

كيمياء وتقنيات  
الصبغة والطباعة النسيجية

الكيميائي بلال عبد الوهاب الرفاعي

مشرف على الجوانب التطبيقية

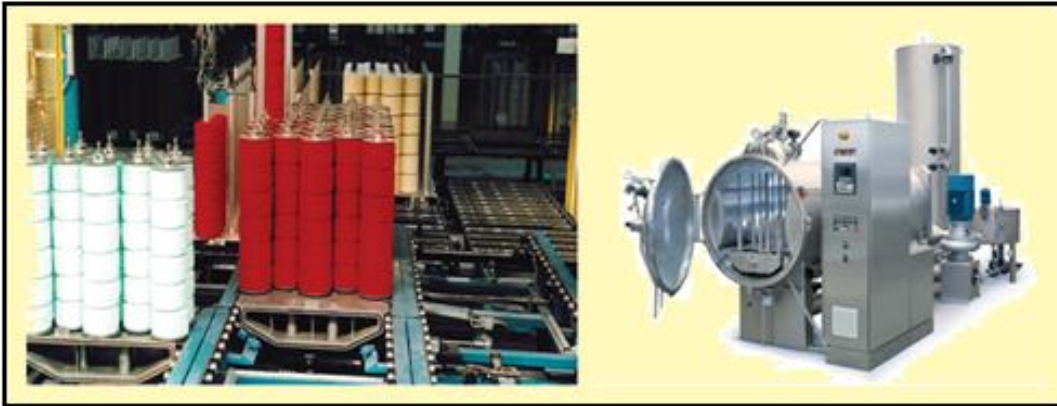
شعبة الصناعات

مراجعة

الأستاذ المساعد د. فرانسوا قررة بت

# كيمياء وتقنيات الصباغة والطباعة النسيجية

الجزء الأول



الكيميائي بلال عبد الوهاب الرفاعي

مشرف على الجوانب التطبيقية  
شعبة الصناعات

مراجعة

الأستاذ المساعد د. فرانسوا قررة بت

دمشق في 2016/7/1

## للتاريخ

ثلاثون عاما انطوت... لم أتوقع بعدها أن أعود لمخبر الصناعات في كليتنا الحبيبة، وبخاصة كمشرفٍ على الجوانب التطبيقية من جديد... فقد كان آخر عهدي بهذا المخبر أيام وأيام قضيناها لإنجاز مشاريع تخرج كانت أقرب للوحدات نصف الصناعية منها للمخبرية... وتحت إشراف أستاذنا الجليل الأستاذ الدكتور أحمد محمد سعيد الشلاح عليه رحمة الباري، وأستاذتنا القديرة السيدة سلوى بيضون أطال الله في عمرها...

ومع عودتي للكلية تيسر لي وبدعمٍ من رئيس قسم الكيمياء الأستاذ الدكتور محمد جمال الخطيب تم الاتفاق مع الأستاذة الدكتورة ملك الجبة عن الجمعية الكيميائية السورية على عقد دورات بشكل دوري بطابع تطبيقي صناعي صرف يُغني الفكر العلمي لطلبة الكلية... فأنتت موافقة ودعم عميد الكلية آنذاك الأستاذ الدكتور عزات قاسم ورئيس الجامعة من قبل الأستاذ الدكتور محمد عامر مارديني بتوصية الأستاذ الدكتور حسان الكردي الذي كان مسؤولاً عن مكتب التعليم في فرع الحزب كعريسٍ علمي أخذ طابع الموسم الثقافي العلمي للقسم كل ستة أشهر... فتنوعت مواضيع الدورات... وأقبل عليها طلبة الكلية بشغفٍ ومحبة

لذا فقد بدأتُ بإعداد الأمالي الخاصة بهذه الدورات، وتفضل درة كليتنا الأستاذ المساعد الدكتور فرانسوا قره بت بمراجعة ما كتبت، فكان تعهده بمراجعة هذه الأمالي وسام شرفٍ أعتز به فجزاه الله خيراً على ما أكرمني به.

ولندرة مراجع الصباغة والطباعة النسيجية باللغة العربية، سألني الأستاذ الدكتور محمد جمال الخطيب عن رغبته بوضع مرجع مناسب يكون عوناً لخريجي الكلية ولطلبة الدراسات العليا... فقررنا وضع هذا المرجع الإلكتروني ليكون بمتناول سهلٍ لطلبتنا بظروف الطباعة العالية الكلفة حالياً... فأكرمني الدكتور فرانسوا قره بت مرة أخرى وتعهد بمراجعته...  
أسأل الله أن يلبي هذا الكتاب حاجة طلبتنا الأحبة... والله من وراء القصد.

بلال عبد الوهاب الرفاعي

في 2016/7/1

## تقديم عمادة الكلية

بادرت كلية العلوم بدعم العملية التعليمية من خلال بعض الأنشطة المتميزة، فبدأت بالأسبوع الثقافي الذي أتاح لطلبة المرحلة الجامعية الأولى تحضير بعض الأبحاث والتجارب وإلقاءها بمحاضرات متكاملة ومعرضٍ شامل برعاية أعضاء الهيئة التدريسية في القسم من مراجعة وتوجيه وإدارة محاضرات.

وعُززت هذه العملية قبل أربع سنوات من خلال تعاون قسم الكيمياء مع الجمعية الكيميائية السورية لعقد دورات في الكيمياء الصناعية والتطبيقية البحتة، بالاعتماد على مدربين مشهود لهم في عالم الصناعة، فرسخ موسماً علمياً ينال بعدها المتدرب شهادة حضور للمشاركين من طلاب الكلية وطلبة الدراسات العليا ومن عالم الصناعة من خارج الكلية على السواء.

وخصصت الكلية موقعا الكترونياً خاصاً ملحقاً بموقعها على الشبكة العنكبوتية، بحيث يجمع مؤلفات تدريبي الموسم العلمي لقسم الكيمياء الخاصة بهذه الدورات، وأبحاث الأسبوع الثقافي الطلابي، وبعض رسائل الدراسات العليا.

وكانت إحدى ثمرات هذا النشاط هذا المرجع الذي وضعه المدرب الكيميائي بلال عبد الوهاب الرفاعي بعنوان " كيمياء وتقنيات الصباغة والطباعة النسيجية "، وليس للكلية إلا أن تشكره على هذا الجهد الواضح في إسهابه حول بعض النقاط الجديرة بالفهم والتأمل، آملة الاستمرار على هذا النهج في جميع المواضيع المطروحة في هذه الدورات.

الأستاذ الدكتور عدنان ديب  
عميد كلية العلوم

## تقديم قسم الكيمياء

بدأ قسم الكيمياء منذ أربع سنوات خلت وتحقيقاً لشعار ربط الجامعة بالمجتمع، بعقد موسمٍ علمي تطبيقي لطلبة وخريجي قسم الكيمياء، وللمهتمين بالصناعات الكيمائية عموماً من خارج الجامعة من مؤسساتٍ عامة وخاصة على السواء، ولوحظ الاهتمام المتزايد بهذه الدورات موسماً بعد موسم، فتمت عملية إعداد مالي ومطبوعات خاصة بهذه الدورات لتوسعة دوائر معارفهم... وكلنا فخر أن بعض طلبتنا قد باسروا عملياً بدخول عالم الصناعة بمستويات تجارية وصناعية كل حسب الإمكانيات المتاحة له.

وضمن سياق خطط القسم التعليمية تم الطلب من المدرب الكيمائي الأستاذ بلال الرفاعي الذي ترك بصمته المميزة في هذا المجال على مدى ما يزيد عن الثلاثين عاماً في عالم الصباغة بوضع مؤلف الكتروني يغطي السياق العملي والتطبيقي لهذه الصناعة، وبما يتوافق مع المناهج الأساسية المعتمدة في الكلية، أملين أن تفي بالهدف المنشود كريدف لمقررات القسم الكيمائية. ما يتيح لطلبة الدراسات العليا الدخول الآمن في أبحاثهم المقررة لحياسة ما يستحقون من درجاتٍ علمية. والله ولي التوفيق

**الأستاذ الدكتور محمد جمال الخطيب**

رئيس قسم الكيمياء

## تقدمة

تعد كيمياء الأصبغة والألياف النسيجية من الصناعات الكيمائية القديمة، وتعود نشأتها إلى الحضارات الأولى، وتطورت مع الزمن تطوراً مطرداً بوصفها متطلباً أساسياً لحياة الإنسان، وذات صلة وثيقة بالناحية الإنسانية والجمالية.

عزل الإنسان بادئ ذي بدء الأصبغة من مصادرها الطبيعية مثل صباغ الأنديكو الأزرق من نبات الأنديكو *Indigofera tinctoria*، ومضاهيه الأرجواني من أنواع الرخويات من جنس *Murex*، وكذلك صباغ *Cochineal* المستخلص من حشرات تتغذى على النباتات الشوكية في المكسيك ويدعى كيميائياً *Carminic acid*، كما وتحوي بتلات نبات *Pelargonium* على صباغ *Pelargonidin* البنفسجي.

وما ينطبق على الأصبغة ينطبق أيضاً على الألياف النسيجية، حيث اهتم الإنسان بزراعة القطن للحصول على الألياف السيللوزية، كما عمد إلى الاهتمام بتربية الماشية للحصول على الألياف الصوفية، وبدودة القز للحصول على الحرير.

استطاع الكيميائيون ومع تطور طرائق التحليل والاصطناع العضوي تقليد الخلق الرباني في الحصول على الأصبغة والألياف النسيجية التركيبية بعد أن وضع قواعد ناظمة، ويبرز بهذا الخصوص نظرية وبيت في توصيف بنية الصباغ والتي لا تزال صالحة ليومنا الحالي.

دأب المؤلف من خلال هذا الكتاب على وضع جميع خبراته وخبرات الشركات العالمية في يد العاملين في هذه المجالات، حيث برزت النواحي التطبيقية بشكل 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.

أغتنم الفرصة لتوجيه عميق الشكر للسيد المؤلف بلال الرفاعي على إصراره الدائم في وضع خبراته المتراكمة 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 كتاب يساهم في نهضة البلاد، وتعليم أبنائنا تعليماً منهجياً يقود في نهاية المطاف إلى التطور النوعي على الصعيدين الأكاديمي والصناعي.

الدكتور فرانسوا قره بت

	<b>المحتوى</b>
3	للتاريخ
4	تقديم السيد عميد كلية العلوم: الأستاذ الدكتور عدنان ديب
5	تقديم السيد رئيس قسم الكيمياء: الأستاذ الدكتور محمد جمال الخطيب
6	تقديم الأستاذ المساعد الدكتور فرانسوا قررة بت
7	المحتوى
	<b>القسم الأول: الصباغة</b>
	<b>الألياف القطنية</b>
16	بنية القطن
16	سلالات القطن
17	تركيب القطن الخام
18	السيللوز
18	بنية السيللوز
18	الفعالية الكيماوية للسيليلوز
19	هيدرو السيللوز
19	أوكسي السيللوز
19	تأثير العوامل المختلفة في السيللوز
	<b>الألياف النباتية</b>
21	الكتان
21	الجوت
22	القنب
22	الرامي
22	الكنفير
23	التيل
23	السيزال
24	قنب مانيتا
24	البينا
	<b>الألياف الصوفية</b>
25	الصوف الخام
25	التركيب الكيماوي للصوف
25	التفاعلات الكيماوية للصوف
27	تصنيف الأصواف
28	تصنيف الصوف على ظهر الخروف
	<b>الألياف الشبيهة بالصوف</b>
29	الموهير
29	الكشمير
29	وبر فصيلة الجمال
	<b>الحرير الطبيعي</b>
31	حرير دودة القز
31	الحرير والحشرات التي تنتجه
32	البنية الكيماوية للحرير الطبيعي
32	التفاعلات الكيماوية للحرير الطبيعي
33	حرير العنكبوت
	<b>الألياف الصناعية</b>
35	الفيسكوز
36	حرير النحاس النشادري
37	حرير أسيتات السيللوز
38	الألجينات
	<b>عموميات حول الألياف التركيبية</b>
39	مقدمة
39	خواص الألياف التركيبية
39	قوة الشد
40	نقطة الانصهار
40	الثبات الكيماوي
40	قابلية الصباغة
41	امتصاص الرطوبة
	<b>الألياف التركيبية</b>
42	البوليستر
46	البولي أميد
48	البولي أكريلونتريل
54	ألياف بولي فينيل كلورايد
54	ألياف بولي فينيل كلورايد المكور
55	ألياف بولي البروبيلين

55	ألياف بولي الإيثيلين
56	ألياف بولي فينيل الأغوال
56	ألياف بولي الأوريتان
57	الأراميد " الكيفلار "
	<b>أنواع الخيوط والنسيج</b>
59	تعريف
59	الصفات الواجب توفرها في الخيوط والألياف النسيجية
59	أنواع أو أنماط حياكة الأقمشة
	<b>تميز الألياف</b>
61	تعريف
61	النمر القديمة للألياف
61	النمر الحديثة للألياف
	<b>تحليل الألياف</b>
65	المقدمة
65	طريقة الحرق
65	اختبار التلطيح أو الصباغة بأصبغة الاختبار
66	طريقة التقطير الجاف
66	طريقة درجة التميع
66	اختبار الفحص المجهرى
67	طريقة المذيبات
	<b>اختبارات الألياف وجودتها</b>
68	خواص الألياف القطنية
68	تعريف
68	فرز وتصنيف القطن
68	طول تيلة القطن
68	تعيين رتب القطن
69	تيلة القطن
69	قشرة القطن
69	الشوائب النباتية
69	تعيين نعومة الألياف ودقتها
69	قياس الاستطالة
70	قياس المرونة
70	تعيين درجة النضوج
70	قابلية الألياف للاحتفاظ بالحرارة
70	قابلية الألياف لامتصاص الرطوبة
71	مراقبة جودة الغزول والألياف
71	جهاز فحص الانتظامية للألياف والأشرطة
72	جهاز فحص نسب الشوائب والوير
72	جهاز قياس عدد برمات الخيط
72	أصناف أخطاء الغزول
72	عدم الانتظامية
73	الشوائب أو العيوب
73	الوقاية من أخطاء البرم
73	أخطاء التمشيط
73	أخطاء عملية الكرد
73	عيب التشعر
74	الكثافة والاستدارة والقطر
74	معامل الاستدارة
75	الكثافة
75	المتانة
75	نظام القياس
75	القوة
75	الاستطالة
76	العمل المحقق
76	قوة الشد المسبق
76	العوامل المؤثرة في اختبار قوة القطع
77	النقاء
78	جهاز اختبار نمره الخيط
78	جهاز اختبار مظهرية الخيط
78	جهاز برسلي لقياس متانة الشعيرات
79	جهاز تعيين أطول الشعيرات
80	قياس درجة البياض والأصفرار
	<b>النظرية الصباغية والأصبغة</b>
82	تعريف
82	بنية الصباغ
83	نظرية نشوء اللون
	<b>تصنيف الأصبغة المستخدمة في الصناعة النسيجية</b>
85	المقدمة



85	التصنيف الكيماوي للأصبغة
85	التصنيف التطبيقي للأصبغة
86	الأصبغة والتلوث
	<b>أساسيات ومبادئ العملية الصباغية</b>
87	المفاهيم الأساسية للصباغ
87	الهجرة
88	مرحلة الانتشار
88	مرحلة الارتباط
88	سرعة العملية الصباغية
	<b>مواصفات وثباتيات الأصبغة</b>
89	المقدمة
89	الثباتية الضوئية
90	الثباتية على الغسيل
92	الثباتية على التعرق بحسب AATCC 15
92	الثباتية على التعرق بحسب DIN 54020
93	الثباتية للماء بحسب ISO 105/EO1
93	الثباتية على الماء المكثور بحسب ISO 105/EO2
93	الثباتية تجاه الوسطين الحمضي والقلوي والمؤكسدات والكلور
94	الثباتية على الاحتكاك لشركة كلارينت
94	الثباتية على الاحتكاك الرطب
94	المرسزة بحسب ISO 105/XO4
94	الثباتية لأوزون الهواء الجوي ISO 105/GO3
94	الثباتية لأكاسيد الأزوت بحسب ISO 105/GO1
95	الثباتية للتنظيف الجاف ISO 105/DO1
95	الحساسية تجاه أيونات الحديد والنحاس ISO 105/ZO2
95	الثباتية على لعب الأطفال بحسب DIN 53160
	<b>المواد الداخلة في بناء الحمام الصباغي</b>
97	الحموض
97	القلويات
98	الأملاح
99	العوامل المرجعة
99	العوامل المؤكسدة
100	عوامل تحلية الماء
100	العوامل الفعالة سطحياً
101	مفهوم ميزان الألفة بين الطورين المائي والزيتي (HLB)
107	العوامل المبعثرة
108	عوامل التسوية
110	الحوامل " الكازير "
111	مضادات التكسير
112	مضادات الرغوة
	<b>معالجة المياه</b>
115	عسرة المياه ودرجاتها
115	شوائب المياه العسرة
116	قياس القساوة
118	عمليات التحلية ومبادئها
118	طريقة الكلس والصودا
119	طريقة التبادل الأيوني
120	مواصفات أجهزة التبادل الأيوني
121	المعالجة بالكيماويات
124	تأثير قساوة المياه وعوامل التحلية على الحوض الصباغي
127	المدخل لأنظمة عمل مراحل توليد البخار
	<b>المعالجة الأولية وقصر الألياف السيللوزية</b>
130	مقدمة
130	إزالة النشاء
131	عملية الغلي
133	عمليات القصر
133	عمليات التبييض
133	القصر بالمركبات الكلورية
133	القصر بالهيبوكلوريت
134	القصر بالكلوريت
136	القصر بالماء الأكسجيني
	<b>التجهيز الأولي للألياف الصوفية</b>
141	مقدمة
141	تجهيز الصوف للصباغة
141	تزهير أو تبييض الصوف
	<b>التجهيز الأولي للألياف الحريرية الطبيعية</b>
142	مقدمة
142	حل الحرير

143	تجهيز الحرير
	<b>التجهيز الأولي للألياف التركيبية</b>
144	المقدمة
144	زيوت التزليق
145	الغسيل الأولي للزيوت
146	الغسيل الأولي للغرويات
146	اختصار حمام الغسيل الأولي
	<b>المبيضات الضوئية</b>
147	المبادئ البصرية لتأثيرات المركبات المفلورة
148	المجموعات الكيماوية الرئيسية للمبيضات الضوئية
150	مبيضات مجموعة الستيلين
151	بناء حمامات التبييض
151	تبييض الألياف السيللوزية
151	تقييم عملية التبييض
152	تعيين درجة البياض
152	تعيين درجة تخرب الألياف
152	الاختبارات النوعية
153	قيمة السيولة
154	درجة البلمرة
154	عامل التخرب
155	تحليل البقايا اللاسيللوزية
156	اختبار وتعيين مواد التثشبية
157	الاختبار الكمي لتعيين محتوى المواد الدسمة والشموع
	<b>صباغة الألياف السيللوزية بالأصبغة المباشرة</b>
159	المقدمة
159	بناء الحمام الصباغي
160	ثباتية الأصبغة المباشرة لدرجات الحرارة العالية في مرحلة الصباغة
161	رفع ثباتية الأصبغة المباشرة على البلل
161	تطبيق حمامي القصر والصباغة في حمام واحد
161	دراسة تحليلية لأصبغة شركة كرومبتون كمنال تطبيقي
	<b>صباغة الألياف السيللوزية بالأصبغة الفعالة</b>
164	مقدمة
164	تصنيف الأصبغة الفعالة
167	تأثير الحجم الجزيئي على خواص الأصبغة الفعالة
167	تأثير فعالية الزمرة الفعالة على الأصبغة الفعالة
168	مواد بناء حمام تطبيق الأصبغة الفعالة على الألياف السيللوزية
168	مواصفات الماء
168	الأملاح
170	القلويات
171	تأثير درجة حرارة التثبيت
171	بعض تقنيات تطبيق الأصبغة الفعالة
175	حالة اللون الأخضر اللامع
175	حالة الصباغ الأزرق 19
176	طريقة بيكر بونات الصوديوم عالية التسوية
176	شطف وتصبين الأصبغة الفعالة
177	تعرية الأصبغة الفعالة بالهيبوكلوريت
	<b>صباغة الألياف السيللوزية بأصبغة الأحواض</b>
178	المقدمة
178	تصنيف أصبغة الأحواض
179	مبادئ تطبيق أصبغة الأحواض
179	تكوين وثباتية مركبات الليكو
180	تأثير درجة الحرارة
180	تأثير عوامل التسوية
180	تقنيات تطبيق أصبغة الأحواض
180	مجموعات أصبغة الأحواض التطبيقية
181	طريقة الملح الصوديومي الذائب لمركبات الليكو
181	طريقة الليكو الحمضي
182	طريقة البيغمنت
182	الأكسدة
182	التصبين
182	تطبيق أصبغة الأحواض " السولانترين " بطريقة شركة ICI
	<b>صباغة الألياف الصوفية بالأصبغة الحمضية</b>
189	مقدمة
189	الأصبغة الحمضية
189	تصنيف الأصبغة الحمضية حسب البنية الكيماوية
189	تصنيف الأصبغة الحمضية بحسب التطبيق
189	العوامل المؤثرة على الحمام الصباغي
191	التجهيز الأولي

191	بناء الحمام الصباغي
192	صباغة الصوف بالأصبغة المعدنية المعقدة " طريقة اللانازين "
	<b>صباغة الحرير</b>
193	التجهيز الأولي
193	عمليات الصباغة
	<b>صباغة البوليستر</b>
196	التجهيز الأولي للبوليستر
196	صباغة البوليستر
197	تصنيف الأصبغة المبعثرة
198	المنطقة الحرجة للأصبغة
198	مواد بناء الحمام الصباغي
199	تقنية العملية الصباغية
199	الصباغة بطريقة الحرارة العالية
200	الصباغة بطريقة الكارير
201	صباغة البوليستر بحمام قلوي
201	صباغة ميكروفيبر البوليستر
202	المعالجة بعد الصباغة
202	إعادة التسوية
203	التعرية
203	اختيار الأصبغة
203	نظام الاستنزاف
204	العوامل المؤثرة على الهجرة الحرارية
204	مبادئ معالجة الأوليغوميرات والترايميرات في حمام الصباغة
	<b>صباغة ألياف البولي أميد</b>
206	مقدمة
206	مبادئ صباغة البولي أميد
207	العوامل المؤثرة على حمام الصباغة
	<b>صباغة ألياف الأسيات</b>
209	المقدمة
209	تطبيق العملية الصباغية
	<b>صباغة ألياف البولي اكريلونتريل</b>
211	مقدمة
211	مفاهيم ومصطلحات خاصة في صباغة الاكريليك
212	تعيين درجة إشباع ألياف الاكريليك بطريقة شركة باير
212	تعيين سرعة صباغة الألياف بطريقة باير
212	المواد المساعدة والكمالويات اللازمة لحمام صباغة ألياف الاكريليك
213	العوامل المؤخرة
214	سرعة صباغة ودرجة إشباع بعض ألياف الاكريليك
214	مبادئ عامة في صباغة الاكريليك
214	امتصاص الأصبغة القاعدية
214	طرائق الصباغة
215	تطبيق الأصبغة القاعدية بالطريقة الحرارية T
216	طريقة العامل المؤخر R
218	طريقة الساندوكريل RT
218	طريقة العوامل المؤخرة الأيونية السالبة
219	إعادة التسوية
219	إرجاع اللون
219	تعرية الأصبغة القاعدية
220	تبييض الاكريليك
220	مثال تطبيقي لحساب كمية العامل المؤخر الموجب
	<b>صباغة ألياف اللايكرا</b>
221	المقدمة
221	مبادئ خزن خامات اللايكرا
221	مبادئ صباغة اللايكرا
223	التثبيت الحراري
223	مردود المعالجة الحرارية
224	معالجة الأخطاء الصباغية
224	إزالة اللون " التعرية "
	<b>صباغة الألياف والألياف الممزوجة</b>
225	صباغة مزائج البوليستر
229	صباغة القطن الممزوج
230	صباغة الصوف الممزوج
	<b>مقياس الطيف الضوئي " السبكتروفوتومتر "</b>
232	مقدمة
232	الأشعة المرئية أو الطيف المرئي
233	الألوان المتكاملة
233	الخواص اللونية
235	أنواع أجهزة قياس الطيف الضوئي

237	بناء كرة اللون
237	الأنظمة اللونية الرياضية
238	الفروقات اللونية
239	تقنية ومبادئ القراءة في جهاز السبكتروفوتومتر
240	حساب الشدة اللونية عبر قيم K/S
	<b>الصباغة وتلوث المياه</b>
241	المقدمة
241	محتوى المياه العادمة الخارجة من المصانع
242	الأصبغة
243	مفاهيم ومصطلحات عامة لدراسة التلوث المائي
244	قابلية التحلل الحيوي للمركبات العضوية
245	مبدأ معالجة مياه الصرف الصناعية
246	المعالجة الكيماوية الحيوية
246	المعالجة بالأكسدة المتقدمة
246	المعالجة بالتخثير الكهربائي
247	تقنية الأغشية
	<b>آلات الصباغة</b>
248	آلات الصباغة
253	عمليات الإنهاء
254	آلات الغسيل
254	آلات العصير
255	آلات التجفيف
257	عمليات التجهيز النهائية
257	التطرية
257	التقسية والتنشية
257	موانع الماء والزيت " الوتربروف "
257	مؤخرات الاحتراق
257	مضادات التعفن
258	مضادات الكهرباء الساكنة
	<b>العمليات الخاصة بتحسين المواصفات</b>
259	العمليات الخاصة بالألياف والأقمشة السيللوزية
259	إزالة الوبرة
259	عملية التحرير " المرسة "
261	التنشية
261	الشد
261	الصقل
261	التكثيش
261	العمليات الخاصة بالألياف والأقمشة الصوفية
262	التنظيف
262	التبييد
262	التوبر " التنفيس "
262	الحلاقة
263	التثبيت الحراري للألياف الصناعية والتركيبية
	<b>المطريات</b>
264	المقدمة
264	أنواع المطريات
267	العوامل المؤثرة على فعالية المطريات
267	العوامل غير الذاتية المؤثرة على فعالية المطريات
269	إزالة العوامل المطرية
269	ملاحظات عامة حول المطريات
	<b>مؤخرات الاحتراق</b>
271	المبادئ النظرية لمؤخرات الاحتراق
271	آلية عمل مؤخرات النار الهالوجينية
271	آلية عمل مؤخرات الاحتراق بالتأثير المزدوج للهالوجين مع الانتموان
272	آلية عمل مؤخرات الاحتراق الفوسفورية
272	آلية تطور النار " ظاهرة ويك رايز Wick rise "
272	أنواع مؤخرات النار بحسب مجالات التطبيق
273	شروط تجربة الغسيل
273	اختبار كيفية الاحتراق
274	بعض النظم العالمية المعتمدة لتقييم مؤخرات الاحتراق
274	أجهزة الاختبار الخاصة بتقييم فعالية مؤخرات الاحتراق
	<b>المواد الكارهة للماء والزيت (الوتربروف)</b>
277	مجالات الاستخدام
278	آلية عمل الوتربروف
278	بنية الوتربروف
278	طريقة المعالجة بالوتربروف
278	العوامل المؤثرة على عملية التطبيق
279	التثبيت الحراري للوتربروف

279	اختبار التبريروف تجاه الماء بطريقة الرذ " الطريقة 1 "
279	اختبار التبريروف تجاه الماء بطريقة مزيج الماء مع مذيب " الطريقة 2 "
280	اختبار التبلل الشاقولي الساكن AATCC-118
281	اختبار فعالية التبريروف تجاه الماء بطريقة وابل المطر
281	اختبار فعالية التبريروف تجاه البقع الزيتية SR
281	وصفة منع تبقيع القماش بالأحبار الجافة
	<b>القسم الثاني: الطباعة</b>
	<b>الشاشات الحريرية والمعدنية</b>
284	مقدمة
284	تعريف الشاشة
284	الشاشة المسطحة
285	تحضير محلول الطلاء
285	طلاء الشاشة الحريرية
286	تحضير التصميم أو الرسم
286	تصوير الشاشات اليدوية
288	تجهيز الشاشات
288	منضدة الطباعة
288	الكاشطة المطاطية
289	كيفية الطباعة اليدوية
289	الشاشات الأسطوانية للطريقة المستمرة
	<b>الطباعة بالبيغمنت ومواد بناء معاجين الطباعة</b>
292	وصفات تحضير معاجين الطباعة بالبيغمنت
292	البيغمنتات (الخضاب)
292	البيندر
292	عوامل الاستحلاب
292	اليوريا
292	المثخنات
293	الجليسرين
293	تحضير معجونة الكاز
294	العمليات التالية لعملية الطباعة
294	تحضير المعجونة المائية
	<b>طباعة الأقمشة القطنية</b>
295	الطباعة بالبيغمنتات
295	تركيب معجونة الطباعة بالبيغمنت
295	الطباعة بالأصبغة المباشرة
295	التقنيات الأساسية لطباعة المنسوجات القطنية بالأصبغة الفعالة
296	مراحل العمليات الطباعية
296	التحضير الأولي
296	تحضير معجونة الطباعة
296	الطباعة
296	التجفيف
297	الترطيب
297	التثبيت
297	حمامات الشطف
297	التجفيف والتثبيت النهائي
297	الفوارق بين فعاليات وألفة الأصبغة الفعالة بيانياً
297	الطباعة بالطريقة المباشرة أو طريقة المرحلة الواحدة
298	تركيب معجونة الطباعة لطريقة المرحلة الواحدة
299	طريقة الطباعة على مرحلتين
299	تركيب معجونة الطباعة لطريقة المرحلتين
299	طرائق الطباعة
300	مميزات طرائق الطباعة بطريقة المرحلتين
300	المقارنة بين إجراءات التثبيت لطريقة الطباعة على مرحلتين
302	ملاحظات تقنية هامة حول العمل بطريقة الطباعة على مرحلتين
302	المعالجات النهائية: الشطف، الغسيل، حمامات الصابون
	<b>التقنيات الأساسية لطباعة البوليستر بالأصبغة المبعثرة</b>
304	مراحل التحضير للطباعة
304	مراحل الطباعة
304	الألات وطرائق الطباعة
304	تركيب معجونة الطباعة
306	مرحلة التثبيت
306	نماذج آلات التثبيت
307	شروط عملية التثبيت
307	عمليات الشطف والغسيل
308	المثخنات
308	تأثير الكارير على الثباتية الضوئية
309	نماذج لتقنيات طباعة
310	عمليات القلع والمقاومة

310	المقارنة بين طرائق الطباعة
311	المقارنة بين طريقتي القلع والمقاومة لطباعة البوليستر
311	المقارنة بين طرائق الطباعة على البوليستر
	<b>المراقبة المخبرية لعمليات الطباعة</b>
312	المقدمة
312	المراقبة قبل العمل
312	المراقبة أثناء العمل
313	المراقبة بعد التشغيل
	<b>الملاحظات العملية وأخطاء عمليات الطباعة</b>
314	أخطاء الطباعة الناتجة عن خطأ في القماش
314	البرم غير النظامي للخيط
314	عقدة في القماش
314	أخطاء الطباعة الناتجة عن عمل أجهزة منطقة دخول القماش
317	أخطاء الطباعة الناجمة عن الفرن
318	أخطاء الطباعة الناجمة عن أمور متفرقة
321	الملحقات
338	المراجع

القسم الأول

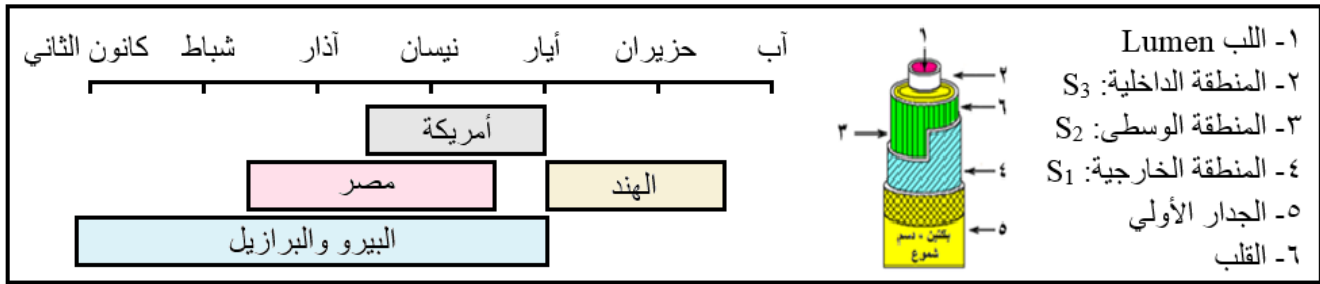
# الصيانة

## البحث الأول

### الألياف القطنية

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

**1- بنية القطن:** يتألف القطن من شعيرات متطاولة وحيدة الخلية، وللشعيرات نهايات مفتوحة مستدقة وسفلية (حيث اتصالها بالبذرة)، ويتم فصل الشعيرات عن بذورها بعمليات الحلق، وتتميز بنيتها كما في الشكل (1) بطبقات متحدة المركز وبتجويف مركزي يُعرف باللب Lumen وطبقة القشرة الخارجية التي تتألف من الشحوم والبكتين والشمع، ويتوضع تحت القشرة الجدار السيللوزي الأولي والذي تتشابك أليافه بصورة متصالبة، ويليه الجدار الثانوي المؤلف من ثلاث طبقات سيللوزية:



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

2- طبقة وسطى سيللوزية: رقيقة جداً ذات اتجاه حلزوني وبزاوية ميل 20-35°

3- طبقة خارجية سيللوزية: ذات اتجاه حلزوني وبزاوية ميل دون 20-30°

يوجد في اللب القطني الكامل النضوج حوالي 80-120 التفاف في السننيمتر الواحد، ويزيد عددها كلما زادت جودة القطن، ولا بد من احتواء القطن عموماً خلايا غير مكتملة النمو ما يجعل من التوائها معدوماً أو قليلاً بحسب درجة النضوج، لذا فإن جدارها يكون رقيقاً ولها منخسف ما يجعلها أليافاً ميتة في النهاية، ويعود عدم نضوج الخلايا أو موتها لأسباب كثيرة تتعلق بشروط الزراعة تربةً ومناخاً وموعد زراعة وقطاف.

كما تتوزع بنية الألياف ما بين مناطق بلورية تمنحها المتانة واللمعان والقساوة و...، ومناطق طرية لا بلورية تمنحها خواص الطراوة والليونة والامتصاص و... وكلما قست معاملة الألياف القطنية بالعمليات اللاحقة زادت نسبة المناطق البلورية وزادت معها خواص القساوة وقابلية التكسر، وبخاصة بشروط الخزن السيئة التي تفقد في النهاية لتموت الخلايا.

**2- سلالات القطن:** ينتمي القطن لجنس الجوسيبيوم *Gossypium* التابع للفصيلة الخبازية *Malvaceae*، وتعتبر من أهم أنواعه وسلالاته:

**1-2- جوسيبيوم باربادانس:** يتبعها أهم سلالات القطن الطويل التيلة (1.5-2.5 بوصة) مثل قطن جورجيا ومعظم سلالات القطن المصري والأمريكي، ويتراوح طول شجيراته بين 3-8 أقدام، جذوعها مستقيمة ومستديرة وناعمة، متسعة التقريع، أما أوراقها فعريضة ومفصصة تفصيلاً عميقاً إلى 3-5 أقسام أكبرها الفص الأوسط، أزهارها صفراء تنتهي بقواعد قرمزية، بذورها سوداء وملساء، يسهل نزع شعيراتها عن بذورها الخالية من الزغب، وتعتمد خواصها المميزة لدرجة كبيرة على الطقس والتربة، وأي تغيير في هذين العاملين يلحقه تغيير في خواص التيلة.



**جوسيبيوم هرباسيوم:** موطنه الأصلي آسيا، وتنحدر منه معظم سلالات قطن الهند وتركيا وبلاد الشام، يتراوح ارتفاع شجيراتته بين 2-5 أقدام، فروعها وجذوعه صغيرة ومستديرة ومتعرجة لاحتوائها على العقل، وتغطي عادةً طبقةً وبرية، أوراقه جلدية الملمس، ولها 5-7 فصوص، وسيقان الأوراق طويلة وأزهارها صفراء ضاربة إلى اللون القرمزي، ويبلغ طول التيلة 0.75-1 بوصة، ولون تيلته بين الأبيض والأصفر والأسمر، ويغطي البذور زغب خشن. **جوسيبيوم بيروفيانوم:** موطنها الأصلي الأمريكتين الجنوبية والوسطى، وانتشرت في الكثير من بقاع العالم، يصل طولها إلى 10-15 قدم، 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 ولها ملمس صوفي، ويبلغ طول تيلتها 1-1.5 بوصة.

**جوسيبيوم اربوربوم:** تنمو في الهند والصين على شكل أشجار يتراوح طولها بين 6-12 قدم، فروعها طويلة ودقيقة، لونها قرمزي عندما تكون صغيرة، وأوراقها سميكة وناعمة وعميقة التفصيص، ذات 5-7 فصوص، أما زهورها فكبيرة بيضاء ضاربة إلى الحمرة، تيلتها قصيرة ولا تزيد عن 0.75 بوصة، ولونها مائل للصفرة أو الاخضرار، وتمتاز نباتات هذا النوع بكونها معمرة.

وينمو نبات القطن بصورة جيدة في الأراضي الخصبة الوفيرة المياه، ويحتاج لجوٍ دافئ إلى حار، وخالي من الصقيع لفترة لا تقل عن 180 يوماً، وجوٍ جاف بعد تفتح لوزة القطن.

**3- تركيب القطن الخام:** يحوي القطن الخام على مكونات طبيعية أخرى نرى أهمها في الجدول (1)، أما عن تركيب الرماد فهناك إحصاءات عديدة قامت بها شركات مختلفة نستعرض بعضها في الجدول (2):

الجدول 1

تركيب القطن الخام		عن الألياف النسيجية والصبغة	
BASF seminar: Damascus 7&8/12/1992		سيليلوز	
88-96%	سيليلوز	85.5%	سيليلوز
0.7-1.2%	بكتينات: حموض بولي غالكتورميك وأملاحها مع الكالسيوم والمغنيزيوم والحديد Poly Galacturmic acids	0.5%	زيوت وشموع جليسيريدات سهلة ومتوسطة وصعبة وغير قابلة للتصبين
0.4-1.0%	شموع، أغوال دسمة C <sub>24</sub> -C <sub>30</sub> استرات "كولسترو" فحوم هيدروجينية	5%	بروتينات، بكتوز، مواد ملونة طبيعية
0.7-1.6%	أملاح الكالسيوم والمغنيزيوم والبيوتاسيوم والصوديوم	1%	أملاح معدنية
1.1-1.9%	بروتينات: حموض أمينوكربوكسيلية	8%	ماء
0.5-1.0%	مركبات عضوية: أوليغوميرات، حموض عضوية		

الجدول 2

محتوى القطن من الرماد					
%	الكاتيون	الأنيون	%	الكاتيون	الأنيون
9.3	البيوتاسيوم	الكبريتات	3	الحديد	الأكسيد
0.9	الكالسيوم		5	الألمنيوم	الكربونات
8.4	المغنيزيوم	الكلور	44.8	البيوتاسيوم	
9.9	البيوتاسيوم		10.6	الكالسيوم	
محتوى القطن الخام وبعد بعض المعالجات من بعض الأيونات المعدنية بحسب BASF					
التركيز بوحدات: "ملغ / كغ: p.p.m"					
الحديد	المغنيزيوم	الكالسيوم	القطن الخام		
32	590	900	إزالة النشاء		
27	210	510	الغلي		
26	270	500	إزالة النشاء مع الغلي		
22	160	350	إزالة النشاء مع المعالجة الحمضية		
10	40	100	إزالة النشاء مع التبييض		
12	70	300	إزالة النشاء مع الغلي والتبييض		
10	60	140			

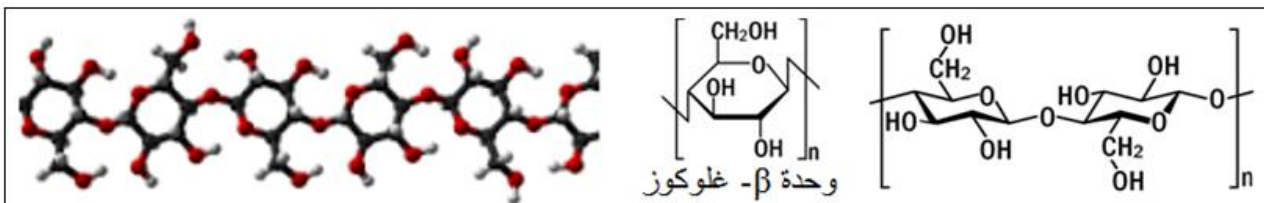
ويبين الجدول (3) محتوى بعض أنواع الأقطان من بعض الأيونات المعدنية:

الجدول 3

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		
30	6	313	1119	2711	1985	بارانا
12	3	82	736	1688	1987	كونشال
17	4	132	922	1197	1985	بارانا
13	1 >	205	762	1677	1987	ليمي
1 >	1 >	12	334	540	1983	كولومبيا
10	-	252	808	1100	1988	
9	-	89	617	791	1988	السودان
10	-	300	912	947	1989	
تحليل لخمس عينات قطن سوري من المصبغة الفنية بدمشق لـ CHT						
العينة		Ca	Mg	Fe		
1		710	617	15		
2		920	540	31		
3		600	570	11		
4		700	550	13		
5		755	465	19		

4- السيللوز  $(C_6H_{10}O_5)_n$ : يُعد السيللوز المكون الرئيس للقطن والذي تتمحور عليه كل العمليات الصباغية من قصرٍ وصباغةٍ وتجهيز، وله بنية بوليميرية مبسطة، إذ يبدو كمادة بيضاء وزنها النوعي (1.5)، يحترق بالهواء معطياً شعلَةً 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 60 % بدرجة حرارة 60 م° وحمض كلور الماء وحمض الآزوت الساخن.

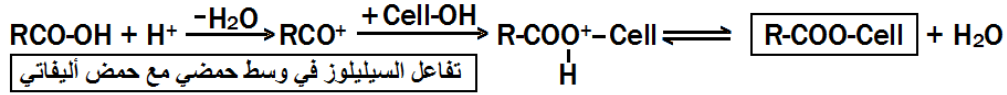
4-1- بنية السيللوز: يتألف السيللوز كما يبين الشكل (2) من سلاسل طويلة لوحدات الجلوكوز التي ترتبط فيما بينها بجسور أكسجينية على ذرتي الكربون (1،4)، وتوصل العلماء وبدراسات اعتمدت مبدأ التحليل بالمتفلات إلى أن طول السلسلة السيللوزية يصل حتى (10.000) وحدة جلوكوز أي ما يعادل وزناً جزيئياً قدره (1.580.000).



الشكل 2: بنية السلاسل السيللوزية (لاحظ تناوب توضع زمرتي الهيدروكسيل الثانويتين)

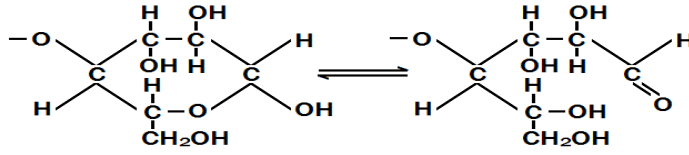
4-2- الفعالية الكيماوية للسيللوز: توضح الصيغة المفصلة لجزءٍ من سلسلة السيللوز وجود مجموعة هيدروكسيل أولية تفاعلية ومجموعتي هيدروكسيل ثانويتين أقل تفاعلية، ومع ذلك يصعب علينا تقدير نتائج التفاعلات سلفاً بسبب:

- التوضع الفراغي الذي يؤدي إلى حدوث إعاقة.
  - التأثير الذي يحدثه تفاعل إحدى مجموعات الهيدروكسيل على تفاعلية المجموعتين الأخرتين.
- ويكون للمجموعات الغولية في السيللوز القدرة على التفاعل في الوسطين: الحمضي والقلوي القويين، إذ يعطي استراً أو ايتراً في الوسط الحمضي، وايتراً في الوسط القلوي، فعند تفاعل السيللوز مع حمض أليفاتي بوسط حمضي نجد:



ويلعب وجود الماء دوراً هاماً في مثل هذه التفاعلات لتسببه في انتفاخ الألياف السيللوزية لقدرته على تشكيل روابط هيدروجينية.

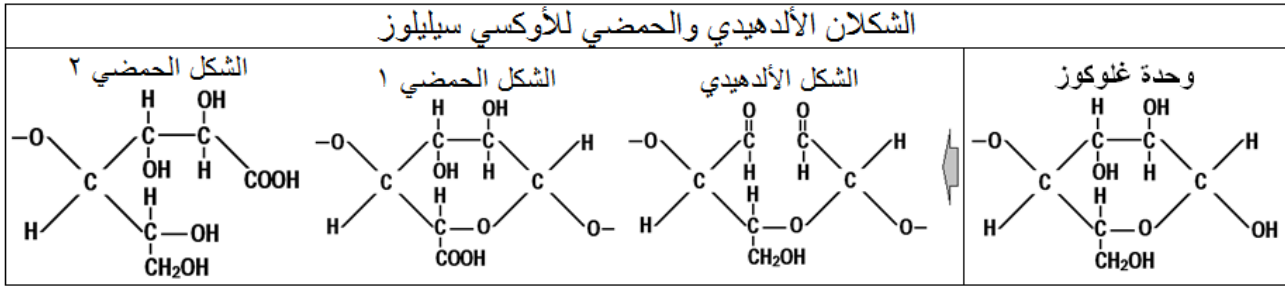
**4-3- هيدرو السيللوز:** ينتج عن انقسام السلاسل السيللوزية بتأثير الحموض الممددة مؤدياً لتراجع قدرة الألياف الميكانيكية على الشد وارتفاع القدرة الإرجاعية لنتائج الحلمهة بسبب تحول السلاسل لأشكالٍ أدهيدية عبر الانتقال التوتوميري:



الانتقال التوتوميري لوحدات الغلوكوز بتأثير الحموض الممددة

وترتبط قدرة الحلمهة بدرجاتي الحموضة والحرارة ونوعية الحمض، إذ أنها تحدث بفعل الحموض المعدنية دوناً عن الحموض العضوية، لذا فإنه يُحذَر من إنهاء العمليات الصباغية للسيليلوز بحمض معدني ولو كان بنسبة 1% لحمض الكبريت مثلاً تحاشياً لأثره السلبي عند الخزن الطويل والذي يؤدي لتراجع المتانة والموصفات الأخرى.

**4-3- أوكسي السيللوز:** تعطي عمليات أكسدة السيللوز مجموعة مركبات يعرف مجموعها بأوكسي السيللوز، فقد تعطي الأوكسدة شكلين حمضيين وآخر أدهيدي كما في الشكل (3):



الشكل 3: الشكلان الأدهيدي والحمضي لمركبات أوكسي السيللوز

**4-5- تأثير العوامل المختلفة في السيللوز:** وأهمها تأثيرات الحرارة والماء والحموض والقلويات.

**4-5-1- تأثير الحرارة:** يمكننا تسخين السيللوز بالحالة الجافة حتى 150 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 كالنحاس.

**4-5-2- تأثير الماء:** يؤدي نقع الألياف السيللوزية بالماء لحدوث انتفاخ بسبب تشكل الروابط الهيدروجينية دون أي أثر كيميائي، وتحدث عملية الانتفاخ عادة في المناطق اللابلورية للألياف حيث تكون مجموعات الهيدروكسيل حرةً طليقة.

**4-5-3- تأثير الحموض:** يؤدي غلي السيللوز بالحموض المعدنية الممددة لتفاعلات حلمهة وصولاً لوحدات الغلوكوز في النهاية، في حين أن تأثير الحموض المعدنية المعتدل ودرجات حرارة منخفضة يؤدي لتخرب عالٍ مع تشكل هيدرات السيللوز.

يؤدي غمر القماش السيللوزي بحمض الأزوت المتميز بخواص أكسدة لانكماشه وارتفاع قوة شده وأفته للأصبغة، كما يؤدي استمرار عملية الغمر لتشكيل حمض الحماض HOOC-COOH وغاز أول أكسيد الأزوت NO، ويمكننا زيادة سرعة هذا التفاعل برفع درجة الحرارة.

**4-5-4- 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.

أما القلويات القوية كهيدروكسيد الصوديوم فيؤثر الممدد منها بنفس الطريقة، في حين أن تراكيز 2% والتي لا تؤثر عند درجة حرارة الغليان بمعزل عن الهواء فإنها تؤدي لتشكيل أوكسي السيللوز عند وجود الأكسجين.

## البحث الثاني

### الألياف النباتية

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

#### أولاً: الكتان Flax

يُزرع الكتان على سواحل البحيرات والمناطق الحارة لاحتياجه كميات ماء كبيرة وأرض رملية رطبة، وهو نبات متعب للأرض، ونرى في الجدول (4) أهم خواصه:

الجدول 4: أهم خواص الكتان

60 سم، ويهمل الأقل من ذلك				طول النبات
2.5 سم ويحوي 20-49 حزمة ليفية متصلة على شكل حلقات تؤمن مرونة النبات				قطر المقطع
القسم العلوي	القسم الأوسط	القسم السفلي	قاعدة الساق	3-6 سم موزعة على الشكل:
38.5 ملم	32.6 ملم	27.3 ملم	13.3 ملم	
25-20 ميكرون				متوسط نعومة الليفة



الشكل 4: نبات 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:

1. تخزين سياق الكتان بحضور بكتريا عضوية في الأحواض وعلى مرحلتين: تخزين قبل النضج في المياه الراكدة فالجارية.
2. تخزين سياق الكتان بكيماويات خاصة وعلى مراحل: تخزين بالمياه الفاترة أو الساخنة، بالمواد الكيماوية أو بالطرائق الميكانيكية لاستخلاص الألياف.
3. تجفيف الحزم الليفية، وكسر السياق وتمشيط الألياف.

#### ثانياً: الجوت Jute

يحتل الجوت مكانة مرموقة في صناعة الغزل والنسيج بين الألياف النباتية، وتتميز أليافه بلونها الأصفر الفاتح المائل إلى البني، وأكثر المناطق زراعة له: البلقان، فالهند وأندونيسيا، ونجد في الجدول (5) أهم خواصه الفيزيائية:

الجدول 5: أهم خواص الجوت الفيزيائية

طول التيلة	نعومة التيلة	الاستطالة	القساوة	الرطوبة العظمى	الرطوبة التجارية
180-80 ملم	125-25 ميكرون	1%	1.5	34%	13.75%



الشكل 5: نبات الجوت

### ثالثاً: القنب Hemp

تُستخدم ألياف القنب في الصناعات النسيجية وخاصة 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 بوجود كيماويات خاصة ← الغسيل والتمشيط.

### رابعاً: الرامي Ramie

عرف نبات الرامي قديماً، واستخدم منذ عام 950 ق.م كأشيرة للسفن، ومُزج في الصناعة عام 1690 م مع أليافٍ أخرى لصناعة المفروشات، وأهم الدول التي تزرعه: الصين، الهند، الجزائر، مصر، ليبيا، إيطاليا، روسية. وتتميز ألياف الرامي بلونها الأبيض ومقاومتها ولمعانها الجيد، وتبلغ طول تيلتها 150 ملم، ونعومتها 2000 نانومتر، ووزنها النوعي 1.5، وتتم عملية استخلاص أليافه على الشكل:

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



الشكل 6: نبات الرامي

### خامساً: الكنفير

يُزرع الكنفير في مناطق عدة من العالم وخاصة في آسيا الوسطى حيث عُرف منذ عام 450 ق.م، ثم منعت زراعته تجنباً لاستخلاص المواد المخدرة التي يحويها نوعه المسمى *Canabis indien*، ويستفاد من النبات باستخراج أليافه أو من بذوره الغنية بالزيت والتي يصل محتواها حتى 30%، وتستخرج الألياف من النبات على مرحلتين:

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

ويبلغ طول الليفة 2-2.5 م ونعومتها 18-50 ميكرون، وأهم ما يُصنع من هذه الألياف الشوالات وما شابهها، ويبين الجدول (6) تركيبها، والشكل (7) صورة لها:

الجدول 6

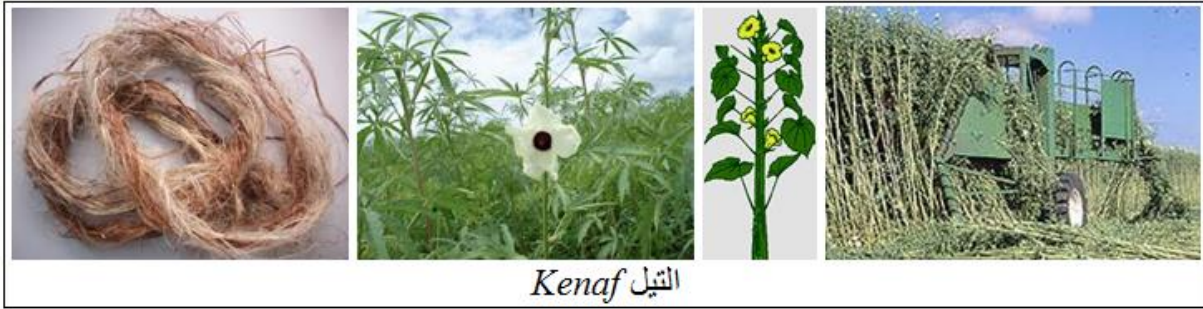
تركيب ليفة نبات الكنفير						
المكون	سيالولوز	بكتين	زيوت	مواد معدنية	رماد	ماء
النسبة المئوية	77.77	9.31	0.56	3.18	0.82	5.88



الشكل 7: الكانابيس الهندي *Canabis indien*

### سادساً: التيل Kenaf

يطلق اسم التيل على عدد كبير من النباتات الليفية الناعمة والخشنة، ومن أهم أنواعه قنب كونابيس ساتيفا وهيببيسكس كانابينس وتيل سان كورتولا ريا جينسيا، وتستعمل أليافه السيقانية في صناعة الغزل.



الشكل 8: نبتة التيل

### سابعاً: السيزال Sisal

يطلق اسم السيزال أو قنب السيزال على اثنين من النباتات المدارية، لها أوراق سيفية الشكل تمكننا من تشكيلها أليافاً، والنباتان هما السيزال المكسيكي (الهيكن)، والسيزال الأفريقي، ويبلغ طول أليافهما بحدود 50-130 سم، لذا تستخدم لإنتاج الحبال.

يتم حصاد السيزال مرة أو مرتين في العام، حيث تُقَطَّع الأوراق وتُوضَع في المقشرة التي تقوم بنزع اللب عن الألياف، وتُعد شرق إفريقيا رائدة في إنتاج السيزال.



الشكل 9: نبات السيزال

## ثامناً: قنب مانيلا Abaca Manila

يصل ارتفاع قنب مانيلا إلى ستة أقدام، أوراقه مستطيلة ضخمة، وتنمو على الساق، وتكوّن قاعدة الساق غمداً (غطاء) حول الساق، وتحتوي الأغمد على الألياف القيمة التي تتراوح أطوال السمكة منها بين 1.5-3.5 متر، وتتكون أساساً من السيللوز والخشيبين 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 أغمد الأوراق بعد سلخها وتعريتها.



الشكل 10: قنب مانيلا

## تاسعاً: البينا Pina

تصنع ألياف البينا 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 لتشكيل شعيرات طويلة، ثم تنسج يدوياً لتصنيع الألبسة، علاوةً عن استعمالها في صناعة بياضات الطاولات والحقائب والحصر، كونها تتميز بنعومتها وطراوتها ولمعانها العالي ولونها العاجي.

ويتم الحصول على الألياف بقطع أوراق النبات أولاً، لتسحب الألياف أو تفصل أو تقشط منها، وتكون معظم الألياف طويلة قابلة للتقصف.



الشكل 11: نبات البينا

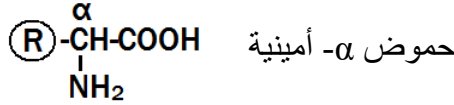


## البحث الثالث

### الألياف الصوفية

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

**2- التركيب الكيماوي للصوف:** يتكون الصوف بصورة رئيسة من الكيراتين البروتيني Keratin الذي يتمتع بمقاومة عالية للكيماويات والمركبات الحيوية، ويتألف من حموض ألفا أمينية صيغتها العامة:

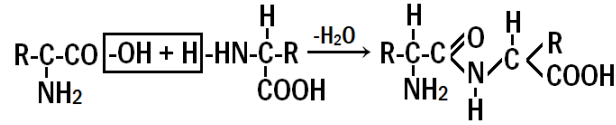


وتختلف R من حمض أميني لآخر ما يؤدي لتباين في سلوكها ونشاطها، ونرى في الجدول (7) محتوى الصوف من بعض العناصر:

الجدول 7

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

ويمكن لحمضين أميين أن يتكاثفا عبر رابطة ببتيدية وبطرح جزيء ماء وفق التفاعل:



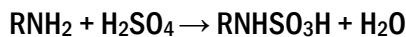
وبتكرار هذا التكاثف نحصل على سلاسل ببتيدية ملتوية أو مستقيمة، وترتبط هذه السلاسل فيما بينها بجزيء حمض أميني مشترك بين السلسلتين أو بجسر هيدروجيني أو برابطة أيونية ملحية أو برابطة ثنائية الكبريت، ونستعرض في الجدول (8) الحموض الأمينية المتعددة للصوف.

**1-2- التفاعلات الكيماوية للصوف:**

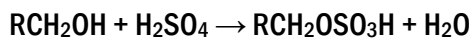
**1-1-2- التفاعل مع الحموض:**

**أ- حمض كلور الماء المركز:** تبدأ عملية حمضية ينتج عنها تحطم الألياف للحموض 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 80% كما هو حال الليزين الذي يتسلفن ليعطي حمض السلفونيك:

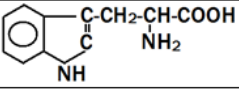
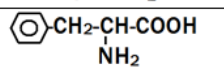


وتتناقص ألفة الصوف تجاه الأصبغة الحمضية عند رفع تركيز حمض الكبريت بسبب انخفاض عدد الحموض الأمينية لتسلفن السيرين والتريونين:



وترتفع درجة حلمهة الصوف بوجود أنيونات عالية الألفة تجاه الألياف، إذ يترافق امتزازها مع امتزاز أيونات الهيدروجين ما يرفع من تركيزها في الألياف، لذا فإننا نعلم عند صباغة الصوف بالأصبغة الحمضية من الجيل القديم لإضافة كهربات قوي لحمام الصباغة كملح غلوبر الذي يلعب دور العامل المؤخر.

الجدول 8

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		حمض التربتوفان
$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\   \\ \text{HOOC}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{S} \\   \\ \text{HOOC}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{S} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	حمض السيستين	$\begin{array}{c} \text{N}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\    \quad   \\ \text{HC} \quad \text{CH} \\   \\ \text{NH} \end{array}$	حمض الهيستيدين
$\text{HOOC}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$   $\text{NH}_2$	حمض الاسبارتيك	$\text{CH}_3-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$   $\text{NH}_2$	حمض الميثيونين
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_3 \quad   \\ \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$	حمض الغالين	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_3 \quad   \\ \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$ $\alpha \quad \beta \quad \gamma$	حمض اللوسين
$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$   $\text{NH}_2$	حمض السيرين	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH}$   $\text{H}_3\text{C} \quad \text{NH}_2$	حمض ايزو اللوسين
$\text{HO}-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH}$   $\text{HO} \quad \text{NH}_2$	حمض التريونين		حمض فينيل الألانين
$\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$   $\text{NH}_2$	حمض التيروسين	$\text{HOOC}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$   $\text{NH}_2$	حمض الغلوماتيك
$\begin{array}{c} \alpha \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	حمض الألانين	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} \\   \\ \text{HN} \end{array} \text{C}=\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$   $\text{NH}_2$	حمض الأرجنين
$\begin{array}{c} \alpha \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH} \end{array}$	حمض الغليسين	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$   $\text{NH}_2$	حمض الليزين

**2-1-2- التفاعل مع القلويات:** ينحل الصوف بغليه مع محلول 5% كربونات الصوديوم، إذ يتخرب كل من السيستين، الأرجنين، الهيستيدين والسيرين، وعموماً فإن تفاعل الصوف مع القلويات يرتبط بدرجة الحرارة وتركيز المحلول، لذا فقد اعتمد على معالجة الصوف بمحلول هيدروكسيد الصوديوم (0.1) نظامي بدرجة حرارة 65 م° ولمدة ساعة واحدة كطريقة عيارية لتعيين درجة تضرر الصوف. كما تسبب القلويات تشكل روابط معترضة جديدة (لانتيونين) ما يؤدي لتناقص الانحلال القلوي للصوف.

**2-1-3- تأثير الماء:** تتحلل الروابط ثنائية الكبريت بتأثير الماء المغلي مشكلةً السيستين وحمض السلفنيك الذي يتفكك بدوره إلى الأدهيد بانطلاق كبريت الهيدروجين، وينقص السيستين بمقدار 20% بتأثير الماء المغلي لمدة 24 ساعة، ويزداد التفكك بارتفاع درجة الحرارة عن 100 م°.

**2-1-4- تأثير الحرارة:** للحرارة الجافة ضرراً أقل منه بكثير مما للماء المغلي، إذ يحافظ الصوف على معظم خواصه بتعرضه لمدة 24 ساعة بدرجة 120 م°، ويبلغ الضرر ذروته عند درجات حرارة أعلى من 150 م°.

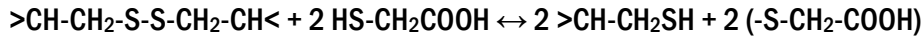
**2-1-5- تفاعلات الزمرة الأمينية:** تشكل نهايات السلاسل البيبتيدية للحموض الأمينية والمجموعات الأمينية المتفرعة عن الحموض الأمينية " الليزين - الأرجنين " زمراً أساسية في الصوف، يمكنها أن تتفاعل مع بلا ماء الحموض مثل بلا ماء حمض الخل لتشكل الأستيل ما يُنقص من ألفة الصوف للأصبغة.

أو أنها تتفكك محررة الأزوت بتأثير حمض الأزوتي ما يفيد في تعيين الأزوت الأميني وبالتالي عدد الحموض الأمينية في الصوف.

**2-1-6- تفاعلات الزمرة الكربوكسيلية:** تشكل نهايات السلاسل البيبتيدية للحموض الأمينية والمجموعات الكربوكسيلية المتفرعة عن الحموض الأمينية مثل حمضي الاسبارتيك والغلوماتيك زمراً حمضية في الصوف، وتتحطم الزمر الأميدية بتأثير الحلمهة الحمضية أو القلوية مطلقة 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 تأين الزمر الكربوكسيلية، وفي حين تملك الروابط الاستيرية المتشكلة ثباتاً جيداً لحد ما تجاه الحلمة الحمضية فإنها تعاني من ضعفٍ حتى مع القلويات الضعيفة لدرجة أنها قد تحدث بالماء العادي عند pH: 7.5-8.

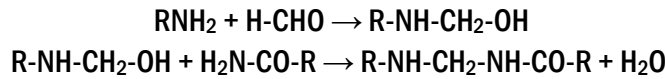
**7-1-2- الإرجاع:** يتم تفاعل الإرجاع بعامل مرجع مثل حمض التيوغليكول مؤدياً لتحطم الرابطة ثنائية الكبريت في السيستين:



والذي يتوازن عند تفكك 60% من الرابطة الكبريتية للسيستين في وسط حمضي أو معتدل مؤدياً لتراجع في 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.

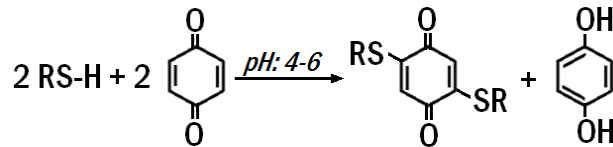
**8-1-2- الأكسدة:** يُستخدم الماء الأكسجيني كثيراً لتبييض الصوف وبوسط قلوي من هيدروكسيد الأمونيوم ليهاجم الرابطة ثنائية الكبريت في السيستين والروابط الببتيدية للكيراتين، ويتسارع تفاعله هذا بارتفاع درجة قلوية الوسط. ويتفاعل الصوف مع فوق الحموض العضوية كفوق حمض الخل واللاعضوية كفوق حمض الكبريت  $H_2SO_5$  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 المنغنيات أيضاً لمعالجة الصوف ضد التلبد والانكماش بمرودٍ لا يتجاوز 30% سيستين كحدٍ أعلى.

**9-1-2- تشكيل الروابط المعترضة الجديدة:** يؤدي احتواء الألياف الصوفية على روابط معترضة ترتبط من خلالها السلاسل الببتيدية الرئيسية لتراجع انحلال الصوف في المُجلات العضوية، وعلى العكس فإن تحطم هذه الروابط يؤدي إلى تراجع أو انخفاض قابلية الصوف للتبلل تبعاً لعدد الروابط المحطمة، لذا فقد بدأ البحث عن مركبات يمكنها تشكيل روابط بديلة كالفورم ألدهيد الذي يتفاعل مع المجموعات الأمينية أو المجموعات الأميدية:



يطبق هذا التفاعل باستخدام الفورمول 40% وبدرجة حرارة 70 م بوسط حمضي ضعيف إلى معتدل pH: 5-7، حيث يتفاعل الفورم ألدهيد مع المجموعة الحمضية لحمض الغلوماتيك وبقايا الغوانيديين للأرجينين، وتقاوم هذه الروابط القلويات وتتحطم بفعل الحموض، لذا يتناقص الانحلال القلوي للصوف المعالج بالفورم ألدهيد من 13% حتى 6-9%.

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.

**3- تصنيف الأصواف:** تختلف الأصواف عن بعضها البعض 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 (9):

## الجدول 9

استمارة صوف تجارية			
ضعيف : ١٢-١٨ كغ / سم	مقاومة الشعيرات	صوف	جنس المادة
جيد جداً، جيد لدرجة ٤٠ %	المرونة	بروتين	التركيب الكيماوي
جيد جداً، جيد لدرجة ٥٠ %	قابلية احتفاظ الحرارة	١,٣١٥	الوزن النوعي
طري الملمس، دافئ، معتدل اللعنة، قابل للتلبد، درجة حرارته الخطرة: ١١٠ م	الأوصاف الأخرى	كما يبين الشكل المرفق	رسم المقطعين الطولي والعرضي
لهب متفرقع، رائحة قوية، بقايا رمادية مقاوم	معاينة الاشتعال	مارينوس، كروسبرد	الأساس العرقي للغممة الأم
غير مقاوم " ذواب بها "	مقاومة الحموض	استراليا، روسية	مكان التربية
جيد جداً، جيد لدرجة ٥٠ %	مقاومة القلويات	١٦-٢٤ ميكرون	النعومة
ألبسة خارجية، ألبسة منزلية	قابلية احتفاظ الرطوبة	١٠٠-١٢٠-١٥٠-٢٠٠ مم	طول التيلة
	هل استعمل وأين؟	عالي، طبيعي، قليل	التجعدات

4- تصنيف الصوف على ظهر الخروف: تتوزع نعومة وجودة الألياف على جسم الخروف كما هو وارد في الجدول (10)، ومهما يكن من أمر فإنه يتم عزل الأصواف (1،2،9،12،13) عن بقية الأصواف مباشرة.

## الجدول 10

تصنيف الصوف على ظهر الخروف		
التصنيف	المنطقة	الخواص
1 ، 2	الرأس	/
3	الرقبة	/
4 ، 5	الصدر والأكتاف	أهم الأصواف وأجودها وأنظفها
6 ، 7 ، 8	الظهر	جيد وتصيبه أمراض
9	البطن	غير جيد لنوم الخروف على الأعشاب ما يؤثر سلباً على الجودة
10 ، 11	القسم الخلفي	شعيراته غليظة نسبياً وقد تكون ملبدة ومصفرة ومخلوطة بالنباتات والأوساخ
12	اللية	وسخ جداً وشعيراته غليظة
13	الذنب	شعيراته قصيرة ووسخة ومتلبدة



## البحث الرابع


### الألياف الشبيهة بالصوف

#### أولاً: الموهير

ينتشر الموهير منذ أمدٍ بعيدٍ حيث تنتشر قطعان الماعز، ويمزج مع الصوف أو الألياف الصناعية في الغزل والنسيج، كما يُستخدم في صناعة السجاد لتمييزه بلمعانٍ عالٍ وعكسٍ للضوء، وصناعة الشوادر والأقشطة الخاصة بالجهد العالي، ومن أهم ما يعيبه رائحة الماعز المميزة، ونجد في الجدول (11) أبرز صفاته:

الجدول 11

الخواص الرئيسية للموهير	
النعومة	25-50 ميكرون
طول الألياف	120-150 ميكرون
اللون	أبيض، أصفر، ترابي، وبعضه أسود
ملاحظات	قليل الإتساح، عالي معدلات النمو بحيث يُقص حتى الثلاث مرات من ماعز المناطق الدافئة
اللمعان	جيد جداً
الخواص الكيماوية	مطابق للصوف
التجدد	قليل جداً




ماعز الموهير

#### ثانياً: الكشمير *Cashmere*

يتم جمع ألياف الكشمير عند تساقطه صيفاً من ماعزٍ يعيش في أعالي جبال الكشمير والمناطق الجبلية الآسيوية، وهو قصير التيلة، يُفَرَز يدوياً أو آلياً بحسب طول التيلة، ويتراوح وزن شعر الماعز الواحد بين 100-450 غرام بحسب المرعى والعناية به، لذا فإن قلته تجعله غالٍ جداً، ولنعمته الفائقة نجد زيادة في كهربائيته الساكنة ما ينعكس سلباً على صعوبة تحضيره وتصنيعه أكثر من الصوف والموهير سواءً أكان منفرداً أم ممزوجاً معهما، وتدفع كهربائيته العالية وارتفاع سعره لحصر استخدامه بالمنتجات الفاخرة من الملابس الخارجية، ونرى في الجدول (12) أهم خواصه:

الجدول 12

الخواص الرئيسية لألياف الكشمير	
النعومة	٦٥-٨٠ ميكرون
اللون والتجدد	أبيض، ترابي، أسود، وقليل التجدد
ملاحظات	يذوب بالقلويات بسرعة أكثر من الصوف لحساسيته العالية تجاه القلويات
اللمعان	جيد جداً
الخواص الكيماوية	مطابق للصوف



#### ثالثاً - وبر فصيلة الجمال *Camels hair*

الجمال، اللاما، الألبكا، الفيكونا، هواريزو

**1- الجمال *Camelus*:** يوجد بكثافة على الرأس والرقبة والأكتاف في الإبل ذات السنام الواحد، وتزداد كثافته في الإبل ذات السنامين بسبب برودة مناطق عيشها، ويمتاز الوبر بناقليته المنخفضة للحرارة وبالتالي قدرته العالية على العزل ما يجعله دافئاً جداً، كما يمتاز الصوف والشعر بميزات عدة أهمها: المتانة والخفة والقلة والنعومة والملمس، ويتدرج لون وبر الجمال ما بين البني إلى الأبيض فالأسود تقريباً بحسب نوع الإبل، ويعتبر الأسود أفضل أنواعها.

وهناك اختلاف كبير في إنتاج الإبل من الوبر تبعاً لعروقتها وسلالاتها، فتتراوح كمية الوبر المنتج في الإبل ذات السنامين سنوياً للرأس الواحد حوالي 1-5 كغ، وللإبل العربية ذات السنام الواحد 1-1.5 كغ، ولإنتاج الوبر أهمية اقتصادية كبرى لبعض المجتمعات وخاصة البدو، وتشتهر كل من منغوليا، والصين وأفغانستان بالإنتاج الكبير. وغالباً ما يتساقط الوبر من أجسام الإبل في أواخر الربيع وبداية الصيف، ويتم جزه يدوياً، وبالنظر إلى ارتفاع أسعار الوبر فقد تطورت طرائق جمعه من خلال حلاقة الوبر بالاعتماد على آلة جز كهربائية.

وتبدأ الحلاقة بإزالة الوبر من منطقة الوجه، وبعد الانتهاء منها يدهن المرابي الإبل بالسمن البلدي ومرهم الكبريت والخل لتطرية الجلد والقضاء على الجرب، وتبدأ الحلاقة الأولى للجمل بعمر ثلاثة أشهر حيث تكون نوعية الوبر في الإبل الصغيرة من النوع الجيد لنعمته، ويتقدم العمر تزداد خشونته وتقل كميته فتتم حلقته الوبر مرة واحدة سنوياً بداية موسم الربيع.

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

**3- الألبكا Alpaca:** تعيش الألبكا في أعلى جبال الانديز، وتربي لصوفها ولحومها، وتصبح جاهزة للتزاوج بين عمر سنة وثلاث سنوات ويستمر حملها حوالي 345 يوم، وتعيش لما يقارب العشرين عام وتتغذى على الحشائش والقش.

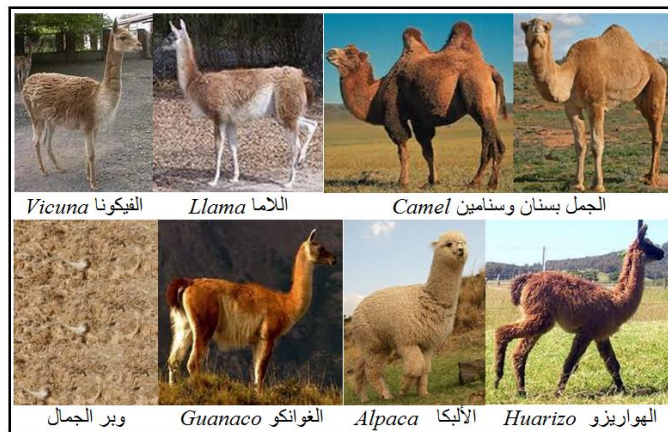
**4- الفيكونا Vicuna:** أصغر عضو في فصيلة الجمال، موطنه جبال الأنديز في كل من بوليفيا وتشيلي وبيرو في مناطق ترتفع من 3500-5500 م فوق مستوى سطح البحر ويستوطن مناطق تقرب من خط الجليد. يتراوح ارتفاع الفيكونا حتى الكتفين بين 70-90 سم ويتراوح وزنه بين 35-65 كغ، ويتغذى على الحشائش ويعيش في قطعان تتألف من ذكر واحد وعدد من الإناث.

يتميز بصوف 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 115 غ سنوياً فقط.

## رابعاً: 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 في 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 ما تمت حلقته فيستخدم الوبر لاحقاً لصنع الصوف.



الشكل 12: حيوانات فصيلة وبر الجمال

## الحرير الطبيعي

### أولاً: حرير دودة القز

**1- الحرير والحشرات التي تنتجها:** يُصنع الحرير ويخزن كسائل بروتيني في الغدد اللعابية لرأس الحشرة، وينتقل عبر أنابيب دقيقة لفوهة الغزل الموجودة تحت فم معظم الحشرات، بعكس العناكب حيث توجد فوهتها في الخلف على سطحها السفلي، وتعتبر دودة القز المنتج الرئيس للحرير، على أن حشرات أخرى تفرز الحرير الطبيعي، ولكنها ذات كمية لا تذكر وأهميتها محلية فقط لذلك يمكن القول أن الحشرات التي تنتج الحرير هي: **دودة القز Silk worm:** وهي المنتج الرئيس لهذه المادة.

**العناكب Spider:** يتميز حريرها بقوته ومرونته، ويوصف بأنه أقوى من الفولاذ لذا تُصنع منه الحبال الخاصة بربط الأشجار في السفن الشراعية، ومرن أكثر من المطاط. ويعتبر حريراً مثالياً للاستخدامات الطبية والصناعية وتستخدم الأبحاث لمحاكاة عملية غزله.

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

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



الشكل 13: بعض الحشرات المنتجة للحرير الطبيعي

يأتي معظم الحرير الطبيعي الخام 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 لجيل الدود الجديد على قطع من الورق أو القماش لتموت بعدها، وفي حال الحصول الواحد سنوياً فيؤجل الفقس لحين توفر محصول ورق التوت الطازج في الموسم التالي، مما يستلزم الاحتفاظ بالبيض لمدة ستة أشهر في حاضنات مبردة صناعياً، ويفقس البيض في الربيع بتركه لمدة شهر في صواني خاصة بدرجة حرارة 20-30 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 3 ملم، وعند تمام النمو يصير 90 ملم، ووزنها 5 غ، وبعد 24 ساعة من امتناع الدودة عن الأكل يتحول لونها الأخضر إلى الشفاف عند الرقبة، وعندها تبدأ الدودة في إخراج خيط الحرير من فوهة برأسها، ويكون الخيطان ملتصقين بمادة صمغية Silk Gum، وبعد أن تضمن الدودة استقرار مكانها تبدأ في تغليف نفسها بألياف الحرير التي قد يصل طولها إلى 1800 م، فتفرزها وترصها حولها طبقة فوق طبقة حتى يكتمل بناء الشرنقة فتتوقف عن الإفراز عندما تنفذ 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 تنقب 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 (14):



**2- البنية الكيميائية للحريز الطبيعي:** يتركب الليف الحريري من الفيبروين الذي يعطي بالحلمة خمسة عشر حمضاً أمينياً حسب الجدول (13):

الجدول 13

البنية الكيميائية للحريز الطبيعي			
$R - \overset{\alpha}{\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}} - \text{COOH}$			
الحمض الأميني:			
الجذر R في $\alpha$ -الحمض الأميني			
$\text{HOOC-CH}_2\text{-CH}_2\text{-}$	الغلوماتيك	$\text{CH}_3\text{-}$	الآلانين
$\text{H}_2\text{N} \begin{array}{l} \diagup \\ \text{C} \\ \diagdown \\ \text{HN} \end{array} \text{-NH(CH}_2\text{)}_3\text{-}$	الآرجينين	$(\text{CH}_3)_2\text{CH-}$	الغالين
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(CH}_3\text{) -}$	الإيزولوسين	$\text{H}_2\text{N-(CH}_2\text{)}_3\text{-}$	الليزين
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C-CH}_2 \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH-COOH} \\   \\ \text{N} \\   \\ \text{H} \end{array}$	البيرولين	$\text{HOOC-CH}_2\text{-}$	الاسبارتيك
		$\text{CH}_3\text{-CH(OH) -}$	التيرونين
		$\begin{array}{c} \text{N-C-CH}_2\text{-} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{HC} \quad \text{CH} \\   \\ \text{N} \\   \\ \text{H} \end{array}$	الهستيدين

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

### 3- التفاعلات الكيميائية للحريز الطبيعي:

**3-1- مع الحموض والأسس:** تؤدي معالجة الحريز الطبيعي بالحموض أو القلويات لحلمة الروابط البيبتيدية، وتتعلق درجة الحلمة بدرجة حموضة الوسط، وتكون بأقل معدلاتها عند pH: 4-8، وقد تؤثر الحموض أكثر بكثير من القلويات، إذ ينحل الفيبروين بحمض كلور الماء المركز، ويتفكك بحمض الكبريت المركز أو بحمض الأزوت، وينحل الحريز المنزوع السيرسين بحمض الكبريت 80%. أما الحموض العضوية فينحل في المركز منها ويتأثر بشكلٍ ضعيف في الممدد، وكذلك الحال بالنسبة للقلويات. ويؤدي تعرض الفيبروين لبخار الماء عند الدرجة 100 م لتفككه وحلمته.

**3-2- الأكسدة:** تهاجم المؤكسدات الفيبروين في مواضع ثلاث: طرف السلسلة الجانبي، نهاية الزمر والروابط البيبتيدية، 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 الحريز أكثر من تحت الكلوريت ويتم معظم التفاعل مع التيروسين، بينما يؤكسد البروم واليود الفيبروين ما يؤدي لتفككه.



**3-3- تفاعلات متفرقة:** يمكن لبلا ماء حمض الخل أستلة زمر الهيدروكسيل والكاربوكسيل، وتحل بعض أملاح المعادن القلوية والقلوية الترابية الفيبروين، ومنها مثلاً سلفوسيانيد الصوديوم أو الكالسيوم، كلور التوتياء، كلور الكالسيوم... وللحرير الطبيعي شراهية عالية لامتصاص أملاح المعادن الثقيلة، فهو يتشرب من محلول القصدير الرباعي ما يقارب 100 % من وزنه ثنائي أكسيد القصدير، وتستخدم هذه الخاصة لتثقيل ألياف الحرير الطبيعي.

**3-4- تشكيل الروابط المعترضة:** يمكننا رفع مقاومة الحرير الطبيعي تجاه حمض كلور الماء بمفاعلة الفيبروين مع 1- فلور-2،4- ثنائي نثرو البنزن FDNB ومع 1،3- ثنائي فلور- 4،6- ثنائي نثرو البنزن حيث يتم معظم التفاعل مع الزمرة الهيدروكسيلية للتيروزين، ومع الزمرة الأمينية للليزين.

### ثانياً: حرير العنكبوت

يعتبر ألياف حرير العنكبوت عالية المتانة، وتقارن مقاومتها للشد بالفولاذ العالي المتانة، إذ يتمتع كبل حرير العنكبوت بمقاومة شد أعلى من 125% 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 450 غ الكرة الأرضية.



الشكل 15: بيت العنكبوت الحريري

## الباب الثاني

### الألياف السيللوزية المجددة والألياف التركيبية

البحث الأول:

الألياف الصناعية

- الفيسكوز.
- حرير النحاس النشادري.
- حرير أسيتات السيللوز.
- الألبينات.

البحث الثاني:

عموميات حول الألياف التركيبية.

البحث الثالث:

الألياف التركيبية

- البوليستر.
- البولي أميد.
- بولي الأكريلونتريل.
- بولي فينيل كلورايد.
- بولي الإيثيلين.
- بولي البروبيلين.
- بولي فينيل الغول.
- بولي الأوريتان.

البحث الرابع:

تنمير الألياف

البحث الخامس:

تحليل الألياف والألياف.

## البحث الأول

### الألياف الصناعية

#### أولاً: الفيسكوز Rayon

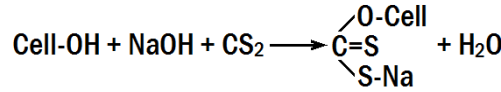
**1- مقدمة:** يتم اصطناع الفيسكوز أو حرير الرايون من زغب وبقايا السيللوز كمادة خام أساسية يمكننا استزمتها باكسانتات الصوديوم لنحصل على اكسانتات السيللوز التي يمكننا حلها بوسط قلوي وضغطها عبر ثقب مغزل لتختثر في حوض غزل حمضي، ونظراً لتعقيد هذه المراحل سنلق بنظرة سريعة على المراحل الأساسية فقط.

#### 2- مراحل اصطناع ألياف الفيسكوز:

**1-2- نقع السيللوز:** تُنقع بقايا السيللوز بعشرة أضعاف وزنها بمحلول 17-18% هيدروكسيد الصوديوم عند درجة حرارة 17-20 م° لنحصل على السيللوز القلوي الذي يعصر لطح فائض الهيدروكسيد، وتختلف شروط هذه العملية باختلاف المصدر السيللوزي ما بين قطن أو خشب صنوبر مثلاً أم زان أو تبن وشجيرات.

**2-2- تمهيد نضج السيللوز القلوي:** تتعلق درجة 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 48 ساعة تقريباً وبدرجة حرارة 25-30 م° لتمهيد النضج وخفض درجة البلمرة، وتجري هذه المرحلة بالاستعانة بمقياس اللزوجة.

**2-3- تشكل اكسانتات السيللوز:** يتفاعل السيللوز مع ثاني كبريت الكربون وبوجود هيدروكسيد الصوديوم وفق التفاعل:



ويجري هذا التفاعل ببطء في المناطق البلورية للسيللوز، ومع ذلك تتحكم قوانين لوشاتوليه بجهته وسرعته وتوازنه، ومن الضروري أن ننوه هنا لوجوب 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 الحرارة 20-25 م° ولمدة 100 دقيقة وتركيز 4% لهيدروكسيد الصوديوم بوجود كبريت الكربون، ولارتفاع درجة لزوجة هذا المحلول يسمى فيسكوزاً، ولا يمكننا غزله بهذه الحال إلا أن نتركه فترة زمنية ينضج بعدها ويصبح قابلاً للغزل.

**2-4- نضوج الفيسكوز:** يتم هنا انفصال ثنائي كبريت الكربون عن الاكسانتات، وتكون هذه المرحلة في أبطأ حالاتها عند تركيز 8-10% هيدروكسيد الصوديوم، وتجري عادةً عند الدرجة 15-20 م°، وتتعلق لزوجة الفيسكوز فقط بزمان النضوج وكل من تراكيز: السيللوز، كبريت الكربون، هيدروكسيد الصوديوم، درجة الحرارة... ويمكننا وفي هذه المرحلة إضافة أوساط مطفئة أو ملونات وتفريغ فقاعات الهواء المنحلة منعاً لتقطع الألياف بمرحلة الغزل اللاحقة.

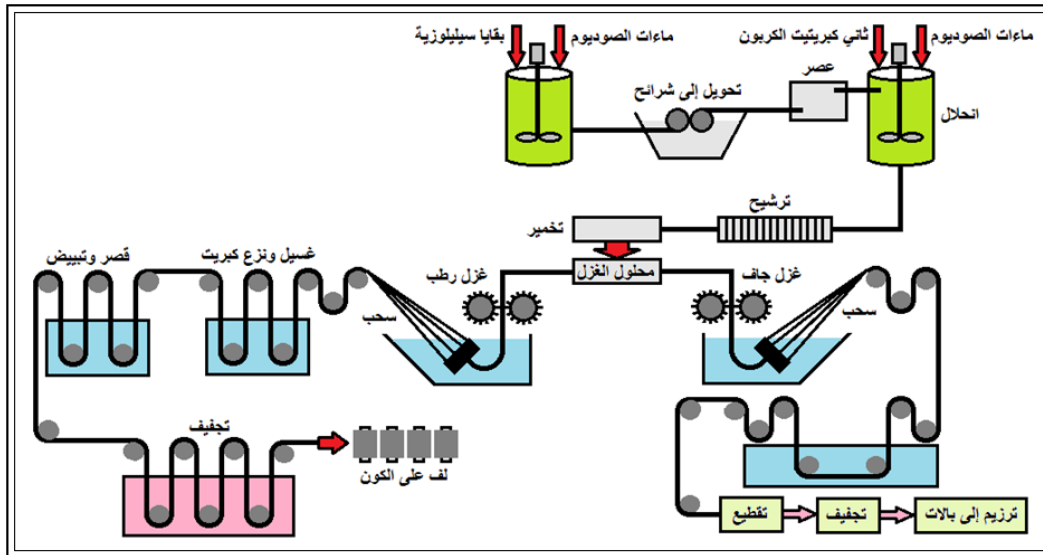
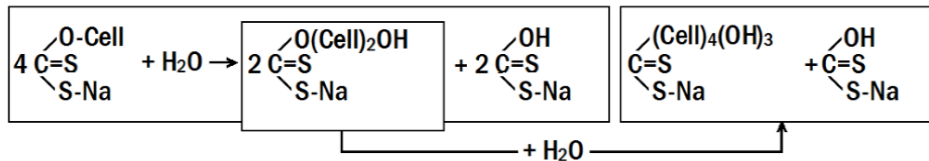
**2-5- غزل الفيسكوز:** يُضغط الفيسكوز من خلال دوش المغزل فيخرج من ثقبه على شكل ألياف تمر مباشرة إلى حوض يحوي حمض الكبريت، وقد تضاف بعض الكيماويات التي ترفع من سوية العملية، كأن يُضاف بعض من كبريتات الصوديوم وكبريتات التوتياء لتبطيء عملية التختثر وبالتالي الإبقاء على الألياف بحالة لدنة فترة أطول ما يعطينا أليافاً ذات قوة شد أكبر وقابلية استطالة أقل.

وتلجأ بعض الشركات لاستخدام حوضي غزل: الأول أكثر اعتدالاً ويحتوي حمض الفوسفور مع كبريتات الصوديوم، والثاني يحتوي كبريتات التوتياء 1-2% وكبريتات الصوديوم 20% وحمض الكبريت 10%.

3- الخواص الفيزيائية للفيسكوز: يُحضَّر الفيسكوز على شكل شعيراتٍ طويلة شفافة أو نصف شفافة أو كتيمة، وقوة شدتها بالأحوال العادية 0.91 كيلو غرام/ دنيير، وقابلية استطالتها 20-25%، أما مقطعها العرضي فيكون دائرياً أو نجمياً بحسب شكل ثقب دوش المغزل وحوض التخثر.

4- الخواص الكيماوية لألياف الفيسكوز: تتأثر ألياف الفيسكوز بالحموض المعدنية الممددة كما تتأثر الألياف السيللوزية، إذ تنفك بالحموض المعدنية الممددة الساخنة أو المركزة الباردة، في حين تقاوم المحاليل القلوية الممددة، بينما تنتفخ وتفقد قوة شدتها بالمحاليل القلوية القوية أي أنها أقل مقاومة هنا من القطن، وكذلك حالها مع المؤكسدات حيث نجدها أضعف من القطن أيضاً.

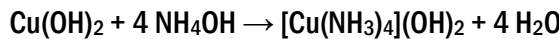
يملك الفيسكوز خاصة عزل كهربائي وحراري ضعيفة وناقلية كهربائية جيدة بسبب امتصاصها الشديد للرطوبة، وتتبع الخواص النهائية درجة البلورة التي تؤمنها شروط مختلف المراحل السابقة لأن آلية مراحل الصناعة تلخصها جملة التفاعلات التي تمتد لدرجات لا يمكننا ضبطها لكافة نقاط مفاعل الاصطناع بصورة متساوية:



الشكل 16: وحدة صنع الفيسكوز

## ثانياً: حرير النحاس النشادري *Copper ammonium rayon*

1- مقدمة: طُبِّق اكتشاف شويتزر عام 1857م حول انحلال السيللوز في محلول هيدروكسيد النحاس النشادري أو ما يسمى سائل شويتزر عام 1900م لاصطناع حرير النحاس النشادري، ويُحضَّر سائل شويتزر بتفاعل هيدروكسيد النحاس مع هيدروكسيد الأمونيوم لتشكل معقداً منحللاً:



2- 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:  $\text{CuSO}_4 \cdot 3 \text{Cu(OH)}_2$  أو  $\text{CuSO}_4 \cdot \text{Cu(OH)}_2$ .

تغسل الكبريتات جيداً لئلا تُرسب بعدها هيدروكسيد النحاس بإضافة هيدروكسيد الأمونيوم ولتذاب بغسلها بالنشادر، أو نذيب كبريتات النحاس النشادرية مباشرة بمحلول 28% هيدروكسيد الأمونيوم الذي يضاف إليه السيللوز آنثذ ليمدد بعدها المحلول بحيث تصبح نسبة السيللوز 10%، ثم يشطف الهواء من المحلول ليصير جاهزاً لعملية الغزل.

**ب- طريقة بمبرغ Bemberg:** يُضاف السيللوز لمحلول كبريتات النحاس لنتبعه بإضافة هيدروكسيد الصوديوم فتترسب كبريتات النحاس الأساسية، تشطف الرشاحة ويضاف لها هيدروكسيد النشادر حتى تمام الانحلال مع التبريد لكون التفاعل ناشر للحرارة، ويتم إجراء العملية بأخذ الحيطة من دخول أقل كمية من الهواء تداركاً لأي عملية أكسدة تضر بالعملية أولاً وإضافة بعض الجلوكوز كمانع أكسدة ثانياً، وأخيراً يُمدد المحلول قبل غزله بحيث يصبح تركيبه كما في الجدول (14):

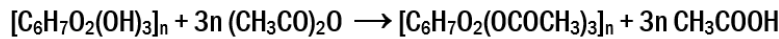
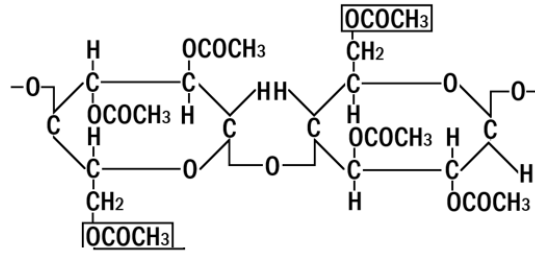
الجدول 14

تركيب محلول غزل حرير النحاس النشادري			
المادة	سيللوز	نشادر	نحاس
النسبة المئوية	8-7%	8%	3-3.5%

ثم نبدأ عملية الغزل على حوض قد يحوي حمضاً أو أساساً أو ملحاً، وبما أن الماء يسبب تخثر السيللوز بصورة بطيئة جداً فإنه يمكننا سحب السيللوز لأضعاف مضاعفة بالطول حتى لو كان دوش المغزل خشن، إذ يسحب السيللوز آنثذ في الماء على مرحلتين: أولهما عند درجة حرارة 35 م، وثانيهما حتى الثمانين ضعفاً، وأخيراً نمرر الألياف لحوض يحوي حمض الكبريت لتخليصها من النحاس ونتبعها بعمليات غسل وتجفيف جيدة.

### ثالثاً: حرير أسيتات السيللوز Cellulose acetate

**1- مقدمة:** كان شوتزنبر أول من حضر خلات السيللوز عام 1869، وفي عام 1903 اكتشفت الحلمة الجزئية لثلاثي خلات السيللوز في الأسيتون، وابتدأ إنتاج حرير الأسيتات عام 1921م. تتباين خواص حرير الأسيتات تبعاً لنسبة زمر الخلات " الأستيل " في سلسلة السيللوز أو ما يسمى بدرجة الاستبدال، إذ أنه وفي حين ينحل ثلاثي الأسيتات في الكلوروفورم لا تنحل ألياف 2.5 أسيتات، وتكون جميع زمر الهيدروكسيل في ثلاثي الخلات مؤسرة على الشكل التالي:



**2- تقنية تحضير حرير الأسيتات:** تصنع ألياف الأسيتات من الأنواع الجيدة للسيليلوز كزغب القطن أو سيليلوز الأخشاب المعالجة أو من مزيج لهما، إذ يُغلى المصدر السيللوزي غلياً قلوياً تحت الضغط ثم يقصر بتحت الكلوريت ليعالج بحمض الخل تسهيلاً لأستلته.

تتم عملية الأستلة بمزيج من 5-7 أجزاء حمض خل مع 3 أجزاء بلا ماء حمض الخل مع 1% حمض الكبريت كوسيط وضبط درجة حرارة التفاعل الناشر للحرارة عند درجة حرارة 20 م كحد أعلى عند بدء التفاعل أي خلال الساعة الأولى، ومن ثم متابعة التفاعل عند الدرجة 23-30 م لمدة 7-8 ساعات وبحيث تتم مراقبة تفاعل الأستلة على أساس قابلية المنتج للانحلال بالمذيبات حتى التأكد من الأسترة لدرجة ثلاثي الأسيتات والتي يتراوح وزنها الجزيئي بين 100.000-120.000، وكثافتها 1.28 غ/سم<sup>3</sup>.

يمدد محلول التفاعل حتى يصبح تركيز حمض الخل 95% ويترك مدة 20 ساعة عند درجة الحرارة 40 م° لتتحلله ثلاثي الأسيتات حلمهة جزئية بحيث تنخفض درجة الاستبدال حتى (2.4-2.6 = 2.5) أسيتات والتي يتراوح وزنها الجزيئي بين 95.000-110.000 وكثافتها 133 غ/سم<sup>3</sup>.

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 220-400 متر/ دقيقة.

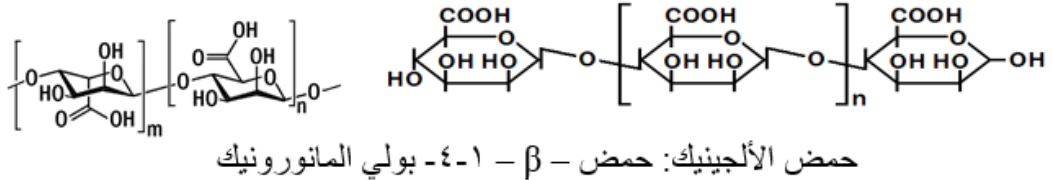
**3- خواص حرير الأسيتات:** لألياف الأسيتات قوة شد منخفضة نسبياً في الحالة الجافة، إذ تبلغ 1.4 باوند/ دنبيير، والاستطالة 20-30% وتزيد عنها في حالة البلل بمقدار 5-10%، ويختفي لمعان ألياف 2.5 أسيتات على البلل بالماء الحار، ولا يلبث أن يعود عند الجفاف وهذا من أهم المظاهر التي تميزه عن ثلاثي الأسيتات الذي يحتفظ ولمعانه على البلل، أما امتصاص الرطوبة فيبلغ لـ 2.5 أسيتات مقدار 6-6.5% ولثلاثي الأسيتات 4.5% وتنخفض بالمعالجة الحرارية حتى 2.5%.

تمتاز ألياف الأسيتات بمرونة جيدة جداً وبلمسٍ طري ناعم، ويؤدي ضعف امتصاصها للرطوبة وعزلها الكهربائي العالي لتشكل كهرباء ساكنة بسهولة معها.

تنصهر 2.5 أسيتات عند درجة حرارة 230-235 م°، أما ثلاثي الأسيتات فعند 290-300 م°. وتتحل الأسيتات بعددٍ من المحلات العضوية والحموض العضوية كحمض النمل، أما القلويات القوية فإنها تفتسبب بحلمتها. تستخدم ثلاثي الأسيتات لصناعة الألياف الصناعية، أما 2.5 أسيتات فتستخدم لصناعة الألياف الصناعية أيضاً إضافة لبعض الصناعات البلاستيكية والأفلام السينمائية غير القابلة للاحتراق.

### رابعاً: ألياف الألبينات Alginate

**1- مقدمة:** تحضر هذه الألياف من حمض الألبينيك الذي يستخرج من الأشنيات البحرية التي تحويه بنسب تتراوح بين 15-45%، إذ يحضر هذا الحمض بالاستخلاص بكاربونات الصوديوم خلال 24 ساعة، ومن ثم ترسيبه بإضافة حمض كلور الماء أو كلور الكالسيوم.



**2- إنتاج ألياف الألبينات:** يتم أولاً حل حمض الألبينيك بمحلول كربونات الصوديوم لتبدأ عملية الغزل بحوض حمضي بوجود حمض الكبريت المشبع بكبريتات الصوديوم و2.5% زيت زيتون مع عامل استحلاب.

تنحل ألياف الألبينات بالمحاليل الضعيفة القلوية ذوات الأيونات الأحادية خاصة كالحوض الحاوي على 0.2 صابون و0.2 كربونات الصوديوم، أما أملاحه للأيونات الثنائية أو الثلاثية التكافؤ فأقل انحلالاً بكثير أو عديمة الانحلال، وتكون ألبينات الكروم والحديد ملونة، وألبينات الباريوم سامة، وتعتبر ألبينات البيريليوم والكالسيوم معاً الأكثر ملائمة، كما يتراجع الانحلال بأسترة الزمر الكربوكسيلية في الحمض.

تأخذ ألياف الألبينات أهميتها من استخداماتها كألياف تحميلية في عمليات الحياكة بالحالة الجافة، ليصار إلى إذابتها فيما بعد لنحصل على نقوش لا يمكننا الحصول عليها لولا هذا الأسلوب.

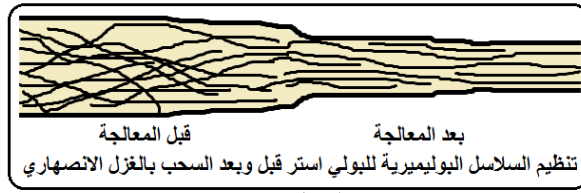
**3- خواص ألياف الألبينات:** تتوفر إما بيضاء اللون أو ملونة بحسب الكاتيونات المستخدمة في تحضيرها، ويكون مقطعها العرضي غير منتظم، وتتمتع عادة بوزن نوعي كبير يتراوح بين 1.73-1.78.

## عموميات حول الألياف التركيبية

**1- مقدمة:** يتوجب على البوليمير كي يدخل عالم الألياف التركيبية أن يحقق جملةً من المواصفات والخواص، وهذا ما أدى إلى أن مجموعة صغيرة فقط من البوليميرات أمكنها أن تدخل مجال الألياف بين آلاف البوليميرات والتي نحصر أهمها في البوليستر والبولي أميد والبولي أكريلونتريل، وبدرجة أقل بولي الإيثيلين وبولي البروبيلين وبولي كلور الفينيل PVC وبولي الأوريتان... لذا فإننا سنعرض لأهم هذه الخواص وطرائق تحسينها.

### 2- خواص الألياف التركيبية:

**1-2- قوة الشد:** لو نظرنا للشكل (17) لوجدنا أن سلاسل الشعيرات في حالة فوضى وتوزع عشوائي مع محورها الطولي والتي تتحول ببعض المعالجات الضرورية لحالة من التوازي نسبياً مع المحور:



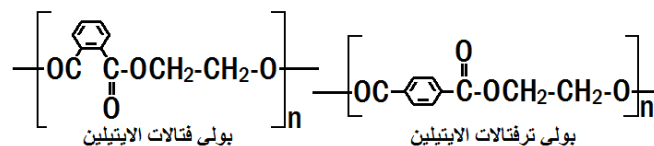
الشكل 17

إذ أنه ولكي يمكن للخيط أن يتشوه تشوهاً دائماً أو أن ينقطع بتأثير الشد فإن على جزيئاته أن تنزلق فوق بعضها أو أن تبتد بتراً سلسلياً، وإذا كانت هناك قوى ارتباط عالية بين الجزيئات فإنها ستقاوم مثل هذه الانزلاقات وسيكون للألياف قوة شدٍ عالية وهذا ما يجب أن تتمتع به الجزيئات والألياف على المستوى التجاري، إذ يمكن وبمعالجة الألياف معالجةً فيزيائية تنسيق وضع السلاسل لتصبح موازية لمحور الخيط، وسنعرض لوضع ألياف البوليستر (بولي ترفتالات الإيثيلين) كمثال لتحسين هذه الخاصية.

يُصنع البوليستر بطريقة الغزل الانصهاري، إذ تُدفع صهارته بدرجة حرارة 270-280م من خلال دوش المغزل لتبرد بسرعة وتتصلب إلى الحالة العديمة الشكل (يؤدي التبريد السريع للتبلور والبطيء للترجع)، وبذلك تتوضع السلاسل بصورةٍ عشوائية تجعلها ضعيفة الخواص الميكانيكية ما يضطرنا لسحبها على البارد من جديد، فتمتد عند درجات أعلى بقليل من درجة الحرارة الانتقالية الزجاجية للبوليستر العديم الشكل أي 70م وبذلك يزيد طول الخيط مراتٍ عدة مع تناقص قطره، وتتحاذى السلاسل البوليميرية على طول الألياف ما يؤدي لبدء عملية التبلور، وبعد انتهاء عمليات السحب نرفع درجة حرارة الألياف حتى 220م تقريباً لاستكمال عملية التبلور ولتحريرها من الإجهادات الجزيئية الداخلية بما يضمن ارتفاع قوة الشد عالياً وارتفاع درجة الحرارة الانتقالية الزجاجية إلى ما فوق 100م، في حين تبقى نقطة الانصهار على حالها أي 265م.

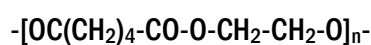
ومن الضروري الإشارة هنا إلى أن مثل هذه التقنية لا تطبق على جميع الألياف لأن ألياف البولي أكريلونتريل مثلاً تتفكك قبل انصهارها، لذا فإنها تغزل من محلولها غزلاً جافاً أو رطباً ومن ثم تطبق عليها عمليات السحب. ولا بد من بعض النقاط البنوية الواجب توفرها في البوليمير كي يعطينا أليافاً قوية كأن يكون قليل التفرع لتتمكن سلاسله من التداخل فيما بينها، فالبولي إيثيلين منخفض الكثافة يعطي أليافاً ضعيفة كونه عالي التفرع بعكس البولي إيثيلين غير المتفرع العالي الكثافة.

كما أن لليونة السلسلة البوليميرية أهمية خاصة، إذ أنه كلما زادت هذه الليونة زادت سهولة انقلاب جزيئات البوليمير لامتثالات عشوائية ملتفة، والتناظر المحوري وغياب الفتل في السلاسل البوليميرية في صالح المحادة، وخير مثالٍ على ذلك هو مقارنة بولي فتالات الإيثيلين 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 C=O، وتمتلك معظم البوليميرات المُشكّلة للألياف العديمة الشكل كالألياف البولي أكريلونتريل قوى قطبية ما بين جزيئاتها تكون كافية لتعطيها قوة جيدة تحول دون تشكل البنية البلورية.

**2-2- 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 أدبيات الإيتيلين مع بولي ترفتالات الإيتيلين لوجدنا أن استبدال زمرة p - الفينيلين بزمرة -[CH<sub>2</sub>]<sub>4</sub>- اللينة يؤدي لارتفاع درجة الانصهار من 50 حتى 265 م.



لذا لم تُعتمد بولي أدبيات الإيتيلين في صناعة الألياف التركيبية برغم الشبه البنوي تقريباً مع ترفتالات الإيتيلين. أما تأثير القوى ما بين الجزيئية فيتضح من مقارنة بولي الإيتيلين مع النايلون 6،6 إذ نجد تماثلاً بنوياً بينهما بفارق أن زمرة -NH- و -CO- قد حلتا محل زمر ميتيلينية ما يعني ارتباطاً في المناطق البلورية يرفع حرارة الانصهار من 130 حتى 264 م.

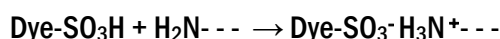
**3-2- الثبات الكيماوي:** تتعلق مقاومة الخسف بالبنية الكيماوية، فبولي الايتيلين ثابت تماماً تجاه الحمهة، ويتأكسد بسهولة بتأثير الضوء، أما البوليستر أو البولي أميد فيتحلان تحت بعض الشروط، ومع ذلك فإن بنية الخيط العالي التوجيه تقاوم بشدة نفوذ الكواشف إليها، وفي حين أن أنواع النايلون تقاوم بشدة وتضعف أمام الحموض نجد أن البوليستر وعلى العكس فإنه يبدي مقاومة عالية للحموض وضعيفة نسبياً للقويات.

**2-4- قابلية الصباغة:** إن لقدرة الألياف على التلون الدائم بمعالجتها بمحلول أو معلق مائي لمادة صباغية أهمية بالغة لإمكانية استخدامها في مجال الصناعات النسيجية، فيمكننا إجمال قابلية الصباغة الناجحة بالشروط:

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

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

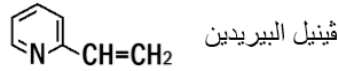
ويعتبر النايلون من أكثر الألياف التركيبية قابليةً للصباغة، إذ تقارب درجة حرارة تزججه الـ 55 م، وبحيث تتمكن سلسله في المناطق اللابلورية من الانزلاق على بعضها البعض بدرجة حرارة الحمام الصباغي أي 100 م ما يسمح للجزيئات الصباغية من النفوذ بسهولة ويسر لعمق الشعيرات، إذ تؤمن الزمر الأمينية الطرفية مواقع تشكل فيها أملاحاً مع الزمر الحمضية السلفونية:



كما تقدم الزمر الأميدية المتكررة مراكز ارتباط هيدروجيني مع الأصبغة. بينما تزيد درجة حرارة تزجج البوليستر عن 100 م ما يصعب من نفوذ الأصبغة إلى عمق أليافه وبالتالي فإننا نضطر لرفع درجة حرارة الحمام الصباغي معها إلى 130 م، أو أن نلجأ لإضافة الحوامل (الكارير Carrier) التي يمكنها خفض درجة حرارة التزجج والانحلال في البوليمير وأن تعمل كملدن مؤقت يخفض من درجة حرارة



التزجج برفع أو تسهيل زلوقية السلاسل البوليميرية في المناطق اللابلورية، علماً بأن بولي ترفثاللات الإيتيلين لا تمتلك أي مراكز يمكنها ربط الأصبغة بروابط أيونية أو مشتركة. أما ألياف البولي أكريلونتريل فتبلغ درجة حرارة تزججها 100-110 م°، ولا تملك زمراً يمكنها الارتباط بالأصبغة، وأمكن حل هذه المشكلة بتحويل خواص السلاسل من خلال إجراء عملية البلمرة التشاركية مع أحادي حد كمركز 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 أوجب سحق الملونات ناعماً وإضافتها لعجينة البلمرة (عجينة البوليمير) قبل غزله أو ما يسمى بالتصبيغ الكتلي Mass pigmentation، لذا فقد جرت بحوث تحويل لمزجه مع متماتر يحوي زمراً أساسية قبل غزله لتتمكن من صباغته بأصبغة حمضية.

**2-5- امتصاص الرطوبة:** إن لقدرة الخيط على امتصاص الرطوبة أهمية بالغة لأنها تعني الشعور بالراحة عند ارتداء القماش المصنوع منها، فعدم امتصاص الرطوبة يعني الإحساس بالتصاق الأقمشة على الجسم لتراكم العرق، إضافة إلى أن امتصاص الرطوبة ينقص من الكهرباء الساكنة، وغالباً ما يكون الفرق الأهم بين الألياف الطبيعية والألياف الصناعية والتركيبيية هو قدرتها على امتصاص الرطوبة كما يبين الجدول (15):

الجدول 15

النسبة المئوية لامتصاص الرطوبة لبعض الألياف برطوبة نسبية 65 % وحرارة 65 م°	النوع
النسبة المئوية	النوع
8.5	قطن
16	صوف
11	حرير
4.5	بولي أميد 6 و66
2.5-1.3	اكريليك
0.8-0.4	بوليستر
صفر	بولي بروبيلين

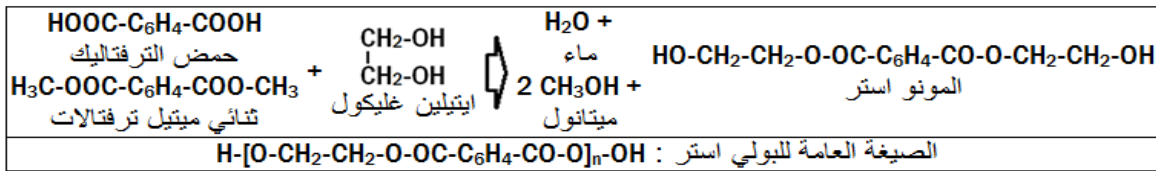
وتتوقف قدرة امتصاص الألياف للماء على قابلية البوليمير لتشكل روابط هيدروجينية مع الماء، فنتميز أنواع النايلون مثلاً باختوائها على زمير أميدية عالية القطبية وقادرة على تشكيل روابط هيدروجينية تجعلها جيدة الامتصاص نسبياً على العكس من البولي بروبيلين الذي لا يمتص الماء إطلاقاً.

## الألياف التركيبية

### أولاً: البوليستر Polyester

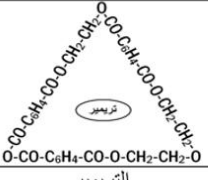


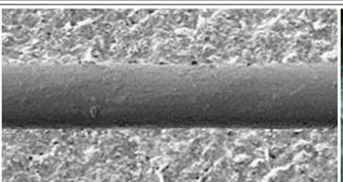

- 1- مقدمة: يعد هذا النوع من الألياف التركيبية الأهم في عالم الصناعات النسيجية، ويتم تسويقه بأسماء تجارية مختلفة منها التيريلين والداكرون... وأول من حضره صناعياً كانت شركة كاليكوبرنيترس الانكليزية.
- 2- اصطناع البوليستر: يتم اصطناع البوليستر عبر ثلاث مراحل:

- أ- مرحلة الاسترة: ويتم فيها التفاعل بين حمض الترفتاليك أو ثنائي ميتيل ترفتالات مع كمية زائدة من الإيتيلين غليكول عند حرارة 150-190 م° وبوجود وسيط ممزوج من خلات التوتياء وثلاثي أكسيد الانتمان، ويستحسن الأخذ باستر ثنائي ميتيل ترفتالات لسهولة تنقيتها بالتقطير على العكس من حمض الترفتاليك غير المتطاير وذي قابلية الانحلال المنخفضة في معظم المحلات.
- ب- مرحلة البلمرة " البلمرة ": ويتم فيها تفاعل تبادل استيري ينحذف فيه جزيء الإيتيلين غليكول عند حرارة 260 م°، لتبدأ عملية البلمرة وصولاً لسلاسل ذات وزن جزيئي ما بين 8.000-12.000، وبحيث يمكننا وضع مخطط العملية على الشكل (18):



الشكل 18: مخطط اصطناع البوليستر

- ويستلزم استمرار التفاعل إزاحة الإيتيلين غليكول باستمرار أو إنجاز التفاعل تحت الفراغ أو بإمرار غاز حامل كي يتسنى لنا السيطرة على التفاعل والوصول للوزن الجزيئي المطلوب.
- ويُضاف عادةً بعض من حمض الخل للمزيج المتفاعل ليحد من نمو السلاسل فوق الوزن الجزيئي المطلوب بتبقيعه 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 7 بأنها غير مكتملة النمو أو أوليغومير Oligomers والذي تصل نسبته حتى 1.5%، وقد يتحلق التفاعل عند مرحلته الثالثة لتفاعل البلمرة معطياً التريمير الحلقي الذي تصل نسبته حتى 1.5% كما في الشكل (19):

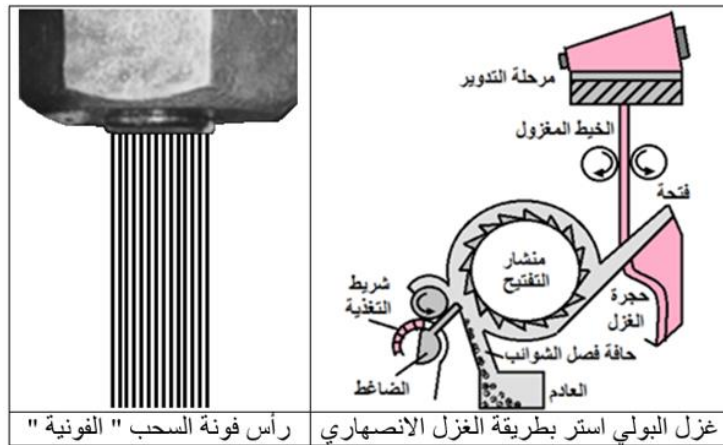
مكونات شعيرات البولي استر: صيغتنا البوليستر والأوليغومير		
 <p>التريمير</p>	 <p>الأوليغومير من BASF</p>	<p>سلسلة بولي استر نظامية:</p> $\text{H-[O-CO-C}_6\text{H}_4\text{-CO-O-CH}_2\text{-CH}_2\text{-O}]_n\text{-OH}$ <p>n = 60-90, M = 8.000 - 12.000</p> <p>سلسلة أوليغومير بولي استر:</p> $\text{H-[O-CO-C}_6\text{H}_4\text{-CO-O-CH}_2\text{-CH}_2\text{-O}]_n\text{-1-7 OH}$ <p>n = 1-7, M = 202-1414</p>
 <p>مقطع عرضي لشعيرة بولي استر</p>	 <p>خيوط بولي استر</p>	 <p>شعيرات البولي استر</p>

الشكل 19

وتتداخل التريمرات مع الأوليغوميرات ما يجعلهما يتسببان بنفس القدر من المشاكل أثناء العملية الصباغية، إذ يتحرك كل منهما بتأثير الحرارة من المناطق اللابلورية لسلاسل البوليستر باتجاه الحوض الصباغي حتى الوصول لدرجة الإشباع فيبدأ بعدها 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 (20)، والتي تقوم على صهر الخام ليسيل من الثقوب على شكل سائل لزج يتعرض لتيار هوائي بارد، فنتجمد الألياف ثم تسحب وتلف على بكرات، فيتم فيها صهر البوليمير في فرن خاص بحيث لا تتجاوز الرطوبة 0.01% منعاً لتعرض السلاسل للفصم بسبب الحلمة وبالتالي انخفاض الوزن الجزيئي.

تبلغ أقطار ثقوب المغزل 0.2-0.4 مم، ويتم السحب بسرعة 400-900 متر/دقيقة، ويمكننا إجراء السحب على البارد أو الساخن، ولكن السحب عند حرارة 100 م يعطينا أليافاً ذات خواص فيزيائية أفضل، ويصل السحب حتى 500% من الطول الأصلي بفعل التسخين الموضعي لدرجات حرارة أعلى من 280 م بسبب حرارة الاحتكاك، ونهني عملية السحب بالثبيث على البخار الساخن منعاً لحدوث أي التواء ما بين الجزيئات.



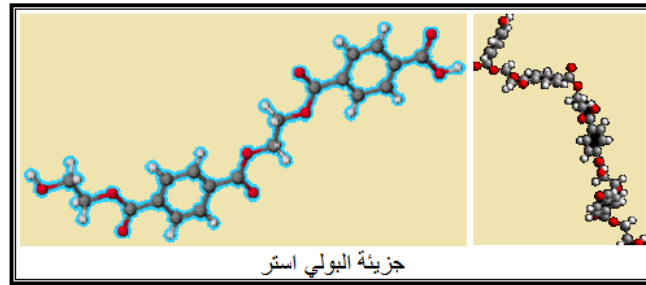
الشكل 20: غزل البوليستر بطريقة الغزل الانصهاري

- وبنتيجة المراحل الثلاث السالفة الذكر يمكننا التمييز بين ألياف البوليستر بعضها عن بعض في خواصها الفيزيائية والصباغية عبر التباين بين الشركات الصانعة في:
- 1- درجة حرارة وزمن كل مرحلة من المراحل السابقة الذكر.
  - 2- معدلات نقاوة اللقيم الأساسي: الإيتيلين غليكول، حمض الترفتاليك أو ثنائي ميتيل الترفتالات.
  - 3- أسلوب سحب الإيتيلين غليكول أو نوعية الغاز الخامل الداخل لمفاعل البلمرة ومعدلات ضخه.
  - 4- نسبة حمض الخل المضافة.
  - 5- حال الوسيط: نسبة خلات التوتياء لثلاثي أكسيد الانتومان، عمر الوسيط ودرجة نقاوته ونعومته وهيئة توضعه داخل المفاعل.
  - 6- معدلات السحب وزمن البقاء في مرحلة الثبيث.
  - 7- سائل الإنهاء المضاف للألياف لحماية وتغطية الألياف كثيرة الشعيرات والذي يتكون من مزيج لزيت خاص مع ماء نقي عبر جهاز البخ المتوضع بعد غرفة تبريد الخيط مباشرة، إذ تتم موائمة المسافة بين قالب السحب وموقع بخاخ السائل تبعاً لنمرة الشعرة الواحدة في الخيط.
- 3- تقنيات تشكيل البوليستر:**

**3-1- بنية البوليستر:** تعود الخواص المميزة للبوليستر لحلقات البنزن في السلسلة البوليميرية، ويؤدي وجود الجزيء العطري لزيادة قوة السلسلة ما يمنع تشوه المناطق غير المنتظمة والتي تنتج عن فعل ضعيف لقوى فاندرفالس بين

السلاسل، ما يجعل من الصعوبة بمكان أن نحصل على شعيرات بوليستر كاملة التبلور، إنما مناطق بلورية إلى جانب مناطق نصف موجهة وأخرى لا بلورية، وتفسر درجات حرارة الانصهار العالية لبوليستر PET مقارنةً مع أنواع البوليستر الأليفاتية لوجود الروابط الاستيرية.

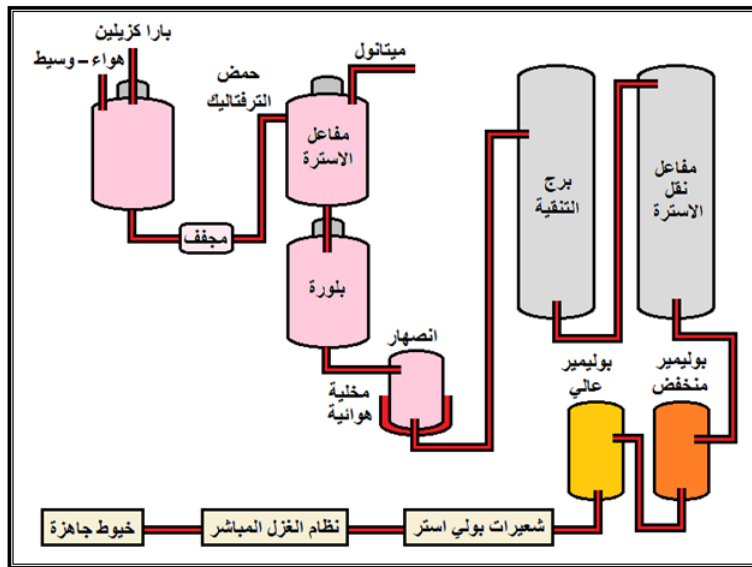
أما الترابط بين السلاسل فينتج عن روابط هيدروجينية إضافة إلى قوى فاندر فالس والقوى الناتجة عن الروابط ثنائية القطبية، ويعزز نشوء القوى بين السلاسل القدرة على تشكيل شعيرات جيدة وعلى الميل إلى التبلور (ترتيب السلاسل الجزيئية)، وتؤدي هذه الروابط لمقاومة عالية للشد والرطوبة والانحلال والصبغة، أما مرونة الجزيئات فتعود بشكل أساسي لمجموعات الإيتيلين كما في الشكل (21):



الشكل 21

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 مؤديةً 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 22: مخطط مصنع بوليستر

**3-2- الخواص الميكانيكية:** يؤدي ارتفاع الوزن الجزيئي لزيادة خواص المتانة والاستطالة المتبقية ومقاومة التقصف، وبوجود خواص المرونة والنعومة ومقاومة الاحتكاك ستزيد الشعيرات قابلية تشابك السلاسل مع بعضها البعض بحيث تشكل كرات صغيرة على سطح الأقمشة ما يسيء لمظهر القماش المحاك.

