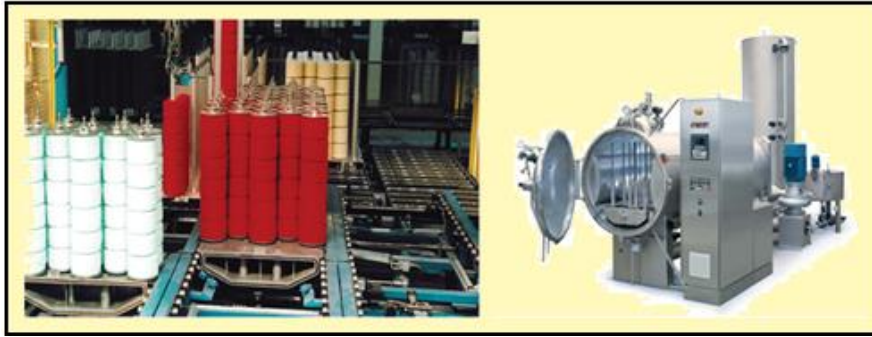


جامعة دمشق  
كلية العلوم - قسم الكيمياء

المدخل لأساسيات

# العمليات الكيميائية



الكيميائي بلال عبد الوهاب الرفاعي

مشرف على الجوانب التطبيقية  
شعبة الصناعات

٢٠١٥/٥/١٧

## توطئة

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

أما بعد: تعد الصناعة النسيجية في بلدنا واحدة من أهم دعائم اقتصادنا الوطني لذا فإنها تشهد هذه الأيام نمواً مضطرباً وتنامياً ملحوظاً على مستوى تقنياتها وخطوط إنتاجها المتكاملة ، وهذا ما يستوجب بالطبع إعداد الخبرات البشرية التي يمكنها أن تقود وبنجاح مسيرة التطور للارتقاء أكثر وأكثر.

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

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

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

ولقد أثرت أن يكون كتابي هذا أكاديمياً بعض الشيء بموازاته بالمناهج المقررة لطلبة الجامعات السورية حيث كانت دراستي الجامعية، وعملياً بالأخذ بالدراسات والكتالوكات الصادرة عن كبريات الشركات المنتجة للأصبغة أو المواد المساعدة .

والله من وراء القصد.

بلال عبد الوهاب الرفاعي

في ٢٠١٥/٥/١٧

## تقديم

دأب قسم الكيمياء منذ سنتين على استغلال مدرجات دار الكيمياء في كلية العلوم، والتي تكون على أهبة الاستعداد لاستقبال طلبة الكلية قبل بدء المرحلة الدراسية، على عقد دورات مهنية تعليمية تطبيقية مجانية لطلبة القسم وخريجيه، ولمن يرغب من الفروع الأخرى ذات الشأن ككليات الصيدلة والهندسة لتحقيق شعار (ربط الجامعة بالمجتمع) بعد أن نال القسم ثقة ودعم عمادة الكلية ممثلة بشخص عميد الكلية الأستاذ الدكتور عزات قاسم، والتي سعت بدورها لموافقة رئاسة الجامعة ممثلة بشخص رئيسها الأسبق الأستاذ الدكتور عامر مارديني، ورئيسها الحالي الأستاذ الدكتور حسان الكردي مشكورين وكان من ثمرات هذه الدورات التي أخذت منهجية الأسبوع العلمي الدوري أن تم الطلب من المدرب الكيميائي الأستاذ بلال الرفاعي بوضع كتاب شامل لدقائق وتفصيل العمليات الصباغية الخاصة بالصناعة النسيجية، وبشكلها التطبيقي الموافق لطرائق العمل على أرض الواقع. فتقدم مشكوراً بهذه النسخة تحت عنوان المدخل لأساسيات العمليات الصباغية كتوسعة لمؤلفاته السابقة في هذا السياق. وإذ يشكر قسم الكيمياء الأستاذ بلال الرفاعي فإنه تمنى تحقيق الفائدة لكل طلابنا، وبخاصة لطلبة الدراسات العليا لندرة توفر مثل هذه المراجع الخاصة بمثل هذه المواضيع بلغتنا العربية الأم، عسى أن يكون هذا الكتاب لبنة جيدة في هذا المضمار.

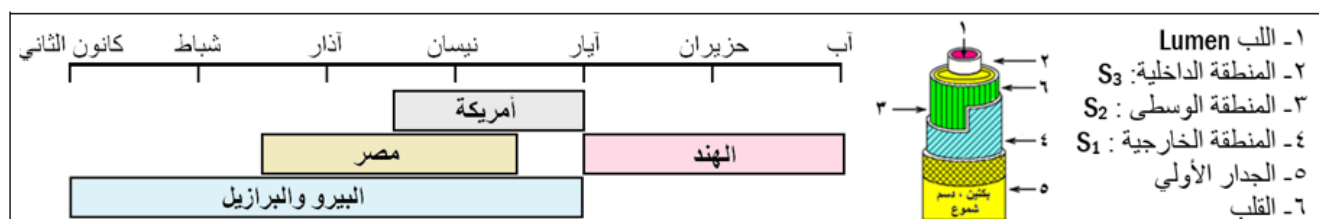
رئيس قسم الكيمياء

الدكتور محمد جمال الخطيب

## الألياف القطنية

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

١- **بنية القطن:** يتألف القطن من شعيرات متطاوله وحيدة الخلية، وللشعيرات نهايات مفتوحة مستدقة وسفلية (حيث اتصالها بالبذرة)، ولا يتم فصل الشعيرات عن بذورها إلا عبر عمليات الحلق، وتتميز بنيتها كما في الشكل (١) بطبقات متحدة المركز وبتجويف مركزي يُعرف باللب Lumen وطبقة القشرة الخارجية التي تتألف من الشحوم والبكتين والشمع، ويتوضع تحت القشرة الجدار السيليلوزي الأولي والذي تتشابك أليافه بصورة متصالية، ويليه الجدار الثانوي المؤلف من ثلاث طبقات سيليلوزية:



الشكل (١): شعيرة القطن ومواسم زراعة القطن في بعض مناطق العالم

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

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

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

يوجد في اللب القطني الكامل النضوج حوالي ٨٠-١٢٠ النفاف في السننيمتر الواحد، ويزيد عددها كلما زادت جودة القطن، 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 ولبها منخسف ما يجعلها أليفاً مينة في النهاية، ويعود عدم نضوج الخلايا أو موتها لأسباب كثيرة تتعلق بشروط الزراعة تربةً ومناخاً وموعد زراعة وقطاف.

٢- **مكونات القطن الخام:** يحوي القطن الخام على مكونات طبيعية أخرى نرى أهمها في الجدول (١)، أما عن تركيب الرماد فهناك إحصاءات عديدة قامت بها شركات مختلفة نستعرض منها الجدول (٢):

الجدول ١

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



الجدول ٢

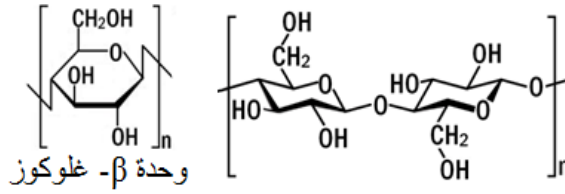
محتوى القطن من الرماد					
%	الشارجية	الشارسية	%	الشارجية	الشارسية
٩,٣	البوتاسيوم	الكبريتات	٣	الحديد	الأكسيد
٠,٩	الكالسيوم		٥	الألمنيوم	
٨,٤	المغنيزيوم		٤٤,٨	البوتاسيوم	الكربونات
٩,٩	البوتاسيوم	الكلور	١٠,٦	الكالسيوم	
محتوى القطن الخام وبعد بعض المعالجات من بعض الشوارد المعدنية بحسب BASF					
الحديد	المغنيزيوم	الكالسيوم	التركيز بوحدات : " ملغ / كغ : p.p.m "		
٣٢	٥٩٠	٩٠٠	القطن الخام		
٢٧	٢١٠	٥١٠	إزالة النشاء		
٢٦	٢٧٠	٥٠٠	الغلي		
٢٢	١٦٠	٣٥٠	إزالة النشاء مع الغلي		
١٠	٤٠	١٠٠	إزالة النشاء مع المعالجة الحمضية		
١٢	٧٠	٣٠٠	إزالة النشاء مع التبييض		
١٠	٦٠	١٤٠	إزالة النشاء مع الغلي والتبييض		

ويبين الجدول (٣) محتوى بعض أنواع الأقطان من بعض الشوارد المعدنية:  
الجدول ٣

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			
٣٠	٦	٣١٣	١١١٩	٢٧١١	١٩٨٥	بارانا	البرازيل
١٢	٣	٨٢	٧٣٦	١٦٨٨	١٩٨٧	كونشال	
١٧	٤	١٣٢	٩٢٢	١١٩٧	١٩٨٥	بارانا	
١٣	١ >	٢٠٥	٧٦٢	١٦٧٧	١٩٨٧	ليمي	
١ >	١ >	١٢	٣٣٤	٥٤٠	١٩٨٣	كولومبيا	
١٠	-	٢٥٢	٨٠٨	١١٠٠	١٩٨٨	الاتحاد السوفياتي	
٦	٣	١١٢	٥٦٧	١٣٢٠	١٩٨٦	" روسية "	
٣٦	٣	١٨٧	١٠٥٥	١٨٨٨	١٩٨٩	السودان	
٩	-	٨٩	٦١٧	٧٩١	١٩٨٨		
١٠	-	٣٠٠	٩١٢	٩٤٧	١٩٨٩		
تحليل لخمس عينات قطن سوري من المصبغة الفنية بدمشق لـ CHT							
Fe	Mg	Ca	العينة				
١٥	٦١٧	٧١٠	١				
٣١	٥٤٠	٩٢٠	٢				
١١	٥٧٠	٦٠٠	٣				
١٣	٥٥٠	٧٠٠	٤				
١٩	٤٦٥	٧٥٥	٥				

٣- السليلوز  $(C_6H_{10}O_5)_n$  : يُعد السليلوز المكون الرئيس للقطن والذي تتمحور عليه كل العمليات الصباغية من قصر وصباغة وتجهيز، وله بنية بوليميرية مبسطة، إذ يبدو كمادة بيضاء وزنها النوعي (١,٥)، يحترق بالهواء معطياً شعلةً بيضاء بدون دخان، غير نواب بالماء أو المذيبات العضوية، إنما بمحلول هيدروكسيد النحاس النشادرية وبعض المحاليل الملحية المركزة مثل كلوريد التوتياء وتيوسيانات الكالسيوم، كما أنه غير ذواب بالقلويات إنما بحمض الكبريت المركز والبارد أو حمض الكبريت ٦٠ % بدرجة حرارة ٦٠°م وحمض كلور الماء وحمض الأزوت الساخن.

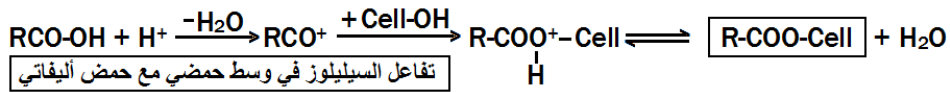
٣-١- بنية السليلوز: يتألف السليلوز كما يبين الشكل (٢) من سلاسل طويلة لوحدات الجلوكوز التي ترتبط فيما بينها بجسور أكسجينية على ذرتي الكربون (٤,١). وتوصل العلماء وبدراسات اعتمدت مبدأ التحليل بالمتفلات إلى أن طول السلسلة السليلوزية يصل حتى (١٠,٠٠٠) وحدة جلوكوز أي ما يعادل وزناً جزيئياً قدره (١,٥٨٠,٠٠٠).



الشكل ٢ : بنية السلاسل السيليلوزية (لاحظ تناوب توضع زمري الهيدروكسيل الثانويين)

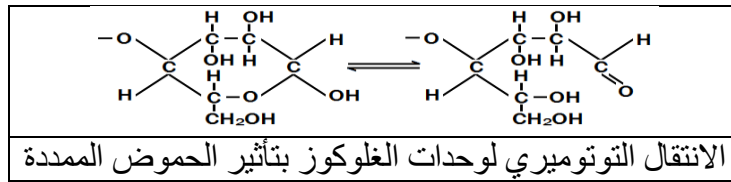
٣-٢- الفعالية الكيماوية للسيليلوز: كما هو واضح من الصيغة المفصلة لجزء من سلسلة السيليلوز فإننا نلاحظ وجود مجموعة هيدروكسيل أولية فاعلة ومجموعتي هيدروكسيل ثانويين أقل فاعلية، ومع ذلك يصعب علينا تقدير نتائج التفاعلات سلفاً بسبب :

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



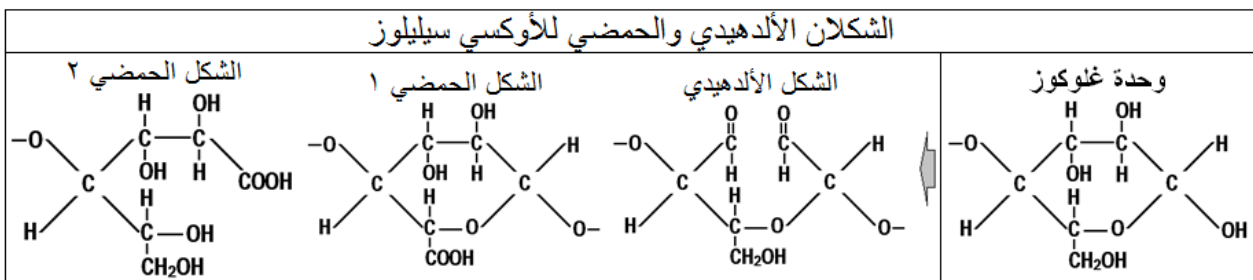
ويلعب وجود الماء دوراً هاماً في مثل هذه التفاعلات لتسببه في انتفاخ الألياف السيليلوزية.

٣-٣- هيدرو السيليلوز: وينتج عن انقسام السلاسل السيليلوزية بتأثير الحموض الممددة مؤدياً لتراجع قدرة الألياف الميكانيكية على الشد وارتفاع القدرة الإرجاعية لنتاج الحلمة بسبب تحول السلاسل لأشكال أدهيدية عبر الانتقال التوتوميري:



وترتبط قدرة الهدرلة بدرجتي الحموضة والحرارة ونوعية الحمض، إذ أنها تحدث بفعل الحموض المعدنية دوناً عن الحموض العضوية، لذا فإنه يُحَدَّر من إنهاء العمليات الصباغية للسيليلوز بحمض معدني ولو كان بنسبة ١ % لحمض الكبريت مثلاً تحاشياً لأثره السلبي عند الخزن الطويل والذي يؤدي لتراجع المتانة والمواسفات الأخرى.

٣-٤- أوكسي السيليلوز: تعطي عمليات أكسدة السيليلوز مجموعة مركبات يعرف مجموعها بأوكسي السيليلوز، فقد تعطي الأوكسدة شكلين حمضيين وآخر أدهيدي كما في الشكل (٣):



الشكل ٣: الشكلان الأدهيدي والحمضي للأوكسي سيليلوز

٣-٥- تأثير العوامل المختلفة على السيليلوز: وأهمها تأثيرات الحرارة والماء والحموض والقلويات.

٣-٥-١- تأثير الحرارة: يمكننا تسخين السيليلوز بالحالة الجافة حتى ١٥٠ م دون حدوث أي تفكك، وباستمرار التسخين يبدأ بالتلون نحو اللون البني دون أي تلف له إلا بتطبيق شروط عملية التبييض.

ومع رفع درجة الحرارة لأكثر من ذلك وبوجود أكسجين الهواء يبدأ بالتلف نتيجة تشكل مركبات أوكسي السيليلوز وبخاصة بوجود آثار لشوارد معدنية كالنحاس.

٣-٥-٢- 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.

٣-٥-٣- 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 لتشكل حمض الحماض HOOC-COOH وغاز أول أكسيد الأزوت NO، ويمكننا رفع سرعة هذا التفاعل برفع درجة الحرارة.

٣-٥-٤- 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 كهيدروكسيد الصوديوم فيؤثر الممدد منها بنفس الطريقة، في حين أن تراكيز ٢% والتي لا تؤثر عند درجة حرارة الغليان بمعزل عن الهواء فإنها تؤدي لتشكل أوكسي السيليلوز عند وجود الأكسجين.

## البحث الثاني

### الألياف النباتية

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

#### أولاً: الكتان Flax

يُزرع الكتان على سواحل البحيرات والمناطق الحارة لاحتياجه كميات ماءً كبيرة وأرض رملية رطبة، وهو نبات متعب للأرض، ونرى في الجدول (٣) أهم خواصه:

الجدول ٣: أهم خواص الكتان

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



الشكل ٤: نبات الكتان

ويلعب تحديد زمن الحصاد دوراً هاماً في جودته تبعاً لأدوار النضج التي تقسم إلى:

- النضج الأخضر
- النضج الأخضر المصفر
- النضج التام
- النضج الموتى.

ويُعتبر دوراً النضج الأخضر المصفر والتام أهم مواسم الحصاد لأن الانتظار حتى دور النضج الموتى يعني نضج البذور والأخذ بها كمصدر لزيت الكتان المستخدم في صناعة الطلاء الزيتي. ويتم خزن وتحضير ألياف الكتان على الشكل:

١. تخزين ساق الكتان بحضور بكتريا عضوية في الأحواض وعلى مرحلتين: تخزين قبل النضوج في المياه الراكدة فالجارية.
٢. تخزين ساق الكتان بكيماويات خاصة وعلى مراحل: تخزين بالمياه الفاترة أو الساخنة، بالمواد الكيماوية أو بالطرائق الميكانيكية لاستخلاص الألياف.
٣. تجفيف الحزم الليفية، وكسر السياق وتمشيط الألياف.

#### ثالثاً: الجوت Jute

يحتل الجوت مكانة مرموقة في صناعة الغزل والنسيج بعد القطن بين الألياف النباتية، وتتميز أليافه بلونها الأصفر الفاتح المائل إلى البني، وأكثر المناطق زراعة له: البلقان، فالهند وأندونيسيا، ونجد في الجدول (٤) أهم خواصه الفيزيائية:

الجدول ٤: أهم خواص الجوت الفيزيائية

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



الشكل ٥: نبات الجوت

#### رابعاً: القنب Hemp

تُستخدم ألياف القنب في كل الصناعات النسيجية وخاصة المفروشات لمقاومته العالية ولمعانه الجيد، ولونه الأبيض، إضافة لإمكانية مزجه مع بقية الألياف، ويتم استخلاص ألياف القنب عبر مراحل عدة أهمها: تمشيط القشور عن الساق بآلات خاصة - التنظيف من آثار المواد الصمغية العالقة - الخزن بوجود البكتريا العضوية - الخزن بوجود كيماويات خاصة - الغسيل والتمشيط.

#### خامساً: الرامي Ramie

عرف نبات الرامي قديماً، واستدل على استعماله عام ٩٥٠ ق.م كأشيرة للسفن، وعرف في الصناعة عام ١٦٩٠ م حيث دخل ممزوجاً مع ألياف أخرى في صناعة المفروشات، وأهم الدول التي تزرعه: الصين، الهند، الجزائر، مصر، ليبيا، إيطاليا، روسيا.

وتتميز ألياف الرامي بلونها الأبيض ومقاومتها ولمعانها الجيد، وتبلغ طول تيلته ١٥٠ ملم، ونعومتها ٢٠٠٠ نانومتر، ووزنه النوعي ١,٥، وتتم عملية استخلاص أليافه على الشكل:

١. تمشيط القشور عن الساق بآلات خاصة.
٢. التنظيف من المواد الصمغية العالقة.
٣. الخزن بوجود بكتريا عضوية.
٤. الخزن بوجود كيماويات خاصة.
٥. الغسيل والتمشيط.



الشكل ٦: نبات الرامي

#### سادساً: الكنفير

يُزرع الكنفير في مناطق عدة من العالم وخاصة في آسيا الوسطى حيث عُرف منذ عام ٤٥٠ ق.م، ثم منعت زراعته تجنباً لاستخلاص المواد المخدرة التي يحويها نوعه المسمى *Canabis indien*، ويستفاد من النبات باستخراج أليافه أو من بذوره الغنية بالزيت والتي يصل محتواها حتى ٣٠%، ويتم استخراج الألياف من النبات على مرحلتين: تخزين ساق النبات بوجود بكتريا عضوية " أنزيم "، ومن ثم استخراج الألياف بطرائق آلية، ويبلغ طول الليفة ٢ - ٢,٥ م ونعومتها ١٨ - ٥٠ ميكرون، وأهم ما يُصنع من هذه الألياف الشوالات وما شابهها، ويبين الجدول التالي تركيبها:

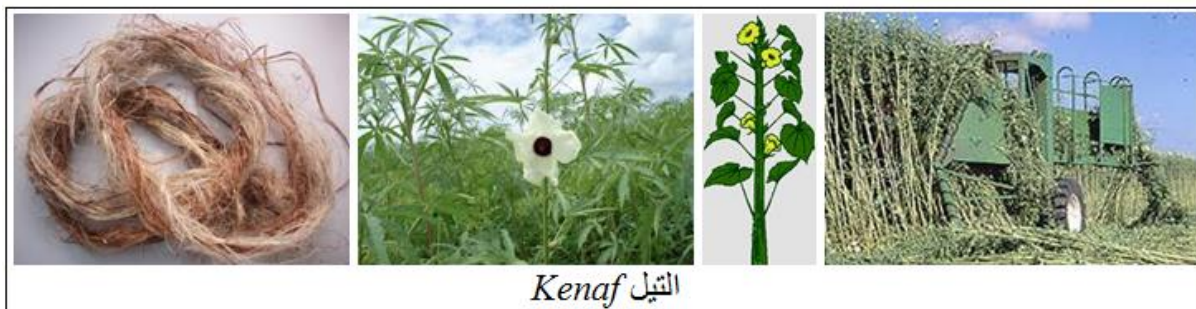
تركيب ليفة نبات الكنفير	
النسبة المئوية	المكون
٧٧,٧٧%	سيليلوز
٩,٣١%	بكتين
٠,٥٦%	زيوت
٣,١٨%	مواد معدنية
٠,٨٢%	رماد
٥,٨٨%	ماء

الكانبيس الهندي *Canabis indien*



## سابعاً: التيل Kenaf

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



التيل Kenaf

الشكل ٧: نبتة التيل

## ثامناً: السيزال Sisal

يطلق اسم السيزال (أو قنب السيزال) لأثنين من النباتات المدارية، لها أوراق سيفية الشكل تمكننا من تشكيلها أليافاً، والنباتان هما السيزال المكسيكي (الهيكن)، والسيزال الأفريقي، ويبلغ طول أليافهما بحدود ٥٠-١٣٠ سم، لذا تستخدم لإنتاج الحبال.

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



الشكل ٩: نبات السيزال

## تاسعاً: قنب مانيلا Abaca Manila

يصل ارتفاع قنب مانيلا إلى ستة أقدام، أوراقه مستطيلة ضخمة، وتنمو على الساق، وتكوّن قاعدة الساق غمداً (غطاء) حول الساق، وتحتوي الأغمد على الألياف القيمة التي تتراوح أطوال السمكة منها بين ١,٥-٣,٥ متر، وتتكون أساساً من السيليلوز والخشيبين والبكتين، ويتم تسويق الألياف بعد فصلها تحت اسم مانيلا، إذ تأخذ هذه الألياف اسمها من أكبر مدن الفلبين.

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



الشكل ١٠: قنب مانيلا

## عاشراً: البينا Pina

تصنع ألياف البينا من أوراق الأناناس، وتغزل أحياناً مع الحرير أو البوليستر لتصنيع أصناف النسيج الخفيف الوزن والأنيق السهل العناية، يشبه الكتان، وتعقد كل مجموعة ألياف مع بعضها لتشكيل شعيرات طويلة، ثم تنسج يدوياً لتصنيع الألبسة، علاوةً عن استعمالها في صناعة بياضات الطاولات والحقائب والحصر، إذ تتميز هذه الألياف بنعومتها وطراوتها ولمعانها العالي ولونها العاجي. ويتم الحصول على الألياف بقطع أوراق النبات أولاً، لتسحب الألياف أو تفصل أو تقشط منها، وتكون معظم الألياف طويلة قابلة للتقصف.



الشكل ١١: نبات البينا

## اختبارات الألياف السيليلوزية

- ١- تعريف الليفة: هي كل شعيرة تحمل خواص الليونة والطرارة والدقة والطول والاستطالة وقابلية اللف والانحناء.
- ٢- طول التيلة: لطول تيلة القطن أهمية بالغة، لأن الألياف ولنفس الجوزة قد تتباين عن بعضها البعض في طول ونعومة التيلة، فكل طول تيلة استثمر أمثل، فالتيلة الطويلة تلائم الأقمشة الناعمة كونها تمكننا من الوصول لغزولٍ دقيقة، أما التيلة القصيرة الخشنة فلها مكانتها الهامة في مجالاتٍ أخرى.
- ١-٢- طرائق تعيين طول التيلة: يمكننا تعيينها من الجوزة مباشرةً أو من القطن المحلوج:
  - ١-١-٢- 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.
  - ٢-٢-٢- 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، والتي 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.
- ٣- تعيين مقاومة الألياف: تزداد درجة مقاومة الألياف تبعاً لدرجة النضوج، لأن النضوج يعني ازدياد طبقات السيليلوز في الليفة، وتعتمد أكثر مراكز البحوث جهاز بريسلي لتحديد هذا، ويتم العمل على هذا الجهاز بأخذ عينة القطن وتمشيطها جيداً حتى تحقق أكبر قدرٍ من التوازي، وتوضع بين فكي آلة الشد ونحدد رقم الانقطاع ونقسمه على وزن الألياف فنحصل على رقمٍ مقدرٍ بوحدته بريسلي، ونحسب مقاومة القطع من العلاقة:

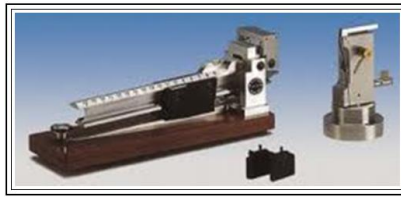
$$\text{مقاومة بريسلي للقطع} = \{ 10,8116 \times \text{الرقم الناتج} \times (\text{المقروء} \div \text{الوزن}) \} - 0,12$$

ويتم تصنيف مقاومة الألياف على أساس الجدول (٥):

الجدول ٥

تصنيف مقاومة الألياف بحسب علاقة بريسلي					
تقييم الألياف	قوية جداً	قوية	وسط	قريبة من الوسط	ضعيفة
النتيجة	٩١ <	٩٦-٩١	٩٥-٧٥	٧٤-٧٠	٧٠ >

وللحصول على المقاومة الفعلية للألياف نضرب هذه الأرقام بـ ١٠٠٠



الشكل ١٢: جهاز بريسلي

٤- تعيين نعومة الألياف ودقتها: ويتم تحديدها بطرائق رئيسية ثلاث:

- ١-٤- طريقة الليفة الواحدة: وتتم بواسطة المجهر.
- ٢-٤- طريقة الحزمة بالهواء: وتتم بإمرار كمية هواء من خلال كمية قطن معينة.
- ٣-٤- طريقة الألياف بالوزن: وتتم بوزن ١٠٠ ليفة تتبعها عينات أخرى بنفس الطريقة فنحصل على فكرة عن مدى نعومتها من فرق الأوزان بحسب الجدول (٦):

الجدول ٦

نعومة الألياف بدلالة طريقة وزن ١٠٠ ليفة					
النعومة	جيدة ورقيفة جداً	رقيفة	وسط	غليظة	غليظة جداً
الوزن: ملغ	٣٠٠ ≥	٣٩٠-٣٠٠	٤٩٠-٣٩٠	٦٠٠-٤٦٠	٦٠٠ ≤



## ٥- قياس الاستطالة: يتم حساب الاستطالة عادةً من القانون:

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

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

ويبين الجدول (٧) الاستطالة المئوية لعددٍ من الألياف والذي يبين أن الحدود العظمى لاستطالة الألياف ٣٠%٠

الجدول ٧

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

٦- قياس المرونة: إن لقابلية استطالة ومرونة الألياف أهمية كبرى، إذ يتمزق النسيج لولاها عند أي إجهاد متوسط (وخاصة عند الركبة والمفاصل)، ويتم قياس المرونة عادة بنفس مقاييس الاستطالة وتحصر النتيجة بين ٠-٢ حسب طول العينة، ونستعرض في الجدول (٨) مرونة بعض الألياف:

الجدول ٨

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

٧- تعيين درجة النضوج: يرافق درجة نضوج الألياف تحسناً في خواص القوة والاستطالة والمرونة، وتتعلق درجة النضوج بازدياد سماكة الطبقة الأولى كما يبين الشكل ٤:



الشكل ٣: درجات نضوج الألياف القطنية

وتزداد كمية الليومن Lumen بازدياد الطبقة السيليلوزية، ويتم تحديد درجة نضوج الألياف بإحدى الطرائق التالية:

- أ- صباغة الألياف.
- ب- إمرار الهواء.
- ج- المعالجة الكيماوية: وهي الأكثر شيوعاً، ويتم تطبيقها بأخذ محلول ١٨% هيدروكسيد الصوديوم وعددٍ من الألياف النظيفة ونضعها تحت المجهر لمدة لا تقل عن الدقيقة ونبدأ بمراقبة تغير كل ليفة على حدا، ونقيس السماكة الأخيرة ونستخلص النسب التالية في الجدول (٩):

الجدول ٩

نسبة الانتفاخ				
النسبة	نضوج الليفة تام	الليفة ناضجة	الليفة ناضجة قليلاً	الليفة ميتة تماماً
التقييم	$0,5 \leq$	$0,5-0,25$	$0,25-0,125$	$0,125 \geq$
سماكة الانتفاخ = سماكة الليفة النهائية - سماكة الليفة الناضجة				

٨- قابلية أي أرسل لك كامل الصورة الألياف للاحتفاظ بالحرارة: يمكننا تحديد هذه القابلية بطرائق عدة أهمها طريقة ميزان الحرارة، إذ ترفع درجة حرارة الميزان حتى ٩٥°م ونغرز به بسرعة عالية داخل كتلة الألياف ونقيس درجة الهبوط خلال زمن معين، نكرر التجربة عدة مرات ونأخذ بالمتوسط، ونرى في الجدول (١٠) نتائج عدة ألياف مقارنةً مع الهواء:

الجدول ١٠

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

٩- قابلية الألياف لامتصاص الرطوبة: لهذه الخاصية أهمية كبيرة جداً في تحقيق جودة الألياف، وقد دلت الدراسات بأجواء مختلفة معدلات الرطوبة على أن معدلات الامتصاص لبعض الألياف على الشكل المبين في الجدول (١١) الذي حددت قيمه بدرجة حرارة  $20 \pm 2^\circ\text{م}$ :

الجدول ١١

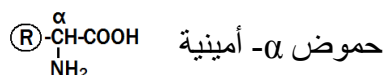
قابلية بعض الألياف لامتصاص الرطوبة				
معدل الرطوبة %	القطن	الصوف	الحرير الطبيعي	الخيوط التركيبية
١٠	٢,٤	٤,٠	٣,٣	٣,٩
٢٠	٣,٦	٧,١	٥,٤	٥,٧
٣٠	٤,٣	٩,٤	٦,٧	٧,٤
٤٠	٥,٠	١١,٠	٧,٨	٨,٨
٥٠	٥,٧	١٢,٢	٨,٨	١٠,١٤
٦٠	٦,٧	١٢,٦	٩,٩	١٢,٢
٧٠	٧,٩	١٦,٠	١١,٤	١٤,٣
٨٠	٩,٠	١٨,٦	١٤	١٧,١

## البحث الرابع

### الألياف الصوفية

١- **الصوف الخام:** يرافق الصوف الخام كمية كبيرة من الأوساخ مثل العرق والدهون والبقايا العشبية والغبار، والتي لا بد لنا من التخلص منها قبل أي استثمار، فنبدأ بعمليات غسلٍ على البارد والساخن بالمنظفات وبعض العمليات الآلية وصولاً لصوفٍ نقي.

