكالها ومواصفاتها المختلفة، ولكن الشرط المهم في اختيارها هو زمن البقاء في الحوض بما يضمن فترة زمنية كافية لترسيب المكثلات الناتجة وخروج المياه بدرجة النقاوة المطلوبة، وتصل سرعة الترقيد حتى (٢) م^٣ / ساعة في حال استخدام الأملاح المعدنية كمكثلات، وتعطي عمليات الترقيد مردوداً يتراوح بين (٣٥-٧٠%) من قيمة COD و(١٠-٣٠%) من قيمة (B.O.D)₅، ومع ذلك فإنها تطبق وبانتشار واسع على مياه الصرف الصناعية في الصناعة النسيجية وغيرها على الرغم من انخفاض مردودها عموماً لاحتواء هذه المياه على مواد سامة للبكتريا ولا يمكننا التخلص منها إلا بالترقيد، ويُعدُّ حصولنا على كميات رواسب كبيرة وعديمة الفائدة واحدةً من أهم مساوئ هذه الطريقة ما يضطرنا لاستخدام المرشحات الضاغطة في تجفيف كتل الرواسب ليصار إلى طرحها فيما بعد في أماكن خاصة بالمخلفات الصناعية الصلبة. ونرى في الشكل (١٤٦) ترسيماً لأحد

أحواض الترسيب المخروطي الشكل، والذي يسهل علينا تفريغ محتواه من المواد المتخثرة من جهة، ويسرع من عملية الترسيب من جهةٍ أخرى:



الشكل (١٤٦): المرشح العمودي

٦-٣- المعالجة الكيماوية الحيوية: بعد الانتهاء من عمليات التصفية والترقيد نبدأ بتطبيق المعالجة الكيماوية الحيوية بأحواض تحوي مزارع بكتريا محمولة على الوحل المنشط بالهواء أو على سطوح مسامية خفيفة يمكنها احتواء مثل هذه المزارع.

وغالبا ما تتم المعالجة في أبراج يرذ فيها الماء الملوث من أعلى ويضخ فيها الهواء الجوي من الأسفل مع فتحات جدارية زجاجية تسمح لضوء الشمس بالدخول إلى البرج، وقد تتجاوز قيمة (B.O.D) هنا نسبة ٨٠ % بحسب:

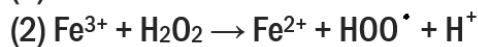
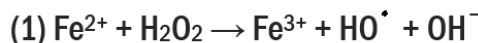
- زمن البقاء أو سرعة المرور.
- كمية ونوع البكتريا.
- كمية الضوء الداخلة إلى برج المعالجة أو حوض الترسيب ودرجة الحرارة.
- غزارة الهواء الداخل للبرج.
- نوعية وطبيعة الملوثات الداخلة مع الماء.

وهذا ما يستوجب المراقبة المستمرة للشروط التي يعمل فيها البرج.

ويبقى مردود إزالة الألوان ضعيفاً لضعف التحلل الحيوي للمواد الملونة عموماً، ولكي نضمن مياه صافية غير ملونة لا بد لنا من اللجوء لوحدة المعالجة بظاهرة الحلول عبر أغشية خاصة ترفع من التكاليف بشكل كبير نسبياً.

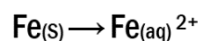
٧- المعالجة بالأكسدة المتقدمة:

تجري عملياً هذه المعالجات بتأثير بعض المؤكسدات مثل الماء الأكسجيني أو الأوزون أو الهيبوكلوريت على المياه العادمة، مع وسيط كأيونات الحديد الثنائية وعند درجات حموضة وحرارة ملائمة لكل عامل مؤكسد...



٨- المعالجة بالتخثير الكهربائي (Electro flocculation):

يقوم مبدأ هذه المعالجة على ما تحمله الملوثات من شحنات سالبة تجعلها تتنافر مع بعضها بعضاً، وبالتالي فإنها تتوضع على مسافات بينية شبه ثابتة ومستقرة غير قابلة للترسيب أو التصفية عملياً، ولكن وبوصل مرتبط كهربائي من الحديد مثلاً فإنه سيبدأ بالتأكسد والانحلال مطلقاً كاتيونات الحديد للوسط المائي ما يدفع بالملوثات الأنيونية لأن تلتحم تقريباً بكاتيونات الحديد لتكوّن دقائق أكبر حجماً يمكننا فصلها بالترسيب أو الترشيح:



ويتم ضبط مردود العملية من خلال ضبط شدة التيار الكهربائي المطبق، وزمن المعالجة أو المكوث، ونوع المعدن المستخدم كصفائح لإزالة الشوائب والعاكسة ما بين أن تكون من الألمنيوم أو الحديد. إذ تبدأ عملية تجاذب بين الصفائح المشحونة إيجاباً والملوثات المشحونة سلباً. ويتم احتساب كمية الحديد المنحلة بحسب قانون فارادي التي تتعلق بخواص المعدن ذاته ومدى نقاوته.

٩- تقنية الأغشية (Membranes Technology):

يهدف استخدام هذه التقنية إلى الحصول على المياه بمواصفات معينة علاوة عن التخلص من الطرائق الأخرى التي قد تكون ضارة بيئياً كما هي حال استخدامنا للكlor مثلاً.

تقوم تقنية الأغشية على استخدام أغشية شبه نفوذة يمكنها فصل المواد الصلبة المعلقة أو المنحلة بالماء عبر الضغط الهيدروليكي غالباً بإجبار المياه العادمة بالمرور عبر الأغشية ما يؤدي لحجز الملوثات والسماح للماء فقط أو ما يُسمح بمروره عبرها فقط بحسب أقطار مسامات الأغشية والتي يمكننا استعراضها على في الجدول (١٦٦):

الجدول (١٦٦)

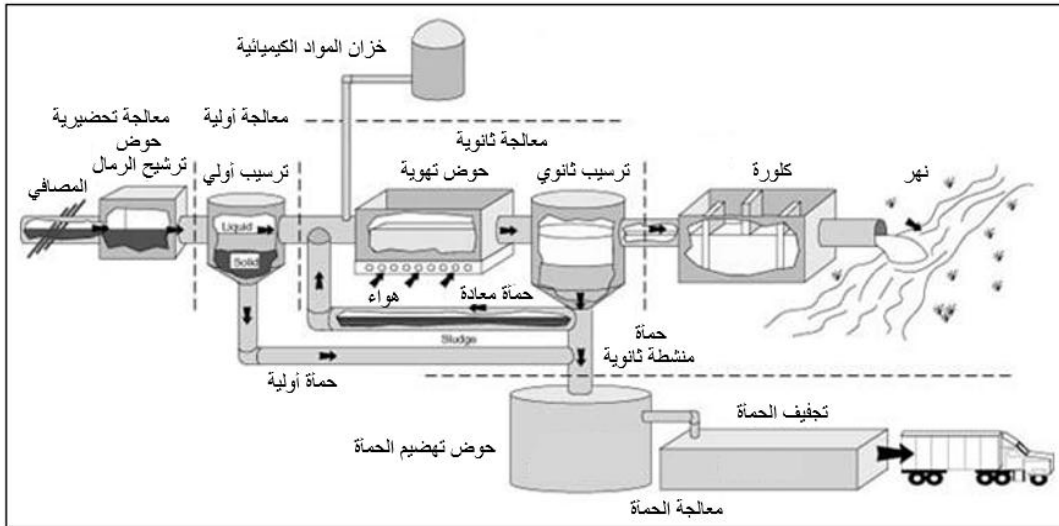
تصنيف الترشيح بالأغشية بحسب أقطار المسامات	
Microfiltration: MF	الفلتر الميكروية الدقيقة
Ultrafiltration: UF	الفلتر ما فوق الميكروية
Nano filtration: NF	الفلتر النانومترية
Reverse Osmosis: RO	التناضح العكسي

ويتم صنع هذه الأغشية من بوليميرات سيللوزية أو من السيراميك أو الأكاسيد المعدنية أو من تشكيل طبقة بولي أميد رقيقة، وتستخدم الأغشية المصنوعة من السيراميك أو الأكاسيد المعدنية لصناعة أغشية الفلتر ما فوق الميكروية كونها تتحمل درجات الحرارة العالية، ويبين الجدول (١٦٧) خواص كل منها:

الجدول (١٦٧)

نوع الغشاء				الخواص
RO	NF	UF	MF	
0.001-0.0001	0.01-0.001	0.2-0.05	2-0.08	أقطار المسامات: μm
المواد العضوية ذات الوزن الجزيئي أكبر من ١٠٠ الشوارد	المواد العضوية ذات الوزن الجزيئي أكبر من ٣٠٠ بعض المواد الصلبة المنحلة مواد أخرى	المواد العضوية ذات الوزن الجزيئي أكبر من ١٠٠٠ الفيروسات، البكتيريا، الغرويات	المواد الصلبة المعلقة الصغيرة جداً بعض المواد الغروية أغلب أنواع البكتيريا	الملوثات المحتجزة
80-125	80-125	10-100	1-15	ضغط العمل: psi

ونرى في الشكل (١٤٧) تصميماً لمحطة معالجة مياه صناعية عادمة متكاملة:



الشكل (١٤٧): محطة معالجة متكاملة

البحث الثامن

آلات الصباغة

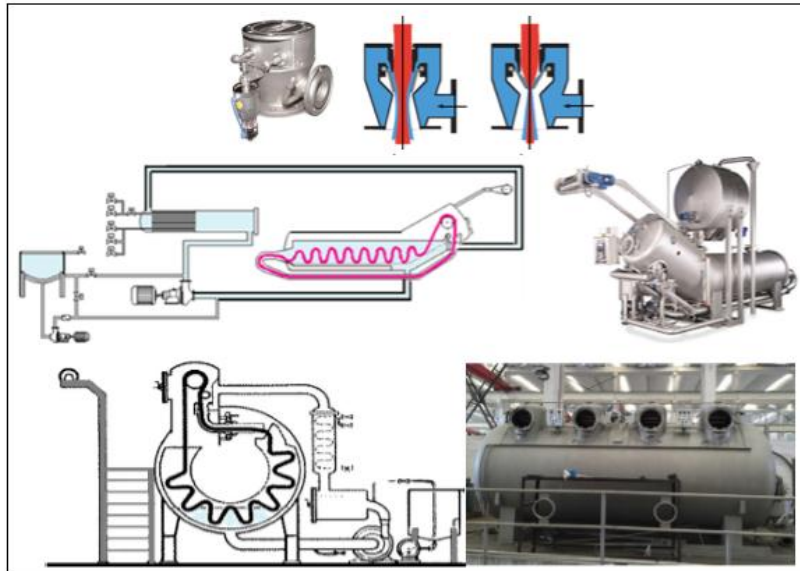
١- آلات الصباغة:

تتوزع آلات التحضير والصباغة والتجهيز النهائي بين أنماطٍ متعددة، ويلخص الجدول (١٦٨) معظم الآلات المعتمدة في العمليات الصباغية والتي نجد أن قسماً منها يمكننا استخدامه كألة تنظيف ومن ثم آلة صباغة:

الجدول (١٦٨): آلات الصباغة

آلات الصباغة			
المستمرة		المتقطعة	آلات طريقة الاستنزاف
أسطوانية	الصباغة بطريقة السير المتحرك	صباغة قماش	جت طويل
شبيكية			جت مدور
صباغة القماش العريض بطريقة الأسطوانات المزوجة			أوفر فلو
J-box	صباغة الثوب بطريقة الحجز		ونش
	آلة الونش المستمرة		جيكور
طريقة التبخير: قماش عريض			بيم " هاتيه "
طريقة الترموزول " التثبيت الحراري "		صباغة غزول ملفوفة	شلة بمبدأ تدوير السائل
طريقة النفثول للقماش العريض			شلة بمبدأ رذ السائل
			كون

١-١- الجت: تتميز آلة الجت باحتوائها قاذفاً يرفع من ضغط السائل الصباغي الوارد من جسم الآلة ما يمنع من التفاف حواشي القماش، كما يساعد على تخلخل السائل بين ثنايا البضاعة، ونجد للجت نموذجين اثنين: طويل وكروي، وفي حين أن النموذج الكروي يختصر من نسبة الحمام ما يعني وفراً كبيراً بالماء والبخار أو الطاقة فإننا نجد أن النموذج الطويل يساعد على تجنب ظاهرة تكسير القماش أو الصباغ لعدم توضع القماش فوق بعضه بعضاً، وبالرغم من أن أكثره يتم إنتاجه على أساس احتمال شروط الحرارة والضغط العاليين " ١٣٠ م/م ٣ بار " فإننا نجد أحياناً أن تصنيعه يتم على أساس الضغط الجوي العادي ودرجة حرارة الغليان " أي بحدود ١٠٠ م"، ونرى في الشكل (١٤٨) نموذجي آلة الجت.



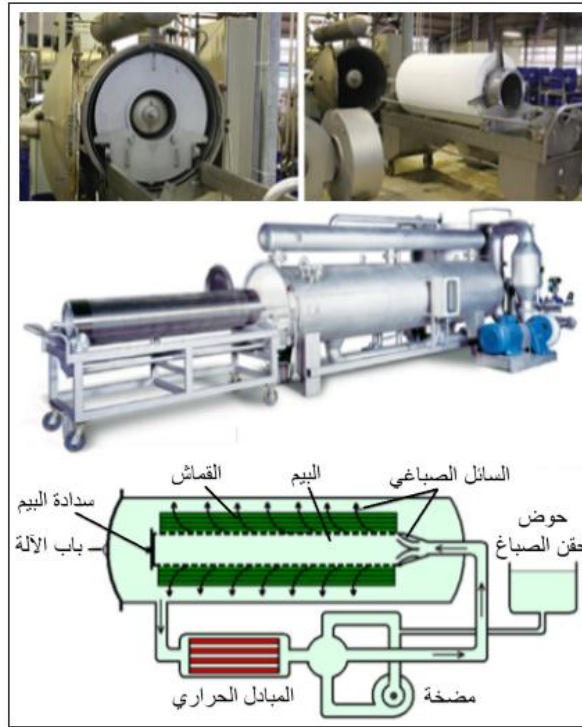
الشكل (١٤٨): القاذف ونموذج الجت الطويل والكروي

١-٢- الأوفر فلو: يشابه الجت كثيراً " الشكل ١٤٩ " ويتميز عنه بعدم وجود القاذف وصولاً لتدفق حر للسائل، وبالتالي الفرصة الأكبر لعدم حدوث ظاهرة التكسير ولكنه لا يمنع من التفاف الحواشي. وغالباً ما يتم إنتاجه لشروط الضغط العادي وحين يصمم للحرارة والضغط العاليين يُسمى بحسب المصطلحات التجارية " سوفت فلو ".



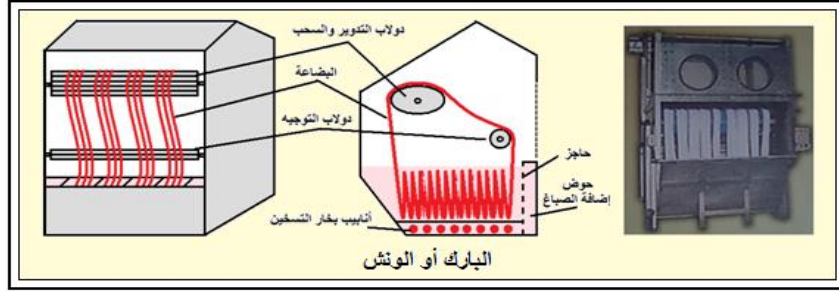
الشكل (١٤٩): الأوفرفلو

١-٣- البيم: تُستخدَم هنا تقنية دوران السائل من داخل الأسطوانة التي يُلف عليها القماش إلى خارجها وبالعكس ما يستوجب تثبيت القماش حرارياً قبل لفه على أسطوانة الصباغ كي لا نتعرض لهروب الضغط بفعل انكماش القماش عرضياً وتحرر بعض الثقوب الداخلية الطرفية للأسطوانة، وتتميز العملية الصباغية على البيم بعدم تعرضنا لظاهرة التكسير نهائياً وإمكانية رفع حرارة بعض الأقمشة الممزوجة مع النايلون للحرارة (١٣٠م) والتي لو حاولنا صباغتها على الجت تعرضنا لتلف النايلون بسبب عدم قدرته على احتمال إجهادي الشد والحرارة معاً، ومن أهم مساوئ العمل به ظاهرة التموج " Moire " التي غالباً ما يسببها عدم انتظام الضغط، ونرى في الشكل (١٥٠) نموذجاً لآلة البيم والتي يطلق عليها الاسم الشائع " الهاتيه ":



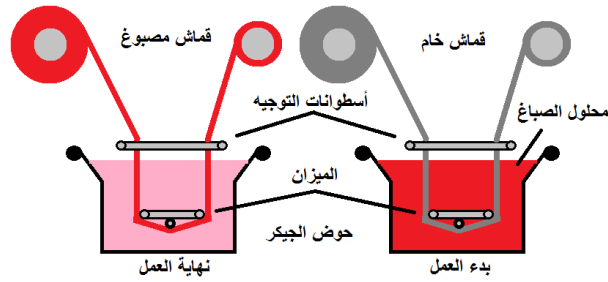
الشكل (١٥٠): البيم " الهاتيه "

١-٤- الونش: تعمل هذه الآلة على مبدأ دوران دولا ب اهليلجي الشكل (لمنع توضع القماش فوق بعضه بعضاً كما هو حال الدولا ب الدائر) لنتمكن من تدوير القماش مع دولا ب يعلو الحوض الصباغي لتوجيه حبال القماش، ويشيع استخدام التسخين المباشر بضخ البخار مباشرةً للحوض بدلاً عن أنابيب التسخين البخارية المغلقة وإن كنا في ترسيمنا لآلة الونش قد صورنا الشكل النظامي للتسخين عبر الأنابيب، وغالب استخدام الونش تحت الضغط الجوي العادي وإن كان هناك من يُصنّعه للحرارة والضغط العاليين ليأخذ الشكل الأسطواني آنثذ ليحتمل الضغوط العالية هندسياً، ونرى في الشكل (١٥١) الونش العامل تحت الضغط الجوي العادي:



الشكل (١٥١): الونش العامل تحت الضغط الجوي العادي

١-٥- الجيكر: يخص هذا النوع من الآلات أنواع النسيج وبخاصة أنواع النسيج القطني، ويعمل على مبدأ انتقال النسيج من أسطوانة إلى أخرى عبر سائل الصباغ في حوض الحمام الصباغي، ويتميز الجيكر بإمكانيات صباغية عالية قد لا تتمكن من تحقيقها في الأنماط الأخرى من الآلات، إذ يتيح لنا العمل مع الجيكر بتطبيق الأصبغة: المباشرة، التفاعلية، الكبريتية " السلفور"، الأحواض " الاندانترين"، "النفтол " الديازو"، إضافة لأصناف الألياف التركيبية عندما تكون حياكتها غير قابلة للامتطاط كأصناف نسيج البوليستر بشرط أن لا تكون أنماط حياكتها قابلة للانزلاق السهل ما يتسبب بانزياح حواشي النسيج عن بعضها بعضاً، وإلى زمنٍ غير بعيد كان الجيكر مُعداً للعمل تحت الضغط الجوي فقط، إلا أن الحاجة له لصباغة أصناف البوليستر أو مزائجه العريضة جداً والتي قد تتعرض للتكسير عند صباغتها على الآلات الأخرى " الستائر والبرادي" بدأت الشركات المصنعة للآلات تنتجه لاحتمال الحرارة والضغط العالين وعلى شكل هيكل أسطواني أيضاً كما في الشكل (١٥٢):



مبدأ عمل الجيكر



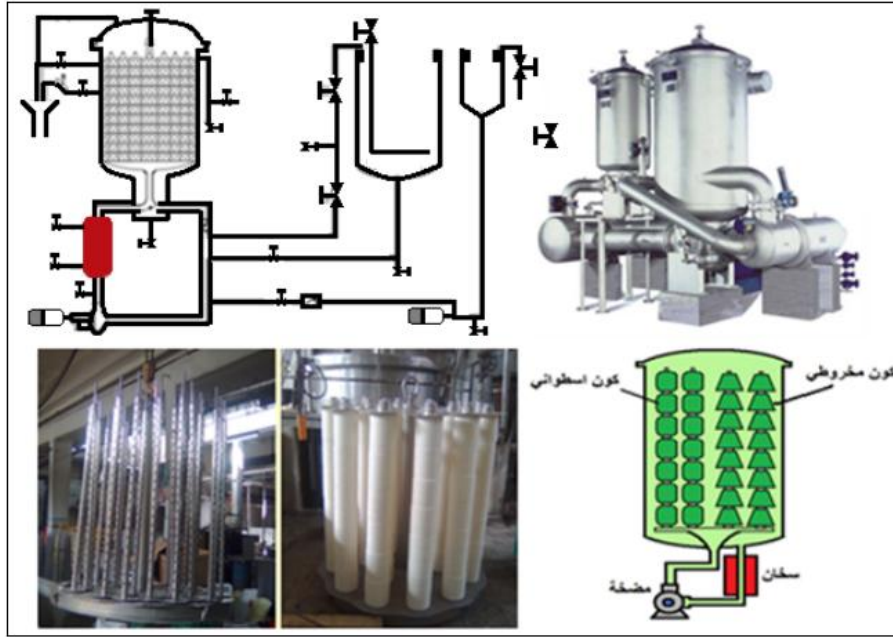
الجيكر العامل تحت الضغط الجوي: المكشوف



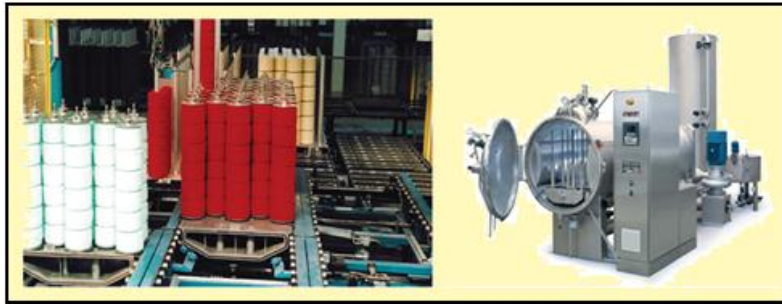
الجيكر العامل تحت الضغط العالي: المغلق

الشكل (١٥٢): الجيكر

١-٦- آلة صباغة الألياف الملفوفة " الكون " وآلة صباغة الشعيرات: تعمل آلة صباغة الكون على تنزيد الكونات المثقبة البلاستيكية أو المعدنية فوق بعضها بعضاً وعبر محور مثقب يدخله السائل الصباغي المضغوط من الأسفل ليخرج من جوانب الكون وبالعكس، ونجد منها تصميماً عمودياً كما في الشكل (١٥٣)، وآخر أفقياً كما في الشكل (١٥٤):



الشكل (١٥٣): آلة صباغ الكون العمودية



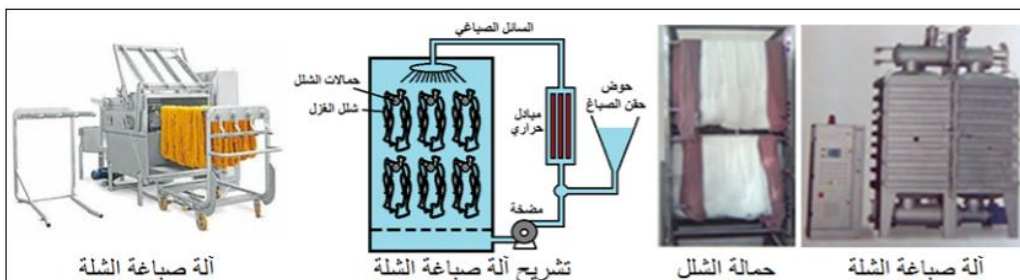
الشكل (١٥٤): آلة صباغ الكون الأفقية

وتصبغ الشعيرات بعد تعبئتها في سلالٍ خاصة لينفذ السائل منها تماماً كما هي صباغة الكون " الشكل ١٥٥ ":



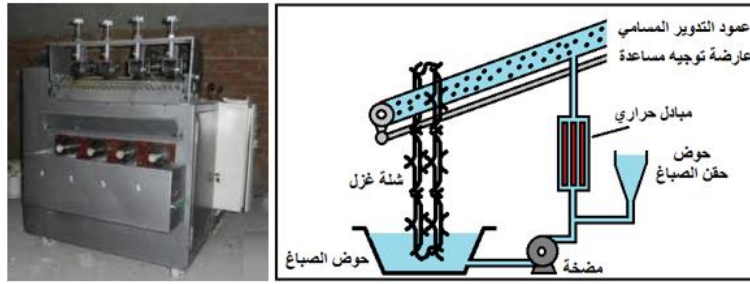
الشكل (١٥٥): آلة وسلة صباغة الشعيرات

٧-١- آلة صباغة الشلّة: يتم في هذه الآلة تحويل الألياف المراد صباغتها إلى شلّة ليُصار إلى تعليقها على حمالات خاصة بحيث يتم تدوير السائل الصباغي فيها من الأسفل إلى الأعلى بمضخاتٍ خاصة كما في الشكل (١٥٦):



الشكل (١٥٦): آلة صباغة الشلّة

على أن هناك نموذجاً آخر لصباغة الشلة يقوم على عمودٍ حَمَلٍ مُرَدِّذٍ يتم ضخ السائل الصباغي من خلاله، وتدور عليه الشلة طوال فترة حمام الصباغة ليبقى قسمٌ دائمٌ منها مغموس في حوض الصباغ كما في الشكل (١٥٧):



الشكل (١٥٧): آلة صباغة الشلة بالترديد

وتلحق بآلات صباغة الشلة تجهيزات تدوير خاصة لتحويل الكون إلى شلل وبالعكس كما نرى في الشكل (١٥٨):



الشكل (١٥٨): تجهيزات تحويل الكون إلى شلل وبالعكس

٨-١- آلات صباغة القطعة: يشيع استخدام هذا النمط من الآلات لصباغة القطع التي كثيراً ما تضطر لتفصيلها ومن ثم صباغتها كما هي حال بعض أنواع الجوارب والقبعات العسكرية الصوفية...، وتتألف الآلة آنذ كما يبين الشكل (١٥٩) من حوض أسطواني مزود بسواعد خاصة لتحريك شبكات خاصة تحوي البضاعة.

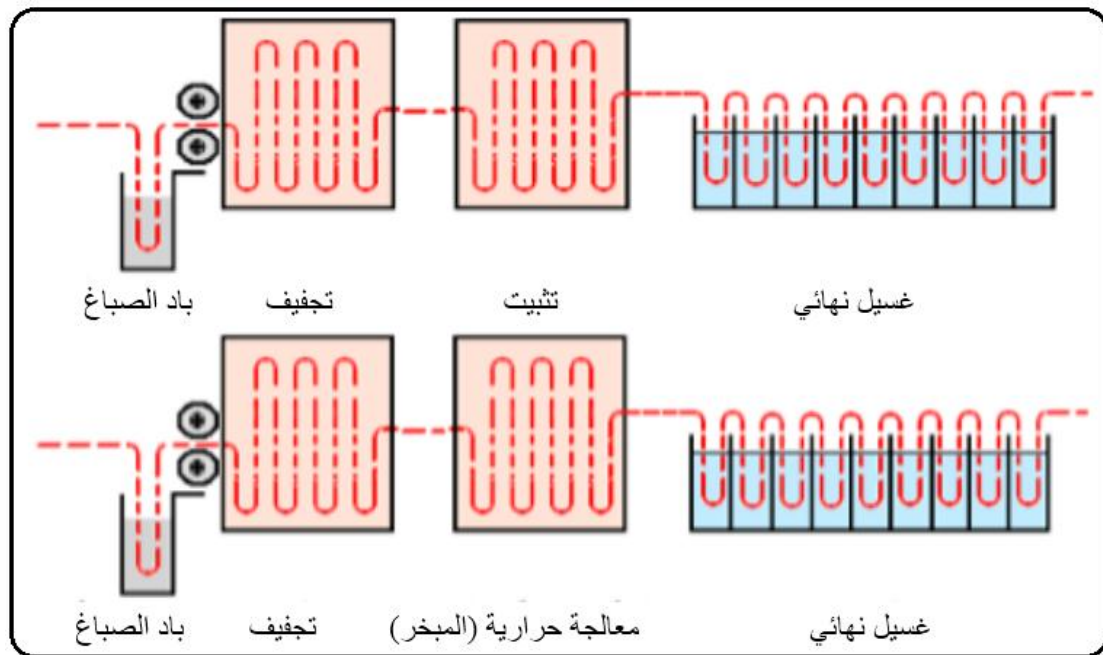
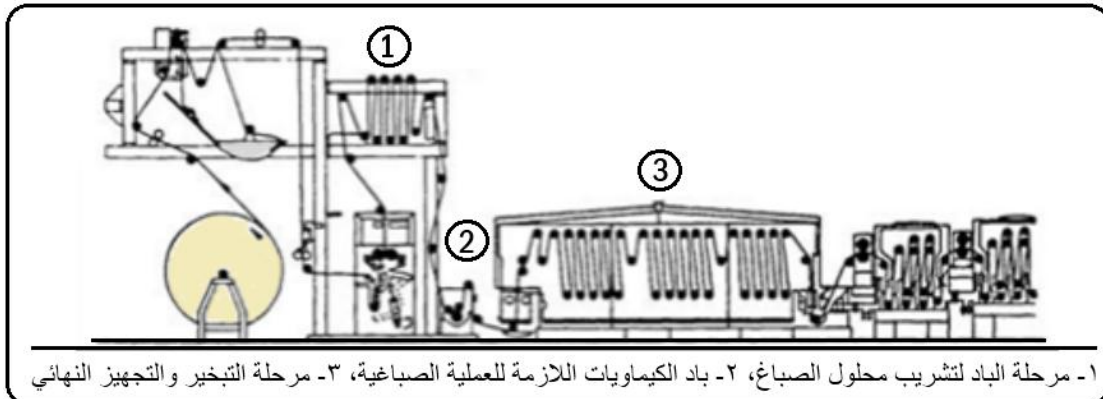


الشكل (١٥٩): آلة صباغة القطعة

٩-١- وحدات الصباغة المستمرة: تمكنا وحدات الصباغة المستمرة من أرقام إنتاج عالٍ وبسرعات اقتصادية مع إمكانيات ممتازة لتطبيق أنواع كثيرة من الأصبغة أو العمليات الخاصة بالعمليات الصباغية كالتخريق والقصر وحمامات الغسيل النهائي أو أحواض المعالجة بمواد التجهيز النهائي كالمواد المطرية أو المقسية أو المانعة للاحتراق أو المانعة للماء " الوتربروف "...، وإلى وقتٍ قريب كانت هذه التقنية مخصصة لأصناف النسيج، وأمكن حديثاً تصميم وحدات لأصناف الحياكة الدائرية " التريكو " ولأوزانٍ بسطيةٍ نسبياً.

ويقوم مبدأ العمل بهذه الوحدات على معالجة القماش بإمراره على أحواض تحوي مواد المرحلة اللازمة، فهناك أحواض لمواد القصر أو لشطف ما بعد القصر ومن ثم العمليات الصباغية وعلى مراحلها المطلوبة بحسب نوع الصباغ لكونها تلائم غالب أصناف الأصبغة كالأصبغة المباشرة والأحواض والتفاعلية والكبريتية والمبعثرة،

فيمكننا المعالجة في أحواض تطبيق أصبغة الأحواض مثلاً على الترتيب: تخريق، شطف، تحميل صباغ على شكل بيغمنت، تحميل محلول هيدروسلفيت الصوديوم، أكسدة وقصر، شطف، تطرية أو تقسية، تجفيف وتثبيت، ويراعى في كل حوض درجة الحرارة والتركيز المطلوبين وحمولة القماش من هذه السوائل لنحصل على النتائج المتوخاة، ونرى في الشكل (١٦٠) نموذجاً لوحدة صباغة على الباد والصباغة بطريقة التثبيت الحراري " الترموزول " .



الشكل (١٦٠): وحدتا صباغة على الباد والصباغة بطريقة التثبيت الحراري " الترموزول "

٢- عمليات الإنهاء:

لا يمكننا تداول الأقمشة بتحضيرها وصباغتها فقط، إذ لا بد من معالجتها لتحقيق جملة المواصفات التي تتطلبها القطعة المراد تفصيلها من القماش المطلوب، فلا بد من عمليات الغسيل الضرورية للتخلص من بواقي الكيماويات والأصبغة، ومن ثم عمليات العصير فالتجفيف والتثبيت الحراري وبوجود مواد معالجة خاصة تحقق الغرض المطلوب من القطعة المراد إنتاجها، فللبنتال الرجالي لا بد لنا من تقسية القماش لتظهر أناقة عمليات الكي عند الارتداء، أما لبعض القطع النسائية فلا بد لنا من تطرية القماش كي يناسب طبيعة الحركة المنزلية التي تقوم بها ربات البيوت في الأعمال المنزلية.

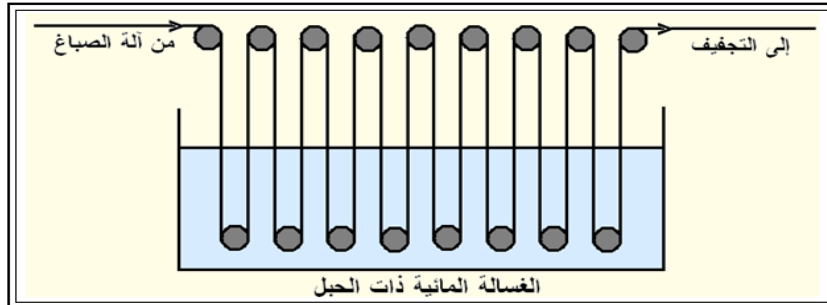
يُطلق على جملة المعالجات النهائية مصطلح عمليات التجهيز النهائي، وغالباً ما يتم تعيين المواصفات المطلوبة من الزبون مباشرة لمعرفته بالغرض النهائي من القطعة بعد تفصيلها.

٣- آلات الغسيل:

تتم عمليات الشطف والغسيل عادةً في آلات خاصة أو في الآلات المخصصة للصباغة نفسها، ولكل نوع صباغ طريقة شطف وغسيل خاصة به تقريباً، فكما رأينا تستلزم الأصبغة التفاعلية حمامات شطف وجلي للتخلص من

الأصبغة المهدرلة، أما أصبغة الأحواض فيمكننا تطبيق عمليتي الغلي والأكسدة معاً، في حين يلزم الأصبغة المبعثرة " الديسبرس" حمام غسيل إرجاعي بهيدروسلفيت الصوديوم بوسط قلوي أو بمرجعات الوسط الحمضي، ومن نماذج الآلات التي نجدها لعمليات الغسيل:

٣-١- **الغسالات المائية ذات الحبل:** تُخاط الأقمشة لهذه الآلة على شكل حبل وتمرر على حوض الغسيل بحركة لولبية عبر مجموعة بكرات ضاغطة ما يتسبب بظهور علامات للتجعدات الحاصلة على طول الحبل في نهاية العملية، لذا فقد تم تخصيصها للأقمشة غير القابلة للتجعد أو التكسير، ونرى في الشكل (١٦١) مخططاً لهذه الآلة:



الشكل (١٦١): الغسالة المائية ذات الحبل

٣-٢- **غسالة الثوب المفتوح:** تتم عملية الغسيل هنا في حوض خاص ودون أي علامات حبال لانعدام عمليات الضغط فيه، بل تعتمد عملية الغسيل على السير الحر بالتدفق المائي المعاكس أو بتحريك القماش للأعلى والأسفل أو باحتواء الغسالة على مرذذ مائي خاص.

٤- آلات العصير:

تهدف عملية العصير للتخلص من أكبر كمية ممكنة من الماء لتحقيق أعلى درجة وفر لعمليات التجفيف والتثبيت الحرارية، وتتم عمليات التخلص من الماء أو العصير عبر تقنيات أساسية ثلاثة:

٤-١- **العصير بالقوة النابذة:** تقوم هذه التقنية على وضع البضاعة المراد عصرها في عسارة دائرية تدور بسرعات عالية لنتمكن من نبد أكبر كمية ممكنة من الماء الذي يخرج من ثقوب قميصها الداخلي وعبر مصرفٍ نظامي خاص من أسفلها كما هو حال الغسالات المنزلية الآلية، ونرى في الشكل (١٦٢) مخططاً لهذه العسارة:



الشكل (١٦٢): العسارة النابذة

٤-٢- **العصير بالأسطوانات الضاغطة:** تقوم تقنية العصير في هذه الآلة على إمرار القماش بين أسطوانتين ضاغطين مصنوعتين من الفولاذ غير القابل للصدأ أو من المعدن المغطى بنوع خاص من الكاوتشوك، وعبر التحكم بالقوة الضاغطة يمكننا التحكم بمعدلات إزالة الماء.

٤-٣- **إزالة الماء بالتفريغ الهوائي " الشفط ":** تطبق هذه العملية في حاويات خاصة تعمل على تفريغ الهواء وبالتالي سحب أكبر كمية ماء ممكنة بحسب الزمن وقوة التفريغ المطبقة، وتتميز هذه الطريقة بمحافظتها على رونق القطع المخاطة أو السميكة كما هو حال الحرمانات.

٥- **آلات التجفيف:** تتباين آلات التجفيف في تصميمها بين آلات تجفيف فقط أم آلات تجفيف وتثبيت، فالتثبيت لا يتم إلا في التجهيزات التي تصل درجات حرارتها لأعلى من تلك الخاصة بالتجفيف فقط، إذ قد يكفينا والآلات

التجفيف درجات حرارة تصل حتى (١٤٠ م) فقط، في حين أنه ولتثبيت القطعة بعد الصباغة بالأصبغة المبعثرة نلزمنا درجات حرارة (١٦٠-١٨٠ م)، ومن أهم التقنيات المستخدمة لهذه الغاية.

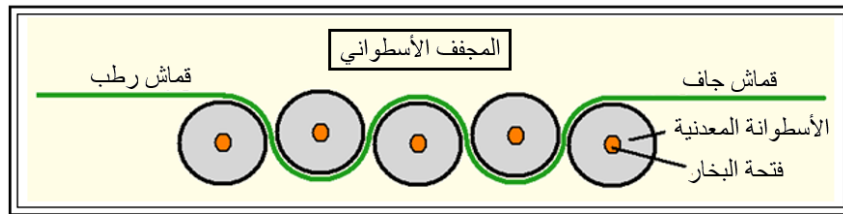
١-٥- **التجفيف الطبيعي:** ونعتمد فيها على عملية نشر الأقمشة في الهواء الطلق وتركها حتى الجفاف، وعلينا أن ننتبه هنا للثبات على النور للأصبغة في حال تم النشر تحت ضوء الشمس.