ويتم لحل هذه المشكلة تعديل خواص الشعيرات، إذ يؤثر خفض الوزن الجزيئي على المتانة والمرونة ومقاومة الاحتكاك وبالتالي سيؤدي لخفض قابلية البوليستر للتكور، لكنه يؤدي درجة لانخفاض درجة حرارة الانصهار وبالتالي

تقليل انتظامية الشعيرات الناتجة، ويمكننا رفعها بإضافة مركبات يمكنها تشكيل روابط عرضية، كما أنه يمكننا تقليل ارتباط السلاسل الجزيئية مع بعضها من خلال تقليل الشد. أما الثباتية ضد التجعد فتتحقق بزيادة حرارة التسخين أو تقليل نسبة السحب.

**3-3- الخواص الحرارية والضوئية:** تعتمد على تقنيات عمليات الاصطناع ونسبة المناطق البلورية للمناطق اللابلورية، وتقع نقطة الانتقال الحراري (الترجع) عند درجة حرارة 75 م°، والتبلور عند 130 م°، والانصهار عند 260 م° تقريباً.

يتميز البوليستر بمقاومة جيدة للتحلل الحراري، ويمكننا بعمليات حرارية عادية إدخال نسبة محدودة من مجموعات الكربوكسيل في بنية البوليمير، ويؤدي استمرار تعرضه للحرارة العالية لظهور اللون الأصفر نتيجة تشكل بولي انالدهيد Polyenaldehydes من الاسيت ألدهيد 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 150 م° لفترة زمنية طويلة لفقدانها 20 % من متانتها.

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

**3-4- الخواص الكيميائية:** تبدي شعيرات البوليستر مقاومة عالية للحموض المعدنية الضعيفة حتى في درجة حرارة الغليان ولمعظم الحموض القوية في درجات الحرارة العادية، وتتحلل جزئياً في حمض الكبريت المركز عند الحرارة العادية وتذوب بشكل تام عند الحرارة العالية.

أما مقاومته للقويات الضعيفة فجيدة، ولكنه حساس للقويات القوية مثل هيدروكسيد الصوديوم الذي يعمل على تنشيط تفاعلات الإماهة، والميتيل أمين 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.

يبدي البوليستر مقاومة جيدة للمنظفات والعوامل المؤكسدة كالمواد القاصرة كالماء الأوكسجيني، ويتميز بعدم قابليته للانحلال بمعظم المحلات كالبنزن والأسيتون، إلا أنه يذوب في الفينولات وهالوجينات حمض الخل، وينتفخ في المحاليل المركزة لحمض البنزويك والفينيل فينول وحمض الساليسيليك.

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.

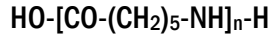
أما خواص المتانة فلا تختلف بين الشعيرات الرطبة والجافة وحتى المبلولة، وتعتمد إمامة البوليستر بشكل كبير على درجة الحرارة، إذ تم نفع مجموعات مختلفة من شعيرات البوليستر في الماء بدرجة حرارة 70 م° لعدة أسابيع ولم يظهر عليها أي تراجع في متانتها، وانخفضت بمقدار 20% بعد أسبوع نفع واحد عند حرارة 100 م°. ومن الجدير ذكره هنا ألفة شعيرات البوليستر العالية للزيوت ما يجعل تنظيفها أصعب، ويساعد في ذلك وجود خاصة الكهربائية الساكنة.

**3-5- مقاومة البوليستر للبكتريا:** يمكن أن تتخذ عملية المعالجة عدة أشكال: كالمعالجة بالفضة المعروفة بمقاومتها العالية للميكروبات بإدخال أيونات الفضة في الألياف الصناعية أو التركيبية بالاعتماد على مجموعة من المركبات الكيميائية، ويعيب هذه الطريقة كلفتها العالية نسبياً، لذا يلجأ الصناعيون لغمر النسيج بمحاليل تحتوي بعض مركبات الأمونيوم الربعية السيليكونية بتركيز اقتصادية 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

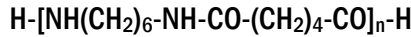
الماء دون أن تؤثر على متانة النسيج. ونرى في الجدول (20) أهم الخواص الفيزيائية المأخوذ لألياف التيرلين Terylen الانكليزية.

### ثانياً: البولي أميد

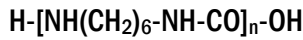
- 1- أنواع البولي أميد: تدرج تحت عنوان البولي أميد عدة أنواع، نجد منها:  
1-1 بولي الأميد 6: ويحضر من بلمرة الكابرولاكتام بوجود الماء كمنشط:



- 1-2 بولي الأميد 6،6: ويحضر بالتفاعل البولي لمخ سداسي ميتيلين مع حمض الأديبيك:

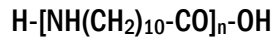


- 1-3 بولي الأميد 7: ويحضر بالتكاثف البولي لحمض ابسينول - أمينو الاينانتيك:



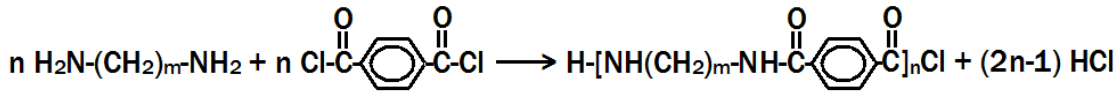
وتبلغ درجة حرارة انصهار هذا النوع 225م، ويتفوق على البولي أميد 6 و 6،6 بمقاومته للضوء والحرارة وبعض الخواص الفيزيائية والميكانيكية الأخرى.

- 1-4 بولي الأميد 11: ويحضر بالتكاثف البولي لحمض أوميغا - الأونديكانيك:



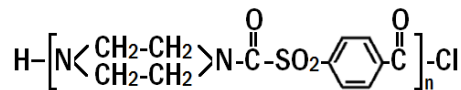
وتبلغ درجة حرارة انصهار هذا البوليمير 189 م، ويمتاز عن بولي الأميد 6 أو 6،6 بعدم ذوبانه بمزيج حمضي الأزوت والكبريت 50% ومحلول حمض كلور الماء 30% أو حمض النمل برغم مقاومته العالية للقلويات.

- 1-5 بولي أميد ترفتالات: ويحضر بطريقة التكاثف البولي بين الأطوار للأمينات الثنائية الأليفاتية مع ثنائي كلور بلا ماء حمض التيرفتاليك:

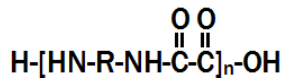


وتبلغ درجة حرارة انصهار هذا البوليمير 436م، ويزوب بحمض الكبريت وثلاثي فلور حمض الخل، ويمكننا الحصول على أليافه من محاليل بولي أميد ترفتالات في ثلاثي فلور حمض الخل.

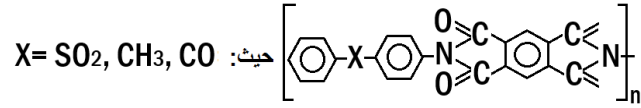
- 1-6 بولي-4-4 - سولفونيل البنزيميدات: ويتم تحضيرها بطريقة التكاثف البولي بين الأطوار التي تتم بين ثنائي كلور بلا ماء 4-4 - سولفونيل حمض البنزويك وأمين ثنائي أليفاتي أو البيبيرازين:



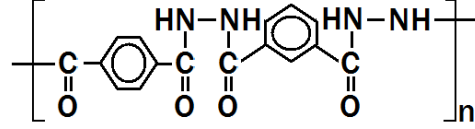
- 1-7 بولي أميدوكسالات العطرية: تنصهر بدرجات حرارة فوق 400م، وتذوب في كلور حمض الخل أو ميتيل البيريليدون، ويمكن الحصول على الألياف من محاليل البوليميرات في هذه المذيبات.



- 1-8 بولي بيرو الميليتيميدات: تتمتع هذه البوليميرات بخواص ميكانيكية جيدة، وعازلة كهربائياً بشكل جيد، إضافة لتمتعها بمقاومة عالية للأكسدة والإشعاع وتأثير المذيبات، ولا تتغير عند درجة حرارة 300م مدة عام كامل، وتتمتع أيضاً بثبات كامل وعالي أثناء التسخين في الهواء حتى 420 م وفي جو مفرغ 600 م.



**9-1- 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:

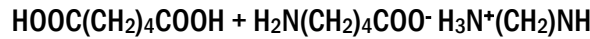


تنصهر هذه البوليأميرات عند درجة حرارة أعلى من 400 م°، وتكون ملونة عادة، ويمكننا أن نشكل منها أغشية علاوة عن الألياف من محاليلها، وتذوب في ثنائي ميثيل سولفوكسيد.

**2- الخواص العامة للبولي أميدات:** يتراوح الوزن الجزيئي لبولي الأميدات بين 11.000-22.000، تذوب في الفينول وحموض النمل والكبريت وكلور الماء المركزة، وتتميز بولي الأميدات المختلطة الناتجة عن طريقة التكاثف المشترك لحموض أمينية مختلفة أو لمزيج من الحموض وثنائي الأمينات بقابليتها للذوبان في الغول والمذيبات المعروفة بسبب عدم انتظام جزيئاتها الضخمة، ويُعدّ البولي أميد 6 و 6،6 أهم عناصر هذه المجموعة وأوسعها انتشاراً لذا فإننا سنعرض لهما فقط.

**1-2- البولي أميد 6،6:** يشير نظام التسمية الرقمية عادةً للمونوميرات التي صُنعت منها البولي أميد، وهكذا فإن البولي أميد 6،6 صُنعت من مونوميرين يحوي كلٍ منهما ستة ذرات كربون، أي سداسي ميثيلين ثنائي الأمين وحمض الأديبيك.

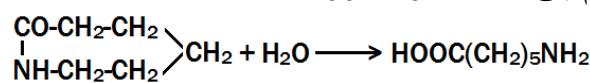
حُصر النايلون 6،6 لأول مرة من قبل كارتر في شركة دي بونت الأمريكية أوائل الثلاثينيات مسجلاً بداية صناعة الألياف التركيبية، ويتم اصطناعه بتحضير ملح أدبيات سداسي ميثيلين ثنائي الأمين بمزج حمض الأديبيك مع سداسي ميثيلين ثنائي الأمين في الميثانول ليترسب الملح ويُقى بإعادة البلورة:



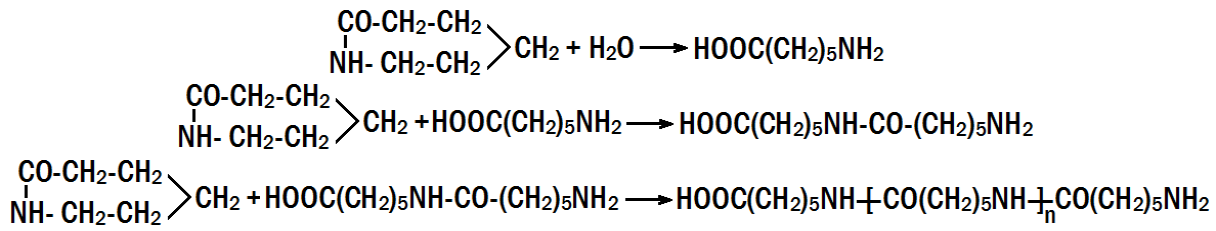
يذاب هذا الملح في الماء ويسخن في محمٍ مغلق (صاد موصد Autoclave) لدرجة حرارة 260 م° ما يسبب ارتفاع الضغط لتشكل بخار الماء، لذا نبدأ بامتصاص البخار لضبط الضغط بحدود 10-20 جو، ويمكننا التحكم بالوزن الجزيئي في المجال 12.000-20.000 بإضافة 0.6-1.2% حمض خل، لأن أجود الألياف هي الواقعة في هذا المجال، لكن مشكلتها أنها تكون منخفضة اللزوجة ما يُصعب من عملية غزلها، وتسحب صهارة بولي أميد عند الوصول لدرجة البلورة المطلوبة على شكل شريط يعرض لتيار هواء بارد ليتجمد ويُقَطع لقطع بوليميرية صغيرة.

**2-2- البولي أميد 6:** يصنع النايلون 6 من ε - الكبرولأكتام عبر تفاعل يشتمل على تفاعلات سلسلية ومرحلية معاً، إذ يتم أولاً صهر الكبرولأكتام بإضافة 5-10% ماء مقطر لمفاعل البلورة مع بعضٍ من حمض الخل كمنثبات بلورة، ثم ندفع باللاكتام للمحم بتيارٍ من غاز الأزوت لمنع الأكسدة بالأكسجين وندفع درجة الحرارة حتى 200-220 م° ومن ثم لدرجة 250-270 م° وتحت ضغط 11-13 جو ليخفض الضغط لمدة 2-3 ساعات إلى القيمة 1-1.5 جو ويترك اللاكتام لإتمام عملية البلورة التي تتم على الشكل:

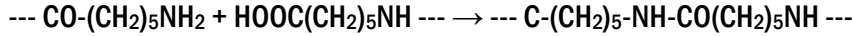
يتحلمه أولاً بعض الكبرولأكتام إلى ω - أمينو الكبرونيك.



وبعد ذلك تبدأ سلسلة من تفاعلات الانتشار ينفث فيها خاتم اللاكتام بهجوم تقوم به زمرة الأمينو في الحمض الأميني أولاً، ومن ثم في البلورة:



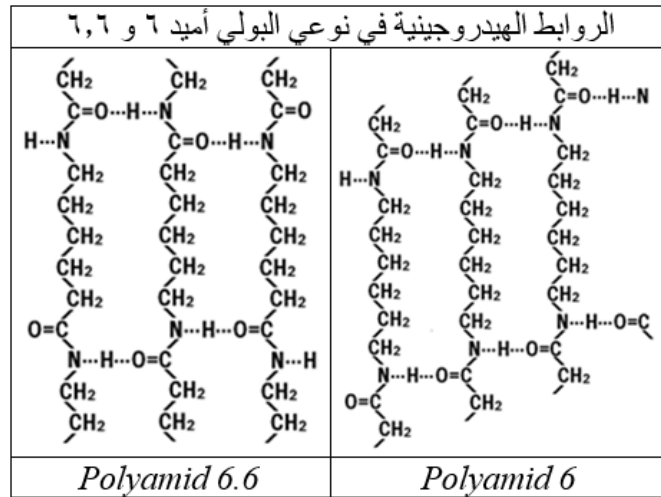
وتشارك الجزيئات الناتجة بالتشكّل المرحلي للارتباطات الأמידية عبر التفاعل ما بين زمر الأمينو وزمر الكربوكسيل:



يعتقد أن تفاعل الفتح المتسلسل والذي يعتبر مرحلة البلمرة الأولى يعطي سلاسل ذات وزن جزيئي ما بين 8.000-14.000 لا تلبث أن تدخل تفاعلات مرحلية لتعطي أوزاناً جزيئية أعلى، ويتوازن البوليمير عادةً مع 10% من أحادي الحد 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 مستمرة ذات أسطوانات عمودية مُسخّنة 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 أو من الصهارة وإن كانت العادة أن تتم من الصهارة، وتلعب مجموعة من العوامل دورها في نجاح عملية الغزل مثل: درجة الحرارة، موقد الصهر، حجرة وسرعة الغزل، لزوجة الصهارة، ونمرة الألياف.

**3- الخواص العامة للبولي أميد 6 و 6,6:** نرى في الجدول (20) أهم خواص ألياف البولي أميد 6 و 6,6، ونرى في الشكل (23) طبيعة الارتباط الهيدروجيني في المناطق البلورية للبولي أميد 6 و 6,6:



الشكل 23

### ثالثاً: البولي أكريلونتريل poly acrylonitrile

**مقدمة:** تشكل ألياف الاكريليك أحد أهم زمر الألياف التركيبية التشاركية من الأكريلونتريل مع مقادير صغيرة من أحاديات حد يمكنها تحسين وتوجيه خواص ومواصفات الألياف المحضرة. ويتميز الأكريلونتريل بانحلاله العالي بالماء لذا فإنه غالباً ما تجري عملية البلمرة في محاليل مائية، وبإضافة مبادرات جذرية حرة حلولة بالماء ليعطينا بوليميراً راسباً غير ذواب بالماء، إضافةً لأحاديات الحد تشاركية لتحويل خواصه حسب الطلب وبخاصة أحاديات الحد اللازمة كمراكز يرتبط معها الصباغ.



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

### 1- تصنيف البولي أكريلونتريل: تصنف ألياف البولي أكريلونتريل في ثلاثة أصناف كما في الجدول (16):

الجدول 16

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

### 2- المونوميرات: المونوميرات المشتركة الأكثر استخداماً:

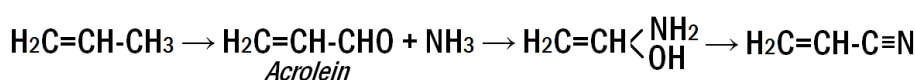
Vinyl Acetate, Acrylic acid Methylester, Methacrylic acid Ethylester, Vinyl Chloride, Vinylidine Chloride, Styrene, Itaconic acid

اكتشف رين Rein عام 1931 أول مذيب للبولي أكريلونتريل PAN وهو رودانيد الكالسيوم، واكتشف عام 1942 ثنائي ميثيلين فورم أميد، وبعد بضعة أشهر حازت شركات أمريكية على براءات اختراع لمحل رباعي ميثيل سلفون Tetramethylsulfon، أما في اليابان فقد أذيب PAN في رودانيد الصوديوم أو البوتاسيوم، وخنتر المحلول في الايتانول أو البروبان، وفي عام 1944 بدأت DuPont<sup>®</sup> بإنتاج ألياف PAN والتي عرفت لاحقاً باسم fiber A تبعته في ذلك شركة Casella عام 1952 كما يبين الجدول (17):

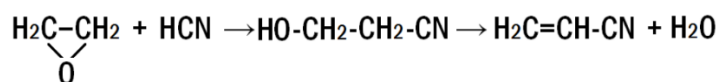
الجدول 17

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

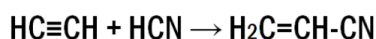
3- إنتاج فينيل السيانيد (Acrylonitrile: vinylcyanide or CH<sub>2</sub>=CHCN): ينتج أكريل النتريل اليوم غالباً عبر عملية Sohio من البروبيلين Propylene والأمونيا Amonia، وتختلف الطرائق الأخرى عن هذه الطريقة بالمحفزات المختلفة وتسلسل التفاعل:



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



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



4- البلمرة للحصول على البولي أكريلونتريل: تعتبر بلمرة أكريل النتريل مع أو بدون مونومير مشترك أمراً بسيطاً نظرياً، إلا أن إنتاج بوليميرات PAN القابلة للغزل بشكل جيد وفق المعايير الصناعية أمر صعب للغاية، ووفقاً لكل من الأدبيات لا يمكن لـ PAN أن ينصهر، إذ يتحلل قبل نقطة انصهاره مما يضطرنا إلى اللجوء إلى نظام البلمرة في المحلول أو المستحلب، ويتم الحصول في حالة المستحلب على PAN بشكل مسحوق مرشح ومغسول ومجفف، وتُعتمد فقط العمليات التي تمكننا من الحصول على مسحوق ناعم جداً، إذ أن المسحوق الخشن يجعل من عملية الإذابة قبل الغزل أمراً صعباً، وتتم البلمرة عملياً في المحلول فقط عبر بعض المحلات كما في الجدول (18)، ويتم الحصول

على حوالي 56.5% 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 (18)

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

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

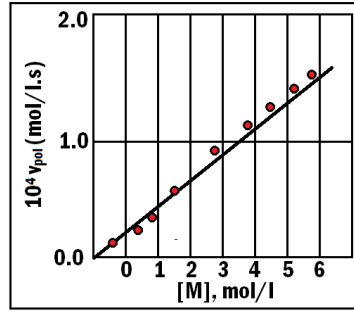
1-4 مبادئ تجريبية ونظرية: يتم معظم الإنتاج الصناعي إما عبر البلمرة في السوائل المعلقة وفق نظام Redox لإنتاج مسحوق PAN، أو عبر البلمرة في المحلول للإنتاج المباشر لمحاليل قابلة للغزل كما مبين في الجدول (19).

2-4 البلمرة في السوائل المعلقة: يؤدي محلول ACN-H<sub>2</sub>O 7% 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، ومن ثم ترشح وتغسل وتجفف وتطحن، ويمكننا إذابة البولييمير في DMF وتمت بلمرة ACN مع المونوميرات المشتركة قبل عام 1960 في محاليل مائية لكلوريد التوتياء أو حمض الأزوت، ومؤخراً في رودانيد الصوديوم لتكون جاهزة لعملية الغزل مباشرة.

وتجري تفاعلات بلمرة ACN في مذيب DMF بسرعات تتناسب مع تركيز المونومير وفق الشكل (24)، على أن البلمرة في DMF بطيئة ومعقدة جداً، إذ تستغرق ما يقارب 24-72 ساعة.

الجدول 19

سعة أنواع المذيبات (أوروبا الغربية، وأمريكا وآسيا: 1976)			
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 <sub>2</sub> solution		4.4	Toho Rayon
Dimethyle sulfoxide		2.7	
Ethylene glycol carbonate		1.8	Rumania



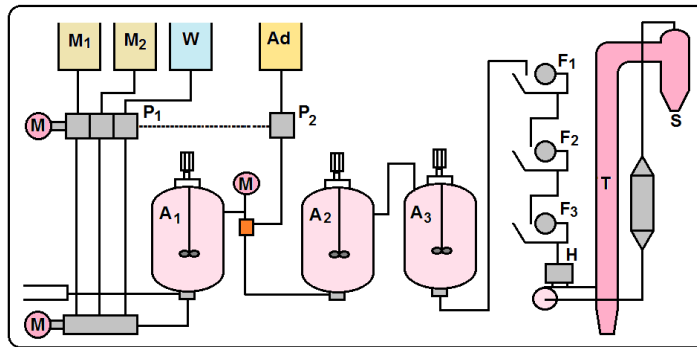
الشكل 24

3-4- **التجهيزات المستخدمة في البلمرة:** في حال لم تتم البلمرة مباشرةً فإن معظم الشركات تستخدم طريقة الترسيب التي تؤمن بدايةً مسحوق PAN، ومن ثم تقوم بإذابته، وتتألف أبسط التقنيات المستخدمة لهذا الغرض من مفاعل أو وعاء قابل للضغط مع جزء محيط للتبريد والتبريد، 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، ويتم غسل الأملاح والمونوميرات غير المتفاعلة على مرشح أسطواناني دوار، تزال بعد ذلك العجينة المرشحة وتجفف وتسحق. كما يمكننا إعادة تدوير المونوميرات غير المتفاعلة بالغسل بالتقطير ومن ثم إعادة ضخها إلى المفاعل.

يُظهر الشكل (25) مخطط عملية بلمرة ACN للمونوميرات  $M_1$  &  $M_2$ ، إذ يضاف الماء W عبر المضخة  $P_1$  والمزج الألي M من الأسفل ليخرج من الأعلى، وتدخل الإضافات Ad بعدها إلى المحلول عبر المازج الثاني العالي السرعة M، ويدخل المزيج بواسطة مضخة ثانية  $P_2$  لتدخل بعد ذلك مفاعلاً آخر  $A_2$  من الأسفل إلى الأعلى 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 بمطرقة H وتجفف في برج تجفيف T، وينفخ أخيراً المسحوق الناعم لرأس المرشح فمحطة التجميع S تمهيداً للاستعمال اللاحق.

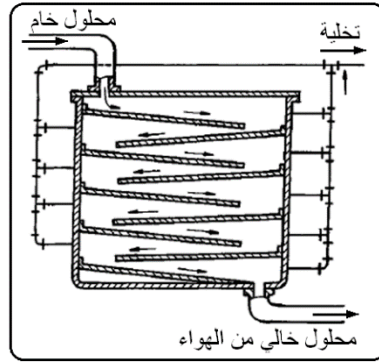


الشكل 25: مخطط عملية البلمرة

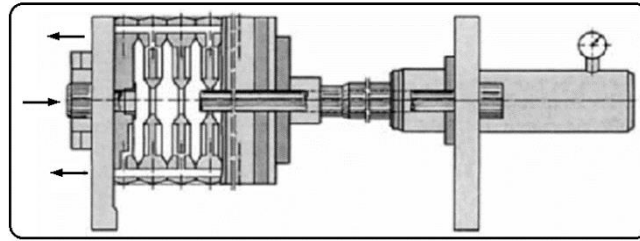
تضبط درجة الحموضة الأولية بحمض الكبريت عند pH: 1-4، ويمكن أن يكون التركيز الأولي للمونومير بحدود 0.1-5%، وغالباً ما تتم البلمرة عند درجة حرارة 40-55 م مع التبريد.

ينتج البوليمير بهذه الطريقة على شكل مسحوق أبيض بحجم حبيبات متوسط حوالي (20-100) ميلي ميكرون، أما الوزن الجزيئي المتوسط  $M_w$  المعتاد للعمليات اللاحقة في الغزل فهو بين (80.000 – 100.000) واللزوجة ( $\eta$ ) هي 1.18-2.22 dl/g عند الدرجة 20 م في DMF، ويتوجب الإشارة لخطر انفجار مسحوق PAN عند الخزن.

أما عند البلورة في المحلول وفق المخطط في الشكل (26) فيتدفق المحلول عبر المضخة  $P_3$  إلى محطة التفريغ من الهواء ومرشح ذو سعة ضخمة داخل خزانات تخزين الغزل. والاختلاف الوحيد أنه يتم إضافة محلول 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 60-70 ميلي بار، ودرجة الحرارة بين 40-50 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 (27):



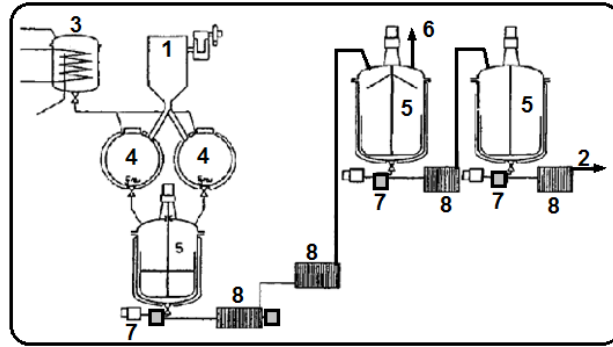
الشكل 26



الشكل 27: آلات إذابة PAN

يتم حل مسحوق PAN غالباً في DMF للغزل الجاف، أما من أجل الغزل الرطب فغالباً ما يحل المسحوق في DMAC، ولكن يمكن أن يتم ذلك أيضاً في DMF أو نادراً في Dimethyl Sulfoxide: DMSO، ويتوجب أن يكون مسحوق البوليمير عند بداية عملية الإذابة خالياً من أية تكتلات لتجنب الزمن الطويل في عملية الإذابة وظهور الأجزاء غير المنحلة، لذا من المفيد الحصول على بوليمير متجانس عبر المزج ودرجة الحرارة المنخفضة. تجري أبسط طريقة للإذابة باستخدام مفاعل مملوء حتى منتصفه بالمحل حيث تتم إضافة المسحوق بوجود غاز خامل، وتعتبر درجة الحرارة المثالية للحل بين 40-60 م° وألا تتجاوز الدرجة 80 م° عند زمن 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 (28) آلة بسيطة للحل المستمر، حيث يوزن PAN ويضاف من (1) إلى مذيب ممدد حيث يتم ضخ المزيج إلى أحد المازجين الثنائي المخروط أو المازجين عاليي القص (4)، وتعمل في داخل هذين المازجين شفرات قص ذات سرعات دورانية عالية لإكمال عملية الإذابة الأولية لمدة 30 دقيقة، يتم إدخال المحلول بعدها إلى المفاعل (5) ويمزج هناك تحت تحريك بمعدل ثابت عند درجة حرارة 70 م° لمذيب ثنائي ميثيل فورم أميد DMF، وتقوم المضخة (7) بسحب المحلول بشكل مستمر ودفعه عبر المرشحين (8) إلى المفاعل الثاني للتفريغ من الهواء (5) حيث يتصل هذا المفاعل عبر أنبوب (6) تحت الفراغ عند ضغط (60-100) ميلي بار. ينقل المحلول عبر المضخة (7) ومرشح آخر (8) إلى خزان الغزل (5) حيث يتم تحقيق التجانس، وتنتقل المضخة (7) المحلول عبر مرشح آخر (8) إلى الأنبوب (2) إلى آلة الغزل.



الشكل 28: وحدة الحل المستمر

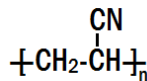
5- غزل ألياف البولي أكريلونتريل: يمكننا إجراء الغزل بالطريقتين الجافة والرطبة:

1-5- الغزل بالطريقة الجافة: ويتم فيها استخدام محل ثنائي ميثيل فورم أميد، إذ يتم حل البوليمير بدرجة الحرارة العادية ثم تُرفع حتى 80-90 م° ولمدة 3-5 ساعات، ويتطلب تبخير المحل رفع درجة حرارة حجرة الغزل حتى 400 م°، ورفع حرارة الهواء المدفوع إلى 200 م°، ويتم جمع أبخرة ثنائي ميثيل فورم أميد لإعادة العمل فيها من جديد، وتتميز طريقة باير بأن درجة حرارة تشرب الأصبغة يكون هنا بحدود 92-96 م°.

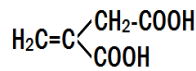
2-5- الغزل بالطريقة الرطبة: تتأثر خواص الألياف هنا بنوعية المحل المستخدم وطبيعة حوض التخثر، إذ يتوجب علينا اختيار أحواض تخثر لا ينحل فيها البوليمير ولا ينتفخ، لذا فإن استخدام محل ثنائي فورم أميد يستوجب أحواض تخثر تحوي الأغوال، بينما يحتاج محل السلفوسيانيد لحوض تخثر من محاليل سلفوسيانيدات ممددة بتركيز 12-15% مع الغليسرين، هكسان ثلاثي غليكول مع ثنائي ميثيل فورم أميد، وتكون درجة حرارة حوض التخثر 90-100 م°، ومن الأجدى اقتصادياً إجراء الغزل في أحواض مائية تحوي 20-25% ثنائي ميثيل فورم أميد وبحرارة 15-20 م°، أما درجة حرارة تشرب الأصبغة للألياف هذه الطريقة بحسب باير فيكون عادةً بين 75-85 م°، وحساسيتها للحرارة بتأثير الهواء الحار أو بالتماس المباشر للحرارة أكثر منها للجافة.

تُسحب ألياف البولي الأكريلونتريل على مرحلتين حتى 600-800% من الطول الأصلي: الأولى عند الدرجة 80-90 م° بمعدل 100-200%، والثانية عند درجة حرارة أعلى من 100 م° وبمعدل 200-300%.

6- بنية وخواص ألياف البولي أكريلونتريل: يتراوح الوزن الجزيئي للبولي أكريلونتريل القادر على إعطاء ألياف نظامية بين 50.000-100.000، وتكون لها الصيغة العامة:

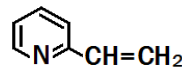


على أن يحوي التركيب (بحسب شركة باير) ما يقرب من 85% أكريلونتريل على الأقل، إذ أنه يحوي كما ذكرنا مونوميرات تشاركية للتحكم بالخواص النهائية المطلوبة مثل مراكز الصباغ الفعالة والتي نجد منها السالب الشحنة كحمض الإيتاكونيك الذي يستوجب أصبغة موجبة الشحنة أو 2- فينيل البيريدين الذي يتطلب أصبغة سالبة:



حمض الإيتاكونيك

سالب: أصبغة أساسية موجبة



2- فينيل البيريدين

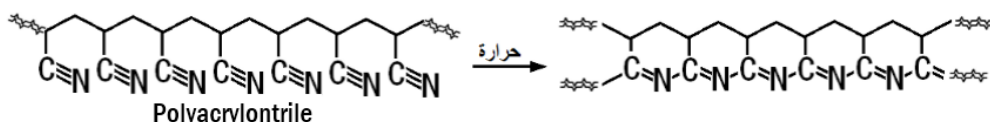
موجب: أصبغة حمضية سالبة

ولأحادييات حد يمكنها خفض درجة حرارة التزجج مثل: ميتاكريلات، اكريلات، خلات الفينيل، ونرى في الشكل (29) مخططاً توضيحياً لمراحل عمليات الاصطناع، وتلعب المناطق البلورية المتشكلة دورها المهم في تعيين الخواص النهائية للألياف، ونرى في الجدول (20) أهم خواص ألياف البولي أكريلونتريل.

مخطط اصطناع خيوط البولي اكريلو نتريل (الاكريليك)				
وحيد حد اكريلو نتريل % ٩٤-٨٥	+	؟ % مركز صباغي فينيل بيردين أو أصبغة حمضية	+	خفض درجة حرارة التزجج ميتيل ميتا خلات الفينيل حسب الحاجة
مذيب تحضير محلول الغزل	غزل	تبخير المذيب	→	غزل بالطريقة الجافة ← حرارة تزجج: ٩٦-٩٢ م°
		تخثر	→	غزل بالطريقة الرطبة ← حرارة تزجج: ٨٥-٧٥ م°

الشكل 29

7- التخرب الحراري للبولي اكريلو نتريل: يتفكك البولي اكريلو نتريل بتعريضه للحرارة ليأخذ الشكل التالي:

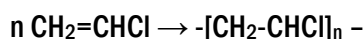


### رابعاً: ألياف بولي فينيل كلورايد

- 1- المقدمة: يتم تحضيرها وفق مرحلتين: تحضير فينيل كلورايد لنتبعها بالبلمرة "البلمرة".
- 2- تحضير فينيل كلورايد: يتم تحضيره من الأسيتلين أو الإيتيلين وفق التفاعلات:

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

3- عملية البلمرة: ويمكننا إجراءها 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 60.000-150.000:



4- غزل ألياف البولي فينيل كلورايد: يتم غزله بالطريقتين الجافة والرطبة، وغزله بحالته اللدنة عندما يكون ثابتاً حرارياً، ويستخدم للغزل بالطريقة الجافة مزيج الأسيتون وثنائي كبريت الكربون 1:1 أو الأسيتون مع البنزن بنسبة 1:1 أيضاً، ونستخدم مذيب رباعي هيدروفران للطريقة الرطبة.

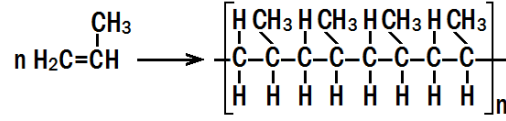
يُعيب ألياف البولي فينيل كلورايد ثباتها الحراري المنخفض، وتبدأ الألياف بالتخثر عند درجة حرارة 70-75 م° وبالتالي لا يمكننا معالجة الألياف في الأحواض عند درجة حرارة الغليان، ويتميز بولي فينيل كلورايد المنتظم فراغياً والمحضر بالبلمرة بوجود رباعي كلور التيتانيوم بثبات حراري أعلى عند 45-70 م°.

5- ألياف بولي فينيل كلورايد المكثور: ويقصد بها الألياف الناتجة عن رفع نسبة الكلور من 56.8% إلى 65% بإجراء كلورة بالحالة المعلقة أو بالمحلول عند حرارة 80-100 م° باستخدام رباعي كلور الإيتان أو كلور البنزن كمذيبات كونها تذيب البوليمير دون أن تتفاعل مع الكلور.

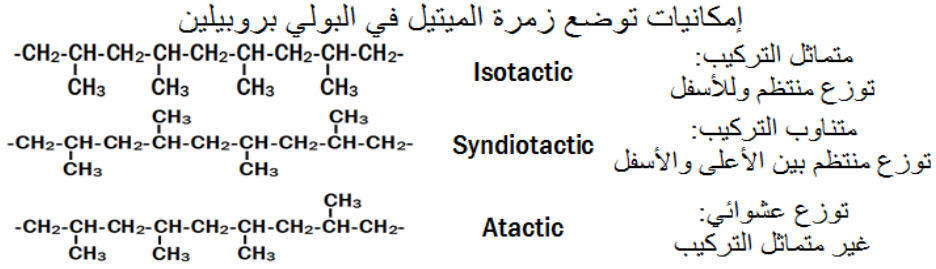
يجفف بولي فينيل كلورايد المكثور جيداً ويُذاب بالأسيتون الجاف ثم يغزل بالطريقة الرطبة بحوض محلول الأسيتون بالماء وأخيراً يتم سحبه على ثلاث مراحل، ونرى في الجدول (20) أهم خواص ألياف بولي فينيل كلورايد المعروفة باسم روقيل.

## خامساً: ألياف بولي البروبيلين

تتشكل سلسلة البولي بروبيلين من تماثر البروبيلين:



وبالتالي فإن هناك إمكانيات توضع ثلاث للزمرة -CH<sub>3</sub> فوق وتحت مستوي السلسلة:



كما نجد المناطق الفراغية Stereoblock والتي تكون عبارة عن مناطق انتقال تامة ما بين مناطق غير متماثل التركيب مع المتماثل، لذا يُمزج المتماثل مع غير المتماثل في إنتاج ألياف البولي بروبيلين بنسبة 5%.

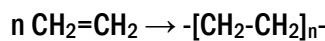
**بلمرة البروبيلين:** تتم عملية البلمرة بتقنيات عدة وبوجود وسيط، مستمرة ومنقطعة، والمتقطعة مع وبدون مذيب، ونجد من المذيبات: الهبتان، البنزن..، ومن الوسطاء نجد وسطاء زيغلر- ناتا  $\text{TiCl}_4$  or  $\text{TiCl}_3$  &  $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ ، وتلعب نسبة مزج الوسيط دورها في تعيين نسبة التبلور إذ يكون بولي البروبيلين المنتظم فراغياً على شكل بلورات صلبة، وتتراوح نسبة الوسيط عادةً بين 0.3-0.6% من وزن البوليمير، وتبدأ عملية البلمرة عادةً عند 23-30 م° وتنتهي عند 60-70 م° وتحت ضغط 4-5 جو، وتجري تحت جوٍ من الغاز الخامل للحصول على منتج نقي، ثم نخفف الضغط بوصولنا لنهاية عملية البلمرة ونرشح المذيب لنعزل 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، الديكالين... وبتركيز يصل حتى 30%، ويمكننا تبخيرها بتيار هواء ساخن بدرجة 150-200 م° 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، وبالتالي سنحتاج لتجهيزات غزل ثلاث درجات الحرارة العالية بإضافة مضخة حلزونية مسخنة حتى 230 م°، ويسحب البوليمير المغزول من 400-800% من طوله الأصلي، ومن ثم تثبت الألياف حرارياً برفع درجة حرارتها حتى 100 م° ولمدة 30 دقيقة ما يستدعي إضافة بعض مضادات الأكسدة خوفاً من تلف الألياف بالأكسجين الجوي، ونرى في الجدول (20) أهم خواص هذه الألياف المعروفة تجارياً باسم ميراكلون.

## سادساً: ألياف بولي الإيتيلين

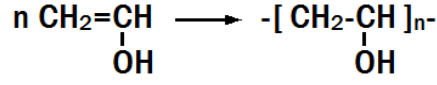
يتم تحضير هذه الألياف من تماثر الإيتيلين وفق التفاعل:



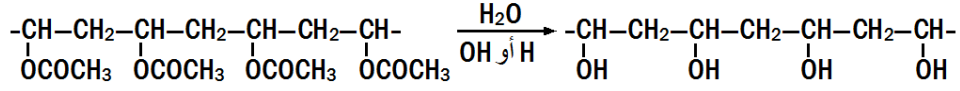
**تحضير ألياف البولي إيتيلين:** يتم تحضير ألياف بولي الإيتيلين الخطي البنية ببلمرة الإيتيلين تحت ضغط يتراوح بين 1-6 جو، وبوجود وسيط، وتغزل حببياته بطريقة مشابهة لطريقة غزل البولي بروبيلين، ونرى في الجدول (20) أهم خواص هذه الألياف التي يتم تسويقها تحت اسم كورلين.

## سابعاً: ألياف بولي فينيل الأغوال

يشتق بولي فينيل الأغوال (Poly vinyl alcohols) من الغول الفينيلي، أي من التفاعل النظري:



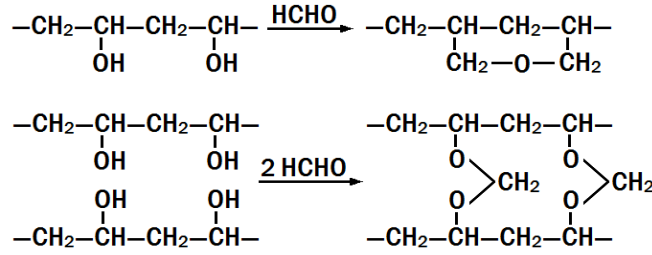
**تحضير بولي فينيل الأغوال:** يتم تحضير ألياف بولي فينيل الأغوال بحلمهة بولي فينيل أسيتات بتصبينها بوسط حمضي أو قلوي:



وتتم عملية الحلمهة في محلول الميتانول بوجود هيدروكسيد الصوديوم عند درجة حرارة 30 م° وخلال 10-15 دقيقة وبوجود هيدروكسيد الصوديوم.

ويتم غزل أليافه من المحلول المائي لحوض تخثر يحوي 0.5-2% وزناً من كبريتات الصوديوم ثم تسحب بمعدل 400-600% من طولها الأصلي.

تتم معالجة بولي فينيل الغول مع الفورم ألدهيد ثم تجفف عند 200-220 م° لربط الزمر الهيدروكسيلية في ذات السلسلة أو بين السلاسل بروابط ميتيلينية وفق التفاعل:

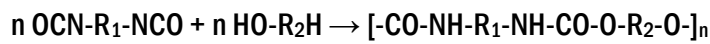


ومن الضروري أن تكون درجة أستلة الألياف بحدود 40%، ونرى في الجدول (20) أهم خواص ألياف بولي فينيل الأغوال المعروفة تجارياً باسم فينيلون.

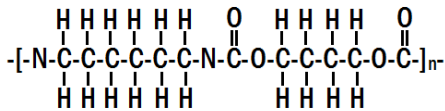
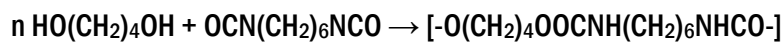
## ثامناً: ألياف بولي الأوريتان

تتميز ألياف البولي أوريتان بخواصها المطاطية المشابهة للمطاط الطبيعي أو المطاط التركيبي " البونا " في مرونتها مع مقاومة أعلى للعوامل الجوية والاحتكاك وإمكانيات سحب لألياف ناعمة جداً وهذا ما لا يمكن أن يحققه المطاط الطبيعي.

**اصطناع الألياف المطاطية:** يتم اصطناع الألياف المطاطية من البولي أوريتان بنسبة 85%، ويتم تحضير البولي أوريتان من بلمرة مونوميرين: أولهما ثنائي الوظيفة الغولية مثل 1،4- بوتان ديول، وثانيهما إيزو سيانات مثل سداسي إيزو سيانات:



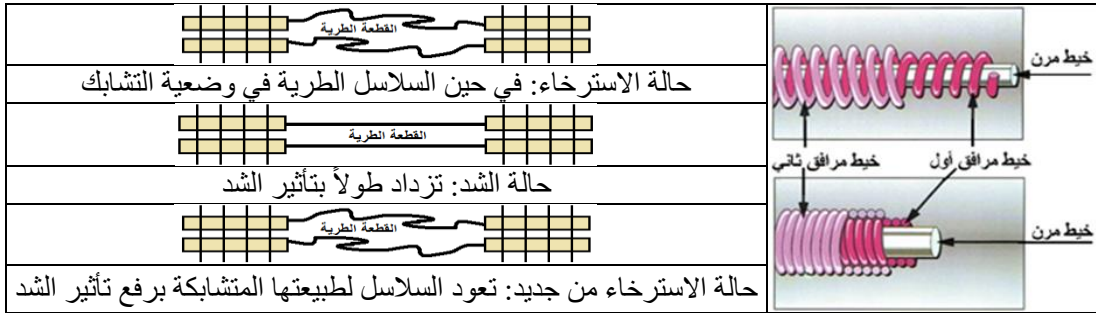
أو



أو بولي بوتيلين غليكول ثنائي إيزو سيانات :



ويتم تفاعل التكتاف إما في الصهارة أو بالمحلات كأحادي كلور البنزن عند الدرجة 200م، ومن ثم يغزل من الصهارة ويسحب على البارد. وتتميز ألياف الالايكرا بمرونتها (لوجود ذرة أكسجين في السلسلة) وقابليتها للامتطاط عند تعرضها لإجهاد الشد وعودتها لأصلها عند رفع الإجهاد المطبق كما يبين الشكل (30):

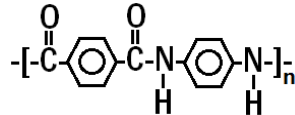


الشكل 30: وضعيات امتطاط ألياف الالايكرا

ونرى في الجدول (20) أهم خواص ألياف البولي أوريتان المعروفة باسم الالايكرا.

### تاسعاً: الأراميد " الكيفلار " Kevlar Aramid fibres

الأراميد أو الكيفلار هو الاسم الصناعي لمادة أكتشفها ستيفاني كاوليك عام 1965م من فحوم هيدروجينية تركيبية، وتعتمد سلسلتها على الترابط القوي بين حلقات ذرات الكربون، ويتم تحضيرها من تفاعل ثنائي الأمينات مع ثنائي الحموض الكربوكسيلية أو مع اللاكتامات لتكوين مجموعة أميدية، وبالتالي تكون على شكل سلاسل بوليميرية طويلة من Para Phenylene Terephthal Amide: PPTA على شكل هيكل يتكون من جزيئات صلبة نسبياً غالباً ما تميل لمستوى شكل صفائح هياكل شبيهة نوعاً ما بالبروتين مثل الحرير، فإذا كانت المجموعات R & R' أليفاتية أو حلقية أو مزائج تحتوي على أكثر من 80% وزناً من الوحدات المتكررة تكون مجموعات عطرية فإنه يطلق على هذه الألياف الأراميد:



ومن أهم خواص الأراميد الفيزيائية خفة وزنه ومثابته التي تعادل نحو خمسة أضعاف الفولاذ، وتزيد مقاومتها عن الفولاذ على الشد بنحو العشرين مرة، ويطلق عليها اسم Super fibers، وتبلغ كثافتها النسبية 1.44 غ/سم<sup>2</sup>. كما يتمتع بوليمر الأراميد بمقاومة عالية جداً لدرجات الحرارة العالية، وتحافظ بقوتها ومرونتها في عند تبريدها لدرجات حرارة منخفضة دون 196 م. علاوة عن مقاومتها للصدأ بالمقارنة مع الفولاذ. ومن أهم استخداماته دخوله في الصناعات البلاستيكية لتعزيز هياكل القوارب والطائرات والدراجات، والصناعات العسكرية الخاصة، وتبطين السفن من مخاطر الشظايا، والعزل ضد النبضات الكهرومغناطيسية التي تسببها الانفجارات النووية وتمتص الصوت والصدمة. كما تستخدم بشكل واسع في مجال صناعة الدروع الواقية بدلاً عن الحديدية الثقيلة الوزن كونها مصفوفة بشكل متعكس أو متصالب فإن الصدمة ستنتفخ 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 رصاصة من الدخول، وتستخدم في الإنشاءات الهندسة 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.

الجدول 20

خواص بعض الخيوط التركيبية: " عن الألياف النسيجية والصباغة، د. منجد، د. هاشم – جامعة دمشق "									
بولي أوريشان Lycra	بولي فينيل الأغوال Vinyon	بولي اينيلين Courlene	بولي بروبيلين Meracron	بولي فينيل كلورايد Rhovyl	الاكربليك Orlon	بولي أميد ٦٦	بولي أميد ٦	بولي استر Terylen	الخيوط والخواص
٠,٢٨	٢,٢-١,٣٤	١,٣٦-٠,٤	٢,٩٤-٢,٥	١,٣٥-١,٢	١-٠,٨٦ ٠,٨٥-٠,٧	٢ ٤-٣,٦	٢,٢٥-١,٨ ٢-١,٥	٢٢,٥-١٨ ٢٠-١٥	جاف: كغ/دننير مبلول: كغ/م <sup>٢</sup>
	٢٦-١٥	٤٠-٢٠	٢٦-٢٠	٢٣	٢٥	٤٠-٢٥ ٥٠-٣٠	٣٢-٢٤ ٣٧-٢٨	٣٠-١٥	جاف مبلول
	٢٧-١٦			٥٥,١٠	٦١,٣٠-٦٠	٤٢,٣٠-٣٣	-٣٣,٣٣ ٤٢,٣٠	٥٤٨-٤٠	زاوية الالتواء الحرجة
١,٢١	١,٣-١,٢٦	٠,٩٢		١,٤	١,١٧	١,١٤		١,٣٨	الوزن النوعي: كغ/م <sup>٣</sup>
١,٣		٠	٠,٠٥		١,٥	٤,١ ٤,٥	٥-٤ ٧,٥-٥	٠,٤	الرطوبة القياسية العادية
			٠,٤٦	٠,٢٥		٠,٣٤٥	٠,٤	٠,٣٢	الحرارة النوعية: حريرة/ع/م <sup>٥</sup>
			٠,٠٠٠٢١	٠,٠٠٠٣٩		٠,٠٠٠٥٩	٠,٠٠٠١٧	٠,٠٠٠٢	النقلية الكهربائية: حريرة/ع/سم/م <sup>٥</sup>
			٢,١		٦,٥	٤	٤,٦-٣,٥	٣,١٧	ثابت العزل الكهربائي
				٢٥٠	٢٠٠٠-١٠٠٠	١٠٠-٥٠	٢٠٠-١٠٠	١٥٠-١٠٠	درجة التماثر
أبيض إلى شفاف	أبيض	أبيض	أبيض	أبيض	أبيض إلى أصفر فاتح	أبيض	أبيض	أبيض	اللون

## أنواع الخيوط والنسيج

**1- تعريف:** الخيوط والنسيج مواد ذات أطوال وعروض وثخانات محددة، تنتج عن عمليات الغزل والحياكة، ويمكن أن تكون الألياف على شكل شعيرات مستمرة أو مغزولة، ويجب أن تتوفر فيها بعض المواصفات كي تكون قابلة للغزل، مثل: الطول، المتانة، المرونة، الرطوبة... إلخ.

### 2- الصفات الواجب توفرها في الخيوط والألياف النسيجية:

**1-2- الطول:** تعتبر من أهم الخواص التي تحدد مدى صلاحية الشعيرات، ويوجد نوعان من الألياف:

1. شعيرات مستمرة مثل الخيوط الصناعية والتركيبية والحريير الطبيعي.
2. شعيرات متقطعة مغزولة كما هو حال القطن والصوف وبعض الغزول الصناعية والتركيبية (خيوط السبن للتركيبية، والشاب للفيسكوز).

**2-2- المتانة:** يتوجب أن تتمتع الألياف بمتانة كافية لتتحمل التأثيرات الميكانيكية المطبقة عليها، ابتداءً من عمليات التحضير الأولية، وانتهاءً بعمليات التجهيز النهائي من شدٍ وضغطٍ واحتكاكٍ والتواءٍ وتبييضٍ وصباغةٍ وطباعةٍ... إلخ، بحيث لا تفقد الكثير من متانتها.

**2-3- المرونة:** تمنح هذا الخاصة الألياف النسيجية المقاومة لتغير شكلها دون انقطاع عند تعرضها لتأثيرات ميكانيكية بحيث تعود لشكلها الأصلي بإزالة هذه المؤثرات.

**2-4- 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، اللمعان، اللون، تأثير المواد الكيميائية وقابلية الصباغة.

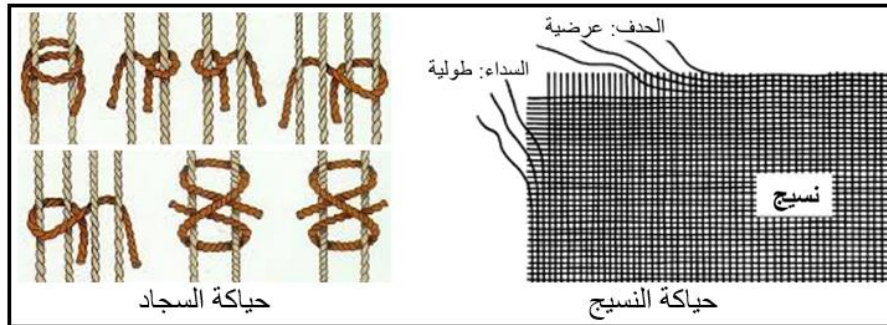
### 3- الألياف النسيجية النباتية: وزعت بحسب بنيتها ووظيفتها التشريحية إلى:

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

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

### 3- أنواع أو أنماط حياكة الأقمشة:

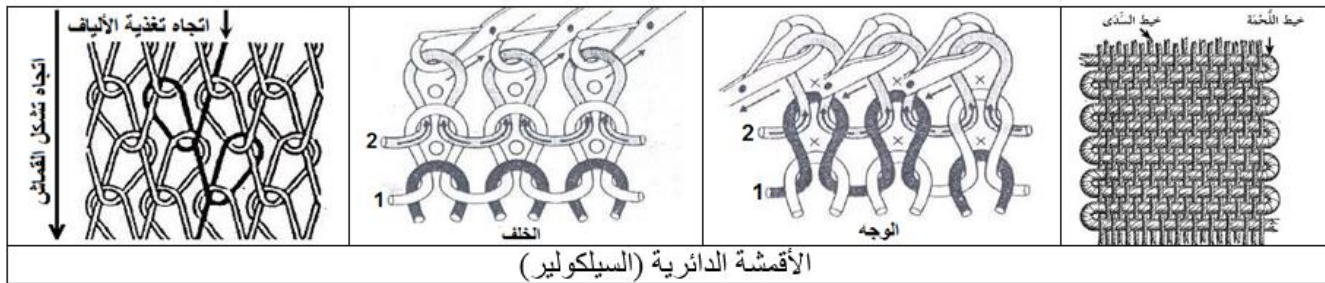
**1-3- النسيج:** تتم عملية النسيج عادة من استخدام نوع أو أكثر من الخيوط التي تتشابك مع بعضها بزوايا قائمة ووفق تصميم معين، وتتم عملية النسيج عادةً بتشبيك السداء أو الخيوط الطولية الموازية للحاشية مع الحذف (اللحمة)، وهو الخيوط العرضانية من الحاشية للحاشية، ويتم التحكم بمواصفات النسيج من اختيار نمرة ونوعية الخيوط الداخلة بتركيب السداء أو الحذف:



الشكل 31: حياكة نسيج

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

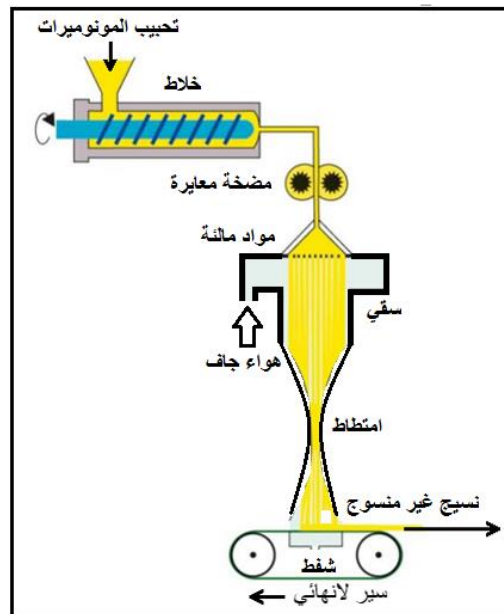
- أ- الحاشية العادية: نفس النسيج العادي ولكنها من خيوط سميكة.
  - ب- الحاشية الشريطية: تستخدم مع الأقمشة الخفيفة لمنع تمزقها وحمايتها، وتكون أعرض من العادية.
  - ج- حاشية الفصل: تستخدم عند حياكة قماش بعرض أكثر من المطلوب.
- أما عن أنواع النسيج، فنجد:
- أ- النسيج العادي: السادة، المبردة، الأطلس.
  - ب- 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 يمنةً أو يسرةً مشكلةً ثقباً بحيث تلتف خيوط السداء حول بعضها بشكلٍ متوازٍ، ويمر خيط الحدف من أسفل السداء على اليمين (البلوزات).
- 3-2- الأقمشة الدائرية (السيكولير):** وتتم حياكتها عادةً من خيط واحد، يتداخل مع بعضه على شكل حلقات دون الحاجة للتشابك.



الأقمشة الدائرية (السيكولير)

الشكل 32: حياكة تريكو

**3-3- الأقمشة غير المنسوجة:** ونجد منها الجوخ واللباد حيث لا توجد عمليات حياكة، وإنما تتم عملية ربط الشعيرات إلى بعضها البعض 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 (33):



الشكل 33: تقنية إنتاج النسيج غير المنسوج

## البحث الخامس

### تنمير الألياف

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

**1- النمر القديمة للألياف:** عُرفت سابقاً نمرتان أساسيتان:

1-1- النمرة المترية  $N_m$ : وتساوي الطول: متر / الوزن: غرام.

1-2- النمرة الانكليزية  $N_e$ : وتساوي الطول: يارد / الوزن: ليبرة.

وتعرف النمرة الانكليزية منسوبة للاشلة على أنها: عدد الألياف المصفوفة بجانب بعضها البعض وبشكل متوازي مستطيلات لطول انش واحد، أي أن:

$$\text{النمرة الانكليزية } N_e = \text{ل} \text{ انش أو } 25.4 \text{ مم} / \text{ نصف قطر الخيط : مم}$$

**2- النمر الحديثة للألياف:** تقسم نمر الغزل بطريقتين: وزنية وطولية:

2-1- الطريقة الوزنية:

2-1-1- التمسك: يتميز هذا النظام بمضاعفاته وأجزائه على الشكل:

التمسك  $Tex$ : وهي الوحدة الأساسية، ويساوي غرام واحد من المادة لطول 1000 م، ويستعمل مع الألياف المفردة والمزدوجة القطنية والصوفية.

الميلي تمسك  $m.Tex$ : ميلي غرام لطول 1000 م، ويستعمل للألياف الحريرية الناعمة جداً.

الديمي تمسك  $D.Tex$ : غرام لطول 10.000 م، ويستعمل مع الألياف الرفيعة كالحرير والألياف الكيماوية.

الكيلوتمسك  $K.Tex$ : كيلو غرام واحد لطول 1000 م، ويستعمل لأشرطة الكرد والسحب.

$$\text{الكيلو تمسك } K.Tex = 1 \text{ كيلو غرام} / 1 \text{ كيلو متر}$$

2-1-2- التيتير  $Titer$ : يستخدم نظام التنمير العالمي هذا للألياف الدقيقة جداً وخاصة في مجال الألياف التركيبية

حتى غدت مصطلحاً دولياً، ويطلق عليها أيضاً اسماً الدينير  $Denier$  والدينية  $Denye$ ، ويعرف التيتير على أنه وزن غرام واحد بطول 9000 متر.

$$\text{الدينير} = \text{الدينية} = \text{التيتير} = 1 \text{ غرام} / 9000 \text{ متر}$$

ونجد من مشتقات هذه النمرة:

اسكتش تيتير  $T_s = \text{Iscotch Titer}$ : وتستعمل للألياف المعدنية الدقيقة جداً واستعمالاتها محدودة وقليلة، وتعرف على أنها وزن ليبرة واحدة لطول 14.400 يارد:

$$\text{اسكتش تيتير } T_s = 1 \text{ ليبرة} / 14.400 \text{ يارد} = 453.6 \text{ غرام} / 13.167 \text{ متر}$$

2-2- الطريقة الطولية  $N_m$ : وتشمل كما ذكرنا النمر المترية والانكليزية والفرنسية والأمريكية.

2-2-1- النمرة المترية: وهي النمرة التي يُنسب من خلالها طول: الكيلومتر، المتر، الميلمي متر إلى الكيلو غرام، الغرام، الميلمي غرام على الترتيب، وأكثر ما يشيع استخدامه في الغزول القطنية الصوفية والكتانية لسهولة تحويل وحداته وتقسيماتها:

الوحدة المترية  $N_m = 1 \text{ كم} / 1 \text{ م} = 1 \text{ غ} / 1 \text{ ملم} = 1 \text{ مغ}$

2-2-2- النمرة الانكليزية: وهي نسبة الطول للوزن، وتتميز بتنوع وحداتها بتنوع مادة الألياف، ويرمز لها بـ  $N_m$  مع إضافة حرف آخر للدلالة على المادة الأولية للألياف:  
 أ- نمرة الألياف القطنية  $N_{eb}$ : وهي نسبة طول 840 يارد لوزن ليبرة واحدة:

الوحدة الألياف القطنية  $N_{eb} = 840 \text{ يارد} / 1 \text{ ليبرة} = 780 \text{ متر} / 453.6 \text{ غرام}$

ب- نمرة الألياف الصوفية  $N_{ew}$ : وهي نسبة 256 يارد لوزن ليبرة واحدة:

الوحدة الألياف الصوفية  $N_{ew} = 256 \text{ يارد} / 1 \text{ ليبرة} = 234 \text{ متر} / 453.6 \text{ غرام}$

ج- نمرة الألياف الصوفية الرفيعة  $N_{ek}$ : وهي نسبة طول 650 يارد لوزن ليبرة واحدة:

الوحدة الألياف الصوفية الرفيعة  $N_{ek} = 650 \text{ يارد} / 1 \text{ ليبرة} = 512 \text{ متر} / 453.6 \text{ غرام}$

د- نمرة الألياف والألياف التركيبية  $N_{el}$ : وهي نسبة 300 يارد لوزن ليبرة واحدة:

الوحدة الألياف والألياف التركيبية  $N_{el} = 300 \text{ يارد} / 1 \text{ ليبرة} = 274 \text{ متر} / 453.6 \text{ غرام}$

2-2-3- النمرة الفرنسية  $N_f$ : وهي نسبة طول 1000 متر لوزن 500 غرام، وتستعمل للألياف القطنية:

النمرة الفرنسية  $N_f = 1000 \text{ متر} / 500 \text{ غرام}$

2-2-4- النمرة الأمريكية  $N_a$ : وهي نسبة طول 100 يارد لوزن ليبرة واحدة، وتستعمل للألياف المعدنية والأسبست والزجاج وغيرها:

النمرة الأمريكية  $N_a = 100 \text{ يارد} / 1 \text{ ليبرة} = 91.4 \text{ متر} / 453.6 \text{ غرام}$

#### الجدول 21

الوحدات العالمية المعتمدة لتنمير الألياف الطبيعية والألياف الصناعية				النمر القديمة
المترية $N_m$ : الطول " متر " / الوزن " غرام "		الانكليزية $N_e$ : الطول " يارد " / الوزن " ليبرة "		
1 ملغ / 1000 م	ميلي تكس	1 غ / 1000 م	التكس Tex	الوزنية
1 غ / 10.000 م	ديمي تكس			
1 كغ / 1000 م	كيلو تكس			
1 ليبرة / 14.400 يارد	اسكتش تيتير Iscotch Titer: $T_e$	1 غ / 9000 م	Titer	الطولية
			Denye	
			Denier	
1 كم / 1 كغ أو 1 م / 1 غ أو 1 ملم / 1 ملغ			$N_m$ المترية	النمر الحديثة
840 يارد / 1 ليبرة أو 780 متر / 453.6 غرام	$N_{eb}$ القطنية	$N_e$ الانكليزية		
256 يارد / 1 ليبرة أو 234 متر / 453.6 غرام	$N_{ew}$ الصوفية			
650 يارد / 1 ليبرة أو 512 متر / 453.6 غرام	$N_{ek}$ الصوفية الرفيعة			
300 يارد / 1 ليبرة أو 2740 متر / 453.6 غرام	$N_{el}$ الصناعية			
1000 م / 500 غ			$N_f$ الفرنسية	
100 يارد / 1 ليبرة أو 91.4 متر / 453.6 غرام			$N_a$ الأمريكية	

الجدول 22: تحويلات نمرة التكنس

جدول تحويل نمرة التكنس TEX : مقدره بالغرام / كيلومتر								
Decitex	Denier	Jute	Linen WET SPUN	Metric	Worsted	Woollen "YSW "	English Coton	TEX
ديسي تكنس	دنية	جوت	كتان	المتريه	غزل صوفي	الصوفية	قطن انكليزية	تكنس
10								1.0
15	13.5							1.5
20	18							2
30	27						196	3
40	36			250			147	4
50	45			200			117	5
60	54			165			98	6
70	62			145			84	7
80	72			125			74	8
100	90			100	88		58	10
150	135		110	67	59		39	15
200	179		83	50	45	97	29.5	20
500	455		19.8	17.5	38.5	11.6	11.7	50
600	541		27.2	18.5	14.6	32	9.8	60
700	640		23.4	14.1	12.5	27.5	8.4	70
800	720		20.6	12.5	12	24	7.4	80
900	820		18.2	11	9.8	21.4	6.5	90
1000	910		16.4	10	8.8	19.3	5.8	100
2000	1800	5.8	8.2	5	4.4	9.6	2.9	200
3000	2700	8.6	5.5	3.3	2093	6.42	1.95	300
4000	3600	11.5	4.2	2.5	2.2	4.85	1.46	400
5000	4500	14.5		2	1.75	3.85	1.17	500
6000	5400	17		1.67	1.47	3.22	0.98	600
8000	7200	23		1.25	1.1	2.4	0.74	800
9000	8500	25.8		1.12		2.15	0.66	900
10.000	9000	28.5		1				1000

الجدول 23: تحويلات النمرة المترية

جدول تحويل النمرة المترية METRIC : مقدره بكيلو غرام / كيلومتر								
Decitex	Denier	Jute	Linen WET SPUN	Worsted	Woollen "YSW "	English Coton	Tex	METRIC
ديسي تكنس	دنية	جوت	كتان	غزل صوفي	الصوفية	قطن انكليزية	تكنس	المتريه
10.000	9000	29					1000	1
2000	1800	5.75	8.3	4.4	9.7	2.94	200	5
1670	1500	4.8	9.9	5.6	12	3.5	167	6
1440	1280	4.1	11.5	6.2	13.5	4.2	144	7
1250	1125	3.56	13.2	7.1	15.6	4.75	125	8
1120	1000	3.2	14.8	8	17.4	5.3	112	9
1000	900		16.5	8.8	19.3	5.82	100	10
670	600		24.5	13.2	29	8.8	67	15
500	450		33	17.6	29	11.7	50	20
200	180		83	44	97	29.5	20	50
166	150		100	53		35.4	16.6	60
144	128		115	62		41	14.4	70
125	112		132	71		47	12.5	80
110	100		150	80		53	11	90
100	90			88		59	10	100
50	45					117	5	200
33	30					176	3.3	300

الجدول 24: تحويلات نمرة الدنيير

جدول تحويل نمرة الدنيير DENIER : مقطرة بـ ٩٠٠٠ متر								
Decitex	Jute	Linen WET SPUN	Metric	Worsted	Woollen " YSW "	English Cotton	Tex	DENIER
ديسي تكس	جوت	كتان	المتريّة	غزل صوفي	الصوفية	قطن انكليزية	تكس	دنيير
11							1.1	10
16.5							1.65	15
22							2.2	20
56			180			105	5.6	50
112		150	90			53	11.2	100
220		74	45		87	26.5	22	200
335		49	30		58	17.5	33.5	300
440		37	22.5		44	13.3	44	400
560		29.5	18		35	10.5	56	500
670		21.5	15		29	8.8	67	600
780		21	12.8	400	25	7.6	78	700
900		18.5	11.2	350	22	6.6	89	800
1000		16.4	10	310	19.5	5.9	100	900
1100	3.15	15	9	280	17.5	5.4	110	1000
1650	4.75	10	6	186	11.6	3.55	165	1500
2200	6.4	7.4	4.5	140	8.7	2.65	320	2000
3350	9.5	5.1	3	92	5.8	1.76	335	3000
4500	12.6		2.25	70	4.4	1.34	450	4000
5500	15.8		1.8	56	3.5	1.06	550	5000
6600	19		1.5	46.5	2.9	0.9	660	6000
7800	22		1.3	40	2.5	0.76	780	7000
8800	25.5		1.12		2.2	0.66	880	8000
10.000			1				1000	9000



الشكل 34: جهاز قياس نمرة الألياف



## تحليل الألياف

**المقدمة:** يعتبر تحليل الألياف واحداً من أهم العلوم التي يتوجب أن يتمكن منها العاملون في حقل النسيج والصبغة، 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 في معظم أنواع الأصبغة مسببةً خللاً في نسب الأصبغة الموضوعية، ويذوب الصوف الممزوج مع القطن في حمامات الأصبغة الفعالة التي تستوجب إضافة هيدروكسيد أو كربونات الصوديوم، وتنصهر ألياف الاكريليك عند التحضير بدرجات الحرارة العالية الجافة.

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

**1- طريقة الحرق:** تتباين مظاهر عملية الحرق بين أنواع الألياف في اشتعالها وتميعها وشكل اللهب والرائحة ومخلفات الاحتراق كما هو واضح في الجدول (25):

الجدول 25

مظاهر حرق اهم الألياف والخيوط (عن المشروع 1: الدكتور أحمد الشلاح وزملاؤه بجامعة دمشق)				
النوع	مظاهر الحرق			
قطن، قطن مؤستل، فيسكوز، ألياف نباتية، كتان، حرير النحاس النشادرى	اشتعال برائحة الورق ودون كرات			
صوف، حرير طبيعى	اشتعال برائحة الشعر ودون كرات			
حرير مُحمل	اشتعال برائحة الشعر مخلفاً هيكلًا من الرماد			
احتراق الأسيئات	اشتعال برائحة الخل مع تشكيل كرات سهلة السحق بالأصابع وتنكمش من اللهب			
ألجينات	يحترق تاركاً هيكلًا من رماد أكسيد الكالسيوم الأبيض			
بولي أميد، بوليستر	يشتعل مشكلاً كرات قاسية، صعبة السحق بالأصابع، وتنكمش من اللهب			
بولي فينيل كلورايد	ينصهر دون أن يلتهب			
بولي أكريلو نتريل	يشتعل مشكلاً كرات سوداء، سهلة السحق بالأصابع، وتنكمش من اللهب			
عن الاختبارات النسيجية للدكتور كميليو مقدسي				
النوع	المظهر	اللهبة	الرائحة	المخلفات
سيليلوز طبيعى	يشتعل	بارقة	احتراق الورق	رماد أبيض
صوف، حرير طبيعى	يشتعل	متطايرة	احتراق العظم	حببيبات سوداء مسامية
حرير مُحمل	يشتعل	متطايرة	احتراق العظم	هيكل من الرماد
أسيئات	يشتعل	بارقة تطفئ	حمضية مخرشة	حببيبة مسامية
ألجينات	يتميع	بارقة تطفئ	احتراق الورق	هيكل أبيض من الرماد
بولي أميد	يشتعل	بارقة تطفئ	احتراق السكر	كرة بيضاء
بوليستر	يتميع	قصيرة مشحورة	احتراق السكر	كرة بيضاء
بولي فينيل كلورايد	يتميع	مشحورة تطفئ	مخرشة	حببيبة سوداء قاسية
بولي فينيلدين كلوريد: ساران	يتميع	بارقة تطفئ، لا تشحور	مخرشة	حببيبة سوداء قاسية
بولي أكريلو نتريل	يتميع	مشحورة لا تنطفئ	احتراق السكر	حببيبة سوداء قاسية
بولي فينيل أسيئات	يتميع	قصيرة بارقة، لا تشحور، لا تطفئ	احتراق السكر	كرة بيضاء
بولي الاينيلين	يتميع	قصيرة، تشحور، لا تنطفئ	احتراق الشمع	كرة زجاجية صافية
بولي رباعي فلور الكربون	يتميع	قصيرة، بارقة، لا تنطفئ	مخرشة	-

**2- اختبار التلطخ أو الصباغة بأصبغة الاختبار:** ينجح هذا الاختبار مع العينات البيضاء أو الفاتحة، ويتم الاختبار

بإحدى المجموعات الصباغية المعروفة تجارياً بأسماء مثل: Karminazurol, Neocarmn W, MS, Shiralastain A, D, E، ويُستحسن أولاً تنظيف العينة بغسلها بالإيتر أو رباعي كلور الكربون.

وكمثال تطبيقي نأخذ بصبغة Shir-A 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 (26):

الجدول 26

نتائج اختبارات التلطيخ (التبقيع) بحسب صبغة الاختبار Shir-1			
النوع	اللون	النوع	اللون
ألياف برويتينية مجددة، كازنين، أو أنواع برويتينية	أصفر برتقالي	بولي فينيل كلورايد، بولي فينيلين 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 نحاسي فاتح إلى بني	أصفر
أستات السيليلوز	أخضر مصفر	حرير مُحَمَّل (بحسب التحميل)	كريم إلى أصفر
حرير طبيعي وبعض الألياف النباتية	بني	فيسكوز	أزرق محمر
الجينات	قرنفلي مصفر	حرير النحاس النشادري	أزرق فاتح
حرير خام	بني غامق جداً	اكريليك	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			

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

**3- طريقة التقطير الجاف:** توضع العينة في أنبوب اختبار جاف وتسخن بحذر، وتوضع على فتحة الأنبوب ورقة عباد الشمس أو ورقة خلات الرصاص ونراقب تغير اللون بحسب الجدول (27):

الجدول 27

تحليل الألياف بطريقة التقطير الجاف	
الملاحظ	النوع
أبخرة حمضية	سيليلوز طبيعي، ثنائي وثلاثي الأستات، بولي فينيل كلوريد الأغوال، بولي إيتيلين، بعض أنواع الاكريليك الحمضية، الجينات، بوليستر
انقلاب لون ورق عباد الشمس من أزرق إلى أحمر	صوف، حرير طبيعي، ألياف برويتينية، بولي أميد، بعض أنواع الاكريليك القلووية
أبخرة قلووية	انقلاب لون ورق عباد الشمس من أحمر إلى أزرق
اسوداد خلات الرصاص	صوف، ألياف برويتينية
يشترط لصحة النتائج أن تكون العينة نظيفة ومن مادة وحيدة	

**5- طريقة درجة التميع:** تستخدم هذه الطريقة عادةً مع الألياف التركيبية التي لها نقطة تميع، وتستلزم مجهراً وحامل عينة وميزان حرارة دقيق، وتعتمد على كسر العينة للضوء المستقطب عند تمييعها، وهذا ما يساعدنا على تعيين نقطة التمييع عندما يجهز المجهر بضوء مستقطب، ونرى في الجدول (28) درجات حرارة تمييع بعض الألياف التركيبية:

الجدول 28

درجات حرارة تمييع بعض الخيوط التركيبية			
درجة التمييع المئوية	الخيوط	درجة التمييع المئوية	الخيوط
٢٣٧	بولي استر Vyeron	٢٤٥,٥	بولي أميد ٣
٢٢٩	بولي استر Grilene	٢١٥	بولي أميد ٦ (برلون)
٢٨٢	بولي استر Kodel	٢٥٠	بولي أميد ٦٦ (نايلون)
١٦٥-١٥٥	بولي بروبيلين	١٨٥-١٨٠	بولي أميد ١١ : Rilsan
١١٠-١٠٥	بولي إيتيلين ضغط عالي	١٧٥-١٧٢	بولي أميد ١٢
١٣٥-١٢٥	بولي إيتيلين ضغط منخفض	٢٥٥	بولي استر عادي: ديولين ، ترفيرا

**6- اختبار الفحص المجهر:**

أ- الاختبار الطولي: تؤخذ مجموعة ألياف وترصف بشكل طولي أمام بعضها دون تقاطع، وتكبر 300 مرة ونقارنها مع المعطيات التالية:

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

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، وتتميز الألياف من خلال مشهد المقطع المبين في الجدول (29):

الجدول 29: اختبار الفحص المجهرى والميكروتوم

النوع	المقطع
زجاج، نايلون، حرير النحاس النشادري، تفلون، اكريليك (كرسلان)، بوليستر (تيرلين وداكرون)	مدور أو حلقي
ألياف بروتينية مجددة مثل الكازين	مدور مع تنقير
صوف	مدور اهليلجي
فيسكوز	تسنن حاد
ألجينات	تسنن غير منتظم
فئنون N (كوبوليمير من كلور فينيل مع الأكريلونتريل)، فيريل (اكريليك معدل ومثبت)، دينيل (كوبوليمير من كلور فينيل مع الأكريلونتريل المثبت)، بولي كلور الفينيلدين (ساران)	كرتين مرتبطين ببعضهما
أسينات السيلولوز	مدورة تقريباً
حرير طبيعي، أنترون (بولي أميد 6)	ثنائي أو ثلاثي أو رباعي الفصوص
قطن	مثلثي مع زوايا مدورة
بولي فينيل الأغوال (فينيلون)، بولي فينيلدين ثنائي سيانيد مثبت	أنبوبي ملتف
	كلوي الشكل

7- طريقة المذيبات: تقوم هذه الطريقة على قابلية بعض الألياف والألياف الصناعية والتركيبية للذوبان أو التخراب في كاشف كيمائي بشروط محددة دون بعضها الآخر كما نجد في الجدول (30):

الجدول 30

قابلية بعض الألياف الطبيعية والخيوط الصناعية والتركيبية للذوبان	
سيلولوز طبيعي ومجدد، حرير طبيعي مجدّد، ألجينات، أسينات ٣/٢,٥، بولي أميد ١١/٦٦/٦	حمض الكبريت المركز البارد
ينيب جميع الألياف والخيوط باستثناء: بولي الإيثيلين، بولي رباعي فلور الإيثيلين	حمض الكبريت المركز الساخن
أسينات ٢,٥، بولي الأميد ٦٦/٦، بولي فينيل الغول	حمض كلور الماء البارد
حرير طبيعي مجدّد، أسينات ٣/ ٢,٥، بولي الأميد ٦٦/٦، بولي فينيل الغول	حمض كلور الماء الساخن
أسينات ٣/ ٢,٥، بولي الأميد ٦٦/٦، بولي فينيل الغول	حمض الأزوت المركز البارد
أسينات ٢,٥	حمض الخل الثلجي البارد
أسينات ٣/ ٢,٥، بولي الأميد ١١، بولي الأوريتان	حمض الخل الثلجي الساخن
أسينات ٢,٥، بولي الأميد ٦٦/٦، بولي فينيل الغول	حمض النمل المركز البارد
أسينات ٣/ ٢,٥، بولي الأميد ٦٦/٦، بولي فينيل الغول، بولي الأوريتان	حمض النمل المركز الساخن
أسينات ٢,٥، بولي الأميد ٦٦/٦	الأسيتون البارد
أسينات ٢,٥	الأسيتون الساخن
أسينات ٣	ثنائي كلور الميثان البارد
أسينات ٣، بولي فينيل الغول	ثنائي كلور الميثان الساخن
بولي الإيثيلين	رابع كلور الكربون الساخن
أسينات ٣	الكوروفورم البارد
أسينات ٣	الكوروفورم الساخن
بولي الإيثيلين	البنزول الساخن
بولي فينيلدين كلورايد، بولي إيثيلين، بولي بروبيلين	التولول الساخن
بولي فينيلدين كلورايد، بولي إيثيلين، بولي بروبيلين	الكسولول الساخن
بولي فينيل كلورايد، بولي فينيلدين كلورايد، بولي إيثيلين، بولي بروبيلين	أحادي كلور البنزول الساخن
بولي أميد ١١، بولي استر، بولي فينيل كلورايد، بولي فينيلدين كلورايد، بولي إيثيلين، بولي بروبيلين، بولي الأوريتان	أورتو ثنائي البنزول الساخن

## أولاً: اختبارات الألياف وجودتها

### أولاً: خواص الألياف القطنية:

- 1- تعريف: الليفة كل شعيرة تحمل خواص الليونة والطراوة والدقة والطول والاستطالة وقابلية اللف والانحناء.
- 2- فرز وتصنيف القطن: يتم تداول الخامات القطنية تجارياً وفق درجات تقييم خاصة، ونرى في الجدول (31) الدرجات الرئيسية للألياف القطنية مرتبة ترتيباً تنازلياً من الأفضل للأسوأ:

الجدول (31)

الدرجات الرئيسية للألياف القطنية مرتبة ترتيباً تنازلياً من الأفضل للأسوأ						
6	5	4	3	2	1	الجودة
عادية	عادية كاملة	أقل من المتوسط	تحت الوسط كاملة	متوسطة	متوسطة كاملة	التصنيف

3- طول تيلة القطن: لطول تيلة القطن أهمية بالغة، لأن الألياف ولنفس الجوزة قد تتباين عن بعضها البعض في طول ونعومة التيلة، فكل طول تيلة استثمار أمثل، فالتيلة الطويلة تلائم الأقمشة الناعمة كونها تمكننا من الوصول لغزولٍ دقيقة، أما التيلة القصيرة الخشنة فلها مكانتها الهامة في مجالاتٍ أخرى.

3-1- طرائق تعيين طول التيلة: يمكننا تعيينها من الجوزة مباشرةً أو من القطن المحلوج:

3-1-1- 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.

3-1-2- 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 وتصف بشكل خط بياني على لوحة مخملية غامقة اللون فنحصل على خط بياني يبين طول التيلة.

4- تعيين رتب القطن: تم تصنيف القطن بين خمس رتب أساسية وهي: إكس، زيرو، واحد، اثنان، ثلاثة، وقسمت كل رتبة من هذه الرتب الأساسية لأنصاف وأرباع، ورُقمت الرتب الكاملة وأنصافها بأرقام عشرية متسلسلة ابتداءً من الرقم (10-20-30-40-50-60-70)، أما أرباع الرتب فيعبر عنها بالحرف (م) إلى جانب الرقم، أي تقل بحدود ربع رتبة.

ويتألف مقياس تصنيف القطن السوري بحسب الجدول (32) من خمسة رتب أساسية:

الجدول (32)

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 تعيين اللون على مدى خبرة العامل القائم على عملية الفرز، ما بين أبيض وأبيض كريمي إلى أبيض رمادي، ومحتواه من التبقيع، إذ تدخل نسبة التبقيع في تقييم الرتب كما في الجدول (33):

الجدول (33)

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 (34):

الجدول (34)

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

5- **تيلة القطن**: تصنف الأقطان السورية بين الأقطان متوسطة التيلة، وجرى ترقيمها بأرقام أحادية متسلسلة (1-6) بحسب تسلسل أطوالها، وتعطى نتيجة الفرز على خانيتين: أحاد وعشرات، إذ يدل رقم الأحاد على طول التيلة، ورقم العشرات على رتبة القطن، فنجد مثلاً أن الرتبة (13) تعني تيلة (3) ورتبة (10).

6- **قشرة القطن**: يمكننا إعطاء نسب مئوية تقريبية للقشرة للرتب الأساسية بحسب الجدول (35):

الجدول (35)

النسب المئوية التقريبية لقشرة الرتب الأساسية				
الرتبة	صفر "زيرو"	واحد	اثنان	ثلاثة
التقييم	% 6-1	% 10-7	% 15-11	% 20-16

7- **الشوائب النباتية**: وهي بقايا النبات أثناء عملية القطف، وتقل نسبة الشوائب بالرتب العليا وتزداد مع انخفاضها.

8- **تعيين نعومة الألياف ودقتها**: ويتم تعيينها بطرائق رئيسية 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 100 ليفة تتبعها عينات أخرى بنفس الطريقة فنحصل على فكرة عن مدى نعومتها من فرق الأوزان بحسب الجدول (36):

الجدول 36

نعومة الألياف بدلالة طريقة وزن 100 ليفة					
النوع	جيدة ورقيقة جداً	رقيقة	وسط	غليظة	غليظة جداً
الوزن: ملغ	300 ≥	390-300	490-390	600-460	600 ≤

9- **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<sub>mf</sub>: نمرة الليفة

ويبين الجدول (37) الاستطالة المئوية لعددٍ من الألياف والذي يبين أن الحدود العظمى لاستطالة الألياف 30%:

الجدول 37

الاستطالة المئوية لبعض الألياف						
النوع	صوف	حرير	قطن	نايلون	فيسكوز	كنفير
الاستطالة	ليبرة. غرام	20	10-4	25-15	18-14	5-2
	كيلوغرام. غرام	13.5-9	9.0	4.5-1.8	11.3-6.8	9.0-2.3

**10- قياس المرونة:** إن لقابلية استطالة ومرونة الألياف أهمية كبرى، إذ يتميزق النسيج لولاها عند أي إجهادٍ متوسط (وخاصة عند المفاصل)، ويتم قياس المرونة عادة بنفس مقاييس الاستطالة وتحصر النتيجة بين 0- 2 حسب طول العينة، ونستعرض في الجدول (38) مرونة بعض الألياف:

الجدول 38

مرونة بعض الألياف								
الألياف	نايلون	صوف	قطن	فيسكوز	حرير	ألمنيوم	نحاس قاسي	فولاذ
المرونة	0.25-0.15	0.32	0.5	0.7-0.4	1.16-0.75	10-9.7	17-14.7	28-18

**11- تعيين درجة النضوج:** يرافق درجة نضوج الألياف تحسناً في خواص القوة والاستطالة والمرونة، وتتعلق درجة النضوج بازدياد سماكة الطبقة الأولى كما يبين الشكل (35):



الشكل 35: درجات نضوج الألياف القطنية

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

- أ- صباغة الألياف.
- ب - إمرار الهواء.
- ج- المعالجة الكيماوية: وهي الأكثر شيوعاً، ويتم تطبيقها بأخذ محلول 18% هيدروكسيد الصوديوم وعددٍ من الألياف النظيفة ونضعها تحت المجهر لمدة لا تقل عن الدقيقة ونبدأ بمراقبة تغير كل ليفة على حدا، ونقيس السماكة الأخيرة ونستخلص النسب التالية في الجدول (39):

الجدول 39

نسبة الانتفاخ				
النسبة	نضوج الليفة تام	الليفة ناضجة	الليفة ناضجة قليلاً	الليفة ميتة تماماً
التقييم	$0.5 \leq$	0.5-0.25	0.25-0.125	$0.125 \geq$
سماكة الانتفاخ = سماكة الليفة النهائية ÷ سماكة الليفة الناضجة				

**12- قابلية الألياف للاحتفاظ بالحرارة:** يمكننا تعيين هذه القابلية بطرائق عدة أهمها طريقة ميزان الحرارة، إذ ترفع درجة حرارة الميزان حتى 95 م° ونغرز به بسرعة عالية داخل كتلة الألياف ونقيس درجة الهبوط خلال زمن معين، نكرر التجربة عدة مرات ونأخذ بالمتوسط، ونرى في الجدول (40) نتائج عدة ألياف مقارنةً مع الهواء:

الجدول 40

نتائج اختبارات الاحتفاظ بالحرارة لعددٍ من المواد				
المادة	الهواء	الحرير الطبيعي	الصوف	القطن
الزمن " ثانية "	676	1284	1118	1046

**13- قابلية الألياف لامتناس الرطوبة:** لهذه الخاصة أهمية كبيرة جداً في تحقيق جودة الألياف، وقد دلت الدراسات بأجواء مختلفة معدلات الرطوبة على أن معدلات الامتناس لبعض الألياف على الشكل المبين في الجدول (41) الذي حددت قيمه بدرجة حرارة  $20 \pm 2$  م°:

الجدول 41: قابلية بعض الألياف لامتناس الرطوبة

معدل الرطوبة %	10	20	30	40	50	60	70	80
القطن	2.4	3.6	4.3	5.0	5.7	6.7	7.9	9.0
الصوف	4.0	7.1	9.4	11.0	12.2	12.6	16.0	18.6
الحرير الطبيعي	3.3	5.4	6.7	7.8	8.8	9.9	11.4	14.0
الألياف التركيبية	3.9	5.7	7.4	8.8	10.14	12.2	14.3	17.1

## ثانياً: مراقبة جودة الغزول والألياف

تعتبر مراقبة الجودة وفق القيم والاختبارات المعتمدة عالمياً من ضرورات نجاح معامل الغزل والنسيج حالياً، لذا فإن ثمة اختبارات يتم تطبيقها على الشعيرات وشريط الكرد Sliver والغزول، ويبين الجدول (42) أهم الاختبارات الواجب تطبيقها على أي منتج لتحقيق درجة الجودة المطلوبة:

الجدول 42

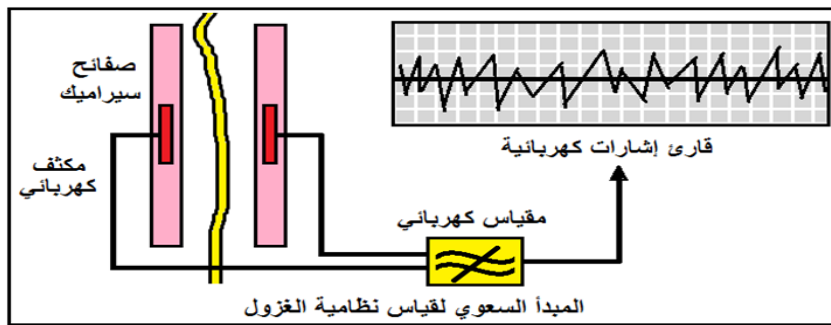
اختبارات جودة الغزل Yarn Quality Parameters	
النقاء Purity	الغبار Dust، الأوساخ Trash
السطح Surface	القطر Diameter، الاستدارة Roundness، الكثافة Density، التشعر Hairiness
الانتظامية Evenness	عدم الانتظامية Irregularity، العيوب Imperfection
المثانة Tenacity	قوة القطع Force، الاستطالة Elongation، العمل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

**1- جهاز اختبار الانتظامية للألياف والأشرطة "Evenness Tester 80":** يقيس هذا الجهاز مستوى عدم الانتظام في 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 (36) 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 في السعة الكهربائية للمكثف.



الشكل 36: 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 في فرق الكمون الكهربائي. ويتم سحب المادة المختبرة بسرعات مختلفة بحسب نوع ألياف الاختبار كما يبين الجدول (43):

الجدول 43

السرعات المطبقة بحسب نوع ألياف الاختبار		
النوع	شريط الكرد - السحب - المبروم	الخيط النهائي
السرعة	25 متر/دقيقة	400 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 1000 متر من الخيط موضوع الاختبار.

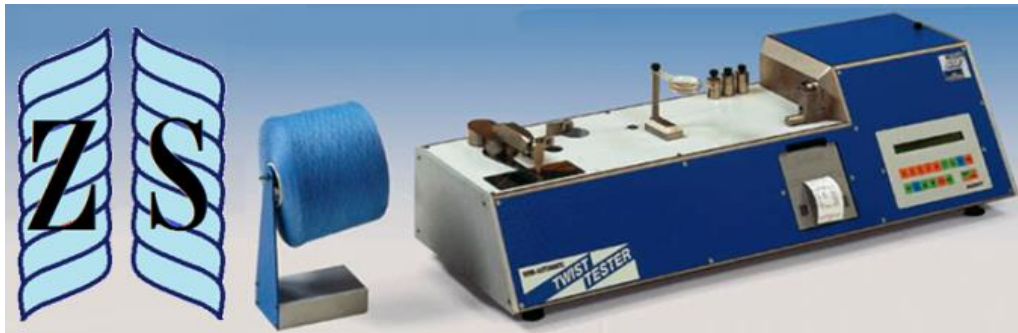


الشكل 37: جهاز NATI الإيطالي الصنع

**2- جهاز فحص نسب الشوائب والوبر:** يقوم هذا الجهاز بفحص نسب الشوائب والأوساخ والعوادم والوبر (النيس NEPS)، ويتألف الجهاز من ثلاث حجرات:

1. حجرة تغذية وأسطوانة تفتيح.
2. حجرة القطن النظيف.
3. حجرة صغيرة لوضع قارورة صغيرة لتوضع الشوائب فيها، وحامل العينة. توزن عينة قطنية وتُشكّل يدوياً على شكل شريط أسطواني طويل مبروم، ومن ثم تنقل لحامل العينة بحيث تترك جزءاً بارزاً منها ليتمكن سلندر التغذية من سحبه.

**3- جهاز قياس عدد برمات الخيط Twistmatic:** تهدف هذه التجربة لتعيين عدد البرمات في الخيط. طريقة العمل: يتحرك مؤشر الاستطالة بعد سحب 2 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 38: جهاز قياس عدد البرمات

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

**4- أصناف أخطاء الغزول 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:

• عدم الانتظامية Irregularity.

• الشوائب أو العيوب Imperfection.

• عيوب الغزل المفروضة Objectionable yarn fault.

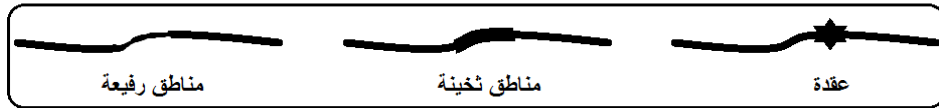
**4-1 عدم الانتظامية Um%:** يتباين توزع الشعيرات في جميع منتجات غزل الشعيرات القصيرة، سواءً أكانت على شكل ألياف أم مبروم أو شريط تسريح، وإذا ما تمت عملية قطع في مكان ما سنجد اختلافاً في عدد شعيرات المقطع العرضي من مكانٍ لآخر، وقد يبلغ التغير حتى  $\pm 40\%$ ، ويرتبط مدى التغير بنعومة الشعيرات ومدى اختلاف نعومة الشعيرات فيما بينها وبين المادة، ونجد عدم الانتظامية هذا حتى في أصناف الغزول المستمرة بسبب الاختلاف بين نعومة الشعيرات، ويرمز لعدم هذه الانتظامية بـ:  $CVm \& Um\%$ .



4-2- الشوائب أو العيوب **Imperfection**: تعرف العيوب على أنها اختلافات المقطع العرضي الظاهرة للغزول في ثخاناتها وعقدتها، ويطلق عليها اسم العيوب أو الشوائب، وغالباً ما تكون قليلة العدد، لذا يتم رصدها بصورة منفصلة بدلاً عن جمعها مع عدم الانتظامية كونها ضعيفة التأثير، وتقسم عملياً لثلاثة أقسام:

المناطق الرفيعة - المناطق الثخينة - العقد

وتظهر العيوب عادةً إما بسبب سوء جودة الخام، أو لتراجع ضبط ومراقبة عمليات التصنيع، علاوة عن مدى جودة آلات التشغيل ذاتها بين آلات قديمة مهترئة وآلات حديثة مجهزة، وتحت الصيانة المستمرة من قبل المختصين.



الشكل 39: أنواع العيوب

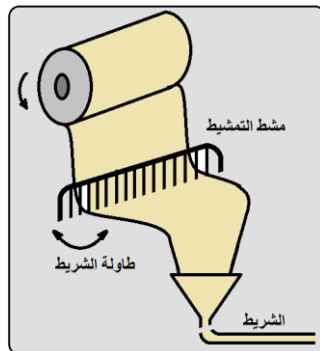
4-3- الوقاية من أخطاء البرم **Protection twist**: تزداد صعوبة عمليات السحب مع ازدياد عدد البرم في وحدة الطول مما يؤدي لظهور أخطاء دورية في عملية البرم، أما عندما يكون البرم ضعيفاً فسنواجه مشكلة تمليص وانسلاخ سهل للشعيرات ما يؤدي لظهور مشكلة الزغب في آلات الغزل الحلقي.

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، ضغط السيور الجلدية **Apron**، ونوع صفائح تغير مسافة السيور، وغالباً ما تظهر هذه الأخطاء على شكل ازدياد كميات المناطق الثخينة والرفيعة في الغزل المنتج.

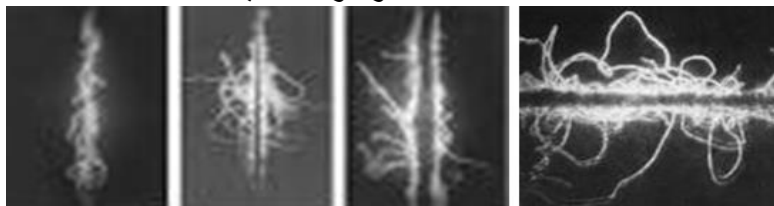
3- أخطاء التمشيط **Comber**: تتم عملية جمع الشعيرات في آلة التمشيط باعتماد مسافة معينة تسمى مسافة التمشيط، وتظهر العيوب الدورية في حال توضع موقع التمشيط وطاولة الآلة على مسافة غير مناسبة.

4- أخطاء عملية الكرد **Card**: لا تظهر أخطاء عملية التسريح عند غزل الشعيرات القصيرة أو العوادم عند نهاية خط التحضير أي بعد مخرج آلة السحب.

5- 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.

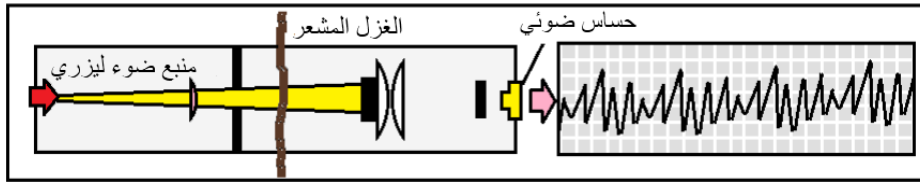


الشكل 40: مشط وطاولة التمشيط



الشكل 41: درجات متباينة لظاهرة التشعر

وتتم عملية القياس كما في الشكل (42) من خلال تسليط 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 كثيفاً للأشعة كونه غير شفاف.



الشكل 42: 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.

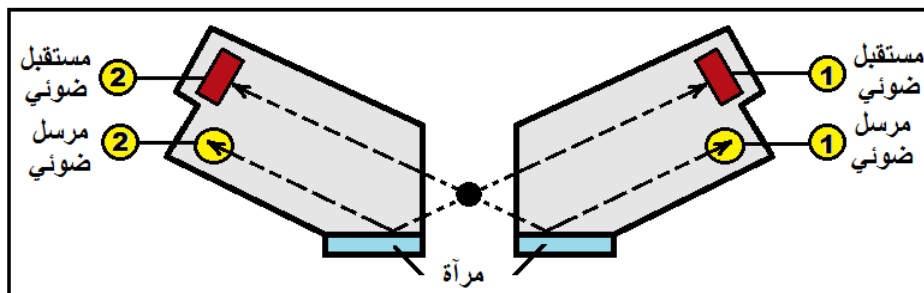
وتتأثر خاصية التشعر بمجموعة من العوامل مثل طول الشعيرات، وشكل المقطع العرضي للغزل، ومحتوى الشعيرات القصيرة، ومستوى البرم، وسرعة الآلة، ووزن الزردة، ويمكننا جدول أسباب التشعر وتغيراته على الشكل المبين في الجدول (44):

الجدول 44

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

6- الكثافة والاستدارة والقطر **Roundness & Density & Diameter**: يقيس الحساس البصري Optical Multifunctional: OM أقطار الغزل من الجانبين من خلال توضع متناظر لمرسلات ضوئية، ومرايا ومستقبلات من كل طرف.

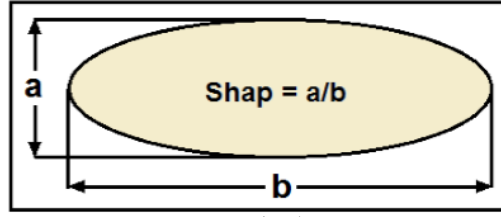
ويعتمد قياس جسم الغزل على تقنية حساس رقمي يتكون من آلة تصوير عالية الدقة وحساس تناظري مدمج يعمل برفقتها، وتقوم آلية العمل على إرسال أشعة تحت حمراء على شكل حزم ضوئية متوازية للحساس لتتكون صورة واضحة للألياف على كلٍ من المستقبلين الضوئيين، ودون أن تؤثر الشعيرات البارزة من جسم الغزل على نتائج الاختبار كما يبين الشكل (43):



الشكل 43: الحساس البصري Optical Multifunctional: OM

ويقوم نظام الاختبار بتقييم القطر الرئيس المتوسط للغزل بما يؤمن وصفاً دقيقاً للمقطع العرضي، آخذين بعين الاعتبار تقييم الشعيرات المتجمعة والبارزة من جسم الغزل، وكذلك التغيرات القصيرة الموجة.

7- 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 (44):



الشكل 44

8- الكثافة Density: ترتبط كثافة الغزول D ارتباطاً وثيقاً بشدة البرم، وتقدر بالغرام/السنتيمتر المكعب:

$$D = 4 m / d^2 \cdot \pi \cdot L \text{ [g/cm}^3\text{]}$$

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

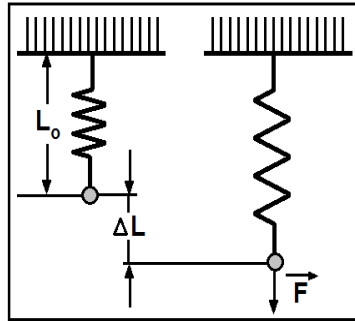
وتظهر القياسات لألياف بذات النمرة مدى اختلاف كثافتها مع ازدياد شدة برمها، إذ تزداد كثافة غزل ممشط بنمرة 170 Nm بزيادة برمه بمعدل 10% لإنقاص قطره بمقدار 10% وازدياد كثافته بمعدل 0.48-0.62 أي بزيادة قدرها 22%.

9- المتانة Tenacity:

9-1- نظام القياس:

9-1-1- القوة Force: يتم تعيينها بميزان نابضي كما في الشكل (45)، وتقدر بالنيوتن ( $N = \text{kg.m/s}^2$ ). إذ يدل الانتقال  $\Delta L$  على مقدار فعل الكتلة على النابض، وترتبط قوة الوزن بقيمة تسارع الجاذبية مكان الاختبار، ما يستوجب ضرب كتلة عينة الاختبار بقيمة تسارع الجاذبية ( $9.81 \text{ م/ثا}^2$ ) لنحدد قوة الثقل التي خضع لها النابض كي يحقق هذا الامتطاط:

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



الشكل 45: اختبار القوة بالنابض لتعيين المتانة

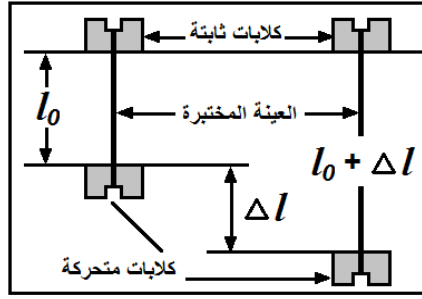
يدل الانتقال  $\Delta L$  على مقدار فعل الكتلة على النابض، وترتبط قوة الوزن بقيمة تسارع الجاذبية مكان الاختبار، ما يستوجب منا ضرب كتلة عينة الاختبار بقيمة تسارع الجاذبية ( $9.81 \text{ م/ثا}^2$ ) لنحدد قوة الثقل التي خضع لها النابض كي يحقق هذا الامتطاط.

تدعى القوة المرجعية لنمرة عينة الغزل بالمتانة Tenacity وواحدتها (CN/tex).

9-1-2- 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 (46) حيث يكون:

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

حيث l: الطول الأصلي للعينة،  $\Delta l$ : مقدار استطالة العينة المختبرة عن الوصول لقوة القطع  $F_H$ .



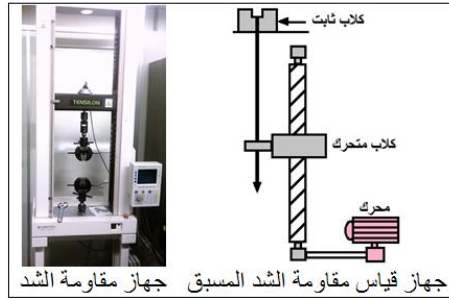
الشكل 46: جهاز تعيين الاستطالة

9-1-3- العمل المحقق **Work done**: وهي القيمة الناتجة عن القوة والمسافة، إذ تُعرف القوة بالقوة المبذولة 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.

9-1-4- 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 (47) لتحقيق قيم استطالة متطابقة وفقاً للمقاييس العالمية المعروفة والمعتمدة: BISFA, DIN, ISO, ASTM.



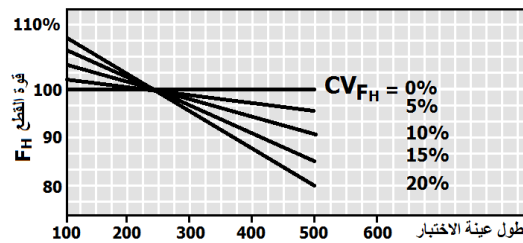
الشكل 47

ويتعلق مقدار الشد المسبق بنمرة ونوع الألياف المراد اختبارها كما يبين الجدول (45):

الجدول 45

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

9-1-5- العوامل المؤثرة في اختبار قوة القطع: يتأثر اختبار قوة القطع  $F_H$  بعدد من العوامل، من أهمها: 1- تتراجع قوة القطع بازدياد طول عينة الاختبار كما في الشكل (48).



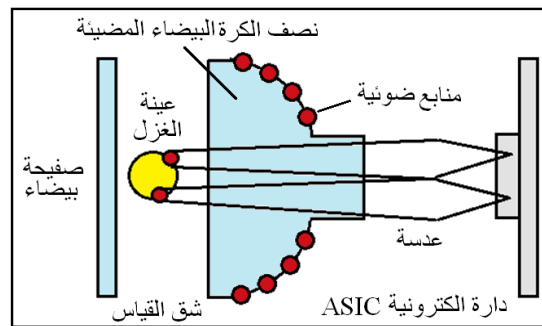
الشكل 48: تأثير طول عينة الاختبار على قوة القطع

- 2- يزداد احتمال احتواء المناطق الضعيفة في العينة مع ازدياد الطول المعتمد للاختبار.
- 3- تقل قوة القطع للغزول ذات النمرة الواحدة مع ارتفاع قيمة معامل اختلاف قوة القطع  $CV_{FH}$ .
- 4- ترتفع قيمة قوة القطع بحسب: نوعية المادة الخام، نسبة مزج الخليط، طرائق وآلات الغزول كأن يكون حلقي أم دوار...، شدة البرم، نوعية الشعيرات.

**9-1-6- 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 ألياف الفيسكوز والأسيتات. وفي حين أننا نلمس تناقصاً لقوة القطع في الألياف الحيوانية مع ازدياد معدلات الرطوبة، فإننا نجد تناقصاً خفيفاً للألياف التركيبية كالبوليستر والبولي أميد.

**9-1-7- 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 8-10% من 65% حتى 55% بسبب الاستجابة العالية للصوف على التأثير بمعدلات الرطوبة النسبية.

**10- النقاء Purity:** يعتمد مبدأ اختبار درجة نقاوة الغزول على تصوير الألياف على رقائق ضوئية مرتبة خطياً بحيث تمر أمام منطقة اختبار كروية ببيضاء تسمح بتسليط شدة ضوئية أعظمية على الألياف، ويتأى الضوء من عدة منابع ضوئية الكترونية ذات إرسال ضوئي أزرق تتوضع على منطقة نصف كروية كما في الشكل (49):



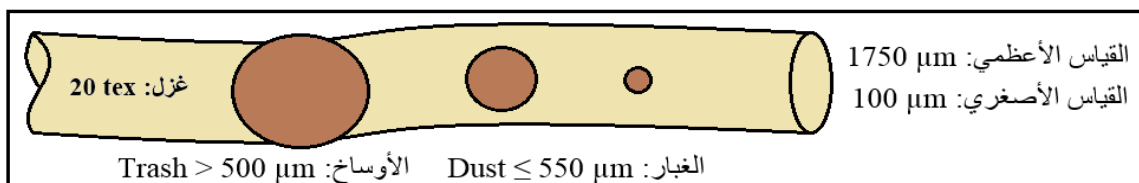
الشكل 49: مبدأ قياس درجة النقاء

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

ويتم تعيين وتقييم أي انخفاض كبير لانعكاس اللون الأزرق بواسطة دارة 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  $9 \mu m$ ، 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:

$$\text{أوساخ} < 500 \mu m - 500 \mu m < \text{غبار} < 50 \mu m$$

ويبين الشكل (50) مقارنة بين الحجمين الأعظم والأصغر للأوساخ والغبار على غزل قطني بنمرة 20 tex:



الشكل (50): مقارنة بين الحجمين الأعظم والأصغر لجزيئات الأوساخ والغبار على غزل قطني بنمرة 20 tex

**11- جهاز اختبار نمرة الخيط:** يهدف هذا الجهاز لتعيين نمرة الألياف أو الألياف، وتعيين قيمة الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف لعدد من الألياف .

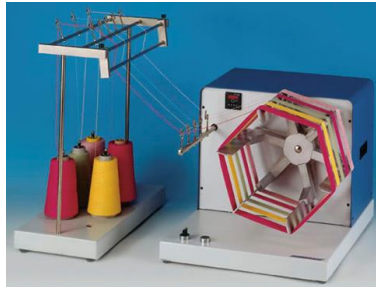
ويعتمد مبدأ عمل الجهاز المبين في الشكل (51) على قياس وزن خيط معروف الطول وتطبيق علاقة النمرة: الطول/الوزن، ومن خلال علاقات التحويل بين النمر يتم إظهار النمرة في النتيجة النهائية التي تظهر في الطباعة كنمرة انكليزية قطنية:

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

أما وزن الشلة فيظهر في النتيجة النهائية بوحدة Grains:

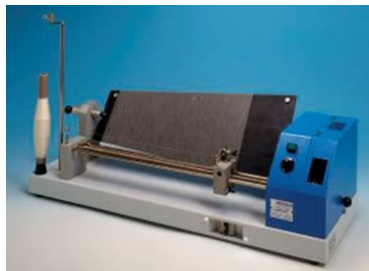
$$(1) \text{ ليبرة} = (7000) \text{ غرين} = (1) \text{ رطل انكليزي} = (453.6) \text{ غرام}$$

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 وننور الطيار بعد التأكد من ضبط مؤشر عداد الطول ونقوم بلف طول معين غالباً (100 m) ثم نقوم بوزنه، وبتطبيق العلاقات السابقة نحصل على النمرة المطلوبة.



الشكل 51: جهاز تعيين النمرة

**12- جهاز اختبار مظهرية الخيط:** يقوم الجهاز الواضح في الشكل (52) بفحص مظهرية الخيط والتشعر والأماكن الرفيعة والثخينة والنبس وباقي العيوب.



الشكل 52: 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.

**13- 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 وتمشيظها جيداً حتى تحقق أكبر قدرٍ من التوازي، وتوضع بين فكي آلة الشد ونحدد رقم الانقطاع ونقسمه على وزن الألياف فنحصل على رقمٍ مقدرٍ بوحدة برسلي، ونحسب مقاومة القطع من العلاقة :  
مقاومة برسلي للقطع =  $10.8116 \times \text{الرقم الناتج} \times (\text{المقروء} / \text{الوزن}) - 0.12$   
ويتم تصنيف مقاومة الألياف على أساس الجدول (46):

الجدول 46: تصنيف مقاومة الألياف بحسب علاقة برسلي

تقييم الألياف	قوية جداً	قوية	وسط	قريبة من الوسط	ضعيفة
النتيجة	96 <	91-96	75-90	70-74	70 >

وللحصول على المقاومة الفعلية للألياف نضرب هذه الأرقام بـ 1000

يقوم هذا الجهاز بفحص قوة شد خصلة من شعيرات القطن، ويتألف كما هو واضح في الشكل (53) من: ملزمة، مشط لتمشيظ الشعيرات، فكين للإمسك بالعينة، فك علوي ثابت وآخر متحرك، ذراع مرقم من (5-21) رطل إنكليزي، عربة مرقمة من (0-10) من أجزاء الرطل الإنكليزي، زئبق، ويجب أن يكون الجهاز على مستوى أفقي مائل قليلاً.



الشكل 53: جهاز برسلي

الطول القاطع: 11.3 رطل إنكليزي. وزن الشعيرات المقطوعة: 3.2 ملغ

فإذا كانت المسافة بين الفكين = صفر: دليل برسلي = الحمل القاطع بالرطل الإنكليزي / وزن الشعيرات بالملغ  
إذا كانت المسافة بين الفكين 8/1 بوصة: نسبة برسلي = الحمل القاطع بالرطل الإنكليزي / وزن الشعيرات بالملغ  
دليل قوة الشعيرات = (نسبة برسلي / 3.19) × 1000  
متانة الشعيرات = دليل برسلي × (5.3 g/tex)

**14- جهاز تعيين أطول الشعيرات Classifibers:** يحدد هذا الجهاز كما في الشكل (54) 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 54: جهاز تعيين أطول الشعيرات

وتظهر على قائمة النتائج مجموعة من الرموز كما في الجدول (47)، والتي تعني:

الجدول 47

دليل بعض رموز جهاز تعيين أطول الشعيرات

طول الشعيرات الفعال	SL 2.5 %
متوسط طول الشعيرات	ML
الطول الأكبر من الطول المتوسط	UFM
نسبة الشعيرات القصيرة الأقل من 0.5 بوصة (12.7 cm)	SFC %
معامل انتظام الشعيرات	UT %
درجة انتظام الشعيرات	UR
معامل الاختلاف	CV%

**15- قياس درجة البياض والاصفرار 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 (55) من: كرة سوداء اللون على اليمين لتعبير الجهاز ولتحميل العينة المراد تعيين درجة بياضها، أسطوانة كريستال زجاجية لوضع العينة فيها، شاشة الكترونية لنتائج المعايرة، أزرار التحكم بالجهاز، معالج تحليل النتيجة وإظهار النتيجة على الشاشة.



الشكل 55: جهاز تعيين درجة البياض

مبدأ عمل الجهاز: يتشابه هذا الجهاز مع المطياف الضوئي العادي الخاص بالملون Spectrophotometer في مبدأ العمل، إذ يعتمد على مبدأ الكتروني بإرسال إشعاع ضوئي بتوتر محدد من مصباح تنغستن على سطح الشعيرات ليتم امتصاص قسم منها وانعكاس القسم الآخر، وهذا ما يدل على: لون الألياف: فكلما لونها أقوى كانت قابلة لامتصاص أكبر وانعكاس أقل. سطح الألياف: فكلما كان سطح الألياف خالياً من العقد أو الالتواءات (أي أن مقطعه الطولي أسطواناني منتظم) كلما كانت درجة انعكاسه أعلى. وبعد ذلك تستقبل الأشعة المنعكسة على شريحة مستقبل الكتروني حيث تحول بعد ذلك قيمة رقمية، ويبين الجدول (48) أهم المواصفات العالمية للقطن:

الجدول 48

المواصفات العالمية للقطن وفق نشرة أوستر الدولية			
4.3	النعومة	132/3 انش	طول التيلة
25 غ/تكس	قوة الشد	% 47	الانتظامية
0.9	نسبة الشعيرات القصيرة	غ/200	عدد النبس
9	درجة الاصفرار	0.75	درجة انعكاس الضوء
500 μm < غبار < 400 μm	عدد جزيئات الغبار	% 0.4	نسبة الشوائب



### الباب الثالث

1. النظرية الصباغية والأصبغة.
2. تصنيف الأصبغة المستخدمة في الصباغة.
3. أساسيات ومبادئ عملية الصباغة.
4. مواصفات وثباتيات الأصبغة.
5. المواد الداخلة في بناء الحمام الصباغي.

## النظرية الصباغية والأصبغة

**1- تعريف:** الصباغ مركب 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 والكيميائية والفسولوجية والنفسية، والجزء من الطيف الذي يراه الإنسان في مجال من أطوال موجة بين 400-700 نانومتر، ويمكن للغازات أو السوائل والمواد الصلبة امتصاص كامل الضوء أو عكس قسم منه لينفذ عبر الغازات أو السوائل أو المواد الصلبة الزجاجية، 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.

### 2- بنية الصباغ:

**1-2- الكرومافور:** أو حامل اللون، ومهمته امتصاص الحزمة الضوئية، ومن أهم الكروموفورات: النترو، النتروزو، الأزو، الكربونيل...

**2-2- الأوكسو كروم:** أو مساعد اللون، ومهمته إزاحة العصابة الضوئية الممتصة حتى أمواج أطول ما يؤدي لزيادة عمق اللون، وكثيراً ما يلعب دوراً في جعل الجزيء الصباغي حلوياً بالماء من جهة، وتثبيت الصباغ على الألياف عبر تفاعل كيميائي معها، ومن أهم الأوكسوكرومات: زمر الأمينو، الهيدروكسيل، الكربوكسيل، السلفون...

**2-3- الباثوكروم:** أو معزز اللون، ومهمته تحويل اللون باتجاه الموجة الأطول، أي من البنفسجي نحو الأحمر.

**2-4- الهيبسوكروم:** مهمته تحويل اللون وانزياح الامتصاص باتجاه الموجة الأقصر، أي من الأحمر إلى البنفسجي.

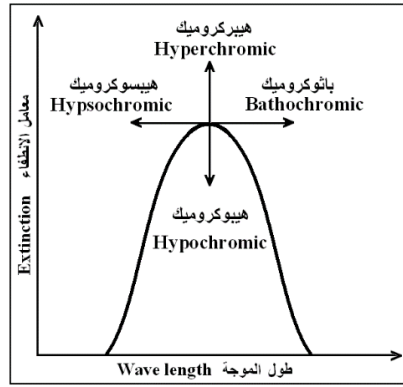
**2-5- الكروموجين:** وهي المجموعات العطرية التي ترتبط بها الكرومافورات.

ويجمع الدكتور زولينغر علاقة كل هذه المكونات ببعضها على الشكل: بقيت البحوث على مدى مئة عام تعتمد على الأسس التي وضعها ويت White عام 1876، والتي يمكننا اختصارها بأنه يتوجب على المركب الكيميائي كي يمتلك القدرة التلوينية أن يحوي مجموعات أساسية، وهي الكرومافور الذي يقوم ارتباطه على مبدأ ترافق الروابط الثنائية، وعندما يكون الكرومافور قادراً على منح اللون للمركب نسميه أوكسوكروم، واعتمد حديثاً تسمية الأوكسوكروم كمانح للالكترونات مثل مجموعات:  $\text{NH}_2^-$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{O}^-$ ، وتسمية الأنتي أوكسوكروم كالمجموعات والزمر الآخذة للالكترونات، وعلى ما سبق فإن الكروموفورات الخطية مع أنظمة الحلقات المترافقة الروابط تشكل ما ندعوه الكروموجين.

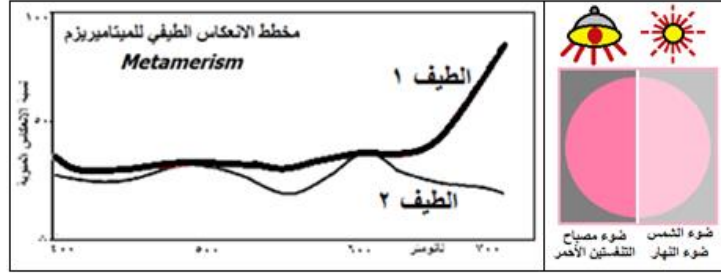
ونجد في البحوث الصناعية للأصبغة أن معظم البنى الأساسية لمركبات الألوان صناعية، وتختلف فيما بينها في مواقع أو وظائف متبادلاتها وبعض التفاصيل الثانوية الأخرى، لذا فقد تمت إجراء دراسة تحليلية لامتصاص مجموعات الأصبغة المتقاربة فيما بينها، وهذا ما دفع العالم هو How لدراسة تأثير مختلف هذه العوامل على الامتصاص، فبحسب الشكل (56) 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 4000-8000 أنغستروم أو 10<sup>8</sup>-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 (57) مظاهر تغير اللون بتغير المصدر الضوئي أو ما يسمى الميناميريزم.



الشكل 56: تغير طول الموجة ومعامل الامتصاص مع تغير عصابة الامتصاص



الشكل 57: تغير اللون بتغير المصدر الضوئي

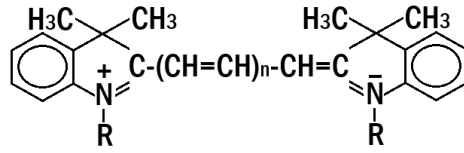
وعندما تعكس المادة جميع ألوان الطيف فإنها تبدو أبيضاء اللون، وعلى العكس فعندما تمتص جميع ألوان الطيف تبدو لنا سوداء اللون، ويظهر لنا الجدول (49) اللون الممتص واللون المنعكس بما يُطلق عليهما اللونان المتكاملان.

الجدول 49

أطوال أمواج ألوان الطيف واللونان المتكاملان			
طول الموجة	اللون الممتص	اللون المنعكس	
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	

3- 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  $\pi$
  - 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 (50):

الجدول 50

تغير اللون المنعكس بتغير قيمة $n$				
قيمة $n$	3	2	1	صفر
اللون المنعكس	أخضر	أزرق	أحمر	أصفر

## البحث الثاني

### تصنيف الأصبغة المستخدمة في الصناعة النسيجية

- 1- المقدمة: تُصنف الأصبغة المستخدمة في الصناعة النسيجية وفق معيارين مختلفين، أولهما كيميائي علمي تأخذ به مخابر البحث العلمي، والآخر تطبيقي يأخذ به الصباغون وشركات صناعة الأصبغة.
- 2- التصنيف الكيميائي للأصبغة: يبين الجدول (51) أهم الوحدات الداخلة كبنية أساسية والمجموعة الدالة عليها:

الجدول 51

وحدة البناء الأساسية	المجموعة	وحدة البناء الأساسية	المجموعة
R-NO <sub>2</sub>	نترو	R-NO	نتروزو
R-N=N-R <sup>1</sup> -N=N-R <sup>2</sup>	ثنائي الأزو	R-N=N-R <sup>1</sup>	نترو
R-N=N-R <sup>1</sup> -N=N-R <sup>2</sup> -N=N-R <sup>3</sup> ....	بولي الأزو	R-N=N-R <sup>1</sup> -N=N-R <sup>2</sup> -N=N-R <sup>3</sup>	ثلاثي الأزو
	ستيلين	R-SO <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -O-SO <sub>3</sub> H	ريمازول
	أزين	R-SO <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -Cl	
	ثلاثي اربل الميثان		ثنائي أربل الميثان
	تيازين		انتراكينون
	كوبولين		أوكسازين
	ميتين		اكسانتين
	اندوفينول		اكردين
	قتالو سيانين		اندامين
	هيدروكسي كينون		تيمازول
			لاكتون
			أمينوكوينونز
			انديكويد
	كبريت		أحادي كلور التريازينيل
			ثنائي كلور التريازينيل

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

- نوعية الألياف الملائمة: قطن مباشرة، قطن فعالة، صوف...