٢- **التركيب الكيماوي للصوف:** يتكون الصوف بصورة رئيسة من كيراتين بروتيني Keratin، ويتمتع الكيراتين بمقاومة عالية للكيماويات والمركبات الحيوية، ويتألف من حموض ألفا أمينية صيغتها العامة:

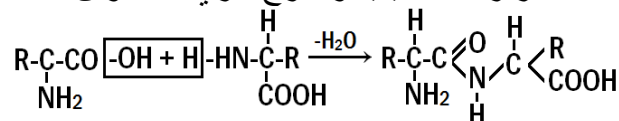


وتختلف R من حمض أميني لآخر ما يؤدي لتباين في سلوكها ونشاطها، ونرى في الجدول (١٢) محتوى الصوف من بعض العناصر:

الجدول ١٢

محتوى الصوف من بعض العناصر	الجدول ١٢		
	العنصر	النسبة	
كربون	٥٥-٥٠%		
هيدروجين	٧,٣-٦,٥%		
أزوت	١٧,٦-١٥%		
أكسجين	٢٨-١٨%		
كبريت	٣,٠-٢,٣%		

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



وبتكرار هذا التكاثف نحصل على سلاسل ببتيدية قد تكون ملتوية أو مستقيمة، وترتبط هذه السلاسل فيما بينها بجزيء حمض أميني مشترك بين السلسلتين أو بجسر هيدروجيني أو برابطة شاردية ملحية أو برابطة ثنائية الكبريت، ونرى في الجدول (١٣) الحموض الأمينية المتعددة للصوف.

الجدول ١٣

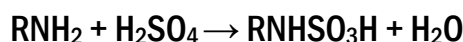
الحموض الأمينية المتعددة في الصوف			
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \\   \\ \text{H}_2\text{C}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH} \end{array}$	حمض البرولين	$\begin{array}{c} \text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH} \end{array}$	حمض التريبتوفان
$\begin{array}{c}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

## ٢-١- التفاعلات الكيماوية للصوف:

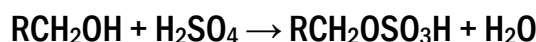
### ٢-١-١- التفاعل مع الحموض:

أ- حمض كلور الماء المركز: تبدأ عملية حلمهة حمضية ينتج عنها تحطم الألياف للحموض الأمينية المتعددة، ويبقى الحمض الأميني الجانبي ثابتاً باستثناء التربوفان الذي يتفكك كلياً، وبذلك تتحطم الزمرة الأميدية الحمضية الموجودة بالسلسلة الببتيدية ما يؤدي لتغيراتٍ بالخواص الميكانيكية للألياف الصوفية كالمتانة وقوة الشد.

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



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



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

٢-١-٢- التفاعل مع القلويات: ينحل الصوف بغليه مع محلول ٥% كربونات الصوديوم، إذ يتخرب كل من السيستين، الأرجنين، الهيستدين والسيرين، وعموماً فإن تفاعل الصوف مع القلويات يرتبط بدرجة الحرارة وتركيز المحلول، لذا فقد اعتمد على معالجة الصوف بمحلول (٠,١) نظامي لمحلول هيدروكسيد الصوديوم بدرجة حرارة ٦٥° م ولمدة ساعة واحدة كطريقة عيارية لتحديد درجة تضرر الصوف.

وتسبب القلويات تشكل روابط معترضة جديدة (لانتيونين) ما يؤدي لتناقص الانحلال القلوي للصوف، لذا لا يمكننا اعتماد الانحلال القلوي لتعيين درجة التضرر القلوي للصوف، بل اعتمد بدلاً عن ذلك معالجة الصوف بمحلول البوليستر ٥٠% مع محلول ٣% كبريتيت الصوديوم الحامضي عند pH: 7 ولمدة ساعة.

٢-١-٣- تأثير الماء: تتحلل الروابط ثنائية الكبريت بتأثير الماء المغلي مشكلةً السيستين وحمض السلفونيك الذي يتفكك بدوره إلى الأدهيد بانطلاق كبريت الهيدروجين، وينقص السيستين بمقدار ٢٠% بتأثير الماء المغلي لمدة ٢٤ ساعة، ويزداد التفكك بارتفاع درجة الحرارة عن ١٠٠° م.

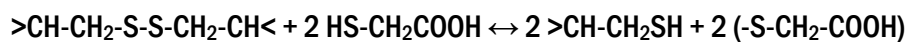
٢-١-٤- تأثير الحرارة: للحرارة الجافة ضرراً أقل منه بكثير مما للماء المغلي، إذ يحافظ الصوف على معظم خواصه بتعرضه لمدة ٢٤ ساعة بدرجة ١٢٠° م، ويبلغ الضرر ذروته عند درجات حرارة أعلى من ١٥٠° م.

٢-١-٥- تفاعلات الزمرة الأمينية: تشكل نهايات السلاسل الببتيدية للحموض الأمينية والمجموعات الأمينية المتفرعة عن الحموض الأمينية " الليزين - الأرجنين " زمراً أساسية في الصوف، يمكنها أن تتفاعل مع بلا ماء الحموض مثل بلا ماء حمض الخل لتشكل الأستيل ما يُنقص من ألفة الصوف للأصبغة.

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

٢-١-٦- تفاعلات الزمرة الكربوكسيلية: تشكل نهايات السلاسل الببتيدية للحموض الأمينية والمجموعات الكربوكسيلية المتفرعة عن الحموض الأمينية مثل حمضي الاسبارتيك والغلوماتيك زمراً حمضية في الصوف، وتتحطم الزمر الأميدية بتأثير الحلمهة الحمضية أو القلوية مطلقة النشادر بما يمكننا من تعيين عدد الزمر الكربوكسيلية المعاقة، ويمكننا استرة هذه الوظائف الحمضية بعدد كبير من الكيماويات ما يرفع من ألفة الصوف للأصبغة الحمضية، لذا فإنه يمكننا القول بأن معظم التفاعلات تحصل مع الزمر الكربوكسيلية لارتباط الأصبغة مع زمر الصوف الأمينية، وتزداد ألفة الصوف نحو الأصبغة الحمضية بانخفاض تشرذم الزمر الكربوكسيلية، وفي حين أن الروابط الاستيرية المتشكلة تمتلك ثباتاً جيداً لحد ما تجاه الحلمهة الحمضية فإنها تعاني من ضعفٍ حتى مع القلويات الضعيفة لدرجة أنها قد تحدث بالماء العادي حيث يكون pH: 7.5-8.

٢-١-٧- الإرجاع: يتم تفاعل الإرجاع بعامل مرجع مثل حمض التيوغليكول مؤدياً لتحطم الرابطة ثنائية الكبريت في السيستين:



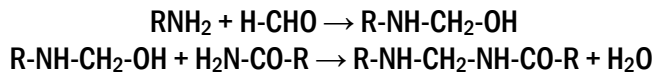
والذي يتوازن عند تفكك ٦٠% من الرابطة الكبريتية للسيستين في وسط حمضي أو معتدل مؤدياً لتراجع في متانة

الألياف، ويمكننا بإضافة الماء الأكسجيني إزاحة التفاعل من جديد واستعادة المتانة الأصلية، ولمثل هذا التفاعل تطبيقاته التجارية باسم عملية سيروسيت لتكسير الأقمشة الصوفية، أو لتزيين شعر السيدات الذي يقوم على إرجاع الشعر بحمض التيوغليكول.

٢-١-٨- الأكسدة: يُستخدم الماء الأكسجيني كثيراً لتبييض الصوف وبوسط قلوي ليهاجم الرابطة ثنائية الكبريت في السيستين والروابط البيبتيدية للكيراتين، ويتسارع تفاعله هذا بارتفاع درجة قلوية الوسط.

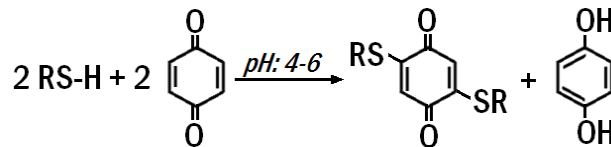
ويتفاعل الصوف مع فوق الحموض العضوية كفوق حمض الخل واللاعضوية كفوق حمض الكبريت  $H_2SO_5$  معطياً السولوفينيل الموافق، وتتبع أهمية عملية الأكسدة من كونها تُستخدم كعملية لمعالجة الصوف ضد التلبد والانكماش، ويتميز فوق حمض الكبريت عن فوق حمض الخل بإمكانية تفاعله مع التيروزين، كما تُستخدم فوق المنغنيات أيضاً لمعالجة الصوف ضد التلبد والانكماش بمرودٍ لا يتجاوز ٣٠% سيستين كحدٍ أعلى.

٢-١-٩- تشكيل الروابط المعترضة الجديدة: يؤدي احتواء الألياف الصوفية على روابط معترضة ترتبط من خلالها السلاسل البيبتيدية الرئيسة لتراجع انحلال الصوف بالمُحلات العضوية، وعلى العكس فإن تحطم هذه الروابط يؤدي لتراجع متانة الصوف على البلل تبعاً لعدد الروابط المحطمة، لذا فقد بدأ البحث عن مركبات يمكنها تشكيل روابط بديلة كالفورم ألدهيد الذي يتفاعل مع المجموعات الأمينية أو المجموعات الأميدية:



ويتم تطبيق هذا التفاعل باستخدام الفورمول ٤٠% وبحرارة ٧٠م بوسط حمضي ضعيف إلى معتدل pH: 5-7، حيث يتفاعل الفورم ألدهيد مع المجموعة الحمضية لحمض الغلوماتيك وبقايا الغوانيديين للأرجينين، وتقاوم هذه الروابط القلويات وتتحطم بفعل الحموض، لذا يتناقص الانحلال القلوي للصوف المعالج بالفورم ألدهيد من ١٣% حتى ٦-٩%.

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



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

٣- تصنيف الأصواف: تختلف الأصواف عن بعضها البعض بمظهرها من حيث نعومة وطول الشعيرة وعدد تجعداتها، لذا فإن ثمة استمارة تجارية متداولة تتضمن كافة المواصفات التي يمكن للصوف أن يتمتع بها كما في الجدول (١٤):

الجدول ١٤

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

٤- تصنيف الصوف على ظهر الخروف: تتوزع نعومة وجودة الألياف على جسم الخروف كما هو وارد في الجدول (١٥)، ومهما يكن من أمر فإنه يتم عزل الأصواف (١، ٢، ٩، ١٢، ١٣) عن بقية الأصواف مباشرة.

الجدول ١٥

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

## البحث الخامس

### الألياف الشبيهة بالصوف

#### أولاً: الموهير

ينتشر استخدام الموهير منذ أمدٍ بعيدٍ حيث تنتشر قطعان الماعز، ويمزج مع الصوف أو الخيوط الصناعية في الغزل والنسيج، كما يُستخدم في صناعة السجاد لتمييزه بلمعانٍ عالٍ وعكسٍ للضوء، وصناعة الشوادر والأقشمة الخاصة بالجهد العالي، ومن أهم ما يعيبه رائحة الماعز المميزة، ونجد في الجدول (١٦) أبرز صفاته:

الجدول ١٦

الخواص الرئيسية للموهير	الخواص الرئيسية للموهير	
	النعومة	٥٠-٢٥ ميكرون
طول الألياف	١٥٠-١٢٠ ميكرون	
اللون	أبيض، أصفر، ترابي، وبعضه أسود	
ملاحظات	قليل الاتساخ، عالي معدلات النمو بحيث يُقص حتى الثلاث مرات من ماعز المناطق الدافئة	
اللمعان	جيد جداً	
الخواص الكيماوية	مطابق للصوف	
التجدد	قليل جداً	




ماعز الموهير

#### ثانياً: الكشمير

يتم جمع ألياف الكشمير Cashmere عند تساقطه صيفاً من ماعزٍ يعيش في أعالي جبال الكشمير والمناطق الجبلية الآسيوية، وهو قصير التيلة، يُفَرَز يدوياً أو آلياً بحسب طول التيلة، ويتراوح وزن شعر الماعز الواحد بين ١٠٠ - ٤٥٠ غرام بحسب المرعى ودرجة العناية به، لذا فإن قلته تجعله غالي جداً، ولنعمته الفائقة نجد زيادة في كهرباثيته الساكنة ما ينعكس سلباً على صعوبة تحضيره وتصنيعه أكثر من الصوف والموهير سواءً أكان منفرداً أم ممزوجاً معهما، وتدفع كهرباثيته العالية وارتفاع سعره لحصر استخدامه بالمنتجات الفاخرة من الملابس الخارجية، ونرى في الجدول (١٨) أهم خواصه:

الجدول ١٨

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



#### ثالثاً - وبر فصيلة الجمال Camels hair

الجمال، اللاما، الألبكا، الفيكونا، هواريزو

١- الجمال: يوجد بكثافة على الرأس والرقبة والأكتاف في الإبل ذات السنم الواحد، وتزداد كثافته في الإبل ذات السنمين بسبب برودة المناطق عيشها، ويمتاز الوبر بناقليته المنخفضة للحرارة وبالتالي قدرته العالية على العزل ما يجعله دافئاً جداً، كما يمتاز الصوف والشعر بميزات عدة أهمها: المتانة والخفة والقلّة، ويتميز الوبر بنعومة الملمس، ويتدرج لون وبر الجمال ما بين البني إلى الأبيض فالأسود تقريباً بحسب نوع الإبل، ويعتبر الأسود أفضل أنواعها. وهناك اختلاف كبير في إنتاج الإبل من الوبر تبعاً لعروقتها وسلالاتها، فتتراوح كمية الوبر المنتج في الإبل ذات السنمين سنوياً للرأس الواحد حوالي ١-٥ كغ، وللإبل العربية ذات السنم الواحد ١-١,٥ كغ، ولإنتاج الوبر أهمية اقتصادية كبرى لبعض المجتمعات وخاصة مجتمعات البدو، وتشتهر كل من منغوليا، والصين وأفغانستان بإنتاجها الكبير.



و غالباً ما يتساقط الوبر من أجسام الإبل في أواخر الربيع وبداية الصيف، ويتم جزه يدوياً أو بالمقص اليدوي، وبالنظر إلى ارتفاع أسعار الوبر فقد تطورت طرائق جمعه من خلال حلاقة الوبر باستخدام آلة جز كهربائية. وتبدأ الحلاقة بإزالة الوبر من منطقة الوجه وبعد الانتهاء من حلاقة الوبر يقوم المربي بدهن الإبل بالسمن البلدي ومرهم الكبريت والخل لتطرية الجلد والقضاء على الجرب، وتبدأ الحلاقة الأولى للجمل تبدأ بعمر ثلاثة أشهر حيث تكون نوعية الوبر في الإبل الصغيرة من النوع الجيد لنوعته، ويتقدم العمر تزداد خشونته وتقل كميته فتتم حلاقته الوبر مرة واحدة سنوياً بداية موسم الربيع، وتعطي الإبل ذات السنامين إنتاجاً أغزر وأجود من الإبل العربية.

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

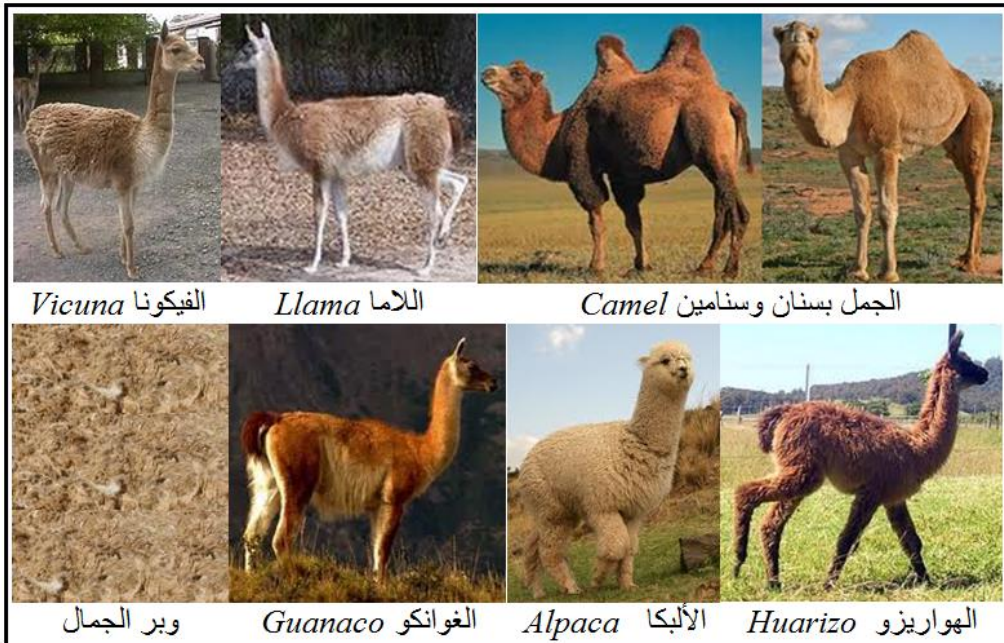
٣- الألبكا Alpaca: تشبه حيوانات الألبكا ولكنها أصغر منه بكثير، وتعيش في أعلى جبال الأنديز، وتربى لصوفها ولحومها، وتصبح جاهزة للتزاوج بين عمر سنة وثلاث سنوات ويستمر حملها حوالي ٣٤٥ يوم، وتعيش لما يقارب العشرين عام وتتغذى على الحشائش والقش.

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

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

#### رابعاً: الأنغورا Angora

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



Vicuna الفيكونا

Llama اللاما

Camel الجمال بسنان وسنامين

وبر الجمال

Guanaco الغوانكو

Alpaca الألبكا

Huarizo الهواريزو



## الحرير الطبيعي

### أولاً: حرير دودة القز

١- **الحرير والحشرات التي تنتجها:** ينشأ الحرير ويخزن كسائل بروتيني في الغدد اللعابية في رأس الحشرة، وينقل هذا السائل عند الحاجة عبر أنابيب دقيقة إلى فوهة الغزل الموجودة تحت فم معظم الحشرات بعكس العناكب حيث توجد هذه الفوهة في الخلف على سطحها السفلي، تعتبر دودة القز المنتج الرئيس للحرير، على أن حشرات أخرى تفرز الحرير الطبيعي، ولكنها ذات كمية لا تذكر وأهميتها محلية فقط لذلك يمكن القول أن الحشرات التي تنتج الحرير هي: دودة القز Silk worm: وهي المنتج الرئيس لهذه المادة.

العناكب Spider: يتميز حرير العناكب بقوته ومرونته، ويوصف بأنه أقوى من الفولاذ ومرن أكثر من المطاط. ويعتبر حريراً مثالياً للاستخدامات الطبية والصناعية وتسعى الأبحاث لمحاكاة عملية غزله، وتصنع منه الحبال الخاصة بربط الأشربة في السفن الشراعية.

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

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



الشكل ٤: بعض الحشرات المنتجة للحرير الطبيعي

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

تعيش الفراشة التي تخرج من الشرنقة أياماً قليلة تضع فيها الأنثى البيض للجيل الجديد من الدود على قطع من الورق أو القماش لتتموت بعدها، وفي حال الحصول على عدة محاصيل في العام الواحد تتم عملية قفس البيض مباشرة بعد وضعه، أما في حالة المحصول الواحد في العام يؤجل القفس لحين توفر محصول ورق التوت الطازج في الموسم التالي، مما يتطلب الاحتفاظ بالبيض لمدة ستة أشهر في حاضنات مبردة صناعياً، ويفقس البيض في الربيع بتركه لمدة شهر في صواني خاصة بحرارة ٢٠-٣٠°م، وبعد أن يتم القفس يرش ورق التوت الغض المفروم جيداً في صواني القفس ليبدأ الدود الصغير الناتج في التغذية ويزداد وزنه وحجمه بسرعة ملحوظة حتى يتم نموه خلال خمسة أسابيع تقريباً، ويكون طول الدودة بعد القفس ٣ ملم، وعندما يتم النمو يكون الطول ٩٠ ملم، ووزنها ٥ غ، وبعد ٢٤ ساعة من امتناع الدودة عن الأكل يتحول لونها الأخضر إلى الشفاف عند الرقبة، وعندها تبدأ الدودة في إخراج خيط الحرير من فوهة برأسها، ويكون الخيطان ملتصقين بمادة صمغية Silk Gum، وبعد أن تضمن الدودة استقرار مكانها تبدأ في تغليف نفسها بخيوط الحرير التي قد يصل طولها إلى ١٨٠٠ م، فتفرزها وترصها حولها طبقة فوق طبقة حتى يكتمل بناء الشرنقة فتتوقف عن الإفراز عندما تنفذ المادة المكونة للحرير.

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



الشكل ٥: دورة حياة دودة القز

٢- البنية الكيماوية للحرير الطبيعي: يتركب الليف الحريري من الفيبروين الذي يعطي بالحملة خمسة عشر حمضاً أمينياً حسب الجدول (١٩):

الجدول ١٩

البنية الكيماوية للحرير الطبيعي				
الحمض الأميني:				
$\begin{array}{c} \alpha \\ \text{R}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$				
الجذر R في $\alpha$ -الحمض الأميني				
HOOC-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -	الغلوماتيك	CH <sub>3</sub> -	الآلانين	
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} \\   \\ \text{C}=\text{NH}(\text{CH}_2)_3 \\   \\ \text{HN} \end{array}$	الآرجينين	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH-	الغالين	
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH(CH <sub>3</sub> )-	الإيزولوسين	H <sub>2</sub> N-(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -	الليزين	
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \\    \quad    \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{N} \\   \\ \text{H} \end{array}$	البيرولين	HOOC-CH <sub>2</sub> -	الاسبارتيك	
		CH <sub>3</sub> -CH(OH)-	التيرونين	
			$\begin{array}{c} \text{N}-\text{C}-\text{CH}_2- \\    \quad    \\ \text{HC} \quad \text{CH} \\   \\ \text{H} \end{array}$	الهيستيدين
			H-	الجليسين
			CH <sub>3</sub> -OH-	السيرين
			(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> )-CH <sub>2</sub> -	فينيل الآلانين
			(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH-	اللويسين
			CH <sub>2</sub> -	

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

### ٣- التفاعلات الكيماوية للحرير الطبيعي:

٣-١- مع الحموض والأسس: تؤدي معالجة الحرير الطبيعي بالحموض أو الأسس لحملة الروابط البيبتيدية، وتتعلق درجة الحملة بدرجة حموضة الوسط، وتكون بأقل معدلاتها عند pH: 4-8، وقد تؤثر الحموض أكثر بكثير من الأسس، إذ ينحل الفيبروين بحمض كلور الماء المركز، ويتفكك بحمض الكبريت المركز أو بحمض الآزوت، وينحل الحرير المنزوع السيرسين بحمض الكبريت ٨٠%. أما الحموض العضوية فينحل في المركز منها ويتأثر بشكل ضعيف في الممدد، وكذلك الحال بالنسبة للأسس. ويؤدي تعرض الفيبروين لبخار الماء عند الدرجة ١٠٠ م لتفككه وحملمته.

٣-٢- الأكسدة: تهاجم المؤكسدات الفيبروين في مواضع ثلاث: طرف السلسلة الجانبية، نهاية الزمر والروابط البيبتيدية، فالفيبروين شديد الحساسية تجاه المؤكسدات، إذ يتضرر بالماء الأكسجيني وفوق المنغيات وفوق حمض الخل بتراكيزه العالية، ويصفر بتعرضه الطويل لأكسجين الهواء وضوء الشمس.

ويؤثر الكلور على الحرير أكثر من تحت الكلوريت ويتم معظم التفاعل مع التيروزين، بينما يؤكسد البروم واليود الفيبروين ما يؤدي لتفككه.

٣-٣- تفاعلات متفرقة: يمكن لبللا ماء حمض الخل أستلة زمر الهيدروكسيل والكربوكسيل، وتحل بعض أملاح المعادن القلوية والقلوية الترابية الفيبروين، ومنها مثلاً سلفوسيانيد الصوديوم أو الكالسيوم، كلور التوتياء، كلور الكالسيوم... وللحرير الطبيعي شراهية عالية لامتصاص أملاح المعادن الثقيلة، فهو يتشرب من محلول القصدير الرباعي ما يقارب ١٠٠% من وزنه ثنائي أكسيد القصدير، وتستخدم هذه الخاصية لتثقيف ألياف الحرير الطبيعي.

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

## ثانياً: حرير العنكبوت

يعتبر هذا الحرير Spider silk الذي يغزله العنكبوت أليافاً عالية المتانة، وتقارن مقاومته للشد بالفولاذ العالي المتانة، إذ يتمتع كبل حرير العنكبوت بمقاومة شد أعلى من ١٢٥% من كبل الفولاذ، ودونه كثافة، ونسبة مقاومة الشد إلى الكثافة أكبر بخمس مرات منها للفولاذ، ما يعني أن حرير العنكبوت أقوى بخمس أضعاف لنفس الوزن من الفولاذ، فهو بقوة خيوط الأراميد، ويلف سلك بوزن ٤٥٠ غ الكرة الأرضية.



الشكل ٦: بيت العنكبوت الحريري

## الباب الثاني

### الألياف السيليلوزية المجددة والخيوط التركيبية

البحث الأول :

الخيوط الصناعية

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

البحث الثاني :

عموميات حول الخيوط التركيبية.

البحث الثالث :

الخيوط التركيبية

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

البحث الرابع :

تنمير الألياف

البحث الخامس :

تحليل الخيوط والألياف.

## الخيوط الصناعية

### أولاً: الفيسكوز Rayon

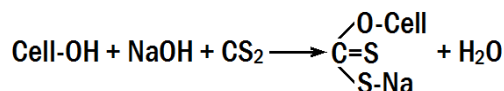
١- مقدمة: يتم اصطناع الفيسكوز أو حريبر الرايون من زغب وبقايا السيليلوز كمادة خام أساسية يمكننا استرتهها باكسانتات الصوديوم لنحصل على اكسانتات السيليلوز التي يمكننا حلها بوسط قلوي وضغطها عبر ثقب مغزل لتنتشر في حوض غزل حمضي، ونظراً لكثرة وتعقيد هذه المراحل سنلقي بنظرة سريعة على المراحل الأساسية فقط.

#### ٢- مراحل اصطناع خيوط الفيسكوز:

١-٢- نقع السيليلوز: تُنقع بقايا السيليلوز بعشرة أضعاف وزنه بمحلول ١٧-١٨% هيدروكسيد الصوديوم عند درجة الحرارة ١٧-٢٠م لنحصل على السيليلوز القلوي الذي يعصر لطح فائض الهيدروكسيد، وتختلف شروط هذه العملية باختلاف المصدر السيليلوزي ما بين قطن أو خشب صنوبر مثلاً أم زان أو تبن وشجيرات.

٢-٢- تمهيد نضج السيليلوز القلوي: تتعلق درجة لزوجة محلول السيليلوز القلوي بدرجة بلمرة السيليلوز، إذ يعطي السيليلوز القلوي بعد تحويله لأكسانتات " أو سنتوجينات " السيليلوز محلولاً عالي اللزوجة، لذا يترك السيليلوز القلوي معرضاً لأكسجين الهواء مدة ٤٨ ساعة تقريباً وبدرجة حرارة ٢٥-٣٠م لتمهيد النضج وخفض درجة البلمرة، وتتم هذه العملية أو المرحلة بالاستعانة بمقياس اللزوجة.

٢-٣- تكوين اكسانتات السيليلوز: يتفاعل السيليلوز مع ثاني كبريت الكربون وبوجود هيدروكسيد الصوديوم وفق التفاعل:



ويتم هذا التفاعل في المناطق البلورية للسيليلوز وبصورة بطيئة، ومع ذلك تتحكم قوانين لوشاتوليه بجهة وسرعة وتوازن هذا التفاعل، ومن الضروري أن نوه هنا لوجوب طحن السيليلوز ناعماً لزيادة السطح النوعي وبالتالي رفع المردود، كما يمكننا رفع المردود بإضافة أساس عضوي بدلاً عن هيدروكسيد الصوديوم كونه يلعب دور المذيب كرباعي إيتيل هيدروكسيد الأمونيوم لإذابته السيليلوز البلوري بصورة جزئية، ويتم التفاعل عملياً عند درجة الحرارة ٢٠-٢٥م ولمدة ١٠٠ دقيقة وبتركيز ٤% لهيدروكسيد الصوديوم بوجود كبريت الكربون، ولا ارتفاع درجة لزوجة هذا المحلول يسمى فيسكوزاً، ولا يمكننا عزله بهذه الحال إلا أن نتركه فترة زمنية ينضج بعدها ويصبح قابلاً للغزل.