٢-٥- **المجففات الأسطوانية:**

تتم عملية التجفيف هنا بمرور القماش المصبوغ على أسطوانات معدنية مسخنة على البخار، ومن أهم عيوبها ازدياد طول البضاعة ونقصان عرضها، ومن الضروري الانتباه عند العمل عليها ولا اعتبارات تتعلق بالتلامس الحراري المباشر بين البضاعة والأسطوانات المعدنية:

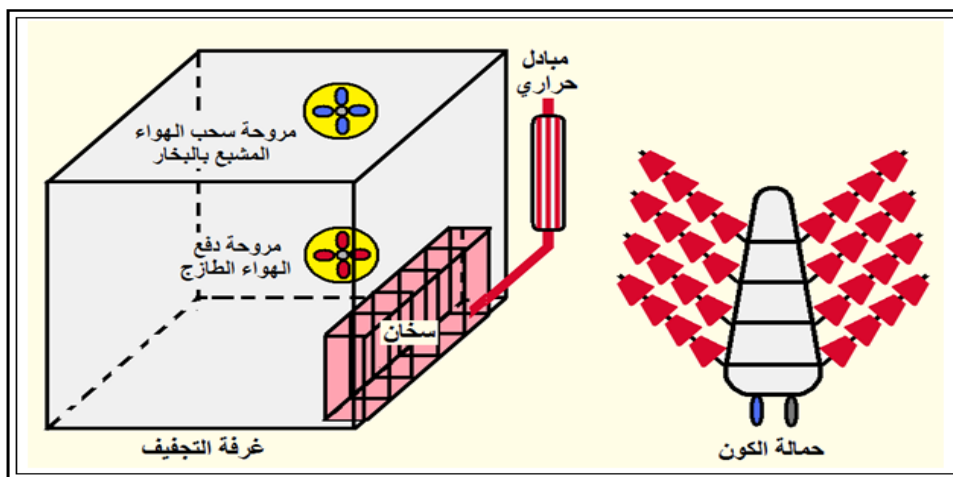
- التأكد من نعومة سطح الأسطوانات.
- التأكد من ثبات الأصبغة تجاه الحرارة المباشرة.
- المحافظة الدائمة على نظافة السطوح المعدنية من التلوث بالأصبغة المحمولة على سطح القماش وخاصة عند الانتقال من لونٍ لآخر.

وتلائم هذه التقنية الأقمشة السيلولوزية والحريرية الطبيعية المتوسطة السماكة، إذ أنها قد لا تحقق التجفيف الكامل مع الأقمشة السمكية، ونجد لها نموذجين اثنين: أسطواني شاقولي وأسطواني أفقي كما في الشكل (١٦٣):



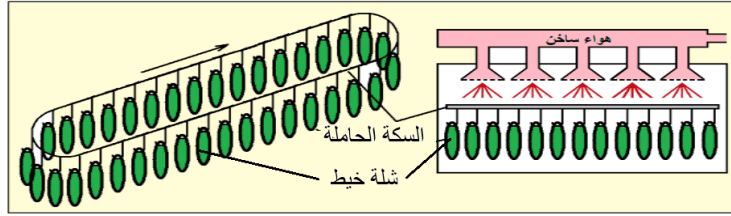
الشكل (١٦٣): المجفف الأسطواني

٣-٥- **غرف التجفيف:** وتتألف من غرف مجهزة بمراوح لضخ الهواء الذي يمر عبر مبادل حراري يعمل على البخار أو الزيت المسخن أو بوشائع كهربائية أو... وباتجاه القماش أو الألياف المحمولة على رفوف أو حمالات مناسبة، ومن الضروري الدراسة الدقيقة فيها لدرجة حرارة ومعدلات تدفق الهواء الساخن لتقدير كمية الهواء اللازم استبدالها لتجديد الهواء المشبع بالبخار وبالتالي للوصول للمردود الأعظمي من عملية التجفيف، وتصل درجة حرارة الغرفة عادةً حتى (٥٠-٧٠ م)، ونرى في الشكل (١٦٤) نموذجاً لغرفة تجفيف:



الشكل (١٦٤): خزائن التجفيف

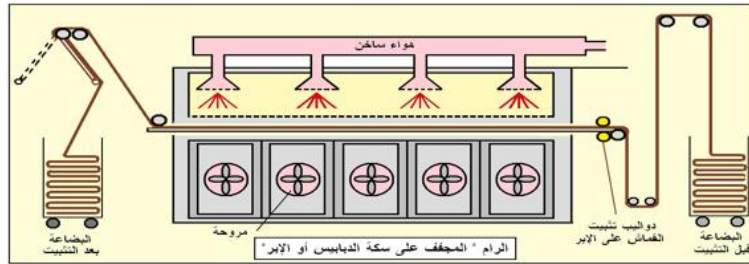
٤-٥- **المجفف الحلقي:** يستخدم المجفف الحلقي أكثر ما يُستخدم لتجفيف الألياف المصبوغة على شكل شلة بتعليقها على السكة الحاملة للشلال والمعرضة للتيار الهوائي الساخن، كما يمكننا استخدامه لتجفيف الملابس، ونرى في الشكل (١٦٥) مخططاً تقريبياً لهذا المجفف:



الشكل (١٦٥): المجفف الحلقي

٥-٥- برميل التجفيف: تقوم هذه التقنية على ضخ الهواء الساخن في برميل دوار بقطر (١-٣) متر تتقلب فيه البضائع المصبوغة بسبب حركة الدوران، ويناسب هذا البرميل البضائع الحريرية والبضائع المطبوغة لتجفيفها بانتظار مرحلة التثبيت.

٥-٦- الرام: يتم بناء آلة الرام من سكة دوار تحمل دبابيس أو ملاقط تمسك بالقماش المفتوح من حواشيه ومراوح تضخ الهواء الساخن بدرجة الحرارة المطلوبة وحتى (٢١٠-٢٢٠ م) بفعل ضخ الهواء عبر مجموعة مبادلات حرارية تعمل على زيت معدني حراري يُمكننا رفع درجة حرارته حتى (٣٥٠ م)، ومن الضروري جداً مراقبة انتظام حركة الهواء داخله منعاً للمشاكل التي قد تنشأ من تصعد بعض أنواع الأصبغة بفعل درجات الحرارة العالية والتي قد تتسبب بما يُسمى الهجرة الحرارية التي تعني هجرة الصباغ من أعماق الألياف حتى سطحها، ومن ثم لهواء الرام ما يتسبب بتكاثفه من جديد في المناطق الأقل حرارة ما يعني سوء توزيع الصباغ أو انعدام التسوية بالرغم من التسوية الصحيحة لعملية الصباغة، لذا فإنه من الضروري التنبه معه لتصنيف الصباغ ومدى مقاومته للحرارة حتى نحسن اختيار درجة الحرارة الملائمة للعمل أو للتثبيت بحسب تصنيف الشركات الصانعة للأصبغة، ونرى في الشكل (١٦٦) مخططاً وصورةً للرام:



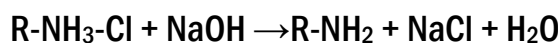
الشكل (١٦٦): الرام " المجفف على سكة الدبابيس أو الملاقط

٦- عمليات التجهيز النهائية:

تهدف مجمل عمليات التجهيز النهائية لتحقيق مواصفات معينة يمكننا معها تحسين أداء القماش وتلبيته لاحتياجاتنا، وهناك الكثير الكثير من المعالجات التي سنذكر هنا أهمها على الصعيد العملي والتجاري:

٦-١- التطرية: وتهدف لتحسين ملمس وليونة الأقمشة النهائي، ونجد من أهم أنواع عوامل التطرية:

المطريات الكاتيونية: وغالباً ما يتم تحضيرها من مركبات الأمونيوم الرباعية ومشتقاتها، أو أميدات واسترات الحموض الدسمة، وتتميز بتحسينها ملمس القماش لطبيعتها الدهنية ما يجعل منها مقاومة لتشرب الماء، ومن أهم ما يعيها تخرّبها بالوسط القلوي بحسب التفاعل:



المطريات السيليكونية: من مركبات السيليكون العالية الوزن الجزيئي نسبياً، تمنح القماش ملمساً دهنياً إلى حدٍ ما مع ليونةٍ للخيط.

المطريات الماكروسييليكونية: من مركبات البولي سيلوكسان الأصغر حجماً من سابقتها، تمنح الألياف ليونةً وتؤثر سلباً على الثباتيات عند إضافتها بزيادة وبخاصة مع الألياف التركيبية.

المطريات الميكروسييليكونية: وهي الأصغر حجماً من مجموعة المطريات الماكرو سييليكونية، تمنح الألياف ليونة كبيرة جداً، وتؤثر سلباً على الثباتيات عند إضافتها بزيادة وبخاصة مع الألياف التركيبية.

مطريات البولي أوريثان: تشابه المطريات الميكروسييليكونية، وتمتاز بقابليتها للامتطاط ما يجعلها الأنسب لتجهيز الأقمشة المعدة للرياضيين.

المطريات اللائيونية: تمتاز المطريات اللائيونية بإمكانية تطبيقها أحياناً مع الحمام الصباغي، ويتم تحضير معظمها من البولي إيثيلين أو من مزائج البولي إيثيلين مع بعض المواد الشمعية المحسنة لخاصية الانزلاق، أو من بعض الأغوال الدسمة.

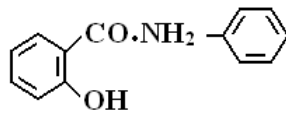
تتم المعالجة مع المطريات على الرام بمرور القماش من خلال حوض المواد المساعدة ومن ثم العصير على فولارد الرام إلا في حال الأقمشة التي قد تتأذى من مرورها على أسطوانات العصير كما هي حال المخامل إذ نلجأ آنئذٍ لمعالجتها على آلة الصباغ بوسط حمضي 6 ~ pH عند حرارة (٤٠ م) مضطرين بعدها لحمام غسيل للآلة استدراكاً من تفاعل آثار للمطري مع المواد المساعدة أو الكيماويات أو الأصبغة السالبة الشحنة التي قد تُستخدم في الحمامات التالية وبالتالي تصبح معرضةً للتفاعل معها وتشكيل رواسب تضر بالعملية الصباغية.

٦-٢- التقسية والتنشيط: تتم معالجة الأقمشة أحياناً بمواد ترفع من قساوتها، ويستخدم لهذه الغاية مواد عدة كبولي فينيل أسيتات PVAc " الغراء الأبيض"، النشاء، بولي الأكريلات، بولي فينيل الأغوال PVAI، بولي الأوريثان... وغالباً ما تتم مثل هذه المعالجات عند التثبيت على الرام بتعبئة محلولها بالتركيز المطلوب في حوض الرام.

٦-٣- موانع الماء والزيت " الوتبروف": تتم هذه المعالجة عادةً على الرام بشروط حرارة مناسبة، وتعتبر من أكثر المواد انتشاراً لهذه الغاية: مركبات الفلوروكربون، بولي إيزو سيانات الأليفاتية، والبارافينات الزركونية الخاصة بالشوادر.

٦-٤- مؤخرات الاحتراق: تهدف هذه المعالجة لمنع انتشار اللهب في القماش عند أي حريق، وتتم المعالجة على الرام أيضاً وفق الشروط التي تحددها الشركات الصانعة، ومن أهم المواد المستخدمة لهذه الغاية نجد مركبات الفوسفونات مثل رباعي ميثانول كلوريد الفوسفونيوم $(HOCH_2)_4PCl_4$: THPC، وبعض مركبات الانتومان.

٦-٥- مضادات التعفن: تهدف هذه المعالجة لمنع نمو أنواع الفطور أو البكتريا على الأقمشة القطنية خاصة، كما هو الحال مع ساليسيل أنيليد Salicylanilid المعروف تجارياً باسم شيرلان AN الذواب بالماء، والذي يُضاف له عادةً بعض العوامل التفاعلية سطحياً للمساعدة على رفع درجة امتصاصه:



٦-٦- مضادات الكهرباء الساكنة: وتهدف إلى إخماد الكهرباء الساكنة التي قد تظهرها الألياف التركيبية عند تشغيلها على أنوال الحياكة أو عند تعرضها لإجهادات حرارية كما هو الحال على الرام أو إجهادات ميكانيكية أخرى وبخاصة عندما تكون خالصة الجفاف " إذ أن وجود بعض الرطوبة يخفف منها كثيراً"، وقد تتم هذه المعالجات على الرام أو على آلات الصباغة مع الانتباه آنئذٍ لشحنتها، ونجد أن من بين أهم المركبات المستخدمة لهذه الغاية مركبات: ألكيل فوسفات ومركبات الأمونيوم الربعية.

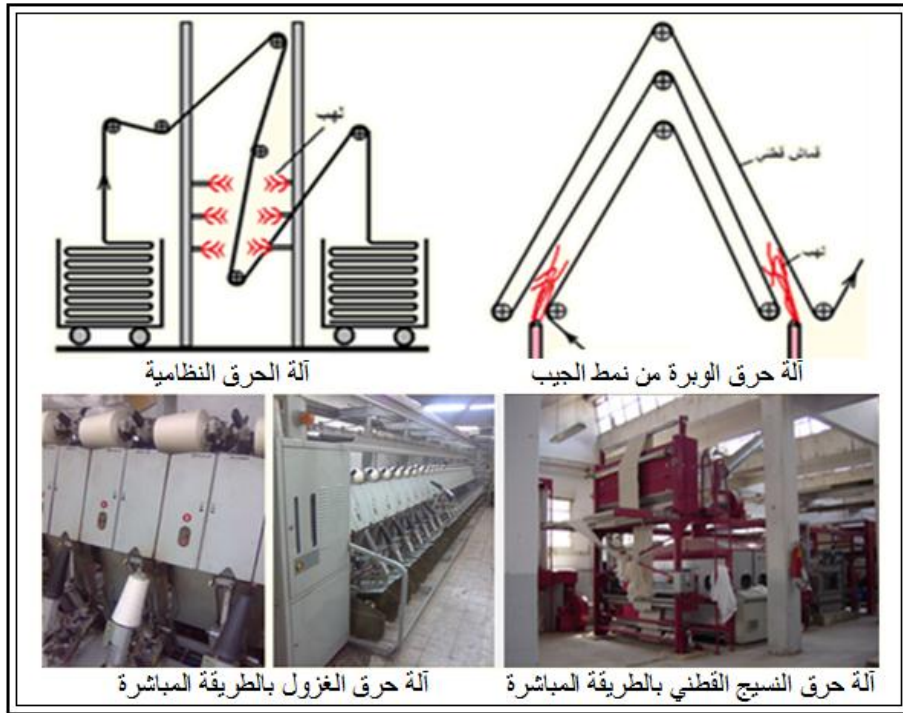
العمليات الخاصة بتحسين المواصفات

تتميز الصناعة النسيجية بكثرة العمليات والتقنيات التي يمكننا اعتمادها لتحسين المواصفات وأداء العمليات المتلاحقة الخاصة بكل نوع من الألياف أو النسيج كما سنرى في مجمل العمليات التي سنستعرضها في هذا الفصل.

١- العمليات الخاصة بالألياف والأقمشة السيلولوزية:

١-١- إزالة الوبرة: وتهدف لصقل سطح النسيج بإزالة الشعيرات القصيرة البارزة، وتقوم عملية المعالجة بتقنيتي الحرق أو المعالجة الأنزيمية:

١-١-١- المعالجة بالحرق: وتقوم على إمرار القماش القطني على شعلاتٍ ملتهبة بطول لسان لهبٍ معين وسرعة مرور مدروسة لتحقيق أفضل النتائج لتسبب زيادة عملية الحرق عن معدلاتها الطبيعية أو تجعد القماش بتشكيل مركبات الأوكسي سيللوز، وكثيراً ما يُصار لتنشيط الشعيرات بشحنها بالكهرباء الساكنة التي تساعدها على الانتصاب وبالتالي ضمان عملية حرقٍ سليمة، ومن الأنماط المتداولة لعمليات الحرق نجد نمط آلة الجيب الذي يقوم على إمرار القماش بين مجموعة أسطوانات تتداخل مع لهب الاحتراق ونمط حرق الوبرة بالطريقة المباشرة كما في الشكل (١٦٧)، كما نرى في الشكل صورتين طبيعيتين لآلة حرق النسيج وحرق الغزول القطنية بالطريقة المباشرة:

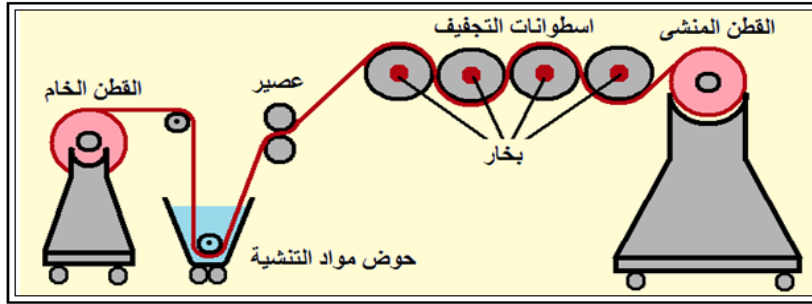


الشكل (١٦٧)

١-١-٢- طريقة المعالجة الأنزيمية: وتقوم على معالجة القماش السيلولوزي في حمامٍ يحوي أنزيم السيلولاز بنسبة قد تصل إلى (٢-٣%) من وزن القماش بحسب تركيز الأنزيم وتعليمات الشركة الصانعة، فشركة د. بتري تنصح بالمعالجة بأنزيم بيرييزيم IND عند درجة حرارة (٤٥-٥٠ م) لمدة (٤٥-٦٠) دقيقة بوسطٍ حمضي عند درجة حموضة pH: 4.5-5.5

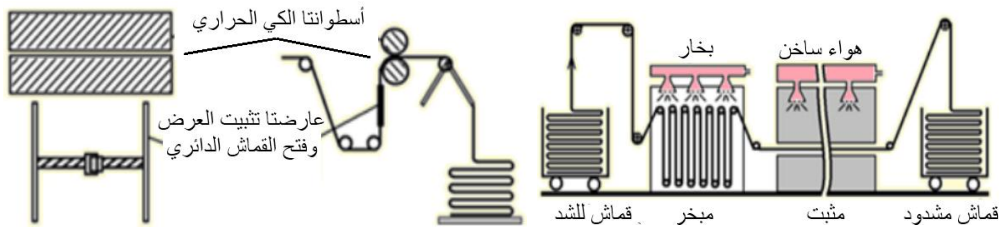
١-٢- عملية التحرير "المرسزة": تتم عملية تلميع الألياف السيلولوزية بمعالجتها بمحلول (٢٠%) هيدروكسيد الصوديوم حيث تتعرض لعملية شد تؤدي لتراجع الطول وازدياد الألفة نحو الأصبغة مع ازدياد نعومة الملمس، وقد لوحظ أن تأثير هيدروكسيد الصوديوم يكون على الشكل المبين في الجدول (١٦٩) والذي نلاحظ من خلاله أنه وعند التركيز (١٧,٥%) تبدأ عملية انحلال الالتواءات أولاً ثم الانتفاخات على العكس من التراكيز الأعلى:

١-٣- التنشية: تهدف عملية التنشية أي طلي الألياف بالنشاء أو بدائله ومشتقاته لرفع المقاومة الميكانيكية وعدم تنسيهه أثناء عمليات النسيج والحياسة، ونرى في الشكل (١٦٩) مخططاً لآلة التنشية التي تتم العملية فيها بإمرار الألياف السيلولوزية على حوض يحوي مادة التنشية ومن ثم عصره بين أسطوانتين ضاغطتين ليصل إلى مجموعة من الأسطوانات المعدنية المسخنة بالبخر، وتتم عملية التنشية عادة بعد عملية التسدية:



الشكل (١٦٩): وحدة التنشية

١-٤- الشد: تؤدي إجهادات الشد المطبقة على الأقمشة أثناء العمليات الصباغية لازدياد طول القماش على حساب عرضه، لذا فإننا نعد لترطيبه وشده لاستعادة عرضه الأصلي، وتتم عمليات الترطيب إما بالمخبرات أو بمرذذات الماء، فبعد ترطيب القماش المفتوح نعد لتجفيفه وتثبيت عرضه على الرام، أما الأقمشة الدائرية " التريكو " فنعد لتثبيتها على أسطوانات بعد مرورها من خلال عارضتين يمكننا التحكم بالمسافة بينهما " الكلندر"، ونرى في الشكل (١٧٠) مخططاً لمثل هذه الوحدة:



الشكل (١٧٠): تثبيت القماش على الرامين المفتوح أو الأسطواني

١-٥- الصقل: تعطي عملية صقل الأقمشة عبر ضغطها حرارياً بأسطوانات مسخنة في جوٍ من البخر مظهراً ورونقاً جذابين، وتتم صناعة الأسطوانات عادةً من مجموعةٍ من المواد، كأن يتم صنعها من معدنٍ غير قابل للصدأ أو من قماشٍ قطني، ومن المفيد تعزيز عملية الضغط الحراري بمعالجة الأقمشة بتنشيتها أو بمعالجتها ببعض الراتنجات الصناعية مثل بولي فينيل أسيتات (الغراء الأبيض)، وتتم عملية الصقل عادةً بتبخير القماش المراد صقله أولاً ليدخل بين أسطوانتين وتحت ضغطٍ مناسب ما يرفع من نعومة سطحه واختفاء الشعيرات أو الوبر إلى عمق القماش.

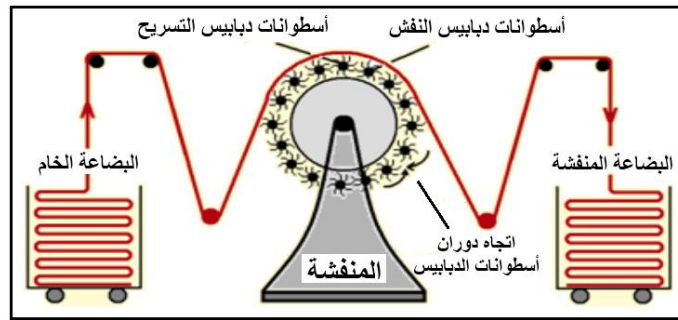
١-٦- التمشيش: تتعرض الأقمشة القطنية عموماً بعد تحضيرها النهائي لبعض الكشش بسبب شدها بشيءٍ من الزيادة عن أصلها لضمان عمليةٍ كيٍ صحيحة، وتتم عملية التمشيش بتبخير القماش في مبخرٍ ومن ثم ضغطه وتسخينه بأسطوانات خاصة ليصار إلى تجفيفه تثبيتاً لعرضه من جديد دون أي إجهاد شد بتحصيره على الرام، ويمكننا تطبيق عملية التمشيش على القطن أو مزائجه من الألياف الأخرى، في حين أنها لا تفيدنا مع الألياف الصناعية حتى ولو كان أساسها السيلولوز مثل ألياف الأسيات والنحاس النشادرية أو الفيسكوز.

٢- العمليات الخاصة بالألياف والأقمشة الصوفية: تتم عملية تصنيع الصوف على شكل ألياف مغزولة وممشطة أو ممزوجة مع أليافٍ أخرى، ويتم الاعتماد على الألياف الممشطة للحصول على منتجاتٍ ناعمة وذات رونقٍ مميز مثل الجوخ الذي يتم تحضيره بمزج الصوف الممشط مع البوليستر، في حين أننا نعتمد على الغزول غير الممشطة للحصول على منتجاتٍ خشنة ما يستوجب بعض العمليات اللاحقة للوصول إلى الغرض المراد منها، كما هو حال القبعات العسكرية أو المنتجات التي قد تحتاج لعملية حلاقة أو نقش مثل الحرامات الصوفية التي نبتغي من تنفيشها زيادة حجمها ما يجعلها أكثر عزلاً وبالتالي أكثر دفئاً.

٢-١- **التنظيف**: وتتم بمعالجة الألياف الصوفية بالماء الحار بلف الصوف المحاك والمصبوغ على بكرات خاصة للتخلص من جميع الملوثات والشوائب المرافقة وبالتالي تنظيفه وتشذيبه ما يجعله ناعماً وخالٍ من الأوبار والتجعدات التي قد تحصل إثر العمليات السابقة، ومن أهم المنتجات التي تتعرض لهذه العملية نجد السيرجيه والغبردين والتروبيكال.

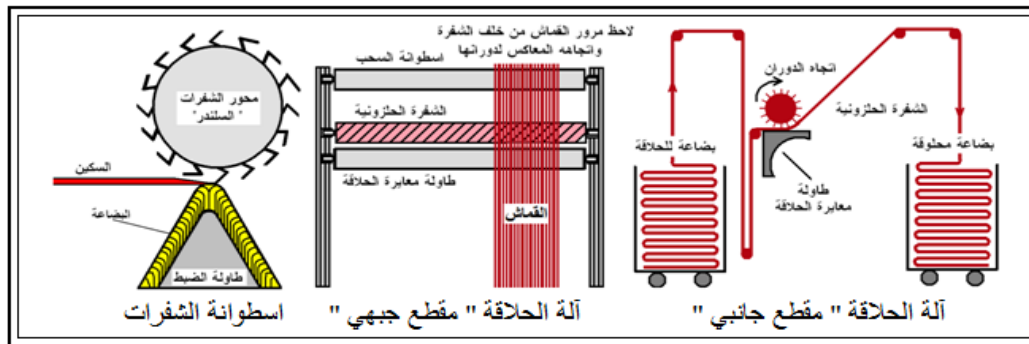
٢-٢- **التلييد**: وتتم بتشريب الصوف ببعض المواد التفاعلية المنظفة ومن ثم المعالجة الميكانيكية لإعطائه الملمس الناعم بتقلص طوله وعرضه ما يرفع من جودته ورونقه.

٢-٣- **التويير "التنفيش"**: تتم عملية التويير بسحب شعيرات البضائع المراد نفشها عبر أسطوانات من الدبابيس تتناوب مع أسطوانات أخرى بدبابيس وتدور باتجاه معاكس بحيث يمكننا تأمين عمليتين متواليين: نفش فتسريح، وتفيدنا هذه العملية كثيراً في دعم قدرة الصوف على الاحتفاظ بالحرارة والملمس الناعم، ونرى في الشكل (١٧١) مخططاً مبسطاً للمناقش.



الشكل (١٧١): مخطط مبسط للمناقش

٢-٤- **الحلاقة**: تجري هذه العملية بإمرار القماش المحبوك بين شفرة دوارة على شكل لولب أرخميدس ومثبتة على حاملين وسكين مثبتة باتجاه معاكس وأسطوانة تسحب القماش من الشفرة كما يبين الشكل (١٧٢)، وتمنح عملية الحلاقة للقماش ملمسه المخملي ورونقه الجذاب.



الشكل (١٧٢): آلة الحلاقة

٣- **التثبيت الحراري للألياف الصناعية والتركيبية**: يتم إنتاج الألياف الصناعية والتركيبية عالمياً بكميات ضخمة جداً، ويستلزم التعامل معها مجموعة من عمليات التحضير والتي من أهمها عملية التثبيت الحراري، والتي تتم برفع درجة حرارة البضاعة لرفع معدلات لدونة الألياف ما يساعدنا على تثبيتها وبالتالي المحافظة على الطول والعرض المرقومان بشروط حرارة التثبيت، وتتعرض هذه الألياف عموماً لمعالجتين حراريتين: الأولى بعد عمليات الغسيل أو التحضير الأولى وقبل الصباغة، والثانية بعد إنهاء الحمام الصباغي والبدء بعمليات التجهيز النهائي.

وتتم عملية التثبيت الحراري عموماً بتقنيتين اثنتين: الأولى بالتبخير عند درجات حرارة وضغط ملائمين، وثانيهما على الحرارة الجافة في الرام، ومن المهم أن نلاحظ هنا أن درجة الحرارة تتناسب عكساً مع الزمن أي أنه كلما رفعنا درجة الحرارة أكثر لزمناً أقصر، بشرط عدم تجاوزنا لدرجة حرارة حدية لكل نوع من أنواع الألياف.

البحث السادس

المطريات

١- المقدمة: تقوم فعالية المطريات على مركبات طويلة السلسلة، وبالتالي تتمتع بفعالية تزليق عالية وملمس شحمي، وقد ترتبط هذه السلاسل برؤوس كاتيونية أو أنيونية أو لا أيونية، أو مذذبة، وبالتالي يمكننا تصنيفها وفق الجدول (١٧٠) بحسب إمكانية استخدامها عملياً إلى:

الجدول (١٧٠)

المواد الدسمة التفاعلية سطحياً		
شحنة الرأس	المجموعة	التوظيف
كاتيونية	مركبات الأمونيوم الرابعة، بوليميرات سيليكونية، مجموعة البولي أوريتان (بخواص امتطاط)	مطريات تجهيز نهائي
أنيونية	مجموعة كبيرة مثل استرات الحموض العضوية الدسمة	مضادات تكسير
لا أيونية	مجموعة الايتوكسيلات، مركبات البولي إيثيلين	مطريات أو مضادات تكسير

٢- أنواع المطريات:

١-٢- المطريات الكاتيونية: ومن أهمها على الصعيد التجاري والصناعي، مجموعات مركبات الأمونيوم الرابعة، والبوليميرات السيليكونية، والبولي أوريتان.

٢-١-١-٢- مجموعة مركبات الأمونيوم الرابعة: تحوي على مجموعة وظيفية أو أكثر، تتأين في المحاليل المائية لتعطي كاتيون موجب الشحنة وفعال سطحياً، ويطلق اسم الأمينات على المركبات المشتقة من النشادر باستبدال ذرة هيدروجين أو أكثر بسلسلة هيدروكربونية، وبذلك تكون أولية، ثانوية، ثالثية، رابعة.

وفي حين أن الميثيل أمين غاز كما يبين الجدول (١٧١)، فإن ما يليه سائلاً حتى نصل مع الأفراد العليا للحالة الصلبة مع ازدياد للكثافة وارتفاع لدرجات الغليان، وفي حين أن المركبات الأمينية حتى طول ٨-١٠ ذوابة بالماء، فإن الأفراد الأعلى لا تذوب إلا باتحادها مع الماء والحموض لتشكل أملاحاً ذوابة مثل كلور ألكيل الأمونيوم:

الجدول (١٧١)

مركبات الأمونيوم الرابعة					
نشادر	الميثيل أمين	أمين أولي	أمين ثانوي	أمين ثالثي	مركبات الأمونيوم الرابعة
NH ₃	CH ₃ NH ₂	R-NH ₂	R ₂ -NH	R ₃ -N	R ₄ N-Cl: R > 8
	غاز	R ₂ -8-NH ₂	R ₂ -8-NH	R ₂ -8-N	(R-NH ₃)Cl or RNH ₂ .HCl
	ذوابة بالماء	ذوابة بالماء		غير ذوابة إلا بتساندها مع HCl	

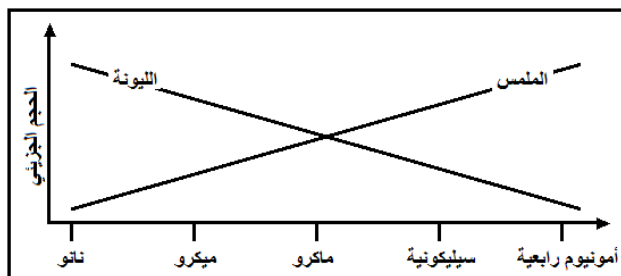
وكلما زاد طول وتشعب السلسلة ازدادت صعوبة انحلالها بالماء، ما يعني فعالية تطرية وملمس أجود، وثبات أعلى تجاه الحرارة الجافة على الرام والغسيل مع ازدياد كراهيتها للماء.

وتتوزع مركبات الأمونيوم الرابعة فيما بين مرتبطة بالسلسلة مباشرة وغير مرتبطة كما يبين الجدول (١٧٢)، وتستخدم الأمينات الأولية والثانوية والثالثية ذوات السلاسل المرتبطة مباشرة في الصناعة النسيجية كمقويات أو مخمدات للشحنات الكهربائية الساكنة في الألياف التركيبية وكعوامل استحلاب، في حين تستخدم ذوات السلاسل المرتبطة بشكل غير مباشر كعوامل تقوية وتجهيز للغزول السيلوزية والتركيبية وعوامل استحلاب:

الجدول (١٧٢)

مركبات الأمونيوم الرابعة			
	$\left[\begin{array}{c} \text{C}_{16}\text{H}_{31} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{N}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]^+ \text{Br}^-$	$\left[\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{N}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} \right]^+ \text{Br}^-$	$\left[\begin{array}{c} \text{a} \\ \\ \text{R}-\text{N}-\text{b} \\ \\ \text{c} \end{array} \right]^+ \text{X}^-$
كلوريد ميثيل البيريدينوم	هكسا ديسيل، ثلاثي ميثيل، بروم الأمونيوم	بروم الأمونيوم	R: سلسلة هيدروكربونية a, b, c: ميثيل أو إيثيل أو بنزيل X: كلور أو بروم، ميثو سلفيت أو ايتو سلفيت

وهكذا وبحسب الحجم الجزيئي وبالتالي قدرة جزيء المطري على التغلغل في الألياف يمكننا تصور العلاقة بين الحجم الجزيئي وفعالية الملمس والليونة على الشكل (١٧٤):



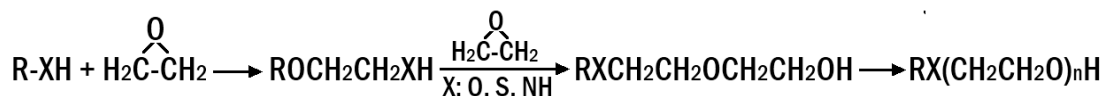
الشكل (١٧٤): التناسب العكسي بين فعاليتي الملمس والليونة

٢-٢- المظريات الأنيونية (مضادات التكسير): تستخدم المظريات الأنيونية في بناء الحمامات الصباغية لشحنتها السالبة، فتلعب دور العامل المطري والمزلق في آنٍ معاً، ما يمنع أو يحد من تكسير البضاعة أو تجدها، وبالتالي تمنع ظهور علامات صباغ غامقة اللون، وتقوم آلية عملها على امتصاصها لتشكيل طبقة أو فيلم على سطح البضاعة يساعد على تسهيل عملية الانزلاق ومنع تراكم البضاعة فوق بعضها بعضاً لفترة طويلة، إذ يرتبط التكسير بوزن البضاعة الجاثية فوق بعضها من جهة، وبزمن البقاء من جهة أخرى، كما تمنح القماش طراوةً تستدعي مقاومة أعلى لزاوية الإجهاد الحدية اللازمة لحدوث التكسير.

٢-٣- المظريات اللاأيونية: يمكننا استخدام هذه المجموعة كعوامل مطرية أو كمضادات تكسير على السواء لإمكانية مزجها مع العوامل الكاتيونية والأنيونية لعدم احتوائها وظيفة مشحونة سلباً أو إيجاباً. ويمكننا تحضير هذه المركبات من تفاعلات أكسيد الايتيلين أو أكسيد البروبيلين، يتبعها تكاثف أكسيد الايتيلين مع الحموض الدسمة، الأغوال، الألكيل فينول، الأمينات الدسمة ... ومن ثم تفاعل تكاثف للوصول لمركبات البولي أوكسي ايتيلين مع الايتير أو الاستر والأמיד كما يبين الجدول (١٧٣):

الجدول (١٧٣): نماذج لبعض المركبات الفعالة سطحياً اللاأيونية

المظري اللاأيوني	البنية الكيميائية
ايتوكسيلات الأغوال الدسمة	$R-O-(CH_2-CH_2-O)_nH$
ايتوكسيلات النونيل فينول	$C_9H_{19}-\text{C}_6\text{H}_4-(OCH_2-CH_2)_nOH$
ايتوكسيلات تيو الايتير	$CH_3-S-CH_2-CH_2-(CH_2-CH_2-O)_nH$
ايتوكسيلات الحموض الدسمة	$R-COO-(CH_2-CH_2-O)_nH$
ايتوكسيلات الأميدات الدسمة	$R-CO-NH-(CH_2-CH_2-O)_nH$



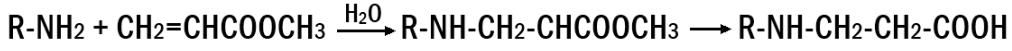
ترتبط معدلات انحلال الايتوكسيلات بالماء بعدد الجسور الايتيرية في الجزيئة أو السلسلة، إذ يكافئ كل ٢٠-٣٠ جزيئة ماء ذرة أكسجين واحدة، أو سيترسب المركب الايتوكسيلي.

٢-٤- المظريات المذبذبة: تحوي هذه المواد ضمن تركيبها وظيفتين: إحداها حمضية كزمرة السلفون أو الكربوكسيل $-COOH$ أو $-SO_3H$ ، وثانيها زمرة أساسية كزمرة الأمين $-NH_2$ ، وترتبط شحنة المركبات التفاعلية سطحياً المذبذبة بدرجة حموضة الوسط كأن تكون كاتيونية أو أنيونية أو لا أيونية كما في الجدول (١٧٤):

الجدول (١٧٤): بعض المركبات الفعالة سطحياً المذبذبة

البنية	الشحنة		الوسط	
$R-NH-CH_2-CH_2-COO^- Na^+$	Cationic	موجب	Acidic	حمضي
$R-\overset{+}{N}H_2-CH_2-CH_2-COO^-$	Non - ionic	لا أيوني	Isoelectric range	تعاقد كهربائي
$R=N^+ Cl^-$	Anionic	سالب	Alkaline	قلوي

ونرى في التفاعل التالي طريقة تحضير أحدها من إضافة استر فينيلي (Vinyl ester) لأمين دسم:

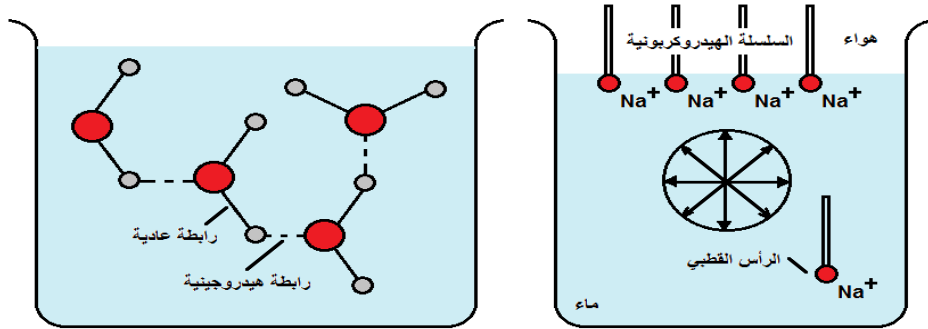


و غالباً ما تملك العوامل التفاعلية سطحياً المذبذبة خواص تزليق، منع تآكل، وفعاليات تبليل ووقاية غروية للحرير والصوف في الحمامات المائية، والاستخدام الأهم لهذه المجموعة هو اعتمادها في حمامات غلي الألياف البروتينية كالصوف والحريير للحد من تكسيرها وتأثرها بفعل الحرارة العالية.