• 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 (52) التصنيف التطبيقي للأصبغة والذي نخرج عنه أحياناً بسبب قابلية بعض الألياف لتشرب أكثر من نوع، فمثلاً نجد أنه يمكننا صباغة الاكريليك بالتركيبة الضعيفة " دون 0.5 % " بالأصبغة المعلقة، أو البولي أميد بالأصبغة المعلقة أو المباشرة...، وكل خروج عن هذا الجدول يستلزم خبرات مهنية متصلة كي لا يكون الخروج مرتبطاً بالخروج عن الحدود الدنيا من المواصفات والثباتات والكلف المطلوبة أي اقتصادية العملية ككل.

الجدول 52

التصنيف التطبيقي للأصبغة			
الصباغ	الوسط	الملح	درجة الحرارة
<b>الألياف السيللوزية والفيسكوز</b>			
المباشرة " الديركت "	معتدل إلى قلوي	تحتاج	95
الفعالة " الرأكتيف "	قلوي		80/60/40/30
الأحواض			80/60/40
الكبريتية " السلفور "			95
النفثول " الديازو "	قلوي لحوض الأساس وحمضي لحوض الديازة		95/ بارد
<b>الصوف</b>			
الحمضية " الأسيدي "	حمضي	تحتاج	105
المعدنية المعقدة			
الكرومية	حمضي يتبعه حوض حمضي للمعالجة بالكروم		
<b>البولي أميد</b>			
الحمضية " الأسيدي "	حمضي	لا تحتاج	95
<b>الأسيتات</b>			
المبعثرة " الديسيرس "	حمضي	لا تحتاج	80
<b>تري أسيتات</b>			
المبعثرة " الديسيرس "	حمضي	لا تحتاج	120
<b>البوليستر</b>			
المبعثرة " الديسيرس "	حمضي	لا تحتاج	130
<b>البولي أكريلو نتريل</b>			
القاعدية الموجبة	حمضي	قد تحتاج	حتى 105

4- الأصبغة والتلوث: مُنعت قائمة الأصبغة الحاوية في بنيتها واحداً من أفراد مجموعة مركبات الجدول (53):

الجدول 53

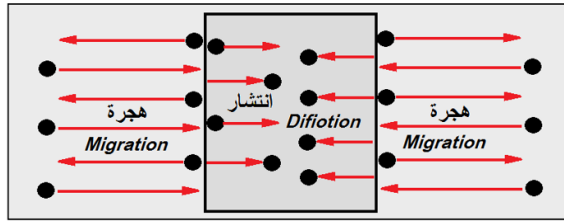
قائمة البنى أو الزمر الممنوعة المسببة لمنع الأصبغة المعتمدة بهيئة المواصفات والمقاييس السورية بتاريخ 2003/3/22	
1	4-Aminodiphenyl
2	Benzidine
3	4-Chloro-o-toluidine
4	2-Naphthlamine
5	O-Aminoazotoluol
6	2-Amino-4-nitrotoluol
7	p-Chloraniline
8	2-4-Diaminoanisol
9	4,4'-Diaminodiphenylmethane
10	3,3'-Dichlorbenzidine
11	3-3'-Dimethoxybenzidine
12	3,3-Dimethylbenzidine
13	3,3'-Dimethyl-4,4 diaminodi-phenylmethane
14	p-Kresidine
15	4,4'-Methylene-to-(2-chloraniline)
16	4,4'-Oxydianiline
17	4,4'-Thiodianiline
18	o-Toluidine
19	2,4-Toluylendiamine
20	2,5,5-Trimethylaniline

## أساسيات ومبادئ العملية الصباغية

**1- المفاهيم الأساسية للصبغة:** تتم العملية الصباغية عبر مراحل ثلاث: هجرة، انتشار، ارتباط.

**1-1-1- الهجرة:** وتتم خلالها عملية انتقال الجزيئات الصباغية من الوسط المائي حتى الحدود المشتركة بين المحلول وسطح الشعيرات وبالعكس، ومن ثم الامتزاز السطحي لها، ويتحكم بمردود هذه المرحلة عوامل رئيسية ثلاث:

**1-1-1- القوى الكهربائية الكامنة:** تكتسب الألياف السيللوزية مثلاً وعند غمرها بالماء كموناً كهربائياً كامناً يُطلق عليه اسم مفعول زينا Zeta potential، تجعلها تكتسب شحناتٍ سالبة في وسطٍ معتدل، في حين تكتسب الألياف البروتينية شحنات موجبة في وسط حمضي وسالبة في وسط قلوي.



الشكل 58

**1-1-2- الحرارة:** تكون معظم الأصبغة في المحلول المائي غير متأينة أو متأينة جزئياً أو على شكل أيونات شبيهة غروية تشابه الصابون ما يدفعها للتجمع على بعضها البعض، وبالتالي لتشكل تجمعات كبيرة نسبياً كما نرى في الشكل (59)، وتتكسر هذه التجمعات لتجمعات أصغر بفعل ارتفاع درجات الحرارة، وبإضافة مواد مبعثرة تمنعها من تشكيل مثل هذه التجمعات:



الشكل 59

ولما كان كرومافورا 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.

**1-1-3- التحريك:** يستلزم تشكيل روابط مشتركة أو هيدروجينية بين الألياف وجزيئات الأصبغة أن تكون ضمن مجال تشكيل هذه الروابط، أي بحدود 1-5 أنغستروم، وللقوى الكهربائية الساكنة بحدود 100 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، والبداية 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 يبطل مفعول زيتا كما سبق وذكرنا من جهةٍ أخرى.

**1-2- مرحلة الانتشار:** تعني اختراق الأصبغة من سطح الألياف باتجاه العمق، أي باتجاه الفراغات البينية الموجودة بين الأجزاء المتبلورة من الألياف، وترتبط فعالية هذه المرحلة بعدة عوامل، من أهمها:

- حجم الجزيئات الصباغية: فكلما صغر حجم جزيئة 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 وسطح النسيج والذي يؤدي لازدياد الانتشار بازدياد التركيز.

**1-3- مرحلة الارتباط:** ويتم في هذه المرحلة ارتباط الجزيئات الصباغية مع الألياف بروابط مشتركة أو هيدروجينية أو بقوى أخرى ذات طبيعة فيزيائية أو أيونية.

**1-3-1- الرابطة المشتركة:** ونجدها عند الأصبغة الفعالة المطبقة في صباغة الألياف السيلولوزية والتي يتم التفاعل الكيماوي بينها وبين زمرة الهيدروكسيل عبر مجموعات فعالة مثل مجموعة فينيل سلفون.

**1-3-2- الارتباط الأيوني:** ويحدث غالباً عند الألياف البروتينية التي تتمتع بخاصة التذبذب في الوسط المعتدل، إذ يتشكل ملح شاردي بين زمرة الكربوكسيل والأمين المتجاورتين، وتتعادل الشحنة السالبة بإضافة الحمض تاركة شحنة موجبة على زمرة الأمين ترتبط بأيون الصباغ السالب.

**1-3-3- الرابطة الأيونية:** يمكن للأصبغة الحاوية على زمر كالهيدروكسيل والأزو والأمينو تشكيل روابط هيدروجينية مع زمرة هيدروكسيل السيللوز.

**1-3-4- القوى الفيزيائية:** يمكن للأصبغة الحاوية على سلسلة برفينية 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.

**2- سرعة العملية الصباغية:**

ينبغي لرفع اقتصادية العملية الصباغية أن نصل لمعدلات الاستنزاف الأعلى للصباغة بأسرع وقتٍ ممكن بشرط تحقيق صباغة عالية التسوية والثباتية، لذا فإننا نلجأ لإضافة بعض العوامل المساعدة لرفع سرعة وتجانس العملية ككل وبالتالي رفع معدلات الانتشار عبر: رفع درجة الحرارة، التحريك، منع تكثف الأصبغة ما يستلزم إضافة الكهرليات، عوامل البعثرة والتسوية، المبللات ...



## البحث الرابع

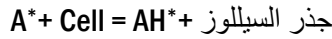
### مواصفات وثباتيات الأصبغة

**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 للصبغ، ونجد في الجدول (54) أهم نظم الاختبارات السائدة في العالم:

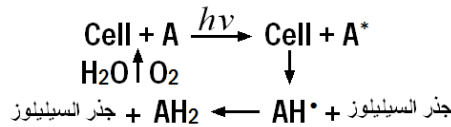
الجدول 54

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

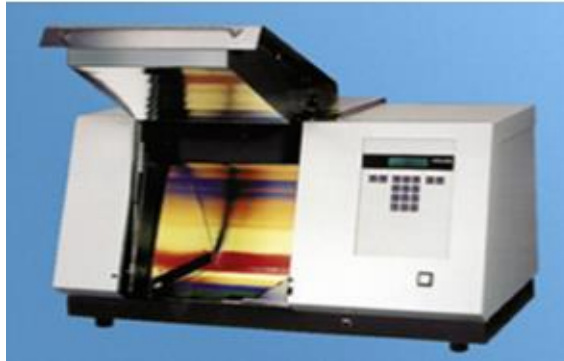
**1- الثباتية الضوئية:** ويتم اختبارها عادةً على ضوء: مصباح الكزنيون، ضوء النهار، ضوء قوس الفحم... إذ يؤدي التعرض للأشعة الضوئية لتحلل قدرٍ من الصباغ والسيللوز بفعل تهيج الكترولونات الأصبغة المتوضعة على سطح النسيج (بسبب فوتونات الطاقة الضوئية) لتدخل بتفاعلات فوتوكيماوية معقدة مع مكونات الهواء وبخاصة الأكسجين. فقد أجرى بوغ Baugh عام 1970-69 دراسة لتخرب السيللوز بتأثير الضوء بوجود انتراكينون 1، 2- سلفونات وصباغ أصفر كاليدون Caledon yellow، واستنتج أنه يحدث أولاً انتقال لالكترولونات جزيئات الانتراكينون من الحالة المستقرة للحالة المهيجة  $A^*$ ، ويتضمن هذا انتقال للالكترولونات إلى  $n\pi^*$ ، وينتزع هذا الجزيء في الحالة المهيجة الهيدروجين من السيللوز ليعطي  $AH^*$  أنتيدروكينون Anthydroquinone:



وبتفاعل  $AH^*$  مع الأكسجين المشتق بصورة مباشرة وغير مباشرة من الهواء ليعطي مجدداً الانتراكينون:

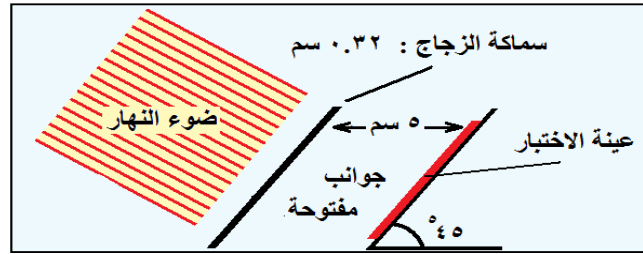


واقترح بأن هذه الآلية ستؤدي إلى تخرب السيللوز بواسطة الضوء. ويتم اختبار الثباتية على مصباح الكزنيون في جهازٍ خاص كما في الشكل (60):



الشكل 60: جهاز اختبار الثباتية على مصباح الكزنيون Xenon lamp

أما الاختبار على ضوء النهار فيتم تطبيقه عادة بوضع العينات المصبوغة مع المقياس الرمادي بإطار خشبي ويغطي الإطار بلوح زجاجي سماكته 0.32 سم وبمسافة بين الزجاج والعينات 5 سم، ويراعى أن تكون جوانب الإطار مفتوحة لتسمح بمرور الهواء بسهولة على العينات، ومن ثم يعرض الجهاز للضوء في مكانٍ خالٍ من الظلال بزاوية 45° كما في الشكل (61):



الشكل 61: وضعية إطار اختبار الثباتية الضوئية في ضوء النهار

تعرض ثلاث أرباع العينة فقط للضوء ويحجب الربع الباقي منها بأوراق مفضضة وتحدد درجة الثباتية بملاحظة أي تغيير يحدث في لون العينة المدروسة، ويقارن عند ذلك هذا التغيير بالاختلاف الناتج في النماذج القياسية المعرضة معها للضوء، فإذا حدث التغيير في النماذج الثلاثة الأولى وبدأ التغيير في النموذج رقم 4 دل ذلك على أن درجة الثباتية (4) كما هو مبين في جدول المقياس الرمادي أو الأزرق (55) والذي يتألف من ثماني عينات قياسية من الصوف مصبوغة بنسب ثابتة وبأصبغة مختلفة.

الجدول 55

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

**2- الثباتية على الغسيل:** تعبر هذه الثباتية عن قدرة الصباغ في تحركه من النسيج لمحلل الغسيل الحوي على الصابون بتركيز معين وعند درجتى قلبية وحرارة معلومتين، وترتبط هذه الثباتية عادةً بنوعية الرابطة التي تربط بين الصباغ والنسيج أولاً، وبنية الصباغ نفسه ثانياً، إذ أن ازدياد عدد زمر السلفون في الجزيء الصباغي مثلاً يرفع من ألفة الصباغ نحو الماء، وبالتالي حركية الصباغ نحو المحلول، خافضاً الثباتية للغسيل كأثرٍ سلبي في الوقت الذي يرفع فيه من قدرة الصباغ على التسوية كأثرٍ ايجابي 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 (56):

الجدول 56

قطعة القماش البيضاء الأولى	قطن، حرير، فسكوز، كتان	صوف	أسيئات السيلولوز	بولي الاستر، اكريليك
قطعة القماش البيضاء الثانية	صوف	فسكوز	صوف أو فسكوز	صوف أو قطن

ويحتوي محلل الغسيل على 5 غ/ل من صابون ذي المواصفات الواردة في الجدول (57) على أساس الوزن الجاف:

### الجدول 57

تركيب محلول صابون اختبار الثباتية على الغسيل	
النسبة	المكون
$\geq 0.3\%$	قلوي حر على أساس كربونات الصوديوم
$\geq 0.1\%$	قلوي حر على أساس هيدروكسيد الصوديوم
$\leq 85\%$	مواد دهنية كلية
$\geq 30\%$	درجة التيتير لمزيج الحموض الدهنية المحتواة في الصابون
	درجة التيتير: درجة تجمد الحموض الدهنية المتحللة

تدعى عينة الاختبار بالعينة المركبة، وتعالج في ببشر سعة ليتر واحد ويحوي محلول صابون بتركيز 5% وبحيث تكون نسبة الحمام 50:1، وتحرك العينة ويتم تقييمها حسب تعليمات الإيزو المبين في الجدول (58):

### الجدول 58

اختبارات الغسيل بحسب نظام الإيزو				
الاختبار	الرمز	درجة الحرارة	الزمن	ملاحظات
الأول	ISO CO 1	$40 \pm 2$ م	45 دقيقة	تعادل عملية غسيل منزلية
الثاني	ISO CO 2	$50 \pm 2$ م	30 دقيقة	تعادل عمليتي غسيل منزلية
الثالث	ISO CO 3	$60 \pm 2$ م	30 دقيقة	بوجود 2 غ/ل كربونات الصوديوم
الرابع	ISO CO 4	$95 \pm 2$ م	30 دقيقة	
الخامس	ISO CO 5	$95 \pm 2$ م	4 ساعات	

تشطف العينات بعد انتهاء الاختبارات الثلاثة بالماء البارد المقطر مرتين ثم لمدة 10 دقائق بماء صنوبر جارٍ وتعصر وتجفف بالهواء الساخن الذي لا تزيد درجة حرارته عن 60 م، ثم نقارن العينة المغسولة مع الأصلية غير المغسولة ومقدار تلوث القطع المرافقة مع المقياس الرمادي أو الأزرق المبين في الجدول (59) والذي نصنف الثباتية على أساسه لتقدير درجة فقدان اللون:

### الجدول 59

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
	5	4	3	2	1

ويتألف المقياس الرمادي هنا بحسب د. مقدسي من خمسة أشفاع مرجعية من الشرائح أو الأقمشة الرمادية بحيث يكون هناك فارق مرئي محدد في اللون الرمادي بين كل زوج من الأزواج الخمسة بحسب صيغة آدمز- نيكرسون ويطابق كل فارق درجة ثباتية محددة، فدرجة الثباتية 5 تتمثل على المقياس بشريحتين متماثلتين لونهما ذات الرمادي أي أن الفارق بين لونهما يساوي الصفر، أما درجات الثباتية (1-4) فيتم تمثيلها بشريحة مرجعية من اللون والنوع المستعمل لدرجة الثباتية (5) مقرونة بشريحة أفتح لوناً، ويتغير الفارق المرئي في لون هذه الأشفاع وفق خطوات متوالية هندسية.

يُقَارَن الفارق المرئي في اللون بين العينتين المُختبرة والأصلية بالفارق المعادل في أشفاع الشرائح بالمقياس الرمادي، وتعطى درجة الثباتية من رقم شفع الشرائح المعادل للفارق اللوني بينهما، فإذا وقع الفارق بين درجتين دون أن يعادل أيًا منهما تعطى للعينة درجة ثباتية متوسطة مثل 3-4 أو 4-3، وتكون هاتان الدرجتان متساويتين. أما درجة التبقيع على العينات البيضاء غير المصبوغة فيقدر بالمقياس الرمادي (2)، وتتم المقارنة بين القماش الملطخ مع المقياس الرمادي (2) المبين في الجدول (59)، ويتألف هذا المقياس بحسب د. مقدسي من شفع مرجعي واحد من الشرائح البيضاء وأربعة أشفاع من الشرائح الرمادية والبيضاء بحيث يكون هناك فارق لون محدد بين الأشفاع الخمسة بحسب آدمز- نيكرسون ويطابق كل فارق درجة ثبات معينة، فتمثل الدرجة (5) على المقياس بشريحتين متماثلتين، لونهما أبيض، ومثبتتين إلى جانب بعضهما البعض، والفارق بين لونهما يساوي الصفر، أما

الدرجات (1-4) فيتم تمثيلهما على المقياس بشريحة مرجعية بيضاء مماثلة المستخدمة في درجة الثباتية (5) مقرونة بشريحة رمادية، ويتغير الفارق اللوني المرئي بين الأزواج وفق متوالية 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 (60)، ويتم الاختبار بالمحلول السابق نفسه ولكن بدرجة حرارة 95±2 م° ولمدة 30 دقيقة، ويتم تقييم النتائج بعد الغسيل كما في الاختبارات الثلاثة الأولى:

الجدول 60

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 95±2 م° ولمدة أربع ساعات.

**3- 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 (61):

الجدول 61

محلول التعرق الحمضي بحسب AATCC وفق شركة كلارينت " ساندوز "			
$\text{CH}_3\text{-CH-COOH}$ $\text{OH}$	$\text{N-N-CH}_2\text{-CH-COOH}$ $\text{HC CH NH}_2$ $\text{NH}$	1-هستيدين أحادي كلور الهيدروجين أحادي الهيدروكسيد كلوريد الصوديوم	0.025 غ
		ثنائي فوسفات الصوديوم ثنائية الماء	10 غ
		حمض اللين " اللاكتيك "	1.25 غ
حمض اللين	حمض الهستيدين		1 غ

تضبط درجة الحموضة عند pH: 4.3 ومن ثم تغمر العينة في المحلول لمدة 30 دقيقة بدرجة حرارة الغرفة وبنسبة حمام 1:50 ثم يسكب عليها زيادة من المحلول لتعصر بعدها بين صفيحتي زجاج تحت ضغط 12.5 كيلو بار ولتوضع في مجفف لمدة 6 ساعات عند الدرجة 37 م° ومن ثم تجفف بالهواء الدافئ عند درجة الحرارة 60 م°.

**4- 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 تم اعتماد طريقة عامة غالباً ما تمكنا من الوصول للنتائج الأقرب من الواقع العملي.

طريقة العمل: تخاط قطعة قماش خام مع القطعة المراد اختبارها وتُغمر بمحلول الاختبار الحاوي على مركب الهستيدين 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 (62):

الجدول 62

محاليل اختبار الثباتية على التعرق بحسب DIN 54020		
المادة	محلول الاختبار القلوي	محلول الاختبار الحمضي
L-هستيدين أحادي هيدرو كلوريد L-Histidine mono hydrochloride: (C <sub>6</sub> H <sub>9</sub> O <sub>2</sub> N <sub>3</sub> .HCl.H <sub>2</sub> O)	0.5 غ/ل	
كلور الصوديوم	5 غ/ل	
فوسفات ثنائية الصوديوم Di natrium hydrogen phosphate: (Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .12 H <sub>2</sub> O)	5 غ/ل	2.2 غ/ل
محلول 0.1 نظامي من هيدروكسيد الصوديوم	pH: 8	pH: 5.5

قطع القماش المرافقة: يتم تطبيق الاختبار على قطعتي قماش خام وبقياس 10×4 سم، الأولى من ذات نوع القماش المراد اختبارها والأخرى بحسب الجدول (63):

### الجدول 63

أنواع القماش المرافق للقماش المراد اختبار ثباتيته على التعرق بحسب DIN 54020			
	القطعة المرافقة " 3 "	القطعة المرافقة " 2 "	العينة المصبوغة " 1 "
	صوف	ذات نوع العينة المصبوغة	قطن، كتان، فيسكوز
	قطن		صوف، حرير طبيعي
	فيسكوز		أسيئات
	صوف أو فيسكوز		نابلون " بولي أميد "
صوف أو قطن	بوليستر، اكريليك		

#### مبادئ أساسية حول الاختبار وتحضير القطع القماشية:

- 1- يتم تطبيق كل اختبار مرتين بأخذ العينة من قماش مُسوَّى وبقياس  $4 \times 10$  سم وبحسب الإيزو  $6 \times 6$  سم، ووضع العينة المراد اختبارها بين العينتين المرافقتين ومن ثم خياطتهما من أحد الأطراف.
  - 2- يتم الأخذ باختبار الألياف بعد نسج عينة الخيط على شكل تريكو ليصار لأخذ قطعة نظامية القياس والتعامل معها كما في الفقرة الأسبق.
  - 3- يتم الأخذ باختبار الشعيرات الحرة " النتر " بعد تشكيلها على شكل نسيج غير منسوج Non woven والتعامل معها كما في الفقرة السابقة وبحيث تكون نسب وزن القطع القماشية 1:1:1.
- تطبيق الاختبار:

- 1- تبلال العينة جيداً لتعالج بعدها لمدة 30 دقيقة بحوض يحوي محلول الاختبار بنسبة 1:50 وبدرجة حرارة الغرفة وعلى أن يتم تحريكها وعصرها من حينٍ لآخر لضمان اختراق محلول التعرق بصورة كاملة للعمق.
- 2- يُفَرَّغ الحوض وتُعصر العينة بين قضيبين زجاجيين.
- 3- توضع العينات بين لوحين من الزجاج أو البلاستيك بقياس  $6 \times 11.5$  سم ويوضع عليهما كتلة بوزن 5 كغ وتترك على هذه الحال لمدة 4 ساعات عند الدرجة  $37 \pm 2$  م.
- 4- تعرض العينات للتجفيف بتعليقها بتيار هواء ساخن بدرجة 60 م وبحيث يكون تعليقها من جهة الخياطة.
- 5- 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 Perspirometer المعتمد من قبل الجمعية الأمريكية لصبغى وملوني النسيج AATCC والمزود بصفائح  $6 \times 11.5$  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 سطحٍ مستوٍ ومصممة بحيث يمكننا إدخالها في الإطار وبقياس  $6 \times 11.5$  سم مع صفائح من الزجاج البلاستيكي " بلكسي غلاس " بذات القياس وبسماكة 0.15 سم، ويُمكننا هذا الجهاز من اختبار 10 مساطر في ذات الوقت وبحيث يفصل بين كل مسطرةٍ وأخرى صفيحة بلاستيكية.
- يتوجب علينا عندما يزيد قياس عينة الاختبار بمقدار 10% عن 40 سم تغيير الثقل بحيث يصير الضغط المطبق بحدود 125 غ/سم<sup>2</sup>.

5- **الثباتية للماء بحسب ISO 105/EO1:** تبلال العينة بشكلٍ تام مع قطعة نسيج للمقارنة بماءٍ منزوع الأيونات وبدرجة حرارة الغرفة، ثم يسكب عليها زيادة من الماء وتوضع بين صفيحتي زجاج لتعصر تحت ضغط 12.5 كيلو بار وتُجفف لمدة 4 ساعات عند الدرجة 37 م.

6- **الثباتية على الماء المكلور بحسب ISO 105/EO2:** تعالج عينة الاختبار المصبوغة بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم " 20 مل/ل نظامي الكلور " وبدرجة حموضة 7.5 ونسبة حمام 1:100 لمدة ساعة واحدة بدرجة 27 م، تعصر وتترك للتجفيف بدرجة حرارة الغرفة.

7- **الثباتية تجاه الوسطين الحمضي والقلوي والمؤكسدات والكلور:** يمكننا الجمع بين هذه الثباتيات: الثباتية على الكلور: يتم تحضير الماء المكلور عند pH: 8.5 بالمحلول الموقى التالي:

تركيب المحلول الموقفي الخاص باختبار الثباتية على الكلور	
هيدروكسيد الصوديوم 0.1 نظامي	5.1 مل/ل
كلور اليوتاسيوم KCl	0.0144 غ/ل
حمض البور H <sub>3</sub> BO <sub>4</sub>	0.1123 غ/ل

بحيث نختار أحد تراكيز الكلور الفعال على الشكل: 1، 2، 4، 10، 20، 100 ج.م.م أو وفق الجدول (64) الذي يبين مقدار تركيز الكلور بحسب بعض أنظمة المواصفات العالمية المعتمدة لبعض الاستخدامات، ونترك العينة عند درجة حرارة الغرفة لمدة 4 ساعات في حمام 100:1

الجدول 64

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

**8- 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 وُضِعَتْ أجهزة خاصة للتمييز بين عيني قماش أو أكثر في ذات الوقت والشروط وبحيث تتمكن من المقارنة الأدق، فوضعت شركة Good brand & Co LTD جهازاً خاصاً بهذا الاختبار واعتمده British drug house pattern، ويتألف الجهاز من دولابين متماثلين تماماً، تَلْف 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.

**9- الثباتية على الاحتكاك الرطب:** تتعرض 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:

- سوء تطبيق الحمام الصباغي.
- عدم كفاية حمامات الغسيل أو الشطف النهائية وبالتالي عدم التخلص الكامل من الجزيئات الصباغية غير المثبتة ما يؤدي لتراجع الثباتية بمقدار درجتين.
- استخدام أو تعرض البضائع المصبوغة لبعض المذيبات مثل ثنائي ميثيل فورم أميد DMF.

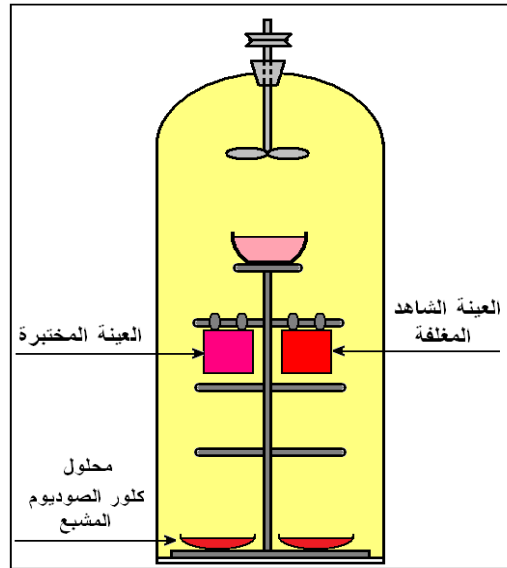
**10- المرسزة بحسب ISO 105/XO4:** تعمر عينة القماش مع قطعة نسيج للمقارنة بمحلول 300 غ/ل هيدروكسيد الصوديوم بحرارة 20°م لمدة 5 دقائق لذشط بعدها العينة بسكب 1 لتر ماء بدرجة حرارة 70°م على شبكة القالب لدقيقة واحدة نشطف بعدها بالماء الجاري البارد لمدة 5 دقائق.

**11- الثباتية لأوزون الهواء الجوي ISO 105/GO3:** تعرض العينة لتأثير مصباح أوزون في غرفة خاصة تتم فيها مراقبة تأثيره على انبهات اللون بدرجة حرارة 39-41°م، وينسبة رطوبة عالية تصل حتى 85-90% إلى أن نصل لتغير في اللون يطابق الانبهات النظامي بالصبغة النظامية، ويصل زمن التجربة العادي حتى أربع دورات.

**12- الثباتية لأكاسيد الأزوت بحسب ISO 105/GO1:** تُعْرَضُ العينة المحمولة على أنوع 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 2 على المقياس الرمادي والموضوعة في الجهاز ضمن كيس شفاف من البولي إيثيلين

لمنع تعرضها لتأثير الغاز الذي يجب أن يعادل ليتر واحد لكل وزن  $0.05 \pm 0.4$  غرام عينة للتحقق من مدى انبهاات اللون حتى نصل لدرجة الانبهاات المطلوبة.

واعتمدت جمعية الصباغين وخصائيي الألوان كصباغ لعينة المقارنة الصباغ: Celanthrene Brill Blue وFFS : C.I : Dispers Blue 3، ونرى في الشكل (62) رسماً لجهاز تعيين درجة الانبهاات.



الشكل 62: جهاز تعيين درجة الانبهاات

**13- الثباتية للتنظيف الجاف ISO 105/DO1:** تخاط عينة الاختبار مع نسيج قطني بمساحة  $10 \times 10$  سم بالإضافة لـ 12 قرصاً من الفولاذ غير القابل للصدأ، وتوضع في كأس من الفولاذ غير القابل للصدأ أيضاً سعة 550 ملم ويعالج مع 200 مل من مذيب بركلور الإيتيلين  $C_2Cl_4$  لمدة 30 دقيقة بدرجة حرارة 30 م°، تؤخذ العينة بعدها لتعصر وتجفف بهواء درجة حرارته العظمى 60 م°، ونقيس مقدار تغير اللون وتلون المذيب حسب المقياس الرمادي لتقييم التبقيع.

**14- الحساسية تجاه أيونات الحديد والنحاس ISO 105/ZO2:** تغمر عينة الاختبار الأولى لمدة 20 دقيقة في محلول 0.5% كبريتات الحديد النشادرية، وعينة الاختبار الثانية بمحلول 0.2% كبريتات النحاس على التوالي، ثم تضغطان وتعصران.

**15- الثباتية على لعاب الأطفال بحسب DIN 53160:** تحضير محاليل الاختبار: يتم تحضير محلولي الاختبار كما في الجدول (65):

الجدول 65

محاليل اختبار الثباتية على لعاب الأطفال بحسب DIN 53160			
محلول الاختبار الثاني		محلول الاختبار الأول	
الكمية	المادة	الكمية	المادة
0.3 غ	كبريتات الصوديوم	4.2 غ	كربونات الصوديوم
0.4 غ	كلور الأمونيوم	0.5 غ	ملح الطعام
3 غ	حمض اللين النقي	0.2 غ	كربونات البوتاسيوم
0.2 غ	يوربا " بولة "	1000 مل	ماء مقطر
1000 مل	ماء مقطر		
حمض اللين أو حمض اللاكتيك $CH_3-CH(OH)-COOH$			

طريقة العمل: نحضر قطعتي نسيج قطني بعرض 15 مم وطول 80 مم ونعالج الأولى بمحلول الاختبار الأول والثانية بمحلول الاختبار الثاني.

نثبت القطعتين على قطعةٍ من القماش المراد اختباره بشريطٍ لاصق بحيث يكون الالتصاق تاماً والمسافة بينهما 10 مم على أن يبرز الشريط عن أطرافهما بمقدار 10 مم، وبالتالي يجب أن تكون أبعاد الشريط اللاصق أكبر من أبعاد القطعتين " أبعاد الشريط اللاصق: 25 مم وطول 100 مم " .

نترك العينة بعد تحضيرها على الشكل المسبق لمدة ساعتين في وعاء مغطى وثنائي الطبقة:

1. الطبقة السفلى: طبقة ماء بحرارة  $2 \pm 40$  م.

2. الطبقة العليا: حاملة للعينة.

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

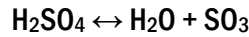


## المواد الداخلة في بناء الحمام الصباغي

تتنوع المواد الداخلة في بناء الحمام الصباغي تنوعاً كبيراً، وقد تدخل مادة واحدة بأكثر من وظيفة في الحمام الواحد أو بوظائف مختلفة لحماماتٍ مختلفة، لذا فإننا سنوزع المواد هنا حسب التطبيقات الأهم وللمواد الأكثر انتشاراً.

### 1- الحموض:

**1-1- حمض الكبريت  $H_2SO_4$ :** يعرف بأسماء تجارية وشائعة عدة مثل زيت الزاج، ماء النار، الأسيديد...، ويباع على شكل سائل كثيف " كثافته 1.84"، النقي منه لا لون له، والتجاري بني اللون لاحتوائه شوائب عضوية متفحمة، يتفكك بالوسط المائي ويغلي عند الدرجة 338 م° ويتوازن عند الدرجة 80 م° حسب المعادلة:



يتميز هذا الحمض بشرايته العالية للماء، وهو كإحدى درجات الحرارة عند مزجه بالماء ارتفاعاً شديداً لذا وجب الحذر عند تمديده بالماء بإضافة الحمض للماء " وليس العكس " ببطء شديد مع التحريك المستمر.

استخدم هذا الحمض استخداماً واسعاً لتطبيق أصبغة الصوف القديمة خاصةً، وحالياً يستخدمه بعضهم لتعديل الوسط القلوي بعد حمام القصر بحمام غسيل بارد.

**1-2- حمض كلور الماء  $HCl$ :** ويعرف بالاسم الشائع " روح الملح"، وما هو إلا غاز كلور الهيدروجين محلولاً بالماء بتركيز يقارب 32%، لذا فإن الأنواع التجارية له تدخن عند تعرضها للهواء فاقدةً بعض قوتها، يميل لونه للاصفرار، ويتفاعل مع معظم المعادن عدا الرصاص والذهب والفضة والزنك.

لهذا الحمض أهمية خاصة في عمليات إزالة النشاء من النسيج المعالج بالنشاء لأغراض السدة ولتعديل قلوية حمامات القصر على البارد ولخفض درجة الحموضة حتى pH:1.

**1-3- حمض الخل  $CH_3COOH$ :** حمض عضوي سائل عديم اللون، رائحته واخزة، يغلي عند الدرجة 119 م° ويتجمد عند -16 م°، من أهم أملاحه خلات الصوديوم التي تشكل معه المحاليل الموقية الأكثر ثباتاً لتغيير درجات الحموضة أثناء تطبيق الحمامات الصباغية، ويعتبر الحمض الأكثر شيوعاً في بناء الحمامات الصباغية لضعف تأثيره على الألياف والتجهيزات المعدنية الخاصة بعمليات الصباغة والتجهيز النهائي.

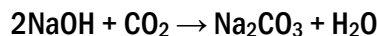
**1-4- حمض النمل  $HCOOH$ :** يستخدم حمض النمل كبديلٍ مهم لحمض الخل في حمامات صباغة الألياف التركيبية خاصةً مع شيءٍ من الانحراف في ألوان الأصبغة القاعدية المطبقة على ألياف البولي أكريلونتريل، ونرى في الجدول (66) بعض الفوارق بين حمضي الخل والنمل.

الجدول 66

الفوارق بين حمضي الخل والنمل						
الحمض	الصيغة	الوزن الجزيئي	الكثافة	ثابت التآين	التركيز التجاري	درجة الغليان
الخل	$CH_3COOH$	60	1.05	$10^{-5} \times 1.7$	99.97 %	118.5 م°
النمل	$HCOOH$	46	1.23	$10^{-3} \times 2.1$	85 %	100 م°

### 2- القلويات:

**2-1- هيدروكسيد الصوديوم  $NaOH$ :** وتعرف باسم هيدروكسيد الصوديوم Kaustic Soda عندما تكون مركزة أي بأشكالها الثلاثة: صب " كتل أو أصابع"، قشور، حبيبات، وتتميز بامتصاصها السريع والعالي للرطوبة ولغاز ثاني أكسيد الكربون ليتحول قسم منها لكاربونات الصوديوم:



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

المواصفة الأمريكية (ASTM (D 456-39 الخاصة بهيدروكسيد الصوديوم		
القلوية الكلية $\text{Na}_2\text{O}$	هيدروكسيد الصوديوم $\text{NaOH}$	كربونات الصوديوم $\text{Na}_2\text{CO}_3$
75.5 % كحدٍ أدنى	96% كحدٍ أدنى	2% كحدٍ أعلى

**2-2- هيدروكسيد النشادر  $\text{NH}_4\text{OH}$ :** قلوي ضعيف، يُحضر بقرقرة غاز النشادر بالماء، وتستخدم لتحضير الوسط القلوي اللازم لبعض عمليات تحضير وتزهير الصوف.

### 3- الأملاح:

**1-3- كبريتات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ :** ويسمى ملح غلورب عند تسانده مع عشرة جزيئات ماء  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ، ويستخدم في حمامات صباعة القطن ككهرليت لإبادة مفعول زيتا الكهربائي وبالتالي لرفع معدلات سرعة واستنزاف الأصبغة، كما يستخدم كعامل تسوية في حمامات صباعة الاكريليك بالأصبغة القاعدية، إذ يكبح الاستنزاف ويعزز الهجرة ليرفع من درجة تسوية العملية الصبغية بحسب كلارينت.

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

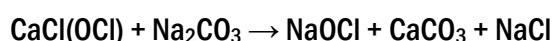
**2-3- كلوريد الصوديوم  $\text{NaCl}$ :** أو ملح الطعام، ويستخدم بشكلٍ رئيس ككهرليت في حمام صباعة الألياف السيللوزية لرفع معدلات سرعة واستنزاف الصباغ مبيداً مفعول زيتا.

يُحذر من رفع درجة حرارة محلوله في حمام صباعة البوليستر حتى 130 م° لتحلله وإطلاقه غاز الكلور بحسب بعض التفاسير مسبباً تآكل معدن آلات الصباعة وتخرب كمٍ لا بأس 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 130 م° وبوجود كهرليت.

**3-3- كربونات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ :** 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	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ : وتحتوي 99.16 % تقريباً كربونات صوديوم
كربونات الصوديوم أحادية الماء	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ : مسحوق أبيض كثافته 1.55
كربونات الصوديوم المائية	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ : تعرف باسم بودرة أو قصارة الغسيل

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

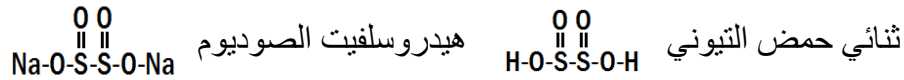


ولتطبيقات كثيرة أخرى كعمليات الغسيل الإرجاعي ومع هيدروسلفيت الصوديوم ... ترد في حينها.

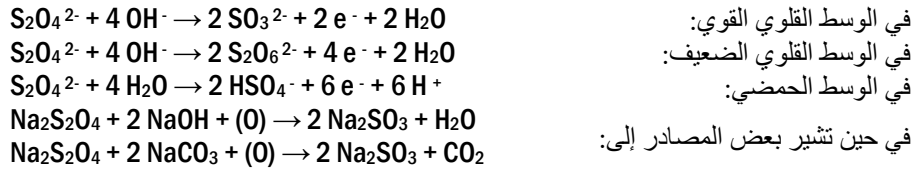
**4-3- بيكربونات الصوديوم  $\text{NaHCO}_3$ :** وتعرف بالاسم الشائع " الكربونة أو الصودا الحلوة "، وتستخدم في بعض تقنيات تطبيق الأصبغة الفعالة على الألياف السيللوزية لضعفها وبطء تأينها، ما يعني عملية تثبيت أبطأ ومعدلات تسوية أعلى.

### 4- العوامل المرجعة:

**4-1- هيدروسلفيت الصوديوم Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:** مسحوق أبيض محلوله عديم اللون، الكبريت فيه رباعي التكافؤ، يتفكك عند الدرجة 100 م معطياً ثنائي أكسيد الكبريت، ينحل منه بالماء 230 غرام عند 20 م، إلا أنه يتفكك بسرعة عالية بوجود الهواء، في حين أنه يتفكك ببطء في الوسط القلوي، ويتفكك بالوسط الحمضي معطياً ثاني أكسيد الكبريت مع مركبات كبريتية أخرى، وتبدو بنيته على الشكل:



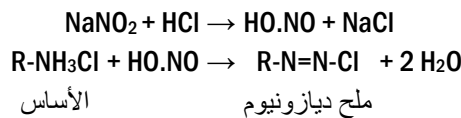
وتبين المعادلات التالية تفاعلاته بحسب Bruggemann Chemical:



يعتبر هيدروسلفيت الصوديوم من أكثر العوامل المرجعة انتشاراً في العمليات الصباغية، إذ يتم استخدامه في حمامات تطبيق أصبغة الأحواض كعامل مرجع لتحويل الأصبغة لشكل الليكو الحلول بالماء، وعمليات الغسيل الإرجاعي بعد صباغة الألياف التركيبية (وبخاصة للبوليستر)، ولحمامات تنظيف الآلات وتعرية الألوان عند حصول خطأ صباغي ما.

ومن الضروري التنبه لتراجع فعاليته عند ارتفاع درجة حرارة حمامه عن 70 م في الآلات المكشوفة، لذا فإننا لا نلجأ لرفع درجة الحرارة أكثر إلا في الآلات المغلقة كاستخدامه لتعرية البوليستر عند درجة الحرارة 130 م. ومن المهم الإشارة هنا لضرورة استخدام أي بديل له يمكنه أن يقوم مقامه لضرر الكبريت البيئي، فمن المعلوم أن احتواء الماء على تركيز (25 ج.م.م أي 25 p.p.m) من الكبريت يؤدي للقضاء على البكتريا التي تقوم بتحليل المركبات العضوية في المياه العادمة.

**4-2- نترت الصوديوم NaNO<sub>2</sub>:** ملح أبيض اللون عندما يكون نقياً، وضاراً للصفرة عندما يكون مشوباً، يستخدم في أحواض ديازة الأسس لتطبيق أصبغة النفثول وبوجود حمض كلور الماء بكمية كافية لتشكيل حمض النيتروزو وفق التفاعلين:



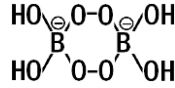
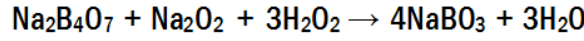
وتجري هذه العملية بدرجات حرارة 15-20 م وبوجود الثلج لعدم ثبات ملح الديازونيوم بدرجات الحرارة الأعلى.

**4-3- بيسولفيت الصوديوم NaHSO<sub>3</sub>:** مسحوق أبيض يتحلل بالتسخين معطياً الكبريتات وغاز ثاني أكسيد الكبريت، ويستخدم إثر عمليات التبييض لإزالة آثار الماء الأكسجيني أو الكلور المتبقين على الغزول المبيضة.

**5- العوامل المؤكسدة:**

**5-1- الماء الأكسجيني H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>:** سائل حمضي عديم اللون، يتفكك بالوسط القلوي معطياً الأكسجين الوليد، ويستخدم في مجموعة من العمليات والتي من أهمها:

- مؤكسد في حمامات قصر الألياف السيلولوزية.
  - مؤكسد لأصبغة الأحواض والأصبغة الكبريتية بعد إنجاز عملية الصباغة بشكلها المُرَجَع.
- 5-2- برورات الصوديوم NaBO<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.3H<sub>2</sub>O:** مسحوق أبيض اسمه العلمي ميتا بورات الصوديوم ثلاثية الماء، واسمه الشائع ملح تاناتار، ويحوي هذا الملح نظرياً 10.38% أكسجين فعال، وعملياً 10.2%، ويستخدم كبديل للماء الأكسجيني في عمليات القصر.
- يتم تحضيرها بمزج البوراكس والماء الأكسجيني وفوق أكسيد الصوديوم بدرجة معتدلة نسبياً بحسب المعادلة:



تعتبر بربرات الصوديوم من المواد المبيضة بالأكسدة التي تضاف إلى المنظف وتحرر الأكسجين الفعال عند حرارة 60 م الذي يقوم بعملية التبييض، وتحدد نسبة بربرات الصوديوم بالاعتماد على خواصها المؤكسدة وذلك بمعايرتها ببرمنغنات البوتاسيوم.

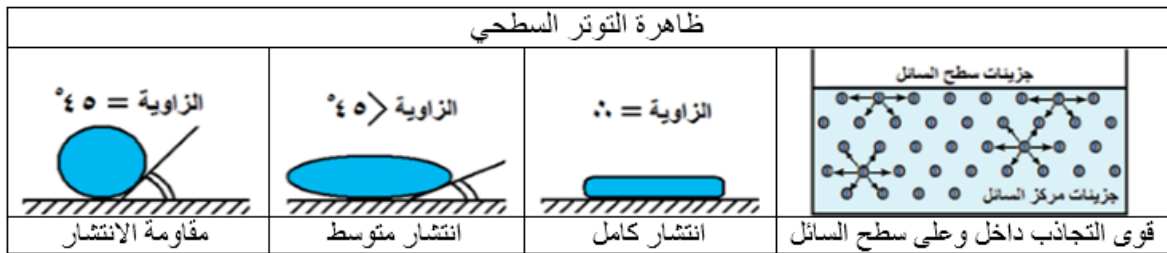
**3-5- كلوريت الصوديوم  $\text{NaClO}_2$ :** يتم تسويقه على شكل ملح ثلاثي الماء، والملح اللامائي عديم اللون وثابت بشروط الخزن الجاف، ويتم تداوله تجارياً على شكل مسحوق أو محلول بتركيز 30-50%، ويستخدم خاصة في عمليات تبييض البولي أكريلونتريل.

**4-5- هيبوكلوريت الكالسيوم:** يعتبر أيون الهيبوكلوريت من أقوى المؤكسدات في عمليات القصر وتنظيف الآلات من البقايا الصباغية وتغرية الألياف والألياف المصبوغة والعودة بها لشكلها الأقرب لل خام، وهي مسحوق خشن أبيض اللون، لا بلوري عندما تكون على شكلها الكالسيومي، تذوب بالماء عند نقعها بمحلول كربونات الصوديوم معطية هيبو كلوريت الصوديوم (ماء جاقيل) 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:  $\text{CaCl}(\text{OCl}), \text{Ca}(\text{OH})_2$

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

**6- 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 كعض 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.

**7- العوامل الفعالة سطحياً:** يتحرك كل جزيء في سائل ما بتأثير الجزيئات المجاورة المحيطة به من جميع جوانبه، وبالتالي فإن قوى التجاذب أو التدافع ستساوي في كل الاتجاهات، أما الجزيئات الموجودة على سطح السائل فإنها تعاني من انجذابٍ سفلي وجانبي فقط كما في الشكل (63)، 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 سطحٍ مستوٍ لشكلٍ كروي أي لشكل حبات المطر.

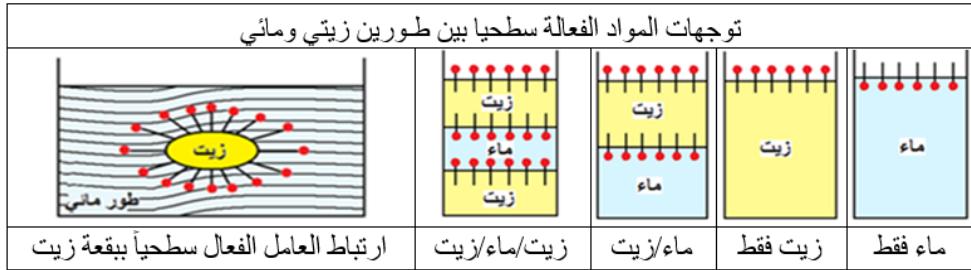


الشكل 63: ظاهرة التوتر السطحي

وتعتمد كمية العمل اللازمة لمد سطح السائل على القوى الداخلية للسائل، وتدعى بالتوتر السطحي للسائل، ويتعلق التوتر السطحي بدرجة حرارة السائل لأن ازدياد درجة الحرارة يزيد من الطاقة الحركية لجزيئاته ما يُنقص من قوى التجاذب ما بين الجزيئات وبالتالي فإن التوتر السطحي للسائل ينقص بازدياد درجة الحرارة.

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

وتلعب العوامل الفعالة سطحياً كما هو حال أنواع الصابون مثلاً دوراً كبيراً جداً كعوامل خافضة للتوتر السطحي، إذ تتألف العوامل الفعالة سطحياً بشكل عام من رأس هيدروفيلي محب للطور المائي وغالباً ما يكون قابلاً للتأين وسلسلة هيدروفوبية أو ذنب كاره للماء أو محب للطور العضوي، ونرى في الشكل (64) بنية المادة الفعالة سطحياً وطريقة ارتباط العامل الفعال سطحياً مع بقعة زيت.



الشكل 64: آلية عمل المواد الفعالة سطحياً

وكلما زاد طول السلسلة الهيدروفوبية زادت فعالية المادة الفعالة سطحياً حتى حد معين لا يتجاوز فيه طول السلسلة عن 22 ذرة كربون والتي يصبح فيها العامل الفعال سطحياً غير قابل للانحلال بالماء وتصبح عندها فعالية العامل الفعال سطحياً في غاية الضعف، وتتباين قدرات العامل الفعال سطحياً عن بعضها البعض بحسب:

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

**1-7- مفهوم ميزان الألفة بين الطورين المائي والزيتي HLB:** يرمز للنسبة بين القسمين الشغوف والكاره للماء بعدد HLB: Hydrophilic Lipophilic Balance، ويحسب رقم HLB للعوامل الفعالة سطحياً لزمرة البولي غليكول ايتير اللاأيونية بالمعادلة التالية:

$$\text{عدد HLB للعوامل الفعالة سطحياً اللاأيونية} = (\text{عدد الزمر الشرة للماء} \div \text{عدد الزمر الكارهة للماء}) \times (100 \div 5)$$

فعدد HLB للالكانات يساوي الصفر لعدم احتوائها أي زمرة شرة للماء، أما في الإيثيلين غليكول فنجد زمري هيدروكسيل شريتين للماء (هيدروفيليتين) ومجموعتي ميتيلين كارهتين للماء (هيدروفوبيتين) وبالتالي يكون عدد HLB له مساوياً (20)، لذا فإن قيم HLB تتراوح بين الصفر والعشرين، وكلما كان عدد المركب أقرب للعشرين كان أكثر ميلاً للطور المائي كما يبين الشكل (65):

ارتباط وظائف العوامل الفعالة سطحياً اللاأيونية بعدد HLB		الفعالية	قيمة HLB
الألفة للطور المائي		مليء بالفقاعات	3.0-1.5
الألفة للطور الزيتي		استحلاب الماء في الزيت	6.0-3.5
الخواص الهيدروفيلية المحبة للماء		تبليل	9.0-7.0
الخواص الهيدروفوبية الكارهة للماء		غسيل	15-13
0 5 10 15 20		محلول	18-15
1.5-3 مليء بالفقاعات		استحلاب الزيت في الماء	18-8.0
3.5-6 استحلاب الماء بالزيت			
7-9 تبليل			
13-15 غسيل			
15-18 محلول			
8-18 استحلاب الزيت بالماء			

الشكل 65: ارتباط وظائف العامل الفعال سطحياً بعدد HLB

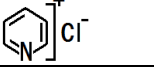
وينضوي تحت هذا العنوان كم كبير من المواد المساعدة ولكننا سنخص هنا فئة المبللات والمنظفات ومزيلات الزيوت كعوامل خافضة للتوتر السطحي، إذ تشمل المواد الفعالة سطحياً مجموعة من المواد التي يمكن أن تساعد على التبليل، التنظيف، البعثرة، الاستحلاب... ورغم أنها جميعاً تؤدي هذه الوظائف إلا أنها تتباين في مفعولها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

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

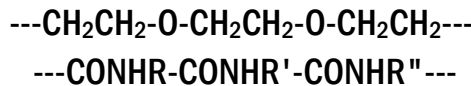
وهكذا نجد أنفسنا أمام مجموعة كبيرة من المتغيرات والاحتمالات التي تعزز فعالية المركب باتجاه معين ليصير مادة اختصاصية كأن نعتبره مبدلاً برغم إمكاناته التنظيفية والاستحلابية مثلاً، لذا فإننا سنعرض هنا لكل من الرأس القطبي والسلسلة كل على حدا.

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، ونجد في الجدول (67) أكثر هذه الزمر انتشاراً وأهمية:

الجدول 67

أهم وظائف الرأس القطبي للمركبات الفعالة سطحياً				
الزمر الحمضية				
-OSO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Na <sup>+</sup>	استر الكبريتات	-COO <sup>-</sup> Na <sup>+</sup>	الكربوكسيل	
-OPO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (Na) <sub>2</sub> <sup>+</sup>	أورتو الفوسفات	-OSO <sub>2</sub> <sup>-</sup> Na <sup>+</sup>	السلفون	
الزمر القلوية				
≡ N <sup>+</sup> Cl <sup>-</sup>	زمر الأمينو	-NH <sub>2</sub> .HCl	أحادي الأمين	زمر الأمينو
	زمر البيريدين	= NH.HCl	ثنائي الأمين	
		≡ N.HCl	ثلاثي الأمين	
الزمر اللاشاردية				
-SO <sub>2</sub> NH-	السلفو أمين	-O-	الايتر	
-COO-	الاستر الكربوكسيلي	-OH	الهيدروكسيل	
-CH=CH-	زمره الرابطة المضاعفة	-CONH-	الكربوأمين	

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.

المواقع الثلاثة للرأس القطبي أو الوظيفة الفعالة		
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> -COO-CH=CH-Na CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub>  SO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Na <sup>+</sup>	$\begin{matrix} R \\ R \end{matrix} > \text{CHO-SO}_3^- \text{Na}^+$	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> -COO <sup>-</sup> Na <sup>+</sup>
الموضع الخارجي	الموضع الداخلي	الموضع الطرفي

7-2- تأثير طول السلسلة: أما عن السلسلة فهي الجزء الشغوف بالطور الزيتي العضوي الكاره للماء، وغالباً ما تكون أليفاتية خطية، وقد تحوي 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 وتخفيض من فعاليتها، لأن ارتفاع عدد الروابط المضاعفة يرفع درجة استواء السلسلة ما يؤدي لالتصاق الشوائب المشابهة بنيوياً على طول السلسلة فقط مؤدياً لتراجع فعاليتها.

7-3- تصنيف المواد الفعالة سطحياً: تصنف المواد الفعالة سطحياً ضمن أربعة أصناف رئيسية: الأنيونية، الكاتيونية، واللاأيونية، والمذبذبة كما في الجدول (68):

الجدول 68

تصنيف المواد الفعالة سطحياً			
التصنيف الشاردي	المثال الوظيفي	الأيون المقابلة	المثال
الأيونية السالبة	$\text{---COO}^-$	$\text{Na}^+$	الصابون العادي
الأيونية الموجبة	$\text{H}_3\text{C}-\overset{+}{\text{N}}(\text{CH}_3)_2-\text{---CH}_3$	$\text{Cl}^-$	كلور الألكيل ثلاثي ميثيل الأمونيوم
اللا شاردي	$\text{-(OCH}_2\text{CH}_2)_x\text{H}$	-	ألكيل بولي غليكول ايتير
المذبذبة	$\text{C}-\text{COO}^-$ $\text{(CH}_3)_3\text{N}^+\text{---}$	-	البوتين

7-4- ثبات المواد الفعالة سطحياً: يتم تطبيق المواد الفعالة سطحياً بأدوارٍ وشروط متغيرة ومتباينة ما يستوجب ثباتها تجاه جميع مكونات الحمامات التي ستطبق فيها:

7-4-1- 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 الانحلالية.

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

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

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

7-4-2- ثبات المواد الفعالة سطحياً تجاه الحموض والقلويات: تتأثر المواد الفعالة سطحياً الأنيونية 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 يُزيد الوسط القلوي من فعاليتها، ولكن في الوسط القلوي القوي قد يتناقص تأينها إلى أن يتوقف بفعل الأيونات المشتركة.

أما الكاتيونية والحاوية زمرة 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 (69) والذي يُظهر لنا آلية فقدانها قدرتها على الانحلال:

تأثر المركبات الأمينية بالوسط القلوي			
R-NH <sub>2</sub> .HCl	+ NaOH →	R-NH <sub>2</sub>	NaCl + H <sub>2</sub> O
R <sub>2</sub> =NH.HCl		R <sub>2</sub> =NH	
R <sub>3</sub> =N.HCl		R=N	
R <sub>4</sub> N <sup>+</sup> .HCl <sup>-</sup>		R <sub>4</sub> .NOH	NaCl

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

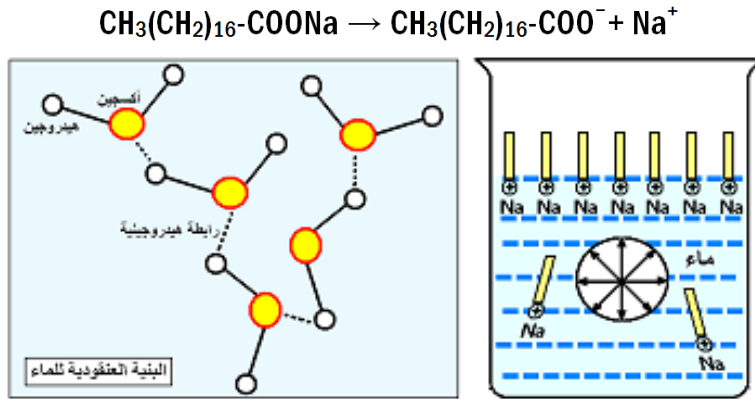
3-4-7- ثبات المواد الفعالة سطحياً تجاه العوامل المؤكسدة والمرجعة: يؤدي تأثر المواد الفعالة سطحياً بعوامل الأكسدة والإرجاع لفقدانها فعاليتها، عموماً وضمن تراكيزها المستخدمة في الحمامات الصباغية نجدها ثابتة.

5-7- توظيف العوامل الفعالة سطحياً: لا يمكننا عملياً الفصل الحاد بين العوامل الفعالة سطحياً كأن نقول هذا مبلل فقط وذلك منظف أو مزيل بقع، فأى منهم له مفعول ثلاثي يطغى في خاصة ما عن آخر، ويمكننا إجمال تعريفهم وتميزهم عن بعضهم على الشكل:

1-5-7- العوامل الفعالة سطحياً كمبيلات: يكون التوتر السطحي بين القماش وسائل الحمام عالياً بشكل عام ما يُبطئ من معدلات اختراق السائل لعمق الألياف وبخاصةً للألياف الخام أو المعالجة بمواد كارهة للماء، ما يستوجب منا إضافة ما يخفف من معدلات هذا التوتر.

يبلغ التوتر السطحي للماء ما يقارب 72 دينة/سم<sup>2</sup> بسبب بنيته المتميزة، إذ يتكون جزيء الماء من ذرة أكسجين وحيدة بزوج الكتروني سالب يمكنه أن يحقق توازناً مع ذرتي الهيدروجين الموجبتين والمتناظرتين ما ينتج عنه ثنائي قطب عالي الفعالية يؤدي لبنية عنقودية بسبب الروابط الهيدروجينية التي ترتبط كامل جزيئات الماء السائل، وهو ما يُصعب من مهمة العامل المبلل.

يمكننا بإضافة الصابون للماء خفض توتره السطحي عن 72 دينة/سم<sup>2</sup>، 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 (66)، لذا فإن صابوناً مثل شمعات الصوديوم يغير بنية الماء مخففاً من طاقته الحرة:



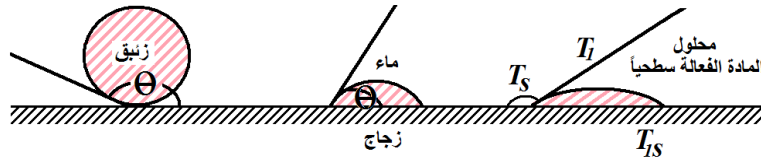
الشكل 66: توجه جزيئات الصابون وخفضها للتوتر السطحي والبنية العنقودية للماء (H<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>

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 الطاقة الحرة له.

ومن ناحية ثانية، نجد أن هناك طرائق أخرى لخفض الطاقة الحرة بإضافة المذيبات، إذ تتجمع جزيئات المواد الفعالة سطحياً بشكلٍ عنقودي لتتوجه الزمر الهيدروفيلية نحو الداخل والزمر الهيدروفيلية نحو المذيب، بحيث تتنحى 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، ما ينجم عند تراجع معدلات التوتر السطحي، لذا ينتشر السائل مشكلاً طبقةً أو فيلماً مستمراً أو على شكل نقاط كما يبين الشكل (67):



الشكل 67: زاوية التماس θ

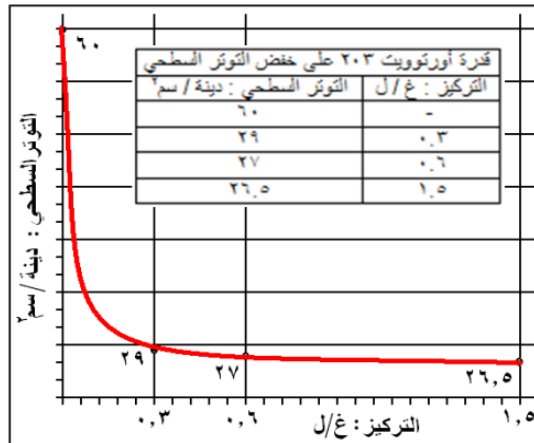
إذ يكون التوتر السطحي كبيراً عندما تكون زاوية التماس θ كبيرة، ومهمة العوامل الفعالة سطحياً خفض هذه القيمة، وبما أن وظيفة العوامل الفعالة تعزيز انتشار السائل على السطح فيمكننا أن نكتب لجمع مختلف هذه القوى في معادلة واحدة:

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

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 كرات صغيرة سهلة الانفصال عن السطح، ويلعب العامل المبلل دوره في تجمعه على السطح الفاصل بين الزيت والخيط T<sub>s</sub> وأيضاً السطح الفاصل بين الزيت والماء لتتخفض بالنتيجة قيمة cos θ ويبين الشكل (68) طريقة تعيين التركيز الفعال لعامل مبلل في حوض ماء، كما يبين الشكل (69) مقارنة مخبرية لفعالية عددٍ من المبللات بالصعود الشعري أو الاختبار الكرماتوغرافي على قماش قطني خام ومعالج بالنشاء.

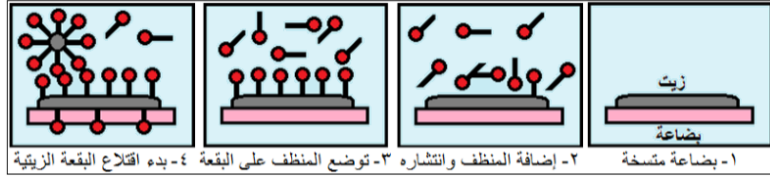


الشكل 68: تعيين التركيز الملائم لتطبيق عامل مبلل

اختبار فعالية بعض المبللات بطريقة الامتصاص الشعري على قماش قطني معالج بالنشاء		
<p>2- تبليل سيء: لاحظ عشوائية نتيجة التبلل</p>	<p>1- تبليل جيد: دائرة انتشار منتظمة للمحلول الصباغي</p>	<p>1- ماء فقط " عينة الشاهد "</p> <p>2، 3، 4، 5، 6: مبللات مختلفة بتركيز 1 غ/ل</p> <p>لاحظ قدرة المبلل 2 على اختراق طبقة النشاء</p>

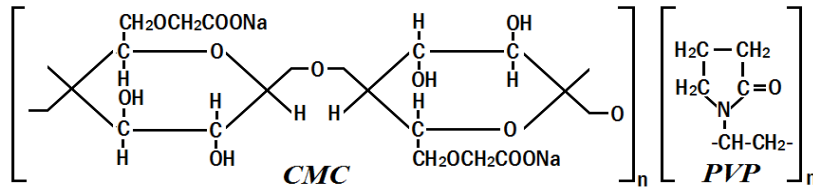
الشكل 69

7-5-2- العوامل الفعالة سطحياً كمنظفات " عوامل غلي ": تعمل العوامل المنظفة على تخليص الألياف من البقع والغبار والأوساخ بقلعها وبعثرتها في الطور المائي لتمنع من ترسبها من جديد على البضاعة وإليصار للتخلص منها مع تفرغ حمام التنظيف أو الغلي، ونرى في الشكل (70) آلية أو تسلسل عملية إزالة الأوساخ:



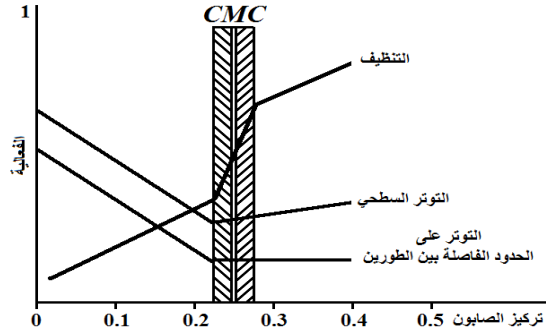
الشكل 70: آلية عملية التنظيف

فالسطح بضاعة / أوساخ / ماء غير حلول بالماء كما هو واضح في المرحلة " أ "، وتنتشر جزيئات العامل المنظف عند إضافتها في السائل كما في الشكل " ب " إلى أن تتجمع متجهةً بسلسلتها نحو البقعة الزيتية ورأسها القطبي نحو الطور المائي كما في الشكل " ج " لتتمكن من اقتلاع طرف البقعة الزيتية وحملها إلى الطور المائي وبعثرتها مانعةً إياها من إعادة التوضع كما في الشكل " د "، ويكتسب القطن في الماء شحنةً سالبةً على شكل كهرباء 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 البيريليدون PVP كما في الشكل (71):



الشكل 71: الكربوكسي ميثيل سيليلوز CMC وبولي فينيل البيريليدون PVP

ويستخدم الكربوكسي ميثيل سيليلوز CMC مع العوامل الفعالة سطحياً في حين يستخدم بولي فينيل البيريليدون PVP في بناء حمام الغسيل، ويلعب الكربوكسي ميثيل سيليلوز مع بقع الأوساخ دور العامل الموقفي الغروي مانعاً ترسيبها من جديد، ليرفع من ثبات مستحلب الزيوت والأوساخ، وبشكل عام فإن للصابون والمنظفات قدرات استحلاب جيدة.



الشكل 72: المعادلة بين التنظيف والتوتر السطحي والتوتر على الحدود الفاصلة مع الكربوكسي ميثيل سيليلوز

والأهمية الكبرى في هذا الموضوع هو 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.

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

- 1- رأس قطبي فعال.
- 2- سلسلة أكثر طولاً وتشعباً ومتبادلات. وعديمة أو قليلة الروابط المضاعفة، وذات شراهية للماء والطور العضوي كما هو الحال مع زمرة البولي غليكول إيتير.
- 4- وجود مذيب عضوي عالي درجة حرارة الغليان نسبياً إن أمكن، علماً بأن استخدام المذيب مرفوض بيئياً وبخاصة المذيبات الكلورية ذات الأثر السام على بكتريا مجاري الصرف الصحي.

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

و نستعرض في الجدول (70) 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 70

بعض المواد الفعالة سطحياً لبعض الشركات العالمية			
المادة	الشركة	التركيب	الوظيفة
بيريسنال FBL	د. بتري	ألكيل فوسفات	مثبت أكسجين ، مبلل وعامل بعثرة
بيرري ويت ME		سلفات الألكيل	مبلل لعمليات المرسة
بيرري ويت ELR		إيتوكسيلات أغوال دسمة	طارد هواء منخفض الرغوة ومبلل
بيرري ويت SL	د. بوميه	ألكيل إتر فوسفات	طارد هواء ومضاد رغوة
انيفسورول MG		ألكيل سلفات	مبلل
سولبون 4488-BA	د. بوميه	إيتوكسيلات أغوال دسمة	منظف لا شاردني
سوبيتول SAN	CHT	استرات حمض الفوسفور	مبلل سريع لا رغوي
البيغال FFA	سبينا	إيتوكسيلات سلفات الكيل أزيل مع مذيبات	طارد هواء ، مسرع انتشار وتخريف
سابونينا SMA	سابو	أميدات حموض دسمة	مطري مذذب لجميع أنواع الألياف
سابيدان C25	د. بوميه	مركبات أمونيوم رابعة	غاسل لبفايا تصميغ البوليستر
بيرنين PRO		مزيج أغوال خاصة	مبلل
بيتالين LFR		محلول مركبات أكسيد الإيثيلين مع مذيب ثنائي أوكتيل سلفوسوكينات الصوديوم	عامل غلي ومزيل بقع
بيريفاكس	د. بتري	سلفونات الألكان مع إيتوكسيلات أغوال دسمة	مبلل فعال منخفض الرغوة
بيريفكسان RD		مركبات أمونيوم رابعة	تعرية للسليكونات ورزينات إنهاء القطن ومزائج مع البوليستر
نيكال A or B	باسف	سلفونات ألكيل نفتالين الصوديوم	مثبت للأصبغة المباشرة والفعالة
			مبلل

**8- العوامل المبعثرة:** سبق وأن ذكرنا في بحث مبادئ العملية الصباغية أنه وفي المرحلة الأولى تتعرض الأصبغة عند حلها بالماء للتأين لتصبح بحالة شبه غروية تدفعها للتجمع على بعضها البعض 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 مانعة إياها من تشكيل هكذا تجمعات " راجع الشكل 59"، وغالباً ما تنصح الشركات المنتجة للأصبغة بإجراء عملية حل الصباغ على الشكل:

- عجن الصباغ مع بعض الماء الفاتر وما يكفي من العامل المبعثر.
- إضافة الماء الفاتر مع التحريك الجيد.
- الترشيح عبر قماش ناعم ليصير جاهزاً لإدخاله حوض الصباغة.

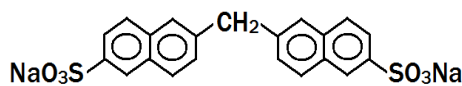
ومن أهم المبعثرات المتداولة نجد:

#### 8-1- المركبات غير المشبعة وذات الزمر الضعيفة الشغف بالماء:

- منتجات تكاثف الحموض الدسمة مع البروتينات.
- منتجات تكاثف كلور الحموض الدسمة مع الملح الصوديومي لحمض N- ميتيل أمينو إيتان سلفونيك.
- منتجات البولي غليكول إيتر.
- كبرينات الألكيل للبولي غليكول إيتر.

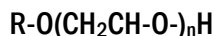
**8-2- المركبات عديدة الزمر الشغوفة بالماء:** الزيوت المسلفنة، سلفونات الليغنين، منتجات تكاثف حمض سلفون النفثالين مع الفورم ألدهيد.

ويعتبر السيتامول الذي أنتجته شركة باسف من أكثر وأقدم العوامل المبعثرة التي دخلت عالم الصناعة النسيجية بعد الزيت الأحمر التركي الذي يحضر من سلفنة زيت الخروع ولم يكن إلا صابوناً أكثر منه مبعثراً، 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 حمض السلفونيك نفتالين مع الفورم ألدهيد:



السيتامول: الملح الصوديومي لمنتج تكاثف حمض السلفونيك نفتالين مع الفورم ألدهيد

وانتشرت في الوقت الحاضر العوامل المبعثرة المحضرة من مجموعة البولي غليكول ايتز 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 الأوكسجين وبالتالي ازدياد عدد الجسور الايتيرية ما يسبب تراجع القدرة على الاستحلاب والبعثرة.

كما انتشرت وبصورة أقل سلفونات النفثالين كعامل مبعثر، وتم اعتماد مجموعة البولي غليكول ايتز تحت اسم عوامل تسوية وبعثرة وبخاصة للألياف السيللوزية والبولي أميد، ونرى في الجدول (71) بعضاً من عوامل البعثرة:

الجدول 71

بعض العوامل المبعثرة			
المادة	الشركة	الوظيفة	التركيب
بيرغين ASP	د. بنري	مبعثر للأصبغة على شكل مسحوق	سلفونات النفثالين
بيرغين SEF	رودولف	مبعثر للأصبغة اللوليستر بالحرارة العالية	استرات عطرية
ريكوكتس OGM	رودولف	رابط أوليغومير لحمام الصباغة ولما بعد عمليات الإنهاء، والتطرية ومزلاقات غزل للبوليستر	استرات حموض دسمة ايتوكسيلايت حموض دسمة
زيت سان DD	Z & S	عامل مبعثر قوي	سلفونات الكليل أريل
زيت سان PD	Z & S	مبعثر عديم التأثير على اتجاه ودرجة عمق اللون، فعال بقدر الحرارة العالية	سلفونات الكليل أريل
سيتالان SW	سيتالان	عامل مبعثر	سلفونات عطرية
ترانسفيرين DI	د. بومييه	عامل مبعثر وواقى غروي	سلفونات عطرية
ارغازول DAM	سيبا	عامل مبعثر للقطن والبوليستر	سيتامول

**9- عوامل التسوية:** عند صباغة الأقمشة المصنوعة من ألياف طبيعية أو تركيبية على السواء نجد مجموعة من العوامل التي تحول دون التوزع المتجانس للجزيئات الصباغية، ومن أهم هذه العوامل نجد:

- الزيوت المستخدمة للألياف عند غزلها أو النسيج عند حياكته ومدى قابلية استحلابها.
- درجة تعرض الألياف الطبيعية للعوامل الجوية، ودرجة بلمرة الألياف التركيبية.
- طبيعة الحياكة وشدة ارتصاص الألياف على بعضها، ونمرة الألياف وشدة برمها.
- المعدلات العالية لرفع درجة الحرارة في الحوض الصباغي.
- انخفاض نسبة ومعدلات غزارة ماء الحمام الصباغي عما تستلزم طبيعة ووزن النسيج.
- انخفاض سرعة دوران النسيج عما يلزم.
- تنضد النسيج فوق بعضه البعض بما يؤدي لحدوث ظاهرة التفسير.
- سوء تصنيع الأصبغة وعدم انسجام الأصبغة الداخلة في تركيب اللون.
- تلوث الخامات ببعض الملوثات صعبة الإزالة.

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

- تحقيق درجة تنظيف عالية من الزيوت بحيث يتجانس كامل سطح القماش في درجة شراهيته لامتصاص الأصبغة.

- إبطاء عملية تشرب الأصبغة وفق إحدى الآليات:

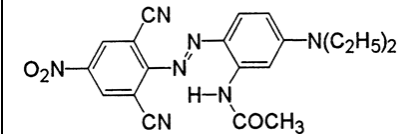
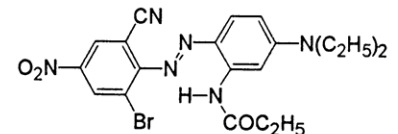
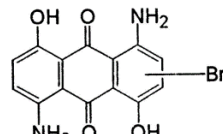
أ- إشغال المراكز الفعالة التي يرتبط بها الصباغ كما هو حال البولي أكريلونتريل حيث تضاف مركبات الأمونيوم الرباعية كعوامل مؤخره كونها أسرع تفاعلاً مع المراكز الفعالة من الصباغ القاعدي ذاته، ولا تلبث أن تنفك عند درجة حرارة معينة نضمن معها حسن توزع الجزيئات الصباغي بشكل أفضل.

ب- إضافة عوامل مؤخرة ترفع من درجة الحرارة 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 للحمام الصباغي " مواد إعادة التسوية " كـبعض أصناف الحوامل " الكارير " من نمط الاسترات العطرية في حمام صباغة البوليستر، والتي تلعب هذا الدور عند درجات الحرارة 130 م°.

د- حسن اختيار الأصبغة: فتمايز مثلاً أصبغة الأزرق الخاص بالبوليستر المبينة في الجدول (72) على الشكل:

الجدول 72

ديسبرس أزرق 165	ديسبرس أزرق 183	ديسبرس أزرق 56
تسوية سيئة	تسوية متوسطة إلى سيئة	تسوية جيدة
		

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

ويتوجب أن يرافق هذا كله ضبط لرفع درجات الحرارة وغزارة الضخ في الآلة وتسريع القماش والتخفيف من وزن القماش أو طول الحبل ومنع تركيب القماش فوق بعضه البعض، ونرى في الجدول (73) بعضاً من عوامل التسوية التي تنتجها بعض الشركات العالمية.

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 ايتوكسيالات الأغوال الدسمة، ولكن بين عائلة وأخرى نرى فروقاً كبيرة بحيث لا يحل فرد من هذه مكان فردٍ من تلك، فلزمنة الاسترات العطرية قدرة على رفع معدلات الهجرة بما يمكننا من اعتمادها لإصلاح عمليات الصباغة غير المتجانسة، وهذا ما لا تستطيع تحقيقه زمرة ايتوكسيالات الأغوال الدسمة، وينحصر استخدام الاسترات العطرية في مجال البوليستر، وزمرة الأمينات الرباعية في مجال البولي أكريلونتريل، أما ايتوكسيالات اللانثونية فلكل الصنوف وكتسوية ومبعر وعامل استحلاب ...، وكإعادة تسوية لأصبغة القطن المباشرة أو الأصبغة الحمضية للبولي أميد:

الجدول 73

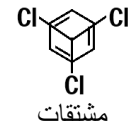
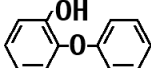
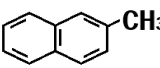
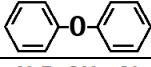
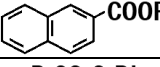
نماذج لبعض عوامل التسوية			
المادة	الشركة	الفعالية	الشحنة
بيريتارد GAN	د. بتري	عامل تسوية ومؤخر لصبغة الاكريليك	c
بيرغين CLM		عامل تعرية وتسوية وهجرة موائم للبيئة لصبغة البوليستر	n
بيرغين EU		تسوية للصوف بالأصبغة الحمضية والنايلون بالأصبغة الحمضية والمعدنة والمبعثرة	
بيرغين MPG		تسوية ومبعثر لبوليستر وثلاثي الأسيتات بالأصبغة المبعثرة تحت الضغط	
برلافين A		تسوية ومعزز ألغة لأصبغة الأحواض والأصبغة المباشرة، عامل تعرية	
بيريستال RDB		تسوية للألياف السيلولوزية بالأصبغة الفعالة	a
البغال B	سيبا	تسوية لصبغة الصوف بالأصبغة الفعالة	a & c
يونيفادين DIF		عامل تسوية وبعثرة وهجرة ومسرّع انتشار للبوليستر بشروط الحرارة العالية	a
يونيفادين NT new		تسوية لصبغة النايلون بالأصبغة الحمضية	a
ترانسفيرين DEW	د. بوميه	تسوية ذات مفعول تنظيفي للأصبغة الشاردية	n
سينتابال KWL		تسوية للبوليستر بشروط الحرارة العالية	
جينوكول MK		تسوية أصبغة حمضية معدنية معدنة ١:١، والمعدنية المعدنة للسلفونات ٢:١	
ديسيرغاتور SMS	CHT	عامل مبعثر عام و عامل تسوية خاص	a

**10 - الحوامل " الكارير "** : تُستخدم لصبغة البوليستر بشروط الضغط الجوي العادي (أي 95 م تقريباً) بعض المركبات الكيماوية القادرة على خفض درجة حرارة تزجج هذه الألياف، أي درجة الحرارة اللازمة لانتفاخ الألياف وتباعدها عن بعضها البعض وبالتالي تتشكل مسامات بما يسمح لجزيئات الصباغ أن تغلغل 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.

وتتميز أنواع الحوامل عن بعضها البعض لدرجة عالية في: فعاليتها، ثمنها، رائحتها... وتتنوع الحوامل في صنوف عدة ونرى في الجدول (74) أهم المجموعات:

الجدول 74

Carrier بعض أنواع الحوامل				
		أورتو فينيل فينول		ميتيل نفتالين
مشتقات كلور البنزن		ثنائي الفينيل		الاسترات العطرية
	X-R-CH <sub>2</sub> -Cl	مشتقات الفحوم الهيدروجينية الكلورة	R-CO-O-R'	الاسترات عالية الوزن الجزيئي

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

- الفعالية العالية وثبات مستحلبه طوال فترة الحمام الصباغي.
- التجانس مع مختلف مجموعات الأصبغة والمواد المساعدة.
- عدم تأثيره سلباً على ثباتيات الأصبغة.

• سهولة غسله والتخلص من بواقيه على البضائع المصبوغة بوجوده.

• انخفاض درجة سميته لأصغر حدٍ ممكن وضعف تطايره.

**10-1- 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 تبقعاً على النسيج، إضافة لسميتها وتلوينها العالي للبيئة ما دفع بمنعها نهائياً.

**10-2- أورتو فينيل فينول:** يتميز بخواص تسوية وبعثرة، ويرفع من معدلات بريق اللون، ومن أهم عيوبه صعوبة التخلص من بقاياها إلا بالحرارة الجافة عند 150 م°.

**10-3- ألكيل نفتالين:** يتميز أيضاً بخواص تسوية وبعثرة مع رفع لمعدلات البريق وانخفاض رغوته وقلة تطايره، ولا تتطاير بقاياها إلا عند الدرجة 150 م°.

**10-4- مشتقات الفحوم الهيدروجينية المكثورة:** تشابه مشتقات كلور البنزن إلى حدٍ بعيد وتتميز عنها بقلة تبقيعها على الصوف بالأصبغة المعلقة، لذا فإنها غالباً ما تستخدم لمزائج الصوف مع البوليستر " الجوخ " .

**10-5- الاسترات عالية الوزن الجزيئي:** تُعتبر عوامل بعثرة وتسوية وتعرية للبوليستر، تستحلب ذاتياً بالماء الحار، ضعيفة الفعالية دون الدرجة 100 م° وعالية الفعالية فيما بين 120-130 م°، إذ ترفع معدلات الهجرة والتسوية بشكلٍ جيد، وتستخدم كعامل تعرية عند درجة الحرارة 110-120 م°، وتتميز بقلة تطايرها وعدم تخليقها لبقايا كأنواع الحوامل الأخرى إضافة لعدم تأثيرها سلباً على الثباتية على النور.

**10-6- 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 110 م°، لذا فإنها تستخدم هنا كمعزز هجرة ولرفع نسبة استنزاف الحمام، ولا تزول بقاياها إلا عند الدرجة 150 م°.

**11- مضادات التكسير:** يحدث التكسير عادةً لعدة أسباب متداخلة مع بعضها البعض، وعلينا اجتنابها جميعاً في آنٍ معاً لتلافي هذه الظاهرة، إذ يبدو التكسير عادةً على شكل خطوطٍ متقاطعة ومتشابكة، وقد تصيب هذه الظاهرة النسيج ذاته أو عملية الصباغ أو الاثنين معاً حسب ظروف وشروط الحمام الصباغي، ومن أهم أسباب التكسير:

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

- ايجابية: لأنه يعني أن حبل القماش سيكون أقصر طولاً ما يعني عدد دوراتٍ أكبر للنسيج في وحدة الزمن.

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

ب – معدل تدفق سائل الحمام الصباغي: ذلك أنه وكلما زاد هذا المعدل زاد التجانس الحراري للسائل في أجزاء الآلة والقماش على حدٍ سواء، علاوة عن أن ارتفاع درجة تجانس مواد الحمام الصباغي إلا أن تتجاوز درجة غزارة حدية تبدأ بعدها عمليات نقض تبعثر 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 لشروبها نسب صباغ أعلى، وبخاصة للأصبغة الصغيرة أو المتوسطة الحجم، والتي لها درجة امتصاص حرارية منخفضة ولم يرافقها زمن تخميرٍ 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 التكسير وعدم التجانس في تسوية الصباغ، والشائع أنه لا يجوز أن يتجاوز زمن دوران الحبل مدة الثلاث دقائق.

هـ - تصميم آلة الصباغة: فقد وُجِدَ أن الحوض الأفقي ذي نسب الماء العالية والذي يتدفق بنسبٍ عالية ودون ضغط يساعد على اصطاف النسيج خلف بعضه البعض، في حين أن آلات الحوض الكروي ذات نسب الماء المنخفضة تتسبب بتكسر القماش لتتضده فوق بعضه البعض.

و - زمن ودرجة حرارة التخمر: ذلك أنه يمكننا إصلاح الكثير من الأخطاء بالبقاء عند درجة الحرارة العالية للصبغ (البوليستر 130 م، البولي أكريلونتريل: 102 م، الأصبغة المباشرة للقطن والحمضية للبولي أميد: 95 م)، إذ تتوفر للصبغ بشروط الحرارة العالية تعزيز عمليتي الهجرة وإعادة الهجرة وبالتالي عملية إعادة تسوية تتجاوز فيها أخطاء رفع الحرارة، وترتبط الفائدة من عملية التخمر بنوع الصبغ وحجم جزيئاته وكميته ونوعية ونسب المواد المساعدة المضافة للحمام الصباغي.

ز - معدل انخفاض درجة حرارة الحمام الصباغي: إذ تنصح معظم شركات الأصبغة 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.

11-1- آلية عمل المواد المانعة للتكسير: يوافق كل نوع من أنواع الألياف زاوية إجهاد وضغط ودرجة حرارة معينتين 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 التضد فوق بعضه البعض زمنياً طويلاً نسبياً.

ج- رفع معدلات التسوية والبعثرة.

لذا فإنه غالباً ما تتميز موانع التكسير بالخواص:

أ- ارتفاع وزنها الجزيئي وطبيعتها الدهنية.

ب- شحنتها الأنيونية أو اللاأنيونية.

ج- سهولة امتصاصها، وعدم تعارضها مع مواد بناء الحمام الأخرى.

ونرى في الجدول (75) موانع تكسير لبعض الشركات العالمية:

الجدول 75

بعض مضادات التكسير لبعض الشركات العالمية " الشحنة: سالبة "			
المادة	الشركة	الفعالية	التركيب
سيبا فلويد C	سيبا	مزلق مانع للتكسير لعمليات الإنهاء الرطبة للنسيج ولكل أنواع الألياف	محلول مائي لبولي مير مشترك مع البولي إيثر
بيريلان FOS	د. بتري	مضاد تكسير ضعيف الرغوة بخواص تسوية وبعثرة وهجرة للبوليستر ومزائج	الكيل فوسفات وايتوكسيلاط أغوال دسمة
بيريلان NHS		مضاد تكسير لا شاردي ومطري	أميدات حموض دسمة مع شموع خاصة
بيريلان VF		مضاد تكسير عديم الرغوة لجميع أنواع الألياف	بولي أكريلات
تيبولان MDF	د. بومييه	مضاد تكسير منخفض الرغوة للبوليستر، وعامل تسوية وهجرة	استرات حمض الفوسفور مع عوامل استحلاب
تيبولان LF		مضاد تكسير ومزلق لا رغوي للألياف السيلولوزية ومزائجها	مزيج سلفونات
توبانول DF-JET		مضاد تكسير وتسوية رغوي للألياف السيلولوزية بالأصبغة المباشرة على آلة الجت	مشتقات حموض أميدية غروية
ريكولين JET	رودولف	لتبييض وصبغة القطن والفيكوز، الصوف، البوليستر، البولي أميد، الاكريليك ومزائجها، منخفض الرغوة، مطري ومزلق، مقاوم للقلويات والأملاح وللحرارة العالية	بولي أكريل أميد

كما نرى في الجدول (76) مقارنة بين مضاد تكسير صناعي وآخر دسم.

الجدول 76



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
ممکن	ليس له	المفعول المؤخر، مشاكل التقيح، الترسبات، التأثير السلبي على المرود اللوني
	أفضل بكثير	الثباتية تجاه: الحموض، القلويات، الأملاح، منع التكسير
	أفضل	التزليق
أفضل	ليس له	المفعول المطري بعد المعالجة

12 - **مضادات الرغوة:** يستلزم بناء الحمام الصباغي بعض المواد المسببة لتشكيل الرغوة وبالتالي إعاقة الدوران المنتظم للخامات في آلة الصباغة، واحتباس الجزيئات الصباغية ضمن الفقاعات والتي يتسبب انفجارها تزيذ تلك الجزيئات بصورة عشوائية، لذا فقد بحثت الشركات المنتجة للأصبغة والمواد المساعدة عن مواد يمكنها منع تشكل الرغوة لتسوقها باسم مضادات الرغوة Anti foaming، وأخرى تمنع تجمع الهواء بين ثنايا النسيج لتسوقها باسم موانع 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 (77) بعض مضادات الرغوة ومضادات التهوية لبعض الشركات العالمية.

الجدول 77

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

## الباب الرابع

1. معالجة المياه.
2. المعالجة الأولية وقصر الألياف السيللوزية.
3. المعالجة الأولية للألياف الصوفية.
4. المعالجة الأولية لألياف الحرير الطبيعي.
5. المعالجة الأولية للألياف التركيبية.
6. المبيضات الضوئية.

## البحث الأول

### معالجة المياه

- 1- عسرة المياه ودرجاتها:** تحوي جميع أنواع المياه على مجموعةٍ من المركبات المرافقة العضوية واللاعضوية، وتتباين كثيراً أو قليلاً من مصدرٍ لآخر أو من وقتٍ لآخر، ومهما يكن من أمر فإننا نطلق على الماء عند تركيزٍ معين المواد المرافقة اسم الماء العسر، ويتحول لماءٍ 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 اللاكربونائية كأنيونات الكبريتات والكلور والسيليكات.
- ويمكننا عموماً تقسيم الماء إلى أربع درجات عسرة رئيسة كما نرى في الجدول (78):

الجدول 78

تصنيف المياه بحسب درجات العسرة				
عسر جداً	عسر	متوسط العسرة	يسر	التوصيف
$300 \leq$	300-200	200-100	$100 \geq$	محتوى الأملاح الذائبة " p.p.m "

### 2- شوائب المياه العسرة:

#### 2-1- الأملاح: وأهمها:

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

#### 2-2- الغرويات: مركبات عالية الوزن الجزيئي، يمكننا التخلص منها عبر عمليات ترسيب ببعض الكيماويات وعوامل التخثير وفق إحدى طرائق التخثير:

- أ- شب الألمنيوم والبوليتاسيوم، وكبريتات الألمنيوم
- ب- أملاح الحديد: كبريتات الحديد، كلوريد الحديد.
- ج- بعض المركبات البوليميرية الحديثة العهد مثل المشتقات البولي كربوكسيلية السالبة الشحنة.
- د- بعض المركبات الكاتيونية كـ بعض المركبات الأمينية الخاصة بمعالجة المياه والقادرة على ربط المركبات العضوية السالبة الشحنة.

#### 2-3- المعلقات: وأهمها أملاح حمض السيليس، وتقوم عمليات التخلص منها على أربع مراحل:

- أ- الترشيح: عبر مرشحات مفتوحة أو مضغوطة وبأقطار فتحات مناسبة.
- ب- الترسيب والترفيد.
- ج- التخثير 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 خطورةً كبيرةً على أنابيب المراجل البخارية.

#### 2-4- 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 البكتيريا ولإزالة الرائحة، ومن ثم يعرض الماء لضغطٍ منخفض في محطات خاصة للتخلص من الأكسجين والبقايا الغازية الأخرى التي تعمل على

تآكل الأنابيب داخل وخارج المراجل، ويتم عملياً رفع درجة حرارة الماء الداخل للمراجل أولاً لطرد هذه الغازات وفق قاعدة انخفاض نسبة الغازات المنحلة مع ارتفاع درجة الحرارة.

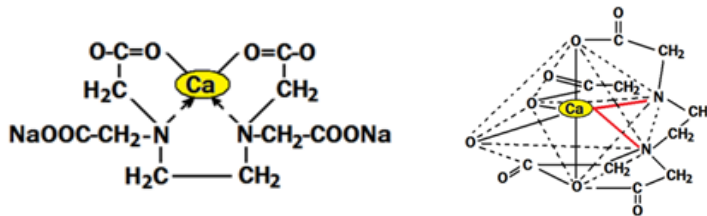
**3- قياس القساوة:** تقوم عمليات معايرة درجة القساوة على زمرة خاصة من المركبات المعقدة والتي يُطلق عليها اسم مجموعة المركبات المخلفية (الشلات) والتي تحوي على أكثر من زمرة مانحة أي زمرة تحوي أزواجاً الكترونية حرة تُمكنها من تشكيل روابط تساندية، ومن أهمها المركبات الأمينية التي تُباع تحت اسم كومبلكسون أو فيرسين كابتيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخل EDTA.



ويُعدُّ هذا المركب حمضاً ضعيفاً يتم تداوله على شكل ملحه الصوديومي، أي كملح ضعيف رباعي الأساس، ويمكن للحمض أن يفقد أيوني الهيدروجين الأولى والثانية بسهولة مقارنةً مع الثالثة والرابعة، كما أن الحمض ضعيف الانحلال بعكس ملحه الصوديومي  $\text{Na}_4\text{Y}$ ، لذا فإن المعتمد في الكيمياء التحليلية عموماً هو الملح الثنائي  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$  لأن الحمض ضعيف الانحلال والملح الرباعي شديد الحمضية لذا نجده الأكثر استخداماً في الصناعة. يمكننا الحصول على الملح الثنائي بدرجة نقاوة عالية، وتشكل أنيونات هذا الملح معقداتٍ ثابتةً مع الكاتيونات المعدنية ذوات أرقام الأكسدة +2، +3، +4، ويكون الارتباط عموماً على أساس أنيون غرامي من الملح مع كاتيون غرامي من المعدن:

تفاعل حمض وأملاح الـ EDTA			
$\text{M}^{++}$	$+ \text{H}_2\text{Y}^{--} \rightarrow$	$\text{MY}^{--}$	$+ 2 \text{H}^{++}$
$\text{M}^{+++}$		$\text{MY}^-$	
$\text{M}^{++++}$		$\text{MY}$	

ويتوقف مدى تشكل هذه المعقدات على درجة حموضة المحلول، فقد وجد عملياً أن معقدات 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 المخلفي، إذ نجده مثلاً مع أيون الكالسيوم على الشكل (73):



الشكل 73: الكومبلكسون II أو ايتيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخل

### 3-1- مراحل إجراء المعايرة:

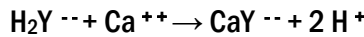
**3-1-1- المشعرات:** ومن أهمها: الموركسيد، أريوكروم بلاك T، الكروم الحمضي الأزرق الغامق.

أ- الموركسيد  $[\text{NH}_4(\text{C}_8\text{O}_6\text{H}_5\text{N}_5)\text{H}_2\text{O}]$ : وهو الملح النشادري لحمض البوربوريك، ونجده على شكل مسحوق أحمر غامق قليل الذوبان في الماء، محلوله بتركيز 0.05 أحمر بنفسجي، ويشكل مع كاتيونات الكثير من المعادن معقدات حمراء أو صفراء غير ثابتة.

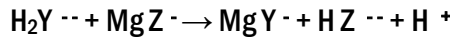
وبما أن محلوله المائي غير ثابت فإننا نمزجه جافاً مع كلوريد الصوديوم بنسبة 1/100، ويُضاف من المخلوط لدورق المعايرة 20-30 ملغ.

ب- الأريوكروم بلاك T: صباغ حمضي من مجموعة أصبغة الأزو، ويلعب دور المشعر الحمضي والقلوي، إذ ينقلب عند حموضة 6.3 pH من أحمر إلى أزرق، وعند 11.5 pH من الأزرق إلى البرتقالي، لونه كمشعر أزرق أما معقداته فحمراء اللون، يذوب في الغول مشكلاً محلولاً ضعيف الثبات، لذا فإنه يُحضر عملياً على شكل

مخلوط جافٍ مع كلوريد الصوديوم بنسبة 200/1، ويقوم بعمله كمشعر على أساس أن معقده مع المغنيزيوم أحمر أرجواني، وبإضافة زيادة من الفرسين تتحد هذه الزيادة مع المغنيزيوم ما يحرر الصباغ العضوي الذي يتميز بلون أزرق سماوي، فأتثناء المعايرة وبإضافة الفرسين يجري التفاعل:



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



حيث  $\text{Z}^{2-}$  أنيون المشعر، وقد وجد أن أفضل الشروط للمعايرة عند حموضة pH: 10، لذا فإننا نلجأ لاستخدام محلول موقى من هيدروكسيد وكلوريد النشادر عند إجراء المعايرة.

**ج- الكروم الحمضي الأزرق الغامق ( $\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{O}_9\text{N}_2\text{S}_2\text{NH}_2$ ):** صباغ عضوي يشبه الأريوكروم إلا أنه أكثر حساسية منه، جيد الانحلال في الأغوال وبشكل محدود في الماء، يتم تداوله كمحلول لثبات محاليله المائية.

3-1-2- خطوات العمل:

أ- تحضير محلول 0.01 جزيئي من  $\text{H}_2\text{YNa}_2$ : يوجد هذا الملح متبلوراً مع جزيئتي ماء وبالتالي فإن وزنه الجزيئي 372.1، يُسَخَّن مقدارٌ منه حتى 80 م° للتخلص من الرطوبة، ومن ثم يوزن 3.73 غرام بدقة وتحل في ليتر من الماء المقطر، ويمكننا التأكد من صحة عياره بمحلول 0.01 جزيئي من كاتيون الكالسيوم والمغنيزيوم.

ب- تحضير المشعر: يمزج 500 مل من المشعر الصلب مع 50 غرام من مسحوق كلوريد الصوديوم النقي ونتابع المزج حتى التمام.

ج- تحضير المحلول الموقى ذي pH:10: يمدد (58) سم<sup>3</sup> نشادر كثيف مع (2) غ من كلوريد النشادر بالماء المقطر حتى يصبح الحجم (100) مل.

د- إجراء المعايرة: يؤخذ (100) مل من الماء المراد اختباره في فيول نظيف، ويضاف له (0.5) مل من حمض كلور الماء الممدد و (5) مل من المحلول الموقى ونثره مشعرٍ صغيرة بحجم رأس الدبوس فيتلون الماء بلون وردي إلى خمري الذي هو لون المشعر مع المغنيزيوم، ثم نبدأ بإضافة محلول (0.01) جزيئي من محلول الفرسين حتى انقلاب اللون إلى الأزرق واختفاء اللون الزهري تماماً.

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

3-1-3- حساب القساوة: بما أن تراكيز الأملاح لا تزيد عادة عن (0.01) نظامي فقد وجد أنه من الأنسب الاعتماد على سلم وحداتٍ صغيرة للتعبير عن درجة القساوة.

فبما أن نظامية المحلول تعبر عن عدد المكافئات في اللتر لذا تستعمل وحدات الملي مكافئ/ليتر، وهكذا فإن المحلول (0.01) نظامي يعادل (10) ميلي مكافئ/ليتر.

ونجد أيضاً واحدة الجزء من المليون "ج.م.م p.p.m"، والتي تعني أن الماء ذي العيار (1) ميلي مكافئ يحوي (1000/50) غرام من كربونات الكالسيوم/ليتر، أي (50) ملغ في (1000) غ ماء تقريباً أي 50 p.p.m باعتبار أن الوزن الجزيئي لكربونات الكالسيوم يساوي (100)، وأخيراً نجد الوحدة الفرنسية: فعندما نجد 10<sup>4</sup> 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:

$$M_1V_1 = M_2V_2: \text{Versen} = 0.01 \text{ M}$$

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

التكبير الجزيئي لـ: Ca<sup>++</sup> & Mg<sup>++</sup>
عدد المليمترات المستخدمة
الدرجة الفرنسية

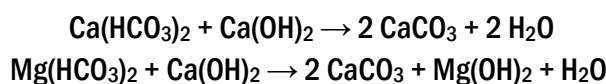
ومن الضروري التنويه إلى أنه عندما يكون محتوى الماء من كاتيون المغنيزيوم ضعيفاً فإن تغير اللون قد لا يكون واضحاً، لذا فإننا نقوم بإضافة (1) غرام من كلوريد المغنيزيوم سداسي الماء MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O لمحلول الفرسيين عند تحضيره، ونعاير بمحلول (0.01) جزئي من أيون الكالسيوم أو المغنيزيوم، أي المعايرة بالطريقة غير المباشرة، ونرى في الجدول (79) درجات القساوة منسوبة لبعضها البعض:

الجدول 79

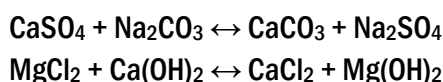
جدول تحويل درجات القساوة						
الوحدة	ميلي مكافئ	درجة فرنسية	درجة انكليزية	درجة أمريكية	درجة ألمانية	ج.م.م
ميلي مكافئ	1	5	3.5	2.9	2.8	50
درجة فرنسية	0.2	1	0.7	0.58	0.56	10
درجة انكليزية	0.286	1.43	1	0.83	0.8	14.3
درجة أمريكية	0.31	1.72	1.2	1	0.96	17.2
درجة ألمانية	0.358	1.79	1.25	1.04	1	17.9
ج.م.م	0.02	0.1	0.07	0.058	0.56	1
أصل الواحدات وتفسيرها						
1 p.p.m	=	1 m.g CaCO <sub>3</sub> in 1.0 lit water				
d.H		10 m.g CaO in 1.0 lit water				
1 Clark		10 m.g CaCO <sub>3</sub> in 0.7 lit water				
1 f.H		10 m.g CaCO <sub>3</sub> in 1.0 lit water				
جدول التحويل عن BASF						
	1 p.p.m (USA)	D	GB	F		
1 p.p.m (USA)	1.0	0.056	0.07	0.1		
D	17.9	1.0	1.25	1.79		
GB	14.3	0.8	1.0	1.43		
F	10.0	0.56	0.7	1.0		

4- عمليات التحلية ومبادئها: تعني عملية التحلية Sequestering ربط أو حجز أو عزل كاتيونات معدنية لمنعها من الترسيب، ونجد ثلاث طرائق لمعالجة عسرة المياه: طريقة الكلس والصودا، طريقة التبادل الشاردي، طريقة المعالجة بالكيماويات.

4-1- طريقة الكلس والصودا: ويُضاف فيها الكلس المطفأ - هيدروكسيد الكالسيوم Ca(OH)<sub>2</sub> - مع كربونات الصوديوم إلى الماء فتترسب أيونات الكالسيوم والمغنيزيوم المسببة للعسر المؤقت الناشئ عن وجود البيكربونات، وكذلك أملاح كبريتات الكالسيوم وكلوريد المغنيزيوم بحسب معادلات العسر المؤقت التالية:

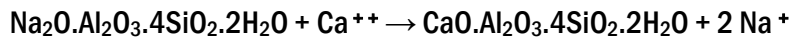


ولكون كربونات الكالسيوم أقل انحلالاً من كربونات المغنيزيوم فإنها تترسب أولاً. أما معادلات العسر الدائم فتتم بتحول كلوريد الكالسيوم إلى كربونات الكالسيوم بفعل كربونات الصوديوم ما يؤدي لترسيبها وفصلها:

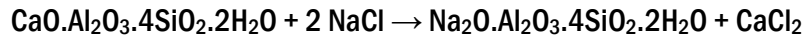


وهكذا نجد أنه من الممكن التخلص من العسر المؤقت والدائم بإضافة ما يلزم من الكلس المطفأ وكربونات الصوديوم، وقد تضاف أحياناً سيليكات الصوديوم لتساعد على تخثر الراسب Coagulating the precipitate، وتتم هذه العملية في أحواض خاصة بعد إتمام عملية الترسيب، وتعتمد الكمية اللازمة من الكلس المطفأ والصودا آش على درجة عسرة المياه، وغالباً ما تؤدي هذه الطريقة بنا إلى ماء درجة عسرته بحدود (8) ج.م.م أو أقل.

4-2- 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:

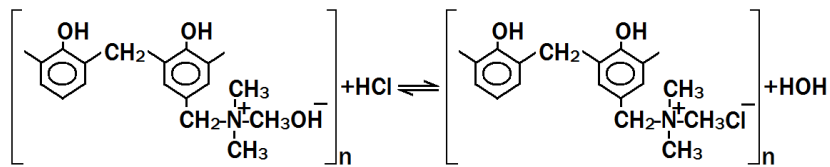


وتؤمن هذه الطريقة حصولنا على مياه بدرجة قساوة الصفر، ليبدأ الزيوليت بالتخامد فنعود لتنشيطه بملح الطعام ليعود إلى أصله من جديد:



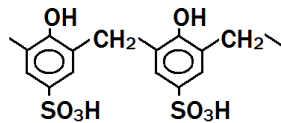
4-2-1- الراتنجات الحديثة: تدخل الأمينات الثنائية العطرية والأمينو- فينولات والأمينات كالفينول في تفاعل تكاثف بولي مع الفورم ألدهيد بسهولة، ونحصل باعتماد نسب تفاعل ودرجة حموضة معينتين على بوليميرات عالية الوزن الجزيئي وذات تركيب فراغي شبكي، ويكون لهذه البوليميرات شكل حبات الزجاج الأسود أو البني القاتم، غير ذوابة بالماء أو بالمذيبات الأخرى، كما أنها تنتفخ بالماء وبالمحاليل الملحية والحموض.

ونظراً لاحتواء هذه المركبات على مجموعتي -NH- و -NH<sub>2</sub>- القويتين وذوات الخواص القلوية فإنهما يشكلان عند انتفاخهما بالماء أنيون هيدروكسيل -OH- وكاتيون ضخم وغير قابل للذوبان ما يجعلنا نعتبرها أساساً ضعيفة عالية الوزن الجزيئي، وأهم ما يميز هذه البوليميرات قدرتها على الدخول في تفاعل تبادل مع المحاليل الكهرلينية لتكوين أملاح وفق التفاعل التالي:

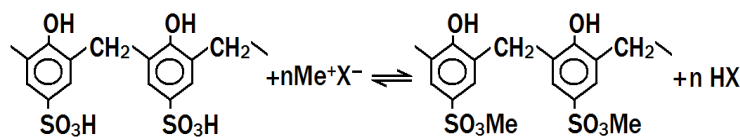


ونتيجة انتفاخ أو انتباج هذا البوليمير بتأثير المحاليل الملحية تزداد سرعة انتشار الأيونات فيه ما يرفع من سرعة التبادل الأيوني برغم عدم ذوبانه حتى يتم التبادل على كامل الوظائف القابلة للتبادل فيه (أي الوصول لحد الإشباع أو استنزاف كامل سعته)، وإذ ذلك نعد لتجديد الرزين بمعالجته بمحاليل ملحية أو حمضية أو قلوية بحسب طبيعة وظائفه الأساسية كما هو الحال مع الأنالسيت.

ويمكن لهذا البوليمير أن يدخل بتفاعل عكسي مع المحاليل الكهرلينية ما أمكننا أن نعتمدها كمرشحات للتبادل الأيوني يمكننا معها استخلاص الأيونات من المحاليل الكهرلينية المراد معالجتها أو تنقيتها، ولذلك أطلق عليها اسم راتنجات التبادل الأيوني، ونجد منها على سبيل المثال راتنج السلفو- بولي فينولات: راتنج السلفو- بولي فينولات: يتم اصطناع هذا الرزين من تكاثف حمض البارافينول - سلفونيك مع الفورم ألدهيد:



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 نقية بمعالجة الملح البوليميري المتشكل بالحموض، وتسمى البوليميرات الحاوية مجموعات أيونية حمضية بالكاتيونيات، وعلى مجموعات أنيونية بالأنيونيات، ونرى في الجدول (80) بعضاً منها.

الجدول 80

بعض رزينات التبادل الشاردي			
الأنيونيات		الكاتيونيات	
المجموعة الوظيفية	الراتنج	المجموعة الوظيفية	الراتنج
- NR <sub>2</sub>	الأمينات	- SO <sub>3</sub> H	السلفونية
- NHR	الأمينات الثانوية	- COOH	الكربوكسيلية
- NR <sub>3</sub> OH	مشتقات الأمونيوم الرباعية	- N(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	الأمينو ثنائية الخلات
- SO <sub>2</sub> OH	السلفونيوم	- PO <sub>3</sub> H <sub>2</sub>	الفوسفونية
تبادل الأيون السالبة مع أنيونات المحلول الملحي كالكلور أو الهيدروكسيل		- PO <sub>2</sub> H	الفوسفينية
		تبادل البروتون H <sup>+</sup> بمعدن موجب كأيونات الصوديوم، الكالسيوم، المغنيزيوم ...	

**4-2-2-2- سعة تبادل الراتنج:** 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.


**4-2-2-3- مبادئ اختيار الراتنج:** يتم اعتماد راتنج معين بعد تعيين كثافته وقدرته أو قابليته على الانتفاخ Swelling capacity وسعة تبادله الاحصائية والكاملة.

**4-2-2-3- تنشيط الراتنج:** يبدأ الراتنج بالتأين بعد انتشار المحلول الملحي إثر انتفاخه وبالتالي بدء عملية التبادل فيما بين أيون هيدروجين مع أيون صوديوم أو شاردتي هيدروجين مع أيون كالسيوم حتى وصولنا لحالة توازن بين الراتنج والمحلول الملحي، وهكذا يتوقف عمل الراتنج كمبادل شاردي ما يضطرنا لإعادة تنشيطه بمعالجته تحت ضغوط متوسطة بمحلول حمضي أو قلوي أو ملحي بحسب طبيعة الراتنج.

**4-2-2-3- الراتنجات المختلطة:** تعتمد بعض الشركات الصانعة لوحدة المبادلات الأيونية لاعتماد مزيج من الراتنجات الكاتيونية والأيونية لتحقيق الغاية المشتركة من النوعين في آنٍ 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 بمحلول كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) الذي يقوم بتخليصها من كل ما تبادلت به وإعادتها لحالتها الأصل لتعود قادرةً على استخلاص الأيونات من المياه المراد معالجتها من جديد.

**4-2-2-4- مواصفات أجهزة التبادل الأيوني:** يتم بناء أجهزة التبادل الأيوني وفق مجموعة مواصفات تتضمن عادة النقاط الأهم المبينة في الجدول (81):

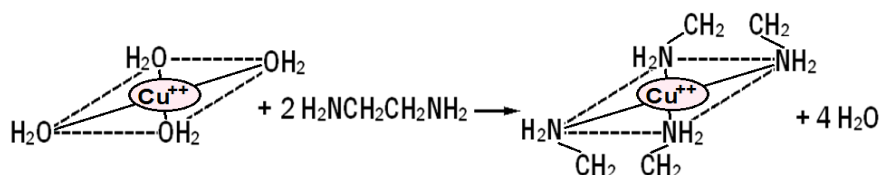
الجدول 81

مواصفات أجهزة التبادل الأيوني	
	ضغط العمل أو التشغيل الأصغري: كغ/سم <sup>2</sup>
	ضغط العمل أو التشغيل الأعظمي: كغ/سم <sup>2</sup>
	الضغط الأعظمي الذي يحتمله الجهاز: كغ/سم <sup>2</sup>
	استطاعة التحلية أو التدفق الاسمي " كمية الماء المحلى " : م <sup>3</sup> / ساعة
	التدفق الأعظمي: م <sup>3</sup> / ساعة
	دورة دارة إعادة التنشيط: م <sup>3</sup> / ساعة
	حجم الرزین المتأين في جهاز التحلية: ليتر
	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 فقدانه قدرته على التبادل الأيوني والحاجة لاستبداله	



**3-4- 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:

**1-3-4 عوامل التحلية الشيلاتية:** تحمل عوامل التحلية أو العوامل الشيلاتية شحنة سالبة تمكنها من تشكيل خاتم مع الكاتيونات المعدنية الموجبة الشحنة والتي يحملها الماء القاسي والمركبات البكتينية في القطن كما يبين الشكل (74):



الشكل 74: بنية المركبات الشيلاتية

ويمكن لأيونات الحديد والكالسيوم  $Ca^{2+}$  &  $Fe^{3+}$  أن تتفاعل بسرعة مع العوامل القلوية مثل الهيدروكسيل والكاربونات  $OH^-$  &  $CO_3^{2-}$  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:

1. منع تشكل الزبد أو أي طبقة ضارة على سطح القطن.

2. منع الترسبات الناتجة عن استخدام الماء القاسي.

3. منع أيونات الكالسيوم والمغنيزيوم من تشكيلها رغوة القساوة.

4. منع إعاقة بعثرة السائل.

5. منع تعكر سائل الحمام.

6. منع تفاعلات التعفن والأكسدة التي تسبب انحرافاً في تغير اللون.

وترتبط القدرة على تفاعلات التحلية بدرجة حموضة الحمام، وترتبط قائمة العوامل الشيلاتية العضوية المبينة في الجدول (82) بمحتوى الحمام من الأيونات المعدنية.

الجدول 82

عوامل التحلية العضوية من نمط الأمينو كربوكسيلات والهيدروكسي كربوكسيلات	
$\begin{array}{c} O \\    \\ NaO-C-CH_2 \\   \\ NaO-C-CH_2 \\    \\ O \end{array} > N-CH_2-CH_2-N < \begin{array}{c} O \\    \\ CH_2-C-ONa \\   \\ CH_2-C-ONa \\    \\ O \end{array}$	ايتيلين 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
$\begin{array}{c} HOOC-CH_2 \\   \\ HOOC-CH_2 \end{array} > N-CH_2-CH_2-N < \begin{array}{c} CH_2-COOH \\   \\ CH_2-COOH \end{array}$	(2-N) هيدروكسي ايتيل): ايتيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخل HEDTA
$\begin{array}{c} HOOC-CH_2 \\   \\ HOOC-CH_2 \end{array} > N-CH_2-CH_2-N-CH_2-CH_2-N < \begin{array}{c} CH_2-COOH \\   \\ CH_2-COOH \end{array}$	ثنائي ايتيل ثلاثي الأمين خماسي حمض الخل وأملاحه DTPA
$HO-CH_2-CH_2 > N-CH_2-C(=O)-ONa$	(2-N-N) ثنائي (2- هيدروكسي ايتيل) غليسرين DHEG
$\begin{array}{c} HOOC-CH_2 \\   \\ HOOC-CH_2 \end{array} > N-CH_2-CH(OH)-CH_2-N < \begin{array}{c} CH_2-COOH \\   \\ CH_2-COOH \end{array}$	ثنائي أمينو بروبانول ثلاثي حمض الخل DPTA

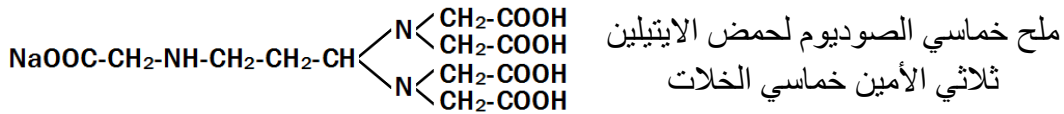
كما تستخدم لحمامات الغلي عند درجات الحرارة العالية بالوسط القلوي مركبات الفوسفونات العضوية المبينة في الجدول (83):

عوامل التحلية العضوية من نمط الفوسفونات العضوية	
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{O}_3\text{P}-\text{H}_2\text{C} \\   \\ \text{N} \\   \\ \text{CH}_2-\text{PO}_3\text{H}_2 \end{array}$	أمينو ثلاثي - ( ميثيلين حمض الفوسفونيك ) <b>ATMP</b>
$\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{PO}_3\text{H}_2 \\   \\ \text{PO}_3\text{H}_2 \end{array}$	1- هيدروكسي إيتيلدين -1,1- ثنائي حمض الفوسفونيك <b>HEDP</b>
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{O}_3\text{P}-\text{H}_2\text{C} \\   \\ \text{H}_2\text{O}_3\text{P}-\text{H}_2\text{C} \end{array} \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N} \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{PO}_3\text{H}_2 \\   \\ \text{CH}_2-\text{PO}_3\text{H}_2 \end{array}$	إيتيلين ثنائي الأمين رباعي (ميثيلين حمض الفوسفونيك) <b>EDTMP</b>
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{O}_3\text{P}-\text{H}_2\text{C} \\   \\ \text{H}_2\text{O}_3\text{P}-\text{H}_2\text{C} \end{array} \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N} \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{PO}_3\text{H}_2 \\   \\ \text{CH}_2-\text{PO}_3\text{H}_2 \end{array}$	ثنائي الإيتيلين ثلاثي أمينو بنتان (ميثيلين حمض الفوسفونيك) <b>DTMP</b>

وقد تتمتع عوامل التحلية الشيلاتية بخواص أخرى كفعاليات التنظيف والبعثرة ومنع التبقيع أو إعادة الترسيب على البضائع، كما يمكن لبعضها أن يفقد ثباته في الوسط القلوي بدرجات الحرارة العالية، إذ يتحلل لمركبات الأورتو فوسفات التي لا تمتلك مثل هذه القدرات.

**1-3-4- الحموض الأمينية الكربوكسيلية:** من نمط ثنائي إيتيلين ثنائي أمين حمض الخل وأملاحها ثنائية ورباعية الصوديوم EDTA، والتي تتميز عن بعضها في ثباتياتها تجاه درجتي الحموضة أو القلوية كما مر معنا، لذا نجد أن شركة OLEA s.a اعتمدت الملح رباعي الصوديوم لخاصته هذه.

**2-3-4- ملح خماسي الصوديوم لحمض الإيتيلين ثلاثي الأمين خماسي الخلات:**



ويتميز بثباتيته العالية مع الكاتيونات المعدنية الثقيلة والكالسيوم وتجاه المؤكسدات، وفعاليتها العالية في الوسط القلوي والجيدة في الحمضي، ويُفضّل عن EDTA في الحالات:

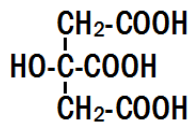
- التحلية من الحديد في الوسط القلوي.
- التحلية من الحديد والكالسيوم في الوسط المعتدل.
- لثباته تجاه فوق الأكاسيد وفوق الأملاح أثناء عمليات التبييض.

**2-3-4- مشتقات خماسي هيدروكسي البنتان:** وهي عوامل تحلية خاصة بالحديد والكالسيوم في الوسط القلوي، إذ تستخدم عموماً في الأوساط العالية التركيز بأيونات الحديد.

**3-3-4- الملح الصوديومي لحمض أمينو بولي ألكيل الفوسفين:** ثابت جداً تجاه الحلمهة والمؤكسدات، ويتمتع بخواص مبعثرة كالمركبات المخليبية (الشلات)، ويمنع من تشكل العكر والرواسب، ويعاكس عمليات التآكل والنخر.

**4-3-4- نتريلو ثلاثي حمض الخل  $\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_3$ :** تنتج شركة BASF مادة نتريلون TA وهي الملح الصوديومي لثلاثي نتريلو حمض الخل كعامل تحلية للماء وانزراع الأيونات المعدنية، وتزداد فعاليتها مع ارتفاع درجات الحرارة.

**5-3-4- حمض الليمون:** ومن أهم أملاحه ليمونات الكالسيوم القابلة للذوبان بالماء البارد أكبر منها في الماء الساخن.



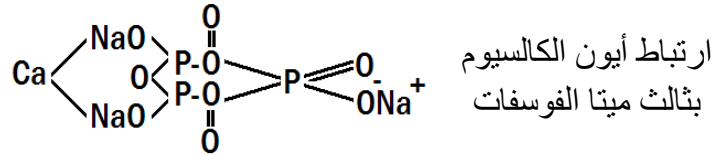
**6-3-4- غلوكوهبتونات الصوديوم:** تنتجها شركة CEPEA على شكل سائل بني داكن كعامل تحلية من كاتيونات الحديد والكالسيوم في المحاليل القلوية، وكمانع للنخر القلوي.

#### 4-3-7- مجوعة مركبات الفوسفات:

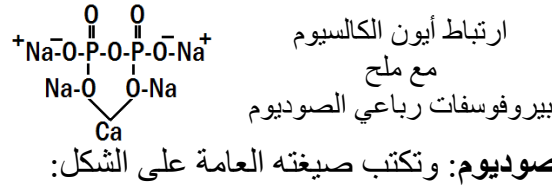
4-3-7-1- أملاح الميتا فوسفات  $(\text{HPO}_3)_n$ : وهي أملاح حمض ميتا الفوسفور  $\text{HPO}_3$  الذي نجده دوماً بشكله البوليمير الزجاجي الصلب.

يؤدي صهر ملح فوسفات أحادي الصوديوم وتبريده بسرعة لتشكيل ملح سداسي ميتا فوسفات الصوديوم، وإذا ما أضيفت كمية من القلوي إلى ملح الفوسفات أحادي الصوديوم ثم صُهر المزيج وبُرِدَ بسرعة تنتج سلسلة من الأملاح الحاوية كميات مختلفة من القلوي، فإذا كانت نسبة  $\text{Na}_2\text{O}$  إلى  $\text{P}_2\text{O}_5$  كنسبة 1/1.5 ينتج الملح  $\text{Na}_6\text{P}_4\text{O}_{13}$  المسمى رباعي فوسفات الصوديوم، ومن الأملاح المعروفة تجارياً ملح الغالغون Galgon الذي تكون نسبة  $\text{Na}_2\text{O}$  فيه إلى  $\text{P}_2\text{O}_5$  كنسبة 1/1 ويستعمل لمعالجة المياه.