٢-٤- نضوج الفيسكوز: يتم هنا انفصال ثنائي كبريت الكربون عن الاكسانتات، وتكون هذه المرحلة في أبطأ حالاتها عند تركيز ٨-١٠% هيدروكسيد الصوديوم، وتجري عادةً عند الدرجة ١٥-٢٠م، ولا تتعلق لزوجة الفيسكوز فقط بزمان النضوج بل بكل من تراكيز: السيليلوز، كبريت الكربون، هيدروكسيد الصوديوم، درجة الحرارة... ويمكننا وفي هذه المرحلة إضافة أوساط مطفئة أو ملونات وتفرغ فقاعات الهواء المنحلة منعاً لتقطع الخيوط بمرحلة الغزل اللاحقة.

٢-٥- غزل الفيسكوز: يُضغَط الفيسكوز من خلال دوش المغزل فيخرج من ثقبه على شكل خيوط تمر مباشرة إلى حوض يحوي حمض الكبريت، وقد تضاف بعض الكيماويات التي ترفع من سوية العملية، كأن يُضاف بعض من كبريتات الصوديوم وكبريتات التوتياء لتبطيء عملية التخثر وبالتالي الإبقاء على الخيوط بحالة لدنة فترة أطول ما يعطينا خيوطاً ذات قوة شد أكبر وقابلية استطالة أقل.

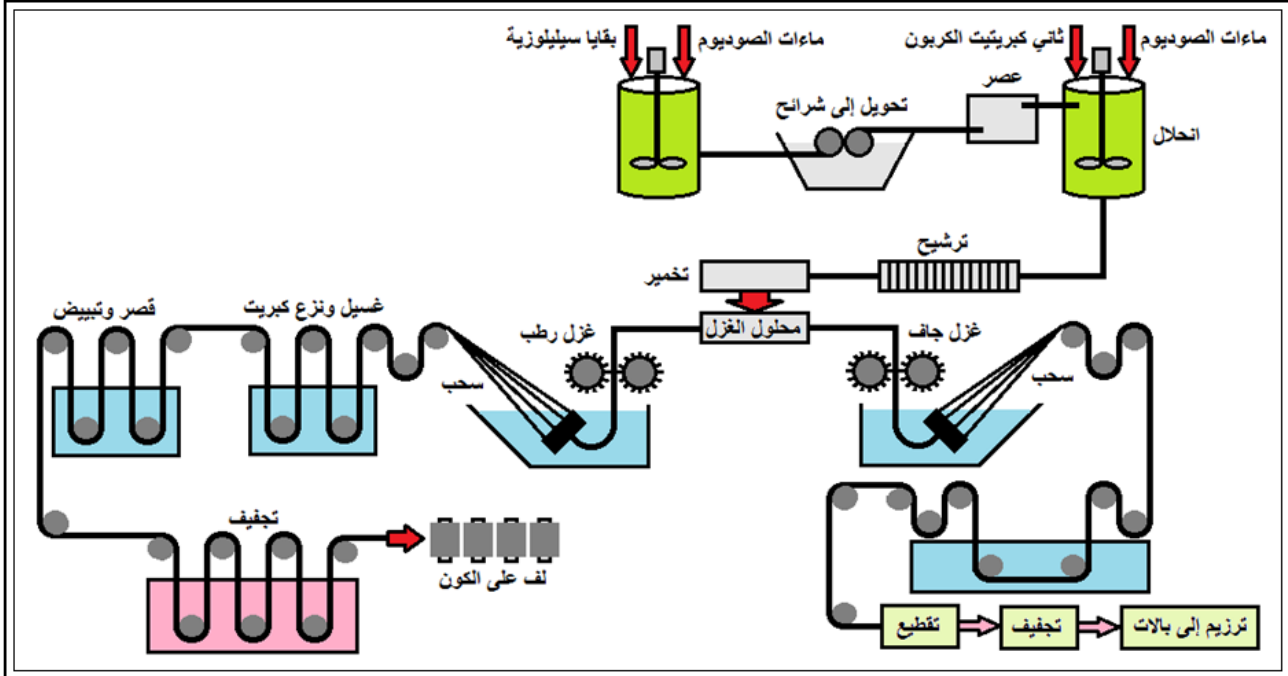
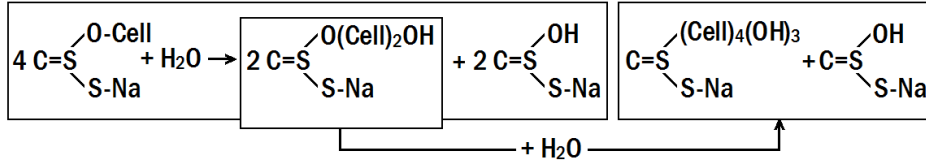
وتلجأ بعض الشركات لاستخدام حوضي غزل: الأول أكثر اعتدالاً ويحتوي حمض الفوسفور مع كبريتات الصوديوم، والثاني يحتوي كبريتات التوتياء ١-٢% وكبريتات الصوديوم ٢٠% وحمض الكبريت ١٠%.

٣- الخواص الفيزيائية للفيسكوز: يُحضَّر الفيسكوز على شكل خيوط طويلة، أو شعيرات شفافة، نصف شفافة أو كثيفة، وقوة شدتها بالأحوال العادية ٩١,٠ كيلو غرام/ دنبيير وقابلية استطالتها ٢٠-٢٥%، أما مقطعها العرضي فيكون دائرياً أو نجمياً بحسب شكل ثقب دوش المغزل وحوض التخثر.

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

تمتلك خيوط الفيسكوز خاصة عزل كهربائي وحراري ضعيفة وناقلية كهربائية جيدة بسبب امتصاصها الشديد

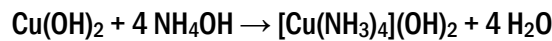
للرطوبة، وتبع الخواص النهائية درجة البلورة التي تؤمنها شروط مختلف المراحل السابقة لأن آلية مراحل الصناعة تلخصها جملة التفاعلات التي تمتد لدرجات لا يمكننا ضبطها لكافة نقاط مفاعل الاصطناع بصورة متساوية:



الشكل ٧: وحدة صنع الفيسكوز

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

١- مقدمة: طُبِقَ اكتشاف شويتزر عام ١٨٥٧م حول انحلال السيليلوز في محلول هيدروكسيد النحاس النشادري عام ١٩٠٠م لاصطناع حرير النحاس النشادري، ويُحضر سائل شويتزر بتفاعل هيدروكسيد النحاس مع هيدروكسيد الأمونيوم لتشكل معقداً منحلأً:



٢- تحضير خلاص السيليلوز: تطبق عملية الانحلال السيليلوزي بطريقتين: الطريقة الأولى: ويتم هنا تحضير المحلول أولاً ومن ثم يضاف إليه السيليلوز ويترك فيه لتمام الانحلال ليكون جاهزاً لعملية الغزل، وتطبق هذه الطريقة على الشكل:

يحضر محلول كبريتات النحاس ويضاف إليه هيدروكسيد الصوديوم أو هيدروكسيد النشادر فتترسب كبريتات النحاس الأساسية على شكل مسحوق أخضر قد يكون:  $\text{CuSO}_4 \cdot 3 \text{Cu}(\text{OH})_2$  أو  $\text{CuSO}_4 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ . تغسل الكبريتات جيداً لترسب بعدها هيدروكسيد النحاس بإضافة هيدروكسيد الأمونيوم ولتذاب بغسلها بالنشادر، أو نذيب كبريتات النحاس النشادري مباشرة بمحلول ٢٨% هيدروكسيد النشادر الذي يضاف إليه السيليلوز آنثذ ليمدد بعدها المحلول بحيث تصبح نسبة السيليلوز ١٠%، ثم يشطف الهواء من المحلول ليصير جاهزاً لعملية الغزل. الطريقة الثانية (طريقة بمبرغ Bemberg): ويمكننا تلخيصها بإضافة السيليلوز لمحلول كبريتات النحاس لتتبعها بإضافة هيدروكسيد الصوديوم فتترسب كبريتات النحاس الأساسية، تشطف الرشاحة ويضاف لها هيدروكسيد النشادر حتى تمام الانحلال مع التبريد لكون التفاعل ناشر للحرارة، ويتم إجراء العملية بأخذ الحبيطة من دخول أقل كمية من الهواء تداركاً لأي عملية أكسدة تضر بالعملية أولاً وإضافة بعض الغلوكوز كمانع أكسدة ثانياً، وأخيراً يُمدد المحلول قبل غزله بحيث يصبح تركيبه كما في الجدول (٢٠):

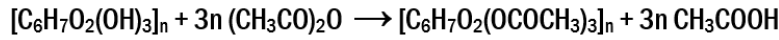
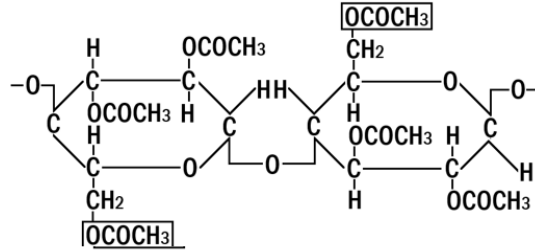
الجدول ٢٠

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

ثم تبدأ عملية الغزل على حوض قد يحوي حمضاً أو أساساً أو ملحاً، وبما أن الماء يسبب تخثر السيليلوز بصورة بطيئة جداً فإنه يمكننا سحب السيليلوز لأضعاف مضاعفة بالطول حتى لو كان المغزل ذو دوش خشن، إذ يسحب السيليلوز آنذاً على مرحلتين: أولهما بالماء عند درجة حرارة ٣٥°م، وثانيهما بالماء أيضاً حتى الثمانين ضعفاً، وأخيراً نمرر الخيوط لحوض يحوي حمض الكبريت لتخليصها من النحاس وتنبعها بعمليات غسيلٍ وتجفيفٍ جيدة.

### ثالثاً: حرير أسيتات السيليلوز

١- مقدمة: كان شوتزنبر أول من حضر خلات السيليلوز عام ١٨٦٩، وفي عام ١٩٠٣ اكتشفت الحلمة الجزئية ثلاثي خلات السيليلوز في الأسيتون، وابتدأ إنتاج حرير الأسيتات عام ١٩٢١م. تتباين خواص حرير الأسيتات تبعاً لنسبة زمر الخلات " الأستيل " في سلسلة السيليلوز، إذ أنه وفي حين ينحل ثلاثي الخلات في الكلوروفورم لا تتحل خيوط ٢,٥ خلات، وتكون جميع زمر الهيدروكسيل في ثلاثي الخلات مؤسرة على الشكل التالي:



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

تتم عملية الأستلة بمزيج من ٥-٧ أجزاء حمض خل مع ٣ أجزاء بلا ماء حمض الخل مع ١% حمض الكبريت كوسيط وضبط درجة حرارة التفاعل الناشر للحرارة عند درجة حرارة ٢٠°م كحدٍ أعلى عند بدء التفاعل أي خلال الساعة الأولى، ومن ثم متابعة التفاعل عند الدرجة ٢٣-٣٠°م لمدة ٧-٨ ساعات وبحيث تتم مراقبة تفاعل الأستلة على أساس قابلية المنتج للانحلال بالمذيبات حتى التأكد من الأسترة لدرجة ثلاثي الأسيتات والتي يتراوح وزنها الجزيئي بين ١٠٠,٠٠٠-١٢٠,٠٠٠، وكثافتها ١,٢٨ غ/سم<sup>٣</sup>.

يمدد محلول التفاعل حتى يصبح تركيز حمض الخل ٩٥% ويترك مدة ٢٠ ساعة عند الدرجة ٤٠°م لتتحمه ثلاثي الأسيتات حلمة جزئية لتعطينا (٢,٤ - ٢,٦ = ٢,٥) أسيتات والتي يتراوح وزنها الجزيئي بين ٩٥,٠٠٠-١١٠,٠٠٠ وكثافتها ١,٣٣ غ/سم<sup>٣</sup>.

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

٣- خواص حرير الأسيتات: لخيوط الأسيتات قوة شدٍ منخفضة نسبياً في الحالة الجافة، إذ تبلغ ٤,٤ باوند/دنيبر، والاستطالة ٢٠-٣٠% وتزيد عنها في حالة البلل بمقدار ٥-١٠%، ويحتفي لمعان خيوط ٢,٥ أسيتات على البلل بالماء الحار، ولا يلبث أن يعود عند الجفاف وهذا من أهم المظاهر التي تميزه عن ثلاثي الأسيتات الذي يحتفظ بلمعانه على البلل، أما امتصاص الرطوبة فيبلغ لـ ٢,٥ أسيتات مقدار ٦-٦,٥% ولثلاثي الأسيتات ٤,٥% وتنخفض بالمعالجة الحرارية حتى ٢,٥%.

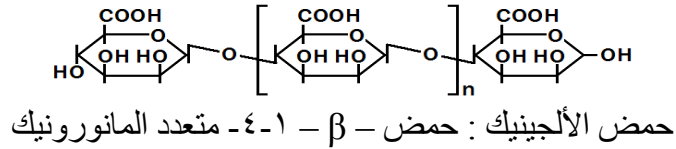
تمتاز خيوط الأسيتات بمرونة جيدة جداً وبلمسٍ طري ناعم، ويؤدي ضعف امتصاصها للرطوبة وعزلها الكهربائي العالي لتشكل كهرباء ساكنة بسهولة معها.



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

#### رابعاً: خيوط الألبينات

١- مقدمة: تحضر هذه الخيوط من حمض الألبينيك الذي يستخرج من الأشنيات البحرية التي تحويه بنسب تتراوح بين ١٥-٤٥%، إذ يحضر هذا الحمض بالاستخلاص بكاربونات الصوديوم خلال ٢٤ ساعة، ومن ثم ترسيبه بإضافة حمض كلور الماء أو كلور الكالسيوم.



٢- إنتاج خيوط الألبينات: يتم أولاً حل حمض الألبينيك بمحلول كربونات الصوديوم لتبدأ عملية الغزل بحوض حمضي بوجود حمض الكبريت المشبع بكبريتات الصوديوم و ٢,٥% زيت زيتون مع عامل استحلاب. تنحل خيوط الألبينات بالمحاليل الضعيفة القلوية ذوات الشوارد الأحادية خاصة كالحوض الحاوي على ٠,٢ صابون و ٠,٢ كربونات الصوديوم، أما أملاحه للشوارد الثنائية أو الثلاثية التكافؤ فأقل انحلالاً بكثير أو عديمة الانحلال، وتكون ألبينات الكروم والحديد ملونة، وألبينات الباريوم سامة، وتعتبر ألبينات البيريلايوم والكالسيوم معاً الأكثر ملائمة، كما يتراجع الانحلال بأسترة الزمر الكربوكسيلية في الحمض. تأخذ خيوط الألبينات أهميتها من استخداماتها كألياف تحميلية في عمليات الحياكة بالحالة الجافة، ليصار إلى إذابتها فيما بعد لنحصل على نقوش لا يمكننا الحصول عليها لولا هذا الأسلوب.

٣- خواص خيوط الألبينات: تكون هذه الألياف عادة إما بيضاء اللون أو ملونة بحسب الشارجبات المستخدمة في تحضيرها، ويكون مقطعها العرضي غير منتظم، وتتمتع عادة بوزن نوعي كبير يتراوح بين ١,٧٣-١,٧٨.

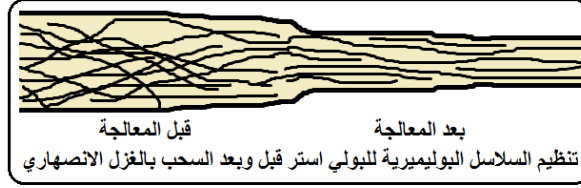


## عموميات حول الخيوط التركيبية

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

### ٢- خواص الخيوط التركيبية:

١-٢- قوة الشد: لو نظرنا للشكل (٩) لوجدنا أن سلاسل الشعيرات في حالة فوضى وتوزع عشوائي مع محورها الطولي والتي تتحول ببعض المعالجات الضرورية لحالة التوازي والامتثال التام نسبياً مع المحور:



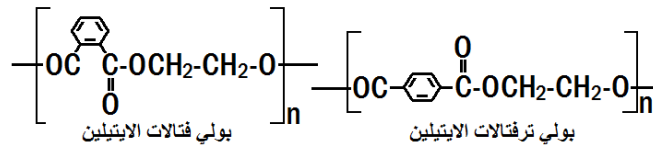
الشكل ٩

إذ أنه ولكي يمكن للخيوط أن ينتشوه تشوهاً دائماً أو أن ينقطع بتأثير الشد فإن على جزيئاته أن تنزلق فوق بعضها أو أن تبتر بتراً سلسلياً، وإذا كانت هناك قوى ارتباط عالية بين الجزيئات فإنها ستقاوم مثل هذه الانزلاقات وسيكون للخيوط قوة شد عالية وهذا ما يجب أن تتمتع به الجزيئات والخيوط على المستوى التجاري، إذ يمكن وبمعالجة الخيوط معالجةً فيزيائية تنسيق وضع السلاسل لتصبح موازية لمحور الخيط، وسنعرض لوضع خيوط البوليستر " بولي ترفتالات الإيثيلين " كمثال لتحسين هذه الخاصية.

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

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

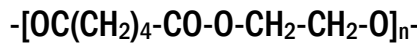
كما أن لليونة السلسلة التماثرية ( البوليميرية ) أهمية خاصة، إذ أنه كلما زادت هذه الليونة زادت سهولة انقلاب جزيئات البوليمير لامتثالات عشوائية ملتفة، والتناظر المحوري وغياب الفتل في السلاسل البوليميرية في صالح المحادة، وخير مثال على ذلك هو مقارنة بولي فتالات الإيثيلين غير المستخدم في صناعة الخيوط مع البولي ترفتالات:



وقد تكون قوى التماسك ما بين السلاسل من نوع قوى فاندر فالس كما في البولي إيثيلين، وأحياناً أفعالاً متبادلة بين ثنائي قطب - ثنائي قطب وارتباط هيدروجيني كما في البولي أميد إذ يحدث ارتباط هيدروجيني بين زمر الأمين -NH-

وزمر الكربونيل  $C=O$ ، وتمتلك معظم المتماثرات المُشكِّلة للخيوط العديمة الشكل كخيوط البولي أكريلونتريل قوى قطبية ما بين جزيئاتها تكون كافية لتعطيها قوة جيدة تحول دون تشكل البنية البلورية.

٢-٢- نقطة الانصهار: إن لدرجة انصهار المتماثرات أهمية عالية في مدى اعتمادها لصناعة الألياف، وتتأثر نقطة انصهار المتماثر كثيراً بعدة عوامل: منها ليونة السلاسل التماثرية وقوى التجاذب فيما بينها، فلو قارنا بولي أديبات الإيتيلين مع بولي ترفتالات الإيتيلين لوجدنا أن استبدال زمرة  $\rho$  - الفينيلين بزمرة  $[-CH_2-]_4$  اللينة يؤدي لارتفاع درجة الانصهار من ٥٠ حتى ٢٦٥ م°.



لذا لم تُعتمد بولي أديبات الإيتيلين في صناعة الخيوط التركيبية برغم الشبه البنيوي تقريباً مع ترفتالات الإيتيلين. أما تأثير القوى ما بين الجزيئية فيتضح من مقارنة بولي الإيتيلين مع النايلون ٦٦ إذ نجد تماثلاً بنيوياً بينهما بفارق أن زمرة  $-NH-$  و  $-CO-$  قد حلّتا محل زمر ميتيلينية ما يهيء ارتباطاً في المناطق البلورية يرفع حرارة الانصهار من ١٣٠ حتى ٢٦٤ م°.

٢-٣- الثبات الكيماوي: تتعلق مقاومة الخسف بالبنية الكيماوية، فبولي الإيتيلين ثابت تماماً تجاه الحملة، ولكنه يتأكسد بسهولة بتأثير الضوء، أما البوليستر أو البولي أميد فيتحلمهان تحت بعض الشروط، ومع ذلك فإن بنية الخيط العالي التوجيه تقاوم بشدة نفوذ الكواشف إليها، وفي حين أن أنواع النايلون تقاوم بشدة وتضعف أمام الحموض نجد أن البوليستر وعلى العكس فإنه يبدي مقاومة عالية للحموض وضعيفة نسبياً للقويات.

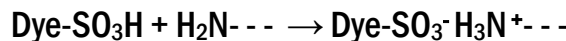
٢-٤- قابلية الصباغة: إن لقدرة الخيوط على التلون الدائم بمعالجتها بمحلول أو معلق مائي لمادة صباغية أهمية بالغة لإمكانية استخدامها في مجال الصناعات النسيجية، فشرط قابلية الصباغة الناجحة يمكننا إجمالها بـ:

• قدرة الصباغ على النفوذ إلى عمق الألياف.

• قدرة الصباغ على الرسوخ والثبات بعد النفاذ.

ويبنى ارتباط الصباغ مع الخيط على قدرته تشكيل روابط مشتركة أو شاردية، ارتباط هيدروجيني أو قوى قاندرفالس...

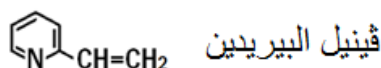
ويعتبر النايلون من أكثر الخيوط التركيبية قابلية للصباغة، إذ تقارب درجة حرارة تزرجه الـ ٥٠ م°، وبحيث تتمكن سلاسله في المناطق العشوائية اللابلورية عديمة الشكل من الانزلاق على بعضها البعض بدرجة حرارة الحمام الصباغي أي ١٠٠ م° ما يسمح للجزيئات الصباغية من النفوذ بسهولة ويسر لعمق الشعيرات، إذ تؤمن الزمر الأمينية الطرفية مواقع تشكل فيها أملاحاً مع الزمر الحمضية السلفونية:



كما تقدم الزمر الأميدية المتكررة مراكز ارتباط هيدروجيني مع الأصبغة.

بينما تزيد درجة حرارة تزرج البوليستر عن ١٠٠ م° ما يصعب من نفوذ الأصبغة إلى عمق خيوطه وبالتالي فإننا نضطر لرفع درجة حرارة الحمام الصباغي معها إلى ١٣٠ م°، أو أن نلجأ لإضافة الحوامل " الكارير Carrier " التي يمكنها خفض درجة حرارة التزرج والانحلال في المتماثر وأن تعمل كملدن مؤقت يخفض من درجة حرارة التزرج برفع أو تسهيل زلوقية السلاسل التماثرية في المناطق اللابلورية، علماً بأن بولي ترفتالات الإيتيلين لا تمتلك أي مراكز يمكنها ربط الأصبغة بروابط شاردية أو مشتركة.

أما خيوط البولي أكريلونتريل فتبلغ درجة حرارة تزرجه ١٠٠-١١٠ م°، ولا تملك زمراً يمكنها الارتباط بالأصبغة، وقد أمكن حل هذه المشكلة بتحويل خواص السلاسل من خلال إجراء عملية التماثر " البلمرة " التشاركية مع أحادي حد كمركز صباغي وآخر يخفض من درجة حرارة التزرج، ومن هذه الحدود التشاركية نجد فينيل البيريدين الذي يتقبل أصبغة أساسية موجبة الشحنة:



كما تمنع بنية البولي بروبيلين اللا قطبية صباغته بالطرائق التقليدية ما أوجب سحق الملونات ناعماً وإضافتها لعجينة التماثر " عجينة البوليمير " قبل غزله أو ما يسمى بالتصبيغ الكتلتي Mass pigmentation، لذا فقد جرت بحوث تحويل لمزجه مع متماثر يحوي زمراً أساسية قبل غزله لنتمكن من صباغته بأصبغة حمضية.

٢-٥- امتصاص الرطوبة: إن لقدرة الخيط على امتصاص الرطوبة أهمية بالغة لأنها تعني الشعور بالراحة عند ارتداء القماش المصنوع منها، فعدم امتصاص الرطوبة يعني الإحساس بالتصاق الأقمشة على الجسم لتراكم العرق، إضافة

إلى أن امتصاص الرطوبة ينقص من الكهرباء الساكنة، وغالباً ما يكون الفرق الأهم بين الألياف الطبيعية والخيوط الصناعية والتركيبية هو قدرتها على امتصاص الرطوبة كما يبين الجدول (٢١):

الجدول ٢١

النسبة المئوية لامتناس الرطوبة لبعض الخيوط برطوبة نسبية ٦٥ ٪ وحرارة ٦٥ م	النوع
٨,٥	قطن
١٦	صوف
١١	حرير
٤,٥	بولي أميد ٦ و٦٦
٢,٥-١,٣	اكريليك
٠,٨-٠,٤	بوليستر
صفر	بولي بروبيلين

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

## الخيوط التركيبية

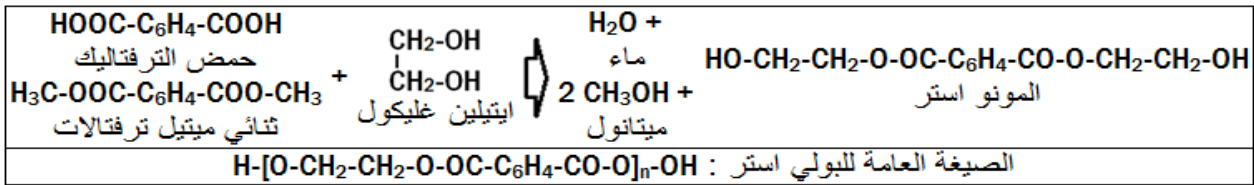
### أولاً: البوليستر Polyester

١- مقدمة: يعد هذا النوع من الخيوط التركيبية الأهم في عالم الصناعات النسيجية، ويتم تسويقه بأسماء تجارية مختلفة منها التيريلين والداكرون... وأول من حضره صناعياً كانت شركة كاليكوبورنيترس الانكليزية.

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

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

ب- مرحلة التماثر: ويتم فيها تفاعل تبادل استيري ينحذف فيه جزء الإيتيلين غليكول عند حرارة ٢٦٠°م، لتبدأ عملية التماثر " البلمرة " وصولاً لسلاسل ذات وزن جزيئي ما بين ٨,٠٠٠-١٢,٠٠٠، وبحيث يمكننا وضع مخطط العملية على الشكل (١٠):

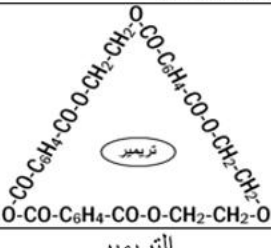

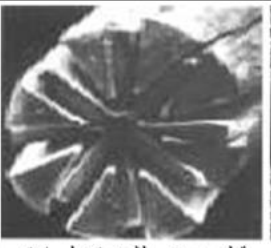
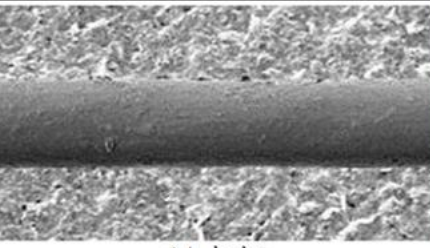
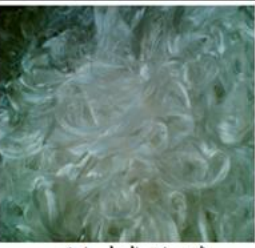


الشكل ١٠: مخطط اصطناع البوليستر

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

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

ونقول عن السلسلة عندما لا تتجاوز  $n$  القيمة ٧ بأنها غير مكتملة النمو أو أوليغومير Oligomers والذي تصل نسبته حتى ١,٥%، وقد يتحلق التفاعل عند مرحلته الثالثة لتفاعل البلمرة معطياً التريمر الحلقي الذي تصل نسبته حتى ١,٥% كما في الشكل (١١):

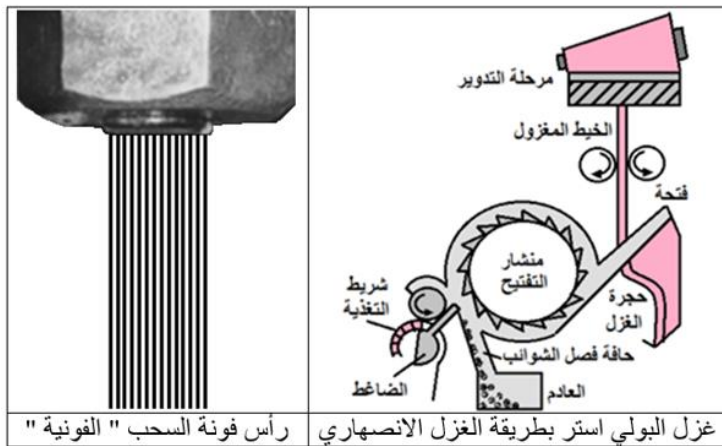
<p>مكونات شعيرات البولي استر: صيغتنا البوليستر والأوليغومير</p>		
 <p>التريمير</p>	 <p>الأوليغومير من BASF</p>	<p>سلسلة بولي استر نظامية:</p> $\text{H-[O-CO-C}_6\text{H}_4\text{-CO-O-CH}_2\text{-CH}_2\text{-O}]_n\text{-OH}$ <p><math>n = 60-90, M = 8.000 - 12.000</math></p> <p>سلسلة أوليغومير بولي استر: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

الشكل ١١

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

ج- مرحلة الغزل: يتم غزل البوليمير بطريقة الغزل الانصهاري - الشكل (١٢) - التي تقوم على صهر الخام دون إذابته في مركب ماء، لتسيل من الثقوب على شكل سائل لزج يتعرض لتيار هوائي بارد، فتتجمد الخيوط ثم تسحب وتلف على بكرات، فيتم فيها صهر البوليمير في فرن خاص بحيث لا تتجاوز الرطوبة ٠,٠١ % منعاً لتعرض السلاسل للفصم بسبب الحلمة وبالتالي انخفاض الوزن الجزيئي.