٣- العوامل المؤثرة على فعالية المطريات:

تتأثر فعالية المطريات بمجموعة من العوامل الذاتية من حيث تركيبها وبنيتها الكيميائية، وبمجموعة أخرى تتعلق بشروط وسط تطبيقها:

٣-١- **الرأس القطبي:** فكلما كان الرأس أقل شغفاً للماء زادت معدلات امتصاص المطري من قبل البضاعة، إذ يبلغ التوتر السطحي للماء بسبب بنيته العنقودية (الشبكية أو القفصية) بحدود (٧٢) دينة / سم^٢، ويتكون جزيء الماء من ذرة أكسجين وحيدة بشفع الكهروني سالب يحقق توازناً مع ذرتي الهيدروجين الموجبتين والمتناظرتين، ما ينتج عنه ثنائي قطب عالي الفعالية يجعل بنية الماء عنقودية بسبب الروابط الهيدروجينية التي تربط كامل جزيئات الماء ببعضها بعضاً، ما يصعب من انحلال العامل المطري الطويل السلسلة، ويمكننا بإضافة عوامل مبللة فعالة سطحياً خفض التوتر السطحي بسبب تحلل العامل الفعال سطحياً لسلسلة كارهة للماء تتجه لسطح السائل، ولزمرة فعالة محبة للماء ينغمس رأسها الكاتيوني كما يبين الشكل (١٧٥)، لذا فإن الصابون يغير بنية الماء مخففاً من طاقته الحرة، أما مع المطريات حيث يتجاوز طول السلسلة (٢٢) ذرة كربون فأكثر فلا يمكن للزمرة الكربوكسيلية أن تحمل هذا الطول من السلسلة ما يمنع من انحلال هذا المركب، وبالتالي يتجه نحو البضاعة لامتصاصه.



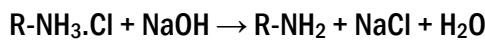
الشكل (١٧٥): توجه جزيئات الصابون وخفضها للتوتر السطحي والبنية العنقودية للماء

٣-٢- **طول السلسلة العضوية الهيدروفيلية:** فكلما زاد طول السلسلة زادت كراهيتها للماء، ما يعزز من اندفاعها نحو البضاعة، وبالتالي تصبح أكثر فعالية بسبب ارتفاع معدلات استنزافها.

٣-٣- **تفرع السلسلة العضوية الهيدروفيلية:** يزيد تفرع السلسلة من مساحة التصاقها بالبضاعة أكثر وأكثر، وبخاصة عندما تكون مستوية قدر الإمكان، ما يرفع من ثباتية المطري بشكل عام، وبالتالي معدلات الاستنزاف.

٣-٤- العوامل غير الذاتية المؤثرة على فعالية المطريات:

٣-٤-١- **حموضة حمام التطبيق:** تتأثر تطرية القماش بحموضة الوسط بشكل نوعي، إذ يخرب الوسط القلوي المطريات الكاتيونية، في حين لا تتأثر بشحنة الوسط المطريات الأنيونية أو اللاأيونية والمذبذبة، فتتخرب مركبات الأمونيوم الرباعية بتأثير القلويات لينفصل الأمين وفق التفاعل:



وعلينا ألا ننسى في هذا المقام أن معظم مياه الشرب المنزلية ومياه الآبار قلوية الوسط عملياً، ما يستوجب عند تطبيق حمام تطرية منزلي إضافة بعض الحمض لمياه دورة التطرية (كحمض الليمون مثلاً)، والذي يلعب الدورين: عامل التحلية وعامل التحييض.

٢-٤-٢- درجة الحرارة: يستحسن تطبيق العامل المطري من حمام دافئ ليمنح للمطري ما يلزمه من الطاقة الحركية التي تساعده على الاقتراب والتقلب للوضعية المثلى التي يتم عندها الامتصاص الأعظمي سواءً أكان الامتصاص سطحياً كما هي حال معظم المطريات، أو بتغلغله كما هي حال مجموعة المطريات السيليكونية.

ويؤدي ارتفاع درجة الحرارة عن المطلوب لتراجع الامتصاص بسبب امتلاك جزيئات العامل المطري من الطاقة ما يكفيها للاقتلاع وتراجع معدلات الاستقرار والثبات على سطح البضاعة، لذا تبيّن الشركات المنتجة عادةً، وبحسب طول جزيئات العامل المطري مجال درجات الحرارة الأمثل للتطبيق.

٣-٤-٣- الزمن: يلعب الزمن دوره المهم في إتاحة الفرصة لتحقيق التوازن في تركيز العامل المطري بين ماء الحوض والبضاعة، وغالباً ما تنصح الشركات بزمن لا يقل عن العشرين دقيقة.

٣-٤-٤- قساوة الماء: تتأثر المطريات الكاتيونية والأنيونية على السواء بقساوة الماء لقلوية أملاح القساوة، إذ يسبب استخدام المطريات الأنيونية المستخدمة كمضادات تكسير في بناء حمامات الصباغية لتشكل أملاح كلسية، ما يترتب عليه جملة من المظاهر، والتي نذكر منها:

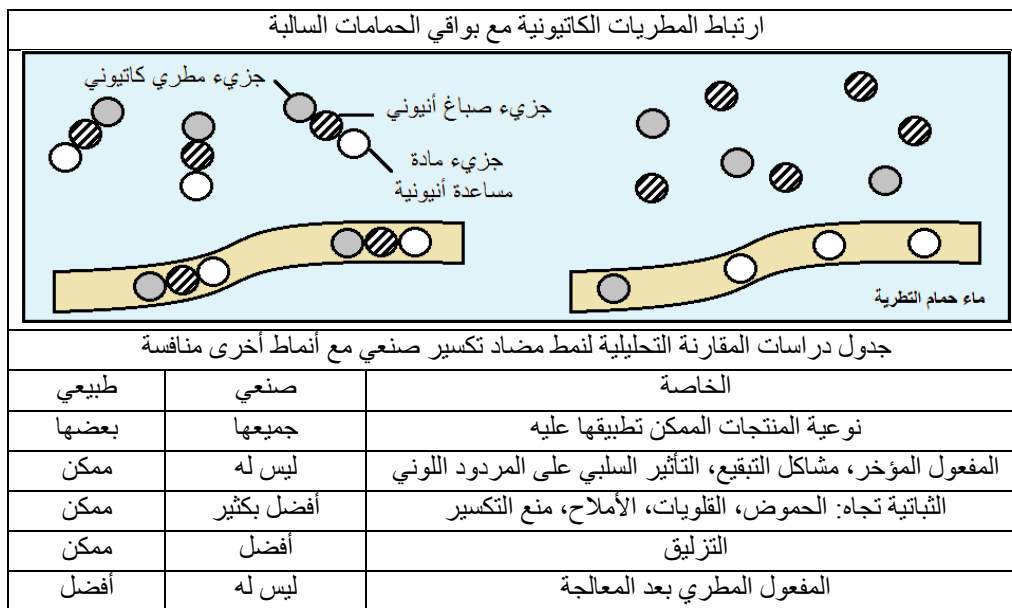
١- تشكل الزبد بسبب تشكل الرغوة، وبالتالي ظهور طبقة ضارة على سطح البضاعة.

٢- تشكل ترسبات للأملاح الكلسية لهذه المطريات، وبالتالي ظهور علامات تبقيع في حال عدم الغسل الجيد بعد الصباغة.

٣- إعاقة بعثرة السائل، وتعكر سائل الحمام.

٤- حدوث بعض تفاعلات التعفن والأكسدة التي تسبب انحراف اللون.

٣-٤-٥- مخلفات الحمامات السابقة: تتأثر عملية التطرية ككل بمحتوى البضاعة من مخلفات الحمامات السابقة كما يبيّن الشكل (١٧٦)، وبخاصة في حال تضاد شحنة المطري مع البواقي التي تحملها البضاعة، فكثيراً ما تحمل البضاعة آثار عوامل الإنهاء الأنيونية، والتي تتفاعل مع المطريات الكاتيونية لتمنعها من أداء وظيفتها بارتباطها معها:



الشكل (١٧٦)

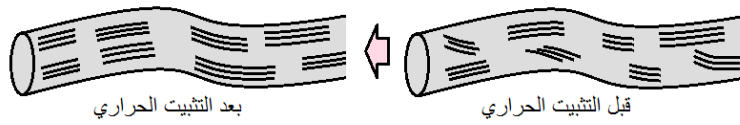
٣-٤-٦- تقنية تطبيق حمام التطرية: يتم تطبيق حمام التطرية بعدة أنماط من آلات الصباغة أو تقنيات التجهيز النهائي، وتتباين نتائج عملية التطرية وبذات التركيز من تقنية لأخرى، فآلة الجت أو آلات صباغة الغزل مثلاً تعزز اختراق سائل حمام التطرية لعمق الألياف، في حين تتوضع توضعاً سطحياً في الأوفرفلو أو الونش، والعادة أن تتم التطرية على فولارد الرام للبضائع التي يمكننا أن نجهزها التجهيز النهائي عليه، إذ أن أنواعاً لا يمكننا تمريرها على الفولارد مثل المخامل والمناشف التي يتوجب أن تبقى خملتها منتصبه، أو البضائع التي نرغب بتكشيشها كون الفولارد يتسبب بشدها طويلاً ما يحول دون كششها.

٣-٤-٧- محتوى حمام التطرية من المواد الأخرى: كثيراً ما يرافق عوامل التطرية مواد تجهيز أخرى لبعض الأغراض، كإضافة العوامل المبللة عند التجهيز النهائي للمناشف وما شاكلها، ما يؤدي لتنافس بين العاملين في نسب التوازن بين محتوى البضاعة من كل منهما وبين ماء حمام التجهيز النهائي.

٣-٤-٨- محتوى البضاعة من الرطوبة: من الطبيعي أن نجد مردوداً أعلى لحمام التطرية عند تجفيف القماش مسبقاً، فالقماش الجاف يمتص سائل الحمام بمعدلات أعلى منها بكثير من حاله إن كان مشبعاً بالماء.

٣-٤-٩- تقنية التثبيت الحراري النهائية: يتأثر محتوى البضاعة من العوامل المطرية بدرجة الحرارة وزمن المعالجة الحرارية النهائية للبضاعة بشروط الحرارة الجافة على الرام، فقد يؤدي ارتفاع درجات الحرارة عن حدود معينة ولزمن معين لتسعد قسم من التطرية مؤدياً لتراجع محتوى البضاعة منها، ومن الضروري الإشارة هنا لازدياد درجات حرارة انصهار أو تبخر اليرافينات تزداد مع ازدياد طول وتشعب سلسلتها.

٣-٤-١٠- حال الألياف: إذ تلعب عملية التثبيت الحراري للألياف التركيبية كما في الشكل (١٧٧) دوراً كبيراً من قدرة العامل المطري على التغلغل فيها كما هو حال الصباغ تماماً، بسبب تنامي نسبة المناطق البلورية بعملية التثبيت على حساب المناطق اللابلورية القادرة على الامتصاص.



الشكل (١٧٧)

٤- إزالة العوامل المطرية: يمكننا إزالة العوامل المطرية بعدة طرائق بحسب تركيبها الكيميائي:

٤-١- مركبات الأمونيوم الربعية: يمكننا تخريبها بغلي البضاعة بوسط قلوي لتتحول لمركبات أمينية أكثر انحلالاً بالماء، وتكمن المشكلة في اختلاف ألفة العامل المطري أو منتجات تخربه للصبغ عن البضاعة، لذا فإن لم تكن عمليات التطرية أو نزعها متجانستين ستظهر معالم عدم تجانس وتسوية عملية الصباغة فيما لو أردنا من بعدها إعادة عملية الصباغة.

وتنصح شركة SETAŞ KIMIA لإزالة مطري SETAFEN AC-LS من منتجات تكاثف الايتوكسيولات الأمينية بحمام عند درجة حرارة ٦٠ م وبوجود ٥ غ/ل حمض النمل لمدة ٣٠ دقيقة ليصار إلى استخلاصه من البضاعة دون تخربه خوفاً من منتجات التخرب فيما لو صارت المعالجة بوسط قلوي.

٤-٢- المطريات السيليكونية: نظراً لتغلغل المطريات السيليكونية ما بين المسافات البينية لسلاسل الألياف التركيبية كالبوليستر مثلاً أنه من الصعب التأكد من نزعها بالكامل بأي تقنية كانت.

٤-٣- المطريات الأنيونية واللائيونية: من السهل جداً التخلص من القسم الأكبر منها من خلال عملية غلي بالماء، ومن ميزات العمل مع مثل هذه المطريات إمكانية إعادة عملية الصباغة دون الحاجة للتخلص منها، إلا في حال احتواء البضاعة على البولي أكريلو نتريل، والذي لا تتم تطريته أساساً إلا بالمطريات الكاتيونية التي تحمل شحنة الصباغ القاعدي المستخدم في صباغة الاكريليك.

٥- ملاحظات عامة حول المطريات:

٥-١- الاصفرار: بسبب تعرض المطريات الكاتيونية من نمط مركبات الأمونيوم الربعية للتحلل الحراري لاصفرارها، ما يستوجب التعامل معها لأقل فترة زمنية وعند أدنى درجات الحرارة ممكنتين، ما ينعكس سلباً على تثبيت أبعاد البضاعة حرارياً.

٥-٢- الميتاميريزم: يؤدي تشكل فيلم شفاف من المطري على سطح البضاعة لتشكل طبقة ذات قريني انكسار تؤدي لانحراف اللون نوعاً ما (ميتاميريزم) مسببة اختلافاً في قيمة ΔE بين البضائع قبل وبعد عمليات التجهيز النهائية، وتختلف معدلات الانحراف بتغير نوع المطري وكميته وشروط التثبيت الحراري النهائية.

٥-٣- الثباتية الضوئية: يؤدي تشكل طبقة الفيلم المشار إليها آنفاً لتراجع الثباتية الضوئية، لأننا سنتعامل هنا مع مفهوم مرور الضوء من خلال الزجاج وليس للضوء المباشر كما عرضنا في بحث السبكتروفوتومتر.

٥-٤- الثباتية على الغسيل والبلل: بما أن للمطريات السيليكونية (الماكرو والميكرو والنانو) القدرة على التغلغل بين السلاسل البوليميرية للألياف التركيبية وبالتالي تزليق هذه السلاسل على بعضها بعضاً لإكسابها الليونة المطلوبة، فإنها تُسهّل إمكانية تحريك جزيئات الصباغ الحبيسة بين هذه السلاسل، وبالتالي تمكينها من النزوح باتجاه الطور المائي ما يسبب تراجع الثباتية على الغسيل أو البلل بتجاوزنا لشروط تثبيت وتجهيز نهائي معينة، وبخاصة إذا ما تذكرنا الهجرة الحرارية التي تتعرض لها جزيئات الصباغ بفعل تعرض البضاعة لدرجات حرارة عالية لزمن كافٍ.

وقد تكون المطريات الموجبة الشحنة سبباً لتراجع الثباتية على الغسيل والاحتكاك بسبب عدم التخلص التام من بواقي الأصبغة السالبة الشحنة قبل تطبيق حمام التطرية، إذ ترتبط هذه البواقي مع التطرية لتشكل طبقة طينية ملونة يصعب التخلص منها بحمامات الغسيل اللاحقة.

مؤخرات الاحتراق

١- المبادئ النظرية لمؤخرات الاحتراق:

يقوم مبدأ ممانعة أو تأخير الحريق على مبادئ رئيسة ثلاثة:

١-١- التحكم بانتقال الحرارة على السطح:

• ضبط الإشعاع بواسطة جزيئات الدخان.

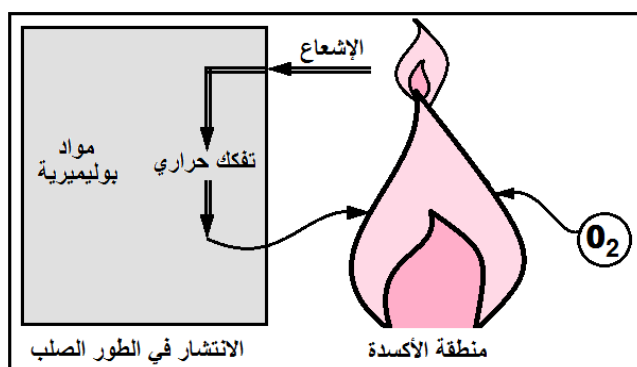
• ضبط سرعة التفكك المسببة للاحتراق.

• رفع معدلات الامتصاص الحراري بخفض درجات حرارة الانصهار.

١-٢- ضبط تفكك المواد أثناء تولدها: وذلك بخفض كمية الغاز القابل للاشتعال وتعزيز تفاعلات التفحيم.

١-٣- ضبط تفاعلات الطور الغازي: بتوليد غاز غير قابل للاشتعال، وإيقاف تشكل الجذور الحرة كما يبين الشكل

(١٧٨):

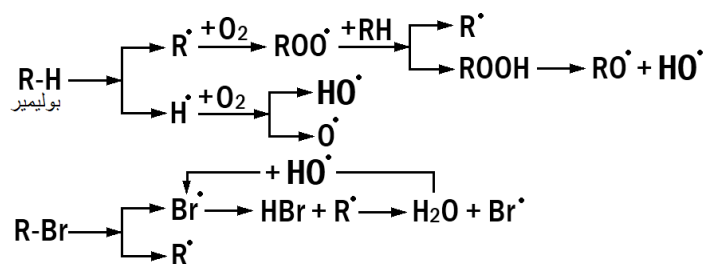


الشكل (١٧٨): تشرح لهب النار وآلية احتراق المواد الصلبة الحروقة

٢- آلية عمل مؤخرات اللهب الهالوجينية:

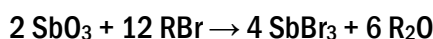
أ- توليد الجذور واصطيادها.

ب- توليد جذور الهيدروكسيل التفاعلية أثناء الاحتراق لإيقاف سلسلة التفاعلات على الشكل:

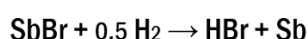
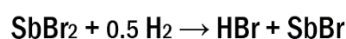
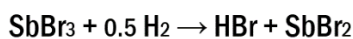


٣- آلية عمل مؤخرات الاحتراق بالتأثير المزدوج للهالوجين مع الانتمون:

لا يملك الانتمون كعنصر أي فعالية كمؤخر للحريق، ولكنه يعطي بتفاعله مع الهالوجينات بروم الانتمون SbBr_3 الذي يمتص حرارة الطور الغازي:



ثم بإضافة غاز بروم الهيدروجين HBr غير القابل للاشتعال تتوقف عملية توليد الجذور الحرة وفق التفاعلات:



٤- آلية عمل مؤخرات الاحتراق الفوسفورية:

- تتفكك أكاسيد الفوسفور حرارياً لتولد رطوبةً تمتصها المركبات المتفككة لتعزز بالنهاية عمليات التحميم.
- يشكل اللهب مع الأكسجين ما يشبه الكأس الذي يولد مواد التحميم.
- تجري معظم هذه التفاعلات في الطور الصلب.

التأثير المزدوج للفوسفور مع الآزوت: تعزز مركبات الآزوت (N_2 gas) تفاعلات تشكل الكريبيد وحمض الفوسفور $(P_nO_{3n+1})^{(n+1)}$.

٥- آلية تطور النار " ظاهرة ويك رايز Wick rise ":

تتحول وتنصهر الجزيئات غير القابلة للاحتراق والمتخلفة على سطح البولييمير لشمع ما يجعلها قابلة للاحتراق بحسب ظاهرة ويك رايز:

١. بولييمير فلوروكربوني.

٢. بولييميرات سيلكونية.

٣. مواد لا عضوية.

٤. مؤخرات احتراق بروميدية الأساس.

إذ تصاب خاصية منع النار لهذه المواد بخلاف في حال بقائها على سطح الشعيرات.

٦- أنواع مؤخرات النار بحسب مجالات التطبيق:

الجدول (١٧٥)

أنواع مؤخرات النار بحسب التطبيق		
نوعية مؤخر الاحتراق	مجالات الاستخدام	مجال التطبيق
مركبات بروميدية	قماش FR goods	النسيج
Bromine compounds	قطع FR articles	Textile
مركبات فوسفورية	السيارات	وسائط النقل Automobiles
Phosphorus compounds	Automobiles	
مركبات بروميدية	عربات القطار	
Bromine compounds	Railway vehicles	
فينيل كلوريت + مزائج انتموانية	الطائرات	
Vinyl chlorite & Antimony blends	Aircraft	
مركبات بروميدية	أدوات	قطع كهربائية والكترونية Electron
Bromine compounds	Appliances	
انتموان	آلات	
Antimony	OA machines	
هيدروكسيد الألمنيوم أو المغنيزيوم، الفوسفور الأحمر	كابلات كهربائية	
Al. Or Mg. Hydroxide, Red phosphorus	Electric cable	
مركبات آزوتية، فينيل كلوريد	ورق الجدران	البناء
Vinyl chlorite & Nitrogen compounds	Wallpaper	Construction

الجدول (١٧٦)

العوامل غير الدائمة لمؤخرات احتراق البولي استر ومزاجه " غير الهالوجينية "		
المستوى النظامي " P-3 "	غير قابل للاصفرار " P-205 "	المقاوم للماء " P-207S "
مؤخرات الاحتراق المطبقة بطريقة الطلي والتحميص		
بسكين الفولارد " FRC-105 "	بطريقة الرغوة " FR-3B "	الخالية من الهالوجينات " HF-36D "
العوامل الهالوجينية المؤخرة للاحتراق		
التطبيق على الباد " بدون حمام تصبين " TS-3 "	التطبيق بطريقة الاستنزاف والخالية من الفوسفور " TS-92 "	
العوامل المؤخرة للاحتراق غير الهالوجينية		
التطبيق بطريقة الاستنزاف " HFT-3 "	التطبيق بطريقة الاستنزاف الخاصة بالسيارات " HFT-7 "	

٧- شروط تجربة الغسيل:

- الغسالة المنزلية (L-5) مع ٣٠ غ/ل منظف منزلي " وزن العينة : ٤٠٠ غرام ":

غسيل لمدة ٧٥ دقيقة عند ٦٠ م ← شطف لمدة ١٥ دقيقة ← عصير لمدة ٣ دقيقة

← شطف لمدة ١٥ دقيقة ← عصير لمدة ١٥ دقيقة ← تجفيف بالتعليق

- التنظيف الجاف (D-5) " وزن العينة ٣٠٠ غرام " :

غسيل لمدة ٧٥ دقيقة مع ٣,٧٨ لتر بركلان و ٧٩ غرام صابون ← تفريغ ← شطف لمدة ١٥ دقيقة مع ٣,٧٨ لتر بركلان ← تفريغ ← شطف لمدة ١٥ دقيقة مع ٣,٧٨ لتر بركلان ← تفريغ ← تجفيف بالتعليق.

٨- اختبار كيفية الاحتراق:

الجدول (١٧٧): اختبارات كيفية الاحتراق

اختبار كيفية الاحتراق	
طريقة الاختبار	نوع البضاعة
موقد ميكرو أو الموقد العمودي بزاوية ميل ٤٥ درجة	الستائر الرقيقة
موقد ميكل أو الموقد العمودي بزاوية ميل ٤٥ درجة	الستائر السمكية
طريقة FMVSS-302 بالتوجيه الأفقي	أغطية السيارات
موقد / هواء بزاوية ميل ٤٥ درجة	السجاد، القماش المتين للمفروشات
موقد غريفيس Grevis	أغطية المفروشات
موقد الميثان العمودي	الملابس
موقد ميكل أو الطريقة العمودية بزاوية ميل ٤٥ درجة	الخشب
الموقد العمودي UL-94	القطع البلاستيكية
الموقد العمودي UL-94 الخاص بالقطع الناعمة	قطع بلاستيكية ناعمة أو دقيقة

٩- بعض النظم العالمية المعتمدة لتقييم مؤخرات الاحتراق:

يبين لنا الجدول (١٧٨) بعض نظم الاختبارات المعتمدة عالمياً:

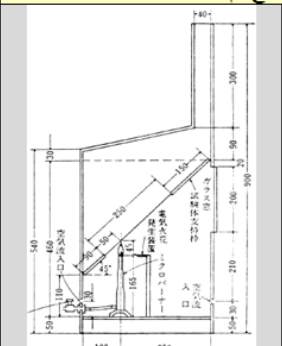
الجدول (١٧٨)

بعض نظم الاختبارات المعمول بها عالمياً لتقييم مؤخرات الاحتراق		
For Decorative fabrics & Curtains	BS 5438: 1989 DIN 54336: 1989 NF P 92 503: 1985 NFBA 701 EUROPE M1, M2, M3	لمنتجات الزخرفة (الديكور) والستائر
For Protective work wear	DIN 54336: 1989 BS 5438: 1989 EN 532: 1995 ISO 6941: 1995	لألبسة الوقاية (بزات العمل)
For Upholstery fabrics	BS 5852: 1979/82	لمنتجات التنجيد
For Aero planes	FAR 25853 CLASS A,B: 1972	للطائرات
For children: night wears	DOC FF 3-71: 1972	لألبسة نوم الأطفال
For Bedding mattress	BS 6807: 1996 BS 7177 597 Part 2B	لحشوة فراش الأسرة
For Automobiles	MVSS 302: 1972	للسيارات

١٠- أجهزة الاختبار الخاصة بتقييم فعالية مؤخرات الاحتراق: تبين لنا مجموعة الجداول والأشكال التالية

طرائق الاختبار الخاصة بفعالية مؤخرات الاحتراق بحسب الغاية المعمولة لها:

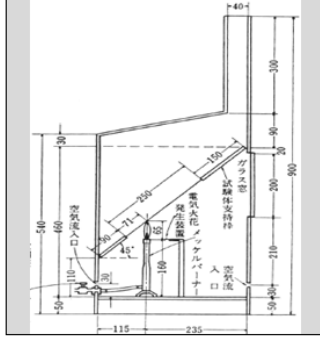
طريقة اختبار حراق ميكرو (Micro 45°)
ممتاز للستائر والبضائع الخفيفة > 450 غ/م²



شروط الغسيل:
خمس مرات بالماء فقط.
خمس مرات تنظيف جاف.
تُطبق طريقة الغمر عند 50° / 30 دقيقة للبضائع التي سيصار لاستخدامها بالهواء الطلق.

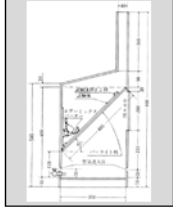
طريقة الاختبار:
زمن الحرق: دقيقة واحدة، ثلاث ثواني بعد لهب الاشتعال.
نظام التقييم لعدم الاحتراق:
زمن اللهب > ثلاث ثواني.
زمن الاحمرار > ثلاث ثواني.
منطقة الاحتراق > 30 سم².

طريقة حراق ميكر (Mecker 45°)
ممتاز للستائر الثقيلة : 450 غ/م²



شروط الغسيل :
خمس مرات بالماء فقط.
خمس مرات تنظيف جاف.
تُطبق طريقة الغمر عند 50 / ° 30 دقيقة للبطائح التي سيصار لاستخدامها بالهواء الطلق.
طريقة الاختبار :
زمن الحرق : دقيقتان ، ستة ثواني بعد الاحمرار.
نظام التقييم لعدم الاحتراق :
زمن اللهب > خمس ثواني.
زمن الاحمرار > عشرون ثانية.
منطقة التفحم > 40 سم².

طريقة حراق الهواء الممزوج (45°)
للسجاد وما شابهه



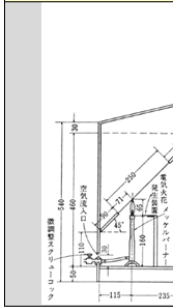
شروط التجربة :
زمن التسخين : 30 ثانية.
نظام التقييم لمقاومة الاحتراق :
زمن اللهب اللاحق > عشرون ثانية.
منطقة التفحم > 10 سم²

طريقة حراق الهواء الممزوج (45°)
لأغراض التنجيد



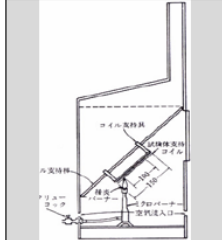
شروط الغسيل :
30 دقيقة / 50 م°
شروط التجربة :
زمن التسخين : 30 ثانية.
منطقة التفحم > 70 ملم كحد أعلى.
المعدل > 50

طريقة حراق ميكر بزواوية 45 درجة
للأخشاب



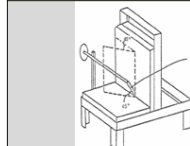
شروط التجربة :
زمن التسخين : دقيقتان.
مستوى عدم الاحتراق :
بعد الاشتعال > عشر ثواني.
الاحمرار > ثلاثون ثانية.
منطقة التفحم > 50 سم²

طريقة الأنابيب المنثقة (45°)
للبيضات القابلة للانصهار مثل الستائر المصنوعة من خيوط صناعية



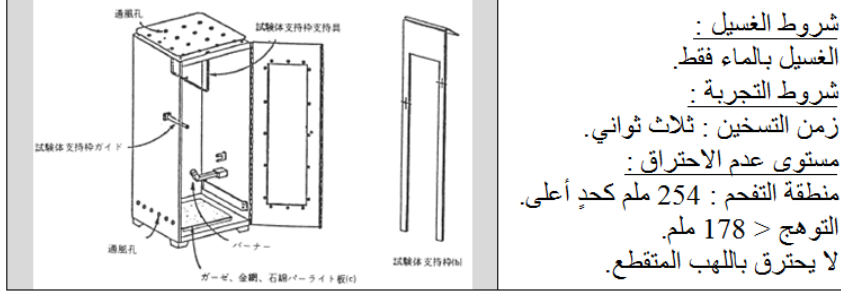
شروط الغسيل :
خمس مرات بالماء فقط.
خمس مرات تنظيف جاف.
تُطبق طريقة الغمر عند 50 / ° 30 دقيقة للبيضات التي سيصار لاستخدامها بالهواء الطلق.
طريقة الاختبار :
زمن الاحمرار : ثلاث مرات على الأقل.
منطقة التفحم > 40 سم².

طريقة حراق كرفيس Crevis
لأغراض التنجيد



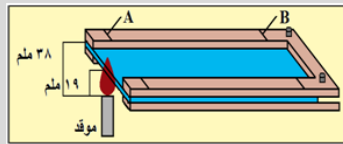
شروط التجربة :
زمن التسخين : ثلاثون ثانية.
طرق الاختبار :
الزمن بعد الاشتعال > 120 ثانية.
منطقة التفحم > 120 ثانية.

طريقة الحراق العمودي للملبوسات



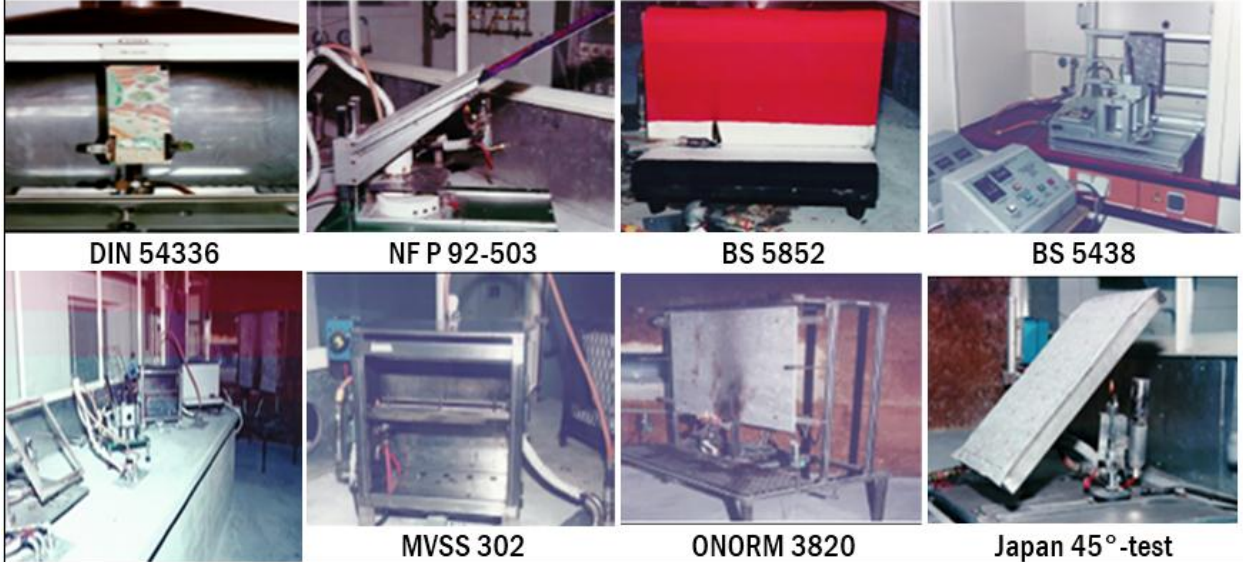
شروط الغسيل :
الغسيل بالماء فقط.
شروط التجربة :
زمن التسخين : ثلاث ثواني.
مستوى عدم الاحتراق :
منطقة التفحم : 254 ملم كحد أعلى.
التوهج > 178 ملم.
لا يحترق باللهب المتقطع.

اختبار الاحتراق الخاص بتنجيد السيارات FMVSS-302 (JIS-D-1201)

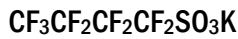


التخامد قبل الخط A ← أمان - التخامد NB
التخامد بعد 50 ملم بعد الخط A ← أمان - التخامد SE
معدل الاحتراق > 50 ملم / دقيقة ← مستوى احتراق بطيء 1st
معدل الاحتراق > 50~100 ملم / دقيقة ← مستوى احتراق بطيء 2nd
معدل الاحتراق > 100 ملم / دقيقة ← سهل الاحتراق

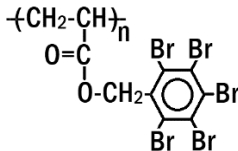
صور لبعض أجهزة اختبار مؤخرات الاحتراق



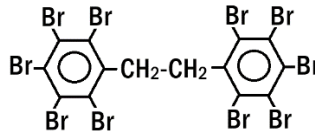
١١ - مجموعة مثبطات اللهب البرومية: للبروم حضور كبير في عالم مثبطات اللهب، فنجد من مركباته المتداولة تجارياً:



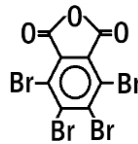
فلوروبوتان سلفونيك البوتاسيوم



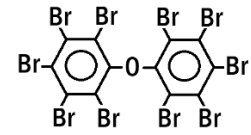
بولي برومو البنزيل خماسي الاكريلات



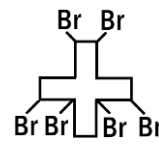
٢،١ - بيس (خماسي برومو فينيل) الايتان



بلاماء رباعي بروم الفتالميد



أكسيد البرومو فينيل العشاري



سداسي بروم حلقي الدوديكان

البحث الثامن

المواد الكارهة للماء والزيت (الوتربروف)

١- المقدمة:

للوتربروف مجالات تطبيق واستخدامات كثيرة جداً في الصناعة النسيجية وغيرها ما يصعب علينا ذكره كاملاً، مثل السيارات وأعطيتها، المظلات، ورق تغليف الصناعات الغذائية، السجاد والستائر، بعض المفروشات المنزلية، الملابس والأحذية، ألبسة العمل... كما يمكننا تطبيقها على المنسوجات وأقمشة التريكو المحاكاة من:

- القطن والبوليستر والبولي أميد والفيسكوز ومزائجهم.
- لب الخشب والصناعات الورقية.

يسهل علينا الوتربروف لكونه مانعاً لكل من الماء والزيت والأغوال (الكحولات) التخلص من بقع الزيوت والعصائر والمشروبات بأنواعها ودون منع النسيج من التنفس كما يظهر في الشكل (١٧٩):



الشكل (١٧٩)

ومن الضروري أن ننوه هنا لضرورة عدم تأثيره سلباً على خاصية التنفس، لذا فقد تم تصميم جهاز اختبار خاص لتحديد قدرة القماش على التنفس بعد المعالجة كما يظهر في الشكل (١٨٠):



الشكل (١٨٠): من أجهزة اختبار فعالية الوتربروف

ومن أهم الميزات الممكن الوصول إليها من المعالجة به: الملمس الناعم، رفع معدلات الجودة بالإضافة لرفع المقاومة على الغسيل والاحتكاك.

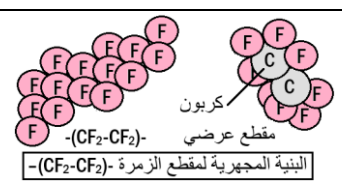
وتقوم آلية عمل الوتربروف على تشكيل طبقة خافضة للتوتر السطحي، فإذا ما استعرضنا قيم التوتر السطحي لبعض المواد لوجدنا مجموعة القيم المبينة في الشكل (١٨١):

قيم التوتر السطحي لبعض المواد				
Water 72 Mn/m	Alcohol 24 Mn/m	Oil 20 Mn/m	9	طبقة الوتربروف
Water 72 Mn/m	Alcohol 24 Mn/m	Oil 20 Mn/m	19	بولي رباعي فلور الايتيلين
Water 72 Mn/m	Alcohol 24 Mn/m	Oil 20 Mn/m	26	سيليكون
Water 72 Mn/m	Alcohol 24 Mn/m	Oil 20 Mn/m	37	بولي ايتيلين
Water 72 Mn/m	Alcohol 24 Mn/m	Oil 20 Mn/m	43	بوليستر
Water 72 Mn/m	Alcohol 24 Mn/m	Oil 20 Mn/m	46	نايلون
قطن: 200 mN/m قطن غير معالج			10 mN/m	وتربروف
قطن معالج بالوتر بروف			200 mN/m	قطن معالج بالوتر بروف

الشكل (١٨١): قيم التوتر السطحي لبعض المواد

٢- آلية عمل الوتربروف:

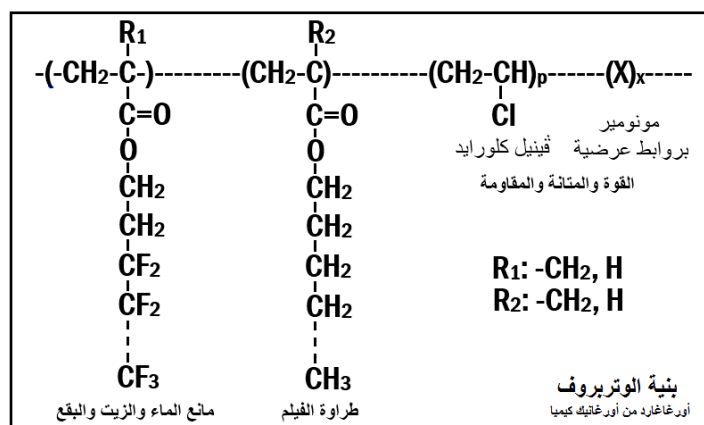
يتميز الوتربروف كما يبين الجدول والشكل (١٨٢) ببنية يغطي فيها الفلور ذرات الكربون بصورة منتظمة ما يحد من إمكانية الاستقطاب، وبالتالي تكون طاقتها الداخلية منخفضة ما يجعلها ضعيفة الألفة تجاه الكيماويات الأخرى لانخفاض توترها السطحي، وبالنتيجة نجدها طاردة للماء والزيت والأغوال.

