



Chem. Bilal A. Al-Rifaii

الكيميائي بلال عبد الوهاب الرفاعي

مدرّب التقنيات الصباغية في الاتحاد العربي للصناعات النسيجية وغرفتي صناعة دمشق وحلب

دمشق: هاتف: 011 3440538 ، حلب: 021 2262139 ، جوال: 0944 584316 ، b.rifatex@hotmail.com

الغزول القطنية

ك. بلال عبد الوهاب الرفاعي

زراعة القطن

5	نبذة تاريخية
5	زراعة القطن
6	جني وحصاد القطن
7	فرز وتصنيف القطن
7	طول تيلة القطن
7	حلج القطن
8	تحديد رتب القطن
8	تيلة القطن
8	قشرة القطن
8	الشوائب النباتية

زيت بذرة القطن والغوسيبول

9	زيت بذرة القطن
12	الغوسيبول
14	تنظيف بذور القطن من الشوائب
14	إزالة زغب القطن
15	تكسير البذور وإزالة القشور
15	طحن لب البذور وتحويلها إلى رقائق
16	طبخ رقائق البذور
16	العصر الميكانيكي للبذور الزيتية
18	استخلاص الزيت من الكسبة الناتجة بعد العصر
18	إزالة الصمغ
18	التنقية القلوية أو التكرير
18	التبييض
19	تخفيف الزيت أو التثنية
20	إزالة الرائحة

إنتاج الغزول القطنية

21	مرحلة التنقيح والمزج والتنظيف
22	وحدات نقل وتغذية الخصلات القطنية
22	مرحلة الكرد أو التسريح
23	مرحلة السحب
24	مرحلة التمشيط
24	الغزل التوربيني أو غزل الطرف المفتوح
25	مرحلة البرم
26	مرحلة الغزل الحلقي
27	مرحلة التدويرات

اختبارات جودة الغزول

28	جهاز فحص الانتظامية للخياط والأشرطة
29	جهاز فحص نسب الشوائب والنييس
29	جهاز قياس عدد برمات الخيط
30	أصناف أخطاء الغزول

30	عدم الانتظامية
30	الشوائب أو العيوب
30	الوقاية من أخطاء البرم
30	أخطاء التمشيط
30	أخطاء عملية الكرد
30	عيب التشعر
31	الكثافة والاستدارة والقطر
32	معامل الاستدارة
32	الكثافة
32	المتانة
32	نظام القياس
32	القوة
32	الاستطالة
33	العمل المحقق
33	قوة الشد المسبق
34	النقاء
34	جهاز اختبار نمرة الخيط
35	جهاز اختبار مظهرية الخيط
35	جهاز برسلي لقياس متانة الشعيرات
36	جهاز تحديد أطول الشعيرات
37	قياس درجة البياض والاصفرار

كيمياء القطن

38	بنية القطن
38	مكونات القطن الخام
39	السيليلوز
40	بنية السيليلوز
40	الفعالية الكيماوية للسيليلوز
40	هيدرو السيليلوز
40	أوكسي السيليلوز
41	تأثير العوامل المختلفة على السيليلوز

المعالجة الأولية وقصر الألياف السيليلوزية

42	مقدمة
42	إزالة النشاء
43	طرق التنشئة الحديثة
43	عملية الغلي
45	عمليات القصر
45	عمليات التبييض
45	التبييض بالمركبات الكلورية
47	التبييض بالماء الأكسجيني

المبيضات الضوئية

53	المبادئ البصرية لتأثيرات المركبات المفلورة
53	المجموعات الكيماوية الرئيسية للمبيضات الضوئية
54	مركبات الستلبيين
55	مشتقات الايتيلين مع متبقي زمرتين عطريتين متغايرتين أو عطريات متغايرة مع متبقي عضوي
55	مشتقات الكومارين
55	مشتقات البيرازولين
55	مركبات النفثاليميد
56	مبيضات مجموعة الستلبيين
56	بناء حمامات التبييض
56	تبييض الألياف السيليلوزية
57	تقييم عملية التبييض
58	تحديد درجة البياض

58	تحديد درجة تخرب الألياف
59	قيمة السيولة
60	درجة البلمره
60	عامل التخرب
61	تحليل البقايا اللاسييلوزية
61	محتوى الرماد
61	الاختبارات النوعية للسليكات في الألياف
61	تعيين الكالسيوم في الألياف
61	تعيين الحديد والنحاس في الألياف
62	اختيار وتعيين مواد التنشئة
62	الكشف عن النشاء
62	الكشف عن البولي فينيل أسيتات <i>PVAc</i>
62	الكشف عن البولي فينيل الغول <i>PVAI</i>
63	الكشف عن الكربوكسي ميتيل سيليلوز <i>CMC</i>
63	الاختبار الكمي لتعيين مجموع المواد النشوية
63	الاختبار الكمي لتحديد محتوى المواد الدسمة والشموع
	صبغة الألياف السيليلوزية بالأصبغة المباشرة
64	المقدمة
64	تصنيف الأصبغة المباشرة
64	بناء الحمام الصباغي
65	إعادة التسوية
65	ثباتية الأصبغة المباشرة لدرجات الحرارة العالية في مرحلة الصباغة
65	رفع ثباتية الأصبغة المباشرة على البيل
66	تطبيق حمامي القصر والصباغة في حمام واحد
66	دراسة تحليلية لأصبغة شركة كروميتون كمثال تطبيقي
	صبغة الألياف السيليلوزية بالأصبغة الفعالة
69	مقدمة
69	تصنيف الأصبغة الفعالة
69	مجموعة التفاعل بالاستبدال
71	مجموعة أصبغة الروابط العرضية
71	مجموعة أصبغة درجات الاستنزاف العالية
72	تأثير الحجم الجزيئي على خواص الأصبغة الفعالة
73	تأثير فعالية الزمرة الفعالة على الأصبغة الفعالة
73	مواد بناء حمام تطبيق الأصبغة الفعالة على الألياف السيليلوزية
73	مواصفات الماء
73	الأملح
75	القلويات
76	تأثير درجة حرارة التثبيت
77	بعض تقنيات تطبيق الأصبغة الفعالة
80	حالات خاصة
81	شطف وتصبين الأصبغة الفعالة
82	تعرية الأصبغة الفعالة بالهيبوكلوريت
	صبغة الألياف السيليلوزية بأصبغة الأحواض
83	المقدمة
83	تصنيف أصبغة الأحواض
84	مبادئ تطبيق أصبغة الأحواض
84	تفكك هيدروسلفيت الصوديوم
85	تقنيات تطبيق أصبغة الأحواض
85	مجموعات أصبغة الأحواض التطبيقية
86	طريقة الملح الصوديومي الذائب لمركبات الليكو
86	طريقة الليكو الحمضي
86	طريقة البيغمنت

86	الأكسدة
87	التصبين
	العمليات الخاصة بتحسين المواصفات
88	العمليات الخاصة بالألياف والأقمشة السيلولوزية
88	إزالة الوبرة
88	عملية التحرير " المرسة "
89	التنشية
90	الشد
90	الصقل
90	التكشيش
90	التويير " التنفيس "
91	الحلاقة
	التقنيات الأساسية لطباعة المنسوجات القطنية بالأصبغة الفعالة
92	مقدمة
92	مراحل العمليات الطباعة
92	التحضير الأولي
92	تحضير معجونة الطباعة
92	الطباعة
92	التجفيف
93	الترطيب
93	التثبيت
93	حمامات الشطف
93	التجفيف والتثبيت النهائي
93	استعراض الفوارق بين فعاليات وألفة الأصبغة الفعالة بيانياً
93	الطباعة بالطريقة المباشرة أو طريقة المرحلة الواحدة
93	طرق التثبيت بالتبخير
94	طريقة التخمير " التثبيت الحراري "
94	تركيب معجونة الطباعة لطريقة المرحلة الواحدة
95	طريقة الطباعة على مرحلتين
95	تركيب معجونة الطباعة لطريقة المرحلتين
96	طرق الطباعة
96	طريقة التبخير
96	طريقة التثبيت بالطلي القلوي
97	طريقة التثبيت بالصدمة القلوية
97	طريقة التثبيت على البارد
98	مميزات طرق الطباعة بطريقة المرحلتين
98	المقارنة بين إجراءات التثبيت لطريقة الطباعة على مرحلتين
98	ملاحظات تقنية هامة حول العمل بطريقة الطباعة على مرحلتين
99	المعالجات النهائية: الشطف، الغسيل، حمامات الصابون
99	المعالجات النهائية على آلة الونش

زراعة القطن

نبذة تاريخية: يغلب الظن في أن زراعة القطن قد نشأت بالمنطقة المعتدلة، ولكن لا يُعلم بالضبط موطنها الأصلي، وإن كان يعتقد الكثيرون بأنه الهند، فقد استعمل الهنود الشعيرات القطنية في صناعة الأقمشة منذ نحو 1500 سنة قبل الميلاد، ومع اكتشاف كولومبوس لأمريكا وجد زراعته منتشرة، وثبت أن زراعته عُرفت في البيرو منذ زمن بعيد باكتشاف أقمشة قطنية تُلّف أجساد موتاهم المحنطة.

كما يقال أن أول اكتشاف للقطن كان في الكهوف المكسيكية، فقد وجد فيها العلماء بعضاً من بقايا لوزة القطن، وقطع من الملابس القطنية التي يعود عمرها تقريباً لسبعة آلاف عام مضت، وكان شكل القطن الذي عثروا عليه يشبه كثيراً القطن الذي يزرع في القارة الأمريكية حتى اليوم، ونما القطن أواسط آسيا لأول مرة برياً قبل حوالي 5000 سنة، إذ وجدت في وادي السند بعضاً من بقايا منسوجات قطنية تعود لثلاثة آلاف عام قبل الميلاد تقريباً، في الوقت الذي كان فيه أهالي منطقة وادي النيل في مصر يصنعون ملابس قطنية ويرتدونها.

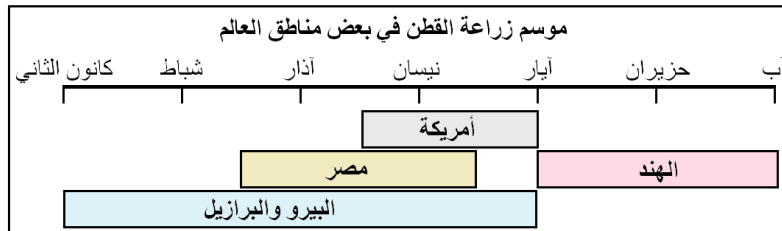
وشبه الرحالة اليونانيون والرومان نبات القطن بصوف الخراف الصغيرة النامي على الأشجار، فكتب المؤرخ اليوناني هيرودوت عن شجرة في آسيا تحمل القطن، وتفوق في جودتها وجمالها أصواف الخراف، كما يُذكر أن جيش الإسكندر الأكبر قد جلب القطن لأول مرة في أوروبا عام 300 ق.م، وكانت الأقمشة القطنية إذ ذاك غالية الثمن، ولا يفتنيها إلا الأغنياء.

ومما لا شك فيه أن للعرب فضلاً كبيراً في إدخال الصناعة القطنية إلى أوروبا بنشرها في بلاد حوض المتوسط، إذ كانت أوروبا تستورد حاجتها من الأقمشة القطنية من الشرق، وبخاصة من الهند، وبدأت الصناعة بنسج القطن في بريطانيا عام 1635، فاستوردت الخامات القطنية من دول البحر الأبيض المتوسط والهند، وعرفت الأقمشة القطنية بالكاليكو *Calico* نسبة لشاطئ كلكتا بالهند، ومن ثم انتقلت لمستعمراتها الجنوبية في أمريكا باستيرادها الخامات القطنية من الشرق، ولتبدأ بالتطور والازدهار في بريطانيا وفرنسة ومعظم أوروبا.

وطورت مصانع النسيج الانكليزية في القرن الثامن عشر آلات مكنتهم من تطبيق عمليات الغزل والنسيج بأرقام إنتاج كبيرة، فبدأوا بتصدير الملابس القطنية، وبدأت زراعة القطن المنظمة في أمريكا على مساحات شاسعة بحلول نهاية القرن الثامن عشر، وطُور في عام 1793م إيلي وينتي آلة حلج القطن التي وفرت طريقة سريعة واقتصادية لفصل بذرة القطن عن الشعيرات، فأصبح بمقدور فردٍ واحد أن ينتج يومياً ما يساوي عمل خمسين شخصاً يقومون بنزع البذرة، فزاد الطلب على القطن وتوسعت صناعته.

وأصبح للقطن في جنوبي الولايات المتحدة أهمية بالغة حتى سماه الناس القطن الملك، وجلب تجار الرقيق الأفارقة السود للعمل في حقول القطن كعمالة رخيصة، ووجد مزارعو الجنوب أنهم لن يتمكنوا من تحقيق عوائد مادية كبيرة إلا إن جلبوا عمالة رخيصة، فكان هذا واحداً من أهم أسباب الحرب الأهلية الأمريكية، والتي تسببت بدورها بارتفاع أسعار القطن عالمياً.

1- زراعة القطن: القطن نبات معمر، وتستلزم زراعته تربة خصبة وجو مناسب، ولكل نوع من أنواع القطن ظروفًا خاصة مثل الجو والتربة قد لا تصلح لأنواع أخرى، ويختلف وقت زراعة القطن باختلاف المكان، إذ يبدأ موسم البذار في أمريكا من منتصف آذار حتى نهاية نيسان، وفي مصر في النصف الأول من شهر شباط إلى 15 نيسان، وفي الهند من أيار إلى أوائل آب، وفي البيرو والبرازيل من أواخر كانون الأول إلى أواخر نيسان.



الشكل (1): مواسم زراعة القطن في بعض مناطق العالم



الشكل (2): لوزة القطن الناضجة

ينمو القطن على شكل شعيرات تحيط بالبذور، وينتمي لجنس الجوسيبيوم *Gossypium* التابع للفصيلة الخبازية *Malvaceae*، أما من حيث أنواع وسلالات القطن فهي عديدة جداً، ومن أهمها: 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 التفريع، 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، وتتحد منه معظم سلالات قطن الهند وتركيا وبلاد الشام، يتراوح ارتفاع شجيراته بين 2-5 أقدام، فروعه وجذوعه صغيرة ومستديرة ومتعرجة لاحتوائها على العقل، وتغطي عادةً طبقة 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 ثلاث 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 اربوروم: 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 لجو دافئ إلى حار، وخالي من الصقيع لفترة لا تقل عن 180 يوماً، وجو جاف بعد تفتح لوزة القطن.

2- جني وحصاد القطن: يبدأ حصاد القطن بعد ستة وعشرة أشهر من تاريخ زراعته، عندما تنشق لوزة القطن البنية اللون وتنتفح لتظهر أليافها البيضاء كما في الشكل (3)، وكانت تتم عملية الحصاد يدوياً، أما الآن فتم عمليات القطف آلياً في معظم دول العالم، وهناك طريقتان لحصاد القطن، وهما النزع والجني.



الشكل (3): لوزة القطن قبل وبعد التفتح

تستخدم آلات نزع اللوزة آلياً في المناطق التي تجعل فيها التربة والمناخ وتعدد الأصناف من نبات القطن قصير نسبياً كما في الشكل (4)، وتعتبر أخص طرق الحصاد، إذ يتم الحصاد آلياً بألة ذات محور عمودي يقوم بنزع بذرة

القطن من غلافها المعلق على الساق، وتمت النباتات بين الفراشي المتحركة أثناء مرور آلة النزع على طول خط نبات القطن ليتم نزع اللوزة. كما تستخدم آلات الجني ك تقنية أخرى للحصاد، وتنزع هذه الآلات صف أو صفين من النباتات في وقت واحد.

في حين تستخدم آلات جني القطن مغازل دوارة لالتقاط القطن، وتحتوي معظم الآلات اللاقطة على قضبان رفيعة كمغازل، ويستخدم بعضها الآخر مغازل كبيرة مخروطية وشوكية، وعندما تتحرك الآلات اللاقطة على طول الصفوف، وتصل المغازل الدوارة لجميع أجزاء النباتات. وتلتقط الأشواك أو الأخاديد في المغازل القطن وتنزعه بعيداً عن الغلاف الخاص بها، وتقوم الناشرات المطاطية المتحركة بنزع القطن من المغازل الذي يتم نقله بعدها لسلاسل معدنية كبيرة في الآلة.



آلات نزع وحصاد القطن

الشكل (4)

3- فرز وتصنيف القطن: يتم تداول الخامات القطنية تجارياً وفق درجات تقييم الخامات، ونرى في الجدول (1) الدرجات الرئيسية للألياف القطنية مرتبة ترتيباً تنازلياً من الأفضل للأسوأ:

الجدول (1)

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

4- 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 تمكنا من الوصول لغزول دقيقة، أما التيلة القصيرة الخشنة فلها مكانتها الهامة في مجالات أخرى.

طرق تعيين طول التيلة: يمكننا تعيينها من الجوزة مباشرة أو من القطن المحلوج:

من الجوزة: وتتم بأسلوبين نجمع بينهما ونقسمها على اثنين:

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.

من القطن المحلوج: ونجد أيضاً طريقتين:

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

ب- بالحزمة: 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.

5- حلج القطن: يكبس القطن بعد جنيه وفرزه ويعبأ في أكياس ويرسل إلى المحالج لفصل التيلة عن البذرة، ثم يكبس في بالات كما في الشكل (5):



رصف بالات القطن

كبس القطن في أكياس

حلج القطن

الشكل (5)

أما البذور فيؤخذ قسمٌ منها للموسم التالي، وقسم للمعاصر لاستخلاص الزيت المعروف بزيت القطن أو الزيت الفرنسي لاستخدامه في الصناعات الغذائية أو صناعة الصابون.

6- تحديد رتب القطن: تم تصنيف القطن بين خمس رتب أساسية وهي: إكس، زيرو، واحد، أثنان، 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 (2) من خمسة رتب أساسية:

الجدول (2)

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

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

أ- اللون: يعتبر اللون من أهم عوامل تحديد رتبة القطن، ويعتمد تحديد اللون على مدى خبرة العامل القائم على عملية الفرز، ما بين أبيض وأبيض كريمي إلى أبيض رمادي، ومحتواه من البقيع، إذ تدخل نسبة التبقيع في تقييم الرتب كما في الجدول (3):

الجدول (3)

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

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 (4):

الجدول (4)

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

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

8- قشرة القطن: يمكننا إعطاء نسب مئوية تقريبية للقشرة للرتب الأساسية بحسب الجدول (5):

الجدول (5)

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

9- الشوائب النباتية: وهي منتجات الأوراق وأفرع النبات أثناء عملية القطاف، وتقل نسبة الشوائب بالرتب العليا وتزداد مع انخفاضها.

كما يبين الجدول (8) التركيب الكيميائي التقريبي لمكونات بذور القطن واللب والقشور محسوبة على أساس وزن المادة الجافة:

الجدول (8)

التركيب الكيميائي التقريبي لمكونات كامل بذور القطن واللب والقشور محسوبة على أساس المادة الجافة			
المكونات	كامل البذور	اللب	القشور
المادة الجافة	93-90	94-92	90-86
البروتينات	24-22	42-40	6-4
الزيت	20-16	32-24	3-1
الألياف	24-20	6-4	46-43
الرماد	4-2.8	5-3	3.2-2.4
الغوسيول الكلي	0.9-0.6	1.7-1.5	0.3-0.1

تصل البذور من محالج الأقطان إلى وحدات الاستخلاص، ويجب أن تكون بحالة نضج كامل قبل مرحلة الحصاد وأن تحتوي على أقل رطوبة ممكنة، وتكون رطوبة البذور الحاوية على كمية عالية من الزيت منخفضة عادةً، كما يفضل أن تكون البذور بأقل نسبة ممكنة من الإصابات والشوائب، وتسبب الرطوبة المنخفضة في البذور (أقل من 6%) ازدياداً في نسبة البذور المكسورة، في حين تؤدي زيادة الرطوبة لازدياد نسبة الشوائب.

تحلل عينات من البذور عند وصولها لوحدات الاستخلاص لتحديد:

1. نسبة الرطوبة.
2. نسبة الشوائب.
3. نسبة الزيت.
4. النسبة المئوية للحموض الدسمة الحرة في الزيت.
5. كتلة الألف حبة.
6. نسبة الرماد.
7. نسبة البروتينات.

يعتبر زيت بذور القطن منتجاً ثانوياً من محصول زراعة نبات القطن الحولي، وواحداً من الزيوت النباتية الهامة ذات الإنتاج والاستخدام الواسع الانتشار.

وتعتبر الزيوت المستخرجة من البذور بالعصر أو المستخلصة بالمذيبات زيوتاً خاماً، ما يستوجب تطبيق عدة عمليات تنقية للتخلص من أكبر كمية من الشوائب غير القابلة للتصبن والتي تصل حتى 2% أحياناً، بالإضافة لونها الأحمر الغامق بسبب محتواها من بعض المواد الملونة والتي من أهمها الغوسيول.

تحتوي زيوت بذور القطن على كميات قليلة جداً من الحموض الدسمة بحدود (0.5-0.6 %) والتي تحتوي على مجموعة بروبيلين في وسطها، وأهم حمضين منها حمض حلقي الستيركوليك وحمض المالفليك، ويبين الجدول (9) أهم الصفات الفيزيائية والكيميائية لزيت بذور القطن المكرر:

جدول (9)

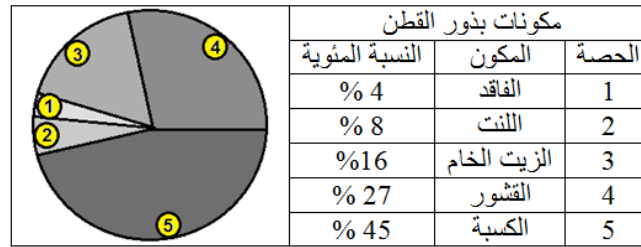
أهم الصفات الفيزيائية والكيميائية لزيت بذور القطن المكرر			
الوزن النوعي (25 م)	0.931-0.917	قرينة الانكسار (20 م)	1.4770-1.4720
درجة الانصهار المئوية	2- حتى 4-	قرينة اليود	110-102
قرينة التصبن	098-090	قرينة ريختر - ميسل	2-0.5
قرينة بولينسكي	0.5-0.2	المواد غير القابلة للتصبن	أقل من 1.5 %
الحموض الدسمة الحرة	1-0.5	رقم البيروكسيد	10-1

ونرى في الجدول (10) أهم الحموض الدهنية في زيت بذور القطن:

جدول (10)

أهم الصفات الفيزيائية والكيميائية لزيت بذور القطن المكرر			
% وزنا	الحمض الدهني	% وزنا	الحمض الدهني
0-0.4	اللوريك: C12:0	0.5-1	الكابريك: C10:0
19-23	البالميتيك: C16:0	0.7-1	الميرستيك: C14:0
0.2-0.4	الأراشيديك: C20:0	1.5-3	الستياريك: C18:0
0.1-0.2	البالميتو أوليك: C16:1	0.2-0.6	حموض مشبعة أعلى من: C20
54-58	اللينولينيك: C18:2	17-20	الأوليينيك: C18:1
0.3-0.4	الستيريكوليك: C ₁₉ H ₃₆ O ₂	0.1-0.5	اللينولينيك: C18:3
0.2-0.3	المالفيليك: C ₁₈ H ₃₂ O ₂	0.2-0.5	حموض غير مشبعة أعلى من: C18:3

تعتبر كسبة زيت بذور القطن المنتجات الأساسية الناتجة عن بذور القطن، واللذان نحصل عليهما بالعصر الحلزوني والاستخلاص بالمذيبات، ويمكن أن تحتوي كسبة بذور القطن على القشور، ويبين الشكل (6) مكونات بذور القطن:



الشكل (6)

كما يبين الجدول (11) مكونات كسبة بذور القطن المحصول عليها بالعصر الحلزوني والاستخلاص بالمذيبات محسوبة على أساس المادة الجافة:

جدول (11)

النسبة المئوية للتركيب الكيميائي لكسبة بذور القطن محسوب على أساس المادة الجافة		
المكون	العصر الحلزوني	الاستخلاص بالمذيبات
الرطوبة	7.7 – 9.2	8.0 – 10.9
البروتينات	41.7 – 46.1	41.7 – 48.9
الدسم	3.9 – 11.4	0.5 – 1
الألياف الخام	11.4 - 12.6	11.2 – 12.7
الرماد	6.0 – 7.2	6.2 – 7.5

كما يبين الجدول (12) محتوى كسبة بذور القطن من الحموض الأمينية المستحصل عليها بالضغط الحلزوني والاستخلاص بالمذيبات:

الجدول (12)

نسب الحموض الأمينية الموجودة في كسبة بذور القطن من المادة الجافة		
الحمض الأميني	العصر الحلزوني	الاستخلاص بالمذيبات
ميثايونين	0.62-0.73	0.62-0.74
سيستين	0.64-0.78	0.69-0.9
ليسين	1.57 – 1.79	1.85- 2.01
تريوفان	0.51-0.57	0.53-0.56
ثريونين	1.44-1.52	1.45-1.58
ايزولوسين	1.27 – 1.56	1.29 - 1.59
هيستيدين	1.15 – 1.45	1.27-1.50
فالين	1.80 – 2.05	1.83 - 2.20
ليوسين	2.50 – 2.74	2.62 - 2.67

4.71 - 4.96	4.40 - 4.63	أرجينين
2.14 - 2.35	2.21 - 2.38	فينيل ألانين
1.87	1.83	غلايسين
1.27	1.01	ثيروزين
2.01	1.84	سيرين

ويبين الجدول (13) محتوى العناصر المعدنية في كسبة بذور القطن المستحصل عليها بالضغط الحزوني والاستخلاص بالمذيبات محسوبة على أساس المادة الجافة:

جدول (13)

محتوى العناصر المعدنية في كسبة بذور القطن المستحصل عليها بالضغط الحزوني والاستخلاص بالمذيبات محسوبة على أساس المادة الجافة		
العناصر المعدنية (mg/100g)	العصر الحزوني	الاستخلاص بالمذيبات
Na الصوديوم	0.7 - 40	30 - 140
K البوتاسيوم	1240 - 1680	1200 - 1720
Ca الكالسيوم	160 - 230	160 - 222
P الفوسفور	760 - 1140	760 - 1200
Mg المغنيزيوم	350 - 650	350 - 660
Fe الحديد	1070 - 1600	1260 - 1620
Cu النحاس	109 - 539	260 - 440
Zn الزنك	377 - 628	610 - 740

وحددت هيئة المواصفات القياسية السورية الشروط الخاصة بكسبة بذور القطن المستخدمة في الأعلاف بالمواصفة القياسية 1318 لعام 1993 على الشكل:

1. بنية مكنزة غير قاسية
2. خالي من الزنخ والغش
3. خالي من الإصابات الحشرية والفطرية
4. خالي من التخمر والتعفن أو أي روائح غير مقبولة
5. خالي من المواد الغريبة والأوساخ والقطع المعدنية
6. خالي من كسبة الخروع أو قشرتها
7. ألا تزيد نسبة الشوائب عن 1% في حال وجودها
8. ألا تزيد نسبة الغوسيول الحر عن 1200 ملغ/كغ
9. يجب أن يحقق المتطلبات الكيميائية الواردة في الجدول رقم (14)

الجدول (14)

النسب المئوية لمكونات الكسبة بحسب المواصفة السورية 1318 لعام 1993 محسوبة على أساس المادة الجافة				
المكون	كسبة بذور القطن المقشور		كسبة بذور القطن غير المقشور	
	صنف (1)	صنف (2)	صنف (1)	صنف (2)
الرطوبة كحد أقصى	10	10	10	10
البروتين الخام كحد أدنى	40	33	28	22
الدسم	5	7	5	7
الألياف الخام كحد أقصى	15	20	22	28
الرماد: كحد أقصى	4	5	4	5

2- الغوسيول: تعتبر كسبة بذور القطن مصدراً هاماً للبروتين، وتستخدم كعلف للأبقار والبعول، ولكنها تتأثر سلباً بالمفعول الضار للغوسيول لعدم اكتمال الجزء الثاني من المعدة، لذلك يفضل أن لا تتجاوز نسبة الكسبة في النظام الغذائي للبعول الصغيرة معدل 15%، أما الحيوانات أحادية المعدة فتعتبر حساسة جداً لسمية الغوسيول بينما تكون

المجترات أكثر مقاومة لهذه المادة، ويلاحظ تحرر كمية من بلازما الغوسيبول وايزوميراته السالبة بشكل نسبي في أجسام الأبقار، وينتج عنه زيادة قابلية تكسر كريات الدم الحمراء للأبقار التي تناولت نسب عالية من الغوسيبول الحر *FD* قبل وبعد الولادة، وتضعف نسب استهلاك الغوسيبول الحر *FG* سمات التطور الهيكلي والفيثاميني للعجول، وتتضمن التوصية الحالية وجود 150 غرام من بذور القطن الكاملة في كل 1 كغ عليقة في النظام الغذائي للأبقار.

تؤثر سمية الغوسيبول على العجول بشكل خاص وعلى الماشية بشكل عام إذ رصدت حالات موت مفاجئ، واعتقد في البداية على أن الماشية سليمة وموتها طبيعي، وساعدت التحاليل الكيميائية على كشف التأثيرات السمية للغوسيبول المتناول، وأظهر الكشف السريري على الحيوانات فشل القلب والأوعية الدموية في البداية وتابعه وجود تغيرات واضحة في زيادة السوائل في التجاويف الصدرية والبطنية، كما لوحظ وباستمرار زيادة هشاشة خلايا الدم الحمراء في المحاليل ذات التركيز الملحي المنخفض في المواشي المغذاة بكسبة بذور القطن أو ببذور القطن، وتكون التغيرات في هشاشة خلايا الدم الحمراء حساسة لوجود كميات ممتصة من الغوسيبول، ويحدث ذلك قبل التسمم بالغوسيبول، ويملك الغوسيبول تأثيراً معاكساً على هشاشة كريات الدم الحمراء حيث تعود القيم بشكل تدريجي إلى حالتها الطبيعية بعد 3 - 2 أشهر عند زوال الغوسيبول من النظام الغذائي.

التوصيات الحالية لاستخدام منتجات القطن في الوجبات الغذائية للأبقار الحلوب هي 2.3 إلى 3.6 كيلوغرام من بذور القطن الكاملة في اليوم الواحد أو حوالي 15% من الوجبة الغذائية الجافة، دون أن تتجاوز (5.4) كيلوغرام يومياً لجميع منتجات القطن في منتجات الأعلاف (بذور القطن وكسبة بذور القطن والقشور) نحو 22.5 % من الوجبة الغذائية الجافة.

استخدم طحين بذور القطن كوجبة تغذية للأطفال في السنوات الأولى من العمرهم دول أميركا الوسطى، وتم مزجه مع طحين الذرة والخميرة وعزز بالنياسين والرابيوفلافين وفيتامين A والحديد، كما استعمل كمنتجات مشابهة في بعض الفترات للقضاء على النقص الحاد في البروتين في دول أميركا اللاتينية والهند، كما يلزم الحذر عند استخدامها في الاستهلاك البشري لاحتمال تعرضها للإصابة بالسموم الفطرية، وقد يستعمل دقيق بذور القطن كمادة مضافة على شكل ملونات بمجال ضيق بسبب محتواها من الغوسيبول.

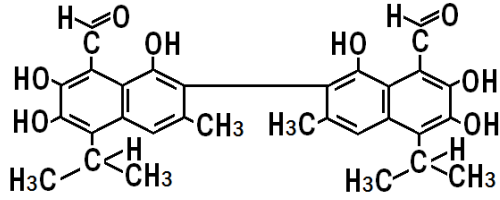
ويمكن استخدام كسبة بذور القطن في تغذية الملايين في العالم الأمر الذي يتطلب تخفيض نسبة الغوسيبول في الكسبة إلى مستويات آمنة غير ضارة، وبما يكفي لتوفير غذاء لحوالي 500 مليون شخص سنوياً، وقد استعمل فريق بحث تقنية *RNAi* والتي يُمكن أن تثبط أحد الجينات أو تبطل عمل الغوسيبول، ما مكّنهم من استهداف جين الغوسيبول في بذور القطن فقط وترك الجينات المسؤولة عن إنتاج الغوسيبول في باقي أجزاء النبات على حالها، فقد أبطلت هذه التقنية عمل الجينات بشكل انتقائي.

يتواجد الغوسيبول في جميع أجزاء الخلايا الحية من نبات وبذور القطن، وتؤدي تقنية *RNAi* لخفض الغوسيبول في الأماكن الحاوية على نسب عالية من البروتين فقط ويبقى على حاله في الأجزاء الأخرى كمدافع عن النبات ضد الحشرات و القوارض.

ويعتبر الغوسيبول مادة سامة مستخلصة من زيت القطن *Cotton seed oil*، ولها العديد من الاستخدامات الصيدلانية نتيجة تأثيراتها على النطاف *Sperms* وعلى الفيروسات *Viruses*، كما تجري دراسات على إمكانية استخدامها كمانع حمل *Contraceptive* و مضاد أورام.

الغوسيبول *Gossypol* مركب عضوي معقد التركيب، لونه أصفر غامق مسمر ويلون زيت القطن بلون بني قاتم وتتراوح كمية الغوسيبول والمواد الناتجة عن تحولاته الكيميائية في زيت القطن بحدود 0.14-0.25%، وتزداد كميته في الزيت المستخرج بطريقة المذيبات منها في الزيت المستخلص بطريقة العصر الميكانيكي، ويعتبر والمواد الناتجة عن تحولاته من المركبات غير المرغوب بوجودها في الزيت الغذائي المخصص للاستهلاك البشري للسببين التاليين:

1. الخواص السمية.
 2. تلويين الزيت بلون قاتم.
- يذوب الغوسيبول في الميثانول والإيثانول والأسيتون والكلوروفورم والبيريدين، وينحل بشكل سيء في الغليسرين والبنزن.



الصيغة الجزيئية للمجملة للغوسيبول: $C_{30}H_{30}O_8$
الوزن الجزيئي: 518.6

ويحتوي كما هو واضح من الصيغة الكيميائية المفصلة على مجموعتين ألدهيديتين ولهذا أمكن اعتباره من حيث البنية والصفات كبولي فينول، ويسلك سلوك الحموض المشبعة ثنائية الكربوكسيل، ويعطي مع أسس المعادن القلوية الفينولات تسمى الغوسيبولات، تذوب غوسيبولات الصوديوم أو البوتاسيوم في الماء، وتكون المحاليل المائية لهذه الغوسيبولات ملونة أكثر من الغوسيبول نفسه، وإذا وجدت غوسيبولات الصوديوم أو البوتاسيوم في محاليل تحتوي على ماءات الصوديوم والبوتاسيوم بكمية فائضة فإنها تتأكسد بسهولة بأوكسجين الهواء وتتلون محاليلها بألوان غامقة، كما يتأكسد الغوسيبول بالمؤكسدات القوية لذلك يُعد مانع أكسدة طبيعي نشيط وفعال.

واستُخدمت عدة تقنيات لتحديد الغوسيبول في زيت بذور القطن، وتم فصل كامل الغوسيبول في البداية في زيت بذور القطن الخام بحسب الثقل النوعي للغوسيبول مع الانيلين، وتتطلب عادة هذه العملية عدة أيام حتى يترسب ثنائي انيلينو غوسيبول *Dianilinogossypol* بشكل تام وكامل.