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



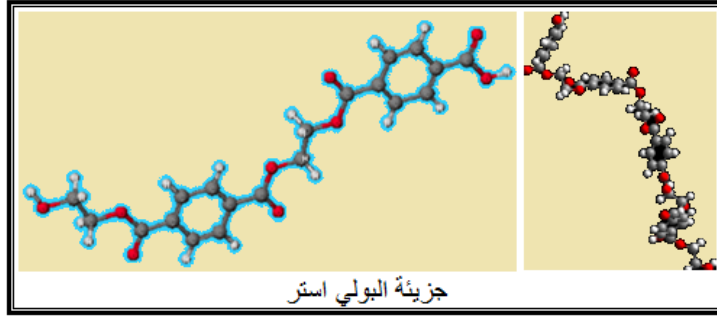
الشكل ١٢: غزل البوليمير بطريقة الغزل الانصهاري

- وبنتيجة المراحل الثلاث السالفة الذكر يمكننا التمييز بين خيوط البوليمير بعضها عن بعض في خواصها الفيزيائية والصباغية عبر التباين بين الشركات الصانعة في:
- ١- درجة حرارة وزمن كل مرحلة من المراحل السابقة الذكر.
  - ٢- درجات نقاوة اللقيم الأساسي: الإيتيلين غليكول، حمض الترفتاليك أو ثنائي ميثيل الترفتالات.
  - ٣- أسلوب سحب الإيتيلين غليكول أو نوعية الغاز الخامل الداخل لمفاعل البلمرة ومعدلات ضخه.
  - ٤- نسبة حمض الخل المضافة.
  - ٥- حال الوسيط: نسبة خلات التوتياء لثلاثي أكسيد الانتومان، عمر الوسيط ودرجة نقاوته ونعومته وهيئة توضع داخل المفاعل.
  - ٦- معدلات السحب وزمن البقاء في مرحلة التثبيث.
  - ٧- سائل الإنهاء المضاف للخيوط لحماية وتغطية الخيوط كثيرة الشعيرات والذي يتكون من مزيج لزيت خاص مع ماء نقي عبر جهاز البخ المتوضع بعد غرفة تبريد الخيط مباشرة، إذ تتم موائمة المسافة بين قالب السحب وموقع بخاخ السائل تبعاً لنمرة الشعرة الواحدة في الخيط.
- ٣- تقنيات تشكيل البوليمير:

٣-١- البنية التركيبية للبوليمير: تعود الخواص المميزة للبوليمير لحفلات البنزن في السلسلة البوليميرية، ويؤدي وجود الجزيء العطري لزيادة قوة السلسلة ما يمنع تشوه المناطق غير المنتظمة والتي تنتج عن فعل ضعيف لقوى فاندرفالس بين السلاسل، ما يجعل من الصعوبة بمكان أن نحصل على شعيرات بوليمير كاملة التبلور، إنما مناطق بلورية إلى جانب مناطق نصف موجهة وأخرى لا بلورية، وتفسر درجات حرارة الانصهار العالية لبوليمير PET مقارنة مع أنواع البوليمير الأليفاتية لوجود الروابط الاستيرية.

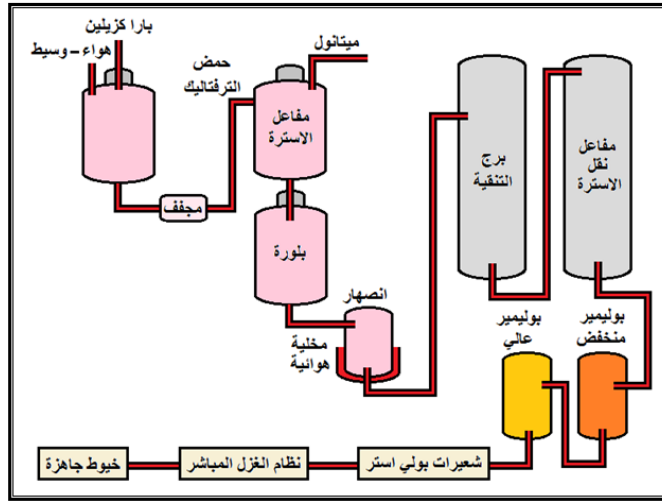
أما الترابط بين السلاسل فينتج عن روابط هيدروجينية إضافة إلى قوى فاندرفالس والقوى الناتجة عن الروابط ثنائية القطبية، ويعزز نشوء القوى بين السلاسل القدرة على تشكيل شعيرات جيدة وعلى الميل إلى التبلور (ترتيب السلاسل

الجزئية)، وتؤدي هذه الروابط لمقاومة عالية للشد والرطوبة والانحلال والصباعة، أما مرونة الجزيئات فتعود بشكل أساسي لمجموعات الايتيلين كما في الشكل (١٣):



الشكل ١٣

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



الشكل ١٤ : مخطط مصنع بوليستر

٣-٢- الخواص الميكانيكية: يؤدي ازدياد الوزن الجزيئي لازدياد خواص المتانة والاستطالة المتبقية ومقاومة التقصف، وبوجود خواص المرونة والنعومة ومقاومة الاحتكاك ستزيد الشعيرات قابلية تشابك السلاسل مع بعضها البعض بحيث تشكل كرات صغيرة على سطح الأقمشة ما يسيء لمظهر القماش المحاك. ويتم لحل هذه المشكلة تعديل خواص الشعيرات، إذ يؤثر خفض الوزن الجزيئي على المتانة والمرونة ومقاومة الاحتكاك وبالتالي سيؤدي لخفض قابلية البوليستر للتكور، لكنه يؤدي درجة لانخفاض درجة حرارة الانصهار وبالتالي تقليل انتظامية الشعيرات الناتجة، ويمكننا رفعها بإضافة مركبات يمكنها تشكيل روابط عرضية، كما أنه يمكننا تقليل ارتباط السلاسل الجزيئية مع بعضها من خلال تقليل الشد. أما الثباتية ضد التجعد فتتحقق بزيادة حرارة التسخين أو تقليل نسبة السحب.

٣-٣- الخواص الحرارية والضوئية: وتعتمد على تقنيات عمليات الاصطناع ووجود المناطق البلورية واللابلورية، وتقع نقطة الانتقال الحراري " التزجج " عند ٧٥ م، والتبلور عند ١٣٠ م، والانصهار عند ٢٦٠ م تقريباً. يتميز البوليستر بمقاومة جيدة للتحلل الحراري، ويمكننا بعمليات حرارية عادية إدخال نسبة محدودة من مجموعات الكربوكسيل في بنية البوليمير، ويؤدي استمرار تعرضه للحرارة العالية لظهور اللون الأصفر نتيجة تشكل بولي انالدهيد Polyenaldehydes من الاسيت ألدهيد ومن التحطم المتقدم للبولي فينيل استر، ويستمر بعدها التحلل الحراري بسبب تفاعلات جزيئية وجذرية مع دوران السلسلة عند الروابط الاستيرية. ويؤدي تعرض شعيرات البوليستر لدرجة حرارة ١٥٠ م لفترة زمنية طويلة لفقدانها ٢٠ % من متانتها.



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

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

أما مقاومته للقلويات الضعيفة فجيدة، ولكنه حساس للقلويات القوية مثل هيدروكسيد الصوديوم الذي يعمل على تنشيط تفاعلات الإماهة، والميتيل أمين الذي يخرق البنية عبر المناطق اللابلورية مسبباً إضعاف الروابط الاستيرية وبالتالي تراجع الخواص الفيزيائية.

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

ييدي البوليستر مقاومة جيدة للعوامل المؤكسدة كالمواد القاصرة - كالماء الأوكسجيني - ومقاومة للمركبات المنظفة، ويتميز بعدم قابليته للانحلال بمعظم المحلات كالبنزن والأسيتون، إلا أنه يذوب في الفينولات وهالوجينات حمض الخل، وينتفخ في المحاليل المركزة لحمض البنزويك والفينيل فينول وحمض الساليسيليك.

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

أما خواص المتانة فلا تختلف بين الشعيرات الرطبة والجافة وحتى المبلولة، وتعتمد إمامة البوليستر بشكل كبير على درجة الحرارة، إذ تم نفع مجموعات مختلفة من شعيرات البوليستر في الماء بدرجة حرارة ٧٠ م لعدة أسابيع ولم يظهر عليها أي تراجع في متانتها، وانخفضت بمقدار ٢٠% بعد أسبوع نفع واحد عند حرارة ١٠٠ م.

ومن الجدير ذكره هنا ألفة شعيرات البوليستر العالية للزيوت ما يجعل تنظيفها أصعب، ويساعد في ذلك وجود خاصة الكهربائية الساكنة.

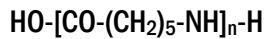
٣-٥- مقاومته للبكتريا: يمكن أن تتخذ عملية المعالجة عدة أشكال: كالمعالجة بالفضة المعروفة بمقاومتها العالية للميكروبات بإدخال شوارد الفضة في الخيوط الصناعية أو التركيبية بالاعتماد على مجموعة من المركبات الكيميائية، ويعيب هذه الطريقة كلفتها العالية نسبياً، لذا يلجأ الصناعيون لغمر النسيج بمحاليل تحتوي بعض مركبات الأمونيوم الرباعية السيليكونية بتراكيز اقتصادية بحيث نحصل على طبقة حافظة تغطي سطح النسيج، ويمكن أن تدوم صلاحية هذه المعالجة لعدة عمليات الغسيل، وتحسن هذه المعالجة المضادة للبكتريا فتجعله أكثر قدرة على امتصاص الماء دون أن تؤثر على متانة النسيج.

ونرى في الجدول ٢٢ أهم الخواص الفيزيائية المأخوذ لخيوط التيرلين " Terylen " الانكليزية.

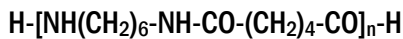
### ثانياً: البولي أميد

١- أنواع البولي أميد: تندرج تحت عنوان خيوط البولي أميد عدة أنواع نجد منها:

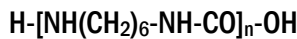
١-١- بولي الأميد ٦: ويحضر من بلمرة الكابرولاكتام بوجود الماء كمنشط:



١-٢- بولي الأميد ٦-٦: ويحضر بالتفاعل المتعدد لملاح سداسي ميثيلين مع حمض الأديبيك:

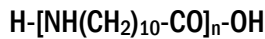


١-٣- بولي الأميد ٧: ويحضر بالتكاثف المتعدد لحمض ابيسبول - أمينو الاينانتيك:



وتبلغ درجة حرارة انصهار هذا النوع ٢٢٥ م، ويتفوق على البولي أميد ٦ و ٦٦ بمقاومته للضوء والحرارة وبعض الخواص الفيزيائية والميكانيكية الأخرى.

١-٤- بولي الأميد ١١: ويحضر بالتكاثف المتعدد لحمض أوميغا - الأونديكانيك:



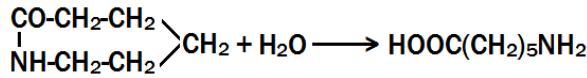




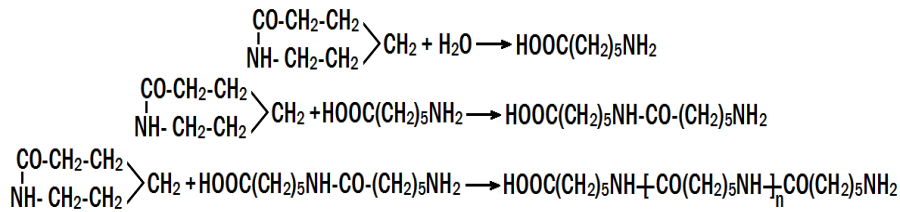
لتشكل بخار الماء، لذا نبدأ بسحب بعض البخار للمحافظة على ضغطٍ بحدود ١٠-٢٠ جو، ويمكننا التحكم بالوزن الجزيئي في المجال ١٢,٠٠٠-٢٠,٠٠٠ بإضافة ٠,٦-١,٢% حمض خل، لأن أجود الخيوط هي الواقعة في هذا المجال، لكن مشكلتها أنها تكون منخفضة اللزوجة ما يُصعب من عملية غزلها، وتسحب صهارة بولي الأמיד عند الوصول لدرجة التماثر المطلوبة على شكل شريط يعرض لتيار هواء بارد ليتجمد ويُقَطع لقطع تماثرية صغيرة.

٢-٢- البولي أميد ٦: يصنع النايلون ٦ من ٤ - الكابرولاكتام عبر تماثر يشتمل على تفاعلات سلسلية ومرحلية معاً، إذ يتم أولاً صهر الكابرولاكتام بإضافة ٥-١٠% ماء مقطر لمفاعل التماثر مع بعض من حمض الخل كمثبت بلمرة، ثم ندفع باللاكتام للمحم بتيارٍ من غاز الأزوت لمنع الأكسدة بالأكسجين ونرفع الحرارة حتى ٢٠٠-٢٢٠ م ومن ثم لدرجة ٢٥٠-٢٧٠ م وتحت ضغط ١١-١٣ جو ليخفف الضغط لمدة ٢-٣ ساعات إلى القيمة ١-١,٥ جو ويترك اللاكتام لإتمام عملية التماثر التي تتم على الشكل:

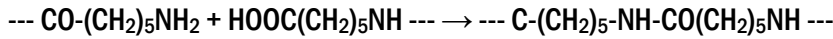
يتحلّمه أولاً بعض الكابرولاكتام إلى (١) - أمينو الكبرونيك.



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



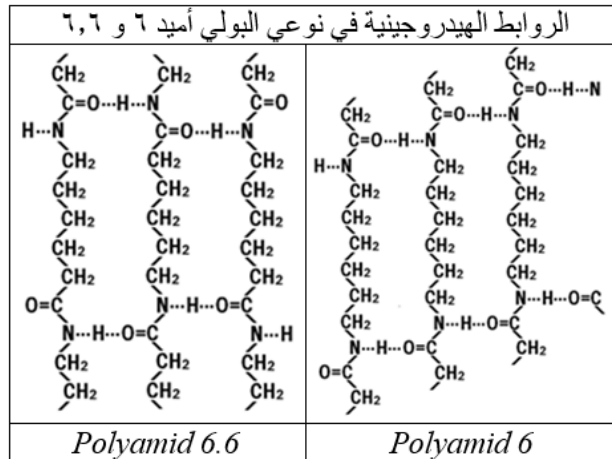
وتشارك الجزيئات الناتجة بالتشكل المرحلي للارتباطات الأמידية عبر التفاعل ما بين زمرة الأمينو وزمر الكربوكسيل:



يعتقد أن تفاعل الفتح المتسلسل والذي يعتبر مرحلة التماثر الأولى يعطي سلاسل ذات وزن جزيئي ما بين ٨,٠٠٠-١٤,٠٠٠ لا تلبث أن تدخل تفاعلات مرحلية لتعطي أوزاناً جزيئية أعلى، ويتوازن التماثر عادةً مع ١٠% من أحادي الحد والتمماثر المنخفض الوزن الجزيئي دون أن يكون لنا أي طريقة لإزاحة التوازن، لذا فإنه من المهم إزاحتها قبل إجراء عملية غزل الخيوط باستخلاصها بالماء مثلاً.

وظهرت حالياً مفاعلات مستمرة ذوات أسطوانات عمودية مُسخنة تعمل على الضغط الجوي العادي ولا تحتاج للماء كمنشط لعملية التماثر، يُضاف لها اللاكتام من الأعلى لينساب مصهور البولي أميد من أسفلها. وتتم عملية غزل البولي أميد من المحلول أو من الصهارة وإن كانت العادة أن تتم من الصهارة، وتلعب مجموعة من العوامل دورها في نجاح عملية الغزل مثل: درجة الحرارة، موقد الصهر، حجرة وسرعة الغزل، لزوجة الصهارة، ونمرة الخيوط.

٣- الخواص العامة لخيوط البولي أميد ٦ و ٦٦: نرى في الجدول ٢٢ أهم خواص خيوط البولي أميد ٦ و ٦٦، ونرى في الشكل (١٥) طبيعة الارتباط الهيدروجيني في المناطق البلورية للبولي أميد ٦ و ٦٦:



الشكل ١٥

## ثالثاً: البولي أكريلونتريل

١- مقدمة: تشكل خيوط الاكريليك أحد أهم زمر الخيوط التركيبية التشاركية من الأكريلونتريل مع مقادير صغيرة من أحاديات حد يمكنها تحسين وتوجيه خواص ومواصفات الخيوط المحضرة.

ويتميز الأكريلونتريل بانحلاله العالي بالماء لذا فإنه غالباً ما تجري عملية تماثره في محاليل مائية، وبإضافة مبادرات جذرية حرة حلولة بالماء ليعطينا متمائراً راسباً غير ذواب بالماء، إضافةً لأحاديات الحد تشاركية لتحويل خواصه حسب الطلب وبخاصة أحاديات الحد اللازمة كمراكز يرتبط معها الصباغ.

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

٢- تقنية إنتاج خيوط البولي أكريلونتريل: تستخدم طريقة البلمرة الجبلية Slurry polymerization أو البلمرة بالمحلول، ويستخدم كمبادر الماء الأكسجيني أو فوق كبريتات الأمونيوم، وغالباً ما يُضاف مرجع مناسب يمكنه أن يشكل مع فوق الكبريتات جملة أكسدة - إرجاع.

تتم عملية التماثر بالمحلول دون تحريك عندما لا يلعب الماء الأكسجيني دور العامل المثبط وبدرجة ١٥-٢٥°م ولمدة ٣٠-٩٠ دقيقة حيث يفصل المتمائر المتشكل من المحلول، ويتم إيقاف العملية عند تفاعل ٧٠% لنحصل على متمائر بخواص ملائمة، ونفصل عندها وحيد الحد غير المتفاعل بالتقطير تحت الفراغ.

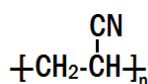
ويمكننا لإجراء عملية التماثر في المحلول استخدام أحد المحلات التالية والتي يمكننا اعتمادها كمحاليل غزلية: ثنائي ميتيل فورم أميد، محلول سلفوسيانيد الصوديوم ٥٠%، محلول كلور التوتياء ٣٥%.

٣- غزل خيوط البولي أكريلونتريل: يمكننا إجراء الغزل بالطريقتين الجافة والرطبة:  
أ- الغزل بالطريقة الجافة: ويتم فيها استخدام محل ثنائي ميتيل فورم أميد، حيث يتم حل المتمائر بدرجة الحرارة العادية ثم نرفع درجة الحرارة حتى ٨٠-٩٠°م ولمدة ٣-٥ ساعات، ويتطلب تبخير المحل رفع درجة حرارة حجرة الغزل حتى ٤٠٠°م، ورفع حرارة الهواء المدفوع إلى ٢٠٠°م، ويتم جمع أبخرة ثنائي ميتيل فورم أميد لإعادة العمل فيها من جديد، وتتميز طريقة باير بأن درجة حرارة تشرب الأصبغة يكون هنا بحدود ٩٢-٩٦°م.

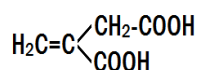
ب- الغزل بالطريقة الرطبة: تتأثر خواص الخيوط هنا بنوعية المحل المستخدم وطبيعة حوض التخثر، إذ يتوجب علينا اختيار أحواض تخثر لا ينحل فيها المتمائر ولا ينتفخ، لذا فإن استخدام محل ثنائي فورم أميد يستوجب أحواض تخثر تحوي الأغوال، بينما يحتاج محل السلفوسيانيد لحوض تخثر من محاليل سلفوسيانيدات ممددة بتركيز ١٢-١٥%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

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

٤- بذية وخواص خيوط البولي أكريلونتريل: يتراوح الوزن الجزيئي لمتعدد أكريلونتريل القادر على إعطاء خيوط نظامية بين ٥٠,٠٠٠-١,٠٠٠,٠٠٠، وتكون لها الصيغة العامة:

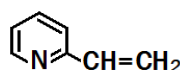


على أن يحوي التركيب - بحسب شركة باير- ما يقرب من ٨٥% أكريلونتريل على الأقل، إذ أنه يحوي كما ذكرنا أحاديات حد تشاركية للتحكم بالخواص النهائية المطلوبة مثل مراكز الصباغ الفعالة والتي نجد منها السالب الشحنة كحمض الإيتاكونيك الذي يستوجب أصبغة موجبة الشحنة أو ٢- فينيل البيريدين الذي يتطلب أصبغة سالبة:



حمض الإيتاكونيك

سالب: أصبغة أساسية موجبة

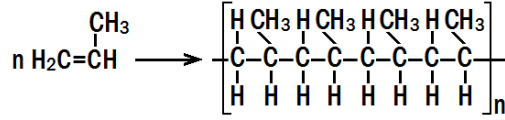


٢- فينيل البيريدين

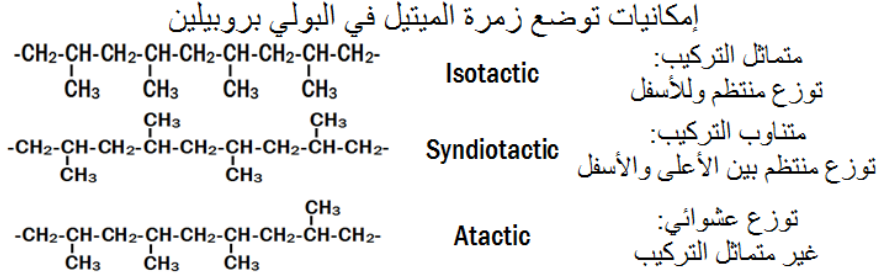
موجب: أصبغة حمضية سالبة

ولأحاديات حد يمكنها خفض درجة حرارة التزجج مثل: ميثاكريلات، اكريلات، خلات الفينيل، ونرى في الشكل (١٦) مخططاً توضيحياً لمراحل عمليات الاصطناع، ويؤدي نشوء روابط هيدروجينية بين ذرات الكربون وذرات





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



كما نجد المناطق الفراغية Stereoblock والتي تكون عبارة عن مناطق انتقال تامة ما بين مناطق غير متماثل التركيب مع المتماثل، لذا يُمزج المتماثل مع غير المتماثل في إنتاج خيوط البولي بروبيلين بنسبة ٥%.

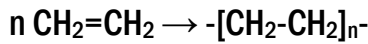
٢- **تحضير خيوط البولي بروبيلين:** يتم تحضير متعدد البروبيلين بتقنيات عدة، مستمرة ومتقطعة، والمتقطعة مع وبدون مذيب، ونجد من المذيبات: الهبتان، البنزن، وكوسيط: وسطاء زيغلر- ناتا مثل TiCl<sub>4</sub> or TiCl<sub>3</sub> & Al(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>، وتلعب نسبة مزج الوسيط دورها في تحديد نسبة التبلور إذ يكون بولي البروبيلين المنتظم فراغياً على شكل بلورات صلبة، وتتراوح نسبة الوسيط عادةً بين ٣، ٦، ١٠، ٣٠% من وزن البوليمير، وتبدأ عملية البلمرة عادةً عند ٢٣-٣٠م وتنتهي عند ٦٠-٧٠م وتحت ضغط ٤-٥ جو، وتجري تحت جو من الغاز الخامل للحصول على منتج نقي، ثم نخفف الضغط بوصولنا لنهاية عملية التماثر ونرشح المذيب لعزل المتماثر على شكل مسحوق، ونبدأ عمليات الفصل على أساس عدم قابلية انحلال وحيد الحد بالماء وتفكك الوسيط بالغول.

يُغسل البوليمير بالماء ويجفف ثم يُحلّ تحضيراً لعملية الغزل، إذ يمكننا حله عندما يكون منتظماً فراغياً بمجموعة من المحلات منها: النترالين، الديكالين ... وبتكريز يصل حتى ٣٠%، ويمكننا تبخيرها بتيار هواء ساخن بدرجة ١٥٠-٢٠٠م في حجرة الغزل بالطريقة الجافة.

ويمكننا لتطبيق عملية الغزل بالطريقة الرطبة استخدام حوض تخثر يحوي الغول والأسيتون وبالتالي فإنها لن تكون اقتصادية، وهذا ما يدفعنا لغزله من الصهارة وبالتالي سنحتاج لتجهيزات غزل ثلاث درجات الحرارة العالية بالإضافة مضخة حلزونية مسخنة حتى ٢٣٠م، ويسحب البوليمير المغزول من ٤٠٠-٨٠٠% من طوله الأصلي، ومن ثم تثبت الخيوط حرارياً برفع درجة حرارتها حتى ١٠٠م ولمدة ٣٠ دقيقة ما يستدعي إضافة بعض مضادات الأكسدة خوفاً من تلف الخيوط بالأكسجين الجوي، ونرى في الجدول ٢٢ أهم خواص هذه الخيوط المعروفة تجارياً باسم ميراكلون.

### سادساً: خيوط متعدد الإيثيلين

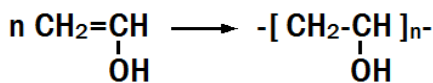
١- **المقدمة:** يتم تحضير هذه الخيوط من تماثر الإيثيلين وفق التفاعل:



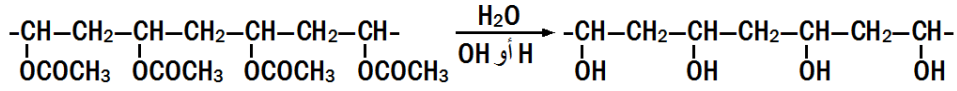
٢- **تحضير خيوط البولي إيثيلين:** يتم تحضير خيوط بولي الإيثيلين الخطي البنية بتماثر الإيثيلين تحت ضغط يتراوح بين ١-٦ جو، وبوجود وسيط مثل وسطاء زيغلر- ناتا ككثلاثي ألكيل الألمنيوم ورباعي كلور التيتانيوم، وتغزل حبيباته بطريقة مشابهة لطريقة غزل البولي بروبيلين، ونرى في الجدول ٢٢ أهم خواص هذه الخيوط التي يتم تسويقها تحت اسم كورلين.

### سابعاً: خيوط متعدد فينيل الأغوال

١- **المقدمة:** يُستقّ متعدد فينيل الأغوال من الغول الفينيلي، أي من التفاعل النظري:



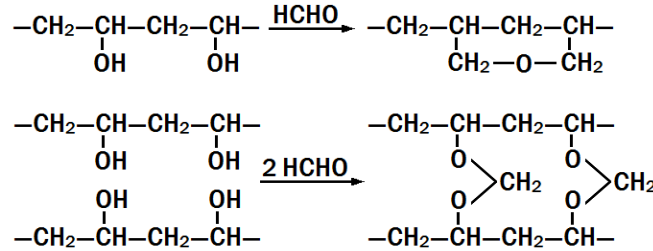
٢- **تحضير متعدد فينيل الأغوال:** يتم تحضير خيوط متعدد فينيل الأغوال Poly vinyl alcohols بحلمة متعدد فينيل أسيتات بتصبينها بوسط حمضي أو قلوي:



وتتم عملية الحلمة في محلول الميثانول بوجود هيدروكسيد الصوديوم عند درجة حرارة ٣٠م° وخلال ١٠-١٥ دقيقة وبوجود هيدروكسيد الصوديوم.

ويتم غزل خيوطه من المحلول المائي لحوض تخثر يحوي ٠,٥-٢% وزناً من كبريتات الصوديوم ثم تسحب بمعدل ٤٠٠-٦٠٠% من طولها الأصلي.

تتم معالجة متعدد فينيل الغول مع الفورم ألدهيد ثم تجفف عند ٢٠٠-٢٢٠م° لربط الزمر الهيدروكسيلية في ذات السلسلة أو بين السلاسل بروابط ميتيلينية وفق التفاعل :

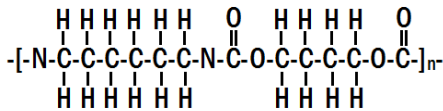
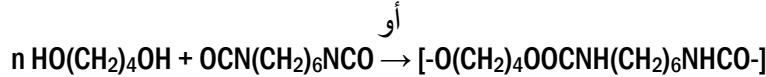
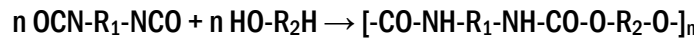


ومن الضروري أن تكون درجة أستلة الخيوط بحدود ٤٠%، ونرى في الجدول ٢٢ أهم خواص خيوط متعدد فينيل الأغوال المعروفة تجارياً باسم فينيلون.

### ثامناً : خيوط متعدد الأوريتان

١- المقدمة: تتميز خيوط البولي أوريتان بخواصها المطاطية المشابهة للمطاط الطبيعي أو المطاط التركيبي " البونا " في مرونتها مع مقاومة أعلى للعوامل الجوية والاحتكاك وإمكانات سحب لخيوط رفيعة وناعمة جداً وهذا ما لا يمكن أن يحققه المطاط الطبيعي.

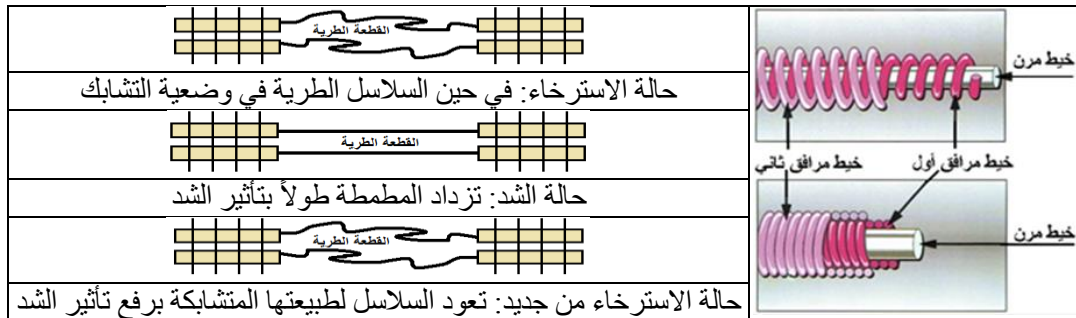
٢- اصطناع الخيوط المطاطية: يتم اصطناع الخيوط المطاطية من البولي أوريتان بنسبة ٨٥%، ويتم تحضير البولي أوريتان من تماثر وحيدى حد: أولهما ثنائي الوظيفة الغولية مثل رباعي ميتيلين غليكول، وثانيهما إيزو سيانات مثل سداسي إيزو سيانات:



أو بولي بوتيلين غليكول ثنائي إيزو سيانات :

ويتم تفاعل التكتاف إما في الصهارة أو بالمحلات كأحادي كلور البنزن عند الدرجة ٢٠٠م°، ومن ثم يغزل من الصهارة ويسحب على البارد.