آلية عمل الوتربروف			
	النشاط	نصف القطر الذري صغير عالية	ذرة الفلور
	الثبات	المسافة بين الذرتين صغيرة عالية عالية	الكهرسلبية المسافة بين الذرتين طاقة الرابطة القوية

الشكل (١٨٢): آلية عمل الوتربروف

٣- بنية الوتربروف:

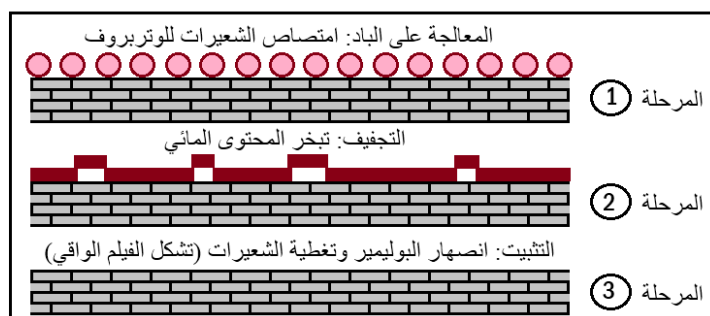
تتوزع بنية الوتربروف كسلسلة بوليميرية فيما بين جزء كاره أو مانع للماء والزيت والبقع، وجزء آخر يمنحه الطراوة والليونة، وأخيراً جزء يمنحه الثبات تجاه مختلف العوامل والإجهادات التي قد تؤثر سلباً على ديمومته، ونرى في الشكل (١٨٣) مخططاً تفصيلياً لهذه البنية:



الشكل (١٨٣): بنية أحد منتجات الوتربروف لشركة أورغانيك كيميا

٤- طريقة المعالجة بالوتربروف:

يتم تطبيق الوتربروف على الباد وفق مراحل ثلاث: امتصاص وتحديد حمولة الباد، تجفيف لتبخير الماء، ومن ثم التثبيت النهائي على الرام بانصهار البوليمير وتشكيل الطبقة المانعة للامتصاص كما نرى في الشكل (١٨٤):



الشكل (١٨٤): مراحل المعالجة بالوتربروف

٥- العوامل المؤثرة على نجاح عملية التطبيق:

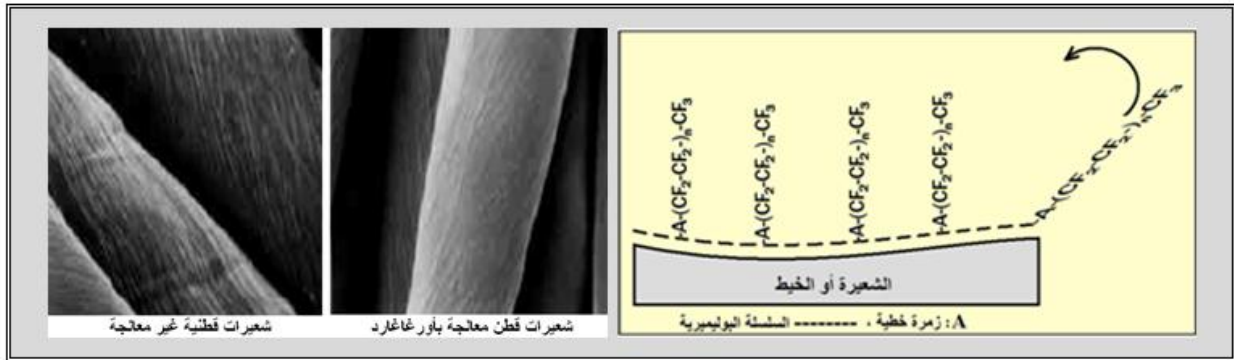
يرتبط نجاح عملية تطبيق الوتربروف بعددٍ من العوامل والتي من أهمها:
تحضير الأقمشة: إذ يتوجب علينا بادئ ذي بدء ضمان التخلص لكامل بقايا الكيماويات والمواد المساعدة المستخدمة في أحواض المعالجة السابقة، سواءً أكانت معالجة صباغة أم طباعة.
تحضير حوض المعالجة: إذ يتم التأكد من سلامة بناء الحوض بالأخذ بالخطوات:

- التأكد من نظافة: الحوض، الأنابيب، والفولارد.
- إضافة نصف كمية الماء المطلوبة.
- إضافة الكيماويات اللازمة الأخرى " مثل إيزو بروبييل الغول "
- إضافة الوتربروف.
- إضافة باقي الماء.
- ضبط درجة الحموضة.

ويتوجب الإبطاء قدر الإمكان بمزج الوتربروف، واعتماد الماء البارد برغم ثباته حتى الدرجة ٦٠ م° ولكننا ننصح بالماء البارد لضمان ثباته لأكثر حد ممكن.

٦- التثبيت الحراري للوتربروف:

ويتم عند درجة حرارة (١٦٠ م°) لتتوضع السلاسل وتأخذ مكانها وشكلها النهائي الصحيح:



الشكل (١٨٥): التثبيت الحراري للوتربروف

٧- اختبار الوتربروف تجاه الماء بطريقة الرذ " الطريقة ١ ":

تتم عملية التقييم هنا بحسب نظام الجمعية الأمريكية لكيماوي وصباغي النسيج AATCC، ونظام المواصفات الياباني JIS L1092 بملاحظة درجة شدة تبلل سطح قماش يلقى رذاذاً مائياً، ويتم تقييم النتائج على الشكل (١٨٦):

اختبار نتائج المعالجة بالوتربروف			
	70	50	0
	تبلل نصفي للوجه مع بعض الاختراق المائي	تبلل كامل الوجه	تبلل كامل الوجه والخلف
	100	90	80
لا أثر للماء أو الببل على الوجه والخلف	لا تبلل: مع وجود بضع قطرات مائية على الوجه	تبلل طفيف للوجه	

الشكل (١٨٦)

٨- اختبار الوتربروف تجاه الماء بطريقة مزيج الماء مع مذيب " الطريقة ٢ " : تم في هذه التجربة اعتماد مزيج الماء مع الغول الإيزوبروبيلي " Water/Iso propyl alcohol " بنسب مزج حسب التركيب المبين في الجدول (١٧٩)، ويتم العمل بالتنقيط ثلاث مرات بشكل عشوائي على وجه النسيج في كل تجربة ومنتظر لمدة ثلاثين ثانية ونسجل التقييم على أساس معدلات الاختراق وفق الترتيب:

- النجاح: إن لم تتمكن النقاط الثلاث من الاختراق.
- الفشل: إن تمكنت من الاختراق نقطة أو أكثر.

الجدول (١٧٩)


تركيب سائل الاختبار											
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	ماء
100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	العول الإيزو بروبيلي
قطرات سائل الاختبار وتقييم النتائج											
رفض السائل	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	30/70
اختراق السائل	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	40/60

٩- طريقة اختبار الوتربروف تجاه الزيت بحسب AATCC-118 :

اعتمدت الجمعية الأمريكية لكيماوي وصباغي النسيج مجموعة من السوائل الزيتية لوضع سلم خاص بتقييم فعالية مواد الوتربروف، ونرى في الجدول (١٨٠) مجموعة هذه السوائل القياسية:

الجدول (١٨٠)

السوائل الزيتية القياسية بحسب AATCC		
العلامة	التركيب	
٠	لا اختراق: سائل بارافيني	None (Fail , Liquid paraffin)
١	سائل بارافيني	Liquid paraffin
٢	حجماً: ٦٥:٣٥ سائل بارافيني من نظامي هكساديكان	65:35 Liquid paraffin : n-hexadecane by volume
٣	نظامي الهكساديكان	n-hexadecane C 16
٤	نظامي التتراديكان	n-tetradecane C 14
٥	نظامي الوديكاني	n-dodecane C 12
٦	نظامي الديكان	n-decane C 10
٧	نظامي الأوكتان	n-octane C 8
٨	نظامي الهبتان	n-heptane C 7

أمثلة على التقييم			
			
التجربة	A	B	C
العلامة	D	C	B
التقييم	قطرة كروية	تكور نسبي للقطرة واختراق جزئي	تبيل جزئي
	نجاح واضح	نجاح نسبي	فشل واضح

الشكل (١٨٧): مراحل انتشار الماء بين عدة درجات معالجة وتربروف

١٠- اختبار التبيل الشاقولي الساكن AATCC-118 : اعتمدت AATCC هذا الاختبار للبرزات العسكرية بشكل خاص، ويتم تطبيقه في جهاز خاص على الشكل (١٨٨):



الشكل (١٨٨)

١١- اختبار فعالية الوتربروف تجاه الماء بطريقة وابل المطر:

أخذت هذه الطريقة عن النظام الألماني DIN 53888 باسم Bondsman shower test والتي نرى في الشكل (١٨٩) رسماً تخطيطياً لطريقة إجرائها:



الشكل (١٨٩)

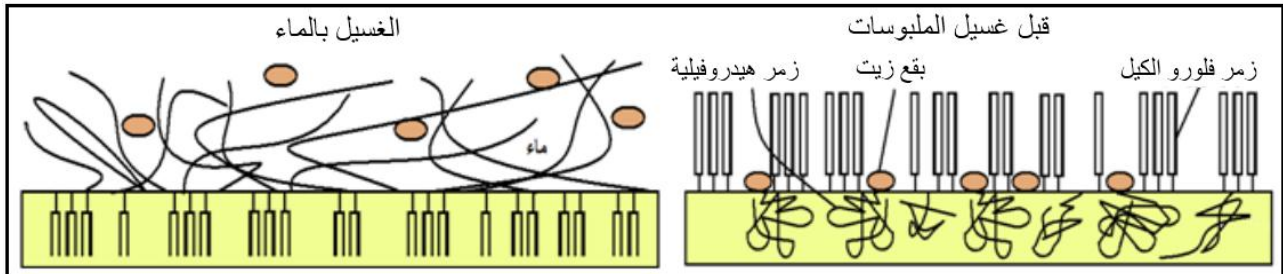
ويتم التقييم باحتساب كمية الماء الممتصة باحتساب وزن قطعة القماش قبل وبعد تجربة الاختراق بالهطل، أي:
 M_0 : وزن قطعة القماش قبل التجربة (غ).
 M : وزن قطعة القماش بعد التجربة (غ).
 $M-M_0$: وزن الماء الممتص (غ).
 $M-M_0/M_0$: النسبة المئوية لامتصاص الماء %.

١٢- اختبار فعالية الترتيروف تجاه البقع الزيتية SR: يتم هذا الاختبار بتبقيع قماش معالج بالترتيروف ببقع زيتية ومن ثم غسلها وتقييم جدوى عملية الغسيل وفق الترتيب الظاهر في الشكل (١٩٠):



الشكل (١٩٠)

وتتم الآلية التي يقوم بها الترتيروف بهذه الوظيفة على مبدأ ظاهرة التقلب المفاجئ Flip-Flop للزمر الهيدروفيلية الشرهة للماء وزمر الفلوروألكيل كما يبين الشكل (١٩١)، والذي يُظهر البقع المتوضعة على سطح النسيج قبل الغسيل وكيفية تغلغل الزمر الهيدروفيلية في العمق وتوجه زمر الفلوروألكيل للخارج، وكيفية انقلابهما بفعل توفر الوسط المائي أثناء عملية الغسيل ما ينجم عنه اقتلاع البقع الزيتية بفعل شد الزمر الهيدروفيلية لها للوسط المائي وبالتالي نجاح عملية الغسيل:



الشكل (١٩١)

القسم الثاني

الطباعة

البحث الأول

الشاشات الحريرية والمعدنية

١- مقدمة:

تطور استخدام الشاشات الحريرية المشدودة على إطار خشبي في الطباعة تطوراً كبيراً أدى لشيوع استعمالها في شتى المجالات، وعرفت عالمياً بطريقة الشاشة الحريرية كما في الشكل (١٩٢)، ولا تحتاج عملياً هذه التقنية لرأس مال كبير للإقلاع، وتتخلص بشد قماش ناعم على إطار خشبي وتثبيتته بمواصفات خاصة، ومن ثم ضغط معاجين الطباعة من خلاله لينفذ فقط من المناطق غير المغطاة بمواد خاصة خاملة. ونرى في الأشكال التالية تقنيات الطباعة الأكثر انتشاراً: طباعة القطعة بالمروحية، والطباعة بطريقة الشاشة الكبيرة (الفلات بالشابلون)، والطباعة بالشاشة الأسطوانية (الروتاري):



الشكل (١٩٢): الشاشة الحريرية



الشكل (١٩٣): آلة طباعة القطعة المروحية



الشكل (١٩٤): آلة طباعة القماش اليدوية بالشاشة الكبيرة (الفلات بالشابلون)



الشكل (١٩٥): آلة طباعة القماش الآلية بالشاشة الكبيرة (الفلات بالشابلون)



الشكل (١٩٦): آلة الطباعة بالشاشة الأسطوانية (الروتاري)

٢- تعريف الشاشة:

سطح مزود بثقوب مفتوحة أو مغلقة، تُمرر المعجونة من خلالها لتتفد من الثقوب المفتوحة ليظهر التصميم على القماش المتوضع دونها، لذا فإن لكل لون شاشته الخاصة، وللشاشة نوعان:

- ١- شاشة قماشية للطباعة المستوية المسطحة (Flat printing)
- ٢- شاشة نيكال للطباعة بالشاشات الدوارة (Rotary screen printing)

٣- الشاشة المسطحة:

١-٣- مواصفات خشب القالب: يصنع إطار الشاشة الحريرية من خشب مطلي أو معدن، وبالمواصفات التالية :

- ١- مقاوم للثقوب والانحناء.
- ٢- ناعم الملمس وبدون زيادات.
- ٣- ضعيف الامتصاص للماء أو مطلي بمواد مانعة لامتصاص الماء.

٤- خفيف الوزن.

٥- معشق الأضلاع بطريقة الظفر واللسان.

٦- تناسب سماكة خشبه مع مساحته.

٣-٢- قماش الشاشة الحريرية: استعمل بادئ الأمر الحرير الطبيعي لمقاومته ومتانته إضافة لنعومته العالية التي يمكننا معه الوصول لمساماتٍ غايةٍ في الدقة تصل إلى ١٦٠٠-٤٩٠٠ ثقباً/سم^٢، لأنه يتمتع بـ ٤٠-٧٠ برمة/سم والبرلون و...) والتي استخدمت في صنع نسيج دقيق للغاية يضاهي الحرير الطبيعي وبكلفٍ أقل، كما أنها أكثر مقاومة من النحاس للكيمويات المختلفة بعكس الحرير الطبيعي الذي يتأثر بالقلويات.

وللحرير أسماء تجارية "حرير المناخل" ونمر مميزة "ميش + رقم" كأن نقول: ميش ٦٠ الذي يعبر عن عدد الثقوب في السنتيمتر المربع الواحد.

٣-٣- شد الحرير على الإطار الخشبي: يُقص من الحرير مساحة تعادل مرة ونصف من مساحة الإطار الداخلية، وتتم عملية الشد بطرائق مختلفة، منها:

١- يحاك الحرير من الجهات الأربع بحاشية من قماش متين يمكنه تحمل الشد، ثم يركب القماش المتين المحاك مع الحرير على منضدة مزودة ببرواز أكبر مساحةً من الإطار المطلوب وعلى جوانبه صف من المسامير الدقيقة جداً، ويتم الشد بالمباعدة الأفقية بين صفوف هذه المسامير، ثم يثبت القماش المتين من الجوانب الأربعة بالمسامير، ويجب تبليل الحرير بالماء للحصول على أكبر شد ممكن، لأنه إن لم يُشد على شكله الرطب سيرتخي لاحقاً بالوسط المائي لمعجونة الطباعة.

٢- تثبت قطعة الحرير على أحد الأضلاع الأربعة للإطار، ثم تثبت من الجهة المقابلة على قطعة خشب ذات مسامير وتتم عملية شد قبل التثبيت بالمسامير مع المحافظة على الشد من الجهات الأخرى وهكذا بالنسبة للطرفين الآخرين.

٣- يضبط القالب بشريط لاصق من الحواف ضماناً لقوة شد أكبر، وعدم تسرب معجونة الطباعة من الحواف من جهة أخرى كما في الشكل (١٩٧):



الشكل (١٩٧): تركيب الشريط اللاصق

٤- تحضير محلول الطلاء:

يحضر محلول الطلاء على الشكل التالي:

١- نضع الكمية اللازمة من المادة القابلة للبلمره مثل الجيلاتين أو الكازئين أو بوليمير البولي فينيل الأغوال

PVAI في وعاء معزول عن الضوء.

٢- نضيف ١٠٠ غ من المحسس الضوئي (ملح بيكرومات الصوديوم أو البوتاسيوم أو الأمونيوم أو مزيجهم). ونمدد بقليل من الماء.

٣- نمزج حتى تمام التخلص من الفقاعات الهوائية بتكرار عملية المزج على فترات زمنية متتالية، والتأكد من تجانس المحلول.

٤- يترك المستحلب ليرتاح (ينضج) في جو مظلم قبل البدء بعملية الطلاء.

٥- طلاء الشاشة الحريرية:

وتهدف لمنع نفوذ معاجين الطباعة إلا حيث نريد بمعالجتها ببعض الكيماويات للحصول على ما نسميه المسودة، بحيث نتمكن من نقل التصميم المطلوب بسهولة إلى القطعة المراد طباعتها ببسط المعجونة على كامل الشاشة، وتتم عملية الطلاء بطريقتين:

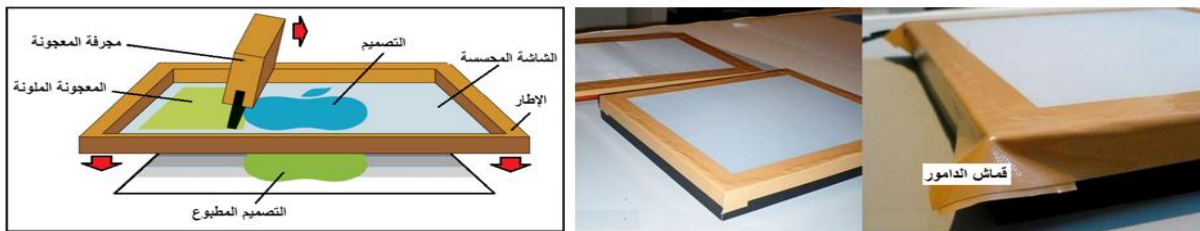
أ- الطريقة الأولى: تتم بفرشاة ناعمة ذات طول شعيرات واحد ولعدة مرات للتأكد من تمام الطلي على كامل الشاشة وبأعلى درجة تجانس ممكنة لاحتمال احتواء المحلول على فقاعات هوائية أو لعدم الوصول لدرجة المزج المطلوبة، ويتوجب تدارك سيلان المحلول أثناء الطلاء منعاً لاقتلاعها أثناء الطباعة بكاشطة الحبر المطاطية.

ب- الطريقة الثانية: وتتم بتعبئة محلول الطلاء بالكاشطة المطاطية لينقل إلى الشاشة الحريرية على الشكل (١٩٨):



الشكل (١٩٨): طلي الشاشة بالمحس

- ١- نرفع أحد طرفي إطار الشاشة الحريرية حتى ارتفاع ١٥-٢٠ سم أو زاوية ٤٥ ٠.
- ٢- نصب القليل من محلول الطلاء في الفراغ المخصص للكاشطة المطاطية.
- ٣- يُمسك بالكاشطة المطاطية ويمسح بها على الشبكة من الأسفل إلى الأعلى وبالعكس ثم يقلب الإطار الخشبي رأساً على عقب.
- ٤- يقلب الإطار ويمسح من الخلف.
- ٥- يعاد الإطار للوضع الأمامي ويمسح حتى التمام دون وجود خطوط أو ثقب أو أية عيوب أخرى.
- ٦- يعرض الشاشة للهواء أو لمروحة بشرط منع الغبار عنه ليجف جزئياً.
- ٧- يوضع الشاشة في فرن بدرجة حرارة ٢٨ م° ولمدة قد تصل إلى الساعة حتى تمام الجفاف ضماناً لتفتيح المسامات غير المتبلرة بصورة أسهل.



الشكل (١٩٩): الشاشة الحريرية المسطحة

٧- تحضير التصميم أو الرسم:

يرسم التصميم المطلوب بدايةً على ورق شفاف (ورق كلك أو عادي ومن ثم تصويره لأخذ الصورة الموجبة له) بـحبر أسود أو أحمر غامق (لا تتحسس آلة التصوير للأزرق) مع أخذ الحيطة من أي ثقب قد ينسب إليه أثناء تنفيذ الرسم أو التحبير، وبحيث يكون لكل لون مطلوب رسمه الخاص والقابل للتطابق مع تصميم باقي الألوان لنحصل على كامل الرسم بكامل ألوانه، إذ أننا نحتاج هنا لكل لون شاشة خاصة به.

٨- تصوير الشاشات اليدوية:

٨-١- آلية عمل المحسس: يقوم عمل المحسس على بنيته البوليميرية ذات السلاسل الخطية الحلولة بالماء، والتي تمكننا من خلال ربط سلاسلها عرضياً بجسور أكسجينية تحويلها لبنية شبكية غير حلولة بالماء، وتتم عملية بناء الجسور الأكسجينية عادةً بإضافة مؤكسد مثل البيكرومات ليبدأ تفاعل فوتوكيميائي بتأثير الأشعة فوق البنفسجية من مصدر كالشمس أو ضوء القوس الفحامي أو...

- ١- تُرش بودرة التالك على السطحين الداخلي والخارجي للشاشة.
 - ٢- يوضع الفيلم المراد تصويره على طاولة التصوير ويلصق جيداً ويحدد مكان الفيلم.
 - ٣- تطرد فقاعات الهواء التي قد تحتبس بين الفيلم والطاولة.
 - ٤- يوجه الطرف المحبر إلى الأعلى.
 - ٥- يوضع فوق الشاشة قماش عاتم ويوضع فوقها لوح خشبي أو زجاجي أو بلاستيكي أصغر من الإطار الخشبي.
 - ٦- توضع أثقال أو دعامات على اللوح لتثبيتته في مكانه.
 - ٧- تُعرض الشاشة للضوء لمدة ١٠-١٥ دقيقة حسب التصميم ونوعية محلول الطلاء المستخدم وطبيعة المصدر الضوئي " ضوء الشمس، أشعة فوق بنفسجية، مصابيح حمراء أو بيضاء عادية... ".
 - ٨- تُغمس الشاشة في حوض الإظهار المحمض مدة ١٥-٢٠ دقيقة.
 - ٩- تفتح الأماكن غير المتبلمرة بدوش خفيف.
 - ١٠- تترك الشاشة حتى تمام الجفاف لتجري عملية إصلاح لأخطاء العمل الطارئة.
 - ١١- توضع في فرن التثبيت لمدة ساعة ونصف عند ١٨٠ م.
- ملاحظة هامة: يتم العمل في ضوء خافت في جميع العمليات السابقة " غالباً مصباح أحمر "

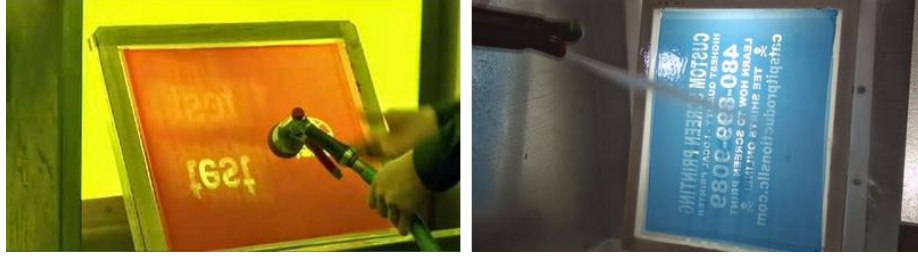
٨-٢- تقنيات التحسيس للشاشات المسطحة:

الطريقة الأولى: تنتشر طبقة شحم معدني شفاف على الشاشة ومن ثم يوضع التصميم عليها ليلصق بمسحه بالكاشطة المطاطية لتجنب فقاعات الهواء بين التصميم والشاشة، تعلق بعدها على حائط ليتم تعريضها للمصدر الضوئي كما في الشكل (٢٠٠):



الشكل (٢٠٠): تحسيس الشاشات الحريرية

ويتباين زمن التعرض للضوء من منبع ضوئي لآخر، علماً بأن التعرض الزائد للضوء يخرب الطبقة البوليميرية ويضعف من مقاومتها لاحقاً، وبعد الانتهاء تمسح الشاشة بقطعة قماش مبللة بالأسيتون لإزالة أية آثار زيتية. ويهدف التعرض للضوء للبدء بتفاعل بلمرة تتحول فيها المادة الجيلاتينية من مادة ذوابة بالماء لمادة غير ذوابة، لذا فإن عدم تعرض الطبقة الجيلاتينية للنور بفعل الحجب الذي يسببه الحبر الأسود يترك المادة الجيلاتينية ذوابة بالماء ما يجعلنا نعتمد على هذه الخاصية لفتح الشاشة فيما بعد عبر تيار مائي لطيف كما في الشكل (٢٠١):



الشكل (٢٠١): فتح الشاشة المحسنة بالتيار المائي

ولذلك لا يجوز مطلقاً حك الشاشة قبل عمليات الطبع والإظهار ومن ثم التعرض للضوء بعد التثبيت، ويمكننا لرفع مقاومة الطبقة الجيلاتينية معالجتها لمدة ٥ دقائق بحمام يحوي كما في الجدول (١٨١):

الجدول (١٨١)

تركيب حوض تقوية الطبقة الجيلاتينية				
المادة	ميثانول	بيكرومات الأمونيوم	حمض معدني	ماء
الكمية	٠,٥ ليتر	١٤ غرام	١ غرام	٤ ليتر

الطريقة الثانية: يُثبت الرسم على لوح زجاجي مثبت على ركائز خشبية بحيث يكون الطرف المُحَبَّر إلى الأعلى ثم توضع الشاشة فوق اللوح بحيث يكون المنبع الضوئي تحت اللوح الزجاجي، ولهذه الطريقة سيئتين:

- دخول الهواء بين التصميم والشاشة لعدم الالتصاق الكامل بين اللوح الزجاجي والشاشة.
- تشتت الضوء بسبب وضع المنبع الضوئي تحت اللوح الزجاجي المثبتة عليه الشاشة.

٩- تجهيز الشاشات:

يتوجب علينا الحذر من حك الشاشة الحريرية أو التأثير عليها بأي قاسٍ بعد التصوير منعاً لنزوح الطبقة الجيلاتينية أو زوالها، ويمكن لهذه الطبقة أن تتأثر ببعض الكيماويات أو مكونات معاجين الطباعة مثل بعض أنواع الأغوال أو الزيوت والكَاز... لذا فإننا نعلم لطبيها أحياناً بمواد مقاومة كبعض أنواع الدهانات الزيتية أو ما يعادلها من كيماويات أخرى، وتتم عملية الطلي كما تتم عملية طلي الطبقة الجيلاتينية تماماً على أن نتخلص منها في مواضع تفتيح الشاشة ببعض المذيبات المناسبة كالبنزين وسواه ومن الوجهين، كما يُستحسن تثبيت شريط لاصق على أطراف الشاشة زيادة في رفع مقاومتها حيث تتجمع معجونة الطباعة وتُصَعَّب عملية تنظيفها ما يؤدي لتلوث القماش المراد طباعته، ومن الضروري مراقبة أداء الشاشة بين الحين والآخر لإصلاحها عند اللزوم منعاً لتلوث القماش، وأخيراً من المستحسن تقسية الطبقة الجيلاتينية على الشاشة بمعالجتها بمحلول تقوية الطبقة الجيلاتينية (الجدول ١٧٩) لرفع مقاومة الشاشة للبنزين، الكاز، الزيوت والأغوال.

١٠- منضدة الطباعة:

يتوجب أن يزيد عرض منضدة الطباعة عن طول قالب الشاشة الحريرية قليلاً، وبما يناسب عرض القماش المطلوب طباعته، وتصنع المنضدة كما في الشكل (٢٠٢) بحيث تكون ملساء وأفقية، ويغطي سطحها العلوي بطبقة من القماش السميك واللباد مع الشد، وأخيراً بطبقة قماش خاص لتغطية جميع السطوح بما فيها جوانب المنضدة فطبقة قماش عرضه أكبر من عرض القماش المراد طباعته وتسمى بالفرشة الخلفية للقماش بحيث يمكننا تغييرها عند الحاجة لغسلها، ثم يشد القماش فوق الطاولة ويثبت من جميع الجوانب لتبدأ عملية الطباعة. ويمكن أن نغطي سطح المنضدة بطبقة من الشمع المصقول المانع للماء، وفي هذه الحالة يثبت القماش بواسطة اللاصق، وتتم هذه العملية يدوياً أو آلياً بآلة لصق خاصة.



الشكل (٢٠٢): منضدة الطباعة

١١- الكاشطة المطاطية:

تصنع عادةً من الخشب أو المعدن بشرط أن يكون حرفها الضاغط من الكاوتشوك، وطولها دون عرض الشاشة بحدود ٤ سم، وتتبع درجة حدودية الطباعة كل من: شكل حافة الكاشطة، وطبيعة وقياس التصميم المراد طباعته، إذ نأخذ بحافة مدورة مع التصميم الكبيرة غير الدقيقة لاستلزامها كميات معجون كبيرة نسبياً، في حين نأخذ بالحرف الحاد مع التصميم الصغيرة الدقيقة كما في الشكل (٢٠٣)، وعموماً نجد أن الطاولة القاسية تستلزم كاشطات طرية والعكس صحيح.



الشكل (٢٠٣): نماذج للكاشطة المطاطية وحروفها السفلية

١٢- كيفية الطباعة اليدوية:

تغسل طاولة الطباعة جيداً وتجفف، لتطلى بالمادة اللاصقة (الغراء) بكاشطة كما في عملية الطباعة، ثم يمد القماش المراد طبعة على الطاولة بحيث يتم لصقه بدون تجعد أو تكسر، ويوضع قالب اللون الأول على القماش لتوضع المعجونة وتمد بمجرفة الحبر على كامل سطح الشاشة كما في الشكل (٢٠٤)، ويترك القماش في مكانه حتى جفافه بعض الشيء لنبداً بالعمل بقالب اللون الثاني كما هو حال الأول وهكذا لكل لون على حدة، لنبداً عمليات التجفيف على منشر خاص.



الشكل (٢٠٤): عملية الطباعة

تغسل الطاولة بالماء الساخن والصابون للتخلص من كل آثار المعجونة، لأن تركها حتى الجفاف لفترة طويلة يُصعب من إزالتها، وكذلك الكاشطة الضاغطة والقوالب اليدوية، فالنظافة ضرورية جداً لأن غسل الأقمشة بعد تلوثها عملية أقرب للمستحيل.

١٣- الشاشات الأسطوانية للطريقة المستمرة:

يتوجب بقاء هذا النوع من الشاشات معزولة في عبواتها عن الضوء كما في الشكل (٢٠٥)، وتُسحب لطاولة التصوير بعد التأكد من رقم ميشها، وغالباً ما تكون الشاشة مطلية من الداخل بمادة راتنجية لحمايتها ما يستوجب منا التخلص منها أولاً بألة الغسيل مزودة بمصابيح خاصة. تتم عملية الغسيل لعدة مرات مع النقع لمدة عشرة دقائق بألة خاصة كما في الشكل (٢٠٦) بمنظفات مناسبة لننتهي بحمام شطف من الداخل والخارج فتجفيف عند الدرجة ١٨٠ م ساعة كاملة.



الشكل (٢٠٥): الشاشات الأسطوانية الشكل (٢٠٦): غاسل الشاشات

١٤- طلاء الشاشات الأسطوانية:

نمزج ١ كغ من الجيلاتين مع ١٠٠ غ مثبت وماء بحسب ما يلزم بصورة جيدة ونتركه لمدة ساعة وحتى التأكد من خلو المزيج من فقاعات الهواء.

يوضع محلول الطلاء في صحن خاص، ويوضع فيه حلق بقطرين: داخلي (١٩٧) ملم وخارجي (٢٠٠) ملم. وتوضع الحلقات نمرة (١) في الصحن الأول ويوضع عليها المحلول وتدهن لمرة واحدة، ومن ثم توضع في فرن التجفيف لنخرجها بعد عشر دقائق، ونضع الحلقة نمرة (٢) وتدهن ثانية، ويجب وضع أجهزة الحلق على الأرض بشكلٍ مستوٍ لتركيب الحلق (١) على أساس أن تكون العزقات ظاهرة للبراغي حول الحلق نمرة (١) على الأرض ونضع عليه الصحن ثم تجلب الشاشة من غرفة التجفيف وتوضع على القاعدة، وتمسك الشاشة من الطرف العلوي ويقوم شخص آخر بعملية السحب للشاشات وتوضع في الفرن لمدة عشرة دقائق، وتكرر العملية ثلاث مرات ويمكن زيادة المدة في الفرن وزيادة عدد المرات للسحب، ومن الضروري عدم لمس الشاشات إلا من الأطراف.

١٥- آلة التصوير: يتم فحص الفيلم المراد تصويره أولاً، ثم ترتب الرسوم وتحدد عدد النقلات بحسب عرض التصميم المراد طباعته، ونرى في الشكل (٢٠٧) منظراً عاماً لهذه الآلة:



الشكل (٢٠٧): آلة تصوير الشاشات الأسطوانية

توضع الشاشة في آلة التصوير على عمود الكاوتشوك المعبأ بالهواء والمطلي بالبودرة، ثم يدخل رأس الشاشة إلى الرأس الثابت ويعلق من الطرف الآخر، ويثبت بإحكام ويغلق عليه بلولب خاص وترفع يد حمالة العمود للأعلى، ويتوجب الانتباه عند تركيب الشاشة على الرأس الثابت لفتحة نفث الهواء من الطرف الخارجي ودفع الشاشة للطرف الآخر لإدخالها فوق الرأس الثابت جيداً مع ملاحظة تثبيت حامل الشاشة بلولب على لوحة التحكم من الطرف الآخر، ثم يركب الرأس الثاني وترفع يد العمود.

يضخ الهواء في الكاوتشوك ويضبط ضغط الهواء عند (٤, ٠) جو، وتوضع علامة الوسط بوضع خط في منتصف الشاشة وعلامتين على طرفيه للقص على مسافة (٦) سم، كما توضع علامة غامقة لتظهر عند التصوير ويحدد الرابور بواسطة المسطرة المحددة بحسب التصميم، إذ نضع التصميم الكبير على كامل القالب والتصميم الصغير بقدر ما يحتاج بتغطية الزائد بورق عاتم ونبدأ التصوير، ومن ثم نتابع بنفس الطريقة لباقي التصاميم الصغيرة، مع ضرورة رش البودرة عند وضع الفيلم على الشاشة ورفع الضغط إلى (٨, ٠) جو، ومن ثم تقريب الضوء من الشاشة وضبط المؤقت الزمني على ٣,٥ دقيقة ليتوقف آلياً.

١٦- تجهيز الشاشة:

- ينفس الكاوتشوك من الهواء
- تترك مسافة (٦) سم من طرفي الشاشة
- توضع الحلقات وتعطس بهدوء في حوض الإظهار وتترك لمدة (١٠) دقائق.
- تؤخذ إلى آلة الغسيل حيث يرش بالبداية بهدوء ونزيد شيئاً فشيئاً، ثم تترك للتصفية.
- تؤخذ إلى طاولة إصلاح الرسم لنزع الحلقات ويقص طرفي القالب.
- تؤخذ إلى الفرن وتوضع لمدة ساعة ونصف عند (١٨٠) م.
- تؤخذ لطاولة الشاشات وتوضع على الحامل وتحف أطرافها بورق خاص على بعد (٢) سم من الطرفين.

- يسمح مكان الحف بالأسيتون ولا يجوز مس الشاشة مكان الحف، ويمسح رأس القالب بالأسيتون ثم توضع المادة اللاصقة لدهن الشاشة من الداخل ودهان رأسي القالب.
- تؤخذ لآلة تثبيت الرؤوس بالحرارة (الشكل ٢٠٨).



الشكل (٢٠٨): آلة تثبيت الرؤوس



الشكل (٢٠٩): الشاشات الأسطوانية (لاحظ أن لكل لون وتصميم شاشته الخاصة)

الطباعة بالبيغمنت ومواد بناء معاجين الطباعة

تحتل الطباعة بالبيغمنت مكانة مرموقة وهامة لاقتصاديتها وميزاتها التقنية كعاملتي وفر الزمن والطاقة لعدم احتياجنا لعمليات إنهاءٍ وغسيلٍ لاحقة.

٢- صفات تحضير معاجين الطباعة بالبيغمنت:

٢-١- البيغمانات (الخصاب): مواد ملونة غير حلولة، وغالباً ما يتم تحضيرها على شكل سوائل مبعثرة بتراكيز تناسب مزجها وانسجامها مع المكونات الأخرى المستخدمة في تحضير معاجين الطباعة. ويتم تحضيرها عادةً بأبعاد دقيقة للغاية " دون ٣ ميكرون " لضمان ثباتها للخرن أولاً وتجانس وثبات لزوجتها ثانياً، إضافة لتحضيرها بتركيبة صديقة للبيئة كخلوها من مركبات الألكيل فينول إيتوكسيالات.

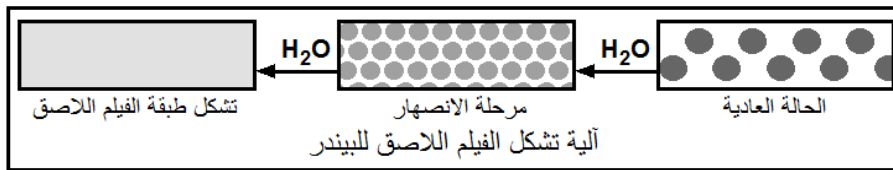
٢-٢- البيندر: بوليميرات مبعثرة غير ذوابة بالماء، ذات قدرة لصق عالية فيما بين سلاسلها لتشكيلها روابط عرضية في وسط حمضي مثل نترات الأمونيوم لضمان أفضل قوة ربط بين سلاسلها القصيرة المكونة لها. وأهم ما يتوجب على البيندر تحقيق:

- تشكيل طبقة رقيقة جداً أثناء التثبيت الحراري.
- تشكيل طبقة طرية مقاومة للغسيل والنور.
- عدم تبخره بتعرضه لحرارة التثبيت.
- انحلاليته بالماء قبل التثبيت الحراري.
- أن يكون حليبي وشفاف ولزج.