وهناك عدة طرق تعتمد على التحليل الطيفي الضوئي (السبكتروفوتومتر)، وأساس هذه الطرق واحد ويقوم على تفاعلات ثنائي انيلينو غوسيبول، إذ تختلف امتصاصية هذا التفاعل لمنتجات أصبغة الغوسيبول في الزيوت المستخرجة بطريقة الضغط الهيدروليكي عن الزيوت المستخرجة بطريقة الضغط الحزوني، كما تختلف عن الغوسيبول النقي، ويعود ذلك للتحويل البسيط في التركيب الجزيئي للغوسيبول خلال مراحل الإعداد التي تسبق الاستخراج بالضغط الهيدروليكي، ولا يوجد دليل تجريبي على ذلك لأن تفاعل ثلاثي كلوريد الانتومان مع المستخلصات القلوية للزيت المستخرج بطريقة الضغط الحزوني يعطي منتجات تفاعل غير مميزة للغوسيبول.

واقترحت طريقة التحليل الطيفي الضوئي لتحديد كمية الغوسيبول في زيت بذور القطن التي تعتمد في الأساس على تفاعل الأنيزيديين *P-anisidine*، كما اعتمدت هذه الطريقة كطريقة رسمية في الجمعية الاميركية لكيمياء الزيوت *AOCS*.

وقد طور العالمان *Berardi and Frampton* طريقة تحليلية تعتمد على فصل الغوسيبول من الزيت باستعمال الخصائص الحمضية للغوسيبول وانحلاليته المائية ومقدرته على إذابة أملاح الصوديوم بالماء، ويستخلص الغوسيبول في هذه الطريقة من زيوت بذور القطن بهيدروكسيد الصوديوم الحاوي على كمية قليلة من ثنائي ثيونيت الصوديوم *Sodium dithionit*، ويفصل الطور المائي ويحمض ويستخلص بالكلوروفورم ويحدد الغوسيبول بجهاز التحليل الطيفي الضوئي (السبكتروفوتومتر) على طول موجة (366 nm) وتعتبر هذه الطريقة أقل حساسية من الطريقة التي تعتمد الأنيزيديين *P-anisidine*.

وقام العالم *Abou-Donia et al* وآخرون باستخدام جهاز الكروماتوغرافيا السائلة عالية الكفاءة *HPLC* لتحديد الغوسيبول في مستخلصات زيوت بذور القطن باستعمال طور متحرك مكون من : حمض فوسفوريك 0,1% في الميثانول : الماء (2:1) حجمي، وتم تطوير هذه الطريقة بزيادة نسبة الميثانول في الطور الحامل إلى 90% والتخلص من العينة بتدفق عالي.

3- إنتاج الزيوت النباتية من بذور القطن: تتم عدة عمليات على بذور القطن في مصانع إنتاج الزيوت النباتية من بذور القطن قبل عملية العصر الميكانيكي وأهمها:

3-1- تنظيف بذور القطن من الشوائب: تحتوي بذور القطن الناتجة عن مصانع حلج الأقطان على كمية من الشوائب الغريبة مثل القشور والعيذان والأتربة بنسبة تتراوح بين (1-2%) وزناً، وتتم إزالتها عادةً بمناخل هزازة لفصل الأتربة وتجميعها في الأسفل وسحبها بالهواء لتخليص البذور من أكبر نسبة من القشور والعيذان، كما توجد لواقط مغناطيسية على الجوانب لجذب والتقاط الأجزاء المعدنية.

3-2- إزالة زغب القطن: تنقل البذور التي تم تخليصها من معظم الشوائب الغريبة والتي تحتوي بحدود (8-12%) زغب إلى وحدة إزالة الزغب الموجودة على البذور باستخدام سكاكين في حلقات البذور، حيث يتم التخلص من

الزغب وتسحب باستمرار بتيار من الهواء وتجمع وتصنف إلى نوعين من الزغب وينتج حوالي (7-10%) وزناً من زغب قطن بالنسبة لوزن البذور المستخدمة وتصنف كما يلي:

أ- زغب قطن طويلة التيلة (لينت): وتشكل حوالي % 20-30 من وزن الزغب الكلي وتحتوي بين % 85 – 92 سيللوز.

ب- زغب قطن قصيرة التيلة (لينت): وتشكل حوالي % 70-80 من وزن الزغب الكلي وتحتوي بين % 75 – 85 سيللوز.

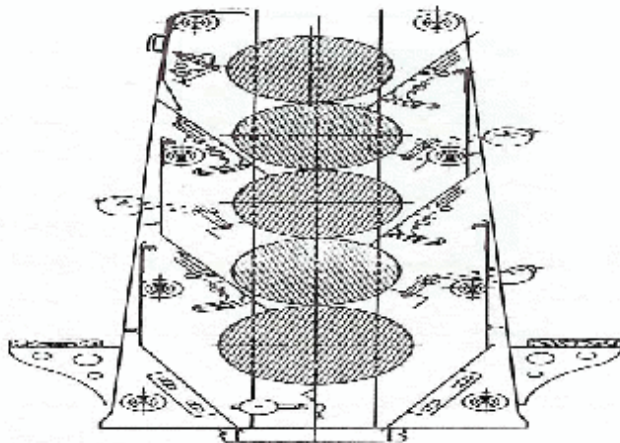
وزغب القطن الناتج مادة سيللوزية هامة تحتوي على حوالي % 75-90 سيللوز نقي، وتستخدم لإنتاج عجينة السيليلوز ذات استخدامات محددة (غير صناعة الورق)، كما تستخدم لإنتاج مركب كربوكسي ميثيل السيليلوز CMC، ولتعبئة الأثاث والمفروشات المنزلية، وأخيراً تنقل البذور المحلوقة في المصنع بناقل متحرك إلى وحدة تكسير البذور وإزالة القشور.

3-3-3- تكسير البذور وإزالة القشور: تتألف بذور القطن من قشرة ولب، ويخفف بقاء القشور من كمية الزيت المستخرج، لذلك يتم تكسير القشرة الخارجية لهذه البذور في أجهزة خاصة.

ويتألف جهاز تكسير قشور البذور من أسطوانة تدور حول نفسها وعلى سطحها نتوءات بأشكال مختلفة ويوجد في مواجهتها لوح معدني بشكل محدب قليلاً عليه نتوءات، ويتم ضبط المسافة بين الأسطوانة واللوح المعدني تبعاً لحجم البذور التي يراد تكسير قشرتها ويعتبر تجانس أبعاد بذور القطن ضروري جداً خلال مرحلة تكسير القشرة، إذ لا يحدث تكسير للبذور الصغيرة الحجم بينما يحدث التصاق لأجزاء القشور باللب في البذور الكبيرة، بعد عملية التكسير تفصل القشور عن اللب بطريقة النثر بتيار هوائي فتسقط القشور في جهة أبعد عن اللب نتيجة اختلاف الوزن النوعي للقشور واللب، كما تتبع طرق السحب بالهواء حيث تسحب القشور وتجمع في خزان القشور وتؤخذ لوحدة المعالجة الحرارية ثم لوحدة التعبئة وتستخدم كعلف للحيوانات، وتضاف القشور إلى اللب بنسبة (10-12%) من وزن اللب الناتج للمساعدة في عملية طحن اللب.

3-3-3- طحن لب البذور وتحويلها إلى رقائق: تتم عملية طحن لب البذور وتحويلها إلى رقائق باستخدام مجموعة من الأسطوانات موضوع بعضها فوق بعض وتدور كل أسطوانة بعكس الأسطوانة التي تليها، وتضبط المسافة بين كل أسطوانتين بالمسافة المطلوبة للحصول في النهاية على رقائق بالسماكة المرغوبة وهي عادة بين 0,3-0,5 مم، وتهدف عملية طحن البذور وتحويلها إلى رقائق إلى:

1. تهشيم الغلاف الخارجي لللب وتحطيم أكبر عدد من الخلايا.
 2. سهولة دخول البخار أثناء عملية الطبخ إلى داخل مكونات اللب.
 3. سهولة انسياب قطرات الزيت وزيادة مردود الزيت المستخرج.
- ويبين الشكل (7) مقطعاً لألة طحن البذور الزيتية وتحويلها إلى رقائق:



مقطع لألة طحن البذور الزيتية وتحويلها إلى رقائق
الشكل (7)

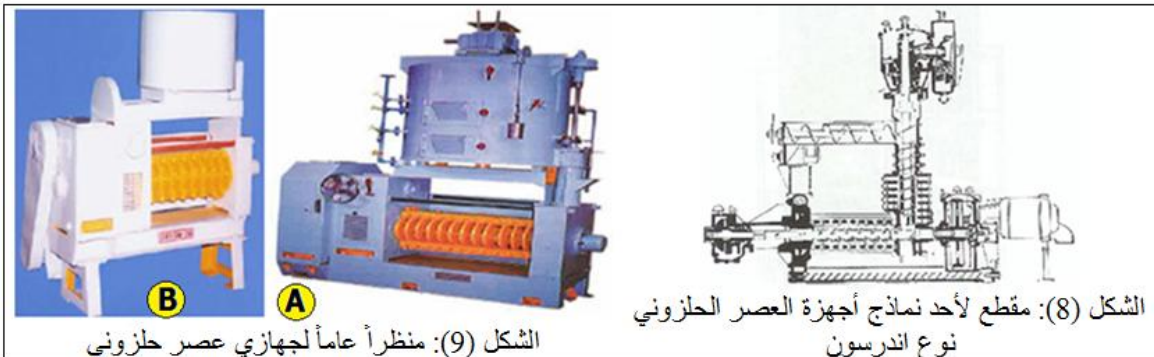
3-4- طبخ رقائق البذور: يتم طبخ رقائق البذور الزيتية قبل استخراج الزيت بالعصر أو بالمذيبات، وتتم عملية طبخ البذور الزيتية التي حولت إلى رقائق في مراحل أفقية مزودة بأجهزة لرش بخار الماء على شكل رذاذ، وهي ذات جدران مزدوجة للتسخين البخار المحمص ومجهزة بمحرك لتقليب المحتويات، تتراوح درجة الحرارة أثناء الطبخ بين (105-120 م) والضغط بحدود (4-6) ضغط جوي، ويساعد ارتفاع الضغط على سرعة دخول جزيئات بخار الماء لداخل مسامات لب البذور الزيتية وتدوم فترة الطبخ بين 20-30 دقيقة، ويمكن تلخيص الهدف من طبخ رقائق لب بذور القطن بما يلي:

- 1- تخثير المواد البروتينية.
- 2- ترسيب المواد الفوسفاتيدية.
- 3- زيادة نفوذية خلايا البذور مما يساعد على انسياب قطرات الزيت بسرعة وسهولة أكبر.
- 4- زيادة حجم نقط الزيت داخل لب البذور.
- 5- قتل الأحياء الدقيقة الموجودة.
- 6- إزالة التأثير السام لمادة الغوسيبول الموجودة في بذور القطن والتي تسبب تسمم الحيوانات في حال استخدامها بكميات تزيد عن المعدل المسموح به، ولتحقيق ذلك يجب ضمان الشروط خلال العملية:
 - الرطوبة: 14.5 %
 - الحرارة 115 س كحد أدنى.

7- تخفيض نسبة الرطوبة بالنسبة للبذور الزيتية ذات النسبة المرتفعة من الرطوبة.

3-5- العصر الميكانيكي للبذور الزيتية: تنقل البذور الزيتية المطبوخة (أو لب البذور المحول إلى رقائق) والتي تم طبخها إلى أجهزة العصر الميكانيكي المستمرة باستخدام مكابس حلزونية على الأغلب، حيث يتم فصل معظم الزيت عن البذور نتيجة ضغط المكابس إضافة لمعظم كميات الماء الموجودة، وتبقى كمية من الزيت في الكسبة الناتجة بعد العصر بمعدل 5% كحد أدنى، وتتعلق نسبة الزيت المستخرج بالعصر الميكانيكي بعدة أمور أهمها:

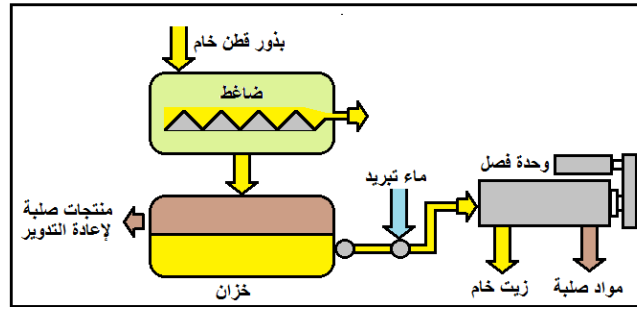
1. نوعية البذور الزيتية.
 2. نسبة الزيت في المادة الأولية الخاضعة للعصر.
 3. نوعية المكابس المستخدمة.
 4. الضغط المطبق أثناء العصر.
 5. الفترة الزمنية خلال مرحلة العصر منذ البداية وحتى النهاية.
 6. جودة عملية طبخ البذور قبل العصر.
- وتتراوح فترة عصر رقائق لب بذور القطن المكيفة في المصانع بين 8-5 دقائق، والضغط المطبق خلال فترة العصر بين 140-250 ضغط جوي (2 طن/سم²)، وهناك علاقة وثيقة بين فترة الضغط والضغط المطبق. ويبين الشكل (8) مقطعاً في أحد نماذج أجهزة العصر الحلزوني نوع اندرسون، والشكل (9) منظراً عاماً لجهازي عصر حلزوني، كما يبين الشكل (10) مخططاً لمراحل إنتاج زيت القطن الخام. وتتراوح فترة عصر رقائق لب بذور القطن المكيفة في المصانع بين 8-5 دقائق، والضغط المطبق خلال فترة العصر بين 140-250 ضغط جوي (2 طن/سم²)، وهناك علاقة وثيقة بين فترة الضغط والضغط المطبق.



	مستودع تخزين البذور
خزان تجميع الشوائب	غربلة وفصل الشوائب
مستودع تجميع اللنت: (7-9) من وزن البذور	وحدة حلاقة البذور وفصل اللنت
وحدة تجميع وتعبئة القشور، وتشكل (26-30%)	وحدة تكسير البذور لفصل القشور
	وحدة فصل القشور عن اللب، ويحتوي اللب الناتج على (10-12%) قشور
	وحدة التحويل إلى رقائق
	وحدة طبخ البذور بالبخار بحرارة 105-120 م°
كسبة ناتجة عن العصر، وتحتوي (4-8%) زيت	وحدة عصر البذور المطبوخة
	خزانات الزيت الخام

الشكل (10) مخطط مراحل إنتاج زيت القطن الخام

ويبين الشكل رقم (11) مراحل عصر بذور القطن والحصول على زيت بذور القطن وفصل الماء والحصول على زيت صافي باستخدام جهاز الطرد المركزي:



الشكل (11): وحدة استخلاص زيت القطن

يصاحب الزيت الناتج عن أجهزة العصر كمية من الماء الموجود في البذور الزيتية، لذلك ينقل الزيت إلى خزانات الاستراحة حيث يطفو الزيت في الطبقة العليا والماء في الأسفل، ثم يفصل الماء بعد عدة ساعات ليؤخذ الزيت إلى خزانات الخام انتظراً لنقله إلى قسم المعالجة والتكرير داخل المصنع، وهناك أجهزة لفصل الماء عن الزيت تسمى بالفارزات وتستخدم حالياً بكثرة للاستعاضة عن الاستراحة والترقيد.

4- **استخلاص الزيت من الكسبة الناتجة بعد العصر:** تحتوي الكسبة الناتجة بعد العصر الميكانيكي على نسبة من الزيت تتراوح بين (5-10%) لذلك تتم عملية استخلاص الزيت الباقي من الكسبة بالاعتماد على مذيب مناسب، ويصل مردود الزيت الكلي إلى حوالي 99%، ويتبقى أقل من 1% من الزيت في الكسبة النهائية بعد الاستخلاص ويسمى مزيج الزيت مع المذيب بالميسيل *Miscella*.

تعتبر الزيوت النباتية ذوابة بشكل جيد بالمذيبات ضعيفة القطبية التي تملك ناقلية كهربائية صغيرة بحدود (3-10) مثل البنتان، الهكسان، الهبتان، الأوكتان، أو كلوريدات الفحوم الهيدروجينية مثل كلور الميتل، ثنائي كلور المتيلين، الكلوروفورم، رابع كلور الكربون، ثنائي كلور الايتان، ثلاثي كلور الايتان، وتعتبر الزيوت النباتية ضعيفة الانحلال في الأغوال مثل الايتانول والبروبانول، ويزداد الانحلال بزيادة درجة الحرارة وتعتبر الزيوت النباتية ضعيفة الانحلال في الأغوال التي هي من المذيبات القطبية.

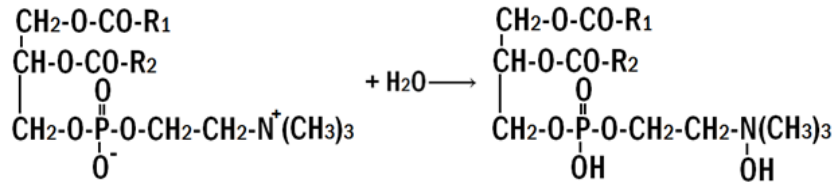
من أهم المواد غير المرغوبة الموجودة في الزيوت النباتية الخام والتي يجب إزالة أكبر قدر منها: الحموض الدسمة الحرة، الفوسفاتيدات، الراتنجات، الشموع، الستيرويدات، المواد الملونة، المواد المسببة للطعم والرائحة غير المقبولين.

وتتضمن معالجة الزيوت النباتية الخام المراحل الرئيسية التالية:

- إزالة الصمغ *Degumming*.
- التنقية القلوية أو التكرير *Alkali refining*.
- التبييض *Bleaching*.
- التخفيف *Winterization*.
- إزالة الرائحة *Deodorization*.

1-4- إزالة الصمغ: تحتوي الزيوت النباتية الخام على مواد صمغية أهمها الراتنجات والبروتينات والفوسفاتيدات، وتهدف هذه العملية لإزالة أكبر قدر من هذه المواد والتي تتراوح نسبتها في الزيت الخام بين (1-3%)، والتي تؤثر سلباً على مراحل المعالجة اللاحقة وحفظ الزيت.

تستخدم الفوسفاتيدات المفصولة من الزيوت النباتية والتي يطلق عليها تجارياً اسم الليثين كمواد استحلاب في العديد من الصناعات الغذائية مثل منتجات الشوكولا، المارجرين، المعجنات وغيرها. ويمكن أن تتم إزالة الصمغ بالإمهاة بواسطة الماء العادي أو البخار، ولكن ذلك لا يزيل أكثر من 75 % من الليثين، وتستخدم حالياً المحاليل المائية الحمضية أو القلوية والتي تزيل حوالي 95% من الليثين، ويتشكل بالتدرج عكارة على السطح المشترك بين الزيت والماء وترسب هذه المواد في الطبقة المائية السفلى بحسب التفاعل:



تتم عملية إزالة الصمغ صناعياً في الوقت الحاضر برش الماء الحمضي، إذ غالباً ما يستخدم حمض الفوسفور (pH:4-5) بكمية محسوبة على الزيت الخام بحدود (5-10%) وزناً، بوضعه في أبراج أسطوانية مخروطية الأسفل مع التحريك وبدرجة حرارة بحدود (45-50°م)، وبعد فترة ساعة من التحريك المستمر والمزج الجيد يوقف التحريك وتبدأ الفوسفاتيدات بالترسب لتتجمع في الطبقة المائية السفلى، ويتم استحلاب كمية من الزيت مع الفوسفاتيدات، وكلما زادت فترة الترقيد انخفضت كمية الزيت المستحلبة مع الفوسفاتيدات لاحتواء جزيء الفوسفاتيد على نوعين من الزمر:

أ- طرف هيدروفيلي شغوف بالماء.

ب- طرف هيدروفوبي شغوف بالزيت.

تفصل الطبقة السفلى الحاوية على الماء والفوسفاتيدات والزيت من أسفل الأجهزة، ويفصل الزيت الذي أزيل منه أكثر من 95 % من الفوسفاتيدات.

2-4- التنقية القلوية أو التكرير: تهدف التنقية القلوية لإزالة الحموض الدسمة الحرة من الزيت على شكل أملاح معدنية، وغالباً ما تكون على شكل أملاح صوديومية، كما تترسب الفوسفاتيدات والمواد الصمغية أثناء هذه العملية، ويتم إزالة قسم لا بأس به من الستيرويدات والمواد الملونة والشموع البرافينية بترسبها أو امتزازها على الصابون المتشكل والذي يسمى بـ *Soap stock*، والمادة القلوية الأكثر استخداماً هي هيدروكسيد أو كربونات الصوديوم أو بعض المواد القلوية الأخرى.

3-4- التبييض: تسمى هذه العملية بإزالة اللون، وتهدف إلى إزالة أكبر نسبة من المواد الصبغية الموجودة في الزيت (تخفيض الدرجة اللونية) لإنتاج زيت مقبول من الناحية اللونية لذوق المستهلك ومطابق للمواصفات القياسية العالمية بالنسبة لبند الدرجة اللونية المسموحة.

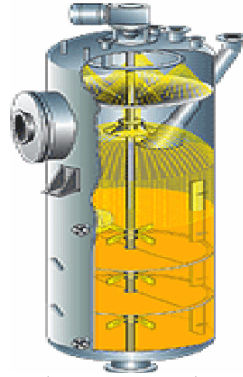
ويعتمد مقياس اللفيوند على مرشحات لونية زجاجية بالألوان الأساسية الثلاث (الأحمر، الأصفر، الأزرق)، وهي الأكثر استخداماً ولها درجات لونية مختلفة مبينة على المرشح، وهناك خلايا زجاجية توضع فيها عينات الزيت المراد تحديد درجتها اللونية، ثم توضع في الجهاز لقياس الدرجة اللونية.

يستخدم حالياً كذلك مقياس الطيف الضوئي لتحديد نسبة اللون للعينات وعند أطوال موجة بين (440-670) نانومتر، وباستخدام خلية بطول 21.8 سم. وتعطى العلاقة التي تحدد اللون *Photometric Color* لتكون متقاربة الدرجة اللونية حسب مقياس اللفيوند بالمعادلة:

$$Photometric\ Color = 1.29 A_{460} + 69.7A_{550} + 41.2A_{620} - 56.4A_{670}$$

حيث A هي امتصاص الضوء عند طول الموجة المعين. ومن أهم المواد الأولية المستخدمة كمواد دامصة لتبييض الزيوت النباتية أو المواد الدسمة هي ترابة التصفية الطبيعية *Clay* وهي مادة غضارية تتكون بشكل أساسي من أكاسيد SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O ، بالإضافة للمكون الأساسي لهذه الترابية وهو سيليكات الصوديوم المائية. تتم عملية التبييض في أبراج أسطوانية مخروطية القاع، سعتها بين 10-30 طن مزودة بخلاطات للتقليب، ويدخل عامل التبييض مع الزيت بالنسبة المحددة وهي بين (1-1.5%) وزناً بالنسبة للزيت، ليسحب الزيت بعدها لأجهزة التصفية.

وتتم عملية التبييض حالياً في جو خال من الهواء وتحت الضغط المنخفض (20-50 mmHg) وبدرجة حرارة تتراوح بين (60-70 م) تفادياً لأكسدة الزيت ولتقليل نسبة الحموض الدسمة المتماكبة وخاصة حمض الزيت المقرون إلى المفروق وهذا يؤدي إلى ارتفاع درجة انصهار الزيت. ويبين الشكل (12) مقطعاً لأحد أجهزة التبييض المستخدمة لإزالة اللون من الزيوت النباتية الخام:



الشكل (12): مقطع لجهاز تبييض الزيوت النباتية الخام

كما يبين الشكل (13) الشكل العام للمصافي الضاغطة (إطار - صينية) المستخدمة لفصل ترابة التصفية من الزيت بعد عملية التبييض.



شكل (13): منظر عام خارجي لمصفاة ضاغطة تستخدم لفصل ترابة التصفية من الزيت

4-4- تخفيف الزيت أو التثنية: تتم عملية تخفيف بعض أنواع الزيوت النباتية في بعض المصانع بعد عملية التبييض وقبل عملية إزالة الرائحة، وتهدف إلى فصل جزء من الغليسيريدات ذات درجة الانصهار العالية بتبريد الزيت إلى درجة حرارة معينة، فيتبلور جزء من الزيت ويترسب في أسفل جهاز التخفيف، ويترسب مع كميات ثلاثي الغليسيريد المترسب قسم كبير من المواد الأخرى الموجودة في الزيت من المواد اللا غليسيريدية والقابلة للترسب مثل الفوسفاتيدات، والستيرولات، والشموع وبقايا الصابون.

ويستخدم الزيت الصلب المفصول من زيت القطن وزيت الذرة في صناعة الزيوت النباتية المهدرجة، السمن النباتي أو المارجرين.

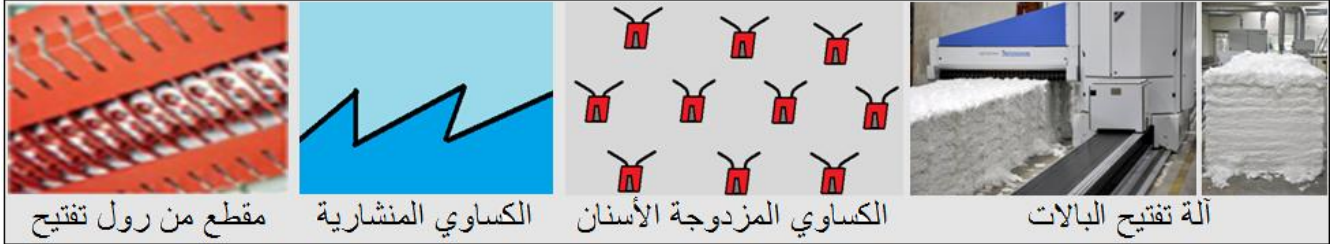
4-5- إزالة الرائحة: يعتمد مبدأ عملية إزالة الرائحة على أن المواد المسببة للطعم والرائحة غير المستساغين تمتلك ضغطاً بخارياً مرتفعاً نسبياً بالمقارنة مع بقية مكونات الزيت، وتتم عملية إزالة الرائحة بنفخ بخار الماء المحمص عبر الزيت المسخن في انببيق إزالة الرائحة تحت الضغط المنخفض، حيث يتم جرف المركبات الأكثر تطايراً بالبخار، وهي المركبات المسببة للرائحة والطعم غير المقبولين، كما يتم جرف نسبة جيدة من الحموض الدسمة الحرة مع كميات قليلة من قطرات الزيت، وتقسم مصادر المواد المسببة للرائحة إلى ما يلي:

1. مواد مصدرها البذور الزيتية إلى الزيت.
2. مواد ناتجة عن تخزين البذور.
3. مواد ناتجة عن عمليات استخراج الزيت والتكرير والتبييض والهدرجة.
4. مواد ناتجة عن تفاعلات الأكسدة التي تعطي مواداً دهيدية وكيثونية.

إنتاج الغزول القطنية

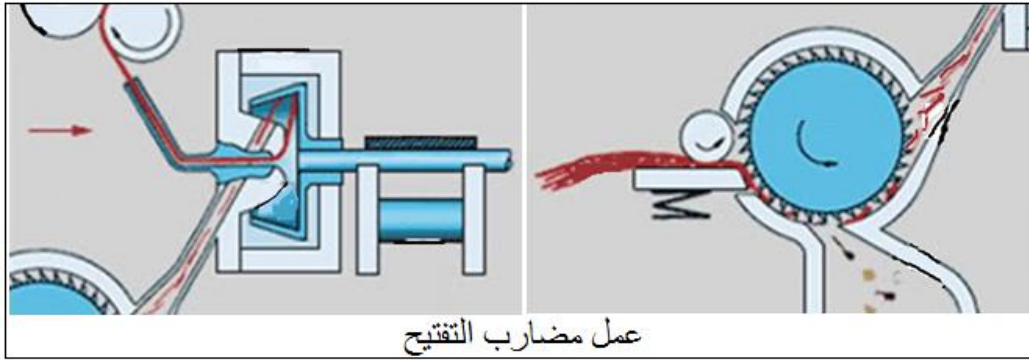
1- مرحلة التفتيح والمزج والتنظيف:

1-1- التفتيح *Opening*: تتم عملية التفتيح بمعالجة بالات القطن بالمضارب لحدود نضمن معها عدم تعرض الشعيرات لأي إجهادات زائدة تؤثر سلباً على مواصفاتها، ونرى في الشكل (14) مقطعاً لرول التفتيح مزود بأسنان مزدوجة، وآخر بكساوي منشارية:



الشكل (14)

1-2- التنظيف *Cleaning*: يتخلص القطن إثر عمليات التفتيح والمزج مما يقارب 70% من شوائبه، ويمكننا رفع درجة نقاوة القطن بزيادة عدد المضارب في خطوط الإنتاج لنحصل على قطن عالي الجودة والنقاوة نسبياً وخالٍ من العيوب، إذ ترتفع فعالية عملية التنظيف بزيادة عدد المضارب مع ارتفاع نسبة العوادم المتخلفة. وتتم عملية التخلص من الأتربة المرافقة أثناء معالجات القطن في آلات المزج والتفتيح عبر مكثفات بالمضارب كما في الشكل (15)، إذ تقوم المكثفات بسحب القطن من بين المضارب وتخليصه من الهواء، وتدفع بالهواء المحمل بالأتربة والغبار للمرشحات، وألحقت حالياً تجهيزات خاصة بسحب الأتربة *Dedusting machine* كوحدات أساسية في خطوط الإنتاج، أما ما قد يتبقى من الأتربة فيتم التخلص منها عبر العمليات اللاحقة.



الشكل (15)

1-3- المزج *Mixing*: تتم هذه المرحلة بهدف الحصول على أعلى درجة تجانس للقطن الوارد من رتب متباينة وحقول مختلفة التربة والمناخ مما يسمح لنا بالحصول على شعيرات أكثر تجانساً، وبالتالي أكثر انتظاماً ومتانة، بالإضافة لترك المجال للشعيرات بالعودة لحالتها الأصلية قبل ضغطها على شكل بالات، إذ يصل ضغط القطن بالبالة حتى 500 كغ/م³، وبينت التجارب على أن زيادة ضغط البالة عن 100 كغ/سم³ يؤدي للتأثير سلباً على خواص الشعيرات وبالتالي على مواصفات الغزل النهائية، وبخاصة إذا ما تعرضت الشعيرات لعمليات ضغط مائة أو على البخار.

وتتم عمليات الخلط بأكثر من شكل أو مرحلة، من تغذية خصلات القطن من أكثر من بالة في الآن عينه ليصار إلى خلطها بالآلات التفتيح، ومن ثم بالآلات المزج المتعددة الغرف *Multi mixer* ووحدات التغذية بالمضارب، وتستمر عملية المزج من خلال جميع المراحل اللاحقة حتى الوصول لأعلى درجة تجانس ممكنة للمنتج النهائي.



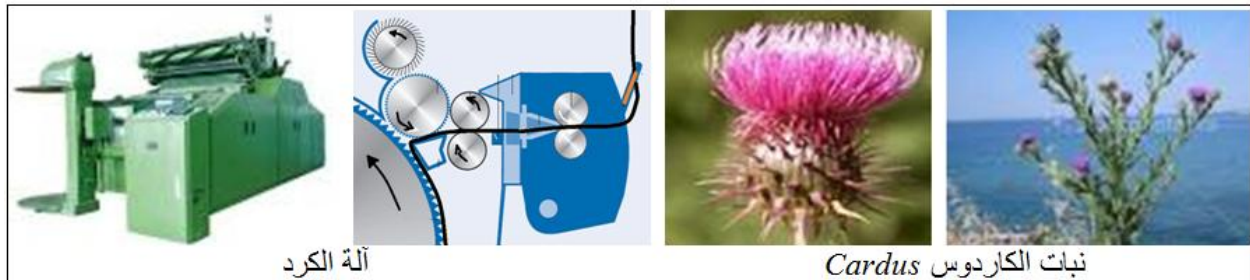
الشكل (16): آلة التفكيح

2- وحدات نقل وتغذية الخصلات القطنية: يدخل القطن لآلات الكرد بعد انتهاء عمليات التفكيح والمزج والتنظيف، وتتم عمليات النقل عبر أنابيب مجهزة بمراوح دفع باتجاه آلة الكرد، ويتألف خط النقل من عددٍ من الوحدات، ويمكننا تبيانها كما في الجدول (15):

الجدول (15)

وحدات خط نقل وتغذية الخصلات القطنية		
م	الوحدة الأساسية	الوحدة الفرعية
1	نظام تفتيح البالات <i>Bale openers</i>	وحدة التغذية الآلية
		وحدة تفتيح البالات والتغذية اليدوية
2	الفاصل المتعدد الوظائف <i>Multi Function Separator</i>	فاصل المواد المعدنية <i>Metal Separator</i>
		فاصل الأجسام الثقيلة <i>Heavy Separator</i>
		مزيل الغبار <i>Dust Removal</i>
3	آلة التنظيف الأولي <i>Per-Cleaner</i>	
4	جهاز المزج <i>Multi-Mixer</i>	
5	آلة التنظيف من الأوساخ <i>Cleaning</i>	
6	مزيل الأجسام الغريبة <i>Foreign parts separator</i>	
7	وحدات تغذية المواد <i>Material Feeding</i>	وحدات التوجيه
		الموزع الكهربائي التلقائي <i>Automatic distributor</i>
		المكثف <i>Condenser</i>

3- مرحلة الكرد أو التسريح *Carding*: جاءت تسمية الكرد عن الكلمة اللاتينية *Cardus* التي تعني النبات الإبري، وأخذ بهذا المصطلح لتغطية سطوح أجزاء آلة الكرد بمسامير أو أشواك معدنية، فصممت في بداية مرحلة مكننة عمليات الغزل آلة كرد يدوية تتكون من سطح خشبي مقوس وثبت على سطحه الداخلي شريط من الإبر، مع فرشاة دائرية تُدور يدوياً فوق السطح الخشبي المقوس، وتتم عملية التفكيح بتغذية ما بين السطحين بالخصل القطنية مع تدوير الفرشاة، فكانت هذه بداية فكرة آلة الكرد الحديثة، ومن ثم تم تسجيل آلة الكرد ذات الجرائد، وفي عام 1748 سُجلت أول براءة اختراع لآلة الكرد الأسطوانية، تبعها عام 1771 تصنيع أول آلة كرد ذات جرائد ثابتة، والتي تم وضعها أسفل الأسطوانات، وكان من أهم المشاكل التي واجهت هذا التصميم استخراج الشعيرات من سطح الأسطوانات بعد فترة تشغيل معينة، وفي عام 1773 تم تصميم الدوفر لحل هذه المشكلة.