وتتميز خيوط اللايكرا بمرونتها " لوجود ذرة أكسجين في السلسلة " وقابليتها للامتطاط عند تعرضها لإجهاد الشد وعودتها لأصلها عند رفع الإجهاد المطبق كما يبين الشكل (١٧):



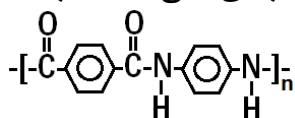
الشكل ١٧: وضعيات امتطاط خيوط اللايكرا

ونرى في الجدول ٢٢ أهم خواص خيوط البولي أوريتان المعروفة باسم اللايكرا.



## تاسعاً: الأراميد " الكيفلار "

الأراميد أو الكيفلار Aramid fibres: Kevlar هو الاسم الصناعي لمادة أكتشفها ستيفاني كاوليك عام ١٩٦٥م من فحوم هيدروجينية تركيبية، وتعتمد سلسلتها على الترابط القوي بين حلقات ذرات الكربون، ويتم تحضيرها من تفاعل ثنائي الأمينات مع ثنائي الحموض الكربوكسيلية أو مع اللاكتامات لتكوين مجموعة أميدية، وبالتالي تكون على شكل سلاسل بوليميرية طويلة من para phenylene tere phthal amide: ppta على شكل هيكل يتكون من جزيئات صلبة نسبياً غالباً ما تميل لمستوى شكل صفائح هيكل شبيهة نوعاً ما بالبروتين مثل الحرير، فإذا كانت المجموعات R & R' الأليفاتية Aliphatic أو حلقاتية Alicyclic أو مزائج تحتوي على أكثر من ٨٠% وزناً من الوحدات المتكررة تكون مجموعات عطرية فإنه يطلق على هذه الألياف الأراميد:



ومن أهم الخواص الفيزيائية للأراميد قوته التي تعادل نحو خمسة أضعاف الفولاذ، وتزيد مقاومتها عن الفولاذ على الشد بنحو العشرين مرة، ويطلق عليها اسم Super fibers، كما تتميز بخفة وزنها، وتبلغ كثافتها النسبية ١,٤٤ غ/سم<sup>٣</sup>. كما يتمتع بوليمر الأراميد بمقاومة عالية جداً لدرجات الحرارة العالية، وتحفظ بقوتها ومرونتها في عند تبريدها لدرجات حرارة منخفضة دون ١٩٦°م. علاوة عن مقاومتها للصدأ بالمقارنة مع الفولاذ.

ومن أهم استخداماته دخوله في الصناعات البلاستيكية لتعزيز هيكل القوارب والطائرات والدراجات، والصناعات العسكرية الخاصة، وتبطين السفن من مخاطر الأضرار الناجمة عن الشظايا، والعزل ضد النبضات الكهرومغناطيسية التي تسببها الانفجارات النووية وتمتص الصوت والصدمات. كما تستخدم بشكل واسع في مجال صناعة الدروع الواقية بدلاً عن الحديدية الثقيلة الوزن كونها مصفوفة بشكل متعكس أو متصالب فإن الصدمة ستنتفرع وتجد أسطحاً جديدة للصدمات التي تليها في أقل من عشر الثانية لكن الطاقة التي تمتصها المادة والتي تجد كل هذه الأسطح الجديدة ضمن الألياف قادرة تماماً على منع رصاصة من الدخول، وتستخدم في الإنشاءات الهندسة الثقيلة مثل منصات حفر البترول والأجهزة، والألبسة الرياضية في رياضات التزلج على الجليد أو الماء وغيرها من الرياضات الخطرة، والملابس الواقية من الحريق لرجال المطافئ، ولبازات رجال الفضاء للوقاية من الإشعاعات الكونية، ولصناعة الإطارات المقاومة للثقب كإطارات الطائرات الضخمة. وفي صناعة المعدات السمعية لخواصه الصوتية للمخاريط في السماع.

الجدول ٢٢

خواص بعض الخيوط التركيبية: " عن الألياف النسيجية والصبغة، د. منجد، د. هاشم - جامعة دمشق "									
الخيوط والخواص	بولي استر Terylen	بولي أميد ٦	بولي أميد ٦٦	الأكريليك Orlon	بولي فينيل كلورايد Rhovyl	بولي بروبيلين Meraclon	بولي إيثيلين Courlene	بولي فينيل الأوغال Vinylon	بولي أوريثان Lycra
قوة الشد	٢٢,٥-١٨	٢-١,٥	٢	١-٠,٨٦	١,٣٥-١,٢	٢,٩٤-٢,٥	١,٣٦-٠,٤	٢,٢-١,٣٤	٠,٢٨
الاستطالة %	٢٠-١٥	٣٢-٢٤	٤٠-٢٥	٢٥	٢٣	٢٦-٢٠	٤٠-٢٠	٢٦-١٥	
	٣٠-١٥	٣٧-٢٨	٥٠-٣٠					٢٧-١٦	
زاوية الالتواء الحرجة	٥٤٨-٤٠	-٣٣,٣٣	٤٢,٣٠-٣٣	٦١,٣٠-٦٠	٥٥,١٠				
الوزن النوعي : كغ/م <sup>٣</sup>	١,٣٨	١,١٤		١,١٧	١,٤		٠,٩٢	١,٣-١,٢٦	١,٢١
الرطوبة %	٠,٤	٥-٤	٤,١	١,٥			٠		١,٣
		٧,٥-٥	٤,٥						
الحرارة النوعية: حريرة/غ/م <sup>٣</sup>	٠,٣٢	٠,٤	٠,٣٤٥		٠,٢٥		٠,٤٦		
الناقلية الكهربائية: حريرة/غ/سم/م <sup>٣</sup>	٠,٠٠٢	٠,٠٠١٧	٠,٠٠٥٩		٠,٠٠٣٩		٠,٠٠٢١		
ثابت العزل الكهربائي	٣,١٧	٤,٦-٣,٥	٤	٦,٥		٢,١			
درجة التماثر	١٥٠-١٠٠	٢٠٠-١٠٠	١٠٠-٥٠	٢٠٠-١٠٠	٢٥٠				
اللون	أبيض	أبيض	أبيض	أبيض إلى أصفر فاتح	أبيض	أبيض	أبيض	أبيض	أبيض إلى شفاف

## البحث الرابع

### تمير الألياف والخیوط

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

١- النمر القديمة للألياف: عُرفت سابقاً نمرتان أساسيتان:

١-١- النمرة المترية  $N_m$ : وتساوي الطول: متر / الوزن: غرام.

١-٢- النمرة الانكليزية  $N_e$ : وتساوي الطول: يارد / الوزن: ليبرة.

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

$$\text{النمرة الانكليزية } N_e = \text{ل} \text{ انش أو } 25,4 \text{ مم} / \text{ نصف قطر الخيط : مم}$$

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

١-٢- الطريقة الوزنية:

١-١-٢- التكس: يتميز هذا النظام بمضاعفاته وأجزائه على الشكل:

التكس **Tex**: وهي الوحدة الأساسية، ويساوي غرام واحد من المادة على ١٠٠٠ م، ويستعمل مع الخیوط المفردة والمزدوجة القطنية والصوفية.

الميلي تكس **m.Tex**: ميلي غرام لطول ١٠٠٠ م، ويستعمل للألياف الحريرية الناعمة جداً.

الديمي تكس **D.Tex**: غرام لطول ١٠,٠٠٠ م، ويستعمل مع الألياف الرفيعة كالحريير والخیوط الكيماوية.

الكيلوتكس **K.Tex**: كيلو غرام واحد لطول ١٠٠٠ م، ويستعمل لأشرطة الكرد والسحب.

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

٢-١-٢- التيتير **Titer**: يستخدم نظام التتمير العالمي هذا للألياف الدقيقة جداً وخاصة في مجال الخیوط التركيبية حتى

غدت مصطلحاً دولياً، ويطلق عليها أيضاً اسماً الدنيير **Denier** والدنية **Denye**، ويعرف التيتير على أنه وزن غرام

واحد بطول ٩٠٠٠ متر.

$$\text{الدنيير} = \text{الدنية} = \text{التيتير} = 1 \text{ غرام} / 9000 \text{ متر}$$

ونجد من مشتقات هذه النمرة:

اسكتش تيتير **Ts = Scotsch Titer**: وتستعمل للألياف المعدنية الدقيقة جداً واستعمالاتها محدودة وقليلة، وتعرف على

أنها وزن ليبرة واحدة لطول ١٤,٤٠٠ يارد:

$$\text{اسكتش تيتير } T_s = 1 \text{ ليبرة} / 14,400 \text{ يارد} = 453,6 \text{ غرام} / 13,167 \text{ متر}$$

٢-٢- الطريقة الطولية  $N_m$ : وتشمل كما ذكرنا النمر المترية والانكليزية والفرنسية والأمريكية.

١-٢-٢- النمرة المترية: وهي النمرة التي يُنسب من خلالها طول: الكيلومتر، المتر، الميلي متر إلى الكيلوغرام،

الغرام، الميلي غرام على الترتيب، وأكثر ما يشيع استخدامه في الغزول القطنية والصوفية والكتانية لسهولة تحويل وحداته وتقسيماتها:

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

٢-٢-٢- النمرة الانكليزية: وهي نسبة الطول للوزن، وتتميز بتنوع وحداتها بتنوع مادة الألياف، ويرمز لها بـ  $N_m$  مع

إضافة حرف آخر للدلالة على المادة الأولية للألياف:

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

الوحدة الألياف القطنية  $N_{eb} = 840$  يارد / 1 ليبرة =  $780$  متر /  $453,6$  غرام

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

الوحدة الألياف الصوفية  $N_{ew} = 256$  يارد / 1 ليبرة =  $234$  متر /  $453,6$  غرام

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

الوحدة الألياف الصوفية الرفيعة  $N_{ek} = 650$  يارد / 1 ليبرة =  $512$  متر /  $453,6$  غرام

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

الوحدة الألياف والخيوط التركيبية  $N_{ei} = 300$  يارد / 1 ليبرة =  $274$  متر /  $453,6$  غرام

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

النمرة الفرنسية  $N_f = 1000$  متر / 500 غرام

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

النمرة الأمريكية  $N_a = 100$  يارد / 1 ليبرة =  $91,4$  متر /  $453,6$  غرام

### الجدول ٢٣

الواحدات العالمية المعتمدة لتنمير الألياف الطبيعية والخيوط الصناعية				النمر القديمة
المتريّة $N_m$ : الطول " متر " / الوزن " غرام "			النمر الحديثة	
الانكليزية $N_e$ : الطول " يارد " / الوزن " ليبرة "				الانكليزية $N_e$
1 ملغ / 1000 م	ميلي تكس	1 غ / 1000 م	التكس Tex	
1 غ / 10,000 م	ديمي تكس		Titer التيتير	
1 كغ / 1000 م	كيلو تكس		Denye الدنيه	
1 ليبرة / 14,400 يارد	اسكتش تيتير Iscotch Titer: $T_e$	1 غ / 9000 م	Denier الدنيير	الطولية
1 كم / 1 كغ أو 1 م / 1 غ أو 1 ملم / 1 ملغ			$N_m$ المتريّة	
840 يارد / 1 ليبرة أو 780 متر / 453,6 غرام	القطنية $N_{eb}$	1 غ / 1000 م	$N_e$ الانكليزية	
256 يارد / 1 ليبرة أو 234 متر / 453,6 غرام	الصوفية $N_{ew}$			
650 يارد / 1 ليبرة أو 512 متر / 453,6 غرام	الصوفية الرفيعة $N_{ek}$			
300 يارد / 1 ليبرة أو 274 متر / 453,6 غرام	الصناعية $N_{ei}$			
1000 م / 500 غ			$N_f$ الفرنسية	
100 يارد / 1 ليبرة أو 91,4 متر / 453,6 غرام			$N_a$ الأمريكية	



الجدول ٢٤

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

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

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



الشكل ١٨ : جهاز قياس نمرة الخيوط والألياف

## تحليل الخيوط والألياف

١- المقدمة: يعتبر تحليل الألياف واحداً من أهم العلوم التي يتوجب أن يتمكن منها العاملون في حقل النسيج والصبغة، فالجهل بتحديد هوية ألياف نسيج ما قد يؤدي لتخربه إثر عمليات الصبغة والتجهيز النهائي، فوجود خيوط البولي أميد ممزوجاً بأنواع أخرى قد يؤدي لانحرافات ظاهرة في الألوان المطلوبة كونها تنتشر بمعظم أنواع الأصبغة مسببةً خللاً في نسب الأصبغة الموضوعة، ويذوب الصوف الممزوج مع القطن في حمامات الأصبغة الفعالة التي تستوجب إضافة هيدروكسيد أو كربونات الصوديوم، وتنصهر خيوط الاكريليك عند التحضير بدرجات الحرارة العالية الجافة. لذا فقد وُضعت تقنيات مختلفة لتحليل الأنسجة على أساس ردود أفعال الألياف تجاه عمليات: الحرق، التقطير الجاف، الصبغة، التميّع، الفحص المجهرى، الإذابة.

٢- طريقة الحرق: تتباين مظاهر عملية الحرق بين أنواع الألياف في اشتعالها وتميعها وشكل اللهب والرائحة ومخلفات الاحتراق وعلى الشكل المبين في الجدول (٢٥):

الجدول ٢٥

مظاهر حرق أهم الألياف والخيوط				
عن المشروع ١ : د. صلاح وزمانه بجامعة دمشق				
مظاهر الحرق		النوع		
اشتعال برائحة الورق ودون كرات		قطن ، قطن مؤسّط ، فيسكوز ، حرير النحاس التسادري ، ألياف نباتية ، كتان		
اشتعال برائحة الشعر ودون كرات		صوف ، حرير طبيعي		
اشتعال برائحة الشعر مخلطاً هيكل من الرماد		حرير مُخفّل		
يستعل برائحة الخل مع تشكيل كرات سهلة السحق بالأصابع وتكتمش من اللهب		احتراق أسيّات		
يحترق تاركاً هيكل من رماد أكسيد الكالسيوم الأبيض		ألجينات		
يستعل مشكلاً كرات قاسية صعبة السحق بالأصابع وتكتمش من اللهب		بولي أميد ، بولي استر		
ينصهر دون أن يلتهب		بولي فينيل كلوريد		
يستعل مشكلاً كرات سوداء سهلة السحق بالأصابع وتكتمش من اللهب		بولي أكريلو نتريل		
عن الاختبارات النمجيّة للدكتور كميليو مقدسي				
المخلفات	الرائحة	الهيئة	المظهر	النوع
رماد أبيض	احتراق الورق	بارقة	يستعل	سيليلوز طبيعي
حبيبات سوداء مسامية	احتراق العظم	متطايرة	يستعل	صوف ، حرير طبيعي
هيكل من الرماد	احتراق العظم	متطايرة	يستعل	حرير مُخفّل
حبيبية مسامية	حمضية مخرّشة	بارقة تنطفيء	ينميع	أسيّات
هيكل رماد أبيض	احتراق الورق	بارقة تنطفيء	يستعل	ألجينات
كرة بيضاء	احتراق السكر	بارقة تنطفيء	ينميع	بولي أميد
كرة بيضاء	احتراق السكر	قصيرة مشحورة	ينميع	بولي استر
حبيبية سوداء قاسية	مخرّشة	مشحورة تنطفيء	ينميع	بولي فينيل كلوريد
حبيبية سوداء قاسية	مخرّشة	بارقة تنطفيء ، لا تنحور	ينميع	بولي فينيل كلوريد: ساران
حبيبية سوداء قاسية	احتراق السكر	مشحورة ، لا تنطفيء	ينميع	بولي أكريلو نتريل
كرة بيضاء	احتراق السكر	قصيرة بارقة ، لا تنحور ، لا تنطفيء	ينميع	بولي فينيل أسيّات
كرة زجاجية صافية	احتراق الشمع	قصيرة ، تنحور ، لا تنطفيء	ينميع	بولي الايتيلين
-	مخرّشة	قصيرة ، بارقة ، لا تنطفيء	ينميع	بولي رياحى فلور الكربون

٣- طريقة التقطير الجاف: توضع العينة في انبوب اختبار جاف وتسخن بحدز، وتوضع على فتحة الانبوب ورقة عباد الشمس أو ورقة خلات الرصاص ونراقب تغير اللون بحسب الجدول (٢٦) :

الجدول ٢٦

تحليل الألياف بطريقة التقطير الجاف	
الملاحظ	النوع
أبخرة حمضية انقلاب لون ورقة عباد الشمس من أزرق إلى أحمر	سيليلوز طبيعي، ثنائي وثلاثي الخلات، بولي فينيل كلوريد الأغوال، بولي ايتيلين، بعض أنواع الاكريليك الحمضية، ألجينات، بولي استر
أبخرة قلوية انقلاب لون ورق عباد الشمس من أحمر إلى أزرق	صوف، حرير طبيعي، ألياف بروتينية، بولي أميد، بعض أنواع الاكريليك القلوية
اسوداد خلات الرصاص	صوف، ألياف بروتينية
يُشترط لصحة النتيجة أن تكون العينة نظيفة ومن مادة واحدة	

٤- اختبار التلطيح أو الصباغة بأصبغة الاختبار: ينجح هذا الاختبار مع العينات البيضاء أو الفاتحة، ويتم الاختبار بإحدى المجموعات الصباغية المعروفة تجارياً بأسماء مثل: Karminazurol, Neocarm W, MS, Shiralastain A, D, E، ويُستحسن أولاً تنظيف العينة بغسلها بالإيتر أو رباعي كلور الكربون. وكمثال تطبيقي نأخذ بصبغة Shir-A ونطبقها بدرجة حرارة الغرفة على العينة لمدة دقيقة واحدة ثم نغسل جيداً بالماء ونعصرها باليد ونراقب اللون ونقارنه مع لوحة الدليل الخاصة المبينة في الجدول (٢٧):

الجدول ٢٧

نتائج اختبار التلطيح " التبقيع " بحسب صبغة الاختبار Shir-I			
نوع الألياف أو الخيوط	اللون	نوع الألياف أو الخيوط	اللون
ألياف بروتين مجددة، كازئين أو أنواع بروتينية	أصفر برتقالي	بولي فينيل كلوريد، بولي فينيلدين كلوريد، كوبوليمير من كلور مع البولي أكريلو نتريل	أبيض
نايلون: اختبار الحرارة العالية نحاسي إلى بني	برتقالي محمر أو أزرق محمر	صوف: اختبار الحرارة العالية أصفر فاتح أو نحاسي فاتح إلى بني	أصفر
أسيئات السيليلوز	أخضر مصفر	حرير محمل " بحسب التحميل "	كريم إلى أصفر
حرير طبيعي وبعض الألياف النباتية	بني	فيسكوز	أزرق محمر
ألجينات	قرنفلي مصفر	حرير النحاس النشادري	أزرق فاتح
حرير خام	بني غامق جداً	اكريليك	وردي
قطن ممرسر	بنفسجي	قطن	أرجواني فاتح
جوت	ذهبي إلى بني	قنب	ارجواني فاتح
يعطي الصوف المكثور لوناً أصفر بني على البارد وأسود على الساخن، والتيفلون نفسه بني اللون لذا فإنه لا يتلطيخ			

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

٥- طريقة درجة التميع: تستخدم هذه الطريقة عادةً مع الخيوط التركيبية التي لها نقطة تمييع، وتستنزم مجهراً وحامل عينة وميزان حرارة دقيق، وتعتمد على كسر العينة للضوء المستقطب عند تمييعها، وهذا ما يساعدنا على تحديد نقطة التمييع عندما يجهز المجهر بضوء مستقطب، ونرى في الجدول (٢٨) درجات حرارة تمييع بعض الخيوط التركيبية:

الجدول ٢٨

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

#### ٦- اختبار الفحص المجهرى:

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

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

ب- الاختبار العرضي: من الضروري التنبؤ أولاً إلى أن القطع العرضي يستنزج جر سكين القطع وليس ضغطها بتجهيزات خاصة تسمى ميكروتوم لنتمكن من الحصول على سماكات شرائح تصل إلى بضعة ميكرومترات فقط،

وتتميز الألياف من خلال مشهد المقطع المبين في الجدول (٢٩):  
الجدول ٢٩

اختيار الفحص المجهرى	المقطع
النوع	مدور أو حلقي
زجاج ، نايلون ، حرير النحاس التشادري ، قفلون ، اكريليك " كرسلان " ، بولي استر " تيرلين وداكرون "	مدور مع تقعر
ألياف بروتينية مجددة مثل الكازئين	مدور اهليلجي
صوف	تسنن حاد
فيسكوز	تسنن غير منتظم
ألجينات	كرتين مرتبطين ببعضهما
فينون " N كوبوليمير من كلور فينيل مع الأكريلونتريل " ، دينيل " كوبوليمير من كلور فينيل مع الأكريلونتريل المتببت " ، فيريل " اكريليك معدل ومتببت "	مدورة تقريبا
بولي كلور فينيلدين " ساران "	تثنائي أو ثلاثي أو رباعي الفصوص
أسيتات السيليلوز	متكثي مع زوايا مدورة
حرير طبيعي ، انترون " بولي أميد ٦ "	انويبي ملتف
قطن	كلوي الشكل
بولي فينيل الأغوال " فينيلون " ، بولي فينيلدين تثنائي سياتيد متببت	



الميكروتوم

٧- طريقة المذبيبات: تقوم هذه الطريقة على قابلية بعض الألياف والخیوط الصناعية والتركيبية للذوبان أو التخراب في كاشف كيميائي بشروط محددة دون بعضها الآخر كما نجد في الجدول (٣٠):

الجدول ٣٠

قابلية بعض الألياف الطبيعية والخیوط الصناعية والتركيبية للذوبان	
حمض الكبريت المركز البارد	سيليلوز طبيعي ومجدد، حرير طبيعي مجدد، ألجينات، أسيتات ٣/٢,٥، بولي أميد ١١/٦٦/٦، بولي استر، بولي اكريليك، بولي فينيل الغول، بولي الأوريتان
حمض الكبريت المركز الساخن	ينذيب جميع الألياف والخیوط باستثناء: بولي الإينيلين، بولي رباعي فلور الإينيلين
حمض كلور المار البارد	أسيتات ٢,٥، بولي الأميد ٦٦/٦، بولي فينيل الغول
حمض كلور الماء الساخن	حرير طبيعي مجدد، أسيتات ٣/٢,٥، بولي الأميد ٦٦/٦، بولي فينيل الغول
حمض الأزوت المركز البارد	أسيتات ٣/٢,٥، بولي الأميد ٦٦/٦، بولي فينيل الغول
حمض الخل الثلجي البارد	أسيتات ٢,٥
حمض الخل الثلجي الساخن	أسيتات ٣/٢,٥، بولي الأميد ١١، بولي الأوريتان
حمض النمل المركز البارد	أسيتات ٢,٥، بولي الأميد ٦٦/٦، بولي فينيل الغول
حمض النمل المركز الساخن	أسيتات ٣/٢,٥، بولي الأميد ١١/٦٦/٦، بولي فينيل الغول، بولي الأوريتان
الأسيتون البارد	أسيتات ٢,٥، بولي الأميد ٦٦/٦
الأسيتون الساخن	أسيتات ٢,٥
تثنائي كلور الميثان البارد	أسيتات ٣
تثنائي كلور الميثان الساخن	أسيتات ٣، بولي فينيل الغول
رابع كلور الكربون الساخن	بولي الإينيلين
الكوروفورم البارد	أسيتات ٣
الكوروفورم الساخن	أسيتات ٣
البنزول الساخن	بولي الإينيلين
التولول الساخن	بولي فينيلدين كلورايد، بولي إينيلين، بولي بروبيلين
الكسيلول الساخن	بولي فينيلدين كلورايد، بولي إينيلين، بولي بروبيلين
أحادي كلور البنزول الساخن	بولي فينيل كلورايد، بولي فينيلدين كلورايد، بولي إينيلين، بولي بروبيلين
أورتو تثنائي البنزول الساخن	بولي أميد ١١، بولي استر، بولي فينيل كلورايد، بولي فينيلدين كلورايد، بولي إينيلين، بولي بروبيلين، بولي الأوريتان

## الباب الثالث

١. النظرية الصباغية والأصبغة.
٢. تصنيف الأصبغة المستخدمة في الصباغة.
٣. أساسيات ومبادئ عملية الصباغة.
٤. مواصفات وثبائيات الأصبغة.
٥. المواد الداخلة في بناء الحمام الصباغي.

## النظرية الصباغية والأصبغة

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

### ٢- بنية الصباغ:

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

٢-٢- الأوكسو كروم: أو مساعد اللون، ومهمته إزاحة العصابة الضوئية الممتصة حتى أمواج أطول ما يؤدي لزيادة عمق اللون، وكثيراً ما يلعب دوراً في تثبيت المادة الصباغية مع الألياف عبر تفاعل كيميائي معها، ومن أهم الأوكسوكرومات: زمر الأمينو، الهيدروكسيل، الكربوكسيل، السلفون...

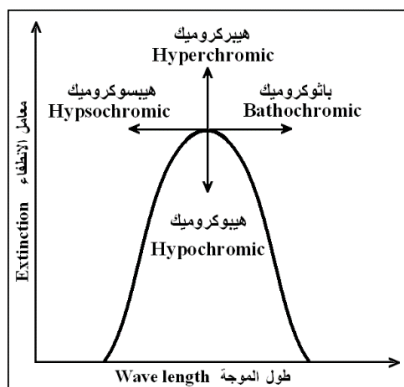
٢-٣- الباثوكروم: أو معزز اللون، ومهمته تحويل اللون باتجاه الموجة الأطول، أي من البنفسجي نحو الأحمر.

٢-٤- الهيبسوكروم: ومهمته تحويل اللون وانزياح الامتصاص باتجاه الموجة الأقصر، أي من الأحمر إلى البنفسجي.

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

ويجمع الدكتور زولينغر علاقة كل هذه المكونات ببعضها على الشكل: بقيت البحوث على مدى مئة عام تعتمد على الأسس التي وضعها ويت White عام ١٨٧٦، والتي يمكننا اختصارها بأنه يتوجب على المركب الكيماوي كي يمتلك القدرة التلوينية أن يحوي مجموعات أساسية، وهي الكرومافور الذي يقوم ارتباطه على مبدأ ترافق الروابط الثنائية، فعندما يكون الكرومافور ملائماً ويستطيع منح اللون للمركب نسميه أوكسوكروم، ثم جاء التفريق فيما بين ما يسمى كرومافور والأنتي أوكسوكروم، وأمكن حديثاً في الكيمياء الفيزيائية والعضوية التفريق بينهما بتبيان ماهية الأوكسوكروم بين مانح للالكترونات مثل المجموعات:  $\text{NH}_2^-$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{O}^-$  والأنتي أوكسوكروم كالمجموعات والزمير الآخذة للالكترونات، وعلى ما سبق فإن الكروموفورات الخطية مع أنظمة الحلقات المترافقة الروابط تشكل ما ندعوه الكروموجين.

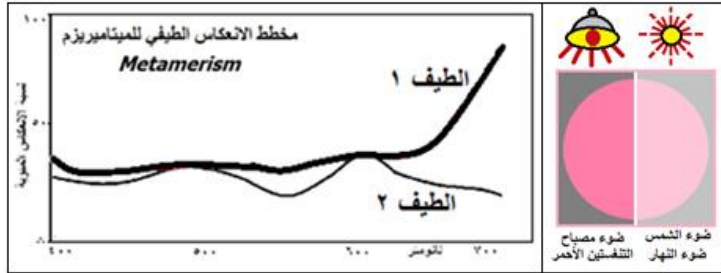
ونجد في البحوث الصناعية للأصبغة أن معظم البنى الأساسية لمركبات الألوان صناعية، وتختلف فيما بينها في مواقع أو وظائف متبادلاتها وبعض التفاصيل الثانوية الأخرى، لذا فقد تمت إجراء دراسة تحليلية لامتصاص مجموعات الأصبغة المتقاربة فيما بينها، وهذا ما دفع العالم هو How لدراسة تأثير مختلف هذه العوامل على الامتصاص، فبحسب الشكل (١٩) تم تصنيف الازدياد أو التناقص في طول الموجة وعلى التوالي بمصطلحي باثوكروميك Bathochromic وهيبسوكروميك Hypsochromic، وأطلق على الازدياد أو التناقص في قيمة عامل الامتصاص مصطلحي هيبركروميك Hyperchromic وهيبوكروميك Hypochromic:



الشكل ١٩: تغير طول الموجة ومعامل الامتصاص مع تغير عصابة الامتصاص



ومن المهم ملاحظة أن العين البشرية تتحسس الأمواج الضوئية في مجال الأطوال ٤٠٠٠-٨٠٠٠ أنغستروم أو ١٠-٨ سم، ويتوقف أو يرتبط اللون الذي تراه العين بالمصدر الضوئي أولاً كأن يكون ضوء الشمس أو مصباح عادي أم ملون، ومن ثم الشعاع المنعكس عن المادة الملونة والذي تتلقفه العين، فإذا ما سقط لون أبيض على جسم وبدأ لنا أنه برتقالي كان السبب أنه عكس البرتقالي وامتص الباقي، ونرى في الشكل (٢٠) مظاهر تغير اللون بتغير المصدر الضوئي أو ما يسمى الميتاميريزم.