تتميز الكوبوليميرات الاكريليكية بوزن جزيئي عالي ووظيفة كربوكسيلية في سلاسلها، وتحول في الماء لهيدرات بوليميرية يمكنها رفع اللزوجة، وينصح للوصول لدرجة اللزوجة العظمى بتحريكها بسرعة ولأطول زمن ممكن.

آلية ومراحل تشكل طبقة البيندر: تتم على مرحلتين كما يبين الشكل (٢١٠):

- المرحلة الأولى: انصهار جزيئات البيندر وتشكيل طبقة جيلاتينية أثناء التجفيف.
- المرحلة الثانية: تغطي طبقة الفيلم المتشكلة البيغمنت ما يجعله ملتصقاً بالشعيرات.



الشكل (٢١٠)

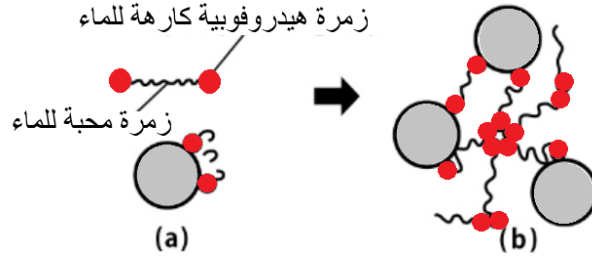
وظهرت حالياً مجموعة بيندر لا تحتاج لحرارة تثبيت، بل تتمتع بذا قوة اللصق والمقاومة بمجرد جفافها.

٢-٣- عوامل الاستحلاب: مجموعة المواد التفاعلية سطحياً بين الماء وزيت الكاز غير القابلين للمزج لتشكيل مستحلب زيت - ماء. أو مستحلبات ماء - زيت.

ويجب أن تتميز بسهولة تطبيقها وثباتها العالي تجاه الكيماويات مع قابليتها العالية للتوليف مع المكونات الأخرى لمعجونة الطباعة وصولاً لثباتيات عالية على الاحتكاك والغسيل والتنظيف الجاف.

٣-٤- اليوريا: تضاف في الجو الحار لامتصاص حرارة المعجونة، كما تحد من انسداد مسامات الشاشات.

٢-٥- المثخنات: سلاسل طويلة من الوحدات البنائية للسكريات البسيطة أو البوليميرات الصناعية كالبولي أكريلات كما في الشكل (٢١١)، وتستخدم لتحضير معجونة الطباعة لرفع معدلات حدودية المعجونة والحد من سيولتها، لذا فإننا نعمل على غسلها والتخلص منها بعد انتهاء عملية الطباعة، وتعتبر من أهم مكونات معجونة الطباعة، أما نوع وكمية المثخن فتتحدد بحسب درجة اللزوجة المطلوبة للمعجونة وفعالية المثخن المستخدم.



الشكل (٢١١): آلية عمل المثخن

الشروط الواجب توفرها بالمثخنات:

- ١- الخمول الكيميائي تجاه باقي مكونات المعجونة.
- ٢- عدم تأثيره سلباً على ثبات الأصبغة وصدىق بيئته.
- ٣- رفعه درجة لزوجة المعجونة أثناء عملية الطباعة، ورخص ثمنه.
- ٤- قابليته للانحلال بالماء عند التحضير وسهولة التخلص منه بعد الطباعة، وصدىق بيئته.
- ٥- قابليته للمزج مع المثخنات الأخرى وكذلك مع الأصبغة والبيغمنتات وباقي كيماويات المعجونة.

أنواع المثخنات:

- ١- صموغ: الصمغ العربي، الصمغ الكريستالي، صمغ بذر الخروب، الصمغ الإنكليزي، الصموغ المعدلة.



الشكل (٢١٢): بذر وقرون الخروب

- ٢- النشاء بمختلف مصادره.
- ٣- الألبينات: ألجينات الصوديوم أو المغنيزيوم أو الأمونيوم.
- ٤- مشتقات السيللوز: كربوكسي ميثيل سيللوز، هيدروكسي ايتل سيللوز، هيدروكسي بروبيل سيللوز.
- ٥- مثخنات صناعية بوليميرية: بولي الاكريلات.
- ٦-٢- الغليسرين: يعزز ليونة المعجونة ويؤخر جفافها معززاً اخترعها للوجه الآخر.

ويعرض لنا الجدول (١٨٢) ميزات مجموعة منتجات شركة أورغانيك كيميا الخاصة بالطباعة بالبيغمنت.

الجدول (١٨٢): مجموعة مثخنات شركة أورغانيك كيميا

مجموعة أورغال من أورغانيك كيميا										المنتج					
التطبيق					الخواص					التركيب الكيميائي	محتوى المواد الصلبة %	درجة الحموضة pH	اللزوجة العظمى cps	درجة الحرارة الدنيا لتشكيل الفيلم MFT: C°	درجة الحرارة التحول للبنية البلورية Tg: C°
التنظيف الجاف	الصباغة	الطباعة	الإنهاء	التنسيج غير المنسوج	الطلي الخلفية	الطلي	التنظيف	التنسيج	التنظيف الجاف						
•					•	•	■	■		AC	HAC 77				
				■	•		•	•			HAC 83				
•					•	•		•			HAC 92				
		■		•			■	■			HAC 199				
				•	•					S/AC	NST 49				
	•	■	■	■	•	•	■	•			NA 260				
•			■		•	•	•				NA 287	أورغال			
		■		•				■			NA 290	Orgal			
•					•	■	•	•			NA 300				
•				■	•	•		•			NA 302				
•					•	•		•			NA 303				
•				•	•	•		•			NA 305				
•				•	•						NA 306 S				
•				•	•						NA 317				

AC: اكريليك صافى - AC Compound: مجموعة مركبات اكريليك صافية - S/AC: ستيرين مع اكريليك، na: غير قابل للتطبيق

٣- تحضير معجونة الكاز:

٣-١- طريقة تحضير معجونة الكاز: نضيف لكمية (٧-١٠) لتر ماء (٦-٢٠) كغ بندر بحسب اللزوم، ثم نضيف (٦٠٠-٩٠٠) غ عامل استحلاب، وننور الخلاط بسرعة (١٥٠٠-٢٥٠٠) دورة/ دقيقة لمدة (٥-٢٠) دقيقة حتى تمام المزج لرفع سرعة الخلاط حتى (٣٥٠٠) دورة/ دقيقة، ونضيف الكاز بالتدريج خلال (١٥-٢٠) دقيقة، ونبدأ بإضافة باقي المكونات مثل: نترات الأمونيوم، اليوريا، الغليسرين، هيدروكسيد الأمونيوم، المسك ... يُفحص قوام المعجونة ويعدل وصولاً للقوام المطلوب، ومن ثم يضاف الصباغ ونختبر اللون، ونصفي للتخلص من الشوائب التي قد تؤثر على الشاشات، وتترك للتخمير مدة (٢٤) ساعة بمعزلٍ عن الهواء، وفي حال تركها لأكثر من ذلك نعيد تصفيتها من جديد.

الجدول (١٨٣)

مكونات ١ كيلو غرام معجونة طباعة بالبيغمنت		
م	المادة	الكمية: غ
١	بيغمنت	بحسب درجة عمق اللون المطلوبة
٢	عامل استحلاب	٥-٣
٣	زيت كاز	٧٥٠-٧٠٠
٤	يوريا	٨٠-٧٠
٥	نترات الأمونيوم	٣٠-٢٠
٦	مضاد رغوة	٢-١
٧	بيندر	٢٠٠-٨٠
٨	ماء	حتى تمام ١٠٠٠ غرام
٩	غليسرين	ما يلزم
الخلاط: ٢٨٠٠ دورة / دقيقة لمدة ٢٠-٥ دقيقة ثم ٣٥٠٠ دورة / دقيقة		

٤- العمليات التالية لعملية الطباعة:

- ١- التجفيف عند درجة حرارة (١٢٠-١٦٠ م°).
- ٢- التبخير عند (١٠١-١٠٥ م° / ٥-١٥ دقيقة).
- ٣- الأكسدة مع ٢-١ غ/ل ماء أكسجيني بوسط من كربونات أو بيكر بونات الصوديوم.
- ٤- الشطف، الغسيل عند درجة حرارة (١٠٠ م°)، شطف، تجفيف نهائي.

٥- تحضير المعجونة المائية:

نأخذ كمية من البيندر (٤-٨-١٢-٢٠) بحسب نوعه وتركيزه، ونضيف لها كمية صغيرة من الماء، ثم نبدأ بإضافة ما يلزم من البيغمنت (بعد مزجه جيداً بالماء) لخزان التحضير وننور الخلاط ١٠ دقائق على السرعة البطيئة (١٥٠٠-٢٥٠٠ دورة/ دقيقة)، ونستمر حتى امتلاء كامل خزان التحضير مع اختبار قوام المعجونة الناتجة لتعديلها وإضافة ٣٠٠ غرام هيدروكسيد الأمونيوم عند الضرورة.

٦- تحضير المعجونة البيضاء: يتم أولاً نقع سيليكات الألمنيوم وأكسيد التيتانيوم لمدة (٢٤) ساعة لتجهيزهما لعمليات المزج والتحضير الجيدين وفق الجدول (١٨٤):

الجدول (١٨٤): تركيب المعجونة البيضاء

تركيب المعجونة البيضاء		
م	المادة	الكمية
١	ماء	٦-١ لتر
٢	عامل استحلاب	٦٠٠ غ
٣	بيندر	١٢-٨ كغ
٤	كاز	٨٠-٧٥ لتر
٥	نترات الأمونيوم	١,٥ كغ
٦	أسيد التيتانيوم: التيتان	١٠-٨ كغ
٧	سيليكات الألمنيوم	١٠-٨ كغ
٨	غليسرين	عند اللزوم

البحث الثالث

طباعة الأقمشة القطنية

تستخدم لطباعة الأقمشة القطنية البيغمنتات والأصبغة (المباشرة والتفاعلية والأحواض والنفثول والكبريتية)، وتعتبر الأصبغة التفاعلية وأصبغة الأحواض الأكثر شيوعاً في الطباعة عدا البيغمنتات.

١- **الطباعة بالبيغمنت:** تتميز طباعة القطن بالبيغمنتات بكونها لا تحتاج لعمليات غسيل أو تبخير لاحقة، كما تتميز بثباتية ضوئية وغسيل جيدتين، وثباتية احتكاك ضعيفة.

١-١- **تركيب معجونة الطباعة بالبيغمنت:**

الجدول (١٨٥): تركيب معجونة طباعة القطن بالبيغمنت

تركيب معجونة طباعة القطن بالبيغمنت			
المادة	١/غ كغ معجونة	المادة	١ / كغ معجونة
بيغمنت	ما يلزم	نترات الأمونيوم	٢٠-٣٠
عامل استحلاب	٥-٣	مضاد رغوة	١-١٠
زيت كاز	٧٥٠-٧٠٠	بيندر	الباقى
يوربا	٨٠-٧٠	المجموع	١ كغ

١-٢- **تثبيت الطباعة بالبيغمنت:** يمرر القماش المطبوع من خلال فرن طباعة بطول قد يصل حتى ٦٠-٣٠ متر عند درجة حرارة ١٢٠-١٦٠ م° بحيث يتم إجراء التجفيف الأولي لتثبيت المعجونة تداركاً لأي تبقيع أو رحلان، ومنع تلوث البضاعة ببعضها عند الطي، لتبدأ مرحلة التثبيت الحراري بوحدة من التقنيات التالية:

أ- الرام: يعرض القماش لدرجات حرارة ١٦٠-١٨٠-٢١٠ م° بما يضمن لنا تبخر كامل الكاز أو الماء وثبات المعجونة.

ب- التوفلو: يتم التثبيت هنا بالهواء الساخن بحسب درجة الحرارة والزمن، إذ يلزمنا دقيقة واحدة عند درجة حرارة ١٨٠ م°، وسبع دقائق عند ١٢٠ م°، ودون ذلك لا يتم التثبيت.

ج- المبخرة: يتم التثبيت هنا بالبخار عند درجة حرارة ١٠٢-١٠٥ م° ولمدة ٧-١٠ دقائق.

٢- **الطباعة بالأصبغة المباشرة:** من السهل تطبيق عملية الطباعة بالأصبغة المباشرة كونها رخيصة الثمن، ويعيها انخفاض ثباتياتها، ويتم تحضير معجونتها كما في الجدول (١٨٦):

الجدول (١٨٦): تركيب معجونة طباعة القطن بالأصبغة المباشرة

تركيب معجونة طباعة القطن بالبيغمنت			
المادة	١/غ كغ معجونة	المادة	١/غ كغ معجونة
صبغ	ما يلزم	مثخن*	٥٠٠
يوربا	١٥٠-١٠٠	محلول ثنائي فوسفات الصوديوم ٢:١	٦٠-٢٠
عامل ميلل	٢٠	مضاد رغوة	٢-١
ماء ساخن	٣٠٠-٢٢٠	المجموع	١ كغ

* ألجينات الصوديوم أو نشاء أو عامل استحلاب مثخن

تطبق عملية الطباعة بعد تمام المزج لتبدأ بعدها مرحلة التجفيف فالتثبيت بالمبخرة عند درجة حرارة ١٠٢-١٠٥ م° لمدة ١٥-٣٠ دقيقة، ثم نغسل على مراحل وفق الترتيب:

١- شطف دافئ عند درجة حرارة ٤٠ م°، فأخر بارد.

٢- حمام غسيل بمحلول يحوي ١ غ/ل منظف عند درجة حرارة ٦٠ م° لمدة ٣ دقائق.

٣- شطف دافئ عند درجة حرارة ٤٠ م°، فأخر بارد.

٤- حمام تثبيت مع ٥-٢٠ غ/ل مثبت كاتيوني نتبعه بتجفيف نهائي بدون شطف عند ٤٠-١٥٠ م° / ٥ دقائق.

٣- **طباعة المنسوجات القطنية بالأصبغة التفاعلية:**

تجري عمليات طباعة المنتجات السيلولوزية بالأصبغة التفاعلية وفق مراحل أساسية ثمانية وفق المخطط التالي:

التحضير الأولي ← تحضير معجونة الطباعة ← الطباعة ← التجفيف ← الترطيب ← التثبيت

← الشطف والغسيل بالغوازل ← التجفيف والتثبيت النهائي

لذا فإننا سنتناول كل مرحلة على حدة لننتعرض من خلالها إلى الأخطاء والعيوب أو الميزات المترتبة على كل منها.

٣-١-١- مراحل العمليات الطباعية:

٣-١-١-١- التحضير الأولي: ويتم تطبيق هذه المرحلة عبر عمليات:

أ- الغلي أو القصر.

ب- التثبيت والتصميغ: وتتم بلف القماش على شكل أسطوانة (لف رولو على الرام) مع تصميغ الحواشي منعاً للفا على سجادة آلة الطباعة أثناء مرحلة الطباعة.

وبالتالي فإن أهم الأخطاء الممكن حصولها عن هذه المرحلة:

١. الطباعة على وصلات خياطة رؤوس الأثواب.

٢. التثبيت غير الكافي.

٣. تبقيع المعجونة على سجادة الطباعة بسبب التثبيت غير الكافي أو غير النظامي.

٣-١-٢- تحضير معجونة الطباعة: ويرتبط نجاح هذه المرحلة بملاحظة:

١. انتقاء نوعية الأصبغة الأنسب.

٢. وزن الصباغ.

٣. طريقة تحضير محلول الصباغ.

٤. طريقة مزج محلول الصباغ مع المثخن.

وبالتالي فإن أهم الأخطاء الممكن حصولها في هذه المرحلة:

١. تشكل تكتلات صباغية.

٢. تشكل الرغوة.

٣. تغيير مواصفات المعجونة بالخرن.

٣-١-٣- الطباعة: وتتم عملية الطباعة وفق طرائق أساسية أربع:

١. الطباعة بالأسطوانة Roller printing.

٢. الطباعة بالشاشة الدوارة Rotary screen printing.

٣. الطباعة بالشاشة الحريرية Screen printing.

٤. الطباعة بقاذف الحبر " بالتفتيط " Ink jet printing.

وبالتالي فإن أهم الأخطاء الممكن حصولها عن هذه المرحلة:

١. سوء تسوية طباعية: تسحب أو انزياح الألوان عن بعضها بعضاً، تموج اللون، تراجع معدلات صفاء

الطباعة بظهور بعض البثور الصباغية.

٢. أخطاء في تصميم أو تنفيذ القوالب.

٣. التبقيع على الأرضيات البيضاء.

٣-١-٤- التجفيف: وتتم بوحدة من التقنيات الأربعة التالية:

١. المجفف الأسطواني Cylinder dryer.

٢. المجفف بالهواء الساخن Hot flue dryer.

٣. المشد ذو الدبابيس " الرام " Pin tenter.

٤. المجفف الهوائي القصير Short loop dryer.

وبالتالي فإن أهم الأخطاء الممكن حصولها عن هذه المرحلة:

١. سوء التسوية " التلطيش " بسبب سوء توزيع الهواء بحسب دارة هواء المجفف.

٢. تشقق معجونة الطباعة بسبب المعدلات العالية للتسخين.

٣-١-٥- الترطيب: تتم برذ طبقة من النشارة الرطبة على معجونة الطباعة حماية لها من التغيرات المفاجئة بدرجات الحرارة أو الرطوبة... وبالتالي فإننا نضمن عبرها عملية تثبيت متجانسة من جهة، ومنع تشقق المعجونة أو تبقيعها من جهة أخرى.

٣-١-٦- التثبيت: ويتم تطبيقها عبر إحدى التقنيات الأربعة التالية:

١. التخمير الجاف Dry baking.

٢. التبخير تحت الضغط الجوي العادي (Steaming (Atmosphere steaming).

٣. التبخير بدرجات الحرارة العالية (HTS: (High Temperature Steaming).

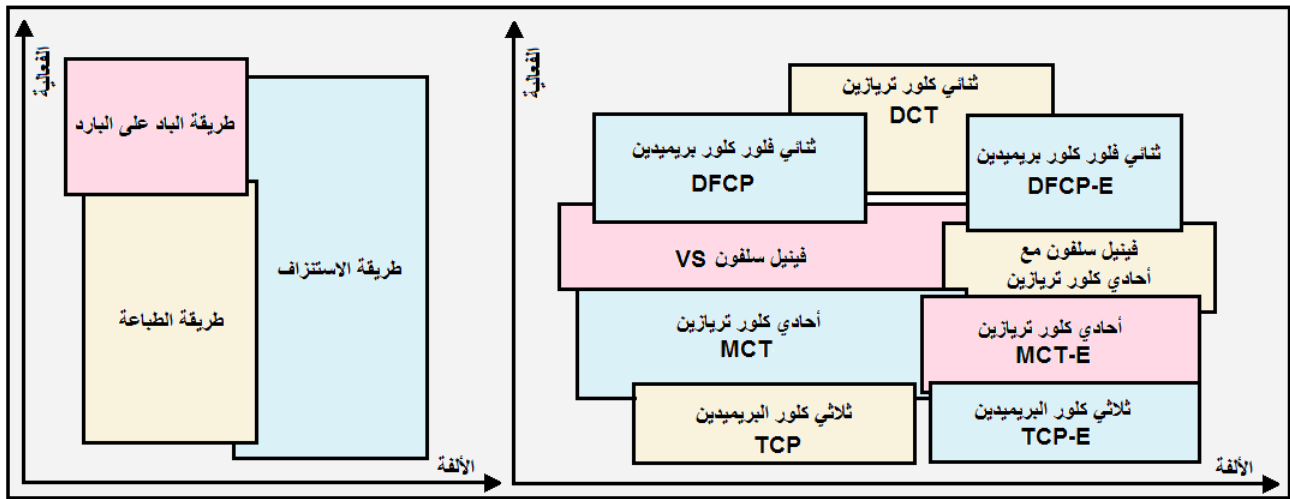
٤. التبخير بدرجات الضغط العالي (HPS: (High Pressure Steaming).

٣-١-٧- حمامات الشطف: تتم عمليات الشطف والغسيل بحمامات الصابون أو الغوازل الخاصة أولاً، ومن ثم حمامات الغسيل الإرجاعي عند اللزوم. ويمكننا تطبيق هذه الحمامات بعددٍ من أنماط الآلات والتجهيزات مثل: الغوازل المفتوحة، الونش، الجيكر.

وبالتالي فإن أهم الأخطاء الممكن حصولها في هذه المرحلة: التخلص غير الكامل من بقايا معجونة الطباعة أو الأصبغة تبعاً لنوعية المواد المساعدة المستخدمة وتراكيذها وزمن المعالجة ودرجات الحرارة الموائمة لكل مرحلة.

٣-١-٨- التجفيف والتثبيت النهائي: وتجري لضبط المواصفات النهائية المطلوبة للمنتجات المطبوعة: كالوزن النوعي " المتراج "، والتطرية أو التقسية أو التعبئة... لذا فإنها غالباً ما تتم على الرام.

٣-٢- الفوارق بين فعاليات وألفة الأصبغة التفاعلية بيانياً: يبين الشكل (٢١٣) هذه الفوارق:



الشكل (٢١٣)

٣-٣- الطباعة بالطريقة المباشرة أو طريقة المرحلة الواحدة (Direct printing (1 Phase printing):

تتوزع تقنيات الطباعة المباشرة بين خمسة أنماطٍ رئيسية، أربعة منها بالتبخير، وخامسة بالتخمير:

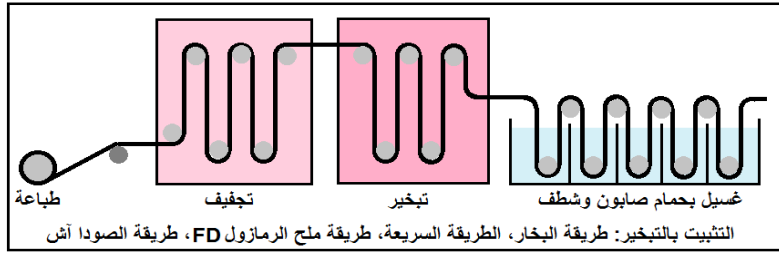
٣-٣-١- طرائق التثبيت بالتبخير:

- طريقة التبخير أو طريقة بيكرينات الصوديوم Steaming process: وتتميز ببساطة تطبيقها وثبات معجونتها وسهولة تناولها.

- طريقة التبخير السريعة Short time steaming process: وتتميز بغزارة إنتاجها وفعاليتها العالية، كما أنها تناسب مجموعات أصبغة مختلفة مثل: أصبغة الأحواض، الأصبغة التفاعلية....

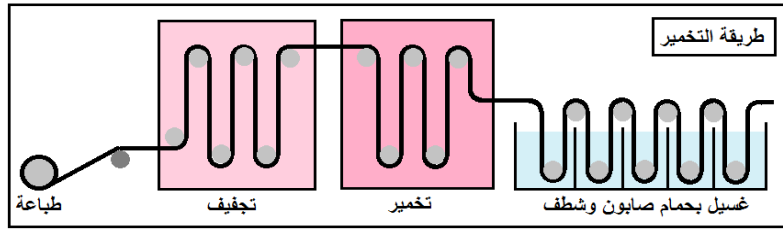
- طريقة ملح الرمازول Short time steaming process: وتتميز بالثبات العالي لمعجونتها، وثبات المنتج المطبوعة المجففة غير المثبتة تجاه الأبخرة أو الغازات الحمضية.

- طريقة التبخير بوجود الصودا آش:



الشكل (٢١٤)

- طريقة التخمير "التثبيت الحراري": تستبدل هنا وحدة التثبيت بالحرارة العالية بوحدة تخمير بدرجة الحرارة الملائمة للصبغ المستخدم كما في الشكل (٢١٥):



الشكل (٢١٥)

تركيب معجونة الطباعة لطريقة المرحلة الواحدة: نستعرض في الجدول (١٨٧) تركيب معجونة الطباعة لطريقة المرحلة الواحدة:

الجدول (١٨٧)

تركيب معجونة الطباعة لطريقة المرحلة الواحدة		
المادة	معجونة الأصبغة	المعجونة الممددة
صباغ فعال	ما يلزم	لا يضاف
يوريا (بولة)	١٠٠-٥٠ غ	٥٠ غ
ماء ساخن	٣٠٠ غ	٣٠٠ غ
مثخن	٥٠٠-٤٠٠ غ	٥٠٠ غ
مثبط إرجاع (مانع أكسدة)	١٠ غ	
العامل القلوي* الممدد	ما يلزم	
ماء ساخن أو مثخن	ما يلزم	
المجموع	١٠٠٠ غ	
يختلف العامل القلوي باختلاف الطريقة المعتمدة		

ونستدل كما هو واضح وباستقراء تركيب المعجونة على ارتباط كمات كل من: القلوي، الماء، المثخن بكمية ونوعية وتركيز الصباغ المستخدم.

أما عن ارتباط العوامل القلوية بمختلف طرائق الطباعة فنبينها بالجدول (١٨٨):

الجدول (١٨٨)

الطريقة	القلوي المعتمد		طريقة التثبيت	شروط التثبيت	
	نوع القلوي	الكمية: غرام		درجة الحرارة	الزمن
طريقة بيكربونات الصوديوم	بيكربونات الصوديوم Na-Bi- Carbonate	٢٥-١٠	تبخير	١٠٠-١٠٣ م	٢-٥ دقيقة
طريقة الزمن القصير Short time process	بيكربونات الصوديوم صودا آش	٢٥-١٠ / ١٠	تبخير	١٠٥-١٠٣ م	٩٠-٣٠ ثانية
طريقة ملح الرمازول Remazol salt FD	ملح الرمازول FD	١٢٠-٥٠	تبخير	١٠٠ م	١٠-٨ دقائق
طريقة الصودا آش	صودا آش	١٠	تبخير	١٠٠ م	١٢-١٠ دقائق
طريقة التخمير Termo-fix process	بيكربونات الصوديوم	٢٥-١٠	تخمير	١٠٥-١٣٠ م	٣-٢ دقائق
				١٩٠-١٨٠ م	٥-٤ دقائق
ملاحظة هامة جداً: قد تنخفض درجة الحرارة أحياناً بسبب معدلات الدخول العالية للقماش المطبوع البارد أو لمساوي صنع للمبخر ... ما يسبب تكاثف البخار عندما يكون بدرجة حرارة (١٠٢ م)، وبالتالي يبدأ عملية تعرق تتسبب بأخطاء عمل واضحة للعيان، ما يوجب علينا ضبط درجة حرارة البخار ونظام تدوير البخار في المبخر وكميات القماش الداخلة ودرجات حرارتها... منعاً لأي مشكلة تعرق.					

٣-٤- طريقة الطباعة على مرحلتين 2 Phase printing: تتميز هذه الطريقة بتطبيقها على مرحلتين:

١. مرحلة طباعة المعجونة الخالية من العامل القلوي متبوعة بالتجفيف.
 ٢. مرحلة المعالجة بالعامل القلوي.
- تركيب معجونة الطباعة لطريقة المرحلتين: ونستعرض في الجدول (١٨٩) هذه التركيبة، وتتميز هذه الطريقة بتطبيقها على مرحلتين:

١. مرحلة طباعة المعجونة الخالية من العامل القلوي متبوعة بالتجفيف.
٢. مرحلة المعالجة بالعامل القلوي.

الجدول (١٨٩)

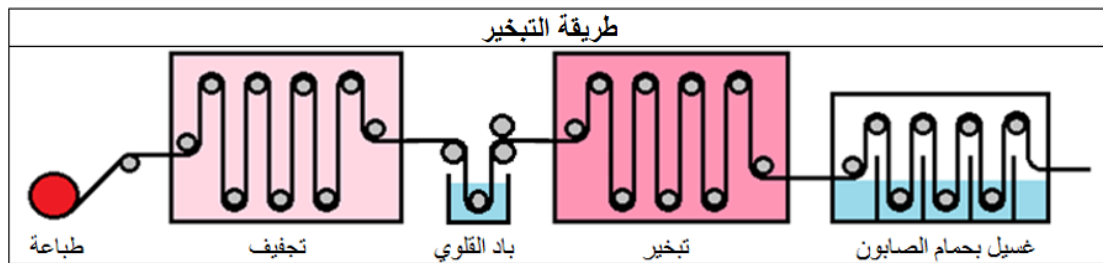
تركيب معجونة الطباعة لطريقة المرحلتين		
الصباغ	معجونة الأصبغة	المعجونة الممددة
صباغ فعال	ما يلزم	لا يضاف
يوربا " بولة "	١٠٠-٥٠ غ	٥٠ غ
ماء ساخن	٣٠٠ غ	٣٠٠ غ
مثخن طبيعي	٥٠٠-٤٠٠ غ	٥٠٠ غ
مثبط إرجاع مانع للأكسدة	١٠-١٥ غ	
حمض الخل	١٠ غ	
ماء ساخن أو مثخن	ما يلزم	
المجموع	١٠٠٠ غ	

الجدول (١٩٠): تركيب معجونة الطباعة بالمتنخات الطبيعية

العامل المثخن		تركيب المعجونة	
ألجينات الصوديوم: المثخن أو الصمغ الأكثر انتشاراً.		المعجونة نصف المستحلبة	
مواد أخرى: مركبات سيللوزية معدلة، نشاء معدل، مشتقات صمغية، متنخات مستحلبة		مجموع = ١٠٠٠ غرام	
ماء	٩٥٠ غ	ماء	٢٠٠ غ
ألجينات الصوديوم	٤٠ غ	مثخن طبيعي	٤٥٠ غ
عامل تحلية مثل	١٠ غ	عامل استحلاب DMR	١٠ غ
أملاح فوسفات الصوديوم		ترينتين معدني	٣٤٠ غ
نضيف مسحوق ألجينات الصوديوم شيئاً فشيئاً للمحلول المائي لعامل التحلية، ونتركه للتخمير ليلة كاملة بدرجة حرارة الغرفة.			
نضيف عامل الاستحلاب والماء للمثخن الطبيعي مع التحريك، نتبعها بإضافة الترينتين المعدني " الوابت سبريت: كاز أو نفظ " شيئاً فشيئاً مع التحريك السريع لصمان أعلى درجة تجانس ممكنة.			

٣-٤-١- طرائق الطباعة:

طريقة التبخير 2 Phase steaming process: وتتميز بغمر المنتوجات المطبوعة بالباد أو الحوض القلوي بعد عملية التجفيف لنتبعها بالتثبيت فالغسيل كما في الشكل (٢١٦) والجدول (١٨٩):

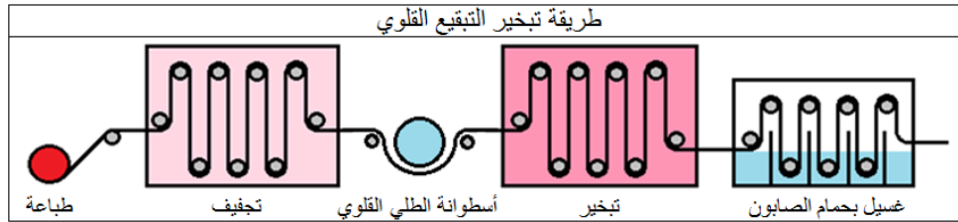


الشكل (٢١٦)

الجدول (١٩١): طريقة التبخير على مرحلتين

طريقة التبخير 2 Phase steaming process			
مراحل العمل			
طباعة	تجفيف	حوض الكيماويات	تبخير
تركيب حوض الكيماويات القلوي			
		هيدروكسيد الصوديوم (٣٦ بوميه)	٤٠-٢٥ مل
		صودا أش	١٥٠ غ
		كربونات الصوديوم	٥٠ غ
		ملح الطعام	١٠٠ غ
		هيدروسلفيت الصوديوم المركز	١ غ
		ماء	الإتمام حتى (١٠٠٠) مل
		درجة حرارة الحوض	دون (٣٠ م°)
		الحمولة	% ١٠٠-٨٠
		درجة حرارة وزمن التبخير	١٠٣ م° / ٢٠-١٥ ثانية

- طريقة التثبيت بالطلي القلوي Alkali blotch steaming process: وتتم بإجراء عملية طلي لمحلول العامل القلوي من الوجه المطبوع فقط دون الوجه الآخر، لتتبعها عمليات التثبيت فالغسيل كما في الشكل (٢١٧) والجدول (١٩٢):

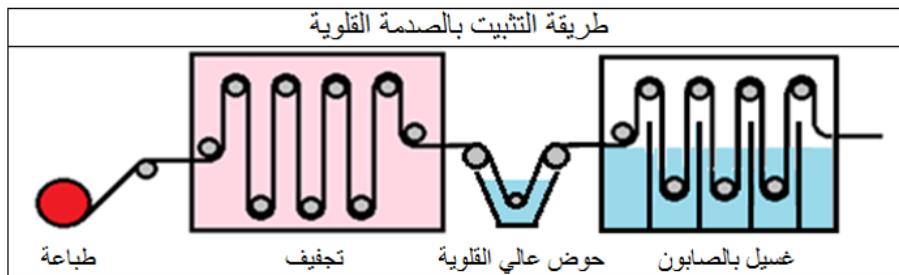


الشكل (٢١٧)

الجدول (١٩٢): طريقة تثبيت الطلي القلوي Alkali blotch steaming process

مراحل العمل			
طباعة	تجفيف	طلي القلوي	تبخير
تركيب حوض الطلي القلوي: حوض التثبيت بسيليكات الصوديوم المعدلة RC			
		صمغ مثخن عالي المقاومة للقلويات	٣٥ غ
		هيدروكسيد الصوديوم (٣٦ بوميه)	٧٠ مل
		كربونات البوتاسيوم	٥٠ غ
		ملح الطعام	٢٠٠ غ
		ماء	٤٥٠ غ
		الإتمام بالماء أو المثخن	حتى ١٠٠٠ مل
من المثخنات الصمغية المقاومة للقلوي: صمغ تراغكانث Tragacanth gum، الصمغ الإنكليزي الطلي القلوي: يتم تطبيقها بأسطوانات الباد على الوجه المطبوع عند درجة حرارة (١٠٠-١٣٠ م°) لمدة (٢٥-٤٥) ثانية			

- طريقة التثبيت بالصدمة القلوية Alkali shock fixing process: وتتم بمعالجة المنتجات المطبوعة بحوض قلوي عالي التركيز وبدرجات حرارة مناسبة ليصار إلى حمامات الغسيل مباشرة ودون الحاجة لمبخر تثبيت كما يبين الشكل (٢١٨) والجدول (١٩٣):

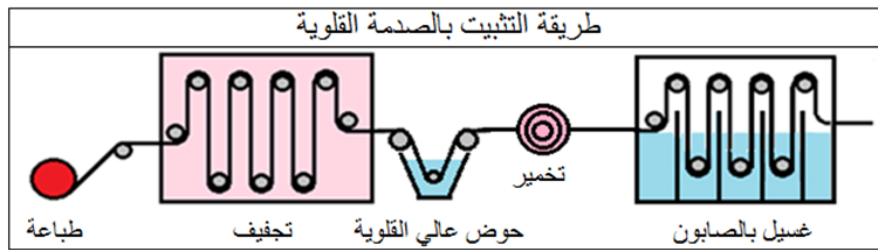


الشكل (٢١٨)

الجدول (١٩٣): طريقة التثبيت بالصدمة القلوية Alkali shock fixing process

مراحل العمل					
معالجة نهائية		حوض الصدمة القلوية		تجفيف	
طباعة					
تركيب حوض الصدمة القلوية					
المثبت RC العياري بدون تمديد أو التراكيب الكيماوية الثلاثة التالية					
الوصفة (٣)		الوصفة (٢)		الوصفة (١)	
٥٠ غ	ملح	٢٠٠ غ	ملح	١٠٠ غ	ملح
٥٠ مل	هيدروكسيد الصوديوم (٣٨) بومييه	٨٠-٦٠ مل	هيدروكسيد الصوديوم (٣٨) بومييه	٧٠-٥٠ مل	هيدروكسيد الصوديوم (٣٨) بومييه
٥٠ غ	كربونات البوتاسيوم	٥٠ غ	كربونات البوتاسيوم	٥٠ مل	كربونات البوتاسيوم
٢٥٠ غ	صودا آش	٢٠ غ	سيليكات الصوديوم	١٠ غ	سيليكات الصوديوم
				١٥٠ غ	صودا آش
الإكمال بالماء حتى (١٠٠٠) مل					
شروط الصدمة القلوية: ٩٠-٩٥ م° لمدة ١٠-١٥ ثانية					

طريقة التثبيت على البارد Cold fix process: وتعتمد هذه الطريقة على معالجة المطبوعات بحوض تثبيت قلوي يحوي سيليكات صوديوم معدلة يرمز لها بـ RC، وبالتالي فإنها غالباً ما تسمى بطريقة Fixer RC process وعلى البارد ليصار إلى تدوير أسطوانة المنتجات " تخمير الرولو" لمدة تزيد أو تنقص بحسب شروط العمل والتراكيز ونوع الأصبغة المستخدمة كما يبين الشكل (٢١٩) والجدول (١٩٤):



الشكل (٢١٩)

الجدول (١٩٤): طريقة التثبيت على البارد Cold fix process

مراحل العمل			
طباعة	تجفيف	تثبيت على باد RC	تخمير
تركيب حوض التثبيت بسيليكات الصوديوم المعدلة RC			
الكيماويات		سيليكات صوديوم معدلة RC مركزة " دون تمديد "	
شروط عمل الباد		درجة حرارة الغرفة (٣٠-٤٠ م°)	
الحمولة		١٠٠ %	
شروط التخمير		درجة حرارة الغرفة (٢٠-٣٠ م°) لمدة لا تقل عن (٤) ساعات "ليلة كاملة أو تزيد" بشرط عزله بغطاء محكم يمنع عنه الهواء والغازات	

٣-٤-٢- ميزات طرائق الطباعة بطريقة المرحلتين:

١. ثبات أعلى للمعجونة لعدم احتوائها العامل القلوي.
٢. ثبات أعلى للصبغات المطبوعة المجففة غير المثبتة من طريقة المرحلة الواحدة.
٣. إمكانية تطبيقها على أنواع بضائع مختلفة: قطن، حرير... بإجراءات عملية أفضل وبثباتيات متميزة.
٤. إمكانية تطبيق تقنيات تثبيت مختلفة.
٥. احتمالات أخطاء عمل أقل عند العمل بطريقة الباد.
٦. مردود لوني ممتاز مع سطوع لوني جذاب.
٧. إمكانية المزاجية بينها وبين طرائق أخرى.