آلة الكرد

نبات الكاردوس *Cardus*

الشكل (17)

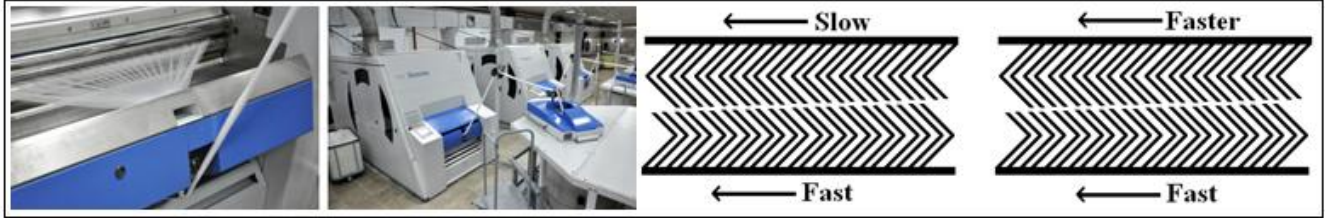


آلة الكرد TC 03 من شركة Trützschler

الشكل (18)

وتعد مرحلة التسريح المرحلة اللاحقة لمجموعة عمليات التفتيح والتنظيف والمزج *Blow room*، وتتم لها كونها تفتح خصل الشعيرات الكبيرة في حصيرة وحدة التغذية في التقنيات الحديثة، أو لخصل صغيرة جداً في ملف تنظيف في التقنيات القديمة، كما تقضي آلة التسريح على بقايا الشوائب من ورق أشجار أو بذور أو أتربة... والتي يصعب التخلص منها في مضارب المراحل السابقة. كما تعتبر عملية التسريح المرحلة الأخيرة للوصول للغزول المسرحة *Carded yarns*، والمدخل الرئيس للوصول لغزول عالية الجودة.

تقوم عملية التسريح على تمرير خصل الشعيرات بين سطحين متحركين، هما الأصابع والأسطوانة، وبحيث يكون اتجاه الأسنان في كلٍ منهما معاكس للآخر وبمسافة صغيرة جداً بينهما لتكتمل عملية التفتيح حتى الشعيرات المنفردة كما يبين الشكل (19) الذي نرى فيه أيضاً الشريط الخارج من آلة الكرد، وتتم عملية تسريح الشعيرات القطنية بين أي سطحين يحملان دبائيس ويتحركان باتجاهين متعاكسين، أو بذات الاتجاه ولكن بسرعتين مختلفتين:



الشكل (19)

ويمكننا استعراض الهدف من عملية التسريح بمجموعة النقاط:

1. تفتيح خصل الشعيرات لشعيرات فردية.
2. متابعة عملية التنظيف والتخلص من الشعيرات القصيرة.
3. تقليل العقد *Neps*.
4. مزج وتوجيه الشعيرات.
5. تكوين الشريط.

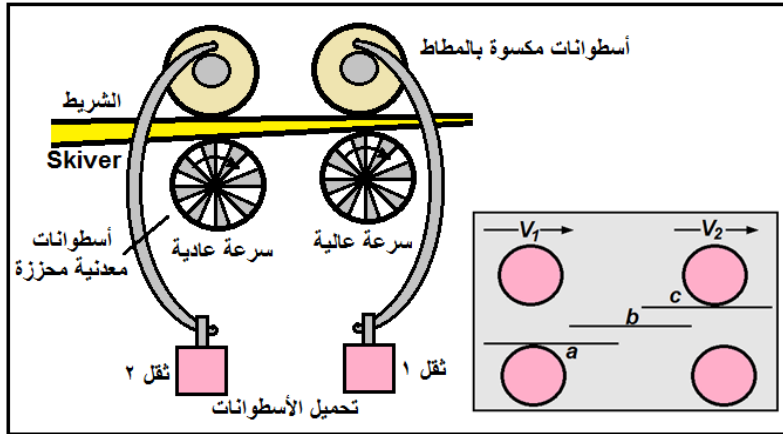
4- مرحلة السحب *Drawing*: وهي العملية التالية لعملية التسريح، والغاية منها خفض ثخانة شريط القطن من خلال انزلاق الشعيرات لبعضها البعض كما في الشكل (20)، وبالتالي زيادة طول وحدة الوزن:



آلة السحب TD 03 من شركة Trützschler

الشكل (20)

وتتم عملية انزلاق الشعيرات عن بعضها البعض بسبب الفارق بين سرعتي الأسطوانتين كما في الشكل (21)، إذ تُمسك الأسطوانة الأمامية الأسرع بشعيرات والخلفية بشعيرات ما يسبب انزلاقهما عن بعضهما مما يؤدي لانخفاض عدد شعيرات المقطع، أي ارتفاع طول الوحدة الوزنية وتغير النمرة. وقد تتم عملية السحب على مرحلتين أو أكثر بحسب النمرة المطلوبة للغزل، ودرجة النقاوة المطلوبة في الآن عينه.

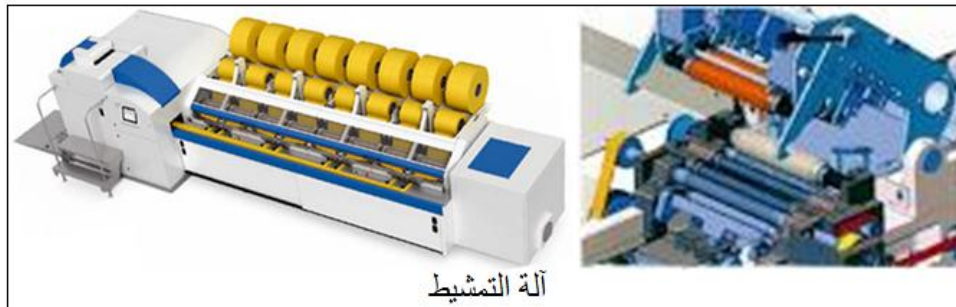


الشكل (21)

5- مرحلة التمشيط *Combing*: تتم عملية التمشيط لتحسين خواص الشريط الوارد من عملية التسريح بالتخلص من الشعيرات القصيرة، ورفع معدلات توازي الشعيرات الطويلة، وبالتالي خفض معدلات التجعد والعقد وبواقي الشوائب، وتتراوح قيمة المفقود إثر مرحلة التمشيط ما بين 12-25 % بحسب جودة ونظافة الخام الملقم لها، إذ ترتبط نسبة المفقود بمدى قدرتنا على تسوية الشعيرات المجعدة، لأنه إن لم يتم التخلص من تجعدها فسيكون مصيرها مصير الشعيرات القصيرة، ما يرفع من نسبة المخلفات.

ويحدث التجعد أثناء تطبيق عملية الشد في بداية عملية التمشيط، إذ ترتبط معدلات التجعد بفعالية مرحلة التسريح والتي تتبعها عملية لف السحب الأول وصولاً لمرحلة التمشيط، إضافةً لتوجيه الشعيرات من اتجاه لآخر بين مرحلة وأخرى لتتحرر من إجهاد التجعد.

وتهدف عملية التمشيط إلى التخلص من الشعيرات القصيرة الطول كما ذكرنا سابقاً، ومن ثم العمل على تحقيق معدل للتوازي بين الشعيرات الطويلة مع العمل على تحقيق أعلى معدل نظافة من الشوائب والأوساخ الملتصقة والتي يصعب التخلص منها بمرحلة الكرد، وتقوم آلية العمل فيها على الإمساك بالشعيرات القطنية في بدايتها من عددٍ من الأمشاط وبمشطٍ واحد من طرفها الآخر، بحيث نتخلص من بقايا قشور البذرة الملتصقة من جهة، وشد العقد غير المشدودة من خلال عملية الكرد، فتتمزق هذه العقد لعقدٍ أصغر حجماً لتزول شيئاً فشيئاً.



الشكل (22)

6- الغزل التوربيني أو غزل الطرف المفتوح *Open end*: عانى إنتاج الغزل بطريقة الكرد العادية من ضعف أرقام الإنتاج من خلال العمل بطريقة الألياف الممسوكة بالزرده والمغزل، فتوصل مهندسو تشيكوسلوفاكيا عام 1967 بعد بحث طويل لفكرة تقوم على المبدأ الدوار *Rotor* ما رفع من أرقام الإنتاج بشكلٍ كبير مقارنةً مع الطرق

التقليدية، إذ ارتفع رقم الإنتاج من 14.000 دورة/دقيقة بطريقة الزردة إلى 20.000 دورة/دقيقة على المبدأ الدوار عند بداية استثماره.

وسميت الغزول بالطرف المفتوح بسبب سحب طرف الشعيرات المغذية للآلة وفتحها حتى ينقطع استمرارها بفصل الشعيرات عن شريط التغذية *Silver* قبل تكثيفه في علبة الغزل الدوار *Roter* ما يؤدي لحدوث فجوة بين شعيرات التغذية والألياف المغزولة، وبالتالي نحصل على غزول غير مستمرة عملياً كما هو الحال مع الغزل الحلقي، لذلك أشير لهذا النوع من الغزول بتسمية الطرف المفتوح للإشارة لهذا الانقطاع. ويقوم مبدأ الغزل التوربيني على تفريق الشعيرات الفردية ليعاد جمعها ومن ثم برمها في نهاية الألياف:



الشكل (23): آلة الغزل التوربيني

7- **مرحلة البرم *Roving***: تعتبر مرحلة البرم المرحلة الخامسة من مراحل إنتاج الغزول المسرحة والسادسة للغزول الممشطة، وغير موجودة بطريقة الغزل التوربيني:

مراحل إنتاج الغزل المسرح							
فتح وتنظيف	كرد	سحب أول	سحب ثاني	برم	غزل حلقي	تدويرات	
مراحل إنتاج الغزل الممشط							
فتح وتنظيف	كرد	سحب أول	تمشيط	سحب ثاني	برم	غزل حلقي	تدويرات



الشكل (24): وحدات البرم

يصل الشريط المغذي لمرحلة البرم على درجة عالية من الانتظام والتوازي طولياً للشريط المسرح أو الممشط، وتعتبر عملية البرم مرحلة وسطية لتحديد نمرة الغزل تدريجياً ليصل لمرحلة الغزل النهائية لإنتاج الغزول الدقيقة عبر مرحلتَي البرم المتوسط والبرم النهائي، واللذان استعيض عنهما حالياً بمرحلة واحدة هي مرحلة البرم العالي بالاعتماد على أجهزة عالية التطور والدقة، ومن أهم النقاط التي تجسدها عملية البرم:

- 1- خفض وزن الوحدة الطولية لشريط السحب المغذي لآلة البرم بسحبه بجهاز السحب لنمرة مناسبة لعملية الغزل.
- 2- برم بسيط للشريط المسحوب بمعدل 25-70 برمة/متر ما يساعد على تماسكه، وبالتالي تسهيل لفه على بكرّة مناسبة لنقله لتغذية آلة الغزل.

- 3- لف المبروم على بكرات خاصة لتسهيل نقلها وتعليقها على آلة الغزل النهائي.
 - 4- الحصول على مبروم منتظم وفق المواصفات القياسية ما يساعد على تجويد عمليات الغزل.
 - 5- تحسين الملمس تراجع المعان بزيادة عدد البرمات
 - 6- تراجع المرونة وقدرة الغزول على امتصاص الأصبغة والرطوبة بزيادة برمها.
 - 7- التخلص من الشعيرات الوبرية بزيادة عدد البرمات.
 - 8- **مرحلة الغزل الحلقي Ring spinning**: تعتبر عملية الغزل *Spinning process* المرحلة الأخيرة لإنتاج الغزول من الألياف القصيرة *Staple Tarn manufacturing*، إذ تتم عملية الترتيب النهائي للشعيرات في الغزول الناتجة أو هيكله الغزل *Yarn Structure*.
- ويرتبط مدى نجاح عملية الغزل بمجموع دقة تطبيق كل المراحل السابقة لها، من مرحلة التفتيح والتنظيف حتى السحب الثاني. وعملياً يمكننا تقسيم عمليات الغزل النهائي لثلاث مراحل:

1. عملية السحب *Drafting*.

2. عملية السحب لربط وتماسك الشعيرات.

3. لف الغزول على مواسير.

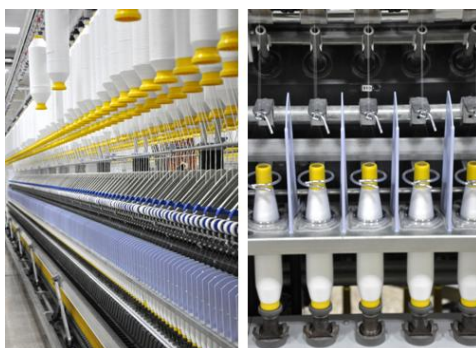
ويقوم جهاز السحب بسحب الشعيرات وتزليقها لتحقيق عدد الشعيرات المطلوب في مقطع الغزل المبروم. وتتم عملية تماسك وترابط الشعيرات مع بعضها من خلال عملية البرم اللاحقة لضغط الشعيرات على بعضها باتجاه المحور الأساسي للغزل لتحقيق المتانة المطلوبة. وتصنف طرق الغزل الرئيسة إلى:

1. الغزل الحلقي " تقليدي - مدمج " *Ring spinning*.

2. غزل الطرف المفتوح *Open end spinning*.

3. الغزل الهوائي *Air-Jet spinning*.

4. الغزل الاحتكاكي *Friction spinning*.



الشكل (25): آلة الغزل الحلقي

كما نجد تصنيفاً آخر فيما بين طرق مستمرة وأخرى متقطعة، ويبين الجدول (16) الفروق والاختلافات الجوهرية بين الطرق الأربعة:

الجدول (16)

والاختلافات الجوهرية بين الطرق الأربعة						
نوع الغزل	نوع التغذية	الجزء الدوار	السرعة: لفة/دقيقة	سرعة الخيط: متر/دقيقة	نمرة الغزل	تركيب الغزل
حلقي	مبروم	ماسورة الغزل	حتى 25.000	حتى 40	200-3	برمات حقيقية
طرف مفتوح	شريط	الدوار	حتى 130.000	حتى 179	40-5	محور توازي
الغزل الهوائي		الهواء	3.000.000	حتى 400	80-15	
الغزل الاحتكاكي		الغزل	250.000	حتى 300	30-10	برمات حقيقية

ويلاحظ اختلاف المنتج المغذى لآلة الغزل، وتفاوت سرعة الإنتاج، وطبيعة تركيب الغزل. ويتم من خلال عملية الغزل الحلقي التالية لعملية البرم سحب الغزول إلى النمر النهائية المطلوبة، وبرمها بما يكفي لارتصاص الشعيرات على بعضها البعض بما يحقق المتانة المطلوبة في اتجاه متعامد مع محور الغزول

النتيجة، وترتبط متانة الغزول بعدد البرمات المعطاة وحتى حد معين وخرج تتعرض بعدها الغزول للانقطاع، وهو ما يعبر عند برقم أس البرم الذي يحدد عدد البرمات في وحدة الطول مقرونة بنمرة الألياف. وتتم عملية اللف على مواسير بوزن 50-150 غ، ويتم ترطيبها ومن ثم جمعها مع بعض للحصول على مواسير أكبر وزناً، ما يضطرنا والحالة هذه لوصل هذه المواسير مع بعضها البعض بعقد ربط لا يضطر لها مع الغزول التوربينية.

9- مرحلة التدويرات Winding: تهدف هذه المرحلة لتهيئة عبوة من خيوط السداء على الكونات بحيث نؤمن الوصول بالشكل الأمثل لمرحلة التسدية، وترافقها عملية تنظيف لبعض الأوساخ والوبر " العوالق المتطايرة "، ومراقبة أقطار الغزول لاستبعاد الأماكن الغليظة والانفخات الطارئة.



الشكل (26): آلات التدويرات

اختبارات جودة الغزل Yarn Quality Parameters

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* والغزل، ويبين الجدول (17) أهم الاختبارات الواجب تطبيقها على أي منتج لتحقيق درجة الجودة المطلوبة:

الجدول (17)

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

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

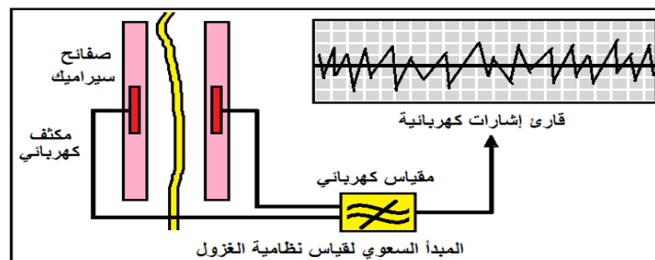
التغيرات المخبرية الداخلية				
معدلات الرطوبة	درجة الحرارة	ضبط الحساسات	العيارات	اختلاف العينات

1- جهاز فحص الانتظامية للخيوط 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:

1. حوامل مواسير الغزل.
2. جهاز شد الخيوط.
3. ممرات توجيه الخيط.

الجزء الفاحص: يعتمد مبدأ عمل هذا الجزء 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 (27)

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 خيوط الاختبار:

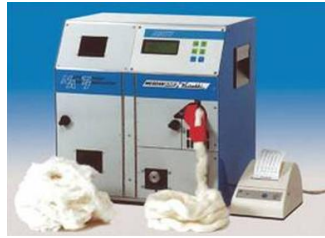
السرعات المطبقة بحسب نوع خيوط الاختبار		
النوع	شريط الكرد - السحب - المبروم	الخيوط النهائي
السرعة	25 متر/دقيقة	400 متر/دقيقة

يتم رسم هذا المنحني تبعاً للاختلافات الواردة من الفاحص حيث نستطيع من دراسة هذا المنحني والاستعانة بمخطط الآلة المنتجة من تحديد الجزء المعيب والمسبب لارتفاع معامل الاختلاف على أساس الأماكن الغليظة أو الرفيعة أو العقد في 1000 متر من الخيط موضوع الاختبار.

2- جهاز فحص نسب الشوائب والنيبس:

يقوم هذا الجهاز بفحص نسب الشوائب والأوساخ والعوادم والوبر (النيبس *NEPS*)، ويتألف الجهاز من ثلاث حجرات:

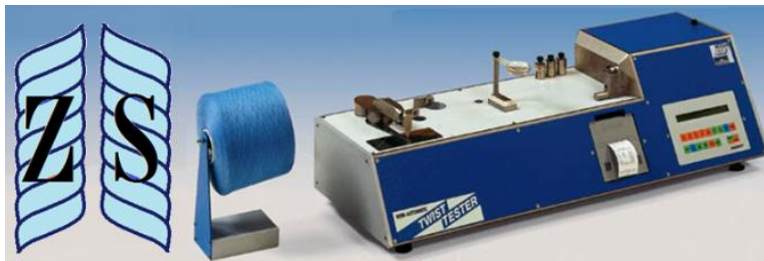
1. حجرة سلندر التغذية وأسطوانة التفتيح.
 2. حجرة القطن النظيف.
 3. حجرة صغيرة لوضع قارورة صغيرة لتوضع الشوائب فيها، وحامل العينة.
- توزن عينة قطنية وتُشكّل يدوياً على شكل شريط أسطواني طويل مبروم، ومن ثم تنقل لحامل العينة بحيث نترك جزءاً بارزاً منها ليتمكن سلندر التغذية من سحبه.



الشكل (28): جهاز NATI الإيطالي الصنع

3- جهاز قياس عدد برمات الخيط *Twistmatic*:

تهدف هذه التجربة لتحديد عدد البرمات في الخيط. إجراء الاختبار: 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 (29): جهاز قياس عدد البرمات

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

2- أصناف أخطاء الغزل *Category of yarn fault*:

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

- عدم الانتظامية *Irregularity*.
- الشوائب أو العيوب *Imperfection*.
- عيوب الغزل المفروضة *Objectionable yarn fault*.

1-2 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 الغزل المستمرة بسبب الاختلاف بين نعومة الشعيرات، ويرمز لعدم هذه الانتظامية بـ: $CVm \& Um\%$.

2-2 الشوائب أو العيوب *Imperfection*: تعرف العيوب على أنها اختلافات المقطع العرضي الظاهرة للغزل في ثخانتها 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:

1. المناطق الرفيعة.
2. المناطق الثخينة.
3. العقد.

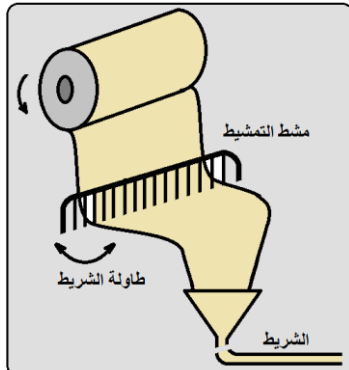
وتظهر العيوب عادةً إما بسبب سوء جودة الخام، أو لتراجع ضبط ومراقبة عمليات التصنيع، علاوة عن مدى جودة آلات التشغيل ذاتها بين آلة قديمة مهترئة وآلات حديثة مجهزة، وتحت الصيانة المستمرة من قبل المختصين.



الشكل (30): أنواع العيوب

2-3- 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 مما يؤدي لظهور مشكلة الزغب في آلات الغزل الحلقي.

وقد تظهر حتى في أحوال البرم المثالي للغزل 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 الناتج.



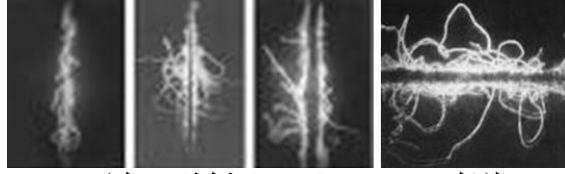
الشكل (31): مشط و طاولة التمشيط

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.

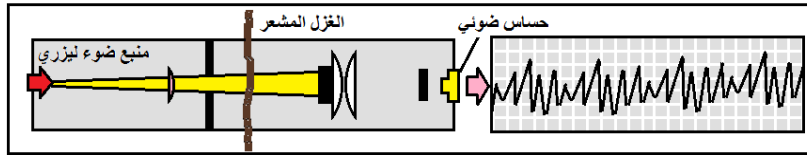
5- عيب التشعر *Hairiness*: يعتبر قياس وتقييم التشعر وتغيراته أمراً مهماً جداً عند تقييم جودة الغزل، إذ يسبب التشعر الكبير مشاكل في

عمليات النسيج والحياسة، مما يؤدي لتراجع في تقييم المنتج النهائي.



الشكل (32): درجات متباينة لظاهرة التشعر

وتتم عملية القياس كما في الشكل (33) من خلال تسليط أشعة ليزيرية 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 (33): 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.

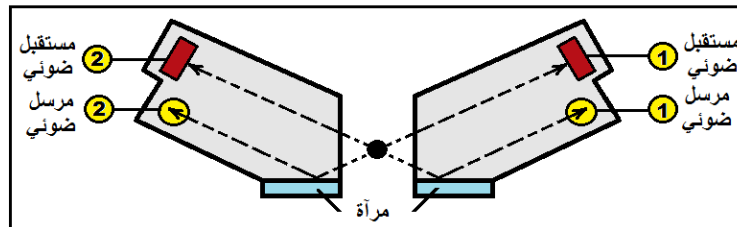
وتتأثر خاصية التشعر بمجموعة من العوامل مثل طول الشعيرات، وشكل المقطع العرضي للغزل، ومحتوى الشعيرات القصيرة، ومستوى البرم، وسرعة الآلة، ووزن الزردة، ويمكننا جدولة أسباب التشعر وتغيراته على الشكل المبين في الجدول (18):

الجدول (18)

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

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

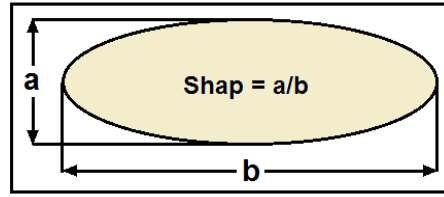
ويعتمد قياس جسم الغزول على تقنية حساس رقمي يتكون من آلة تصوير عالية الدقة وحساس تناظري مدمج يعمل برفقتها، وتقوم آلية العمل على إرسال أشعة تحت حمراء على شكل حزم ضوئية متوازية للحساس للحساس لتتكون صورة واضحة للألياف على كل من المستقبلين الضوئيين، ودون أن تؤثر الشعيرات البارزة من جسم الغزول على نتائج الاختبار كما يبين الشكل (34):



الشكل (34): الحساس البصري *Optical Multifunctional: OM*

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

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:



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

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

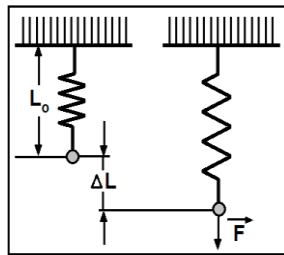
حيث L : طول الخيط، d : قطر الخيط، m/L : نمرة الخيط

وتظهر القياسات لألياف بذات النمرة مدى اختلاف كثافتها مع ازدياد شدة برمها، إذ تزداد كثافة غزل مشط 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**: ويتم تحديدها بميزان نابضي كما في الشكل (35)، وتقدر بوحدة النيوتن ($N = kg \cdot m/s^2$).



الشكل (35)

اختبار القوة بالنابض
لتحديد المتانة

يدل الانتقال ΔL 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 م/ثا^2) لنحدد قوة الثقل التي خضع لها النابض كي يحقق هذا الامتطاط:

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

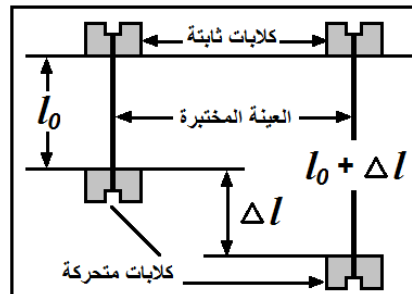
يدل الانتقال ΔL على مقدار فعل الكتلة على النابض، وترتبط قوة الوزن بقيمة تسارع الجاذبية مكان الاختبار، ما يستوجب منا ضرب كتلة عينة الاختبار بقيمة تسارع الجاذبية (9.81 م/ثا^2) لنحدد قوة الثقل التي خضع لها النابض كي يحقق هذا الامتطاط:

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

9-1-2- **الاستطالة Elongation**: تقاس الاستطالة E لنمرة عينة غزل بتحديد القوة اللازمة لحدوث الانقطاع F_H والتي تتناسب مع الطول الذي حققه الاختبار عند حدوث الانقطاع كما في الشكل (36) حيث يكون:

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

حيث l : الطول الأصلي للعينة، Δl : مقدار استطالة العينة المختبرة عن الوصول لقوة القطع l_{RH} .



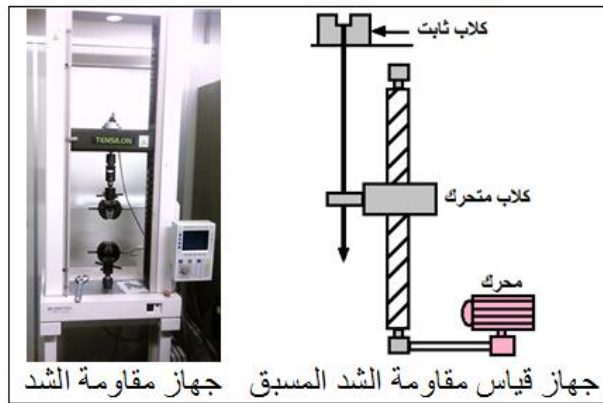
الشكل (36): جهاز تحديد الاستطالة

3-1-9- 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 استئالة القطع، l : المسافة المقطوعة.

3-1-9- 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 (37) لتحقيق قيم استئالة متطابقة وفقاً للمقاييس العالمية المعروفة والمعتمدة: *BISFA, DIN, ISO, ASTM*.

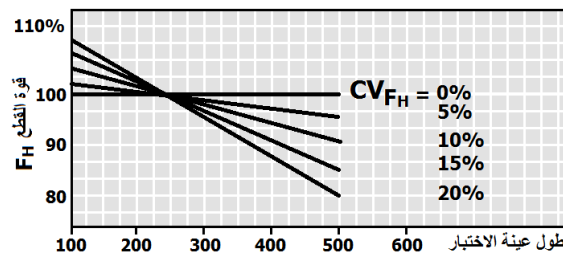


الشكل (37)

ويتعلق مقدار الشد المسبق بنمرة ونوع الألياف المراد اختبارها كما يبين الجدول (19):
الجدول (19)

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

العوامل المؤثرة على 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 (38).



الشكل (38): تأثير طول عينة الاختبار على قوة القطع

2- يزداد احتمال احتواء المناطق الضعيفة في العينة مع ازدياد الطول المعتمد للاختبار.

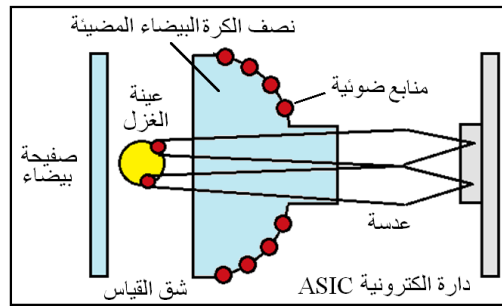
3- تقل قوة القطع للغزول ذات النمرة الواحدة مع ارتفاع قيمة معامل اختلاف قوة القطع CV_{FH} .

4- ترتفع قيمة قوة القطع بحسب: نوعية المادة الخام، نسبة مزج الخليط، طرق وآلات الغزول كأن يكون حلقي أم دوار...، شدة البرم، نوعية الشعيرات.

تأثير الرطوبة على قوة القطع: تتزايد قوة قطع الألياف الطبيعية السيليلوزية مثل القطن والكتان والجوت والقنب مع ازدياد معدلات الرطوبة الجوية، في حين تتناقص مع الألياف السيليلوزية المجددة مثل خيوط الفيسكوز والأسيتات. وفي حين أننا نلمس تناقصاً لقوة القطع في الألياف الحيوانية مع ازدياد معدلات الرطوبة، فإننا نجد تناقصاً خفيفاً للخيوط التركيبية كالبولي استر والبولي أميد.

تأثير الرطوبة النسبية على الاستطالة: تبدي جميع الخيوط التي لها قدرة على امتصاص رطوبة أكبر قدرة أكبر على الاستطالة، وبالتالي تزيد أو تنقص الاستطالة بحسب ما امتصته الخيوط 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 رقائيق ضوئية مرتبة خطياً بحيث تمر أمام منطقة اختبار كروية بيضاء تسمح بتسليط شدة ضوئية أعظمية على الألياف، ويتأتى الضوء من عدة منابع ضوئية الكترونية ذات إرسال ضوئي أزرق تتوضع على منطقة نصف كروية كما في الشكل (39):



الشكل (39): مبدأ قياس درجة النقاء

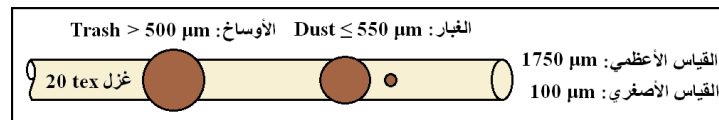
ويعتبر الضوء الأزرق الأنسب لاكتشاف جزيئات الأوساخ كونه يمنحنا تبايناً كبيراً بين جزيئات الأوساخ البنية اللون مع الغزول البيضاء.

ويتم تعيين وتقييم أي انخفاض كبير لانعكاس اللون الأزرق بواسطة دائرة الكترونية مدمجة ASIC على شكل إشارة إذا كانت ضمن مجال الإشارات الممكنة لجزيئات الأوساخ، في حين يسجل عيب الغبار مع الحجم. ويقوم معالج الإشارة للحساس بتحديد 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:

$$\begin{aligned} & \text{أوساخ} < 500 \mu m \\ & \text{غبار} < 500 \mu m \end{aligned}$$

وبين الشكل (40) مقارنة بين الحجمين الأعظمي والأصغري لجزيئات الأوساخ والغبار على غزل قطني بنمرة 20 tex:



الشكل (40): مقارنة بين الحجمين الأعظمي والأصغري لجزيئات الأوساخ والغبار على غزل قطني بنمرة 20 tex

11- جهاز اختبار نمرة الخيط: يهدف هذا الجهاز لتحديد نمرة الخيوط أو الألياف، وتحديد قيمة الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف لعدد من الخيوط.

ويعتمد مبدأ عمل الجهاز المبين في الشكل (41) 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:

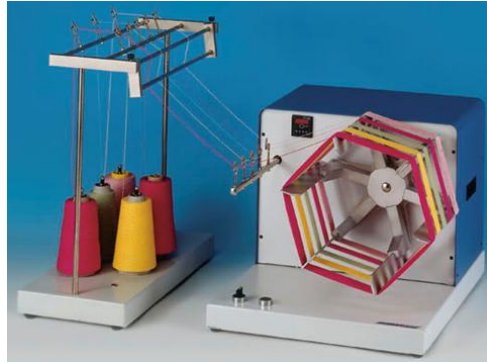
$$Nm=1.693 \times N_{eb}$$

أما وزن الشلة فيظهر في النتيجة النهائية بوحدة *Grains*:

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

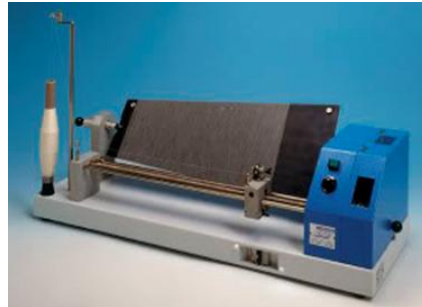
كيفية إجراء الاختبار: من المعلوم أن نمرة الخيط تعبر عن قطره كونها علاقة بين الطول والوزن، وللحصول على النمرة يجب أن نأخذ طولاً محدداً أو نقوم بعملية وزن لهذه العينة ويمكن بعد ذلك أن نختار نظام التتمير المناسب لاستخراج النمرة.

ولإجراء الاختبار نمرر الخيط من أدلة التوجيه ثم أجهزة الفرملة ومنها إلى الموزع ونثبت الخيط على الطيار وندور الطيار بعد التأكد من ضبط مؤشر عداد الطول ونقوم بلف طول معين غالباً (100 m) ثم نقوم بوزنه، وبتطبيق العلاقات السابقة نحصل على النمرة المطلوبة.



الشكل (41): جهاز تحديد النمرة

12- جهاز اختبار مظهرية الخيط: يقوم الجهاز الواضح في الشكل (42) بفحص مظهرية الخيط والتشعر والأماكن الرفيعة والثخينة والنبس وباقي العيوب.



الشكل (42): جهاز اختبار مظهرية الخيوط

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 الانتهاء من اللف يقارن الشكل الموجود على اللوحة بالإشكال المعتمدة عالمياً *Standards*، ثم يتم اختيار الشكل المماثل بشكل تقريبي وبالتالي إعطاء 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 السيليلوز في الليفة، وتعتمد أكثر مراكز البحوث جهاز برسلي لتحديد، 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 :

$$\text{مقاومة برسلي للقطع} = \{ 10.8116 \times \text{الرقم الناتج} \times (\text{المقروء} / \text{الوزن}) \} - 0.12$$

ويتم تصنيف مقاومة الألياف على أساس الجدول :

تصنيف مقاومة الألياف بحسب علاقة برسلي					
تقييم الألياف	قوية جداً	قوية	وسط	قريبة من الوسط	ضعيفة
النتيجة	96 <	96-91	90-75	74-70	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 (43) من: ملزمة، مشط لتمشيظ الشعيرات، فكين للإمساك بالعينة، فك علوي ثابت وآخر متحرك، ذراع مرقم من (5-21) رطل انكليزي، عربة مرقمة من (0-10) من أجزاء الرطل الانكليزي، زئبق، ويجب أن يكون الجهاز على مستوى أفقي مائل قليلاً.