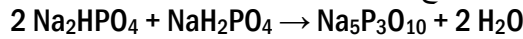
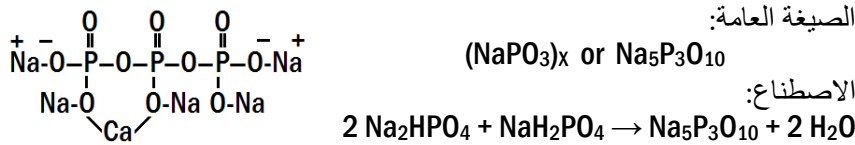
تسبب حموضة أملاح الميتا فوسفات تخريشاً وتخريباً لمعدن المرجل، وتتميز بتشكيلها مع الكالسيوم مركباً له من الثبات بحيث أنه حتى الأوكزالات لا يمكنها ترسيب الكالسيوم منه:



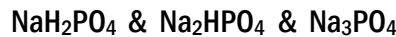
4-3-7-2- أملاح بيروفوسفات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$  &  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ : يستعمل ملح بيروفوسفات رباعي الصوديوم لانخفاض قلويته pH: 10.2 بالمقارنة مع قلوية فوسفات الصوديوم البالغة pH: 12.1، ولقدرته العالية على عزل أيونات المعادن الثقيلة:



4-3-7-3- تري بولي فوسفات الصوديوم: وتكتب صيغته العامة على الشكل:



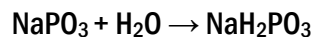
4-3-7-4- أملاح أورتو الفوسفات: ولها درجات ثلاث:



وقد بقيت هذه المادة السيدة المطلقة منذ عام 1925 حتى ثبت تحلمها في المراحل لتتسبب بترسب المعادن الثقيلة على شكل أملاح فوسفاتية من جهة، ولظهور المركبات الأخرى التي استعرضناها سابقاً بفاعلية أكبر وقلوية أقل. لا تنحل مركبات فوسفات الكالسيوم  $\text{CaHPO}_4$  &  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  في الماء، وهذا ما يدفع الصناعة لمعالجة  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  بحمض الكبريت كي تصبح حلولة عند تحضير سماد السوبر فوسفات، وقد بينت الدراسات على أن قدرة مركبات الفوسفات على تشكيل المعقدات على الشكل:

متماثرات ميتا الفوسفات < ثلاثي بولي الفوسفات < البيروفوسفات

وتؤدي إضافة هذه الأملاح لماء المراحل إلى إبقاء أيونات المعادن الثقيلة في المحلول خلال أنابيب التغذية، ولكن وفي المراحل نفسها تتحلل الأورتو فوسفات وترسب المعادن الثقيلة كفسفات، كما تنخفض القلوية بسبب تشكل الأملاح الحمضية:



يمكن تقليل فعل التخريب هذا وتشكيل طبقة ملحية باستعمال أملاح الميئا فوسفات، وتترسب كربونات الصوديوم على شكل طبقة رقيقة عند احتواء الماء على ثاني كربونات الصوديوم مع انطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون، ويمكننا منع هذا الترسب بإضافة ملح الميئا فوسفات بمعدل (0.5-5) 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 (84) خواص بعض أملاح الفوسفات الهامة:

الجدول 84

مقارنة خواص بعض أملاح الفوسفات مع بعض القلوبات الشهيرة				
حموضة (pH) محلول 10%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	نسبة P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Na <sub>2</sub> O	الملح	
2.2	65.1	0.5	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> . H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	أورتو الفوسفات
4.6	59.2	1	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	أورتو فوسفات الصوديوم
8.5	50	2	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	أورتو فوسفات الصوديوم
12.1	43.3	3	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	ثلاثي فوسفات الصوديوم
-	69.6	1	NaPO <sub>3</sub>	أورتو فوسفات الصوديوم
7.4	60	1.5	Na <sub>6</sub> P <sub>4</sub> O <sub>13</sub>	رباعي فوسفات الصوديوم
10	57.9	1.67	Na <sub>5</sub> P <sub>2</sub> O <sub>10</sub>	تري بولي فوسفات الصوديوم
10.2	53.4	2	Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	بيرو فوسفات الصوديوم
4.2	64	1	Na <sub>2</sub> H <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	بيرو فوسفات الصوديوم
8.3	-	-	NaHCO <sub>3</sub>	بيكربونات الصوديوم
11.5	-	-	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	كربونات الصوديوم
13.3	-	-	NaOH	هيدروكسيد الصوديوم

5- تأثير قساوة المياه وعوامل التحلية على الحوض الصباغي: تتأثر عموم أنواع الأصبغة وجميع مراحل العمليات الصباغية 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 (85):

الجدول 85

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	BASF	المواصفة
درجة الحموضة	6 ~ 8	7	8 ~ 6	درجة الحموضة
القساوة (بالدرجة الانكليزية)	GB ° 6	50 ج.م.م	GB ° 6	القساوة (بالدرجة الانكليزية)
الحديد	< 0.1 ج.م.م	< 0.05 ج.م.م	< 0.1 ج.م.م	الحديد
النحاس	< 0.01 ج.م.م	< 0.05 ج.م.م	< 0.01 ج.م.م	النحاس
أيونات الكلور	/	< 300 ج.م.م	/	أيونات الكلور
ثاني أكسيد الكربون الحر " خوفاً من التآكل "	صفر قدر الإمكان		صفر قدر الإمكان	ثاني أكسيد الكربون الحر " خوفاً من التآكل "

وتظهر آثار استخدام الماء القاسية على الحمام الصباغي على الشكل:

- تخرب بعض الأصبغة مثل الديسبرس الأحمر 60.
- تراجع ثباتيات الأصبغة واتجاهات ألوانها كما هو حال الصباغ الفعال الأحمر 120 الذي يزرق بتأثير أيونات النحاس ويصفر بتأثير أيونات الحديد.
- تشكيلها لما يشبه البلورات الأم التي تتجمع عليها أوليغوميرات البوليستر ورواسب الأصبغة والتي غالباً ما تظهر على شكل نقاط سوداء على سطح القماش المصبوغ.
- تراجع كبير في معدلات امتصاص الأصبغة ما يستلزم عمليات غسيل إضافية.
- تراجع كبير لبريق اللون وسطوعه مع تراجع باقي الثباتيات وبخاصة على الاحتكاك.
- إلى جانب سلبيات أخرى أقل أهمية وأكثر خصوصية.

لذا فقد بدأت الشركات بالبحث عن مركبات يمكننا اعتمادها بمختلف العمليات الصباغية 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 للحموض الصباغي لتحقيق جملة الوظائف: التسوية، نزع الأوليغوميرات في أحواض الصباغة، غواصل للأصبغة الفعالة وأصبغة الأحواض غير المثبتة، وتتمايز في قوتها بين منتج وآخر بحسب:

- نوعية وتركيز المادة الفعالة.
  - طول سلسلة المادة الفعالة.
  - درجة حموضة وحرارة الحمام ومحتواه من مختلف الأيونات.
  - نوعية ونسب مواد البناء المرافقة للمادة الفعالة في المنتج التجاري.
- ونستعرض هنا مثلاً عن مثل هذه المواد لتبيان دورها وخواصها ومن إنتاج شركة كلارينت:

### ساندوبور R3C Sandopur

بوليمير لا رغوي بمفعول تحلية، وبعثرة، وواقى غروي

#### الفعاليات:

- يعزز نزع جزيئات الأصبغة غير المثبتة.
- يرفع من ثباتية الأصبغة الحساسة تجاه المياه القاسية.
- يمنع من ترسب أملاح الكالسيوم والمغنيزيوم غير المنحلة.
- يساعد على بعثرة الأملاح غير المنحلة.
- لا يؤثر على الأصبغة الممعدنة في الحمام الصباغي.
- يُسرّع من امتصاص الوحل في وحدات معالجة المياه العادمة.

#### 1- الخواص العامة:

المظهر: سائل بني فاتح ضاوي.  
التركيب الكيماوي: حمض بولي كربوكسيلي، أنيوني.  
الكثافة عند الدرجة 20 م: 1.13  
حموضة المحلول المركز: pH:5  
التمديد: ينحل بالماء البارد أو الساخن بجميع النسب.

#### الثباتيات:

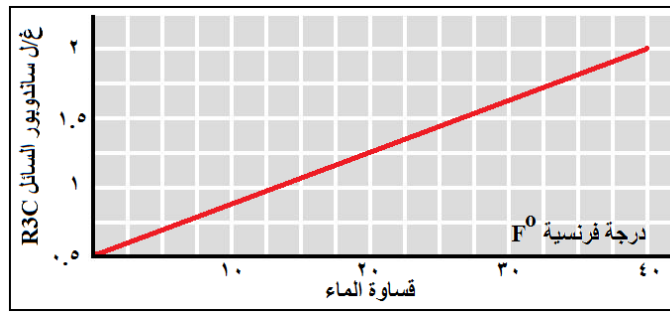
للماء القاسي، للأملاح، للقلويات: جيدة.  
للحموض: جيدة (قد يتسبب بظهور ترسبات بسبب تخربه بأوساط حمضية عالية الحموضة).  
الانسجام مع:  
المنتجات الكاتيونية: ضعيفة، وقد يتسبب بظهور رواسب.  
المنتجات الأنيونية واللائنيونية: جيدة.  
الخزن: جيدة في حاوياته المغلقة، ويمكن أن يتجمد بدرجات الحرارة المنخفضة " دون 5 م " ويعود لشكله الأصلي بالتدفئة والتحرك.  
السمية: يرجى مراجعة التعليمات الخاصة.

## 2- 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 نزعها من الألياف.
- يُستخدم في العمليات الصباغية بطرائق الاستنزاف، على الباد، والمستمرة لتطبيق الأصبغة: المباشرة، الأحواض، الكبريتية، وكذلك للفعالة 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 الفعالة لرفع الثباتيات عموماً وعلى الاحتكاك والبلل خصوصاً، كما يمنع من التبقيع على الأرضيات البيضاء.

## 3- التطبيق:

- 3-1- 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 (75):



الشكل 75

غلي القطن: الطرائق المتقطعة: 2-1 غ/ل، الطرائق المستمرة: 4-2 غ/ل  
علاوة عن استخدام كمية من هيدروكسيد الصوديوم ودون الحاجة لمنظف مقاوم للوسط القلوي.  
غلي الفيسكوز والألياف التركيبية:

الطرائق المتقطعة: 1-0.5 غ/ل، الطرائق المستمرة: 2-1 غ/ل

علاوة عن استخدام كمية من هيدروكسيد الصوديوم ودون الحاجة لمنظف.

غلي الصوف وما شابهه: يستخدم علاوة عن المنظف كمية 2-1 غ/ل ساندوبور R3C لضمان الإزالة الأفضل للبقع.  
3-2- الصباغة: يُنصح باستخدام الساندوبور R3C للتخلص من المفعول السلبى الذي تسببه أيونات القساوة وأملحها على انحلال الأصبغة، فقد تتأذى هذه أيونات 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 سلبى أو مؤخر على الأصبغة الممعدنة. ويمكننا أن ننبين كمية الساندوبور R3C لتحلية المياه القاسية في الشكل (75).

أما مع الأصبغة الفعالة بطريقة حمام الباد وبوجود سيليكات الصوديوم فيضاف الساندوبور R3C بمعدل 1 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.

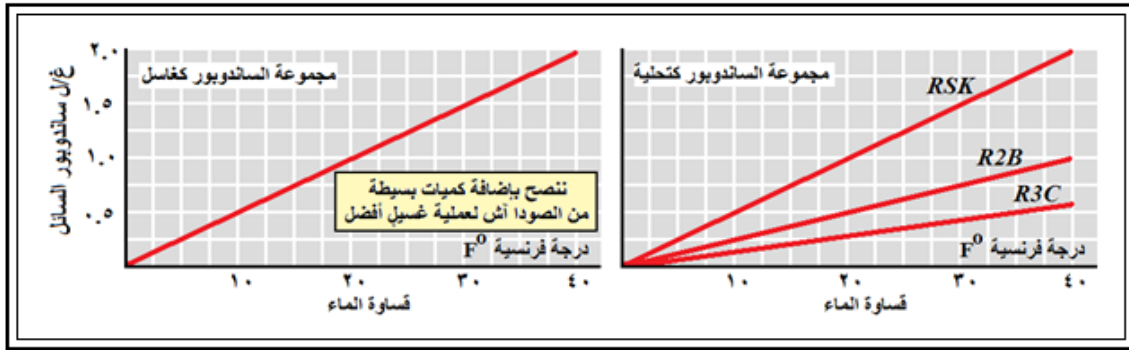
ولا يناسب الساندوبور R3C حمامات صباغة الأصبغة القاعدية الكاتيونية استدراكاً لتشكل رواسب ضارة.

3-3- الغسيل النهائي للصباغة والطباعة: يلائم الساندوبور R3C وبصورة عالية حمامات الغسيل النهائي بعد عمليات صباغة أو طباعة الألياف السيللوزية ومزائجها من الألياف التركيبية والصناعية، فيرفع الثباتية على الاحتكاك والبلل، وبعد الطباعة بالأصبغة الفعالة، وترتبط الكمية المثلى الواجب إضافتها بدرجة قساوة الماء المبينة بالشكل (75).

ونصح بإضافة كمية بسيطة من الصودا آش 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 للكهرباء الساكنة من بعد حمامات الغسيل بالساندوبور فإننا ننصح بتطبيق حمام شطف أولاً للتخلص من بقايا الساندوبور استرداكاً لتفاعلها مع هذه المنتجات وبالتالي تشكيل كميات بسيطة من الرواسب.

4- دراسة مقارنة تحليلية بين منتجات الساندوبور: تنتج شركة كلارينت أنواعاً ثلاثة من الساندوبور هي: R3C & R2B & RSK، وفي دراسة تحليلية لفعاليتها تبين أنها تشترك فيما بينها بذات القدرة كغوازل وتنبأين عن بعضها بقدراتها كعوامل تحلية كما يبين المخططان التاليان في الشكل (76):



الشكل 76: مقارنة بين فعاليات مجموعة الساندوبور

ونستعرض في الجدول (86) بعضاً من عوامل التحلية التجارية وفعاليتها:

الجدول 86

بعض عوامل التحلية التجارية لبعض الشركات العالمية " أنيونية "			
المادة	الشركة	الفعالية	التركيب
ساندوبور R3C	كلارينت	عامل عزل وتحلية، مبعثر، واقى غروي	حمض بولي كربوكسيل
بيت - أوف EMX	سابروس	عامل عزل وتحلية، مبعثر، نازع أوليغومير	
بيري كويست BSD	د.بيري	عامل تحلية وبعثرة قابل للتحلل البيولوجي " موائم للبيئة "	مشتقات حموض بولي
بيري كويست SDL		تحلية للأيونات المعدنية الثقيلة ولأيونات القساوة بسعة ربط عالية	كربوكسيلية
هبتول ANO	CHT	عامل تحلية ثابت تجاه المؤكسدات القوية جداً مثل فوق الكبريتات أو المركبات الكلورية	فوسفونات
هبتول NWS		تحلية ومبعثر وغاسل، يرفع من فعالية المنظفات، عامل تصبين لأصبغة الأحواض والنفثول والأصبغة الكبريتية	مزيج حموض بولي كربوكسيلية مع فوسفونات
سيبابون R	هانتسمان	غاسل للأصبغة الفعالة للصباعة والطباعة	بولي أكريلات
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

## 6- المدخل لأنظمة عمل مراحل توليد البخار:

6-1- مواصفات ماء التغذية: يرتبط عمر وأداء مرجل توليد البخار بنوعية أو تركيب الماء الداخل إليه والمستخدم

لتوليد البخار، إذ يمكننا أن نقدر مدى صلاحية ماء التغذية بسبعة معايير أساسية، هي:

6-1-1 الشفافية: وتدل على محتوى الماء من الغرويات والمعلقات وتقدر بالمليغرام/ليتر.

6-1-2 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 110-120 م للاستدلال على محتوى الماء من المواد

الغروية والعضوية واللاعضوية الذوابة بالماء، ويقدر بالمليغرام/الكيلوغرام ماء.

**6-1-3- الملوحة:** وتوصف التركيز الإجمالي للأيونات الموجبة  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$  وللأيونات السالبة  $SiO_2^-$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{--}$ ,  $HCO_3^{--}$  أي أنها تحدد معدنية الماء وتُقَدَّر بالمليغرام/ليتر.

**6-1-4- قابلية الماء للأكسدة:** وتميز نسبة الشوائب العضوية في الماء مقدرةً بالمليغرام/كيلو غرام ماء، وتُحَسَّب على أساس كمية الأكسجين اللازمة لأكسدتها مقدرةً بالمليغرام/ليتر.

**6-1-5- قساوة الماء:** وتقاس بعدة وحدات، ومن أهمها ميليغرام مكافئ/ كيلو غرام ماء.

**6-1-6- القلوية:** وتدل على محتوى الماء من أيونات ثاني الكربونات  $HCO_3^-$  والكربونات  $CO_3^{--}$  والهيدروكسيد  $OH^-$ ، وتقدر بوحدة ميلي غرام مكافئ/ كيلو غرام ماء.

**6-1-7- محتوى الغازات المنحلة:** وتقدر بوحدة ميلي غرام/ كيلو غرام ماء.

**6-2- عمل مولدات البخار:** ترتفع تراكيز الأملاح والشوائب الضارة في المرجل نتيجة عمله المتواصل لتبدأ بعد وصولها درجات الإشباع الخاصة بكلٍ منها بالترسب على السطوح الداخلية للأنابيب ما يؤدي لارتفاع درجة حرارتها وبالتالي ارتفاع احتمالات انفجارها، علاوةً عن انخفاض مردود المولد بفعل العزل الحراري للرواسب.

كما ترتفع قدرة غازي الأكسجين وثاني أكسيد الفحم  $O_2$  &  $CO_2$  المنحلة بالماء على أكسدة المعدن مع ارتفاع درجات الحرارة ما يؤدي لتراجع سماكات الأنابيب وبالتالي متانتها أو مقاومتها الميكانيكية.

ويؤدي ازدياد معدلات قلوية الماء لازدياد رغوته ما يؤدي لإمكانية 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:

- ترويق الماء الخام للتخلص من الغرويات والمعلقات.
- خفض محتوى الماء من أيونات الكالسيوم والمغنيزيوم خاصةً بمعالجة الماء بوحدة التحلية أولاً.
- إضافة بعض الكيماويات التي تشكل أملاحاً ذوابة وغير قابلة للترسب داخل المرجل وصولاً لخفض أرقام القساوة، القلوية، والملوحة.
- التخلص من غازي ثاني أكسيد الفحم والأكسجين بتعريض الماء لوحدة تخفيف الضغط أو بتسخينه.
- الطرح الدوري والمستمر للمياه زائدة الملوحة والمتوضعة بأسفل المرجل.

**6-3- مصادر اتساخ البخار:** يتسخ البخار بالمواد المنحلة والمعلقة بالماء بطريقتين اثنتين: 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 توزع 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 العلاقة تؤول إلى الشكل:

$$K = a$$

**6-4- آلية تشكل قطرات الرطوبة:** تنطلق فقاعات البخار باتجاه مرآة البحر كما هو واضح في الشكل (77) عندما تكون أنابيب البحر دون مستوى سطح الماء، ويرتبط سلوك الفقاعات عموماً بقيمة التوتر السطحي لطبقة الماء المحيطة بالفقاعة من جهة وبالضغط الداخلي ضمن الفقاعة:





## المعالجة الأولية وقصر الألياف السيللوزية

**1- مقدمة:** سبق وأن مر معنا تركيب القطن في الجدول (1)، لذا فإنه لا يمكننا الولوج مباشرةً للعملية الصباغية قبل إجراء معالجة أولية نتخلص من خلالها من المواد العضوية الكارهة للماء والتي تمنع من امتصاص جزيئات الأصبغة كما تتسبب بتراجع التسوية والثباتيات جميعها، والتخلص أو التخفيف من نسبة الكاتيونات المعدنية التي تتسبب بانحراف لون الأصبغة المستخدمة.

وقد تبدأ عمليات حياكة الألياف السيللوزية بشكلها الخام ما يضطرنا لتنشيتها أولاً لرفع مقاومتها الميكانيكية، لذا فإن خطوات المعالجة الأولية تكون عادةً على الترتيب:

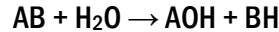
### إزالة النشاء ← الغلي ← القصر

**2- إزالة النشاء:** تُطبَّق عملية التنشية بقصد رفع متانة الألياف، بما يكفيها لتقاوم إجهادات الشد والضغط والاحتكاك أثناء الحياكة...، وتمنع مواد التنشية من تبلل القماش مسببةً تراجعاً كبيراً في عمليات الصباغة والتحضير اللاحقة فكان لا بد لنا من إزالتها بادئ ذي بدء، ولما كان النشاء غير ذواب بالماء والمنظفات العادية فقد وجب علينا اللجوء لطرائق تُحلِّله لموادٍ بسيطةٍ ذوابةٍ بالماء، متبعين إحدى طرائق التحليل الثلاث التالية:

**1-2- المعالجة بالأنزيمات:** الأنزيم كلمة لاتينية تعني الخميرة، وهي عبارة عن مركبات عضوية بروتينية أو معقدات بروتينية معدنية تفرزها خلايا حية، ولأنزيمات النشاء القدرة على الانحلال بالماء وتحطيم البنى النشوية المعقدة بشروط درجات حرارة وحموضة معينتين لمركبات 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 حوضٍ يحوي الأنزيم مع عامل مبلل عند درجة 60-70 م° ومن ثم الخزن لمدة 6-8 ساعات على شكل حبل مفرد لمدة 4-6 ساعات بعد لفه على ملفات كبيرة، ويتراجع الزمن لأقل من ساعة بالطرائق المتقطعة كما هو الحال على الجيكر.

يتكون النشاء 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. وتتباين تأثيرات الأنزيم على مكوني النشاء، فأنزيم الأميليز يتكون من ألفا وبيتا الأميليز وكلاهما من أنزيمات الحلمة التي تدفع بالتفاعل:



فألفا الأميليز يحول النشاء بسرعة إلى الدكستريين ومن ثم للمالتوز ومركبات إرجاع أخرى، أما أنزيم البيتا أميليز فيحول الأميلوز لسكر المالتوز وإلى الأميلوبكتين المقاوم للتغيير السريع ليحول نصفه تقريباً وببطء إلى سكر المالتوز حيث يحتفظ بلزوجة القوام، ولا يختفي لون اليود تماماً عند الكشف على النشاء، لذا فإن لخليط أنزيمي ألفا وبيتا تأثيرات أكبر على التخلص من النشاء بتحويله إلى مواد سهلة الذوبان في الماء بدرجاتي حموضة وحرارة مناسبة.

اختبار تحلل النشاء باليود		
أزرق: عدم تحلل	بنفسجي: تحلل جزئي	أحمر: تحلل كامل
دلالة وجود سلاسل نشاء طويلة	دلالة وجود سلاسل نشاء متكسرة	دلالة عدم وجود سلاسل نشوية

ومن الضروري إجراء عملية غسل 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 متكسرة وأحمر عندما يتحلل كامل النشاء، ونرى في الجدول (87) مجموعة بعض الأنزيمات لبعض الشركات التجارية:

الجدول 87

بعض الأنزيمات المحللة والمزيلة للنشاء لبعض الشركات العالمية				
المادة	الشركة	الفعالية	الشحنة	التركيب
بيريزيم AMW	د. بتري	أنزيم عند درجة 20-80 م مع خواص تبليل	أنويوني	أميلاز مع ايتوكسيلات أغوال دسمة
بيريزيم AM		أنزيم عند درجة 20-80 م	لا أيوني	أميلاز
بيريزيم HTV		أنزيم لتكسير النشاء عند درجة 70-110 م		
بيوزول B 260	أنزيم عند درجة 65-70 م وحموضة pH: 4.5-7			
نيو أنزيم AM	أنزيم عند درجة 60-85 م			
نيو أنزيم CT 5	Z&S	أنزيم بدرجات حرارة عالية		

**2-2- طريقة التحليل القلوية:** وتتم بإمرار القماش في محلول 2% هيدروكسيد الصوديوم عند درجة الغليان، وتتميز هذه الطريقة بتحويلها للنشاء إلى مواد سكرية ذوابة بالماء دون أن تؤثر على السيللوز.

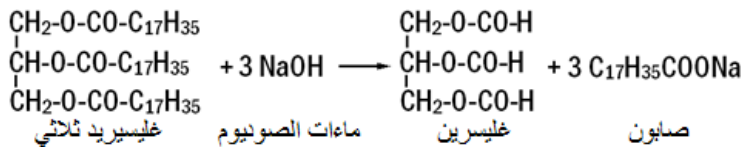
**2-3- طرائق التحليل الحمضية:** وتقوم على معالجة القماش بمحلول 0.5-1 غ/ل حمض كبريت أو حمض كلور الماء لعدة دقائق عند درجة الغليان ليتحول النشاء إلى مركبات ذوابة بالماء كالدكستريين والدكستروز والمالتوز، ومن أهم عيوب هذه الطريقة تأثيرها السويء والمخرب على الألياف السيللوزية وبخاصة عند وجود ألياف غير منشأة في النسيج كألياف السدى.

**2-4- مواد التنشئة الحديثة:** استبدل النشاء في عمليات التنشئة الحديثة بمواد صناعية أخرى بديلة مثل بولي فينيل الأغوال الذي يمكننا إزالته بعمليات غلي قلوية عادية، في حين استخدمت مواد أخرى مثل البولي فينيل أسيتات الذي تصعب إزالته فأنحسر استخدامه في عمليات التجهيز النهائية، كما استخدمت مشتقات بعض مشتقات النشاء والكربوكسي ميثيل سيللوز بحسب المواصفات وشروط العمل المطلوبة.

وتشكل مجموعة بولي فينيل الأغوال PVAI محلولاً غروباً حلوياً بالماء، وتتميز بعد المعالجة بها بتماسكها العالي لتعطي غشاءً متيناً نسبياً، وناعماً، ومقاوماً للتآكل. ونظراً لخواصها الحمضية كونها من فئة الأغوال نجد أنه من السهل إزالتها بالغلي بمحلول قلوي.

**3- عملية الغلي:** تهدف هذه العملية لإزالة جميع شوائب السيللوز الطبيعية أو المضافة أثناء عمليتي الغزل والنسيج بالغليان بمحلول هيدروكسيد الصوديوم أو الكالسيوم لتحويلها لمواد ذوابة بالماء والتي يمكننا تلخيصها بـ:

**أ- الدسم الطبيعية والزيت والشحوم الحيوانية (المزقات):** 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 والغليسيرين، ما يعزز من فعالية المنظفات في عمليات الغلي، في حين يتم استحلاب الزيوت غير القابلة للتصين 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 الامتصاص، ويتم اختبار تمام تبعثر بواقئها بتطبيق اختبار امتصاص الماء على الألياف المعالجة بعد إنهاء عمليات الغلي.

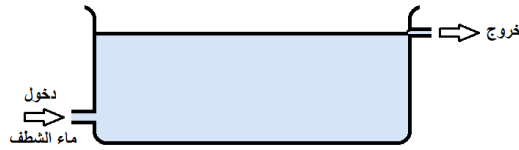
**ج - البكتينات:** لا تذوب البكتينات بالماء بل بالمحاليل القلوية، ونجدها عادةً في أعماق الألياف السيللوزية ما يُصعب من وصول الكيماويات إليها، وتتحلل البروتينات والمركبات الأزوتية بالمحاليل القلوية للحموض الأمينية والنشادر.

د- الأيونات المعدنية القلوية الترابية: ونجدها بتراكيز تتباين بين قطنٍ وآخر كما يبين الجدول (88)، كما تتركز في قشور البذور، ويؤدي وجودها في حمام القصر وبخاصة عند استخدام الماء القاسي لانحرافٍ في لون السيللوز المقصور، إذ تتحول كاتيونات المنغنيزي الثنائية رقم الأكسدة مثلاً بفعل أكسدتها بالماء الأكسجيني لكاتيونات المنغنيز السباعية البنفسجية اللون، وهكذا تتعلق نتائج عمليات القصر ووفق هذه الآلية بكاتيونات: الحديد، المنغنيز، الكالسيوم، المغنيزيوم بحسب مصدر القطن الخام كما في الجدول التالي:

الجدول 88

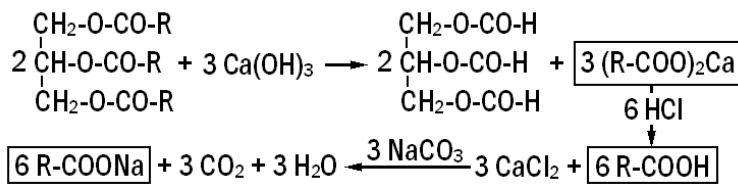
محتوى القطن الخام من بعض الأيونات المعدنية				
المحتوى: ملغ/كغ = p.p.m				المصدر
المغنيزيوم	الكالسيوم	المنغنيز	الحديد	
800-1500	1500-2500	10-30	100-250	البرازيل
500-1000	800-1500	3-7	50-150	روسية
300-600	500-800	< 1	30-50	الولايات المتحدة
300-600	500-800	< 1	10-30	البيرو

ويؤدي التخلص من محتوى السيللوز من الأيونات المعدنية للتخلص من آثارها السلبية، وتتم معالجة أيونات المعادن القلوية الترابية بوسطٍ حمضي، وأيونات المعادن الثقيلة في وسطٍ قلوي ما يرفع من معدلات التسوية وبريق اللون إثر العمليات الصباغية، ولترجع استهلاك البيروكسيدات ومحتوى الرماد رافعاً من درجة البياض وتنظيم تفاعلات تفكك البيروكسيدات والتخلص من التخراب الواسطي، وفي كل الأحوال يجب ألا تتجاوز تراكيز الأيونات المعدنية حدود 100-300 ملغ/كغ لشاردتي الكالسيوم والمغنيزيوم، و4-8 ملغ/كغ لأيونات الحديد أو الحديدي. ومن المهم أن ننوه هنا لوجوب تفرغ حوض الغلي من الأعلى بضخ الماء من الأسفل بعد تبريده، أو تمديده بماءٍ ساخنٍ منعاً لترسب أياً من منتجات عملية الغلي لما لها من تأثيرٍ سيءٍ على العمليات التالية:



**الغلي بهيدروكسيد الصوديوم:** يتم تطبيق هذه الطريقة بغلي القطن بمحلول هيدروكسيد الصوديوم للطرائق المتقطعة بتركيز 1-2 غ/ل، وللطرائق المستمرة بتركيز 30 غ/ل بحمولة 100% بمعزلٍ عن الهواء تداركاً لتشكل الأوكسي سيليلوز، وقد لوحظ تضاعف سرعة التفاعلات عموماً مرتين عند كل رفع لدرجات الحرارة يعادل 10 درجات مئوية، وارتفاع نسبة الحموض الدسمة المتصبنة ستة عشر مرة عند رفع درجة الحرارة من 60 حتى 100 م°، وتترافق هذه التفاعلات مع تفاعلات تشكل الأوكسي سيليلوز.

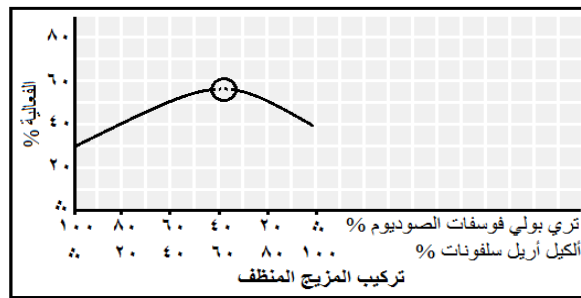
**الغلي بهيدروكسيد الكالسيوم:** تقوم هذه الطريقة على الغلي بمنقوع الكلس الحي CaO بالماء لتحويل الزيوت لصابون غير ذواب بالماء، تتبعها بالمعالجة بحمض كلور الماء لتحرير الحموض الحرة (وفق القاعدة الكيماوية: الحمض القوي يطرد الحمض الضعيف من أملاحه) وفصل الكالسيوم على شكل كلوريد ومن ثم التخلص من الحموض الدسمة الحرة بتصبينها بحمام غلي آخر بكربونات الصوديوم ما يجعل منها طريقة غير اقتصادية.



**الغلي بالصودا آش:** تتعلق نوعية القلوي اللازم استخدامه في حمامات الغلي بنوعية القطن، إذ يكفينا مثلاً ومع القطن المراد صباغته بألوانٍ غامقة تطبيق حمام غلي مع محلول 1-2% كربونات الصوديوم بوجود عامل مبلل.

**الغلي بمزيج هيدروكسيد الصوديوم مع الصودا آش:** كثيراً ما يتم تطبيق حمام الغلي بمزيج هيدروكسيد الصوديوم مع الصودا آش بنسبة 2:1 لفعالية كربونات الصوديوم في خفض قساوة الماء ولعبها دور عامل التحلية بتفاعلها مع أملاح الكالسيوم والمغنيزيوم وتحويلها لمحلولٍ معلقٍ ثابت، كما تلعب دورها في تعزيز انتفاخ الألياف القطنية ما يسهل خروج الشوائب منها وتعديل الحموض الدسمة بالتصبن.

**الغلي بمزيج صابون / منظم - 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 اللاأنيونية مثل زمرة الايتوكسيلات، وأحياناً مزيج من النوعين: الأنيونية واللاأنيونية ما يرفع من فعالية الحمام بصورة ملحوظة كما نرى في الشكل (79) الذي يبين تأثير الفوسفات عند توليفه مع الألكيل أريل سلفونات واستخدامه في بناء حمامات الغلي، والذي نتبعه بحمام شطف ساخن نرفع درجة حرارته بصورةٍ تدريجية لتجنب ترسب أياً من منتجات عمليات التنظيف والاستحلاب والتصبين على القطن فحمام تعديل حمضي للتخلص من البواقي القلوية:



الشكل 79: تأثير تري بولي فوسفات الصوديوم على مردود عملية التنظيف

**4- 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 الأوكسيدياز وبالتالي يمكنها القضاء على بواقيه.

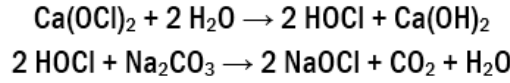
**5- عمليات التبييض:** تهدف عملية تبييض الألياف القطنية لإزالة المركبات العضوية المعقدة التي تكسبها اللون الأصفر مثل أغوال: غوسيبيل، سيريل، مونتانييل... والدهون والشموع، ومن ثم إضافة المُسطع الضوئي لإتمام درجة البياض المطلوبة، وبمكنا الاعتماد على مجموعتي المؤكسدات الأكسجينية والكلورية لإنجاز عملية القصر، وتضم مجموعة المؤكسدات الكلورية كلاً من: الكلور، هيبو كلوريت الصوديوم، كلوريت الصوديوم، ومركبات الكلور العضوية، أما مجموعة المؤكسدات الأكسجينية فتضم: الأكسجين والأوزون، فوق الأكاسيد، فوق الأملاح، فوق الحموض.. لذا فإننا سنعرض لكل للأكثر تطبيقاً فقط على أن هناك بحثاً خاصاً بالمبيضات وأنواعها:

#### 5-1- القصر بالمركبات الكلورية:

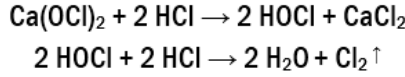
**5-1-1- القصر بالهيبوكلوريت:** يتكون مسحوق القصر من مزيج لتحت كلوريت الكالسيوم وكلوريد الكالسيوم القلوي:  $Ca(OCl)_2 \cdot 4H_2O$  &  $CaCl_2 \cdot Ca(OH)_2 \cdot H_2O$ ، ويلعب كلور تحت الكلوريت دور العامل القاصر ويطلق عليه اصطلاحاً الكلور الفعال الذي يعادل تقريباً 35% وزناً.

ويبدو المسحوق على شكل حبيبات بيضاء لا بلورية، يصعب الحصول على محلول رائقٍ منها لاحتوائها هيدروكسيد الكالسيوم، لذا نلجأ عادةً لإذابتها وتركها للترقيد ليترسب هيدروكسيد الكالسيوم إلى القعر، ويؤخذ الرائق

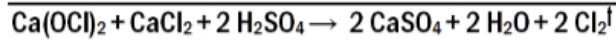
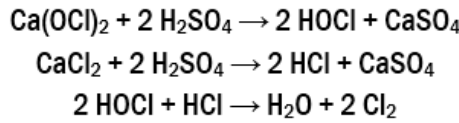
من الأعلى، وإذا ما تُركَّ المحلول معرضاً للهواء يتفاعل هيدروكسيد الكالسيوم مع ثاني أكسيد كربون الهواء مشكلاً راسباً من كربونات الكالسيوم، ويكون تفاعل الإذابة على الشكل التالي الذي يبين أن إضافة الصودا آش يؤدي للوصول لماء جافيل:



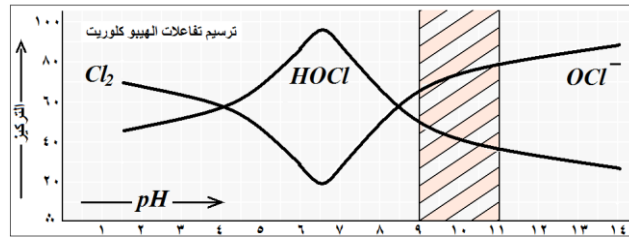
بينما يؤدي تحميص المحلول بحمض كلور الماء لانطلاق الكلور الحر:



في حين تجري مع حمض الكبريت مجموعة التفاعلات التالية:

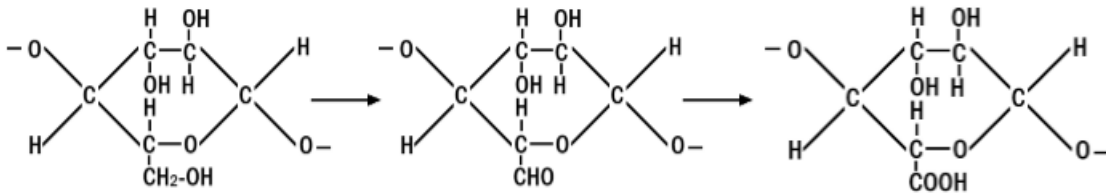


ويمكننا ترسيم تفاعلات الهيپو كلوريت بين التراكيز ودرجة الحموضة على الشكل (80)، ونتيجة التداخل بين أيون الهيپو كلوريت والمواد التي تكسب القطن الخام اللون الأسمر فإن مجموعة مختلفة من التفاعلات قد تحدث مثل تفاعلات الأكسدة والإضافة والكلورة، إذ تتأكسد منتجات تحلل الفحوم الهيدروجينية والبكتين لمركبات ألدهيدية وحموض عضوية، في حين تتكلمور الحموض الأمينية والحموض الدهنية العالية الوزن الجزيئي معطية حموضاً أمينية مكلورة ومشتقات مكلورة للحموض الدهنية.



الشكل 80: ترسيم تفاعلات الهيپوكلوريت

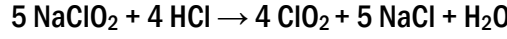
كما يؤكسد الهيپوكلوريت زمرة الهيدروكسيل الأولى إلى زمرة ألدهيدية أو كربوكسيلية:



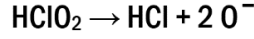
وتتأثر هذه التفاعلات ودرجة عالية بدرجة الحموضة، فقد لوحظ تأثر السيللوز عند درجة حموضة 7: pH تأثراً كبيراً، وتراجع هذا التأثير عند 3.5-5: pH وأكثر من 9: pH، ولكن وتأثر السيللوز سلباً عند درجة الحموضة 3.5-5: pH فقد اعتمد الوسط القلوي 9 > PH لإجراء عملية القصر هذه بالاعتماد على مواد قلوية مثل كربونات الصوديوم بتحضير محلول 1-5 غ/ل كلور فعال وبدرجة حرارة 30 م.

**5-1-2- القصر بالكلوريت:** يتوافر كلوريت الصوديوم على شكل ملح لا مائي أو ثلاثي الماء، والملح اللامائي عديم اللون وثابت تجاه الخزن في مكان جاف، وقد يُتداول الملح تجارياً مسحوقاً أو محلولاً 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:



ويرتبط تحلل الكلوريت ودرجة عالية بحموضة الوسط، فعند pH: 3 تتكون النسبة الأعلى لحمض الكلوري وبارتفاع درجة الحموضة يزداد تركيز ثاني أكسيد الكلور لدرجة كبيرة لذا يُستحسن إجراء عملية التبييض عند حموضة 3.5-4، وتترافق التفاعلات السابقة مع حمض كلور الماء الذي يتسبب بانخفاض درجة الحموضة ما يؤثر سلباً على السيللوز ما يدعونا لإضافة عامل موقفي يرفع من درجة الحموضة مثل الفوسفات ثنائية الصوديوم  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  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 5-7 pH تجنباً لانطلاق غاز ثاني أكسيد الكلور السام بكميات كبيرة ومن ثم تخفض درجة الحموضة شيئاً فشيئاً حتى pH: 3.5-4، وقد تضاف بعض المركبات التي تنشط وتثبت حمام الكلوريت كالاسترات والألدهيدات والحموض التي تعمل على خفض درجة الحموضة.

وتتميز عملية التبييض بالكلوريت عن الهيبوكلوريت بـ:

أ- يتميز الكلوريت بقدرته الثابتة على الأكسدة ضمن مجالٍ واسعٍ من درجات الحموضة وبصورة متجانسة ما يمنحنا فرصة استخدامه في الوسطين الحمضي والقلوي.

ب- يمكننا التبييض بالكلوريت ضمن مجالٍ واسعٍ من درجات الحرارة، إذ يمكن تبييض الألياف السيللوزية عند درجة حموضة 2-9 pH ودرجة حرارة الغرفة، وتركيز كلور فعال 1-20 غ/ل، إلا أن معدل التبييض عند درجة حموضة أعلى من 5 وأقل من 4 يكون منخفضاً لأن كمية ثاني أكسيد الكلور المفقودة تكون ملحوظة جيداً.

ج- التبييض بالكلوريت يعطينا قماشاً أعلى مقاومة وأكثر جاذبية.

د- اختصار شديد بالوقت والكلفة.

هـ- ينظف الكلوريت الشعيرات لدرجة عالية دون أن يلحق بها الأذى لأن تأثيره مقصور على أكسدة مجموعة الأدهيد كما في المعادلة:



أما عن أهم عيوب التبييض بالكلوريت فهي:

أ- يطلق غاز ثاني أكسيد الكلور مسبباً تراكماً 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 0.5 غ/ل في كبح هذا التأثير لدرجة ملحوظة.

ب- خطر الاستخدام لقابليته العالية للاشتعال وخاصة بوجود الهيدروسلفيت ما يستوجب الحذر الشديد أثناء استخدامه. ويتم تطبيق عملية التبييض عملياً في الولايات المتحدة عند pH: 8.5 وفي أوربة عند 3.5-4 pH، ويمكننا استخدام الكلوريت للوصول لدرجات متفاوتة من البياض حسب الغرض بين نصفي للصبغة أو كامل للتبييض.

**1-2-1-5- القصر بالكلوريت بوسط قلوي:** تطبق هذه الطريقة باستخدام الكلوريت منفرداً وبوجود أملاح قلوية مثل كربونات الصوديوم أو ممزوجاً مع هيبو كلوريت الصوديوم بنسبة 1.5/1 كلور فعال لكلٍ من المادتين عند درجة الحرارة العادية، ولكن وجد أن هذه الطريقة تعادل طريقة الهيبو كلوريت إنما بكلفة أعلى فاستعوض عنها بطريقة الهيبو كلوريت.

**2-2-1-5- التبييض بالكلوريت بوسط حمضي:** وتطبق بوجود حمض الخل أو النمل أو بوسط معتدل مع منشط من أحد أملاح المعادن: الكروم، الحديد، الكوبالت، النيكل، النحاس، وترفع درجة الحرارة تدريجياً حتى 70-80 م°، ويبني الحمام آنئذٍ من:

كلوريت الصوديوم	نترات الصوديوم	مبيل
1 غ/ل	3 غ/ل	ما يلزم غ/ل

وقد نضطر أحياناً لإضافة كميات بسيطة من حمض معدني لضبط درجة الحموضة، ثم تغسل الخامة جيداً بالماء الساخن فالبارد للتأكد من تمام التخلص من آثار الكلور.

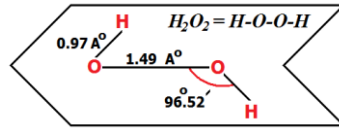
**5-2- القصر بالماء الأكسجيني:** يُعد الماء الأكسجيني حمضاً ضعيفاً يستلزم تفككه وسطاً قلويًا، فهو ثابت في الوسط الحمضي، ومتوسط الثبات في الوسط المعتدل، وغير ثابت في القلوي، حتى يصل لأعلى درجات تفككه عند pH: 11.5-13، لذا يحفظ في حاوياته في وسط حمضي عند pH: 1-3 وبدرجات حرارة منخفضة لنضمن سلامة خزنها لأطول زمن ممكن.

**5-2-1- الخواص الفيزيائية والكيميائية للماء الأكسجيني:** يرينا الجدول (89) أهم الخواص الفيزيائية للماء الأكسجيني مقارنةً معها للماء العادي.

الجدول 89

مقارنة بين أهم خواص الماء الأكسجيني والماء العادي وبعض المعلومات عن الماء الأكسجيني			
الخاصة	الوحدة	الماء الأكسجيني % 100	الماء العادي
الوزن الجزيئي	-	34.06	18.016
الكثافة في الحالة الصلبة	غ/سم <sup>3</sup>	1.643	0.9168
الكثافة في الحالة السائلة	غ/سم <sup>3</sup>	1.4425	0.99704
التوتر السطحي عند الدرجة 20 م°	دينة /سم <sup>3</sup>	80.4	72.583
نقطة الانصهار	درجة مئوية	150.2	100
بعض أهم المعلومات عن الماء الأكسجيني			
الصيغة والوزن الجزيئي	$H_2O_2 = H-O-O-H \rightarrow M.W = 34.06$		
المظهر	سائل ضاوي عديم اللون		
الخاصة	نسبة الماء الأكسجيني وزناً		
	27.5	30	35
الوزن الجزيئي: 20 م°	1.101	1.114	1.195
نقطة التجمد: م°	22 -	27 -	34 -
محتوى الماء الأكسجيني	غ/كغ	300	350
	غ/ل	334	396
الأكسجين الفعال: غ/كغ	129	141	165
الأكسجين الفعال: غ/ل	143	157	186

**5-2-2- بنية الماء الأكسجيني:** تتمتع جزيئات الماء الأكسجيني ببنية غير مستوية كما يظهر في الشكل (81):



الشكل 81: بنية الماء الأكسجيني

والماء الأكسجيني حمض ضعيف إذ يبلغ ثابت تأينه  $2.24 \times 10^{-12}$  عند 25 م°، لذا فإنه يتأين في الوسط القلوي إلى:  $-O-OH$  أو  $-O-O^2-$  مع إصابة الجسر  $-O-O-$  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 التفكك هذه لفعال الأيون المشتركة أو قانون فعل الكتلة.

**5-2-3- 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 بالمركبات فوق الأكسيدية 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.

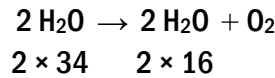
وتلعب أيونات بعض المعادن دور الوسيط في تسريع تفككه في حمام القصر كما هو حال أيونات الحديد والنحاس، ما يجعل وجودها في عملية التبييض ساماً ضاراً بالعملية.

**5-2-4- تداول الماء الأكسجيني:** يتم تداول الماء الأكسجيني بتركيز بولية: 10-12-20-30-50-100-130 قوة حجمية، ويحوي الماء الأكسجيني الذي يعطي بتفككه عشرة أضعاف حجمه أكسجين على 3% ماء أكسجيني، ويمكننا جدولة معاملات التحويل الوزنية والحجمية كما في الجدول (90):

الجدول 90

معاملات التحويل الوزنية والحجمية للماء الأكسجيني								
50%	35%	30%	27.5%	50%	35%	30%	27.5%	نسبة الماء الأكسجيني وزناً
معاملات التحويل الحجمية				معاملات التحويل الوزنية				27.5%
0.51	0.76	0.91	1.00	0.55	0.79	0.92	1.00	30%
0.56	0.84	1.00	1.1	0.60	0.86	1.00	1.09	35%
0.66	1.00	1.19	1.31	0.70	1.00	1.17	1.27	50%
1.00	1.51	1.79	1.97	1.00	1.43	1.67	1.82	

**5-2-5- حساب محتوى الأكسجين الفعال للماء الأكسجيني بمختلف تراكيزه:** يتفكك الماء الأكسجيني وفق المعادلة:



وبالتالي يكون محتوى الماء الأكسجيني الخالص 100% من الأكسجين الفعال:

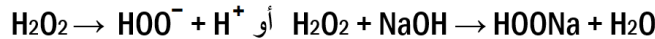
$$\text{الأكسجين الفعال} = [ 2 \times 34 ] \div [ 100 \times 2 \times 16 ] = 47.05 \%$$

وعليه يكون محتوى الماء الأكسجيني ذي العيار س % من الأكسجين الفعال " م ":

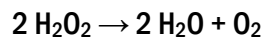
$$م = ( 47.05 \times س ) \div 100$$

وتكون قيمة س للماء الأكسجيني هنا وزنية، أي % W / W

**5-2-6- آلية تفكك الماء الأكسجيني:** لم تُفهم الآلية التي يتفكك وفقها الماء الأكسجيني بشكل كامل باستثناء المرحلة الأولى التي تم التسليم فيها لتشكل أنيونات فوق الهيدروكسيل والتي يستلزم تشكلها وسطاً قلويّاً استدعى منا استخدام الماء الأكسجيني كعامل قصر في الحمام القلوي كشرط أساسي:



ويمكن للماء الأكسجيني أن يدخل تفاعلات جانبية لوجود بعض الوسطاء المعدنية بما يؤدي لتخرب أو تكسر الجسر الأكسجيني فيه وتحوّله لماء وأكسجين جزيئي:



ويتسارع التخرب بالوسط القلوي مسبباً انطلاقاً وهروب الأكسجين الجزيئي وبالتالي تراجع جدوى عملية التبييض مع تشكل مركبات وسطية ذات فعالية عالية تتسبب بتخرب الألياف، 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 الصودا آش مع الألياف السيللوزية، وبيرو الفوسفات رباعية الصوديوم أو هيدروكسيد الأمونيوم مع الألياف البروتينية، ومن الآليات المقترحة لتفككه نجد آلية الجدول (91):

الجدول 91

إحدى الآليات لتفكك الماء الأكسجيني	
المرحلة	التفاعل
1	$H_2O_2 \rightarrow H_2O + (O) + K \text{ cal}$
2	$H_2O_2 \leftrightarrow H^+ + HO_2^-$
3	$HO_2^- \rightarrow OH^- + (O)$
4	$NaHO_2 \rightarrow Na^+ + HO_2^-$
5	$2 H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$

وتبين هذه التفاعلات أن الماء الأكسجيني يلعب دوره كحمض يتحلله لأيون الهيدروجين وأيون فوق الهيدروكسيل كما في المعادلة (2)، والتي تتفكك بدورها ولعدم ثباتها للأكسجين الذري حسب المعادلة (3) مع أيون الهيدروكسيل، وبإضافة القلوي ينزاح التفاعل (2) 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 (2) ومنع تكون الأكسجين الجزيئي كما في المعادلة (5) 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 وأسلمنا.

**5-2-7- 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.

ويجب أن تتوفر في المنتج الكيماوي مجموعة خواص يمكنه تحقيقها في حمام التبييض كي نعتمده مثبتاً، ومن أهم هذه الخواص نجد:

أ- قدرته على التثبيت بمختلف درجات الحموضة والحرارة، نسب الحمام، درجات قساوة الماء.

ب- عزل الكاتيونات الضارة مثل أيونات الحديد، النحاس ...

ج- اقتصادي ومعدلات امتصاص عالية من قبل الألياف.

د- رفعه درجة التبييض وعدم تأثيره سلباً على الألياف.

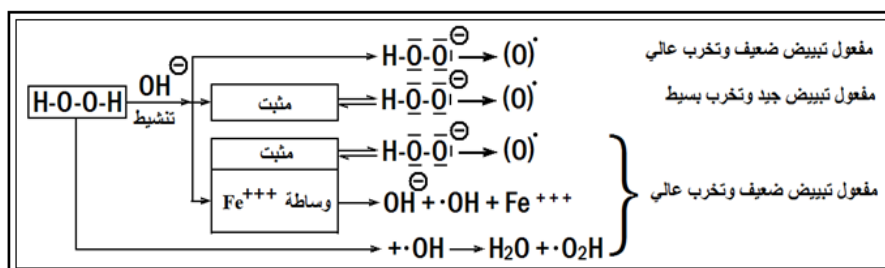
هـ- خفضه محتوى الألياف من الرماد وعدم تأثيره سلباً على ملمس الألياف بعد القصر.

و- تجاوبه مع الشروط الفيزيائية والميكانيكية لعمل الآلة، مثل: التدفق، الانحلال، الضخ.

ويمكننا مع الألياف السيللوزية 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 تصوراً لآلية تفكك الماء الأكسجيني مع وبدون مثبت كما هو مبين في الشكل (82):



الشكل 82: دور المثبت في تفكك الماء الأكسجيني بحسب BASF

أ- **سيليكات الصوديوم**: يمكن لمجموعة سيليكات الصوديوم مثل: أورتو السيليكات، ميتا السيليكات، السيليكات الغروية (الزجاج المائي) أن تمارس فعل التثبيت عبر إمكانية توفيرها وسطاً قلوياً وفعالاً معاكساً لفعل 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 مرحلتها 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 1:1.3 أو 1.6:1 مقدرةً بـ (غ/ل)، وكما نرى فإن الرقم المضروب بأكسيدي الصوديوم والسيليسيوم يحوي كسوراً لسيليكات الصوديوم وهيدروكسيد الصوديوم المستخدمين، فهيدروكسيد الصوديوم يحوي 77% وزناً أكسيد 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 T.S.P.P أو  $Na_4P_2O_7$ ، وهكسا ميتا الفوسفات تلعبان دور المثبت في حمام التبييض القلوي آخذين بعين الاعتبار:

- عدم ارتفاع درجة القلوية عن 10: pH ودرجة الحرارة عن 60 م تجنباً لتراجع قدرتهما عن التثبيت.
- يجب استخدام البيرو فوسفات مع هيدروكسيد الأمونيوم لأن وجود هيدروكسيد الصوديوم أو الصودا أش 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 سالباً كونه يخفض من قدرات البيرو فوسفات كمثبت، ونجد في الجدول (92) مجموعة من المثبتات التجارية لبعض الشركات:

الجدول 92

بعض مثبتات الماء الأكسجيني التجارية				
المادة	الشركة	الفعالية	الشحنة	التركيب الكيميائي
بريستال DS	د.ب.تري	مثبت أكسجين صديق بيئة	سالب	حمض كربوكسيلي
بريستال EPJ		مثبت أكسجين للجب بخواص تبليل ممتازة		ألكان فوسفونات مع إيتوكسيلات أغوال دسمة
بريستال BFL		مثبت أكسجين ومبلل ومبعر للتبييض بالطرائق المتقطعة		ألكيل فوسفات
ريكوستيب OKB	رودولف	مثبت أكسجين للباد على البارد والمستمرة والمتقطعة للقطن ومزاجه	سالب	ألكيل فوسفونات مع أملاح عضوية ولا عضوية
كوتنافان NLB	CHT	للتبييض بالماء الأكسجيني في وسط معتدل بخواص تحلية	سالب	مركبات فوسفاتية مع منشطات أزوتية
ريدوزين UKN	Z&S	غاسل ومبعر ممتاز، مثبت أكسجين ضعيف الرغوة ولا حاجة لإضافة السيليكات معه	سالب	إيتوكسيلات أغوال دسمة، ألكيل أريل سلفونات، مركبات فوسفورية عضوية
سابوفيكس RF	SHF,	مثبت أكسجين منظم ومبعر ومضاد تكسير مطري ومبعر وتسوية، مثبت أكسجين بخواص نظرية لحمام القصر	لا	استرات حموض فوسفورية
سيرافيل 500	د. بوميه	مثبت أكسجين بخواص نظرية لحمام القصر	أيوني	استرات أميدية لحموض دسمة فوسفورية

5-2-8- **مميزات 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 الآمنة لمعظم الأصبغة.
- 5-2-9- مساوي التبييض بالماء الأكسجيني:**

1. عدم ثبات محاليله في الأوساط عالية القلوية.
2. تترسب السيليكات عند استخدامها كعامل تثبيت معه على الآلات والقماش دون أن نتمكن من إزالتها بالطرائق الكيماوية بما يؤدي لتلف في القماش وخشونة ملمسه، ما حدا الشركات للبحث عن مثبتات الأكسجين الأخرى كما رأينا في الجدول (92) والتي انتشرت في جميع المصانع.

## التجهيز الأولي للألياف الصوفية

**1- مقدمة:** تلعب بنية الصوف الكيماوية الضعيفة دوراً كبيراً في تعيين طرائق عمليات تحضيره، ذلك أن أي إجهاد زائد قد يؤدي لتحطم روابطه الببتيدية، لذا تقتصر عملية تحضيره على غسله فقط تاركين لونه على حاله لتطبيق العملية الصباغية مستحسنين صباغته 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 50 م°، وأحياناً يُستخدم الكلور مع الكلورامين آخذين بعين الاعتبار أن تخرّباً لا بد منه سيقع على الصوف الخام.

**2- تجهيز الصوف للصباغة:** تلاقي عملية غسل الصوف صعوبات خاصة لاحتوائه نسباً 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 40 %، فعند فرز شعيرات الصوف بحسب طولها ودقتها وصفها ودرجتها ولونها تمر بعملية تنظيف جافة بالمزج والشفط شرط أن تتم عمليات الفرز بأيدي خبيرة، أما الأوساخ الأخرى فتجري عليها عمليات نزع من نوع آخر، ومن أهم المواد الغريبة المرافقة للصوف نجد:

- 1- أوساخ يمكن إزالتها بحمام مائي كالعرق وبعض الإفرازات الدهنية مثل شمع اللانولين وتبلغ نسبتها 28%.
- 2- أوساخ غير ذوابة بالماء كالشحوم وتصل نسبتها حتى 12%، وأوساخ أخرى بنسبة 26 % تقريباً، لذا نلجأ للمنظفات أو لكاربونات الصوديوم لاستحلابها، وبنتيجة الاستحلاب " بسبب تصبن بعض الدهون والشحوم بتفاعلها مع كاربونات الصوديوم " يتكون صابون يعمل على إزالة ما تبقى من أتربة وأوساخ.
- 3- 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 النبات فقط.

وتستوجب هذه المعالجات عمليات غسل نضمن 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 40-80 م° ليتحول السيليلوز النباتي إلى الهيدرو سيليلوز الذي يمكننا التخلص منه بالنفذ والغسيل وبذلك تستوفي المعالجة الحمضية حقها فنبدأ بعملية الغسيل القلوية.

**3- 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 بنسبة 1-2 مل/ل حتى تصبح pH: 10 وفي نسبة حمام 30/1 ودون أن ترتفع درجة الحرارة عن 50 م° كما سبق وذكرنا، ويستغرق حمام التبييض أنثى 2-3 ساعات نشطف بعدها على البارد ونعدل بحمض الخل.

## التجهيز الأولي للألياف الحريرية الطبيعية

**1- مقدمة:** كي نحصل على الحرير الطبيعي بأفضل حالة ممكنة سنتعرض أولاً لطريقة تربية دودة القز المبينة في الشكل (83) حتى حصولنا على الشرائق، لأن معرفتنا بأصول تربيتها هي الطريقة الأمثل للنتائج الأفضل.



الشكل 83: 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 17 م وترفع تدريجياً حتى 28 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 لرغوف التربية الخاصة لنضع بدلاً عنها شبكة أخرى حتى آخر بيضة. وتستغرق فترة التربية مدة 30-40 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 (9) سم ووزنها (5) غ أي ما يعادل (40) مرة عن طولها و(9500) مرة عن وزنها حين الفقس، ويتم تكييف وتجديد هواء غرفة التربية باستمرار حسب الأدوار وبحيث تتراوح درجة حرارتها بين 21-26 م، ويراعى أن يترك لكل دودة ثلاثة أمثال المساحة التي تشغلها وهي ثابتة، وأن لا يتم الإمساك بها بل يوضع لها القش عند عمل الشرائق، وترفع الدودة رأسها لتغزل الخيط الحريري حول جسمها وكأنها تحرك رأسها بحركة مستمرة محدثة (60) ذبذبة في الدقيقة، وتستمر على هذا الشكل ثلاثة أيام ومخرجة من فمها 550-1100 متر من الخيط، وتجمع الشرائق بعد ستة أيام حتى يكتمل التطور الداخلي ويخف وزن الشرنقة وتكون جاهزة للحل.

**2- حل الحرير:** لا بد من خنق العذراء في الشرائق قبل تكون الفراشات القادرة على ثقب الشرنقة والخروج منها، لذا تعرض الشرائق لبخار الماء ومن ثم تجفف بالهواء بعيداً عن الشمس أو بتيار هواء ساخن، ونبدأ بفرزها لاستبعاد الضعيف والملوث والمتقوب والمزدوج، أما السليم فيؤخذ ليحل يدوياً أو آلياً، ويطلق على حرير الشرائق السليمة اسم الحرير الجريح وحرير الشرائق الأخرى اسم الحرير الشاب.

**3- الحرير الجريح:** تنقع الشرائق السليمة في حوض ماء مغلي للتقليل من النفايات، ثم تنقل بعد سحب أول الخيط لحوض ماء درجة حرارته 60 م لتحلل المواد الصمغية، ويُمسك بطرف الخيط ليُلَف على عدة بكرات لسحبه وبرمه وتسريحه فتتكون ألياف الحرير الجريح التي يمكننا سحبها بسهولة لاحتوائها مواد صمغية، ويبييض الحرير أحياناً بالماء والصابون لنبدأ مرحلة برم الألياف وتجميعها بالآلات خاصة.

4- **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 تُفْتَح الألياف وتوازن وتمشط وتلحق وتنسق.

5- **تجهيز الحرير:** نستنتج أن عملية تبيض الحرير ليست إلا عملية غسل لإزالة صمغ السريسرين الذي تصل نسبته حتى 30%، ويمكننا إزالة هذا الصمغ بالغسيل بالماء وصابون مارسيل (الذي يُحضر 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 (93):

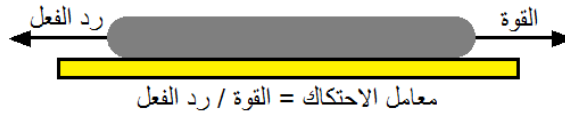
الجدول 93

حمامات التحضير الأولية للحرير الطبيعي بحسب كلارينت " ساندوز "	
حمام الغسيل بصابون مارسيل أو ساندوبان السائل SRS	
عامل التصبين	8-10 غ/ل صابون مارسيل أو 3-5 غ/ل ساندوبان SRS
كربونات أو فوسفات الصوديوم	1-2 غ/ل حتى pH: 9.5-10
المعالجة	1-2 ساعة / 90-95 م
الإنهاء	معالجة عند 50 م بهيدروكسيد النشادر المركزة ثم بماء ساخن فيبارد
حمام المعالجة الأنزيمية	
أنزيم باكتوزول السائل المركز SL	2 مل/ل
مزيج زيت ساندوكلين السائل PC	2 مل/ل
كلور الصوديوم	2 غ/ل
كربونات الصوديوم	حتى pH~9
شروط المعالجة	2 ساعة / 55 م
الإنهاء	شطف ساخن فيبارد
حمام الغسيل عند درجات الحرارة العالية	
صابون مارسيل أو ساندوبان SRS	2 مل/ل
المعالجة	30-60 دقيقة / 125-130 م
التفريغ	90 م
المعالجة بهيدروكسيد النشادر المركز	1 غ/ل
الإنهاء	شطف ساخن فيبارد

## التجهيز الأولي للألياف التركيبية

**1- المقدمة:** تتشابه الألياف التركيبية في تجهيزها للصبغة، إذ تتعلق معالجة الألياف عموماً بطبيعة المعالجات النهائية المطبقة من قبل الشركة الصانعة، كما تتعلق بظروف تشغيل وحاكاة الأقمشة ومدى صلاحية أو جودة المواد المستخدمة لإنجاز هذه المراحل (كالمزلاقات وزیوت 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...

**2- زيوت التزليق:** تتركب زيوت التزليق من فحوم هيدروجينية نفطية مشبعة يستحصل، وتضاف لها محسنات تعزز ثباتياتها وظروف تشغيلها، ووظيفتها عموماً تشكيل طبقة رقيقة بين السطوح المنزلقة بحيث يتحول الانزلاق الجاف الذي يرافقه تشكل حرارة لانزلاق سائل بأقل قدرٍ من الحرارة بسبب التزيت 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.



**1-2- 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  $\mu$  لسطح منزلق بالعلاقة التالية:

$$\mu = k \sqrt{\eta U / P}$$

$\mu$  : قيمة الاحتكاك  
 $\eta$  : اللزوجة  
 $k$  : ثابت له علاقة بشكل التزليق  
 $U$  : السرعة  
 $P$  : الضغط النوعي للسطوح مقدراً بـ: كغ/سم<sup>2</sup>

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 *Dinamic viscosity* بالبواز Poise، ويسمى ناتج قسمة اللزوجة التحريكية على الكثافة اللزوجة الحركية *Kinematic viscosity* وتقاس بالسستوك 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 الحرارة، وهكذا ترتفع اللزوجة بمعدل عشرة أضعاف عند تغير درجة الحرارة من 20-80 م°، بينما ترتفع 1000 ضعف بتغير الضغط من 1 حتى 1000 جو للزيوت المعدنية الطبيعية.



تتركب الزيوت الطبيعية وبقايا التقطير ذات درجات الغليان المرتفعة من سلاسل برفينية نظامية تحوي أحياناً على سلاسل غير نظامية، وقد تحوي في نهايتها أو وسطها على حلقة أو حلقات عديدة سداسية أو خماسية مشبعة أو غير عطرية.

وقد تأخذ بنية الحلقات العطرية شكل البنزن أو الفيناترين، ونادراً ما تأخذ شكل الانتراسين أو البيرين أو الكسيرين، يمكن أن تحمل هذه الحلقات بجانب السلاسل البرافينية سلاسل جانبية قصيرة جداً تتألف من مجموعات الميثيل أو الايتيل، ويتأرجح الوزن الجزيئي لجزيئات زيوت التزليق بين 250 و1000، وهو ما يعادل 20 إلى 70 ذرة كربون في الجزيء الواحد، وهكذا يبلغ الوزن الجزيئي لزيوت المغازل 250-400، بينما يصل الوزن الجزيئي لزيوت التزليق العالية والمعروفة باسم Bright Stock Oils إلى الألف.

**2-2- 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 ستعرض 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 أو الميثيل ايتيل سيتون MEK-Dewaxing، وهي تقنية قديمة تراجع الأخذ بها حالياً ليحل محلها تقنية الامتزاز بترية منشطة بالحمض لتصل معدلات امتزازها إلى ما يعادل 10% 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.

**2-3- تصنيف زيوت التزيب:** تصنف زيوت التزيب إما حسب المنشأ كمنتجات تقطير فراغي أو منتجات بقايا تقطير أو مزيجهما، أو بحسب استعمالها:

**أ- زيوت المغازل:** تمتاز بلزوجتها المنخفضة، واشتق اسمها من استخدامها الرئيس في تزليق مغازل الصناعات النسيجية.

تمتاز المغازل بسرعات دوران عالية جداً ما نحتاج معه لزيوت منخفضة اللزوجة تتراوح بين 12-20 سنتي ستوك عند درجة حرارة 20 م°، وبقدرة جيدة على التزليق وثبات جيد ضد التأكسد. ويتم إنتاجها كأجزاء جانبية أثناء عمليات التقطير الفراغي، ولا بد من تعريضها لعمليات تنقية جيدة كي لا تترك أثراً في الأنسجة بعد غزلها. يتم استخدام مجموعة هذه الزيوت في الآلات الدقيقة والآلات التبريد (درجة الانصباب: -30 حتى -80 م°) وفي أغراض الوقاية من الصدأ.

**ب- زيوت الآلات:** تقسم الزيوت إلى زيوت خفيفة وأخرى ثقيلة، وتتراوح لزوجة زيوت الآلات الخفيفة بين 12-25 سنتي ستوك عند درجة الحرارة 50 م°.

أما زيوت تزليق الآلات الثقيلة فتصل لزوجتها حتى 75 سنتي ستوك بالدرجة 50 م°، ويستحصل عليها كأجزاء جانبية من التقطير الفراغي لبواقي تقطير النفط تحت الضغط الجوي العادي.

**3- الغسيل الأولي للزيوت:** يفترض في زيوت التزيب 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 لإجهادات حرارية يسببُ تخربهما معاً، إذ يفقد الزيت قدرته على الاستحلاب، ويفقد الخيط بعضاً من ألفته نحو الأصبغة ومواد الإنهاء.

وتظهر مشكلة فساد الزيت واضحةً جليةً بعد الصباغة على شكل خطوطٍ غامقةٍ مكان إبرة الحياكة التي يحدث عندها معدلات تزيبٍ أعلى، أو على شكل بقع صباغ غامقة وموزعة على سطح القماش.

يُستحسن تطبيقُ حمامٍ غسيلٍ مستقلٍ للزيوت قبلَ صباغةِ القماش باستخدام منظفٍ قادرٍ على استحلابها ومع بعض المذيبات إن لزم الأمر وبوسطٍ قلوي لطيف (pH~9) 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، ونتبع 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 لتشكيل البقع الغامقة عند الصباغة، ومن الصعب الإزالة الكاملة للمركبات اللانأيونية بعد استخدامها في حمام الغسيل ما يسمح ببقاء قسم منها لحمام الصباغة.

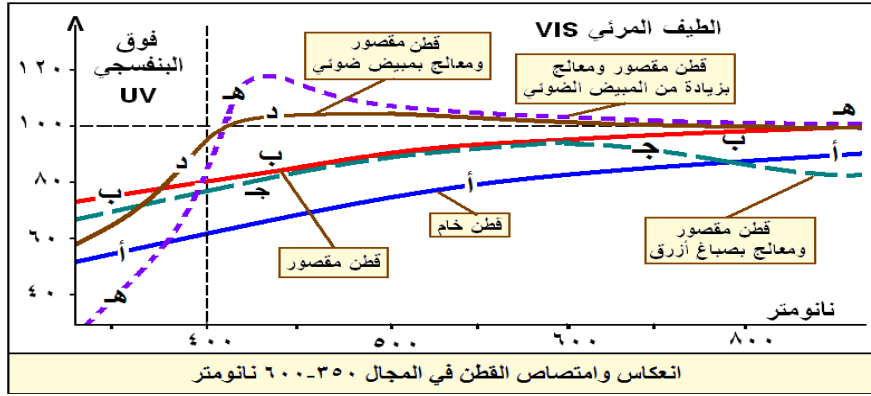
أما شركة باير فتتصح باستبدال كربونات الصوديوم ببير والفوسفات رباعية الصوديوم عندما يكون الماء متوسط القساوة، في حين تتصح شركات أخرى بثلاثي فوسفات الصوديوم.

**4- 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 منظف مع مذيبٍ في حمام يحوي 1 غ/ل كربونات أو ثلاثي فوسفات الصوديوم عند درجة حرارة 60 م° ولمدة 15 دقيقة متبوعة بشطف جيد.

**5- 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 يعمدون لإضافة عاملٍ منظفٍ ومزيل زيوت إلى حمام الصباغة بعد التحقق من عدم تأثيرهما على اللون والأصبغة وثباتياتها، ولوحظ عملياً استحالة الضمانة الأكيدة لهذه الطريقة لأن بعض الملوثات تستلزم وسطاً قلويّاً لإزالتها، وهذا ما يستحيل تطبيقه في حمام صباغة الألياف التركيبية التي تستلزم صباغتها وسطاً حمضياً وفي أحسن الأحوال معتدلاً لطائفةٍ كبيرة من الأصبغة.

## المبيضات الضوئية

1- المبادئ البصرية لتأثيرات المركبات المفلورة: تمتص خامات الألياف والورق والبلاستيك والمركبات العضوية بعضاً من الضوء المرئي وخاصةً في مجال طول الأمواج 400-500 نانومتر ما يسبب تلونها باللون الأصفر البني كما يبين " المنحني أ من الشكل (84) "



الشكل 84: انعكاس وامتصاص القطن في المجال 350-600 نانومتر

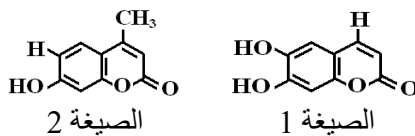
لذا فإنها تبدي لوناً بنياً فاتحاً لاحتوائها أصبغة طبيعية: فالقطن لاحتوائه بعض الأصبغة أخرى، والصوف والحريز فاحتوائهما مزائج معقدة من البولي بيبتيدات والملونات البروتينية الأخرى، أما الألياف المجددة فمنتجات التفكك الحراري الحاصلة فيها، ويمكننا التخلص منها عادةً عبر الأكسدة بقصرها كيميائياً " المنحني ب " دون المبالغة منعاً للتخرب الزائد والضار.

ويمكننا تعديل اللون الأصفر الخفيف بتزريق الخامات بالأصبغة الزرقاء، وليضرب لون الخامات أنثذ باتجاه الرمادي الأقل بياضاً " المنحني ج "، 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 400-480 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 350-375 نانومتر وانعكاس عند 420-440 نانومتر (المنحنيان د، هـ)، ويعطينا المنحني (د) أعلى درجة بياض ممكنة، في حين أنه وبالتراكمز الأعلى (المنحني هـ) نحصل على لون أبيض شديد اللعان ولكن باتجاه الأبيض المزرق.

تم اكتشاف مفعول التبييض الضوئي من قبل كريز عام 1922 عندما قام بتشريب الحريز الصناعي وألياف الكتان بخلاصة مركبات قشور الكستناء الحاوية على الاسكولين Esculin، فالمبيضات الغلوكوزيدية تحوي 6,7- ثنائي هيدروكسي الكومارين "الصيغة 1".

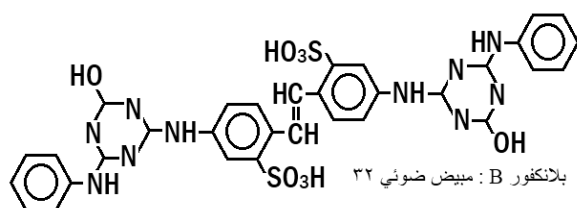
أما أول مبيض صناعي أمكن استخدامه فتم اصطناعه من ميتيل اومبيلي فيرون Methyl umbelli ferone "الصيغة 2" والذي أمكن اصطناعه بسهولة من الريزوسينول Reserinol واستر حمض الخل، وكان الانقلاب الحقيقي لصناعة المبيضات عام 1940 بتحضير: 4-4- ثنائي أمينو ستلبيين - 2,2- ثنائي حمض السلفون.



2- المجموعات الكيماوية الرئيسية للمبيضات الضوئية: تحوي جميع البنى الكيماوية للمبيضات الضوئية إحدى المجموعات: الكربونيل متصل بالبنزن أو النفثالين أو البيرين، الايتيلين -CH=CH-، أزو الميتين HC=N-، نظام الخواص العطرية المتغايرة والتي يمكنها أن تتهدج بتأثير الإشعاع فوق البنفسجي عند 340-400 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 للإشعاع، ويمكننا تصنيف المبيضات الضوئية عموماً في مجموعاتٍ ست:

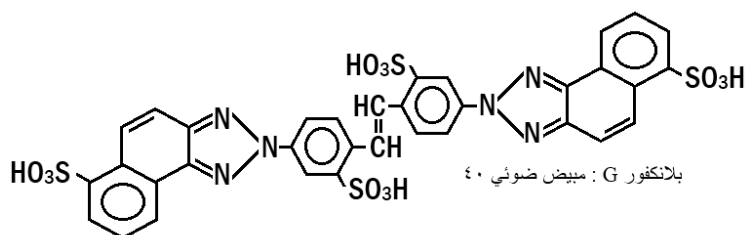
- (1) المركبات ذات الزمرة الواحدة أو الزمرتين من الستيلين.
- (2) 1،2- مشتقات الايتيلين مع متبقي زمريتين عطريتين متغايرتين أو عطريات متغايرة مع متبقي عضوي.
- (3) مشتقات الكومارين.
- (4) مشتقات البيرازولين.
- (5) مركبات النفثاليميد.
- (6) مجموعة يتم اصطناعها من مركبات عطرية بربطها بخواص عطرية متغايرة كربط حلقات التيوفين والفوران بخواتم البنزو كسازول.

1-2- مركبات الستيلين: تشكل هذه الزمرة ما يقارب 80% من مجموع المنتجات التجارية، إذ غالباً ما تكون المبيضات الأحادية الستيلين مؤسلة كما هو حال 4,4- ثنائي أمينو الستيلين - 2,2- ثنائي حمض السلفون، وتسيطر عموماً زمرة N,N'- Diaroylation، ومن المتوقع أن تسود في المستقبل القريب المركبات من مشتقات كلور التريازين، إذ أن أول مشتقات كلور التريازين كانت بلانكفور B (الصيغة 3) الذي اصطنعه وندت Wendt عام 1940، وتم استخدامه في عالم المنظفات ولتبييض: القطن، البولي أميد، الصوف، الورق، ونجد اليوم أن أكثر من 20 بنية مختلفة للنمط ذاته يتم إنتاجها بشكلٍ تجاري، ويعود الاختلاف فيما بينها لخاتم التريازين.



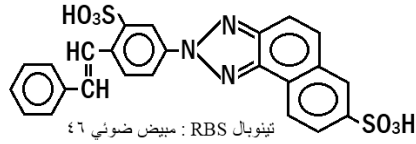
الصيغة 3: بلانكفور B: مبيض ضوئي 32

وتحوي بعض المبيضات الضوئية مجموعات عضوية متغايرة بدلاً عن مجموعة أمينو التريازين مثل التريازول، وكانت أولى منتجات هذا النوع البلانكفور G (الصيغة 4) والذي لم يُنتج بعد ذلك نهائياً.



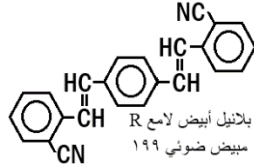
الصيغة 4: بلانكفور G: مبيض ضوئي 40

في حين أننا نجد اليوم أن الأهمية الأكبر لمشتقات التريازول غير المتشابهة كما هو حال التينوبال RBS (الصيغة 5) المستخدم للألياف السيلوزية والبولي أميد والمنظفات بسبب إدخال زمرة سلفون لجعله قادراً على الانحلال بالماء، ونجد المركب المشابه له التينوبال E الذي أدخلت عليه زمرة N- إيتيل سولفاميدو بدلاً عن مجموعة حمض السلفون والمستخدم مبيضاً للبوليستر.



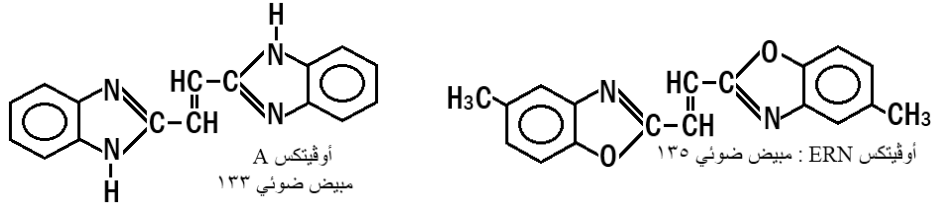
الصيغة 5: تينوبال RBS: مبييض ضوئي 46

ويحوي البلائيل الأبيض اللامع R "الصيغة 6" مجموعتي ستلبيين ويسمى 1,2- مقرون (2- سيانوسيتريل) البنزن، بالإضافة لمجموعاتٍ أخرى تحوي 4,4- ثنائي الفينيل ترتبط عبر جسر على البنزن في وسط المركب.



بلائيل أبيض لامع R: مبييض ضوئي 199

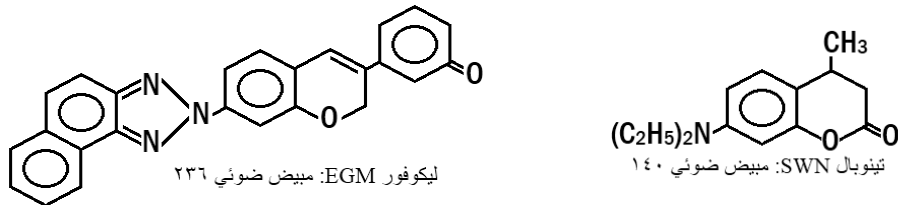
2-2- مشتقات الايتيلين مع متبقي زمرتين عطريتين متغايرتين أو عطريات متغايرة مع متبقي عضوي: ومنها مشتقات البنزوكسازول مثل الأوفيتكس ERN (الصيغة 7) وأوفيتكس A (الصيغة 8) اللذين تتم تقويتها بخواص الستلبيين ليكونا أكثر شراهية للماء وبالتالي للألياف وخاصة اللينة منها.



الصيغة 7: أوفيتكس ERN: مبييض ضوئي 135 الصيغة 8: أوفيتكس A: مبييض ضوئي 133

كما يستخدم أيضاً 2- سيتريل بنزو كسازول الذي يكتسب أهميته من كونه مزيج مختلط للستلبيين مع مقرون بنزوكسازول.

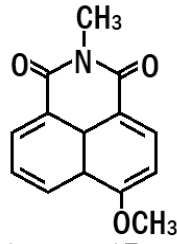
2-3- مشتقات الكومارين: ونجد منها هيدروكسي الكومارين مثل الصيغتين 3 و4 اللذين تم استعراضهما تاريخياً، وإنما استبدلا بمشتقات تحوي زمر أمينو أو N- حلقات عطرية متغايرة في سبعة مواضع، فنجد منها تينوبال SWN (الصيغة 9) وليكوفور EGM (الصيغة 10) والذي يمكن اعتباره من مشتقات الستلبيين مع حلقة متغايرة بين الموضع أور تو لإحدى حلقات البنزن وبيتا - ميتين كربون.



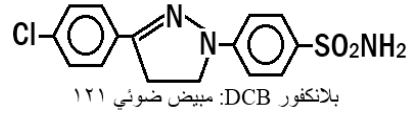
الصيغة 9: تينوبال SWN: مبييض ضوئي 140 الصيغة 10: ليكوفور EGM: مبييض ضوئي 236

2-4- مشتقات البيرازولين: تتألف هذه المجموعة من 1-3- ثنائي فينيل - 2 - بيرازولين: والتي تدخل في معظمها مجموعة السلفون أو أميد السلفون في الموقع 4 كما هو حال البلاتكفور DSB (الصيغة 11) والمستخدم للألياف البروتينية، أسيتات السيللوز، البولي أميد.

2-5- مركبات النفثاليميد: ونجد من أهمها N - ميثيل - 4- ميتوكسي نفتاليميد مثل ميكوايت AT (الصيغة 12) والذي يتمتع بأهمية كبيرة لإمكانية استخدامه لمجموعة واسعة من الألياف مثل: أسيتات السيللوز، الاكريليك، البولي اولفين، البوليستر.



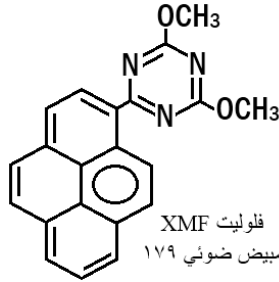
ميكا ويت AT: مبيض ضوئي ١٦٢



بلانكفور DCB: مبيض ضوئي ١٢١

الصيغة 11: بلانكفور DCB: مبيض ضوئي 121 الصيغة 12: ميكا ويت AT: مبيض ضوئي 162

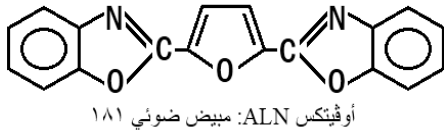
**2-6- المجموعة السادسة:** يتم اصطناعها من مركبات عطرية بربطها بخواتم عطرية متغايرة، ونجد منها مبيض البوليستر فلوليت XMF في الصيغة 13 وذو التركيب: 4,2- ثنائي ميتوكسي - 6 - (1- بيرنيل) - 5,3,1- تريازين.



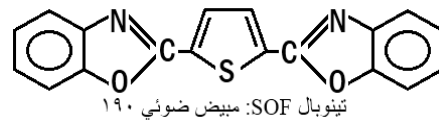
فلوليت XMF  
مبيض ضوئي ١٧٩

الصيغة 13: فلوليت XMF: مبيض ضوئي 179

أما التينوبال SOF (الصيغة 14) وأوفيتكس ALN (الصيغة 15) فنجد أن حلقات التيوفين والفوران فيهما ترتبط بخواتم البنزوكسازول.



أوفيتكس ALN: مبيض ضوئي ١٨١

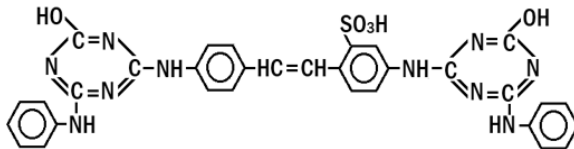


تينوبال SOF: مبيض ضوئي ١٩٠

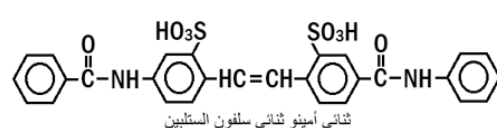
الصيغة 14: تينوبال SOF: مبيض ضوئي 190 الصيغة 18: أوفيتكس ALN: مبيض ضوئي 181

لقد أدرك كيمايو الأصبغة أهمية معامل الانطفاء الجزيئي الكتلتي 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 1984 من قبل فريكشون وشينزل Frickorn & Schinzel على 2,2- ثنائي بنزازول أوكسازول النفثالين والذي وجد أن مردوده الكمي (الكوانتي) عموماً بين 0.48-0.85، وهناك أبحاث مختلفة على كيمياء المبيضات الضوئية تتمحور حول إضافة مجموعات لهذه المركبات.

**3- مبيضات مجموعة الستلبيين:** تعتبر مجموعة مبيضات الستلبيين الأكثر انتشاراً على الصعيد التجاري اليوم، فنجد منها مثلاً ثنائي أمينو ثنائي سلفون الستلبيين الذي نراه في الصيغة 16، والذي تم إدخال نواة التريازين إليه فيما بعد لرفع ثباتيته لغسيل الألياف السيللوزية كما هو مبين في الصيغة 17:



الصيغة ١٧



الصيغة ١٦

ونرى في الجدول (94) المبيضات الضوئية لبعض الشركات والذي نتبين فيه وحدة تركيب المادة الفعالة بين مجموعة مبيضات تتوزع في ثباتياتها واتجاه لون بياضها والألياف الأنسب لها وبالتالي شروط استنزافها ما بين وسط حمضي أو قلوي وشحنته الأيونية.

الجدول 94

بعض أهم المبييضات الضوئية لبعض الشركات العالمية " Fluorescent brighteners " Optical brighteners				
المبييض الضوئي	الشركة	الخواص	الشحنة	التركيب
بينتس 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	للسيليلوز، ثابت للبيروكسيدات، غير ثابت للهيدروسلفيت والبيسفيت، والكلورين والكلور	A	مشتقات حمض ثنائي سلفون الستلين
بيري بلانك PES Conc	د. بتري	للبوليستر، حمر، للطرائق المستمرة والمتقطعة: 130-98 م، وللترموزول 210 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 الكهليليات ورزينات الإنهاء حتى pH: 1		
بيري بلانك PAC Liq		للبولي أكريلو نتريل، حمر ساطع، ثابت تجاه الكلوريت	C	بنزايميدازول
توبو بلانك DIC	CHT	للسيليلوز، منخفض الألفة، حيادي، ثابت تجاه الأكسجين والهيدروسلفيت، غير ثابت للكلوريت والهيوكلوريت	A	مشتقات الستلين
توبو بلانك BA Conc		للسيليلوز 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		

4- بناء حمامات التبييض:

4-1- تبييض الألياف السيللوزية: يتم بناء حمام تبييض الألياف السيللوزية من مواد بناء حمام القصر ولكن بكميات أعلى تتناسب مع درجة البياض المطلوبة مضافاً لها المسطح الضوئي الملائم، وترتبط الكميات الواجب إضافتها بحسب تراكيز الكيماويات والمواد المساعدة من منظفات وغوasl ومبيلات ومزيلات زيوت، إضافة لطبيعة أو تركيب الخامة، وعموماً فإن أهم ما يُضاف لحمام التبييض ما يوضحه الجدول (95):

الجدول 95

بناء حمامات التبييض									
المادة	سيليلوز	فيسكوز	صوف	حريز طبيعي	بوليستر	بولي أميد	2.5 أسيتات	ثلاثي الأسيتات	اكريليك
مبلل	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
منظف	●	●	●	●	●	●	●	●	●
مزيل زيت	■	■	■	■	■	■	■	■	■
مضاد رغوة	■	■	■	■	■	■	■	■	■
مضاد تكسير	■	■	■	■	■	■	■	■	■
عامل تحلية	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
مثبت أكسجين	●	▲	■	▲	▲	▲	▲	▲	▲
قلوي	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
حمض	▲	▲	●	●	●	●	●	●	●
كلوريت الصوديوم	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
حامل " كارير "	▲	▲	▲	▲	●	▲	▲	▲	▲
درجة الحرارة المثوية	110 - 95	95	95	95	130 - 95	95	80	120-95	102 - 98

●: ضروري، ■: عند اللزوم، ▲: غير ضروري

5- تقييم عملية التبييض: غالباً ما تتم عملية تقييم درجة البياض بمعايير خاطئة، وبخاصة عندما تتم عملية التبييض بقصد عمليات لاحقة، كالحياكة مع غزول ملونة أخرى أو للطباعة... وتعتبر من أهم مقومات تقييم عمليات التبييض:

1. درجة البياض.
2. درجة تخرب الألياف، والقدرة على الامتصاص وبخاصة للسيليلوز ومزائجه.
3. محتوى الشوائب الطارئة النهائي.
4. طرائق وشروط الإنهاء.
5. درجة التخلص من الشوائب الأخرى كبذرة القطن.
6. ملائمتها للعمليات اللاحقة مثل الحياكة والصبغة.

وفي حين يمكننا وبالعين المجردة التحقق من البنود الثلاثة الأولى، فإننا نجد أنه لا بد من إجراء تحاليل خاصة بالبنود الأربعة اللاحقة: تعيين درجتي البياض والتخرب، القدرة على الامتصاص وتحليل الشوائب اللاسيليولوزية.

**5-1- 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 110 من جداول اختبارات الجمعية الأمريكية لكيمائي وصباغي النسيج AATCC.

ويتم تعيين درجة بياض العينات غير المفلورة بصورة مناسبة عبر قياسها بطول موجة وحيد، وغالباً ما يكون عند طول موجة 457-460 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 100%، وتعتمد أجهزة قياس درجات البياض والألوان في مرجعيتها لهانتر HUNTER أو مرجعيات شركات مثل سيبا، 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 (96):

الجدول 96

درجات انعكاس بعض العينات المبيضة			
العينة	قطن / بوليستر، صوف	صوف	كتان
درجة الانعكاس	90-80%	60-50%	80-60%

## 5-2- تعيين درجة تخرب الألياف:

**5-2-1- الاختبارات النوعية:** يمكننا وبعده طرائق الكشف عن وجود أكسي 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 (97) تأثير بعض الكواشف على السيلولوز:

الجدول 97

تأثير بعض الكواشف على السيلولوز					
محلولة الاختبار	محلولة فهلنغ	كاشف نسلر	كاشف شيفت	نترات الفضة القلوية	كلور الفصدير وكلور 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 بالأوكسدة، ويجري تطبيقها عادةً على الشكل:

تحضير المحاليل: نبدأ بتحضير محلولين:

- المحلول (1): 8 غ نترات فضة في 100 مل ماء مقطر.

- المحلول (2): 20 غ تيويسلفات الصوديوم مع 20 غ هيدروكسيد الصوديوم في 100 مل ماء مقطر.

ويمكننا خزن المحلولين في عبوات غامقة للتحضير الطازج منهما ولكل تجربة وبحيث يتم الاختبار بنسبة 20/1. تطبيق الاختبار: نأخذ (20) مل ماء مقطر في بيشر ونضيف لها (2) مل من المحلول (2)، ثم نبدأ بإضافة (1) مل من المحلول (1) ببطء مع التحريك المنتظم، ومن المهم جداً إضافة المحلول (1) لمحلول (2) الممدد، وإعادة حل



أية ترسبات قد تظهر، ثم نغلي المحلول بعد المزج ونضيف العينة لنتابع الغلي لمدة خمس دقائق مع التحريك المستمر، وأخيراً ننزع العينة ونغسلها، ونلاحظ أنه وبحدوث التخرب يأخذ المحلول اللون الغامق.

**2-2-5- 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 للسيليلوز إلى تراجع درجة بلمرته وبالتالي لتناقص طول سلسلته ووزنه الجزيئي، كما تتراجع لزوجة المحلول بسبب تحلل السلاسل السيللوزية بتأثير بعض التفاعلات الكيماوية، والنظامان المعتمدان لتعيين درجة التخرب عموماً هما:

في بريطانيا: نظام إذابة السيللوز بمحلول هيدروكسيد النحاس النشادري ومقارنتها مع جداول درجات اللزوجة، قيم السيولة مثلاً، أما في الاتحاد الأوروبي فإن المذيب الأكثر شيوعاً هو ثنائي أمين إيتيلين النحاسي الذي يُمكننا من قياس اللزوجة بحسب درجات البلمرة " D.P " .

في الولايات المتحدة: نجد أن معظم المذيبات المستخدمة والطرائق المعتمدة تناسب الألياف الصناعية الأخرى كما هو الحال مع محلول ميتا الكريزول الملائم للبولي أميد.

**3-5- قيمة السيولة:** اعتمد مديبا: محلول النحاس النشادري، وثنائي أمين إيتيلين النحاسي.

**1-3-5- طريقة محلول النحاس النشادري Cuam:** دُوِّنت هذه الطريقة في كتاب المواصفات البريطانية رقم 11 إذ تقوم على محلول النحاس النشادري القياسي، ومقياس اللزوجة من طراز Shirley – X، وأهم ما تتميز به هذه الطريقة إمكانية تطبيقها بساعاتٍ زمنية متباينة، إذ يمكن تطبيقها بإذابة العينة في المحلول وتركه ليلة كاملة، أو وفق طريقة نظامية حسب معهد شيرلي وبحيث يمكننا أخذ النتيجة خلال ساعةٍ واحدة وبدرجة دقة ذات ترتيب قدره وحدة واحدة فقط عن قيمة السيولة الحقيقية.

وتستخدم هذه بشكلٍ رئيسٍ 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 التقييم بحسب الجدول (98):

الجدول 98

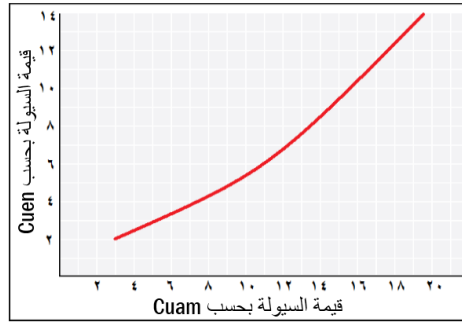
قيم سيولة بعض المواد عن: A Bleachers Handbook: Interox				
المادة	قطن		حرير	
	مقبول التبييض	مخرب كيماوياً	مقبول التبييض	سيليولوزي خام
السيولة	2	4 - 6	8 - 40	5 - 7
			8 - 10	

تقدير النتائج: تشترك قيمة اللزوجة التي تقدر بالبواز ويرمز لها بـ F بين محلول 0.5% من القطن، أو محلول 2% حرير سيليلوز مجدّد 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 200 ثانية أو أقل يتم تعديل الطاقة الحركية K كما هو مبين على شهادة معايرة الجهاز. ونطبقها مع الجدول (98).

**2-3-5- طريقة محلول ثنائي الأمين إيتيلين النحاسي Cuen:** دونت هذه الطريقة في طرائق التجارب (82) لـ AATCC، إذ أنه 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 (85):



الشكل 85: علاقة قيمتي السيولة بين طريقتي المذيين Cuam و Cuen

4-5- 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 لها عبر تجارب التخرب الكيماوي، وتأخذ درجة البلمرة D.P وبحسب نوع الألياف القيم الواردة في الجدول (99):

الجدول 99

قيم درجة البلمرة D.P لبعض الألياف عن: A Bleachers Handbook: Interox				
المادة	قطن، كتان، قنب	قطن جيد التبييض	سيليلوز مجدد	فيسكوز
درجة البلمرة D.P	3000 - 2300	2000 - 1800	1200 - 100	400 - 250

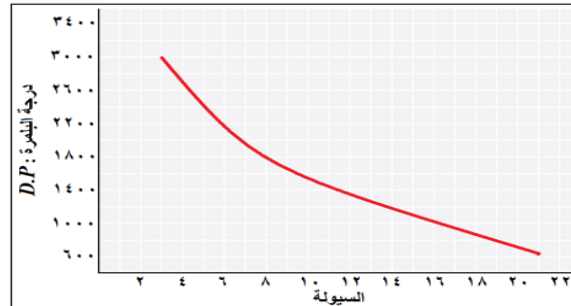
وترتبط درجة البلمرة مع قيمة السيولة للقطن بالمعادلة:

$$\text{درجة البلمرة} = 2032 - \{F \div (F + 74.35)\} \times 10$$

$$D.P = 2032 \{(\text{Log}_{10} 74.35 + F) \div F\} - 575$$

حيث F قيمة السيولة.

ونرى هذه العلاقة ممثلة بالخط البياني في الشكل (86):



الشكل 86: علاقة درجة البلمرة بالسيولة

5-5- عامل التخرب: يرتبط عامل التخرب S بدرجة البلمرة بالعلاقة:

$$S = \text{Log}_{10}\{(2000 \div Pt) - (2000 \div Pt_x) + 1\} \div \text{Log}_{10} 2$$

Pt: درجة البلمرة بعد المعالجة الكيماوية - Pt<sub>x</sub>: درجة البلمرة قبل المعالجة الكيماوية، 2000: القيمة المرجعية

ويمكننا توصيف عامل التخرب ضمن مجموعة قيم على الشكل المبين في الجدول (100):

الجدول 100

قيم التخرب S عن: A Bleachers Handbook: Interox					
قيمة عامل التخرب S التقييم	ممتاز	جيد	مقبول	تخرب بسيط	تخرب عالي
	0.2 - 0.01	0.3 - 0.21	0.5 - 0.3	0.75 - 0.5	0.76

**6- تحليل البقايا اللاسيليوزية:** كثيراً ما يكون من الضروري إجراء بعض الاختبارات المعبرة عن محتوى القطن من المواد المرافقة ذات الأثر الضار على العمليات أو الاستخدامات التالية كما هو الحال مع القطن الطبي مثلاً، لذا فإننا سنعرض هنا لبعض الاختبارات:

**6-1- 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 (5) 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 0.5 – 1%، وتتنخفض إلى 0.2 – 0.5% 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.

**6-2- الاختبارات النوعية للسيليكات في الألياف:** تُرمد 5 - 10 غرام من العينة المراد اختبارها في بوتقة بلاتينية ونبرد، ونضيف لها 5 - 6 أمثال وزنها من مزيج كربونات الصوديوم والبوتاسيوم 1:1 ونسخن حتى الانصهار، نبرد الصهارة ونحلها بالماء ثم نضيف لها مولبيدات الأمونيوم، بعدها نحضض الحمض الأزوت 20% حتى ظهور رواسب بلورية صفراء أو صفراء فاقعة.

وفي حال احتمال احتواء العينة على الفوسفات، فإننا نلجأ لإذابة منتجات الترميد أولاً بحضض الأزوت 20%، نرشح ونمزج رواسب عملية الترشيح بمزيج كربونات الصوديوم والبوتاسيوم بمعدل 5 - 6 أمثال وزنها ونتابع كما ورد أعلاه.

**6-3- تعيين الكالسيوم في الألياف:** نرمد 5 - 10 غرام من العينة ونضيف منتجات الترميد إلى حمض كلور الماء 10% وكلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم (الوزن النوعي 0.88) إلى أن يصبح المحلول قلوياً، فإن ظهرت أية رواسب نرشح ثم نحضض الرشاحة النشارية بحضض الخل، وأخيراً نضيف حمض الحماض لترسيب الكالسيوم على شكل حماضات ونرشح، نُعرض الرواسب للهب مصباح بنسن فإن تلون للهب باللون الأحمر القرميدي كان ذلك دلالة وجود الكالسيوم.

وفي حال كان المطلوب تعيين الكالسيوم كميّاً استوجب ذلك ترشيح حماضات الكالسيوم وغسلها بماء مقطر ومن ثم إضافتها لحمض الكبريت الساخن 20% وأخيراً المعاييرة بمحلول برمغنات البوتاسيوم 0.1 نظامي والحساب على أساس:

$$1 \text{ مل محلول برمغنات بوتاسيوم } 0.1 \text{ نظامي} = 2.004 \text{ ملغ كالسيوم}$$

ملاحظة: قد تتداخل قساوة الماء وتلعب دوراً 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:  
كالسيوم: 0.043 – 0.15 %، مغنيزيوم: 0.046 – 0.11 %

أو استعمال مطيافية الإصدار الذري.

**6-4- 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 (وهو ما يطلق عليه اسم التأكسير الواسطي) وبالتالي تخريب القطن، لذا فإنه كثيراً ما يكون من الضرورة بمكان تعيين محتوى القطن منهما أولاً للعمل على إزالتها أو إبطال مفعولهما قبل المباشرة بعمليات القصر.

**6-4-1- التعيين الكمي للحديد:**

أ – اختبار تيوسيانات البوتاسيوم: يتم أولاً تحضير الكواشف التالية:

محاليل اختبار تيوسيانات البوتاسيوم			
حمض الأزوت العياري 5 أو 10%	بيكبريتات البوتاسيوم العياري 10 غ تيوسيانات في 90 غ ماء	محلول تيوسيانات 10% وزناً	ماء أكسجيني 35% وزناً

نأخذ عينة صغيرة الوزن " 0.5 - 1 غرام " من الخامة ونضعها في زجاجة ساعة، ونضيف لها 1 - 2 قطرة من حمض الأزوت 5%، ونتركها مدة 2 - 3 دقائق لتتحول أكاسيد الحديد لأيونات حديد، نضيف لها محلول التيوسيانات 10%، 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 10% بعد تبريدها، فإن لم تنوب بحمض الأزوت فإننا نضيف ما يقارب 1 غرام بيكبريتات البوتاسيوم في مرحلة التبريد ونعيد عملية تسخين البوتقة حتى الدرجة الحمراء، ومن ثم وبعد تبريد منتج الترميد يضاف لـ 10 - 15 مل من الماء المقطر حتى تمام الانحلال، نعود ونسخن مع إضافة قطرة واحدة من الماء الأكسجيني 35%، 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 10%، نتبعها ببعض من محلول فروسيانيد البوتاسيوم 1% المحضر طازجاً، فإن ظهر تلون بالأزرق الغامق دللاً على وجود أيونات الحديد.

6-4-2- التعيين الكمي للنحاس: يتم الكشف عن النحاس في عينة مُرَمَّدة، لأن تفاعلات أيون النحاس ليست بتلك الحساسية التي تتمتع بها أيونات الحديد، وبخاصة عندما تكون كمياتها النحاس صغيرة جداً ولا تحتل الأخطاء.

أ- اختبار رباعي أمين النحاس: نضيف لمنتج الترميد 5 - 4 قطرات حمض أزوت 10% أو حمض كلور الماء أو بالصهر مع بيكبريتات البوتاسيوم كما ورد في اختبار الحديد، ثم نضيف محلول النشادر الممدد (1 ماء / 1 هيدروكسيد أمونيوم مركزة) حتى يصير المحلول قلوياً، ظهور اللون الأزرق يدل على النحاس.

ب- اختبار كربامات النحاس: يتم أولاً تحضير الكواشف التالية:

الكواشف اللازمة لاختبار كربامات النحاس: كربامات النحاس (CuO -CO-NH <sub>2</sub> )				
هيدروكسيد النشادر 35%	محلول ثنائي إيتيل تيوكربامات الصوديوم 0.1% عياري	بيكبريتات البوتاسيوم العياري	حمض الليمون 10% عياري	حمض كلور الماء 20% 800 غ حمض كلور الماء 25% مع 200 غ ماء

نذيب منتج الترميد كما هو الحال في تجربة الحديد، ثم نعدل بمحلول هيدروكسيد النشادر ونضبط درجة الحموضة عند pH: 6 بإضافة حمض الليمون 10% مع (5) قطرات لكل ميلي ليتر من محلول الاختبار، ثم نضيف محلول هيدروكسيد الأمونيوم الممدد (1:1) حتى يصير الوسط قلوياً من جديد، نتبعها بإضافة قطرة من إيتيل ثنائي كربامات الصوديوم 0.1% فإن ظهر لون أصفر كان ذلك دلالة وجود أيونات النحاس.

7- اختبار وتعيين مواد التنشيط: يمكننا باختبارات بسيطة وسريعة معرفة ما إذا كانت هناك بقايا مواد تنشيطية على القطن المعالج أو المبيض بالمقارنة مع القطن الخام، وأكثر مواد التنشيطية انتشاراً: النشاء Starch، بولي فينيل أسيتات Poly Vinyl acetate، بولي فينيل الغول Poly Vinyl alcohol، كربوكسي ميتيل سيليلوز CMC، لذا فإننا سنعرض سريعاً للكشف عن كل منهم على حدا:

1-7- الكشف عن النشاء: تعالج العينة مع قطرة من يود البوتاسيوم 100%، فيظهر لون البقعة أزرقاً مائل للسواد على المنتجات الخام، ويميل لونه للأزرق الفاتح/أخضر عند المعالجة لإزالة التنشيط.

2-7- الكشف عن البولي فينيل أسيتات PVAc: تعطي العينة عند معالجتها بمحلول اليود لوناً بنياً محمراً غامقاً، تزداد شدته بتطبيق عملية غسيل ساخن.

**7-3- الكشف عن البولي فينيل الغول 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 تنشية وتبييض، وبالمعالجة بمحلول اليود/ بوراكس  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$  الذي يُحضّر بإضافة 0.5 مل حمض كلور ماء مركز مع 0.5 غرام بوراكس لمحلول يود البوتاسيوم / يود، فسيظهر لون كامد عند احتوائها نشاء أو بولي فينيل الغول أو مزيجٍ منهما، وفي هذه الحالة تساعدنا الطريقة التالية:

نعالج العينة بماء حار عند الدرجة 70 م°، ثم يطبق الاختبار على الخلاصة المائية لمحلول اليود/ بوراكس، فإن تلون المحلول أو الرواسب باللون الأزرق كان ذلك دلالة وجود بولي فينيل الغول، 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 الغول.

**7-4- الكشف عن الكربوكسي ميتيل سيليلوز CMC:** يمكن للكربوكسي ميتيل سيليلوز أن يعطي اختباراً إيجابياً مع 2، 7- ثنائي هيدروكسي النفتالين، وتكمن الصعوبة في عملية الاستخلاص، والطريقة الأقل إيجابية تقوم على التبقيع بأزرق الميتيلين وعلى الشكل التالي:

نحضر محلول الاختبار الحاوي 0.5 غرام أزرق الميتيلين 2B 100 في 4 مل ماء مع 1 مل حمض خل ثلجي ونمدد حتى 100 مل بالميتانول، نرشح قبل الاستخدام ثم نغمر العينة في المحلول لمدة 20 ثانية بدرجة حرارة الغرفة، نشطف بـ 500 مل ماء مقطر لمدة 30 ثانية ونجفف بين ورقتي ترشيح، ونعيد التجربة باستخدام التولوين كمذيب استخلاص. إذ تدل البقع الزرقاء البنفسجية على العينة الأولى إلى وجود كربوكسي ميتيل سيليلوز أو مواد تنشية من نمط بولي الأكريلات الذي ينحل في التولوين.

**8- الاختبار الكمي لتعيين مجموع المواد النشوية:** يعتمد مبدأ الاختبار على عمليات استخلاص متعاقبة:

- المواصفات البريطانية، الكتاب 11: مذيب ثم أنزيم.
  - اختبارات الجمعية الأمريكية، الطريقة 97: الماء، أنزيم مع مذيب.
  - المواصفات الألمانية DIN 54285: مذيب، الماء مع الأنزيم.
- والطريقة الناجعة لإزالة المواد النشوية هي:
- ماء: 20 دقيقة عند درجة حرارة 60 م° بنسبة حمام 40/1
  - مذيبات: ثلاث ساعات على جهاز سكسوليه للاستخلاص بايتر الكلوروفورم أو ايتر البترول عند درجة حرارة 60-80 م°.
  - الأنزيم: 5 غ/ل أنزيم لمدة 30 دقيقة عند درجة حرارة 65 م° بنسبة حمام 40/1

**9- الاختبار الكمي لتعيين محتوى المواد الدسمة والشموع:** تذوب المواد الدسمة والشموع في المذيبات العضوية ويتم استخلاصها بجهاز سكسوليه الذي يمكننا من القياس الكمي لها، ويتم تطبيق الاختبار على الشكل:

يُهيأ جهاز سكسوليه ويوضع في أسفله دورق كروي وزنه س غرام، نأخذ عينة بوزن 10 غرام تقريباً ونجففها حتى ثبات الوزن عند الدرجة 100 م° وليكن وزنها الجاف ع غرام، ندخل العينة إلى الجهاز وتعالج مع المذيب ثلاث ساعات " الكلوروفورم للسيليلوز، وايتر البترول لمزائج البوليستر"، وأخيراً يُبخر المذيب ويعاد وزن الدورق من جديد وليكن ص غرام فيكون:

$$\text{النسبة المئوية للدسم والشموع} = \left[ \frac{\text{ع}}{\text{ص} - \text{ع}} \right] \times 100\%$$

وقد ورد شرح مختلف هذه الطرائق في تجارب النظام 97 للجمعية الأمريكية AATCC والنظام الألماني

DIN 54278

## الباب الخامس

### صباغة الألياف الطبيعية

1. صباغة الألياف السيللوزية بالأصبغة المباشرة.
2. صباغة الألياف السيللوزية بالأصبغة الفعالة.
3. صباغة الألياف السيللوزية بأصبغة الأحواض.
4. صباغة الألياف السيللوزية بأصبغة النفثول " الأزو " .
5. صباغة الألياف الصوفية بالأصبغة الحمضية.
6. صباغة الحرير.

## صباغة الألياف السيللوزية بالأصبغة المباشرة

- 1- المقدمة:** لعل صباغة الألياف السيللوزية بالأصبغة المباشرة واحدة من أبسط العمليات الصباغية كونها تتميز بـ:
  - بساطة تطبيق وبناء الحمام الصباغي. وبالتالي سهولة عمليات إعادة التسوية عند الاضطرار.
  - عدم احتياجها لدرجات حرارة أعلى من تلك التي نحققها تحت الضغط الجوي العادي.
- 2- تصنيف الأصبغة المباشرة:** صنفت الشركات الصانعة للأصبغة المباشرة منتجاتها من الأصبغة 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 السطح في كل نقاط 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 زمرتين، أم زمرة كربوكسيلية، فازدياد فعالية وعدد هذه الزمر يرفع من ألفة الصباغ نحو الطور المائي مساعداً على الهجرة المعاكسة ورافعاً درجة التسوية، وخافضاً في الوقت نفسه من الثباتية للغسيل 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.
  - ويتم تطبيق هذه الأصبغة كمضاهياتها من أصبغة القطن على الفيسكوز، ما يستوجب منا عند صباغته الحذر الشديد والأخذ بأسباب الحيطة أكثر بكثير من صباغة الألياف السيللوزية غير المجددة بسبب كبر مسامات الفيسكوز مقارنة مع السيللوز الطبيعي، ما يسرع من مرحلة الامتصاص، وبالتالي ازدياد احتمالات عدم التجانس وتراجع التسوية
- 3- بناء الحمام الصباغي:** بعد الانتهاء من مراحل التجهيز الأولية نبدأ عملية الصباغة وفق:
  - 3-1- إضافة الماء الطري:** يستوجب بناء حمام الصباغة ضبط كمية ماء الحمام بما يضمن تدويراً سهلاً لحبل القماش بحسب طبيعة القماش وطراز وتصميم آلة الصباغة كأن تكون نسبة الحمام 5/1 ، 10/1...، ويتوجب علينا في حال عدم توفر الماء الطري إضافة ما يلزم من عوامل التحلية استندراكاً لتشكيل 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.
  - 3-2- إضافة العوامل المساعدة:** يستوجب التحضير الصحيح للحمام الصباغي إضافة بعض العوامل مثل:
    - العوامل المبللة: والتي تساهم في رفع معدلات اختراق الصباغ لعمق الألياف.
    - العوامل المبعثرة: والتي تمنع من تجمع الأصبغة بسبب المفعول الغروي لأنيونات الصباغ.
    - عوامل التسوية: والتي تلعب دوراً مهماً في رفع معدلات الهجرة وإعادة الهجرة واستحلاب بواقي عمليات التحضير الأولية، وغالباً ما تستخدم كعوامل تسوية فئة إيتوكسيالات الأغوال الدسمة وزمرة السلفونات العطرية اللتان تمتلكان من القدرة على البعثرة ما يغنيان عن إضافة العامل المبعثر.
  - 3-3- إذابة وإضافة الصباغ:** تبين الشركات المنتجة للأصبغة مقدار ما ينحل من كل صباغ في ليتر ماء، وعليه فإننا نعجن أولاً الصباغ بشيء 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 تتم الإضافة من خلال مضخة حوض التغذية الخاص بالآلة الصباغة عند توفره.

**3-4- إضافة الملح:** يضاف الملح عادةً لرفع معدلات هجرة الصباغ التي يمانعها مفعول زيتا، والعادة أن يكون الملح كبريتات أو كلور الصوديوم "ملح غلوبر أو ملح الطعام" النقيين، ويرتبط توقيت إضافة الملح بتصنيف الصباغ المستخدم بحسب الجدول (101):

الجدول 101: 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

**3-5- إضافة كربونات الصوديوم:** تستلزم بعض الأصبغة المباشرة وسطاً قلويًا لطيفاً بحدود 2 غ/ل كربونات الصوديوم تبعاً لدرجات عمق اللون من وسط لغامق.

**3-6- رفع الحرارة:** بعد إضافة مواد بناء الحمام الصباغي ندور لمدة 5-10 دقائق على البارد لضمان أعلى درجة توزع لمواد الحمام والجزئيات الصباغية ثم نبدأ برفع درجة الحرارة بمعدل يرتبط بـ:

1. نسبة الحمام وطرز الآلة: ونش، أو قرفلو، جت ... ومعدلات غزارة المياه فيها وسرعة دوران حبل القماش.
2. درجة تسوية الأصبغة ونسبتها أو وزنها.

ونستمر عند درجة حرارة الغليان "زمن التخمير" بما يلائم نسبة الأصبغة بحيث نحقق أعلى درجة اختراق للأصبغة في عمق الألياف ضماناً للوصول لأعلى درجتى تسوية وثباتيات، إذ يؤدي امتصاص الأصبغة على السطح فقط لتراجع جميع هذه الثباتيات مثل الثباتية على النور والاحتكاك ...

**3-7- التبريد:** تتراوح درجة الحرارة اللازمة لتحقيق معدلات الامتصاص العظمى للأصبغة المباشرة ما بين 70-80 م 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 الانتهاء دون إيقاف القماش عن الدوران منعاً لإعادة توضع بقايا الصباغ ومواد الحمام على سطح القماش مسببةً بعض مظاهر التلطix والتبقيع بضخ الماء البارد من أسفل الحمام والتصريف من الأعلى "شطف جاري".

**4- إعادة التسوية:** تتم عمليات إعادة التسوية عادةً بإعادة عملية الغلي بوجود كميات أعلى من عامل التسوية والتي غالباً ما تكون من نمط إيتوكسيالات الأغوال الدسمة، وتستمر عملية الغلي حتى تزول مظاهر اللاتسوية بالعين المجردة، وإن أمكن إجراء إعادة التسوية عند درجة حرارة 110 م في الآلات المضغوطة ضمن نتيجة أفضل.

**5- ثباتية الأصبغة المباشرة لدرجات الحرارة العالية في مرحلة الصباغة:** نضطر أحياناً لرفع درجة حرارة الألياف السيللوزية الممزوجة مع البوليستر حتى 130 م، ويستحسن في هذه الحالة تطبيق حمامي صباغة البوليستر والألياف السيللوزية في نفس الوقت، وهنا نواجه مشكلة مدى مقاومة الأصبغة المباشرة لشروط الحمام القاسية، لذا فإنها قد تتعرض لتخرب كامل أو جزئي حسب:

1. درجة الحموضة ونوعية الحمض المستخدم: خل، نمل ...

2. زمن البقاء عند درجة الحرارة العالية (130 م).

3. التفاعلات المحتملة مع مواد بناء حمام البوليستر بشروط درجات الحرارة العالية.

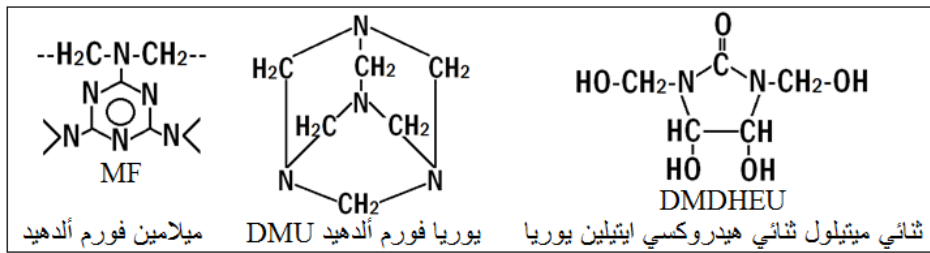
وما يزيد من تعقيد هذه المشكلة توليف اللون من عدة أصبغة، فالنباين في نسب ما يتخرب من كل مكون لها بشكل فردي يؤدي لعدم التناسخ المرة تلو الأخرى بحسب الشروط المطبقة، وهذا ما يتوجب التحقق منه مخبرياً قبل العمل، واختيار الأصبغة التي يمكنها احتمال شروط الحرارة العالية والضغط إن كانت تحقق المواصفات والثباتيات المطلوبة.



وننوه هنا لعدم جواز رفع درجة حرارة الحمام حتى 130 م في حال احتواء الحمام على ملح كلوريد الصوديوم الذي يتخرب بشروط الحرارة والضغط مطلقاً الكلور "بحسب بعض التفاسير" الذي يخرب في هذه الشروط الأصبغة والمواد المساعدة ويتسبب في نخر سطح معدن آلة الصباغ.

**6- رفع ثباتية الأصبغة المباشرة على البلل:** تعاني الألياف السيللوزية المصبوغة بالأصبغة المباشرة من ضعف عام في الثباتيات عامةً، 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 الثباتية الضوئية للصبغ 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 ألدهيد DMU، ميلامين فورم ألدهيد MF:



ويتم تطبيق المثبت عادةً برفع درجة حرارة حمام التثبيت حتى 40 م وبدرجة حموضة pH: 6 وبنسبة 1 — 4 % من وزن القماش بحسب فعالية المثبت وتركيز الصباغ، وهذا ما تحدده الشركات عادةً في نشرة استخدام المثبت، وقد منعت حالياً مجموعة المثبتات التي يدخل فيها الفورم ألدهيد لأسباب بيئية وصحية، ونرى في الجدول (102) بعض مثبتات الأصبغة المباشرة لبعض الشركات:

الجدول 102

بعض مثبتات الأصبغة المباشرة لبعض الشركات " كاتيونية "			
المثبت	الشركة	الفعالية	التركيب
بير فيكسان AMF	د.بترى	مثبت للأصبغة الفعالة والمباشرة، خالي من الفورم ألدهيد والمعادن الثقيلة	مركبات أمونيوم رابعة
ريون AMF	CHT	مثبت للأصبغة الفعالة والمباشرة للقطن والألياف المجددة مع مفعول مطري	مركبات بولي أمونيوم
زينسال SRF	Z&S	مثبت للأصبغة المباشرة والفعالة	مركبات أمونيوم رابعة
زينسال DRN		مثبت للأصبغة المباشرة	منتجات تكاثف فورم ألدهيد
سيبا فيكس DN 45	سيبا	مثبت للأصبغة الفعالة والمباشرة للسيليلوز	محلول للبولي إيتيلين مع بولي أمين
هيدروكول ONE New	رودولف	مثبت للأصبغة الفعالة والمباشرة مع خواص تطرية	بولي أمونيوم مع كوبوليمير بولي سيلوكسان

**7- تطبيق حمامي القصر والصبغة في حمام واحد:** تتحمل بعض الأصبغة المباشرة عمليات القصر المطبقة عادة لتجهيز الألياف السيللوزية لصبغتها، أي ضمن تراكيز الماء الأكسجيني والقلوي المعمول بها عادةً.

فتوصف شركة كرومبتون أند كنولس تيرتر البلجيكية CROMPTON & KNOWLES TERTRE S.A. تطبيق الحمام المشترك على آلة الونش وبنسبة حمام 20/1 على الشكل: نبدأ بإدخال القماش عند الدرجة 20 – 40 م إلى الحمام الحاوي على العامل المبلل وندير لمدة 10 دقائق حتى يتبلل كامل القماش بصورة متجانسة ثم نضيف:

بناء حمام الصباغة والقصر المشترك بحسب CROMPTON & KNOWLES TERTRE S.A.			
صباغ	3-1 مل/ل هيدروكسيد الصوديوم	ماء أكسجيني 35%	سيليكات الصوديوم 35 بوميه
ما يلزم %	36 بوميه أو 5 غ/ل صودا آش	2 مل/ل	0.5-2 مل/ل

وبعد 10-20 دقيقة نضيف ما يلزم من ملح غلوبر نرفع بعدها درجة الحرارة حتى 80 م° ونستمر عندها 20 دقيقة ثم نرفع الحرارة حتى الغليان ونضيف ملح غلوبر بنسبة 2 – 10 غ/ل ونستمر عندها لمدة 30 دقيقة لنبرد خلال 15 – 30 دقيقة وننهي الحمام بعد ذلك بتطبيق عمليات الشطف والتعديل من آثار القلوي.