الشكل ٢٠: تغير اللون بتغير المصدر الضوئي

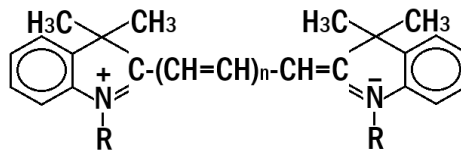
وعندما تعكس المادة جميع ألوان الطيف فإنها تبدو أبيضاً اللون، وعلى العكس فعندما تمتص جميع ألوان الطيف تبدو لنا سوداء اللون، ويظهر لنا الجدول ٣١ اللون الممتص واللون المنعكس بما يُطلق عليهما اللونان المتكاملان.

الجدول ٣١

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

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

- أن يكون الجزيء كبير الحجم نسبياً وحاوياً إلكترونات باي  $\pi$
  - ضرورة أن يكون هناك ترافقاً لنظام الروابط الثنائية في الجزيء بحيث تتمكن السحابة الإلكترونية من الطنين والتحرك على كامل الجزيء بأقل طاقة ضوئية يمكن أن تصلها.
- ويشرح لنا مثال كربوسيانين Carboyanine هذه الملاحظات:



إذ يؤدي ازدياد قيمة  $n$  لانتقال اللون الممتص وفق الجدول (٣٢):

الجدول ٣٢

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

## البحث الثاني

### تصنيف الأصبغة المستخدمة في الصناعة النسيجية

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

٢- التصنيف الكيمائي للأصبغة: يبين الجدول (٣٣) أهم الوحدات الداخلة كبنية أساسية والمجموعة الدالة عليها:  
الجدول ٣٣

وحدة البناء الأساسية	المجموعة	وحدة البناء الأساسية	المجموعة
$R-NO_2$	نترو	$R-NO$	نتروزو
$R-N=N-R^1-N=N-R^2$	ثنائي الأزو	$R-N=N-R^1$	نترو
$R-N=N-R^1-N=N-R^2-N=N-R^3....$	متعدد الأزو	$R-N=N-R^1-N=N-R^2-N=N-R^3$	ثلاثي الأزو
	ستلين	$R-SO_2-CH_2-CH_2-O-SO_3H$	ريمazol
	أزين	$R-SO_2-CH_2-CH_2-Cl$	
	ثلاثي اريل الميثان		ثنائي أريل الميثان
	تيازين		انتراكينون
	كوينولين		أوكسازين
$\begin{matrix} X & Y \\   &   \\ -N=C-CH=R \end{matrix}$	ميتين		اكسانتين
$-N=C=O$	اندوفينول		اكردين
	قتالو سيانين	$-N=C=N-$	اندامين
	هيدروكسي كينون		تيمazol
			لاكتون
			أمينوكوينونز
			انديكويد
	كبريت		أحادي كلور التريازينيل
			ثنائي كلور التريازينيل

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

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

- شروط التطبيق: حرارة عالية، ضغط جوي، حمام إرجاع... وتتداخل التسميات أحياناً فيما بين العلمية نوعاً ما والتطبيقية كتسميات مهنية شائعة، كأن نقول صباغ قاعدي أو اكريليك، صباغ حمضي أو صوف.
- ونرى في الجدول (٣٤) التصنيف التطبيقي للأصبغة والذي نخرج عنه أحياناً بسبب قابلية بعض الألياف لتشرب أكثر من نوع، فمثلاً نجد أنه يمكننا صباغة الاكريليك بالتركيز الضعيفة " دون ٠,٥ % " بالأصبغة المعلقة، أو البولي أميد بالأصبغة المعلقة أو المباشرة...، وكل خروج عن هذا الجدول يستلزم خبرات مهنية متصلة كي لا يكون الخروج مرتبطاً بالخروج عن الحدود الدنيا من المواصفات والثباتيات والكلف المطلوبة أي اقتصادية العملية ككل.

الجدول ٣٤

التصنيف التطبيقي للأصبغة		
الصباغ	الوسط	درجة الحرارة
الألياف السيليلوزية والفيسكوز		
المباشرة " الديركت "	معتدل إلى قلوي	٩٥
الفعالة " الرأكتيف "	قلوي	٨٠/٦٠/٤٠/٣٠
الأحواض		٨٠/٦٠/٤٠
الكيريتية " السلفور "		٩٥
النفتول " الديازو "	قلوي لحوض الأساس وحمضي لحوض الديازة	٩٥/بارد
الصوف		
الحمضية " الأسيدي "	حمضي	١٠٥
المعدنية المعقدة	حمضي يتبعه حوض حمضي للمعالجة بالكروم	
الكرومية	حمضي يتبعه حوض حمضي للمعالجة بالكروم	
البولي أميد		
الحمضية " الأسيدي "	حمضي	٩٥
الأسيتات		
المبعثرة " الديسيرس "	حمضي	٨٠
تري أسيتات		
المبعثرة " الديسيرس "	حمضي	١٢٠
البوليستر		
المبعثرة " الديسيرس "	حمضي	١٣٠
البولي أكريلو نتريل		
القاعدية الموجبة	حمضي	حتى ١٠٥

#### ٤ - الأصبغة والتلوث: مُنعت قائمة الأصبغة الحاوية في بنيتها واحداً من أفراد مجموعة مركبات الجدول (٣٥):

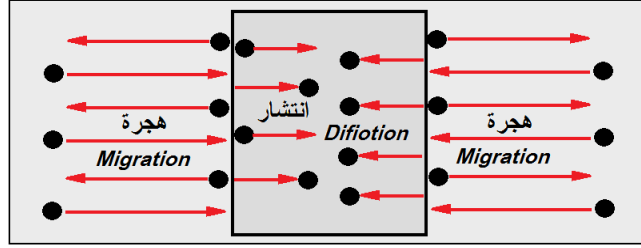
الجدول ٣٥

قائمة البنى أو الزمر الممنوعة المسببة لمنع الأصبغة المعتمدة بهيئة المواصفات والمقاييس السورية بتاريخ ٢٠٠٣/٣/٢٢

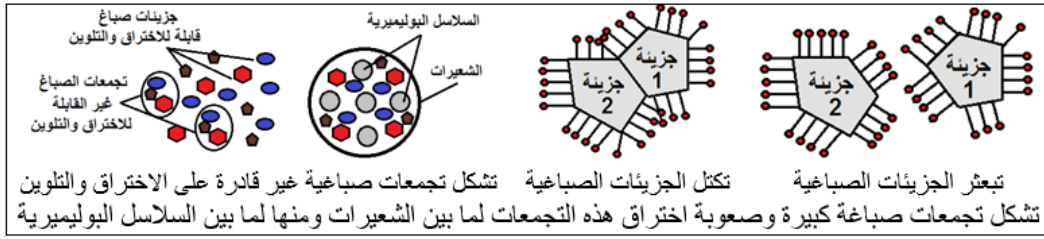
- 1 4-Aminodiphenyl
- 2 Benzidine
- 3 4-Chloro-o-toluidine
- 4 2-Naphthlamine
- 5 O-Aminoazotoluol
- 6 2-Amino-4-nitrotoluol
- 7 p-Chloraniline
- 8 2,4-Diaminoanisol
- 9 4,4'-Diaminodiphenylmethane
- 10 3,3'-Dichlorbenzidine
- 11 3,3'-Dimethoxybenzidine
- 12 3,3-Dimethylbenzidine
- 13 3,3'-Dimethyl-4,4 diaminodi-phenylmethane
- 14 p-Kresidine
- 15 4,4'-Methylene-to-(2-chloraniline)
- 16 4,4'-Oxydianiline
- 17 4,4'-Thiodianiline
- 18 o-Toluidine
- 19 2,4-Toluyldiamine
- 20 2,5,5-Trimethylaniline

## أساسيات ومبادئ العملية الصبغية

١- المفاهيم الأساسية للصبغة: تتم العملية الصبغية عبر مراحل ثلاث: هجرة، انتشار، ارتباط. ١-١-١- الهجرة: وتتم خلالها عملية انتقال الجزيئات الصبغية من الوسط المائي حتى الحدود المشتركة بين المحلول وسطح الشعيرات وبالعكس، ومن ثم الامتزاز السطحي لها، ويتحكم بمرود المرحلة ككل عوامل رئيسية ثلاث: ١-١-١- القوى الكهربائية الكامنة: إذ تكتسب الألياف السيليلوزية مثلاً وعند غمرها بالماء كموناً كهربائياً كامناً يُطلق عليه اسم مفعول زيتا Zeta potential تجعلها تكتسب شحنات سالبة في وسط معتدل، أما الألياف البروتينية فتكتسب شحنات موجبة في وسط حمضي وسالبة في وسط قلوي.



١-١-٢- الحرارة: تكون معظم الأصبغة في المحلول المائي غير متشردة أو متشردة جزئياً أو على شكل شوارد شبه غروية تشابه الصابون ما يدفعها للتجمع على بعضها البعض، وبالتالي لتشكيل تجمعات كبيرة نسبياً كما نرى في الشكل (٢١)، وتتكسر هذه التجمعات لتجمعات أصغر بفعل ارتفاع درجات الحرارة، وبإضافة مواد مبعثرة تمنعها من تشكيل مثل هذه التجمعات:



الشكل ٢١

ولما كان كرومافورا الأصبغة المباشرة والحمضية سالبية الشحنة فإنهما يعانيان من حالة تنافر مع الألياف السيليلوزية بفعل كمون زيتا، ولتجاذب في حالة الألياف البروتينية في الوسط الحمضي، لذا فإن إضافة كهوليت مثل ملح غلوبر سيخفف كمون زيتا في الألياف السيليلوزية ما يرفع من درجة تجاذب الأصبغة نحو الألياف، وعلى العكس فإنه سيخفف من الهجوم السريع للأصناف القديمة من الأصبغة الحمضية تجاه الألياف البروتينية كعامل مؤخر يرفع درجة التسوية.

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

١-٢-٢- مرحلة الانتشار: وتتضمن اختراق الأصبغة من سطح الألياف باتجاه العمق، أي باتجاه الفراغات البينية الموجودة بين الأجزاء المتبلورة من الألياف، وترتبط فعالية هذه المرحلة بعدة عوامل، من أهمها:

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

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

١-٣-١- مرحلة الارتباط: ويتم في هذه المرحلة ارتباط الجزيئات الصباغية مع الألياف بروابط مشتركة أو هيدروجينية أو بقوى أخرى ذات طبيعة فيزيائية أو شارديّة.

١-٣-١- الرابطة المشتركة: ونجدها عند الأصبغة الفعالة المطبقة في صباغة الألياف السيليلوزية والتي يتم التفاعل الكيماوي بينها وبين زمرة الهيدروكسيل عبر مجموعات فعالة مثل مجموعة فينيل سلفون.

١-٣-٢- الارتباط الشاردي: ويحدث غالباً عند الألياف البروتينية التي تتمتع بخاصة التذبذب في الوسط المعتدل، إذ يتشكل ملح شاردي بين زمرة الكربوكسيل والأمين المتجاورتين، وتتعادل الشحنة السالبة بإضافة الحمض تاركَةً شحنةً موجبةً على زمرة الأمين ترتبط بشاردة الصباغ السالبة.

١-٣-٣- الرابطة الشارديّة: يمكن للأصبغة الحاوية على زمر كالهيدروكسيل والأزو والأمينو تشكيل روابط هيدروجينية مع زمرة هيدروكسيل السيليلوز.

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

٢- سرعة العملية الصباغية:

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

## البحث الرابع

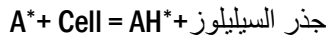
### مواصفات وثباتيات الأصبغة

يتم تقييم الأصبغة عادةً من خلال قدرتها على تحقيق مواصفات خاصة وفق معايير نظامية تشير لها الشركات المنتجة عادةً وفق نظام الاختبار الذي أخذت به ومجدولةً بقيم رقمية أو حروف تعكس هذه المعطيات الرقمية. فمن الأرقام ما يدل على الثباتيات، ومن الحروف ما يدل على مواصفات وخواص الصباغ كالدالة E من Easy للدلالة على سهولة امتزاز الأصبغة المبعثرة " الديسبرس " عند درجات الحرارة المنخفضة. وتعتبر نظم الاختبارات التي تحدد الثباتيات المرجع الأهم في تحديد القيمة العملية والمادية للصباغ، ونجد في الجدول (٣٦) أهم نظم الاختبارات السائدة في العالم :

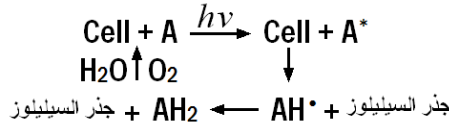
الجدول ٣٦

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

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



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

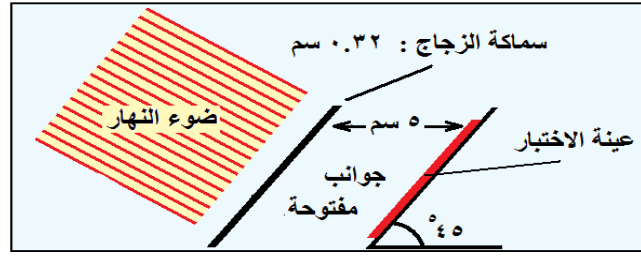


واقترح بأن هذه الآلية ستؤدي إلى تخرب السيليلوز بواسطة الضوء. ويتم اختبار الثباتية على مصباح الكزنيون في جهاز خاص كما في الشكل (٢٢):



الشكل ٢٢: جهاز اختبار الثباتية على مصباح الكزنيون

أما الاختبار على ضوء النهار فيتم تطبيقه عادةً بوضع العينات المصبوغة مع المقياس الرمادي بإطار خشبي ويغطي الإطار بلوح زجاجي سماكته ٠,٣٢ سم وبمسافة بين الزجاج والعينات ٥ سم، ويراعى أن تكون جوانب الإطار مفتوحة لتسمح بمرور الهواء بسهولة على العينات، ومن ثم يعرض الجهاز للضوء في مكان خالٍ من الظلال بزواوية ٤٥° كما في الشكل (٢٣):



الشكل ٢٣: وضعية إطار اختبار الثباتية على النور في ضوء النهار

تعرض ثلاث أرباع العينة فقط للضوء ويحجب الربع الباقي منها بأوراق مفضضة وتحدد درجة الثباتية بملاحظة أي تغيير يحدث في لون العينة المدروسة، ويقارن عند ذلك هذا التغيير بالاختلاف الناتج في النماذج القياسية المعرضة معها للضوء، فإذا حدث التغيير في النماذج الثلاثة الأولى وبدأ التغيير في النموذج رقم ٤ دل ذلك على أن درجة الثباتية (٤) كما هو مبين في جدول المقياس الرمادي أو الأزرق (٣٧) والذي يتألف من ثماني عينات قياسية من الصوف مصبوغة بنسب ثابتة وبأصبغة مختلفة.

الجدول ٣٧

سلم المقياس الأزرق لتحديد الثباتية على النور		التقييم	الثباتية
	العينة المختبرة	Acilan Brill Blue FFR: Acid Blue 104	1
	نموذج قياسي 1	Acilan Brill Blue FFB: Acid Blue 109	2
	نموذج قياسي 2	Coomassie Brill Blue R: Acid Blue 83	3
	نموذج قياسي 3	Supramine Blue EG: Acid Blue 121	4
	نموذج قياسي 4	Solway Brill Blue RN: Acid Blue 47	5
	نموذج قياسي 5	Alizarine Lighte Blue 4GL: Acid Blue 23	6
	نموذج قياسي 6	Soledon Blue 4BS powder: Sol-vat Blue 5	7
	نموذج قياسي 7	Indigosol Blue AGG: Sol-vat Blue 8	8
نموذج قياسي 8			

٢- **الثباتية على الغسيل:** وتعتبر هذه الثباتية عن قدرة الصباغ في تحركه من النسيج لمحلل الغسيل الحاوي على الصابون بتركيز معين وعند درجتي قلوية وحرارة معلومتين، وترتبط هذه الثباتية عادةً بنوعية الرابطة التي تربط بين الصباغ والنسيج أولاً، وبنية الصباغ نفسه ثانياً، إذ أن ازدياد عدد زمر السلفون في الجزيء الصباغي مثلاً يرفع من ألفة وبالتالي حركية الصباغ نحو المحلول، ويخفض بالتالي من الثباتية للغسيل كأثر سلبي في الوقت الذي يرفع فيه من قدرة الصباغ على التسوية كأثر إيجابي بفعل تحسن قابلية انحلال الصباغ بالماء.

ويتم الاختبار بوضع قطعة القماش المراد اختبارها بين قطعتي قماش أبيض وتقاطع القطع الثلاث مع بعضها من الحواف، وتكون قطعة القماش البيضاء الأولى من نفس نوع المصبوغة والقطعة الثانية تكون بحسب الجدول (٣٨):

الجدول ٣٨

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

ويحتوي محلل الغسيل على ٥ غ/ل من صابون ذي المواصفات الواردة في الجدول (٣٩) على أساس الوزن الجاف:

الجدول ٣٩

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

تدعى عينة الاختبار بالعينة المركبة، وتعالج في بيشر سعة ليتر واحد ويحوي محلل صابون بتركيز ٥% وبحيث تكون نسبة الحمام ١:٥٠، وتحرك العينة ويتم تقييمها حسب تعليمات الإيزو المبين في الجدول (٤٠):



#### الجدول ٤٠

اختبارات الغسيل بحسب نظام الإيزو				
الاختبار	الرمز	درجة الحرارة	الزمن	ملاحظات
الأول	ISO CO 1	$40 \pm 2^\circ \text{م}$	٤٥ دقيقة	تعادل عملية غسيل منزلية
الثاني	ISO CO 2	$50 \pm 2^\circ \text{م}$	٣٠ دقيقة	تعادل عمليتي غسيل منزلية
الثالث	ISO CO 3	$60 \pm 2^\circ \text{م}$	٣٠ دقيقة	بوجود ٢ غ/ل كربونات الصوديوم
الرابع	ISO CO 4	$90 \pm 2^\circ \text{م}$	٣٠ دقيقة	
الخامس	ISO CO 5	$90 \pm 2^\circ \text{م}$	٤ ساعات	

تشطف العينات بعد انتهاء الاختبارات الثلاثة بالماء البارد المقطر مرتين ثم لمدة ١٠ دقائق بماء صنبور جارٍ وتعصر وتجفف بالهواء الساخن الذي لا تزيد درجة حرارته عن  $60^\circ \text{م}$ ، ثم نقارن العينة المغسولة مع الأصلية غير المغسولة ومقدار تلوث القطع المرافقة مع المقياس الرمادي أو الأزرق المبين في الجدول (٤١) والذي نصنف الثباتية على أساسه لتقدير درجة فقدان اللون:

#### الجدول ٤١

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

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

يُقَارَن الفارق المرئي في اللون بين العينتين المُختبرة والأصلية بالفارق المعادل في أزواج الشرائح بالمقياس الرمادي، وتعطى درجة الثباتية من رقم زوج الشرائح المعادل للفارق اللوني بينهما، فإذا وقع الفارق بين درجتين دون أن يعادل أيًا منهما تعطى للعينة درجة ثباتية متوسطة مثل ٣-٤ أو ٤-٣، وتكون هاتان الدرجتان متساويتين.

أما درجة التبقيع على العينات البيضاء غير المصبوغة فيقدر بالمقياس الرمادي (٢)، وتتم المقارنة بين القماش الملطخ مع المقياس الرمادي (٢) المبين في الجدول (٤١)، ويتألف هذا المقياس بحسب د. مقدسي من زوج مرجعي واحد من الشرائح البيضاء وأربعة أزواج من الشرائح الرمادية والبيضاء بحيث يكون هناك فارق لون محدد بين الأزواج الخمسة بحسب آدمز- نيكرسون ويطابق كل فارق درجة ثبات معينة، فتمثل الدرجة (٥) على المقياس بشريحتين متماثلتين، لونهما أبيض، ومثبتتين إلى جانب بعضهما البعض، والفارق بين لونهما يساوي الصفر، أما الدرجات (٤-١) فيتم تمثيلهما على المقياس بشريحة مرجعية بيضاء مماثلة للمستخدم في درجة الثباتية (٥) مقرونة بشريحة رمادية، ويتغير الفارق اللوني المرئي بين الأزواج وفق متوالية هندسية.

الاختبار الرابع للثباتية على الغسيل: توضع عينة الاختبار كما في السابق بين قطعتي قماش بيضاء، إحداهن من نفس نوع عينة الاختبار، والأخرى بحسب الجدول (٤٢)، ويتم الاختبار بالمحلول السابق نفسه ولكن بدرجة حرارة  $90 \pm 2^\circ \text{م}$  ولمدة ٣٠ دقيقة، ويتم تقييم النتائج بعد الغسيل كما في الاختبارات الثلاثة الأولى:

#### الجدول ٤٢

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

الاختبار الخامس للثباتية على الغسيل: تحضر العينة بنفس طريقة الاختبار الرابع ويطبق عليها شروط حمام الاختبار الثالث وإجراءاته بفارق أن الغلي هنا عند الدرجة  $90 \pm 2^\circ \text{م}$  ولمدة أربع ساعات.

٣- الثباتية على التعرق حسب AATCC 15: تبلل العينة حتى التمام وتوضع مع قطعة نسيج للمقارنة في محلول تعرق حمضي يحوي الليتر منه كما في الجدول (٤٣).

تضبط درجة الحموضة عند pH:4.3 ومن ثم تغمر العينة في المحلول لمدة ٣٠ دقيقة بدرجة حرارة الغرفة ونسبة

حمام ٥٠:١ ثم يسكب عليها زيادة من المحلول لتعصر بعدها بين صفيحتي زجاج تحت ضغط ١٢,٥ كيلو بار وتوضع في مجفف لمدة ٦ ساعات عند الدرجة ٣٧° م ومن ثم تجفف بالهواء الدافئ عند الدرجة ٦٠° م.  
الجدول ٤٣

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

٤- الثباتية على التعرق بحسب DIN 54020: تعني معايرة التعرق تحديد مقاومة الأقمشة المصبوغة أو المطبوعة لتأثيرات تعرق الإنسان.

ومن الصعوبة بمكان تطبيق العدد الكبير من الاختبارات اللازمة لأنواع التعرق، لذا فقد تم اعتماد طريقة عامة غالباً ما تمكننا من الوصول للنتائج الأقرب من الواقع العملي.

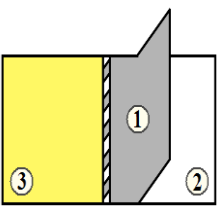
طريقة العمل: تخاط قطعة قماش خام مع القطعة المراد اختبارها وتُغمر بمحلول الاختبار الحاوي على مركب الهيسدين بوسط حمضي أو قلوي بحسب المطلوب، ليصار فيما بعد لتجفيفها ومقارنة لون القطعة الملونة فيما بين قبل وبعد المعالجة وتحديد درجة تلوث القطعة الخام بحسب مقياس السلم الرمادي.

محاليل الاختبار: يتم تحضيرها من مواد عالية النقاوة وفق الجدول (٤٤):  
الجدول ٤٤

محاليل اختبار الثباتية على التعرق بحسب DIN 54020		
المادة	محلول الاختبار القلوي	محلول الاختبار الحمضي
L- هيسدين أحادي هيدرو كلوريد L-Histidine mono hydrochloride: (C <sub>6</sub> H <sub>9</sub> O <sub>2</sub> N <sub>3</sub> .HCl.H <sub>2</sub> O)	٠,٥ غ/ل	٠,٥ غ/ل
كلور الصوديوم	٥ غ/ل	٥ غ/ل
الفوسفات ثنائية الصوديوم Di natrium hydrogen phosphate: (Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .12 H <sub>2</sub> O)	٥ غ/ل	٢,٢ غ/ل
محلول ٠,١ نظامي من هيدروكسيد الصوديوم	pH: 8	pH: 5.5

قطع القماش المرافقة: يتم تطبيق الاختبار على قطعتي قماش خام وبقياس ١٠×٤ سم، الأولى من ذات نوع القماش المراد اختبارها والأخرى بحسب الجدول (٤٥):

الجدول ٤٥

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

مبادئ أساسية حول الاختبار وتحضير القطع القماشية:

١- يتم تطبيق كل اختبار مرتين بأخذ العينة من قماش مُسوَّى وبقياس ١٠×٤ سم وبحسب الإيزو ٦×٦ سم، ووضع العينة المراد اختبارها بين العينتين المرافقتين ومن ثم خياطتهما من أحد الأطراف.

٢- يتم الأخذ باختبار الخيوط بعد نسج عينة الخيط على شكل تريكو ليصار لأخذ قطعة نظامية القياس والتعامل معها كما في الفقرة الأسبق.

٣- يتم الأخذ باختبار الشعيرات الحرة " النتر " بعد تشكيلها على شكل نسيج غير منسوج Non woven والتعامل معها كما في الفقرة السابقة وبحيث تكون نسب وزن القطع القماشية ١:١:١.

تطبيق الاختبار:

١- تبليل العينة جيداً لتعالج بعدها لمدة ٣٠ دقيقة بحوض يحوي محلول الاختبار بنسبة ٥٠:١ وبدرجة حرارة الغرفة وعلى أن يتم تحريكها وعصرها من حينٍ لآخر لضمان اختراق محلول التعرق بصورة كاملة للعمق.

- ١- يتم تفريغ الحوض وعصر العينة بين قضيبين زجاجيين.
- ٣- توضع المساطر بين لوحين من الزجاج أو البلاستيك بقياس ١١,٥ × ٦ سم ويوضع عليهما كتلة بوزن ٥ كغ وتترك على هذه الحال لمدة ٤ ساعات عند الدرجة ٣٧±٢ م.
- ٤- تعرض العينات للتجفيف بتعليقها بتيار هواء ساخن بحرارة ٦٠ م° وبحيث يكون تعليقها من جهة الخياطة.
- ٥- تتم مقارنة اللون لما قبل وبعد المعالجة ودرجة تلوث القطع الخام بحسب مقياس السلم الرمادي.

ملاحظات:

- يمكننا لتطبيق الاختبار على أكثر من عينة بذات الوقت الأخذ بجهاز قياس التعرق Perspirometer المعتمد من قبل الجمعية الأمريكية لصبغ ولون النسيج AATCC والمزود بصفائح ١١,٥ × ٦ سم.
- كما يمكننا اعتماد طرائق اختبار أخرى للوصول لذات النتيجة كما هو الحال مع تجربة الترتيب Hydrotest التي تقوم على إطار فولاذي غير القابل للصدأ مع كتلة ذات سطح مستو ومصممة بحيث يمكننا إدخالها في الإطار وبقياس ١١,٥ × ٦ سم مع صفائح من الزجاج البلاستيكي " بلكسي غلاس " بذات القياس وبسماكة ١,٥ سم، ويمكننا هذا الجهاز من اختبار ١٠ مساطر في ذات الوقت وبحيث يفصل بين كل مسطرة وأخرى صفيحة بلاستيكية.
- يتوجب علينا عندما يزيد قياس عينة الاختبار بمقدار ١٠% عن ٤٠ سم تغيير الثقل بحيث يصير الضغط المطبق بحدود ١٢٥ غ/سم<sup>٢</sup>.
- ٥- **الثباتية للماء بحسب ISO 105/E01**: تبلل العينة بشكل تام مع قطعة نسيج للمقارنة بماء خال من الشوارد وبدرجة حرارة الغرفة، ثم يسكب عليها زيادة من الماء وتوضع بين صفيحتي زجاج لتعصر تحت ضغط ١٢,٥ كيلو بار ولتجفف لمدة ٤ ساعات عند الدرجة ٣٧ م°.
- ٦- **الثباتية على الماء المكلور بحسب ISO 105/E02**: تعالج عينة الاختبار المصبوغة بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم " ٢٠ مل/ل نظامي الكلور " وبدرجة حموضة ٧,٥ ونسبة حمام ١:١٠٠ لمدة ساعة واحدة بدرجة حرارة ٢٧ م°، تعصر وتترك للتجفيف بدرجة حرارة الغرفة.
- ٧- **الثباتية تجاه الوسطين الحمضي والقوي والموكسدات والكلور**: يمكننا الجمع بين هذه الثباتيات: الثباتية على الكلور: يتم تحضير الماء المكلور عند pH: 8.5 بالمحلول الموقى التالي:

تركيب المحلول الموقى الخاص باختبار الثباتية على الكلور	
٥,١ مل/ل	هيدروكسيد الصوديوم ٠,١ نظامي
٠,٠١٤٤ غ/ل	كلور البوتاسيوم KCl
٠,١١٢٣ غ/ل	حمض البور H <sub>3</sub> BO <sub>4</sub>

بحيث نختار أحد تراكيز الكلور الفعال على الشكل: ١، ٢، ٤، ١٠، ٢٠، ١٠٠ ج.م.م أو وفق الجدول (٤٦) الذي يبين مقدار تركيز الكلور بحسب بعض أنظمة المواصفات العالمية المعتمدة لبعض الاستخدامات، ونترك العينة عند درجة حرارة الغرفة لمدة ٤ ساعات في حمام ١:١٠٠

الجدول ٤٦

طرائق اختبار الثباتية على الكلور					
الاختبار	ماء مكلور	حمام تبييض جزئي	حمام تبييض كامل	بركة سباحة	
النظام	JIS 10884	JIS 1 0856		DIN 54019	ISO 105/E03
تركيز الكلور: ج.م.م	5 p.p.m	500 p.p.m	2000 p.p.m	20 p.p.m	20 p.p.m

٨- **الثباتية على الاحتكاك لشركة كلارينت**: يتم اختبار الثباتية على الاحتكاك بفرك قطعة قماش مصبوغة على قطعة بيضاء وملاحظة مقدار التلون الحاصل على القطعة البيضاء.

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

نظماً إلكترونية تتطور باستمرار لتعطينا نتائج رقمية مباشرة عبر مطيافيات الامتصاص.