الشكل (43): جهاز برسلي

الطول القاطع: 11.3 رطل إنكليزي.

وزن الشعيرات المقطوعة: 3.2 mg.

القوانين:

إذا 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 تحديد أطول الشعيرات Classifibers: يحدد هذا الجهاز كما في الشكل (44) 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 (44): جهاز تحديد أطول الشعيرات

وتظهر على قائمة النتائج مجموعة من الرموز التي تعني:

دليل بعض رموز جهاز تحديد 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 من إظهار نقاوة اللون الأبيض. ويتألف الجهاز كما يظهر من الشكل (45) من: كرة سوداء اللون على اليمين لتعبير الجهاز ولتحميل العينة المراد تحديد درجة بياضها، أسطوانة كريستال زجاجية لوضع العينة فيها، شاشة الكترونية لنتائج المعايرة، أزرار التحكم بالجهاز، معالج تحليل النتيجة وإظهار النتيجة على الشاشة.



الشكل (45): جهاز تحديد 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 تنغستين 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 أسطوانية) كلما كانت درجة انعكاسه أعلى. وبعد ذلك تستقبل الأشعة المنعكسة على شريحة مستقبل الكتروني حيث تحول بعد ذلك قيمة رقمية.

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	200 غ	عدد النبس
9	درجة الاصفرار	0.75	درجة انعكاس الضوء
500 μm < غبار < 400 μm	عدد جزيئات الغبار	0.4 %	نسبة الشوائب

كيمياء القطن

1- بنية القطن: يتألف القطن من شعيرات متطاولة وحيدة الخلية، وللشعيرات نهايات مفتوحة مستدقة وسفلية (حيث اتصالها بالبذرة)، ولا يتم فصل الشعيرات عن بذورها إلا عبر عمليات الحنج، وتتميز بنيتها كما في الشكل (46) بطبقات متحدة المركز وبتجويف مركزي يُعرف باللب *Lumen* وطبقة خارجية هي القشرة التي تتألف أساساً من الشحوم والبكتين والشمع، ويتوضع تحت القشرة الجدار السيليلوزي الأولي والذي تتشابك أليافه بصورة متصالبة، ويليه الجدار الثانوي المؤلف من ثلاث طبقات سيليلوزية:



الشكل (46): شعيرة القطن

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 الأولي والثانية المكونتين من السيليلوز.

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

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

يوجد في اللب القطني الكامل النضوج حوالي 80-120 التلفاف في السنتمتر الواحد، ويزيد عددها في الأصناف الجيدة منها عن الأصناف الرديئة، ولا بد من احتواء القطن عموماً على بعض الخلايا غير المكتملة 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 وموعداً زراعيةً وقطاف.

2- مكونات القطن الخام: يحوي القطن الخام على مكونات طبيعية أخرى نرى أهمها في الجدول (20)، أما عن تركيب الرماد فهناك إحصاءات عديدة قامت بها شركات مختلفة نستعرض منها الجدول (21)

الجدول (20)

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

الجدول (21)

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

ويبين الجدول (22) محتوى بعض أنواع الأقطان من بعض الشوارد المعدنية.

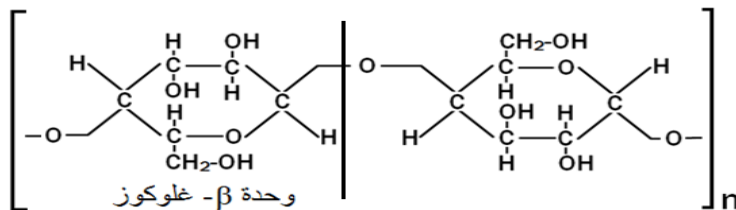
الجدول (22)

تحليل لبعض الأقطان العالمية عن ICI Seminar: Aleppo 1992							
ملغ معدن / كيلو غرام قطن مقدراً بـ : ج.م.م					السنة	المصدر	
Mn	Cu	Fe	Mg	Ca			
30	6	313	1119	2711	1985	بارانا	البرازيل
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		
6	3	112	567	1320	1986	الاتحاد السوفياتي	
36	3	187	1055	1888	1989	" روسية "	
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		

3- السيليلوز $(C_6H_{10}O_5)_n$: يُعد السيليلوز 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 شعلةً بيضاء بدون دخان، غير ذواب بالماء أو المذيبات العضوية بل بمحلول ماءات النحاس النشادرية وبعض المحاليل الملحية المركزة مثل كلوريد التوتياء وتيوسينات الكالسيوم، كما أنه غير ذواب بالقلويات

إنما بحمض الكبريت المركز والبارد أو حمض الكبريت 60 % بدرجة حرارة 60° م وحمض كلور الماء وحمض الأزوت الساخن.

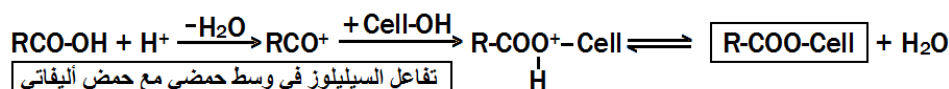
3-1- بنية السليلوز: يتألف السليلوز كما يبين الشكل (47) من سلاسل طويلة لوحدات أساسية هي وحدات الجلوكوز التي ترتبط فيما بينها بجسور أكسجينية على ذرتي الكربون (1،4). وتوصل العلماء وبدراسات اعتمدت مبدأ التحليل بالمتفلات إلى أن طول السلسلة السليلوزية يصل حتى (10.000) وحدة جلوكوز أي ما يعادل وزناً جزيئياً قدره (1.580.000).



الصيغة العامة للسليلوز: لاحظ التناوب في توضع زمرتي الهيدروكسيل الثانويتين الشكل (47): بنية السليلوز

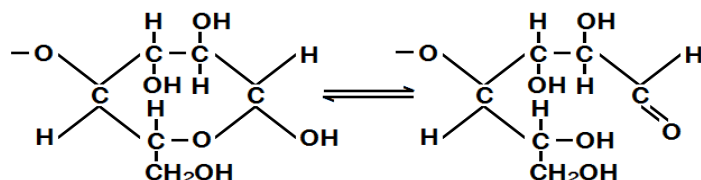
3-2- الفعالية الكيماوية للسليلوز: كما هو واضح من الصيغة المفصلة لجزء من سلسلة السليلوز فإننا نلاحظ وجود مجموعة هيدروكسيل أولية فاعلة ومجموعتي هيدروكسيل ثانويتين أقل فاعلية، ومع ذلك يصعب علينا تقدير نتائج التفاعلات سلفاً بسبب:

- الإعاقة الفراغية التي قد تحدث بين المجموعات المتفاعلة.
 - التأثير الذي يحدثه دخول إحدى المجموعات على فاعلية المجموعات الأخرى.
- ويكون للمجموعات الغولية في السليلوز القدرة على التفاعل في الوسطين: الحمضي والقلوي القويين، إذ يعطي استراً أو إيتراً في الوسط الحمضي، وإيتراً في الوسط القلوي، فعند تفاعل السليلوز مع حمض أليفاتي بوسط حمضي نجد:



ويلعب وجود الماء دوراً هاماً في مثل هذه التفاعلات لتسببه في انتفاخ الألياف السليلوزية.

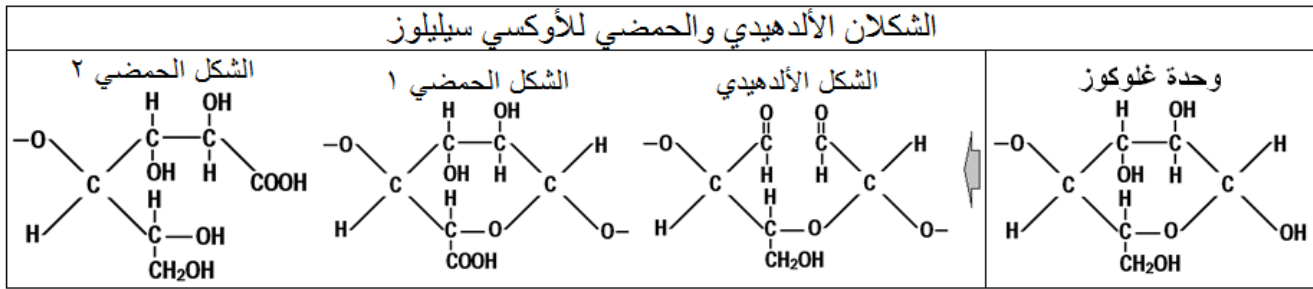
3-3- هيدرو السليلوز: وينتج عن انقسام السلاسل السليلوزية بتأثير الحموض الممددة مؤدياً لتراجع قدرة الألياف الميكانيكية على الشد وارتفاع القدرة الإرجاعية لنتائج الحلمة بسبب تحول السلاسل لأشكالٍ ألدهيدية عبر الانتقال التوتوميري:



الانتقال التوتوميري لوحدات الجلوكوز بتأثير الحموض الممددة

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

3-4- أوكسي السليلوز: تعطي عمليات أكسدة السليلوز مجموعة مركبات يعرف مجموعها بأوكسي السليلوز، فقد تعطي الأوكسدة شكلين حمضيين وآخر ألدهيدي كما في الشكل (48):



الشكل (48): الشكلان الألدهيدي والحمضي للأوكسي سيليلوز

- 3-5- تأثير العوامل المختلفة على السيليلوز:** وأهمها تأثيرات الحرارة والماء والحموض والقلويات.
- 3-5-1- تأثير الحرارة:** يمكننا تسخين السيليلوز 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 السيليلوز وبخاصة بوجود آثار لشوارد معدنية كالنحاس.
- 3-5-2- تأثير الماء:** يؤدي نقع الألياف السيليلوزية بالماء لحدوث انتفاخ دون أي أثر كيميائي، وتحدث عملية الانتفاخ عادة في المناطق اللابلورية للألياف حيث تكون مجموعات الهيدروكسيل حرة طليقة.
- 3-5-3- تأثير الحموض:** يؤدي غلي السيليلوز بالحموض المعدنية الممددة لتفاعلات حلمهة وصولاً لوحداث الغلوكوز في النهاية، في حين أن تأثير الحموض المعدنية المعتدل وبدرجات حرارة منخفضة يؤدي لتخرب عالٍ مع تشكل هيدرات السيليلوز.
- ولتميز حمض الأزوت بخواص مؤكسدة فإن غمر القماش السيليلوزي فيه يؤدي لانكماشه وارتفاع قوة شده وألفته للأصبغة، كما يؤدي استمرار عملية الغمر لتشكيل حمض الحماض HOOC-COOH وغاز أول أكسيد الأزوت NO، ويمكننا رفع سرعة هذا التفاعل برفع درجة الحرارة.
- 3-5-4- تأثير القلويات:** يقاوم السيليلوز القلويات المعتدلة مثل كربونات الصوديوم عند درجات الحرارة المنخفضة والعالية وبمعزل عن الهواء، ولكن وبوجود الأكسجين يبدأ تشكل أوكسي السيليلوز ليبدأ القطن بالتخرب.
- أما القلويات القوية كماءات 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 السيليلوز عند وجود الأكسجين.

المعالجة الأولية وقصر الألياف السيليلوزية

1- مقدمة: سبق وأن مر معنا تركيب القطن في جدول سابق، 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 الشوارد المعدنية التي تتسبب بانحراف لون الأصبغة المستخدمة.

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

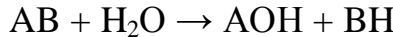
إزالة النشاء ← الغلي ← القصر

2- إزالة النشاء: تُطبق عملية التنشية بقصد رفع متانة الألياف بمعدل 20% وبما يكفي لجعلها تقاوم إجهادات الشد والضغط والاحتكاك أثناء الحياكة...، وتمنع مواد التنشية من تبلل القماش مسببةً تراجعاً كبيراً في عمليات الصباغة والتحصير اللاحقة فكان لا بد لنا من إزالتها بادئ ذي بدء، ولما كان النشاء غير ذواب بالماء والمنظفات العادية فقد وجب علينا اللجوء لطرق تُخلِّله لموادٍ بسيطةٍ ذوابةٍ بالماء، متبعين إحدى طرق 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، ولها القدرة على الانحلال بالماء وتحطيم البنى النشوية المعقدة بشروط درجات حرارة وحموضة معينتين لمركبات بسيطة ذوابة، وتعتبر طريقة المعالجة بالأنزيمات أفضل الطرق لإزالة النشاء والدهون والجيلاتين، وأكثرها أماناً في تأثيرها على السيليلوز إضافةً لاقتصاديتها.

ويتم تطبيق الأنزيم بإمرار القماش في حوض 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 بالطرق المتقطعة كما هو الحال على الجيكر.

ويتكون النشاء من الأميلوز ذي السلسلة الطويلة غير المتفرعة ومن الأميلوبكتين المعقد التركيب وذي 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 الحلمهة التي تدفع بالتفاعل:



فألفا الأميليز يحول النشاء بسرعة إلى الديكستريين 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 مناسبتين.

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 غسيل فعالة بالماء الساخن أو عملية غلي مع الصودا آش لنجري بعدها اختبار اليود الذي يعطي اللون الأزرق عند وجود سلاسل نشوية طويلة وبنفسجي عند وجود سلاسل متكسرة وأحمر عندما يتحلل كامل النشاء، ونرى في الجدول (23) مجموعة بعض الأنزيمات لبعض الشركات التجارية.

الجدول (23)

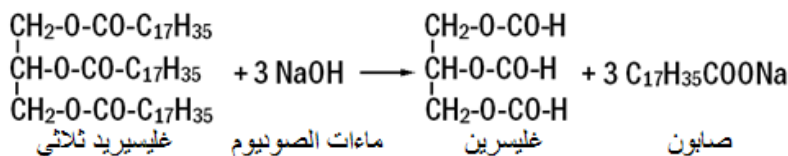
بعض الأنزيمات لبعض الشركات العالمية				
المادة	الشركة	الفعالية	الشحنة	التركيب
بيريزيم AMW	د. بتري	أنزيم لتحليل النشاء عند درجة 20-80°م مع خواص تبليل	سالب	أميلاز مع ايتوكسيلاز أذغال دسمة
بيريزيم AM		أنزيم لتحليل النشاء عند درجة 20-80°م	لا شاردي	أميلاز
بيريزيم HTV		أنزيم لتكسير النشاء عند درجة 70-110°م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

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

2-3- طرق 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 السيء والمخرب على الألياف السيليلوزية وبخاصة عند وجود ألياف غير منشأة في النسيج كألياف التسدية.

2-4- طرق التنشئة الحديثة: استبدل النشاء حالياً في عمليات التنشئة بمواد صناعية أخرى بديلة مثل البولي فينيل الأذغال 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 والكر بوكسي ميتيل سيليلوز بحسب المواصفات وشروط العمل المطلوبة.

3- عملية الغلي: تهدف هذه العملية لإزالة جميع شوائب السيليلوز الطبيعية أو المضافة أثناء عمليتي الغزل والنسيج بالغليان بمحلول ماءات الصوديوم أو الكالسيوم لتحويلها لمواد ذوابة بالماء والتي يمكننا تليخيتها بـ :
أ- الدم الطبيعية والزيوت والشحوم الحيوانية " المزلقات ": وغالباً ما نجدها على شكل غليسيريدات ثلاثية، تتحللها ببعض العوامل المحلة لها لتعطينا 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 أثناء عمليات الغلي، ولا تقتصر الفائدة من إضافة المواد المذيبة للدهون على عمليات التخلص من مواد التنشئة فقط بل بعمليات الغلي أيضاً، كما تتفاعل الاسترات مع ماءات الصوديوم لتشكل الصابون والغليسيرين، ما يعزز من فعالية المنظفات في عمليات الغلي، في حين يتم استحلاب الزيوت غير القابلة للتصبن بتأثير منتجات التصبن الناتجة عن عمليات الحلمة ما يسهل 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 الخام بعد إنهاء عمليات الغلي.

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

د- الشوارد المعدنية القلوية الترابية: ونجدها بتركيز تتباين بين قطن وآخر كما يبين الجدول (24)، كما تتركز في قشور البذور، ويؤدي وجودها في حمام القصر وبخاصة عند استخدام الماء القاسي لانحراف في لون السليلوز المقصور، إذ تتحول شوارد المنغنيزي الثنائية التكافؤ مثلاً بفعل أكسدتها بالماء الأكسجيني لشوارد المنغنيز السباعية البنفسجية اللون، وهكذا تتعلق نتائج عمليات القصر ووفق هذه الآلية بشوارد: الكالسيوم، المغنيزيوم، الحديد، المنغنيز، والنحاس بحسب مصدر القطن الخام كما في الجدول التالي:

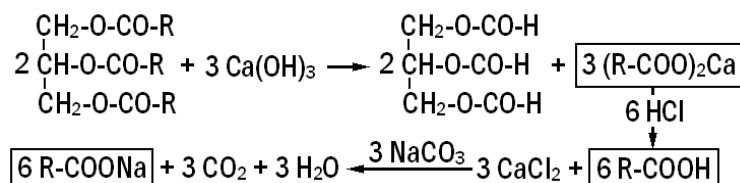
الجدول (24)

محتوى القطن الخام من بعض الشوارد 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 السليلوز من الشوارد المعدنية للتخلص من آثارها السلبية، وتتم معالجة شوارد المعادن القلوية الترابية بوسط حمضي، وشوارد المعادن الثقيلة في وسط 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 التخرب الواسطي، وفي كل الأحوال يجب ألا تتجاوز تراكيز الشوارد المعدنية حدود 100-300 ملغ/كغ لشاردتي الكالسيوم والمغنيزيوم، و4-8 ملغ/كغ لشوارد الحديد. ومن المهم أن ننوه هنا لوجوب تفريغ حوض الغلي بعد تبريده أو تمديده بماءٍ ساخنٍ منعاً لترسب أيّاً من منتجات عملية الغلي لما لها من تأثيرٍ سيءٍ على العمليات التالية.

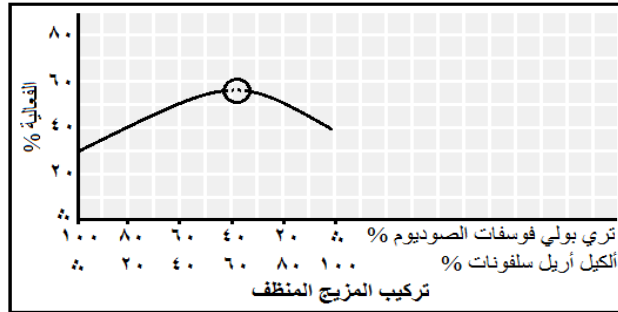
الغلي بماءات الصوديوم: يتم تطبيق هذه الطريقة بغلي القطن بمحلول الصود الكاوي بتركيز 10-20 غ/ل " أي ما يعادل 3-6 % وزناً في حمام بنسبة 1:3 " وللطرق المستمرة 30 غ/ل صود كاوي بحمولة 100 % بمعزلٍ عن الهواء منعاً لتفاعلات تشكل الأوكسي سليلوز، وقد لوحظ تضاعف معدلات التفاعلات عموماً مرتين عند كل رفع لدرجات الحرارة 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 سليلوز.

الغلي بلبين الكلس: وتقوم هذه الطريقة على الغلي بلبين الكلس " منقوع الكلس الحي CaO بالماء " لتحويل الزيوت لصابون غير ذواب بالماء، نتبعها بالمعالجة بحمض كلور الماء لتحرير الحموض الحرة " وفق القاعدة الكيماوية: الحمض القوي يطرد الحمض الضعيف من أملاحه " وفصل الكالسيوم على شكل كلوريد ومن ثم التخلص من الحموض الدسمة الحرة بتصيينها بحمام غلي آخر بكاربونات الصوديوم ما يجعل منها طريقة غير اقتصادية.



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 الصود الكاوي مع الصودا آش: كثيراً ما يتم تطبيق حمام الغلي بمزيج الصود الكاوي مع الصودا آش بنسبة 1:2 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 بالتصين.

الغلي بمزيج صابون / منظف - صودا آش: تتميز هذه التوليفة باعتدالها مقارنةً مع طريقة الصود الكاوي، وتناسب جميع أنواع البضائع الحساسة نوعاً ما، ويضاف لها عادةً بعض أنواع المنظفات الشاردية السالبة مثل سلفونات الألكيل أو سلفونات الألكيل العطرية، أو بعض المنظفات اللاشاردية مثل زمرة الايتوكسيولات، وأحياناً مزيج من النوعين: الشاردية السالبة واللا شاردية ما يرفع من فعالية الحمام بصورة ملحوظة كما نرى في الشكل (49) الذي يبين تأثير الفوسفات عند توليفه مع الألكيل أريل سلفونات واستخدامه في بناء حمامات الغلي، والذي نتبعه بحمام شطف ساخن نرفع درجة حرارته بصورة تدريجية لتجنب ترسب أيّاً من منتجات عمليات التنظيف والاستحلاب والتصيبين على القطن فحمام تعديل حمضي للتخلص من البواقي القلوية:



الشكل (49): 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.

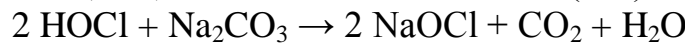
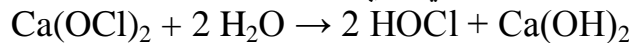
ولأن عملية الصباغة تلي حمام القصر فقد وجب التأكد من التخلص من بواقي الماء الأكسجيني والقلوي بالغسيل الجيد واستخدام الكيماويات القاتلة للماء الأكسجيني والتي تتمتع بقدرة إرجاعية ضعيفة مثل أملاح حمض الكبريتي أو بالاعتماد على المعالجة بالأنزيمات التي تتغذى على الماء الأكسجيني وبالتالي يمكنها القضاء على بواقيه.

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، ويمكننا الاعتماد على مجموعتي المؤكسدات الأكسجينية والكلورية لإنجاز عملية التبييض، وتضم مجموعة المؤكسدات الكلورية كلاً من: الكلور، هيبوكلوريت الصوديوم، كلوريت الصوديوم، ومركبات الكلور العضوية، أما مجموعة المؤكسدات الأكسجينية فتضم: الأكسجين والأوزون، فوق الأكاسيد، فوق الأملاح، فوق الحموض.. لذا فإننا سنعرض لكل منهم بحسب درجة أهميته التطبيقية:

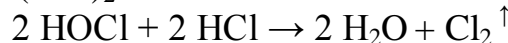
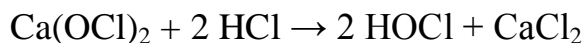
1-5- التبييض بالمركبات الكلورية:

1-1-5- التبييض بالهيبوكلوريت: يتكون مسحوق القصر من مزيج تحت 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 المبييض ويطلق عليه اصطلاحاً الكلور الفعال الذي يعادل تقريباً 35% وزناً.

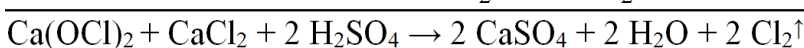
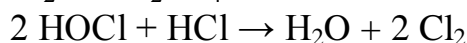
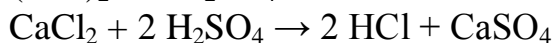
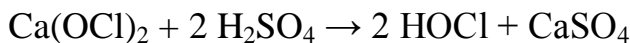
ويبدو المسحوق على شكل حبيبات بيضاء لا بلورية، يصعب الحصول على محلول رائق منها لاحتوائها ماءات الكالسيوم، لذا نلجأ عادةً لإذابتها وتركها للترسيد لترسب ماءات الكالسيوم إلى القعر، ويؤخذ الرائق من الأعلى، وإذا ما تُرك المحلول معرضاً للهواء تتفاعل ماءات الكالسيوم مع أكسيد كربون الهواء مشكلة راسباً من كربونات الكالسيوم، ويكون تفاعل الإذابة على الشكل التالي الذي يبين أن إضافة الصودا آش يؤدي للوصول لماء جافيل:



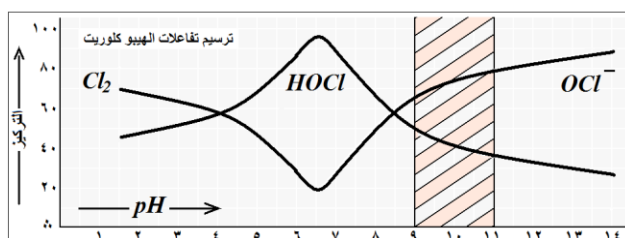
بينما يؤدي تحميض المحلول بحمض كلور الماء لانطلاق الكلور الحر:



في حين تجري مع حمض الكبريت مجموعة التفاعلات التالية:

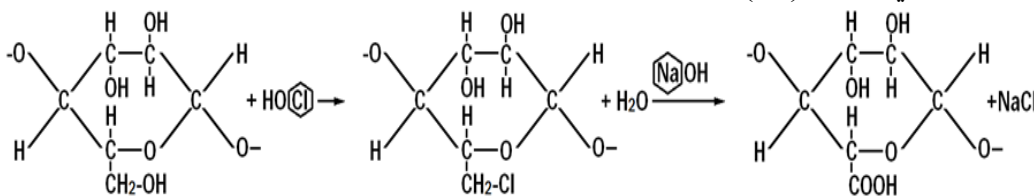


ويمكننا ترسيم تفاعلات الهيوكلوريت بين التراكيز ودرجة الحموضة على الشكل (50)، ونتيجة التداخل بين شاردة الهيوكلوريت والمواد التي تكسب القطن الخام اللون الأسمر فإن مجموعة مختلفة من التفاعلات قد تحدث مثل تفاعلات الأكسدة والإضافة والكلورة، إذ تتأكسد منتجات تحلل الفحوم الهيدروجينية والبكتين لمركبات أدهيدية وحموض عضوية، في حين تتكلمور الحموض الأمينية والحموض الدهنية العالية الوزن الجزيئي معطية حموضاً أمينية مكلورة ومشتقات مكلورة للحموض الدهنية.



الشكل (50): ترسيم تفاعلات الهيوكلوريت

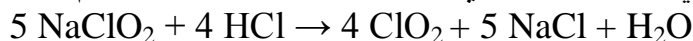
كما يؤكسد الهيوكلوريت السيليلوز إلى استر حمض الهيوكلوريت الذي يفقد فيما بعد حمض كلور الماء بوجود زمرة هيدروكسيل كما في الشكل (51):



الشكل (51): أكسدة السيليلوز بالهيوكلوريت وتحوله للشكل الأدهيدي

وتتعلق هذه التفاعلات ولدرجة عالية بدرجة الحموضة، فقد لوحظ تأثير السيليلوز عند درجة حموضة pH:7 تأثراً كبيراً، ويترجع هذا التأثير عند pH:3.5-5 وأكثر من pH:9، ولكن لتأثر السيليلوز كثيراً بدرجة الحموضة pH:3.5-5 فقد اعتمد الوسط القلوي $\text{PH} > 9$ لإجراء عملية التبييض هذه بالاعتماد على مواد قلوية مثل كربونات الصوديوم بتحضير محلول 1-5 غ/ل كلور فعال وبدرجة حرارة 30 م.

2-1-5- التبييض بالكلوريت: يتوافر كلوريت الصوديوم على شكل ملح لا مائي أو ثلاثي الماء، والملح اللامائي عديم اللون وثابت تجاه الخزن في مكان جاف، وقد يُنداول 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 ولدرجة عالية بحموضة الوسط، فعند pH:3 تتكون النسبة الأعلى لحمض الكلوري HClO_2 ، وبارتفاع درجة الحموضة يزداد تركيز ثاني أكسيد الكلور لدرجة كبيرة لذا يُستحسن إجراء عملية التبييض عند حموضة pH:3.5-4، وتترافق التفاعلات السابقة مع حمض كلور الماء الذي يتسبب بانخفاض درجة الحموضة ما يؤثر سلباً على السيليلوز ما يدعونا لإضافة عامل موقفي يرفع من درجة الحموضة مثل الفوسفات ثنائية الصوديوم Na_2HPO_4 لتثبيت درجة الحموضة عند pH:3 وبالتالي تنظيم انطلاق العامل المؤكسد.

وعلى الرغم من أن درجة الحموضة المناسبة للتبييض هي pH:3.5-4، إلا أنه يُستحسن بدء العمل عند درجة الحموضة pH:5-7 تجنباً لانطلاق غاز ثاني أكسيد الكلور السام بكميات كبيرة ومن ثم تخفض درجة الحموضة شيئاً فشيئاً حتى pH:3.5-4، وقد تضاف بعض المركبات التي تنشط وتثبت حمام الكلوريت كالأسترات 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 السيليلوزية عند درجة حموضة pH:2-9 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 لدرجةٍ عاليةٍ دون أن يلحق بها الأذى لأن تأثيره مقصور على الأكسدة الاختيارية لمجموعة الألدريد كما في المعادلة:



أما عن أهم عيوب التبييض بالكلوريت فهي:

أ- يطلق غاز ثاني أكسيد الكلور مسبباً تراكماً ساماً خانقاً ما يوجب ضبط نظام التهوية بحيث يتم سحب الغازات المتكونة 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 pH~ 3.5-4، ويمكننا استخدام الكلوريت للوصول لدرجات متفاوتة من البياض حسب الغرض بين نصفي للصبغة أو الطباعة أو كامل للأبيض.

1-2-1-5- التبييض بالكلوريت بوسط قلوي: تطبق هذه الطريقة باستخدام الكلوريت منفرداً وبوجود أملاح قلوية مثل كربونات الصوديوم أو ممزوجاً مع هيبوكلوريت الصوديوم بنسبة 1.5/1 كلور فعال لكلٍ من المادتين عند درجة الحرارة العادية، ولكن وجد أن هذه الطريقة تعادل طريقة الهيبوكلوريت إنما بكلفة أعلى فاستعويض عنها بطريقة الهيبوكلوريت.

2-2-1-5- التبييض بالكلوريت بوسط حمضي: وتطبق بوجود حمض الخل أو حمض النمل أو بوسط معتدل مع منشط من أحد أملاح المعادن: الكروم، الحديد، الكوبالت، النيكل، النحاس، وتُرفع درجة الحرارة تدريجياً حتى 70-80 م°، ويبنى الحمام أنثذ من:

كلوريت الصوديوم	نترات الصوديوم	مبلل
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.

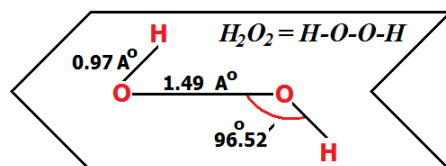
2-5- التبييض بالماء الأكسجيني: يُعد الماء الأكسجيني حمضاً ضعيفاً يستلزم تفككه وسطاً قلويًا، فهو ثابت في الوسط الحمضي، ومتوسط الثبات في الوسط المعتدل، وغير ثابت في القلوي، حتى يصل لأعلى درجات تفككه عند pH:11.5-13، لذا يحفظ في حاوياته في وسط حمضي عند pH:1-3 وبدرجات حرارة منخفضة لنضمن سلامة خزنه لأطول زمنٍ ممكن.

1-2-5- الخواص الفيزيائية والكيمائية للماء الأكسجيني: يرينا الجدول (25) أهم الخواص الفيزيائية للماء الأكسجيني مقارنةً معها للماء العادي.

الجدول (25)

مقارنة بين أهم خواص الماء الأكسجيني والماء العادي وبعض المعلومات عن الماء الأكسجيني				
الماء العادي	الماء الأكسجيني 100 %	الوحدة	الخاصة	
18.016	34.06	-	الوزن الجزيئي	
0.9168	1.643	غ/سم ³	الكثافة في الحالة الصلبة	
0.99704	1.4425		الكثافة في الحالة السائلة	
72.583	80.4	دينة /سم ³	التوتر السطحي عند الدرجة 20 °م	
100	150.2	درجة مئوية	نقطة الانصهار	
بعض أهم المعلومات عن الماء الأكسجيني				
H ₂ O ₂ = H-O-O-H → M.W = 34.06			الصيغة والوزن الجزيئي	
سائل ضاوي عديم اللون			المظهر	
نسبة الماء الأكسجيني وزناً			الخاصة	
50	35	30		27.5
1.195	1.131	1.114	1.101	الوزن الجزيئي : 20 م
52 -	34 -	27 -	22 -	نقطة التجمد : م
500	350	300	275	محتوى الماء
598	396	334	302	الأكسجيني
235	165	141	129	الأكسجين الفعال : غ/كغ
281	186	157	143	الأكسجين الفعال : غ/ل

5-2-2-2- بنية الماء الأكسجيني: تتمتع جزيئات الماء الأكسجيني ببنية غير مستوية كما يظهر في الشكل (51):



الشكل (51): بنية الماء الأكسجيني

والماء الأكسجيني حمض ضعيف إذ يبلغ ثابت تشرده 2.24×10^{-12} عند 25 °م، لذا فإنه يتشرد 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 تتشرد أملاح الماء الأكسجيني بشدة في الوسط القلوي، لذا فإن إضافة الماء الأكسجيني مع أملاحه يحد من شدة التفكك هذه لفعل الشاردة 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 الذاتية مع اقتراب التفاعل من نهايته على العكس من الواسطية التي تبقى ثابتة حتى النهاية.

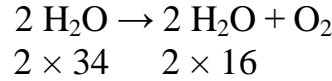
وتلعب شوارد بعض المعادن دور الوسيط في تسريع تفككه في حمام القصر كما هو حال شوارد الحديد والنحاس، ما يجعل وجودها في عملية التبييض ساماً ضاراً بالعملية.

5-2-4- تداول الماء الأكسجيني: يتم تداول الماء الأكسجيني بتركيز متعددة: 10-12-20-30-50-100-130 قوة حجمية، ويحوي الماء الأكسجيني الذي يعطى بتفككه عشرة أضعاف حجمه أكسجين على 3% ماء أكسجيني، ويمكننا جدولة معاملات التحويل الوزنية والحجمية كما في الجدول (26):

الجدول (26)

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:

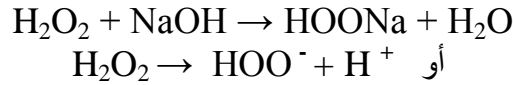
$$\% 47.05 = [2 \times 34] \div [100 \times 2 \times 16] = \text{الأكسجين الفعال}$$

وعليه يكون محتوى الماء الأكسجيني ذي العيار س % من الأكسجين الفعال " م ":

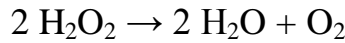
$$م = (47.05 \times س) \div 100$$

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 لتشكيل شارسات فوق الهيدروكسيل والتي يستلزم تشكلها وسطاً قلوياً 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 وتحوله لماء وأكسجين جزيئي:



ويتسارع هذا التخرب بالوسط القلوي مسبباً انطلاق 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 العامل القلوي المستخدم، إذ نأخذ بماءات الصوديوم أو الصودا آش مع الألياف السيليلوزية، وبيرو الفوسفات رباعية الصوديوم أو ماءات الأمونيوم مع الألياف البروتينية، ومن الآليات المقترحة لتفككه نجد آلية الجدول (27):

الجدول (27)

إحدى الآليات لتفكك الماء الأكسجيني		المرحلة
1	$\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + (\text{O}) + \text{K cal}$	تفكك ذاتي
2	$\text{H}_2\text{O}_2 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HO}_2^-$	تفكك في الوسط القلوي
3	$\text{HO}_2^- \rightarrow \text{OH}^- + (\text{O})$	تفاعل التبييض: أكسجين ذري نشيط للتبييض " غير ثابت "
4	$\text{NaHO}_2 \rightarrow \text{Na}^+ + \text{HO}_2^-$	تفاعل التبييض في الوسط القلوي
5	$2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$	تفاعل التكسير: أكسجين جزيئي غير نشيط للتبييض

وتبين هذه التفاعلات أن الماء الأكسجيني يلعب دوره كحمض يتخلله لشاردة الهيدروجين وشاردة فوق الهيدروكسيل كما في المعادلة 2، والتي تتفكك بدورها ولعدم ثباتها للأكسجين الذري حسب المعادلة 3 مع شاردة الهيدروكسيل، وبإضافة القلوي ينزاح التفاعل 2 نحو اليمين معطياً المزيد من شوارد 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 الجزئي 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 وأسلفنا.