8 - دراسة تحليلية لأصبغة شركة كرومبتون كمثال تطبيقي: بتصنيف المعطيات والميزات الواردة من كتالوك الشركة (103) كان الجدول (104):

الجدول 103

دراسة تحليلية أصبغة شركة كرومبتون كمثال تطبيقي				
النتيجة	التصنيف			الخاصة
	C	B	A	التصنيف
معظمها يستوجب إضافة الملح على الغلي	% 17	% 70	% 13	
معالجة القساوة باستخدام ماء طري أو عوامل تحلية	تتأثر بشدة	تتأثر	لا تتأثر	التأثر بالقساوة
	% 17	% 17	% 66	
التأكد من سلامة وجودة القطن قبل الصباغة	سيئة	جيدة	جيدة جداً	صباغة القطن الميت
	% 40	% 17	% 43	
اختبار الأصبغة وانتقاء المناسب منها فقط	غير مقاومة	مقاومة	مقاومة عالية	مقاومة الحرارة العالية
	% 43	% 17	% 40	
اختيار أصبغة معينة في أحوال الفيسكوز المقلم	سيئة جداً	سيئة	جيدة	صباغة الفيسكوز المقلم
	% 16.5	% 27	% 40	

الجدول 104

خواص أصبغة شركة

CROMPTON & KNOWLES TERTRE S.A:

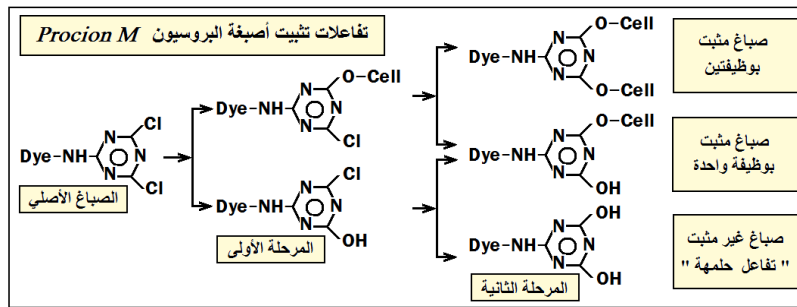
TERTRODIRECT & TERTRODIRECT LIGHTE & SUPERLITEFAST

الصباغة مع القصر	احتمال الحرارة العالية	صباغة الفيسكوز المقلم	صباغة القطن الميت	التأثر بفساوة الماء	التصنيف	التسوية	رقم الفهرس C.I	اللون		زمرة الصباغ التجارية
=	±	-	=	+	C	3	R.23	4BS	سكارلت	ترترو ديركت
±	-	=	=	+	B	4	B.15	FF New	أزرق	
-	-	+	-	+	C	2		GTN 150%	فيسكوز أسود	
-	-	+	+	=	B	3-4		RA 300%	أسود	
-	-	+	+	=	B	3		GVSN Conc110%	أسود	
-	-	++	-	+	C	3		GVS Conc		
-	-	++	+	+	C	3	Bk.22	VSF 600%		
-	+	++	--	+	A	5	Y.27	8G 200%	أصفر	ترترو ديركت ضاوي
--	-	++	+	--	A	5	Y.44	5G 200%		
--	+	++	-	+	C	3-4	Y.28	R 300%		
--	+	+	+	+	B	3	Y.50	RL		
--	-	++	+	+	A	4		5R 120%		
--	+	+	+	-	B	3		7GL New Conc	برتقالي	
--	+	+	+	+	B	3	O.46	GGL 140%	سكارلت	
--	±	-	+	+	B	2-3	R.89	BNL 200%		
--	-	-	--	+	B	3	R.80	F3B 230%	أحمر	
+	-	+	--	+	A	5	R.81	5B 200%		
-	-	+	--	--	B	3	R.79	6B 200%	خمري بنفسي	
-	-	-	--	-	B	3	R.99	BL 150%		
-	-	-	--	+	B	3	V.66	5B 250%	أزرق	
--	+	--	--	+	B	3		R 220%		
-	±	+	-	+	B	3	B.222	3BR 200%		
-	±	+	-	+	B	3		B2R 30%		
--	+	+	-	+	B	5	B.86	GL 250%	أزرق تركواز	
-	+	-	+	--	B	3	B.26	SBL 267%	أخضر	
-	-	--	+	+	B	2-3	Bk.62	4GL 200%	رمادي	
--	+	+	+	+	B	3	Y.106	EFC 200%	أصفر	
--	+	+	+	-	B	2-3	O.105:1	LLLWF 200%	برتقالي	
-	±	-	+	-	C	3		WLKS 200%	خمري	
-	+	+	--	-	B	4	B.80	RLE 200%	أزرق	
-	-	--	--	--	B	4-5	B.218	3GLST	أزرق ضاوي	
-	±	-	--	+	B	3	Bk.112	GLL 200%	رمادي	
-	+	--	--	/	B	3-4	Bk.175	LVL 150%	رمادي	

## صباغة الألياف السيللوزية بالأصبغة الفعالة

**1- مقدمة:** يعتبر راتي وستيفن من شركة ICI الانكليزية أول من اكتشفا الأصبغة الفعالة كيميائياً عام 1945 بإيجادهما زمرة من الأصبغة تحوي مجموعة ثنائي كلور التريازين التي يمكنها أن تتفاعل مع هيدروكسيل السيللوز في وسط قلوي وبشروط تشغيل معتدلة ما أدى لظهور أصبغة البروسيون PROCION التي ترتبط بروابط الإيمين -NH- مع مجموعات ثنائي كلور التريازين.

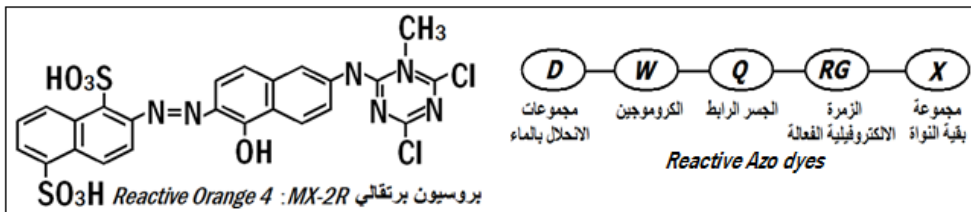
وتتميز مجموعة أصبغة البروسيون الفعالة كيميائياً بثباتياتها العالية تجاه الضوء والغسيل و...، ومن أهم مساوئها التفاوت في تفاعلية ذرتي الكلور، فالأولى ذات تفاعلية عالية تمكنها من الارتباط السهل بالهيدروكسيل السيللوزي، في حين تتعرض الثانية لانخفاض تفاعليتها لاحتمال تفاعلها مع الماء ونحصل على خمسة منتجات تفاعل فيما بين الصباغ والسيللوز والماء وعلى الشكل (87):



الشكل 87: 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 40م، 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 1957 إيجاد مجموعة أخرى هي مجموعة أصبغة البروسيون H التي تعتمد على أحادي كلور التريازينيل وتحتاج لوسط أكثر قلوية ودرجة حرارة 60م على الأقل ما يخفض من إمكانية حلمتها بصورة ملحوظة جداً عما هو عليه الحال بمجموعة البروسيون M.

**2- تصنيف الأصبغة الفعالة:** يمكننا تعريف الأصبغة الفعالة على أنها مركبات ملونة تحوي زمرة أو زميرتين قادرتين على تشكيل روابط فيما بين ذرة الكربون لأيون أو جزيئة الصباغ وبين ذرة الأكسجين في مجموعة هيدروكسيل القطن، ويبين الشكل (88) تفصيلاً لبنية الصباغ.



الشكل 88: البنية التفصيلية لأصبغة أزو الفعالة

ومن أهم المجموعات الالكتروفيلية النشطة للأصبغة الفعالة نجد مجموعات التفاعل بـ:  
الاستبدال، الضم، الروابط العرضية

**1-2- مجموعة التفاعل بالاستبدال:** وتتكون من خمسة أنواع:

**2-1-1-1- مجموعة التريازينيل ومشتقاتها:** وهي التي مرت معنا أنفاً بنوعيهما H&M، 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 لمددٍ طويلة، إذ تتعرض مجموعة ثنائي كلور التريازينيل للتحلل بفعل الرطوبة المطلقةً غاز كلور 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 الموقية كخليط فوسفات البوتاسيوم أحادية وثنائية الهيدروجين.

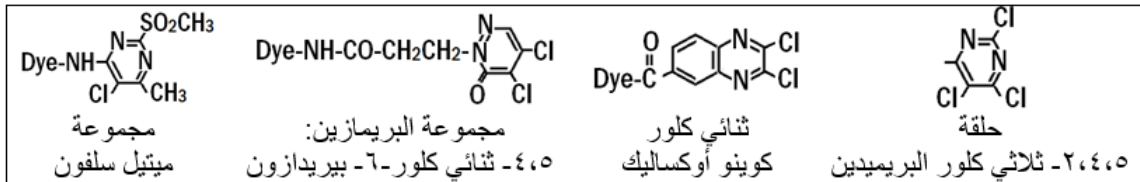
**2-1-2- مجموعة ثلاثي كلور البريميدين:** كانت هذه المجموعة حصيلة أبحاث لاستبدال حلقة التريازين بحلقة بديلة مهلجنة هي حلقة البريميدين، وقد ظهرت الأبحاث تحت الاسمين التجاريين: رآكتون لشركة سييا، ودرمارين لشركة ساندوز، وبما أن هذه المجموعة أقل نشاطاً من مجموعة كلور التريازينيل فإنها تستلزم شروط تطبيق أصعب، لذا لم تلائم التطبيق على البارد فاستخدمت في مجال الصباغة والطباعة المستمرة على الساخن.

**2-1-3- مجموعة ثنائي كلور كوينو أوكساليك:** ظهرت تحت اسم ليفافيكس Levafix E لشركة باير، وتحتوي مجموعة ثنائي كلور أوكساليك التي ترتبط بالكروموفور عن طريق مجموعة كربونيل، وتتميز عموماً بتوسط تفاعليتها بين أحادي وثنائي كلور التريازينيل، ما يُمكننا من تطبيقها عند الدرجة 40م، إضافةً لثباتها تجاه الوسط القلوي.

**2-1-4- مجموعة البريمازين:** وتقوم مجموعة البريمازين التي أنتجتها شركة باسيف على مجموعة 4,5- ثنائي

كلور -6- بيريدازون والتي ترتبط بالكروموفور عبر مجموعة -NH-CO-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-

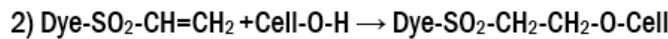
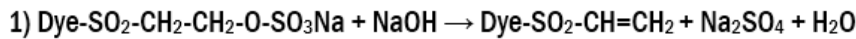
**2-1-5- مجموعة ميتيل سلفون:** يتوضع الميتيل سلفون هنا على حلقة البريميدين التي ترتبط بالكروموفور الأساسي عبر جسر الإيمين -NH- كما هو الحال مع أصبغة الليفافيكس Levafix P لشركة باير.



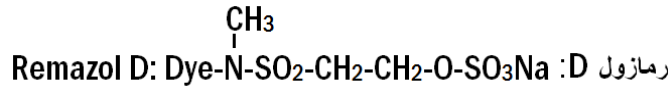
**2-2- مجموعة التفاعل بالضم:** قدمت شركة هوكست بين عامي 1950-49 عدة مجموعات فعالة يمكن اعتمادها في العملية الصباغية، وهي:

مجموعة التفاعل بالضم لشركة هوكست	
Vinyl sulphon: Dey-SO <sub>2</sub> -CH=CH <sub>2</sub>	مجموعة فينيل سلفون
Chlor ethyl sulphon: Dey-SO <sub>2</sub> -CH-CH-Cl	مجموعة كلور إيثيل سلفون
Sulphato ethyl sulphon: Dey-SO <sub>2</sub> -CH-CH-O-SO <sub>3</sub> Na	مجموعة سلفاتو إيثيل سلفون

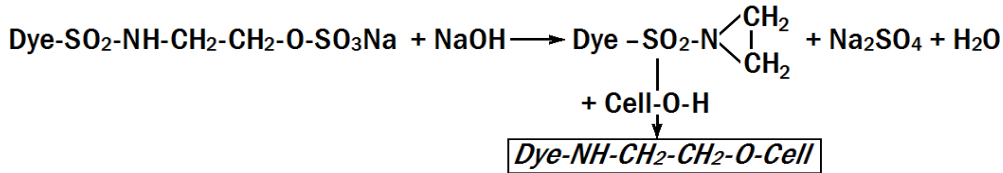
ثم طرحت شركة هوكست أصبغة الريمازول معتمدةً على مجموعة سلفو إيثيل سلفون التي تتفاعل مع هيدروكسيل السيللوز على مرحلتين:



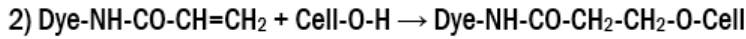
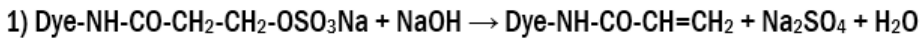
وتحتاج أصبغة الريمازول لدرجة حرارة تثبيت فيما بين 40-60 م، وساعتين كاملتين لإنجاز عمليتي الامتزاز والتثبيت، في حين تحوي أصبغة ريمازول D مجموعة أمينو مستبدلة واقعة بين الصباغ وجذر كيريناتا ايتيل سلفون، ولضعف ألفة هذه الأصبغة تجاه السيللوز بشروط الصباغة العادية لوجود رابطة الميثيل إيمين اعتمدت في مجال الطباعة:



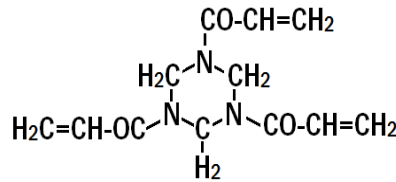
أما تفاعل أصبغة الليفايكس الحاوية مجموعة سلفيتوايتيل أمين سلفونيل فيتم أيضاً على مرحلتين أيضاً ووفق المعادلات:



وأخيراً تتفاعل أصبغة البريمازين لشركة BASF مع السيللوز في الوسط القلوي:

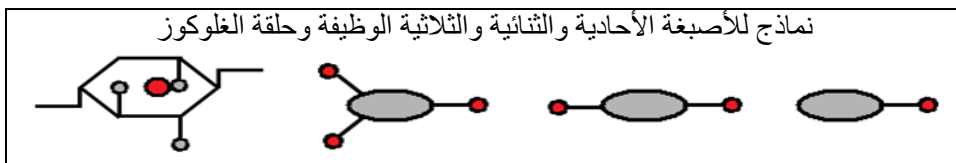


**2-3- مجموعة أصبغة الروابط العرضية:** أنتجت شركة باسف عام 1956 مجموعة أصبغة الباسازول التي تطبق على الألياف السيللوزية بوجود عوامل مثبتة لتكوين روابط عرضية، وتحوي هذه الأصبغة على إحدى المجموعات: الماء أو المواد المساعدة، في حين تحوي العوامل المثبتة ذرتي كربون موجب الشحنة أو أكثر مثل : 1، 3، 5- هكسا هيدرو، 5- تريازين:



**2-4- مجموعة أصبغة درجات الاستنزاف العالية:** طُرحت في الأسواق مجموعات الأصبغة القديمة بمجموعتي تثبيت أو ثلاث بدلاً عن الواحدة كما يبين الشكل (89)، كأن يرتبط الكروموجين الصباغي بمجموعة ثينيل سلفون مع حلقة تريازين بما يضمن رفع معدلات استنزاف الصباغ وبالتالي رفع اقتصادية العمل كونه يحقق:

- انخفاض معدل المفقود في نهاية حمام الصباغة وتيسير عملية التناسخ.
  - انخفاض معدلات استهلاك الماء والبخار والغوازل وبالتالي انخفاض معدلات التلوث البيئي.
  - 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 89

وتأخذ الأصبغة ذات الوظيفتين ثلاثة أنماط أساسية هي:

الأصبغة الفعالة من النمط: ثنائي الوظيفة الفعالة		
زمرتان متتاليتان	زمرتان متناظرتان	زمرتان داخليتان
D-R <sub>1</sub> -R <sub>2</sub> -D	R <sub>1</sub> -D-R <sub>2</sub>	D-R <sub>1</sub> -R <sub>2</sub>

وتتباين ثباتيات الزمر الفعالة وخواصها على الشكل المبين في الجدول (105):

الجدول 105

ثباتية الزمر الفعالة	
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: البربورات
MCT, MFT, VS > DFCP, DCQ	تجاه الكلور: 1-5 p.p.m
مميزات الزمر الفعالة	
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 الفعالة	
DFT: Di-Flouoro-Triazine	ثنائي فلور التريازين
MFT: Mono-Flouoro-Triazine	أحادي فلور التريازين
DCT: Di-Chloro-Triazine	ثنائي كلور التريازين
MCT: Mono-Chloro-Triazine	أحادي كلور التريازين
DFCP: Di-Chloro-Flouoro-Pyrimidine	ثنائي فلور كلور بيريميدين
TCP: Tri-Chloro-Pyrimidine	ثلاثي كلور بيريميدين
FCMP: Flouoro-Chloro-Methyl-Pyrimidine	فلور كلور ميثيل بيريميدين
DCQ: Di-Chloro-Quinoquizarine	ثنائي كلور كوينوكويزارين
VS: Vinyl Sulphone	فينيل سلفون
NA: Iso-Nicotinic Acid	إيزو حمض النيكوتيك

3- تأثير الحجم الجزيئي على خواص الأصبغة الفعالة: تتمايز خواص الأصبغة الفعالة بحسب حجمها الجزيئي على الشكل المبين في الجدول (106):

الجدول 106

تأثير الحجم الجزيئي على خواص الأصبغة الفعالة		
الخاصة	وزن جزيئي عالي	وزن جزيئي منخفض
الألفة	ألفة عالية	ألفة منخفضة
معدلات الاستنزاف	عالية	منخفضة
كميات الملح اللازمة	صغيرة: 20-30 غ/ل	كبيرة: 20-80 غ/ل
تسوية العملية الصباغية	تسوية منخفضة	تسوية 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

4- تأثير تفاعلية الزمرة الفعالة على الأصبغة الفعالة: تتباين تفاعليات الأصبغة الفعالة بحسب طبيعة الزمرة الالكتروفيلية الفعالة التي تتفاعل مع أكسجين الزمرة الهيدروكسيلية في حلقة الجلوكوز كما يبين الجدول (107):

الجدول 107

تأثير فعالية الزمرة الفعالة على الأصبغة الفعالة				
أحادي كلور التريازين MCT	قنينيل سلفون V.S	ثنائي كلور أو فلور التريازين DCT & DFT	الزمرة	
منخفضة	وسط	عالية	الفعالية	
ثابت		غير ثابت	قابلية الصباغ للخرن	
ثابت		غير ثابت	صغيرة: 20-10 غ/ل	ثباتية
				الصبغة بطريقة الاستنزاف
				الصبغة على الباد
كبيرة: 30-20 غ/ل		كبيرة: 20-10 غ/ل	كيميائية القلوي اللازمة: كربونات الصوديوم	الصبغة بمعجونة الطباعة
طويل		قصير	زمن التثبيت	كميات القلوي اللازمة: كربونات الصوديوم
صغير	كبير	تأثير درجة الحرارة والقلوي على المردود	تأثير درجة الحرارة والقلوي على المردود	
عالية: 80 م	وسط: 60-50 م	منخفضة: 30-20 م	درجة حرارة تطبيق الحمام الصباغي	

5- مواد بناء حمام تطبيق الأصبغة الفعالة على الألياف السيلولوزية: يتأثر حمام تطبيق الأصبغة الفعالة بمواد البناء من: الماء، الكهرليت، القلوي ودرجة الحرارة.

5-1- مواصفات الماء: يتوجب تطبيق وتصيبين الأصبغة الفعالة بكل فئاتها من ماء محلي حصرأ أي ما يطابق المواصفات الواردة في الجدول (81) يبحث معالجة المياه، 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.

وتستوجب قساوة الماء إجراء عمليات تحلية بالمبادلات الأيونية، كما يمكننا معايرة أنيونات البيكربونات بقياس درجة الحموضة بدرجة حرارة الغرفة، إذ نعاير عينة قبل وبعد غليها بالماء لمدة خمس دقائق، فارتفاع درجة الحموضة يدل على وجود أنيونات البيكربونات، لذا نعايرها بحمض كلور الماء بوجود كاشف أحمر الميثيل. ويمكننا في حال عدم توفر الماء الطري إضافة عوامل تحلية لمراحل التجهيز الأولي أو القصر والصبغة والتصيبين، ويُصح بسداسي مينا فوسفات الصوديوم كعامل تحلية من القساوة الدائمة بإضافته بمعدل 0.1 غ/ل لكل درجة قساوة ألمانية، كما يمكننا وللتخلص من القساوة المؤقتة بدء العمل عند 5.5-6.5 pH بإضافة حمض الخل، أما القساوة الناجمة عن وجود أيونات معدنية ثقيلة فيمكننا معالجتها بإضافة الايتيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخل EDTA أو العوامل التي انتشرت حالياً مثل البولي أكريلات أو البولي كربوكسيليك أسيد...، ومن المهم أن ننوه هنا إلى أن EDTA يلتقط الجزيئات الصباغية الحاوية على أيونات معدنية في حين أن عوامل العزل العضوية ليس لها أي أثر سلبي عليها.

5-2- الأملاح: تلعب الأملاح دوراً بارزاً جداً في مردود العملية الصباغية، إذ تلعب دورها في رفع معدلات الهجرة والانتشار وبالتالي رفع معدلات الاستنزاف ما يؤدي لاختصار زمن العملية ككل، وأكثر الأملاح استخداماً ملحي الطعام وغلوبر، ويتوجب علينا إذ ذاك تحليل الملح المراد استخدامه لتعيين محتواه من القساوة والرطوبة ودرجة حموضته، ونرى في الجدول (108) تحليلاً لبعض عينات طعام صخري وبحري مع ملح من إنتاج شركة ICI.

الجدول 108

محتوى بعض عينات ملح الطعام من بعض الأيونات المعدنية					
ملح PPV من ICI	ملح بحري معالج	ملح بحري غير معالج	ملح صخري		الأيونات
			العينة الأولى	العينة الثانية	
23	10	1300	2200	1600	كالسيوم
2	50	260	1800	920	مغنيزيوم
2	2	45	100	25	حديد

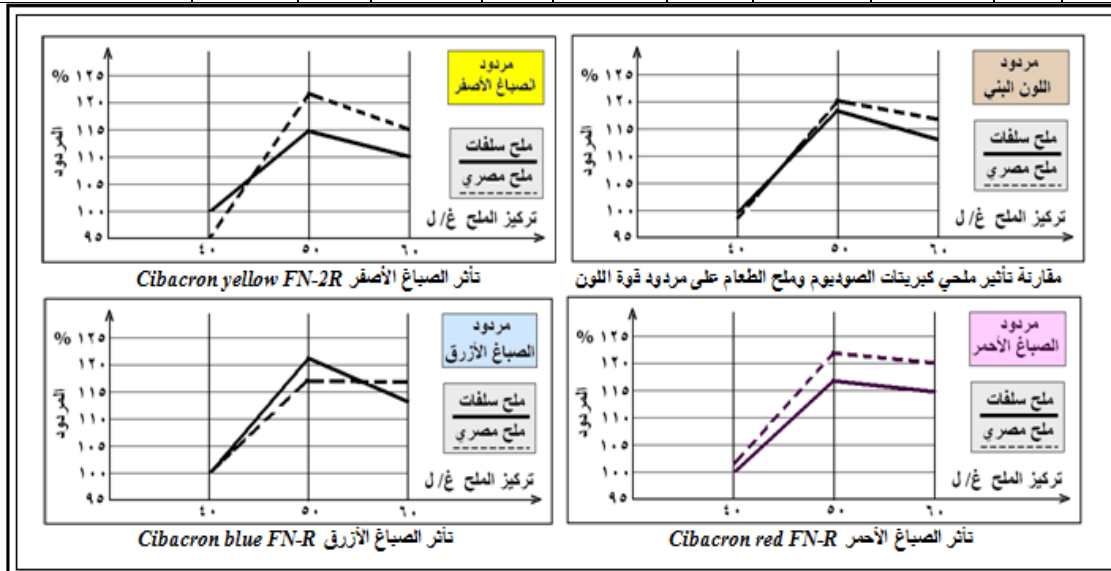
من ندوة التطورات الحديثة لصباغة القطن بطرائق الاستنزاف: حلب 1992



ويمكننا الجزم بأن كل ترسبٍ أو تلوثٍ في حمام الصبغة يدل على وجود أيونات 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 (109) والشكل (90) أن أعلى معدلات التثبيت كانت عند تركيز للملح عادل 50 غ/ل لينخفض مع النسبة 60 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 109

تحليل من شركة Pulcra Chemicals: (محلول 10% من ملح طعام بحري وملح كبريتات الصوديوم)										
موضوع الاختبار	كبريتات الصوديوم			كلوريد الصوديوم			محتوى NaCl / محتوى Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			
	p.p.m	df	dH	p.p.m	df	dH				
الكالسيوم	197	19.42	1.85	300	30	16.8	%65.6=300/197			
المغنيزيوم	315	31.5	17.6	365	36.5	20.4	%86.3=365/315			
المجموع	509	509	28.45	666	66.6	37.2	%76.4=666/509			
الحديد	1.3 ج.م.م			1.1 ج.م.م			%118=101/1.3			
البيريونات	134.4 ج.م.م			29 ج.م.م			%4.63=29/134.4			
السيليكون	1.7 ج.م.م			-			/			
الحموضة pH	10.20			8.41			/			
رقم العينة	المحلول		نتائج القراءة على السبكتروفوتومتر							
			أزرق FN-R		أحمر FN-R		أصفر FN-2R			
			%	غ	%	غ	%	غ		
1	كبريتات الصوديوم	40 غ/ل	77	0.7710	73	0.7332	78	0.7849		
			90.2	2706	94	0.9356	86	0.8613	91	0.9098
			86	2580	87	0.8720	84	0.8431	87	0.8655
	كلوريد الصوديوم	40 غ/ل	75.5	2266	77	0.7711	75	0.7489	75	0.7462
			91.9	2758	90	0.9027	89	0.8941	96	0.9614
			89.6	2689	90	0.9046	88	0.8820	90	0.9028



الشكل 90

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 (110) لأصبغة سينوزول.

الجدول 110

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 الكهربية سلباً على العملية الصباغية من حيث معدلات التسوية كما يرينا الجدول (111) لأصبغة أفرزول:

الجدول 111

Everlight بعض خواص أصبغة أفرزول لشركة											
تأثير الكاتيونات		الهجرة	التفاعلية	الصبغ:		تأثير الكاتيونات		الهجرة	التفاعلية	الصبغ:	
Cu <sup>++</sup>	Fe <sup>++</sup>			أفرزول Everzol	أفرزول Everzol	Cu <sup>++</sup>	Fe <sup>++</sup>			أفرزول Everzol	أفرزول Everzol
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		GR	
4-5	4-5	4-5	2	R Spec	أزرق	4G	4-5	4-5		3RS	سكارلت برتقالي
4-5	4-5	5		BB		1	4-5	1-2	3GF		
4-5	4	3-4		BRF		4-5	5	5	3R		
3 G	4-5	4-5	2	FBN	كحلي حمر	1	4	4-5		LF-B	أحمر
3-4	4-5	5		GG		1 B	4-5	4	LF-2B		
3-4 R	2-3 R	2		RGB		4-5	4-5	4-5	C-3B		
4-5 G	4-5 G	2		LF	كحلي سود	4	5	5		F2B	
4-5	5	4-5		B	أسود	4-5 B	4-5 B	3-4	1	RBN	
4-5	4-5	2		C-RL		2 B	4B	4	2	BB	

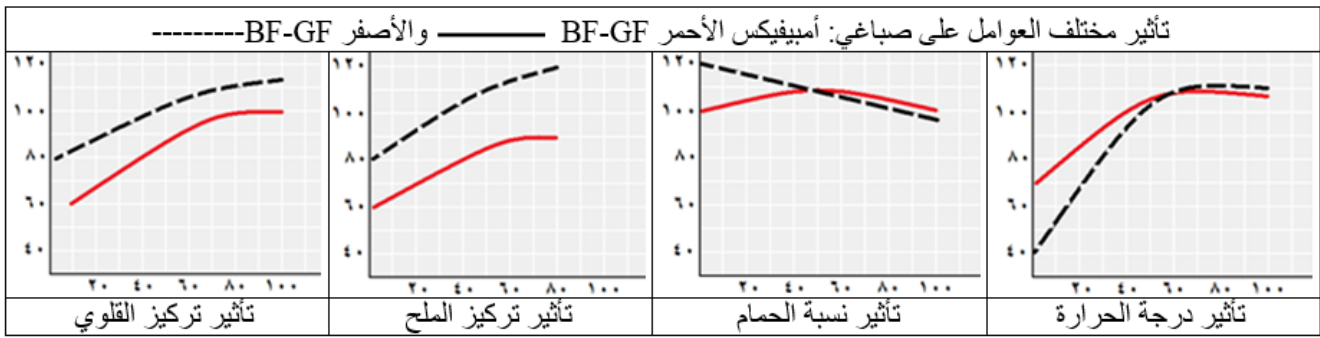
إذ أن مزج صباغين مختلفين في درجة هجرتيهما يعني أن الإضافة المبكرة للكهرليت تسبب تراجع قدرة الصباغ على التسوية عالي رقم الهجرة، في حين تؤدي الإضافة المتأخرة أو غير الكافية لكمية الكهرليت اللازمة لتراجع تشرب الصباغ المنخفض رقم الهجرة، وكذلك الأمر بالنسبة لرقم التفاعلية الذي يدل على أن كمية قليلة من القلوي قد تكون كافية لتثبيت الصباغ العالي رقم التفاعلية ما يعني أن مزج صباغين مختلفي رقم التفاعلية مع عدم ضبط كميات القلوي ستؤدي لعدم التماسخ بين الوجبة والأخرى، أما التأثير بأيونات المعادن الثقيلة كالحديدي والنحاس فإنه يؤدي كما نرى من الجدول انحراف اللون بسبب تغير بنية وخواص الجزيء الصباغي ما يؤدي بالطبع لضعف التسوية والثباتيات على السواء.

**5-3- القلويات:** يمكننا للدخول في تفاعلات التثبيت استخدام مجموعة من العوامل القلوية كما يبين الجدول (112)، وتعتبر كربونات الصوديوم القلوي الأهم اللازم لتثبيت الأصبغة الفعالة، 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 البروسيون M بحسب نسب الحمام والأصبغة.

الجدول 112

بعض أهم العوامل القلوية المستخدمة لتثبيت الأصبغة الفعالة		
حموضة محلول 10 % " pH "	العامل القلوي	
13.3	NaOH	هيدروكسيد الصوديوم
11.5	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	كربونات الصوديوم
8.3	NaHCO <sub>3</sub>	بيكربونات الصوديوم
12.1	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	ثلاثي فوسفات الصوديوم
10	Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	تري بولي فوسفات الصوديوم

ولن نسترسل في موضوع نسب القلويات 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 (91):

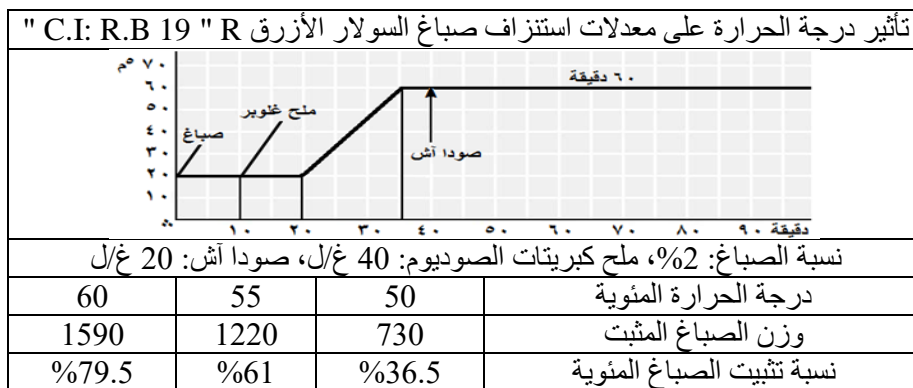


الشكل 91: تأثير مختلف العوامل على صباغي الأمبليفكس الأصفر والأحمر

الجدول 113

كميات الملح والصودا أش اللازمة لحمام صباغة القطن والفيسكوز				
الملح	قطن	60-30 غ/ل ، وقد تصل للغوامق والأسود حتى 100 غ/ل		
	فيسكوز	60-20 غ/ل ، وقد تصل للغوامق والأسود حتى 100 غ/ل		
نسب كربونات الصوديوم اللا مائتية مقدره بـ : غ/ل وبحسب نسب الصباغ والحمام				
نسبة الصباغ	5 : 1	10 : 1	20 : 1	30 : 1
< 0.5 %	10	5	2.5	2.5
0.5-2 %	15	7.5	5	2.5
2-4 %	25	10	5	5
> 4 %	30	15	7.5	5

**4-5- تأثير درجة حرارة التثبيت:** يتطلب الوصول للمردود الأعلى لاستنزاف الصباغ الالتزام الحقيقي بدرجة الحرارة المطلوبة للدخول بتفاعلات التثبيت كما بين لنا الشكل (92)، وفي تجربة على صباغ السولار الأزرق R "راكثيف أزرق 19" بدرجات حرارة 50، 55، 60 م على الترتيب كان مردود تفاعل التثبيت على الشكل (91)، لذا فإننا سنعرض لبعض المخططات التي تبين مبادئ تطبيق الأصبغة مع بعض الشروح الأهم لفهم آلية صباغة الألياف السيللوزية بالأصبغة الفعالة:

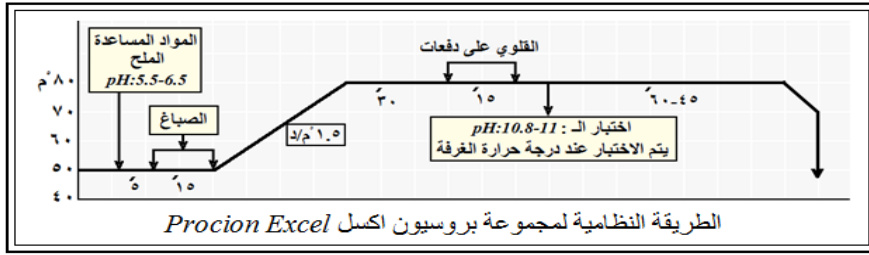


الشكل 92: تأثير معدلات التثبيت بدرجات حرارة الحمام الصباغي

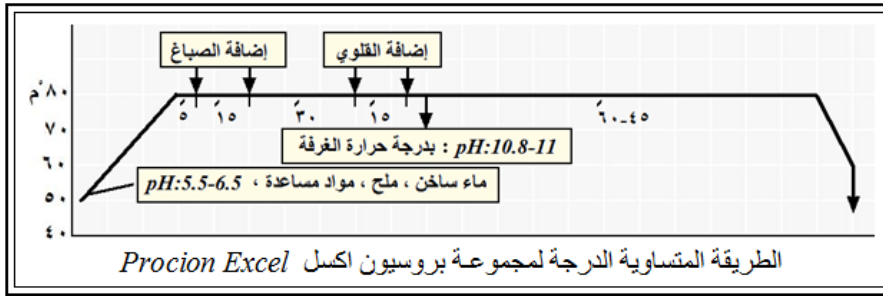
**6- بعض تقنيات تطبيق الأصبغة الفعالة:**

**6-1- الطريقة النظامية لمجموعة بروسيون أكسل Procion Excel:** وتُطبَّق للألوان الوسط والغامقة، إذ نرفع درجة حرارة الحمام الصباغي حتى درجة حرارة 50 م ليضاف الملح والمواد المساعدة ونضبط درجة الحموضة عند pH: 5.5-6.5 بحمض الخل ثم نبدأ بإضافة المحلول الصباغي المصفى خلال 15 دقيقة ليتبعها رفع درجة الحرارة بمعدل 1.5 درجة/دقيقة حتى 80 م ومنتظر مدة 30 دقيقة لنضمن وصولنا لمعدلات الهجرة المطلوبة، نبدأ

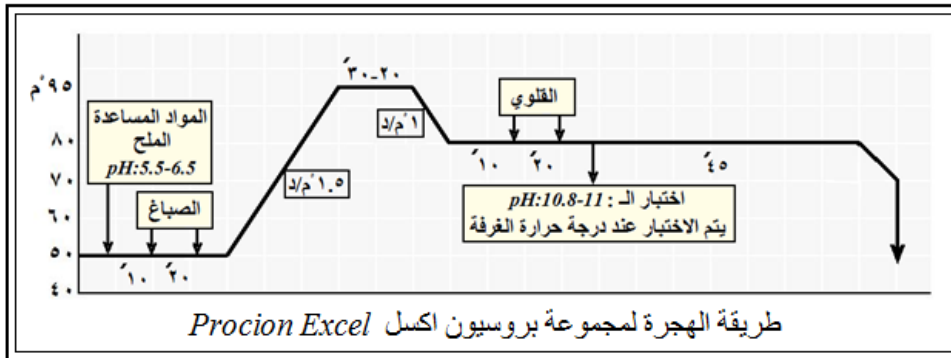
بعدها بإضافة المحلول القلوي خلال 15 دقيقة ونتحقق من درجة القلوية pH:10.8-11 ننتظر بعدها 45-60 دقيقة حسب درجة عمق اللون ونبرد بعدها حتى 70 م لإنهاء الحمام والبدء بعمليات الشطف والتصيبين.



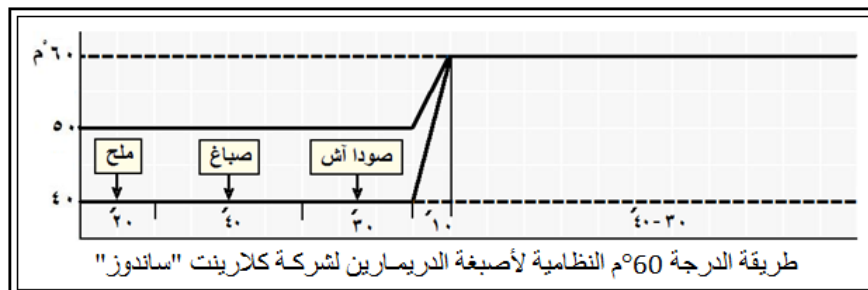
**6-2- الطريقة المتساوية الدرجة لمجموعة Procion Excel:** وتطبق للألوان الوسط والغامقة: نضيف الماء الساخن أو نرفع درجة حرارة الماء حتى الدرجة 50 م ونضيف الملح والمواد المساعدة ونضبط درجة الحموضة عند pH: 5.5-6.5 بحمض الخل ثم نرفع درجة الحرارة بأقصى سرعة حتى الدرجة 80 م ننتظر بعدها 5 دقائق لتتجانس درجة الحرارة في كل نقاط الحمام لنبدأ ضخ المحلول الصباغي المصفى خلال 20 دقيقة ننتظر بعدها 30 دقيقة لتحقيق معدل الهجرة اللازم، ثم نضخ المحلول القلوي خلال 15 دقيقة ونتحقق من القلوية pH: 10.8-11، وننتظر عند درجة الحرارة 80 م مدة 45-60 دقيقة ثم نبرد حتى الدرجة 70 م لإنهاء الحمام والبدء بعمليات الشطف والتصيبين.



**6-3- طريقة الهجرة لمجموعة Procion Excel:** وتطبق مع الألوان الفاتحة، إذ نرفع درجة حرارة ماء الحمام حتى الدرجة 50 م ونضيف الملح والمواد المساعدة ونضبط درجة الحموضة عند pH: 5.5-6.5 بحمض الخل وننتظر بعدها 10 دقائق لتحقيق التجانس الحراري وتوزع المواد ونبدأ بضخ محلول الصباغ خلال 20 دقيقة، نبدأ بعدها رفع درجة الحرارة بمعدل 1.5 درجة/دقيقة حتى الوصول للدرجة 95 م، ننتظر عندها 20-30 دقيقة لضمان درجتي الهجرة والتسوية الأعلى ثم نبرد حتى الدرجة 80 م بمعدل درجة واحدة/دقيقة وننتظر 10 دقائق لنبدأ بضخ القلوي خلال 20 دقيقة ونتحقق من القلوية pH: 10.8-11، نستمر عندها لمدة 45 دقيقة للتثبيت ثم نبرد حتى 70 م لإنهاء الحمام والبدء بعمليات الشطف والتصيبين.



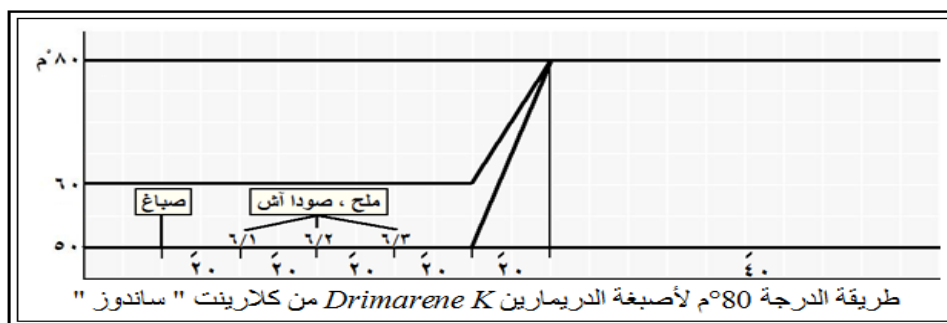
4-6- طريقة الدرجة 60 م° النظامية لأصبغة الديرمارين لشركة كلارينت: وتطبق على معظم أصبغة الديرمارين K، إذ نرفع درجة حرارة الحمام الصباغي حتى 40 م° ونضيف الملح حسب الجدول (114) وننتظر 20 دقيقة لنضيف الصباغ ولننظر بعدها مدة 40 دقيقة لتحقيق درجتي الهجرة والانتشار المطلوبين، ثم نضيف الصودا آش للبدء بمرحلة التثبيت ونستمر عندها 30 دقيقة نرفع درجة الحرارة بعدها خلال 10 دقائق حتى 60 م° للوصول بتفاعلات التثبيت حتى حدودها العظمى، وننتظر مدة 30-45 دقيقة قبل إنهاء الحمام:



الجدول 114

كميات الملح وكربونات الصوديوم بحسب نسب صباغ الديرمارين K من كلارينت							
نسبة الصباغ المئوية %	0.5 >	1-0.5	1.5-1	2.0-1.5	2.5-2.0	3.0-2.5	3.0 <
ملح: غ/ل	20	40	50	60	70	80	80
صودا آش: غ/ل	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4

5-6- طريقة الدرجة 80 م° لأصبغة الديرمارين K: وتخص هذه الطريقة أصبغة الديرمارين: الأخضر K-BL، التركواز K-2B، الأخضر اللامع K-5BL الأخضر اللامع K-4G، منفردين أو ممزوجين. نرفع درجة حرارة الحمام حتى الدرجة 50 م° ونضيف الصباغ ثم نبدأ وبعد كل 20 دقيقة بإضافة كميات 6/1، 6/2، 6/3 من مزيج الصودا آش والملح وعلى الترتيب، وننتظر 20 دقيقة لتحقيق معدلي الهجرة والانتشار المطلوبين ولنبدأ برفع درجة الحرارة خلال 30 دقيقة حتى الدرجة 80 م° وننتظر 40 دقيقة لإنهاء الحمام آخذين بعين الاعتبار تطبيق الجدول 110 لتعيين كميات الملح والصودا آش على أساس الدورة أو الرأس.



ويمكننا تعديل طريقة الأصبغة الخضراء هذه إلى الشكل: نرفع درجة الحرارة ونثبتها عند الدرجة 60 م° ونرتب عملنا على الشكل والترتيب التالي المبينين في الجدول (115):

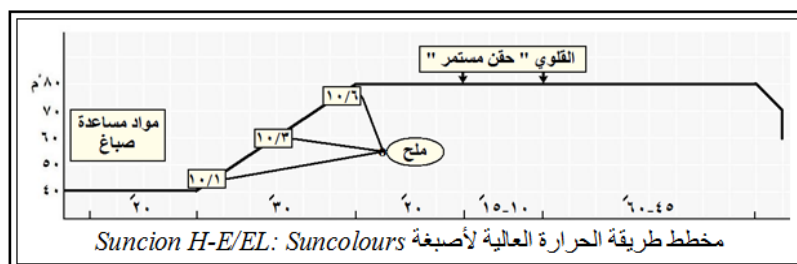
الجدول 115

طريقة الحرارة 80 م° لأصبغة الديرمارين: التركواز والأخضر				
رقم الدورة	الأول + الثاني	الثالث + الرابع	الخامس + السادس	السابع + الثامن
كمية الصباغ	0.5 + 0.5	-	-	-
مزيج الملح والصودا آش	-	12/1 + 12/1	6/1 + 6/1	4/1 + 4/1

نرفع بعدها درجة الحرارة حتى 80 م° ونستمر عندها مدة 30-60 دقيقة حسب درجة عمق اللون، ومن الضروري التنبؤ 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 80 م° لأصبغة الديرمارين: التركواز والأخضر			
رقم الدورة	الأول + الثاني	الثالث + الرابع + الخامس + السادس	السابع + الثامن + التاسع + العاشر
كمية الصباغ	$(2/1) \times 2$	-	-
الملح	-	$(4/1) \times 4$	-
الصودا آش	-	-	$(4/1) \times 4$

#### 6-6- تطبيق أصبغة أحادي كلور تريازين بطريقة شركة صان كولور:

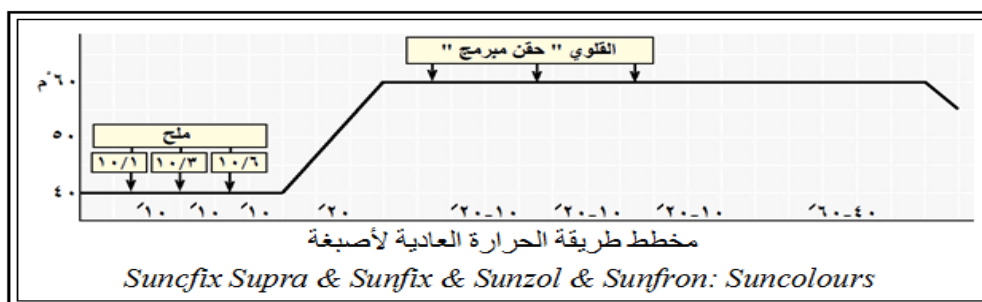


1. نضبط درجة الحرارة بين 20-30 م°.
  2. بعد 10 دقائق نبدأ بإدخال محلول الصباغ.
  3. بعد 20 دقيقة نبدأ بإدخال 0.1 كمية الملح المطلوبة ونبدأ برفع درجة الحرارة.
  4. بعد 15 دقيقة وبوصول درجة الحرارة حتى 50 م° نضيف 0.3 من كمية الملح.
  5. بعد 15 دقيقة وبوصول درجة الحرارة حتى 80-85 م° نضيف باقي الملح.
  6. بعد 15 دقيقة نبدأ بإدخال نصف كمية الصودا آش.
  7. بعد 15 دقيقة نبدأ بإضافة النصف الباقي من كمية الصودا آش.
  8. نستمر عند الدرجة 80-85 م° زمناً يتناسب مع درجة عمق اللون المطلوبة فيما بين 30-75 دقيقة.
  9. نتهي الحمام بعد مقارنة اللون ونبدأ عمليات الغسيل والتصيين.
- وهكذا يتراوح كامل زمن العملية الصباغية فيما بين الساعتين إلى ثلاثين وأربع الساعة، أما كميات الملح والصودا آش فنجدتها في الجدول (116):

الجدول 116

كميات الملح و كربونات الصوديوم لأصبغة أحادي كلور التريازينيل بحسب صان كالر	نسبة الصباغ المثوية
$4.0-2.0$	$4 < \%$
$2.0-1.0$	70
$1.0-0.5$	60
$0.5 >$	45
	30
	20
	15
	10
	90
	20

#### 6-7- تطبيق أصبغة الفينيل سلفون V.S والأصبغة المتعددة الوظائف بحسب شركة صان كولور:



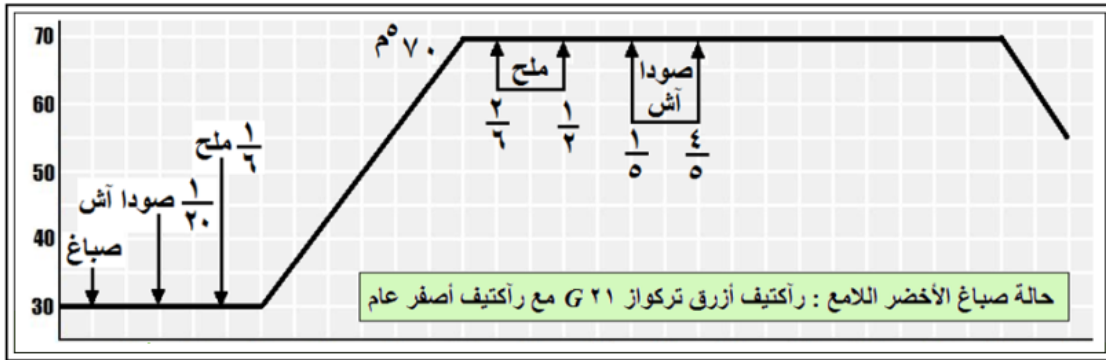
1. نضبط درجة الحرارة عند 20-30 م.
  2. بعد 10 دقائق نبدأ ضخ محلول الصباغ المصفى ثم الملح.
  3. بعد 20 دقيقة نضيف نصف كمية الصودا آش.
  4. بعد 5-10 دقائق نضيف النصف الباقي من كمية الصودا آش.
  5. بعد 5-10 دقائق نبدأ برفع درجة الحرارة حتى 60 م خلال 20-30 دقيقة.
  6. نستمر عند الدرجة 60 م مدة 30-60 دقيقة حسب درجة عمق اللون المطلوب.
  7. ننهي الحمام بعد مقارنة اللون ونبدأ عمليات الغسيل والتصيين.
- وهكذا يتراوح كامل زمن العملية فيما بين الساعة والنصف إلى الساعتين وعشرين دقيقة، أما كميات الملح والصودا آش فنجدها في الجدول (117):

الجدول 117

كميات الملح و كربونات الصوديوم لأصبغة فينيل سلفون بحسب صان كالر	نسبة الصباغ المثوية				
	4.0-2.0	2.0-1.0	1.0-0.5	0.5 >	< 4%
ملح غلوبر: غ/ل	60	50	35	20	80
صودا آش: غ/ل	20	15	15	10	20

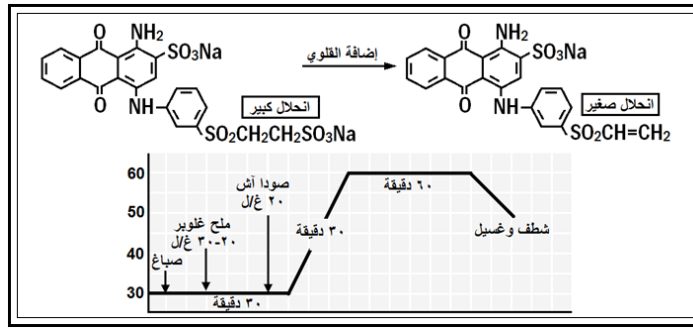
### 6-8- حالات خاصة:

- 6-8-1- حالة اللون الأخضر اللامع:** يتم تطبيق هذا اللون عادة من الصباغ الفعال الأزرق 21 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 21 العالية تجاه البضاعة بالمقارنة مع غيره من الأصبغة.
  - عدم تجانس المحلول الصباغي بشكلٍ بسبب تراجع الحالة الغروية للصباغ فيه.
- لذا فإنه من المستحسن الأخذ بطريقة 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 (93):



الشكل 93

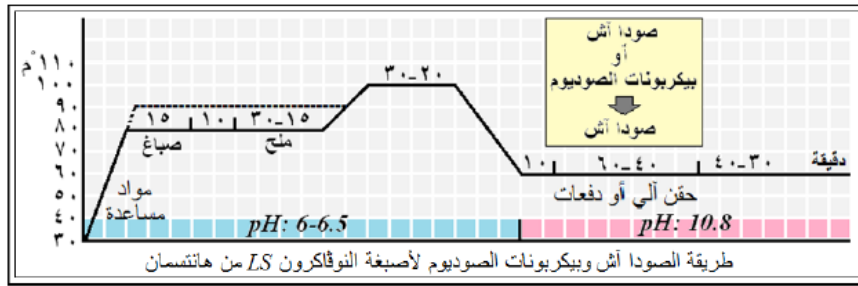
- 6-8-2- حالة الصباغ الأزرق 19:** نعاني عادةً من انخفاض انحلالية الصباغ الفعال الأزرق 19 بعد إضافة القلوي كما يبين الشكل (94) كونه من نمط الفينيل سلفون VS بسبب انخفاض نسبة الحمام أو إضافة كميات ملح كبيرة ما يسبب ترسب الصباغ وتشكيله بقعاً تتسبب بتراجع درجة تسوية العملية الصباغية، لذا يُنصح بـ:
- إضافة الملح بمعدلات دون 30 غ/ل مع الألوان الفاتحة أو الوسط.
  - التحكم بإضافة الملح على الشكل: 30 غ/ل عند البدء وقبل إضافة القلوي، ومن ثم متابعة إضافة باقي الملح (20 غ/ل) عند اقترابنا من النهاية.
  - التحقق من قابلية توليف الأصبغة قبل مزجها معه.



الشكل 94: طريقة تطبيق الصبغ الفعال الأزرق 19

**6-9- طريقة بيكربونات الصوديوم عالية التسوية:** تُطبق هذه الطريقة لبطنها على البضائع الثقيلة أو الصعبة الحياكة والتخريق، أو غزول القطن المحرر (أي المعالج بتقنية الشلّة عند درجات حرارة منخفضة بمحلول مركز من هيدروكسيد الصوديوم ليكتسب بعض خواص الحرير) العالية الشراهية، أو غزول حرير الفيسكوز أو حرير النحاس النشادري، والغزول على شكل قالب الجبن Cheese أو الحرير المُثبت، حرير الفيسكوز أو حرير النحاس النشادري.

ويتم وكما هو واضح في الشكل (95) بإضافة القلوي على دفعات لتبطين سرعة التثبيت ما أمكن عند درجة الحرارة 60 م لمدة 100 دقيقة، ويكون مردود اللون الأعظمي لبعض الأصبغة عند درجة حرارة 40 م، ونبدأ العمل بحسب هانتسمان على الشكل:



الشكل 95: طريقة البيكربونات لشركة هانتسمان

- نبدأ بإضافة المواد المساعدة مثل عوامل التحلية التسوية ونضبط درجة الحموضة عند  $pH \sim 6-6.5$ .
- نرفع الحرارة حتى 80-90 م ونبدأ بإضافة المحلول الصباغي المصفى على مدى 15 دقيقة وننور لمدة 10 دقائق.
- نبدأ بإضافة المحلول الملحي على مدى 30 دقيقة.
- نرفع درجة الحرارة حتى 105 م لتعزيز معدلات الهجرة وبالتالي معدلات التسوية وننور لمدة 20-30 دقيقة بحسب طبيعة البضاعة الخام.
- نبرد بمعدل 2 درجة/دقيقة حتى درجة حرارة التثبيت بحسب نوع الصبغ المطبق.
- ننور عند درجة حرارة التثبيت لمدة 10 دقائق حتى ضمان تمام التجانس الحراري.
- نبدأ بإضافة محلول بيكربونات الصوديوم لتبطينها بالصودا أبيض على مدى 40-60 دقيقة وصولاً حتى درجة حموضة  $pH \sim 10.8$ .

- نستمر عند درجة حرارة التثبيت لمدة تتناسب ودرجة عمق اللون أو نسبة الصبغ ورقم فعاليته.

**7- شطف وتصبين الأصبغة الفعالة:** 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 8-9 pH في حمام الغلي للأصبغة من نمط أحادي كلور أو فلور التريازين كما يبين جدول ثابتية الزمر الفعالة المبينة (105) وبوسط حمضي للأصبغة من نمط ثينيل سلفون.

يتم بناء حمام التصبين من ماء طري مع غاسل عضوي من نمط الحموض الكربوكسيلية أو البولي أكريلات أو البولي فوسفونات التي يمكنها حجز الجزيئات الصباغية المهدرلة 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 60 م° مدة كل منها 10 دقائق.
- حمام غلي عند 90-95 م° لمدة 20 دقيقة وبوجود غاسل عضوي.
- حمام شطف لمدة 10 دقائق بدرجة حرارة 60 م°.
- حمام شطف لمدة 10 دقائق بدرجة حرارة 50 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 يحملها الماء أو الألياف السيلولوزية.

**8- تعرية الأصبغة الفعالة بالهيبوكلوريت:** نضطر أحياناً لقلع الأصبغة الفعالة 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 3 غ/ل هيبو كلوريت الصوديوم بوسط قلوي 10-11 pH بإضافة هيدروكسيد الصوديوم ونستمر لمدة ساعة عند درجة حرارة 25 م°، ثم نطبق حمامات شطف وغسيل للتخلص من البواقي الكلورية باعتماد أحد عوامل الإزالة المبينة في الجدول (118):

الجدول 118

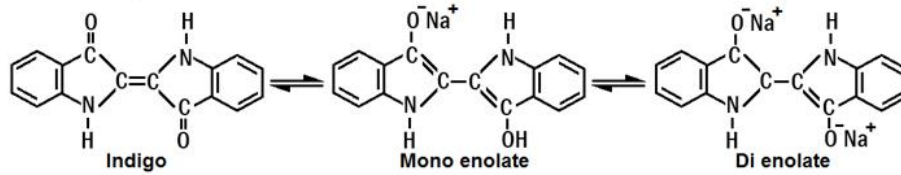
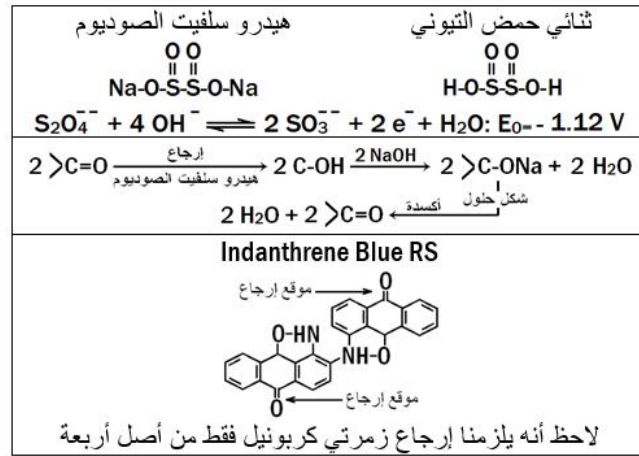
عوامل التخلص من البواقي الكلورية	
الكمية اللازمة للقضاء على ما يعادل 1 غ/ل كلور فعال	عامل الإزالة
$4 \text{HOCl} + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{SO}_4^{2-} + 6 \text{H}^{++} + 4 \text{Cl}^-$	ثيوكبريتات الصوديوم
$4 \text{HOCl} = 2 \times 35.5 \text{ g active chlorines} = 158.1 \text{ g sodium thiosulphate}$	
1 غ/ل كلور فعال = 0.55 غ/ل ثيوكبريتات الصوديوم	
$\text{HOCl} + \text{HSO}_3^- \rightarrow \text{HSO}_4^- + \text{H}^+ + \text{Cl}^-$	كبريتات الصوديوم الحامضية
$1 \text{HOCl} = \frac{1}{2} \times 35.5 \text{ g active chlorines} = 104.06 \text{ sodium hydrogen sulphite}$	
1 غ/ل كلور فعال = 2.9 غ/ل كبريتات الصوديوم الحامضية	
$3 \text{HOCl} + \text{S}_2\text{O}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{SO}_4^{2-} + 5 \text{H}^{++} + 3 \text{Cl}^-$	ثنائي كبريتات الصوديوم "هيدروسلفيت الصوديوم"
$3 \text{HOCl} = 1.5 \times 35.5 \text{ g active chlorines} = 158.1 \text{ sodium hydrogen sulphite}$	
1 غ/ل كلور فعال = 1.5 غ/ل هيدروسلفيت الصوديوم	
$\text{HOCl} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ + \text{O}_2$	الماء الأكسجيني
$1 \text{HOCl} = 35.5 \text{ g active chlorines} = 34.02 \text{ hydrogen peroxide}$	
1 غ/ل كلور فعال = 0.48 غ/ل ماء أكسجيني 100% = 0.8 غ/ل ماء أكسجيني 50% = 1.21 غ/ل ماء أكسجيني 35%	

## البحث الثالث

### صبغة الألياف السيللوزية بأصبغة الأحواض

**1- المقدمة:** تتميز أصبغة الأحواض بعدم قابليتها للانحلال بالماء، وبالتالي عجزها عن عمليتي الهجرة أو الانتشار إلى أعماق الألياف السيللوزية، ولكن يمكننا وإرجاعها لشكل إينولي في حوض الصبغة أن نُمكنها من الانحلال ما يتيح لها إمكانية الهجرة والانتشار لنعود ونؤكسدها من جديد لتفقد قدرتها على الانحلال بعد أن تصبح حبيسة البنية السيللوزية كصبغ ثابت.

تتم عملية الإرجاع على أكسجين زمر الكربونيل القابلة للإرجاع بمحلول هيدرو سلفيت الصوديوم في وسط قلوي لنحصل على مركبات الليكو الحلولة بالماء وفق الشكل (96):



الشكل 96: مبدأ وآلية تفاعلات أصبغة الأحواض

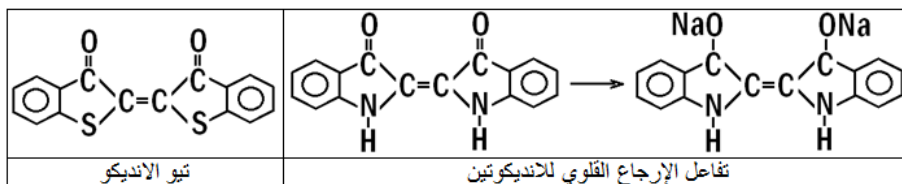
**2- تصنيف أصبغة الأحواض:** تُصنّف أصبغة الأحواض في صنفين رئيسيين: مجموعة الانديكو ومجموعة الانتراكينون.

**1-2- 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.

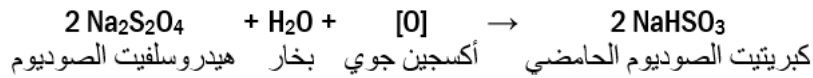
ب- دونها ثباتاً ضوئياً وثباتاً تجاه الغسيل بشروط الغسيل القلوي.

لذا فقد بذل العلماء جهودهم لتطوير هذه المجموعة بإيجاد بديل عن الانديكوتين إلى أن أمكن لهم ذلك باستبداله بالتيو أنديكو الذي تحل فيه ذرة الكبريت بدلاً عن زمرة -NH- كما في الشكل (97) الأكثر ثباتاً من الانديكوتين وحتى تجاه الهيبوكلوريت نفسه:



الشكل 97

- 2-2- مجموعة الانتراكينون:** وتشمل هذه المجموعة عدداً كبيراً من المشتقات التي تحوي ثنائي كيتون غير ذواب ويمكنه بالإرجاع القلوي بالهيدروسلفيت التحول للشكل الإينولي الذواب، ومن أهم مشتقاتها:
- 1- إينيل أمين انتراكينون:** وتعطي مجموعة ألوان الأصفر والبرتقالي والأحمر والبنفسجي.
- 2- منتجات تكاثف مركبات الأمينو انتراكينون مع كلور السيانور:** ويندرج طيفها من الأصفر إلى البرتقالي والأحمر، وتتميز بثباتيات ضوئية عالية " 5-7 " وثباتيات جيدة على الغسيل والتبييض.
- 3- انتراكينون اكرادون:** ويتم تحضيرها من تكاثف حمض أورثو البنزوثيك مع الأمينوانتراكينون، وتم تحسينها بإدخال الهالوجينات على بنيتها، وتتميز هذه المجموعة بثباتياتها الضوئية الجيدة.
- 4- البنزانترن:** وتحضر بإرجاع الانتراكينون إلى الأنترون الذي تتم مفاعله مع الغليسرين وحمض الكبريت، ومن ثم وبالانصهار القلوي نحصل على الفيولانترن أو ثنائي البنزانترن الجيد الثبات للضوء والغسيل والكلور.
- 5- الانتنترن:** أصبغة برتقالية اللون سهلة الإرجاع وقليلة الاستخدام ولها مشتقات ثنائية الهالوجين، ومن أهم أسباب تراجع استخدامها برغم ثباتياتها العالية على الضوء والغسيل تسببها بتحلل السيلولوز.
- 6- الليرانترن والفلانترن:** تتميز أفراد هذه المجموعة عن بعضها البعض بمدى صعوبة أو سهولة إرجاعها، وتتميز بارتفاع درجة ثباتها الضوئي " 5 - 7 " والتي تزداد بازدياد هلجنتها.
- 7- الانتراميد:** تتكون من نواتي انتراكينون أو أكثر ترتبط ببعضها عبر مجموعات إيمين -NH-، ويتم تحضيرها بتكاثف ألفا أو بيتا أمينوانتراكينون مع ألفا أو بيتا كلور الانتراكينون لتعطي مجموعة ألوان الأحمر والبرتقالي والرمادي المتميزة بثباتياتها الضوئية الجيدة والغسيل والكلور والغلي القلوي، وتفتقر لزهاء اللون ما يجعل منها غالباً مواداً وسطية ليس إلا.
- 8- أصبغة الانتراكينون الكبريتية:** تتميز هذه المجموعة باحتوائها ذرة كبريت تمكننا من استخدامها بطريقتي أصبغة الأحواض أو الأصبغة الكبريتية، وتحوي 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.
- 3- 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 بكتاينون الصوديوم لتتحول لمركب حلول يمكنه الهجرة ومن ثم التغلغل والانتشار في عمق الألياف، وبأكسدته يعود مركباً غير حلول وحبس البنية السيللوزية مانحاً إياها اللون.
- 3-1 تفكك هيدروسلفيت الصوديوم:** يتأكسد هيدروسلفيت الصوديوم بالهواء ويتخرب معطياً كبريتيت الصوديوم الحمضي:



لذا ولعدم ثباتية كل 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 آ:



**3-2- 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 السيللوزية، إذ تستلزم كل مجموعة كيتونية جزيء قلوي واحد، وبذلك نرى أن لكل صباغ كميتي

هيدروسلفيت وهيدروكسيد 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:

1- كميات: هيدروسلفيت الصوديوم، وهيدروكسيد الصوديوم، الملح.

2- درجة الحرارة.

3- العوامل المساعدة الأخرى كعوامل التسوية والتحليلة ...

**3-3- تأثير درجة الحرارة:** لدرجة حرارة الحمام الصباغي أهمية كبيرة لأن ارتفاع درجات الحرارة عموماً يعزز امتصاص الأصبغة ومعدلات التسوية و... لذا ينصح البعض بالبداية 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.

**3-4- 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 تساعدها على رفع معدلات التجانس عبر عدة آليات من أهمها:

**أ- عوامل التسوية المؤخرة:** وتتوزع في فئتين أساسيتين: فمنها ما يتم امتصاصه من قبل الألياف، ومنها ما يرتبط بالصباغ، فالفئة 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 10-20% من الصباغ، ونجد منها الكاتيوني واللايوني.

**ب- عوامل التسوية المعيقة على البارد:** ويقوم مبدأ عملها على دورها المعيق بشروط درجات الحرارة المنخفضة والذي يتخادم مع ارتفاع درجة الحرارة ونكون أننذ 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 قدرة على التحرك والانتشار.

**د- عوامل التسوية المشتتة والمحسنة للانتشار:** تحد من تجمع الأصبغة بحالتها المرجعة، وبالتالي ترفع من قدرتها على الانتشار والتغلغل.

**4- 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...

**4-1- مجموعات أصبغة الأحواض التطبيقية:**

- المجموعة الأولى: تحتاج لدرجات حرارة من 20-30م، وكميات بسيطة من هيدروكسيد الصوديوم، وإضافات ملح محدودة.

- المجموعة الثانية: تحتاج لدرجات حرارة من 40-50م، وكميات أعلى من هيدروكسيد الصوديوم دون الحاجة للملح.

- المجموعة الثالثة: تحتاج لدرجات حرارة 60م، وكميات أعلى من هيدروكسيد الصوديوم ودون الحاجة للملح.  
- المجموعة الرابعة: تحتاج لطرائق تحضير حمام خاصة إضافة لضرورة وجود بعض العوامل المبعثرة لمنع تجمعها على بعضها البعض، ولا نحتاج معها للملح إذ يستنفذ حمامها كاملاً بدرجة حرارة 50م، ويتميز أفرادها عن بعضهم البعض بقدر احتياج كل منهم لهيدروكسيد الصوديوم.  
- المجموعة الخامسة: ومعظم أفرادها من الأصبغة السوداء التي تحتاج لدرجة حرارة 80م، وكميات كبيرة من هيدروكسيد الصوديوم دون الحاجة للملح.

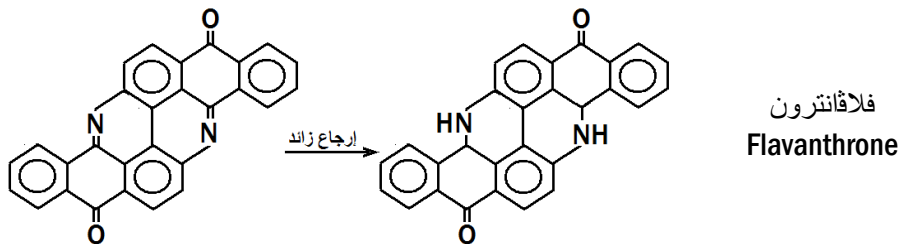
**4-2- طريقة الملح الصوديومي الذائب لمركبات الليكو:** تقوم هذه الطريقة على إضافة هيدروسلفيت الصوديوم مع هيدروكسيد الصوديوم للصبغ مباشرة بحيث تبدأ عملية امتصاص الأصبغة مع بدء عملية الصباغة نفسها، وعلينا الأخذ بالشروط المثلى لتطبيق العملية الصباغية استدراكاً لأخطاء قد تقع بها مثل:

**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.

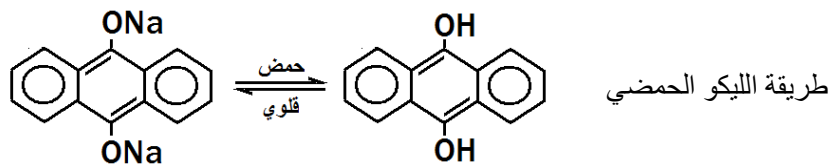
**ب- ظاهرة التحلل الإرجاعية Over - reduction:** يتأثر صباغ الاندانترين الأزرق RS مثلاً للإرجاع الزائد بفعل ارتفاع درجة الحرارة وزيادة الهيدروسلفيت ونقصان هيدروكسيد الصوديوم ويتجه ظله نحو الاحمرار كونه يحوي في حلقاته أزوتاً واحداً وأربع مجموعات كربونيل لا نحتاج إلا لإرجاع اثنتين منها فقط.

**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 تغيير اتجاه اللون لدرجة تزيد أو تقل بقدر ابتعادنا عن الشروط المثالية للعمل.

**د- ظاهرة تغيير 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 تغييراً لاتجاه اللون والثباتيات على السواء، وعلى الشكل:



**4-3- 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 متأين يرفع عمر المعلقات لأسابيع.

والليكو الحمضي ليست له قابلية للألياف السيللوزية، ولكنه يتحول للملح الذواب بتأثير القلوي والمواد المرجعة بعد امتصاصه على الخامة، لذا يمكننا استخدامه بعد غمر الخامة به للوصول إلى درجة التسوية المطلوبة حيث تبدأ عمليات الإرجاع والأكسدة وصولاً لصبغة متجانسة.

**4-4- طريقة البيغمنت:** انتشرت هذه الطريقة بشكلٍ واسعٍ وبخاصةً في الطرائق المستمرة، إذ يتم توزيع الجزيئات الصباغية بحالتها الأصلية أولاً لنضمن تسويتها العظمى والممكن تحصيلها عندما يكون طحن الصباغ وتحضيره غروباً كما هو حال أصبغة Colloisol: BASF والتي تصل بأقطار حبيباتها حتى 2-10 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.

**5- الأكسدة:** تتأكسد معظم أصبغة الأحواض بمجرد عصرها وغسلها وتعريضها للهواء، في حين تحتاج بعض الأصبغة لشروط أكسدة أكثر قوة تضطرنا معها لاستخدام كيمياويات 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.

**5- التصبين:** تهدف عملية التصبين إلى التخلص من الصباغ الزائد على سطح الألياف والتي لم تتمكن من الاختراق خلال العملية الصباغية، وبالتالي فإنها تهدف لرفع الثباتات جميعها ولدرجة زهاء اللون بسبب تبلور جزيئات الأصبغة عبر عملية التسخين وبالتالي رفع درجة انعكاس الضوء الساقط عليها كما بينت أشعة X، وكلما ارتفعت درجة حمام التصبين 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:

**1- مقدمة:** تستخدم أصبغة السولانترين كأصبغة أحواض مع الألياف السيللوزية أي 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 البعثة السريعة للاستخدامات الفورية، كما تناسب آلات الصباغة ذات معدلات التدفق العالية لانخفاض رغوتها وإمكانية استخدامها بالطرائق المستمرة.

ب- مجموعة أصبغة السولانترين والكالدون الميكروية: مجموعة ذات قدرة تبعثر عالية بالماء بالتحريك العادي عند درجة حرارة 40-50 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.

**2- تصنيف أصبغة السولانترين:** تصنف في ثلاث مجموعات بحسب شروط التطبيق التالية بطريقة الاستنزاف:

1. درجة الحرارة التي تحقق المردود الأعظمي.

2. تراكيز أو كميات هيدروكسيد الصوديوم والهيدروسلفيت اللازمة.

3. تأثير إضافة الملح على معدلات الاستنزاف.

أي أنه يمكننا جدولتها على الشكل المبين في الجدول (119).

ولا توجد حدود 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 119

مجموعة أصبغة السولانترين Solanthrene: ICI				
الطريقة	إضافة الملح	درجة قلوية الحمام	درجة الحرارة المثوية العظمى	مجموعة الصباغ
1	لا يلزم	عالية	75-55	عالية الألفة
			75-60	اللون الأسود
2	يُفضل يلزم	متوسطة	50	متوسطة الألفة
			30-20	منخفضة الألفة

### 3- مبادئ الصباغة:

**3-1- 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 70-90م ما يضطرنا لإجراء اختبار بورق الأحواض الأصفر أثناء عملية الصباغة والذي يجب أن يعطينا لوناً أزرقاً ملكياً غامقاً خلال 1-2 ثانية في عينة من محلول الحمام لا يلبث أن يتحول ببطء إلى اللون الأخضر الغامق، ومن الضروري الالتزام بنسب تركيب الوسط المرجع بحيث يضاف 1.2 لتر محلول هيدروكسيد الصوديوم 37 بوميه لكل 1 كغ هيدروسلفيت الصوديوم.

**3-2- نوعية الماء:** من أساسيات بناء الحمامات الصباغية استخدام الماء اليسر وإلا يتوجب علينا الاستعانة بعوامل التحلية الملائمة، ويتوجب علينا عند 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 يوجب علينا التعامل مع أفضل التجهيزات أولاً وأخذ الحيطة باستخدام عوامل التحلية ثانياً.

**3-3- تحضير الحوض:** يستخدم لبعثرة 2 جزء من أصبغة السولانترين الميكروية وبدرجة حرارة 50-60م مئة جزء من الماء اليسر مع 6.25 جزء من محلول هيدروكسيد الصوديوم 38 بوميه مع نثر وتحريك 2.5 جزء من الهيدروسلفيت، وتُحرَك بلطف لمدة 10 دقائق مع المحافظة على درجة الحرارة.

وعند حل لون مركب من مجموعة أصبغة فإننا نأخذ بطريقة المكون الأكبر نسبة تداركاً للوقوع بأخطاءٍ قد نقع بها مثل تفاعلات نزع الهالوجين، الحلمة، 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.

**3-4- طريقة البيغمنت الأولى:** ونلجأ لهذه الطريقة على البارد أو الساخن عادةً عند احتمال حصول أخطاء بطريقة العمل أو المواد كماً ونوعاً وذلك بغية الوصول لمستويات التسوية العليا بضمان التبعثر الجيد لأصبغة السولانترين قبل إضافة ما يلزم من الهيدروسلفيت وهيدروكسيد الصوديوم.

**3-5- الكهرليات:** يستخدم ملح غلوبير أو ملح الطعام لرفع معدلات استنزاف المجموعة الثانية وبخاصة عند ارتفاع نسبة الحمام، ويستحسن العمل مع ملح غلوبير لاحتواء ملح الطعام بعض كاتيونات الكالسيوم والمغنزيوم...، وتتم إضافة دفعة الملح الأولى والتي قد تكون 25 – 30% من كامل كمية الملح بعد مرور ثلاثين دقيقة على الصباغ في مرحلة الليكو كونها تؤدي لارتفاع ملحوظ في رفع معدلات الاستنزاف.

**3-6- العوامل المبللة:** إن لإضافة 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 الرغبة تجنباً لحدوث الأكسدة السطحية ولتشكل الزبد، كما يتوجب علينا تجنب المبلات اللانيونية كونها تؤدي لكبت أو تخميد أصبغة الأحواض.

**3-7- 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.

#### 4- عملية الأكسدة:

**4-1- 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.

**4-2- كيماويات الأكسدة:** غالباً ما يتم الاعتماد على المركبات الأكسجينية لإجراء عملية الأكسدة، مثل بربورات أو بر كربونات الصوديوم، الماء الأكسجيني، ويرتبط اختيارنا للعامل المؤكسد بالتجهيزات والتوابع والكلفة، وترتبط كمية العامل المؤكسد اللازمة بـ:

1. درجة عمق اللون.

2. 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 (120)، وتتم المعالجة بالكيماويات المؤكسدة عادةً لمدة 15 — 20 دقيقة على آلات: الجيكر، الونش وغيرها، وحسب درجة الحرارة الواردة في الجدول السابق.

الجدول 120

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	
60-50	5-3 2	50	3-2 2-1	50	1-0.5	60-50	3-2 2-1	ماء أكسجيني 130%
60	5-3		3-2		1.5-1	70-60	5-3	بربورات الصوديوم
20	20	20	10					هيبوكلوريت الصوديوم

**5- التصبين:** يتم إنهاء المعالجة بأصبغة الأحواض 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.

**6- صباغة الغزول:** سنتكلم هنا عن صباغة الغزول بثلاث طرائق: طريقة الليكو، طريقة درجات الحرارة العالية، طريقة نصف البيغمنت.

**6-1- صباغة الغزول بطريقة الليكو:** يتم تحضير وتخمين الحوض لمدة 10 دقائق ودرجة حرارة 60-50 م قبل إضافته للآلة، 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 10 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 2-3 دقائق لمدة 15 دقيقة يصبح بعدها التبديل كل 4 دقائق لتتابع الصباغة لمدة 15-60 دقيقة (حسب درجة عمق اللون) وبحيث تتم إضافة محلول الملح على دفعات: أولها بعد 30 دقيقة من بدء زمن الصباغة وبحيث تعادل 20 — 25% من كامل كمية الملح، ونزيد هذه الكمية شيئاً فشيئاً حتى إنهاء الحمام.



**6-2- صباغة الغزول عند درجات الحرارة العالية:** تطبق هذه الطريقة التي تجري عند درجة حرارة 80 م بقصد رفع درجة التسوية لحدودها العليا، ويُصَح بها عند صباغة القطن الممرسز أو حرير الفيسكوز، وتتميز بعدم ضرورة تبريد الحمام عند انتهاء عملية الصباغة برغم أن بعضهم يُفضل التبريد حتى 50 م حسب الطريقة رقم 2 الخاصة بالألوان الغامقة على غزول القطن غير الممرسز للوصول لأعلى درجة عمق لون ممكنة.

وتتم إضافة 2-5 غ/ل نترتيت الصوديوم أو غلوكوز لحوض الصباغة عند العمل مع أصبغة حساسة لفوق الإرجاع وقبل وصول الحمام حتى الدرجة 60 م، وأخيراً نشطف ونؤكسد.

**6-3- 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 توزيع الأصبغة على كامل الغزول وقبل أي استنزاف، ويمكننا توصيف هذه الطريقة عموماً بالخطوات:

1. نضيف كمية هيدروكسيد الصوديوم، وننور الحمام لمدة 15-20 دقيقة.
2. نضيف الصباغ المبعثر جيداً بعد تصفيته ويدور.
3. نضيف الملح وننور ثلاث دورات على الأقل.
4. نتابع عملية الصباغة لمدة 20 دقيقة.
5. نبدأ برفع درجة الحرارة بمعدل 1 درجة / دقيقة.
6. نتابع الصباغة لمدة 20-30 دقيقة حتى الوصول للاستنزاف والتسوية العاليتين.
7. نشطف في النهاية ونؤكسد.

#### ملاحظات:

- تتم جميع الإضافات عبر المرحلتين: من الداخل للخارج وبالعكس.  
- ترفع درجة حرارة الحمام حتى 75-80 م أثناء المرحلة النهائية للصباغة لتحقيق أعلى درجتي تخريق وتسوية ممكنتين.  
- تُرفع درجة حرارة الحوض حتى 75 - 80 م للألوان الغامقة - فوق 3% - لتتحقق أعلى ثباتية احتكاك ممكنة.  
- تتم إضافة نترتيت الصوديوم أو الغلوكوز بنسبة 2 - 3 غ/ل وبدرجة حرارة 75 - 80 م للأصبغة الحساسة لفوق الإرجاع.  
- تضاف العوامل المؤخرة قبل إضافة الهيدروسلفيت.  
وعلىنا إحكام عملية لف الغزول ليكون ضخ السائل من خلالها ضخاً نظامياً عند الدرجة 20-30 م ومن ثم ترفع درجة الحرارة حتى 40-45 م ليضاف محلول الهيدروسلفيت على دفعات وخلال زمن 30-40 دقيقة (الزمن الأطول للألوان الفاتحة) عبر مضخة خاصة لمحلول الهيدروسلفيت يمكننا التحكم بغزارتها ومزجاً مع 10% من كامل كميات هيدروكسيد الصوديوم.

**6-4- 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 80 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:

1. نرفع حرارة الحمام حتى 60 م مع المحافظة على درجة تبعثر الأصبغة ثم حتى 80 م بمعدل 2 م/د.
2. نبرد حتى 60-70 م.
3. نضيف محلول هيدروكسيد الصوديوم اللازم.
4. نضيف هيدروسلفيت الصوديوم.
5. نتابع عملية الصباغة لمدة 30 - 40 دقيقة نتبعها بإضافة الملح.
6. بعد الانتهاء نشطف ونؤكسد.

#### ملاحظات:

- تستخدم هذه الطريقة بشكل خاص مع الألوان الفاتحة حتى الوسط.  
- قد نلجأ لتبريد الحمام حتى 50 م° ولمدة 15 دقيقة لرفع نسبة الاستنزاف وفق طريقة الصباغة 2.  
- تتم إضافة نترات الصوديوم أو الغلوكوز بمعدل 2-5 غ/ل مع الأصبغة الحساسة لفرق الإرجاع عندما تتم عملية الإرجاع خارج المجال 70 - 80 م°.

**5-6- الشطف والأكسدة:** علينا التنويه أولاً بوجود إجراء جميع معالجات الشطف وفق الاتجاهين، ونحتاج عموماً لما يقارب 2-4 حمامات شطف لخفض درجة القلوية حتى 9-10 pH من أجل كيماويات الأكسدة.

وعلينا استخدام الماء اليسر في عمليات الشطف وتجنب الوصول لمحلول الليكو الحمضي عند انخفاض درجة القلوية عن 10 pH تداركاً لتشكل رواسب تخفض من ثباتية الغزل على الاحتكاك في نهاية العملية الصباغية، ويُستحسن إضافة بعض هيدروكسيد الصوديوم وهيدروسلفيت الصوديوم بمعدل 1 غ/ل في حمام الشطف الأول لتجنب ترسب البيغمنتات على سطح الغزل وخاصة مع الألوان الغامقة.

#### **7- الصباغة على الجيكر:**

**7-1- 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 تلقيه بطريقة لا تكسير أو تجعد معها، إضافة لضرورة أن تكون الحواشي منتظمة فوق بعضها البعض 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 والتبلييل وضبط نسبة الحمام 4/1 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 ندور 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.

ندور 6-8 دورات ولمدة 45 - 60 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.

**7-2- 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 1: نملاً الحمام حتى 70% من الحجم النهائي المطلوب، ونضيف نصف الصباغ المبعثر جيداً ونرفع درجة الحرارة حتى 80 م° وندور حتى الرأس الآخر.

الدورة 2: نضيف نصف الصباغ الآخر ونبعثره بالماء وندور عند 80 م° حتى الرأس الآخر.

الدورة 3: نستكمل بالماء البارد حتى وصول درجة الحرارة حتى 60 م°، ونضيف ثلث كمية القلوي وثلثي الهيدروسلفيت وندور دورة واحدة.

الدورة 4: نضيف باقي القلوي والهيدروسلفيت وندور عند الدرجة 60 م°.

الدورات 5 - 8: نتابع عملية الصباغة عند الدرجة 60 م° حسب درجة عمق اللون، وأي إضافة للملح يجب أن تتم وفق طريقة الصباغة 2 للألوان الغامقة، وتتم إضافتها على دفعتين في الدورتين 7 و8.

الدورتان 9 - 10: نشطف بالماء البارد " شطف جاري" قبل إضافة كيماويات الأكسدة ونتبعها بعملية تصبين.

**8- الصباغة على آلات الونش والأوفر فلو والجت:** تتم الصباغة على هذه الآلات بطريقتي نصف البيغمنت والبيغمنت الساخنة.

**8-1- 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:

1- نبدأ الحمام عند الدرجة 20 م° بماء يسر يحوي عوامل تحلية و كربوكسي ميثيل سيليلوز بمعدل 0.25-0.3 غ/ل وندور لمدة 10 دقائق.

2- نضيف كمية هيدروكسيد الصوديوم اللازمة والممددة بماء يسر، ويستحسن إضافة عوامل تسوية للألوان الفاتحة.

3- نضيف الصباغ اللازم بعد بعثرته بالماء الدافئ وندور لمدة 10 دقائق.

4- نضيف كمية الهيدروسلفيت اللازمة بعد حلها وندور 10 دقائق نتبعها برفع درجة الحرارة بمعدل 1 م°/د وصولاً لدرجة حرارة 70 م°.

5- نتابع عملية الصباغة لمدة 30 - 40 دقيقة. لنشطف بعدها ونؤكسد ونغلي.

**8-2- 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 80-85 م° ونضيف هيدروكسيد الصوديوم والصباغ المبعثر قبل إضافة الهيدروسلفيت، وتتميز هذه الطريقة بتسويتها العالية، ويمكننا توصيفها على الشكل:

1- نبدأ الحمام عند 40 م° مع الماء اليسر الحاوي ما يلزم من عوامل التحلية وندور 5 دقائق.

2- نضيف القلوي اللازم المذاب بالماء اليسر ونضيف عوامل التسوية حسب اللزوم.

3- نضيف كمية الصباغ بعد بعثرتها بالماء الساخن وندور 10 دقائق.

4- نرفع درجة الحرارة حتى 80-85 م° وندور 15 دقيقة.

5- نبرد الحمام حتى 70 م° " 60 م° للأزرق الضاوي " ونضيف الهيدروسلفيت بعد حله بماء الحمام وندور 10 دقائق.

6- نتابع عملية الصباغة لمدة 30 - 40 دقيقة عند هذه الدرجة من الحرارة.

7- نشطف ونؤكسد ونصبين.

**8-3- الأكسدة:** يُستحسن إجراء عمليات الشطف على آلة الأوفرفلو 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 0.5 غ/ل هيدروسلفيت لمنع الأكسدة السطحية المبكرة للألياف، وأخيراً نضيف كيماويات

الأكسدة بعد ضبط درجة القلوية عند pH: 10.

**9- تقنيات تحسين تسوية العملية الصباغية:** تمتلك أصبغة الأحواض عندما تكون في مرحلة الليكو ألفة عالية نحو

الألياف السيللوزية، لذا فإن ثمة أساليب عدة متبعة لتحسين قدرتها على التسوية والتجانس، وأهمها:

1. استخدام تقنية البيغمنت.

2. استخدام العوامل المؤخرة وعوامل التسوية والتحكم بدرجة الحرارة.

فاستخدام تقنية البيغمنت طبقت كما رأينا على الغزول والجيكور 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 وتنخفض بارتفاعها حتى أننا لا نحتاجها مع الغوامق

لخواص التسوية الأساسية العالية للأصبغة في مثل درجات عمق اللون هذه.

وتعزز الحرارة هجرة وتخريق الصباغ عند 80-85 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.

**10- 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 1-2 غ/ل، ويستحسن تعرية الأصبغة بشكل كامل من الحمام الأول منعاً لترسب

الأصبغة على البضاعة.

**11- 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.

**11-1- خزان الأحواض:** ويتم بنائه على النحو المبين في الجدول (121):

الجدول 121

بناء خزان أحواض أصبغة السولانترين					
المادة	أصبغة سولانترين ميكروية أو ما يعادلها	وتتم بعثرتها	ماء	هيدروكسيد الصوديوم 36° بوميه	هيدروسلفيت الصوديوم
جزء	1	مع	50	3.15	1.25
ويترك الحوض عند درجة حرارة 50 م° لمدة 10-15 دقيقة					

**11-2- الصباغة على الجيكر:** تم وضع أرقام الجدول (122) بدراسات نظرية تعمدت الأخذ بأرقام أكبر تداركاً لأي عملية أكسدة قد تتم على الجيكر أثناء الصباغة وخاصة في أول دورتين.

الجدول 122

كميات الحمام الإجمالية على الجيكر لأصبغة السولانترين											
نسبة الصباغ الميكروي: %		1		3		5		7		10	
نسبة الحمام للألياف		5/1		3/1		5/1		3/1		5/1	
هيدروكسيد الصوديوم		الطريقة 1		الطريقة 2		36° بوميه		هيدرو سلفيت الصوديوم: غ/ل		ملح طعام أو غلوبير: غ/ل	
30		25		20		15		12		10	
30		40		35		30		25		20	
30		42		38		32		28		22	
30		48		40		35		30		25	
30		50		45		40		35		30	
30		60		50		45		40		35	
30		70		60		50		40		30	
30		-		-		-		-		-	

**11-3- صباغة الغزول والصباغة على الجت:** طُرحت الأرقام هنا على أساس نسبة حمام 10/1، لذا يتوجب علينا استدرارك هذه النسب برفعها عند انخفاض نسبة الحمام وخفضها عند ارتفاع نسبته، بالإضافة لاستدرارك بعض العوامل الأخرى كالتهووية، ونرى هذه الأرقام في الجدول (123):

الجدول 123

كميات الحمام الإجمالية على الجت لأصبغة السولانترين											
نسبة الصباغ الميكروي: %		1		3		5		7		10	
هيدروكسيد الصوديوم		الطريقة 1		الطريقة 2		36° بوميه		هيدرو سلفيت الصوديوم: غ/ل		ملح طعام أو غلوبير: غ/ل	
17		10		7.5		6		5		4	
17		18		13		10		8		6	
17		23		17		13		10		7	
17		30		23		17		13		10	
17		35		23		17		13		10	
17		40		23		17		13		10	
17		-		-		-		-		-	

**11-4- الصباغة على الونش:** ونجد ما يخصه من أرقام في الجدول (124):

الجدول 124

كميات الحمام الإجمالية على الونش لأصبغة السولانترين											
نسبة الصباغ الميكروي		1%		3%		5%		7%		10%	
نسبة الحمام للألياف		30/1		20/1		30/1		20/1		30/1	
هيدروكسيد الصوديوم		الطريقة 1		الطريقة 2		36° بوميه		هيدرو سلفيت: غ/ل		ملح طعام أو غلوبير: غ/ل	
17		10		7.5		6		5		4	
17		18		13		10		8		6	
17		23		17		13		10		7	
17		30		23		17		13		10	
17		35		23		17		13		10	
17		40		23		17		13		10	
17		-		-		-		-		-	

## صباغة الألياف الصوفية بالأصبغة الحمضية

**1- 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.

**2 - الأصبغة الحمضية:** يطلق على الأصبغة الحمضية هذا الاسم لسببين: أولهما أن أنواعها الأولى كانت تُطبق 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.

**1-2- تصنيف الأصبغة الحمضية حسب البنية الكيماوية:** تتوزع الأصبغة الحمضية بحسب بنيتها الكيماوية على سبع مجموعات، وهي مشتقات: ثلاثي فينيل الميثان، الأزو وثنائي الأزو، النترو، الأزو بيرازولون، الانتراكينون، الفثالوسيانين، الإكسانتين.

**2-2- تصنيف الأصبغة الحمضية بحسب التطبيق:** تتوزع الأصبغة الحمضية بحسب شروط تطبيقها لثلاث مجموعات:

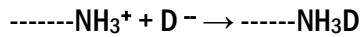
**- المجموعة الأولى:** تتميز بضعف ألفتها تجاه الصوف ما يستوجب تطبيقها من درجة حموضة 2-3 pH وبالتالي لاستخدام حمض قوي كحمض الكبريت ليصير استنزافها أعظماً، ويطلق عليها اسم الأصبغة الحمضية المعلقة بسبب الحالة التي يتواجد فيها الصباغ في المحلول، وبسبب سهولة هجرتها من مكان لآخر والذي يرفع من تسويتها، وتتمتع هذه المجموعة بثنائية ضوئية جيدة 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 بثبات جيد على الغسيل ويعيبتها 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 هذه الأصبغة مع الأقمشة الواجب تليدها كونها جيدة الثباتية للضوء والغسيل.

### 3 - العوامل المؤثرة على الحمام الصباغي:

**3-1- تأثير الحمض:** خضع تفسير آلية عمل الحمض وتأثيره على العملية الصباغية لدراسات كثيرة لم يُحسم 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:



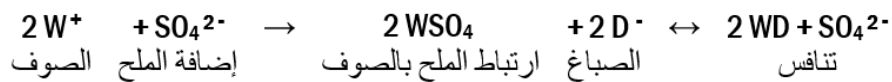
ارتباط زمر أمين الصوف بأيون الصباغ الحمضية

وتفسير آخر على أن الحمض يحرر الصباغ من شكله الملحي لشكله الحمضي الحر، ونُقَض هذا التفسير بأن الحاجة للحمض المضاف أكبر من الحاجة لتحرير الجزيئات الصباغية.

وتفسير لهاردت و هارويس يقول أن كل غرام صوف يحتاج لـ 0.8-0.85 ميلي مول حمض، وهذا ما ينطبق على أصبغة زمرة السلفون الواحدة أما مع زمري سلفون فإن امتصاص الصباغ ينخفض إلى النصف.

وتفسير أخير لآليد يقوم على أن الحمض يعطي بتأيينه 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 فاندرالس إضافة للقوى اللاقطبية.

**3-2- 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 والثانية، ومعزز استنزاف مع المجموعة الثالثة، فإن اعتبرنا أن المراكز الفعالة الموجبة في الصوف هي  $W^+$  وأضفنا ملح غلوبير فإن المراكز الفعالة سترتبط بأنيون الكبريتات، ويدخل الصباغ في تنافس مع أنيون الكبريتات لإزاحتها والارتباط بدلاً عنها:

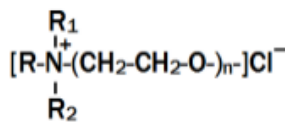


وللتأكد من ذلك نأخذ قطعتي صوف مصبوغتين: أولهما من المجموعة الحمضية الأولى، وثانيهما من المجموعة الثالثة التي تحتاج وسطاً معتدلاً أو ضعيف القلوية، وبغلي القطعتين بمحلول ملح غلوبير نجد أن الأولى دخلت حالة تنافس بين أنيون الكبريتات وأنيون الصباغ المرتبط نجم عنها تلون حمام الغلي، أما حمام الثانية فلن يتلون لأن وجود أنيون الكبريتات سيعزز ارتباط أنيون الصباغ.

**3-3- تأثير درجة الحرارة:** يبدأ امتزاز الصباغ من المحلول الصباغي عند درجة الحرارة 39م° ويزداد بازديدها، ولكل صباغ درجة حرارة امتزاز أعظمي، أما أصبغة المجموعة الثالثة الحمضية فلا يمكن تطبيقها دون درجة حرارة 60م°، وتكون درجة الحرارة الحرجة لمعظم أفرادها بحدود 70م°، وهذا ما يستوجب رفع درجات الحرارة عنها بعناية وحذر تداركاً لاستنزاف سريع تنخفض معه معدلات التسوية.

**3-4- تأثير العوامل المساعدة:** علاوةً 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 كمذيب جيد للأصبغة الحمضية وبالتالي يمنع من تجمعها على بعضها البعض معززاً بذلك التسوية في الوقت الذي يجعل فيه من الطور المائي أكثر ألفةً للصباغ، وتقوم آلية عمل البيريدين على قلويته التي تسمح له بالاتحاد مع جزيء الصباغ بشكله الحمضي الحر، ولا يلبث أن يتحلّمه ويحرره عند الاقتراب من درجة حرارة الغليان لينتهي الأمر بتطايره، ثم استبدل البيريدين لسमितه بمواد فعالة سطحياً مثل الزيوت المسلفنة واسترات حمض الكبريت لسلاسل برفينية طويلة، فعلاوةً عن الدور المبعثر لهذه المركبات نجد مفعولها الهام في المساعدة بوصفها عامل مبلل على رفع مستويات التشريب الصباغية، ثم ظهرت مجموعة العوامل الفعالة 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 منحلّة في المحلول، ويبدأ المعقد بالتفكك مع ارتفاع درجة الحرارة وتحرر الجزيئات الصباغية بصورة تدريجية ما يرفع

من درجة تسوية العملية الصباغية، ونرى في الجدول (125) بعض أنواع التسوية لبعض الشركات والخاصة بالأصبغة الحمضية للصوف والنايلون.

الجدول 125

بعض عوامل التسوية الخاصة بأصبغة الصوف والنايلون			
المادة	الشركة	الفعالية	الشحنة
بيرغين EU	د. بتري	تسوية للصوف بالأصبغة الحمضية وللنايلون بالأصبغة الحمضية والمعدنية المعقدة	N
بيرغين MKL		تسوية للصوف بالأصبغة المعدنية المعقدة 2:1	A
بيرغين TAM		تسوية للصوف بالأصبغة الفعالة والحمضية وللبولي أميد بالأصبغة الحمضية	N
كيريو لان FMK	CHT	تسوية للصوف والبولي أميد: للصوف بالأصبغة الحمضية والأصبغة المعدنية المعقدة 1:1 و 2:1	A
سيتافين WO	Z&S	عامل تسوية لصباغة الصوف بالأصبغة الفعالة والمعدنية المعقدة 1:1 و 2:1	N
ألبغال B	سببا	تسوية للصوف والبولي أميد بالأصبغة الحمضية والأصبغة الحمضية والكرومية والمعدنية المعقدة 1:1	A
جينوكول MK	د. بوميه	تسوية للصوف والبولي أميد بالأصبغة الحمضية والمعدنية المعقدة المسلفنة والمعدنية المعقدة	N

**4- 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 50 — 60% وزناً، لذا فإننا نعد لغسله دون قصره، ويُصَبَغ على أساس لونه الخام مستحسنين الألوان الغامقة غالباً.

وتبدأ عملية التحضير بالفرز يدوياً حسب طول ودقة الشعيرات و صنفها ولونها وتستلزم قدرأً عالياً من الخبرة، ويرافقها عملية تنظيف جاف بالمزج والشفط تبدأ بعدها عمليات الغسيل وفق الخطوات:

**4-1- مرحلة الغسيل المائي:** وتتخلص عبرها من الأوساخ الحلولة بالماء كالعرق وبعض الإفرازات الجلدية والتي تصل نسبتها حتى 28% وزناً.

**4-2- مرحلة الغسيل بالمنظف:** وتعالج خلالها الشوائب غير الحلولة بالماء مثل الشحوم التي تصل نسبتها حتى 12%، لذا فإنها تعالج بمحلول صابوني أو بتراكيز منخفضة لكاربونات الصوديوم لاستحلابها وتصيبينها، مع قسم كبير من الأتربة والأوساخ لوجود الصابون.

**4-3- مرحلة المعالجة الحمضية:** ويتم فيها التخلص من الأعشاب العالقة بتفحيمها بحمض الكبريت أو كلور الماء نتبعها بعملية عصر فتجفيف بدرجة حرارة منخفضة ثم حرارة 40-80 م فيتحول السيلولوز لمسحوق الهيدروسيليلوز 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 (126):

الجدول 126

حمام الغلي لتطبيق أصبغة اللانازين المعدنية المعقدة S من كلارنيت			
المادة	مل/ل	الفعالية	شروط الحمام
ساندوزين السائل NIT	1	منظف	30-20 دقيقة / 40-50 م
هيدروكسيد النشادر 25% حتى pH: 8.5	2	قلوي	

#### 5- بناء الحمام الصباغي:

**5-1- 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 موقية نصل لدرجة استنزاف تقارب 90-95% باعتماد مزيج حمض الخل مع خلات الصوديوم

حسب الجدول (127). ونبدأ الحمام الصباغي بإضافة الحمض والتسوية وضبط درجة الحرارة عند 40 م نتظر بعدها 10 دقائق لنضيف محلول الصباغ المصفى ونتبعها بعد 10 دقائق بالبدء برفع درجة الحرارة بمعدل 1-1.5 درجة/دقيقة حتى درجة حرارة 100 م التي نستمر عندها 30-60 دقيقة حسب درجة عمق اللون، ويمكننا برفع درجة الحرارة حتى 105 م اختصار الوقت حتى 20-40 دقيقة، نبرد بعدها حتى 60 م لإنهاء الحمام.

الجدول 127

تركيب المحاليل الموقية عن SUPROSS				
درجة الحموضة: pH:			المزيج الموقى	
7-6	5.5	5	4.5	4
3+0.2	2+0.3	1+0.4	0.5+0.5	/ +1

**2-5- صباغة الصوف بالأصبغة المعدنية المعقدة " طريقة اللانازين "**: أصبغة اللانازين S أصبغة معدنية معقدة من نمط 1:2 لشركة كلارينت، وتتمتع بقدرات تلوين عالية وثباتيات متميزة.

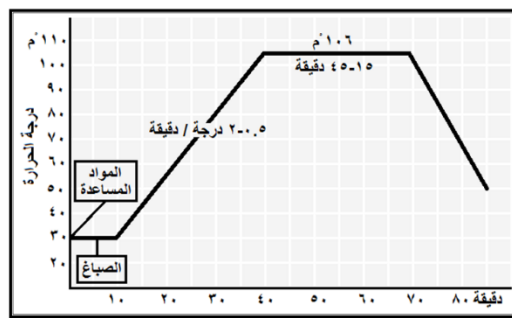
**إذابة الصباغ**: تعجن بودرة الصباغ مع بعض الماء الطري وتتبعه بماء مغلي دون الإطالة بزمن هذه العملية، ويستحسن برغم ثباتية هذه الأصبغة تجاه القساوة إضافة بعض عوامل التحلية لتشكيل معقدات لا عضوية مع الكاتيونات المعدنية في الماء تجنباً لأي مشكلة.

**بناء الحمام**: يُستحسن تطبيق هذه الأصبغة من حمام معتدل أو ضعيف الحموضة حيث تكون 5-7: pH، والقيمة المثالية هي 6,3-6,8: pH حسب درجة عمق اللون، وقد نضطر لإضافة بعض 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، ويبنى الحمام عادةً وفق الجدول (128):

الجدول 128

بناء حمام أصبغة اللانازين S				
المادة	صباغ	كبريتات النشادر	عامل تسوية: ليوجين SMK or SU	حمض خل حتى:
الكمية	ما يلزم	3-1 مل/ل	؟ غ/ل	pH: 6.3-6.8

نبدأ الصباغة كما في الشكل (98) عند 20-40 م ونرفع الحرارة حتى الغليان بمعدل 0.5-2 درجة / دقيقة ونستمر عندها لمدة 15-45 دقيقة حسب درجة عمق اللون، نبرد بعدها ونشطف، ويستحسن التبريد عند أي تعديل أو إضافة صباغ حتى 60-80 م أولاً.



الشكل 98: صباغة الصوف

ومن المناسب أن نذكر هنا بأن التقنيات الحديثة المطبقة على منتجات مسلفنة لا تسمح بتجاوز درجة الحرارة عن 85 م لانخفاض مردودها بشكل ملحوظ عند 95 م.



## البحث الخامس

### صبغة الحرير

**1- التجهيز الأولي:** تهدف عمليات التجهيز الأولي والتي تم استعراضها في الجدول (93) لإزالة الصمغ المرافقة للألياف الحريرية، آخذين بعين الاعتبار الحساسية العالية للحرير تجاه القلويات، وقد لوحظ أن معدلات إزالة الصمغ من الحرير تزداد عند درجات الحرارة 120-130 م في حمام معتدل، وتتم عملية الإزالة بالطرائق الأربعة التالية بحسب كلارينت: طريقة صابون مارسيل، طريقة المنظفات الصناعية، طريقة الأنزيم، طريقة درجات الحرارة العالية على البيم أو الآلات النجمية.

**2- عمليات الصباغة:** يمكننا صباغة الحرير بمجموعة جيدة من الأصبغة مثل الأصبغة المعدنية المعقدة والأصبغة الحمضية أو الفعالة، وعلى ذلك فإن هناك تقنيات عديدة تتلائم مع الأصبغة العديدة المطبقة حسب التالي:

1-2- الصباغة في وسط حمضي: وتتم مع الأصبغة الحمضية والأصبغة المعدنية المعقدة وبوسط حمضي، ووسط حمضي متغير، وحمام صابون، وسنستعرض هذه الحمامات وفق شركة كلارينت أيضاً:

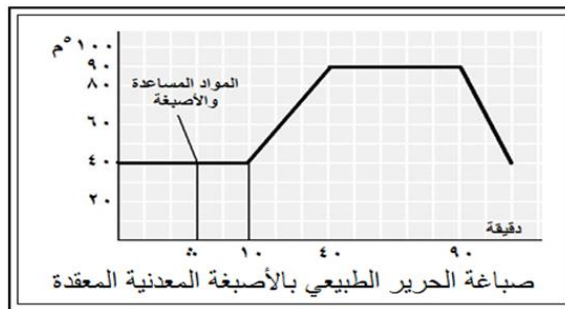
**1-1-2- مع الأصبغة الحمضية:**

بناء حمام صباغة الحرير الطبيعي بالأصبغة الحمضية					
المادة	صباغ حمضي	عامل تسوية أصبغة حمضية	مضاد تكسير	خلات الصوديوم	حمض الخل
النسبة	ما يلزم %	2-1.5 %	2-0.5 غ/ل	2-1 غ/ل	حتى pH: 4-7

### 2-1-2- الصباغة بالأصبغة المعدنية المعقدة:

بناء حمام صباغة الحرير الطبيعي بالأصبغة الحمضية					
المادة	صباغ حمضي	عامل تسوية أصبغة حمضية	عامل تسوية	مضاد تكسير	خلات الصوديوم
النسبة	ما يلزم %	2-1.5 %	0.5-0.25 غ/ل	2-0.5 غ/ل	2-1 غ/ل
					حتى pH: 4-7

وتتم عملية الصباغة وفق المخطط المبين في الشكل (99):



الشكل 99: صباغة الحرير الطبيعي بالأصبغة المعدنية المعقدة من كلارينت

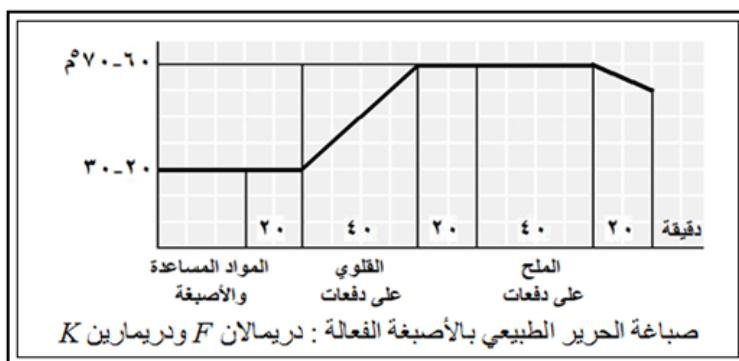
**2-1-3- الصباغة مع تغيير درجة الحموضة:** يُجهز الحمام الصباغي بحيث يحوي 0.3-0.6 غ/ل بيكربونات الصوديوم و 2-1 غ/ل عامل حمضي موقى.

نبدأ العمل بحيث تكون pH: 8-8.5 لغلبة البيكربونات على العامل الحمضي، ولكن وباستمرار العملية الصباغية وضمان الوصول لدرجات التسوية والتوزيع العالية للصبغ نبدأ بإضافة العامل الحمضي حتى الوصول بدرجة الحموضة حتى pH: 4.5-6.

**2-1-4- الصباغة بحمام صابوني:** وتصلح أكثر ما يكون للأصبغة الحمضية كالساندولان والنيلوزان واللانازين، ويتم تطبيقها بإضافة الصباغ مع 2-1 غ/ل صابون مارسيل وكبريتات الصوديوم بتركيز حتى 10 غ/ل وبحيث يكون الوسط قلويًا وبحودود 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 85 م° لأن تجاوزها يعني تراجع قوة الشد واللمعان، ويستحسن أيضا معالجته بمثبت شاردني موجب لرفع ثباتيته تجاه الغسيل والتعرق، وتتم المعالجة بإضافة المثبت بنسبة 3-5 % ورفع درجة الحرارة حتى حدود 50 م° ولمدة 15 دقيقة بحسب مصدر وتركيز المثبت ونوعه.

**2-2- صباغة الحرير بالأصبغة الفعالة:** نبدأ وبعد إنهاء عمليات التحضير الأولية بإضافة مواد حمام الأصبغة الفعالة والتي قد تكون: عوامل مبللة، تحلية، تسوية...، ثم نبدأ بإدخال محلول الصباغ المصفى عند الدرجة 20-30 م° لنبدأ وبعد 20 دقيقة بإضافة الملح على دفعات، ثم نرفع درجة حرارة الحمام لدرجة حرارة تثبيت الصباغ المطلوبة وننتظر 20 دقيقة لنبدأ بإضافة القلوي على دفعات، وخلال 40 دقيقة يجب أن نكون قد حصلنا على درجة عمق واتجاه اللون المطلوب، فنبدأ بإنهاء حمام الصباغة والشطف والتصيبين عند درجة حرارة 70 م°، ونرى في الشكل (100) طريقة تطبيق أصبغة الديرمالان F أو الديرمارين K:



الشكل 100

ويستحسن إجراء عمليات التصيبين بوجود غوازل ذوات قدرات عالية على التحلية مثل مجموعة الساندوبور لحجز جميع الأيونات المعدنية التي يؤثر وجودها على فعالية حمام التصيبين، كما يستحسن إضافة كربونات الصوديوم بمعدل 1 غ/ل لرفع الفعالية التنظيفية ورفع درجة حرارة الحمام حتى 70 م°.

## الباب السادس

### صباغة الألياف التركيبية

- 1- صباغة البوليستر.
- 2- صباغة البولي أميد.
- 3- صباغة الأسيئات.
- 4- صباغة البولي أكريلو نتريل.
- 5- صباغة اللايكرا.

## البحث الأول

### صباغة البوليستر

**1- التجهيز الأولي للبوليستر:** تتبع أهمية عمليات التحضير الأولي للبوليستر قبل الصباغة من طبيعة الزيوت المرافقة سواءً أكانت زيوت إنهاء في مراحل تصنيع الخيط أو زيوت عمليات الحياكة، والتي يفترض أن تكون قابلة للاستحلاب الذاتي بمجرد تبللها بالماء بفضل عوامل الاستحلاب ومضادات الأكسدة المضافة لها عند تحضيرها للمساعدة على تخزينها لمدةٍ طويلةٍ قدرَ الإمكان، ولكن وبمرور فترات زمنية أطول أو بتشغيل الألياف بسرعات حياكةٍ عالية تبدأ بالتأكسد بفعل الحرارة الناشئة عن الاحتكاك لتفقد قدرتها على الاستحلاب الذاتي المطلوب.

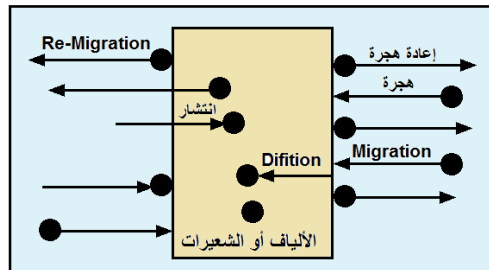
**1-1 حمام الغسيل الأولي:** يُستحسن تطبيق حمام غسيل أولي مستقل قبل الصباغة باستخدام عامل منظف ذي خواص استحلاب عالية وإلا يستحسن أن يكون حاوياً على مذيبات أمينة وفعالة، وبوسط قلوي لطيف بحدود pH: 9 بإضافة كربونات الصوديوم وعند الدرجة 60-70 م لمدة 15-20 دقيقة، ومن الضروري الإشارة هنا إلى أن ارتفاع الحرارة 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 بقعاً غامقةً صعبة الإزالة عند الصباغة ما حدا باستخدام غوازل مختلطة أيونية ولا أيونية، أما شركة باير فتتصح باستبدال كربونات الصوديوم ببيررو 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 المواد الملونة أو الشوائب الكيماوية الأخرى.

**1-2 اختصار حمام الغسيل الأولي:** يستحسن بعض الصباغين دمج مرحلتي الغسيل والصباغة في حمامٍ واحدٍ لرفع اقتصادية العملية الصباغية وتوفير ما أمكن من الماء، لذا يعمدون لإضافة عامل منظف ومزيل زيوت لحمام الصباغة بعد التحقق من عدم تأثيرهما على اللون والأصبغة، ولكن لوحظ عملياً استحالة الضمانة الأكيدة لهذه الطريقة لأن بعض الملوثات تستلزم وسطاً قلويّاً لإزالتها وهو ما يتعارض مع الحمام الحمضي أو المعتدل اللازم لصباغة البوليستر.

**2- صباغة البوليستر:** ينتمي البوليستر لمجموعة الألياف التركيبية الخاملة التي لا تملك أي مركز فعال يمكن لجزيئة الصباغ أن ترتبط معه، لذا تتم صباغته 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.



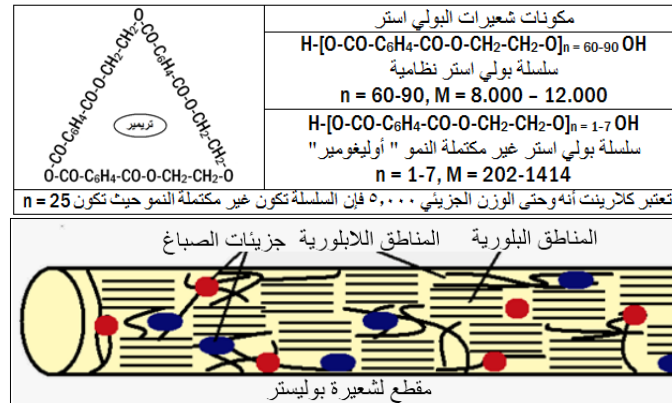
الشكل 101: الهجرة وإعادة الهجرة والانتشار

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, -OR, -NH<sub>2</sub>, -NR<sub>2</sub>, أو الكروموفورات (أي حوامل اللون) مثل زمر -N=N-, -N=O, التي تقوم بامتصاص اللون الأساسي.
  - نوعية ونسب الإضافات الداخلة في تركيب المسحوق الصباغي.
- ونرى في الشكل (102) مخطط اصطناع البوليمستر وتوضع جزيئات الصباغ في المناطق اللابلورية لسلسله البوليميرية من شعيراته:



الشكل 102

- 3- تصنيف الأصبغة المبعثرة **Dispers dyes**: أطلق عليها تسمية الأصبغة المبعثرة لعدم قابليتها الانحلال بالماء إلا لجزء توازني يسير منها، ويمكننا تصنيفها عملياً كما هو مبين في الجدول (129):

الجدول 129

تصنيف الأصبغة المبعثرة Disperse dyes				
الحجم	صغيرة جداً	صغيرة	متوسطة	كبيرة
التصنيف	أسيتات	E or L	SE or M	S or H

- 3-1- الصغيرة جداً: وتستخدم بشكل رئيس لخيوط 2.5 أسيتات وللبولي أميد بالألوان الفاتحة (دون 0.5%).
- 3-2- 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.
- 3-3- 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.
- 3-4- المتوسطة: ويرمز لها SE للدلالة على توسطها الأصبغة الصغيرة والكبيرة، أو M من Medium للدلالة على احتياجها قدرأ متوسطاً من الطاقة لتطبيقها.
- وبالتالي يمكننا استنباط أهم فوارق خواصها كما في الجدول (130).

الجدول 130

أهم الفوارق بين الأصبغة المبعثرة Disperse dyes				
كبيرة	متوسطة	صغيرة	المجموعة	
S or H	SE or M	E or L	الخزمة	
ضعيفة	متوسطة	عالية	التسوية	
صعبة		سهلة	سهولة التطبيق	
ضعيفة		ممتازة	الصباغة بطريقة الحوامل " الكارير "	
عالية		ضعيفة	الثباتية لحرارة الجافة " الرام " بسبب تصعد الصباغ " التبخر من الحالة الصلبة للحالة الغازية مباشرة "	

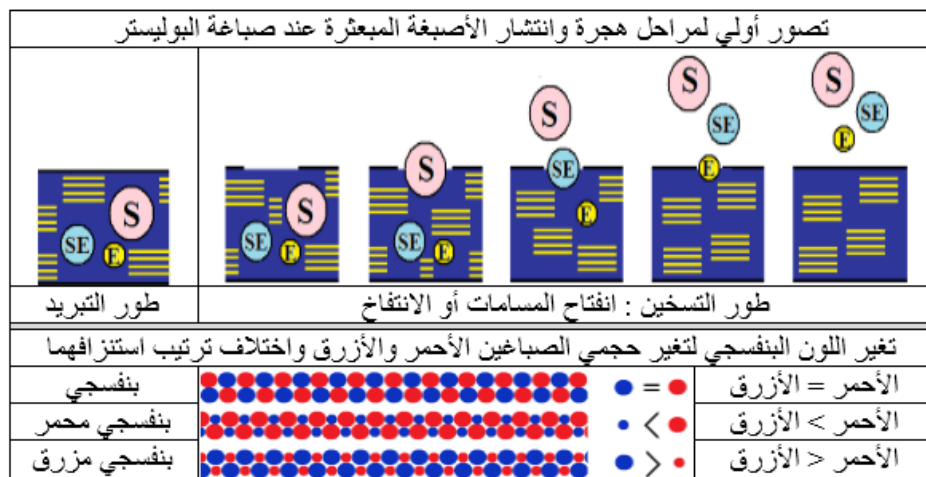
**4- المنطقة الحرجة للأصبغة:** يسبب تباين حجوم جزيئات الأصبغة تبايناً في درجات الحرارة اللازمة للبدء بعملية امتصاص وتغلغل هذه الجزيئات بين السلاسل البوليميرية لألياف البوليستر، إذ تتزايد درجات الحرارة اللازمة ارتفاعاً مع ازدياد حجم جزيئة الصباغ، فأصبغة E تبدأ تغلغلها عند الدرجة 70 م°، وSE عند 90-100 م°، في حين أن S تبدأ بعد 100 م°، ولا يمكننا هنا تعيين رقم مطلق في هذا الصدد ولمجموعة بكاملها، فهذا مجال وليس نقطة، وترتبط درجة الحرارة التي يمكن للصباغ أن يبدأ عندها بالتشرب بعددٍ من العوامل، أهمها:

**4-1 حجم جزيئة الصباغ:** فالصباغ ديسبرس أزرق 56 والديسبرس الأصفر 54 ينتميان لمجموعة E، ومع ذلك تبدأ عملية امتصاص الأصفر قبل الأزرق.

**4-2 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 79 بجذر الميتوكسي في الديسبرس الأزرق 1:79 ما يرفع من تسويته ويخفض من ثباتياته على الحرارة الجافة، ويقلل من وزنه وحجمه ليخفض درجة حرارته الحرجة بعض الشيء.

**4-3 درجة الحموضة:** ففي حين أن صباغ الديسبرس الأحمر 167 يحتاج لوسط حمضي 3-7 pH كي لا يتخرب نجد أن الديسبرس الأحمر 152 أوسع مجالاً، إذ يتحمل المجال 2 - 9 pH وكلاهما من مجموعة الأصبغة الكبيرة الحجم S، ومع ذلك يتم بناء الحمام الصباغي عند 5-6 pH.

**4-4 ألفة ألياف البوليستر:** أو قابليتها للانتفاخ بحسب المعالجات المطبقة عليها قبل وصولها للصباغة. ونرى في الشكل (103) تصوراً لترتيب دخول الجزيئات الصباغية بحسب حجومها بدلالة درجات الحرارة وكيفية تشكل المسامات مع ارتفاع درجات الحرارة ومن ثم انغلاقها بالتبريد.



الشكل 103

## 5- مواد بناء الحمام الصباغي:

**5-1 الحمض:** تتخرب بعض أصبغة الديسبرس في الوسطين المعتدل أو القلوي، ويتحسس بعضها الآخر من تذبذب درجة حموضة الحمام الصباغي لتطاير الحمض، أو لازدياد تأين الحمض أو الأملاح الحمضية بفعل ارتفاع درجات الحرارة، فصباغ الديسبرس الأزرق 79 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 الصباغية لاعتماد المحلول الموقى باستخدام بعض الأملاح الحمضية غير الطيارة التي تطرحها بعض الشركات، أو لتطبيق المحلول الموقى من حمض الخل وخلات الصوديوم باعتماد الجدول (127) الوارد في بحث صباغة الصوف.

**5-2 العوامل المبعثرة:** تميل الأصبغة المبعثرة للتجمع والتكتل على بعضها البعض Aggregation كونها غير ذوابة بالماء، ما يستدعي إضافة عوامل مبعثرة بحيث تضمن:

- بعثرة جزيئات الصباغ بشكل كامل طوال فترة الحمام الصباغي.