٩- **الثباتية على الاحتكاك الرطب:** تتعرض الأصبغة في الألوان الغامقة للخروج من داخل الشعيرات لسطحها ما يعني إمكانية تراجع ثباتياتها على الاحتكاك، ونجد أن من أهم العوامل المؤدية لتراجع هذه الثباتية:

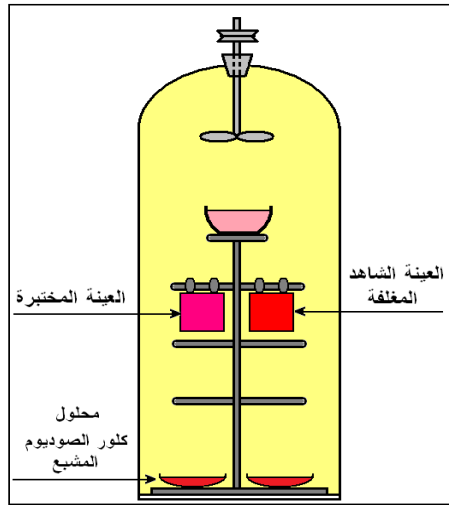
- سوء تطبيق الحمام الصباغي.
- عدم كفاية حمامات الغسيل أو الشطف النهائية وبالتالي عدم التخلص الكامل من الجزيئات الصباغية غير المثبتة ما يؤدي لتراجع الثباتية بمقدار درجتين.
- استخدام أو تعرض البضائع المصبوغة لبعض المذيبات مثل ثنائي ميثيل فورم أميد DMF.

١٠- **المرسزة بحسب ISO 105/XO4:** تغمر عينة القماش مع قطعة نسيج للمقارنة بمحلول ٣٠٠ غ/ل هيدروكسيد الصوديوم بحرارة ٢٠ م° لمدة ٥ دقائق لنشطف بعدها العينة بسكب ١ لتر ماء بدرجة حرارة ٧٠ م° على شبكة القالب لدقيقة واحدة نشطف بعدها بالماء الجاري البارد لمدة ٥ دقائق.

١١- **الثباتية لأوزون الهواء الجوي ISO 105/GO3:** تعرض العينة لتأثير مصباح أوزون في غرفة خاصة تتم فيها مراقبة تأثيره على انبهاث اللون بدرجة حرارة ٣٩-٤١ م°، وبنسبة رطوبة عالية تصل حتى ٨٥-٩٠% إلى أن نصل لتغير في اللون يطابق الانبهاث النظامي بالصباغة النظامية، ويصل زمن التجربة العادي حتى أربع دورات.

١٢- **الثباتية لأكاسيد الأزوت بحسب ISO 105/GO1:** تُعرض العينة المحمولة على أذرع جهاز الاختبار لأكسيد النتريد " الذي يولد بإضافة حمض الفوسفور لنتريد الصوديوم " بأسفل الجهاز المحجوب عن الضوء الساطع وبوجود مروحة لتحريك الغاز المنطلق " لدورة واحدة أو ثلاث "، وتتم المقارنة بنهاية كل منها مع عينة المقارنة ذات درجة الانبهاث المساوية ٢ على المقياس الرمادي والموضوعة في الجهاز ضمن كيس شفاف من البولي إيثيلين لمنع تعرضها لتأثير الغاز الذي يجب أن يعادل ليتر واحد لكل وزن ٠,٠٥±٠,٤ غرام عينة للتحقق من مدى انبهاث اللون حتى نصل لدرجة الانبهاث المطلوبة.

واعتمدت جمعية الصباغين وخصائبي الألوان كصباغ لعينة المقارنة الصباغ: Celanthrene Brill Blue FFS و C.I : Dispers Blue 3، ونرى في الشكل (٢٤) رسماً لجهاز تحديد درجة الانبهاث.



الشكل ٢٤: جهاز تحديد درجة الانبهاث

١٣- **الثباتية للتنظيف الجاف ISO 105/DO1:** تخاط عينة الاختبار مع نسيج قطني بمساحة ١٠×١٠ سم بالإضافة لـ ١٢ قرصاً من الفولاذ غير القابل للصدأ، وتوضع في كأس من الفولاذ غير القابل للصدأ أيضاً سعة ٥٥٠ ملم ويعالج مع ٢٠٠ مل من مذيب بركلور الإيثيلين لمدة ٣٠ دقيقة بدرجة حرارة ٣٠ م° في غسالة أومينير، تؤخذ العينة بعدها لتعصر وتجفف بهواء درجة حرارته العظمى ٦٠ م°، ونقيس مقدار تغير اللون وتلون المذيب حسب المقياس الرمادي لتقييم التبقيع.

١٤- **الحساسية تجاه شوارد الحديد والنحاس ISO 105/ZO2:** تغمر عينة الاختبار الأولى لمدة ٢٠ دقيقة في محلول ٠,٥% كبريتات الحديد النشادرية، وعينة الاختبار الثانية بمحلول ٠,٢% كبريتات النحاس على التوالي، ثم تضغطان وتعصران.

١٥- **الثباتية على لعاب الأطفال بحسب DIN 53160:** تحضير محاليل الاختبار: يتم تحضير محلولي الاختبار كما في الجدول (٤٧):

الجدول ٤٧

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

طريقة العمل:

نحضر قطعتي نسيج قطني بعرض ١٥ مم وطول ٨٠ مم ونعالج الأولى بمحلول الاختبار الأول والثانية بمحلول الاختبار الثاني.

نثبت هاتين القطعتين على قطعة من القماش المراد اختباره بشريط لاصق بحيث يكون الالتصاق تاماً والمسافة بينهما ١٠ مم على أن يبرز الشريط عن أطرافهما بمقدار ١٠ مم ، وبالتالي يجب أن تكون أبعاد الشريط اللاصق أكبر من أبعاد القطعتين " أبعاد الشريط اللاصق : ٢٥ مم وطول ١٠٠ مم " .

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

١ . الطبقة السفلى : طبقة ماء بحرارة  $40 \pm 2^\circ \text{C}$  .

٢ . الطبقة العليا : حاملة للعينة .

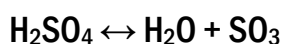
ويتم التقييم بانتهاء الاختبار على أساس درجة التلوث الظاهر، إذ أن التلوث دليل ضعف الثباتية على لعب الأطفال .

## المواد الداخلة في بناء الحمام الصباغي

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

### ١- الحموض:

١-١- حمض الكبريت  $H_2SO_4$ : ويعرف بأسماء تجارية وشائعة عدة مثل زيت الزاج، ماء النار، الأسيدي...، ويباع على شكل سائل كثيف " كثافته ١,٨٤"، النقي منه لا لون له، والتجاري بني اللون لاحتوائه شوائب عضوية متفحمة، يتفكك بالوسط المائي ويغلي عند الدرجة  $338^{\circ}C$  ويتوازن عند الدرجة  $80^{\circ}C$  حسب المعادلة:



يتميز هذا الحمض بشرايته العالية للماء، وهو كإحدى درجاته أنه يسبب حروقاً خطيرة، وترتفع درجة الحرارة عند مزجه بالماء ارتفاعاً شديداً لذا وجب الحذر عند تمديده بالماء بإضافة الحمض للماء " وليس العكس " ببطء شديد مع التحريك المستمر.

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

١-٢- حمض كلور الماء  $HCl$ : ويعرف بالاسم الشائع " روح الملح"، وما هو إلا غاز كلور الهيدروجين محلولاً بالماء بتركيز يقارب ٣٠%، لذا فإن الأنواع التجارية له تدخن عند تعرضها للهواء فاقدةً بعض قوتها، يميل لونه للاصفرار، ويتفاعل مع معظم المعادن عدا الرصاص والذهب والفضة والزنك.

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

١-٣- حمض الخل  $CH_3COOH$ : حمض عضوي سائل عديم اللون، رائحته واخزة، يغلي عند الدرجة  $119^{\circ}C$  ويتجمد عند  $16^{\circ}C$ ، من أهم أملاحه خلاصات الصوديوم التي تشكل معه المحاليل الموقية الأكثر ثباتاً لتغير درجات الحموضة أثناء تطبيق الحمامات الصباغية، ويعتبر الحمض الأكثر شيوعاً في بناء الحمامات الصباغية لضعف تأثيره على الألياف والتجهيزات المعدنية الخاصة بعمليات الصباغة والتجهيز النهائي.

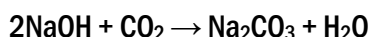
١-٤- حمض النمل  $HCOOH$ : يستخدم حمض النمل كبديل مهم لحمض الخل في حمامات صباغة الخيوط التركيبية خاصةً مع شيءٍ من الانحراف في ألوان الأصبغة القاعدية المطبقة على خيوط البولي أكريلونتريل، ونرى في الجدول (٤٨) بعض الفوارق بين حمضي الخل والنمل.

الجدول ٤٨

الفوارق بين حمضي الخل والنمل						
الحمض	الصيغة	الوزن الجزيئي	الكثافة	ثابت التشرذ	التركيز التجاري	درجة الغليان
الخل	$CH_3COOH$	٦٠	١,٠٥	$1,7 \times 10^{-5}$	٩٩,٩٧%	$118,5^{\circ}C$
النمل	$HCOOH$	٤٦	١,٢٣	$2,1 \times 10^{-3}$	٨٥%	$100^{\circ}C$

### ٢- القلويات:

٢-١- هيدروكسيد الصوديوم  $NaOH$ : وتعرف باسم الصود الكاوي Kaustic Soda عندما تكون مركزة أي بأشكالها الثلاثة: صب " كتل أو أصابع"، قشور، حبيبات، وتتميز بامتصاصها السريع والعالي للرطوبة وغاز ثاني أكسيد الكربون ليتحول قسم منها لكاربونات الصوديوم:



تذوب بسهولة بالماء مع انتشار قدر جيد من حرارة الإماهة ما يوجب علينا الحذر عند لمسها أو إذابتها، وضرورة الغسل الجيد جداً بالماء عند لمسها ومن ثم بحمض مخفف جداً أو ضعيف كحمض البور، وتستخدم بكميات كبيرة في حمامات قصر وصباغة الألياف السيليلوزية، وفي عمليات المرسة أو التحرير.

٢-٢- هيدروكسيد النشادر  $NH_4OH$ : قلوي ضعيف، يُحضر بقرقرة غاز النشادر بالماء، وتستخدم لتحضير الوسط القلوي اللازم لبعض عمليات تحضير وتزهير الصوف.



### ٣- الأملاح:

٣-١- كبريتات الصوديوم  $Na_2SO_4$ : ويعرف باسم ملح غلوير عند تسانده مع عشرة جزيئات ماء  $Na_2SO_4 \cdot 10 H_2O$ ، ويستخدم في حمامات صباغة القطن ككهرليت لإبادة مفعول زيتا الكهربائي وبالتالي لرفع معدلات سرعة واستنزاف الأصبغة، كما يستخدم كعامل تسوية في حمامات صباغة الاكريليك بالأصبغة القاعدية، إذ يكبح الاستنزاف ويعزز الهجرة ليرفع من درجة تسوية العملية الصباغية بحسب كلارينت.

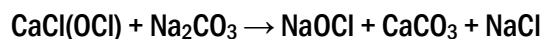
كما يستخدم كعامل تسوية وتأخير في حمامات صباغة الصوف بالأصبغة الحمضية المعلقة، إذ يتشرد معطياً شارسة الكبريتات التي ترتبط بالزمرة الأمينية الأساسية مانعةً بذلك ارتباطها مع الجزيئة الصباغية بشروط الحموضة العالية أي pH: 2-3، ولكن ويظهر أصبغة حمضية جديدة لا تستلزم مثل هذه الشروط الحمضية القاسية أصبح يلعب دور الكهرليت المسرع للاستنزاف بصورة أكثر.

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

يُحذر من رفع درجة حرارة محلوله في حمام صباغة البوليستر حتى  $130^\circ C$  لتحلله وإطلاقه غاز الكلور بحسب بعض التقاسير مسبباً تآكل معدن آلات الصباغة وتخراب كم لا بأس به من الأصبغة والمواد المساعدة على السواء مسبباً مشاكل سوء التسوية وتشكل بقع الصباغ الصعبة الإزالة، لذا يُنصح باعتماد ملح كبريتات الصوديوم في حال اضطرارنا لرفع درجة حرارة الحمام حتى  $130^\circ C$  وبوجود كهرليت.

٣-٣- كربونات الصوديوم  $Na_2CO_3$ : ويعرف هذا الملح القلوي باسم الصودا آش (أو القلي)، وهو مسحوق أبيض نواب بالماء، وترتبط درجة قلوبته بعدد جزيئات الماء التساندية المرتبطة به والتي قد تصل حتى العشرة.

تستخدم كربونات الصوديوم بشكل واسع جداً في صباغة الألياف السيليلوزية بالأصبغة الفعالة وغيرها، ولتحضير ماء جافيل بنقع هيبوكلوريت الصوديوم معها:

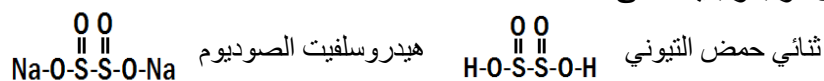


ولتطبيقات كثيرة أخرى كعمليات الغسيل الإرجاعي ومع هيدروسلفيت الصوديوم ... ترد في حينها.

٣-٤- بيكربونات الصوديوم  $NaHCO_3$ : وتعرف بالاسم الشائع " الكاربونة أو الصودا الحلوة"، وتستخدم في بعض تقنيات تطبيق الأصبغة الفعالة على الألياف السيليلوزية لضعفها وبطء تشردها، ما يعني عملية تثبيت أبطأ ومعدلات تسوية أعلى.

### ٤- العوامل المرجعة:

٤-١- هيدروسلفيت الصوديوم  $Na_2S_2O_4$ : مسحوق أبيض محلوله عديم اللون، الكبريت فيه ثلاثي التكافؤ، يتفكك عند الدرجة  $100^\circ C$  معطياً ثنائي أكسيد الكبريت، ينحل منه بالماء  $230$  غرام عند  $20^\circ C$ ، إلا أنه يتفكك بسرعة عالية بوجود الهواء، في حين أنه يتفكك ببطء في الوسط القلوي، ويتفكك بالوسط الحمضي معطياً ثاني أكسيد الكبريت مع مركبات كبريتية أخرى، وتبدو بنيته على الشكل:



وتبين المعادلات التالية تفاعلاته بحسب Brüggemann Chemical:

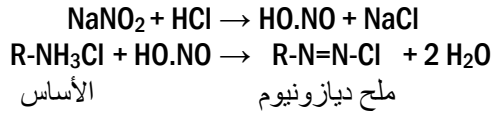


يعتبر هيدروسلفيت الصوديوم من أكثر العوامل المرجعة انتشاراً في العمليات الصباغية، إذ يتم استخدامه في حمامات تطبيق أصبغة الأحواض كعامل مرجع لتحويل الأصبغة لشكل الليكو الحلول بالماء، ولعمليات الغسيل الإرجاعي بعد صباغة الخيوط التركيبية (وبخاصة للبوليستر)، ولحمامات تنظيف الآلات وتعرية الألوان عند حصول خطأ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

ومن الضروري التنبه لتراجع فعاليته عند ارتفاع درجة حرارة حمامه عن  $70^\circ C$  في الآلات المكشوفة، لذا فإننا لا نلجأ لرفع درجة الحرارة إلا في الآلات المغلقة كاستخدامه لتعرية البوليستر عند درجة الحرارة  $130^\circ C$ .

ومن المهم الإشارة هنا لضرورة استخدام أي بديل له يمكنه أن يقوم مقامه لضرر الكبريت البيئي، فمن المعلوم أن احتواء الماء على تركيز (٢٥ ج.م.م أي 25 p.p.m) من الكبريت يؤدي للقضاء على البكتريا التي تقوم بتحليل المركبات العضوية في المياه العادمة.

٤-٢- نترت الصوديوم  $\text{NaNO}_2$ : ملح أبيض اللون عندما يكون نقياً، وضارياً للصفرة عندما يكون مشوباً، يستخدم في أحواض ديازة الأسس لتطبيق أصبغة النفثول وبوجود حمض كلور الماء بكمية كافية لتشكيل حمض النيتروزو وفق التفاعلين:



وتجري هذه العملية بدرجات حرارة ١٥ - ٢٠ °م وبوجود الثلج لعدم ثبات ملح الديازونيوم بدرجات الحرارة الأعلى. ٤-٣- بيسولفيت الصوديوم  $\text{NaHSO}_3$ : مسحوق أبيض يتحلل بالتسخين معطياً الكبريتات وغاز ثاني أكسيد الكبريت، ويستخدم إثر عمليات التبييض لإزالة آثار الماء الأكسجيني أو الكلور المتبقين على الغزول المبيضة.

#### ٥- العوامل المؤكسدة:

٥-١- الماء الأكسجيني  $\text{H}_2\text{O}_2$ : سائل حمضي عديم اللون، يتفكك بالوسط القلوي معطياً الأكسجين الوليد، ويستخدم في مجموعة من العمليات والتي من أهمها:

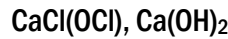
- مؤكسد في حمامات قصر الألياف السيليلوزية.

- مؤكسد لأصبغة الأحواض والأصبغة الكبريتية بعد إنجاز عملية الصباغة بشكلها المُرَجَع.

٥-٢- برورات الصوديوم  $\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ : مسحوق أبيض اسمه العلمي ميتا بورات الصوديوم ثلاثية الماء، واسمه الشائع ملح تاناتار، ويحوي هذا الملح نظرياً ٣٨،١٠% أكسجين فعال، وعملياً ٢،١٠%، ويستخدم كبديل للماء الأكسجيني في عمليات القصر.

٥-٣- كلوريت الصوديوم  $\text{NaClO}_2$ : يتم تسويقه على شكل ملح ثلاثي الماء، والملح اللامائي عديم اللون وثابت بشروط الخزن الجاف، ويتم تداوله تجارياً على شكل مسحوق أو محلول بتركيز ٣٠-٥٠%، ويستخدم خاصة في عمليات تبييض البولي أكريلونتريل.

٥-٤- الهيبوكلوريت: تعتبر شاردة الهيبوكلوريت من أقوى المؤكسدات في عمليات القصر وتنظيف الآلات من البقايا الصباغية وتعرية الألياف والخيوط المصبوغة والعودة بها لشكلها الأقرب للخام، وهي مسحوق خشن أبيض اللون، لا بلوري عندما تكون على شكلها الكالسيومي، تذوب بالماء عند نقعها بمحلول كربونات الصوديوم معطيةً هيبو كلوريت الصوديوم على شكل محلول عكر لاحتوائه هيدروكسيد الكالسيوم، وهناك خلاف وحيرة كبيرتين في تحديد صيغتها بدقة وبالتالي تركيبها الكيماوي، وأكثر ما يتفق عليه العلماء أنها خليط يمكننا إجمال صيغته على الشكل:



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

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

٧- العوامل الفعالة سطحية: يتحرك كل جزيء في سائل ما بتأثير الجزيئات المجاورة المحيطة به من جميع جوانبه، وبالتالي فإن قوى التجاذب أو التدافع ستتساوى في كل الاتجاهات، أما الجزيئات الموجودة على سطح السائل فإنها تعاني من انجذابٍ سفلي وجانبي فقط كما في الشكل (٢٥)، ما سيترتب عليه استقرارٌ أقل وانجذابٌ نحو الأسفل، لذا فإنها ولاستعادة استقرارها ستعمل على تصغير سطحها قدر الإمكان وهو ما يتحقق بتصغير مساحة سطح السائل لأصغر حدٍ ممكن بتحول شكل السطح من سطح مستوٍ لشكلٍ كروي أي لشكل حبات المطر.

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

ظاهرة التوتر السطحي			
<p>الزاوية = 90°</p>	<p>الزاوية &gt; 90°</p>	<p>الزاوية = 0°</p>	
مقاومة الانتشار	انتشار متوسط	انتشار كامل	قوى التجاذب داخل وعلى سطح السائل

الشكل ٢٥: ظاهرة التوتر السطحي

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

وتلعب العوامل الفعالة سطحياً كما هو حال أنواع الصابون مثلاً دوراً كبيراً جداً كعوامل خافضة للتوتر السطحي، إذ تتألف العوامل الفعالة سطحياً بشكل عام من رأس هيدروفيلي محب للطور المائي وغالباً ما يكون قابلاً للتشرد وسلسلة هيدروفوبية أو ذنب كاره للماء أو محب للطور العضوي، ونرى في الشكل (٢٦) بنية المادة الفعالة سطحياً وطريقة ارتباط العامل الفعال سطحياً مع بقعة زيت.

توجهات المواد الفعالة سطحياً بين طورين زيتي ومائي				
ارتباط العامل الفعال سطحياً ببقعة زيت	زيت/ماء/زيت	ماء/زيت	زيت فقط	ماء فقط

الشكل ٢٦: آلية عمل المواد الفعالة سطحياً

وكما زاد طول السلسلة الهيدروفوبية زادت فعالية المادة الفعالة سطحياً حتى حد معين لا يتجاوز فيه طول السلسلة عن ٢٢ ذرة كربون والتي يصبح فيها العامل الفعال سطحياً غير قابل للانحلال بالماء وتصبح عندها فعالية العامل الفعال سطحياً في غاية الضعف، وتتباين قدرات العامل الفعال سطحياً عن بعضها البعض بحسب:

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

١-٧- مفهوم الـ **HLB**: يرمز للنسبة بين القسمين الشغوف والكاره للماء بعدد **HLB: Hydrophilic Lipophilic Balance**، وبحسب رقم **HLB** للعوامل الفعالة سطحياً لزمرة البولي غليكول ايتز اللاشاردية والمتعددة التكافؤ بالمعادلة التالية:

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

فعدد **HLB** للالكانات يساوي الصفر لعدم احتوائها أي زمرة شرة للماء، أما في الإيتيلين غليكول فنجد زمري هيدروكسيل شرهين للماء (هيدروفيليتين) ومجموعتي ميتيلين كارهين للماء (هيدروفوبيتين) وبالتالي يكون عدد **HLB** له مساوياً (٢٠)، لذا فإن قيم **HLB** تتراوح بين الصفر والعشرين، وكلما كان عدد المركب أقرب للعشرين كان أكثر ميلاً للطور المائي كما يبين الشكل (٢٧):

ارتباط وظائف العامل الفعال سطحياً بعدد HLB															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>الفعالية</th> <th>قيمة HLB</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>مليء بالفقاعات</td> <td>٣,٠-١,٥</td> </tr> <tr> <td>نموذج استحلاب الماء في الزيت</td> <td>٦,٠-٣,٥</td> </tr> <tr> <td>تبييل</td> <td>٩,٠-٧,٠</td> </tr> <tr> <td>غسيل</td> <td>١٥-١٣</td> </tr> <tr> <td>محلول</td> <td>١٨-١٥</td> </tr> <tr> <td>نموذج استحلاب الزيت في الماء</td> <td>١٨-٨,٠</td> </tr> </tbody> </table>	الفعالية	قيمة HLB	مليء بالفقاعات	٣,٠-١,٥	نموذج استحلاب الماء في الزيت	٦,٠-٣,٥	تبييل	٩,٠-٧,٠	غسيل	١٥-١٣	محلول	١٨-١٥	نموذج استحلاب الزيت في الماء	١٨-٨,٠
الفعالية	قيمة HLB														
مليء بالفقاعات	٣,٠-١,٥														
نموذج استحلاب الماء في الزيت	٦,٠-٣,٥														
تبييل	٩,٠-٧,٠														
غسيل	١٥-١٣														
محلول	١٨-١٥														
نموذج استحلاب الزيت في الماء	١٨-٨,٠														

الشكل ٢٧: ارتباط وظائف العامل الفعال سطحياً بعدد HLB

وينضوي تحت هذا العنوان كم كبير من المواد المساعدة ولكننا سنخص هنا فئة المبللات والمنظفات ومزيلات الزيوت

كعوامل خافضة للتوتر السطحي، إذ تشمل المواد الفعالة سطحياً مجموعة من المواد التي يمكن أن تساعد على التبليل، التنظيف، البعثرة، الاستحلاب... ويرغم أنها جميعاً تؤدي هذه الوظائف إلا أنها تتباين في مفعولها بحسب:

- طول السلسلة البرافينية ودرجة تشعبها.
- متبادلات السلسلة.
- نوعية الوظيفة: شاردية سالبة أم لا شاردية، وثابت تشردها وبالتالي تأثرها بدرجة حموضة أو قلوية الوسط، وتأثرها بقساوة المياه.

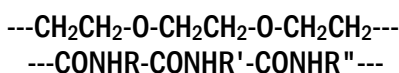
وهكذا نجد أنفسنا أمام مجموعة كبيرة من المتغيرات والاحتمالات التي تعزز فعالية المركب باتجاه معين ليصير مادة اختصاصية كأن نعتبره مبللاً برغم إمكاناته التنظيفية والاستحلابية مثلاً، لذا فإننا سنعرض هنا لكل من الرأس القطبي والسلسلة كل على حدا.

الرأس القطبي: يمنح الرأس القطبي للمركب الفعال سطحياً الشراهية للماء، وقد يكون زمرة حمضية أو قلوية يمكننا تعديلها، أو معتدلة يمكنها تشكيل ملح تساندي مع حمض كلور الماء مثلاً ما يجعلها شغوفة بالماء، ونجد في الجدول (٤٩) أكثر هذه الزمر أهمية:

الجدول ٤٩

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

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



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

الموضع الداخلي: ويكون الرأس القطبي هنا مفصلاً عن السلسلة الدفوعة للماء والحاوية جذرين قصيرين ما يؤدي لتراجع فعالية الرأس القطبي وبالتالي الجزيئة ككل.

ويؤدي وجود عدة زمر قطبية لتناقص مفعول الجزيء، في حين أن ازدياد طول السلسلة مع حملها لأكثر من رأس قطبي يرفع من فعاليتها.

الموضع الخارجي: ويكون عندها ثمة ما يفصل بين السلسلة والرأس القطبي كارتباط غير مشبع أو حلقة عطرية.

المواقع الثلاثة للرأس القطبي أو الوظيفة الفعالة		
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{-COO-CH=CH-Na}$ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n$	$\text{R}$ $\text{R}'$ $\text{CHO-SO}_3^- \text{Na}^+$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{-COO}^- \text{Na}^+$
الموضع الخارجي	الموضع الداخلي	الموضع الطرفي

٧-٢- تأثير طول السلسلة: أما عن السلسلة فهي الجزء الشغوف بالطور الزيتي العضوي الكاره للماء، وغالباً ما تكون

أليفاتية خطية، وقد تحوي على متبادلات مثل: الحلقات العطرية، زمر، ذرات ... وترتفع خاصية كراهية السلسلة للماء بازدياد طولها وتفرعها وازدياد متبادلاتها، وعلى العكس من ذلك فإن الروابط المضاعفة ترفع من انحلالها وتخفيض من فعاليتها، لأن ارتفاع عدد الروابط المضاعفة يرفع درجة استواء السلسلة ما يؤدي لالتصاق الشوائب المشابهة بنيوياً على طول السلسلة فقط مؤدياً لتراجع فعاليتها.

٧-٣- تصنيف المواد الفعالة سطحياً: تصنف المواد الفعالة سطحياً ضمن أربعة أصناف رئيسية: الشارديّة السالبة أو الموجبة، واللاشارديّة، والمذبذبة كما في الجدول (٥٠):

الجدول ٥٠

تصنيف المواد الفعالة سطحياً			
التصنيف الشاردي	المثال الوظيفي	الشاردة المقابلة	المثال
الشارديّة السالبة	$\text{---COO}^-$	$\text{Na}^+$	الصابون العادي
الشارديّة الموجبة	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \diagup \text{N}^+ \text{CH}_3 \\   \\ \text{---CH}_3 \end{array}$	$\text{Cl}^-$	كلور الأكليل ثلاثي ميثيل الأمونيوم
اللاشارديّة	$\text{---(OCH}_2\text{CH}_2)_x\text{H}$	-	أكليل بولي غليكول إيثر
المذبذبة	$\begin{array}{c} \text{C} - \text{COO}^- \\   \\ (\text{CH}_3)_3\text{N}^+ \end{array}$	-	البوتين

٧-٤- ثبات المواد الفعالة سطحياً: يتم تطبيق المواد الفعالة سطحياً بأدوارٍ وشروط متغيرة ومتباينة ما يستوجب ثباتها تجاه جميع مكونات الحمامات التي ستطبق فيها:

٧-٤-١- ثبات المواد الفعالة سطحياً تجاه قساوة المياه والأملاح المعدنية: تعد أملاح العناصر القلوية أكثر انحلالاً بكثير من أملاح العناصر القلوية الترابية وأملاح العناصر المعدنية الثقيلة كالحديد والنحاس... إذ أن أملاح المعادن القلوية الترابية أو المعدنية الثقيلة للحموض الكربوكسيلية غير حلولة بالماء على العكس من أملاح استرات حمضي الكبريت والسلفون التي تتمتع بقدرٍ كافٍ من الانحلالية.

ويرفع وجود عدة زمر شغوفة بالماء من انحلالية المركب الفعال سطحياً برغم قساوة المياه ووجود الأملاح المعدنية، وعلى العكس فإن ازدياد طول السلسلة يُقصر من الانحلال. وتتأثر المواد الفعالة سطحياً الموجبة بشارسبات الأملاح المعدنية دوناً عن شارجاتها، لذا فإن الأملاح الحمضية المتعددة التكافؤ كالكبريتات والفوسفات تعمل على ترسيبها.

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

٧-٤-٢- ثبات المواد الفعالة سطحياً تجاه الحموض والقلويات: تتأثر المواد الفعالة سطحياً الشارديّة السالبة ذات الخواص القلوية الضعيفة عادةً بالأوساط الحمضية القوية " بحسب القاعدة الكيماوية: الحمض القوي يطرد الحمض الضعيف من أملاحه " متحررةً على شكل حموض حرة غير حلولة بالماء عندما تكون طويلة السلسلة، وبازدياد درجة الحموضة أكثر وأكثر تتخرب الزمرة الكربوكسيلية مطلقاً غاز ثاني أكسيد الكربون، في حين تقاوم الزمر القوية هذا الفعل، وعلى العكس يزيد الوسط القلوي من فعاليتها، ولكن في الوسط القلوي القوي قد يتناقص تشردها إلى أن يتوقف بفعل الشاردة المشتركة.