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 الشوارد الضارة مثل شوارد: الحديدي، النحاس ...

ج- اقتصادي ومعدلات امتصاص عالية من قبل القماش أو الألياف.

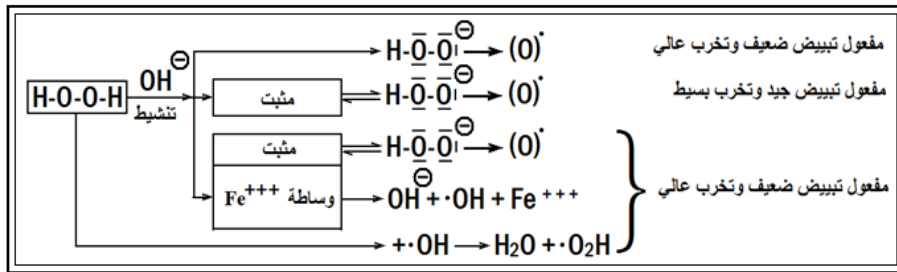
د- رفعه درجة التبييض وعدم تأثيره سلباً على الألياف.

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 السيليلوزية استخدام مثبتات مثل سيليكات الصوديوم، أو المثبتات العضوية أو اللاسيليكونية.

ووضعت شركة باسف تصوراً لآلية تفكك الماء الأكسجيني مع وبدون مثبت كما هو مبين في الشكل (52):



الشكل (52): 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 الشوارد 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، فلوصول لأفضل نتائج تبييض يجب أن تكون نسبة أكسيد الصوديوم/أكسيد السيليسيوم 1.3:1 و 1.6:1 مقدرةً بـ غ/ل، وكما نرى فإن الرقم المضروب بأكسيدي الصوديوم والسيليسيوم يحوي كسوراً لسيليكات الصوديوم والصود الكاوي المستخدمين، فالصود الكاوي يحوي 77% وزناً أكسيد صوديوم وصفر مئوي أكسيد سيليسيوم.

ب- المثبتات العضوية: يمكننا تجنب مساوئ اعتماد سيليكات الصوديوم كمثبت بالاعتماد على مواد مساعدة عضوية لاسيليكاكية 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 ميثا الفوسفات تلعبان دور المثبت في حمام التبييض القلوي آخذين بعين الاعتبار:

- عدم ارتفاع درجة القلوية عن pH:10 ودرجة الحرارة عن 60°م تجنباً لتراجع قدرتهما عن التثبيت.
- يجب استخدام البيرو فوسفات مع ماءات الأمونيوم لأن وجود الصود الكاوي أو الصودا آش يؤديان عند درجتي الحرارة والقلوية العاليتين لتحول T.S.P.P لثلاثي فوسفات الصوديوم الضعيف التثبيت. وعليه فإن معظم استخدام T.S.P.P يكون كمثبت لحمام التبييض للألياف البروتينية الحساسة لدرجات القلوية والحرارة المرتفعتين.

وبعكس السيليكات فإن لشوارد القساوة " الكالسيوم والمغنيزيوم " أثراً سالباً كونه يخفض من قدرات البيرو فوسفات كمثبت، ونجد في الجدول (28) مجموعة من المثبتات التجارية لبعض الشركات:

الجدول (28)

بعض مثبتات الماء الأكسجيني التجارية					
المادة	الشحنة	الفعالية	الشركة	التركيب الكيماوي	
بريستال DS	سالب	مثبت أكسجين موائم للبيئة	Dr.PETRY	حمض كربوكسيلي	
بريستال EPJ		مثبت أكسجين للجت بخواص تبليل ممتازة		ألکان فوسفونات مع ايتوكسيلات أغوال دسمة	
بريستال BFL		مثبت أكسجين وميلل ومبعر للتبييض بالطرق نصف المستمرة		ألكيل فوسفات	
ريكوستيب OKB		سالب	مثبت أكسجين للباد على البارد والمستمرة ونصف المستمرة للظن ومزاجه	Rudolf	ألكيل فوسفونات مع أملاح عضوية ولا عضوية
كونتافان NLB			للتبييض بالماء الأكسجيني في وسط معتدل بخواص تحلية	CHT	مركبات فوسفاتية مع منشطات آزوتية
ريدوزين UKN		لا شاردي	غاسل ومبعر ممتاز مثبت أكسجين ضعيف الرغوة ولا حاجة لإضافة السيليكات معه	Z&S	ايتوكسيلات أغوال دسمة ألكيل أربيل سلفونات مركبات فوسفورية عضوية
سابوفيكس RF			مثبت أكسجين منظف ومبعر ومضاد تكسير	SAPO	استرات حموض فوسفورية
سيرافيل 500	لا شاردي	مطري ومبعر وتسوية ، مثبت أكسجين بخواص تطرية لحمام القصر	Dr.Bohme	استرات أميدية لحموض دسمة فوسفورية	

5-2-8- ميزات العمل بالماء الأكسجيني: حظي التبييض بالماء الأكسجيني برواج كبير لميزات العمل معه والتي

يمكننا إجمالها بـ:

- إمكانية استخدامه بالطرق المستمرة.
- عدم إطلاقه غازات سامة أو ضارة وبالتالي إمكانية استخدامه في الآلات المكشوفة أولاً، وعدم تأثيره على الآلات 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 التحميض وإزالة بواقي الكلور لأن منتجات التحلل هي الأكسجين والماء الأمينة لمعظم الأصبغة.

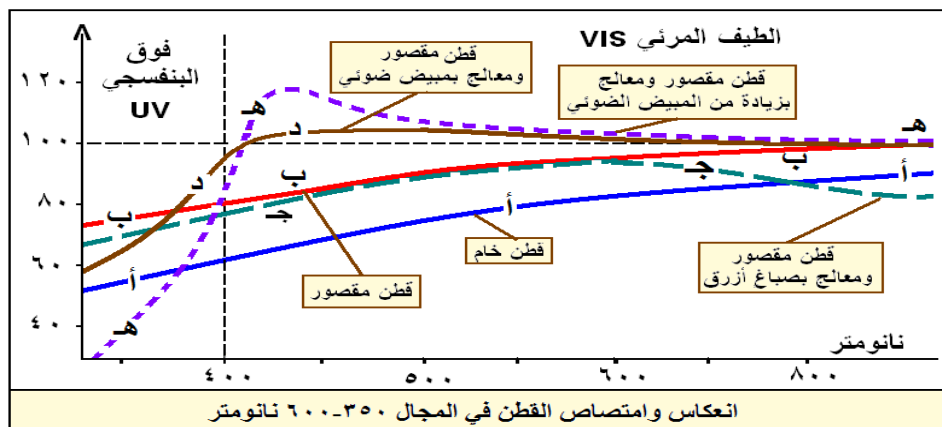
5-2-9- مساوئ التبييض بالماء الأكسجيني:

1. عدم ثبات محاليله في الأوساط عالية القلوية.

2. تترسب السيليكات عند استخدامها كعامل تثبيت معه على الآلات والقماش دون أن نتمكن من إزالتها بالطرق الكيماوية بما يؤدي لتلف في القماش وخشونة ملمسه، ما حدا الشركات للبحث عن مثبتات الأكسجين الأخرى كما رأينا في الجدول (28) والتي انتشرت في جميع المصانع.

المبيضات الضوئية

1- المبادئ البصرية لتأثيرات المركبات المفلورة: تمتص أنواع خامات الخيوط والورق والبلاستيك والمركبات عضوية بعضاً من الضوء المرئي وخاصةً في مجال طول الأمواج 400-500 نانومتر ما يسبب تلونها باللون الأصفر البني كما يبين " المنحني أ من الشكل 53 ":



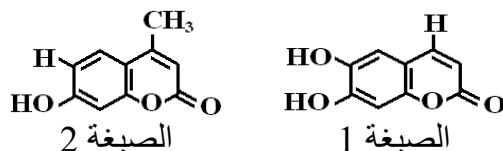
الشكل (53) : انعكاس وامتصاص القطن في المجال 350-600 نانومتر

لذا فإنها تبدي لوناً بنياً فاتحاً لاحتوائها أصبغة طبيعية: فالقطن لاحتوائه الكيراتين ولأصبغة أخرى، والصوف والحريير فلاحتوائهما مزائج معقدة من البولي ببتيدات والملونات البروتينية الأخرى، أما الخيوط المجددة فلمنتجات التفكك الحراري الحاصلة فيها، ويمكننا التخلص منها عادةً عبر الأكسدة بقصرها كيميائياً " المنحني ب " دون المبالغة منعاً للتخرب الزائد والضرر.

ويمكننا تعديل اللون الأصفر الخفيف بتزريق الخامات بالأصبغة الزرقاء، وليضرب لون الخامات أنثى 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 وبالتركيز الأعلى " المنحني هـ " نحصل على لون أبيض شديد اللعان ولكن باتجاه الأبيض المزرق.

تم اكتشاف مفعول التبييض الضوئي من قبل كريس عام 1922 عندما قام بتشريب الحرير الصناعي وخيوط الكتان بخلصة 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 umbelliferone* " 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.

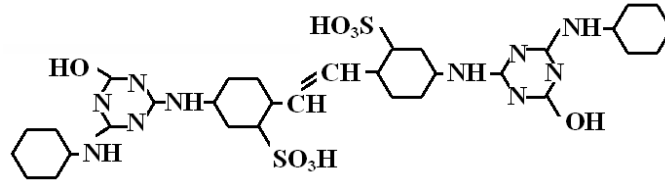


2- المجموعات الكيماوية الرئيسية للمبيضات الضوئية: تحوي جميع البنى الكيماوية التجارية للمبيضات الضوئية إحدى المجموعات: الكربونيل متصلةً بـ: البنزن أو النفثالين أو البيرين، الايتلين -CH=CH-، أزو الميتين -

HC=N- نظام الخواتم العطرية المتغايرة والتي يمكنها أن تنهيج بتأثير الإشعاع فوق البنفسجي عند 340-400 نانومتر تقريباً، كما يمكن لهذه المجموعات العطرية المتغايرة أن ترتبط ارتباطاً مباشراً دون الحاجة لمجموعات جسرية رابطة شرط امتلاكها الثبات والمقاومة الكافيين، دون أن ننسى إمكانات البنى المستوية لامتصاص الطاقة الضوئية وإصدارها الإشعاع، ويمكننا تصنيف المبيضات الضوئية عموماً في مجموعاتٍ ست:

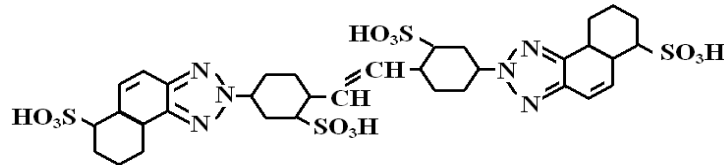
- (1) المركبات ذات الزمرة الواحدة أو الزمرتين من الستلبيين.
- (2) 1،2- مشتقات الايتيلين مع متبقيي زمريتين عطريتين متغايرتين أو عطريات متغايرة مع متبقي عضوي.
- (3) مشتقات الكومارين.
- (4) مشتقات البيرازولين.
- (5) مركبات النفثاليميد.
- (6) مجموعة يتم اصطناعها من مركبات عطرية بربطها بخواتم عطرية متغايرة كربط حلقات التيوفين والفوران بخواتم البنزو كسازول.

1-2- مركبات الستلبيين: وتشكل هذه الزمرة ما يقارب 80% من مجموع المنتجات التجارية، إذ غالباً ما تكون المبيضات الأحادية الستلبيين مؤسلة كما هو حال 4,4- ثنائي أمينو الستلبيين - 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.



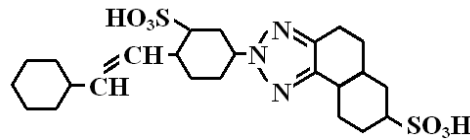
الصيغة 3: بلانكفور B : مبيض ضوئي 32

وتحوي بعض المبيضات الضوئية مجموعات عضوية متغايرة بدلاً عن مجموعة أمينو التريازين مثل التريازول، وكانت أولى منتجات هذا النوع البلاكفور G " الصيغة 4 " والذي لم يُنتج بعد ذلك نهائياً.



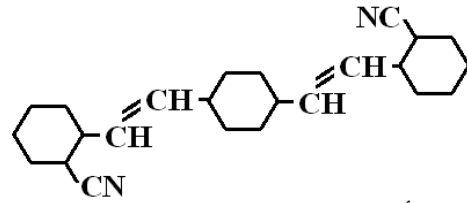
الصيغة 4: بلانكفور G : مبيض ضوئي 40

في حين أننا نجد اليوم أن الأهمية الأكبر لمشتقات التريازول غير المتشابهة كما هو حال التينوبال RBS "الصيغة 5" المستخدم للألياف السيليلوزية 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 لخيوط البولي استر.



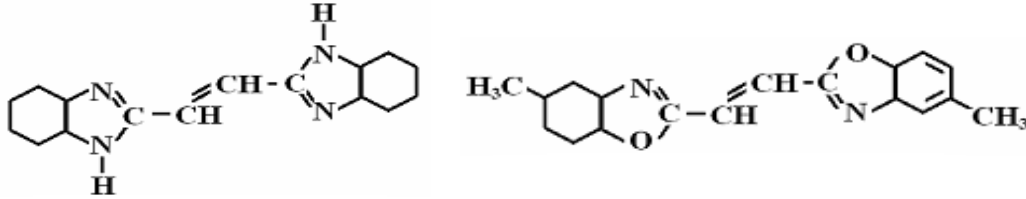
الصيغة 5: تينوبال RBS : مبيض ضوئي 46

ويحوي البلائيل الأبيض اللامع R " الصيغة 6 " مجموعتي ستلبيين ويسمى 1,4- مقرون (2- سيانوسيتريل) البنزن ، بالإضافة لمجموعاتٍ أخرى تحوي 4,4- ثنائي الفينيل ترتبط عبر جسر على البنزن في وسط المركب.



بلانيل أبيض لامع R : مبيض ضوئي 199

2-2- مشتقات الايتيلين مع متبقي زمريتين عطريتين متغايرتين أو عطريات متغايرة مع متبقي عضوي: مثل 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.

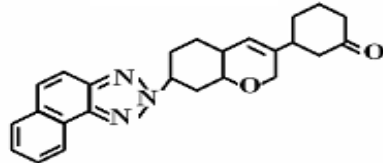


الصيغة 8: أوفيتكس A : مبيض ضوئي
133

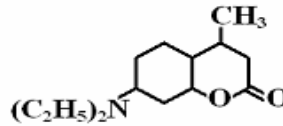
الصيغة 7: أوفيتكس ERN : مبيض ضوئي 135

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 و 4 اللذين تم استعراضهما تاريخياً ولم يعودا مكان استخدام، 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 أورتو لإحدى حلقات البنزن وبيتا - ميتين كربون.



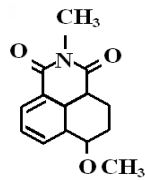
الصيغة 10: ليكوفور EGM
مبيض ضوئي 236



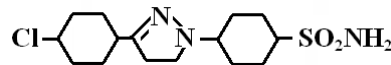
الصيغة 9: تينوبال SWN
مبيض ضوئي 140

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 بلانكفور DSB " الصيغة 11 " والمستخدم للألياف البروتينية، أسيتات السليلوز، البولي أميد.

2-5- مركبات النفثاليميد: ونجد من أهمها N - ميثيل-4- ميتوكسي نفثاليميد مثل ميكوايت AT " الصيغة 12 " والذي يتمتع بأهمية كبيرة لإمكانية استخدامه لمجموعة واسعة من الخيوط مثل: أسيتات السليلوز، الاكريليك، البولي أولفين، البولي استر.

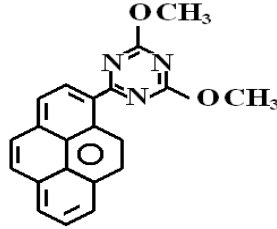


الصيغة 12: ميكوايت AT
مبيض ضوئي 162



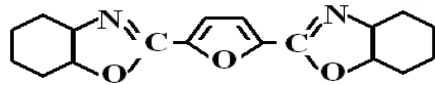
الصيغة 11: بلانكفور DCB
مبيض ضوئي 121

2-6- المجموعة السادسة: ويتم اصطناعها من مركبات عطرية بربطها بخواتم عطرية متغايرة، ونجد منها مبيض البولي استر فلوليت XMF في الصيغة 13 وذو التركيب : 4,2- ثنائي ميتوكسي - 6- (1- بيرنيل) - 1,3,5- تريازين.

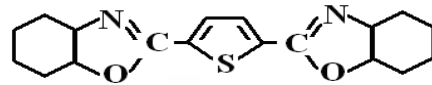


الصيغة 13: فلوليت XMF : مبيض ضوئي 179

أما التينوبال SOF " الصيغة 14" وأفيتكس ALN " الصيغة 15 " فنجد أن حلقات التيوفين والفوران فيهما ترتبط بخواتم البنزوكسازول.



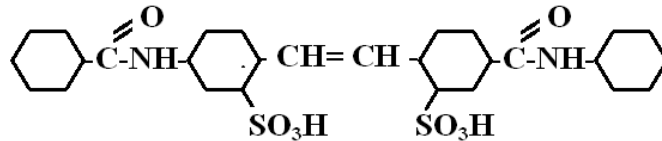
الصيغة 18: أوفيتكس ALN
مبيض ضوئي 181



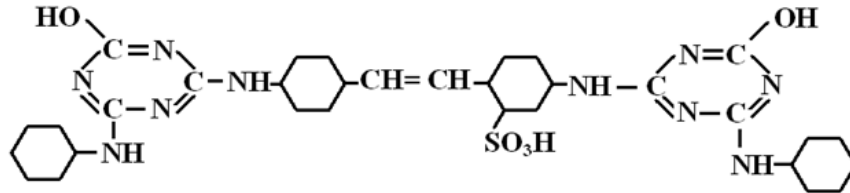
الصيغة 14: تينوبال SOF
مبيض ضوئي 190

لقد أدرك كيمابيو الأصبغة أهمية معامل الانطفاء الجزيئي الكتلي لقوة الصباغ التلويينية، ويكون المرودود الكمي لفلورة المبيضات الضوئية هاماً بإضافة معامل الانطفاء للامتصاص، ولسوء الحظ فإنه نادراً ما تعطى قيمته في الصناعة باستثناء تمت ملاحظته عام 1984 من قبل فريكشون وشينزل *Frichkorn & Schinzel* على 2,2- ثنائي بنزازول أوكسازول النفتالين والذي وجد أن مرودوده الكمي " الكوانتي " عموماً بين 0.48-0.85، وهناك دراسات وأبحاث مختلفة على كيمياء المبيضات الضوئية تتمحور حول إضافة مجموعات لهذه المركبات.

3- مبيضات مجموعة الستلين: تعتبر مجموعة مبيضات الستلين الأكثر انتشاراً على الصعيد التجاري اليوم، فنجد منها مثلاً ثنائي أمينو ثنائي سلفون الستلين الذي نراه في الصيغة 16، والذي تم إدخال نواة التريازين إليه فيما بعد لرفع ثباتيته لغسيل الألياف السيليلوزية كما هو مبين في الصيغة 17:



الصيغة 16: ثنائي أمينو ثنائي سلفون الستلين



الصيغة 17

ونرى في الجدول (29) 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 الشاردية.

4- بناء حمامات التبييض:

4-1- تبييض الألياف السيليلوزية: يتم بناء حمام تبييض الألياف السيليلوزية 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 و غواسل ومبيلات ومزيلات زيوت، إضافة لطبيعة أو تركيب الخامة، وعموماً فإن أهم ما يُضاف لحمام التبييض ما نراه في الجدول (30).

الجدول (29)

بعض أهم المبيضات الضوئية لبعض الشركات العالمية " Optical brighteners " Fluorescent brighteners				
المبييض الضوئي	الشحنة	الخواص	الشركة	التركيب
بينتس BNF 2000	N	مبييض للبولي استر ، زرق	سابروس	مشتقات ستريل البنزن
ريكو بلانك OAB ريكو بلانك OBL		مبييض للبولي استر ، حمر مبييض للبولي استر ، زرق	رودولف	مشتقات البنزوكسازول
أوفيتس BHV Liq	A	للسيليلوز ، ثابت للبيروكسيدات، غير ثابت للهيدروسلفيت والبيسلفيت، والكلورين والكلور	هانتسمان	مشتقات حمض ثنائي سلفون الستلين
بيري بلانك PES Conc		للبولي استر، حمر، ملائم للطرق المستمرة والمتقطعة: 98-130م، وللترموزول 210م	د. بتري	بيري بلانك BN Liq
بيري بلانك PAC Liq		للسيليلوز والصوف والنايلون، للباد، منخفض الألفة، حمر، ثابت تجاه الكهرليات ورزينات الإنهاء حتى pH: 1		بيري بلانك DIC
توبو بلانك BA Conc	A	للبولي أكريلو نتريل، حمر ساطع، ثابت تجاه الكلوريت	CHT	توبو بلانك HA
توبو بلانك DIC		للسيليلوز، منخفض الألفة، حيادي، ثابت تجاه الأوكسجين والهيدروسلفيت، غير ثابت للكلوريت والهيوكلوريت		توبو بلانك BA Conc
توبو بلانك HA		للسيليلوز والنايلون ، ألفة عالية، زرق، ثابت للأوكسجين والهيدروسلفيت، غير ثابت للكلوريت والهيوكلوريت		توبو بلانك HA
	C	للبولي أكريلو نتريل، حمر ساطع، ثابت تجاه الكلوريت		بنزايميدازول
	A	للسيليلوز والصوف والنايلون، للباد، منخفض الألفة، حمر، ثابت تجاه الكهرليات ورزينات الإنهاء حتى pH: 1		مشتقات الستلين

الجدول (30)

بناء حمامات التبييض									
المادة	سيليلوز	فيسكوز	صوف	حرير طبيعي	بولي استر	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	95 - 110	95 - 110	95	95	95 - 130	95	80	120-95	102 - 98

● : ضروري ، ■ : عند اللزوم ، ▲ : غير ضروري

5- تقييم عملية التبييض: غالباً ما تتم عملية تقييم درجة البياض بمعايير وطرق 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 السيليولوزية النهائي.

4. طرق وشروط الإنهاء.

5. درجة التخلص من الشوائب الأخرى كبذرة القطن.

6. ملائمتها للعمليات اللاحقة مثل الحياكة والصباغة.

وفي حين يمكننا وبالعين المجردة التحقق من البنود الثلاثة الأولى، فإننا نجد أنه لا بد من إجراء تحاليل خاصة بالبنود الأربعة اللاحقة: تحديد درجتي البياض والتخرب، القدرة على الامتصاص وتحليل الشوائب اللاسيليولوزية.

5-1- تحديد درجة البياض: يتم تحديد درجة البياض بوساطة 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 الطرق المساعدة تقوم على استقراء 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 طرق الاختبار 110 من جداول اختبارات الجمعية الأمريكية لكيماوي وصباغي النسيج *AATCC*.

ويتم تحديد درجة بياض العينات غير المفلورة بصورة مناسبة عبر قياسها بطول موجة وحيد، وغالباً ما يكون عند طول موجة 460-457 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 تستسغ 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 سيبيا، باير... وتعتبر طريقة زيس *The Zeiss: Elrepho* الطريقة الأكثر رواجاً لكفها البسيطة ودقتها وسرعة تطبيقها وإمكانية مطابقتها مع معظم المعطيات.

ويجب أن تكون درجات انعكاس العينات المبيضة كما في الجدول (31):

الجدول (31)

درجات انعكاس بعض العينات المبيضة			
العينة	قطن / بولي استر ، صوف	صوف	كتان
درجة الانعكاس	90-80%	60-50%	80-60%

5-2- تحديد درجة تخرب الألياف:

5-2-1- الاختبارات النوعية: يمكننا وبعده طرق الكشف عن وجود أوكسي السيليولوز الناتج عن تخرب السيليولوز بسبب التعامل الخاطيء مع الكيماويات المستخدمة.

وتتأثر اختبارات الكشف النوعية بوجود شوائب غريبة عن العينة مثل: النشاء، الشموع، مواد الإنهاء...، لذا فإن أول ما يتوجب علينا فعله هو تنظيف العينات وصولاً لنتيجة أدق، ويبين الجدول (32) تأثير بعض الكواشف على السيليولوز:

الجدول (32)

تأثير بعض الكواشف على السيليولوز					
محلل الاختبار	محلل فهلنج	كاشف نسلر	كاشف شيفت	نترات الفضة القلوية	كلور القصدير وكلور الذهب
مظهر التخرب	بني محمر	أصفر إلى رمادي	أحمر	حمام رمادي إلى أسود	بنفسجي

وقد اعتمدت شركة انتروكس *Interox* اختبار نترات الفضة القلوية لتحديد التخرب الموضوعي بالأكسدة، 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 تيوسلفات الصوديوم مع 20 غ صود كاوي 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 السيليلوز دون أن تؤثر على بنيته البوليميرية، وبحيث يمكننا الاستدلال على تركيز السيليلوز ومتوسط طول سلسلته البوليميرية من درجة لزوجة المحلول الناتج.

ويؤدي التخرب الكيماوي للسيليلوز لتراجع رقم بلمرته وبالتالي لتناقص طول سلسلته ووزنه الجزيئي، كما تتراجع لزوجة المحلول بسبب تحلل السلاسل السيليلوزية بتأثير بعض التفاعلات الكيماوية، والنظامان المعتمدان لتحديد درجة التخرب عموماً هما:

في بريطانيا: نظام إذابة السيليلوز بمحلول ماءات النحاس النشادرية 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 والطرق المعتمدة تناسب الخيوط الصناعية الأخرى كما هو الحال مع محلول ميتا الكريزول الملائم للبولي أميد.

3-5- قيمة السيولة: اعتمد مذيباً محلول النحاس النشادري، وثنائي أمين إيتيلين النحاسي.

5-3-1- 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 بساعات زمنية متباينة، إذ يمكن تطبيقها بإذابة العينة في المحلول وتركه ليلة كاملة، أو وفق طريقة قانونية ونظامية حسب معهد شيرلي وبحيث يمكننا أخذ النتيجة خلال ساعة واحدة وبدرجة دقة ذات ارتباط قدره وحدة واحدة فقط عن قيمة السيولة الحقيقية.

وتستخدم هذه بشكل رئيس للحصول على نتيجة سريعة في شروط العمل، كما تتميز بإمكانية تطبيقها مع مزائج السيليلوز من الخيوط الصناعية غير القابلة للانحلال بتحديد قيمته قبل إدخال المحلول لجهاز قياس اللزوجة. ويتم التقييم بحسب الجدول (33):

الجدول (33)

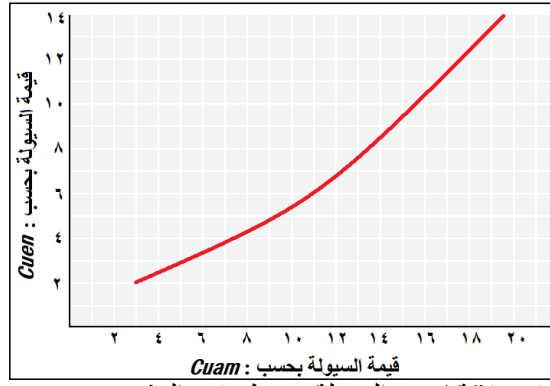
قيم سيولة بعض المواد عن : Interox : A Bleachers Handbook				
المادة	قطن		حرير	
	خام	مقبول التبييض	سيليلوزي خام	مقبول التبييض
السيولة	2	4 - 6	8 - 40	8 - 10

تقدير النتائج: تشترك قيمة اللزوجة التي تقدر بالبواز ويرمز لها بـ F بين محلول 0.5% من القطن، أو محلول 2% حرير سيليلوز مجدد في محلول نظامي لماءات النحاس النشادرية، 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 (33).

5-3-2- 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 (54):



الشكل (54): علاقة قيمتي السيولة بين طريقتي المذيبين 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 (34):
الجدول (34)

قيم درجة البلمرة D.P لبعض الألياف عن : Interlox : A Bleachers Handbook				
المادة	قطن ، كتان ، قنب	قطن جيد التبييض	سيليلوز مجدّد	فيسكوز
درجة البلمرة D.P	3000 - 2300	2000 - 1800	1200 - 100	400 - 250

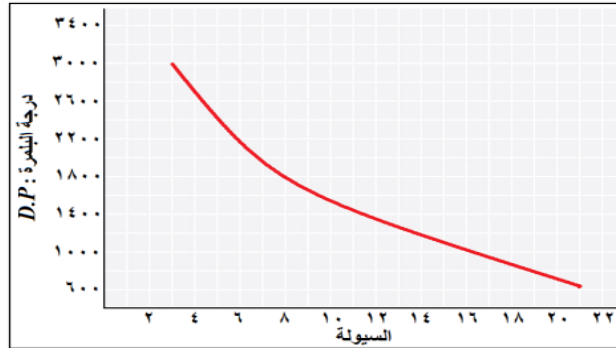
وترتبط درجة البلمرة مع قيمة السيولة للقطن بالمعادلة :

$$\text{درجة البلمرة} = 2032 - \{ F \div (F + 74.35) \log_{10} \}$$

$$D.P = 2032 \{ (\log_{10} 74.35 + F) \div F \} - 575$$

حيث F قيمة السيولة.

ونرى هذه العلاقة ممثلة بالخط البياني في الشكل (55):



الشكل (55): علاقة درجة البلمرة بالسيولة

5-5- عامل التخرب : يرتبط عامل التخرب S بدرجة البلمرة بالعلاقة :

$$S = \log_{10} \{ (2000 \div P_t) - (2000 \div P_{t_x}) + 1 \} \div \log_{10} 2$$

Pt: درجة البلمرة بعد المعالجة الكيماوية - P_{t_x}: درجة البلمرة قبل المعالجة الكيماوية
2000: القيمة المرجعية

ويمكننا توصيف عامل التخرب ضمن مجموعة قيم على الشكل المبين في الجدول (35):
الجدول (35)

قيم التخرب S عن : Interlox : A Bleachers Handbook					
قيمة عامل التخرب S	ممتاز	جيد	مقبول	تخرب بسيط	تخرب عالي
التقييم	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 تكليل الغزول أو الأقمشة لتحديد 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 وبحيث يمكننا 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 طبعاً، وتكون النسبة النموذجية للقطن الخام عادةً بحدود 0.5 - 1%، وتنخفض 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 الطرق 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 بلاستيكية ونبرد، ونضيف لها 5 - 6 أمثال وزنها من مزيج كربونات الصوديوم والبوتاسيوم 1:1 ونسخن حتى الانصهار، نبرد الصهارة ونحلبها بالماء ثم نضيف لها موليبدات الأمونيوم، بعدها نحضض الأزوت 20% حتى ظهور رواسب بلورية صفراء أو صفراء فاقعة.

وفي حال احتمال احتواء العينة على الفوسفات، فإننا نلجأ لإذابة منتجات الترميد أولاً بحمض 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% وكلور الأمونيوم وماءات الأمونيوم " الوزن النوعي 0.88 " إلى أن يصبح المحلول قلوياً، فإن ظهرت أية رواسب نرشح ثم نحضض الرشاحة النشاردية بحمض الخل، وأخيراً نضيف حمض الحماض لترسيب الكالسيوم على شكل حمضات ونرشح، نُعرض الرواسب للهب مصباح بنزن فإن تلون اللهب باللون الأحمر القرميدي كان ذلك دلالة وجود الكالسيوم.

وفي حال كان المطلوب تعيين الكالسيوم كميّاً استوجب ذلك ترشيح حمضات الكالسيوم وغسلها بماء مقطر ومن ثم إضافتها لحمض الكبريت الساخن 20% وأخيراً المعايرة بمحلول برمنغنات البوتاسيوم 0.1 نظامي والحساب على أساس:

$$1 \text{ مل محلول برمنغنات بوتاسيوم } 0.1 \text{ نظامي} = 2.004 \text{ مغ كالسيوم}$$

ملاحظة: قد تتداخل قساوة الماء وتلعب دوراً في انحراف القيم الحقيقية لمحتوى العينات من شوارد الكالسيوم والمغنيزيوم، لذا فإنه من المهم أن نذكر بأن نتائج الاختبارات المطبقة على القطن الخام دلت على أن المحتوى يكون عادةً:

$$\text{كالسيوم: } 0.043 - 0.15 \% , \text{ مغنيزيوم: } 0.046 - 0.11 \%$$

6-4- تعيين الحديد والنحاس في الألياف: يؤدي وجود بعض الشوارد في القطن الخام وبخاصة شوارد الحديد والنحاس لتخريب عمليات التبييض بسبب دورها كوسيط سام في تسريع تفكك الماء الأكسجيني " وهو ما يطلق عليه اسم التفسير الواسطي " وبالتالي تخرب القطن، لذا فإنه كثيراً ما يكون من الضرورة بمكان تحديد 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 العيارية 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 لشوارد حديد، نضيف لها محلول التيوسيانات 10%، فإن لم يظهر أي تلون في المحلول بعد إضافة التيوسيانات كان ذلك دلالة وجود الحديد بتركيز ضعيفة، واللون الأحمر لتركيز عالية، وفي حال حدوث أخطاء أو كانت العينة مصبوغة نلجأ للترميز أولاً في بوتقة على مصباح بنزن أو في فرن مناسب، لنذيب منتجات الترميد بحمض الأزوت 10% بعد تبريدها، فإن لم تذوب 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 شوارد 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 شوارد الحديد.

6-4-2- التعيين الكمي للنحاس: يتم الكشف عن النحاس في عينة مُرمَدة، لأن تفاعلات شاردة النحاس ليست بتلك الحساسية التي تتمتع بها شوارد 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 ماءات 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 ₂ "				
ماءات النشادر 35%	محلول ثنائي إيتيل تيوكربامات الصوديوم 0.1% عياري	بيكبريتات البوتاسيوم العيارية	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 ماءات النشادر ونضبط درجة الحموضة عند pH:6 بإضافة حمض الليمون 10% وباستخدام 5 قطرات لكل ميلي ليتر من محلول الاختبار، ثم نضيف محلول ماءات 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 شوارد النحاس.