٣-٤-٣- المقارنة بين إجراءات التثبيت لطريقة الطباعة على مرحلتين: يبين الجدول (١٩٥) مقارنةً بين إجراءات التثبيت لطريقة التثبيت على مرحلتين:

الجدول (١٩٥)

المقارنة بين إجراءات التثبيت لطريقة الطباعة على مرحلتين				
الطريقة	التبخير	الطلي القلوي	الصدمة القلوية	التثبيت على البارد
تجهيزات التثبيت	يزداد الإنتاج بتوفر مبخر سريع	يزداد الإنتاج بتوفر مبخر سريع	لا تحتاج لمبخر بل لغاسل مفتوح	لا تحتاج تجهيزات خاصة اقتصادية لعدم احتياجها طاقة
سطوع اللون	ساطع	ساطع	ساطع	ساطع والمردود اللوني عالي
ثبات معجونة الطباعة والأقمشة المطبوعة المجففة	جيد	جيد	جيد	جيد
قابلية التطبيق على الأقمشة	شعيرات الحرير الطبيعي			
الكيمائيات	قلوي " كميات محددة "	مثبت RC ولا تحتاج لتحضير	مثبت RC كيمائيات عادية	مثبت RC
تناسخ العمليات الطباعية		جيد	جيد	جيد
أخرى		بقع قليلة على أسطوانة المبخر	سهولة الحصول على اللون المطلوب	بقع أقل على الأرضيات البيضاء

٣-٤-٤- ملاحظات تقنية هامة حول العمل بطريقة الطباعة على مرحلتين:

١. يستخدم نمط أجنينات الصوديوم عالية اللزوجة بنظام الطباعة الأسطواني، في حين تستخدم المنخفضة اللزوجة أو المثخن المستحلب لنظام الطباعة بالشاشة الحريرية.
 ٢. يزيد المردود اللوني في حال العمل بالمثخن المستحلب عنه في حال استخدام مثخن الأجنينات، وبخاصة في حال طباعة الحرير أو طباعة الألياف المثبتة.
 ٣. يناسب المثخن المستحلب ولسرعة جفافه نظام العمل بالطباعة الآلية للشاشة الحريرية، وبخاصة مع الرسوم أو التصاميم الدقيقة.
 ٤. يبدأ الصباغ المتوضع على سطح البضائع المطبوعة بالانحلال في كيمائيات الباد القلوي عند تراجع محتواه من المواد الصلبة " انخفاض تركيزه " ما يؤدي لنشوء أخطاء عمل بسبب هذا النزف.
 ٥. تتميز معجونة الطباعة على مرحلتين بثبات عالٍ لعدم احتوائها على العامل القلوي، ويزيد من عمرها إضافة كميات بسيطة من حمض الخل.
 ٦. يضاف لمحلل الباد الكيمائي كميات بسيطة من هيدرو سلفيت الصوديوم لمنع التبقع على الأرضيات البيضاء، وعلينا المحافظة على تركيزه بإضافة كميات جديدة من حين لآخر بسبب تخربه بمرور الزمن.
- ٣-٥- المعالجات النهائية: الشطف، الغسيل، حمامات الصابون: وتهدف مجموعة هذه العمليات لإزالة الأصبغة التفاعلية غير المثبتة كما في الجدول (١٩٦)، ومن المهم التنويه هنا إلى أن إزالة الأصبغة من نمط فينيل سلفون VS أسهل من إزالة أصبغة أحادي كلور التريازين MCT.

الجدول (١٩٦): مراحل المعالجات النهائية: الغسيل والشطف

حالة المثبت RC		غاسل مفتوح: الطريقة المستمرة	
المعالجة	الحوض	المعالجة	الحوض
شطف بارد بنظام التدفق المعاكس: ٤٠-٥٠ م	١	شطف بارد بنظام التدفق المعاكس	١
شطف بارد مع تعديل: ٢ مل/ل حمض خل ٦٠% / ٤٠ م	٢	تعديل بإضافة ٢ مل/ل حمض خل ٦٠% / ٤٠ م	٢
مع ٢ غ/ل عامل تحلية كبولي فوسفات الصوديوم عند ٤٠-٥٠ م	٣	شطف ساخن: ٨٠-٩٠ م	٣
شطف بارد بنظام التدفق	٤	أحواض غسيل مع ٢-١ غ/ل مع مزيج	٦-٤
شطف ساخن: ٩٠-٩٥ م	٥	منظفات أنيونية سالبة مع لا أيونية	
حمامات غلي مع ٢-١ غ/ل مزيج منظفات أنيونية ولا أيونية	٦-٧	شطف عند ٥٠ م	٧
شطف بارد بنظام التدفق المعاكس	٨	شطف بارد بنظام التدفق المعاكس	٨

ملاحظة: يعتمد نظام التدفق المعاكس على تسيير البضاعة بعكس اتجاه تسيير الماء

٣-٦- المعالجات النهائية على آلة الونش: من الملاحظ ضعف فعالية عموم هذه الآلات، لذا فإن المعالجات تتم هنا وفق المخطط:

شطف ← شطف تعديل مع (٢) مل/ل حمض خل (٦٠%) بدرجة حرارة (٤٠ م) ← شطف ساخن عند (٨٠-٩٠ م) ← حمام غلي مع (٢-١) غ/ل منظف أنيوني مع لا أيوني ← شطف ساخن بدرجة حرارة (٥٠ م) ← شطف بارد بنظام التدفق المعاكس

الجدول (١٩٧): مراحل الإنهاء على الجيكر

المعالجة النهائية على الجيكر	
عدد الدورات	المعالجة
٢	شطف بارد
١	تعديل بإضافة (١) غ/ل حمض خل (٦٠%) بدرجة حرارة (٥٠ م°)
٢	شطف ساخن بدرجة حرارة ٩٠-٩٥ م°
٤	حمام غلي مع (٢-١) غ/ل مزيج منظف أنيوني ولا شاردني
٤	حمام معالجة صابوني جديد
٢	حمام ساخن بدرجة حرارة (٥٠ م°)
٢	شطف

٣-٨- ملاحظات هامة لمرحلة المعالجات النهائية:

- ١- من المهم تجنب إضافة قلوي أثناء تطبيق حمامات الغلي تجنباً لتراجع قوة اللون.
- ٢- يستحسن في حال استخدام المثبت RC إزالة سيليكات الصوديوم بعامل قلوي أولاً، وتجنب إضافة مادة حمضية في حال عدم إزالتها كونها تشكل مركبات غير حلولة بالماء في هذه الحالة.

٣-٩- ملاحظات مختارة حول الأصبغة:

- ١- ثبات المعجونة اللون بطريقة المرحلة الواحدة.
 - ٢- ترتبط درجة المردود اللوني بطريقة التثبيت.
 - ٣- ترتبط درجة المردود اللوني بدرجة الحرارة والزمن.
 - ٤- يؤدي اعتماد لون الأزرق التركز للتلقيح على الأرضية البيضاء.
- للفائدة: مثبت الإرجاع أو مانع الأكسدة:** مؤكسد ضعيف يحمي الأصبغة التفاعلية من أي عملية إرجاع أثناء عمليات التبخير أو التثبيت الحراري مثل: سلفونات الصوديوم لميتا نثرو البنزن $O_2N-C_6H_4-SO_3Na$

البحث الرابع

التقنيات الأساسية لطباعة البوليمر بالأصبغة المبعثرة

١- مراحل التحضير للطباعة:

١. تصميم الرسوم.
٢. تنفيذ أداة الطباعة: القالب الأسطواني المحفور "الرول" أو الشاشة الأسطوانية المصنوعة من خلائط النيكل، أو الشاشة الحريرية المسطحة "الشاشة"، أو اللوح الطباعي "الكليشة".
٣. تحضير الخامة للطباعة: إزالة مواد التنشئة والغسيل، ضبط الوزن، التثبيت الحراري، تثبيت البضاعة على طاولة الطباعة أو ضبط مطاط التثبيت الحراري.
٤. تحضير معجونة الطباعة.

٢- مراحل الطباعة: يبين الجدول (١٩٨) مختلف مراحل الطباعة:

طباعة ← تجفيف ← ترطيب ← شطف ← غسيل إرجاعي ← تجفيف ← إنهاء

الجدول (١٩٨)

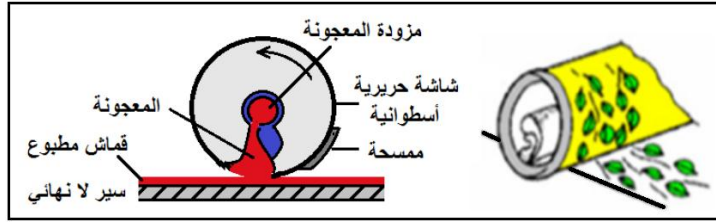
المرحلة	العملية	المشاكل والعيوب المرافقة
التحضير الأولي	غسيل القماش ومعاينته، اللف على الأسطوانات، تثبيت المطاط الحراري لطاولة الطباعة	شد الحواشي أو تكسير القماش، تثبيت غير كافي " قماش رخو"، التبقيع على مطاط السجادة
تحضير معجونة الطباعة	اختيار الصباغ ووزنه وبعثرته، إضافة المواد المساعدة، إضافة ومزج المثخن	بقع أو تنقيط صباغ، رغوة، تغير خواص المعجونة بمرور الزمن
طرائق الطباعة	الطباعة بالقالب الأسطواني المحفور (الرول)، لوح الطباعة، الشاشة الحريرية، قاذف الحبر، الورق الحراري	ضعف تسوية طباعية، علامات عيوب خياطة الرؤوس، عيوب تنفيذ الطباعة (عدم تطابق الألوان مثلاً)، استنزاف المعجونة
التجفيف	المجفف الأسطواني، بالهواء الحار، على الرام	التبقيع على الأرضيات البيضاء، تساقط أو تكسر المعجونة
الترطيب	إضافة نشارة الخشب الرطبة	انتظام وتجانس عملية التثبيت، منع تكسر معجونة الطباعة أو ظهور التلطيخ.
التثبيت	التحميص والتخلص من الرطوبة بالتبخير بدرجات الحرارة العالية HTS أو التبخير تحت الضغط العالي HPE	بقع أو تنقيط صباغ، تغير اللون، التبقيع على الأرضيات البيضاء بسبب تصعد الصباغ.
الغسيل	الشطف وحمامات الغسيل بالغواسل على آلة الونش	التبقيع على الأرضيات البيضاء بسبب عدم التخلص الكامل من المعجونة.
التجفيف والإنهاء	استخدام تجهيزات وآلات الإنهاء	أخطاء في عمليات الإنهاء

١٣-٣- آلات وطرائق الطباعة: يبين الجدول (١٩٩) مختلف آلات وطرائق الطباعة:

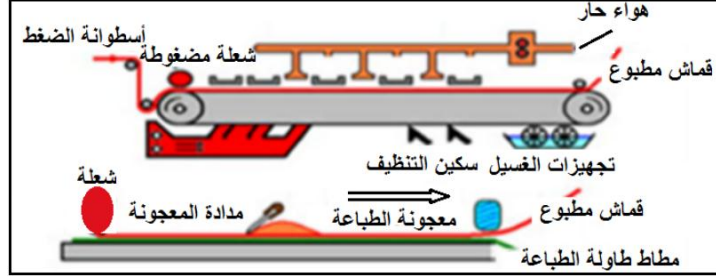
الجدول (١٩٩)

آلات وطرائق الطباعة					
نوع الطباعة	القالب المحفور	الشاشة الأسطوانية المحفورة	اللوح الطباعي	الورق الحراري	قاذف الحبر
الإنتاجية	كبيرة	كبيرة	قليلة	كبيرة	قليلة
فنيات التصميم	غير دقيقة (خشنة)	متوسطة	متوسطة	دقيقة	دقيقة جداً
القابلية لتصميم الأزياء (قياس وحدة الطباعة)	صغيرة	وسط	وسط / كبيرة	كبيرة	كبيرة
الكميات اللازم طباعتها	غير مرنة	قليلة المرونة	مرنة	مرنة / غير مرنة	أكثر مرونة
بيئة العمل	سيئة	متوسطة	متوسطة	جيدة	جيدة
تلبية الزبون	بسيطة	متوسطة	متوسطة	متوسطة	سريعة
المستوى التقني	معتمدة صناعياً				
تعليقات أخرى	طريقة قديمة	طريقة رائجة وشعبية		غير اقتصادية	قليلة التطبيق

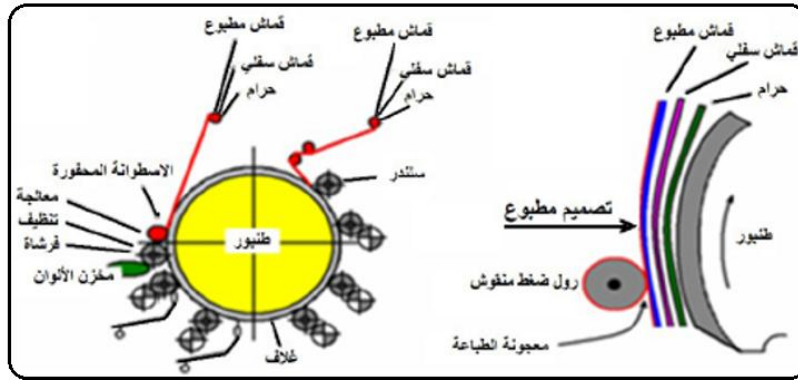
ونرى في الأشكال (٢٢٠ و ٢٢١ و ٢٢٢) مبدأ عمل الشاشات المسطحة والدوارة:



الشكل (٢٢٠)



الشكل (٢٢١)



الشكل (٢٢٢): الطباعة بالشاشة الأسطوانية المحفورة (الرولو)

١٣-٤- تركيب معجونة الطباعة: يتم تحضير المعجونة عادة من الصباغ الذي يشترط فيه الثبات تجاه الحرارة الجافة اللازمة لعملية التثبيت عند العمل بطريقة المبخر، أو الحرارة الرطبة عند العمل بتقنية المبخر النجمي، ويضاف لها المثخن منعا لرحلان الصباغ وتراجع دقة عملية الطباعة، وحمض غير طيار كحمض الطرطر أو حمض الليمون، ومانع إرجاع كي لا تتأثر الأصبغة بشروط العمليات الحرارية اللاحقة، وعوامل التسوية أو البعثرة لضمان عدم تجمع الأصبغة على بعضها بعضاً، ومانع الرغوة لأن الرغوة تسيء لعملية الطباعة والتصاق المعجونة بالنسيج المراد طباعته، والكارير للضرورة بحسب تقنية التثبيت اللاحقة، ويبين الجدول (٢٠٠) نموذجاً لتركيب معجونة مناسبة:

الجدول (٢٠٠)

تركيب معجونة الطباعة		
المكون	التثبيت بالتبخير بدرجات الحرارة العالية HTS	التثبيت بالتبخير تحت الضغط العالي HPE
صباغ مبعثر (ديسبرس)	ما يلزم	ما يلزم
ماء دافئ: (٤٠-٥٠ م)	٢٠٠-٣٠٠ غ	٢٠٠-٣٠٠ غ
مثخن	٦٠٠-٥٠٠ غ	٦٠٠-٥٠٠ غ
حمض الطرطر	٣-١ غ	٣-١ غ
مانع إرجاع	١-٠ غ	١-٠ غ
عوامل تسوية وموانع رغوة	٥-٠ غ	٥-٠ غ
كارير	/	٣٠-٠ غ
الإجمالي	١٠٠٠ غ	١٠٠٠ غ
أمثلة عن المثخنات	Locust Bean + CMC, Locust Bean + Na-Alginate or Locust Bean + CMC + Na-Alginate	
معجونة الطباعة	طباعة	تجفيف
		تثبيت

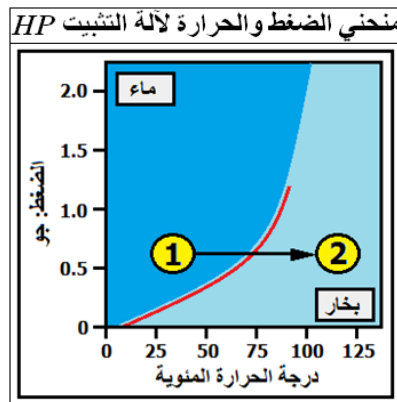
١٣-٥- مرحلة التثبيت: تلي عملية الطباعة كما يبين الجدول (٢٠١) مرحلة التثبيت بقصد انتشار الجزيئات الصباغية من سطح الألياف النسيجية باتجاه العمق، ويلعب المثخن دوره هنا في منعه من تطاير الصباغ بالاتجاه

المعاكس، أي من سطح النسيج باتجاه الهواء المحيط، وقد تجري هذه المرحلة بإحدى التقنيتين: إما تحت الضغط العالي HPE أو تحت درجات الحرارة العالية HTS:

الجدول (٢٠١)

مرحلة التثبيت			
ملاحظات	الزمن	درجة الحرارة	الطريقة
المجفف الأسطواني، الرام، مجفف الهواء الساخن لبعض الأصبغة	٦٠-١٢٠ ثانية	٢٠٠-٢١٠ م°	التثبيت بالتبخير بدرجات الحرارة العالية HTS
لعموم أنواع الأقمشة المحاكاة المضخمة	٣-٧ دقيقة	١٦٠ م°	
للألوان الغامقة	٥-٧ دقيقة	١٨٠ م°	
المبخر النجمي، كوخ التبخير (مبخر كوتاج)، مبخر ماستر، مبخر KS	٣٠ دقيقة	١٣٠ م°	التثبيت بالتبخير تحت الضغط العالي HPE

ونرى في الشكل (٢٢٣) المخطط الحراري لتوازن الماء مع البخار عند التثبيت الحراري:

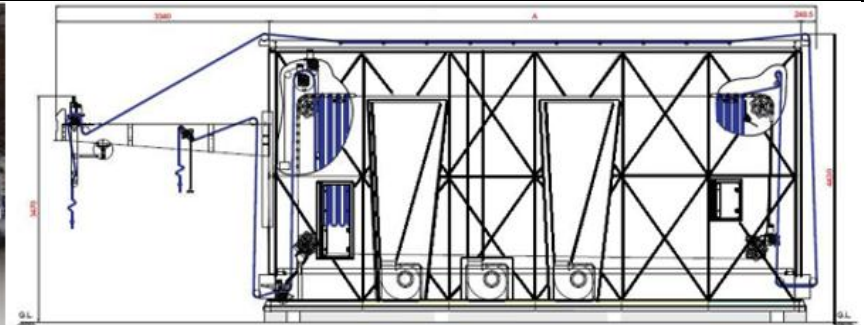


الشكل (٢٢٣)

١٣-٦- نماذج آلات التثبيت: نستعرض في الجدول (٢٠٢) والشكل (٢٢٤) بعضاً من تجهيزات التثبيت:

الشكل (٢٠٢)

نماذج آلات التثبيت					
ارتفاع الحلقة متر	السرعة متر/دقيقة	سعة القماش متر	العرض الفعلي متر	الشركة الصانعة	العلامة التجارية
٣,٠-٢,٥: الأعظمي	١٥-١٣	-٤٠٠-٢٠٠ ٦٠٠	٣,٤-١,٨	Storks	Storks: Universal Loop Steamer
/	١٢٥-٣٠	٤٠٠-٢٠٠	٣,٤-١,٨	Olchikine Industry	Olchikine Storks Universal Loop Steamer
٣,٠-٢,٥: الأعظمي	١٢٥-٣٠	١٤٠ م/غرفة	/	Artos	Universal Loop Ager
٢,٧: الأعظمي	٢٥-٨	١٥٠ م/غرفة	٢,٨	Nakao Iron Works	NT type Continuous Loop Steamer
٣,٠: الأعظمي	١٠٠-٦٠	-٤٠٠-٢٠٠ ٨٠٠	٨٠-٧٠-٦٠ انش	Showa machinery	KI Loop Steamer
٢,٧-١,٣٥	٧٠-٣٥	/	/	Japan Artos	Universal Loop Ager I type



Universal Loop Steamer



الشكل (٢٢٤): بعض تجهيزات التثبيت

٧-١٣- شروط عملية التثبيت: تتباين شروط عملية التثبيت الحرارية من تقنية لأخرى كما يبين الجدول (٢٠٣)، وتمتلك كل تقنية مواصفات خاصة بها تتناسب مع طبيعة الأصبغة أو النسيج المطبوع، إذ يتسبب التثبيت بالتحميص مثلاً بتسعد كمية لا بأس بها من الأصبغة، ما يعني ضرورة تطبيق العملية الطباعية بأصبغة من الأصبغة الكبيرة الحجم، في حين أن أقل كمية تسعد نجدها بتقنية التثبيت بالبخار المشبع، ويتوسط بين هذا وذاك التثبيت بالبخار الساخن جداً.

الجدول (٢٠٣)

شروط عملية التثبيت					
التثبيت تحت الضغط العالي HPE		التثبيت بالتبخير بالحرارة العالية HTS		التثبيت بالتحميص	
وجبات Batch-wise	مستمر	مستمر	مستمر	مستمر	طريقة التثبيت
متوسطة	قليلة	كبيرة	كبيرة	كبيرة	الإنتاجية
مناسب	قابل للتطبيق	قابل للتطبيق	متوسط	متوسط	قابلية التطبيق على الأقمشة المحاكاة
بخار مشبع	بخار ساخن جداً	بخار ساخن جداً	بدون رطوبة	بدون رطوبة	أنواع أوساط نقل الحرارة
١٣٠ م/٣٠ دقيقة	١٧٠ م/٥-٧ دقائق	١٧٠ م/٥-٧ دقائق	٢١٠-٢٠٠ م/٥-٧ دقائق	٢١٠-٢٠٠ م/٥-٧ دقائق	الشروط
ضروري	لا يحتاج	لا يحتاج	لا يحتاج	لا يحتاج	ضرورة إحكام الإغلاق
جيدة	متوسطة	متوسطة	غير جيدة	غير جيدة	المعالجة
جيدة	متوسطة	متوسطة	سيئة	سيئة	تراجع خواص المثخن
عالي	متوسط	متوسط	منخفض	منخفض	المردود اللوني
قائم	قوي	قوي	قوي - حاد	قوي - حاد	وضوح الطباعة
كبير	متوسط	متوسط	قليل	قليل	اختراق المعجونة للخلف
مرتفعة	قليلة	قليلة	متوسط	متوسط	نسبة أخطاء العمل
الغسيل النهائي	الغسيل الإرجاعي	الغسيل الأولي	التثبيت	التجفيف	الطباعة

٨-١٣- عمليات الشطف والغسيل: تهدف عمليات الشطف والغسيل للتخلص من كل المواد الداخلة في تركيب معجونة الطباعة، في الوقت الذي نجد أنه من الضروري جداً ألا يرافق عمليات الشطف تلون وتلوث الأرضيات البيضاء أو الفاتحة اللون، لذا فإن أول ما نفكر فيه هو انتقاء الكيماويات التي تضمن لنا هذه النتائج، سواء أكانت مواد قصر بالأكسدة أو الإرجاع، وبحيث لا تؤثر سلباً على أنيقة وجودة الطباعة ذاتها، ونستعرض في الجدول (٢٠٤) مختلف هذه العمليات:

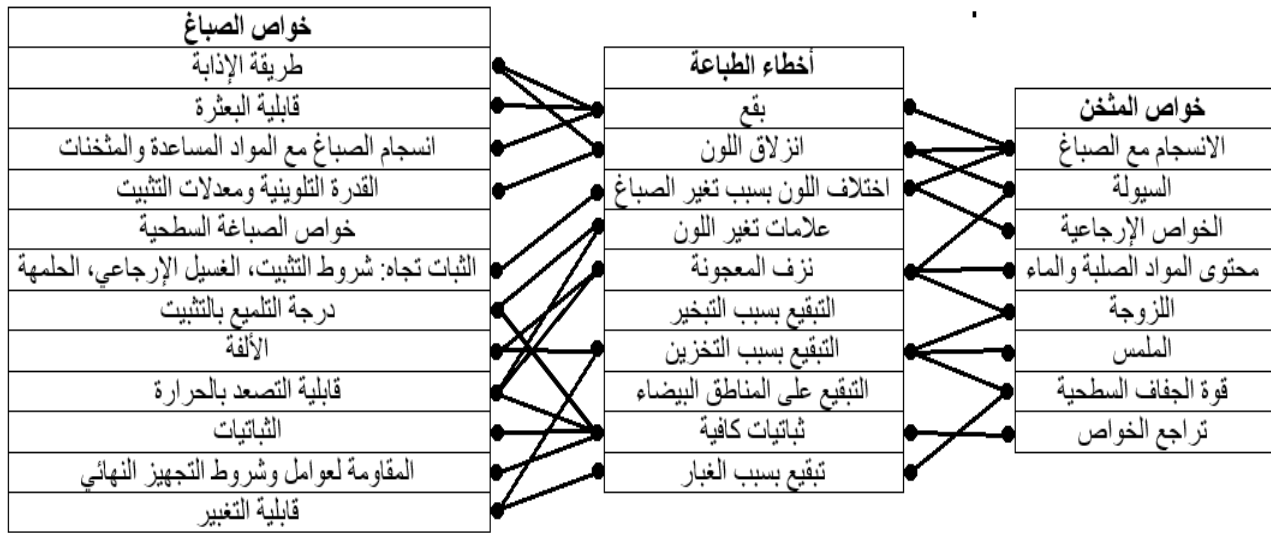
الجدول (٢٠٤)

عمليات الغسيل والشطف	
حمام بغوازل منخفضة التركيز، ويستحسن الشطف بماء جار	الغسيل الأولي
يتم بحرارة (٥٠ م) لتجنب التبقع على الأرضيات البيضاء	الغسيل الدافئ
(٢-١) غ/ل هيدروكسيد الصوديوم + (٢-١) غ/ل هيدروسلفيت الصوديوم + (٢-١) غ/ل غوازل لا أيونية: (٧٠-٨٠ م)/٢٠ دقيقة	الغسيل الإرجاعي
حمام شطف ساخن يتبعه حمام بارد	الغسيل النهائي
الهدف: الطريقة، الآلات، المواد، الاستخدام، التصميم	اختيار
البند الواجب بحثه: تقنية التثبيت المثلى، زمن وحرارة التثبيت المثلى، انسجام الكيماويات وثبات معجونة الطباعة الأخيرة، أثر العمليات المختارة على الثباتات وعلى البيئة.	الصباغ المثخن
مميزات الطباعة: قوة اللون واتجاهه، خواص الطباعة (تسوية، دقة، تبقع، انزياح، علامات، هجرة)، خواص التصميم (حاد، قوة اللون على الوجه، الاختراق للخلف)، التبقع على الأرضيات البيضاء (النزف، تراجع خواص المثخن).	الكارير
المؤثرات على عمليات الطباعة: تأثير لكر الشاشة، تأثير المواد اللاصقة، تأثير الدقة (الحدودية)، تراجع خواص المثخن.	المواد المساعدة شروط المعالجة

١٣-٩- المثنخات: تتباين خواص المثنخات جداً عن بعضها بعضاً، ولكل تقنية تثبيت نجد مثنخاً أمثل نسبياً، وكثيراً ما تجري عملية مزج بين أنواع مثنخاتٍ عدة وصولاً لشروط طباعةٍ أفضل كما يبين الجدول (٢٠٥) والشكل (٢٢٥):

الجدول (٢٠٥)

الخواص	المواصفات	نشاء معدل	سيليلوز	ألجينات الصوديوم
القدرة التلوينية	طباعة الغوامق، اللون السطحي، اللعان	●	○	×
الاختراق	كثافة البضاعة	○	○	●
قوة الطباعة السطحية	التناثر، البقع، علامات الاحتكاك	○	●	●
التغيير أو النقل	عدم تسوية	●	○	△
السيولة	عدم تسوية	○	○	●
خواص الطباعة	الضغط	●	●	△
تراجع التثخين	الغسيل النهائي	○	●	●
مقاومة الكيماويات	حمض، قلويات، أملاح معدنية	○	△	△
مقاومة التمدد	تغير اللزوجة	○	○	●
مقاومة المواد	صوف، حرير، ألياف تركيبية	●	○	△

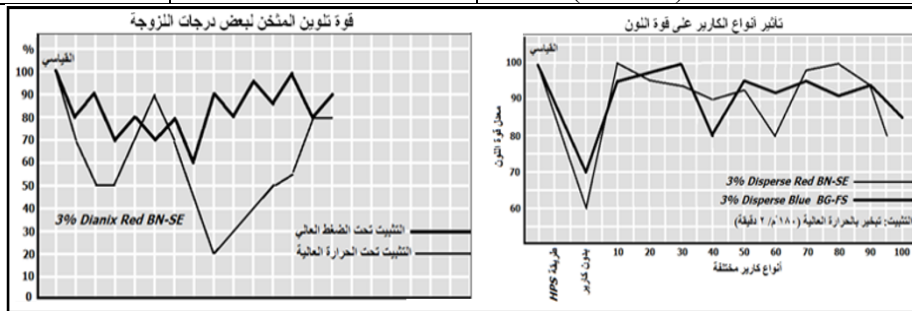


الشكل (٢٢٥)

١٣-١٠- تأثير الكارير على الثباتية تجاه النور: يبين الجدول (٢٠٦)، والشكل (٢٢٦) تأثير بعض أصناف الكارير على معدلات التثبيت:

الجدول (٢٠٦)

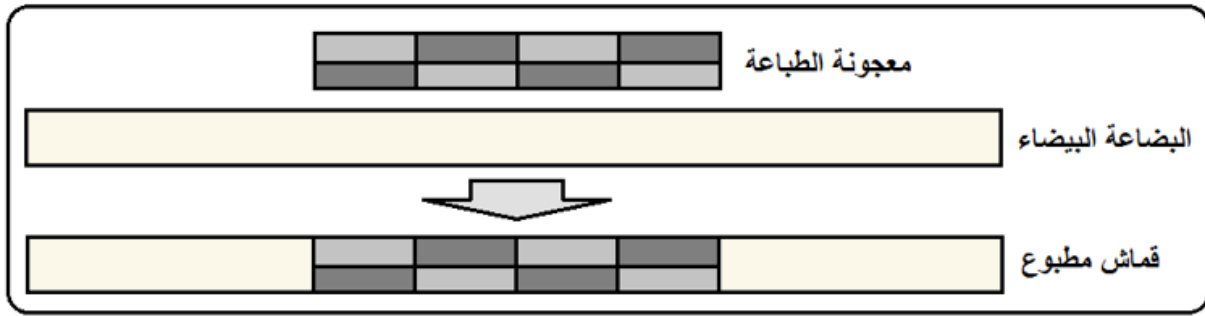
تأثير الكارير على الثباتية على النور		
١٠% ديسبرس أسود HG-FS	٣% ديسبرس أحمر BN-SE	الكارير
5	6	التثبيت تحت الضغط العالي HPE: ١٣٠ م/ ٣٠ دقيقة
5	6	بدون كارير
4-5	6	يوريا
4	6	كارير ديلائين OD من كلارينت (Clariant)



الشكل (٢٢٦)

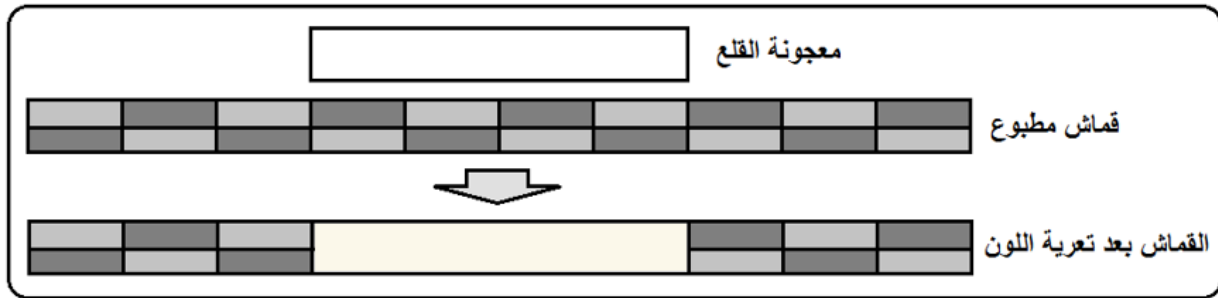
١٣-١١- نماذج لتقنيات الطباعة:

الطباعة المباشرة: تتم عملية الطباعة في هذه التقنية بتطبيق أداة الطباعة سواءً أكانت شاشة حريرية أم أسطوانة محفورة على القماش مباشرة، ولتعرض بعدها لعمليات التجفيف فالتثبيت الحراري، لتصير جاهزة لعمليات الشطف والغسيل والتجهيز النهائي كما في الشكل (٢٢٧):



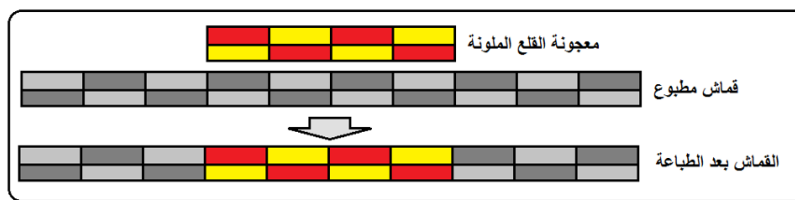
الشكل (٢٢٧): الطباعة المباشرة

طباعة القلع: يتم تطبيق هذه التقنية عادة بتطبيق معجونة قلع يمكنها تعرية لون الصباغ، لتترك مكانها فراغاً يعيد البضاعة مكانها للونها الخام كما في الشكل (٢١٨)، ويشترط لتطبيقها أن يكون القماش مصبوغاً بأصبغة ديسبرس قابلة للقلع، وهو ما نجده موضحاً في الكتالوجات الخاصة بأصبغة الديسبرس المبعثرة:



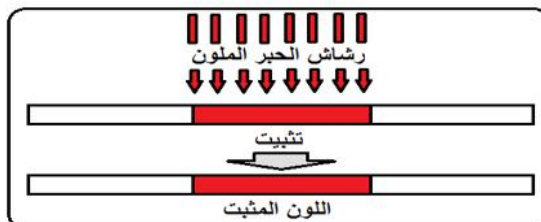
الشكل (٢٢٨)

طباعة القلع الملونة: يتم تطبيق هذه التقنية عادة بتطبيق معجونة قلع يمكنها تعرية لون الصباغ كما في الشكل (٢٢٩)، ممزوجة مع أصبغها مقاومة للقلع، لتترك مكانها فراغاً مطبوعاً بالأصبغة الجديدة، ويشترط لتطبيقها أن يكون القماش مصبوغاً بأصبغة ديسبرس قابلة للقلع:



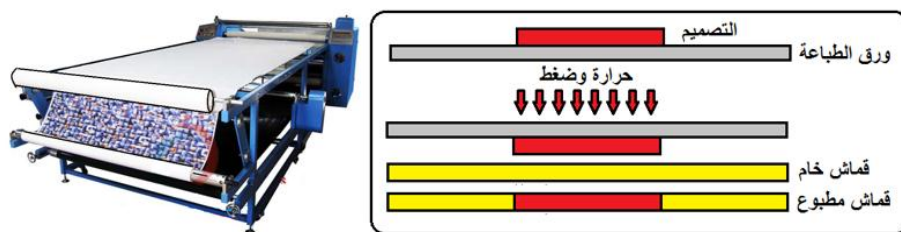
الشكل (٢٢٩)

تقنية قاذف الحبر: تقوم هذه التقنية كما في الشكل (٢٣٠) على مبدأ قاذف خاص بالأحبار بذات التقنية التي تعمل بها طابعات الحاسوب، لذا فإن من أهم مميزاتها إمكانية تنفيذها بدءاً من قطعة واحدة أو أكثر:



الشكل (٢٣٠)

طريقة الورق الحراري: تقوم هذه التقنية كما نرى في الشكل (٢٣١) على تحميل مجموعة أصبغة بتصميم معين على ورق نقال، ومن ثم تطبيق هذا الورق على البضاعة المراد طباعتها، ليصار لرفع الحرارة على الورق ليتصعد الصباغ من الورق باتجاه البضاعة، نتبعها بتعريض البضاعة لمعالجة حرارية معينة لتثبيت الصباغ على البضاعة:



الشكل (٢٣١)

١٣-١٢ - عمليات القلع والمقاومة: يبين الجدول (٢٠٧) تقييم بعض تقنيات عمليات القلع والمقاومة:

الجدول (٢٠٧)

التقييم	البياض وقلع الأرضية	العمليات	
صغيرة	جيدة	الطباعة بأصبغة قابلة للقلع ← تجفيف ← الطباعة بمعجونة القلع ← التثبيت بـ HTS	صباعة الأرضية
واسعة	ممتازة	الطباعة بأصبغة قابلة للقلع على الباد ← تجفيف ← الطباعة بمعجونة القلع ← التثبيت بـ HTS	طريقة الباد
صغيرة		الطباعة بمعجونة ملونة ← تجفيف ← الطباعة بمعجونة القلع ← التثبيت بـ HTS	الطباعة أولاً
واسعة		الطباعة بأصبغة قابلة للقلع على الباد ← تجفيف ← الطباعة بمعجونة القلع الملونة ← التثبيت بـ HTS	

١٣-١٣ - المقارنة بين طرائق الطباعة: يبين الجدول (٢٠٨) أهم خواص بعض طرائق الطباعة:

الجدول (٢٠٨)

الخواص	المباشرة	بالقلع والمقاومة	بالورق	بقاذف الحبر
تعقيد الشكل	أشكال بسيطة	أشكال معقدة	أشكال ناعمة	أشكال حساسة
المستوى التقني	بسيطة	معقدة	بسيطة	أشكال حساسة
معدلات الفشل	صغيرة	كبيرة	صغيرة	صغيرة
المشاكل المعوقة	اختيار الأصبغة والكيماويات	توفر الورق المناسب	تطور الآلات	
انتشارها على القطن	●/●	○/○	△-x	△/△-x
انتشارها على البوليستر	●/●	○/○	○/○	△/△-x
انتشارها على البوليستر/قطن	●/●	△/△	x/x	x/x

١٣-١٤ - المقارنة بين طريقتي القلع والمقاومة لطباعة البوليستر: يبين الجدول (٢٠٩) بعض نقاط المقارنة بين طريقتي القلع والمقاومة في طباعة البوليستر:

الجدول (٢٠٩)

عامل القلع	كلور القصديري	طريقة القلوي	الشلات	الفحم الفعال
بياض القلع والأرضية المقاومة	●	●	●	○
دقة الشكل	△	△	○	●
سلامة صالات العمل	△	●	●	●
تآكل الآلات	x	○	○	○
التلوث	x	○	△	○
الوفر	△	●	○	○
ضبط الألوان	●	○	△	x
نمط أصبغة القلع	أزو	تتفكك بالقلوي	شيلانية	جميعها
نمط فعالية الألوان	غير قابلة للإرجاع	ثابتة بالقلوي	لا شيلانية	لا شيء
الانتشار	●	△	x	△

١٣-١٥ - المقارنة بين طرائق الطباعة على البوليستر: يبين الجدول (٢١٠) مقارنة بين طرائق الطباعة على البوليستر:

الجدول (٢٠٨)

القلع مع المقاومة	المقاومة	القلع	المباشرة	لطباعة
كبير	كبير	كبير	منخفض	تنوع التصاميم
متوسطة	متوسطة	صعبة	سهلة	العمليات
متوسطة	متوسطة	عالية	منخفضة	كلف الإنتاج
متوسطة	متوسطة	منخفضة	عالية	سرعة الإنتاج
عالية	متوسطة	عالية	منخفضة	حدوث الأخطاء
عالية	عالية	عالية	متوسطة	المستوى التقني

المراقبة المخبرية لعمليات الطباعة

المقدمة:

تتم مراقبة حسن أداء العمل في أقسام المطبعة عبر المراحل الثلاث: قبل العمل وأثنائه وانتهائه، إذ نتأكد بدايةً من سلامة لف القماش وعرضه وعدم وجود تكسير أو تجعيد أو ميول بعد التأكد من سلامة المواد الأولية اللازمة، وندقق أثناء تنفيذ عملية الطباعة من تطابق اتجاه ودرجة عمق الألوان وعدم انزياحها عن بعضها بعضاً، وعدم وجود أي تشرب جانبي للتصميم يسبب للحدودية المطلوبة في التصميم الدقيقة خاصةً، وأخيراً نختبر الجودة من حيث الثباتيات على الاحتكاك والغسيل والنور... إضافة لدرجة التبقيع على الأرضيات البيضاء.