- الانسجام التام مع جميع مكونات الحمام من أصبغة ومواد مساعدة أخرى.

وتسبب آلات الصباغة 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 صباغية بين طبقات اليبم أو ألياف البوليستر بنظام الكون.

ونرى في نماذج آلات صباغة معينة وعلى السطح الفاصل بين الهواء والسائل تفكك بعض المواد المساعدة الموجودة على السطح قبل الوصول لدرجة حرارة الحمام الصباغي النظامية (أي الدرجة 130م) فتبدأ بالتجمع والترسب على سطح القماش مشكلةً بقعاً غامقة، ويستحسن لتحاكي 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 رفع معدلات انحلال أصبغة الديسبرس ومعززي الهجرة، ومنع إعادة تبلور أصبغة الديسبرس الزائدة التي لم يتم استنزافها أو تشربها من قبل القماش في الحمام الصباغي.

**3-5- عوامل التسوية:** يستلزم تطبيق بعض أصبغة الديسبرس عوامل تسوية بحسب الحالة، فهناك أصبغة ذات معدلات هجرة عالية تستلزم إضافة عوامل مؤخرة 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 تعزيز معدلات 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 ستسبح في الحمام مسببة تراجع التسوية.

**4-5- الحوامل " الكارير " ومضادات التكسير وموانع الرغوة:** وقد سبق استعراضها في بحث مواد بناء الحمام الصباغي.

**6- تقنية العملية الصباغية:**

**6-1- تحضير المعلق الصباغي:** من الضروري بعثرة الصباغ لأكثر قدر ممكن قبل إضافته للحوض الصباغي، ويتم العمل ببرد 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 70م منعاً لتجمع الصباغ من جديد ونقض بعثرته، وأخيراً نقوم بترشيح المحلول عبر غربال ناعم ليصبح جاهزاً للضح للحوض الصباغي.

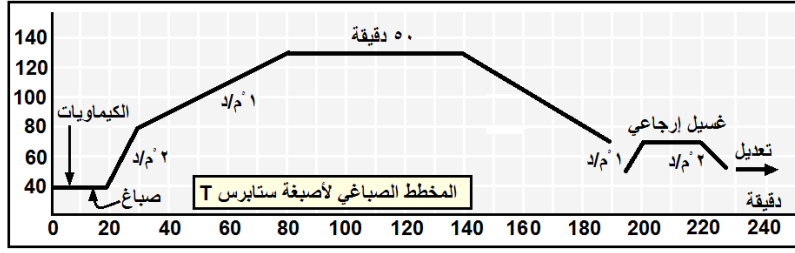
**6-2- إضافة المعلق الصباغي لحوض الصباغة:** لا يجوز إضافة المعلق الصباغي مباشرة في المواضع التي يدور فيها القماش بل باتجاه النقاط التي يدور فيها الماء مثل موقع المبادل الحراري... وتتم الإضافة بهدوء وببطء قدر الإمكان وبخاصة مع الأصبغة الصغيرة الحجم الجزيئي.

**6-3- الصباغة:**

**6-3-1- 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 30-40% عن آلات الضغط الجوي العادي.

- يستلزم تشغيلها تجهيزات ضغط بخار عالي وثابت.



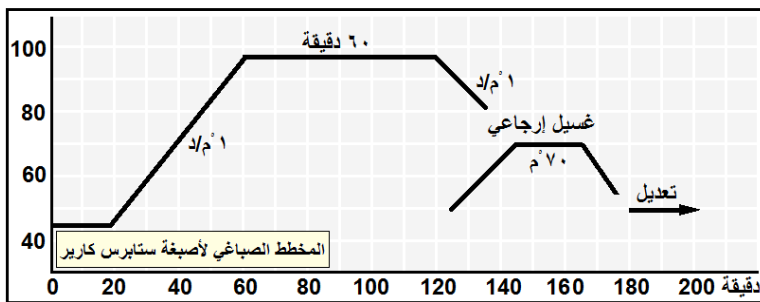
الشكل 104: تطبيق أصبغة ستابرس T لشركة ستاش بطريقة الحرارة العالية

ونبدأ لتطبيق عملية الصباغة بطريقة الحرارة العالية كما في الشكل (104) برفع درجة حرارة الحمام حتى الدرجة 60-70 م°، ونضيف الحمض والمواد المساعدة المطلوبة ونتأكد من درجة الحموضة بحيث تكون pH: 5-6 ومنتظر 10 دقائق نبدأ بعدها بضح معلق الصباغ المصفي ومنتظر 5-10 دقائق، ثم نبدأ برفع درجة الحرارة بمعدل 1-2 م°/د، ويمكننا رفع هذا المعدل مع أصناف قصيرة الحبل نسبياً، ونستمر بمرحلة التخمير عند الدرجة 130 م° لمدة 15-60 دقيقة حسب درجة عمق اللون وقدرة الصباغ الذاتية على التسوية، إذ أن هناك بعض الأصبغة الضعيفة التسوية مثل الديسبرس الأزرق 165 أو الديسبرس الأحمر 152...، لذا ولمثل هذه الأصبغة حتى وإن وصلنا معها لمعدلات الاستنزاف الجيدة فإنها تحتاج لزمان تخمير إضافي ولعوامل تسوية مميزة، ونبرد في النهاية وصولاً للدرجة 80 م° ونقارن اللون بالمطلوب لإجراء ما يلزم من إضافات والعودة بدرجات الحرارة حتى 130 م° مجدداً.

ويتوجب علينا الإبطاء بالتبريد قدر الإمكان منعاً للتكسير، ومن الضروري الإشارة هنا إلى أنه وبالوصول لدرجة حرارة معينة وبوجود أصبغة غير ممتازة وقابلة للتبلور أو بوجود الأوليغوميرات بكميات كافية نشهد تدرجاً لونياً ما يستوجب متابعة تدوير القماش إلى ما دون الدرجة 100 م° قبل التوقف.

ويُنصح أحياناً لبعض أنواع الخامات القابلة للتكسير أو الضعيفة الحياكة أن نحاول العمل بشروط نخفض فيها درجة حرارة الحمام الصباغي دون الدرجة 130 م° بإضافة بعض الكارير.

**6-3-2- الصباغة بطريقة الكارير:** يمكننا بالاعتماد على الكارير تطبيق مجموعة كبيرة من الألوان بما فيها الأسود شرط استخدام أصناف أصبغة معينة وبتأثيرات 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، وترتبط طريقة الصباغة بالكارير بشكل وميزات آلة الصباغة أولاً ونوعية ألياف ومواصفات الخامات المراد صباغتها ثانياً، ومع ذلك يمكننا توصيف طريقة العمل على الشكل (105):



الشكل 105: مخطط تطبيق أصبغة ستابرس Carrier

نرفع درجة حرارة الحمام حتى الدرجة 60 م°، ونضيف الحمض والكارير بعد استحلابه بماء دافئ والعوامل المساعدة المطلوبة وندور لمدة 5-10 دقائق، ونتأكد من درجة الحموضة بحيث تكون pH: 4-5، ثم نضيف معلق الصباغ المصفي ببطء وندور لمدة 5-10 دقائق ونبدأ برفع درجة الحرارة بمعدل 1 م°/د ومنتظر عند درجة حرارة الغليان 60-90 دقيقة نبرد بعدها ونقارن مسطرة اللون.



إن من أهم ميزات العمل بطريقة الكارير هي التخلص من مشكلة الأوليغوميرات التي تنسلخ عن ألياف البولستر بشروط درجات الحرارة العالية.

**7- صباغة البولستر بحمام قلوي:** تمنحنا عملية الصباغة في وسط قلوي لطيف عدداً من الميزات، والتي من أهمها:

1. التخلص من مشكلة الأليغوميرات.
  2. خواص سيولة أفضل للبولستر وبالتالي تحسن خواص التسوية.
  3. ملمس ألياف أفضل.
  4. خواص غسيل صباغ أفضل وتلوث أقل لآلة الصباغ وبالتالي سهولة التخلص من بقايا الأصبغة والأوساخ بعمليات الشطف والغسيل.
  5. تحسن خواص العملية الصباغية للألياف غير كاملة إزالة مواد التنشية.
  6. اقتصادية أعلى.
- أما عن أهم مساوئها نذكر:
1. مجال أصبغة ضيق.
  2. معظم الأصبغة المناسبة لهذه التقنية من نمط الانتراكينون بخواص ثباتية حرارية ضعيفة.
  3. إمكانيات تناسخ أضعف منها بالمقارنة مع الصباغة بالوسط الحمضي.
- طريقة العمل: نبدأ العمل بإضافة ما يلزم من الصباغ مع 1 غ/ل سيتامول WS عند pH: 10.5 بإضافة هيدروكسيد الصوديوم، لننتهي بالحمام عند pH~ 7.5 تقريباً، ونستمر لمدة 30 دقيقة عند 130م.
- 8- صباغة ميكروفيبر البولستر:** تتم صباغة ألياف الميكروفيبر وفق تسلسل العمليات:

إزالة مواد التنشية ← معالجة قلوية ← تجفيف ← تثبيت حراري ← صباغة ← تجهيز نهائي

وتتم إزالة مواد تنشية البولستر ميكروفيبر في الحمامات العالية النسبة وفق الجدول (131):

الجدول 131

حمام إزالة مواد تنشية البولستر ميكروفيبر في الحمامات العالية النسبة			
منظف مناسب	صودا آش	الزمن	درجة الحرارة
؟ غ/ل	0.5 غ/ل	20 دقيقة تقريباً	95 م تقريباً

وفي حال تشكل قشطة، فإننا نعيد حمام الغسيل بنصف مكونات الحمام المذكورة آنفاً، ويفضل مع مواد تنشية من نمط البولي اكريلات مثلاً إضافة 0.5 غ/ل صود كاوي لحمام الغسيل.

**8-1- الخواص الصباغية لميكروفيبر البولستر:**

- 1- يحتاج الميكروفيبر لكمية من الصباغ تعادل 2-3 مرات من البولستر العادي " أكبر من 1 ديتكس ".
- 2- امتصاص الصباغ " المنطقة الحرجة " عند 50-70 م.
- 3- خواص الانتشار وامتصاص الصباغ المثالي يتم عند 120 م.
- 4- تنخفض الثباتية على النور بمعدل درجة إلى درجة ونصف عن مثيلاتها مع البولستر العادي.
- 5- الثباتية على البلل والحرارة الجافة دون البولستر العادي.

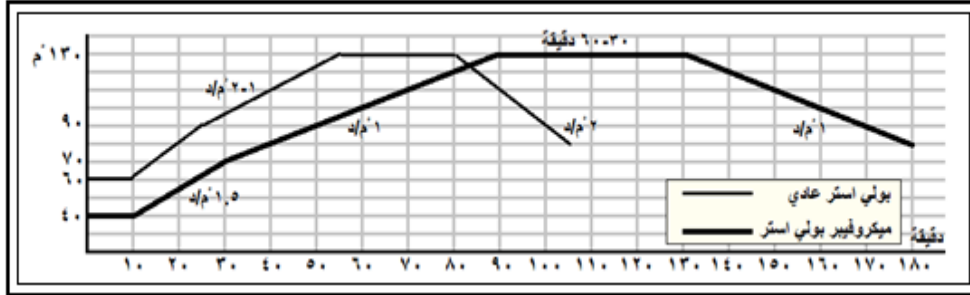
ونعاني من عدة مشاكل تواجهها العملية الصباغية:

- 1- صعوبة التخلص من الكميات العالية لمواد التنشية والمواد المساعدة المستخدمة في مرحلة النسيج.
- 2- صعوبة تسويتها لدخول الصباغ مرحلة التثبيت بدرجات حرارة منخفضة للسطح النوعي الكبير لهذه الألياف.
- 3- صعوبة الوصول للثباتية النظامية الأعلى على البلل كميات الصباغ العالية التي نحتاجها هنا.
- 4- صعوبة الوصول للثباتية النظامية الأعلى على النور بسبب السطح النوعي الكبير.

8-2- **تقنية صباغة ميكروفيبر البوليستر:** نطبق بناء الحمام الصباغي وفق الجدول (132) ونبدأ العمل كما في الشكل (106) عند درجة حرارة 50 م°، ونبدأ برفع درجات الحرارة بمعدل 1-1.5 م°/د وصولاً حتى 120-125 م° التي نبقى عندها لمدة 20-40 دقيقة، نتبعها بحمام غسيل إرجاعي:

الجدول 132

وصفة صباغة ميكروفيبر البوليستر			
صباغ ديسبرس	عامل مبعثر	عامل تحلية	عامل تسوية
ما يلزم %	1 غ/ل	ما يلزم: غ/ل	ما يلزم: غ/ل
حمض خل أو عامل حمضي حتى 4.5-5 pH			



الشكل 106: مخطط صباغة ميكروفيبر البوليستر

7- **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 150 م° الجافة لضمان التخلص من كامل آثار الكارير خاصةً وباقى المواد المساعدة عامةً، كي لا تتسبب بتراجع الثباتيات فيما لو بقيت حتى مرحلة التثبيت عند الدرجة 180 م° فما فوق، إذ تسبب بقاياها عند درجة الحرارة 180 م° فما فوق تراجعاً ملحوظاً في الثباتيات وخاصة الثباتية الضوئية بسبب الهجرة الحرارية الناشئة والتي تعني هجرة أو انتشار معاكس للصباغ من عمق الألياف إلى سطحها، ويتم الإنهاء عادةً بحمام غسيل إرجاعي أو غلي.

7-1- **الغسيل الإرجاعي:** ويتم بمعالجة الأقمشة المصبوغة في حمام وفق الجدول (133):

الجدول 133

بناء حمام الغسيل الإرجاعي			
هيدروكسيد الصوديوم 50%	هيدروسلفيت الصوديوم	منظف أو تسوية أو مزيل زيت	شروط العمل
2 غ/ل	2 غ/ل	1 غ/ل	20-15 دقيقة/ 60-70 م°

وهناك من ينصح بالمنظف اللايوني مثل شركة يورك شاير، وآخرون بغوازل الأصبغة الفعالة القادرة على ربط أيونات المعادن الثقيلة والأوليغوميرات ما يرفع من كفاءات التثبيت الحراري عند درجة الحرارة 180 م°.

7-2- **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 30 دقيقة عند درجة حرارة 80 م° بوجود 1 غ/ل منظف مع 2 غ/ل كربونات الصوديوم، ثم نشطف ونعدل، وقد نلجأ لشطفٍ أخير عند درجة حرارة 50-55 م° للتأكد من تمام التخلص من بقايا حمام الصباغة وبقايا حمام الغسيل الإرجاعي على السواء.

8- **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 وغازة تدفق السائل الصباغي والتي جدولتها شركة BASF كما في الجدول (134):

الجدول 134

معدلات رفع درجات الحرارة المناسبة لمعدلات دوران البضائع والمحلول بحسب BASF									
6	5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1	دوران المحلول: دورة/دقيقة
-	2	1.75	1.5	1.25	1	0.75	0.5	-	دوران البضاعة: رأس/دقيقة
3.6	3	2.4	2.1	1.8	1.5	1.2	0.9	0.6	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 10-20% من الصباغ وبدرجة حموضة 4-5 pH مع كارير وعامل تسوية بحدود التراكيز التي تنصح بها كل شركة، فـ شركة كلارينت مثلاً تنصح بـ: 3-5 غ/ل كارير ديلائين EN مع 0-2 غ/ل تسوية ليوجين DFT، وفي حال استخدامنا لأنواع الكارير من نمط الاسترات العطرية بتركيز 2-3 غ/ل " حسب درجة عمق اللون ونوع الصباغ وشروط عملية الصباغة " ودون الحاجة لإضافة عوامل تسوية لقدرة التسوية العالية لهذا النمط من الكارير.

9- **التعرية:** يمكننا إجراء عملية تعرية بسيطة نخفف فيها من درجة عمق اللون بحمام يحوي كارير وعامل تسوية وبدرجة حموضة 4-4.5 pH لمدة 1-2 ساعة، أما التعرية الكاملة أو شبه الكاملة فنتم بحمام قلوي بوجود هيدروسلفيت الصوديوم والكارير وعوامل التسوية بتركيز تتلائم مع درجة عمق اللون ونوعية الأصبغة ودرجة حرارة وزمن التثبيت الحراري.

10- **اختيار الأصبغة:** تنصح شركة باسف باعتماد أصبغة الديسبرس التالية الواردة في الجدول (135) لتحقيق المواصفات المطلوبة:

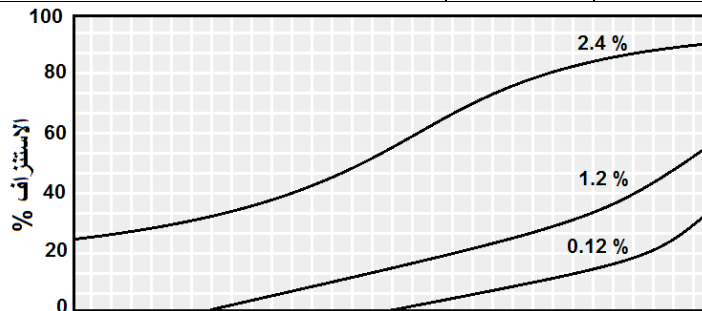
الجدول 135

اختيار بعض الأصبغة لبعض التطبيقات بحسب توصيات BASF	
الألوان الفاتحة: تُستحسن المجموعة E	أصفر 54، أحمر 50، أزرق 56، وقد نضطر للبرتقالي 25 والأزرق 87
الألوان الغامقة: تستحسن المجموعة S	أصفر 241، برتقالي 29 أو 30، أحمر 92 أو 167، بنفسجي 35، أزرق 79
الستائر والمفروشات: ثباتية ضوئية	أصفر 54، برتقالي 29 أو 30، أحمر 60 أو 60 أو 92 أو 167، بنفسجي 35، أزرق 56 أو أزرق تركواز 60
ألوان فاتحة للسيارات	أصفر 42، أحمر 91، بنفسجي 35، أزرق تركواز 60
ألوان غامقة للسيارات	برتقالي 29 أو 30، أحمر 167، أزرق 56

## 11- نظام الاستنزاف The V . Number System:

11-1 **مفهوم الاستنزاف:** يتوجب علينا عند صباغة البوليستر بلون مركب من مجموعة أصبغة انتقاء مجموعة أصبغة يمكنها أن تتطابق قدر الإمكان في سرعة استنزافها أثناء عملية الصباغة من بدايتها لنهايتها ضمن التراكيز اللازمة لبناء اللون، ذلك لأن نسب الاستنزاف تتأثر أساساً بالتراكيز المستخدمة بصورة عالية، فلو أخذنا صباغ الديسبرس الأحمر 65 لرأينا في مخططه عند رفع درجة الحرارة بمعدل درجة واحدة في الدقيقة أنه وبالوصول للدرجة 120 م° تكون نسب الاستنزاف بحسب التركيز على الشكل (107):

نسبة الاستنزاف المئوية لتركيز مختلفة لصباغ الديسبرس الأحمر 65 بحسب يورك شاير عند رفع درجة الحرارة بمعدل 1 م° / دقيقة	التركيز	نسبة الاستنزاف المئوية
2.4%	1.2%	0.12%
34%	54%	90%



الشكل 107

لذا فإننا وعندما نأخذ مزيجاً من الصباغين سيرلين أصفر 3GL150% وأزرق 3RLN فإن نسب استنزافهما تتباين بين الوصفتين A & B وتتباين خطوطهما على الشكل (108):

	تباين نسب استنزاف صباغين بتغير تركيزهما بحسب يورك شاير		
	الوصفة B	الوصفة A	الصباغ
	%0.05	%0.06	سيرلين أصفر 3GL 150%
%4.8	%0.4	سيرلين أزرق 3RLN	

الشكل 108

لذا فإنه يتوجب علينا معرفة مخططات الاستنزاف وفق مختلف التراكيز للأصبغة المستخدمة قبل مزجها بنسب معينة، مع الأخذ بعين الاعتبار بتأثيرات: درجة الحرارة، الزمن، نسبة الحمام، نوعية الألياف، المواد المساعدة الداخلة في بناء الحمام الصباغي، تراكيز الأصبغة، وبعض الشروط الثانوية الأخرى.

**11-2- قياس نسب الاستنزاف:** نطبق عملية الصباغة على كل صباغ بشكل منفرد ووفق شروط الجدول (136)، إذ نبدأ الصباغة عند الدرجة 70 م° ونرفع درجة حرارة الحمام بمعدل درجة واحدة / دقيقة وصولاً للدرجة 130 م° التي نستمر عندها ساعة كاملة، ونأخذ المساطر على التوالي ونقرأها على السبكتروفوتومتر مع إعادة الصباغ لبقاقي 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 136

	شروط تجريبية قياس نسب الاستنزاف			
	العامل الكمي	نسبة الصباغ	حمض الخل	عامل مبعثر سالب
	20/1	3%	1 غ/ل	1 غ/ل
	مخطط قياس نسب استنزاف صباغ بخمس تراكيز			
	رقم الخط البياني	نسبة الصباغ المئوية الوزنية	1.5 الزمن	سرعة الصباغة V
1	0.06	30	4	
2	0.2	40	3	
3	0.5	45	2.5	
4	1	50	2	
5	4	53	1.7	

## 12- العوامل المؤثرة على الهجرة الحرارية:

- 1- نوعية البوليستر ومزاجه.
- 2- نوعية صباغ الديسبرس المستعمل من حيث حجوم الجزيئات الصباغية.
- 3- درجة عمق اللون.
- 4- نوعية وطريقة تطبيق مواد التجهيز النهائي.
- 5- درجة حرارة وزمن التعرض لهذه الحرارة.
- 6- نوعية وتقنية الحرارة المطبقة.

## 12- مبادئ معالجة الأوليغوميرات والتراميرات 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 البوليستر 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 130 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 دوّاراً

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 التريميرات لأكثر من 1.5% بالأخذ بالقواعد التالية:

أ- إجراء العمليات الصباغية عند أخفض درجات حرارة ممكنة " 125 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 الأيتوكسيالات، وأخيراً بعض مشتقات مركبات الأمونيوم الربعية 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 التمدد فيها تسمح بذلك.

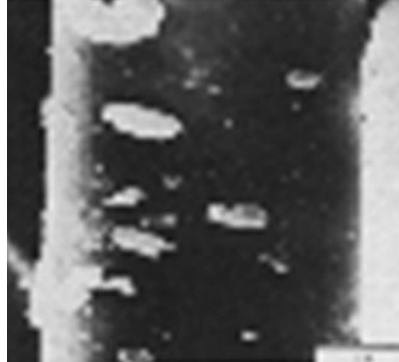
د- تطبيق حمام غسيل إرجاعي بوجود عامل فعال سطحياً وهيدروسلفيت الصوديوم أو بديله مع هيدروكسيد الصوديوم عند الدرجة 80 م° ليتبعه حمام شطف بارد وحمام تحميض مناسب.

هـ- إضافة بعض المطريات اللانبيونية أو الأنبيونية أو مضادات التكسير المزلقة لتلطيف دوران النسيج في الحمام.

و- إجراء عمليات تنظيف دورية لآلات الصباغة بغليها تحت الضغط وبإضافة بعض المذيبات أو مركبات الأمونيوم الربعية للتخلص من الأوليغوميرات والتريميرات المترسبة على الشكل في الجدول (137):

الجدول 137

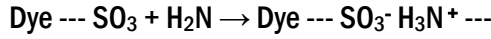
بناء حمام التنظيف الدوري لآلات الصباغة بحسب BASF	
الجرعة	المادة
1-2 غ/ل	هيدروسلفيت الصوديوم
4 مل/ل	هيدروكسيد الصوديوم 38° بومييه
3 غ/ل	منظف كاتيوني من فئة مركبات الأمونيوم الربعية
1 غ/ل	عامل بعثرة واستحلاب من فئة إيتوكسيالات الأغوال الدسمة



الشكل 109: صورة مجهرية للأولوغومير من إصدار شركة BASF

## صباغة ألياف البولي أميد

**1- مقدمة:** يعد البولي أميد من أكثر الألياف التركيبية قابلية للصباغة، إذ تبلغ درجة حرارة تزجج سلاسلها البوليميرية نحو 50 م°، وتكون مناطقها اللابلورية بشروط درجات حرارة الغليان تحت الضغط الجوي قابلة للصباغة 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 مراكزاً للارتباط الهيدروجيني مع جزيئات الصباغ ما يُسهل صباغتها بشروط الضغط الجوي العادي، وبألفة متميزة لمعظم أنواع الأصبغة: مبعثرة "ديسبرس"، حمضية، معدنية معقدة، مباشرة، فعالة... وبثباتيات تتراوح بين الضعيفة والممتازة... وتتنوع 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 صباغة الخامات المحاكاة مع مكونات أخرى كالبوليستر أو السيللوز، فعند صباغة مثل هذه الخامات وبوجود أصبغة معلقة وحمضية ومباشرة مثلاً وبشروط الحرارة العالية فإن البوليستر سيُتشرب الأصبغة المعلقة، في حين أن النايلون سيُتشرب الأصبغة الحمضية والمباشرة، أما السيللوز فسيُتشرب 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 فستختص البولي أميد وحده، وهكذا فإن ألوان الألياف الثلاثة ستتغير في كل مرة بحسب: درجة حموضة الحمام، وجود الكارير ونسبته، زمن البقاء عند أعلى درجة حرارة يصلها الحمام، إضافة الملح وكميته، نوعية وفعالية عوامل التسوية فيما بين مؤخره أو مبعثره.

**2- مبادئ صباغة البولي أميد:** سنعرض هنا للمبادئ التي طرحتها شركة كلارينت كمثال تطبيقي غني في تقسيم وتبويب الأصبغة التي درج الصباغون على تطبيقها في صباغة 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 المتألّفة مع بعضها البعض، وقد اختيرت بعناية بحيث نتجنب باستخدامها مشاكل التقليم وبخاصة عندما يضاف للحمام عامل تسوية ملائم. وتتميز هذه الأصبغة 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 بوسطٍ معتدل، كما يمكن تطبيقها بوجود عامل تسوية من حمام يحوي كبريتات الأمونيوم، وتتميز بتسويتها الملحوظة سواء أكانت على شكل صباغٍ وحيدٍ أو مركب، وتتميز عن مجموعة النايلوزان 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 صباغة 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 2:1 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 الدرمارين: تمتلك بعض الأصبغة الفعالة من نوع درمارين Z و X الخاصة بالألياف السيللوزية ألفةً عاليةً للبولي أميد عندما يتم تطبيقها بوسط حمضي لتعطي صباغة عالية الثباتية جداً للبلبل برغم عدم وجود أي ارتباط كيميائي بين الأصبغة وبين الألياف.

و- أصبغة الارتيزيل: 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.

### 3- العوامل المؤثرة على حمام الصباغة:

3-1- **الحمض**: ترتبط درجة الحموضة المثلى لحمام الصباغة بدرجة عمق اللون وإن كانت تتراوح بين الحمضية والقلوية الضعيفتين، إذ تتناقص الهجرة بصورة ملحوظة بزيادة درجة الحموضة، وتتزايد 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.

3-2- **عوامل التسوية**: اعتمدت كلارينت مجموعة عوامل تسوية متباينة التركيب والغرض مثل:

1- 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.  
2- الليوجين PAM: عامل تسوية أنيوني لإزالة التقليل الصباغي عند تطبيق الأصبغة الحمضية بتعزيزه من معدلات الهجرة.

3- الليوجين P: عامل تسوية أنيوني لإزالة تقليل البولي أميد.

4 - **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 العمل عندها ثالثاً، ووضعت كلارينت ثلاثة طرائق رئيسية لتطبيق أصبغة اللانازين S، وهي:

4-1- الطريقة النظامية : ويتم بناء الحمام الصباغي كما في الجدول (138):

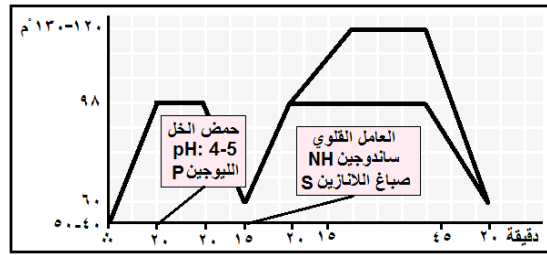
الجدول 138

حمام الطريقة النظامية أصبغة اللانازين S من كلارينت	
المادة	الكمية
الصباغ	ما يلزم
عامل تسوية مثل: ساندوجين NH أو ليوجين PAM	0.5-2 %
كبريتات النشادر	1-4 %

وتستلزم أية إضافة صباغية التبريد حتى الدرجة 70 م° ومن ثم إعادة رفع الحرارة من جديد.

4-2- **طريقة الساندوجين NH**: وتبدأ المعالجة هنا في وسط حمضي pH: 4-5 مع الليوجين P برغم أنه يستلزم نسبةً عالية 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 60 م° حيث يضاف الصباغ وتضبط الحموضة عند pH: 6-7 بإضافة قلويات

لطيفة مثل ثنائي فوسفات الصوديوم، البوراكس  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ، هيدروكسيد الأمونيوم... وتبعتها بالساندوجين NH كما في الشكل (110):



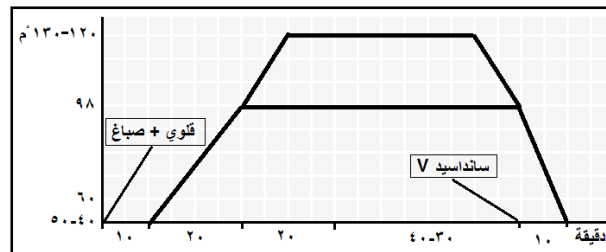
الشكل 110

3-4- 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:

1- نبدأ الصباغة عند درجة قلوية pH: 8-10 بإضافة البوراكس ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) أو محلول هيدروكسيد الصوديوم 36 بومييه للوصول للشروط المثالية لهجرة الأصبغة في مرحلة توزعها الأولي.  
2- نبدأ رفع درجة الحرارة بسرعة حتى الوصول لحرارة الغليان محاولين إحكام إغلاق الآلة قدر الإمكان للوصول لأعلى درجة حرارة ممكنة.

3- نحافظ على درجة حرارة الغليان " 100 م " لمدة 20-30 دقيقة للوصول لأعلى معدل هجرة ممكنة.

4- نضيف ما يلزم من السانداسيد V للوصول لدرجة الحموضة الضعيفة المطلوبة pH: 6 حيث تبدأ مرحلة تثبيت الصباغ، ونرى في الشكل (111) طريقة العمل بطريقة السانداسيد V:



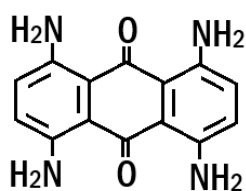
الشكل 111



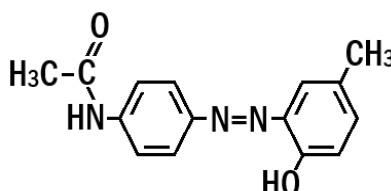
## صبغة ألياف الأسيئات

**1- المقدمة:** لعب استبدال زمرة هيدروكسيل السلسلة السيللوزية بزمرة أسيتيل دوراً كبيراً جداً في تغيير مواصفات السيللوز، وما يهمنا هنا التغيير الكبير الحاصل تجاه الأصبغة التي يألفها السيللوز عادةً أي الأصبغة: المباشرة، الفعالة، النفثول، الأحواض، الكبريتية، وكلها أصبغة غير قادرة على صبغة ألياف الأسيئات، وقد فُسرَت هذه الظاهرة على أساس أن بنية السيللوز المؤسئل ضعيف الألفة نحو الماء من جهة، ويقاوم الانتفاخ من جهةٍ أخرى، لذا فإن صبغتها لم تنتسِر باديئ 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 3، ومن ثم وفي عام 1924 تمكن باديلي من الوصول لمشتقات أمينوانتراكينون كما هو حال صباغ دييسبرس أزرق (1).



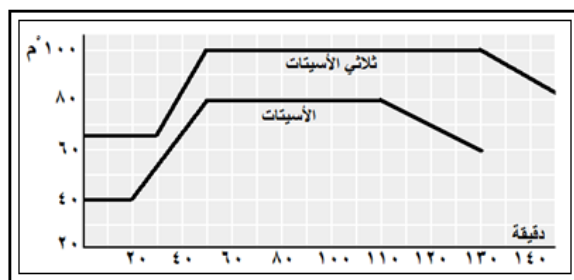
ديسبرس أزرق (1)



ديسبرس أصفر (3)

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 ويتكثّل الباقي غير المنحل من جزيئات المعلق لتتحافظ على درجة إشباع المحلول.

**2- 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 1مل/ل من حمض نمل 85% للأسيئات، وبإضافة 2 مل/ل حمض نمل 85% لألياف ثلاثي الأسيئات، ثم نضيف عامل التسوية الملائم ونرفع درجة الحرارة حتى 40م° وننجز مدة 20 دقيقة لنبدأ بإدخال المعلق الصباغ المصفى جيداً، ونتريث حتى تمام التوزع ثم نبدأ برفع درجة الحرارة بمعدل 1.5-2 درجة/دقيقة حتى الوصول للدرجة 70-85م° لألياف الأسيئات، ونستمر عندها لمدة ساعة واحدة أو للوصول لدرجة عمق اللون وتسويته المطلوبتين، أما ألياف الثلاثي أسيئات فنتابع رفع درجة الحرارة حتى 100م° لتحقيق درجة الامتصاص التي يحققها الأسيئات عند 85م°، لذا ومع ثلاثي الأسيئات يمكننا البدء عند الدرجة 65م° بدلاً من 40م° للأسيئات، ذلك لأن امتصاص ألياف ثلاثي الأسيئات يستمر ضعيفاً جداً حتى بلوغنا درجة حرارة 80م°، وتحتاج عند الدرجة 100م° لزمّنٍ قد يصل حتى الساعة والنصف نبرد بعدها ونهني الحمام ثم نشطف بدرجة حرارة 50م° من أية بواقٍ صباغية على السطح كما في الشكل (112):



ويمكننا صباغة ألياف الأسيتات عند الدرجة 130 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 الأسيتات عن الأسيتات بإمكانية تثبيتها حرارياً عند الدرجة 190 م قبل الصباغة ما يزيد من نسبة المناطق المتبلورة في الخامة وبالتالي تراجع قدرة انتشار واختراق الأصبغة إلى العمق، وبذلك يمكن لألياف ثلاثي الأسيتات الدخول في تنافس واضح مع الألياف التركيبية الأخرى لا يحسمها إلا اقتصادية العمل.



الشكل 113: شكل مبسط لتمثيل المراكز الفعالة التي تحدد درجة الإشباع الحقيقية

$S_F$ : درجة إشباع الخيط: وهي كمية الصباغ الفعالية التي تشربها الخيط.  
 $F$ : 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 البعض.

$\Delta C$ : 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.

$F_R$ : وتعبّر 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 الفعالة في ألياف الاكريليك واختلاف خواص الأصبغة القاعدية							
درجات ألفة مختلفة لأصبغة ذات $K$ واحدة			أصبغة ذات قيم $K$ مختلفة			أنماط المراكز الفعالة	
$f=3$	$f=2$	$f=1$	$K=3$	$K=2$	$K=1$	مركز فعال جداً	مركز فعال
+++	++	+	+	+	+	--	-

الشكل 114: شكل مبسط للفروق بين فعاليات وخواص أو ألفة المراكز الفعالة والأصبغة القاعدية

### 3- تعيين درجة إشباع ألياف الاكريليك بطريقة شركة باير:

- نصبغ الخيط المجهول وبحمامات منفردة مع كل من 5-7-9-11% استرازون أزرق FFR " أساس أزرق 69 "، وبوجود 1% حمض خل 60% بحمام 40/1.
- نصبغ خيط اكريليك بدرجة إشباع 2.1 مع 8% استرازون أزرق FFR وبنفس شروط الحمام السابقة.
- نستمر عند درجة حرارة الغليان لمدة 3 - 4 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 $S_F$	استرازون أزرق 69 Astrazon Blue FFR	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.

### 4 - تعيين سرعة صباغة الألياف بطريقة باير:

- أ- نأخذ وزناً معيناً من خيط معروف سرعة الصباغة ونصبغه مع 2% استرازون أزرق FFR وبوجود 1.5% حمض خل 60% 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 أعمق فإننا نرفع أو نخفض سرعة الصباغة لتحقيق الدرجة اللونية ذاتها، إلا في حال تجاوز الفرق بينهما 20% فإننا نضطر حينها لإعادة التجربة والتحكم بالخيط من خلال خفض أو رفع سرعة الصباغة.

### 5 - المواد المساعدة والكيماويات اللازمة لحمام صباغة ألياف الاكريليك:

**5-1- المنظفات:** تنحصر المنظفات التي نتعامل معها هنا بمجموعة المنظفات اللاأيونية مثل طائفة الألكيل أريل بولي غليكول التي تتميز بثباتها في الأوساط الثلاث: الحمضي والمعتدل والقوي، ويُستحسن إجراء حمام الغسيل في وسط قلوي بوجود ثلاثي فوسفات الصوديوم عندما يكون الماء طرياً، ويبرو الفوسفات رباعي الصوديوم مع الماء المتوسط القساوة، ولا يجوز استخدام المنظفات الأنيونية خوفاً من تفاعل بقاياها مع الصباغ الموجب الشحنة.

**5-2- حمض الخل:** تنصح معظم الشركات باعتماد حمض الخل في حمام صباغة الاكريليك، إذ يؤدي استبداله بحمض النمل أو حمض الكبريت لانحراف في لون الصباغ، وتنبأين درجات الانحراف ما بين صباغ وآخر. 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 pH: 4,5 برغم أن معظم الأصبغة القاعدية تعمل في مجال pH: 2,5-5,5.

**5-3- ملح غلوبير:** دوره ككهرليت في كبح الاستنزاف وتعزيز الهجرة رافعاً درجة تسوية العملية الصباغية.

**5-4- العوامل المبعثرة:** تستخدم المركبات اللاأيونية (من نوع بولي غليكول ايتير الأغوال الدسمة خاصة) كعوامل 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.

**5-5- العوامل المؤخرة:**

**أ — العوامل المؤخرة الأنيونية:** ونجد منها اللبوجين 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 تُمتص 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 الإعاقة الضعيفة لتجنب حدوث أي مخاطرة في استخدامه حتى لو أضيف بزيادة، أما باير فننتج 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، يشابهه PAN و AFN بفارق إمكانية استخدامه كعامل 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:** يشابهه 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 98 - 105 م، لذا يمكننا تجاوز الخطأ في اللون المطلوب بإضافته مع مؤخر كاتيوني كونه لا يملك تأثيراً معيقاً.

**5-6- 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، لذا 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 40 م° وبحموضة 5-6: pH بحمض الخل، ولمدة 15-20 دقيقة، ومن الضروري التنويه هنا لأهمية ترشيح محلول التطرية قبل إضافته لحمام الصباغة أو التطرية.

**6 - 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 بادئ ذي بدء تعيين سرعة صباغة ودرجة إشباع ألياف الاكريليك المراد صباغتها لوضع شروط الحمام الصباغي الأمثل، ونرى في الجدول (139) 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 الفعالة الداخلة على السلسلة البوليميرية، بينما ترتبط سرعة الصباغة بشحنة المراكز الفعالة وطبيعة عمليات الغزل والمعالجات الفيزيائية اللاحقة.

الجدول 139: سرعة صباغة ودرجة إشباع بعض ألياف الاكريليك

درجات إشباع وسرعة صباغة بعض ألياف البولي أكريلو نتريل							
العلامة التجارية للخيط	سرعة الصباغة V	درجة الإشباع Sf	العلامة التجارية للخيط	سرعة الصباغة V	درجة الإشباع Sf	العلامة التجارية للخيط	سرعة الصباغة V
أكريبل	2.5	3.1	درالون	1.7	2.1	أكريبل	2.5
أكريلان	1.7	1.4	أورلون	2.0	2.2	أكريلان B 16	1.7
	2.4			2.3	أكريلان B 26	2.4	
	3.2		3.5	تورايلون	3.2	أكريلان B 57	3.2
كاشمilon	3.6	2.0	فونيل	2.3	1.3	كاشمilon	3.6

**7- 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 ومنتظم 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.

**8 - 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 الدرالون مثلاً بين 72 - 84 م° نجدها وبنفس شروط الصباغة لألياف الكاشمilon تقع بين 66 - 78 م°.

وتتأثر معدلات امتصاص الأصبغة القاعدية بدرجات الحرارة تأثيراً كبيراً، فدون الدرجة 75 م° يتم امتزاز الأصبغة مع تثبيت قسم بسيط منها فقط، وعند 80-85 م° يتسارع الامتصاص لدرجة عالية، وخاصة عند الدرجة 102-110 م°، ويرتبط الامتصاص آنئذ 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 " .

**9 - 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.

**9-1- حل الصباغ:** نأخذ جزءاً من الصباغ مع جزء من حمض الخل 40 % ونحرك حتى تمام تجانس المعجونة المتشكلة، ثم نمدد هذه المعجونة مع 30-40 جزء من الماء المغلي ونرشحها. ويُستحسن لحل كميات صباغ كبيرة كما هو الحال مع ألوان الأسود والكحلي حل المعجونة وحمض الخل في خلاط ثابت بوجود عامل تسوية وبعثرة من طائفة بولي غليكول إيتير الأغوال الدسمة اللانويونية مثل الايكالين السائل F وتسعة أجزاء من الماء الحار، ونستفيد من عامل التسوية هنا ليلعب دور العامل المنظف.

**9-2- تطبيق الأصبغة القاعدية بالطريقة الحرارية T:** وتسميها كلارينت طريقة الساندوكريل T وتقوم على التحكم بمعدلات ارتفاع درجة الحرارة دون استخدام عوامل مؤخره، 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 الاكربليك وبجميع أشكالها، لأنه ومن خلال الرفع المنتظم لدرجات الحرارة ستكون عملية امتصاص الأصبغة منتظمة أيضاً.

فقد وضعت اللائحة C لمفاتيح الكود الخاصة بأصبغتها، واللائحة T الخاصة بالمجال الحراري الذي يبدأ عنده امتصاص الأصبغة لبعض أنواع الألياف النظامية:

الجدول 140: اللائحة C

اللائحة C: مفاتيح كود الطريقة الحرارية لشركة كلارينت									
رقم الكود									ساندوكريل
20	15	10	7.5	5	4	3	2	1	
6	4.5	3	2.3	1.5	0.9	0.6	0.4	0.2	B-6GL
4.8	3.6	2.4	1.8	1.2	0.7	0.45	0.25	0.1	B-5GL
4.8	3.6	2.4	1.8	1.2	0.9	0.6	0.4	0.2	B-LE
2.2	1.6	1.1	0.8	0.55	0.35	0.25	0.15	0.07	B-RLE
3.2	2.4	1.6	1.2	0.8	0.5	0.3	0.2	0.1	B-GRL
2.6	1.9	1.3	0.95	0.65	0.45	0.3	0.2	0.1	B-RLE
2.8	2.1	1.4	1.05	0.7	0.45	0.25	0.15	0.07	B-3RLE
7.2	5.4	2.6	2.7	1.8	1.2	0.8	0.45	0.2	B-4G
3.8	2.9	1.9	1.4	1	0.7	0.45	0.3	0.15	B-2GLE
1.8	1.35	0.9	0.65	0.45	0.33	0.23	0.15	0.075	B-RGLE
3	2.2	1.5	1.1	0.75	0.5	0.35	0.2	0.1	B-5B
3.7	2.8	1.8	1.4	0.9	0.65	0.4	0.25	0.1	B-RLE
5.1	3.8	2.6	1.9	1.3	1	0.6	0.35	0.2	B-2RLE
8.4	6.3	4.2	3.1	2.1	1.2	0.7	0.4	0.15	B-FE
-	-	9	6.7	4.5	2.5	1.5	0.9	0.4	B-RLE
2.4	1.8	1.2	1.9	0.6	0.35	0.25	0.15	0.05	B-NLE
3.4	2.5	1.7	1.2	0.85	0.7	0.5	0.35	-	B-RL
4.8	3.6	2.4	1.8	1.2	0.5	-	-	-	B-BL

الجدول 141: اللائحة T

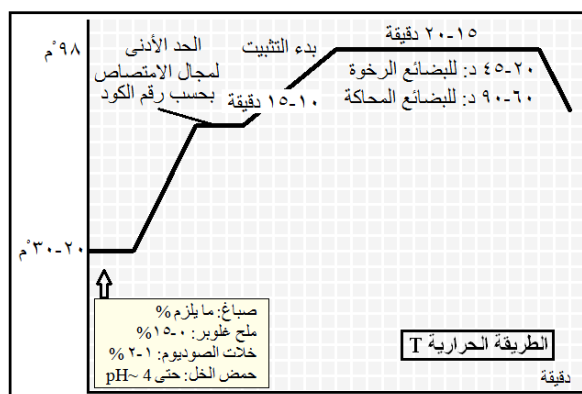
اللائحة T: الطريقة الحرارية لتطبيق أصبغة الساندوكريل " بدون مؤخر "										
وتعيين المجال الحراري الحرج بحسب رقم الكود المعين على أساس التركيز " درجة الحموضة 4.5 pH "										
رقم الكود									الخيوط	
20	15	10	7.5	5	4	3	2	1		
98-90	96-88	94-86	91-83	89-81	86-78	85-75	83-72	82-70	Acritel +	أكربيل
98-92	97-89	95-87	93-85	91-83	88-80	87-77	85-74	82-70	Acrilan + 16	أكربيلان
98-92	97-89	94-86	91-83	88-80	86-78	84-74	81-70	78-66	Cashmilon +	كاشمليون
98-92	98-90	96-88	95-87	93-85	91-83	90-80	89-78	88-76	Courtelte +	كورتيل
98-92	98-90	95-87	93-85	91-83	88-80	87-77	85-74	83-71	Crilenka +	كربيلنكا
98-94	98-90	96-88	94-86	92-84	89-81	88-78	87-76	84-72	Dolan +	دولان
98	98-94	98-92	97-89	94-86	91-83	90-80	87-76	84-72	Dralon +	درالون
95-87	92-84	90-82	88-80	86-78	83-75	82-72	79-68	76-64	Euroacril +	يوراكربيل
95-87	91-83	88-80	85-77	83-75	80-72	79-69	77-66	74-62	Exlan + DK	إكسلان
98-94	98-92	97-89	94-86	92-84	89-81	88-78	86-75	84-72	Orlon +42	أورلون

نحدد رقم مفتاح تركيز الصبغ من الجدول (140) أو اللائحة C ومن ثم المجال الحراري الأعظم من لائحة الألياف T في الجدول (141)، ونحدد وفق طريقة خاصة بالحساب نستوضحها من خلال المثال التالي في الجدول (142) عند توليف مجموعة أصبغة لتحويل اللون الأزرق إلى كحلي:

الجدول 142

طريقة كلارينت في حساب مفتاح التركيز لمجموعة أصبغة			
الصبغ	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	

إذا فإن مفتاح التركيز لمجموعة الأصبغة المولفة والبالغ 4 يحدد لنا من الجدول T/141 أن درجة الحرارة العظمى هي بين 81 - 89 م° لألياف الأورلون، و 78 - 86 م° لألياف الكاشمير، لذا يكون العمل على الشكل (115):



الشكل 115: الطريقة الحرارية لصبغة الاكربليك

#### أ- بناء الحمام:

بناء حمام الصبغة بالطريقة الحرارية T بحسب كلارينت			
صبغ	ملح غلوبير	خلات الصوديوم	حمض خل
ما يلزم %	15-0 غ/ل	1-2 %	حتى 4 pH

ب - العمل: نبدأ العملية الصباغية كما في الشكل (115) عند درجة حرارة الغرفة ونرفعها خلال 10-15 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 20-45 دقيقة فإنه يلزمنا مع الغزول أو الأقمشة المحاكاة 60-90 دقيقة.

وعند الاقتراب من درجة الاستنزاف الأعظمية للحمام الصباغي نرفع درجة الحرارة حتى 98 م° حيث تبدأ مرحلة تثبيت الأصبغة الممتصة، ونستمر عند درجة حرارة التثبيت 15-20 دقيقة إلا إذا كنا نريد رفع درجة الحرارة حتى شروط العمل بدرجات الحرارة العالية، ويكفينا لمرحلة التثبيت مدة 20-30 دقيقة بشكل عام، وفي حال اختصارنا لزمان التثبيت فإن اللون سيكون عرضةً للتغير عند معالجة المواد المصبوغة لاحقاً بالبخر أو بالحرارة الجافة.

9-3- 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 ألياف الاكربليك وبكافة أشكالها، لذا يستحسن استخدامها حيث لا يوجد تحكم آلي.

ويتم تعيين ما يلزمنا من الريتارغال السائل A من الجدول (143) أي اللائحة R بما يتلائم مع نوعية الألياف المثبتة في الجدول R ورقم مفتاح التركيز من اللائحة C.



الجدول 143: اللانحة R

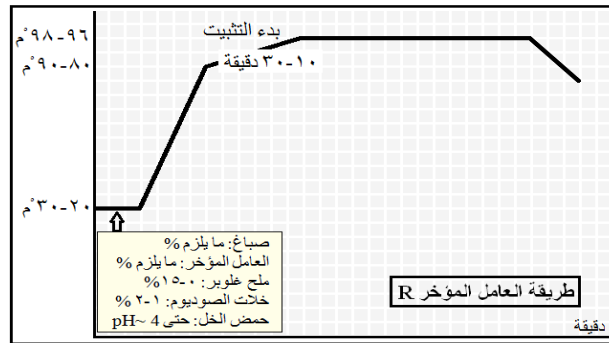
اللانحة R: طريقة المؤخر لتطبيق أصبغة الساندوكريل									
وتعيين نسبة العامل المؤخر المنوية بحسب رقم الكود المعين على أساس التركيز " درجة الحموضة 4.5 pH "									
رقم الكود									الخيوط
20	15	10	7.5	5	4	3	2	1	
0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.75	2	2.25	أكريبل + Acritel
-	0.75	1.25	1.75	2.25	2.75	3	3.25	3.5	أكريلان + Acrilan 16
0.25	0.75	1.25	1.75	2	2.25	2.5	2.75	3	كاشمليون + Cashmilon
-	-	5.	1	1.5	1.75	2	2.25	2.5	كورتيل + Courtelle
-	0.5	1	1.5	2	2.25	2.5	2.75	3	كريلنكا + Crilenka
-	-	0.3	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.25	دولان + Dolan
-	-	0.25	0.4	0.5	0.6	0.75	0.9	1	درالون + Dralon
1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	يوراكريل + Euroacril
2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	7	إكسلان +DK Exlan
0.5	1	1.5	1.75	2	2.25	2.5	2.75	3	أورلون +42 Orlon

طريقة العمل: يتم بناء الحمام على الشكل المبين في الجدول (144):

الجدول 144

بناء حمام الصبغة بطريقة العامل المؤخر بحسب كلارينت				
صباغ	تركيز العامل المؤخر	ملح غلوبر	خلات الصوديوم	حمض خل
ما يلزم %	% بحسب اللانحة R	0-15 غ/ل	1-2%	حتى 4 pH

يتم إدخال الخامة إلى الحمام كما في الشكل (116) ونرفع درجات الحرارة بسرعة تلائم نوعية الألياف والشروط العملية حتى درجة حرارة 80-90 م°، ونتابع رفع درجات الحرارة حتى 96-98 م° خلال 10 - 30 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 10 % عند إضافة ملح غلوبر.



الشكل 116: طريقة العامل المؤخر R

ونرى في الشكل (117) تمثيلاً تقريبياً للتنافس بين الجزيء الصباغي والمؤخر حول الارتباط بالمركز الفعال:

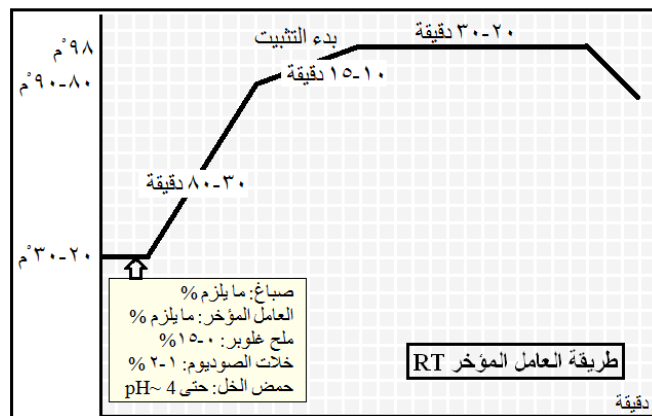
مخطط تنافس المؤخر والصباغ على الارتباط بالمراكز الفعالة في البولي أكريلو نتريل		
المرحلة الأولى: التنافس بين الصباغ والمؤخر على الارتباط		
ارتباط المؤخر والصباغ بالمركز الفعال	ارتباط المؤخر بالمركز الفعال	مرحلة هجرة الصباغ والمؤخر
المرحلة الثانية: ارتباط الصباغ وطرد العامل المؤخر		
ألفة الصباغ > ألفة العامل المؤخر	ألفة الصباغ < ألفة العامل المؤخر	ألفة الصباغ = ألفة العامل المؤخر
المؤخر الموجب (+)	الصباغ الموجب (+)	المركز الفعال السالب (-)

الشكل 117: تنافس المؤخر والصباغ على الارتباط بالمراكز الفعالة في البولي أكريلو نتريل

**4-9- طريقة الساندوكريل RT:** تجمع بين استخدام طريقتي العامل المؤخر بنسبٍ أقل والطريقة الحرارية بأسرع قليلاً مما يلزم كما يبين الشكل (118)، إذاً يكون استنزاف الحمام هنا بين 85-90 م° أو بين 90-95 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 (145)، وتبدأ عملية الصباغة عند درجة حرارة منخفضة نرفعها خلال 30-80 دقيقة حسبما تسمح به آلة الصباغة، والقاعدة أن الحمام سيُنزَف خلال هذا الزمن، لذا فإننا نرفع درجة الحرارة حتى 98 م° خلال 10-15 دقيقة حيث تبدأ عملية التثبيت التي يجب أن تستمر 20-30 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.

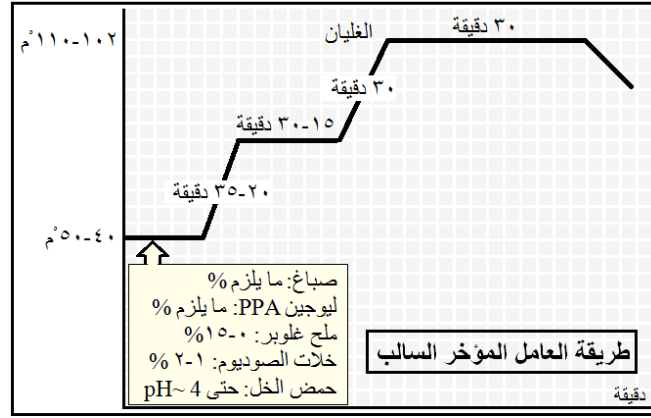
الجدول 145: اللائحة RT

اللائحة RT: تطبيق أصبغة الساندوكريل الحرارية مع العامل المؤخر وتعيين نسبة العامل المؤخر المنوية بحسب رقم الكود المعين على أساس التركيز "درجة الحموضة pH: 4.5"										
*: غالباً ما تتم الصباغة بدرجات حرارة عالية، #: تتم الصباغة عند درجات حرارة 85-90 م°										
رقم الكود									درجة الحرارة المنوية	الخيط
20	15	10	7.5	5	4	3	2	1	85-80	أكريبل Acribel +
#	#	#	0	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	95-90	
#	0	0.5	0.75	1	1.2	1.4	1.6	1.8	85-80	أكريلان Acrilan + 16
#	#	#	0	0.25	0.5	0.75	1	1.25	95-90	
#	#	0	0.25	0.5	0.6	0.75	0.9	1	90-85	كاشمليون Cashmilon +
#	2.25	0.75	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.5	95-90	
#	#	#	0	0.25	0.5	0.75	0.9	1	90-85	كريلنكا Crlenka +
#	0	0.5	1.25	1.75	2	2.25	2.75	3	95-90	
#	#	#	#	0	0.1	0.2	0.3	0.4	90-85	دولان Dolan +
#	#	0	0.3	0.5	0.6	0.75	1	1.25	95-90	
#	#	#	#	#	0	0.1	0.2	0.25	90-85	درالون Dralon +
#	#	#	0	0.1	0.25	0.4	0.5	0.6	95-90	



الشكل 118: طريقة العامل المؤخر RT

**5-9- 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 (102-110 م°)، وبذلك يمكنه أن يحل محل العامل الكاتيوني بوجود الأصبغة السالبة كما هو حال صباغة مزائج الأكريليك. ويستلزم تطبيقها مع واحدة من طرائق الساندوكريل T مراقبة دقيقة لارتفاع درجة الحرارة عند تطبيق نسب حمام منخفضة جداً كما يبين الشكل (119)، إذ يمتلك الليوجين PAA فعالية عالية في إزالته لأية رواسب موجبة كانت أم سالبة، لذا يوصى باستخدامه بنسبة 2 - 4% من وزن خيط الأكريليك.



الشكل 119

نبدأ عند الدرجة 40 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 20-35 دقيقة لنتابع عندها مدة 15-30 دقيقة، نرفع بعدها درجة الحرارة حتى الغليان أو درجات الحرارة العالية خلال 30 دقيقة ونستمر عندها 20 دقيقة أخرى، ويمكننا بإضافة ملح غلوبر بنسبة 5 – 15% تعزيز مفعول التسوية لليوجين PAA وخاصة في المنطقة الحرجة.

**10- إعادة التسوية:** يمكننا إعادة تسوية الخامات المصبوغة الضعيفة التسوية بحسب شركة باير بمعالجتها بالعوامل المؤخرة مع ملح غلوبر وحمض الخل وفق الجدول (150)، أي:

الجدول 150

حمام إعادة تسوية البولي أكريلونتريل بحسب باير		
1.5-1 % استراغال PAN	ملح غلوبر لا مائي	حمض خل 60 %
أو 3-5 % استراغال M	20-10 %	1.5-1 %

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 1-1.5 ساعة عند 96-98 أو 106-108 م لضمان تسوية أعلى، وعلى كلٍ 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 3-5 غ/ل صابون مارسيل (المحضر من تصبين الزيوت الطبيعية) لمدة 15-20 دقيقة بدرجة حرارة 96—98 م يتبعها شطف عادي فساخن وبماء طري، في حين أن الاستراغال M لا يلزمه أي معالجة خاصة.

**11- إرجاع اللون:** نعد 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 بشكلٍ كامل.

وتتم تعرية الأصبغة الحساسة تجاه الكهرلينات باستخدام كمية عالية من ملح غلوبر في حمام الصابون، وترتبط كمية الملح اللازمة بدرجة عمق اللون والفرق المطلوب إرجاعه والذي قد يصل حتى 40 - 60 % . وتجري المعالجة بحمام نسبته 1/40 حتى 1/80 مع 3-5 غ/ل صابون مارسيل ويمكننا إضافة 3-5 غ/ل ملح غلوبر لمدة 1.5-2 ساعة عند درجة حرارة 96 - 98 م ليُزال الصابون بحمام ساخن لماء طري.

**12- تعرية الأصبغة القاعدية:** عندما تقشل 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 تمكننا من إعادة الصباغة بصورة أكثر تسوية.

ويخفض استخدام المؤكسدات قوة اللون بحدود 30-40% أو أكثر، وعلينا التخلص بعدها من كامل بقايا الكلور منعاً لانخفاض الثباتية الضوئية عند إعادة عملية الصباغة، وتتم عملية التعرية وفق الجدول (151) في حمام 40/1 أو 80/1 وعند درجة حموضة 5,5-6 pH مع:

الجدول 151

حمام تعرية البولي أكريلو نتريل			
20 دقيقة	150 غ/ل كلور فعال	7.5-5 مل/ل	هيبوكلوريت الصوديوم
عند درجة حرارة الغليان	مانع تآكل	5-4 غ/ل	نترات البوتاسيوم
	pH: 5.5~6 حتى	3-2 غ/ل	حمض خل 60%

نتبعه بشطف ساخن ليعالج عند الدرجة 25-30م مع 1% مسحوق بيسولفيت الصوديوم NaHSO<sub>3</sub> من وزن الخيط ليشتطف بعدها جيداً.

**13 - تبييض الاكريليك:** يتم تبييض الاكريليك بحسب كلارينت بحمام يحوي المبيض مع 2% حمض نمل 85% لمدة ساعة عند درجة حرارة الغليان وباعتقاد الليكوفور EFR السائل كمبيض ضوئي وبدون إضافة الكلوريت.

**14- مثال تطبيقي لحساب كمية العامل المؤخر الموجب:** بين الجدول (152) وبحسب كتالوك التاي كريل طريقة حساب نسبة العامل المؤخر اللازمة لحمام الصباغة:

الجدول 152

حساب كمية العامل المؤخر الموجب اللازم لـ 100 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 amont of dyes × f.value ) ] ÷ of value of retarder					
الأصبغة	f	%			جداء وزن الصباغ مضروباً بالفتته
0.4 % أساس أصفر 28	0.52	0.4	x	=	0.208
0.6 % أساس أحمر 14	0.54	0.6			0.324
0.3 % أساس أزرق 41	0.51	0.3			0.153
					<b>0.685</b>
Σ Dyes × f	f	%			% Dyes
0.208	0.52	0.4	x	=	0.4 % Basic Yellow 28
0.324	0.54	0.6			0.6 % Basic Red 14
0.153	0.3	0.3			0.3 % Basic Blue 41
<b>0.685</b>					

آلة الصباغ: الونش: أي أن ثابت الصباغة % 80-90 DC =

نوع الخيط: فونيل 17: أي أن درجة الإشباع S<sub>f</sub> = 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:

$$\% 1.6 = 0.55 \div [(0.0685) - (0.8 \times 1.2)]$$

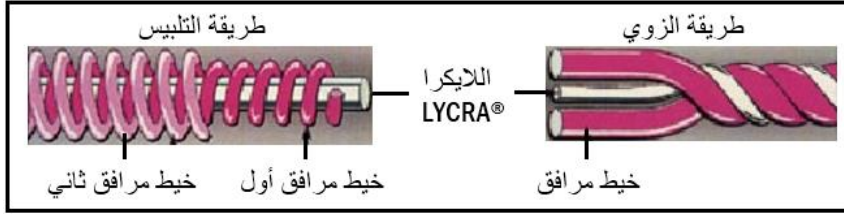
أما لو استبد لنا الخيط بخيط الكاشمليون F ذي S<sub>F</sub>=1.9 لصارت كمية العامل المؤخر:

$$\% 1.5 = 0.55 \div [(0.685) - (0.8 \times 1.9)]$$

ويستحسن اختصار كمية العامل المؤخر بنسبة ما في حال وضع احتمال لأية إضافة صباغية على اللون، أو تعديل لون، إعادة تسوية .. والتأكد من الفعل المؤخر للتطرية الكاتيونية عند تطبيق حمام الصباغة والتطرية المشترك.

## صباغة ألياف اللايكرا

**1- 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 85 %، وتدخل في حياتها مع ألياف أخرى كالبوليستر، النايلون، القطن... ويدخل معها بأسلوبين كما يبين الشكل (120):



الشكل 120: 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 البعض 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 والتحصير... من درجات حرارة وزمن وكيمائيات نوعاً وكماً، والعمل بالشروط ذات الحدود الدنيا للشد للتقليل ما أمكن من تخرّبها.

- 2- مبادئ خزن خامات اللايكرا:** تؤدي شروط الخزن السيء للأقمشة المنسوجة أو المحاكة لتراجع كبير في جودتها، وتجري عادة عملية لفٍ أو ترديدٍ للأقمشة لحين البدء بمعالجتها، لذا فإن أهم ما يجب الأخذ به:
- أ- عدم تكديس الأثواب فوق بعضها البعض 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 ليُجف على راحته ومن ثم لفه بنسبة شد 10-20% زيادة منعاً لأي تجعد أو تكسير لاحق.
  - د- عزل القماش الخام المغسول بتغطيته بغطاءٍ حاملٍ كيميائياً، وغير نفوذ للهواء وللأشعة الضوئية على أن لا تتجاوز مدة الخزن الشهرين.

**3- 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 (153) 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 100 م° وبالتالي نتحاشى معها الأذى الذي قد يلحق بالخواص الفيزيائية والكيمائية 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 0.5% وبثباتيات جيدة على النور، ولكن ولنسب صباغ أعلى تبدأ عملية نزع الصباغ وضعف الثباتية على الغسيل، ونرى في الجدول (154) خواص بعض الأصبغة على اللايكرا.

الجدول 153

مواصفات وخواص أصبغة الألياف المرافقة لللايكرا T 128 C من DU PONT									
البولي أميد	القطن	السيلولوز	الصوف	الحرير	البوليستر	الاكريليك	ثلاثي الأسيئات	2.5 أسيئات	البولي فينيل كلورايد
●					●	▲	●	●	●
●			●	●					
●			●	●					
●			●						
●	●								
▲	●	●		●					
●	●	●		●					
▲	●	●							
●	●	●		●					
▲	●	●							
▲	●	●							
●	●	●							

● : مناسب، ▲ : بعضها مناسب

الجدول 154

خواص أصناف الأصبغة على اللايكرا بحسب Lycra T 128 C			
نوع الصباغ	الثباتية للغسيل	الثباتية للضوء	خواص البناء Build-up
المبعثرة: الديسبرس	P	F/G	VG
الحمضية: الأسيد	F/G	F/G	F/G
المعدنية المعقدة 2:1	F/G	F/G	G
المعدنية المعقدة 1:1	G	F/G	G
الكروم	G	G	G
المباشرة: الديركت	F/G	F	P/G
الفعالة: الراكثيف	G	F/G	P/G
الأحواض: الأندانتارين	F/G	P/F	F/G
الليكو	G	F/G	F/G
الكبريتية: السلفور	G	F/G	P/G
الأزو: النفتول	P	P	G
القاعدية: الموجبة	F	P	P/G

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 120-130 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 الكيل فتاليميد: تضعف اللايكرا بشكلٍ محدود.

وتنصح شركة الدكتور بوميه ألا تتجاوز درجة الحرارة 108 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 الفعالة الباردة كونها تستلزم كميات قلوي ودرجات حرارة أقل مثل أصبغة الديرمارين K، نوفا كرون F، بروسيون MX، كما تؤكد على التبريد الدائم قبل الإنهاء إلى ما دون درجة حرارة 60 م.

**4- التثبيت الحراري:** تستلزم معظم أقمشة اللايكرا المطاطية وخاصة أقمشة " التريكو " المحاكاة تثبيثاً 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 تجانس التوزيع الحراري على كامل سطح القماش عبر تيارات الهواء الساخن التي توجهها التصميمات الهندسية لغرف الرام، ويتم التثبيت الحراري عند الدرجة 185-190 م لمدة 45 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 (155) تأثير الحرارة والزمن على بعض مواصفات قماش اللايكرا.

الجدول 155

تأثير درجة الحرارة والزمن على خواص ومواصفات اللايكرا											
الزيادة في		الخاصة	الزيادة في		الخاصة	الزيادة في		الخاصة	الزيادة في		الخاصة
الزمن	الحرارة		الزمن	الحرارة		الزمن	الحرارة		الزمن	الحرارة	
++	+	الكلفة	++	++	الانقباض	-	-	المتانة	++	++	الثبات
++	++	بقع الزيت	-	-	البياض	++	++	العرض	-	-	الانكماش

وقد ينتهي القماش بنسبة كشش بسيطة بعد معالجته ما يستوجب شدة بنسبة 5-15% 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 عملية التثبيت الحراري.

ويمكننا لبعض أنواع اللايكرا الخفيفة " كالجوارب والقطع الجاهزة " تخفيف شروط التثبيت حتى الدرجة 110-120 م بالبخار ولمدة 30-60 ثانية، ولكن ولما كانت هذه الطريقة تحتاج لمخية هواء (Vacuum) في الآلات المضغوطة فإنها لا تعطينا عرض قماش ثابت ما جعل الاعتماد عليها نادراً.

**4-1- 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:

نثبت عينة قماش خام على الرام وليكن عرضها 160 سم أي أن HSW=160 cm، ونغليها لمدة 10 دقائق ونجففها على راحتها " مرحلة الاسترخاء " ونقيس عرضها النهائي بعد الجفاف وليكن 144 سم أي أن FW=144 cm، تُحسب نسبة المردود أنثذ على الشكل:

المردود = العرض بعد التجفيف / عرض الخام

أو أن: عرض الخام = العرض بعد التجفيف / المردود، أي:

$$FW / HSW = HSE$$

$$\text{أي أن: المردود} = 160 / 144 = 0.9 \text{ أي } 90\%$$

وبالتالي وإن أردنا الحصول على قماش بعرض 152 سم بعد المعالجة حرارياً وعلى أساس ذات المردود:

$$FW / HSE = HSW$$

$$\text{أي أن العرض الخام المطلوب} = 0.9 / 152 = 169 \text{ سم}$$

وقد نجد اختلافاً بين قيمتي HSW المحسوبة والفعلية 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.

#### 5- معالجة الأخطاء الصباغية:

**5-1- 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 الهيدروسلفيت، في حين أننا لا نلجأ للمؤكسدات الكلورية التي تؤثر سلباً على متانة اللايكرا كما نرى في الجدول (156):

الجدول 156

بناء حمام تصحيح اللون أو إزالة البقع الخفيفة			
منظف عضوي لا شاردي	ثلاثي فوسفات الصوديوم	شروط العمل	
1 غ/ل	2-1 غ/ل	85 م/ 20-15 دقيقة	
بناء حمام إزالة اللون أو إزالة البقع المتوسطة			
منظف عضوي لا شاردي	ثلاثي فوسفات الصوديوم	هيدرو سلفيت الصوديوم	شروط العمل
1 غ/ل	2-1 غ/ل	3-1 غ/ل	85 م/ 20-15 دقيقة
بناء حمام إزالة اللون بالوسطين الحمضي والقلوي			
الوسط القلوي	سلفوكسيلات فورم ألدهيد الصوديوم: 5%	pH: 10-11	مشنتت مناسب: 1 غ/ل
الوسط الحمضي	سلفوكسيلات فورم ألدهيد التوتياء: 1%	pH: 5	مشنتت مناسب: 1 غ/ل
ملاحظة: يطلق الهيبو كلوريت الأوكسجين 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 تاكل الآلات.			



## صبغة الألياف والألياف الممزوجة

### 1- صبغة مزائج البولستر:

**1-1- صبغة مزائج البولستر/ سيليلوز:** تُعتبر مزائج البولستر مع السيلولوز أو الفيسكوز واحدةً من أكثر المزائج المتداولة تجارياً، وتتعدد تقنيات صباغتها بحسب:

أ- نسبة البولستر للسيليلوز: تستلزم صبغة البولستر درجات حرارة عالية تصل إلى (130 م°)، ويؤدي رفع درجة حرارة حمام الصبغة لتراجع معدلات ليونة وطرارة السيلولوز، لذا فإننا غالباً ما نسعى قدر الإمكان لصبغة 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 ظاهرةً على الوجه وبالتالي لا تظهر الفروق بين درجتي عمق لوني البولستر والسيلولوز.

ج- الثباتيات والمواصفات المطلوبة: تلعب الثباتيات المطلوبة دوراً كبيراً في تعيين طريقة الصبغة، 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 180 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.

**1-1-1- صبغة مزائج البولستر/قطن بأصبغة الديسبرس مع الأصبغة الفعالة:** يمكننا صبغة هذا الممزوج بطريقتي الحمام الواحد، والحمامين:

طريقة الحمام الواحد: يمكننا تطبيق هذه الطريقة مع الأصبغة الفعالة المقاومة لدرجات حرارة 130 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 دييسبرس 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 165 مثلاً.  
ج- التحقق من ثباتية الأصبغة الفعالة المراد استخدامها لشروط بناء حمام صبغة الديسبرس.

طريقة العمل بحمام واحد: يوزن صباغ الديسبرس والصباغ الفعال اللازمين بما يتوافق ونسبتهما لنبدأ العملية الصباغية كما لو أننا نصبغ بولستر صافٍ، فنضبط درجة الحموضة عند 5-5.5 pH ودرجة الحرارة عند 60 م° ونضيف عوامل التسوية والتحلوية وملح كبريتات الصوديوم لنتبعها بمحلول الصباغ المصفى ونُدور لمدة 5-10 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 80 م°، ندور عندها مدة 5-10 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 80 م° حتى الوصول لدرجة عمق اللون واتجاهه المطلوبين.

طريقة العمل بحمامين: نبدأ أولاً بحمام صبغة البولستر كالمعتاد ونتبعه بحمام الغسيل الإرجاعي ونتأكد من تمام التخلص من كامل صباغ الديسبرس غير الممتص لنبدأ بحمام الأصبغة الفعالة.

ويمكننا تعيين مجموعة الملاحظات حول الفروق بين الطريقتين كما في الجدول (157):

الجدول 157

الفوارق بين طريقتي الحمام الواحد والحمامين		
طريقة الحمامين	طريقة الحمام الواحد	الخاصة
إمكانية كاملة	إمكانية كاملة	اعتماد أصبغة الحرارة العالية " 80 م "
	نادراً	أعتماد أصبغة الحرارة 60 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 تبقيع 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 الفعالة المتحلّمة والممتصة على ألياف القطن مسببة تراجع الثباتيات 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 الثباتيات وبالتالي أعلى مردود لحمام التصبين.

#### 1-1-2- 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 (158)، 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 158

بناء حمام صباغة الديسبرس والأحواض		
صباغ ديسبرس + صباغ أحواض	عوامل: مبعثرة، تحلية، واقية غروية	حمض خل أو مانح حموضة
ما يلزم %	2-1 غ/ل	pH: 4.5-5.0

صباغة الألياف السيللوزية: بعد الانتهاء من صباغة البوليستر نبدأ بتبريد الحمام حتى الدرجة 80 م لنضيف:

هيدروكسيد الصوديوم	هيدروسلفيت الصوديوم	عامل تسوية لأصبغة الأحواض
من الجدول 159		1.0-0.5 غ/ل

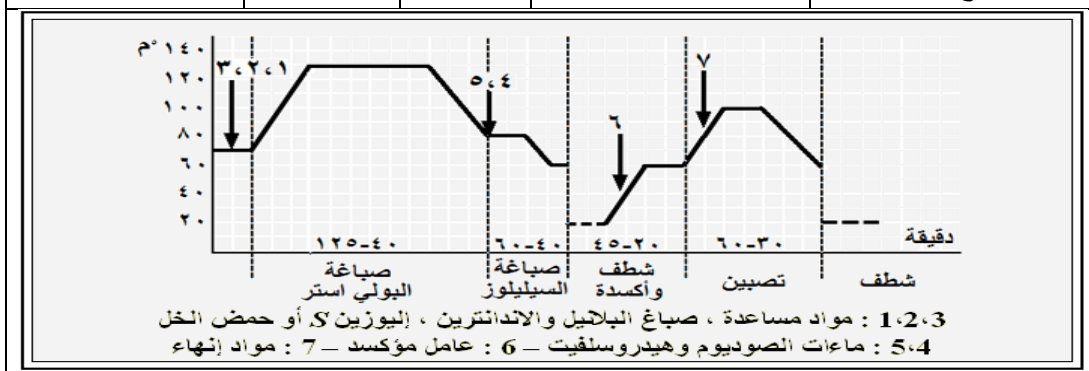
تتم عملية الصباغة لمدة 15 دقيقة/80 م، يُبْرَد بعدها الحمام حتى 50-60 م ونستمر عندها لمدة 15-20 دقيقة، ويتوجب علينا إضافة 2 غ/ل غلوكوز 80% بوصفه عامل مرجع لأصبغة الاندانتارين: الأزرق BC & GC & RS، والأزرق اللامع RCL، والأزرق الغامق DB قبل إرجاعها، أما كميات الملح فنجدتها في الجدول 159 ونضيفها عند حرارة 60 م.

يمكننا مع الألوان الفاتحة تبريد الحمام حتى 95 م لئرجع الأصبغة محققين درجة التسوية العليا بدرجات الحرارة العالية، ويُستعاض هنا عن الهيدروسلفيت مثلاً بعامل مرجع يعمل بدرجات حرارة 95 م مثل رونغال HT من BASF المستخدم كعامل إرجاع بنسبة 1.2% من كمية الهيدروسلفيت، ونستمر مدة 15-20 دقيقة لنبدأ بتبريد الحمام حتى 80 م باستخدام 2-1 غ/ل هيدروسلفيت ونبرد بعدها حتى 60 م.

لإتمام العملية الصباغية، نشطف ونؤكسد ونصبن بالطريقة الأنسب لنوعية البضاعة وباستخدام الماء الأكسجيني أو أي عامل مؤكسد مناسب للحصول على النتيجة الأفضل، ونرى في الجدول (159) مخطط العملية الصباغية بحسب شركة باسف بطريقة الحمام الواحد بأصبغة البلائيل والاندانترين.

الجدول 159

المادة	أصبغة ادانترين % غروية	أصبغة IW	أصبغة IN	أصبغة IN الخاصة
هيدروكسيد الصوديوم 38 يوميه مل/ل	% 0.5-0.05	7-6	12-10	17-15
	% 1.5-0.5	9-7	15-12	22-17
	% 2.5-1.5	10-9	20-15	26-22
هيدروسلفيت الصوديوم المركز من BASF غ/ل	% 0.5-0.05	3-2	4-3	4-3
	% 1.5-0.5	5-3	6-4	6-4
	% 2.5-1.5	7-5	8-6	8-6
كبريتات الصوديوم أو ملح الطعام غ/ل	% 0.5-0.05	-	-	-
	% 1.5-0.5	-	-	-
	% 2.5-1.5	-	-	-



**1-1-3- 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 لنبدأ العملية الصباغية كما لو أننا نصبغ بوليستر صافٍ، فنضبط درجة الحموضة عند  $pH \sim 5-5.5$  ودرجة الحرارة عند 60 م° ونضيف عوامل التسوية والتحليلة وملح كبريتات الصوديوم لنتبعها بمحلول الصباغ المصفى وننور لمدة 5-10 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 بمعدلاتٍ دون معدلات رفع درجات الحرارة منعاً لتكسير البضاعة حتى بلوغ الدرجة 80 م°، نونر عندها مدة 5-10 دقائق لنبدأ بحقن المحلول القلوي ببطء عند اعتمادنا أصبغة مباشرة تستلزم وسطاً قلويّاً خفيفاً بحدود  $pH \sim 9$ ، ويتوجب في حال اعتمادنا ملح الطعام بدلاً عن ملح كبريتات الصوديوم ضخ المحلول الملحي في هذه المرحلة، نستمر بالتبريد حتى الدرجة 70 م° حتى الوصول لدرجة عمق اللون واتجاهه المطلوبين، نشطف بعدها جيداً لنطبق بعدها حمام تثبيت.

ملاحظة: تتنوع درجات مقاومة الأصبغة المباشرة لحرارة 130 م° والوسط الحمضي، فمنها ما يتخرب بشكلٍ كاملٍ ومنها ما يتخرب بشكلٍ جزئيٍ بحسب زمن البقاء عند الدرجة 130 م° ومعدلات الغزارة في آلة الصباغ والتي قد تتسبب بإجهادات ميكانيكية قد لا يحتملها جزيء الصباغ.

**1-2- صباغة مزائج البوليستر/ صوف:** نعاني من ضعف مقاومة الصوف للحرارة الزائدة عن 106 م° كحدٍ أقصى، لذا فإن ثمة تقنياتٍ عدة يمكننا اللجوء إليها لتحقيق أقصى ما يمكننا من ثباتيات، ومن أهم هذه التقنيات نجد:

1-2-1- الصبغة بحمامٍ واحدٍ بوجود الكارير عند الدرجة ~ 105 م: يتم الاعتماد هنا على أصبغة ديسبرس من نمط الحرارة المنخفضة " E " وبالاعتماد على أنواع كارير لا تسبب تبقيعاً لأصبغة الديسبرس على الصوف، ويتم تطبيق الحمام عند 105 م تقريباً.

1-2-2- الصبغة بحمام واحد عند الدرجة 115 م: يمكننا بإضافة الفورم ألدهيد بنسبة 1% من وزن الصوف رفع درجة حرارة مقاومة الصوف حتى 115 م على أن يتم حساب ما يلزم من محلول الفورم ألدهيد التجاري والذي قد تصل نسبته أحياناً وبحسب التركيز حتى 3-4 %.

1-2-3- صبغة الشعيرات قبل عمليات الغزل: تُتبع هذه الطريقة مع أصناف الجوخ، إذ نعد لصبغة شعيرات البوليستر وألياف الصوف بحمامين مستقلين، ونعالج بعدها هذه الشعيرات بعمليات تلييد للحصول على حصيرة الجوخ أو اللباد المقاومة لإجهادات الضغط والحرارة والرطوبة.

1-2-4- صبغة مزائج البوليستر/صوف بأصبغة الديسبرس مع أصبغة الكروم الحمضية: تتبع هنا الطرائق السالفة الذكر تماماً بفارق المعالجة بحمام تثبيت مع البيكرومات بدرجة حرارة 70-80 م وحموضة 5.5-6 pH لربط جزيء الصباغ بألياف الصوف رافعين بذلك الثباتية، ومن أهم ما يعيب هذه الطريقة التلوث البيئي تسببها بخشونة الألياف الصوفية، لذا فإننا نادراً ما نستعمل هذا النوع من الأصبغة مع الملابس، بل نلجأ لها لصبغة الصوف المراد استخدامه في صناعة السجاد والذي يستلزم ثباتيات ضوئية واحتكاك خاصة وعالية، وقد مُنعت هذه الأصبغة حالياً بسبب التلوث البيئي الذي يسببه استخدام الكروم.

1-3- صبغة مزائج البوليستر/ بولي أميد: تتم صبغة البولي أميد عادةً بمجموعةٍ منتقاةٍ من الأصبغة الحمضية أو المعدنية المعقدة بوسطٍ حمضي وبشروط الضغط الجوي، ويؤدي انخفاض درجات حرارة تزيجها والتي قد تصل في أحياناً حتى 55 م وقابلية امتصاصها معظم أنواع الأصبغة وبدرجاتٍ متفاوتةٍ لامتصاصها الأصبغة الحمضية الخاصة بها وأصبغة الديسبرس المضافة لصبغة البوليستر، لذا فإننا نواجه معها تراجع قوة لون البوليستر بمقابل ارتفاع قوة لون البولي أميد، وتتعقد المشكلة أكثر عندما يكون المطلوب لوناً مركباً ومغايراً 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 ديسبرس 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 6،6 عن البولي أميد 6 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 النزاع الحيد لهذه الأصبغة من البولي أميد ليُصار إلى عملية صبغة تالية بالأصبغة المعدنية المعقدة أو الأصبغة الحمضية بحمامٍ منفصل، فيتم تطبيق حمام صبغة البوليستر عند درجات الحرارة العالية وفق الإجراءات الاعتيادية متبوعاً بحمام غسيل إرجاعي لنبدأ بحمام صبغة البولي أميد، ويبين لنا الجدول (160) ملخص ما سبق.

الجدول 160

مثال لاحتمالات توزيع الأصبغة عند صبغة 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	كامل الأزرق والأصفر
بولي أميد	أحمر	أحمر	أحمر + أزرق + أصفر	غير محدد	أحمر

1-4- صبغة مزائج البوليستر مع البولي أكريلونتريل: يسبب انخفاض درجة حرارة تزيج البولي أكريلونتريل حساسيةً عالية تجاه معدلات التدفق وارتفاع درجات الحرارة، وهذا ما يدفعنا لصبغة الألياف الممزوجة من البوليستر

والبولي أكريلونتريل بشروط حرارية منخفضة لا تتجاوز الـ 105 م°، وبالتالي فإننا نجد أنه من الضروري الاعتماد على الكارير في الحمام الصباغي.

وتنصح بأسف لمثل هذه العمليات باختيار أصبغة ديسبرس ضعيفة التشرب على البولوي أكريلونتريل، وأصبغة قاعدية لا يتشربها البولويستر، وعند الضرورة نضيف الكارير بشرط عدم احتوائه عوامل استحلاب أنيونية، وفي هذه الحالة تتم العملية في حمام واحد كما في الجدول (161):

الجدول 161

بناء حمام صباغة البولويستر مع البولوي أكريلونتريل				
صباغ قاعدي	ما يلزم %	نتوقف عند	كارير	ما يلزم %
عامل مبعثر لا شارد	1 غ/ل ~	الدرجة 70 م°	صباغ	ما يلزم %
حمض خل أو مانح حموضة	pH~ 4-5	ثم نضيف	ديسبرس	

نرفع درجة الحرارة حتى 105 م° ونستمر عندها 30-60 دقيقة مع المراقبة الدائمة لدرجة الحموضة، ثم نبرد ونشطف بماء دافئ حرارته 40 م° وأخر بارد.

وقد وجد عملياً صعوبة انتقاء أصبغة ديسبرس غير قابلة للتبقيع على البولوي أكريلونتريل، لذا فإننا ننصح صباغة البولويستر أولاً بحرارة 105 م° بوجود الكارير غير الحاوي على عوامل استحلاب أنيونية، وإلا فإننا نضطر لتطبيق حمام إزالة لبواقي الكارير ما أمكن، ومن ثم رصد لون الأكريليك لاستكمال اللون بحسب المطلوب.

**1-5- صباغة مزائج البولويستر مع ثلاثي الأسيتات:** 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 الأسيتات عنها مع البولويستر، إضافة للثباتيات الضوئية الضعيفة لبعض الأصبغة على البولويستر وثلاثي الأسيتات على السواء، ويتم بناء الحمام الصباغي كما في الجدول (162).

**1-6- صباغة البولويستر مع 2.5 أسيتات:** تتم صباغة الأسيتات بالأصبغة المبعثرة بدرجة حرارة ~ 80 م°، إذ يؤدي رفع الحرارة لأكثر من ذلك لتشوه ألياف الأسيتات غير اللامعة بسبب ليونتها، وبالتالي تتم عملية صباغة الأسيتات فقط دون البولويستر، ويتم بناء الحمام كما في الجدول (162):

الجدول 162

بناء حمام صباغة صباغة البولويستر مع الأسيتات أو ثلاثي الأسيتات		
المادة	ثلاثي الأسيتات	2.5 أسيتات
صباغ ديسبرس	ما يلزم %	/
صباغ أسيتات	/	ما يلزم %
حمض خل أو مانح حموضة	pH~ 4.5-5.0	pH~ 5-6
عامل تسوية وبعثرة	2-1 غ/ل	
عامل تحلية	1-0.5 غ/ل	
طريقة العمل	حمام غسيل إرجاعي فحمام شطف بارد	60 دقيقة / 80 م° حمام شطف عند 60 م°

## 2- صباغة القطن الممزوج:

**2-1- صباغة القطن / صوف:** ينحل الصوف عند درجة الغليان بالوسط القلوي (2 غ/ل هيدروكسيد الصوديوم أو 5 غ/ل كربونات الصوديوم) لذا لا يمكننا صباغة البضائع الممزوجة من الصوف مع القطن أو الفيسكوز بالأصبغة الفعالة أو أصبغة الأحواض أو أي حمام معالجة قلووية لاحق، وهكذا نجد أنه لا يمكننا صباغة القطن إلا بالأصبغة المباشرة، لذا فإننا غالباً ما نلجأ لحمام واحد يحوي الأصبغة: المباشرة والحمضية أو المباشرة والحمضية الكرومية على أن نتبع الحمام عند استخدام الأصبغة الحمضية الكرومية بحمام المعالجة الكرومية ليتبعه 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.

**2-2- صبغة القطن/ بولي أميد:** يمكننا صبغة القطن هنا بشتى أنواع الأصبغة المستخدمة مع القطن الصافي، على أن نبدأ بصبغة 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 60 أم 80 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 الفعالة 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 صبغته أو إكمال لونه للمطلوب عندما نجد أن التعرية كانت جزئية.

**2-3- صبغة القطن/ اكريليك:**

**2-3-1- مع الأصبغة المباشرة:** يتم تطبيق صباغ الاكريليك القاعدي عند درجة الحرارة 102-105 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 95 م ونتابع حسب الأصول.

**2-3-2- مع الأصبغة الفعالة أو أصبغة الأحواض:** يستحسن هنا صبغة القطن بالأصبغة الفعالة أو أصبغة الأحواض لنهني حمام الصبغة بحمامات الغلي أو الأكسدة اللازمة، ومن ثم نلجأ للبدء بصبغة البولي أكريلو نتريل عند حرارة 102-105 م بشرط اختيار أصبغة فعالة أو أحواض مقاومة قدر الإمكان لمثل هذه الحرارة. أما في حال البدء بصبغة البولي أكريلو نتريل فيتوجب التحقق من ثباتية الأصبغة القاعدية المختارة لشروط حمامي الصبغة والغلي القلويين، والتأكد من عدم إمكانية تبقيع أصبغة القطن بشروط الصبغة على ألياف الاكريليك.

**2-4- صبغة القطن / أسيتات:**

**2-4-1- مع الأصبغة المباشرة:** يمكننا تطبيق حمام صبغة القطن مع الأسيتات على مرحلة واحدة، ويمكننا تطبيقها على مرحلتين، كأن نصبغ الأسيتات أولاً لنتبعها بحمام صبغة القطن بالأصبغة المباشرة وليس العكس، أو أننا نطبق حمام الصبغة المشترك تحت الضغط الجوي العادي نبرد بعدها حتى 70-80 م ونقارن مسطرة اللون الناتجة.

**2-4-2- مع الأصبغة الفعالة أو أصبغة الأحواض:** يستحسن هنا تطبيق حمام صبغة القطن أولاً لنتبعها بحمامات الغلي أو الأكسدة فصبغة الأسيتات، ذلك لأن أصبغة الأسيتات قد تستنزف لعدم ثباتياتها العالية أثناء تطبيق شروط الحمام القلوية عند درجات حرارة 60-80 م، أو أثناء تطبيق حمامات الغلي بدرجة حموضة 9 ~ pH.

**2-5- صبغة القطن / ثلاثي الأسيتات:**

**2-5-1- مع الأصبغة المباشرة:** يمكننا تطبيق حمام صبغة القطن مع ثلاثي الأسيتات على مرحلة واحدة بشرط مقاومة الأصبغة المباشرة لدرجة الحرارة 120 م في الوسط الحمضي، ويمكننا تطبيقها على مرحلتين، كأن نصبغ ثلاثي الأسيتات أولاً لنتبعها بحمام صبغة القطن بالأصبغة المباشرة وليس العكس.

**2-5-2- مع الأصبغة الفعالة أو أصبغة الأحواض:** كما سبق وذكرنا في سياق صبغة البوليستر مع القطن فإنه بإمكاننا هنا تطبيق ذات الطريقة بفارق عدم اضطرارنا للوصول بدرجات الحرارة حتى 130 م فتكفي هنا درجات حرارة 120 م لنتبعها بعد حمام الغسيل الإرجاعي بحمام صبغة القطن، أو يمكننا اعتماد ذات طريقة الحمام الواحد بفارق أننا نصل هنا لدرجة الحرارة 120 م فقط.

**3- صبغة الصوف الممزوج:**

**3-1- صبغة الصوف/ بولي أميد:** يمكننا صبغة الصوف مع البولي أميد بالأصبغة الحمضية في حمام واحد بشروط الضغط الجوي لأن كليهما يتخذ من الأصبغة الحمضية أساساً لصبغته، 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 (163):

الجدول 163

بناء حمام تطبيق أصبغة اللانازين على الصوف لشركة كلارينت				
المادة	صباغ	كبريتات الأمونيوم	تسوية ليوجين SMK or SU	حمض الخل
الكمية	ما يلزم %	3-1 غ/ل	2-1 غ/ل	pH: 6.3-6.8

**3-2- صباغة الصوف/ اكريليك:** يصادفنا هذا النوع من المزج بشكل كبير لمفاعيل الدفاء 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 الرباعية 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 التنظيبي 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 بقاياها مع الأصبغة الحمضية.

- رفع درجة حرارة حمام صباغة الاكريليك حتى 105 م° ليصار لتطبيق حمام صباغة الصوف عند 98 م° وبالتالي تدارك استنزاف الصباغ القاعدي الممتص لحمام الصباغة من جديد معتمدين على فارق 7 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.

**3-3- 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.

**3-4- صباغة الصوف مع ثلاثي الأسيتات:** تتم صباغة ثلاثي الأسيتات كما ذكرنا سابقاً عند حرارة 120 م°، وهذا ما لا يمكننا تطبيقه بوجود الصوف، لذا فإننا نجد أنه من الأفضل الاعتماد على الفورمول بمعدل 1% من وزن الصوف لنتمكن من رفع درجة حرارة الحمام الصباغي حتى 110-115 م°.

## مقياس الطيف الضوئي " السبكتروفوتومتر "

**1- مقدمة:** واكب التطورات العلمية الواسعة التي يشهدها العالم المعاصر جملةً من القيم والمعطيات ضمن جملة المواصفات التي يجب أن يتمتع بها أي مُنتج ليضمن مُنتجُه المنافسة والتسويق في عالمٍ احتدت معه سياسات المنافسة والتطوير، فبرزت الحاجة لشهادات الجودة كالأيزو والاكو و...

أما في عالم الصناعات النسيجية فقد أصبحت الثباتيات على الغسيل والاحتكاك والضوء... أمراً عادياً، بل زاد على ذلك التدقيق على اللون ضمن مجال درجة السماح التي 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 (121):



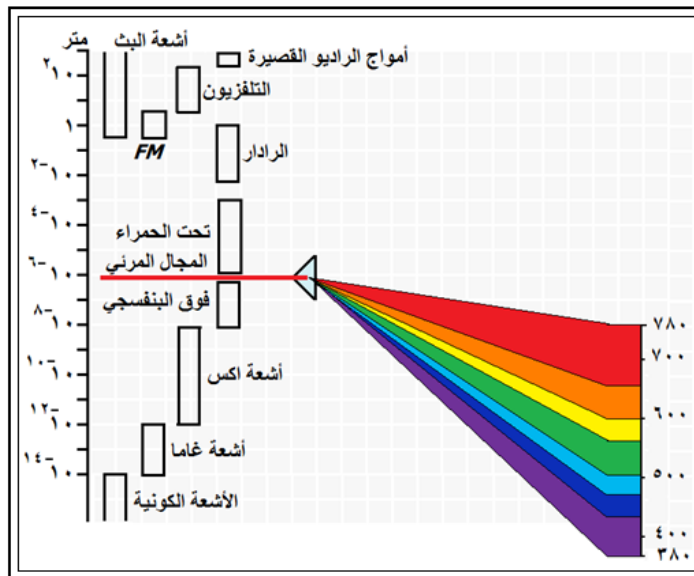
الشكل 121: تقدير فرق درجة واتجاه اللون بالعين

**2- الأشعة المرئية أو الطيف المرئي:** يتألف الضوء الوارد من حولنا سواء أكان من الشمس أم صنعياً من مجموعة أشعةٍ مختلفة طول الموجة كما في الشكل (122):

أنواع الأشعة الضوئية						
٧٠٠ >			< ٤٠٠ ميليمكرون			
الأشعة تحت الحمراء " موجات الراديو "		الأشعة المرئية	فوق البنفسجية	أشعة اكس	أشعة غاما	
المجال المرئي <i>Visible spectrum</i>						
٧٠٠ >			< ٤٠٠			
٧٠٠ - ٤٠٠ ميليمكرون						
تحت الحمراء	أحمر	برتقالي	أصفر	أخضر	أزرق	بنفسجي فوق البنفسجي

الشكل 122: أنواع الأشعة الضوئية

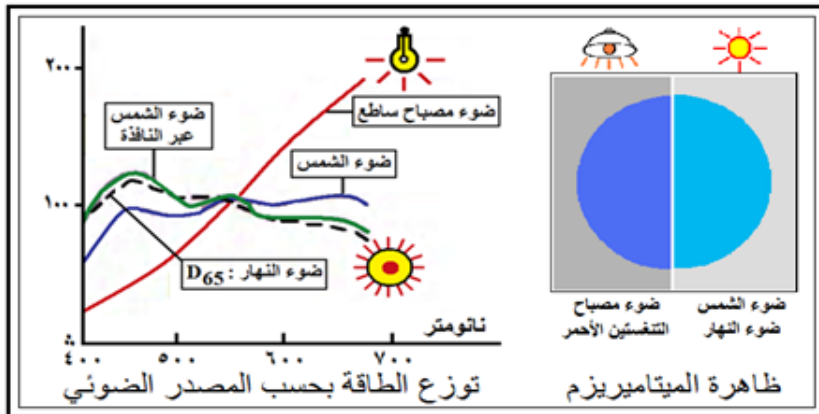
وتتحلل الأشعة المرئية بمرورها على موشر زجاجي إلى ألوانها الأساسية السبعة كما هو وارد في الشكل (123):



الشكل 123: 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 الميتميريزم والتي تعرف على أنها اختلاف اللون باختلاف المصدر الضوئي كما في الشكل (124):



الشكل 124: ظاهرة الميتميريزم

وتعد الشمس المصدر الضوئي الأول، إذ لم يتمكن العلماء إلى اليوم من اصطناع مصدرٍ ضوئي يحاكيها إشعاعاً، فهي تطلق ما يعادل 14% فقط من طاقتها على شكل إشعاع، في حين يُطلق المصباح الكهربائي 2% من طاقته 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.

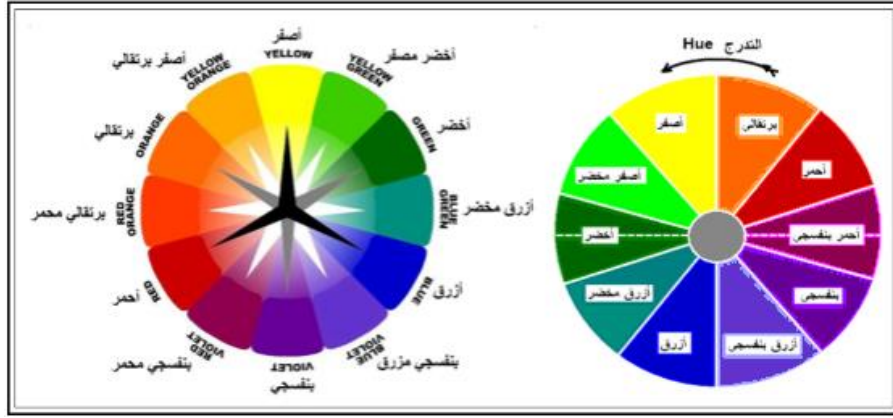
**3- الألوان المتكاملة:** يحوي جزيء المركب الملون إلكترونات حرة يمكنها التحرك أو الطنين والقفز من مدارٍ رابطٍ إلى آخر ضد الربط على كامل مساحة الجزيء، فتنقل من مستوى طاقي إلى أعلى بامتصاصها للطاقة الواردة عبر الموجات الضوئية الساقطة على الجزيء، ولا تلبث أن تعود إلى مستواها الأصلي مطلقاً ما امتصته من طاقةٍ من جديد، وتصل الأشعة المنعكسة لشبكية العين لتتحسسها على شكل لون، فترى العين الأطوال المنعكسة لونها، بحيث يسمى طول الطائفتين المنعكسة والممتصة باللونين المتكاملين كما في الجدول (164):

الجدول 164

أطوال أمواج ألوان الطيف واللون المتكاملان			
آلية الرؤية	اللون المنعكس	اللون الممتص	طول الموجة بالأنغستروم
	أخضر مضفر	بنفسجي	4000-4350
	أصفر	أزرق	4350-4800
	برتقالي	أزرق مخضر	4800-4900
	أحمر	أخضر مزرق	4900-5000
	أرجواني	أخضر	5000-5600
	بنفسجي	أخضر مضفر	5600-5800
	أزرق	أصفر	5800-5950
	أزرق مخضر	برتقالي	5950-6050
	أخضر مزرق	أحمر	6050-7500

**4- 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.

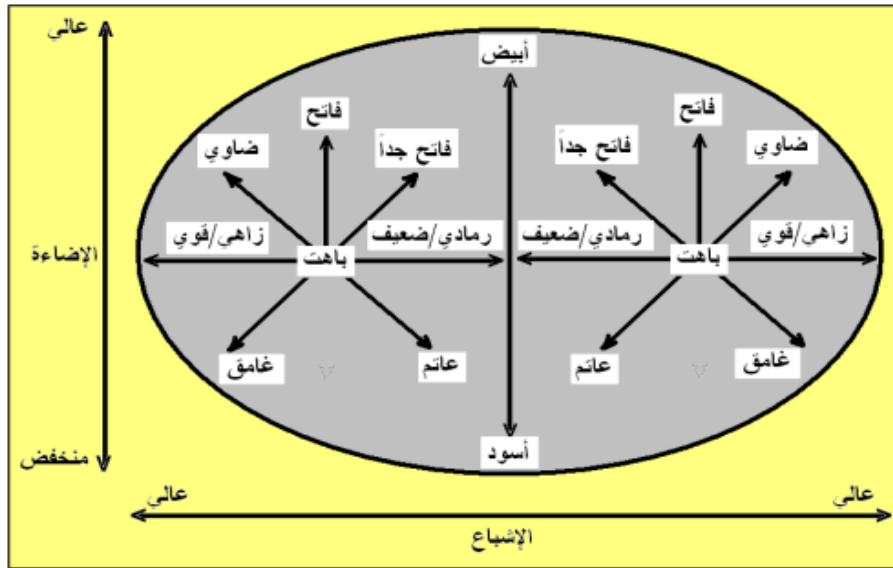
**1-4- التدرج اللوني Hue:** ويميز كنية اللون، كأن نقول أحمر أو برتقالي ... ونسميه بالتدرج لرمزيته في انتقال اللون من نقطة إلى أخرى بالتدرج كما في الشكل (125):



الشكل 125: قرص الألوان

**2-4- 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.

**3-4- 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 (126):



الشكل 126: بناء كرة اللون

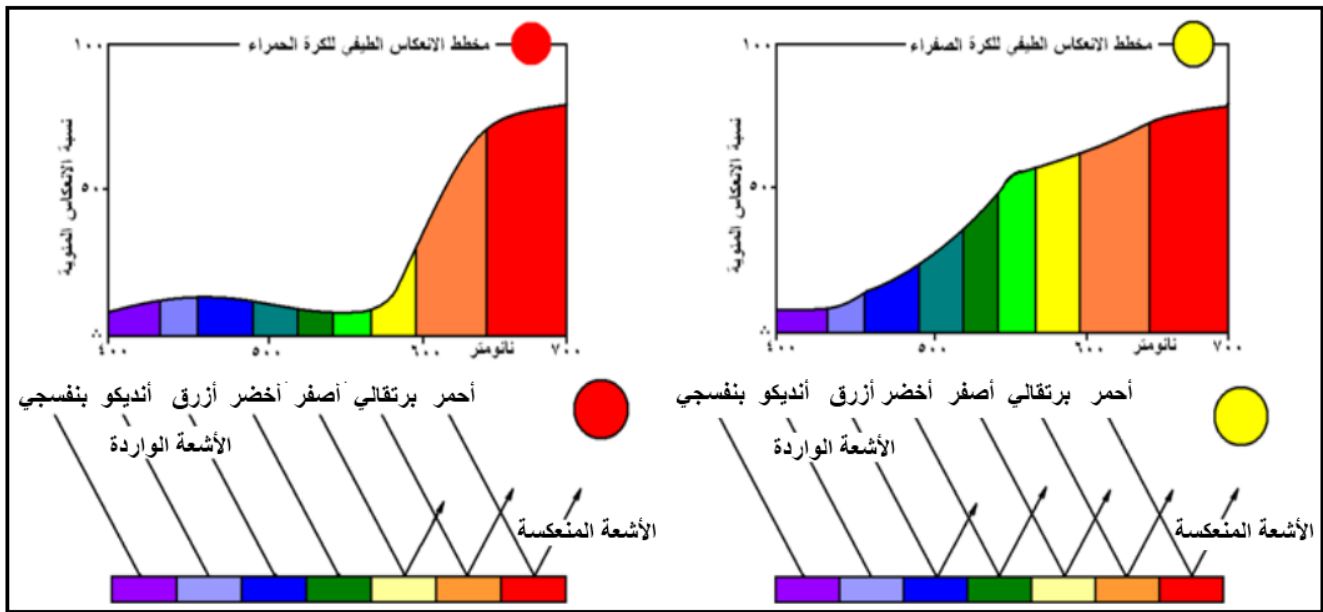
ومنهم من يدعو هذه الخاصية بدرجة الإشباع اللوني أو Chroma مدللين على انتقال اللون من الأحمر القاني إلى الخمري مثلاً.

**4-4- الطول الموجي Wave Length:** تتوزع الألوان عند تحليل الطيف المرئي على الموشور الذي يسبب انكسار الضوء إلى عناصرها 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 (127).

**5-4- النقاوة Purity:** ونقارب مع هذه الصفة اللون مع درجة البياض الذي يحمله.

**6-4- الإضاءة Luminance:** وتعبّر عن كمية الضوء المنعكس إلى العين من اللون المشار إليه.

**7-4- الإشباع اللوني Chroma:** وتدل هذه الخاصية على محتوى اللون من اللون الرمادي ذي القيمة 50 والواقع في مركز الكرة اللونية على حساب اللون الأصلي، ونجد هذه الخاصية بين اللونين الأحمر الضاهي مثلاً والخمري عبر التحرك من مركز الكرة الغني بالرمادي إلى المحيط الغني باللون الأحمر.



الشكل 127: مخطط الانعكاس الطيفي لكرتين صفراء وحمراء

**4-8- 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 اللوان هو اللون القادر على امتصاص أو عكس كمياتٍ متساوية جميع أطوال الأشعة الساقطة عليه.

وعلمياً لم يتمكن العلم إلى الآن من العثور على الجسم الذي يمكنه أن يعكس كامل الأطوال الموجية بل على 89 % فقط، أو على الجسم الذي يمكنه امتصاص جميع تلك الأطوال بل على أسود الفحم الذي يعكس ما نسبته 4.4 % فقط ويعتبر أشد الأجسام سواداً.

**5- أنواع أجهزة قياس الطيف الضوئي:** تتم عملية قياس اللون عبر مجموعة أجهزة نجد من أهمها:

أ- السبكتروفوتومتر "Spectrophotometer": يقيس الضوء المنعكس عند مجموعة من النقاط ليرسم منحنى خاص بكل لون ضمن نقاط الارتكاز: أحمر/أخضر، أصفر/أزرق، أبيض/أسود.

ب- الكرومتر "Colorimeter": يقيس اللون بطريقة العين البشرية، أي ضمن نقاط ارتكاز: أحمر/أخضر/أزرق.

ج- الدينسيتومتر "Densitometer": يشبه الكرومتر بفارق أنه صُمم لمواد خاصة كأحبار الطباعة والتصوير.

**6- جهاز السبكتروفوتومتر:** يتم تعيين تركيب أو تركيز اللون حالياً على جهاز السبكتروفوتومتر الذي يمكنه قياس الضوء الذي ينفذ 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.

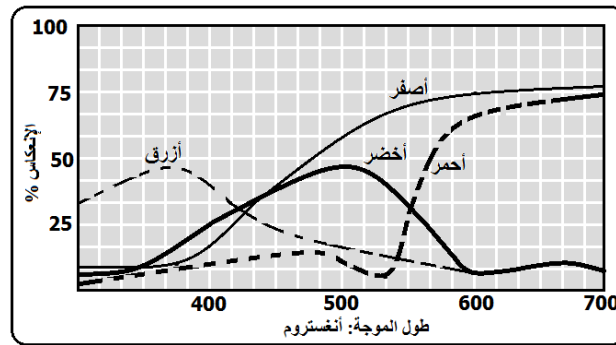
• جهاز بيان Indicator Device.

ويعمل الجهاز أساساً على عمل المونوكروماتور الذي يمرر طول الموجة الوحيد، لكونه مؤشر يتلقى الأشعة الضوئية ويحللها ويرسل بطول موجة وحيد يمكننا اختياره للعينة التي تحولها لطاقة كهربائية بتيار كهربائي ضعيف يمكن للمكبر أن يحوله لجهاز البيان لتتمكن من قراءته وتسجيله.

ويقوم مبدأ قياس لون المنسوجات على أساس منحنيات اللون المنعكس عنها Reflatance 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، وببين لنا الشكل (128) الفوارق بين العين البشرية والكالر متر والسبكتروفوتومتر في آليات قراءة اللون، في حين نستعرض في الشكل (129) 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 	كالر متر مقياس اللون
معطيات اللون الرقمية	حاسوب ميكروي	حاساس	
L*: 43.31 a*: 47.63 b*: 14.12			سبكتروفوتومتر مقياس الطيف
معطيات اللون الرقمية	حاسوب ميكروي	حاساس طيفي	الضوئي

الشكل 128: الفوارق بين آليات عمل العين البشرية والكالر متر والسبكتروفوتومتر



الشكل 129: أمواج ألوان الأصفر والأحمر والأزرق والأخضر

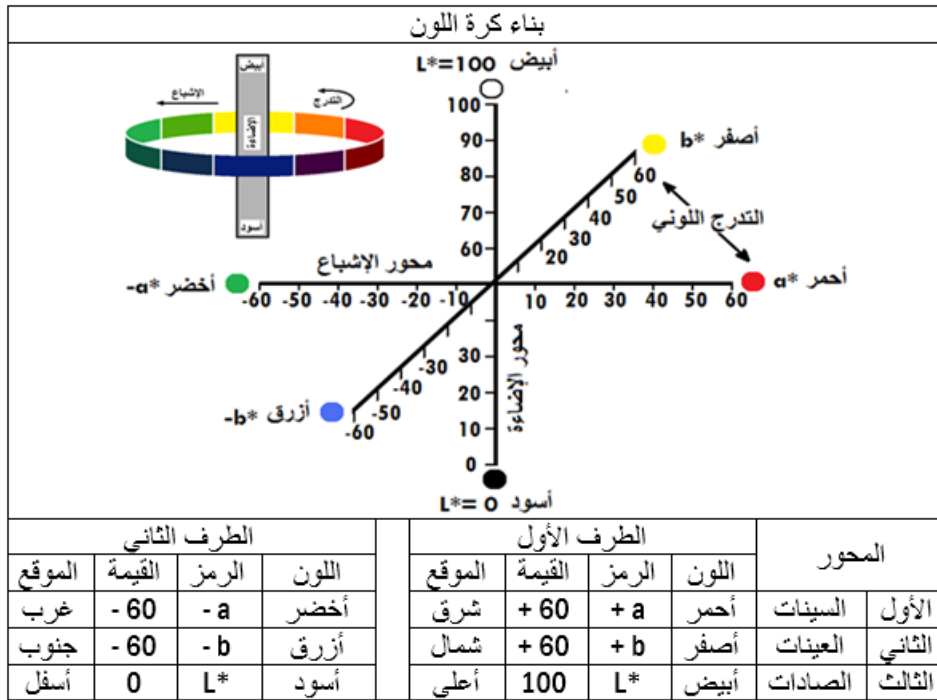
وتعتمد الخواص الفيزيائية للون النسيج على منحنيات انعكاس السطح الملون وطاقة الضوء المستخدم، ولكون تبدد الضوء أو توزعه في النهار يأخذ أشكالاً متعددة فقد اعتمدت مصادر ضوئية ثلاثة كما في الجدول (165):

الجدول 165

المصادر الضوئية الثلاث المعتمدة		
المصدر	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

العلاقة بين الطاقة النسبية وطول الموجة

7- بناء كرة اللون: تقوم كرة اللون على جملة احداثيات ثلاثية الأبعاد أو المحاور كما يبين الشكل (130):



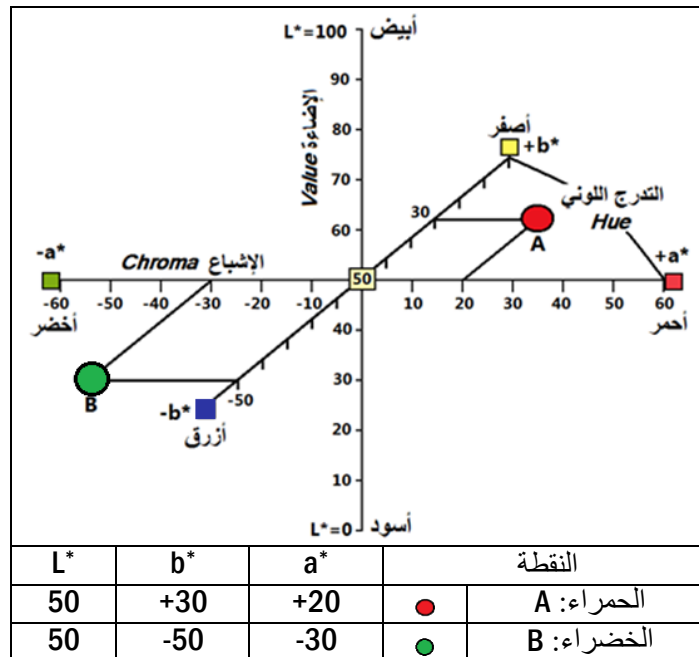
الشكل 130: تفصيل بناء كرة اللون

8- الأنظمة اللونية الرياضية: قدمت اللجنة الدولية للإضاءة عام 1976 معياري لونين موحدين هما:

**CIE: International Commission on Illumination**

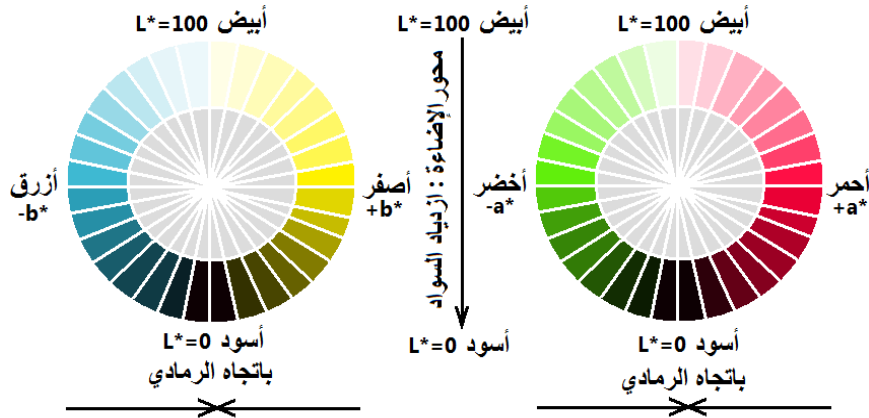
**CIELAB: (L\*a\*b\*) 1976 - CIELUV: (L\*u\*v\*) 1976**

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 بنقطين مثل A و B وحاولنا تعيين لونهما كأرقام كما في الشكل (131) لوجدنا:



الشكل 131: تعيين احداثيات نقطتين على كرة اللون

أما إن تحركنا على كرة اللون بصورة شاقولية فسنتقل 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 (132):



الشكل 132: تحرك الألوان بصورة عمودية على كرة اللون

9- الفروقات اللونية  $\Delta E^*_{CIELAB}$  &  $\Delta E^*_{CIELUV}$ : 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:

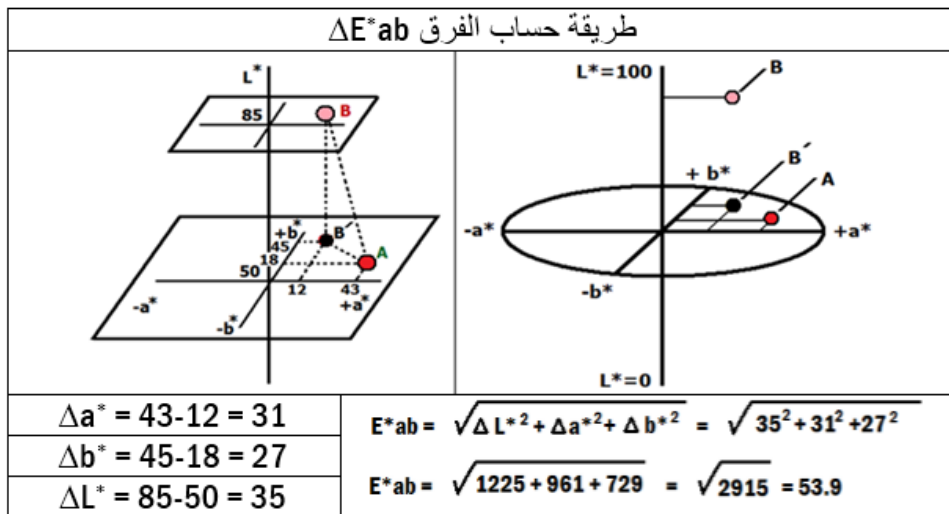
$$L^* \Delta a^* \Delta b^* \text{ or } L^* \Delta u^* \Delta v^*$$

إذ يشير الرمز لفرق واحد، في حين أننا نشير لكامل الفرق بـ:  $L^* \Delta a^* \Delta b^*$ ، ويمكننا تعيين قيمة  $\Delta E^*$  من تعيين المسافة على مخطط CIELAB التي يمكننا قياسها من العلاقة الرياضية في المثلث القائم الخاصة بتعيين طول الوتر:

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta u^*)^2 + (\Delta v^*)^2]^{1/2}$$

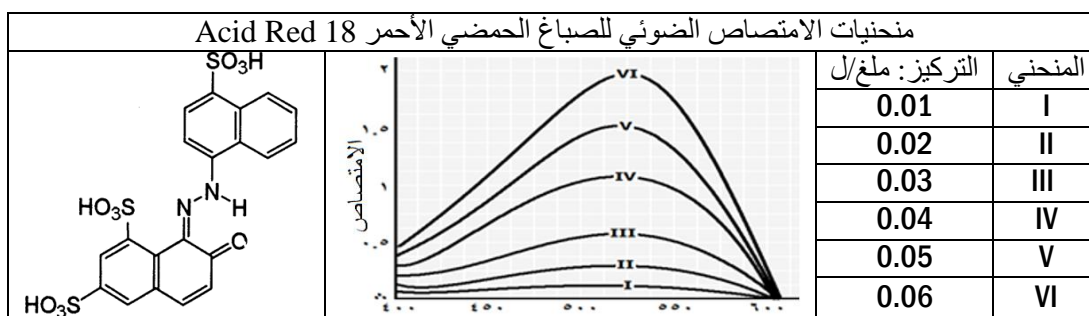
ولندرس وكمثالٍ عملي كيفية حساب الفرق بين لوني أحمر أحدهما A أغمق وأقل إضاءة من الثاني B بحسب تعابيرنا المتداولة، إذ أن أغمق تعني هنا أنه أكثر إشباعاً وبالتالي أقرب إلى محيط دائرة اللون المحددة على المحورين ab، أما أقل إضاءة فهذا يعني أن B يرتفع عن دائرة اللون هذه على محور الإضاءة باتجاه اللون الأبيض ما يعني أنه يتوجب علينا أن نجري عملية إسقاطٍ على الدائرة لتعيين قوة اللونين الأحمر والأصفر حسبما يبين لنا الشكل (133):



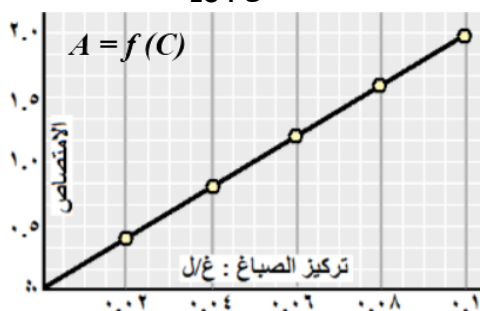
الشكل 133: طريقة حساب الفرق  $\Delta E^*_{ab}$

**10- 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  $\lambda_{max}$  كما هو حال مخططات امتصاص المحاليل الموافقة للصبغ الحمضي Acid Red 18 المبينة في الشكل (149) والتي يتبين لنا من خلالها أن الامتصاص الأعظمي له يقع في منطقة الطيف 490-510 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 (134)، 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 (135) الذي بين لنا أشكال أمواج الأصفر والأحمر والأزرق والأخضر.



الشكل 134



الشكل 135: منحنى المعايرة للصبغ الحمضي الأحمر 18



الشكل 136: 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 تركيزها التي يمكنه الوصول حتى اللون المطلوب من خلال جمعها مع بعضها البعض ما يعطينا التراكيز المطلوبة من الأصبغة اللازمة أو الداخلة في تركيب اللون المطلوب، وتقوم العملية ككل وفق الترتيب التالي المبين في الجدول (166):

الجدول 166

منهج استنباط وصفات توليف الأصبغة بآلية المطياف الضوئي: السبكتروفوتومتر	
1	صبغة: تطبيق 4 أو تراكيز للأصبغة المعتمدة
2	قياس: قياس شدة وكنه لون تراكيز العينات المصبوغة
3	توثيق: حساب وتخزين البيانات الناتجة K/S
4	قياس شدة وكنه لون العينة المطلوبة
5	اختيار ثلاثيات الأصبغة المناسبة
6	اختيار: اختيار وصفة اللون والأخذ بالتوليفة المحققة للمواصفات المطلوبة بالكلفة الأقل
7	اختبار: تطبيق وصفة اللون مخبرياً
8	قياس: قياس شدة وكنه لون العينة المخبرية
9	مطابقة: المطابقة بين اللون الناتج مخبرياً مع عينة اللون المطلوبة لتصحيح الوصفة
10	تطبيق الحمام الصباغي

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، R<sub>0</sub>: 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

**1- 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 كسلعةٍ نطرحها في الأسواق.

ولقد مرت الصناعة النسيجية بأطوارٍ عديدة، فكان جُلُّ 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 وذاك التلوث الإشعاعي الذي تسببه عشرات الأقمار الصناعية الفضائية التي تخدم التطور الإعلامي وعالم الاتصالات الخليوية.