7- اختبار وتعيين مواد التنشئة: يمكننا باختبارات بسيطة وسريعة معرفة ما إذا كانت هناك بقايا مواد تنشئة على القطن المعالج أو المبييض بالمقارنة مع القطن الخام، وأكثر مواد التنشئة انتشاراً: النشاء *Starch*، بولي فينيل أسيتات *Poly Vinyl acetate*، بولي فينيل الغول *Poly Vinyl alcohol*، كربوكسي ميثيل سيليلوز *CMC*، لذا فإننا سنعرض سريعاً للكشف عن كل منهم على حدا:

7-1- 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 التنشئة.

7-2- الكشف عن البولي فينيل أسيتات PVAc: تعطي العينة عند معالجتها بمحلول اليود لوناً بنياً محمراً غامقاً، تزداد شدته بتطبيق عملية غسل 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 تنشئة 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 مزيج منهما، وفي هذه الحالة تساعدنا الطريقة التالية:

نعالج العينة بماء حار عند الدرجة 70°م، ثم يطبق الاختبار على الخلاصة المائية بمحلول 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.

4-7- الكشف عن الكربوكسي ميتيل سيليلوز CMC: يمكن للكربوكسي ميتيل سيليلوز أن يعطي اختباراً إيجابياً مع 7،2- 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.

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 سوكسليه للاستخلاص بايتر الكلوروفورم أو إيتر 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 لتحديد محتوى المواد الدسمة والشموع: تذوب المواد الدسمة والشموع في المذيبات العضوية ويتم استخلاصها بجهاز سوكسليه الذي يمكننا من القياس الكمي لها، ويتم تطبيق الاختبار على الشكل:

يُهيء جهاز سوكسليه ويوضع في أسفله ورق 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، والايتر البترولي لمزائج البولي استر"، وأخيراً يُبخر المذيب ويعاد وزن الدورق من جديد وليكن ص غرام فيكون:

$$\text{النسبة المئوية للدسم والشموع} = [(\text{ص} - \text{ع}) / \text{ع}] \times 100\%$$

وقد ورد شرح مختلف هذه الطرق في تجارب النظام 97 للجمعية الأمريكية AATCC والنظام الألماني DIN

54278

صباغة الألياف السيليلوزية بالأصبغة المباشرة

1- المقدمة: لعل صباغة الألياف السيليلوزية بالأصبغة المباشرة واحدة من أبسط وأيسر عمليات الصباغة كونها تتميز

بـ:

- بساطة تطبيق وبناء الحمام الصباغي.

- 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 شراهية الجزيء الصباغي نحو الماء، كأن تكون زمرة سلفون أو زميرتين، أم زمرة كربوكسيلية، فازدياد فعالية وعدد هذه الزمر يرفع عادةً من شراهية 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 كمثباتها من أصبغة القطن على الفسكوز، ما يستوجب منا عند صباغته الحذر الشديد والأخذ بأسباب الحيطة أكثر بكثير من صباغة الألياف السيليلوزية غير المجددة بسبب كبر مسامات الفيسكوز مقارنة مع السيليلوز الطبيعي، ما يسرع من مرحلة الامتصاص، وبالتالي ازدياد احتمالات عدم التجانس ما يسبب تراجعاً في التسوية.

3- بناء الحمام الصباغي: بعد الانتهاء من مراحل التجهيز الأولية نبدأ عملية الصباغة وفق:

3-1- إضافة الماء الطري: يستوجب البناء الصحيح للحمام الصباغي 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 تداركاً لتشكل رواسب كلسية أو معدنية أخرى (تبعاً لتركيب الماء الخام) على سطح القماش بما يؤدي لتراجع قدرة القماش على امتصاص الأصبغة وبالتالي لـ:

1. انحراف اتجاه اللون.

2. تراجع درجات 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 لشوارد الصباغ السالبة الشحنة.

- عوامل التسوية: والتي تلعب دوراً مهماً في رفع معدلات الهجرة وإعادة الهجرة واستحلاب بواقي عمليات التحضير الأولية، وغالباً ما تستخدم كعوامل تسوية فئة ايتوكسيلات الأغوال الدسمة وزمرة السلفونات العطرية اللتان تمتلكان من القدرة على البعثرة ما يغنيننا عن إضافة العامل المبعثر.

3-3- إذابة وإضافة الصباغ: تبين الشركات المنتجة للأصبغة مقدار ما ينحل منها 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 زينا، والعادة أن يكون الملح كبريتات أو كلور الصوديوم " ملح غلوبر أو ملح الطعام " النقيين، ويرتبط توقيت إضافة الملح بتصنيف الصباغ المستخدم بحسب الجدول (36):

الجدول (36): 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 قلوياً 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 والجزيئات 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 التخدير " بما يتلائم مع 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 درجة 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 الحمام الصباغي دون إيقاف القماش عن الدوران منعاً لإعادة توضع بقايا الصباغ ومواد الحمام على سطح القماش مسبباً 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 ايتوكسيلات الأغوال الدسمة، وتستمر عملية الغلي حتى تزول مظاهر اللا تسوية 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 السيليلوزية الممزوجة مع البولي استر حتى 130 م°، ويستحسن في هذه الحالة تطبيق حمامي صباغة البولي استر والألياف السيليلوزية في نفس الوقت، وهنا نواجه مشكلة مدى مقاومة الأصبغة المباشرة لشروط الحمام القاسية، لذا فإنها قد تتعرض لتخرب كامل أو جزئي حسب:

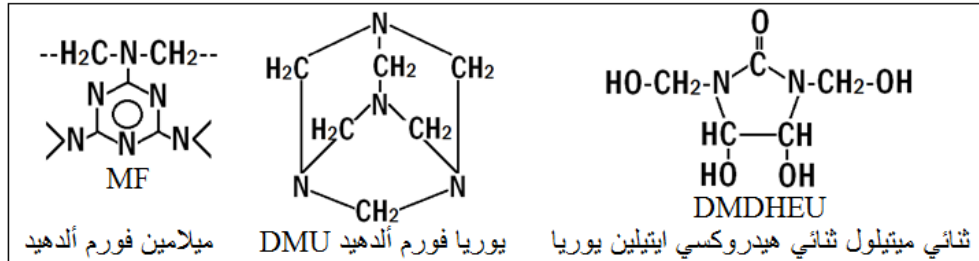
1. درجة الحموضة ونوعية الحمض المستخدم: خل، نمل ...
2. زمن البقاء عند درجة الحرارة 130 م°.
3. التفاعلات المحتملة مع مواد بناء حمام البولي استر بشروط درجات الحرارة العالية.

وما يزيد من تعقيد هذه المشكلة توليف اللون من عدة أصبغة، فالثباين في نسب ما يتخرب من كل مكون لها بشكلٍ فردي يؤدي لعدم التناسخ المرة تلو الأخرى بحسب الشروط المطبقة، وهذا ما يتوجب التحقق منه مخبرياً قبل العمل، واختيار الأصبغة التي يمكنها احتمال شروط الحرارة العالية والضغط إن كانت تحقق المواصفات والثباتيات المطلوبة. وننوه هنا لعدم جواز رفع درجة حرارة الحمام حتى 130 م° في حال احتواء الحمام على ملح كلوريد الصوديوم الذي يتخرب بشروط الحرارة والضغط مطلقاً الكلور " بحسب بعض التفسيرات " الذي يخرب في هذه الشروط الأصبغة والمواد المساعدة ويتسبب في نخر سطح معدن آلة الصباغ.

6- رفع ثباتية الأصبغة المباشرة على البلب: تعاني الألياف السيليلوزية المصبوغة بالأصبغة المباشرة من ضعف عام في الثباتيات عامةً، وتعمل الشركات على رفع ثباتيتها على الغسيل من خلال معالجتها بمثبتات خاصة تستطيع تشكيل طبقة (فيلم) يحميها من الإجهادات المباشرة لعملية التبلل بالماء والذي يتسبب بحدوث إعادة هجرة تستنزف الصباغ من القماش للماء.

وأهم ما يعيب هذه المعالجة تسببها بتراجع ثباتية الصباغ على النور ما يدعونا لأن نلجأ لدراسة الجدوى من هذه المعالجة بعدم تعميمها بالشكل المطلق، وتنتج شركة كلارينت " ساندوز " أنماط مثبتات ثلاث:

1. ثنائي ميتيلول ثنائي هيدروكسي إيتيلين يوريا DMDHEU
2. يوريا فورم ألدهيد DMU
3. 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، ونرى في الجدول (37) بعض مثبتات الأصبغة المباشرة لبعض الشركات:

الجدول (37)

بعض مثبتات الأصبغة المباشرة لبعض الشركات " شاردية موجبة "			
المثبت	الشركة	الفعالية	التركيب
بير فيكسان AMF	د.بتري	مثبت للأصبغة الفعالة والمباشرة خالٍ من الفورم ألدهيد والمعادن الثقيلة	مركبات أمونيوم رابعة
ريوين AMF	CHT	مثبت للأصبغة الفعالة والمباشرة للقطن والألياف المجددة مع مفعول مطري	مركبات بولي أمونيوم
زيتسال SRF	Z&S	مثبت للأصبغة المباشرة والفعالة	مركبات أمونيوم رابعة
زيتسال 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 والصباغة في حمام واحد: تتحمل بعض الأصبغة المباشرة عمليات القصر المطبقة عادةً لتجهيز الألياف السيليلوزية لصباغتها، 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 وندور لمدة 10 دقائق حتى يتبلل كامل القماش بصورة متجانسة ثم نضيف:

بناء حمام الصباغة والقصر المشترك بحسب <i>CROMPTON & KNOWLES TERTRE S.A.</i>			
صباغ	1-3 مل/ل ماءات 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

(38) كان الجدول (39):

الجدول (38)

دراسة تحليلية أصبغة شركة كرومبتون كمثال تطبيقي				
النتيجة	التصنيف			الخاصة
	C	B	A	
معظمها يستوجب إضافة الملح على الغلي	% 17	% 70	% 13	التصنيف
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	% 16.5

الجدول (39)

CROMPTON & KNOWLES TERTRE S.A تطبيق أصبغة شركة
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	
-	-	-	--	-	B	3	R.99	BL 150%		
-	-	-	--	+	B	3	V.66	5B 250%	بنفسجي	
--	+	--	--	+	B	3		R 220%	أزرق	
-	±	+	-	+	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	سوبر ضاوي ثابت
--	+	+	+	-	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	

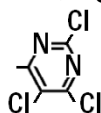
- لون التركواز الزاهي: مجموعة الفثالوسيانين

- باقي الألوان: مجموعة الأزو

ويشذ عن هذا مجموعة الألوان الخضراء التي يتم اشتقاقها من جمع الأنتراكينون مع الأزو أو الفثالوسيانين، كما تشذ ألوان البني الغامق والأسود والتي غالباً ما يتم اشتقاقها من مركبات معدنة معقدة.

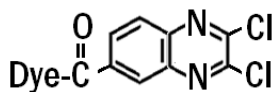
تتميز مجموعة أحادي كلور التريازينيل عن مجموعة الثنائي بثباتها للخرن لمددٍ طويلة، إذ تتعرض مجموعة ثنائي كلور التريازينيل للتحلل بفعل الرطوبة المطلقة غاز كلور الهيدروجين وبخاصة عند ارتفاع درجة الحموضة وتصل لأعلى معدل لها عند pH:4-5، ويمكننا تحسين ثباتيتها للخرن بالمحافظة على شروط الخزن الجاف وإضافة بعض العوامل الموقية كخليط فوسفات البوتاسيوم أحادية وثنائية الهيدروجين.

2-1-2- مجموعة ثلاثي كلور البريميدين: وكانت هذه المجموعة حصيلة أبحاث لاستبدال حلقة التريازين بحلقة بديلة مهلجنة هي حلقة البريميدين، وقد ظهرت الأبحاث تحت الاسم التجاريين: رآكتون لشركة سيبا، 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.



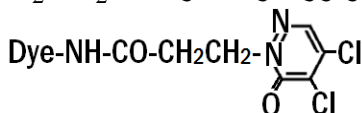
حلقة 2،4،5- ثلاثي كلور البريميدين

2-1-3- مجموعة ثنائي كلور كوينو أوكساليك: ظهرت هذه المجموعة تحت اسم ليفافيكس *Levafix E* لشركة باير، وتحتوي مجموعة ثنائي كلور أوكساليك التي ترتبط بالكروموفور عن طريق مجموعة كربونيل، وتتميز عموماً بتوسط فعاليتها بين أحادي وثنائي كلور التريازينيل، ما يُمكننا من تطبيقها عند الدرجة 40 م، إضافة لثباتها تجاه الوسط القلوي.



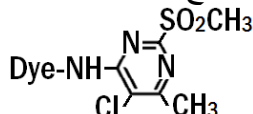
ثنائي كلور كوينو أوكساليك

2-1-4- مجموعة البريمازين: وتقوم مجموعة البريمازين التي أنتجتها شركة باسف على مجموعة 4،5- ثنائي كلور-6- بيريدازون والتي ترتبط بالكروموفور عبر مجموعة -NH-CO-CH₂CH₂-



مجموعة البريمازين: 4،5- ثنائي كلور-6- بيريدازون

2-1-5- مجموعة ميثيل سلفون: ويتوضع الميثيل سلفون هنا على حلقة البريميدين التي ترتبط بالكروموفور الأساسي عبر جسر الإيمين -NH- كما هو الحال مع أصبغة الليفايكس *Levafix P* لشركة باير.

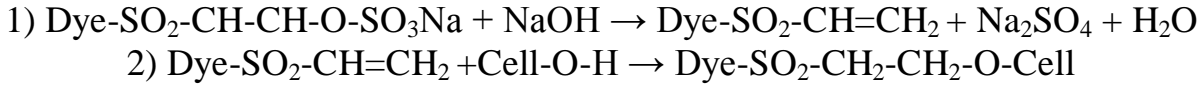


مجموعة ميثيل سلفون

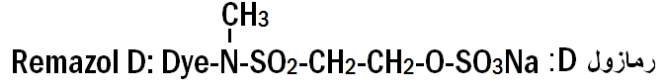
2-2- مجموعة التفاعل بالضم: قدمت شركة هوكست بين عامي 49-1950 عدة مجموعات فعّالة أمكن اعتمادها في العملية الصباغية، وهي:

مجموعة التفاعل بالضم لشركة هوكست	
Vinyl sulphon: Dey-SO ₂ -CH=CH ₂	مجموعة فينيل سلفون
Chlor ethyl sulphon: Dey-SO ₂ -CH-CH-Cl	مجموعة كلور إيثيل سلفون
Sulphato ethyl sulphon: Dey-SO ₂ -CH-CH-O-SO ₃ Na	مجموعة سلفاتو إيثيل سلفون

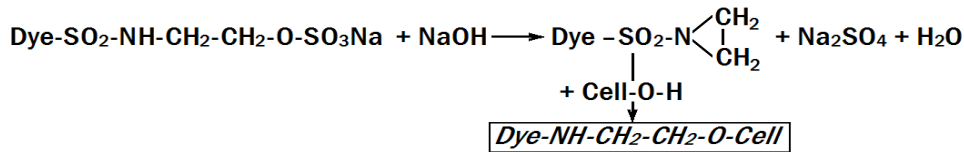
ثم طرحت شركة هوكست أصبغة الريمازول معتمدةً على مجموعة سلفو إيتيل سلفون التي تتفاعل مع هيدروكسيل السيليلوز على مرحلتين:



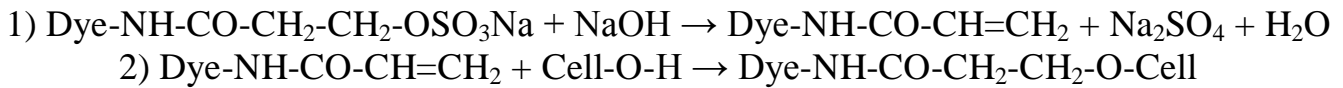
وتحتاج أصبغة الريمازول لدرجة حرارة تثبيت فيما بين 40-60°م، وساعتين كاملتين لإنجاز عمليتي الامتزاز والتثبيت، في حين تحوي أصبغة ريمازول D مجموعة أمينو مستبدلة واقعة بين الصباغ وجذر كبريتات إيتيل سلفون، ولضعف ألفة هذه الأصبغة تجاه السيليلوز بشروط الصباغة العادية لوجود رابطة الميثيل إيمين فقد تم اعتمادها في مجال الطباعة:



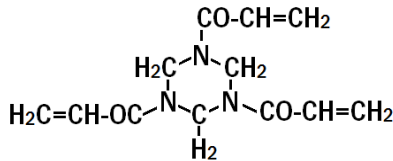
أما تتفاعل أصبغة الليفايكس الحاوية مجموعة سلفيتوإيتيل أمين سلفونيل فيتم أيضاً على مرحلتين أيضاً ووفق المعادلات:



وأخيراً تتفاعل أصبغة البريمازين لشركة BASF مع السيليلوز في الوسط القلوي:

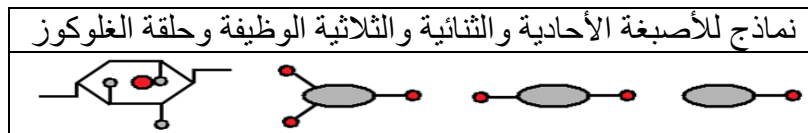


2-3- مجموعة أصبغة الروابط العرضية: أنتجت شركة باسف عام 1956 مجموعة أصبغة الباسازول التي تطبق على الألياف السيليلوزية بوجود عوامل مثبتة لتكوين روابط عرضية، وتحوي هذه الأصبغة على إحدى المجموعات: - Alkyl, -NH-, -NH₂, -SH, H₂N-SO₂-, H₃C-CO-CH₂-CO- السيليلوز أو الماء أو المواد المساعدة، في حين تحوي العوامل المثبتة ذرتي كربون موجب الشحنة أو أكثر مثل: 1،3،5- هكسا هيدرو، 5- تريازين:



2-4- مجموعة أصبغة درجات الاستنزاف العالية: طرحت في الأسواق مجموعات الأصبغة القديمة بمجموعتي تثبيت أو ثلاث بدلاً عن الواحدة كما يبين الشكل (58)، كأن يرتبط الكروموجين الصباغي بمجموعة فينيل سلفون مع حلقة تريازين بما يضمن رفع معدلات استنزاف الصباغ وبالتالي رفع اقتصادية العمل كونه يحقق:

- انخفاض معدل المفقود في نهاية الحمام الصباغي 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 السيليلوز، وبالتالي رفع جميع ثباتياته.



الشكل (58)

وتأخذ الأصبغة ذات الوظيفتين ثلاثة أنماط أساسية هي :

الأصبغة الفعالة من النمط: ثنائي الوظيفة الفعالة		
زمرتان متتاليتان	زمرتان متناظرتان	زمرتان داخليتان
D-R₁-R₂-D	R₁-D-R₂	D-R₁-R₂

وتتباين ثباتيات الزمر الفعالة وخواصها على الشكل المبين في الجدول (40):

الجدول (40)	
ثباتية الزمر الفعالة	
الثباتية على الأقمشة المصبوغة	
<i>MCT, MFT, DFCP > VS, DCQ</i>	تجاه الوسط القلوي
<i>VS > DFCP, MFT, DCQ, DCT</i>	تجاه الوسط الحمضي
<i>MCT, MFT, VS > DFCP, DCQ</i>	تجاه العوامل المؤكسدة : البربورات
<i>MCT, MFT, VS > DFCP, DCQ</i>	تجاه الكلور : 1-5 p.p.m
مميزات الزمر الفعالة	
<i>VS</i>	مقاومة للوسط الحمضي ، ضعيفة في الوسط القلوي
<i>MCT, MFT, DFCP</i>	ضعيفة للوسط الحمضي ، مقاومة في الوسط القلوي
<i>DCQ, DFCP</i>	مقاومتها غير كافية لجميع الأوساط
دليل الزمر الفعالة	
<i>DFT: Di-Fluoro-Triazine</i>	ثنائي فلور التريازين
<i>MFT: Mono-Fluoro-Triazine</i>	أحادي فلور التريازين
<i>DCT: Di-Chloro-Triazine</i>	ثنائي كلور التريازين
<i>MCT: Mono-Chloro-Triazine</i>	أحادي كلور التريازين
<i>DFCP: Di-Chloro-Fluoro-Pyrimidine</i>	ثنائي فلور كلور بيريميدين
<i>TCP: Tri-Chloro-Pyrimidine</i>	ثلاثي كلور بيريميدين
<i>FCMP: Fluoro-Chloro-Methyl-Pyrimidine</i>	فلور كلور ميثيل بيريميدين
<i>DCQ: Di-Chloro-Quinoizarine</i>	ثنائي كلور كوينوكويزارين
<i>VS: Vinyl Sulphone</i>	فينيل سلفون
<i>NA: Iso-Nicotinic Acid</i>	إيزو حمض النيكوتينيك

3- تأثير الحجم الجزيئي على خواص الأصبغة الفعالة : تتمايز خواص الأصبغة الفعالة بحسب حجمها الجزيئي على الشكل المبين في الجدول (41):

الجدول (41)		
تأثير الحجم الجزيئي على خواص الأصبغة الفعالة		
منخفض	عالي	الوزن الجزيئي
منخفضة	عالية	الألفة
منخفضة	عالية	معدلات الاستنزاف
كبيرة : 20-80 غ/ل	صغيرة : 20-30 غ/ل	كميات الملح اللازمة
تسوية عالية	تسوية منخفضة	تسوية العملية الصباغية
تبقيع بسيط	تبقيع كبير	التبقيع على الأبيض عند الصباغة
قليلة	عالية	البواقي وخطوات الإنهاء على الباد
سهلة	صعبة	خواص الغسيل
عالية	ضعيفة	التأثر بنسبة الحمام
عالية	ضعيفة	التأثر بكمية الملح
للباد والطباعة	لطريقة الاستنزاف	التطبيق

4- تأثير فعالية الزمرة الفعالة على الأصبغة الفعالة: تتباين فعاليات الأصبغة الفعالة بحسب طبيعة الزمرة الالكتروفيلية الفعالة التي تتفاعل مع أكسجين الزمرة الهيدروكسيلية في حلقة الغلوكوز كما يبين الجدول (42):
الجدول (42)

تأثير فعالية الزمرة الفعالة على الأصبغة الفعالة					
أحادي كلور التريازين MCT	فينيل سلفون V.S	ثنائي كلور أو فلور التريازين DCT & DFT	الزمرة		
منخفضة	وسط	عالية	الفعالية		
ثابت		غير ثابت	قابلية الصباغ للخرن		
ثابت		غير ثابت	الصبغة بطريقة الاستنزاف	ثباتية	
				الصبغة على الباد	الحمام
				الطباعة بمعجونة الطباعة	الصبغي
كبيرة : 30-20 غ/ل		وسط : 60-50 م	صغيرة : 20-10 غ/ل	كميات القلوي اللازمة : كربونات الصوديوم	
طويل	قصير		زمن التثبيت		
صغير	كبير		تأثير درجة الحرارة والقلوي على المردود		
عالية : 80 م	منخفضة : 30-20 م		درجة حرارة تطبيق الحمام الصباغي		

5- مواد بناء حمام تطبيق الأصبغة الفعالة على الألياف السيليلوزية: يتأثر حمام تطبيق الأصبغة الفعالة بمواد البناء من: الماء، الكهرليت، القلوي ودرجة الحرارة.

1-5- مواصفات الماء: يتوجب تطبيق وتصيبين الأصبغة الفعالة بكل فئاتها من ماء محلي حصراً، إذ تسبب شوارد الكالسيوم والمغنيزيوم تراجعاً كبيراً لهجرة وانتشار الصباغ ما يعني تراجعاً كبيراً للمردود والثباتيات، في حين يؤدي وجود شوارد النحاس والحديد خاصةً وباقي شوارد المعادن الثقيلة عامة لانحراف اتجاه اللون ودرجاتي سطوعه وعمقه.

وتستوجب قساوة الماء إجراء عمليات تحلية بالمبادلات الشاردية، كما يمكننا معايرة شوارد البيكربونات بقياس درجة الحموضة بدرجة حرارة الغرفة، إذ نعاير عينة قبل وبعد غليها بالماء لمدة خمس دقائق، فارتفاع درجة الحموضة يدل على وجود كمية من شوارد 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 والتصبين، ويُصح بسداسي ميتا فوسفات الصوديوم كعامل تحلية في حمام الصباغة للتخلص من القساوة الدائمة بإضافته بمعدل 0.1 غ/ل لكل درجة قساوة ألمانية، كما يمكننا وللتخلص من القساوة المؤقتة بدء العمل عند pH: 5.5-6.5 بإضافة حمض الخل، أما القساوة الناجمة عن وجود شوارد معدنية ثقيلة فيمكننا معالجتها بإضافة الايتيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخل EDTA أو العوامل التي انتشرت حالياً مثل البولي أكريلات، ومن المهم أن ننوه هنا إلى أن EDTA يلتقط الجزيئات الصباغية الحاوية على شوارد معدنية في حين أن عوامل التحلية العضوية ليس لها أي أثر سلبي عليها.

2-5- 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 لتحديد محتواه من القساوة والرطوبة ودرجة حموضته، ونرى في الجدول (43) تحليلاً لبعض عينات طعام صخري وبحري مع ملح من إنتاج شركة ICI.

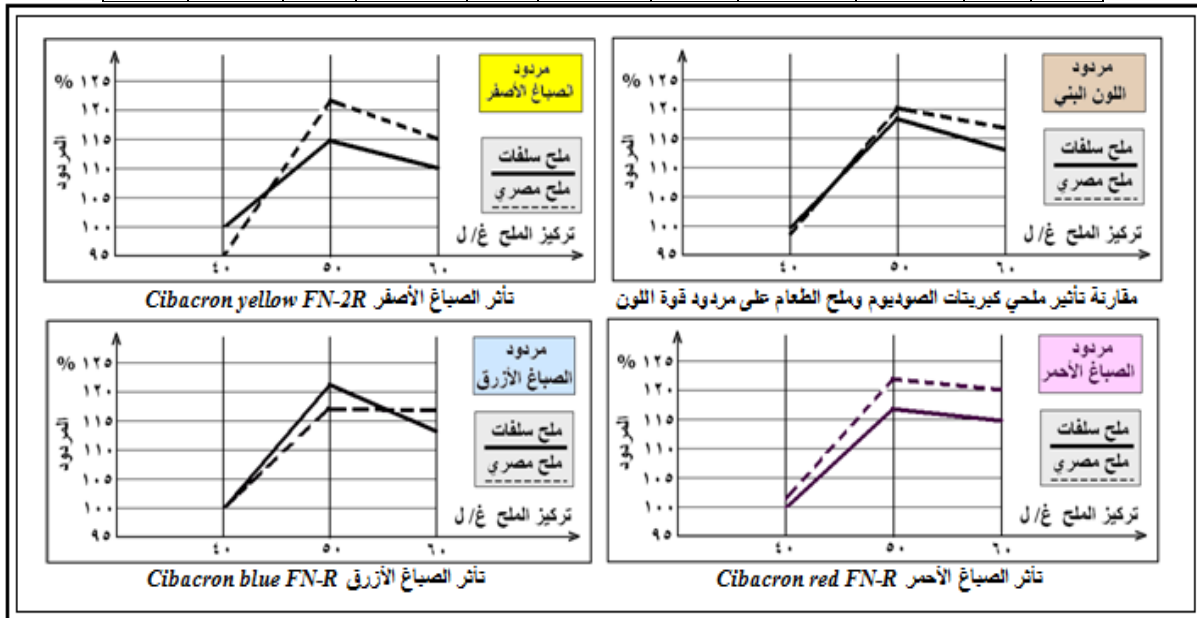
الجدول (43)

محتوى بعض عينات ملح الطعام من بعض الشوارد المعدنية				
الشوارد	ملح صخري			ملح بحري
	العينة الأولى	العينة الثانية	غير معالج	
كالسيوم	1600	2200	1300	23
مغنيزيوم	920	1800	260	2
حديد	25	100	45	2
من ندوة التطورات الحديثة لصباغة القطن بطرق الاستنزاف : حلب 1992				

ويمكننا الجزم بأن كل ترسبٍ أو تلوّثٍ في حمام الصبغة يدل على وجود شاردتي الكالسيوم والمغنيزيوم علاوة عن إضعافهما الشديد للثباتية على الاحتكاك، وفي تجارب خاصة تم الأخذ بثلاثة أصبغة وتطبيق حمام صباغي بنسب ملح طعام وكبريتات الصوديوم متباينة لرصد مدى تأثير مردود عملية التثبيت بنسب وشوائب الملح على السواء، فوجدنا كما يبين الجدول (44) والشكل (59) 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 (44)

تحليل من شركة Pulcra Chemicals									
محلول 10% من ملح طعام بحري وملح غلوبر									
موضوع الاختبار	كبريتات الصوديوم			كلوريد الصوديوم			محتوى كبريتات الصوديوم / محتوى كلوريد الصوديوم		
	p.p.m	df	dH	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	نوع الملح	غ/ل	نتائج القراءة على السبكتروفوتومتر						النسبة %
			أزرق FN-R		أحمر FN-R		أصفر FN-2R		
			%	غ	%	غ	%	غ	
1	كبريتات الصوديوم	40	77	0.7710	73	0.7332	78	0.7849	76.3
2	كبريتات الصوديوم	50	94	0.9356	86	0.8613	91	0.9098	90.2
3	كبريتات الصوديوم	60	87	0.8720	84	0.8431	87	0.8655	86
4	كلوريد الصوديوم	40	77	0.7711	75	0.7489	75	0.7462	75.5
5	كلوريد الصوديوم	50	90	0.9027	89	0.8941	96	0.9614	91.9
6	كلوريد الصوديوم	60	90	0.9046	88	0.8820	90	0.9028	89.6



الشكل (59)

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 الخيوط كما يبدو لنا من الجدول (45) لأصبغة سينوزول.

الجدول (45)

ألفة بعض أصبغة السينوزول	
الألفة	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 الكهليليت سلباً على العملية الصباغية من حيث معدلات التسوية كما يرينا الجدول (46) لأصبغة أفرزول:

الجدول (46)

بعض خواص أصبغة أفرزول لشركة Everlight											
تأثير الشوارد		الهجرة	الفعالية	الصبغ : أفرزول Everzol		تأثير الشوارد		الهجرة	الفعالية	الصبغ : أفرزول Everzol	
Cu ⁺⁺	Fe ⁺⁺			F3B	3BS	Cu ⁺⁺	Fe ⁺⁺			4GL	3GL
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	
4-5	4-5	5		BB		1	4-5	1-2	3GF	سكارلت	
4-5	4	3-4		BRF		4-5	5	5	3R	برتقالي	
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	

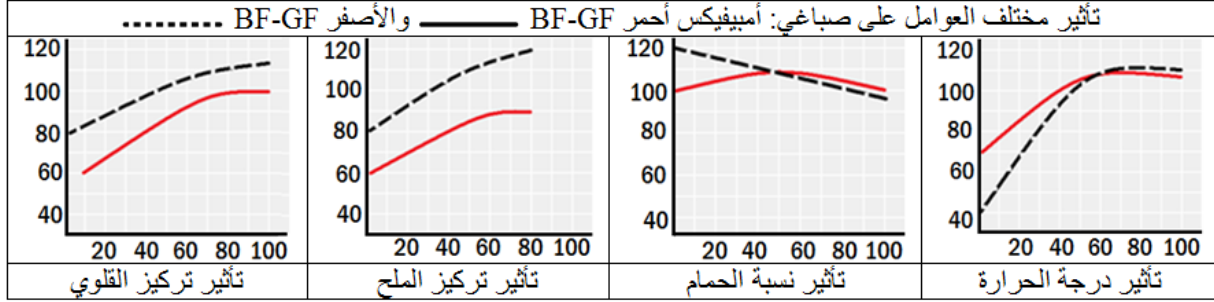
إذ أن مزج صباغين مختلفين في درجة هجرتيهما يعني أن الإضافة المبكرة للكهليليت تسبب تراجع قدرة الصباغ على التسوية عالي رقم الهجرة، في حين تؤدي الإضافة المتأخرة أو غير الكافية لكمية الكهليليت اللازمة لتراجع تشرب الصباغ المنخفض رقم الهجرة، وكذلك الأمر بالنسبة لرقم الفعالية الذي يدل على أن كمية قليلة من القلوي قد تكون كافية لتثبيت الصباغ العالي رقم الفعالية ما يعني أن مزج صباغين مختلفي رقم الفعالية مع عدم ضبط كميات القلوي ستؤدي لعدم التناسخ بين الوجبة والأخرى، أما التأثير بشوارد 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.

3-5- القلوويات: يمكننا للدخول في تفاعلات التثبيت استخدام مجموعة من العوامل القلوية كما يبين الجدول (47)، وتعتبر كربونات الصوديوم القلوي الأهم اللازم لتثبيت الأصبغة الفعالة، لذا فإنه كثيراً ما تمزج مع ماء الصوديوم للوصول إلى درجة القلوية اللازمة لمرحلة التثبيت أي pH:10.5 لأصبغة البروسيون و pH:11-11.5 لأصبغة شركة باير، ونرى في الجدول (48) كميات الملح وكربونات الصوديوم اللازمة لتثبيت أصبغة البروسيون بحسب نسب الحمام والأصبغة.

ولن نسترسل في موضوع نسب القلوويات والأملاح أكثر من ذلك لأن كل شركة تنصح بكميات كل من الملح والقلوي ودرجة الحرارة والزمن فيما بين الإضافات وللتثبيت حسبما يظهر لنا في الشكل (60):

الجدول (47)

بعض أهم العوامل القلوية المستخدمة لتثبيت الأصبغة الفعالة		
العامل القلوي	حموضة محلول 10 % " pH "	
الصود الكاوي	13.3	NaOH
كربونات الصوديوم	11.5	Na ₂ CO ₃
بيكربونات الصوديوم	8.3	NaHCO ₃
ثلاثي فوسفات الصوديوم	12.1	Na ₃ PO ₄
تري بولي فوسفات الصوديوم	10	Na ₅ P ₃ O ₁₀

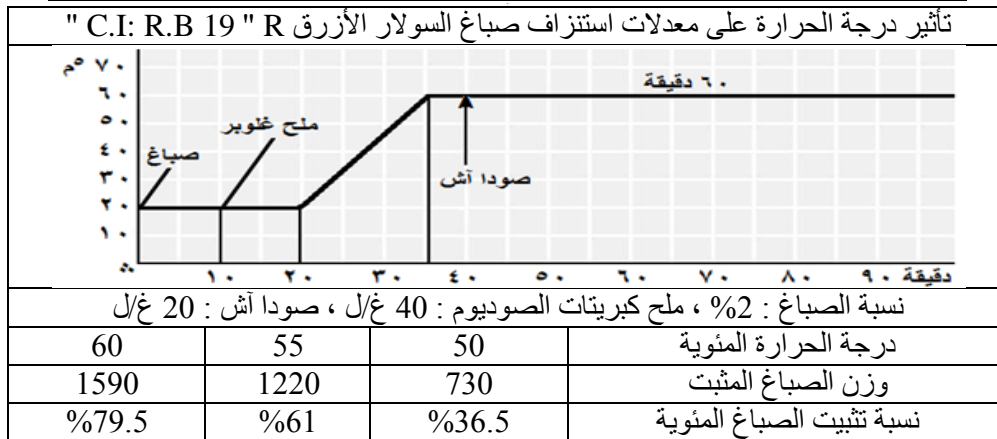


الشكل (60)

4-5- تأثير درجة حرارة التثبيت: يتطلب الوصول للمردود الأعلى لاستنزاف الصباغ الالتزام الحقيقي بدرجة الحرارة المطلوبة للدخول بتفاعلات التثبيت كما بين لنا الشكل (60)، وفي تجربة على صباغ السولار الأزرق R (رأكتيف أزرق 19) بدرجات حرارة 50، 55، 60 م° على الترتيب كان مردود تفاعل التثبيت على الشكل (61)، لذا فإننا سنعرض لبعض المخططات التي تبين مبادئ تطبيق الأصبغة مع بعض الشروح الأهم لفهم آلية صباغة الألياف السيليلوزية بالأصبغة الفعالة.