١- المراقبة قبل العمل: يتوجب ضبط أسباب العمل التالية:

- ١- اختبار فعالية ونقاوة المثخنات مثل الألجينات والنشاء والصمغ.
- ٢- اختبار القوة الإرجاعية لهيدروسلفيت الصوديوم أو الرونغاليت عند درجة حرارة العمل اللازمة.
- ٣- اختبار محاليل المثخنات ومعاجين الطباعة المحضرة مسبقاً ودرجة لزوجتها وتجانسها.
- ٤- تفتيش شاشات الطباعة والتأكد من خلوها من عيوب التصميم والحفر والخدوش.
- ٥- مطابقة أرقام الرسم فيما بين التصميم على الورق " الكالك " والشاشات الموافقة.
- ٦- تفتيش القاشطة والتأكد من سلامتها من الخدوش ونظافتها من بقايا عمليات الطباعة السابقة.
- ٧- تفتيش حصيرة الطباعة والتأكد من سلامتها ونظافتها وتناغم حركتها مع فراشي الغسيل والقشط ومعايرتها.
- ٨- التأكد من مطابقة ألوان المعاجين للألوان المطلوبة.
- ٩- تفتيش الحملات والمحاور والحساسات الكهربائية في خطوط الطباعة الآلية.
- ١٠- اختبار اللاصق على الحصيرة والتأكد من قدرته على تثبيت القماش.
- ١١- تطبيق عملية طباعة تجريبية للتحقق من سلامة شروط العمل مجتمعةً.

٢- المراقبة أثناء العمل:

- ١- مراقبة الحواشي عند بدء العمل للتأكد من مطابقتها للمساحة المخصصة لها على الحصيرة.
- ٢- تلافي حدوث أي عملية تكسير أو تجعد أثناء مرور القماش على الحصيرة.
- ٣- مراقبة ومعايرة دخول القماش وضبط عمليات الشد والميزان والتمركز لمنع لف الحواشي.
- ٤- التأكد من سلامة أداء آلة الطباعة وملحقاتها التكميلية.
- ٥- إيقاف الآلة عند ظهور أي علامة ملونة مخالفة أو غير مطبوعة والتحري عن السبب.
- ٦- التأكد من عدم تجمع أي نوع من الأوساخ تحت الحملات أو المحاور بعد بدء العمل.
- ٧- التأكد عند العمل بطريقة الطباعة بالإزالة من لزوجة المعجونة وسرعة جفافها.
- ٨- المراقبة المستمرة للشاشات لإيقاف الآلة عند تعرض أي منها لأي تضرر جراء العمل.
- ٩- ضبط درجة حرارة التجفيف مع البيغمانات عند ١١٥-١٦٠ م° وحرارة التثبيت عند ١٨٠-٢٢٠ م°.
- ١٠- تجنب أي تكاثف للبخار أثناء التجفيف أو التثبيت منعاً لتقاطر الماء على المطبوعات وتشويهها بما لا يمكننا إصلاحه.
- ١١- اعتماد مباخر سريعة يمكننا معها الوصول لدرجة حرارة ١٤٠ م° خلال ٦٠ ثانية للألوان الحساسة التي تتطلب هكذا شروط.
- ١٢- مراقبة جدوى عمليات الغسيل وإعادتها في حال ظهور أي تبقيع على الأرضيات البيضاء.
- ١٣- تطبيق عمليات التهوية المناسبة التالية لعمليات التجفيف أو التثبيت وخاصة مع أصبغة الأحواض.
- ١٤- تجويد خياطة رؤوس الأثواب متاناً وتوازياً.

١٥- التأكد من درجات حرارة وضغوط ورطوبة المباخر المناسبة لكل صنف أثناء التثبيت.
١٦- تفتيش عينات من القماش المبخر وتدقيق التجانس اللوني بين الحاشيتين مع الوسط وعلى كامل البضاعة.

١٧- التأكد من نظافة أحواض المعجونة.

١٨- مراقبة القماش عند خروجه من عمليات التجفيف أو الغسيل وتدارك أي خلل.

٣- المراقبة بعد التشغيل:

١- مقارنة اللون الناتج بعد عمليات التثبيت مع عمق واتجاه اللون المطلوب.

٢- تطبيق اختبارات الثباتية.

٣- مقارنة درجات بياض الأرضيات قبل وبعد عمليات الغسيل النظامية باستخدام تجهيزات خاصة معتمدة.

الملاحظات العملية وأخطاء عمليات الطباعة

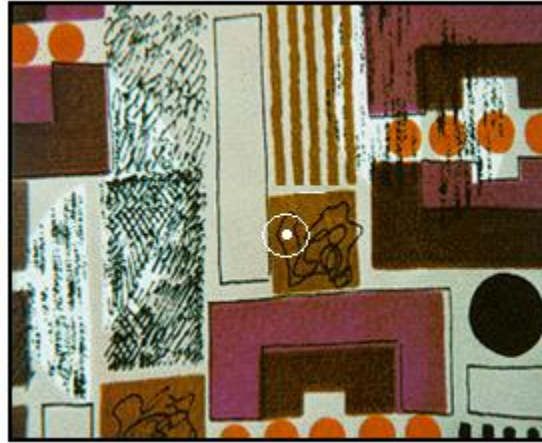
١- أخطاء الطباعة الناتجة عن خطأ في القماش:

١-١- البرم غير النظامي للخيط: يؤدي البرم الزائد لخيوط الحدف أو السداء لتراجع قدرة معجونة الطباعة على النفوذ في القماش، ويظهر هذا الخطأ كخدوش في القماش كما تشير إليه الأسهم في الشكل (٢٣٢):



الشكل (٢٣٢)

١-٢- عقدة في القماش: لا تمتص عقدة الخيط معجونة الطباعة فتظهر في القماش المطبوع على شكل نقطة غير مطبوعة كما تشير الدائرة في الشكل (٢٣٣) والذي تظهر فيه النقطة بيضاء بحسب اللون الأصلي الأبيض للقماش.



الشكل (٢٣٣)

٢- أخطاء الطباعة الناتجة عن عمل أجهزة منطقة دخول القماش :

١-٢- فرشاة التنظيف: يؤدي توقف فرشاة التنظيف عن العمل في منطقة الدخول لالتصاق الخيوط والزرغب على القماش بعد الطباعة على شكل خطوط يمكن أن تنفك بعد التجفيف فيظهر مكانها خط بلون القماش الأصلي كما يظهر في الشكل (٢٣٤):



الشكل (٢٣٤)

٢-٢ - **جهاز التفيتيح والشد في منطقة دخول القماش:** يؤثر شد القماش في منطقة الدخول على جودة الطباعة لدوره الأساسي في استواء سطح القماش ومنع التجعد، ولا يمكن لجهاز التفيتيح أن يؤدي عمله بدون شد القماش لعدم استجابته للتفتيح في هذه الحالة، فيتجمع القماش من أحد طرفيه من قبل أحد جهازي التفيتيح على رولو الجهاز، وبالتالي لا يكون شده كاملاً في منطقة الدخول كما يظهر في الشكل (٢٣٥) الذي يشير السهم الأبيض فيه إلى مكان الطي الذي بقي أبيض لمرور الشاشة عليه وهو مطوي فيبقى دون طباعة:

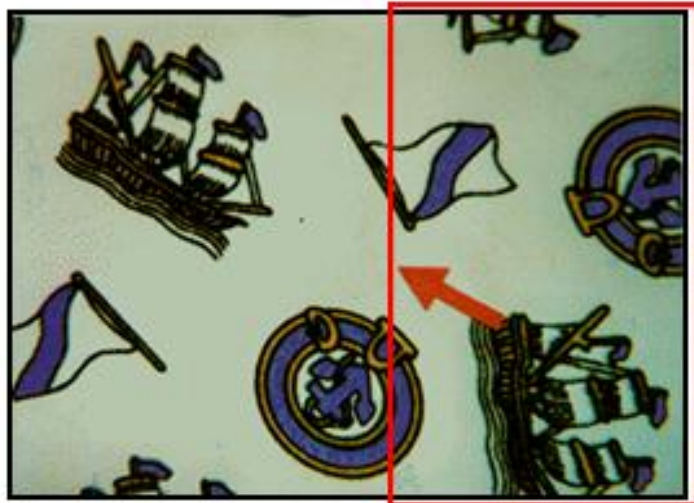


الشكل (٢٣٥)

٣-٢ - **جهاز التفيتيح والمركزة:** يؤدي عدم عمل جهاز المركزة (التفتيح) بشكله الصحيح لدخول القماش إلى سير الطباعة بصورة مائلة مسبباً ميول التصميم، وغالباً ما يحدث مثل هذا الخطأ عند عدم ربط ثوبين عند المدخل بصورة نظامية وبالتالي عدم تطابق طرفيهما ما يسبب انزياحاً كبيراً يؤدي لميول الرسم، ويلعب جهاز المركزة دوره في ضبط عملية الدخول المائل وتصحيحها.

٤-٢ - **جهاز تنظيم التوقيت بين المدخل والسير:** يؤدي اختلاف شد القماش في منطقة الطباعة لاختلاف درجة امتصاص المعجونة، لذا فإنه من الضروري جداً مساواة سرعة تلقيم القماش الداخل مع سرعة السير لضبط انتظام وتسوية درجة عمق اللون على كامل سطح القماش المطبوع.

٥-٢ - **أخطاء الطباعة الناجمة عن وحدة غسيل سير الطباعة والمعجونة:** يصعب عند طباعة القماش السميك اختراق المعجونة إلى وجه القماش الخلفي ما يبقيه خاماً، فصير بوجهين: مطبوع وخام، أما في حال طباعة القماش الرقيق فتصل المعجونة إلى الوجه الآخر فيظهر مطبوعاً على الوجهين، ولكن يتسخ في هذه الحالة السير بالمعجونة ما يؤدي للتأثير سلباً على صفاء اللون بعد إكمال السير دورته ووصول المكان المتسخ تحت الشاشات من جديد فيختلط مع اللون المعطى من الشاشات ما يحدث تغيراً في اللون كما يشير السهم في الشكل (٢٣٦):



الشكل (٢٣٦)

وعندما يكون القماش أقل عرضاً من الشاشة وتركت ثقب الشاشة مفتوحة دون إغلاقها بشريط لاصق منعاً لانسياب المعجونة على السير، تُهدّر المعجونة ويتسخ السير ما يؤدي لاتساخ الشاشات الأخرى فتختلط المعجونة مع بعضها بعضاً مسبباً تراجع صفاء اللون، علاوةً عن انتقال المعجونة إلى السطح الخارجي للشاشة لتصل إلى أطراف القماش ما يؤدي لطبع أطراف القماش بالمعجونة المناسبة على السير وهذا ما يحدث غالباً كما في الإطار من الشكل (٢٣٥).

كما يؤدي اتساخ سطح الشاشة بشوائب أو أوساخ أو زغب لعلامات عدم طباعة على القماش بسبب انسداد فتحاته، ولا يمكننا إصلاح الأمر إلا بمسح وتنظيف السطح من كل العوالق.

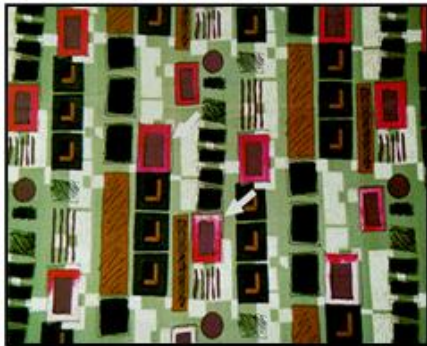
ويؤدي اختلاف ارتفاع الكارد على عرض القماش بين الطرفين أو اختلاف ضغط المسحة بين الطرفين لاختلاف كمية الضغط على المعجونة من الطرفين فيختلف عمق اللون بين الطرفين (المنطقة الغامقة من الضغط الأعلى) كما في الشكل (٢٣٧):



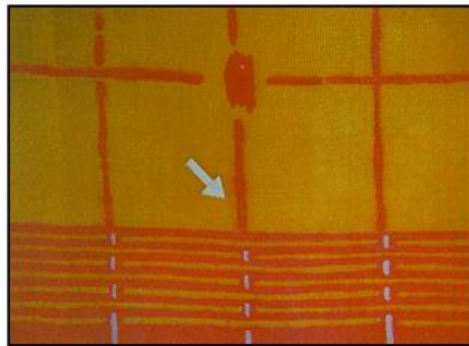
الشكل (٢٣٧)

كما يتوجب رفع الكادر من الطرفين عند طباعة القماش السميك منعاً لارتفاع معدلات الضغط وبالتالي لطمس ظاهر، في حين يتوجب خفض الكادر مع القماش الرقيق كي تصيب المعجونة كامل السطح المراد طباعته، ويؤدي رفع الراكل إلى الأعلى ودوران المعجونة مع الشاشة على محيطها وعدم مسح سطح الشاشة الداخلي للطمس أيضاً لامتلاء الثقب بالمعجونة قبل وصولها إلى منطقة ضغط الراكل، في حين يؤدي تقريب الراكل لكسر الشاشة بسبب الاحتكاك.

٢-٦- الخطأ الناتج عن حساس مستوى المعجونة داخل الشاشة: لا يتمكن الحساس أحياناً بسبب قربه من السطح الداخلي للشاشة ومساحة التصميم الكبيرة من نقل الإشارة الهوائية بالحاجة العالية للمعجونة ما يؤدي لتأخر المضخة في أداء عملها على الشكل المطلوب لتظهر معنا بالنتيجة مساحات بيضاء كما يبين الشكل (٢٣٨). وهناك أسباب أخرى تؤدي للشكل (٢٣٩) مثل سير الطباعة غير المستوي أو الضغط غير المتساوي للمسحة على العرض:



الشكل (٢٣٩)

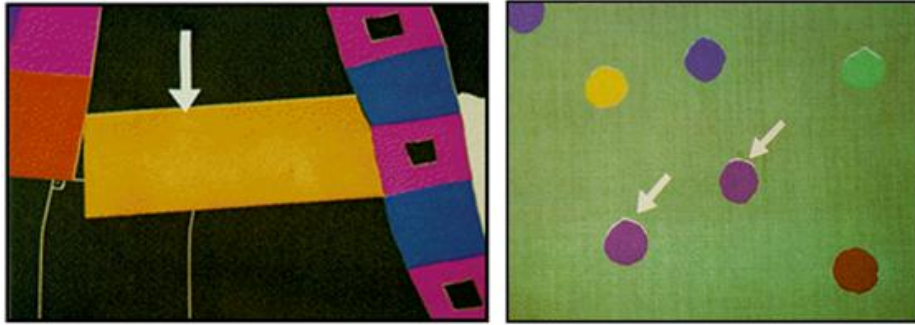


الشكل (٢٣٨)

٢-٧- السيلان: لطخات تقلل من وضوح وحدودية الرسم المطبوع بسبب انخفاض لزوجة المعجونة أو التراكيز العالية لبعض مكوناتها مثل الصباغ أو المواد الماصة للرطوبة، أو بطء سير الآلة أو توقفها برهة قصيرة مع امتلاء الشاشة بالمعجونة ...

كما تؤدي اللزوجة العالية للمعجونة لعدم انسيابها من فتحات الشاشة ما نحتاج معه لضغوط عالية ليظهر اللون بدرجة عمق منخفضة.

٢-٨- انزياح الكادر: ويسبب انزياح الرسم من الشاشة وتداخله مع رسوم أخرى كما يبين الإطار الأحمر في الشكل (٢٤٠)، أو قد يكون سبب هذا الانزياح عدم الالتصاق الجيد للقماش على السير أو لأخطاء في إعداد الرسم أو تصويره، كما قد نرى بضعاً على شكل نقاط صغيرة لوجود شوائب في الخيط كالنيس وبقايا البذور أو بسبب وجود شوائب في المعجونة لعدم تصفيتها أو مزجها جيداً عند تحضيرها ، ويشير السهم في الشكل (٢٤٠) إلى هذه اللطخات:



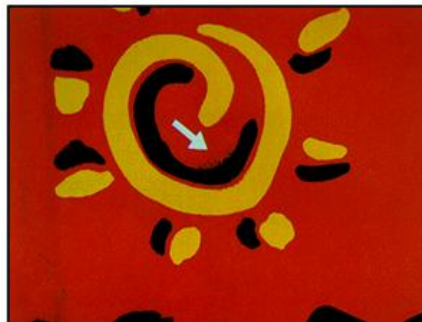
الشكل (٢٤٠)

٣- أخطاء الطباعة الناجمة عن الفرن: تتسخ الشاشات الأسطوانية وحصيرة الطباعة ببقايا المعجونة غير الجافة بخروج القماش غير كامل الجفاف بسبب انخفاض حرارة المجفف ما يترك مجالاً لتبخّر عوامل الاستحلاب (الماء أو زيت الكاز)، وتظهر علامات الاتساق على القماش اللاحق كما يبين الشكل (٢٤١) إذ اتسخت المنطقة الصفراء باللون البني:



(٢٤١)

كما يمكن أن ينتج هذا الخطأ بتلامس قماشتين غير جافتين أو قماش غير كامل الجفاف بأي من تجهيزات آلة الطباعة حيث يمر القماش اللاحق المطبوع أو المراد طباعته، وكذلك يسبب ارتفاع درجة حرارة الفرن أو الرام لاصفرار اللون الأبيض، كما ويؤدي عدم الشد الكافي للقماش على الرام لملامسته أرض الرام ما يسبب اتساخه أو احتراقه أيضاً " بشروط خاصة كأن يكون حاملاً لآثار من زيت الكاز " كما يبين الشكل (٢٤٢):



الشكل (٢٤٢)

ومن الضروري الانتباه لضرورة إيقاف المراوح عند إيقاف الرام أو الفرن لخفض درجة الحرارة تداركاً لاحتراق القماش داخله، أما في حال احتواء المعجونة على زيت الكاز فمن الضروري المحافظة على دوران هذه المراوح منعاً لتبخّر زيت الكاز وتحويل جو صالة العمل إلى جوٍ خانق، وهذا ما يميز العمل بالمعجونة المائية التي تعتبر صحيةً مقارنةً مع معجونة زيت الكاز، لذا فإن استخدام معجونة الكاز يقتصر على بعض أعمال الطباعة برغم سميتها للثباتيات ومعدلات البريق الأعلى لها، أما طباعة الأغراض الصحية أو الغذائية فيستحسن طبعتها بالمعجونة المائية.

٤- أخطاء الطباعة الناجمة عن أمور متفرقة:

٤-١- علامات دبابيس أو لقاطات الرام: تظهر على القماش المطبوع كما في الشكل (٢٤٣):



الشكل (٢٤٣)

٤-٢- تقاطر البخار: يؤدي سقوط قطرة ماء أو أي سائل آخر على القماش قبل تجفيفه وتثبيتته لتشكيل لطخات تظهر على سطح القماش كما هو واضح في الشكل (٢٤٤):



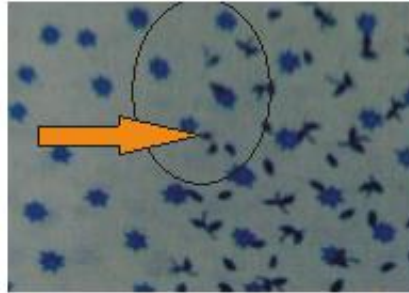
الشكل (٢٤٤)

ويشير السهمان في الشكل (٢٤٥) للطختين على شكل خطين متوازيين ناتجين عن حياكة طرفي ثوبين من القماش لوصلهما معا عند لف القماش على الرول في المدخل، لذا فإنه من الضروري اجتناب إطالة الرؤوس عند خياطة الأثواب منعاً لمثل هذه الظاهرة:



الشكل (٢٤٥)

٤-٣- توقف ضخ المعجونة: يسبب توقف ضخ المعجونة بسبب انتهائها أو توقف عمل الحساسات بسبب انسدادها لسببٍ أو لآخر لظهور بعض البقع الخام كما في الشكل (٢٤٦) لحالة توقف ضخ المعجونة:



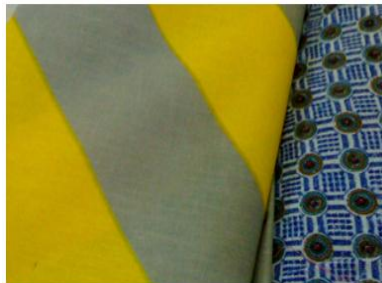
الشكل (٢٤٦)

أما الشكل (٢٤٧) فيبين العيب الناتج عن اختلاط المعجونة ببعضها برغم عدم غسل القالب ما تسبب بظهور الزهرة بلونين مختلفين:



الشكل (٢٤٧)

ويبين الشكل (٢٤٨) تراكب اللون عند تماس لونين بسبب أخطاء الرسم أو اختلال عيار أو مطابقة القوالب:



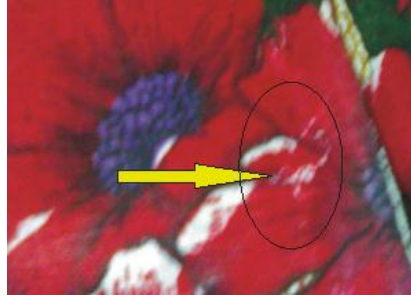
الشكل (٢٤٨)

ويبين الشكل (٢٤٩) حالة نقص لون ضمن الورقة:



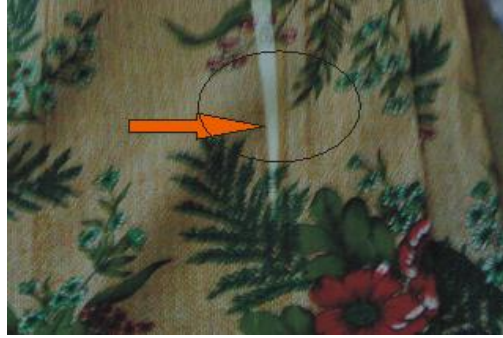
الشكل (٢٤٩)

يؤدي وجود بعض الألياف النسيجية على سطح النسيج لمنع وصول المعجونة للأماكن التي تغطيها هذه البقايا كما هو واضح في الشكل (٢٥٠):



الشكل (٢٥٠)

يؤدي بقايا تكسير للقماش بعد تحضيره الأولي على الرام لعدم الشد الكافي لتشكل ثنيات لا تصل المعجونة إليها كما واضح في الشكل (٢٥١):



الشكل (٢٥١)

يؤدي الاختلاف بين مجموعة الألوان الصعبة التطبيق وبخاصة عندما تكون ألوان فاتحة لاختلافات ينعكس على كامل الرسم بشكل واضح أحياناً كما في الشكل (٢٥٢):



الشكل (٢٥٢)

ويؤدي أيضاً اختلاف لون حاشية القماش عن القماش ذاته بسبب فروق الضغط لعدم تناسب الألوان مع بعضها بعضاً كما هو واضح في الشكل (٢٥٣):



الشكل (٢٥٣)

الملحقات

المصطلحات العلمية بحسب ترتيب الأبجدية الانكليزية

Absorption band	عصبة امتصاص
Accelerate	يُسرع ، يُعجل
Accurate	دقيق ، مضبوط
Acid dyes	أصبغة حمضية
Action	فعل ، تأثير
Activity	فعالية
Adsorption	امتزاز
Adsorption isotherm	امتزاز متساوي الدرجة
Affinity	ألفة
After - treatment	معالجة متأخرة
Aggregation	تجمع أو تكتل
Agitation	تحريك أو الإثارة بالتحريك
Alicyclic	دهني حلقي
Alteration	تغيير
Alternative	بديل " أحد الأمرين المخير بينهما " ، خيارى
Amorphous	عديم الشكل " لا بلورى "
Amphoteric	مذبذب " حمضى أو قلوى بحسب طبيعة الوسط "
Amorphous	عديم الشكل أو لا بلورى
Amplifier	مكبر
Anion	أيون سالبة أو شرسبية
Anti - crease finishes	تجهيز ضد التجعد
Anti - felt finishes	تجهيز ضد التلبد
Appearance	هيئة ، مظهر خارجى
Apparatus	جهاز
Application	تطبيق
Approximation	تقدير تقريبي أو تقريب
Aqueous	مائي
Artificial	صنعي
Aromatic	عطري
Ash	رماد
Assesment	تقييم
Assistant	مساعد
Atactic	غير متمائل التركيب
Autoclave	مَحَم " صاد موصد "
Auxiliary	مساعد ، ملحق
Auxochrome	زمرة مساعدة لتعزيز اللون في الجزيء الصباغى
Available	مُتاح ، مُيسر
Back reaction	تفاعل عكسى
Base	أساس
Bath	حمام " حوض صباغة أو معالجة "
Baume degree	درجة بوميه
Binder	رابط " لاصق لحبيبات بيغمانات الطباعة مثلاً "
Bleaching	تبييض أو قصر
Bleeding	اختلاط الألوان عند الغسيل " الحلل "
Blend	يخلط أو يمزج
Balance	ميزان
Base	قاعدة، أساس
Block	كتلة

Block to	يطوق
Bluish : B.	يزرق : ميل اللون باتجاه الأزرق
Boiling point	درجة الغليان
Both	معاً ، على حدٍ سواء
Branched chain	سلسلة متفرعة
Brightness colors	ساطع أو زاه
Brine	محلول ملحي
Broken degumming liquor	حمام إزالة الصمغ
Buffer	موقفي
Buffer solution	محلول موقفي " حمض أو أساس ضعيفين مع ملح لهما "
Build up	تراكم الصباغ " عملية بناء اللون "
Carrier	حامل
Cation	أيون موجبة أو شارجية
Caustic : Caustic soda	كاوي: صودا كاوية
Chain	سلسلة
Chain reaction	تفاعل متسلسل
Characteristic	مُميز، ميزة ، خاصة
Chromogene	كروموجين
Chromophore	كروموفور: حامل اللون
Class : Classification	صف أو نوع: تصنيف
Cloth	قماش، نسيج، ملابس
Caoagulation	تخثر
Coefficient	مُعامل
Colloid	غروي أو غرواني
Colourless	عديم اللون
Combination	اتحاد، تركيب، توليف
Common salt	ملح الطعام
Comparison	مقارنة
Complementary colours	تكامل الألوان
Complex	مُعقد
Compound : composition	مُرَكَّب: تركيب
Concentration	تركيز
Condition	شروط، ظروف
Cone	كون، لَفَافَة خيط
Configuration	تشكيل
Conformity	انسجام، توافق
Conjugation	ترافق
Constitution	بنية ، تكوين ، قوام
Contamination	تلوث
Content	محتوى
Continuous	مستمر
Continuous dyeing processes	طرائق الصباغة المستمرة
Cool	يبرد
Copolymer	بوليمير مختلط " كثير حدود " أو متمائر مختلط
Corrosion	تآكل، نخر
Cortex	القشرة
Cotton linters	زغب القطن
Chroma	الإشباع
Cross – recovery	مقاومة التجدد
Cross – link	روابط عرضية

Crystallization	بَلُورَة أو تبلور
Coupling	ازدواج أو تزاوج
Constant	ثابت
Crease	تكسير
Crease marks	خطوط أو علامات التكسير
Curve	منحني بياني
Cyclic	حلقي
Damage	تخرب
Darker : D.	يسود أو يغمق " أغمق "
Data	معطيات
Deaerating agent	عامل طارد للهواء
Decolonization	إزالة اللون
Decomposition : Decompose	تفكك: يتفكك، يتحلل
Decrease	ينقص
Deep	غامق أو داكن
Deformers agent	عامل مضاد للرغوة
Degreasing agent	مزيل زيوت أو شحوم
Degree	درجة، مدى
Demineralized water	ماء منزوع الأيونات المعدنية
Depolymerization	زوال البلمرة " زوال البلمرة "
Derivative	مشتق
Description	نوع، وصف
Desizing	إزالة النشاء
Desorption	عكس الامتزاز
Destructive	إتلاف
Detergent	منظف
Determine	يُحدِّد، يُقدِّر، يُعَيِّن
Developer : development	مُظهِر: تطهير
Developing bath	حمام التطهير
Diagram	رسم تخطيطي، شكل
Dielectric constant	ثابت العزل الكهربائي
Diffusion	انتشار
Dilution	تمديد، تخفيف
Dimerization	الازدواجية
Direct dyes	أصبغة مباشرة
Discontinuous	غير مستمر، متقطع
Dischargeability	قابلية القلع أو قابلية إزالة اللون
Dispersion	تبعثر أو تشتت
Dispersing agent	عامل مُبعثر أو مُشتت
Dissociation	انحلال، تفكك
Distillation	تقطير
Dry	جاف
Dull	باهت أو كامد
Dusting	غبار
Dyebath	حمام الصباغة
Dyehouse	مصبغة
Earth	أرضي، ترابي
Effect: Efficiency	مفعول، تأثير: فعالية، كفاية
Efflorescence : Effloresce	تزه: يتزه، يتفتت بفقد ماء التبلور
Effusion	تدفق

Elasticity	مرونة
Electrolysis	تحلل كهربائي
Electrolyte	كهرليت " الأملاح المتأينة في المحلول "
Elimination : Eliminate	إزالة، طرح: يزيل أو يتخلص من
Effect of metals	تأثير الأيونات المعدنية
Emulsion	استحلاب
Energy	طاقة
Energy level	مستوى الطاقة
Enhance	يُغزّز، يُزيّن، يُجَمِّل
Equation	معادلة
Equipments	تجهيزات
Error	خطأ
Ester	استر
Esterification	استرة
Evaluation	تثمين، تقدير، تقييم
Evaporation	تبخير، تصعيد
Exact	دقيق، مضبوط
Exchange	تبادل
Exhaustion	استنفاد أو استهلاك
Experiment	يختبر، يجري تجربة
Extraction	استخلاص
Fabric	نسيج، قماش، مصنوعات
Facility	يسر، سهولة
Fastness	الثباتية
Fastness to perspiration	الثباتية للتعرق
Fatty	دسم
Fet , Fatty	تليد
Fermentation	تخمير
Fiber	ليف، شعيرة
Fiber glass	ليف زجاجي
Field	حقل
Fiament	شعيرات مستمرة
Fillers	مواد مالئة
Film	غشاء، طبقة رقيقة
Fine	ناعم، دقيق
Fire proofing	مضاد للحريق
Fire resistant finishes	التجهيز أو الإنهاء المقاوم للحريق
Fixation	تثبيت
Flake	قشر
Flame	لهب
Flame proof	تجهيز ضد اللهب
Flannelette	قماش قطني منشف
Flat	منبسط
Flocculent	صوفاني أو شبيه بالصوف، مزغب هلامي
Flow	انسياب، جريان
Fluidity	سيولة
Fluorescence	فلورية، ألق
Foam	رغوة أو زبد
Fold	طية، ثنية
Formation: Formula	تكوين: صيغة

Friction	احتكاك
Furnace	فرن
Gas	غاز
Gas fading	انبهات الألوان بالغاز
Good	جيد، سلع أو بضائع، حقيقي
Granular	حبيبي، محبيب
Greenish : G.	يخضر، مخضر " مائل للخضرة "
Ground : Grind	مطحون: يطحن
Group	زمرة أو مجموعة
Handle	لمس
Hanks	ثلل
Hardness	قساوة، عسرة
Harsh	خشن
Heavy	ثقيل
Heterocyclic	حلقي غير متجانس
Heterogenous process	عملية غير متجانسة
High	عالي
Homogeneous	متجانس
Hot pressing	الإجهاد أو الضغط بالحرارة " الكبس الحراري "
Hydration	إمالة
Hydrogenation	هدرجة
Hydrophilic	ماص أو شره للماء
Hydrophobic	كاره أو دفوع للماء
Hygroscopic	ماص وحافظ للرطوبة " شره للماء "
Immature	خام، غير ناضج
Immersion	غمر
Impurity : Impure	شائبة: مشوب أو غير نقي
Immiscible	غير ممزوج
Indicator Device	جهاز بيان
Indigo	صباغ النيلة
Information	معلومات
Inhibitor	مثبط أو كايح
Initiator	مبادر
Insulation	عزل
In situ reaction	تفاعل بالمكان الأصلي
Intensity	الشدة
Interfaces	حدود الفصل بين سطحين: سطح تماس الطبقتين
Intermediate	متوسط
Inter molecular forces	قوى ما بين الجزيئات
Ionic links	الرباط الشاردي
Irregular	شاذ، غير منتظم
Isoelectric point	نقطة تساوي الكهربائية
Isomer	مماكب
I.U.P.A.C	الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية
Izotactic	متماثل التركيب
Jet	منفث، نافورة " قاذف خاص لبعض آلات الصباغة "
Kind	نوع، صنف
Kinetic energy	طاقة حركية
Layer	طبقة
Leaching : Leach	غسل، تصويل: يستخلص بالغسل

Leuco compound	مركبات الليكو المُرجّعة " عديمة اللون "
Level – dyeing	صباعة عالية التسوية
Levelling agent	عامل تسوية
Liberation	تحرير
Light	ضوء، ساطع، خفيف
Light fading	انهيات اللون بالضوء
Light fastness	الثباتية تجاه الضوء
Light Source	مصدر ضوئي
Limitation	تعيين، تقييد
Linen	كتان
Linseed	بذر الكتان
Liquor ratio	نسبة الماء للقماش في حمام الصباعة
Low	منخفض
Lumen	لب
Luminance	الإضاءة
Lubricants	مزلاقات
Lustrous	التلميع بالصقل
Lyophylic	جذوب للسوائل
Lyophobic	دفع للسوائل
Manual	يدوي
Mark	رمز، علامة، إشارة، خط
Mature	ناضج، تام النمو
Medium shade	لون متوسط
Membrane	غشاء
Mercerization	تحرير أو مرسرة أو تلميع القطن
Metal	معدن
Microfibrils	ألياف مجهرية
Migration	هجرة
Mildew	فطور العفن
Milling	تلييد
Miscible	قابل للمزج
Modification	تعديل، تحويل، تغيير
Moisture	رطوبة
Molecularly dispersed acid dyes	الأصبغة الحمضية المعقدة الجزيئات
Monochromatic	لون وحيد طول الموجة
Monomer	وحيد حد أو مونومير " جزيء قابل للبلمره "
Mordant dyes	أصبغة مرسخة
Multiplication	تضاعف
Musty	عفن
Neutral	حيادية، معتدلة " لا حمضية ولا قلوية "، طبيعية
Node	عقدة
Non – swelling finishes	تجهيز أو إنهاء ضد الانتفاخ
Non – iron finishes	تجهيز أو إنهاء ضد الكي " للاستغناء عن عملية الكي "
Normality : Normal	عيارية " قيمة التركيز العيارية " : عادي، عياري
Odor : Odorless	رائحة: عديم الرائحة
Oil: Oily	زيت: زيتي القوام
Oligomers	سلسلة تماثرية " بوليميرية " غير مكتملة النمو
Opaque	غير شفاف
Operation	تشغيل، عملية
Optimum	أمتل، مثلى

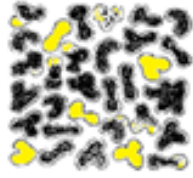
Ore	خام
Orientation	توجيه
Oscillate	يتذبذب
Outstanding	معلق، بارز، رائع
Packing	تحزيم أو ترزيم
Padding method	طريقة الباد " العصر بالأسطوانات "
Pale shade	ظل فاتح أو ألوان فاتحة
Paste	معجون، عجينة
Penetration	اختراق
Permanency	دوام أو استمرار
Perspiration	تعرق
pH: pH value	الأس أو الرقم الهيدروجيني
Photocell	خلية ضوئية
Pick-up	حمولة (النسبة حمولة النسيج من السائل بعد الفولارد %)
Pigment	خضاب، صباغ " مادة ملونة غير حلولة بالماء "
Plasticity	لدونة
Pollution	تلوث، تلويث
Polyacrylonitriles	بولي الاكريلونتريل
Polyamides	بولي الأמיד
Polyesters	بولي الاستر
Polyfunctional groups	مجموعات بولية الفعالية
Polymer	كثير حدود أو متمائر " تماثل: تماثل في التركيب "
Precipitate	راسب
Pretreatment	معالجة أو تحضير أولي
Prevent	يمنع، يحول دون، يعوق
Printing	طباعة
Product	منتج
Pores	مسامات
Pourable	سهل السكب
Powerful	قوي، جبار، ضخمة
Prevention : Prevent	منع: يمنع
Purification : Pure	تنقية، تصفية: نقي، خالص، صرف
Pyrolysis	تحلل حراري
Quality	نوعية، جودة، خاصية
Radical polymerization	بلمرة جذرية أو تماثل جذري
Range	مجال، طبقة، صنف، صف، رتبة
Rapid	سريع
Radical	جذر
Rate	سرعة، معدل، درجة
Ratio	نسبة، تناسب، معدل
Rating	تصنيف، تقيم، تقدير
Rayon	حرير صناعي " شاب: ذو الألياف المقطعة والمغزولة "
Reaction	تفاعل
Reactive dyes	أصبغة فعالة
Real	حقيقي
Recipe	وصفة، طريقة عمل
Reddish : R.	يحمّر، محمر " مانل للحمرة "
Redox	أكسدة - إرجاع
Reduction	إرجاع
Reflactance curve	منحنيات انعكاس