لقد انتهت أورة 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 الأوربية في طريقة تعاملنا معها تخوفاً من تلوث البحر الأبيض المتوسط الذي يعتبر بصورة أو بأخرى بحيرة مغلقة تطل عليها أورة، فاضطرت الدولة لوضع القوانين الناظمة لطريقة تعاملنا مع البيئة، فبدأ العمل وفق قوانين تحدد:

1. مواصفات المياه العادمة.  
2. 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:

1. نوعية النسيج المراد صباغته. ووزنه النوعي وبالتالي نسب الحمام.  
2. نوعية الصباغ المراد تطبيقه ومواصفات التجهيز النهائي المطلوبة.  
3. طراز آلات الصباغة والتجهيز.  
4. إمكانية جمع أنواع الأصبغة المراد تطبيقها على المنسوجات المحاكاة من ألياف مختلفة في حمام واحد، إضافة لعوامل أخرى أقل أهمية.

**2- محتوى المياه العادمة الخارجة من المصاوغ:** يتبع تركيب مياه الصرف الصناعية المواد الداخلة كل من: الكيماويات والمواد المساعدة، الأصبغة، و مواد الإنهاء:

1-2- الحموض: حمض الخل، حمض النمل، حمض كلور الماء، حمض الفوسفور.  
2-2- القلويات: هيدروكسيد و كربونات و بيكربونات الصوديوم، هيدروكسيد الأمونيوم، فوسفات الصوديوم و تريبولي فوسفات الصوديوم.  
2-3- الأملاح: كبريتات و كلور و خلاص الصوديوم، كبريتات الأمونيوم، وبعض الأملاح الممكن اعتمادها كموانح حموضة أو قلوية.

4-2- المواد المؤكسدة: الماء الأكسجيني، هيبوكلوريت الكالسيوم أو الصوديوم، كلوريت و بربورات الصوديوم.

2-5- المواد المرجعة: هيدروسلفيت و كبريتيت و كبريت الصوديوم.

- 2-6- مواد تحلية المياه: أملاح الفوسفات، إيتيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخل EDTA، مشتقات: بولي الكربوكسيليك، بولي الأكريلات، بولي الفوسفونات، بعض مشتقات حمض أو مركبات الفوسفور العضوية.
- 2-7- العوامل الفعالة سطحياً: وتشمل الغوازل العضوية من مبللات ومنظفات ومزيلات بقع، وتنتزع بين مركبات أنيونية وكاتيونية ولاأيونية، ومذبذبة، ومن أهم الوظائف والمركبات الكيماوية في هذا السياق: ألكيل فوسفات، كبرينات الألكيل، ايتوكسيالات الأغوال الدسمة، استرات حمض الفوسفور، كبرينات ألكيل ايتز، كبرينات ألكيل أريل بولي غليكول ايتز، بعض مشتقات أميدات الحموض الدسمة، بعض الأغوال الدسمة، بعض أفراد مركبات الأمونيوم الربعية، ثنائي أوكثيل سلفوسوكسينات الصوديوم، ومركبات أخرى أقل أهمية، وقد تدخل بعض المذيبات العضوية في تحضير بعض أنواع مزيلات البقع.
- 2-8- عوامل البعثة والتسوية: سلفونات النفتالين، بعض الحموض الكربوكسيلية، استرات عطرية، ايتوكسيالات حموض عضوية، سلفونات ألكيل أريل، سلفونات عطرية، ألكيل أمين ايتوكسيالات، منتجات تكاثف حمض السلفونيك مع الفورم ألدهيد " السيتامول"، ايترات عطرية، مشتقات ايتوكسيالات أمين حمض دسم، بولي فينيل البيرليدون، بعض الاسترات العطرية لحموض فوسفورية وكربوكسيلية، بولي ايتوكسي ألكيل أمين، بولي الأمين.
- 2-9- 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.
- 2-10- مضادات التكسير: فوسفات الألكيل، أميدات حموض دسمة، بعض استرات حمض الفوسفور، حموض أميدية، بولي أكريل أميد.
- 2-11- مخمدات الرغوة: بولي سيلوكسان، بعض استرات الحموض الدسمة، كبرينات ألكيل ايتز، بعض الأغوال الصناعية، مزائج فحوم هيدروجينية أليفاتية.
- 2-12- مزيلات النشاء: أنزيم الأميلاز.
- 2-13- مثبتات أصبغة: حموض سلفون عطرية، ثنائي ميتيلول ثنائي هيدروكسي إيتيلين يوريا، يوريا فورم ألدهيد، ميلامين فورم ألدهيد.
- 2-14- مضادات تكسير وتجعد: ثنائي ميتيلول ثنائي هيدروكسي إيتيلين يوريا معدلة.
- 2-15- مطريات: منتجات تكاثف حموض دسمة مع شموع، بولي الايتيلين، منتجات تكاثف ألكيل أمين، استرات حموض دسمة، أميدات، حموض دسمة، مركبات البولي سيلوكسان، مركبات سيليكونية.
- 2-16- مضادات الكهرباء الساكنة: بولي غليكول ايتز، ايتوكسيالات ألكيل أمين، فوسفات الألكيل، مركبات أمونيوم ربعية.
- 2-17- مواد كارهة للماء (وتربروف): راتنجات فلوروكربونية مع منتجات تكاثف مركبات عالية الوزن الجزيئي وشموع، مجموعة ثنائيات سوسيانات، مركبات أمونيوم ربعية، أغوال أليفاتية.
- 2-18- مواد تقسية: بولي فينيل أسيتات، نشاء، بولي أوريتان، بولي فينيل الأغوال، كربوكسي ميتيل سيليلوز.
- 2-19- مواد تلبيس: بوليستر أليفاتية مع بولي أوريتان، بوليميرات مشتركة من البوتادين واكلرلونتريل، بوليميرات مشتركة من البوتادين والستيرين.
- 3- الأصبغة: تتنوع تراكيب الأصبغة تنوعاً كبيراً وتصنف بحسب ما سبق ومر معنا وفق المبدأين: الكيماوي والتطبيقي، وقد مر معنا في الجدول (53) البنى الكيماوية الممنوعة المسببة لمنع الأصبغة.
- وهكذا نجد أنفسنا أمام مجموعة ضخمة من الكيماويات علينا الفصل بينها وبين الماء أولاً، ومعرفة كيفية التخلص منها كفايات دون أو بأقل أذى بيئي ممكن ما يضعنا أمام السؤال المهم: كيف نبدأ وكيف نعمل؟ لذا فإننا سنعرض هنا للمبادئ الأساسية في معالجة التلوث.

4- مفاهيم ومصطلحات عامة لدراسة التلوث المائي: اعتمدت لدراسة التلوث المائي مجموعة رقمية تمكننا من تقدير درجات التلوث:

4-1- **الطلب الكيماوي للأكسجين C.O.D**: وزن الأكسجين الذائب اللازم لتفاعلات الأكسدة الكيماوية التي تؤدي للتفتية، ويقاس عادة بتهضيم " 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 الأزوت 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).

4-2- **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 20 م ولمدة خمسة أيام في الظلام، ويرمز لها وفق شروطها النظامية على الشكل:

(BOD)<sub>5</sub><sup>20</sup>: الطلب البيولوجي أو الحيوي للأكسجين في خمسة أيام بدرجة حرارة 20 م

4-3- **المواد الصلبة المعلقة T.S.S**: عدد ميليغرامات المواد الصلبة المعلقة غير المنحلة في ليتر واحد من الماء الملوث.

4-4- **المواد الصلبة المنحلة T.D.S**: عدد ميليغرامات المواد الصلبة المنحلة في ليتر واحد من الماء الملوث بعد تجفيف عينة مرشحة.

4-5- **المواد الصلبة الكلية T.S**: وهي مجموع المواد الصلبة المعلقة والمنحلة.

ونرى في الجدول (167) محضراً رسمياً لتحليل عينة ماء ملوث من مصبغة متخصصة بالاكريليك من مخبر كلية الهندسة بجامعة حلب.

الجدول 167

تحليل عينة ماء عادم ملوث			
مخبر كلية الهندسة بجامعة حلب من مصبغة متخصصة بالاكريليك			
م	الموصفة	التركيز: ملغ/ل	الحد المسموح: ملغ/ل
1	المواد الصلبة الكلية TS	866	-
2	المواد الصلبة المعلقة TSS	98	500
3	المواد الصلبة المنحلة TDS	768	2000
4	طلب الأكسجين الكيماوي COD	1210	1600
5	طلب الأكسجين الحيوي BOD	520	800
6	الناقلية الكهربائية	920	-
7	الكروم الكلي	0.12	2
8	الزيوت والشحوم	2	100
9	التركيز الهيدروجيني	4.3	pH:6.5-9.5
10	الكلور	88	600
11	الصوديوم	68	-
12	النترت	407	-
13	القلوية " البيكربونات "	215	-
14	الألمنيوم	0.01	100
15	الأمونيوم	8	1000
16	الكبريتات	65.8	-
17	النترات	40	20
18	الفوسفات	1.36	-
19	الحديد	0.001	10
20	الرواسب بعد 30 دقيقة	1	-
21	المواد الصلبة المتطايرة	2.17	-
22	المواد الصلبة المعدنية	649	-

5- قابلية التحلل الحيوي للمركبات العضوية: تتم عمليات التحلل الحيوي عادة بالاعتماد على البكتريا الموجودة في الحمأة أو ما نسميه بالوحل الحيوي، وتجري عادة على مرحلتين اثنتين:

1. مرحلة الامتزاز السريع على الوحل الحيوي " الحمأة ".
2. مرحلة الأكسدة البطيئة والتي يتم فيها تحول المركبات العضوية إلى ثاني أكسيد الكربون وماء في وسط هوائي.

وتتأثر هاتان المرحلتان بعوامل كثيرة من أهمها:

1. أعداد البكتريا وأنواعها والمحمولة على الوحل الحيوي.
  2. كمية الأكسجين المنحلة في الوحل أو السائل الملوث.
  3. درجة الحرارة.
  4. 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 0.1 ملغ / ل أي 0.1 ج.م.م.
    - يتوقف عمل البكتريا نهائياً عند احتواء مياه الصرف على أيونات الكبريت بنسبة 25 ملغ/ل أي 25 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 البعض كما يبين الجدول (168):

الجدول 168

قابلية بعض المركبات الكيماوية للتحلل الحيوي	
المركبات العضوية	قابلية التحلل الحيوي
الفحوم الهيدروجينية المشبعة " الالكانات "	غير قابلة، وتسمم عملية التحلل أحياناً
الفحوم الهيدروجينية الأوليفينية " الالكانات "	تتحلل بصعوبة
الفحوم الهيدروجينية المكورة	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
السيونونات	تتحلل بسرعة متوسطة
مركبات السيانور	تتحلل بيكتريا خاصة ولتراكيز دون 50 ملغ/ل
كبريتات الألكيل	سهلة التحلل
سلفونات الألكيل	تتحلل بسرعة بوجود بكتريا مناسبة
الأغوال والحموض الدسمة	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 (169) الذي يبين قيمة (B.O.D) لبعض المركبات العضوية بدلالة زمن تلامسها مع البكتريا مقدرة باليوم وعند حرارة 5 م°، والذي يبين أن قيمة (B.O.D) لأحادي ايتانول أمين لم تعان من أي انخفاض خلال الخمسة أيام الأولى لتزيد عن الـ: 50 % في الأيام الخمسة التالية ما يدل على أن ظهور البكتريا الخاصة بها يستغرق أكثر من خمسة أيام، بينما نجد أن ثلاثي إيتيل أمين ظل بطيء التحلل بحيث أنه لم يتحلل منه سوى 6 % خلال عشرين يوماً:

الجدول 169

قيم $(B.O.D)_5^{20}$ لبعض المركبات الكيماوية					
المركب	5	10	15	20	50 يوم
أحادي ايتانول أمين	0	58.4	61.2	64	75.6
ثنائي ايتانول أمين	0.9	1.4	3.2	6.8	-
ثلاثي ايتانول أمين	0	0.8	2.6	6.2	-
أسيتون	55.4	71.8	78.2	78.2	-
ميثيل إيزو بروبيل سيتون	4.4	49.3	55.9	56.6	64.8
أسيئات إيزو بروبيل	12.7	40	40	40	-
بوتانول-2	0	44.2	69.2	72.3	77.9

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 قلويّاً برغم قدرة بعضها على التلاؤم في الوسط الضعيف الحموضة.

6- مبدأ معالجة مياه الصرف الصناعية: تتم معالجة مياه الصرف الصناعية عبر مراحل أساسية ثلاث: التصفية، الترسيب بالمكثلات، المعالجة الكيماوية الحيوية.

6-1- التصفية: وتتم بهدف فصل الرواسب الصلبة وبعض النفايات على شبكٍ معدني بأقطار فتحات متباينة.  
6-2- التخثير: تؤخذ المياه بعد التصفية إلى حوض الترقيد حيث يتم تجميعها ليصار إلى قياس درجة حموضتها وتعديلها بما يلائم نوعية العامل المُكثّل الواجبة إضافته، فقد وجد أن أفضل درجة حموضة عند استخدامنا للأملاح 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 بإزالتها للقوى الدافعة المتمركزة على سطح الدقائق الغروية المعلقة في الوسط المائي، ومن ثم تجميع هذه الدقائق إلى بعضها البعض نتيجة الحركة البراونية في السائل لتصبح دقائق ذات أبعاد 0.1 ميكرون لا تلبث أن تنمو شيئاً فشيئاً حتى تصبح قادرةً 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 لتشكيل الهيدروكسيد المنحلة، ويمكننا الاستعاضة عن كبريتات الألمنيوم المائية بألومينات الصوديوم  $NaAlO_3$ .

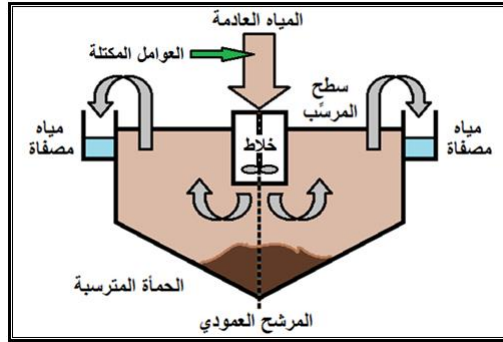
أما عند استخدامنا للأملاح الحديد فيكون مجال درجة حموضة العمل عند  $pH: 5-10$ ، لنحصل على مكثلات أثقل من مكثلات الألمنيوم ما يجعل سرعة ترسيبها أعلى، ويكمن عيبها بإعطائها كمياتٍ رواسبٍ كبيرة يصعب علينا التخلص منها بسهولة، ومن أهم أملاح الحديد المستخدمة لهذه الغاية نجد: كلور الحديد  $FeCl_3$ ، كبريتات الحديد  $Fe_2(SO_4)_3$ .

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 الفعالة فنجد الأمينات المتكاثفة الكاتيونية، والتي يمكنها تزغيب الأصبغة السالبة بحيث تبدأ بالترسيب بعد ساعة أو ساعتين، وتتميز بإمكانية مزجها مع المكثلات العضوية واللاعضوية.

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 2 م<sup>3</sup>/ ساعة في حال استخدام الأملاح المعدنية كمكثلات، وتعطي عمليات الترقيد مردوداً يتراوح بين 35 - 70 % من قيمة COD و 10-30% 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 بالترفيد، ويُعدّ حصولنا على كميات رواسب كبيرة واعدة 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 (137) ترسيماً لأحد أحواض الترسيب المخروطي الشكل، والذي يسهل علينا تفريغ محتواه من المواد المتخثرة من جهة، ويسرع من عملية الترسيب من جهةٍ أخرى:



الشكل 137: المرشح العمودي

**6-3- المعالجة الكيماوية الحيوية:** بعد الانتهاء من عمليات التصفية والترفيد نبدأ بتطبيق المعالجة الكيماوية الحيوية بأحواضٍ تحوي مزارع بكتريا محمولة على الوحل المنشط بالهواء أو على سطوح مسامية خفيفة يمكنها احتواء مثل هذه المزارع.

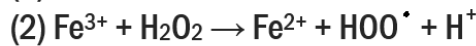
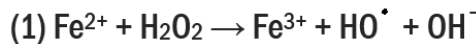
وغالبا ما تتم المعالجة في أبراج يرذ فيها الماء الملوث من أعلى ويضخ فيها الهواء الجوي من الأسفل مع فتحات جدارية زجاجية تسمح لضوء الشمس بالدخول إلى البرج، وقد تتجاوز قيمة (B.O.D) هنا نسبة 80 % بحسب:

- زمن البقاء أو سرعة المرور.
- كمية ونوع البكتريا.
- كمية الضوء الداخلة إلى برج المعالجة أو حوض الترسيب ودرجة الحرارة.
- غزارة الهواء الجوي الداخل للبرج.
- نوعية وطبيعة الملوثات الداخلة مع الماء.

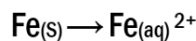
وهذا ما يستوجب المراقبة المستمرة للشروط التي يعمل فيها البرج.

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 الطول عبر أغشية خاصة ترفع من التكاليف بشكل كبير نسبياً.

**7- المعالجة بالأكسدة المتقدمة:** تجري عملياً هذه المعالجات بتأثير بعض المؤكسدات مثل الماء الأكسجيني أو الأوزون أو الهيبو كلوريت على المياه العادمة، مع وسيط كأيونات الحديد الثنائية وعند درجات حموضة وحرارة ملائمة لكل عامل مؤكسد...



**8- المعالجة بالتخثير الكهربائي (Electroflocculation):** يقوم مبدأ هذه المعالجة على ما تحمله الملوثات من شحنات سالبة تجعلها تتنافر مع بعضها البعض، 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 والعكارة 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.

**9- 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 للكور 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 (170):

الجدول 170

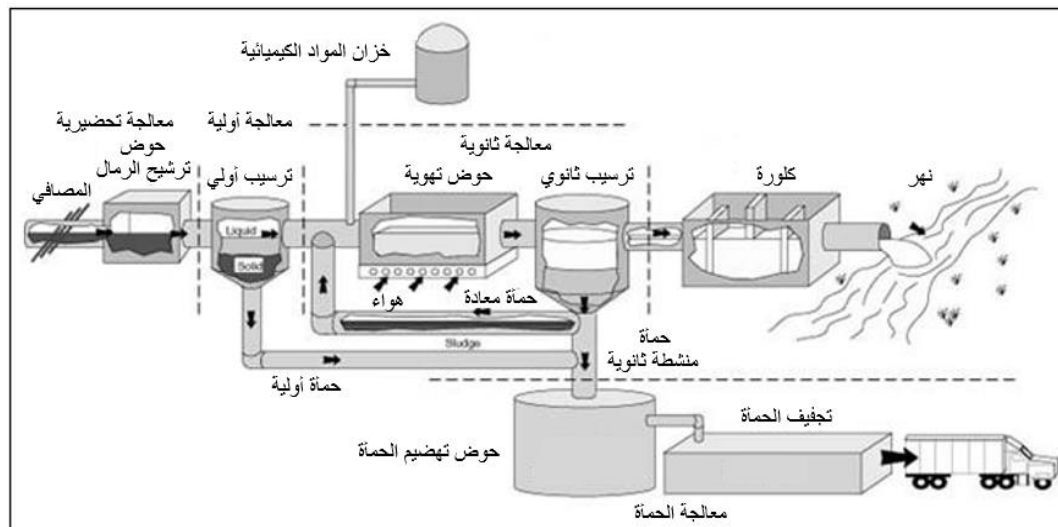
تصنيف الترشيح بالأغشية بحسب أقطار المسامات	
Microfiltration: MF	الفلتر الميكروية الدقيقة
Ultrafiltration: UF	الفلتر ما فوق الميكروية
Nano filtration: NF	الفلتر النانومترية
Reverse Osmosis: RO	التناضح العكسي

ويتم صنع هذه الأغشية من بوليميرات سيلولوزية 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 (171) خواص كل منها:

الجدول 171

نوع الغشاء				الخواص
RO	NF	UF	MF	
0.001-0.0001	0.01-0.001	0.2-0.05	2-0.08	أقطار المسامات: $\mu\text{m}$
المواد العضوية ذات الوزن الجزيئي أكبر من 100 الشوارد	المواد العضوية ذات الوزن الجزيئي أكبر من 300 بعض المواد الصلبة المنحلة مواد أخرى	المواد العضوية ذات الوزن الجزيئي أكبر من 1000 الفيروسات، البكتيريا، الغزويات	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 (138) تصميماً لمحطة معالجة مياه صناعية عادمة متكاملة:



الشكل 138: محطة معالجة متكاملة

## البحث الثامن

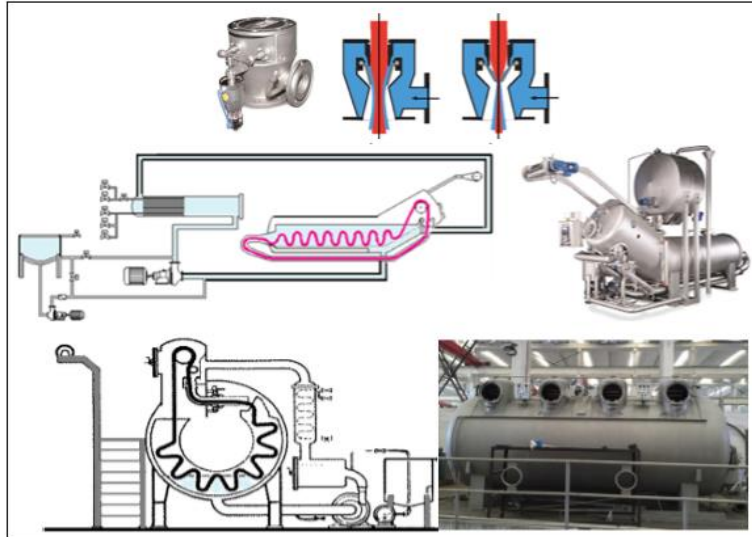
### آلات الصباغة

**1- آلات الصباغة:** تتوزع آلات التحضير والصباغة والتجهيز النهائي بين أنماطٍ متعددة، ويلخص الجدول (172) معظم الآلات المعتمدة في العمليات الصباغية والتي نجد أن قسماً منها يمكننا استخدامه كألة تنظيف ومن ثم آلة صباغة:

الجدول 172: آلات الصباغة

آلات الصباغة		
المستمرة	المتقطعة	آلات طريقة الاستنزاف
أسطوانية	صباغة قماش	جت طويل
شبيكية		جت مدور
صباغة القماش العريض بطريقة الأسطوانات المزدوجة		أوفر فلو
J-box		ونش
صباغة الثوب بطريقة الحجز		جيكور
آلة الونش المستمرة		بيم " هاتيه "
طريقة التبخير: قماش عريض	صباغة غزول ملفوفة	شلة بمبدأ تدوير السائل
طريقة الترموزول " التثبيت الحراري "		شلة بمبدأ رذ السائل
طريقة النفثول للقماش العريض		كون

**1-1- 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 البعض، وبالرغم من أن أكثره يتم إنتاجه على أساس احتمال شروط الحرارة والضغط العاليين " 130 م/3 بار " فإننا نجد أحياناً أن تصنيعه يتم على أساس الضغط الجوي العادي ودرجة حرارة الغليان " أي بحدود 100 م"، ونرى في الشكل (139) نموذجي آلة الجت.



الشكل 139: القاذف ونموذجا الجت الطويل والكروي

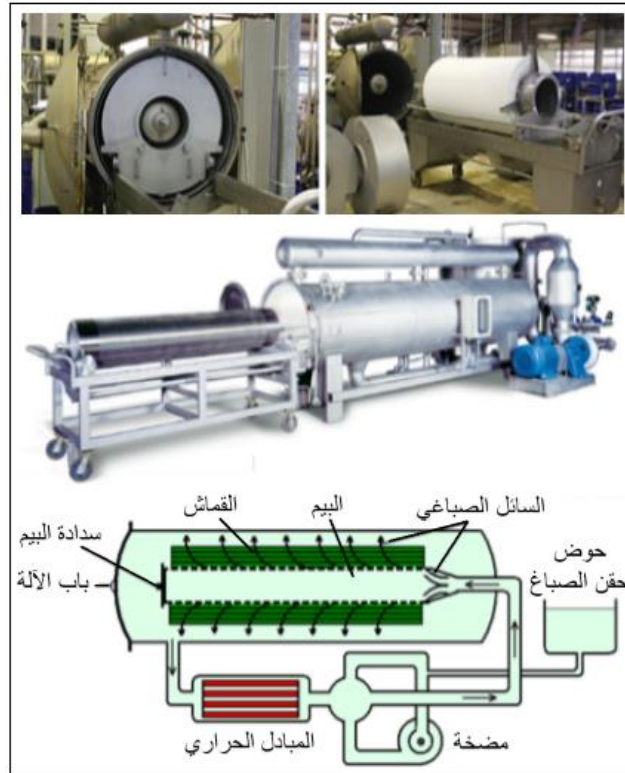
**1-2- الأوفر فلو:** يشابه الجت كثيراً " الشكل 140 " ويتميز عنه بعدم وجود القاذف وصولاً لتدفق حر للسائل، وبالتالي الفرصة الأكبر لعدم حدوث ظاهرة التكسير ولكنه لا يمنع من التفاف الحواشي. وغالباً ما يتم إنتاجه لشروط الضغط العادي وحين يصمم للحرارة والضغط العاليين يُسمى بحسب المصطلحات التجارية " سوفت فلو".





الشكل 140: الأوفرفلو

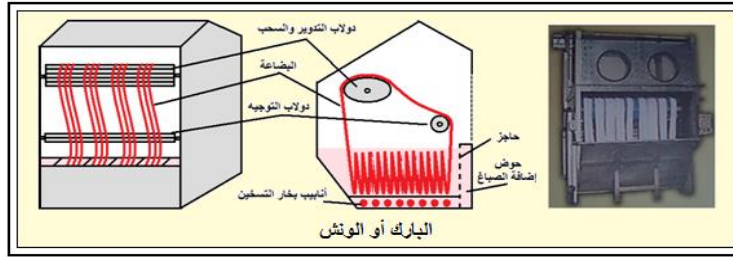
**1-3- البيم:** تُستخدَم هنا تقنية دوران السائل من داخل الأسطوانة التي يُلف عليها القماش إلى خارجها وبالعكس ما يستوجب تثبيت القماش حرارياً قبل لفة على أسطوانة الصباغ كي لا نتعرض لهروب الضغط بفعل انكماش القماش وتحرر بعض الثقوب الداخلية الطرفية للأسطوانة، وتتميز العملية الصباغية على البيم بعدم تعرضنا لظاهرة التكسير نهائياً وإمكانية رفع حرارة بعض الأقمشة الممزوجة مع النايلون للحرارة 130م 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 (141) نموذجاً لآلة البيم والتي يطلق عليها الاسم الشائع " الهاتيه ":



الشكل 141: البيم " الهاتيه "

**1-4- الونش:** تعمل هذه الآلة على مبدأ دوران دولا ب اهليلجي الشكل (لمنع توضع القماش فوق بعضه البعض 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 ترسيماً

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 (142) الونش العامل تحت الضغط الجوي العادي:



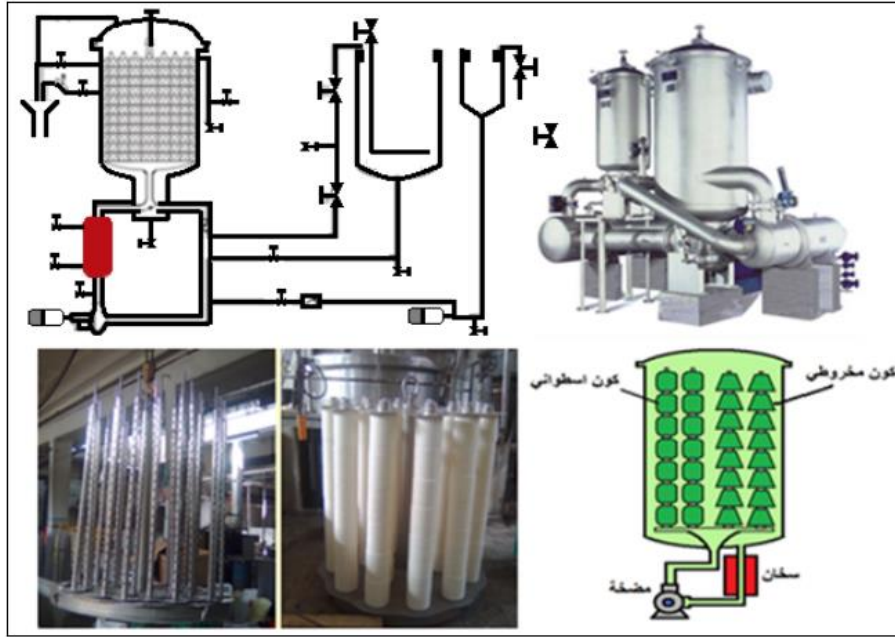
الشكل 142: الونش العامل تحت الضغط الجوي العادي

**1-5- 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، الفعالة، الكبريتية " السلفور"، الأحواض " الاندانتيرين"، 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 البعض، وإلى زمن غير بعيد كان الجيكر مُعداً للعمل تحت الضغط الجوي فقط، إلا أن الحاجة له لصباغة أصناف البوليستر أو مزائج العريضة جداً والتي قد تتعرض للتكسیر عند صباغتها على الآلات الأخرى " الستائر والبرادي" بدأت الشركات المصنعة للآلات تنتجه لاحتمال الحرارة والضغط العاليين وعلى شكل هيكل أسطواني أيضاً كما في الشكل (143):

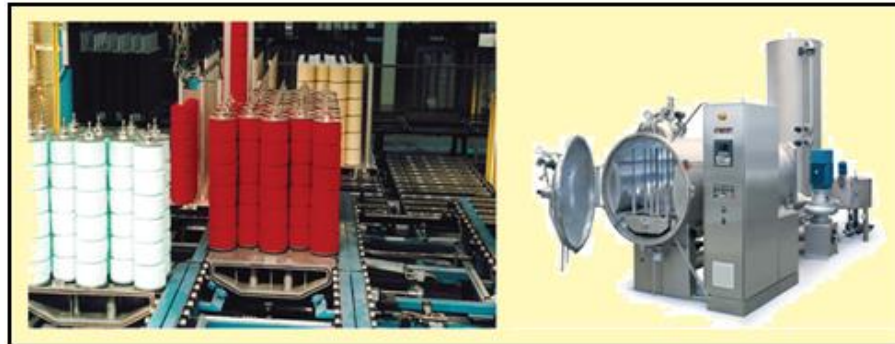


الشكل 143: الجيكر

1-6- آلة صباغة الألياف الملفوفة " الكون " وآلة صباغة الشعيرات: تعمل آلة صباغة الكون على تنضيد الكونات المثقبة البلاستيكية أو المعدنية فوق بعضها البعض وعبر قضيب يدخله السائل الصباغي المضغوط من الأسفل ليخرج من جوانب الكون وبالعكس، ونجد منها تصميماً عمودياً كما في الشكل (144)، وآخر أفقياً كما في الشكل (145):

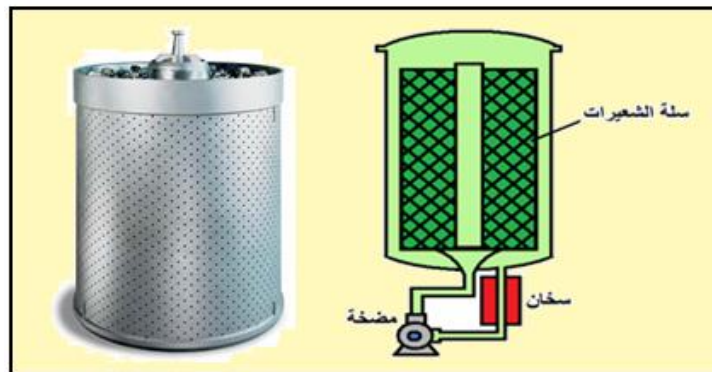


الشكل 144: آلة صباغ الكون العمودية



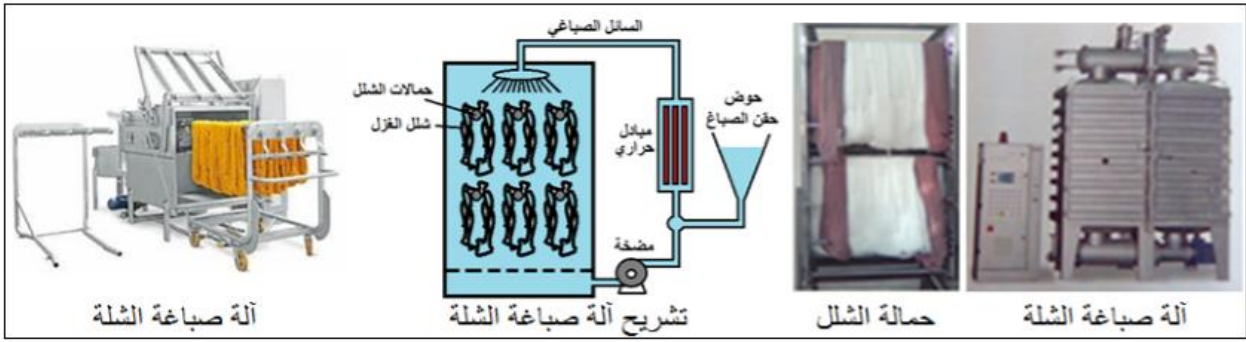
الشكل 145: آلة صباغ الكون الأفقية

وتتم صباغة الشعيرات بعد تعبئتها في سلال خاصة لينفذ السائل منها تماماً كما هي صباغة الكون " الشكل 146 ":



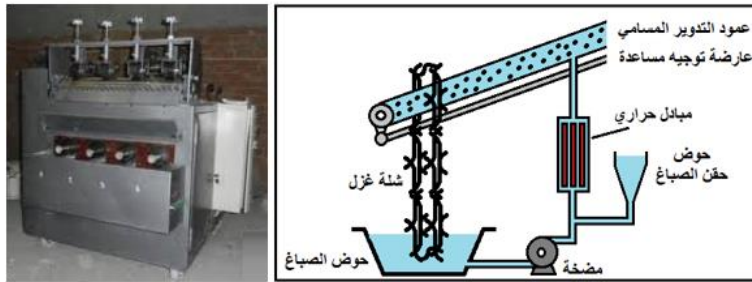
الشكل 146: آلة وسلة صباغة الشعيرات

1-7- آلة صباغة الشلّة: يتم في هذه الآلة تحويل الألياف المراد صباغتها إلى شلّة لِيُصار إلى تعليقها على حمالات خاصة بحيث يتم تدوير السائل الصباغي فيها من الأسفل إلى الأعلى بمضخات خاصة كما في الشكل (147):



الشكل 147: آلة صباغة الشلة

على أن هناك نموذجاً آخر لصباغة الشلة يقوم على عمود حمّال مُرَدِّذ يتم ضخ السائل الصباغي من خلاله، وتدور عليه الشلة طوال فترة حمام الصباغة ليبقى قسمٌ دائمٌ منها مغموس في حوض الصباغ كما في الشكل (148):



الشكل 148: آلة صباغة الشلة بالترديد

وتلحق بآلات صباغة الشلة تجهيزات تدوير خاصة لتحويل الكون إلى شلل وبالعكس كما نرى في الشكل (149):



الشكل 149: تجهيزات تحويل الكون إلى شلل وبالعكس

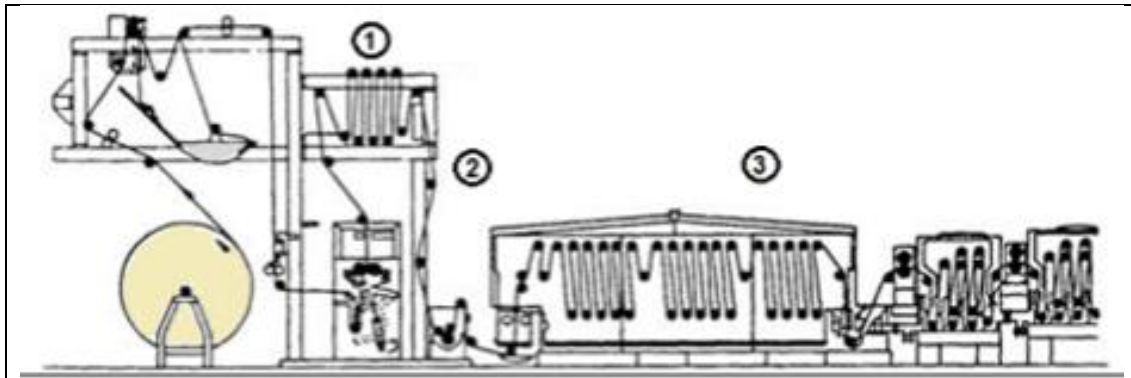
**8-1- آلات صباغة القطعة:** يشيع استخدام هذا النمط من الآلات لصباغة القطع التي كثيراً ما نضطر لتفصيلها ومن ثم صباغتها كما هي حال بعض أنواع الجوارب والقبعات العسكرية الصوفية...، وتتألف الآلة آنذ كما يبين الشكل (150) من حوض أسطواني مزود بسواعد خاصة لتحريك شبكات خاصة تحوي البضاعة.



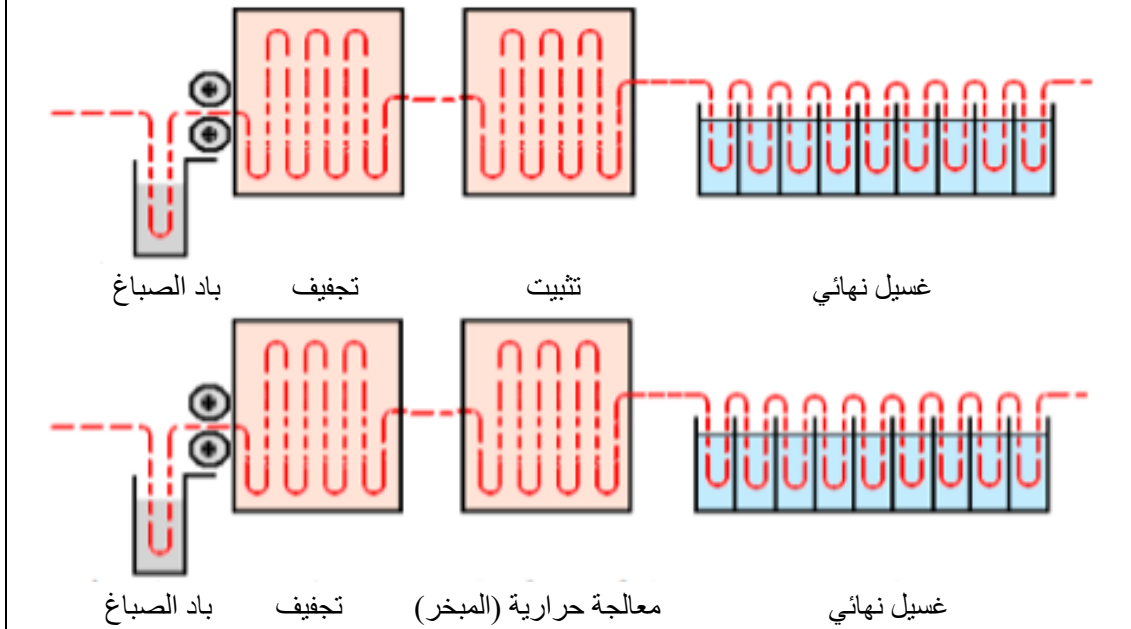
الشكل 150: آلة صباغة القطعة

**9-1 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 وقت 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 أحواضٍ 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 والفعالة 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 والتراكيز المطلوبة وحمولة القماش من هذه السوائل لنحصل على النتائج المتوخاة، ونرى في الشكل (151) نموذجاً لوحدة صباغة على الباد ووحدة الصباغة بطريقة التثبيت الحراري " الترموزول ".



1- مرحلة الباد لتثريب محلول اللصباغ، 2- باد الكيماويات اللازمة للعملية الصباغية  
3- مرحلة التبخير والتجهيز النهائي



الشكل 151: وحدتا صباغة على الباد والصباغة بطريقة التثبيت الحراري " الترموزول "

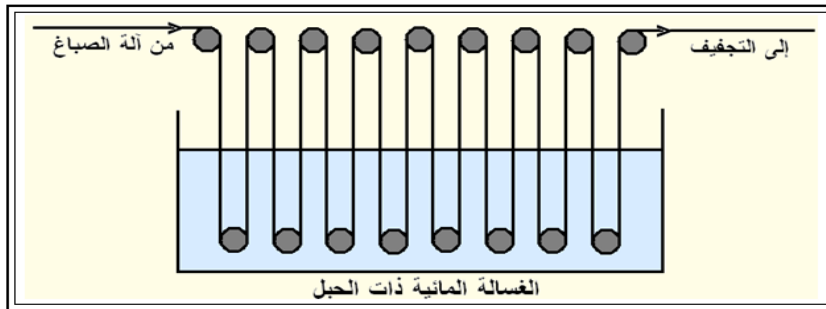
**2- عمليات الإنهاء:** لا يمكننا تداول الأقمشة بتحضيرها وصباغتها فقط، إذ لا بد من معالجتها لتحقيق جملة المواصفات التي تتطلبها القطعة المراد تفصيلها من القماش المطلوب، فلا بد من عمليات الغسيل الضرورية للتخلص من بواقي

الكيمائيات 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 مباشرةً لمعرفته بطبيعة الخياطة النهائية التي سيؤول إليها القماش.

**3- آلات الغسيل:** تتم عمليات الشطف والغسيل عادةً في آلاتٍ خاصة أو في الآلات المخصصة للصبغة نفسها، ولكل نوع صباغ طريقة شطف وغسيل خاصة به تقريباً، فكما رأينا تستلزم الأصبغة الفعالة 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:

**3-1- الغسالات المائية ذوات الحبل:** تُخاط الأقمشة لهذه الآلة على شكل حبل وتمرر على حوض الغسيل بحركةٍ 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 (152) مخططاً لهذه الآلة:



الشكل 152: الغسالة المائية ذات الحبل

**3-2- غسالة الثوب المفتوح:** تتم عملية الغسيل هنا في حوضٍ 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 رشاش مائي خاص.

**4- آلات العصير:** تهدف عملية العصير للتخلص من أكبر كميةٍ ممكنةٍ من الماء لتحقيق أعلى درجة وفر لعمليات التجفيف والتثبيت الحرارية، وتتم عمليات التخلص من الماء أو العصير عبر تقنياتٍ أساسيةٍ ثلاثة:

**4-1- العصير بالقوة النابذة:** تقوم هذه التقنية على وضع البضاعة المراد عصرها في عسارة دائرية تدور بسرعاتٍ عاليةٍ لنتمكن من نبد أكبر كميةٍ ممكنةٍ من الماء الذي يخرج من ثقب قميصها الداخلي وعبر مصرفٍ نظامي خاص من أسفلها كما هو حال الغسالات المنزلية الآلية، ونرى في الشكل (153) مخططاً لهذه العسارة:



الشكل 153: العسارة النابذة

4-2- **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.

4-3- **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 السمكة كما هو حال الحرامات.

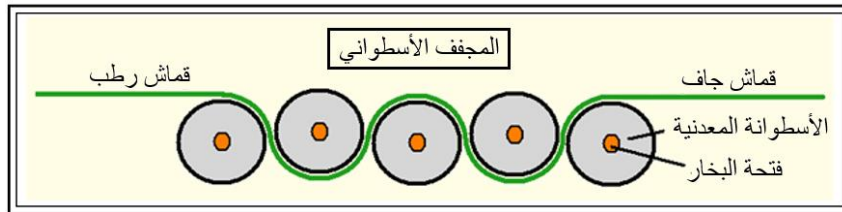
5- **آلات التجفيف:** تتباين آلات التجفيف في تصميمها بين آلات تجفيف فقط أم آلات تجفيف وتثبيت، فالتثبيت لا يتم إلا في التجهيزات التي تصل درجات حرارتها لأعلى من تلك الخاصة بالتجفيف فقط، إذ قد يكفينا والآلات التجفيف درجات حرارة تصل حتى 140 م° فقط، في حين أنه ولتثبيت القطعة بعد الصباغة بالأصبغة المبعثرة تلزمنا درجات حرارة 160-180 م°، ومن أهم التقنيات المستخدمة لهذه الغاية.

5-1- **التجفيف الطبيعي:** ونعتمد فيها على عملية نشر الأقمشة في الهواء الطلق وتركها حتى الجفاف، وعلمنا أن ننتبه هنا للنباتية الضوئية للأصبغة في حال تم النشر تحت ضوء الشمس.

5-2- **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:

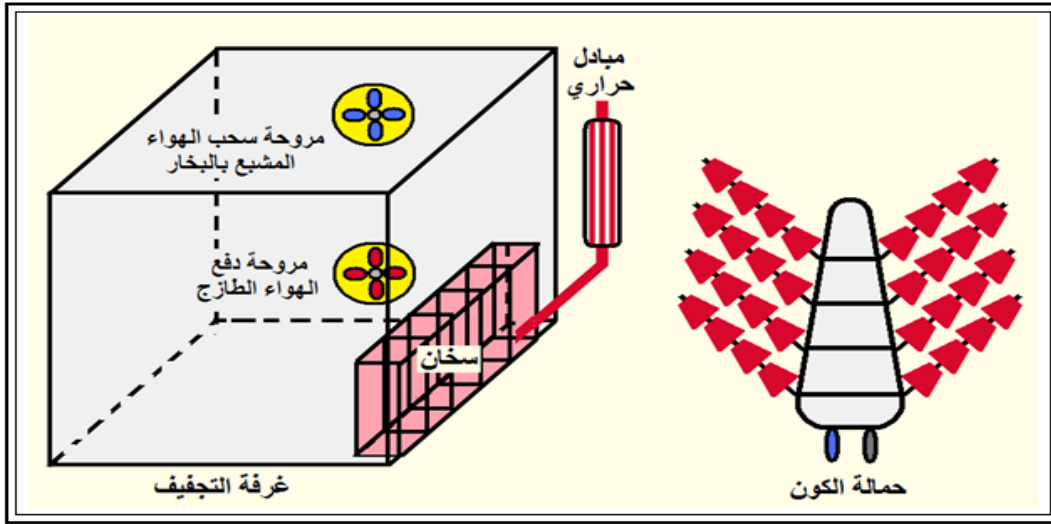
- التأكد من نعومة سطح الأسطوانات.
- التأكد من ثباتية الأصبغة للحرارة.
- المحافظة الدائمة على نظافة السطوح المعدنية من التلوث بالأصبغة المحمولة على سطح القماش وخاصة عند الانتقال من لون لآخر.

وتلائم هذه التقنية الأقمشة السيللوزية والحريرية الطبيعية المتوسطة السماكة، إذ أنها قد لا تحقق التجفيف الكامل مع الأقمشة السمكة، ونجد لها نموذجين اثنين: أسطواني شاقولي وأسطواني أفقي كما في الشكل (154):



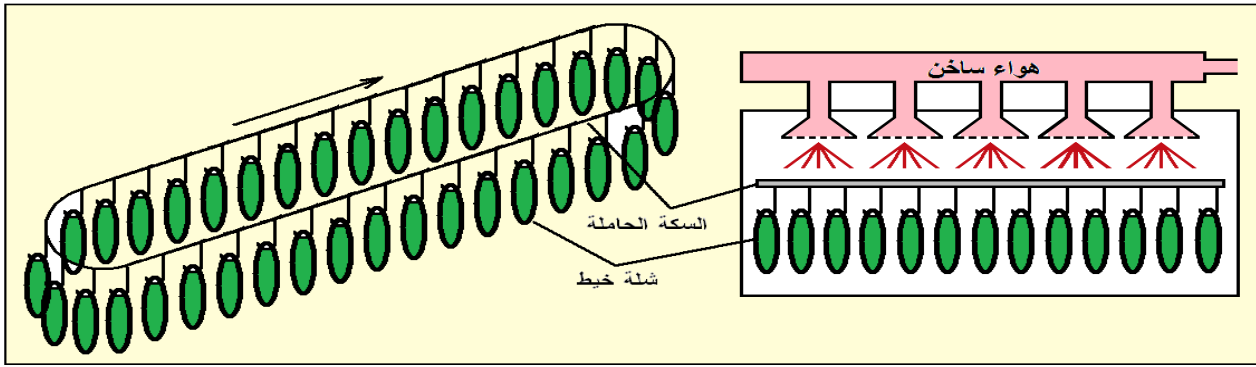
الشكل 154: المجفف الأسطواني

5-3- **غرفة التجفيف:** وتتألف من غرفة 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 50-70 م°، ونرى في الشكل (155) نموذجاً لغرفة تجفيف:



الشكل 155: خزائن التجفيف

4-5- **المجفف الحلقي:** يستخدم المجفف الحلقي أكثر ما يُستخدم لتجفيف الألياف المصبوغة على شكل شلة بتعليقها على السكة الحاملة للشل والمعرضة للتيار الهوائي الساخن، كما يمكننا استخدامه لتجفيف الملابس، ونرى في الشكل (156) مخططاً تقريبياً لهذا المجفف:

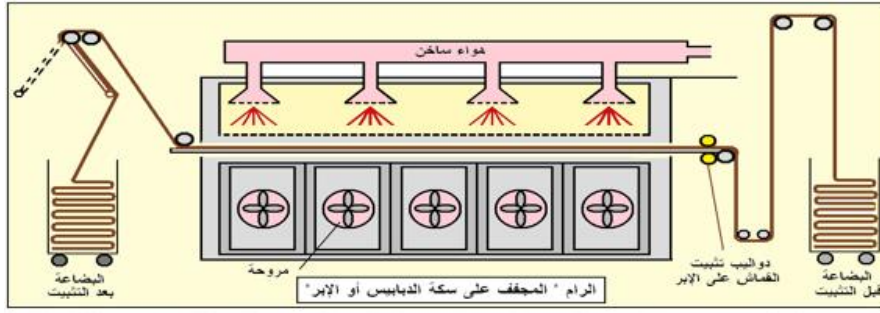


الشكل 156: المجفف الحلقي

5-5- **برميل التجفيف:** تقوم هذه التقنية على ضخ الهواء الساخن في برميل دوار بقطر 1-3 متر تتقلب فيه البضائع المصبوغة بسبب حركة الدوران، ويناسب هذا البرميل البضائع الحريرية والبضائع المطبوعة لتجفيفها بانتظار مرحلة التثبيت.

5-6- **الرام:** يتم بناء آلة الرام من سكة دوارة تحمل دبائيس أو ملاقط تمسك بالقماش المفتوح من حواشيه ومراوح تضخ الهواء الساخن بدرجة الحرارة المطلوبة وحتى 210-220 م بفعل ضخ الهواء عبر مجموعة مبادلات حرارية تعمل على زيت معدني حراري يُمكننا رفع درجة حرارته حتى 350 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 التنبيه معه لتصنيف الصباغ ومدى مقاومته للحرارة حتى نحسن اختيار درجة الحرارة الملائمة للعمل أو للتثبيت بحسب تصنيف الشركات الصانعة للأصبغة، ونرى في الشكل (157) مخططاً وصورةً للرام:



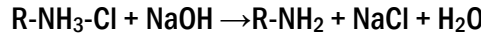


الشكل 157: الرام " المجفف على سكة الدبابيس أو الملاقط

**6- عمليات التجهيز النهائية:** تهدف مجمل عمليات التجهيز النهائية لتحقيق مواصفات معينة يمكننا معها تحسين أداء القماش وتلييته لاحتياجاتنا، وهناك الكثير الكثير من المعالجات التي سنذكر هنا أهمها على الصعيد العملي والتجاري:

**6-1- التطرية:** وتهدف لتحسين ملمس وليونة الأقمشة النهائي، ونجد من أهم أنواع عوامل التطرية:

**المطريات الكاتيونية:** وغالباً ما يتم تحضيرها من مركبات الأمونيوم الرابعة ومشتقاتها، أو أميدات واسترات الحموض الدسمة، وتتميز بتحسينها ملمس القماش لطبيعتها الدهنية ما يجعل منها مقاومة لتشرب الماء، ومن أهم ما يعيبها تخربها بالوسط القلوي بحسب التفاعل:



**المطريات السيليكونية:** من مركبات السيليكون العالية الوزن الجزيئي نسبياً، تمنح القماش ملمساً دهنياً إلى حد ما مع ليونة للخيط.

**المطريات الماكروسيليكونية:** من مركبات البولي سيلوكسان الأصغر حجماً من سابقتها، تمنح الألياف ليونة وتؤثر سلباً على الثباتيات عند إضافتها بزيادة وبخاصة مع الألياف التركيبية.

**المطريات الميكروسيليكونية:** وهي الأصغر حجماً من مجموعة المطريات الماكرو سيليكونية، تمنح الألياف ليونة كبيرة جداً، وتؤثر سلباً على الثباتيات عند إضافتها بزيادة وبخاصة مع الألياف التركيبية.

**مطريات البولي أوريثان:** تشابه المطريات الميكروسيليكونية، 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 آنئذ لمعالجتها على آلة الصباغ بوسط حمضي 6 ~ pH عند حرارة 40 م مضطرين بعدها لحمام غسيل للآلة استندراكاً من

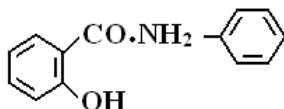
تفاعل آثار للمطري مع المواد المساعدة أو الكيماويات أو الأصبغة السالبة الشحنة التي قد تُستخدم في الحمامات التالية وبالتالي تصبح معرضةً للتفاعل معها وتشكيل رواسب تضر بالعملية الصباغية.

**6-2- التقسية والتنشئة:** 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 الأوريتان... وغالباً ما تتم مثل هذه المعالجات عند التجفيف والتثبيت على الرام بتعبئة محلولها بالتركيز المطلوب في حوض الرام.

**6-3- موانع الماء والزيت " الوتزبروف ":** 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.

**6-4- 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 THPC:  $(HOCH_2)_4PCl_4$ ، وبعض مركبات الانتموان.

**6-5- 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 الفعالة سطحياً للمساعدة على رفع درجة امتصاصه:



**6-6- 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 أننذ لشحنتها، ونجد أن من بين أهم المركبات المستخدمة لهذه الغاية مركبات: ألكيل فوسفات ومركبات الأمونيوم الرباعية.

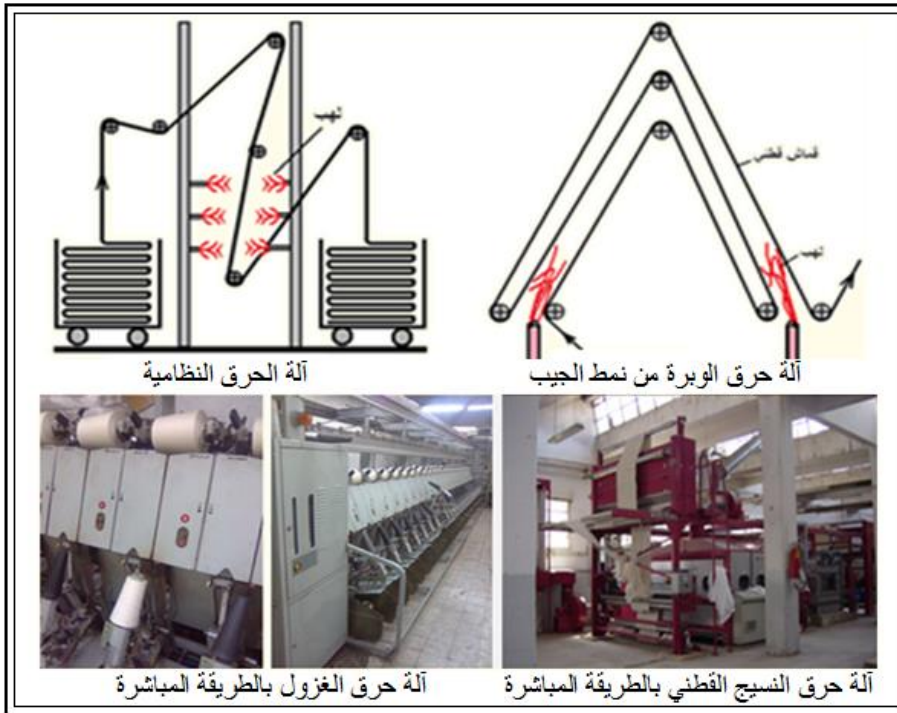
## العمليات الخاصة بتحسين المواصفات

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.

### 1- العمليات الخاصة بالألياف والأقمشة السيللوزية:

1-1- إزالة الوبرة: وتهدف لصقل سطح النسيج بإزالة الشعيرات القصيرة البارزة، وتقوم عملية المعالجة بتقنيتي الحرق أو المعالجة الأنزيمية:

1-1-1- المعالجة بالحرق: وتقوم على إمرار القماش القطني على شعلاتٍ ملتهبة بطول لسان لهبٍ معين وسرعة مرور بصورةٍ مدروسة لتحقيق أفضل النتائج لتسبب زيادة عملية الحرق عن معدلاتها الطبيعية أو تجعد القماش بتشكيل مركبات الأوكسي سيليلوز، وكثيراً ما يُصار لتنشيط الشعيرات بشحنها بالكهرباء الساكنة التي تساعد 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 (158)، كما نرى في الشكل صورتين طبيعيتين لآلة حرق النسيج وحرق الغزول القطنية بالطريقة المباشرة:



الشكل 158

2-1-1- طريقة المعالجة الأنزيمية: وتقوم على معالجة القماش السيللوزي في حمامٍ يحوي أنزيم السيللولاز بنسبة قد تصل إلى 2-3% من وزن القماش بحسب تركيز الأنزيم وتعليمات الشركة الصانعة، فـ شركة د. بتري تنصح بالمعالجة

بأنزيم بيريـزيم IND عند درجة حرارة 45-50 م° / 45-60 دقيقة عند درجة حموضة 4.5-5.5 pH

2-1-2- عملية التحرير " المرسزة ": تتم عملية تلميع الألياف السيللوزية بمعالجتها بمحلول 20% 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 (173) والذي نلاحظ من خلاله أنه وعند التركيز 17.5% تبدأ عملية انحلال الالتواءات أولاً ثم الانتفاخات على العكس من التراكيز الأعلى :

الجدول 173

التغيرات	تركيز هيدروكسيد الصوديوم %
لا يحدث أي تغير على الشعيرات	صفر - 7.5
يبدأ انحلال التواءات الشعيرات	8-9
تزداد سرعة انحلال الشعيرات	10
يبدأ انتفاخ الشعيرات	15
اختفاء الالتواءات وانتفاخ الشعيرات	17.5
انحلال الالتواءات والانتفاخ معاً	20
بدء الانتفاخ متبوعاً بانحلال الشعيرات	30-40



مقطع عرضي للقطن المحرر



مقطع عرضي للقطن الخام

ولانحلال الالتواءات أهمية قصوى لأنها السبب الرئيس لزيادة اللمعان بتحول مقطع الألياف إلى الشكل الدائري وبدء انتفاخها الذي يصاحبه انكماش في الطول يستوجب تطبيق عمليات شد صارمة استدراكاً لأي انكماش يحدث بتركيز لهيدروكسيد الصوديوم تتجاوز 7%، ونبدأ بعمليات التلميع الكامل والنصفي بعد معالجة النسيج عبر عمليات التحضير الأولية على آلة حرق الوبر أو إزالة النشاء (يستحسن إجراء عملية قصر أو أولاً تداركاً لتلوث حمام التلميع).

**1-2-1- التلميع الكامل:** تطبق هذه العملية عادةً عند تراكيز لهيدروكسيد الصوديوم ما بين 28-32% هيدروكسيد الصوديوم أي 55-65° تواديل وبدرجة حرارة 15م° أو أقل.

**1-2-2- التلميع النصفي:** تطبق هذه العملية بهدف رفع ألفة النسيج للأصبغة دون الاهتمام بدرجة اللمعان، وأطلق عليها اسم التحرير النصفي لكون تركيز هيدروكسيد الصوديوم لا يزيد فيها عن 15-16% أي 30° تواديل.

**1-2-3- شروط عملية التلميع:** تستوجب عملية التحرير الأخذ بالشروط:

- عدم ارتفاع درجة حرارة الحوض عن 14 م°.
- الإزالة الكاملة للنشاء أولاً لمنعه تغلغل محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى عمق الألياف وإضافة عامل مبلل مقاوم لتركيز القلوي العالية.
- ضبط درجة شد النسيج بالصورة الأمثل وتجنب تكسيره في حوض التلميع.
- التحقق من تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم قبل البدء.
- الغسيل الجيد والتأكد من تعديل قلوية النسيج بحمض مناسب كحمض الخل.

**1-2-4- آلية عملية التلميع:** ترتبط درجة لمعان النسيج المحرر بقوة الشد المطبقة عليه أثناء العمل وعدم منحه فرصة انكماش، لذا فإنه من الضروري شد النسيج عقب معالجته بمحلول هيدروكسيد الصوديوم إلى عرضه الأصلي، فمثلاً ينكمش النسيج بعمليات التحضير الأولية بمعدل 9%، وبمعالجته بهيدروكسيد الصوديوم يصل انكماشه حتى 24% .

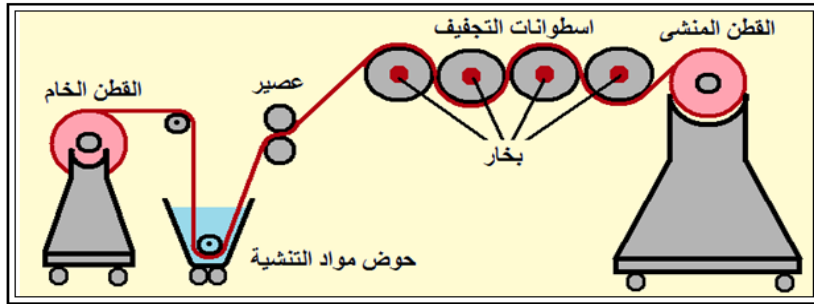
وتطبق حالياً عمليات مرسرة برفع درجات الحرارة حتى 30 م° وبالطرائق المستمرة لينتج عنها سيللوزاً أعلى ألفةً للأصبغة دون الوصول لدرجة اللمعان التي نحصل عليها بشروط الحرارة الباردة، ونرى في الشكل (159) وحدة مرسرة غزول قطنية:



وحدة مرسرة الألياف القطنية بطريقة الشلة

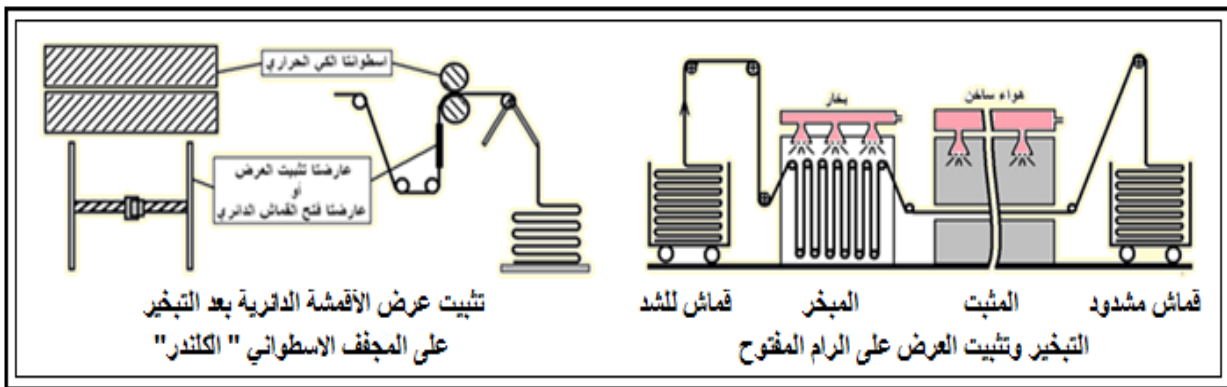
الشكل 159

**1-3- التنشية:** تهدف عملية التنشية أي طلي الألياف بالنشاء أو بدائله ومشتقاته لرفع المقاومة الميكانيكية وعدم تنسيه أثناء عمليات النسيج والحياسة، ونرى في الشكل (160) مخططاً لآلة التنشية التي تتم العملية فيها بإمرار الألياف السيللوزية على حوض يحوي مادة التنشية ومن ثم عصره بين أسطوانتين ضاغطين ليصل إلى مجموعة من الأسطوانات المعدنية المسخنة بالبخر، وتتم عملية التنشية عادة بعد عملية التسدية:



الشكل 160: وحدة التنشية

**1-4- الشد:** تؤدي إجهادات الشد المطبقة على الأقمشة أثناء العمليات الصباغية لازدياد طول القماش على حساب عرضه، لذا فإننا نعمل لترطيبه وشده لاستعادة عرضه الأصلي، وتتم عمليات الترطيب إما بالمخبرات أو بمرذات الماء، فبعد ترطيب القماش المفتوح نعمل لتجفيفه وتثبيت عرضه على الرام، أما الأقمشة الدائرية " التريكو " فنعمل لتثبيتها على أسطوانات بعد مرورها من خلال عارضتين يمكننا التحكم بالمسافة بينهما " الكلندر "، ونرى في الشكل (161) مخططاً لمثل هذه الوحدة:



الشكل 161: تثبيت القماش على الرامين المفتوح أو الأسطواني

**1-5- الصقل:** تعطي عملية صقل الأقمشة عبر ضغطها حرارياً بأسطوانات مسخنة في جو من البخار مظهرًا ورونقًا جذابين، وتتم صناعة الأسطوانات عادةً من مجموعة من المواد، كأن يتم صنعها من معدن غير قابل للصدأ أو من قماش قطني، ومن المفيد تعزيز عملية الضغط الحراري بمعالجة الأقمشة بتنشيتها أو بمعالجتها ببعض الراتنجات الصناعية مثل بولي فينيل أسيتات (الغراء الأبيض)، وتتم عملية الصقل عادة بتبخير القماش المراد صقله أولاً ليُدخل بين أسطوانتين وتحت ضغط مناسب ما يرفع من نعومة سطحه واختفاء الشعيرات أو الوبر إلى عمق القماش.

**1-6- التكشيش:** تتعرض الأقمشة القطنية عموماً بعد تحضيرها النهائي لبعض الكشش بسبب شدها بشيء من الزيادة عن أصلها لضمان عملية كئي صحيحة، وتتم عملية التكشيش بتبخير القماش في مبخر ومن ثم ضغطه وتسخينه بأسطوانات خاصة ليصار إلى تجفيفه تثبيتاً لعرضه من جديد دون أي إجهاد شد بتحضيره على الرام، ويمكننا تطبيق عملية التكشيش على القطن أو مزائجه من الألياف الأخرى، في حين أنها لا تفيدنا مع الألياف الصناعية حتى ولو كان أساسها السيللوز مثل ألياف الأسيات والنحاس النشارية أو الفيسكوز.

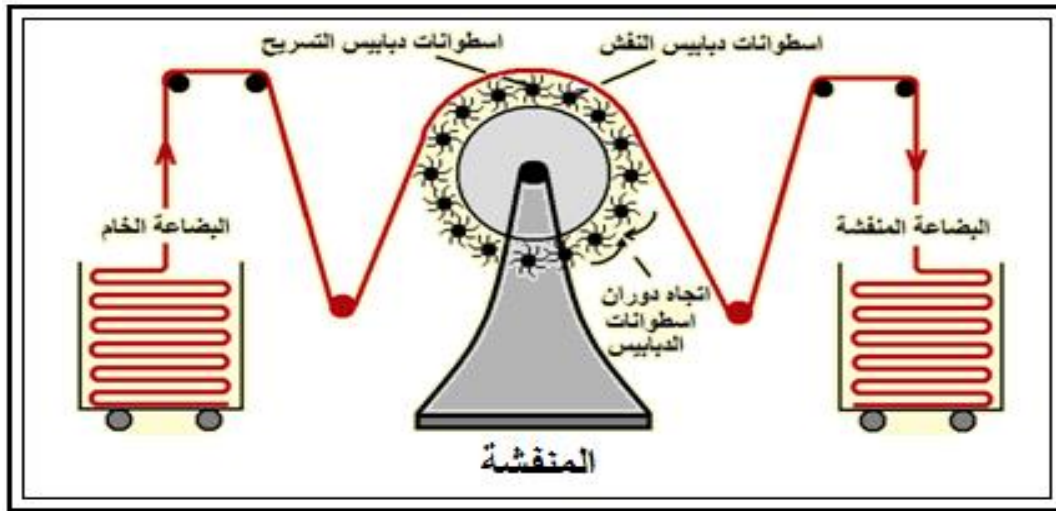
**2- العمليات الخاصة بالألياف والأقمشة الصوفية:** تتم عملية تصنيع الصوف على شكل ألياف مغزولة وممشطة أو ممزوجة مع ألياف أخرى، ويتم الاعتماد على الألياف الممشطة للحصول على منتجات ناعمة وذات رونق مميز مثل

الجوخ الذي يتم تحضيره بمزج الصوف المشط مع البوليستر، في حين أننا نعتمد على الغزول غير المشط للحصول على منتجات خشنة ما يستوجب بعض العمليات اللاحقة للوصول إلى الغرض المراد منها، كما هو حال القبعات العسكرية أو المنتجات التي قد تحتاج لعملية حلاقة أو نفش مثل الحرمانت الصوفية التي نبتغي من تنفيشها زيادة حجمها ما يجعلها أكثر عزلاً وبالتالي أكثر دفئاً.

**2-1- 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.

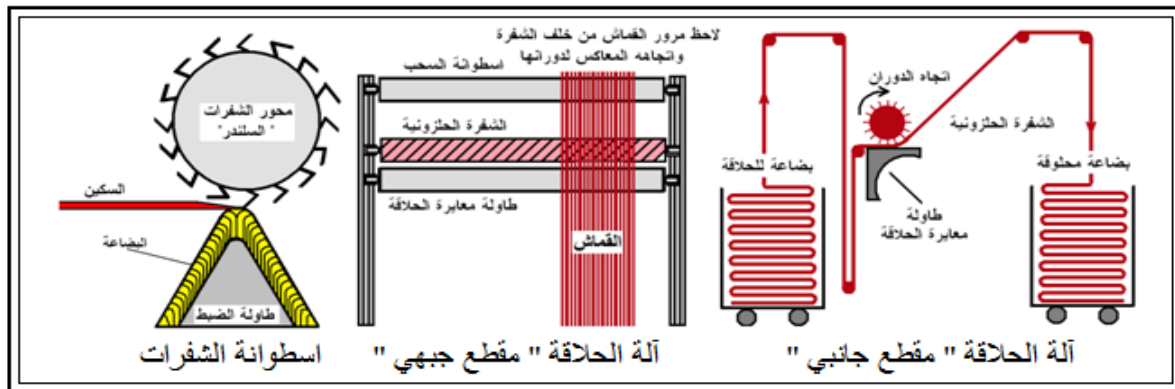
**2-2- التليد:** وتتم بتشريب الصوف ببعض المواد الفعالة المنظفة ومن ثم المعالجة الميكانيكية لإعطاءه الملمس الناعم بتقلص طوله وعرضه ما يرفع من جودته ورونقه.

**2-3- التوبير " التنفيس ":** تتم عملية التوبير بسحب شعيرات البضائع المراد نفشها عبر أسطوانات من الدبابيس لتتناوب مع أسطوانات أخرى بدبابيس وتدور باتجاه معاكس بحيث تأمين عمليتين متواليين: نفش فتسريح، وتفيدنا هذه العملية كثيراً في دعم قدرة الصوف على الاحتفاظ بالحرارة والملمس الناعم، ونرى في الشكل (162) مخططاً مبسطاً للمناقش.



الشكل 162: مخطط مبسط للمناقش

**2-4- 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 (163)، وتمنح عملية الحلاقة للقماش ملمسه المخملي ورونقه الجذاب.



الشكل 163: آلة الحلاقة

**3- 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 الأولي وقبل الصباغة، والثانية بعد إنهاء الحمام الصباغي والبدء بعمليات التجهيز النهائية. 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

**1- المقدمة:** تقوم فعالية المطريات على مركبات ذوات سلاسل دسمة طويلة، وبالتالي تتمتع بفعالية تزيق عالية وملمس شحمي، وقد ترتبط هذه السلاسل برؤوس كاتيونية أو أنيونية أو لا أيونية، أو مذذبة، وبالتالي يمكننا تصنيفها وفق الجدول (174) بحسب إمكانية استخدامها عملياً إلى:

الجدول (174)

المواد الدسمة الفعالة سطحياً	المجموعة	شحنة الرأس
مطريات تجهيز نهائي	مركبات الأمونيوم الرباعية، بوليميرات سيليكونية، مجموعة البولي أوريتان (بخواص امتطاط)	كاتيونية
مضادات تكسير	مجموعة كبيرة مثل استرات الحموض العضوية الدسمة	أنيونية
مطريات أو مضادات تكسير	مجموعة الايتوكسيلات، مركبات البولي ايتيلين	لا أيونية

### 2- أنواع المطريات:

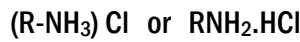
**1-2- المطريات الكاتيونية:** ومن أهمها على الصعيد التجاري والصناعي، مجموعات مركبات الأمونيوم الرباعية، والبوليميرات السيليكونية، والبولي أوريتان.

**1-1-2- مجموعة مركبات الأمونيوم الرباعية:** 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:

الجدول (175)

مركبات الأمونيوم الرباعية				
نشادر	أمين أولي	أمين ثانوي	أمين ثالثي	مركبات الأمونيوم الرباعية
NH <sub>3</sub>	R-NH <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> -NH	R <sub>3</sub> -N	R <sub>4</sub> N-Cl

وفي حين أن الميثيل أمين غاز، فإن ما يليه سائلاً حتى نصل مع الأفراد العليا للحالة الصلبة مع ازدياد للكثافة وارتفاع لدرجات الغليان، وفي حين أن المركبات الأمينية حتى طول 8-10 ذوبة بالماء، فإن الأفراد الأعلى لا تذوب إلا باتحادها مع الماء والحموض لتشكل أملاحاً ذوبة مثل كلور ألكيل الأمونيوم، وبالتالي تكتب صيغتها على الشكل:



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.

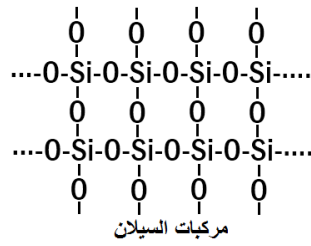
وتتوزع مركبات الأمونيوم الرباعية فيما بين مرتبطة بالسلسلة مباشرة وغير مرتبطة كما يبين الجدول (176)، وتستخدم الأمينات الأولية والثانوية والثالثية ذوات السلاسل المرتبطة مباشرة في الصناعة النسيجية كمقويات أو مخمدات للشحنات الكهربائية الساكنة في الألياف التركيبية وكعوامل استحلاب، في حين تستخدم ذوات السلاسل المرتبطة بشكل غير مباشر كعوامل تقوية وتجهيز للغزول السيلوزية والتركيبية وعوامل استحلاب:

الجدول 176

مركبات الأمونيوم الرباعية			
	$\left[ \begin{array}{c} C_{16}H_{31} \\   \\ H_3C-N-CH_3 \\   \\ CH_3 \end{array} \right]^+ Br^-$	$\left[ \begin{array}{c} H \\   \\ H-N-H \\   \\ H \end{array} \right]^+ Br^-$	$\left[ \begin{array}{c} a \\   \\ R-N-b \\   \\ c \end{array} \right]^+ X^-$
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، ميتو سلفيت أو ايتو سلفيت

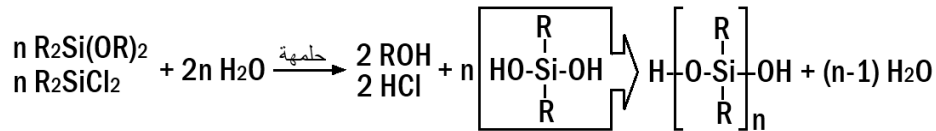


2-1-2- المركبات السيليكونية: تحوي هذه المركبات على رابطة سيلوكسانية -Si-O-Si-، ويعتبر الكوارتز منتج التكاثف المتعدد لحمض أورثو السيليكون الحر  $H_4SiO_4$ :



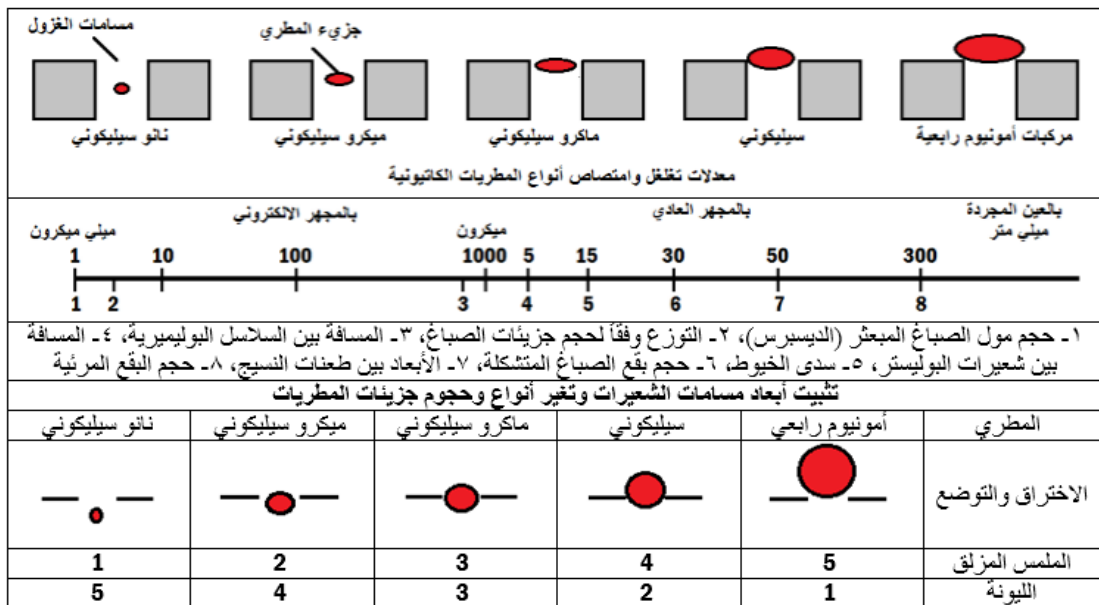
يتم تحضير بوليميرات السيليكون العضوية بالتكاثف المتعدد لمشتقات حمض السيليكون العضوية باستبدال مجموعات هيدروكسيلية بمجموعات الكيلية أو أريلية مرتبطة بالسيليكون مباشرة، كما يمكننا استرة المجموعات الهيدروكسيلية الحرة أو استبدالها بالهالوجينات.

وتستخدم ألكيلات أو أريلات كلور السيلانات أو إيترات حموض أورثو السيليكون الألكيلية أو الأريلية كمواد وسطية لاصطناع البوليميرات السيليكونية العضوية، تتبعها تفاعلات إماهة وتكاثف متعددة للسيلانولات المتشكلة:



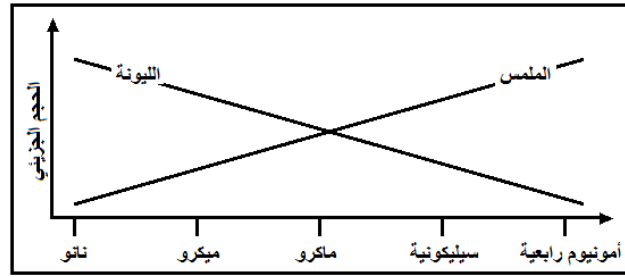
وهكذا وبحسب طول السلاسل R وشكل التفرع تتشكل مجموعات كبيرة من المنتجات لأغراض شتى، كأنواع الكاوتشوك الحراري أو الزيوت الحرارية أو... كما نجد منها مخمدات الرغوة والمطريات الكاتيونية التي تمنح البضاعة الليونة في حين تمنح المطريات من نمط مركبات الأمونيوم الرباعية الملمس المزلق.

ويتم تصنيف مجموعة المطريات السيليكونية تجارياً وعملياً بحسب حجومها الجزيئية إلى: سيليكونية، ماكرو سيليكونية، ميكرو سيليكونية، وأخيراً النانو سيليكونية التي تراجع اعتمادها فيما بعد لثبوت اختراقها الجلد البشري، وتغلغلها في الجسم بحسب بعض الدراسات التقنية، وبالطبع وبحسب الحجم الجزيئي لكل منها يتيسر لها التغلغل والدخول ما بين الشعيرات فالسلاسل البوليميرية، وبقدر ما تتمكن من التغلغل لعمق الألياف تزداد قدرتها على تزليق السلاسل البوليميرية لتمنحنا الليونة، وعلى حساب قدرتها على منح الملمس الطري المزلق الخارجي، ويصور لنا الشكل (164) تمثيلاً للعلاقة بين مسامات البوليستر وإمكانات تغلغل المطريات من خلالها:



الشكل 164

وهكذا وبحسب الحجم الجزيئي وبالتالي قدرة جزيء المطري على التغلغل في الألياف يمكننا تصور العلاقة بين الحجم الجزيئي وفعالية الملمس والليونة على الشكل (165):



الشكل 165: التناسب العكسي بين فعاليتي الملمس والليونة

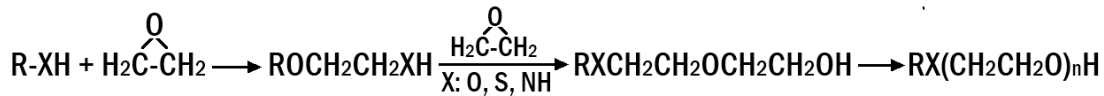
**2-2- المطريات الأنيونية (مضادات التكسير):** تستخدم المطريات الأنيونية في بناء الحمامات الصباغية لشحنتها السالبة، فتلعب دور العامل المطري والمزلق في آنٍ معاً، ما يمنع أو يحد من تكسير البضاعة أو تجدها، وبالتالي تمنع ظهور علامات صباغ غامقة اللون، وتقوم آلية عملها على امتصاصها لتشكيل طبقة أو فيلم على سطح البضاعة يساعد على تسهيل عملية الانزلاق ومنع تراكم البضاعة فوق بعضها البعض فترة طويلة، إذ يرتبط التكسير بوزن البضاعة الجاثية فوق بعضها من جهة، وبزمن البقاء من جهةٍ أخرى، كما تمنح القماش طراوةً تستدعي مقاومة أعلى لزاوية الإجهاد الحديدية اللازمة لحدوث التكسير.

**2-3- المطريات اللاأيونية:** يمكننا استخدام هذه المجموعة كعوامل مطرية أو كمضادات تكسير على السواء لإمكانية مزجها مع العوامل الكاتيونية والأنيونية لعدم احتوائها وظيفة مشحونةً 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 الايتر أو الاستر والأييد كما يبين الجدول (177):

الجدول 177: نماذج لبعض المركبات الفعالة سطحياً اللا أيونية

البنية الكيميائية	المطري اللاأيوني
$R-O-(CH_2-CH_2-O)_nH$	ايتوكسيالات الأغوال الدسمة
$C_9H_{19}-\text{C}_6\text{H}_4-(OCH_2-CH_2)_nOH$	ايتوكسيالات النونيل فينول
$CH_3-S-CH_2-CH_2-(CH_2-CH_2-O)_nH$	ايتوكسيالات تيو الايتر
$R-COO-(CH_2-CH_2-O)_nH$	ايتوكسيالات الحموض الدسمة
$R-CO-NH-(CH_2-CH_2-O)_nH$	ايتوكسيالات الأميدات الدسمة



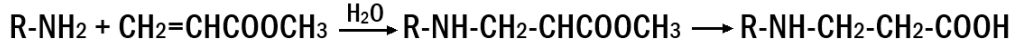
ترتبط معدلات انحلال الايتوكسيالات بالماء بعدد الجسور الايتيرية في الجزيئة أو السلسلة، إذ يكافئ كل 20-30 جزيئة ماء ذرة أكسجين واحدة، أو سيترسب المركب الايتوكسيلي.

**2-4- المطريات 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 الفعالة سطحياً المذبذبة بدرجة حموضة الوسط كأن تكون كاتيونية أو أنيونية أو لا أيونية كما في الجدول (178):

الجدول 178: بعض المركبات الفعالة سطحياً المذبذبة

البنية	الشحنة	الوسط
$R-NH-CH_2-CH_2-COO^- Na^+$	Cationic	حمضي
$R-NH_2-CH_2-CH_2-COO^-$	Non - ionic	تعاادل كهربائي
$R \equiv N^+ Cl^-$	Anionic	قلوي

ونرى في التفاعل التالي طريقة تحضير أحدها من إضافة استر فينيلي (Vinyl ester) لأمين دسم:

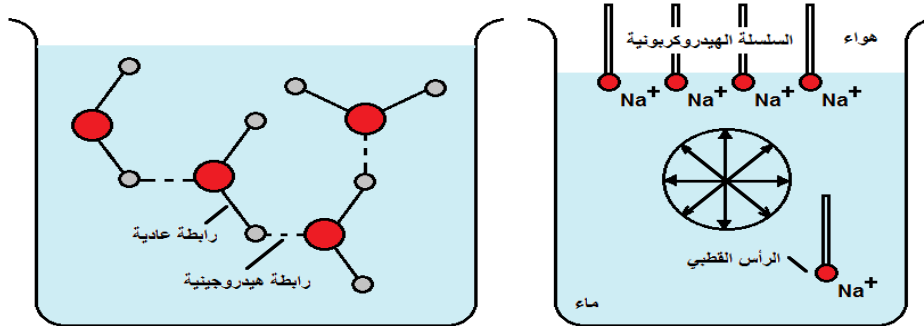


و غالباً ما تملك العوامل الفعالة سطحياً المذبذبة خواص تزليق، منع تآكل، وفعاليات تبليل ووقاية غروية للحرير والصوف في الحمامات المائية، والاستخدام الأهم لهذه المجموعة هو اعتمادها في حمامات غلي الألياف البروتينية كالصوف والحريير للحد من تكسيرها وتأثرها بفعل الحرارة العالية.

### 3- العوامل المؤثرة على فعالية المطريات:

تتأثر فعالية المطريات بمجموعة من العوامل الذاتية من حيث تركيبها وبنيتها الكيميائية، وبمجموعة أخرى تتعلق بشروط وسط تطبيقها:

**3-1- 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 72 دينة / سم<sup>2</sup>، ويتكون جزيء الماء من ذرة أكسجين وحيدة بشفع الكتروني 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 البعض، 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 (166)، لذا فإن الصابون يغير بنية الماء مخففاً من طاقته الحرة، أما مع المطريات حيث يتجاوز طول السلسلة 22 ذرة كربون فأكثر فلا يمكن للزمرة الكربوكسيلية أن تحمل هذا الطول من السلسلة ما يمنع من انحلال هذا المركب، وبالتالي يتجه نحو البضاعة لامتصاصه.



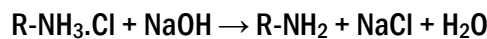
الشكل 166: توجه جزيئات الصابون وخفضها للتوتر السطحي والبنية العنقودية للماء

**3-2- طول السلسلة العضوية الهيدروفيبية:** فكلما زاد طول السلسلة زادت كراهيتها للماء، ما يعزز من اندفاعها نحو البضاعة، وبالتالي تصبح أكثر فعالية بسبب ارتفاع معدلات استنزافها.

**3-3- تفرع السلسلة العضوية الهيدروفيبية:** 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.

### 3-4- العوامل غير الذاتية المؤثرة على فعالية المطريات:

**3-4-1- 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 اللا أيونية والمذبذبة، فتتخرب مركبات الأمونيوم الرباعية بتأثير القلوبات 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 التحميض.

2-4-2- 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.

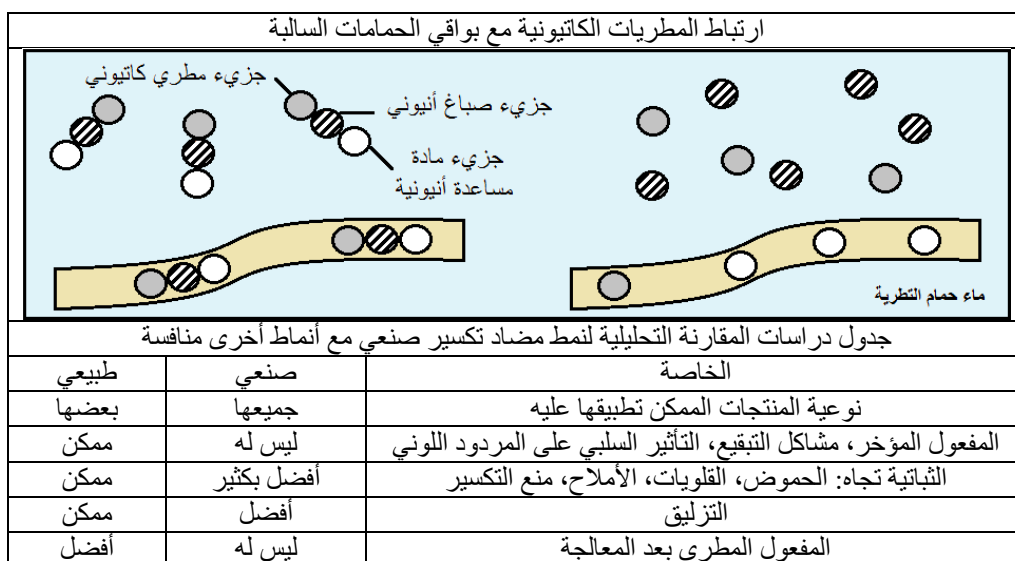
ويؤدي ارتفاع درجة الحرارة عن المطلوب لتراجع الامتصاص بسبب امتلاك جزيئات العامل المطري من الطاقة ما يكفيها للاقتلاع وتراجع معدلات الاستقرار والثبات على سطح البضاعة، لذا تبيّن الشركات المنتجة عادةً، وبحسب طول جزيئات العامل المطري مجال درجات الحرارة الأمثل للتطبيق.

3-4-3- 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.

3-4-4- 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 لتشكيل أملاح كلسية، ما يترتب عليه جملة من المظاهر، والتي نذكر منها:

- 1- تشكل الزبد بسبب تشكل الرغوة، وبالتالي ظهور طبقة ضارة على سطح البضاعة.
- 2- تشكل ترسبات للأملاح الكلسية لهذه المطريات، وبالتالي ظهور علامات تتبّع في حال عدم الغسل الجيد بعد الصباغة.
- 3- إعاقة بعثرة السائل، وتعكر سائل الحمام.
- 4- حدوث بعض تفاعلات التعفن والأكسدة التي تسبب انحراف اللون.

3-4-5- مخلفات الحمامات السابقة: تتأثر عملية التطرية ككل بمحتوى البضاعة من مخلفات الحمامات السابقة كما يبيّن الشكل (167)، 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 167

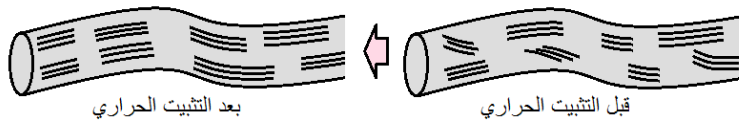
3-4-6- تقنية تطبيق حمام التطرية: يتم تطبيق حمام التطرية بعدة أنماط من آلات الصباغة أو تقنيات التجهيز النهائي، وتتباين نتائج عملية التطرية وبذات التركيز من تقنية لأخرى، فآلة الجت أو آلات صباغة الغزل مثلاً تعزز اختراق سائل حمام التطرية لعمق الألياف، في حين تتوضع توضعاً سطحياً في الأوفرفلو أو الونش، والعادة 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 منتصبة، أو البضائع التي نرغب بتكشيشها كون الفولارد يتسبب بشدها طويلاً ما يحول دون كششها.

3-4-7- 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.

3-4-8- 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.

3-4-9- 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 لتصعد قسم من التطرية مؤدياً لتراجع محتوى البضاعة منها، ومن الضروري الإشارة هنا لزيادة درجات حرارة انصهار أو تبخر البرافينات تزداد مع ازدياد طول وتشعب سلسلتها.

3-4-10- حال الألياف: إذ تلعب عملية التثبيت الحراري للألياف التركيبية كما في الشكل (168) 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 168

4- إزالة العوامل المطرية: يمكننا إزالة العوامل المطرية بعدة طرائق بحسب تركيبها الكيميائي:

4-1- مركبات الأمونيوم الرباعية: 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 عمليتا التطرية أو نزعهما 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 الايتوكسيلات الأمينية بحمام عند درجة حرارة 60 م وبوجود 5 غ/ل حمض النمل لمدة 30 دقيقة ليصار إلى استخلاصه من البضاعة دون تخربه خوفاً من منتجات التخرب فيما لو صارت المعالجة بوسط قلوي.

4-2- المطريات السيليكونية: نظراً لتغلغل المطريات السيليكونية ما بين المسافات البينية لسلاسل الألياف التركيبية كالبوليستر مثلاً أنه من الصعب التأكد من نزعهما بالكامل بأي تقنية كانت.

4-3- المطريات الأنيونية واللائونيونية: 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.

5- ملاحظات عامة حول المطريات:

5-1- الاصفرار: بسبب تعرض المطريات الكاتيونية من نمط مركبات الأمونيوم الرباعية للتحلل الحراري لاصفرارها، ما يستوجب التعامل معها لأقل فترة زمنية وعند أدنى درجات الحرارة ممكنين، ما ينعكس سلباً على تثبيت أبعاد البضاعة حرارياً.

5-2- الميثاميريزم: يؤدي تشكل فيلم شفاف من المطري على سطح البضاعة لتشكيل طبقة ذات قرني انكسار تؤدي لانحراف اللون نوعاً ما (ميثاميريزم) مسببة اختلافاً في قيمة  $\Delta E$  بين البضائع قبل وبعد عمليات التجهيز النهائية، وتختلف معدلات الانحراف بتغير نوع المطري وكميته وشروط التثبيت الحراري النهائية.

**5-3- 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.

**5-4- 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 البعض 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 لزم من 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

1- المبادئ النظرية لمؤخرات الاحتراق: يقوم مبدأ ممانعة أو تأخير الحريق على مبادئ رئيسة ثلاثة:

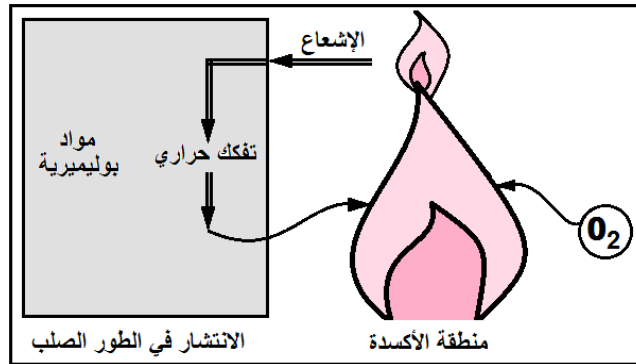
1-1- التحكم بانتقال الحرارة على السطح:

- ضبط الإشعاع بواسطة جزيئات الدخان.
- ضبط سرعة التفكك.

• رفع معدلات الامتصاص الحراري بخفض درجات حرارة الانصهار.

1-2- ضبط تفكك المواد أثناء تولدها: وذلك بخفض كمية الغاز القابل للاشتعال وتعزيز تفاعلات التفحيم.

1-3- ضبط تفاعلات الطور الغازي: بتوليد غاز غير قابل للاشتعال، وإيقاف تشكل الجذور الحرة كما يبين الشكل (169):

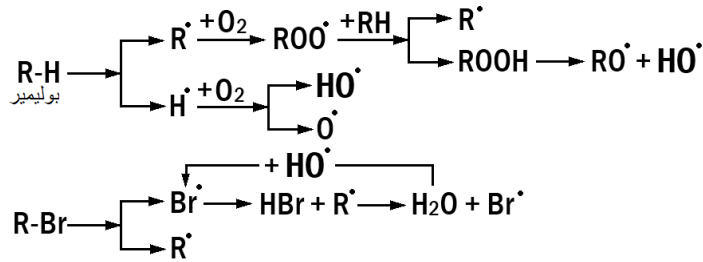


الشكل 169: تشرح لهب النار وآلية احتراق المواد الصلبة الحروقة

2- آلية عمل مؤخرات النار الهالوجينية:

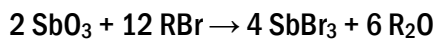
أ- توليد الجذور واصطيادها.

ب- توليد جذور الهيدروكسيل الفعالة أثناء الاحتراق لإيقاف سلسلة التفاعلات على الشكل:

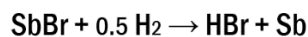
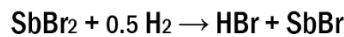
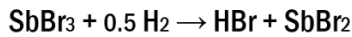


3- آلية عمل مؤخرات الاحتراق بالتأثير المزدوج للهالوجين مع الانتمون:

لا يملك الانتمون كعنصر أي فعالية كمؤخر للحريق، ولكنه يعطي بتفاعله مع الهالوجينات بروم الانتمون  $\text{SbBr}_3$  الذي يمتص حرارة الطور الغازي:



ثم وبإضافة غاز بروم الهيدروجين  $\text{HBr}$  غير القابل للاشتعال تتوقف عملية توليد الجذور الحرة وفق التفاعلات:



#### 4- آلية عمل مؤخرات الاحتراق الفوسفورية:

- تتفكك أكاسيد الفوسفور حرارياً لتولد رطوبةً تمتصها المركبات المتفككة لتعزز بالنهاية عمليات التفحيم.
  - يشكل اللهب مع الأكسجين ما يشبه الكأس الذي يولد مواد التفحيم.
  - تجري معظم هذه المظاهر في الطور الصلب.
- التأثير المزيج للفوسفور مع الأزوت: تعزز مركبات الأزوت ( $N_2$  gas) تفاعلات تشكل الكريبيد وحمض الفوسفور  $(P_nO_{3n+1})^{(n+1)}$ .

#### 5- آلية تطور النار " ظاهرة ويك رايز Wick rise ":

- تتحول وتتصهر الجزيئات غير القابلة للاحتراق والمتخلقة على سطح البوليمير لشمع ما يجعلها قابلة للاحتراق بحسب ظاهرة ويك رايز:
1. بوليمير فلوروكربوني.
  2. بوليميرات سيلكونية.
  3. مواد لا عضوية.
  4. مؤخرات احتراق بروميد الأساس.
- إذ تصاب خاصية منع النار لهذه المواد بخلاف في حال بقائها على سطح الشعيرات.
- #### 6- أنواع مؤخرات النار بحسب مجالات التطبيق:

الجدول 179

أنواع مؤخرات النار بحسب التطبيق		
نوعية مؤخر الاحتراق	مجالات الاستخدام	مجالات التطبيق
مركبات بروميد Bromine compounds	قماش FR goods قطع FR articles	النسيج Textile
مركبات فوسفورية Phosphorus compounds	السيارات Automobiles	وسائط النقل Automobiles
مركبات بروميد Bromine compounds	عربات القطار Railway vehicles	
فينيل كلوريت + مزائج انتموانية Vinyl chlorite & Antimony blends	الطائرات Aircraft	
مركبات بروميد Bromine compounds	أدوات Appliances	قطع كهربائية والإلكترونية Electron
انتموان Antimony	آلات OA machines	
هيدروكسيد الألمنيوم أو المغنيزيوم، الفوسفور الأحمر Al. Or Mg. Hydroxide, Red phosphorus	كابلات كهربائية Electric cable	البناء Construction
مركبات آزوتية، فينيل كلوريد Vinyl chlorite & Nitrogen compounds	ورق الجدران Wallpaper	

الجدول 180

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 "	



الجدول 181: وصفات نيكافينون

وصفة تطبيق نيكافينون Nicca Finone TS-3		
تجفيف وتثبيت عند درجة حرارة 160-170 م° / 60-70 ثانية	200-100 غ/ل	نيكا فينون Nicca Finone TS-3
	40-20 غ/ل	أورغازيل Orgasil PES
وصفة تطبيق نيكافينون Nicca Finone TS-92		
مرحلة الصباغة		
60-45 دقيقة/103-135 م° " بحسب درجة عمق اللون "	18-12% وزناً	نيكا فينون Nicca Finone TS- 92
	2%	أورغازيل Orgasil PES
	ما يلزم % وزناً	صباغ ديسبرس
	1 غ/ل	امل تسوية: ديسبرسان SN 130 E
	pH: 4.0 ~ 4.5	حمض الخل
حمام الغسيل الإرجاعي		
30 دقيقة / 80 م°	5-2 غ/ل	هيدروسلفيت الصوديوم
	4-3 غ/ل	صودا آش
	2-1 غ/ل	منظف: يونيفيرسول Universol SK
وصفة تطبيق نيكافينون Nicca Finone HFT-3		
مرحلة الصباغة		
60-45 دقيقة/103-135 م° " بحسب درجة عمق اللون "	18-12% وزناً	نيكا فينون Nicca Finone HFT-3
	2%	أورغازيل Orgasil PES
	ما يلزم % وزناً	صباغ ديسبرس
	1 غ/ل	عامل تسوية: ديسبرسان SN 130 E
	pH: 4.0 ~ 4.5	حمض الخل
حمام الغسيل الإرجاعي		
30 دقيقة / 80 م°	5-2 غ/ل	هيدروسلفيت الصوديوم
	4-3 غ/ل	صودا آش
	2-1 غ/ل	منظف: يونيفيرسول Universol SK

7- شروط تجربة الغسيل:

L-5 - الغسالة المنزلية مع 30 غ/ل منظف منزلي " وزن العينة : 400 غرام ":

غسيل لمدة 75 دقيقة عند 60 م° ← شطف لمدة 15 دقيقة ← عصر لمدة 3 دقيقة

← شطف لمدة 15 دقيقة ← عصر لمدة 15 دقيقة ← تجفيف بالتعليق

D-5 - التنظيف الجاف " وزن العينة 300 غرام ":

غسيل لمدة 75 دقيقة مع 3.78 لتر بركلان و 79 غرام صابون ← تفرغ ← شطف لمدة 15 دقيقة مع 3.78 لتر بركلان ← تفرغ

← شطف لمدة 15 دقيقة مع 3.78 لتر بركلان ← تفرغ ← تجفيف بالتعليق.

8- اختبار كيفية الاحتراق:

الجدول 182: اختبارات كيفية الاحتراق

اختبار كيفية الاحتراق	
طريقة الاختبار	نوع البضاعة
موقد ميكرو أو الموقد العمودي بزاوية ميل 45 درجة	الستائر الرقيقة
موقد ميكل أو الموقد العمودي بزاوية ميل 45 درجة	الستائر السمكية
طريقة FMVSS-302 بالتوجيه الأفقي	أغطية السيارات
موقد / هواء بزاوية ميل 45 درجة	السجاد، القماش المتين للمفروشات
موقد غريفيس Grevis	أغطية المفروشات
موقد الميثان العمودي	الملابس
موقد ميكل أو الطريقة العمودية بزاوية ميل 45 درجة	الخشب
الموقد العمودي UL-94	القطع البلاستيكية
الموقد العمودي UL-94 الخاص بالقطع الناعمة	قطع بلاستيكية ناعمة أو دقيقة

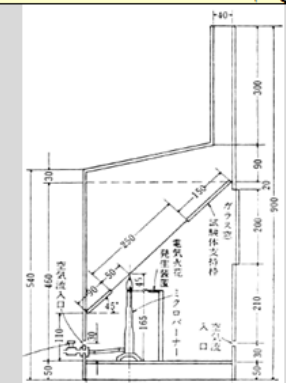
9- بعض النظم العالمية المعتمدة لتقييم مؤخرات الاحتراق: يبين لنا الجدول (183) بعض نظم الاختبارات المعتمدة عالمياً:

الجدول 183

بعض نظم الاختبارات المعمول بها عالمياً لتقييم مؤخرات الاحتراق		
For decorative fabrics & curtains	BS 5438: 1989	لزخرفة المنتجات والستائر
	DIN 54336: 1989	
	NF P 92 503: 1985	
	ONORM B 3820: 1981	
	NFBA 701	
	EUROPE M1, M2, M3	
For protective workwear	BS 5438: 1989	لألبسة الوقاية " بزات العمل "
	DIN 54336: 1989	
	EN 532: 1995	
	ISO 6941: 1995	
For upholstery fabrics	BS 5852: 1979/82	لمنتجات التنجيد
For aeroplanes	FAR 25853 CLASS A,B: 1972	للطائرات
For children : nightwears	DOC FF 3-71: 1972	لألبسة النوم للأطفال
For bedding mattress	BS 6807: 1996	لحشوة
	BS 7177 597 PART 2 B	فراش الأسرة
For automobiles	MVSS 302: 1972	للسيارات

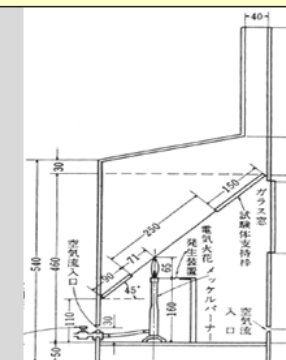
10- أجهزة الاختبار الخاصة بتقييم فعالية مؤخرات الاحتراق: تبين لنا مجموعة الجداول التالية طرائق الاختبار الخاصة بفعالية مؤخرات الاحتراق بحسب الغاية المعمولة لها:

**طريقة اختبار حراق ميكرو (Micro 45°)**  
ممتاز للستائر والبضائع الخفيفة > 450 غ/م<sup>2</sup>



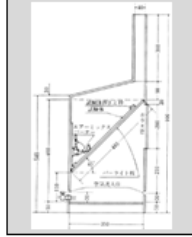
شروط الغسيل:  
خمس مرات بالماء فقط.  
خمس مرات تنظيف جاف.  
تُطبق طريقة الغمر عند 50 / ° 30 دقيقة للبضائع التي سيصار لاستخدامها بالهواء الطلق.  
طريقة الاختبار:  
زمن الحرق : دقيقة واحدة ، ثلاث ثواني بعد لهب الاشتعال.  
نظام التقييم لعدم الاحتراق :  
زمن اللهب > ثلاث ثواني.  
زمن الاحمرار > ثلاث ثواني.  
منطقة الاحتراق > 30 سم<sup>2</sup>.

**طريقة حراق ميكر (Mecker 45°)**  
ممتاز للستائر الثقيلة : 450 غ/م<sup>2</sup>



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 : دقيقتان ، ستة ثواني بعد الاحمرار.  
نظام التقييم لعدم الاحتراق :  
زمن اللهب > خمس ثواني.  
زمن الاحمرار > عشرون ثانية.  
منطقة التفحم > 40 سم<sup>2</sup>.

**طريقة حراق الهواء الممزوج (45°)  
للسجاد وما شابهه**



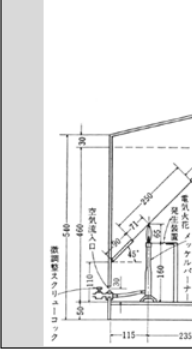
**شروط التجربة :**  
 زمن التسخين : 30 ثانية.  
 نظام التقييم لمقاومة الاحتراق :  
 زمن اللهب اللاحق > عشرون ثانية.  
 منطقة التفحم > 10 سم<sup>2</sup>

**طريقة حراق الهواء الممزوج (45°)  
لأغراض التجديد**



**شروط الغسيل :**  
 30 دقيقة / 50 م°  
**شروط التجربة :**  
 زمن التسخين : 30 ثانية.  
 منطقة التفحم > 70 ملم كحدٍ أعلى.  
 المعدل > 50

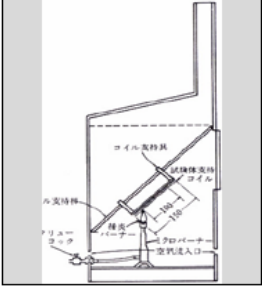
**طريقة حراق ميكرو زاوية 45 درجة  
للأخشاب**



**شروط التجربة :**  
 زمن التسخين : دقيقتان.  
 مستوى عدم الاحتراق :  
 بعد الاشتعال > عشر ثواني.  
 الاحمرار > ثلاثون ثانية.  
 منطقة التفحم > 50 سم<sup>2</sup>

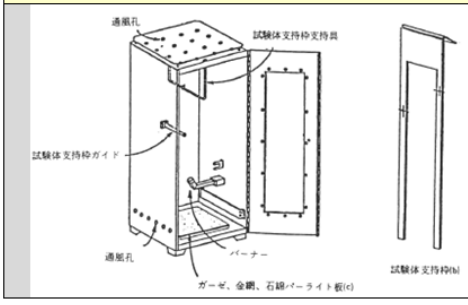
**طريقة الأنابيب الملتفة (45°)**

للصناعات القابلة للانصهار مثل الستائر المصنوعة من خيوط صناعية



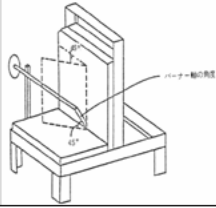
**شروط الغسيل :**  
 خمس مرات بالماء فقط.  
 خمس مرات تنظيف جاف.  
 تُطبق طريقة الغمر عند 50 / 30 دقيقة للصبغ التي  
 سيصار لاستخدامها بالهواء الطلق.  
**طريقة الاختبار :**  
 زمن الاحمرار : ثلاث مرات على الأقل.  
 منطقة التفحم > 40 سم<sup>2</sup>.

**طريقة الحراق العمودي  
للملبوسات**



**شروط الغسيل :**  
 الغسيل بالماء فقط.  
**شروط التجربة :**  
 زمن التسخين : ثلاث ثواني.  
**مستوى عدم الاحتراق :**  
 منطقة التفحم : 254 ملم كحدٍ أعلى.  
 التوهج > 178 ملم.  
 لا يحترق باللهب المنقطع.

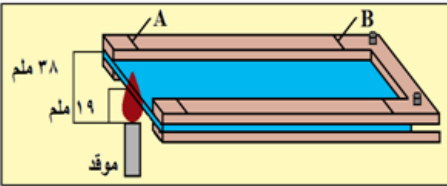
طريقة حراق كرفيس  
لأغراض التنجيد



شروط التجربة :  
زمن التسخين : ثلاثون ثانية.

طرق الاختبار :  
الزمن بعد الاشتعال > 120 ثانية.  
منطقة التفحم > 120 ثانية.

اختبار الاحتراق الخاص بتنجيد السيارات  
FMVSS-302 (JIS-D-1201)

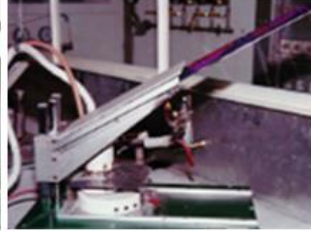


التخامد قبل الخط  $A$  ← أمان - التخامد  $NB$   
التخامد بعد 50 ملم بعد الخط  $A$  ← أمان - التخامد  $SE$   
معدل الاحتراق > 50 ملم / دقيقة ← مستوى احتراق بطيء  $1st$   
معدل الاحتراق > 50~100 ملم / دقيقة ← مستوى احتراق بطيء  $2nd$   
معدل الاحتراق > 100 ملم / دقيقة ← سهل الاحتراق

صور لبعض أجهزة اختبار مؤخرات الاحتراق



DIN 54336



NFP 92-503



BS 5852



BS 5438



MVSS 302



ONORM 3820



Japan 45°-test

## البحث الثامن

### المواد الكارهة للماء والزيت (الوتربروف)

#### 1- مجالات الاستخدام:

للأقمشة المعالجة بالوتربروف مجالات تطبيق واستخدامات كثيرة جداً ما يصعب علينا ذكره كاملاً، مثل السيارات وأغطيتها، ورق تغليف الصناعات الغذائية، السجاد والستائر، بعض المفروشات المنزلية، الملابس والأحذية، المظلات، 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 (170):



ماتع للماء

ماتع للزيت

ماتع للأغوال " المشروبات الروحية "

الشكل 170

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 (171):



الشكل 171: من أجهزة اختبار فعالية الوتربروف

ومن أهم الميزات الممكن الوصول إليها من المعالجة به: اللمس 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 (172):

قيم التوتر السطحي لبعض المواد			9	
Water	Alcohol	Oil	Water	Alcohol
72 mN/m	24 mN/m	20 mN/m	72 mN/m	24 mN/m
قطن: 200 mN/m			10 mN/m: ووتربروف	
قطن غير معالج			200 mN/m: قطن معالج بالوتربروف	
			19	طبقة الوتربروف
			26	بولي رباي فلور الايتيلين
			37	سيليكون
			43	بولي ايتلن
			46	بوليستر
				نايلون

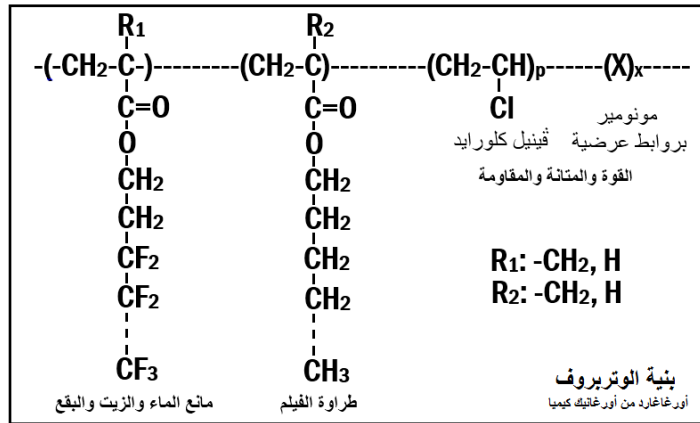
الشكل 172: قيم التوتر السطحي لبعض المواد

2- آلية عمل الوتربروف: يتميز الوتربروف كما يبين الجدول والشكل (173) 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 الكهرسلبية عالية	ذرة الفلور
	الثبات	المسافة بين الذرتين صغيرة طاقة الرابطة عالية القطبية عالية	الرابطة كربون - فلور C-F

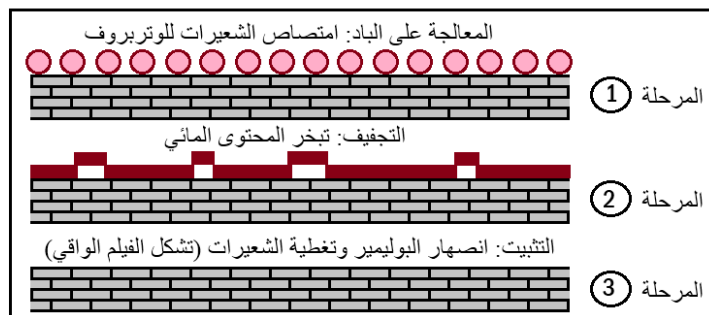
الشكل 173: آلية عمل الوتربروف

3- 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 (174) مخططاً تفصيلياً لهذه البنية:



الشكل 174: بنية أحد منتجات الوتربروف

4- طريقة المعالجة بالوتربروف: يتم تطبيق الوتربروف على الباد وفق مراحل ثلاث: الامتصاص وتحديد حمولة الباد، التجفيف لتبخير الماء، ومن ثم التثبيت النهائي على الرام بانصهار البوليمير وتشكيل الطبقة المانعة للامتصاص كما نرى في الشكل (175):



الشكل 175: مراحل المعالجة بالوتربروف

5- العوامل المؤثرة على نجاح عملية التطبيق: يرتبط نجاح عملية تطبيق الوتربروف بعددٍ من العوامل والتي من أهمها:

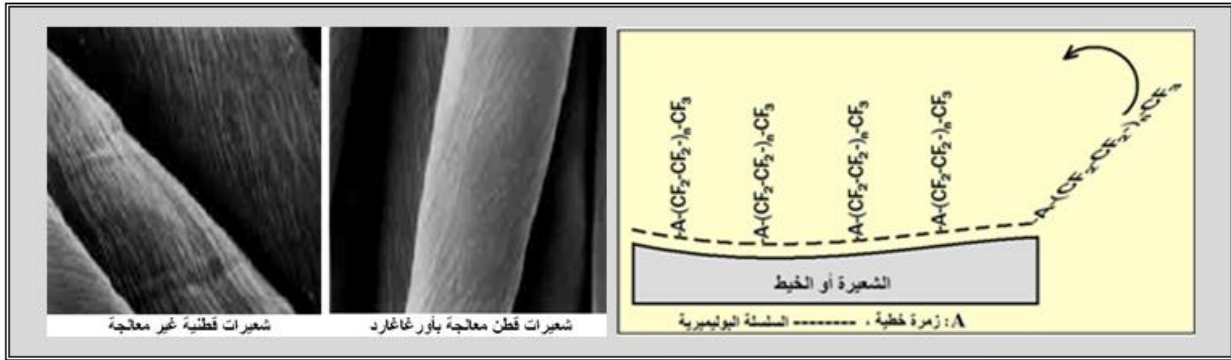
تحضير الأقمشة: إذ يتوجب علينا بادئ ذي بدء ضمان التخلص لكامل بقايا الكيماويات والمواد المساعدة المستخدمة في أحواض المعالجة السابقة، سواءً أكانت معالجة صباغة أم طباعة.

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 بروبيل الغول "
- إضافة الوتربروف.
- إضافة باقي الماء.
- ضبط درجة الحموضة.

ويتوجب الإبطاء قدر الإمكان بمزج الوتربروف، واعتماد الماء البارد برغم ثباته حتى الدرجة 60 م° ولكننا ننصح بالماء البارد لضمان ثباته لأكثر حدٍ ممكن.

**6- التثبيت الحراري للوتربروف:** ويتم عند درجة حرارة 160م° لتتوضع السلاسل وتأخذ مكانها وشكلها النهائي الصحيح:



الشكل 176: التثبيت الحراري للوتربروف

**7- اختبار الوتربروف تجاه الماء بطريقة الرذ " الطريقة 1 "**: تتم عملية التقييم هنا بحسب نظام الجمعية الأمريكية لكيماوي وصباغي النسيج AATCC، ونظام المواصفات الياباني JIS L1092 بملاحظة درجة شدة تبلل سطح قماشى يتلقى رذاذاً مائياً، ويتم تقييم النتائج على الشكل (177):

اختبار نتائج المعالجة بالوتربروف			
<p>جهاز الاختبار</p>			
	70	50	0
	تبلل نصفى للوجه مع بعض الاختراق المائى	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 177

**8- اختبار الوتربروف تجاه الماء بطريقة مزيج الماء مع مذيب " الطريقة 2 "**: تم في هذه التجربة اعتماد مزيج الماء مع الغول الإيزوبروبيلي " Water/Iso propyl alcohol " بنسب مزج حسب التركيب المبين في الجدول (184)، ويتم العمل بالتنقيط ثلاث مرات بشكلٍ عشوائى 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 184


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

9- طريقة اختبار الوتربروف تجاه الزيت بحسب **AATCC-118** : اعتمدت الجمعية الأمريكية لكيمائي وصباغي النسيج مجموعة من السوائل الزيتية لوضع سلم خاص بتقييم فعالية مواد الوتربروف، ونرى في الجدول (185) مجموعة هذه السوائل القياسية:

الجدول 185

السوائل الزيتية القياسية بحسب AATCC		
التركيب		العلامة
None (Fail , Liquid paraffin)	لا اختراق: سائل برفيني	0
Liquid paraffin	سائل برفيني	1
65:35 Liquid paraffin : n-hexadecane by volume	حجماً : سائل برفيني من نظامي هكسا ديكان	2
n-hexadecane	C 16 نظامي الهكساديكان	3
n-tetradecane	C 14 نظامي التتراديكان	4
n-dodecane	C 12 نظامي الدوديكان	5
n-decane	C 10 نظامي الديكان	6
n-octane	C 8 نظامي الأوكتان	7
n-heptane	C 7 نظامي الهبتان	8

الاختبار:

أمثلة على التقييم				
				التجربة
A	B	C	D	
D	C	B	A	العلامة
تبلل كامل	تبلل جزئي	تكور نسبي للقطرة واختراق جزئي	قطرة كروية	التقييم
فشل واضح	فشل	نجاح نسبي	نجاح واضح	

الشكل 178: مراحل انتشار الماء بين عدة درجات معالجة وتربروف

10- اختبار التبلل الشاقولي الساكن **AATCC-118** : اعتمدت AATCC هذا الاختبار للبربات العسكرية بشكل خاص، ويتم تطبيقه في جهاز خاص على الشكل (179):



الشكل 179



11- اختبار فعالية الوتربروف تجاه الماء بطريقة وابل المطر: أخذت هذه الطريقة عن النظام الألماني DIN 53888 باسم Bundesmann shower test والتي نرى في الشكل (180) رسماً تخطيطياً لطريقة إجرائها:



الشكل 180

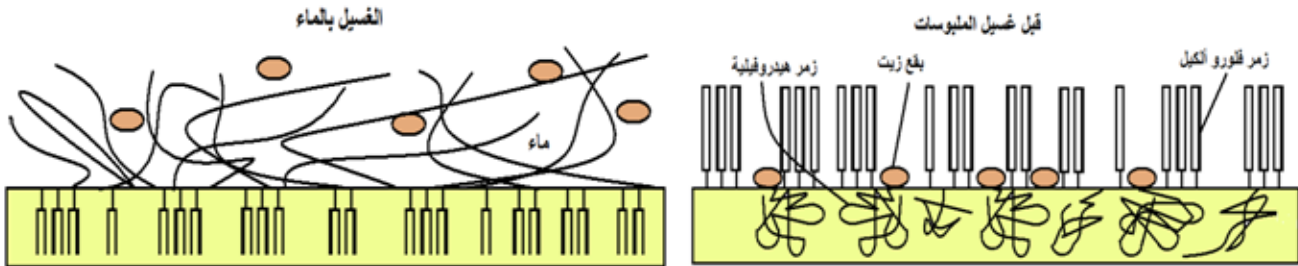
ويتم التقييم باحتساب كمية الماء الممتصة باحتساب وزن قطعة القماش قبل وبعد تجربة الاختراق بالهطل، أي:  
 $M_0$ : وزن قطعة القماش قبل التجربة (غ).  
 $M$ : وزن قطعة القماش بعد التجربة (غ).  
 $M - M_0$ : وزن الماء الممتص (غ).  
 $M - M_0 / M_0$ : النسبة المئوية لامتناس الماء %.