الجدول (48)

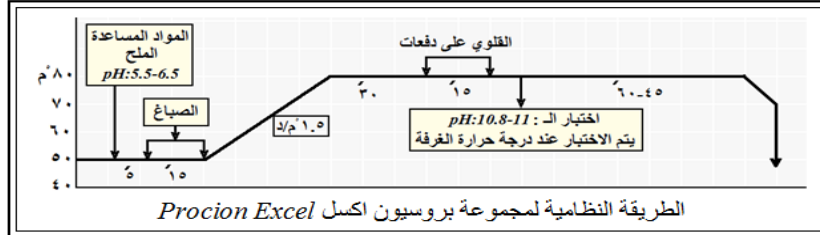
كميات الملح والصودا أش اللازمة لحمام صباغة القطن والفيسكوز				
الملاح	قطن		فيسكوز	
	60-30 غ/ل	وقد تصل للغوامق والأسود حتى 100 غ/ل	60-20 غ/ل	وقد تصل للغوامق والأسود حتى 100 غ/ل
نسبة كربونات الصوديوم اللا مائبة مقدرة بـ : غ/ل وبحسب نسب الصباغ والحمام				
نسبة الصباغ	30 : 1	20 : 1	10 : 1	5 : 1
< 0.5 %	2.5	2.5	5	10
0.5-2 %	2.5	5	7.5	15
2-4 %	5	5	10	25
> 4 %	5	7.5	15	30



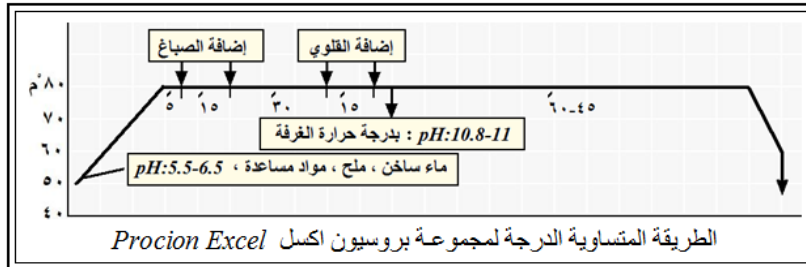
الشكل (61): تأثير معدلات التثبيت بدرجات حرارة الحمام الصباغي

6- بعض تقنيات تطبيق الأصبغة الفعالة:

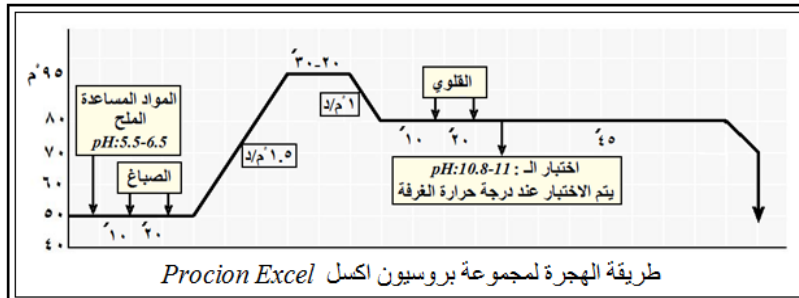
1-6 الطريقة النظامية لمجموعة بروسيون أكسل *Procion Excel*: وتُطبَّق للألوان الوسط والغامقة، إذ نرفع درجة حرارة الحمام الصباغي حتى الدرجة 50° م ليضاف الملح والمواد المساعدة ونضبط درجة الحموضة عند pH:5.5-6.5 بحمض الخل ثم نبدأ بإضافة المحلول الصباغي المصفى خلال 15 دقيقة ليتبعها رفع درجة الحرارة بمعدل 1.5 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 والتصبين.



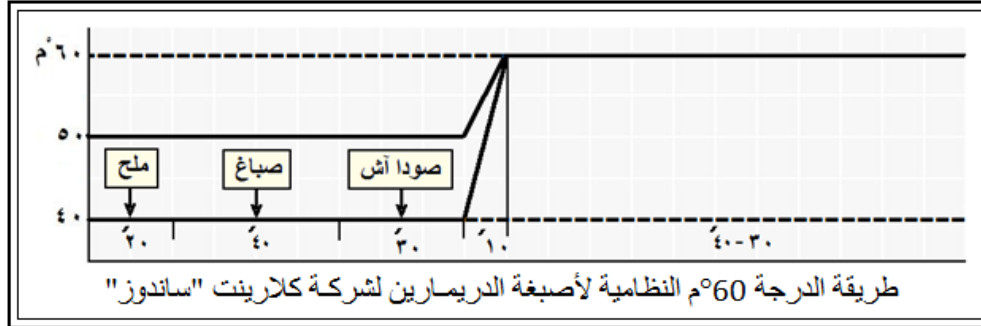
2-6 الطريقة المتساوية الدرجة لمجموعة *Procion Excel*: وتطبق للألوان الوسط والغامقة: نضيف الماء الساخن أو نرفع درجة حرارة الماء حتى الدرجة 50° م ونضيف الملح والمواد المساعدة ونضبط درجة الحموضة عند pH:5.5-6.5 بحمض الخل ثم نرفع درجة الحرارة بأقصى سرعة حتى الدرجة 80° م ننتظر بعدها 5 دقائق لتتجانس درجة الحرارة 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 درجة القلوية pH:10.8-11، ننتظر عند الدرجة 80° م مدة 45-60 دقيقة ثم نبرد حتى الدرجة 70° م لإنهاء الحمام والبدء بعمليات الشطف والتصبين.



3-6 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 ومنتظر بعدها 10 دقائق لتحقيق التجانس الحراري وتوزع المواد ونبدأ بضخ المحلول الصباغي 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 ومنتظر 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 والتصبين.



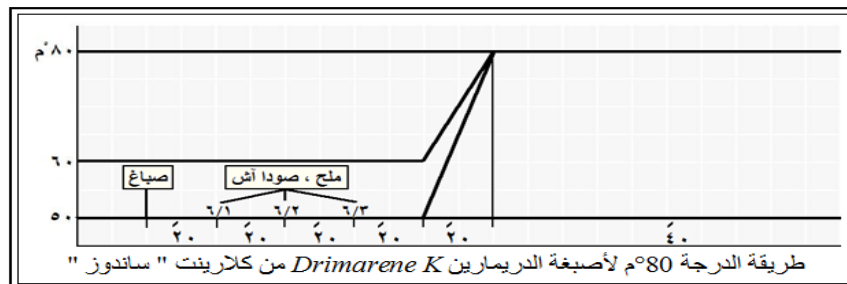
4-6- طريقة الدرجة 60° م النظامية لأصبغة الديرمارين لشركة كلارينت: وتطبق على معظم أصبغة الديرمارين K، إذ نرفع درجة حرارة الحمام الصباغي حتى 40° م ونضيف الملح حسب الجدول (49) وننتظر 20 دقيقة لنضيف الصباغ ولندور بعدها مدة 40 دقيقة لتحقيق درجتي الهجرة والانتشار المطلوبين، ثم نضيف الصودا آش للبدء بمرحلة التثبيت 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 (49)

كميات الملح و كربونات 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 96 لتحديد 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 (50):

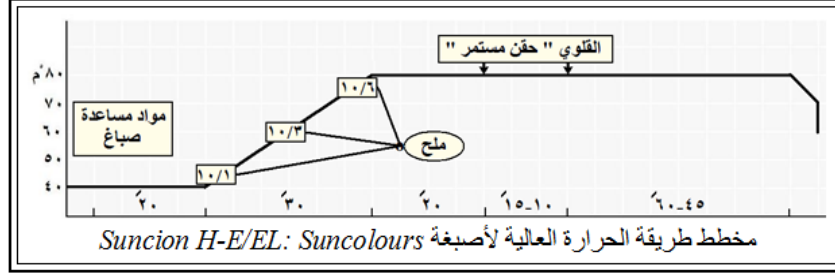
الجدول (50)

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 التثوية 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 الدريمارين : 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 سان كولور:

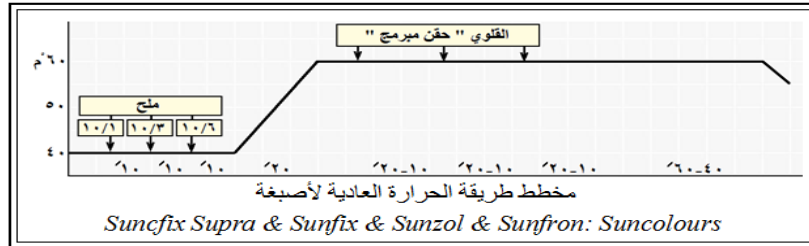


1. نضبط درجة الحرارة بين 20-30° م.
 2. بعد 10 دقائق نبدأ بإدخال محلول الصباغ.
 3. بعد 20 دقيقة نبدأ بإدخال 0.1 كمية الملح المطلوبة ونبدأ برفع درجة الحرارة.
 4. بعد 15 دقيقة وبوصول درجة الحرارة حتى 50° م نضيف 0.3 من كمية الملح.
 5. بعد 15 دقيقة وبوصول درجة الحرارة حتى 80-85° م نضيف باقي الملح.
 6. بعد 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 بعمليات الغسيل والتصبين.
- وهكذا يتراوح كامل زمن العملية الصباغية فيما بين الساعتين إلى الثلاثة أرباع الساعة، أما كميات الملح والصودا آش فنجدتها في الجدول (51):

الجدول (51)

كميات الملح و كربونات الصوديوم لأصبغة أحادي كلور التريازينيل بحسب سان كالر	نسبة الصباغ المئوية
> 0.5	30
1.0-0.5	45
2.0-1.0	60
4.0-2.0	70
< 4%	90
ملح غلوبر : غ/ل	
صودا آش : غ/ل	

6-7- تطبيق أصبغة الفينيل سلفون V.S والأصبغة المتعددة الوظائف بحسب شركة سان 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 والتنصيب.

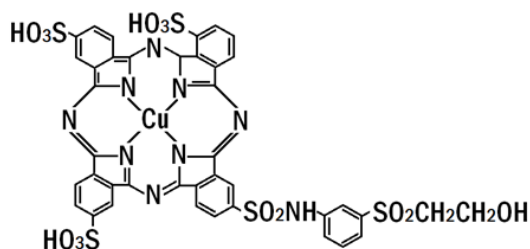
وهكذا يتراوح كامل زمن العملية فيما بين الساعة والنصف إلى الساعتين وعشرين دقيقة، أما كميات الملح والصودا آش فنجدها في الجدول (52):

الجدول (52)

كميات الملح وكربونات الصوديوم لأصبغة فينيل سلفون بحسب صان كالر	نسبة الصباغ المئوية	0.5 >	1.0-0.5	2.0-1.0	4.0-2.0	4 < %
ملح غلوبير : غ/ل	20	35	50	60	80	
صودا آش : غ/ل	10	15	15	20	20	

8-6- حالات خاصة:

6-8-1- حالة اللون الأخضر الفيروزي اللامع: يتم تطبيق هذا اللون عادة من الصباغ الفعال الأزرق التركواز 21 الذي يحتوي في تركيبه ذرة نحاس، مع صباغ فعال أصفر ليموني مثل الصباغ الفعال الأصفر 160:



Reactive Blue 21

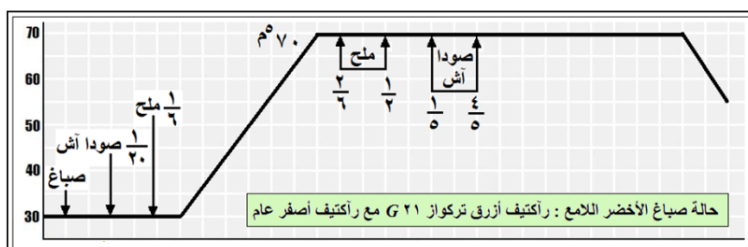


Reactive Yellow 160

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 بشكل كافٍ 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 (62):

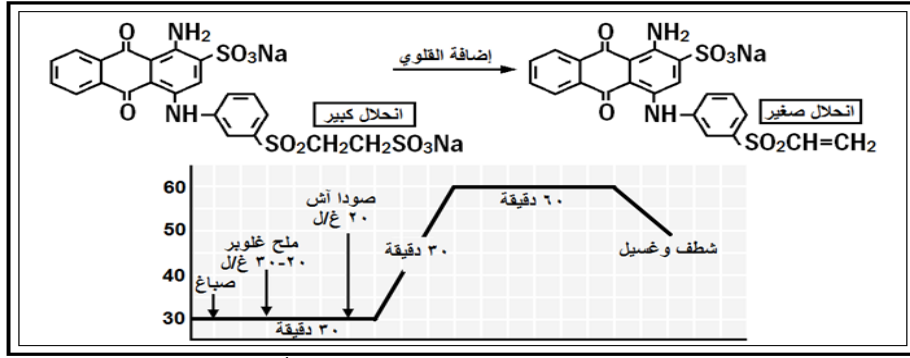


الشكل (62)

6-8-2- حالة الصباغ الأزرق 19: نعاني عادةً من انخفاض انحلالية الصباغ الفعال الأزرق 19 بعد إضافة القلوي

كما يبين الشكل 35 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:

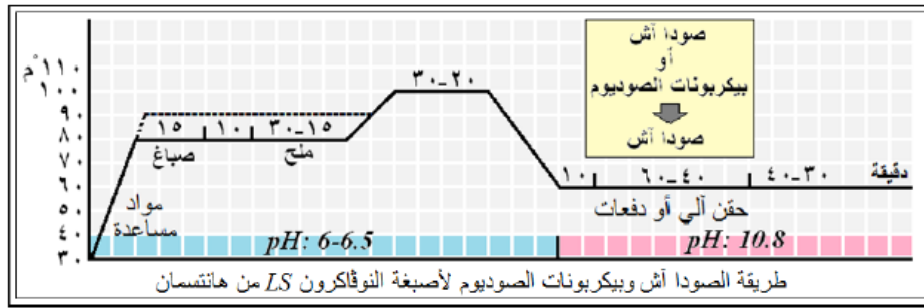
- إضافة الملح بمعدلات دون 30 غ/ل مع الألوان الفاتحة أو الوسط.
- التحكم بإضافة الملح على الشكل: 30 غ/ل عند البدء وقبل إضافة القلوي، ومن ثم متابعة إضافة باقي الملح " 20 غ/ل " عند اقترابنا من النهاية.
- التحقق من قابلية توليف الأصبغة قبل مزجها معه.



الشكل (63): طريقة تطبيق الصباغ الفعال الأزرق 19

6-9- طريقة بيكربونات الصوديوم عالية التسوية: تُطبق هذه الطريقة لبطنها على البضائع الثقيلة أو الصعبة الحياكة والتخريق مثل غزول القطن الممرسز والمطلوب صباغتها بطريقة الشلّة، غزول حرير الفيسكوز أو حرير النحاس النشادري، والغزول على شكل قالب الجبن *Cheese* أو الحرير المُثبت، حرير الفيسكوز أو حرير النحاس النشادري.

ويتم تطبيق هذه الطريقة كما هو واضح في الشكل 36 بإضافة القلوي على دفعات لتبطين سرعة التثبيت ما أمكن عند الدرجة 60°م لمدة 100 دقيقة، ويكون مردود اللون الأعظمي لبعض الأصبغة عند حرارة 40°م، ونبدأ العمل بحسب هانتسمان كما في الشكل (64):



الشكل (64): طريقة البيكربونات لشركة هانتسمان

- نبدأ بإضافة المواد المساعدة مثل عوامل التحلية التسوية ونضبط درجة الحموضة عند $pH \sim 6.5-6$.
 - 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 الصباغ المطبق.
 - ننور عند درجة حرارة التثبيت لمدة 10 دقائق حتى ضمان تمام التجانس الحراري.
 - نبدأ بإضافة محلول بيكربونات الصوديوم لتتبعها بالصودا أش 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 الصباغ 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 الحموضة $pH: 8-9$ في حمام الغلي للأصبغة من نمط أحادي كلور أو فلور التريازين كما يبين جدول ثباتية الزمر الفعالة المبينة 80 وبوسط حمضي للأصبغة من نمط ثينيل سلفون.

يتم بناء حمام التصيبين من ماء طري مع غاسل عضوي من نمط الحموض الكربوكسيلية أو البولي أكريلات أو البولي فوسفونات التي يمكنها حجز الجزيئات الصباغية المهدرلة ومنعها من إعادة الترسب من جديد بعكس الغوادل العضوية المنظفة العادية، وقد وضعت شركة ICI نظام غسل 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 شاردة يحملها الماء أو الألياف السيليلوزية.

8- تعرية الأصبغة الفعالة بالهيبوكلوريت: نضطر أحياناً لقلع الأصبغة الفعالة بعد تثبيتها عند حصول خطأ ما، وتعتبر الإزالة الكلورية أنجع الطرق، ونلجأ إليها مضطرين عندما يكون الصباغ ثابتاً أمام طريقة الإرجاع بهيدروسلفيت الصوديوم، ويتم إجراء حمام المعالجة الكلورية على الشكل:

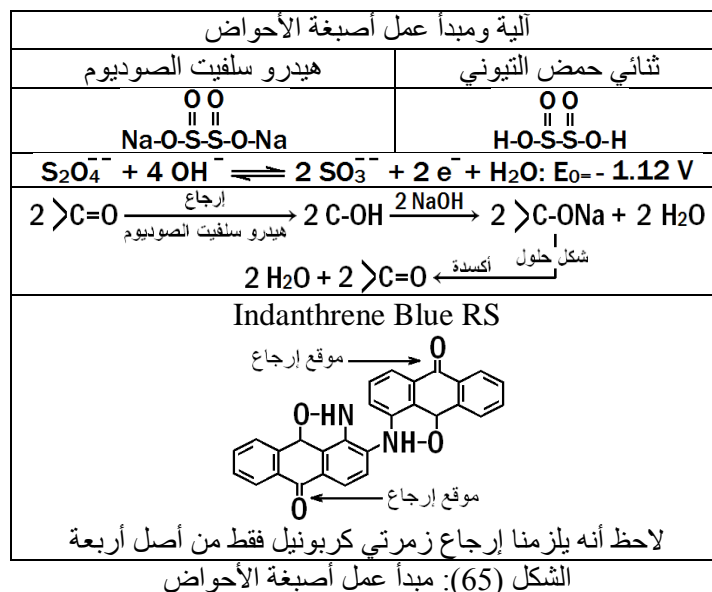
نضيف مركباً كلورياً مناسباً مثل 3 غ/ل هيبوكلوريت الصوديوم بوسط قلوي pH:10-11 بإضافة ماءات الصوديوم ونستمر لمدة ساعة عند درجة حرارة 25 م، ثم نطبق حمامات شطف وغسيل للتخلص من البواقي الكلورية باعتماد أحد عوامل الإزالة المبينة في الجدول (53):

الجدول (53)

عوامل التخلص من البواقي الكلورية	
الكمية اللازمة للقضاء على ما يعادل 1 غ/ل كلور فعال	عامل الإزالة
$4 \text{HOCl} + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{SO}_4^{2-} + 6 \text{H}^{++} + 4 \text{Cl}^-$	تيوكبريتات 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 تيوكبريتات الصوديوم	كبريتات الصوديوم الحامضية
$\text{HOCl} + \text{HSO}_3^- \rightarrow \text{HSO}_4^- + \text{H}^+ + \text{Cl}^-$	
$1 \text{HOCl} = \frac{1}{2} \times 35.5 \text{ g active chlorines} = 104.06 \text{ sodium hydrogen sulphite}$	ثنائي كبريتيت الصوديوم "هيدروسلفيت الصوديوم"
1 غ/ل كلور فعال = 2.9 غ/ل كبريتيت الصوديوم الحامضية	
$3 \text{HOCl} + \text{S}_2\text{O}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{SO}_4^{2-} + 5 \text{H}^+ + 3 \text{Cl}^-$	الماء الأكسجيني
$3 \text{HOCl} = 1.5 \times 35.5 \text{ g active chlorines} = 158.1 \text{ sodium hydrogen sulphite}$	
1 غ/ل كلور فعال = 1.5 غ/ل هيدروسلفيت الصوديوم	
$\text{HOCl} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ + \text{O}_2$	
$1 \text{HOCl} = 35.5 \text{ g active chlorines} = 34.02 \text{ hydrogen peroxide}$	
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%	

صباغة الألياف السيليلوزية بأصبغة الأحواض

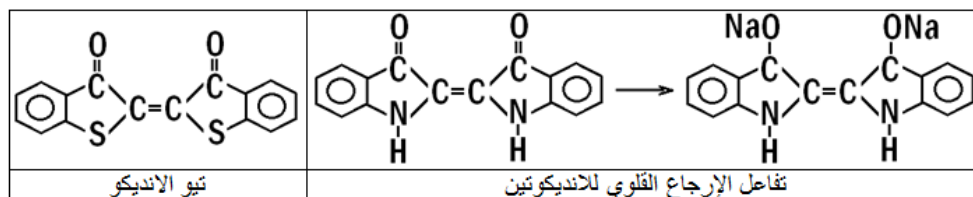
1- المقدمة: تتميز أصبغة الأحواض بعدم قابليتها للانحلال بالماء، وبالتالي عجزها عن عمليتي الهجرة أو الانتشار إلى أعماق الألياف السيليلوزية، ولكن يمكننا وإرجاعها في حوض الصباغة أن نُمكنها من الانحلال ما يتيح لها إمكانية الهجرة والانتشار لنعود ونؤكسدها من جديد لتفقد قدرتها على الانحلال بعد أن تصبح حبيسة البنية السيليلوزية كصباغ ثابت. تتم عملية الإرجاع على أكسجين زمر الكربونيل القابلة للإرجاع بمحلول هيدروسلفيت الصوديوم في وسط قلوي نحصل على مركبات الليكو الحلولة بالماء وفق الشكل (65):



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 السيليلوزية، وتتميز مجموعة الانديكو عموماً عن مجموعة الانتراكينون بكونها:

أ- تتطلب قلوية تشغيل أقل.
ب- دونها ثباتاً على النور والغسيل 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 الكيريت بدلاً عن زمرة -NH- كما في الشكل 38 الأكثر ثباتاً من الانديكوتين وحتى عن الهيبوكوريت نفسه:



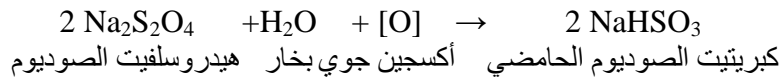
الشكل (66)

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:

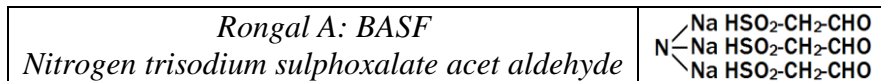
- 1- إيثيل أمين انتراكينون: وتعطي مجموعة ألوان الأصفر والبرتقالي والأحمر والبنفسجي.
- 2- منتجات تكاثف مركبات الأمينو انتراكينون مع كلور السيانور: ويتدرج طيفها من الأصفر إلى البرتقالي والأحمر، وتتميز بثباتيات عالية على النور " 5-7 " وثباتيات جيدة على الغسيل والتبييض.
- 3- انتراكينون اكرادون: ويتم تحضيرها من تكاثف حمض أورثو البنزوثيك مع الأمينوانتراكينون، وقد تم تحسينها بإدخال الهالوجينات على بنيتها، وتتميز هذه المجموعة بثباتيتها الجيدة على النور.
- 4- البنزانترون: وتحضر بإرجاع الانتراكينون إلى الأنترون الذي تتم مفاعله مع الغليسرين وحمض الكبريت، ومن ثم وبالإنصهار القلوي نحصل على الفيولانترون أو ثنائي البنزانترون الجيد الثبات للنور والغسيل والكلور.
- 5- الاننترون: أصبغة برتقالية اللون سهلة الإرجاع وقليلة الاستخدام ولها مشتقات ثنائية الهالوجين، ومن أهم أسباب ضعف استخدامها برغم ثباتياتها العالية على النور والغسيل تسببها بتحلل السيليلوز.
- 6- البيرانترون والفلانترون: تتميز أفراد هذه المجموعة عن بعضها البعض بمدى صعوبة أو سهولة إرجاعها، وتتميز بارتفاع درجة ثباتها على النور " 5 - 7 " والتي تزداد بازدياد هلجنتها.
- 7- الانتراميد: وتتكون 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 الجيدة على النور والغسيل والكلور والغلي القلوي، وتفتقر لزهاء اللون ما يجعل منها غالباً مواداً وسطية ليس إلا.
- 8- أصبغة الانتراكينون الحاوية على الكبريت: تتميز هذه المجموعة باحتوائها ذرة كبريت تمكنا 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 السيليلوز.

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 تنصبن بشارجبة الصوديوم لتتحول لمركب حلول يمكنه الهجرة ومن ثم التغلغل والانتشار في عمق الألياف، وبأكسدته يعود مركباً غير حلول وحبيس البنية السيليلوزية مانحاً إياها لونه.

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 قلويًا 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 ماءات الصوديوم بعدد الزمر الكيتونية فقط لانعدام تأثير أي عامل آخر إلا في حال وجود مركبات قابلة للتصين في الحوض أو الألياف السيليلوزية، إذ تستلزم كل مجموعة كيتونية جزيء قلوي واحد، وبذلك نرى أن لكل صباغ كميتي هيدروسلفيت وماءات 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: الهيدروسلفيت، ماءات الصوديوم، الملح.

2- درجة الحرارة.

3- العوامل المساعدة الأخرى كعوامل التسوية والتحلية ...

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 بالبدء بعملية الصباغة بدرجات حرارة أعلى من المطلوبة لتتبعها 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 ذات معدلات الانتشار المنخفض مواداً تساعدها على رفع معدلات التجانس عبر عدة آليات من أهمها:

أ- عوامل التسوية المؤخرة: وتوزع في فئتين أساسيتين: فمنها ما يتم امتصاصه من قبل الألياف، ومنها ما يرتبط بالصباغ، فالفئة الأولى تمنع من الارتباط السريع لجزيئة الصباغ بالألياف، والفئة الثانية تحد من سرعة تحرك الجزيئة بما يهيء من شروط عملية بناء أكثر انتظاماً، وأهم ما يعيب هذه المجموعة تسببها بفقدان ما يقارب 10-20% من الصباغ، ونجد منها الشاردي الموجب واللاشاردي .

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: ويقوم مبدأ عملها على منع تجمع الأصبغة بحالتها المرجعة، وبالتالي رفع 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 20-30°م، ولكميات بسيطة من الصود الكاوي، وإضافات ملح محدودة.

- المجموعة الثانية: تحتاج لدرجات حرارة من 40-50°م، ولكميات أعلى من الصود الكاوي دون الحاجة للملح.

- المجموعة الثالثة: تحتاج لدرجات حرارة 60°م، ولكميات أعلى من الصود الكاوي ودون الحاجة للملح.

- المجموعة الرابعة: تحتاج لطرق تحضير حمام خاصة إضافة لضرورة وجود بعض العوامل المبعثرة لمنع تجمعها على بعضها البعض، ولا نحتاج معها للملح إذ يستنفذ حمامها كاملاً بالدرجة 50°م، ويتميز أفرادها عن بعضهم البعض بقدر احتياج كل منهم للصود الكاوي.

- المجموعة الخامسة: ومعظم أفرادها من الأصبغة السوداء التي تحتاج لدرجة حرارة 80°م، وكميات كبيرة من الصود الكاوي دون الحاجة للملح.

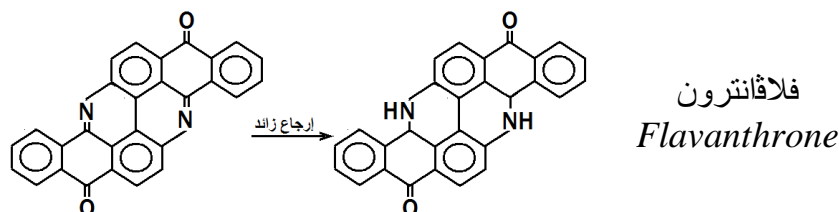
4-2- طريقة الملح الصوديومي الذائب لمركبات الليكو: تقوم هذه الطريقة على إضافة هيدروسلفيت الصوديوم مع ماءات الصوديوم للصبغ مباشرةً بحيث تبدأ عملية امتصاص الأصبغة مع بدء عملية الصباغة نفسها، وعلينا الأخذ بالشروط المثلى لتطبيق العملية الصباغية استدراكاً لأخطاء قد تقع بها مثل:

أ- ظاهرة التملح *Salted - out*: وتحصل لبعض الأصبغة عند ارتفاع نسبة شوارد الصوديوم في المحلول لذا لا يمكننا تطبيقها من حمامات عالية التركيز، أو ذوات نسب حمامات منخفضة.

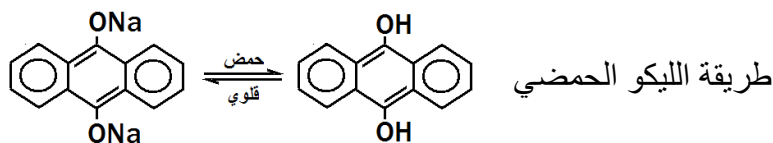
ب- ظاهرة التحلل الإرجاعية *Over - reduction*: يتأثر صبغ الاندانترين الأزرق RS مثلاً للإرجاع الزائد بفعل ارتفاع درجة الحرارة وزيادة الهيدروسلفيت ونقصان ماءات الصوديوم ويتجه ظله نحو الاحمرار كونه يحوي في حلقاته آزوتاً واحداً وأربعة مجموعات كربونيل لا نحتاج إلا لإرجاع اثنتين منها فقط.

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 تغير التركيب الإرجاعية *Molecular rearrangemenet*: ونجد هذه الظاهرة مع أصبغة الفلاثنترون *Flavanthron* التي تعطينا لوناً بنياً مخضراً بسبب تشكل هيدرات الفلاثنترون بشروط درجات الحرارة العالية وعلى الشكل:



4-3- طريقة الليكو الحمضي: تحضر الأصبغة بهذه الطريقة على شكل معلقات مبعثرة في الماء بطريقة إرجاع الصباغ بالهيدروسلفيت وماءات 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 منتشر يرفع عمر المعلقات لأسابيع.

والليكو الحمضي ليست له قابلية للألياف السيليلوزية، ولكنه يتحول للملح الذواب بتأثير القلوي والمواد المرجعة بعد امتصاصه على الخام، لذا يمكننا استخدامه بعد غمر الخام به للوصول إلى درجة التسوية المطلوبة حيث تبدأ عمليات الإرجاع والأكسدة وصولاً لصبغة متجانسة.

4-4- طريقة البيغمنت: انتشرت هذه الطريقة بشكلٍ واسع وبخاصةً في الطرق المستمرة، إذ يتم توزيع الجزيئات الصباغية بحالتها الأصلية أولاً لنضمن تسويتها العظمى والممكن تحصيلها عندما يكون طحن الصباغ وتحضيره غروبياً كما هو حال أصبغة *Colloisol: BASF* والتي تصل بأقطار حبيباتها حتى 2-10 ميكرون، ثم نبدأ بإضافة العامل المرجع وماءات 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 وتعرضها للهواء، في حين تحتاج بعض الأصبغة لشروط أكسدة أكثر قوة تضطرنا معها لاستخدام كيماويات كفوق الأكاسيد والهيبيكلوريت والبيكرومات...

وقد تؤدي شروط الأكسدة القوية لظاهرة فوق الأكسدة التي تخفض من درجة زهاء اللون عند استخدام البيكرومات ما يوجب علينا التعامل مع مرحلة الأكسدة بحذر 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 الثباتيات جميعها ودرجة 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.

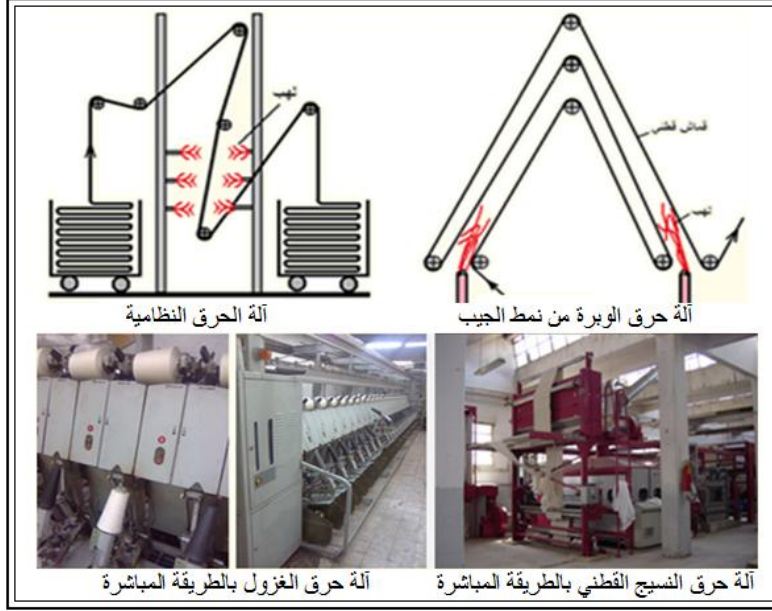
العمليات الخاصة بتحسين المواصفات

تتميز الصناعة النسيجية بكثرة العمليات والتقنيات التي يمكننا اعتمادها لتحسين المواصفات وأداء العمليات المتلاحقة الخاصة بكل نوع من الألياف أو الخيوط كما سنرى في مجمل العمليات التي سنستعرضها في هذا الفصل.

1- العمليات الخاصة بالألياف والأقمشة السيليلوزية:

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:



الشكل (67)

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 تساعدها على الانتصاب وبالتالي ضمان عملية حرقٍ سليمة، ومن الأنماط المتداولة لعمليات الحرق نجد نمط آلة الجيب الذي يقوم على إمرار القماش بين مجموعة اسطوانات تتداخل مع لهب الاحتراق ونمط حرق الوبرة بالطريقة المباشرة كما في الشكل 95، كما نرى في الشكل صورتين طبيعيتين لآلة حرق النسيج وحرق الغزول القطنية بالطريقة المباشرة:

1-1-2- طريقة المعالجة الأنزيمية: وتقوم على معالجة القماش السيليلوزي في حمامٍ يحوي أنزيم السيليلولاز بنسبة قد تصل إلى 2-3% من وزن القماش بحسب تركيز الأنزيم وتعليمات الشركة الصانعة، فشركة د. بتري تنصح

بالمعالجة بأنزيم بيرييزيم IND عند درجة حرارة 45-50 م° / 45-60 دقيقة عند درجة حموضة 4.5-5.5 pH

1-2- عملية التحرير " المرسزة ": تتم عملية تلميع الألياف السيليلوزية بمعالجتها بمحلول 20% ماءات الصوديوم حيث تتعرض لعملية شد تؤدي لتراجع الطول وازدياد الألفة نحو الأصبغة مع ازدياد نعومة الملمس، وقد لوحظ أن تأثير ماءات الصوديوم يكون على الشكل المبين في الجدول (54) والذي نلاحظ من خلاله أنه وعند التركيز 17.5% تبدأ عملية انحلال اللتواءات أولاً ثم الانتفاخات على العكس من التراكيز الأعلى.