Refractometer	مقياس الانكسار
Refinement : Refine	تنقية، تصفية: ينقي، يصفى
Refrigeration	تبريد
Regenerated Cellulose	سيللوز مجدد
Regulation	تصليح أو تنظيم
Relative	نسبي
Release	يحرر
Remain	يقايا
Removal : Remove	إزالة، نزع: يزيل
Replacement	استبدال
Reproducibility	الممكن إعادة انتاجه
Reproduction	تناسخ أو نسخة طبق الأصل
Residues	رواسب، بواقي، مخلفات
Resin	راتنج صناعي
Resonance	طنين
Restricting	يقيد أو يحصر
Retardation : Retarder	إعاقة، تأخير، كبح: مؤخر
Rinsed	مشطوف
Roll	رول أو لفافة
Rubberize	الإكساء بالمطاط
Rubbing fastness	الثباتية للاحتكاك
Saliva	لعاب
Salt linkage	روابط ملحية
Sample	عينة، مسطرة
Saturated	مشبع
Scarlet	قرمزي أو أحمر ناري
Scattering	بعثر أو تبعثر
Scheme	مخطط، رسم بياني، برنامج، خطة
Scoured	تنظيف، غلي
Screen	منخل، مرشح، شاشة
Sedimentation : Sediment	ترسب: رسابة " رواسب "
Seed	بذرة
Selvage	حاشية
Semi-	نصف، شبه، جزئي
Sensitivity	حساسية
Separation : Separate	فصل، فرز: يفرز، يفصل
Sequestering agent	عامل عزل " عامل لعزل الأيونات المسيبة للقساوة "
Setting	تثبيت
Shading	تظليل، تعديل اللون
Shelating agent	عامل مخلبي " عامل تحلية مثل الـ: EDTA "
Shift	انزياح
Shrink	انكماش " كتش "
Shrink proof finishes	تجهيز أو إنهاء ضد الانكماش
Singeing	إزالة الزغب بالحرق
Skein (hank)	شلة ألياف
Sieve	منخل، مصفاة
Silk	حرير طبيعي
Similar : Similarity	مشابه: تشابه
Slag	خبث
Sludge	رواسب " طين "، حمأة

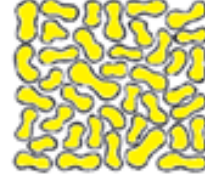
Slurry polymerization	بلمرة جبليّة
Soaking	نقع
Soap	صابون
Softening : Soft water	تطرية أو تليين: ماء يسر
Solvent	محل، مذيب
Solution	محلول
Sorption	امتصاص، امتزاز
Spectrophotometer	مطياف ضوئي
Spectrum	طيف
Spin	ليف، يغزل
Spinneret	مغزل
Spinning	غزل
Spot	بقعة
Spreading	انتشار
Sprinkle	ينش، يرش، ينقط
Squeeze	يعصر
Stabilization : Stable	تثبيت، ترسيخ: ثابت، غير قابل للانحلال
Staining	تبقيع
Standard dyeing	صبغة نظامية أو معيارية
Standing waves	أمواج مستقرة
Stabilizer	مثبت
Staple fiber	ليف خام، شعيرات مقطعة
Starch	نشاء
State	حالة
Steam setting	تثبيت بخاري، تثبيت بالبخار
Steam traps	مصائد بخار
Stock	مخزون
Storage	مخزن، مخزون، خزن
Stretching	سحب، إطالة
Strong	قوي، ضخّم، هام، مُركّز
Stripped	تعريّة، إزالة
Structure	بنية، تركيب، بناء
sublimation	تسامي أو تصعد: ثباتية على الحرارة الجافة " الرام "
Substance	مادة
Substrate	المادة الأولية المراد معالجتها
Substantive dye	صباغ مباشر لا يحتاج لمرشح
Substitution	تبادل
Surface active assistant	مواد مساعدة فعالة سطحياً
Suspension	محلول معلق
Sweetening	تحلية
Swelling	انتفاخ
Synchronous	متزامن، متواقت
Syndiotactic	متناوب الترتيب
Synthetic fibers	ألياف صناعية أو ألياف تركيبية
Telomerization	تمائر موجه " بلمرة موجهة "
Tensile strength	قوة الشد
Termination	إنهاء، انتهاء
Textile	نسيج
Thermorelaxation	الاسترخاء بتأثير الحرارة
Ter polymers	متماثرات تقابلية " بوليميرات "

Thickening	تثخين، تغليظ
Tincture	صبغ، لون، صبغة
Tint	لون ضعيف " فاتح " : درجة لونية " تغيير "
Titration	معايرة
Transparent	شفاف
Treatment	معالجة أو علاج
Triazo	ثلاثية الأزو
Triclinic	ثلاثي الميل
Ultraviolet	فوق البنفسجي
Unicellular	أحادي الخلية
Unripe	غير ناضج
Unshrinkable	عديم الانكماش
Unshrinkable finishes	تجهيز أو إنهاء ضد الانكماش
Use	استعمال أو استخدام
Valency	تكافؤ
Vapour	بخار
Vat	قأت " حوض "
Vat dyes	أصبغة أحواض
Vibration	اهتزاز
Viscosity	لزوجة
Visibel	مرئي
Volatility	القابلية للتطاير
Ware	منتجات
Warming : Warm	تسخين: دافئ أو حار نوعاً ما
Warp	سداة، سداء
Wash fastness	ثباتية للغسيل
Wash - off	غسيل نهائي
Waste	فضلات أو نفايات
Water proof finishes	تجهيز أو إنهاء مقاوم للماء
Water repellent	لا بلول " مقاوم لاختراق الماء "
Weakern : W.	يضعف: أضعف أو أخف
Weave	ينسج
Wet fastness	ثباتية للبلل
Wetting agent	عامل مبلل
Wide	عريض أو واسع
Wool	صوف
Yarn	غزل، خيط
Yellowish : W.	يصفّر، مصفر " مائل للصفرة "
Zeta potential	كمون زيتا أو كمون الكهربية الحركية
Zwitterion	الأيون المذبذبة

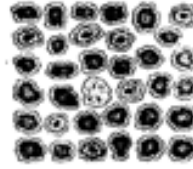
مقاطع عرضية لبعض الخيوط التركيبية



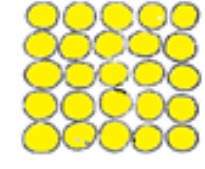
Polyacrylonitril, Chemieseide Orlon 81, 2.5 den.
بولي أكريلو نتريل - مشترك



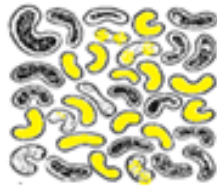
Nymcrylon 2 den. Polyacrylonitril, Faser
بولي أكريلو نتريل - ألياف



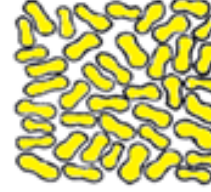
Crylor 2,9 den: Polyacrylonitril, Chemieseide
بولي أكريلو نتريل - معزول



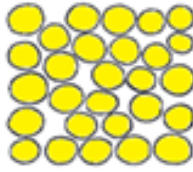
Courrelle 3 den: Polyacrylonitril, Faser
بولي أكريلو نتريل - ألياف



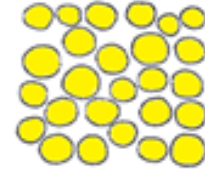
Vinylon 3 den: Polyvinylacetal-Faser
بولي فينيل أسيتال - مستمر



Verel 2 den: Mischpolymerisar-Faser
كوبوليمير - ألياف



Rilsan 2.9 den.
Chemieseide aus Polyamid 11
بولي أميد 11 : حمض السيلاميك
مع هكساميثيلين تثنائي الأمين



Perlon 3,3 den Polyamid 6,ChS
(ebenso Grilon, Bodanyl usw)
برلون من البولي أميد 6

ملحق عن درجات البوميه

درجة البوميه = 140 - (الكثافة ÷ 140) عند 20-4 م

الكثافة	بوميه	الكثافة	بوميه	الكثافة	بوميه	الكثافة	بوميه	الكثافة	بوميه	الكثافة	بوميه
1,610	55	1,437	44	1,295	33	1,179	22	1,082	11	0,999	0
1,633	56	1,452	45	1,307	34	1,189	23	1,090	12	1,006	1
1,652	57	1,467	46	1,319	35	1,199	24	1,098	13	1,013	2
1,671	58	1,482	47	1,331	36	1,209	25	1,106	14	1,020	3
1,690	59	1,497	48	1,344	37	1,219	26	1,115	15	1,028	4
1,710	60	1,513	49	1,356	38	1,229	27	1,124	16	1,035	5
1,731	61	1,529	50	1,369	39	1,240	28	1,133	17	1,042	6
1,752	62	1,545	51	1,382	40	1,250	29	1,142	18	1,050	7
1,773	63	1,562	52	1,396	41	1,261	30	1,151	19	1,058	8
1,795	64	1,579	53	1,409	42	1,273	31	1,160	20	1,066	9
1,818	65	1,597	54	1,423	43	1,284	32	1,169	21	1,074	10

تراكيز محاليل هيدروكسي الصوديوم وما يعادلها بدرجات البوميه والتواذيل عند ٢٠ م									
درجة تواذيل $T_w = (\text{الوزن النوعي} - 1) \times 200$ أي أن :									
الوزن النوعي = $1 + [(\text{درجة تواذيل} \times 5) \div 1000]$									
الوزن النوعي		درجة بوميه	درجة تواذيل	تركيز هيدروكسيد الصوديوم		الوزن النوعي		درجة بوميه	درجة تواذيل
% وزناً	غ/ل			% وزناً	غ/ل				
٢٦,٤٨	٣٤١,٦	٥٨	٣٢,٤	١,٢٩	١,٠٥	١٠,٦	٠	٠	١,٠٠
٢٧,٤١	٣٥٦,٢	٦٠	٣٣,٣	١,٣٠	٤,٦٦	٤٨,٩	١٠	٦,٧٠	١,٠٥
٢٨,٣٢	٣٧١,١	٦٢	٣٤,٢	١,٣١	٩,١٩	١٠١,١	٢٠	١٣,٠	١,١٠
٢٩,٢٦	٣٨٦,٢	٦٤	٣٥,٠	١,٣٢	١٣,٧٣	١٥٧,٩	٣٠	١٨,٨	١,١٥
٣٠,٢٠	٤٠١,٦	٦٦	٣٥,٨	١,٣٣	١٤,٦٤	١٦٩,٨	٣٢	١٩,٨	١,١٦
٣١,١٤	٤١٢,٢	٦٨	٣٦,٦	١,٣٤	١٥,٥٤	١٨١,٨	٣٤	٢٠,٩	١,١٧
٣٢,١٠	٤٣٣,٢	٧٠	٣٧,٤	١,٣٥	١٦,٤٤	١٩٤,٠	٣٦	٢٢,٠	١,١٨
٣٣,٠٦	٤٤٩,٦	٧٢	٣٨,٢	١,٣٦	١٧,٣٥	٢٠٦,٤	٣٨	٢٣,٠	١,١٩
٣٤,٠٣	٤٦٦,٠	٧٤	٣٩,٠	١,٣٧	١٨,٢٦	٢١٩,٠	٤٠	٢٤,٠	١,٢٠
٣٥,٠١	٤٨٣,٢	٧٦	٣٩,٨	١,٣٨	١٩,٦١	٢٣١,٨	٤٢	٢٥,٠	١,٢١
٣٦,٠٠	٥٠٠,٤	٧٨	٤٠,٥	١,٣٩	٢٠,٠٧	٢٤٤,٩	٤٤	٢٦,٠	١,٢٢
٣٦,٩٩	٤١٨,٠	٨٠	٤١,٢	١,٤٠	٢٠,٩٨	٢٥٨,٠	٤٦	٢٩,٦	١,٢٣
٣٧,٩٩	٥٣٥,٦	٨٢	٤٢,٠	١,٤١	٢١,٩٠	٢٧١,٥	٤٨	٢٧,٩	١,٢٤
٣٨,٩٩	٥٥٣,٦	٨٤	٤٢,٧	١,٤٢	٢٢,٨٢	٢٨٥,٢	٥٠	٢٨,٨	١,٢٥
٤٠,٠٠	٥٧٢,٠	٨٦	٤٣,٤	١,٤٣	٢٣,٢٨	٢٩٩,٠	٥٢	٢٩,٧	١,٢٦
٤١,٠٣	٥٩٠,٨	٨٨	٤٤,١	١,٤٤	٢٤,٦٥	٣١٢,٩	٥٤	٣٠,٦	١,٢٧
٤٢,٠٧	٦١٠,٠	٩٠	٤٤,٨	١,٤٥	٢٥,٥٦	٣٢٧,١	٥٦	٣١,٥	١,٢٨

قيم المحتوى المئوي من هيدروكسيد الصوديوم على أساس الوزن الجزيئي ١٠٠,١ مقرونة بكثافته									
درجة البوميه = $145 - (145 \div \text{الكثافة})$ عند ٢٠-٤ م									
الكثافة	NaOH	الكثافة	NaOH	الكثافة	NaOH	الكثافة	NaOH	الكثافة	NaOH
٤٢,٠٧	١,٤٥	٣٣,٠٦	١,٣٦	٢٤,٦٤٥	١,٢٧	١٦,٤٤	١,١٨	٨,٢٨٠	١,٠٩
٤٣,١٢	١,٤٦	٣٤,٠٣	١,٣٧	٢٥,٥٦٠	١,٢٨	١٧,٣٤٥	١,١٩	٩,١٩٠	١,١٠
٤٤,١٧	١,٤٧	٣٥,٠١	١,٣٨	٢٦,٤٨٠	١,٢٩	١٨,٢٥٥	١,٢٠	١٠,١٠٠	١,١١
٤٥,٢٢	١,٤٨	٣٦,٠٠	١,٣٩	٢٧,٤١٠	١,٣٠	١٩,١٦٠	١,٢١	١١,٠١١	١,١٢
٤٦,٢٧	١,٤٩	٣٣,٩٩	١,٤٠	٢٨,٣٣٠	١,٣١	٢٠,٠٧٠	١,٢٢	١١,٩٢٢	١,١٣
٤٧,٣٣	١,٥٠	٣٧,٩٩	١,٤١	٢٩,٢٦٠	١,٣٢	٢٠,٩٨٠	١,٢٣	١٢,٨٣٣	١,١٤
٤٨,٣٨	١,٥١	٣٨,٩٩	١,٤٢	٣٠,٢٠٠	١,٣٣	٢١,٩٠٠	١,٢٤	١٣,٧٣٣	١,١٥
٤٩,٤٤	١,٥٢	٤٠,٠٠	١,٤٣	٣١,١٤٠	١,٣٤	٢٢,٨٢٠	١,٢٥	١٤,٦٤٤	١,١٦
٥٠,٥٠	١,٥٣	٤١,٠٣	١,٤٤	٣٢,١٠٠	١,٣٥	٢٣,٧٣٠	١,٢٦	١٥,٤٥٥	١,١٧

محتوى محلول ملح كبريتات الصوديوم المائية $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ واللا مائية Na_2SO_4 بدلالة الوزن النوعي عند ١٩ م									
% كبريتات الصوديوم		الوزن النوعي	% كبريتات الصوديوم		الوزن النوعي	% كبريتات الصوديوم		الوزن النوعي	الوزن النوعي
لا مائي	مائي		لا مائي	مائي		لا مائي	مائي		
٩,٢٦١	٢١	١,٠٤٨٩	٤,٨٥١	١١	١,٠٤٣٩	٠,٤٤١	١	١,٠٠٤٠	
٩,٧٠٢	٢٢	١,٠٨٩٠	٥,٢٩٢	١٢	١,٠٤٧٩	٠,٨٨١	٢	١,٠٠٧٩	
١٠,١٤٣	٢٣	١,٠٩٣١	٥,٧٣٣	١٣	١,٠٥٢٠	١,٣٢٣	٣	١,٠١١٨	
١٠,٥٨٤	٢٤	١,٠٩٧٣	٦,١٧٤	١٤	١,٠٥٦٠	١,٧٦٤	٤	١,٠١٥٨	
١١,٠٢٥	٢٥	١,١٠١٥	٦,٦١٥	١٥	١,٠٦٠١	٢,٢٠٥	٥	١,٠١٩٨	
١١,٤٦٦	٢٦	١,١٠٥٧	٧,٠٥٦	١٦	١,٠٦٤٢	٢,٦٤٦	٦	١,٠٢٣٨	
١١,٩٠٧	٢٧	١,١١٠٠	٧,٤٩٤	١٧	١,٠٦٨٣	٣,٠٨٧	٧	١,٠٢٧٨	
١٢,٣٤٨	٢٨	١,١١٤٢	٧,٩٣٨	١٨	١,٠٧٢٥	٣,٥٢٨	٨	١,٠٣١٨	
١٢,٧٨٠	٢٩	١,١١٨٤	٨,٣٧٩	١٩	١,٠٧٦٦	٣,٩٦٩	٩	١,٠٣٥٨	
١٣,٢٣٠	٣٠	١,١٢٢٦	٨,٨٢٠	٢٠	١,٠٨٠٧	٤,٤١٠	١٠	١,٠٣٩٨	

محتوى كلور الصوديوم المئوي بدلالة الوزن النوعي					
الوزن النوعي	الوزن النوعي	الوزن النوعي	الوزن النوعي	الوزن النوعي	الوزن النوعي
١٩	١,١٤٣١٥	١٠	١,٠٧٣٣٥	١	١,٠٠٧٢٥
٢٠	١,١٥١٠٧	١١	١,٠٨٠٩٧	٢	١,٠١٤٥٠
٢١	١,١٥٩٣١	١٢	١,٠٨٨٥٩	٣	١,٠٢١٧٤
٢٢	١,١٦٧٥٥	١٣	١,٠٩٦٢٢	٤	١,٠٢٨٩٩
٢٣	١,١٧٥٨٠	١٤	١,١٠٣٨٤	٥	١,٠٣٦٢٤
٢٤	١,١٨٤٠٤	١٥	١,١١١٤٦	٦	١,٠٤٣٦٦
٢٥	١,١٩٢٢٨	١٦	١,١١٩٣٨	٧	١,٠٥١٠٨
٢٦	١,٢٠٠٩٨	١٧	١,١٢٧٣٠	٨	١,٠٥٨٥١
٢٦,٣٩٥	١,٢٠٤٣٣	١٨	١,١٣٥٢٣	٩	١,٠٦٥٩٣

هيبوكلوريت الصوديوم NaOCl: M.W: 74.5

عامل قصر للألياف السيللوزية الطبيعية والمجددة

يتم تداول محاليل التبييض الصوديومي تجارياً عادةً بتركيز ٢٥ درجة بوميه، أي ما يعادل ١٥٠-١٦٠ غ/ل كلور فعال، ومن الضروري الانتباه لضعف ثبات محاليله بما يتطلب منا عدم خزونه مدداً طويلة. ويتم تحضيره بتفاعل ناشر للحرارة ناشر للحرارة يستوجب تطبيقه الحرص الشديد على التبريد المستمر، ويجري تطبيق التفاعل عادةً بقرقرة ٤٥ كغ من غاز الكلور بدرجة حرارة ٢٠-٢٥ م في ٥٠٠ لتر من محلول هيدروكسيد الصوديوم الحاوي ١٠٠ غ/ل صود كاوي لنحصل على محلول هيبوكلوريت الصوديوم الحاوي ٩٠ غ/ل كلور فعال و ٥ غ/ل صود كاوي.

معايرة الكلور الفعال

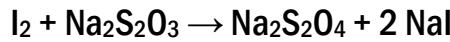
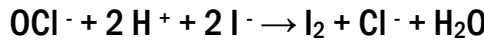
الدرجة الكلورية: عدد لترات الكلور مقاسة في الشروط النظامية والتي يجب أن يطلقها لتر واحد أو كيلوغرام واحد من مركب كلوري بوجود حمض كلور الماء.

وبما أن كل أيون OCl^- تطلق Cl_2 بوجود HCl حسب المعادلة :



وبالتالي يجب أن يطلق المحلول النظامي ١١,٢ لتر كلور، أي أن درجته الكلورية تساوي ١١,٢.

معايرة هيبو كلوريت الكالسيوم: نحل وزناً معيناً من هيبوكلوريت الكالسيوم في ١٠٠ مل ماء " بالطبع لن يكون المحلول صافياً بل معلقاً لعدم انحلال أكسيد الكالسيوم " ، ويؤخذ حجم معين من المعلق ويضاف له كمية كافية من يود البوتاسيوم الصلب أو المحلول بحيث لا يحصل أي تلون أصفر ، كما يضاف ١٠ مل حمض خل مركز ، ثم نعاير بثيو كبريتات الصوديوم ، ويضاف ١ مل من مطبوخ النشاء قبل نهاية التفاعل أي عندما يبدأ اللون بالاصفرار ، وتنتهي المعايرة بزوال اللون الأزرق نهائياً. وتجري هذه المعايرة وفق التفاعلين:



ونرى في الجدول التالي الدرجة الكلورية لمحلول القصر الصودي بدرجة البوميه عند ١٥ م:

الدرجة الكلورية لمحلول هيبوكلوريت الصوديوم بدلالة درجات البوميه					
الوزن النوعي	درجة بوميه	غ/ل كلور فعال	الوزن النوعي	درجة بوميه	غ/ل كلور فعال
١,٠٠٣٦	٠,٥	١,٧٧	١,١٠٠	١٣	٦٤,٥٣
١,٠٠٧	١	٥,٣٠	١,١٠٨	١٤	٧٠,٢١
١,٠١٤	٢	٩,٦٠	١,١١٦	١٥	٧٦,٩٤
١,٠٢٢	٣	١٣,٨٣	١,١٢٥	١٦	٨٣,٦٨
١,٠٢٩	٤	١٨,٧٩	١,١٣٤	١٧	٩٠,٧٨
١,٠٣٧	٥	٢٢,٧٠	١,١٤٢	١٨	٩٦,٨٠
١,٠٤٥	٦	٢٨,٧٣	١,١٥٢	١٩	١٠٣,٥٤
١,٠٥٢	٧	٣٢,٦٤	١,١٦٢	٢٠	١١٢,٧٦
١,٠٦٠	٨	٣٧,٩٤	١,١٧٢	٢١	١١٩,٤٩
١,٠٦٧	٩	٤٢,٩٠	١,١٨٠	٢٢	١٢٢,٣٣
١,٠٧٥	١٠	٤٨,٥٧	١,١٩٠	٢٣	١٣٠,١٣
١,٠٨٣	١١	٥٣,٣٤	١,٢٠٠	٢٤	١٣٨,٦٤
١,٠٩١	١٢	٦٠,٢٨	١,٢١٠	٢٥	١٤٨,٢٢

بعض معاملات التحويل الأساسية	
النظام المتري	١ متر = ١٠ ديسي متر = ١٠٠ سنتي متر = ١٠٠٠ ميلي متر ١ لتر = ١٠٠٠ ميليمتر مكعب ١ طن = ١٠٠٠ كيلو غرام = ١٠٠٠,٠٠٠ غرام
النظام الانكليزي	١ يارد = ٣ قدم = ٠,٩١٤٤ متر ١ قدم = ١٢ بوصة = ٠,٣٠٤٨ متر ١ بوصة = ٢,٥٤ سم ١ غالون = ٤ كوارت = ٨ باينت = ٣٢ غيل = ٤,٥٤٣٦ لتر ١ باوند "رطل أو ليبرة" = ١٦ أونصة = ٤٥٣,٥٩ غرام ١ طن انكليزي = ٢٢٤٠ باوند = ٢٠ هندردويت ١ طن أمريكي = ٢٠٠٠ باوند ١ هندردويت = ١١٢ باوند ١ أونصة = ٢٨,٣٥ غرام

استخدام الواحدات

تختلف الواحدات المستخدمة لتوصيف الأطوال الموجية بحسب المجال الطيفي على الشكل :

الأنغستروم "١٠^{-١}م" : يستخدم في مجال أشعة رونتجن وفوق البنفسجي.

الميلي ميكرون "١٠^{-١}مم" أو النانومتر : يستخدم في المجال المرئي وفوق البنفسجي.

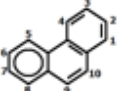
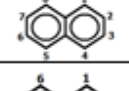
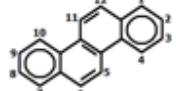
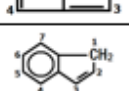
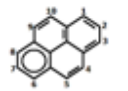
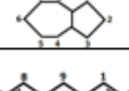
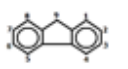

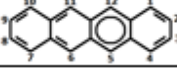
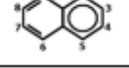

الميكرون "١٠^{-٣}مم" : يستخدم في مجال الأشعة تحت الحمراء.

تحويل بعض الواحدات			
الرمز	الاسم	الكتابة	المرتبة
T	Tera	تيرا	1 000 000 000 000
G	Gega	غيغا	1 000 000 000
M	Mega	ميغا	1 000 000
K	Kilo	كيلو	1 000
M	Milli	ميلي	0.001
μ	Micro	ميكرو	0.00 0001
N	Nano	نانو	0.00 000 0001
P	Pico	بيكو	0.00 000 000 0001

أهم الجذور الكيماوية أحادية التكافؤ			
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	بيوتيل ثالثي	CH_3-	ميثيل
		CH_3-CH_2-	إيثيل
		$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	بروبيل
$\text{CH}_3 > \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	إيزو - أميل	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 > \text{CH}- \end{array}$	إيزو - بروبييل
$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)-\text{CH}_2-$	أميل	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	بيوتيل
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	أميل ثالثي	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 > \text{CH}-\text{CH}_2- \end{array}$	إيزو - بيوتيل
		$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH} < \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \end{array}$	بيوتيل ثانوي
أهم الجذور الكيماوية ثنائية التكافؤ			
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 > \text{C} < \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	إيزو بروبيلاين	$\text{H}_2\text{C} <$	ميثيلين
		$\text{CH}_3-\text{CH} <$	إيثيلدين
$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$	ثلاثي - ميثيلين	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH} <$	بروبيلاين
أهم الجذور الكيماوية الثنائية التكافؤ غير المشبعة			
$\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_2-$	بروباجيل	$\text{CH}_2=\text{CH}-$	فينيل
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-$	بيوتينيل	$\text{CH}=\text{C}-$	إيتينيل
$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-$	كروتيل	$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-$	بروبينيل
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 > \text{C}=\text{CH}- \end{array}$	إيزو - كروتيل	$\text{H}_2\text{C}=\text{C} < \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \end{array}$	إيزو - بروبيينيل
$-\text{CH}=\text{CH}-$	فينيلين	$\text{H}_2\text{C}=\text{C} <$	فينيلدين
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$	أليل		
أهم جذور البرافينات الحلقية			
$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{H}_2\text{C} < \quad > \text{CH}- \\ \quad \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$	حلقي الهكسيل	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{CH} < \quad > \text{CH}- \\ \quad \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$	حلقي البنثيل
أهم جذور الأغوال			
$\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{O}-$	إيتوكسي	$\text{CH}_3\text{O}-$	ميثوكسي
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{O}-$	بيوتوكسي	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{O}-$	بروبوكسي
أهم جذور الحموض الأمينية			
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \\ \text{H}_3\text{C} > \text{CH}-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \text{NH}_2 \end{array} \end{array}$	فاليل	$\text{NH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \end{array}$	جليسيل
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \\ \text{H}_3\text{C} > \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \text{NH}_2 \end{array} \end{array}$	ليوسيل	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \text{NH}_2 \end{array} \end{array}$	الأنيل
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \text{CH}_3\text{NH}_2 \end{array} \end{array}$	إيزو - ليوسيل	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array} \end{array}$	سيريل

أهم جذور الفحوم الهيدروجينية العطرية			
$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}-$	ستيريل	C_6H_5	فينيل
$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH} <$	بنزيلدين " بنزال "	C_6H_5	فينيلين أورتو - ميتا - بارا
$\text{C}_6\text{H}_4=\text{C}=\text{O} \leftrightarrow \text{C}_6\text{H}_4=\text{C}^+=\text{O}^-$	البنزو كينون	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-$	بنزيل
		$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	بنزيل
		C_6H_4	توليل أورتو - ميتا - بارا
		C_6H_3	تولولين
		C_6H_2	نفتيل : ألفا - بيتا

أهم الحلقات الخماسية غير المتجانسة			
	فيوران		إيميدازول
	ثيوفين		بيرولين
	بيرول		بيرولين
	فيورازان		بيرولين

أهم جذور الحموض العضوية			
$\text{O}=\text{C}-\text{C}(=\text{O})$	اكساليل	$\text{H}-\text{C}(=\text{O})$	فورميل
$\text{O}=\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})$	مالونيل	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})$	استيل
$\text{O}=\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})$	مكسينيل	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})$	بروبيونيل
$\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}(=\text{O})$	بنزويل	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{C}(=\text{O})$	بيوتيريل
$\text{CH}_3-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})$	تولويل أورتو ، ميتا ، بارا	$\text{H}_3\text{C} > \text{CH}-\text{C}(=\text{O})$ H_3C	ايزو - بيوتيريل
$\text{C}_6\text{H}_4 \begin{cases} \text{C}(=\text{O}) \\ \text{C}(=\text{O}) \end{cases}$	فتاليل	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{C}(=\text{O})$	فاليريل
		$\text{H}_3\text{C} > \text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})$ H_3C	ايزو - فاليريل
أهم الحلقات العطرية المتكافئة			
	فتانترين		نفتالين
	كريزين		بنتالين
	بيرين		أندين
	فلورين		أزولين
	نفتاسين		انتراسين
			اسنفتالين

بعض الأشكال الهندسية		
	(القاعدة × الارتفاع) ÷ ٢ أو: جاء ضلعين × جيب الزاوية المحصورة بينهما ÷ ٢	مساحة المثلث
	القاعدة × الارتفاع أو جاء ضلعين × جيب الزاوية المحصورة بينهما	مساحة متوازي الأضلاع
	(مجموع القاعدتين × الارتفاع) ÷ ٢	مساحة شبه المنحرف
	π × مربع نصف القطر	مساحة الدائرة
	(جداء القطرين × π) ÷ ٤	مساحة القطع الناقص
	الطول × العرض × الارتفاع	حجم متوازي المستطيلات
	مربع نصف القطر × الارتفاع × π	حجم الاسطوانة
	حجم جذع المخروط [π × الارتفاع × (مربع القطر الكبير + جداء القطرين + مربع القطر الصغير)] ÷ ٣	
	حجم البرميل [π × الارتفاع × (ضعف مربع القطر الكبير + مربع القطر الصغير)] ÷ ١٢	
	حجم الونش (العرض الأدنى × العرض عند مستوى الماء × الطول × ارتفاع الماء) ÷ ٢	
	حجم الجيكر (عرض القاعدة × طول القاعدة × ارتفاع القاعدة) + (عرض القاعدة + العرض عند مستوى الماء) × طول القاعدة × ارتفاع القاعدة) ÷ ٢	

المراجع

- كيمياء الألياف النسيجية والصباغة: د. علي المنجد - د. شهير هاشم، جامعة دمشق - كلية العلوم.
تقانة الصباغة: د. سلمان محسن نصر، جامعة البعث
الصناعات العضوية: د. أحمد الشلاح، جامعة دمشق - كلية العلوم.
الصناعات اللاعضوية الثقيلة: د. أحمد الحاج سعيد - د. أحمد الشلاح، جامعة دمشق - كلية العلوم.
الصناعات اللاعضوية: د. أحمد الحاج سعيد - د. أحمد الشلاح، جامعة دمشق - كلية العلوم.
الكيمياء العضوية الحلقية: د. صلاح يحيى، جامعة دمشق - كلية العلوم.
التلوث البيئي والأمن الصناعي: د. أحمد الشلاح - د. فؤاد الصالح، جامعة دمشق - كلية العلوم.
الكيمياء التحليلية: د. انصالح الخيمي، جامعة دمشق - كلية العلوم.
المشروع ١: د. أحمد الشلاح - د. شهير هاشم - م. سلوى بيضون، جامعة دمشق - كلية العلوم.
الاختبارات النسيجية: د. كميليو مقدسي - م. محمود جعمور
مشكلة التلوث في البحر الأبيض المتوسط: إعداد جيلدا زخيا وفريقه، معهد الإنماء العربي.
المدخل إلى الكيمياء العضوية الصناعية: بيتر وايزمان، ترجمة: د. يحيى - د. قادري - د. قنديل، وزارة التعليم العالي.
مولدات البخار: د. جلال الملقى، جامعة دمشق - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية.
صناعة الغزل " دراسة وتكنولوجيا ": م. رمضان العلي، دار دمشق.
فحوص ومعالجة المياه المخصصة للصناعة: أ. أحمد عيران.
طرائق معالجة مياه الصرف: د. نصر الحايك، دار الأهالي بدمشق.
تكنولوجيا صباغة طباعة وتجهيز الأقمشة القطنية: د. أحمد النجعاوي، منشأة المعارف بالاسكندرية.
ندوة التطورات الحديثة في صباغة القطن ومزائجه مع البولستر: حلب ١٩٩٢، ICI.
ندوة الصباغة والطباعة: دمشق ١٩٩٧، BASF.
المدخل لصناعة النفط: شركة شل الهولندية، ترجمة دار الترجمة والنشر لشؤون البترول، بيروت ١٩٦٧
تقنيات العمليات الصباغية: بلال الرفاعي، مراجعة: د. مأمون البحرة، دار البشائر
الأسس الحديثة للعمليات الصباغية: بلال الرفاعي، الاتحاد العربي للصناعات النسيجية

Teinture et finissage des fibres de polyester : BASF. B 363 f/4.76

Color chemistry : Prof. Dr. Drs. H. c. Heinrich Zollinger, Germany

Colorants and auxiliaries, Organic chemistry and application properties, Vol: John Shore

Degrement water treatment, Handbook

A Bleachers handbook, interrox

Achieving new heights, Pub. No. 1X8003e-May 05, HUNTSMAN

NOVACRON FN reactive dyes. 121056e – March 08, HUNTSMAN

PRECISE COLOR COMMUNICATION, MINOLTA, 9242.4830.92 IFBAJ 7

Astrazon Dyestuffs for Polyacrylonitrile Fibers, Bayer, Le 1220 (N)e

Wet prcessing of fabrics containing LYCRA elastane, BULLETIN L-517, DU PONT

Sandocryl B, SANDOZ

Foron : dyes for dyeing poleester & their component in fiber blends,1543.00.92, SANDOZ

Drimarene K dyes for dyeing cellulosic fibres by exhaust method,00033.0093, SANDOZ

Lanasyn S Dyeing, 1534/68, SANDOZ

Seide silk seta soie, 05543.00.94, SANDOZ

Nylcontrast Dyestuffs, 0178/71, SANDOZ

Solar Colours, 1300/68, SANDOZ

Palanil dyes. MK/T 265 e, BASF

Colorants Procion, 20137F, ICI

SOLANTHRENE Vat Dyes for Dyeing, 28894/6/95, ZENECA

SETAPERS: Disperse dyestuffs, KAR-D 01 Rev. No.:2,03,05, Setaş Kimya A.Ş

SERISOL & SERILEN DYES, Fourth Edition 1984, Yorkshire Chemicals plc

Chemical technology in the pre-treatment processes of textiles: S.R. KARMAKAR – College of Textile Technology, India



الكيميائي بلال عبد الوهاب الرفاعي

مجاز في الكيمياء التطبيقية

من جامعة دمشق عام ١٩٨٢

العمل والخبرات:

- مدير فني لعددٍ من المصانع وشركات توزيع الأصبغة والمواد المساعدة في دمشق وحلب منذ عام ١٩٨٤.

- مستشار ومدرّب التقنيات الصباغية في الاتحاد العربي للصناعات النسيجية ومركز تنمية الموارد البشرية بغرفة صناعة دمشق وريفها، ومركز التدريب الإداري MTC التابع لمركز الأعمال والمؤسسات السوري SEBC وغرفتي صناعة وتجارة حلب.

الإنتاج العلمي:

- ١- مجموعة من المحاضرات في جامعات دمشق وحلب والبعث.
- ٢- أشرف على الجوانب التطبيقية في مخبر الصناعات بكلية علوم جامعة دمشق من عام ٢٠١٢ حتى عام ٢٠١٧.
- ٣- مجموعة من المقالات العلمية الخاصة بالصباغة في موسوعة الغزل العربية " تكستيل " .
- ٤- أصدر كتاب " تقنيات العمليات الصباغية " عام ٢٠٠٧ عن دار البشائر بدمشق ومراجعة الدكتور مأمون البحرة.
- ٥- أصدر كتاب " الأسس الحديثة في العمليات الصباغية " برعاية الاتحاد العربي للصناعات النسيجية عام ٢٠١١.
- ٦- أصدر معجم بعنوان (معجم المصطلحات النسيجية) برعاية الاتحاد العربي للصناعات النسيجية عام ٢٠١٢.
- ٧- أصدر كتاباً مرجعياً بعنوان (كيمياء وتقنيات الصباغة والطباعة النسيجية) برعاية كلية علوم جامعة دمشق عام ٢٠١٦.
- ٨- بدأ بعقد مجموعة دورات اختصاصية في الصباغة في مركز تنمية الموارد البشرية بغرفة صناعة دمشق، ومركز التدريب الإداري MTC في غرفة صناعة حلب، وفي الاتحاد العربي للصناعات النسيجية منذ عام ٢٠٠٤.
- ٩- عقد ما بين عامي ٢٠١٢-٢٠١٦ مجموعة من الدورات العلمية في الصباغة، وصناعة المواد التفاعلية سطحياً والمنظفات، وصناعة الصابون في جامعة دمشق.
- ١٠- دورة بعنوان تقنيات العمليات الصباغية في كلية الهندسة الميكانيكية بجامعة حلب في الفترة من ١٦ حتى ٢٠/٩/٢٠١٨، سبقتها محاضرة عن صباغة الألياف السيللوزية بتاريخ ٨ و ٩/٥/٢٠١٨.
- ١١- دورة مشتركة بعنوان تقنيات العمليات الصباغية في غرفة صناعة حلب ما بين ٥/١٢/٢٠٢٠ حتى ١٣/١/٢٠٢١.