12- اختبار فعالية الوتربروف تجاه البقع الزيتية SR: يتم هذا الاختبار بتبقيع قماش معالج بالوتربروف ببقع زيتية ومن ثم غسلها وتقييم جدوى عملية الغسيل وفق الترتيب الظاهر في الشكل (181):



الشكل 181

وتتم الآلية التي يقوم بها الوتربروف بهذه الوظيفة على مبدأ ظاهرة التقلب المفاجئ Flip-Flop للزمر الهيدروفيلية الشرة للماء وزمر الفلوروأكيل كما يبين الشكل (182)، والذي يُظهر البقع المتوضعة على سطح النسيج قبل الغسيل وكيفية تغلغل الزمر الهيدروفيلية في العمق وتوجه زمر الفلوروأكيل 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 182

13- وصفة منع تبقيع القماش بالأحبار الجافة: ننصح بتطبيق وصفة الشكل (183) للوصول لهذه الفعالية:

وصفة منع تبقيع القماش بالأحبار الجافة

المادة	الكمية
أورغاغارد <i>Orgaguard SR 1</i>	60 غ/ل
أورغاغارد <i>Orgaguard SR 2</i>	20 غ/ل
الحموضة	pH: 5,5
التحميل	%60
التجفيف	120 م
التثبيت	160 م / 1 دقيقة



الشكل 183

# الطباعة

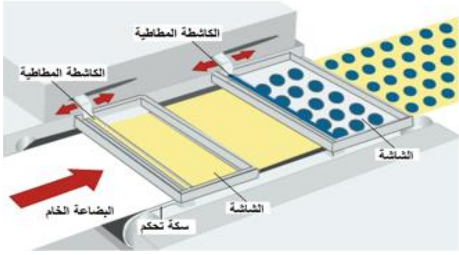
## البحث الأول

### الشاشات الحريرية والمعدنية

**1- 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 (184)، ولا تحتاج عملياً هذه التقنية لرأسمال كبير للإقلاع، وتتلخص 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.



الشكل 184: الشاشة الحريرية



الشكل 185: آلة طباعة القطعة (المروحية) وآلة طباعة النسيج (الفلات)

**2- تعريف الشاشة:** سطح مزود بثقوب مفتوحة أو مغلقة، تُمرر المعجونة من خلالها لتنفذ من الثقوب المفتوحة ليظهر التصميم على القماش المتوضع دونها، لذا فإن لكل لون شاشته الخاصة، وللشاشة نوعان:

1- شاشة قماشية للطباعة المستوية المسطحة (Flat printing)

2- شاشة نيكل للطباعة بالشاشات الدوارة (Rotary screen printing)

3- الشاشة المسطحة:

**1-3- مواصفات خشب القالب:** يصنع إطار الشاشة الحريرية من خشب مطلي أو معدن، وبقياسات 108×240 سم طولاً وعرضاً وبسماكة 35-50 مم، وبمواصفات الإطار التالية:

- 1- مقاوم للثقوب والانحناء.
- 2- ناعم الملمس وبدون زيادات.
- 3- ضعيف الامتصاص للماء أو مطلي بمواد مانعة لامتصاص الماء.
- 4- خفيف الوزن.
- 5- معشق الأضلاع بطريقة الظفر واللسان.
- 6- تناسب سماكة خشبه مع مساحته.

**2-3- قماش الشاشة الحريرية:** استعمل بادئ الأمر الحرير الطبيعي لمقاومته ومثابته إضافة لنعومته العالية التي يمكننا معه الوصول لمساماتٍ غايةٍ في الدقة تصل إلى 1600-4900 ثقبا/سم<sup>2</sup>، لأنه يتمتع بـ 40-70 برمة/سم ما

تجعله عديم التوبرير أثناء العمل، ثم استخدم النحاس المنسوج إلى أن اكتشفت الخامات التركيبية (النايلون والبرلون و...) والتي استخدمت في صنع نسيج دقيق للغاية يضاهي الحرير الطبيعي وبكلف أقل، كما أنها أكثر مقاومة من النحاس للكيماويات المختلفة بعكس الحرير الطبيعي الذي يتأثر بالقلويات.

وللحرير أسماء تجارية "حرير المناخل" ونمر مميزة "ميش + رقم" كأن نقول: ميش 60 الذي يعبر عن عدد الثقوب في السنتيمتر المربع الواحد.

**3-3- شد الحرير على الإطار الخشبي:** يُقص من الحرير مساحة تعادل مرة ونصف من مساحة الإطار الداخلية، وتتم عملية الشد بطرائق مختلفة، منها:

1- 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.

2- 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.

3- يضبط القالب بشريط لاصق من الحواف ضماناً لقوة شد أكبر، وعدم تسرب معجونة الطباعة من الحواف من جهة أخرى كما في الشكل (186):



الشكل 186: تركيب الشريط اللاصق

**4- تحضير محلول الطلاء:** يحضر محلول الطلاء على الشكل التالي:

1- نضع الكمية اللازمة من المادة القابلة للبلمره مثل الجيلاتين أو الكازئين أو بوليمير البولي فينيل الأغوال PVAI في وعاء معزول عن الضوء.

2- نضيف 100 غ من المحسس الضوئي (ملح البيكرومات الصوديومي أو البوتاسي أو الأمونيومي أو مزيجهم). ونمدد بقليل من الماء.

3- نمزج حتى تمام التخلص من الفقاعات الهوائية بتكرار عملية المزج على فترات زمنية متتالية، والتأكد من تجانس المحلول.

4- يترك المستحلب ليرتاح (ينضج) في جو مظلم قبل البدء بعملية الطلاء.

**5- طلاء الشاشة الحريرية:** وتهدف لمنع نفوذ معاجين الطباعة إلا حيث نريد بمعالجتها ببعض الكيماويات للحصول على ما نسميه المسودة، بحيث تتمكن من نقل التصميم المطلوب بسهولة إلى القطعة المراد طباعتها ببسط المعجونة على كامل الشاشة، وتتم عملية الطلاء بطريقتين:

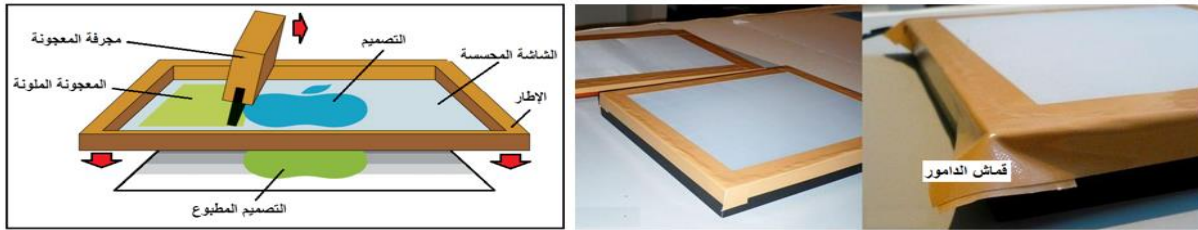
**الطريقة الأولى:** تتم بفرشاة ناعمة ذات طول شعيرات واحد ولعدة مرات للتأكد من تمام الطلي على كامل الشاشة وبأعلى درجة تجانس ممكنة لاحتمال احتواء المحلول على فقاعات هوائية أو لعدم الوصول لدرجة المزج المطلوبة، ويتوجب تدارك سيلان المحلول أثناء الطلاء منعاً لاقتلاعها أثناء الطباعة بمجرفة الحبر المطاطية.

الطريقة الثانية: وتتم بتعبئة محلول الطلاء بالكاشطة المطاطية لينقل إلى الشاشة الحريرية على الشكل (187):



الشكل 187: طلي الشاشة بالمحسس

- 1- نرفع أحد طرفي إطار الشاشة الحرارية حتى ارتفاع 15-20 سم أو زاوية 45°.
- 2- نصب القليل من محلول الطلاء في الفراغ المخصص للكاشطة المطاطية.
- 3- تمسك الكاشطة المطاطية ويمسح بها على الشبكة من الأسفل إلى الأعلى وبالعكس ثم يقلب الإطار الخشبي رأساً على عقب.
- 4- يقلب الإطار ويمسح من الخلف.
- 5- يعاد الإطار للوضع الأمامي ويمسح حتى التمام دون وجود خطوط أو ثقب أو أية عيوب أخرى.
- 6- يعرض الشاشة للهواء أو لمروحة بشرط منع الغبار عنه ليجف جزئياً.
- 7- يوضع الشاشة في فرن بدرجة حرارة 28 م° ولمدة قد تصل إلى الساعة حتى تمام الجفاف ضماناً لتفتيح المسامات غير المتبلرة بصورة أسهل.



الشكل 188: الشاشة الحرارية المسطحة

- 7- **تحضير التصميم أو الرسم:** يرسم التصميم المطلوب بدايةً على ورق شفاف (ورق كلك أو عادي ومن ثم تصويره لأخذ الصورة الموجبة له) بحبر أسود أو أحمر غامق (لا تتحسس آلة التصوير للأزرق) مع أخذ الحيط من أي ثقب قد نسيبه 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.
- 8- **تصوير الشاشات اليدوية:**

**1-8- 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...

- 1- تُرش بودرة التالك على السطحين الداخلي والخارجي للشاشة.
- 2- يوضع الفيلم المراد تصويره على طاولة التصوير ويلصق جيداً ويحدد مكان الفيلم.
- 3- تطرد فقاعات الهواء التي قد تحتبس بين الفيلم والطاولة.
- 4- يوجه الطرف المحبر إلى الأعلى.

- 5- يوضع فوق الشاشة قماش عاتم ويوضع فوقها لوح خشبي أو زجاجي أو بلاستيكي أصغر من الإطار الخشبي.
- 6- توضع أثقال أو دعامات على اللوح لتثبيته في مكانه.
- 7- تُعرض الشاشة للضوء لمدة 10-15 دقيقة حسب التصميم ونوعية محلول الطلاء المستخدم وطبيعة المصدر الضوئي " ضوء الشمس، أشعة فوق بنفسجية، مصابيح حمراء أو بيضاء عادية... " .
- 8- تُغمس الشاشة في حوض الإظهار المحمض مدة 15-20 دقيقة.
- 9- تفتح الأماكن غير المتبلرة بدوش خفيف.
- 10- تترك الشاشة حتى تمام الجفاف لتجرى عملية إصلاح لأخطاء العمل الطارئة.
- 11- توضع في فرن التثبيت لمدة ساعة ونصف عند 180 م.

ملاحظة هامة: يتم العمل في ضوء خافت في جميع العمليات السابقة " غالباً مصباح أحمر "

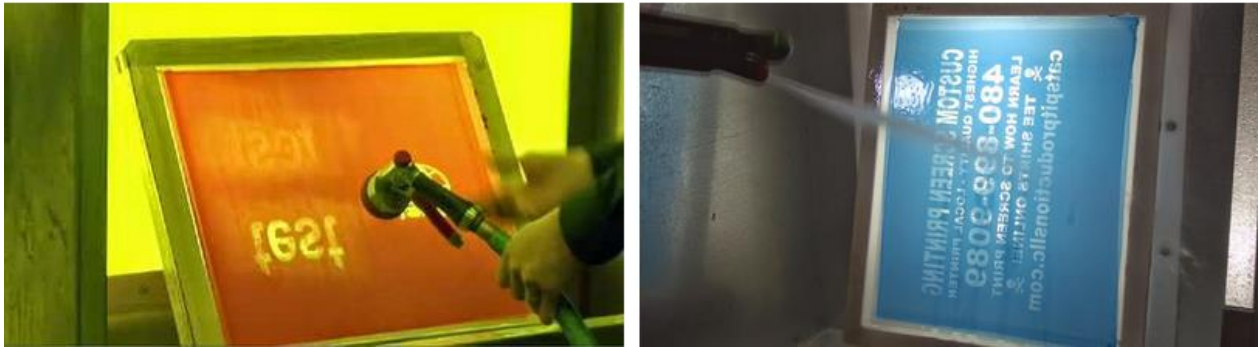
## 2-8- تقنيات التحسيس الضوئي للشاشات المسطحة:

الطريقة الأولى: تنشر طبقة شحم معدني شفاف على الشاشة ومن ثم يوضع التصميم عليها ليلتصق بمسحه بالكاشطة المطاطية لتجنب فقاعات الهواء بين التصميم والشاشة، تعلق بعدها على حائط ليتم تعريضها للمصدر الضوئي كما في الشكل (189):



الشكل 189: 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 (190):



الشكل 190: 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 5 دقائق بحمام يحوي كما في الجدول (186):

## الجدول 186

تركيب حوض تقوية الطبقة الجيلاتينية				
المادة	ميتانول	بيكرومات الأمونيوم	حمض معدني	ماء
الكمية	0.5 ليتر	14 غرام	1 غرام	4 ليتر

**الطريقة الثانية:** يُثبت الرسم على لوح زجاجي مثبت على ركائز خشبية بحيث يكون الطرف المحبر 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.

**9- 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 والكاز... لذا فإننا نعد لطلبيها أحياناً ب مواد مقاومة لبعض 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 وتُصعب 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 186) لرفع مقاومة الشاشة للبنزين، الكاز، الزيوت والأغوال.

**10- 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 (191) 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 المشمع المصقول المانع للماء، وفي هذه الحالة يثبت القماش بواسطة اللاصق، وتتم هذه العملية يدوياً أو آلياً بآلة لصق خاصة.



الشكل 191: منضدة الطباعة

**11- الكاشطة المطاطية:** تصنع عادةً من الخشب أو المعدن بشرط أن يكون حرفها الضاغط من الكاوتشوك، وطولها دون عرض الشاشة بحدود 4 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 (192)، وعموماً نجد أن الطاولة القاسية تستلزم كاشطات طرية والعكس صحيح.





الشكل 192: نماذج للكاشطة المطاطية وحروفها السفلية

**12- كيفية الطباعة اليدوية:** تغسل طاولة الطباعة جيداً وتجفف، لتطلى بالمادة اللاصقة (الغراء) بكاشطة كما في عملية الطباعة، ثم يمد القماش المراد طبعه 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 (193)، ويترك القماش في مكانه حتى جفافة بعض الشيء لنبدأ بالعمل بقالب اللون الثاني كما هو حال الأول وهكذا لكل لونٍ على حدة، لنبدأ عمليات التجفيف على منشرٍ خاص.



الشكل 193: عملية الطباعة

تغسل الطاولة بالماء الساخن والصابون للتخلص من كل آثار المعجونة، لأن تركها حتى الجفاف لفترةٍ طويلةٍ يُصعب من إزالتها، وكذلك الكاشطة الضاغطة والقوالب اليدوية، فالنظافة ضرورية جداً لأن غسل الأقمشة بعد تلوثها عملية أقرب للمستحيل.

**13- الشاشات الأسطوانية للطريقة المستمرة:** يتوجب بقاء هذا النوع من الشاشات معزولة في عبواتها عن الضوء كما في الشكل (194)، وتُسحب لطاولة التصوير بعد التأكد من نمرتها أي رقم الميش، 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 (الشكل 195) بمنظفات مناسبة لنتهي بحمام شطف من الداخل والخارج فتجفيف عند الدرجة 180 م ساعة كاملة.



الشكل 195: آلة غسيل الشاشات



الشكل 194: الشاشات الأسطوانية

**14- طلاء الشاشات الدائرية:** نمزج 1 كغ من الجيلتين مع 100 غ مثبت وماء بحسب ما يلزم بصورةٍ جيدة ونتركه لمدة ساعة وحتى التأكد من خلو المزيج من فقاعات الهواء.

يوضع محلول الطلاء في صحنٍ خاص، ويوضع فيه حلق بقطرين: داخلي 197 ملم وخارجي 200 ملم. وتوضع الحلقات نمرة 1 في الصحن الأول ويوضع عليها المحلول وتدهن لمرة واحدة، ومن ثم توضع في فرن التجفيف لنخرجها بعد عشر دقائق، ونضع الحلقة نمرة 2 وتدهن ثانية، ويجب وضع أجهزة الحلق على الأرض بشكلٍ مستوٍ لتركيب الحلق 1 على أساس أن تكون العزقات ظاهرة للبراغي حول الحلق نمرة 1 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.

**15- آلة التصوير:** يتم فحص الفيلم المراد تصويره أولاً، ثم ترتب الرسوم وتحدد عدد النقلات بحسب عرض التصميم المراد طباعته، ونرى في الشكل (196) منظرًا عاماً لهذه الآلة:



الشكل 196: آلة تصوير الشاشات الأسطوانية

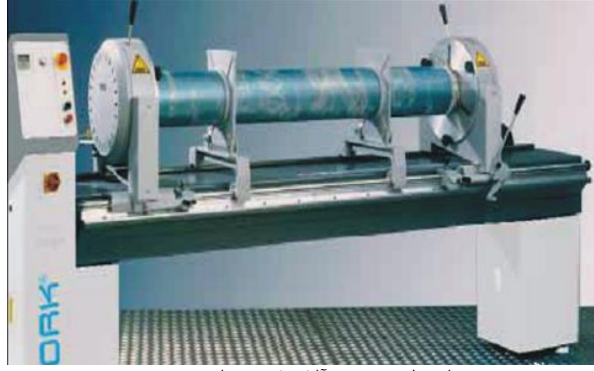
توضع الشاشة في آلة التصوير على عمود الكاوتشوك المعبأ بالهواء والمطلي بالبودرة، ثم يدخل رأس الشاشة إلى الرأس الثابت ويعلق من الطرف الآخر، ويثبت بإحكام ويغلق عليه بولب خاص وترفع يد حمالة العمود للأعلى، ويتوجب الانتباه عند تركيب الشاشة على الرأس الثابت لفتحة نفث الهواء من الطرف الخارجي ودفع الشاشة للطرف الآخر لإدخالها فوق الرأس الثابت جيداً مع ملاحظة تثبيت حامل الشاشة بولب على لوحة التحكم من الطرف الآخر، ثم يركب الرأس الثاني وترفع يد العمود.

يضخ الهواء في الكاوتشوك ويضبط ضغط الهواء عند (0.4) جو، وتوضع علامة الوسط بوضع خط في منتصف الشاشة وعلامتين على طرفيه للقص على مسافة 6 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 التصميم الصغيرة، مع ضرورة رش البودرة عند وضع الفيلم على الشاشة ورفع الضغط إلى (0.8) جو، ومن ثم تقرب الضوء من الشاشة وضبط المؤقت الزمني على 3.5 دقيقة ليتوقف آلياً.

#### 16- تجهيز الشاشة:

- ينفس الكاوتشوك من الهواء
- تترك مسافة 6 سم من طرفي الشاشة
- توضع الحلقات وتغطس بهدوء في حوض الإظهار وتترك لمدة 10 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 180 م.
- تؤخذ لطاولة الشاشات وتوضع على الحامل وتحف أطرافها بورق خاص على بعد 2 سم من الطرفين.
- يمسح 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 197).



الشكل 197: آلة تثبيت الرؤوس



الشكل 198: 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 إنهاء وغسيل لاحقة.

### 2- وصفات تحضير معاجين الطباعة بالبيغمنت:

**2-1- البيغمنتات (الخضاب):** مواد ملونة غير حلولة، وغالباً ما يتم تحضيرها على شكل سوائل مبعثرة بتركيز تناسب مزجها وانسجامها مع المكونات الأخرى المستخدمة في تحضير معاجين الطباعة. ويتم تحضيرها عادةً بأبعاد دقيقة للغاية " دون 3 ميكرون " لضمان ثباتها للخرن أولاً وتجانس وثبات لزوجتها ثانياً، إضافة لتحضيرها بتركيبة صديقة للبيئة كخلوها من مركبات الألكيل فينول إيتوكسيولات.

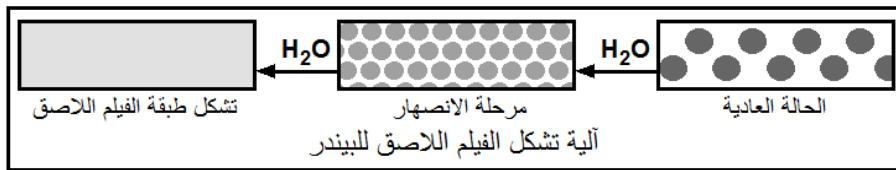
**2-2- البيندر:** بوليميرات مبعثرة غير ذوابة بالماء، ذات قدرة لصق عالية فيما بين سلاسلها لتشكيلها روابط عرضية في وسط حمضي مثل نترات الأمونيوم لضمان أفضل قوة ربط بين سلاسلها القصيرة المكونة لها. وأهم ما يتوجب على البيندر تحقيق:

- تشكيل طبقة رقيقة جداً أثناء التثبيت الحراري.
- تشكيل طبقة طرية ومقاومة للغسيل والضوء.
- عدم تبخره أثناء تعرضه للحرارة في مرحلة التثبيت.
- انحلاله بالماء قبل التثبيت الحراري.
- أن يكون حليبي وشفاف ولزج.

تتميز الكوبوليميرات الاكريليكية بوزن جزيئي عالي ووظيفة كربوكسيلية في سلاسلها، وتتحول بمجرد إضافتها للماء 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 (199):

- المرحلة الأولى: انصهار جزيئات البيندر وتشكيل طبقة جيلاتينية أثناء التجفيف.
- المرحلة الثانية: تغطي طبقة الفيلم المتشكلة البيغمنت ما يجعله ملتصقاً بالشعيرات.



الشكل 199

**2-3- عوامل الاستحلاب:** مجموعة المواد الفعالة 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.

**3-4- اليوريا:** تضاف في الجو الحار لامتصاص حرارة المعجونة، كما تحد من انسداد مسامات الشاشات.

**2-5- المثخنات:** سلاسل طويلة من الوحدات البنائية للسكريات البسيطة أو البوليميرات الصناعية كالبولي أكريلات، 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 فنتحدد بحسب درجة اللزوجة المطلوبة للمعجونة وفعالية المثخن المستخدم.

## الشروط الواجب توفرها بالمتخانات:

- 1- الخمول الكيميائي تجاه باقي مكونات المعجونة.
- 2- عدم تأثيره سلباً على ثبات الأصبغة وصديق بيئة.
- 3- رفعه درجة لزوجة المعجونة أثناء عملية الطباعة، ورخص ثمنه.
- 4- قابليته للانحلال بالماء عند التحضير وسهولة التخلص منه بعد الطباعة، وصديق بيئة.
- 5- قابليته للمزج مع المتخانات الأخرى وكذلك مع الأصبغة والبيغمنتات وباقي كيماويات المعجونة.

## أنواع المتخانات:

- 1- صموغ: الصمغ العربي، الصمغ الكريستالي، صمغ بذر الخروب، الصمغ الإنكليزي، الصمغ المعدلة.



مطحون بذر الخروب

قرون الخروب

شجرة الخروب

الشكل 200: بذر وقرون الخروب

- 2- النشاء بمختلف مصادره.
  - 3- الألبينات: ألجينات الصوديوم أو المغنيزيوم أو الأمونيوم.
  - 4- مشتقات السيليلوز: كربوكسي ميتيل سيللوز، هيدروكسي ايتل سيليلوز، هيدروكسي بروبيل سيللوز.
  - 5- متخانات صناعية بوليميرية: بولي الاكريلات.
  - 2-6- الغليسرين: يعزز ليونة المعجونة ويؤخر جفافها معززاً اخترقها للوجه الآخر.
- ويعرض لنا الجدول (187) ميزات مجموعة منتجات شركة أورغانيك كيميا الخاصة بالطباعة بالبيغمنت.

الجدول 187: مجموعة متخانات شركة أورغانيك كيميا

مجموعة أورغال من أورغانيك كيميا										الخواص			المنتج	
التطبيق					التوصيف					درجة الحرارة	اللزوجة	درجة الحموضة		محتوى المواد الصلبة %
التنظيف الجاف	الصباغة	الطباعة	الإنهاء	النسيج غير المنسوج	الطلاء الخلفية	التصنيف	التصنيف	درجة حرارة التحول للبلورية Tg: C°	الدنيا لتشكيل الفيلم MFT: C°	cps	pH	%		
•					•	•	■	-16	<0	800	2-4	50		HAC 77
				■	•	•	•	-19	<0	400	2-4	60		HAC 83
•					•	•	•	12	5	800	2-4	55		HAC 92
		■		•		■	■	-35	<0	500	2-4	60		HAC 199
				•	•			-35	29	500	3-4	40	S/AC	NST 49
	•	■	■	■	•	■	•	-42	<0	100	2-4	46		NA 260
•			■		•	•	•	-21	<0	200	2-4	46		NA 287
		■		•			■	-35	<0	100	2-4	46		NA 290
•					•	■	•	-19	<0	1000	2-4	45		NA 300
•				■	•	•	•	26	22	900	2-4	45		NA 302
•					•	•	•	12	5	750	2-4	45		NA 303
•				•	•	•	•	32	28	950	2-4	45		NA 305
•				•				25	22	100	3-4	46	AC	NA 306 S
•				•				13	<0	500	5-7	45		NA 317
•		■	■		•	•	•	-6	<0	400	2-4	45		NA 366
•			■			■	•	-6	<0	100	6.1-6.7	46		NA 415
•		■	■		•	•	•	-4	<0	1000	7-8	59		NA 507
•				■	•	•	•	-30	<0	200	6.5-7.5	45		NA 697
	•	■	■	■	•	■	•	-42	<0	100	2-4	40		NA 2600
					•	■		-14	<0	100	7-9	35		NX 2200
					•	•		-6	na	8000	>8	52	مركبات	C 6603
					•	•		-2	na	8000	>8	52	AC	C 6610

AC: اكريليك صافي - AC Compound: مجموعة مركبات اكريليك صافية - S/AC: ستيرين مع اكريليك، na: غير قابل للتطبيق

## 3- تحضير معجونة الكاز:

**3-1- طريقة تحضير معجونة الكاز:** نضيف لكمية 7-10 لتر ماء 6-20 كغ بندر بحسب اللزوم، ثم نضيف 600-900 غ عامل استحلاب، وندور الخلاط بسرعة 1500-2500 دورة/ دقيقة لمدة 5-20 دقيقة حتى تمام المزج لنرفع سرعة الخلاط حتى 3500 دورة/ دقيقة، ونضيف الكاز بالتدرج خلال 15-20 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 24 ساعة بمعزلٍ عن الهواء، وفي حال تركها لأكثر من ذلك نعيد تصفيتها من جديد.

الجدول 188

مكونات 1 كيلو غرام معجونة طباعة بالبيغمنت		
م	المادة	الكمية: غ
1	بيغمنت	بحسب درجة عمق اللون المطلوبة
2	عامل استحلاب	3-5
3	زيت كاز	700-750
4	يوريا	70-80
5	نترات الأمونيوم	20-30
6	مضاد رغوة	1-2
7	بيندر	80-200
8	ماء	حتى تمام 1000 غرام
9	غليسرين	ما يلزم
الخلاط: 2800 دورة / دقيقة لمدة 5-20 دقيقة ثم 3500 دورة / دقيقة		

#### 4- العمليات التالية لعملية الطباعة:

- 1- التجفيف عند درجة حرارة 120-160 م°.
- 2- التبخير عند 101-105 م° / 5-15 دقيقة.
- 3- الأكسدة مع 1-2 غ/ل ماء أكسجيني بوسط من كربونات أو بيكربونات الصوديوم.
- 4- الشطف، الغسيل عند درجة حرارة 100 م°، شطف، تجفيف نهائي.

#### 5- تحضير المعجونة المائية:

نأخذ كمية من البيندر 4-8-12-20 (بحسب نوعه وتركيزه) ونضيف لها كمية صغيرة من الماء، ثم نبدأ بإضافة ما يلزم من البيغمنت (بعد مزجه جيداً بالماء) لخزان التحضير وندور الخلاط 10 دقائق على السرعة البطيئة (1500-2500 دورة/ دقيقة)، ونستمر حتى امتلاء كامل خزان التحضير مع اختبار قوام المعجونة الناتجة لتعديلها وإضافة 300 غرام هيدروكسيد الأمونيوم عند الضرورة.

**6- تحضير المعجونة البيضاء:** يتم أولاً نقع سيليكات الألمنيوم وأكسيد التيتانيوم لمدة 24 ساعة لتجهيزهما لعمليات المزج والتخمير الجيدين وفق الجدول (189):

الجدول 189: تركيب المعجونة البيضاء

تركيب المعجونة البيضاء		
م	المادة	الكمية
1	ماء	1-6 ليتر
2	عامل استحلاب	600 غ
3	بيندر	8-12 كغ
4	كاز	75-80 ليتر
5	نترات الأمونيوم	1.5 كغ
6	أكسيد التيتانيوم: التيتان	8-10 كغ
7	سيليكات الألمنيوم	8-10 كغ
8	غليسرين	عند اللزوم

## البحث الثالث

### طباعة الأقمشة القطنية

تستخدم لطباعة الأقمشة القطنية البيغمات والأصبغة (المباشرة والفعالة والأحواض والنفوتول والكبريتية)، وتعتبر الأصبغة الفعالة وأصبغة الأحواض الأكثر شيوعاً في الطباعة عدا البيغمات.

**1- الطباعة بالبيغمات:** تتميز طباعة القطن بالبيغمات بكونها لا تحتاج لعمليات غسيل أو تبخير لاحقة، كما تتميز بثباتية ضوئية وغسيل جيدتين، وثباتية احتكاك ضعيفة.

**1-1- تركيب معجونة الطباعة بالبيغمات:**

الجدول 190: تركيب معجونة طباعة القطن بالبيغمات

تركيب معجونة طباعة القطن بالبيغمات			
المادة	1/غ كغ معجونة	المادة	1 / كغ معجونة
بيغمات	ما يلزم	نترات الأمونيوم	20-30
عامل استحلاب	3-5	مضاد رغوة	1-10
زيت كاز	700-750	بيندر	الباقى
يوربا	70-80	المجموع	1 كغ

**1-2- تثبيت الطباعة بالبيغمات:** يمرر القماش المطبوع من خلال فرن طباعة بطول قد يصل حتى 30-60 متر عند درجة حرارة 120-160 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 160-180-210 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 180 م°، وسبع دقائق عند 120 م°، ودون ذلك لا يتم التثبيت.

ج- المبخرة: يتم التثبيت هنا بالبخر عند درجة حرارة 102-105 م° ولمدة 7-10 دقائق.

**2- الطباعة بالأصبغة المباشرة:** من السهل تطبيق عملية الطباعة بالأصبغة المباشرة كونها رخيصة الثمن، ويعيها انخفاض ثباتياتها، ويتم تحضير معجونها كما في الجدول (191):

الجدول 191: تركيب معجونة طباعة القطن بالأصبغة المباشرة

تركيب معجونة طباعة القطن بالبيغمات			
المادة	1/غ كغ معجونة	المادة	1/غ كغ معجونة
صباغ	ما يلزم	مثخن*	500
يوربا	100-150	محلول ثنائي فوسفات الصوديوم 2:1	20-60
عامل ميلل	20	مضاد رغوة	1-2
ماء ساخن	220-300	المجموع	1 كغ

\* الجينات الصوديوم أو نشاء أو عامل استحلاب مثخن

تطبق عملية الطباعة بعد تمام المزج لتبدأ بعدها مرحلة التجفيف والتثبيت بالمبخرة عند درجة حرارة 102-105 م° لمدة 15-30 دقيقة، ثم نغسل على مراحل وفق الترتيب:

1- شطف دافئ عند درجة حرارة 40 م°، فأخر بارد.

2- حمام غسيل بمحلول يحوي 1 غ/ل منظف عند درجة حرارة 60 م° لمدة 3 دقائق.

3- شطف دافئ عند درجة حرارة 40 م°، فأخر بارد.

4- حمام تثبيت مع 5-20 غ/ل مثبت كاتيوني نتبعه بتجفيف نهائي بدون شطف عند 140-150 م°/ 5 دقائق.

**3- طباعة المنسوجات القطنية بالأصبغة الفعالة:**

تجري عمليات طباعة المنتجات السيللوزية بالأصبغة الفعالة 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 حدا لتعرض من خلالها إلى الأخطاء والعيوب أو الميزات المترتبة على كل منها.

### 3-1-1- مراحل العمليات الطباعية:

#### 3-1-1- 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 للفتا على سجادة آلة الطباعة أثناء مرحلة الطباعة.

وبالتالي فإن أهم الأخطاء الممكن حصولها عن هذه المرحلة:

1. الطباعة على وصلات خياطة رؤوس الأثواب.
2. التثبيت غير الكافي.
3. تبقيع المعجونة على سجادة الطباعة بسبب التثبيت غير الكافي أو غير النظامي.

#### 3-1-2- تحضير معجونة الطباعة: ويرتبط نجاح هذه المرحلة بملاحظة:

1. انتقاء نوعية الأصبغة الأنسب.
  2. وزن الصباغ.
  3. طريقة تحضير محلول الصباغ.
  4. طريقة مزج محلول الصباغ مع المثخن.
- وبالتالي فإن أهم الأخطاء الممكن حصولها في هذه المرحلة:

1. تشكل تكتلات صباغية.
  2. تشكل الرغوة.
  3. تغيير مواصفات المعجونة بالخرن.
- #### 3-1-3- الطباعة: وتتم عملية الطباعة وفق طرائق أساسية أربع:

1. الطباعة بالأسطوانة Roller printing.
2. الطباعة بالشاشة الدوارة Rotary screen printing.
3. الطباعة بالشاشة الحريرية Screen printing.
4. الطباعة بقاذف الحبر " بالتفتيط " Ink jet printing.

وبالتالي فإن أهم الأخطاء الممكن حصولها عن هذه المرحلة:

1. سوء تسوية طباعية: تسحب أو انزياح الألوان عن بعضها البعض، تموج اللون، تراجع معدلات صفاء الطباعة بظهور بعض البثور الصباغية.
2. أخطاء في تصميم أو تنفيذ القوالب.
3. التبقيع على الأرضيات البيضاء.

#### 3-1-4- التجفيف: وتتم بواحدة من التقنيات الأربعة التالية:

1. المجفف الأسطواني Cylinder dryer.
2. المجفف بالهواء الساخن Hot flue dryer.
3. المشد ذو الدبابيس " الرام " Pin tenter.
4. المجفف الهوائي القصير Short loop dryer.

وبالتالي فإن أهم الأخطاء الممكن حصولها عن هذه المرحلة:

1. سوء التسوية " التلطيش " بسبب سوء توزع الهواء بحسب دارة هواء المجفف.
2. تشقق معجونة الطباعة بسبب المعدلات العالية للتسخين.



**3-1-5- 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.

**3-1-6- التثبيت:** ويتم تطبيقها عبر إحدى التقنيات الأربعة التالية:

1. التخمير الجاف Dry baking.

2. التبخير تحت الضغط الجوي العادي (Steaming (Atmosphere steaming).

3. التبخير بدرجات الحرارة العالية (HTS: (High Temperature Steaming).

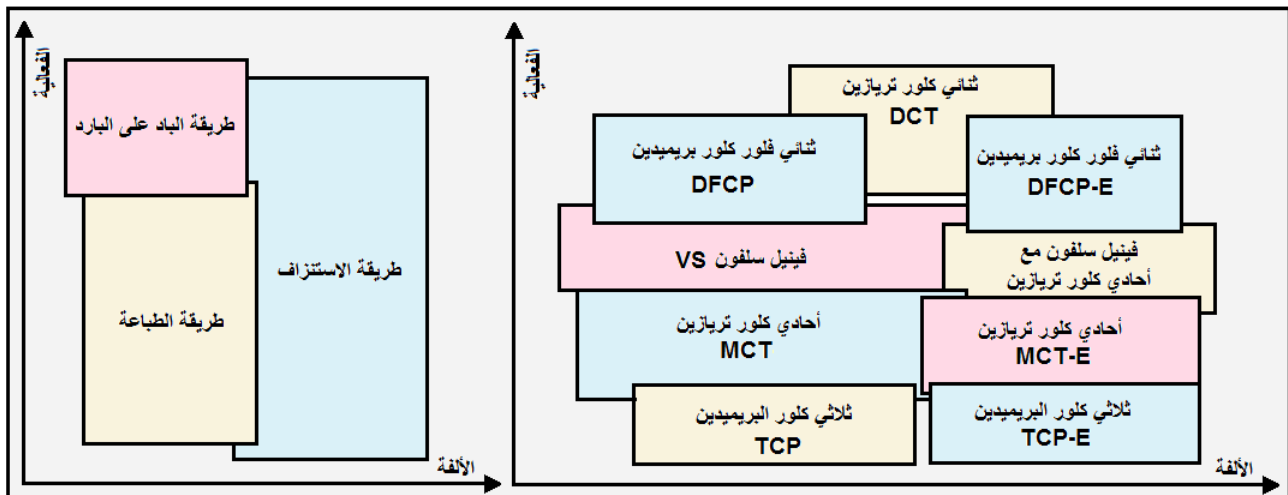
4. التبخير بدرجات الضغط العالي (HPS: (High Pressure Steaming).

**3-1-7- 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 وتراكيزها وزمن المعالجة ودرجات الحرارة الموائمة لكل مرحلة.

**3-1-8- 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.

**3-2- الفوارق بين فعاليات وألفة الأصبغة الفعالة بيانياً:** يبين الشكل (201) هذه الفوارق:



الشكل 201

**3-3- الطباعة بالطريقة المباشرة أو طريقة المرحلة الواحدة (Direct printing (Phase printing):** تتوزع

تقنيات الطباعة المباشرة بين خمسة أنماطٍ رئيسة، أربعة منها بالتبخير، وخامسة بالتخمير:

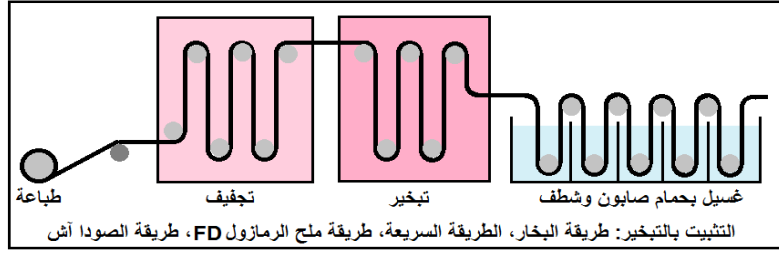
**3-3-1- طرائق التثبيت بالتبخير:**

- طريقة التبخير أو طريقة بيكربونات 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 الفعالة....

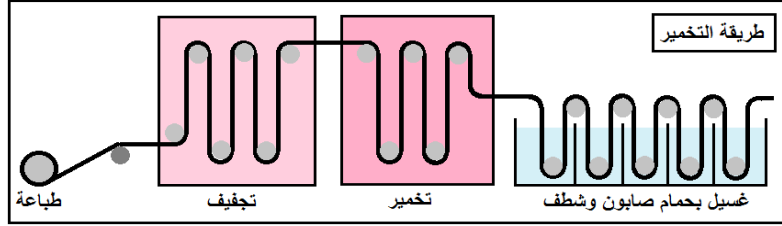
- طريقة ملح الرمازول **Short time steaming process**: وتتميز بالثبات العالي لمعجونتها، وثبات المنتج المطبوعة المجففة غير المثبتة تجاه الأبخرة أو الغازات الحمضية.

- طريقة التبخير بوجود الصودا آس:



الشكل 202

- طريقة التخمير "التثبيت الحراري": تستبدل هنا وحدة التثبيت بالحرارة العالية بوحدة تخمير بدرجة الحرارة الملائمة للصبغ المستخدم كما في الشكل (203):



الشكل 203

تركيب معجونة الطباعة لطريقة المرحلة الواحدة: نستعرض في الجدول (192) تركيب معجونة الطباعة لطريقة المرحلة الواحدة:

الجدول 192

تركيب معجونة الطباعة لطريقة المرحلة الواحدة		
المادة	معجونة الأصبغة	المعجونة الممددة
صبغ فعال	ما يلزم	لا يضاف
يوربا (بولة)	50-100 غ	50 غ
ماء ساخن	300 غ	300 غ
مثخن	400-500 غ	500 غ
مثبط ارجاع (مانع أكسدة)	10 غ	
العامل القلوي* الممدد	ما يلزم	
ماء ساخن أو مثخن	ما يلزم	
المجموع	1000 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 الصبغ المستخدم.

أما عن ارتباط العوامل القلوية بمختلف طرائق الطباعة فنتبينها بالجدول (193):

الجدول 193

الطريقة	القلوي المعتمد		طريقة التثبيت	شروط التثبيت	
	نوع القلوي	الكمية: غرام		درجة الحرارة	الزمن
طريقة بيكربونات الصوديوم	بيكربونات الصوديوم Na-Bi- Carbonat	25-10	تبخير	100-103 م	2-5 دقيقة
طريقة الزمن القصير Short time process	بيكربونات الصوديوم صودا آش	25-10 10	تبخير	100 م	-
طريقة ملح الرمازول Remazol salt FD	ملح الرمازول FD	120-50	تبخير	100 م	8-10 دقائق
طريقة الصودا آش	صودا آش	10	تبخير	100 م	2-3 دقائق
طريقة التخمير Termo-fix process	بيكربونات الصوديوم	25-10	تخمير	130-140 م	4-5 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 (102 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.					

### 3-4- طريقة الطباعة على مرحلتين 2 Phase printing: تتميز هذه الطريقة بتطبيقها على مرحلتين:

1. مرحلة طباعة المعجونة الخالية من العامل القلوي متبوعة بالتجفيف.
  2. مرحلة المعالجة بالعامل القلوي.
- تركيب معجونة الطباعة لطريقة المرحلتين: ونستعرض في الجدول (194) هذه التركيبة، وتتميز هذه الطريقة بتطبيقها على مرحلتين:

1. مرحلة طباعة المعجونة الخالية من العامل القلوي متبوعة بالتجفيف.
2. مرحلة المعالجة بالعامل القلوي.

الجدول 194

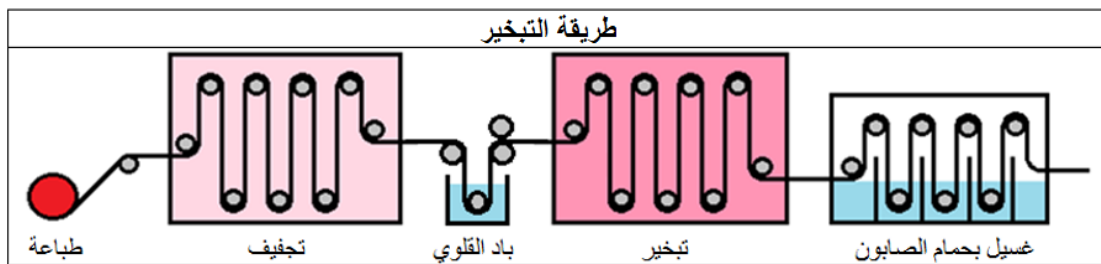
تركيب معجونة الطباعة لطريقة المرحلتين		
الصباغ	معجونة الأصبغة	المعجونة الممددة
صباغ فعال	ما يلزم	لا يضاف
يوربا " بولة "	غ 100-50	غ 50
ماء ساخن	غ 300	غ 300
مثنخ طبيعي	غ 500-400	غ 500
مثبط إرجاع مانع للأكسدة	غ 15-10	
حمض الخل	غ 10	
ماء ساخن أو مثنخ	ما يلزم	
المجموع	غ 1000	

الجدول 195: تركيب معجونة الطباعة بالمثخنات الطبيعية

العامل المثخن		الجينات الصوديوم: المثخن أو الصمغ الأكثر انتشاراً.	
مواد أخرى: مركبات سيليلوزية معدلة، نشاء معدل، مشتقات صمغية، مثخنات مستحلبة			
تركيب المعجونة			
معجونة ألجينات الصوديوم		المعجونة نصف المستحلبة	
ماء	غ 950	ماء	غ 200
ألجينات الصوديوم	غ 40	مثنخ طبيعي	غ 450
عامل تحلية مثل	غ 10	عامل استحلاب DMR	غ 10
أملاح فوسفات الصوديوم		ترينتين معدني	غ 340
المجموع = 1000 غرام			
نضيف مسحوق ألجينات الصوديوم شيئاً فشيئاً للمحلول المائي لعامل التحلية، ونتركه للتخمير ليلة كاملة بدرجة حرارة الغرفة.			
نضيف عامل الاستحلاب والماء للمثنخ الطبيعي مع التحريك، نتبعها بإضافة الترينتين المعدني " الوايت سبريت: كاز أو نبط " شيئاً فشيئاً مع التحريك السريع لصمان أعلى درجة تجانس ممكنة.			

### 3-4-1- طرائق الطباعة:

طريقة التبخير 2 Phase steaming process: وتتميز بغمر المنتوجات المطبوعة بالباد أو الحوض القلوي بعد عملية التجفيف لتتبعها بالتثبيت فالغسيل كما في الشكل (204) والجدول (196):

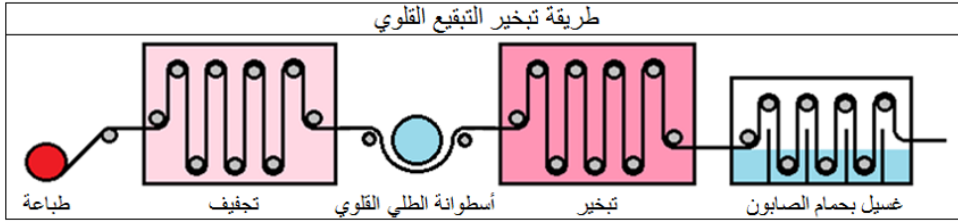


الشكل 204

الجدول 196: طريقة التبخير على مرحلتين

طريقة التبخير 2 Phase steaming process				
مراحل العمل				
طباعة	تجفيف	حوض الكيماويات	تبخير	معالجة نهائية
تركيب حوض الكيماويات القلوي				
	هيدروكسيد الصوديوم (36 يوميه)	40-25 مل		
	صودا أش	150 غ		
	كربونات الصوديوم	50 غ		
	ملح الطعام	100 غ		
	هيدروسلفيت الصوديوم المركز	1 غ		
	ماء	الإتمام حتى (1000) مل		
	درجة حرارة الحوض	دون (30 م°)		
	الحمولة	100-80 %		
	درجة حرارة وزمن التبخير	103 م° / 15-20 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 (205) والجدول (197):

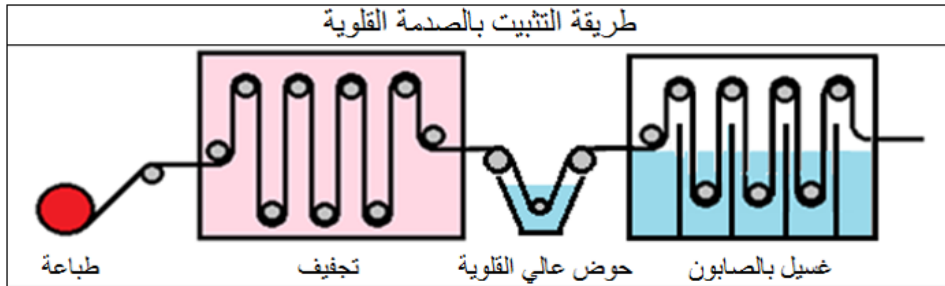


الشكل 205

الجدول 197: طريقة تثبيت الطلي القلوي **Alkali blotch steaming process**

مراحل العمل				
طباعة	تجفيف	طلي القلوي	تبخير	معالجة نهائية
تركيب حوض الطلي القلوي: حوض التثبيت بسيليكات الصوديوم المعدلة RC				
	صمغ مثخن عالي المقاومة للقلويات	35 غ		
	هيدروكسيد الصوديوم (36 يوميه)	70 مل		
	كربونات البوتاسيوم	50 غ		
	ملح الطعام	200 غ		
	ماء	450 غ		
	الإتمام بالماء أو المثخن	حتى 1000 مل		
من المثخنت الصمغية المقاومة للقلوي: صمغ تراغكانت Tragacanth gum، الصمغ الإنكليزي أو أي صمغ بلوري مناسب آخر الطلي القلوي: يتم تطبيقها بأسطوانات الباد على الوجه المطبوع عند درجة حرارة (100-130 م°) لمدة (25-45) ثانية				

- طريقة التثبيت بالصدمة القلوية **Alkali shock fixing process**: وتتم بمعالجة المنتوجات المطبوعة بحوض قلوي عالي التركيز وبدرجات حرارة مناسبة ليصار إلى حمامات الغسيل مباشرة ودون الحاجة لمبخر تثبيت كما يبين الشكل (206) والجدول (198):

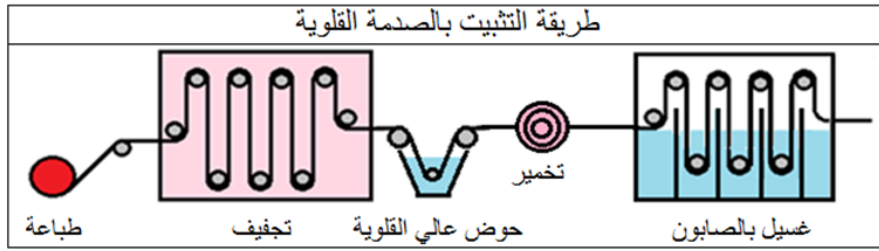


الشكل 206

الجدول 198: طريقة التثبيت بالصدمة القلوية Alkali shock fixing process

مراحل العمل					
معالجة نهائية		حوض الصدمة القلوية		تجفيف	
طباعة					
تركيب حوض الصدمة القلوية					
المتثبيت RC العياري بدون تمديد أو التراكيب الكيماوية الثلاثة التالية					
الوصفة (3)		الوصفة (2)		الوصفة (1)	
50 غ	ملح	200 غ	ملح	100 غ	ملح
50 مل	هيدروكسيد الصوديوم (38) بومييه	80-60 مل	هيدروكسيد الصوديوم (38) بومييه	70-50 مل	هيدروكسيد الصوديوم (38) بومييه
50 غ	كربونات البوتاسيوم	50 غ	كربونات البوتاسيوم	50 مل	كربونات البوتاسيوم
250 غ	صودا آش	20 غ	سيليكات الصوديوم	10 غ	سيليكات الصوديوم
				150 غ	صودا آش
الإكمال بالماء حتى (1000) مل					
شروط الصدمة القلوية: 95-90 م° لمدة 10-15 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 المنتوجات " تخمير الرولو " لمدة تزيد أو تنقص بحسب شروط العمل والتراكيز ونوع الأصبغة المستخدمة كما يبين الشكل (207) والجدول (199):



الشكل 207

الجدول 199: طريقة التثبيت على البارد Cold fix process

مراحل العمل			
معالجة نهائية	تخمير	تثبيت على باد RC	تجفيف
طباعة			
تركيب حوض التثبيت بسيليكات الصوديوم المعدلة RC			
سيليكات صوديوم معدلة RC مركزة " دون تمديد "			الكيماويات
درجة حرارة الغرفة (30-40 م°)			شروط عمل الباد
100 %			الحمولة
درجة حرارة الغرفة (20-30 م°) لمدة لا تقل عن (4) ساعات "ليلة كاملة أو تزيد "			شروط التخمير
بشرط عزله بغطاء محكم يمنع عنه الهواء والغازات			

3-4-2- ميزات طرائق الطباعة بطريقة المرحلتين:

1. ثبات أعلى للمعجونة لعدم احتوائها العامل القلوي.
2. ثبات أعلى للبضائع المطبوعة المجففة غير المثبتة من طريقة المرحلة الواحدة.
3. إمكانية تطبيقها على أنواع بضائع مختلفة: قطن، حرير... بإجراءات عملية أفضل وبثباتيات متميزة.
4. إمكانية تطبيق تقنيات تثبيت مختلفة.
5. احتمالات أخطاء عمل أقل عند العمل بطريقة الباد.
6. مردود لوني ممتاز مع سطوع لوني جذاب.
7. إمكانية المزوجة بينها وبين طرائق أخرى.

3-4-3- المقارنة بين إجراءات التثبيت لطريقة الطباعة على مرحلتين: يبين الجدول (200) مقارنةً بين إجراءات التثبيت لطريقة التثبيت على مرحلتين:

الجدول 200

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			
الكيمويات	قلوي " كميات محددة "	مثبت RC ولا تحتاج لتحضير	مثبت RC تحتاج كيمويات 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

3-4-4- ملاحظات تقنية هامة حول العمل بطريقة الطباعة على مرحلتين:

1. يستخدم نمط ألجينات الصوديوم عالية اللزوجة بنظام الطباعة الأسطواني، في حين تستخدم المنخفضة اللزوجة أو المثخن المستحلب لنظام الطباعة بالشاشة الحريرية.
  2. يزيد المردود اللوني في حال العمل بالمثخن المستحلب عنه في حال استخدام مثخن الألجينات، وبخاصة في حال طباعة الحرير أو طباعة الألياف المثبتة.
  3. يناسب المثخن المستحلب وسرعة جفافه نظام العمل بالطباعة الآلية للشاشة الحريرية، وبخاصة مع الرسوم أو التصاميم الدقيقة.
  4. يبدأ الصباغ المتوضع على سطح البضائع المطبوعة بالانحلال في كيمويات الباد القلوي عند تراجع محتواه من المواد الصلبة " انخفاض تركيزه " ما يؤدي لنشوء أخطاء عمل بسبب هذا النزف.
  5. تتميز معجونة الطباعة على مرحلتين بثبات عالٍ لعدم احتوائها على العامل القلوي، ويزيد من عمرها إضافة كميات بسيطة من حمض الخل.
  6. يضاف لمحلل الباد الكيماوي كميات بسيطة من هيدرو سلفيت الصوديوم لمنع التبقيع على الأرضيات البيضاء، وعلينا المحافظة على تركيزه بإضافة كميات جديدة من حين لآخر بسبب تخربه بمرور الزمن.
- 3-5- المعالجات النهائية: الشطف، الغسيل، حمامات الصابون: وتهدف مجموعة هذه العمليات لإزالة الأصبغة الفعالة غير المثبتة كما في الجدول (201)، ومن المهم التنويه هنا إلى أن إزالة الأصبغة من نمط فينيل سلفون VS أسهل من إزالة أصبغة أحادي كلور التريازين MCT.

الجدول 201: مراحل المعالجات النهائية: الغسيل والشطف

حالة المثبت RC		غاسل مفتوح: الطريقة المستمرة	
المعالجة	الحوض	المعالجة	الحوض
شطف بارد بنظام التدفق المعاكس: 40-50 م	1	شطف بارد بنظام التدفق المعاكس	1
شطف بارد مع تعديل: 2 مل/ل حمض خل 60% / 40 م	2	تعديل بإضافة 2 مل/ل حمض خل 60% / 40 م	2
مع 2 غ/ل عامل تحلية كبولي فوسفات الصوديوم عند 40-50 م	3	شطف ساخن: 80-90 م	3
شطف بارد بنظام التدفق	4	أحواض غسيل مع 1-2 غ/ل مع مزيج	6-4
شطف ساخن: 90-95 م	5	منظفات أنيونية سالبة مع لا أيونية	
حمامات غلي مع 1-2 غ/ل مزيج منظفات أنيونية ولا أيونية	7-6	شطف عند 50 م	7
شطف بارد بنظام التدفق المعاكس	8	شطف بارد بنظام التدفق المعاكس	8

ملاحظة: يعتمد نظام التدفق المعاكس على تسيير البضاعة بعكس اتجاه تسيير الماء

- 3-6- المعالجات النهائية على آلة الونش: من الملاحظ ضعف فعالية عموم هذه الآلات، لذا فإن المعالجات تتم هنا وفق المخطط:

شطف ← شطف تعديل مع 2 مل/ل حمض خل 60% بحرارة 40 م ← شطف ساخن عند 80-90 م ←  
حمام غلي مع 1-2 غ/ل منظف أنيوني مع لا أيوني ← شطف ساخن بحرارة 50 م ←  
شطف بارد بنظام التدفق المعاكس

الجدول 202: مراحل الإنهاء على الجيكر

المعالجة النهائية على الجيكر	
عدد الدورات	المعالجة
2	شطف بارد
1	تعديل بإضافة 1 غ/ل حمض خل 60% بحرارة 50 م
2	شطف ساخن بحرارة 90-95 م
4	حمام غلي مع 1-2 غ/ل مزيج منظف شاردي سالب ولا شاردي
4	حمام معالجة صابوني جديد
2	حمام ساخن بحرارة 50 م
2	شطف

### 3-8- ملاحظات هامة لمرحلة المعالجات النهائية:

- 1- من المهم تجنب إضافة قلوي أثناء تطبيق حمامات الغلي تجنباً لتراجع قوة اللون.
- 2- 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.

### 3-9- ملاحظات مختارة حول الأصبغة:

- 1- ثبات المعجونة اللون بطريقة المرحلة الواحدة.
- 2- ترتبط درجة المردود اللوني بطريقة التثبيت.
- 3- ترتبط درجة المردود اللوني بدرجة الحرارة والزمن.
- 4- يؤدي اعتماد لون الأزرق التركيز للتبقيع على الأرضية البيضاء.

**للفائدة: مثبت الإرجاع أو مانع الأكسدة:** مؤكسد ضعيف يحمي الأصبغة الفعالة من أي عملية إرجاع أثناء عمليات التبخير أو التثبيت الحراري مثل: سلفونات الصوديوم لميتا ننترو البنزن  $O_2N-C_6H_4-SO_3Na$

## البحث الرابع

### التقنيات الأساسية لطباعة البوليمر بالأصبغة المبعثرة

#### 1- مراحل التحضير للطباعة:

1. تصميم الرسوم.
2. تنفيذ أداة الطباعة: القالب الأسطواني المحفور "الرول" أو الشاشة الأسطوانية المصنوعة من خلائط النيكل، أو الشاشة الحريرية المسطحة "الشاشة"، أو اللوح الطباعي "الكليشة".
3. تحضير الخامة للطباعة: غلي، إزالة مواد التنشئة، ضبط الوزن، التثبيت الحراري، تثبيت البضاعة على طاولة الطباعة أو ضبط مطاط التثبيت الحراري.
4. تحضير معجونة الطباعة.

#### 2- مراحل الطباعة: يبين الجدول (203) مختلف مراحل هذه العمليات:

طباعة ← تجفيف ← ترطيب ← شطف ← غسيل إرجاعي ← تجفيف ← إنهاء

الجدول 203

المرحلة	العملية	المشاكل والعيوب المرافقة
التحضير الأولي	غلي 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 بخياطة الرؤوس، عيوب بتنفيذ الطباعة " عدم تطابق الألوان مثلاً"، استنزاف المعجونة.
التجفيف	المجفف الأسطواني، التجفيف بالهواء الحار، التجفيف 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 تصدع الصباغ.
الغسيل	الشطف وحمامات الغسيل بالغوازل على آلة الونش	التبقيع على الأرضيات البيضاء بسبب عدم التخلص الكامل من المعجونة.
التجفيف والإنهاء	استخدام تجهيزات وآلات الإنهاء	أخطاء في عمليات الإنهاء

#### 13-3- آلات وطرائق الطباعة: يبين الجدول (204) مختلف آلات وطرائق الطباعة:

الجدول 204

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 المرنة	مرنة	مرنة / غير مرنة	أكثر مرونة
بيئة العمل	سيئة	متوسطة	متوسطة	جيدة	جيدة
تلبية الزبون	بسيطة	متوسطة	متوسطة	متوسطة	سريعة
المستوى التقني	معتمدة صناعياً	معتمدة صناعياً	معتمدة صناعياً	معتمدة صناعياً	تحت التطوير
تعليقات أخرى	طريقة قديمة	طريقة رائجة وشعبية		غير اقتصادية	قليلة التطبيق

ونرى في الأشكال (208 و 209 و 210) مبدأ عمل الشاشات المسطحة والدوارة:



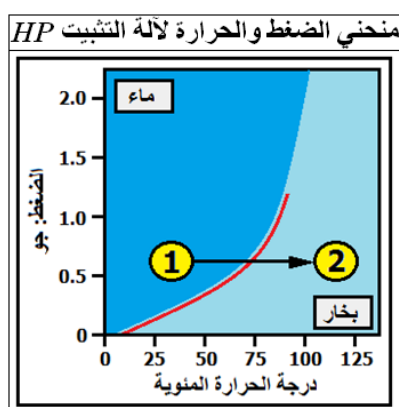


**13-5- مرحلة التثبيت:** تلي عملية الطباعة كما يبين الجدول (206) مرحلة التثبيت بقصد انتشار الجزيئات الصباغية من سطح الألياف النسيجية باتجاه العمق، ويلعب المثخن دوره هنا في منعه من تطاير الصباغ بالاتجاه المعاكس، أي من سطح النسيج باتجاه الهواء المحيط، وقد تجري هذه المرحلة بإحدى التقنيتين: إما تحت الضغط العالي HPE أو تحت درجات الحرارة العالية HTS:

الجدول 206

مرحلة التثبيت			
ملاحظات	الزمن	درجة الحرارة	الطريقة
المجفف الأسطواناني، الرام، مجفف الهواء الساخن	120-60 ثانية	210-200 م°	التثبيت بالتبخير بدرجات الحرارة العالية HTS
لبعض الأصبغة	7-3 دقيقة	160 م°	
لعموم أنواع الأقمشة المحاكة المضخمة	7-5 دقيقة	170 م°	
للألوان الغامقة	5-3 دقيقة	180 م°	التثبيت بالتبخير تحت الضغط العالي HPE
المبخر النجمي، كوخ التبخير (مبخر كوتاج)، مبخر ماستر، مبخر KS	30 دقيقة	130 م°	

ونرى في الشكل (211) المخطط الحراري لتوازن الماء مع البخار عند التثبيت الحراري:

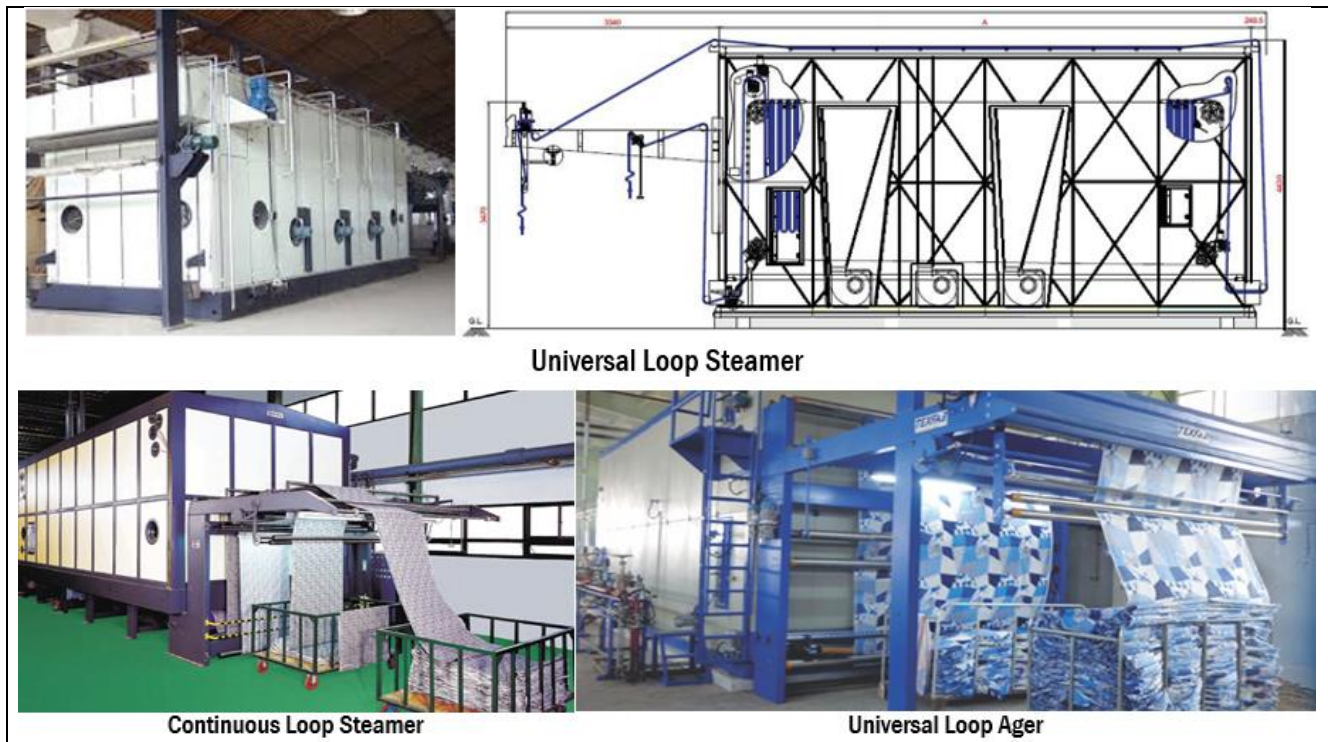


الشكل 211

**13-6- نماذج آلات التثبيت:** نستعرض في الجدول (207) والشكل (212) بعضاً من تجهيزات التثبيت:

الشكل 207

نماذج آلات التثبيت					
ارتفاع الحلقة متر	السرعة متر/دقيقة	سعة القماش متر	العرض الفعلي متر	الشركة الصانعة	العلامة التجارية
3.0-2.5: الأعظمي	15-13	600-400-200	3.4-1.8	Storks	Storks: Universal Loop Steamer
/	125-30	400-200	3.4-1.8	Olchikine Industry	Olchikine Storks Universal Loop Steamer
3.0-2.5: الأعظمي	125-30	140 م/ غرفة	/	Artos	Universal Loop Ager
2.7: الأعظمي	25-8	150 م/ غرفة	2.8	Nakao Iron Works	NT type Continuous Loop Steamer
3.0: الأعظمي	100-60	800-400-200	80-70-60 انش	Showa machinery	KI Loop Steamer
2.7-1.35	70-35	/	/	Japan Artos	Universal Loop Ager I type



الشكل 212: بعض تجهيزات التثبيت

**13-7-7- شروط عملية التثبيت:** تتباين شروط عملية التثبيت الحرارية من تقنية لأخرى كما يبين الجدول (208)، وتمتلك كل تقنية مواصفات خاصة بها تتناسب مع طبيعة الأصبغة أو النسيج المطبوع، إذ يتسبب التثبيت بالتحميم 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 بالبخر المشبع، ويتوسط بين هذا وذاك التثبيت بالبخر الساخن جداً.

الجدول 208

شروط عملية التثبيت					
طريقة التثبيت	التثبيت بالتحميم	التثبيت بالتبخير بالحرارة العالية HTS	التثبيت تحت الضغط العالي HPE		
الإنتاجية	مستمر	مستمر	مستمر	وجبات Batch-wise	
قابلية التطبيق على الأقمشة المحاكاة	كبيرة	كبيرة	متوسطة	متوسطة	
أنواع أوساط نقل الحرارة	بدون رطوبة	بخار ساخن جداً	بخار مشبع	مناسب	
الشروط	200~210 م/5~7 دقائق	170 م/5~7 دقائق	130 م/30 دقيقة		
ضرورة إحكام الإغلاق	لا يحتاج	لا يحتاج	ضروري		
المعالجة	غير جيدة	متوسطة	جيدة		
تراجع خواص المثخن	سيئة	متوسطة	جيدة		
المردود اللوني	منخفض	متوسط	عالي		
وضوح الطباعة	قوي - حاد	قوي	قائم		
اختراق المعجونة للخلف	قليل	متوسط	كبير		
نسبة أخطاء العمل	متوسط	قليلة	مرتفعة		
الطباعة	التجفيف	التثبيت	الغسيل الأولي	الغسيل الإرجاعي	الغسيل النهائي

**13-8-8- 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 بالأوكسدة أو الإرجاع، وبحيث لا تؤثر سلباً على أناقة وجودة الطباعة ذاتها، ونستعرض في الجدول (209) مختلف هذه العمليات:

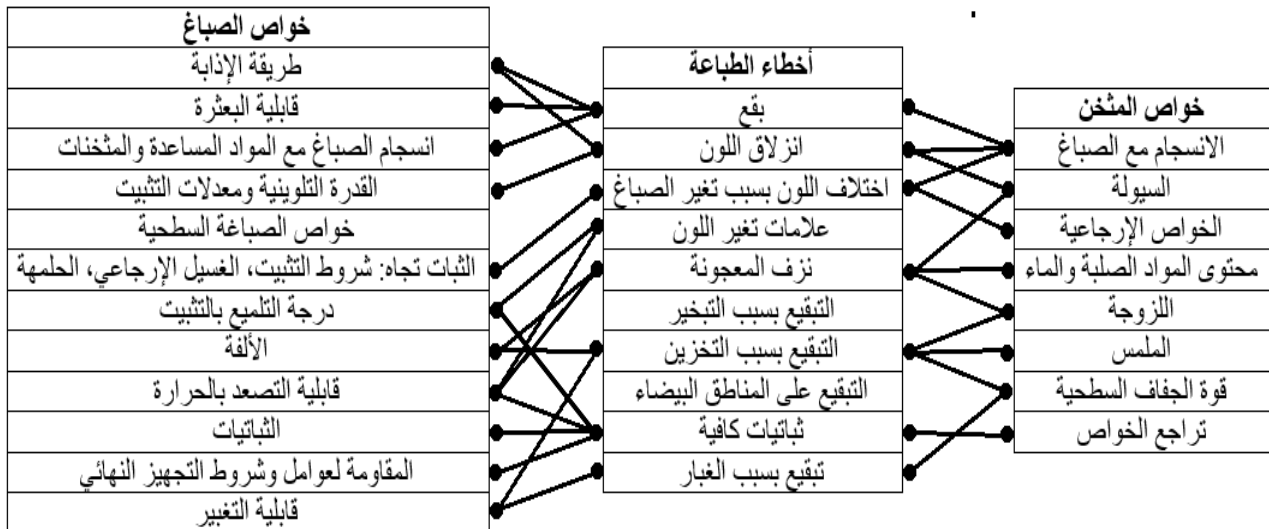
الجدول 209

عمليات الغسيل والشطف	
الغسيل الأولي	حمام بغوازل منخفضة التركيز، ويستحسن الشطف بماء جارٍ
الغسيل الدافئ	يتم بحرارة (50 م) لتجنب التبقيع على الأرضيات البيضاء
الغسيل الإرجاعي	2-1 غ/ل هيدروكسيد الصوديوم + 2-1 غ/ل هيدروسلفيت الصوديوم + 2-1 غ/ل غوازل لا أيونية
الغسيل النهائي	حمام شطف ساخن يتبعه حمام بارد
اختيار	الهدف: الطريقة، الآلات، المواد، الاستخدام، التصميم
الصبغ المثخن الكارير المواد المساعدة شروط المعالجة	البند الواجب بحثه: تقنية التثبيت المثلى، زمن وحرارة التثبيت المثلى، انسجام الكيماويات وثبات معجونة الطباعة الأخيرة، أثر العمليات المختارة على الثباتيات وعلى البيئة.
	مميزات الطباعة: قوة اللون واتجاهه، خواص الطباعة (تسوية، دقة، تبقيع، انزياح، علامات، هجرة)، خواص التصميم (حاد، قوة اللون على الوجه، الاختراق للخلف)، التبقيع على الأرضيات البيضاء (النزف، تراجع خواص المثخن).
	المؤثرات على عمليات الطباعة: تأثير لكر الشاشة، تأثير المواد اللاصقة، تأثير الدقة (الحدودية)، تراجع خواص المثخن.

**9-13- المثخنات:** تتباين خواص المثخنات جداً عن بعضها البعض، ولكل تقنية تثبيت نجد مثخناً أمثل نسبياً، وكثيراً ما تجري عملية مزج بين أنواع مثخناتٍ عدة وصولاً لشروط طباعةٍ أفضل كما يبين كلاً من الجدول (210) والشكل (213):

الجدول 210

الخواص	المواصفات	نشاء معدل	سيليلوز	أجينات الصوديوم
القدرة التلوينية	طباعة الغوامق، اللون السطحي، اللمعان	●	○	×
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 التمديد	تغير اللزوجة	○	○	●
مقاومة المواد	صوف، حرير، ألياف تركيبية	●	○	△

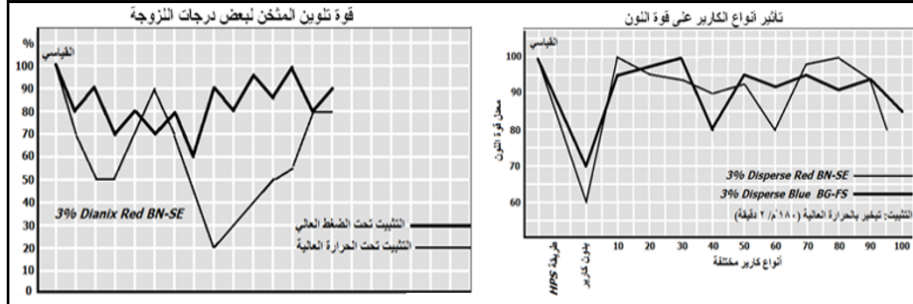


الشكل 213

**10-13- تأثير الكارير على الثباتية تجاه النور:** يبين الجدول (211)، والشكل (214) تأثير بعض أصناف الكارير على معدلات التثبيت:

الجدول 211

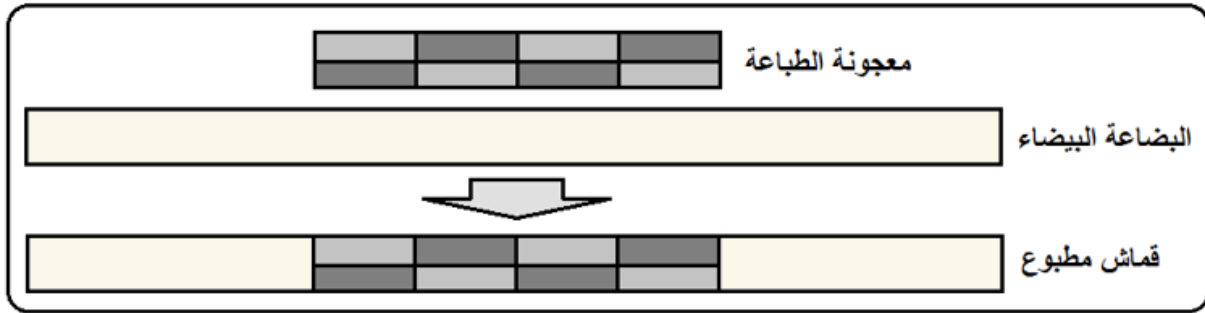
تأثير الكاربر على الثباتية الضوئية		
الكاربر	3% ديسبرس أحمر BN-SE	10% ديسبرس أسود HG-FS
التثبيت تحت الضغط العالي HPE: 130 م / 30 دقيقة	6	5
بدون كاربر	6	5
يوربا	6	4-5
كاربر ديلائين OD من كلارينت (Clariant)	6	4



الشكل 214

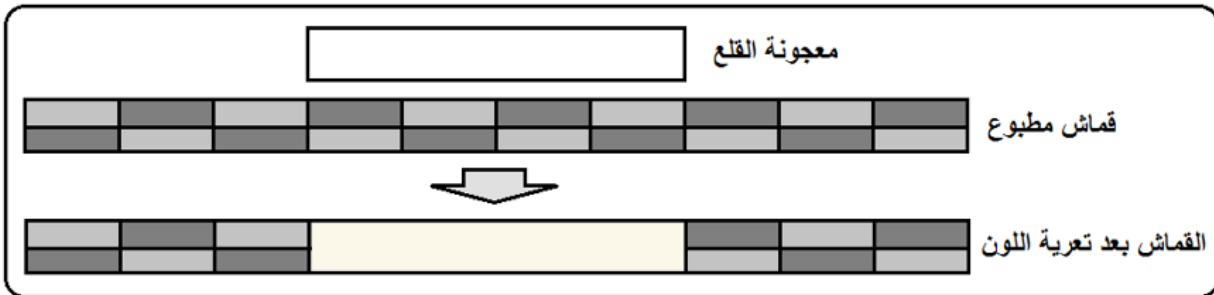
11-13- نماذج لتقنيات طباعة:

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 والتثبيت الحراري، لتصير جاهزة لعمليات الشطف والغسيل والتجهيز النهائي كما في الشكل (215):



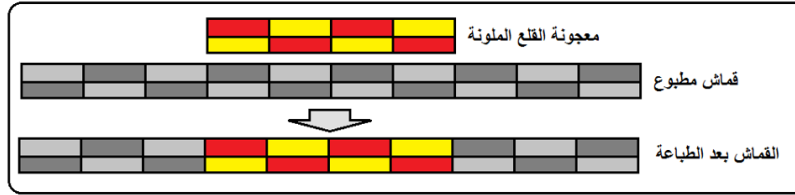
الشكل 215: الطباعة المباشرة

طباعة القلع: يتم تطبيق هذه التقنية عادة بتطبيق معدونة قلع يمكنها تعرية لون الصباغ، لتترك مكانها فراغاً يعيد البضاعة مكانها للونها الخام كما في الشكل (216)، ويشترط لتطبيقها أن يكون القماش مصبوغاً بأصبغة ديسبرس قابلة للقلع، وهو ما نجده موضحاً في الكتالوجات الخاصة بأصبغة الديسبرس المبعثرة:



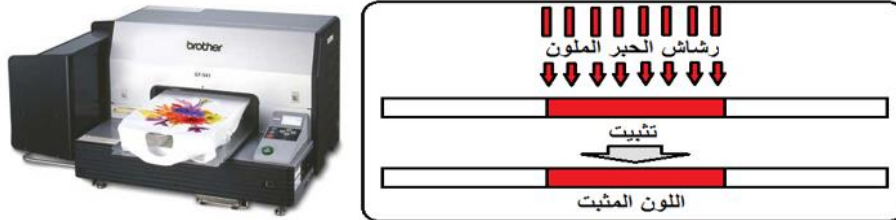
الشكل 216

طباعة القلع الملونة: يتم تطبيق هذه التقنية عادة بتطبيق معدونة قلع يمكنها تعرية لون الصباغ كما في الشكل (217)، ممزوجة مع أصبغها مقاومة للقلع، لتترك مكانها فراغاً مطبوعاً بالأصبغة الجديدة، ويشترط لتطبيقها أن يكون القماش مصبوغاً بأصبغة ديسبرس قابلة للقلع:



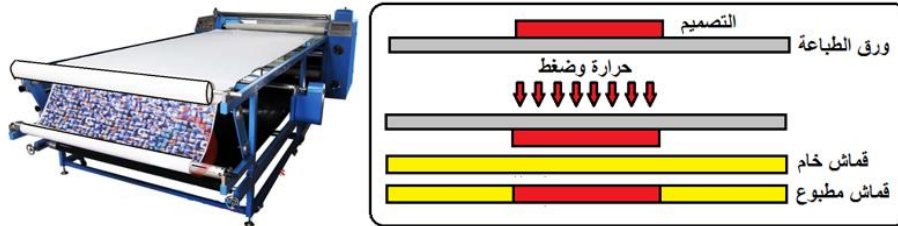
الشكل 217

**تقنية قاذف الحبر:** تقوم هذه التقنية كما في الشكل (218) 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 218

**طريقة الورق الحراري:** تقوم هذه التقنية كما نرى في الشكل (219) على تحميل مجموعة أصبغة بتصميم معين على ورق نقال، ومن ثم تطبيق هذا الورق على البضاعة المراد طباعتها، ليصار لرفع الحرارة على الورق ليتصد الصباغ من الورق باتجاه البضاعة، تتبعها بتعريض البضاعة لمعالجة حرارية معينة لتثبيت الصباغ على البضاعة:



الشكل 219

### 12-13- عمليات القلع والمقاومة: يبين الجدول (212) تقييم بعض تقنيات عمليات القلع والمقاومة:

الجدول 212

التقييم	البياض وقلع الأرضية	العمليات	صبغة الأرضية
صغيرة	جيدة	الطباعة بأصبغة قابلة للقلع ← تجفيف ← الطباعة بمعدونة القلع ← التثبيت بـ HTS	صبغة الأرضية
واسعة	ممتازة	الطباعة بأصبغة قابلة للقلع على الباد ← تجفيف ← الطباعة بمعدونة القلع ← التثبيت بـ HTS	طريقة الباد
صغيرة		الطباعة بمعدونة ملونة ← تجفيف ← الطباعة بمعدونة القلع ← التثبيت بـ HTS	الطباعة أولاً
واسعة		الطباعة بأصبغة قابلة للقلع على الباد ← تجفيف ← الطباعة بمعدونة القلع الملونة ← التثبيت بـ HTS	

### 13-13- المقارنة بين طرائق الطباعة: يبين الجدول (213) أهم خواص بعض طرائق الطباعة:

الجدول 213

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	●/●	○/○	Δ-×	Δ/Δ-×
انتشارها على البوليستر	●/●	○/○	○/○	Δ/Δ-×
انتشارها على البوليستر / قطن	●/●	Δ/Δ	×/×	×/×

13-14- المقارنة بين طريقتي القلع والمقاومة لطباعة البولبيستر: يبين الجدول (214) بعض نقاط المقارنة بين طريقتي القلع والمقاومة في طباعة البولبيستر:

الجدول 214

الفحم الفعال	الشلات	طريقة القلوي	كلور القصديري	عامل القلع
○	●	●	●	بياض القلع والأرضية المقاومة
●	○	△	△	دقة الشكل
●	●	●	△	سلامة صالات العمل
○	○	○	×	تآكل الآلات
○	△	○	×	التلوث
○	○	●	△	الوفر
×	△	○	●	ضبط الألوان
جميعها	شيلاتية	تتفكك بالقلوي	أزو	نمط أصبغة القلع
لا شيء	لا شيلاتية	ثابتة بالقلوي	غير قابلة للإرجاع	نمط فعالية الألوان
△	×	△	●	الانتشار

13-15- المقارنة بين طرائق الطباعة على البولبيستر: يبين الجدول (215) مقارنة بين طرائق الطباعة على البولبيستر:

الجدول 215

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 وبانتهائه، 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 البعض، وعدم وجود أي تشرب جانبي للتصميم يسيء للحدودية المطلوبة في التصميم الدقيقة خاصةً، وأخيراً نختبر الجودة من حيث الثباتيات على الاحتكاك والغسيل والضوء... إضافةً لدرجة التبقيع على الأرضيات البيضاء.

**أولاً : المراقبة قبل العمل:** يتوجب ضبط أسباب العمل التالية:

- 1- اختبار فعالية ونقاوة المثخنات مثل الألبينات والنشاء والصمغ.
- 2- اختبار القوة الإرجاعية لهيدروسلفيت الصوديوم أو الرونغاليت عند درجة حرارة العمل اللازمة.
- 3- اختبار محاليل المثخنات ومعايير الطباعة المحضرة مسبقاً ودرجة لزوجتها وتجانسها.
- 4- تفتيش شاشات الطباعة والتأكد من خلوها من عيوب التصميم والحفر والخدوش.
- 5- مطابقة أرقام الرسم فيما بين التصميم على الورق " الكالك " والشاشات الموافقة.
- 6- تفتيش القاشطة والتأكد من سلامتها من الخدوش ونظافتها من بقايا عمليات الطباعة السابقة.
- 7- تفتيش حصيرة الطباعة والتأكد من سلامتها ونظافتها وتناغم حركتها مع فراشي الغسيل والقشطات ومعايرتها.
- 8- التأكد من مطابقة ألوان المعاجين للألوان المطلوبة.
- 9- تفتيش الحملات والمحاور والحساسات الكهربائية في خطوط الطباعة الآلية.
- 10- اختبار اللاصق على الحصيرة والتأكد من قدرته على تثبيت القماش.
- 11- تطبيق عملية طباعة تجريبية للتحقق من سلامة شروط العمل مجتمعةً.

**ثانياً: المراقبة أثناء العمل:**

- 1- مراقبة الحواشي عند بدء العمل للتأكد من مطابقتها للمساحة المخصصة لها على الحصيرة.
- 2- تلافي حدوث أي عملية تكسير أو تجعد أثناء مرور القماش على الحصيرة.
- 3- مراقبة ومعايرة دخول القماش وضبط عمليات الشد والميزان والتمركز لمنع لف الحواشي.
- 4- التأكد من سلامة أداء آلة الطباعة وملحقاتها التكميلية.
- 5- إيقاف الآلة عند ظهور أي علامة ملونة مخالفة أو غير مطبوعة والتحري عن السبب.
- 6- التأكد من عدم تجمع أي نوع من الأوساخ تحت الحملات أو المحاور بعد بدء العمل.
- 7- التأكد عند العمل بطريقة الطباعة بالإزالة من لزوجة المعجونة وسرعة جفافها.
- 8- المراقبة المستمرة للشاشات لإيقاف الآلة عند تعرض أي منها لأي ضرر جراء العمل.
- 9- ضبط درجة حرارة التجفيف مع البيغمينات عند 115-160 م° وحرارة التثبيت عند 180-220 م°.
- 10- تجنب أي تكاثف للبخار أثناء عمليات التجفيف أو التثبيت منعاً لتقاطر الماء على سطح المطبوعات وتشويهها بما لا يمكننا إصلاحه.
- 11- اعتماد مبخار سريعة يمكننا معها الوصول لدرجة حرارة 140 م° خلال 60 ثانية للأنواع الحساسة التي تتطلب هكذا شروط.
- 12- مراقبة جدوى عمليات الغسيل وإعادتها في حال ظهور أي تبقيع على الأرضيات البيضاء.
- 13- تطبيق عمليات التهوية المناسبة التالية لعمليات التجفيف أو التثبيت وخاصة مع أصبغة الأحواض.
- 14- تجويد خياطة رؤوس الأثواب متانةً وتوازياً.
- 15- التأكد من درجات حرارة وضغوط ورطوبة المبخار المناسبة لكل صنف أثناء التثبيت.



- 16- تفتيش عينات من القماش المبخر وتدقيق التجانس اللوني بين الحاشيتين مع الوسط وعلى كامل البضاعة.
- 17- التأكد من نظافة أحواض المعجونة.
- 18- مراقبة القماش عند خروجه من عمليات التجفيف أو الغسيل وتدارك أي خلل.
- ثالثاً: المراقبة بعد التشغيل:**
- 1- مقارنة اللون الناتج بعد عمليات التثبيت مع عمق واتجاه اللون المطلوب.
  - 2- تطبيق اختبارات الثباتية.
  - 3- مقارنة درجات بياض الأرضيات قبل وبعد عمليات الغسيل النظامية باستخدام تجهيزات خاصة معتمدة.

## الملاحظات العملية وأخطاء عمليات الطباعة

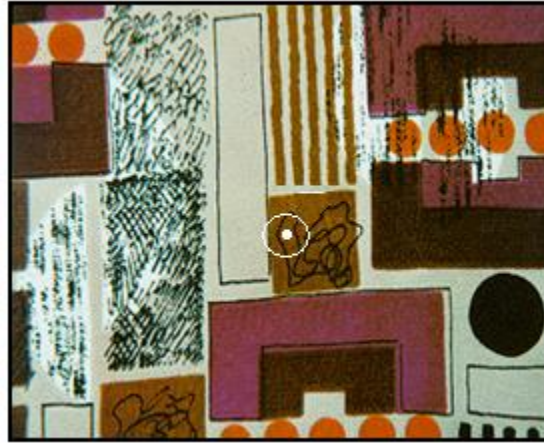
### 1- أخطاء الطباعة الناتجة عن خطأ في القماش:

1-1- البرم غير النظامي للخيط: يؤدي البرم الزائد لخياط الحدف أو السداء لتراجع قدرة معجونة الطباعة على النفوذ في القماش، ويظهر هذا الخطأ كخدوش في القماش كما تشير إليه الأسهم في الشكل (220):



الشكل 220

1-2- عقدة في القماش: لا تمتص عقدة الخيط معجونة الطباعة فتظهر في القماش المطبوع على شكل نقطة غير مطبوعة كما تشير الدائرة في الشكل (221) والذي تظهر فيه النقطة بيضاء بحسب اللون الأصلي الأبيض للقماش.



الشكل 221

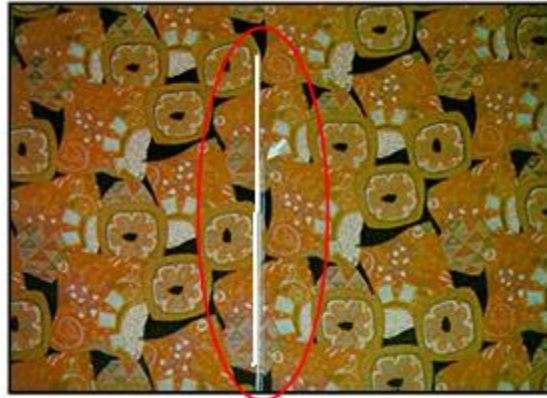
### 2- أخطاء الطباعة الناتجة عن عمل أجهزة منطقة دخول القماش :

1-2- 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 (222):



الشكل 222

**2-2- جهازا التفتيح 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 التفتيح أن يؤدي عمله بدون شد القماش لعدم استجابته للتفتيح في هذه الحالة، فيتجمع القماش من أحد طرفيه من قبل أحد جهازي التفتيح على رولو الجهاز، وبالتالي لا يكون شده كاملاً في منطقة الدخول كما يظهر في الشكل (223) الذي يشير السهم الأبيض فيه إلى مكان الطي الذي بقي أبيض لمرور الشاشة عليه وهو مطوي فيبقى دون طباعة:

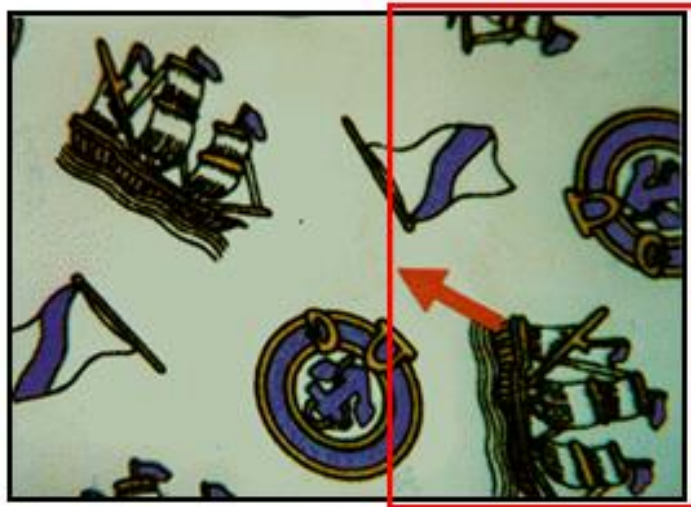


الشكل 223

**2-3- جهاز التفتيح 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.

**2-4- 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.

**2-5- 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 تغييراً في اللون كما يشير السهم في الشكل (224):



الشكل 224

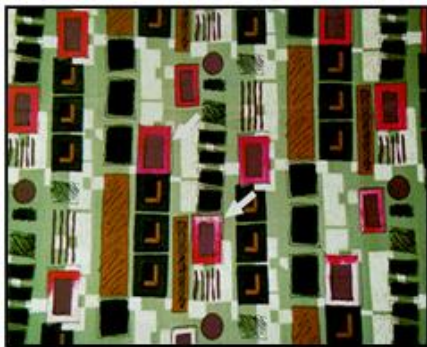
وعندما يكون القماش أقل عرضاً من الشاشة وتركت ثقب الشاشة مفتوحة دون إغلاقها بشرط لاصق منعاً لانسحاب المعجونة على السير، تُهدّر المعجونة ويتسخ السير ما يؤدي لانساخ الشاشات الأخرى فتختلط المعجونة مع بعضها البعض مسببة تراجع صفاء اللون، علاوةً عن انتقال المعجونة إلى السطح الخارجي للشاشة لتصل إلى أطراف القماش ما يؤدي لطبع أطراف القماش بالمعجونة المناسبة على السير وهذا ما يحدث غالباً كما في الإطار من الشكل (223). كما يؤدي انساخ 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 العوائق. 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 (225):



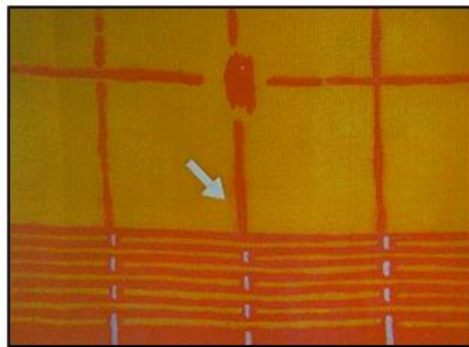
الشكل 225

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.

**2-6- الخطأ الناتج عن حساس مستوى المعجونة داخل الشاشة:** لا يتمكن الحساس أحياناً بسبب قربيه 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 (226). وهناك أسباب أخرى تؤدي للشكل (227) مثل سير الطباعة غير المستوي أو الضغط غير المتساوي للمسحة على العرض:



الشكل 227

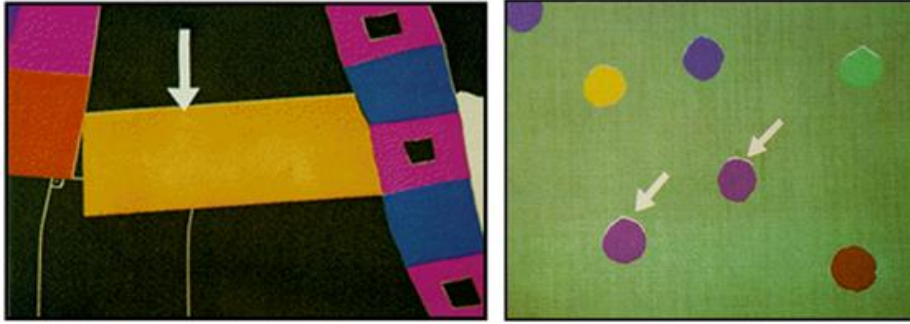


الشكل 226

**2-7- 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.

**2-8- انزياح الكادر:** ويسبب انزياح الرسم من الشاشة وتداخله مع رسوم أخرى كما يبين الإطار الأحمر في الشكل (9)، أو قد يكون سبب هذا الانزياح عدم الالتصاق الجيد للقماش على السير أو لأخطاء في إعداد الرسم أو تصويره، كما قد نرى بقاءً 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 (228) إلى هذه اللطخات:



الشكل 228

**3- أخطاء الطباعة الناجمة عن الفرن:** تنتسخ 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 الاتساخ على القماش اللاحق كما يبين الشكل (229) إذ اتسخت المنطقة الصفراء باللون البني:



229

كما يمكن أن ينتج هذا الخطأ بتلامس قماشين 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 (230):



الشكل 230

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 جو خانق، وهذا ما يميز العمل بالمعجونة المائية التي تعتبر صحية مقارنةً مع معجونة زيت الكاز، لذا فإن استخدام معجونة الكاز يقتصر على بعض أعمال الطباعة برغم سميته للثباتيات ومعدلات البريق الأعلى لها، أما طباعة الأغراض الصحية أو الغذائية فيستحسن طبعها بالمعجونة المائية.

#### 4- أخطاء الطباعة الناجمة عن أمور متفرقة:

4-1- علامات دبابيس أو لقاطات الرام: تظهر على القماش المطبوع كما في الشكل (231):



الشكل 231

4-2- تقاطر البخار: يؤدي سقوط قطرة ماء أو أي سائل آخر على القماش قبل تجفيفه وتشبيته لتشكل لقطات تظهر على سطح القماش كما هو واضح في الشكل (232):



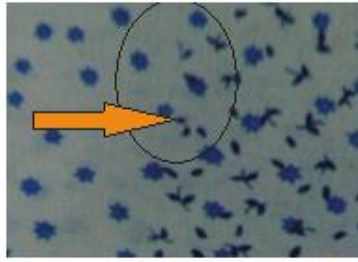
الشكل 232

ويشير السهمان في الشكل (233) للطختين على شكل خطين متوازيين ناتجين عن حياكة طرفي ثوبين من القماش لوصلهما معاً عند لف القماش على الرول في المدخل، لذا فإنه من الضروري اجتناب إطالة الرؤوس عند خياطة الأثواب منعاً لمثل هذه الظاهرة:



الشكل 233

4-3- 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 (234) لحالة توقف ضخ المعجونة:



الشكل 234

أما الشكل (235) فيبين العيب الناتج عن اختلاط المعجونة ببعضها برغم عدم غسيل القالب ما تسبب بظهور الزهرة بلونين مختلفين:



الشكل 235

ويبين الشكل (236) تراكب اللون عند تماس لونين بسبب أخطاء الرسم أو اختلال عيار أو مطابقة القوالب:



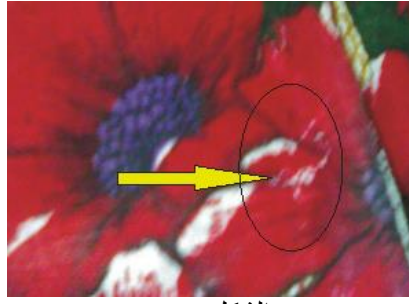
الشكل 236

ويبين الشكل (237) حالة نقص لون ضمن الورقة:



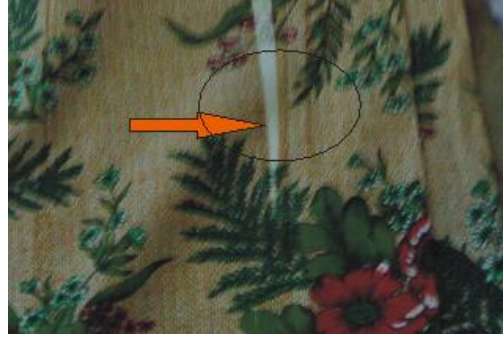
الشكل 237

يؤدي وجود بعض الألياف النسيجية على سطح النسيج لمنع وصول المعجونة للأماكن التي تغطيها هذه البقايا كما هو واضح في الشكل (238):



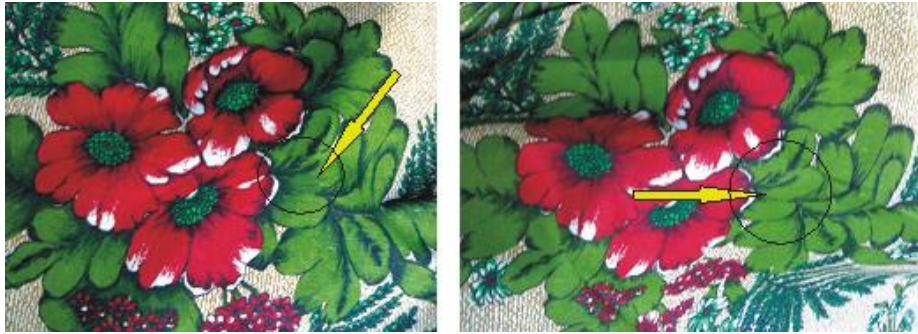
الشكل 238

يؤدي بقايا تكسير للقماش بعد تحضيره الأولي على الرام لعدم الشد الكافي لتشكل ثنيات لا تصل المعجونة إليها كما واضح في الشكل (239):



الشكل 239

يؤدي الاختلاف بين مجموعة الألوان الصعبة التطبيق وبخاصة عندما تكون ألوان فاتحة لاختلافات ينعكس على كامل الرسم بشكل واضح أحياناً كما في الشكل (240):



الشكل 240

ويؤدي أيضاً اختلاف لون حاشية القماش عن القماش ذاته بسبب فروق الضغط لعدم تناسب الألوان مع بعضها البعض كما هو واضح في الشكل (241):



الشكل 241



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 شرسبة
Anti - crease finishes	تجهيز ضد التجعد
Anti - felt finishes	تجهيز ضد التآبد
Appearance	هيئة ، مظهر خارجى
Apparatus	جهاز
Application	تطبيق
Approximation	تقدير تقريبي أو تقرب
Aqueous	مائي
Artificial	صنعي
Aromatic	عطري
Ash	رماد
Assesment	تقييم
Assistant	مساعد
Atactic	غير متماثل التركيب
Autoclave	مخّم " صاد موصد "
Auxiliary	مساعد ، ملحق
Auxochrome	زمرة مساعدة لتعزيز اللون فى الجزىء الصباغى
Available	مُتاح ، مُيسر
Back reaction	تفاعل عكسى
Base	أساس
Bath	حمام " حوض صباغة أو معالجة "
Baume degree	درجة بوميه
Binder	رابط " لاصق لحيبيات بيغمنتات 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
Blueish : B.	يزرق : ميل اللون باتجاه الأزرق
Boiling point	درجة الغليان
Both	معاً ، على حدٍ سواء
Branched chain	سلسلة متفرعة
Brightnesse colours	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 شرجية
Caustic : Caustic soda	كاو : صودا كاوية
Chain	سلسلة
Chain reaction	تفاعل متسلسل
Characteristic	مُميز ، مميزة ، 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	مُعقّد
Compound : composition	مُرَكَّب : تركيب
Concentration	تركيز
Condition	شروط ، ظروف
Cone	كون ، أَلْفَافَة 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 متماثر مختلط
Corrosion	تآكل ، نخر
Cortex	القشرة
Coton linters	زغب القطن

Chroma	الإشباع
Cross – recovery	مقاومة التجعد
Cross – link	روابط عرضية
Crystallization	بلورة أو تبلور
Coupling	ازدواج أو تزواج
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
Decolorization	إزالة اللون
Decomposition : Decompose	تفكك : يتفكك ، يتحلل
Decrease	ينقص
Deep	غامق أو داكن
Defoamers 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	يُحدد ، يُقدر ، يُعين
Developer : development	مُظهر : 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	تزهّر : يتزهر ، يتفتت بفقد ماء التبلور
Effusion	تدفق
Elasticity	مرونة
Electrolysis	تحلل كهربائي
Electrolyte	كهروليت " 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 ، يُزين ، 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	تليبد
Fermentation	تخمير
Fiber	أليف ، شعيرة
Fiber glass	أليف زجاجي
Field	حقل
Fiament	شعيرات مستمرة
Fillers	مواد مالئة
Film	غشاء ، طبقة رقيقة
Fine	ناعم ، دقيق
Fire proofin	مضاد للحريق
Fire resistant finishes	التجهيز أو الإنهاء المقاوم للحريق
Fixation	تثبيت
Flake	قشر
Flame	لهب
Flame proof	تجهيز ضد اللهب
Flannelette	قماش قطني منفض
Flat	منبسط

Flocculent	صوفاني أو شبيه بالصوف ، مزغب هلامي
Flow	انسياب ، جريان
Fluidity	سيولة
Fluorescence	فلورية ، ألق
Foam	رغوة أو زيد
Fold	طية ، ثنية
Formation : Formula	تكوين : صيغة
Friction	احتكاك
Furnace	فرن
Gas	غاز
Gaz fading	انبهات الألوان بالغاز
Good	جيد ، سلع أو بضائع ، حقيقي
Granular	حبيبي ، محبب
Greenish : G.	يخضر ، مخضر " مائل للخضرة "
Ground : Grind	مطحون : يطحن
Group	زمرة أو مجموعة
Handle	لمس
Hanks	شلال
Hardness	قساوة ، عسرة
Harsh	خشن
Heavy	ثقيل
Heterocyclic	حلقي غير متجانس
Heterogenous process	عملية غير متجانسة
High	عالي
Homogemeous	متجانس
Hot pressing	الإجهاد أو الضغط بالحرارة " الكبس الحراري "
Hydration	إماهة
Hydrogenation	هدرجة
Hydrophilic	ماص أو شره للماء
Hydrophobic	كاره أو دافع 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 كابح
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 المُرَجعة " عديمة اللون "
Level – dyeing	صباغة عالية التسوية
Levelling agent	عامل تسوية
Liberation	تحرير
Light	ضوء ، ساطع ، خفيف
Light fading	انبهات 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 الصباغة
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 ، تحوير ، 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 " للاحمضية ولا قلووية " ، 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
Odour : Odourless	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	الباهاء : 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 متماثر " تماثر: 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 تماثر جذري
Range	مجال ، طبقة ، صنف ، صف ، رتبة
Rapid	سريع

Radical	جذر
Rate	سرعة ، معدل ، درجة
Ratio	نسبة ، تناسب ، معدل
Rating	تصنيف ، تئمين ، 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 " مائل للحمرة "
Redox	أكسدة - إرجاع
Reduction	إرجاع
Reflactance curve	منحنيات انعكاس
Refractometer	مقياس الانكسار
Refinement : Refine	تنقية ، تصفية : ينقي ، يصفى
Refrigeration	تبريد
Regenerated Cellulose	سيليلوز مجدد
Regulation	تصليح أو تنظيم
Relative	نسبي
Release	يحرر
Remain	بقايا
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	لُعاب
Salt linkage	روابط ملحية
Sample	عينة , مسطرة
Saponification	تصبن
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 المسببة للقساوة "
Setting	تثبيت
Shading	تظليل , تعديل اللون
Shelating agent	عامل مخلبي " عامل تحلية مثل الـ : EDTA "
Shift	انزياح
Shrink	انكماش " كئشش "
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 جيلية
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	ينشر , 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 متقطعة
Starch	نشاء
State	حالة
Steem setting	تثبيت بخاري , تثبيت بالبخار
Steam traps	مصادد بخار
Stock	مخزون
Storage	مخزن , مخزون , خزن
Stretching	سحب , اطالة
Strong	قوي ، ضخم ، هام ، مُرَكِّز
Stripped	تعرية , إزالة
Structure	بنية ، تركيب ، بناء

sublimation	تسامي أو تصعد : ثباتية على الحرارة الجافة " الرام "
Substance	مادة
Substrate	المادة الأولية المراد معالجتها
Substantive dye	صبغ مباشر لا يحتاج لمرشح
Substitution	تبادل
Suitable	مناسب
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	تماثر موجه " بلمرة موجهة "
Tensile strength	قوة الشد
Termination	إنهاء ، انتهاء
Textile	نسيج
Thermorelaxation	الاسترخاء بتأثير الحرارة
Ter polymers	متماثرات تقابلية " بولي ميرات "
Thickening	تثخين ، تغليظ
Tincture	صبغ ، لون ، صبغة
Tint	لون ضعيف " فاتح " : درجة لونية " تغيير "
Titration	معايرة
Toxic	سام
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	قات " 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

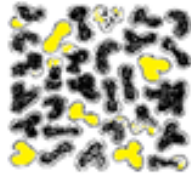
Water proof finishes  
Water repellent  
Weakern : W.  
Weave  
Wet fastness  
Wetting agent  
Wide  
Wool  
Yarn  
Yellewish : W.  
Zeta potential  
Zwitterion

تجهيز أو إنهاء مقاوم للماء  
لا بلول " مقاوم لاختراق الماء "  
يضعف : أضعف أو أخف  
ينسج  
ثباتية للبلل  
عامل مبلل  
عريض أو واسع  
صوف  
غزل ، خيط  
يصفر ، مصفر " مائل للصفرة "  
كمون زيتا أو كمون الكهربية الحركية  
الأيون المذبذبة

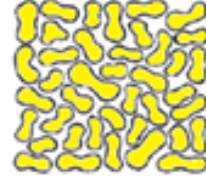
-

## الملحقات

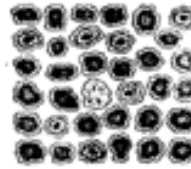
### مقاطع عرضية لبعض الخيوط التركيبية



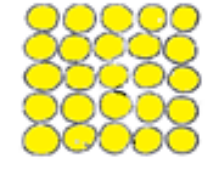
Polyacrylonitril, Chemieseide Orlon 81, 2.5 den.  
بولي أكريلو نتريل - مشترك



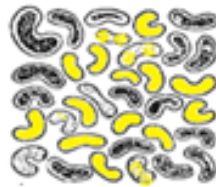
Nymcrylon 2 den. Polyacrylonitril, Faser  
بولي أكريلو نتريل - ألياف



Crylor 2,9 den: Polyacrylonitril, Chemieseide  
بولي أكريلو نتريل - مغزول



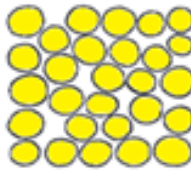
Courrelle 3 den: Polyacrylonitril, Faser  
بولي أكريلو نتريل - ألياف



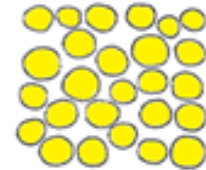
Vinylon 3 den: Polyvinylacetal-Faser  
بولي فينيل أسيتال - مستمر



Verel 2 den: Mischpolymerisar-Faser  
كوبوليمير - ألياف



Rilsan 2.9 den.  
Chemieseide aus Polyamid 11  
بولي اميد 11 : حمض السيداميك  
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 = 145 - (145 ÷ الكثافة) عند 20-4 م											
الكثافة	بوميه	الكثافة	بوميه	الكثافة	بوميه	الكثافة	بوميه	الكثافة	بوميه	الكثافة	بوميه
1,615	55	1,437	44	1,295	33	1,179	22	1,082	11	0,9991	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

تركيز محاليل هيدروكسي الصوديوم وما يعادلها بدرجات البوميه والتواويل عند ٢٠ م°									
درجة تواويل $TW = (\text{الوزن النوعي} - 1) \times 200$ أي أن :									
الوزن النوعي = $1 + [(\text{درجة تواويل} \times 5) \div 1000]$									
الوزن النوعي		درجة بوميه		درجة تواويل		تركيز هيدروكسي الصوديوم		الوزن النوعي	
% وزناً		غ/ل		تواويل		% 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	٤٢٣,٢	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 المحتوي المنوي من هيدروكسي الصوديوم على أساس الوزن الجزيئي ١٠٠,٠١ 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	١٠,١٠	١,١١
٤٥,٢٢	١,٤٨	٣٦,٠٠	١,٣٩	٢٧,٤١٠	١,٣٠	١٩,١٦٠	١,٢١	١١,٠١	١,١٢
٤٦,٢٧	١,٤٩	٣٣,٩٩	١,٤٠	٢٨,٣٣٠	١,٣١	٢٠,٠٧٠	١,٢٢	١١,٩٢	١,١٣
٤٧,٣٣	١,٥٠	٣٧,٩٩	١,٤١	٢٩,٢٦٠	١,٣٢	٢٠,٩٨٠	١,٢٣	١٢,٨٣	١,١٤
٤٨,٣٨	١,٥١	٣٨,٩٩	١,٤٢	٣٠,٢٠٠	١,٣٣	٢١,٩٠٠	١,٢٤	١٣,٧٣	١,١٥
٤٩,٤٤	١,٥٢	٤٠,٠٠	١,٤٣	٣١,١٤٠	١,٣٤	٢٢,٨٢٠	١,٢٥	١٤,٦٤	١,١٦
٥٠,٥٠	١,٥٣	٤١,٠٣	١,٤٤	٣٢,١٠٠	١,٣٥	٢٣,٧٣٠	١,٢٦	١٥,٤٥	١,١٧

محتوى محلول ملح كبريتات الصوديوم المائية $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ واللا مائية $\text{Na}_2\text{SO}_4$ بدلالة الوزن النوعي عند ١٩ م°									
% كبريتات الصوديوم		الوزن النوعي		% كبريتات الصوديوم		الوزن النوعي		% كبريتات الصوديوم	
لا مائي	مائي	النوعي	النوعي	لا مائي	مائي	النوعي	النوعي	لا مائي	مائي
٩,٢٦١	٢١	١,٠٤٨٩	٤,٨٥١	١١	١,٠٤٣٩	٠,٤٤١	١	١,٠٠٤٠	١,٠٠٧٩
٩,٧٠٢	٢٢	١,٠٨٩٠	٥,٢٩٢	١٢	١,٠٤٧٩	٠,٨٨١	٢	١,٠١١٨	١,٠١٥٨
١٠,١٤٣	٢٣	١,٠٩٣١	٥,٧٣٣	١٣	١,٠٥٢٠	١,٣٢٣	٣	١,٠١٩٨	١,٠٢٣٨
١٠,٥٨٤	٢٤	١,٠٩٧٣	٦,١٧٤	١٤	١,٠٥٦٠	١,٧٦٤	٤	١,٠٢٧٨	١,٠٣١٨
١١,٠٢٥	٢٥	١,١٠١٥	٦,٦١٥	١٥	١,٠٦٠١	٢,٢٠٥	٥	١,٠٣٥٨	١,٠٣٩٨
١١,٤٦٦	٢٦	١,١٠٥٧	٧,٠٥٦	١٦	١,٠٦٤٢	٢,٦٤٦	٦	١,٠٣٧٨	١,٠٣٧٨
١١,٩٠٧	٢٧	١,١١٠٠	٧,٤٩٤	١٧	١,٠٦٨٣	٣,٠٨٧	٧	١,٠٣١٨	١,٠٣٥٨
١٢,٣٤٨	٢٨	١,١١٤٢	٧,٩٣٨	١٨	١,٠٧٢٥	٣,٥٢٨	٨	١,٠٣٩٨	١,٠٣٩٨
١٢,٧٨٠	٢٩	١,١١٨٤	٨,٣٧٩	١٩	١,٠٧٦٦	٣,٩٦٩	٩	١,٠٣٩٨	١,٠٣٩٨
١٣,٢٣٠	٣٠	١,١٢٢٦	٨,٨٢٠	٢٠	١,٠٨٠٧	٤,٤١٠	١٠	١,٠٣٩٨	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

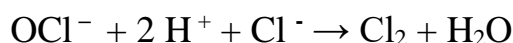
عامل قصر للألياف السيللوزية الطبيعية والمجددة

يتم تداول محاليل التبييض الصوديومي تجارياً عادةً بتركيز 25 درجة بومييه ، أي ما يعادل 150-160 غ/ل كلور فعال ، ومن الضروري الانتباه لضعف ثبات محاليله بما يتطلب منا عدم خزنه مدداً طويلة. ويتم تحضيره بتفاعل ناشر للحرارة ناشر للحرارة يستوجب تطبيقه الحرص الشديد على التبريد المستمر، ويجري تطبيق التفاعل عادةً بقرقرة 45 كغ من غاز الكلور بدرجة حرارة 20-25 م في 500 لتر من محلول هيدروكسيد الصوديوم الحاوي 100 غ/ل صود كاوي لنحصل على محلول هيبوكلوريت الصوديوم الحاوي 90 غ/ل كلور فعال و 5 غ/ل صود كاوي.

### معايرة الكلور الفعال

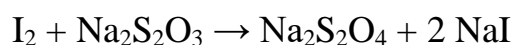
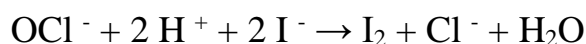
**الدرجة الكلورية :** عدد لترات الكلور مقاسة في الشروط النظامية والتي يجب أن يطلقها لتر واحد أو كيلوغرام واحد من مركب كلوري بوجود حمض كلور الماء.

وبما أن كل أيون  $OCl^-$  تطلق  $Cl_2$  بوجود  $HCl$  حسب المعادلة :



وبالتالي يجب أن يطلق المحلول النظامي 11.2 لتر كلور ، أي أن درجته الكلورية تساوي 11.2.

**معايرة هيبو كلوريت الكالسيوم:** نحل وزناً معيناً من هيبوكلوريت الكالسيوم في 100 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 10 مل حمض خل مركز ، ثم نعاير بثنو كبريتات الصوديوم ، ويضاف 1 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 البومييه عند 15 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	١,٥	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 ليتر = ١٠٠٠ ميليمتر مكعب ١ طن = ١٠٠٠ كيلو غرام = ١٠٠٠,٠٠٠ غرام ١ يارد = ٣ قدم = ٠,٩١٤٤ متر ١ قدم = ١٢ بوصة = ٠,٣٠٤٨ متر ١ بوصة = ٢,٥٤ سم
النظام الانكليزي	١ غالون = ٤ كوارت = ٨ باينت = ٣٢ غيل = ٤,٥٤٣٦ ليتر 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

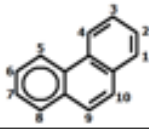
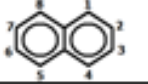
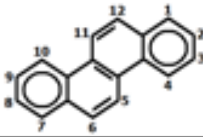
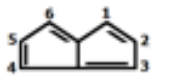
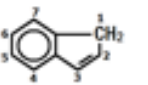
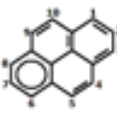
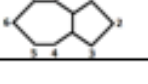
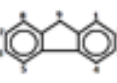
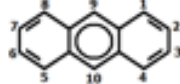
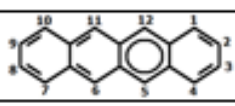
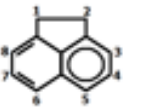
تختلف الواحدات المستخدمة لتوصيف الأطوال الموجية بحسب المجال الطيفي على الشكل :  
 الأنغستروم "10-7 مم": يستخدم في مجال أشعة رونتجن وفوق البنفسجي.  
 الملي ميكرون "10-6 مم" أو النانومتر: يستخدم في المجال المرئي وفوق البنفسجي.  
 الميكرون "10-3 مم": يستخدم في مجال الأشعة تحت الحمراء.

تحويل بعض الواحدات				
الرمز	الاسم	الكتابة	المرتبة	
T	Tera	تيرا	1 000 000 000 000	10 <sup>12</sup>
G	Gega	غيغا	1 000 000 000	10 <sup>9</sup>
M	Mega	ميغا	1 000 000	10 <sup>6</sup>
K	Kilo	كيلو	1 000	10 <sup>3</sup>
m	Milli	ميلي	0.001	10 <sup>-3</sup>
μ	Micro	ميكرو	0.00 0001	10 <sup>-6</sup>
N	Nano	نانو	0.00 000 0001	10 <sup>-9</sup>
P	Pico	بيكو	0.00 000 000 0001	10 <sup>-12</sup>

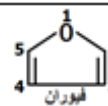
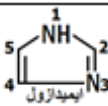
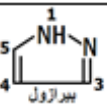

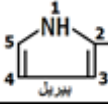
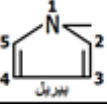
أهم الجذور الكيماوية أحادية التكافؤ			
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{C}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	بيوتيل ثالثي	$\text{CH}_3-$	ميثيل
		$\text{CH}_3-\text{CH}_2-$	إيتيل
		$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	بروبيل
$\text{CH}_3 > \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	إيزو - أميل	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 > \text{CH}- \end{array}$	إيزو - بروبيل
$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)-\text{CH}_2-$	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
		$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH} < \text{CH}_3$	بيوتيل ثانوي
أهم الجذور الكيماوية ثنائية التكافؤ			
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 > \text{C} < \end{array}$	إيزو بروبيلدين	$\text{H}_2\text{C} <$	ميثيلين
		$\text{CH}_3-\text{CH} <$	إيتيلدين
$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$	ثلاثي - ميثيلين	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH} <$	بروبيلدين
أهم الجذور الكيماوية الثنائية التكافؤ غير المشبعة			
$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-$	بروباجيل	$\text{CH}_2=\text{CH}-$	فينيل
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-$	بيوتينيل	$\text{CH}\equiv\text{C}-$	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 - بروبينيل
$-\text{CH}=\text{CH}-$	فينيلين		
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$	أليل	$\text{H}_2\text{C}=\text{C} <$	فينيلدين
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	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\   \quad   \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 > \text{CH}- \\   \quad   \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$	حلقي البنزيل
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			
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\   \\ \text{H}_3\text{C} > \text{CH}-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \end{array} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	فاليل	$\text{NH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \end{array}$	جليسيل
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\   \\ \text{H}_3\text{C} > \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \end{array} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	ليوسيل	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \end{array} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	الأنيل
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \end{array} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	إيزو - ليوسيل	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \end{array} \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	سيريل



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
$\text{O}=\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}=\text{O}$	سكسينيل	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}=\text{O}$	بروبونيل
$\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}=\text{O}$	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	$\text{H}_3\text{C} > \text{CH}-\text{C}=\text{O}$	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
		$\text{H}_3\text{C} > \text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}=\text{O}$	ايزو - فاليريل

أهم الحلقات العطرية المتكاتفه			
	فتانترين		نفتالين
	كريزين		بنتالين
			أندين
	بيرين		أزولين
	فلورين		انتراسين
	نفتاسين		استنفتالين

أهم جذور الفحوم الهيدروجينية العطرية					
$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}-$	ستيريل		فينيل		توليل أورتو - ميتا - بارا
$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH} <$	بنزيلدين " بنزال "		فينيلين أورتو - ميتا - بارا		تولولين
	البنزو كينون	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-$	بنزيل		نفتيل : ألفا - بيتا

أهم الحلقات الخماسية غير المتجانسة					
	فوران		ايميدازول		بيرولون
	ثيوفين		بيرول		بيرول

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
	$\pi \times$ مربع نصف القطر	مساحة الدائرة
	( جداء القطرين × $\pi$ ) ÷ ٤	مساحة القطع الناقص
	الطول × العرض × الارتفاع	حجم متوازي المستطيلات
	مربع نصف القطر × الارتفاع × $\pi$	حجم الاسطوانة
	حجم جذع المخروط $\pi \times$ الارتفاع × [ ( مربع القطر الكبير + جداء القطرين + مربع القطر الصغير ) ÷ ٣ ]	
	حجم البرميل $\pi \times$ الارتفاع ( ضعف مربع القطر الكبير + مربع القطر الصغير ) ÷ ١٢	
	حجم الوئش ( 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 مستوى الماء - ارتفاع القاعدة ) ] ÷ ٢	

## المراجع

- كيمياء الألياف النسيجية والصباعة : 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 يحيوي ، جامعة دمشق – كلية العلوم.  
التلوث البيئي والأمن الصناعي : د. أحمد الشلاح – د. فؤاد الصالح ، جامعة دمشق – كلية العلوم.  
الكيمياء التحليلية : د. انصلاح الخيمي ، جامعة دمشق – كلية العلوم.  
المشروع 1 : 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. يحيوي – 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 1992 ، ICI.  
ندوة الصباغة والطباعة : دمشق 1997 ، BASF.  
المدخل لصناعة النفط : شركة شل الهولندية، ترجمة دار الترجمة والنشر لشؤون البترول ، بيروت 1967  
تقنيات العمليات الصباغية : بلال الرفاعي ، مراجعة : د. مأمون البحرة ، دار البشائر

---

*Teinture et finissage des fibers 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 processing of fabrics containing LYCRA elastane, BULLETIN L-517, DU PONT*  
*Sandocryl B, SANDOZ*  
*Foron : dyes for dyeing polyester & 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*