ولانحلال اللتواءات أهمية قصوى لأنها السبب الرئيس لزيادة اللمعان بتحول مقطع الألياف إلى الشكل الدائري وبدء انتفاخها الذي يصاحبه انكماش في الطول يستوجب تطبيق عمليات شدٍ صارمة استدراكاً لأي انكماش يحدث بتراكيز ماءات الصوديوم تتجاوز 7%، ونبدأ بعمليات التلميع الكامل والنصفي بعد معالجة النسيج عبر عمليات التحضير

الأولية على آلة حرق الوبر أو إزالة النشاء حسبما يلزم " ويستحسن إجراء عملية قصر أولاً منعاً للتلوث السريع لحمام التلميع ".

الجدول (54)

مراحل التغييرات أثناء عمليات التلميع بدلالة تراكيز محاليل مماءات الصوديوم	تركيز مماءات الصوديوم %
التغييرات	صفر - 7.5
لا يحدث أي تغيير على الشعيرات	9-8
يبدأ انحلال التواءات الشعيرات	10
تزداد سرعة انحلال الشعيرات	15
يبدأ انتفاخ الشعيرات	17.5
اختفاء الالتواءات وانتفاخ الشعيرات	20
انحلال الالتواءات والانتفاخ معاً	40-30
بدء الانتفاخ متبوعاً بانحلال الشعيرات	

1-2-1- التلميع الكامل: وتتم هذه العملية عادةً عند تراكيز لمماءات الصوديوم تعادل 28-32% مماءات الصوديوم أي 55-65° تواديل وبدرجة حرارة 15° م أو أقل.

1-2-2- التلميع النصفي: وتتم هذه العملية بهدف رفع ألفة النسيج للأصبغة دون الاهتمام بدرجة اللمعان، وقد أطلق عليها اسم التحرير النصفي لكون تركيز مماءات 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 لمنع تغلغل محلول مماءات الصوديوم إلى عمق الألياف وإضافة عامل مبلل خاص يمكنه مقاومة تراكيز القلوي العالية.

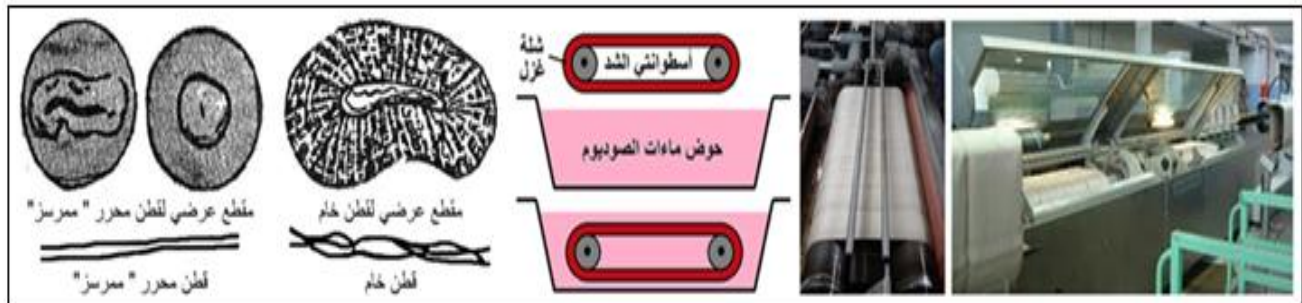
- ضبط درجة شد النسيج بالصورة الأمثل وتجنب تكسيره في حوض التلميع.

- التحقق من تركيز محلول مماءات الصوديوم قبل البدء.

- الغسيل الجيد والتأكد من تعديل قلوية النسيج بحمض مناسب كحمض الخل.

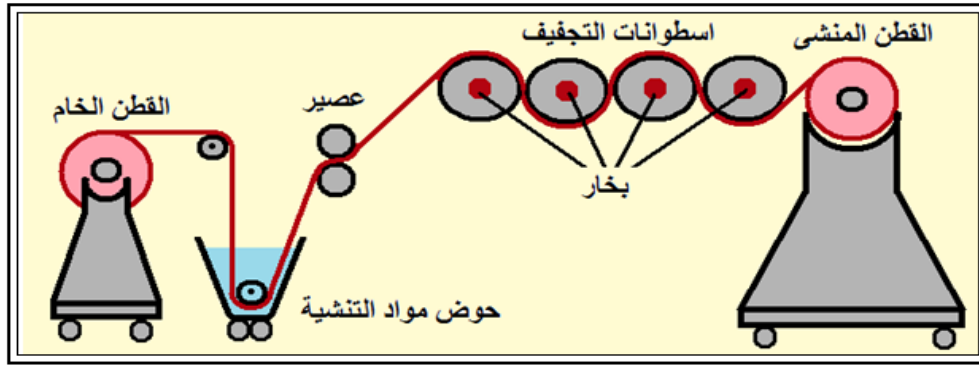
1-2-4- آلية عملية التلميع: ترتبط درجة لمعان النسيج المحرر بقوة الشد المطبقة عليه أثناء العمل وعدم منحه الفرصة للانكماش، لذا فإنه من الضروري شد النسيج عقب معالجته بمماءات الصوديوم إلى عرضه الأصلي، فمثلاً ينكمش النسيج بعمليات التحضير الأولية بمعدل 9%، وبمعالجته بمماءات الصوديوم يصل انكماشه حتى 24%.

وتطبق حالياً عمليات مرسة برفع درجات الحرارة حتى 30° م وبالطرق المستمرة لينتج عنها سيليلوزاً أعلى ألفة للأصبغة دون الوصول لدرجة اللمعان التي نحصل عليها بشروط الحرارة الباردة، ونرى في الشكل (68) وحدة مرسة غزول قطنية:



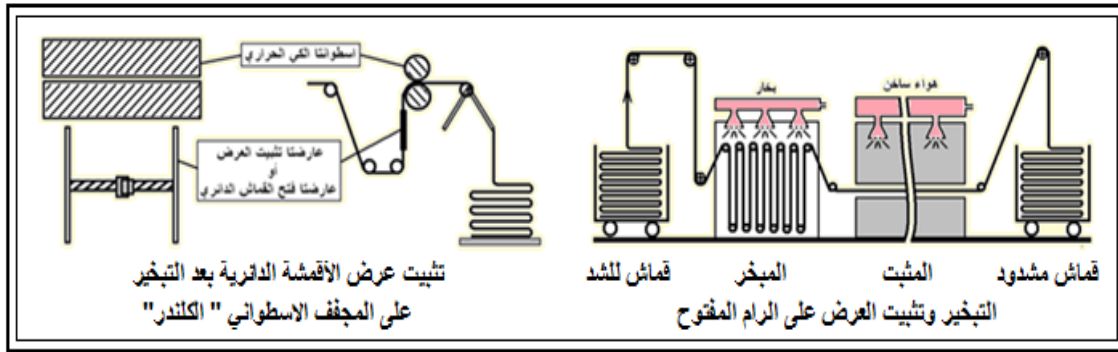
الشكل (68)

1-3- التنشيط: تهدف عملية التنشيط أو طلي الألياف بالنشاء أو بدائله ومشتقاته لرفع المقاومة الميكانيكية ولعدم التنسيل الذي قد يحدث أثناء عمليات النسيج والحياسة، ونرى في الشكل (69) مخططاً لآلة التنشيط التي تتم العملية فيها بإمرار الألياف السيليلوزية على حوض يحوي مادة التنشيط ومن ثم عصره بين اسطوانتين ضاغطتين ليصل إلى مجموعة من الاسطوانات المعدنية المسخنة بالبخار، وتتم عملية التنشيط عادة بعد عملية التسدية:



الشكل (69): وحدة التنشئة

4-1- الشد: تؤدي إجهادات الشد المطبقة على الأقمشة أثناء العمليات الصباغية لزيادة طول القماش على حساب عرضه، لذا فإننا نعمل لترطيبه وشده لاستعادة عرضه الأصلي، وتتم عمليات الترطيب إما بالمخبرات أو بمرذذات الماء، فبعد ترطيب القماش المفتوح نعمل لتجفيفه وتثبيت عرضه على الرام، أما الأقمشة الدائرية " التريكو " فنعمل لتثبيتها على اسطوانات بعد مرورها من خلال عارضتين يمكننا التحكم بالمسافة بينهما " الكلندر"، ونرى في الشكل (70) مخططاً لمثل هذه الوحدة:

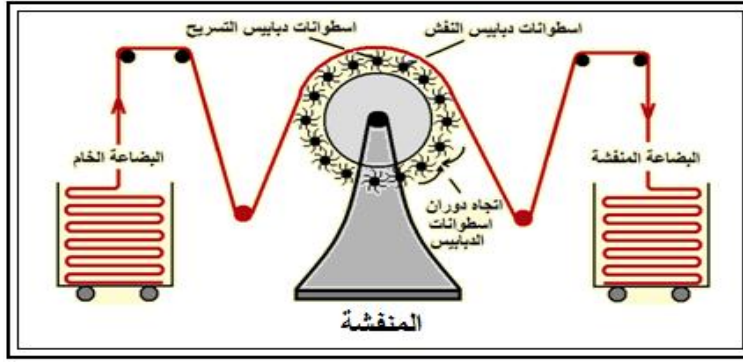


الشكل (70): تثبيت القماش على الرامين المفتوح أو الأسطواني

5-1- 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 بتثبيتها أو بمعالجتها ببعض الراتنجات الصناعية مثل بولي فينيل أسيتات " الغراء الأبيض"، وتتم عملية الصقل عادة بتبخير القماش المراد صقله أولاً ليدخل بين اسطوانتين وتحت ضغط مناسب ما يرفع من نعومة سطحه واختفاء الشعيرات أو الوبر إلى عمق القماش.

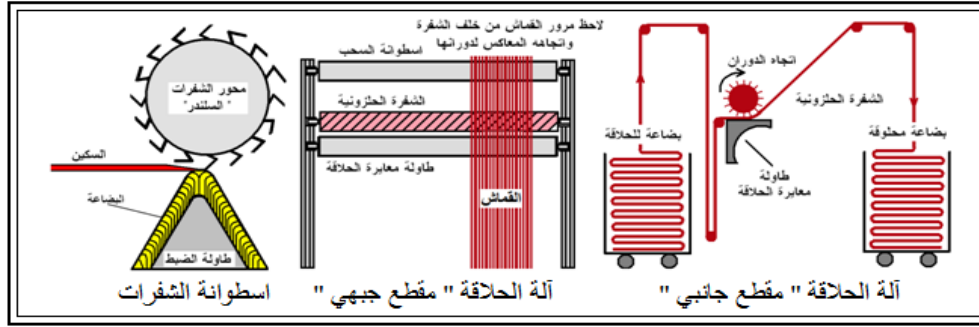
6-1- التكتيش: تتعرض الأقمشة القطنية عموماً بعد تحضيرها النهائي لبعض الكشش بسبب شدها بشيء من الزيادة عن أصلها لضمان عملية كي صحيحة، وتتم عملية التكتيش بتبخير القماش في مبخر ومن ثم ضغطه وتسخينه بأسطوانات خاصة ليصار إلى تجفيفه تثبيتاً لعرضه من جديد دون أي إجهاد شد بتحضيره على الرام، ويمكننا تطبيق عملية التكتيش على القطن أو مزائجه من الخيوط الأخرى، في حين أنها لا تفيدنا مع الخيوط الصناعية حتى ولو كان أساسها السيليلوز مثل خيوط الأسياتات والنحاس النشادرية أو الفيسكوز.

7-1- التوبير " التفتيش": تتم عملية التوبير بسحب شعيرات البضائع المراد نقشها عبر اسطوانات من الدبابيس تتناوب مع اسطوانات أخرى بدبابيس وتدور باتجاه معاكس بحيث يمكننا تأمين عمليتين متواليين: نقش فتسريح، وتفيدنا هذه العملية كثيراً في دعم قدرة الصوف على الاحتفاظ بالحرارة والملمس الناعم، ونرى في الشكل (71) مخططاً مبسطاً للمنافس:



الشكل (71): مخطط مبسط للمنقشة

1-8- الحلاقة: تجري هذه العملية بإمرار القماش المحبوك بين شفرة دوارة على شكل لولب أرخميدس ومثبتة على حاملين وسكين مثبتة باتجاه معاكس واسطوانة تسحب القماش من الشفرة كما يبين الشكل (72)، وتمنح عملية الحلاقة للقماش ملمسه المخملي ورونقه الجذاب :



الشكل (72): آلة الحلاقة

التقنيات الأساسية لطباعة المنسوجات القطنية بالأصبغة الفعالة

مقدمة: تجري عمليات طباعة المنتجات السليلوزية 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 هنا كل مرحلة على حدا لتعرض من خلالها إلى الأخطاء والعيوب أو الميزات المترتبة على كل منها.

1- مراحل العمليات الطباعية:

1-1- التحضير الأولي: ويتم تطبيق هذه المرحلة عبر عمليات:

أ- الغلي أو القصر ومن ثم التثبيت والتصمغ.
ب- التثبيت والتصمغ: وتتم عبر عملية لف القماش على شكل أسطوانة (لف رولو على الرام) مع تصمغ الحواشي منعاً للفها 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.

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. تغير مواصفات المعجونة بخرنها لفترات قريبة أو بعيدة.

1-3- الطباعة: وتتم عملية الطباعة وفق طرق أساسية أربع:

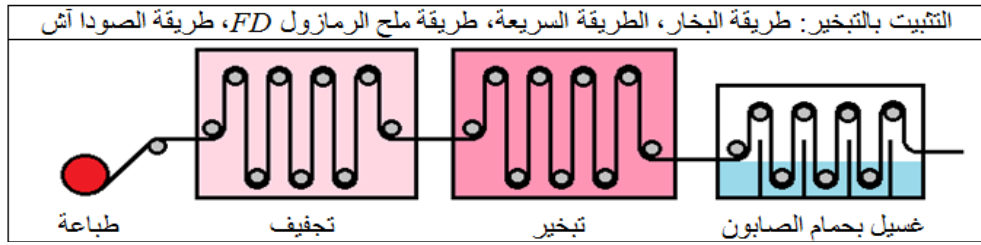
1. الطباعة بالأسطوانة *Roller printing*.
2. الطباعة بالشاشة الدوارة *Rotary screen printing*.
3. الطباعة بالشاشة الحريرية *Screen printing*.
4. الطباعة بقاذف الحبر " بالتتقيط " *Ink jet printing*.

وبالتالي فإن أهم الأخطاء الممكن حصولها عن هذه المرحلة:

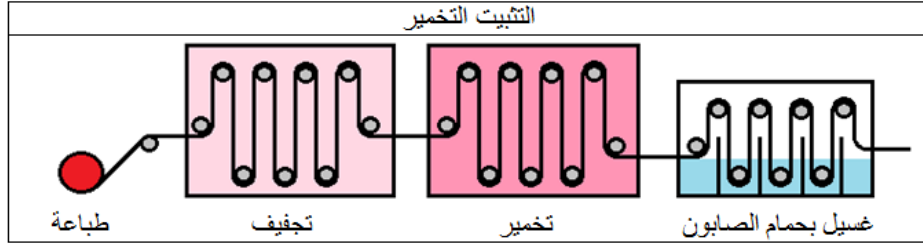
1. سوء تسوية طباعية: تسحب أو انزياح الألوان عن بعضها البعض، تموج اللون، تراجع معدلات صفاء الطباعة بظهور بعض البثور الصباغية.
2. أخطاء في تصميم أو تنفيذ القوالب.
3. التبقيع على الأرضيات البيضاء.

1-4- التجفيف: وتتم بوحدة 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*.



3-2- طريقة التخمير "التثبيت الحراري" (Thermo-fix process) **Baking process**: وتتميز بسهولة تطبيقها وضبط شروطها، كما تتميز ولعدم لزوم المثخنات معها بإمكانية تطبيقها مع الألوان الفاتحة، ويعيبها اصفرار الألياف السيليلوزية بسبب احتوائها على اليوريا " البولة "، ونرى في الشكل التالي مخطط تطبيقها:



3-2-1- تركيب معجونة الطباعة لطريقة المرحلة الواحدة: كما هو واضح فقد سُميت هذه الطريقة بطريقة المرحلة الواحدة بسبب احتواء معجونة الطباعة على العامل القلوي اللازم لعملية التثبيت مع باقي مكونات المعجونة. وقد اعتاد الطابعون على تحضير المعجونة على قسمين: مع وبدون صباغ، وهذا ما يوفر لهم التحكم بدرجة عمق اللون، إذ أنهم غالباً ما يحضرون معجونة الصباغ بتركيز عالٍ للصباغ ليمددوا من بعدها بقدر الحاجة:

تركيب معجونة الطباعة لطريقة المرحلة الواحدة		
الصباغ	معجونة الأصبغة	المعجونة الممددة
صباغ فعال	ما يلزم	لا يضاف
يوريا " بولة "	50-100 غ	50 غ
ماء ساخن	300 غ	300 غ
مثخن	400-500 غ	500 غ
مثبط إرجاع مانع للأكسدة	10 غ	
العامل القلوي* المعتمد	ما يلزم	
ماء ساخن أو مثخن	ما يلزم	
المجموع	1000 غ	
*: يختلف العامل القلوي باختلاف الطريقة المعتمدة		

وكما هو واضح وباستقراء تركيب المعجونة نستدل على ارتباط كميات كلٍ من: القلوي، الماء، المثخن، كمية ونوع وتركيز الصباغ المستخدم. أما عن ارتباط العوامل القلوية بمختلف طرق الطباعة فنتبينها في الجدول التالي:

ارتباط العوامل القلوية بمختلف طرق الطباعة					
الطريقة	القلوي المعتمد		طريقة التثبيت	شروط التثبيت	
	نوع القلوي	الكمية: غرام		درجة الحرارة	الزمن
طريقة بيكربونات الصوديوم	بيكربونات الصوديوم	25-10	تبخير	مبخر سريع	100-103 م°
				<i>Rapid ager</i>	
				مبخر نجمي	100 م°
				صندوق التبخير	100 م°
				<i>Steaming box</i>	-

طريقة الزمن القصير	بيكربونات الصوديوم	25-10	تبخير	105-103 م°	30-90 ثانية
Short time process	صودا آش	10		105-103 م°	-
طريقة ملح الرمازول	ملح الرمازول	120-50	تبخير	100 م°	8-10 دقائق
Remazol salt FD	FD			100 م°	10-12 دقائق
طريقة الصودا آش	صودا آش	10	تبخير	103-100 م°	2-3 دقائق
طريقة التخمير	بيكربونات الصوديوم	25-10	تخمير	140-130 م°	4-5 دقائق
Termo-fix process				190-180 م°	60-120 ثانية

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.

3-3- 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.

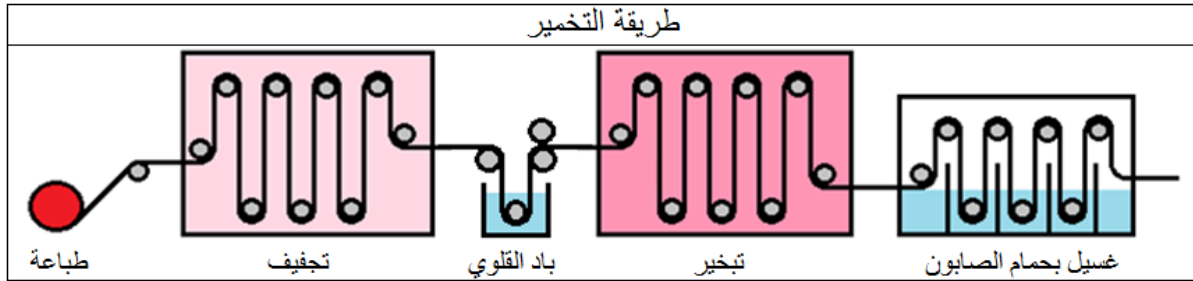
3-3-1- تركيب معجونة الطباعة لطريقة المرحلتين:

تركيب معجونة الطباعة لطريقة المرحلة الواحدة		
الصباغ	معجونة الأصبغة	المعجونة الممددة
صباغ فعال	ما يلزم	لا يضاف
يوربا " بولة "	100-50 غ	50 غ
ماء ساخن	300 غ	300 غ
مثنخ طبيعي	400-500 غ	500 غ
مثبط إرجاع مانع للأكسدة	10-15 غ	
حمض الخل	10 غ	
ماء ساخن أو مثنخ	ما يلزم	
المجموع	1000 غ	

تركيب معجونة الطباعة بالمتنخات الطبيعية			
العامل المثنخ		ألجينات الصوديوم: المثنخ أو الصمغ الأكثر انتشاراً. مواد أخرى: مركبات سيليلوزية معدلة، نشاء معدل، مشتقات صمغية، متنخات مستحلبة	
تركيب المعجونة			
معجونة ألجينات الصوديوم		المعجونة نصف المستحلبة	
ماء	950 غ	ماء	200 غ
ألجينات الصوديوم	40 غ	مثنخ طبيعي	450 غ
عامل تحلية مثل	10 غ	عامل استحلاب DMR	10 غ
أملاح فوسفات الصوديوم		تربنتين معدني	340 غ
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 التربنتين المعدني " الوايت سبريت: كاز أو نפט " شيئاً فشيئاً مع التحريك السريع لصمان أعلى درجة تجانس ممكنة.			

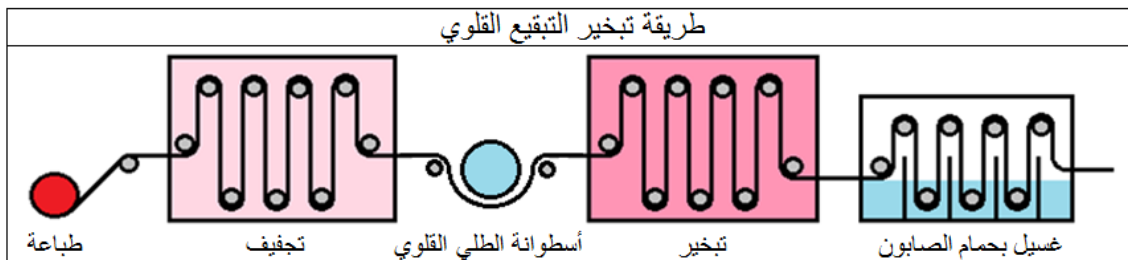
3-3-2- طرق الطباعة:

3-3-2-1- طريقة التبخير *2 Phase steaming process*: وتتميز بغمر المنتوجات المطبوعة بالباد أو الحوض القلوي بعد عملية التجفيف لتتبعها بالثبيث فالغسيل:



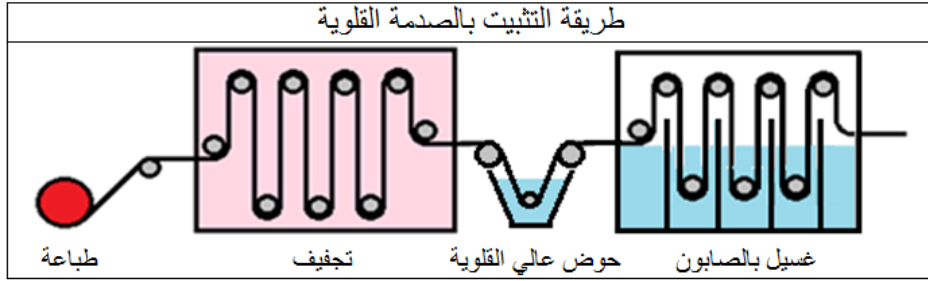
طريقة التبخير <i>2 Phase steaming process</i>	
مراحل العمل	
طباعة	تجفيف
تركيب حوض الكيماويات القلوي	
ماءات الصوديوم (36 بوميه)	40-25 مل
صودا آش	150 غ
كربونات الصوديوم	50 غ
ملح الطعام	100 غ
هيدروسلفيت الصوديوم المركز	1 غ
ماء	الإتمام حتى (1000) مل
درجة حرارة الحوض	دون (30° م)
الحمولة	100-80 %
درجة حرارة وزن التبخير	103 م° / 15-20 ثانية

3-3-2-2- طريقة التثبيث بالطلي القلوي *Alkali blotch steaming process*: وتتم بإجراء عملية طلي لمحلول العامل القلوي من الوجه المطبوع فقط دون الوجه الآخر، لتتبعها عمليات التثبيث فالغسيل:



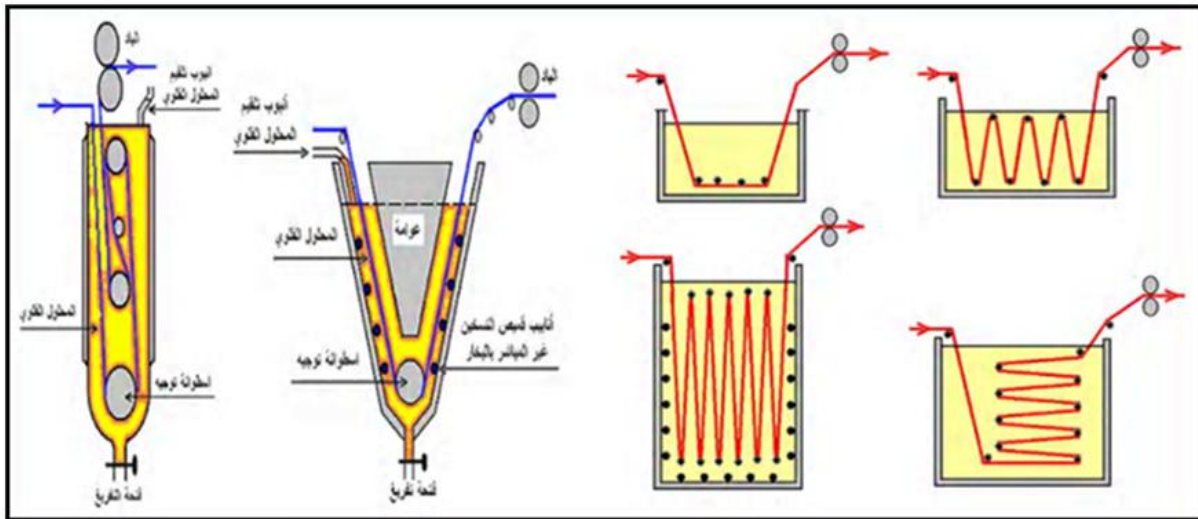
طريقة تثبيث الطلي القلوي <i>Alkali blotch steaming process</i>			
مراحل العمل			
طباعة	تجفيف	طلي القلوي	تبخير
تركيب حوض الطلي القلوي: حوض التثبيث بسيليكات الصوديوم المعدلة RC			
صمغ مثخن عالي المقاومة للقلويات	35 غ	ماءات الصوديوم (36 بوميه)	70 مل
كربونات البوتاسيوم	50 غ	ملح الطعام	200 غ
ماء	450 غ	الإتمام بالماء أو المثخن	حتى 1000 مل
من المثخنات الصمغية المقاومة للقلوي: صمغ تراغاكانت <i>Tragacanth gum</i> ، الصمغ الانكليزي، 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			

3-2-3-3- طريقة التثبيت بالصدمة القلوية *Alkali shock fixing process*: وتتم بمعالجة المنتجات المطبوعة بحوض قلوي عالي التركيز وبدرجات حرارة مناسبة ليصار إلى حمامات الغسيل مباشرة ودون الحاجة لمبخر تثبيت:



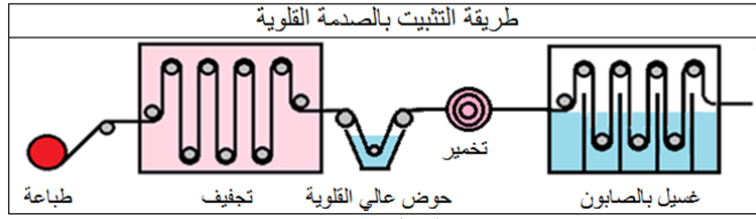
طريقة التثبيت بالصدمة القلوية <i>Alkali shock fixing process</i>				
مراحل العمل				
طباعة	تجفيف	حوض الصدمة القلوية	معالجة نهائية	
تركيب حوض الصدمة القلوية				
المثبت RC العياري بدون تمديد أو التراكيب الكيماوية الثلاثة التالية				
الوصفة (1)	الوصفة (2)	الوصفة (3)		
ملح 100 غ	ملح 200 غ	ملح 50 غ		
ماءات الصوديوم (38) بومييه 70-50 مل	ماءات الصوديوم (38) بومييه 80-60 مل	ماءات الصوديوم (38) بومييه 50 مل		
كربونات البوتاسيوم 50 مل	كربونات البوتاسيوم 50 غ	كربونات البوتاسيوم 50 غ		
سيليكات الصوديوم 10 غ	سيليكات الصوديوم 20 غ	صودا آش 250 غ		
صودا آش 150 غ				
الإكمال بالماء حتى (1000) مل				
شروط الصدمة القلوية: 90-95 م لمدة 10-15 ثانية				

ويبين الشكل (73) بعضاً من تجهيزات الصدمة القلوية:



الشكل (73): بعض تجهيزات الصدمة القلوية

3-2-3-4- طريقة التثبيت على البارد *Cold fix process*: وتعتمد هذه الطريقة على معالجة المطبوعات بحوض تثبيت قلوي يحوي سيليكات صوديوم معدلة يرمز لها بـ RC، وبالتالي فإنها غالباً ما تسمى بطريقة *Fixer RC process* وعلى البارد ليصار إلى تدوير أسطوانة المنتجات " تخمير الرولو " لمدة تزيد أو تنقص بحسب شروط العمل والتراكيز ونوع الأصبغة المستخدمة كما يبين الشكل (74):



الشكل (74)

طريقة التثبيت على البارد Cold fix process				
مراحل العمل				
طباعة	تجفيف	تثبيت على باد RC	تخمير	معالجة نهائية
تركيب حوض التثبيت بسيليكات الصوديوم المعدلة RC				
سيليكات صوديوم معدلة RC مركزة " دون تمديد "				الكيمويات
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 التخدير
بشرط عزله بغطاء محكم يمنع عنه الهواء والغازات				

3-2-5- ميزات طرق الطباعة بطريقة المرحتين:

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 البارد.
6. مردود لوني ممتاز مع سطوع لوني جذاب.
7. إمكانية المزوجة بينها وبين طرق أخرى.

3-2-6- المقارنة بين إجراءات التثبيت لطريقة الطباعة على مرحلتين:

المقارنة بين إجراءات التثبيت لطريقة الطباعة على مرحلتين				
الطريقة	التبخير	الطلي القلوي	الصدمة القلوية	التثبيت على البارد
تجهيزات التثبيت	يزداد الإنتاج	يزداد الإنتاج	لا تحتاج لمبخر بل	لا تحتاج تجهيزات خاصة
سطوع اللون	بتوفر مبخر سريع	بتوفر مبخر سريع	لغاسل مفتوح	اقتصادية لعدم احتياجها طاقة
ثبات معجونة الطباعة والأقمشة المطبوعة المجففة	ساطع	ساطع	ساطع	ساطع والمردود اللوني عالي
قابلية التطبيق على الأقمشة	جيد	جيد	جيد	جيد
الكيمويات	شعيرات الحرير الطبيعي	قلوي " بقدر "	مثبت RC	مثبت RC
تناسخ العمليات الطباعية	ولا تحتاج لتحضير	جيد	مثبت RC تحتاج كيمويات عادية	جيد
أخرى	بقع قليلة على أسطوانة المبخر	سهولة الحصول على اللون المطلوب	بقع أقل على الأرضيات البيضاء	

3-2-7- 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 بالمتخن المستحلب عنه في حال استخدام متخن الألبينات، وبخاصة في حال طباعة الحرير أو طباعة الألياف المثبتة.
 3. يناسب المتخن المستحلب ولسرعة جفافه نظام العمل بالطباعة الآلية للشاشة الحريرية، وبخاصة مع الرسوم أو التصاميم الدقيقة.
 4. يبدأ الصباغ المتوضع على سطح البضائع المطبوعة بالانحلال في كيماويات 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 لمحلول 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.
- 4- المعالجات النهائية: الشطف، الغسيل، حمامات الصابون: وتهدف مجموعة هذه العمليات لإزالة الأصبغة الفعالة غير المثبتة، ومن المهم التنويه هنا إلى أن إزالة الأصبغة من نمط فينيل سلفون VS أسهل من إزالة أصبغة أحادي كلور التريازين MCT.

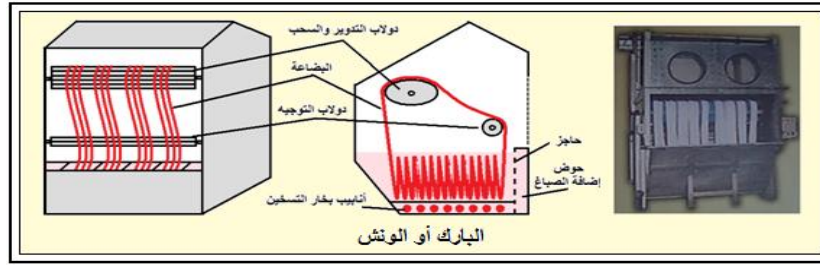
مراحل المعالجات النهائية: الغسيل والشطف			
حالة المثبت RC		غاسل مفتوح: الطريقة المستمرة	
المعالجة	الحوض	المعالجة	الحوض
شطف بارد بنظام التدفق المعاكس: 40-50°م	1	شطف بارد بنظام التدفق المعاكس	1
شطف بارد مع تعديل: 2 مل/ل حمض خل 60% / 40°م	2	تعديل بإضافة 2 مل/ل حمض خل 60% / 40°م	2
شطف بوجود 2 غ/ل عامل تحلية 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 منظفات شاردية سالبة مع لا شاردية	6-4
شطف ساخن: 90-95°م	5		
حمامات غلي مع 1-2 غ/ل مزيج منظفات شاردية سالبة ولا شاردية	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

5- 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% بدرجة حرارة 40°م ← شطف ساخن عند 80-90°م ← حمام غلي مع 1-2 غ/ل منظف شاردية سالب مع لا شاردية ← شطف ساخن بدرجة حرارة 50°م ← شطف بارد بنظام التدفق المعاكس

المعالجة النهائية على الجيكر	عدد الدورات	
	المعالجة	عدد الدورات
شطف بارد		2
تعديل بإضافة 1 غ/ل حمض خل 60% بدرجة حرارة 50°م		1
شطف ساخن بدرجة حرارة 90-95°م		2
حمام غلي مع 1-2 غ/ل مزيج منظف شاردية سالب ولا شاردية		4
حمام معالجة صابوني جديد		4
حمام ساخن بدرجة حرارة 50°م		2
شطف		2



الشكل (75): البارك أو الوتش

6- 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.

7- 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 التركواز 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 لمينتا نترو البنزن $O_2N-C_6H_4-SO_3Na$