أما الشارديّة الموجبة والحاوية زمرة أمينية فيرتبط انحلالها بتساندها مع جزيء من حمض كلور الماء، لذا فإنها لا تتأثر بالأوساط الحمضية، في حين ينفصل عنها حمض كلور الماء في الوسط القلوي على الشكل الموضح في الجدول (٥١) والذي يُظهر لنا آلية فقدانها قدرتها على الانحلال:

الجدول ٥١

تأثر المركبات الأمينية بالوسط القلوي			
$\text{R-NH}_2 \cdot \text{HCl}$	$+ \text{NaOH} \rightarrow$	$\text{R-NH}_2$	$\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
$\text{R}_2=\text{NH} \cdot \text{HCl}$		$\text{R}_2=\text{NH}$	
$\text{R}_3\equiv\text{N} \cdot \text{HCl}$		$\text{R}=\text{N}$	
$\text{R}_4\text{N}^+ \cdot \text{HCl}^-$		$\text{R}_4 \cdot \text{NOH}$	$\text{NaCl}$

أما تأثر المركبات غير الشارديّة والمذبذبة فيختلف جداً لدرجة أنه يصعب علينا وضع قاعدة عامة لها.

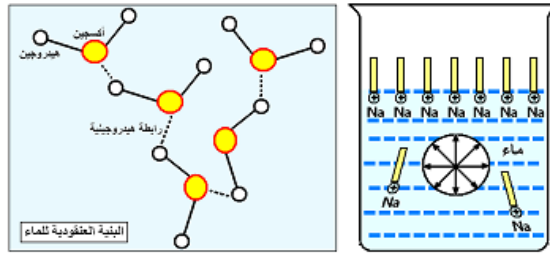
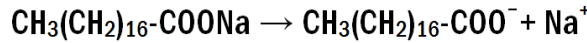
٧-٤-٣- ثبات المواد الفعالة سطحياً تجاه العوامل المؤكسدة والمرجعة: يؤدي تأثر المواد الفعالة سطحياً بعوامل

الأكسدة والإرجاع لفقدانها فعاليتها، عموماً وضمن تراكيزها المستخدمة في الحمامات الصباغية نجدها ثابتة. ٧-٥-٥- توظيف العوامل الفعالة سطحياً: لا يمكننا عملياً الفصل الحاد بين العوامل الفعالة سطحياً كأن نقول هذا مبلل فقط وذلك منظف أو مزيل بقع، فأى منهم له مفعول ثلاثي يطغى في خاصة ما عن آخر، ويمكننا إجمال تعريفهم وتميزهم عن بعضهم على الشكل:

٧-٥-١- العوامل الفعالة سطحياً كمبيلات: يكون التوتر السطحي بين القماش وسائل الحمام عالياً بشكل عام ما يُعطى من معدلات اختراق السائل لعمق الألياف وبخاصة للألياف الخام أو المعالجة بمواد كارهة للماء ما يستوجب منا إضافة ما يخفف من معدلات هذا التوتر.

ويبلغ التوتر السطحي للماء ما يقارب ٧٢ دينة/سم<sup>٢</sup> بسبب بنيته المتميزة، إذ يتكون جزيء الماء من ذرة أكسجين وحيدة بزوج الكتروني سالب يمكنه أن يحقق توازناً مع ذرتي الهيدروجين الموجبتين والمتناظرتين ما ينتج عنه ثنائي قطب عالي الفعالية يؤدي لبنية عنقودية بسبب الروابط الهيدروجينية التي ترتبط كامل جزيئات الماء السائل، وهو ما يُصعب من مهمة العامل المبلل.

يمكننا بإضافة الصابون للماء خفض توتره السطحي من ٧٢ حتى ٢٨ دينة/سم<sup>٢</sup>، إذ يتحلل جزيء الصابون " أو أي عامل فعال سطحياً " في الماء لسلسلة كارهة للماء تتجه لسطح السائل ولزمرة فعالة محبة للماء " زمرة الكربوكسيل هنا " تنغمس عبر رأسها الصوديومي الموجب الشحنة كما يبين الشكل (٢٨)، لذا فإن صابوناً مثل شمعات الصوديوم يغير بنية الماء مخففاً من طاقته الحرة:

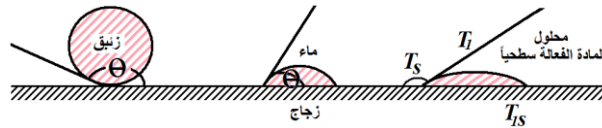


الشكل ٢٨: توجه جزيئات الصابون وخفضها للتوتر السطحي والبنية العنقودية للماء

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

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

لا تعمل العوامل المبللة على تليين الألياف القطنية بالماء فقط، بل إنها تساعد على طرد الهواء من أعماق الألياف ليحل محلها الماء، ما ينجم عند تراجع معدلات التوتر السطحي، لذا ينتشر السائل مشكلاً طبقة أو فيلماً مستمراً أو على شكل نقاط:



الشكل ٢٩: زاوية التماس θ

يكون التوتر السطحي كبيراً عندما تكون زاوية التماس θ كبيرة كما في الشكل (٢٩)، ومهمة العوامل الفعالة سطحياً خفض هذه القيمة، وبما أن وظيفة العوامل الفعالة تعزيز انتشار السائل على السطح فيمكننا أن نكتب لجمع مختلف هذه القوى في معادلة واحدة:

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

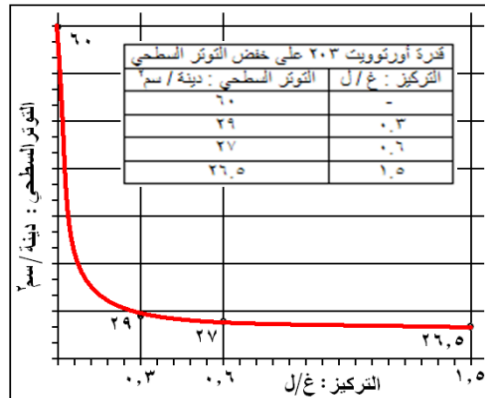
ولتبلىل كامل للخيط يجب أن تساوي θ صفراً، وبالتالي:

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



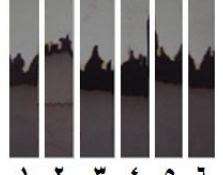
وعندما تكون θ أصغر من ٩٠° يتجه الزيت نحو سطح الخيوط، وعندما تكون أكبر من ٩٠° يتجه الزيت لتشكيل



كرات صغيرة سهلة الانفصال عن السطح، ويلعب العامل المبلل دوره في تجمعه على السطح الفاصل بين الزيت والخيط  $T_s$  وأيضاً السطح الفاصل بين الزيت والماء لتتخفص بالنتيجة قيمة  $\cos \theta$  ويبين الشكل (٣٠) مبدأ تحديد التركيز الفعال لعامل مبلل في حوض ماء، كما يبين الشكل (٣١) مقارنة مخبرية لفعالية عدد من المبللات بالصعود الشعري أو الاختبار الكرموتوغرافي على قماش قطني خام ومعالج بالنشاء.

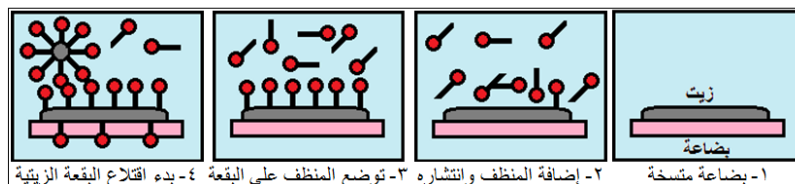


الشكل ٣٠: تحديد التركيز الملائم لتطبيق عامل مبلل

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

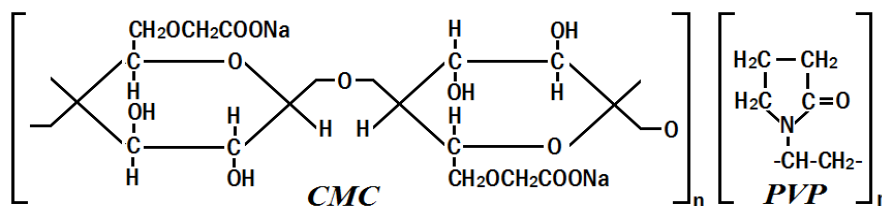
الشكل ٣١

٧-٥-٢- العوامل الفعالة سطحياً كمنظفات " عوامل غلي ": تعمل العوامل المنظفة على تخلص الألياف من البقع والغبار والأوساخ بقلعها وبعثرتها في الطور المائي لتمكن من ترسيبها من جديد على البضاعة وليصار للتخلص منها مع تفريغ حمام التنظيف أو الغلي، ونرى في الشكل (٣٢) آلية أو تسلسل عملية إزالة الأوساخ:



الشكل ٣٢: آلية عملية التنظيف

فالسطح بضاعة / أوساخ / ماء غير حلول بالماء كما هو واضح في المرحلة " أ "، وتنتشر جزيئات العامل المنظف عند إضافتها في السائل كما في الشكل " ب " إلى أن تتجمع متجهة بسلسلتها نحو البقعة الزيتية ورأسها القطبي نحو الطور المائي كما في الشكل " ج " إلى أن تتمكن من اقتلاع طرف البقعة الزيتية وحملها إلى الطور المائي وبعثرتها مانعة إياها من إعادة التوضع كما في الشكل " د "، ويكتسب القطن في الماء شحنة سالبة على شكل كهرباء ساكنة يُطلق عليها اسم مفعول زيتا ما يمنع إعادة توضع القسيمات السالبة الشحنة عليه من جديد، ويعزز منع إعادة التوضع هذا إضافة الكربوكسي ميثيل سيليلوز CMC أو بولي فينيل البيريليدون PVP كما في الشكل (٣٣):

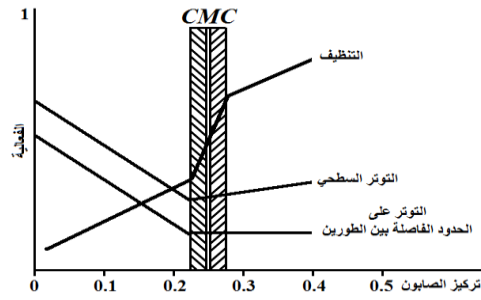


الشكل ٣٣: الكربوكسي ميثيل سيليلوز CMC وبولي فينيل البيريليدون PVP

ويستخدم الكربوكسي ميثيل سيليلوز CMC مع العوامل الفعالة سطحياً في حين يستخدم بولي فينيل البيريليدون



PVP في بناء حمام الغسيل، ويلعب الكربوكسي ميتيل سيليلوز مع بقع الأوساخ دور العامل الموقى الغروي مانعاً إياها من الترسيب من جديد، ليرفع من ثبات مستحلب الزيوت والأوساخ، وبشكل عام فإن للصابون والمنظفات قدرات استحلاب جيدة.



الشكل ٣٣: المعادلة بين التنظيف والتوتر السطحي والتوتر على الحدود الفاصلة مع الكربوكسي ميتيل سيليلوز

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

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

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

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

ونستعرض في الجدول (٥٢) بعض العوامل الفعالة سطحياً لبعض الشركات والذي يُظهر لنا أن ذات الوظيفة كانت لها وظائف متباينة وقدرات متميزة بحسب تفصيل بنية السلسلة طولاً وتشعباً ومتبادلات.

الجدول ٥٢

بعض المواد الفعالة سطحياً لبعض الشركات العالمية				
المادة	الشركة	التركيب	الشحنة	الوظيفة
بيريستال FBL	د. بتري	ألكيل فوسفات	A	مثبت أكسجين، مبلل وعامل بعثرة
بيري ويت ME		سلفات الألكيل	A	مبلل لعمليات المرسة
بيري ويت ELR		ايتوكسيلات أغوال دسمة	N	طارد هواء منخفض الرغوة ومبلل
بيري ويت SL		ألكيل ايتير فوسفات	A	طارد هواء ومضاد رغوة
انيفسيرول MG	د. بومييه	ألكيل سلفات	A	مبلل
سولبون 4488-BA		ايتوكسيلات أغوال دسمة	N	منظف لا شاردي
سو بيتول SAN	CHT	استرات حمض الفوسفور	N	مبلل سريع لا رغوي
البغال FFA	سيبا	ايتوكسيلات سلفات ألكيل أريل مع مذيبات	A	طارد هواء، مسرع انتشار وتخريق
سابونينا SMA	سابو	أميدات حموض دسمة	a-c	مطري مذيب لجميع أنواع الألياف
سابيدان C25	د. بومييه	مركبات أمونيوم رابعة	C	غاسل لبنايا تصميغ البولستر
بيرنين PRO		مزيج أغوال خاصة	N	مبلل
بيتالين LFR		محلول مركبات أكسيد الإيتيلين مع مذيب	N	عامل غلي ومزيل بقع
بيرنين AS		ثنائي أوكثيل سلفوسوكسينات الصوديوم	A	مبلل فعال منخفض الرغوة
بيريفاكس RD	د. بتري	سلفونات الألكان مع ايتوكسيلات أغوال دسمة	A	تعرية للسيليكونات ورزينات إنهاء القطن أو مزانجه مع البولستر
بيريفكسان		مركبات أمونيوم رابعة	C	مثبت للأصبغة المباشرة والفعالة
نيكال A or B	باسف	سلفونات ألكيل نفتالين الصوديوم	A	مبلل

٨- العوامل المبعثرة: سبق وأن ذكرنا في بحث مبادئ العملية الصباغية أنه وفي المرحلة الأولى تتعرض الأصبغة

عند حلها بالماء للتشرد لتصبح بحالة شبه غروية تدفعها للتجمع على بعضها البعض كما هي حال الصابون في الماء، لذا نضيف ولمنع مثل هذه التجمعات مواداً خاصة يطلق عليها اسم العوامل المبعثرة، إذ تحيط جزيئات العامل المبعثر بجزيئات الأصبغة مانعة إياها من تشكيل هكذا تجمعات " راجع الشكلين ١٥ و ١٦"، وغالباً ما تتصح الشركات المنتجة للأصبغة بإجراء عملية حل الصباغ على الشكل:

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

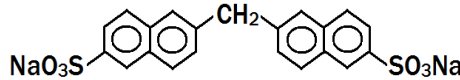
٨-١- المركبات غير المشبعة وذات الزمر الضعيفة الشغف بالماء:

- منتجات تكاثف الحموض الدسمة مع البروتينات.
- منتجات تكاثف كلور الحموض الدسمة مع الملح الصوديومي لحمض N- ميثيل أمينو إيتان سلفونيك.
- منتجات البولي غليكول إيتير.
- كبريتات الألكيل للبولي غليكول إيتير.

٨-٢- المركبات عديدة الزمر الشغوفة بالماء:

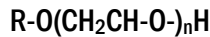
- الزيوت المسلفنة.
- سلفونات الليغنين.
- منتجات تكاثف حمض سلفون نفتالين مع الفورم ألدهيد.

ويعتبر السيتامول الذي أنتجته شركة باسف من أكثر وأقدم العوامل المبعثرة التي دخلت عالم الصناعة النسيجية بعد الزيت الأحمر التركي الذي يحضر من سلفنة زيت الخروع ولم يكن إلا صابوناً أكثر منه مبعثراً، وما زال يشيع استخدام السيتامول إلى الآن وخاصة في أحواض صباغة البوليستر بالأصبغة المبعثرة أو صباغة الألياف السيليلوزية بأصبغة الأحواض، والسيتامول هو الملح الصوديومي لمنتج تكاثف حمض السلفونيك نفتالين مع الفورم ألدهيد:



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

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



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

كما انتشرت وبصورة أقل سلفونات نفتالين كعامل مبعثر، وتم اعتماد مجموعة البولي غليكول إيتير تحت اسم عوامل التسوية والبعثرة وبخاصة للألياف السيليلوزية والبولي أميد، ونرى في الجدول (٥٣) بعضاً من عوامل البعثرة:

الجدول ٥٣

بعض العوامل المبعثرة				
المادة	الشحنة	الوظيفة	الشركة	التركيب
بيرغين ASP	a	مبعثر للأصبغة على شكل مسحوق	د. بتري	سلفونات نفتالين
بيرغين SEF	a	مبعثر لأصبغة البوليستر بالحرارة العالية	د. بتري	استرات عطرية
ريكونتس OGM	n	رابط أوليغومير لحمام الصباغة ولما بعد عمليات الإنهاء، والتطرية ومزلاقات غزل للبوليستر	رودولف	استرات حموض دسمة
زيت سان DD	n	عامل مبعثر قوي	Z & S	إيتوكسيلاط حموض دسمة
زيت سان PD	n	مبعثر عديم التأثير على اتجاه ودرجة عمق اللون، فعال بشروط الحرارة العالية	Z & S	سلفونات ألكيل أريل
سيتالان SW	a	عامل مبعثر	سيتاش	سلفونات عطرية
ترانسفيرين DI	a	عامل مبعثر وواقي غروي	د. بوميه	سلفونات عطرية
ارغازول DAM	a	عامل مبعثر للقطن والبوليستر	سببا	سيتامول

٩- عوامل التسوية: عند صباغة الأقمشة المصنوعة من ألياف طبيعية أو خيوط تركيبية على السواء نجد مجموعة من

- العوامل التي تحول دون التوزيع المتجانس للجزيئات الصباغية، ومن أهم هذه العوامل نجد:
- الزيوت المستخدمة للألياف عند غزلها أو النسيج عند حياكته ومدى قابلية استحلابها.
- درجة تعرض الألياف الطبيعية للعوامل الجوية، ودرجة بلمرة الخيوط التركيبية.
- طبيعة الحياكة وشدة ارتصاص الألياف على بعضها، ونمرة الألياف وشدة برمها.
- المعدلات العالية لرفع درجة الحرارة في الحوض الصباغي.
- انخفاض نسبة ومعدلات غزارة ماء الحمام الصباغي عما تستلزم طبيعة ووزن النسيج.
- انخفاض سرعة دوران النسيج عما يلزم.
- تتصد النسيج فوق بعضه البعض بما يؤدي لحدوث ظاهرة التكسير.
- سوء تصنيع الأصبغة وعدم انسجام الأصبغة الداخلة في تركيب اللون.
- تلوث الخامات ببعض الملوثات صعبة الإزالة.

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

- تحقيق درجة تنظيف عالية من الزيوت بحيث يتجانس كامل سطح القماش في درجة شرايته لامتصاص الأصبغة.
- تبطيء عملية تشرب الأصبغة وفق إحدى الآليات:

- إشغال المراكز الفعالة التي يرتبط بها الصباغ كما هو حال البولي أكريلونتريل حيث تضاف مركبات الأمونيوم الرباعية كعوامل مؤخرة كونها أسرع تفاعلاً مع المراكز الفعالة من الصباغ القاعدي ذاته، ولا تلبث أن تنفك عند درجة حرارة معينة نضمن معها حسن توزيع الجزيئات الصباغية بشكل أقرب للكمال.
- إضافة عوامل مؤخرة ترفع من درجة الحرارة للصبغ لربطها به كما هو حال أصبغة الديسبرس مع بعض الحموض الدسمة ومشتقاتها.
- إضافة مواد تعزز من الهجرة والمعاكسة في طور درجة الحرارة الأعلى للحمام الصباغي " مواد إعادة التسوية " كـ بعض أصناف الحوامل " الكارير " من نمط الاسترات العطرية التي تلعب هذا الدور عند درجات الحرارة ١٣٠ م.

د- حسن اختيار الأصبغة: فتمايز مثلاً أصبغة الأزرق الخاص بالبوليستر المبينة في الجدول (٥٤) على الشكل:

الجدول ٥٤

ديسبرس أزرق ٥٦	ديسبرس أزرق ١٨٣	ديسبرس أزرق ١٦٥
تسوية جيدة	تسوية متوسطة إلى سيئة	تسوية سيئة

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

وهذا كله يجب أن يرافقه ضبط لرفع درجات الحرارة وغزارة الضخ في الآلة وتسريع القماش والتخفيف من وزن القماش أو طول الحبل ومنع تركيب القماش فوق بعضه البعض، ونرى في الجدول (٥٥) بعضاً من عوامل التسوية التي تنتجها بعض الشركات العالمية.

الجدول ٥٥

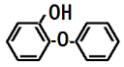
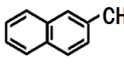
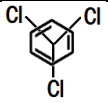
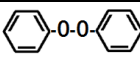
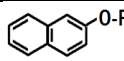
المادة	الشركة	الفعالية	الشحنة	التركيب
بيريتارد GAN	د. بنري	عامل تسوية ومؤخر لصبغة الاكربليك	c	مركبات أمونيوم رباعية
بيرغين CLM		عامل تعرية وتسوية وهجرة موام للبيئة لصبغة البوليستر	n	استرات عطرية
بيرغين EU		تسوية للصبغ الحمضية والناليون بالأصبغة الحمضية والمعقدة والمبعثرة		الكيل أمين إيتوكسيلات مع بولي غليكول إينتر
بيرغين MPG		تسوية ومبعر لبوليستر وثلاثي الأسيتات بالأصبغة المبعثرة تحت الضغط		إيترات عطرية
برلافين A	سيبا	تسوية ومعزز ألفة لأصبغة الأحواض والأصبغة المباشرة، عامل تعرية	a	بولي فينيل بيرليدون
بيريستال RDB		تسوية للألياف السيليلوزية بالأصبغة الفعالة	a & c	سلفونات عطرية
البغال B		تسوية لصبغة الصوف بالأصبغة الفعالة	a	مشتقات إيتوكسيلات حمض أميني دسم
يونيفادين DIF		عامل تسوية وبعثر وهجرة ومسرع انتشار للبوليستر بشروط الحرارة العالية	a	استرات عطرية لحموض فوسفورية وكربوكسيلية
يونيفادين NT new	د. بومييه	تسوية لصبغة الناليون بالأصبغة الحمضية	a	الكيل أريل حمض السلفون، والكانول أمين ومتعدد الغول
ترانسفيرين DEW		تسوية ذات مفعول تنظيفي للأصبغة الشاردية	n	بولي غليكول إينتر أحوال دسمة
سيتابال KWL		تسوية للبوليستر بشروط الحرارة العالية		استرات حموض كربوكسيلية
جينوكول MK		تسوية أصبغة حمضية معدنية معقدة ١:١، والمعدنية المعقدة للسلفونات ٢:١		بولي إيتوكسي الكيل أمين
ديسبرغاتور SMS	CHT	عامل مبعر عام و عامل تسوية خاص	a	سلفونات عطرية

ونرى ومن خلال ذات الجدول أنه ولنفس عائلة المادة الفعالة تبايناً في طاقات وميزات المادة، وهو ما نراه جلياً في

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

١٠ - الحوامل " الكارير ": تُستخدم لصباغة البوليستر بشروط الضغط الجوي العادي أي ٩٥ م° تقريباً بعض المركبات الكيماوية القادرة على خفض درجة حرارة تزجج هذه الخيوط، أي درجة الحرارة اللازمة لانتفاخ الخيوط وتباعد سلسلها عن بعضها البعض وبالتالي تُشكّل مسامات بما يسمح للجزيئات الصباغية بدء عملية التغلغل وسط هذه السلاسل بفضل الحركة الاهتزازية التي تمارسها كآثر حي تقدمه لها طاقتي الحرارة والتحرك. وهناك من يعتقد بأن آلية عملها تقوم على قدرتها تشكيل طبقة رقيقة على سطح الخيوط تقوم بحل الأصبغة لتصبح عملية الهجرة من طبقة الحامل إلى الخيوط بدلاً عن الماء إلى الخيوط وكأنها تقوم بدور طبقة الوسيط. ومن الضروري التنويه هنا إلى أن الاعتماد على الحوامل لا يصح مع جميع أصبغة الديسبرس، بل مع الأصبغة ذات الحجم المتوسط والصغير ولتراكيز محددة بالألوان المتوسطة العمق إلى الفاتحة، وإلا وقعنا في فخ ضعف الثباتيات أولاً وعدم الجدوى الاقتصادية ثانياً. وتتمايز أنواع الحوامل عن بعضها البعض لدرجة عالية في: فعاليتها، ثمنها، رائحتها... وتتنوع الحوامل في صنوف عدة، ونرى في الجدول (٥٦) أهم المجموعات:

الجدول ٥٦

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

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

- الفعالية العالية وثبات مستحلبه طوال فترة الحمام الصباغي.
- التجانس مع مختلف مجموعات الأصبغة والمواد المساعدة.
- عدم تأثيره سلباً على ثباتيات الأصبغة.
- سهولة غسله والتخلص من بواقيه على البضائع المصبوغة بوجوده.
- انخفاض درجة سميته لأصغر حدٍ ممكن وضعف تطايره.

١٠-١-١- مشتقات كلور البنزن: تتميز بارتفاع فعاليتها ورخص ثمنها، ومن أهم عيوبها تطايرها العالي ما يسبب تكاثف بخارها على جدران الآلات الصباغية ومن ثم تقاطرها مسببةً تبقعاً على النسيج، إضافة لسميتها وتلويثها العالي للبيئة ما دفع بمنعها نهائياً.

١٠-٢- أورتو فينيل فينول: يتميز بخواص تسوية وبعثرة، ويرفع من معدلات بريق اللون، ومن أهم عيوبه صعوبة التخلص من بقاياها إلا بالحرارة الجافة عند ١٥٠ م°.

١٠-٣- ألكيل نفتالين: يتميز أيضاً بخواص تسوية وبعثرة مع رفع لمعدلات البريق وانخفاض رغوته وقلة تطايره، ولا تتطاير بقاياها إلا عند الدرجة ١٥٠ م°.

١٠-٤- مشتقات الفحوم الهيدروجينية الكلورة: تشابه مشتقات كلور البنزن إلى حدٍ بعيد وتتميز عنها بقلة تبقيعها على الصوف بالأصبغة المعلقة، لذا فإنها غالباً ما تستخدم لمزائج الصوف مع البوليستر " الجوخ ".

١٠-٥- الاسترات عالية الوزن الجزيئي: تُعتبر عوامل بعثرة وتسوية وتعريية للبوليستر، تستحلب ذاتياً بالماء الحار، ضعيفة الفعالية دون الدرجة ١٠٠ م° وعالية الفعالية فيما بين ١٢٠-١٣٠ م°، إذ ترفع معدلات الهجرة والتسوية بشكل جيد، وتستخدم كعامل تعرية عند درجة الحرارة ١١٠-١٢٠ م°، وتتميز بقلة تطايرها وعدم تخليقها لبقايا كأنواع الحوامل الأخرى إضافة لعدم تأثيرها سلباً على الثباتية على النور.

١٠-٦- الاسترات العطرية: تتميز بقدرتها العالية على التسوية والبعثرة، تؤثر سلباً على الثباتية على النور، وغالباً ما

يتم استخدامها على الآلات المغلقة لأن معظمها لا يبدأ عمله قبل درجة الحرارة ١١٠°م، لذا فإنها تستخدم هنا كمعزز هجرة ولرفع نسبة استنزاف الحمام، ولا تزول بقاياها إلا عند الدرجة ١٥٠°م.

١١- مضادات التكتير: يحدث التكتير عادةً لعدة أسباب متداخلة مع بعضها البعض، وعلينا اجتنابها جميعاً في آن معاً لتلافي هذه الظاهرة، إذ يبدو التكتير عادةً على شكل خطوط متقاطعة ومتشابكة، وقد تصيب هذه الظاهرة النسيج ذاته أو عملية الصباغ أو الاثنتين معاً حسب ظروف وشروط الحمام الصباغي، ومن أهم أسباب التكتير:

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

ايجابية: لأنه يعني أن حبل القماش سيكون أقصر طولاً ما يعني عدد دورات أكبر للنسيج في وحدة الزمن. سلبية: إذ يؤدي تنضد النسيج فوق بعضه البعض لحدوث التكتير، وفي حال طبقت عملية تثبيت حرارية للقماش قبل الصباغة فإن احتمالات التكتير ستتراجع كثيراً بوصولنا لدرجات الحرارة العالية، كما يرتبط هذا العامل كثيراً بتصميم آلة الصباغة وطريقة توضع وحركة النسيج في حوضها، ودرجة فعالية القاذف وغزارة الضخ من خلاله، وهذا ما يميز آلات التدفق وفق طريقة الشلال الأكثر أماناً هنا عن الآلات ذات القواذف القوية أو العالية الغزارة.

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

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

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

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

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

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

١١-١- آلية عمل المواد المانعة للتكتير: يوافق كل نوع من أنواع الألياف زاوية إجهاد وضغط ودرجة حرارة معينتين يبدأ عندها حصول ظاهرة التكتير والتي لا يمكن عندها القماش للعودة لحالته الأصلية عند رفع هذه الإجهادات، لذا فإن مهمة موانع التكتير تتجلى على الشكل:

أ- منح القماش قدراً من الليونة تساعد على تصعيب الشروط اللازم تحقيقها للتكتير.

ب- منح القماش خاصية الانزلاق كي تساعد على عدم التنتضد فوق بعضه البعض زمناً طويلاً نسبياً.

ج- رفع معدلات التسوية والبعثرة.

لذا فإنه غالباً ما تتميز موانع التكتير بالخواص:

أ- ارتفاع وزنها الجزيئي وطبيعتها الدهنية.

ب- شحنتها الشاردية السالبة أو اللاشاردية.

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

ونرى في الجدول (٥٧) موانع تكتير لبعض الشركات العالمية:

## الجدول ٥٧

بعض مضادات التفسير لبعض الشركات العالمية " الشحنة: سالبة "			
المادة	الشركة	الفعالية	التركيب
سيبا فلويد C	سيبا	مزلق مانع للتفسير لعمليات الإنهاء الرطبة للنسيج ولكل أنواع الخيوط	محلول مائي لبولي مير مشترك مع البولي إيثير
بيريلان FOS	د. بتري	مضاد تكسير ضعيف الرغوة بخواص تسوية وبعثرة وهجرة للبوليستتر ومزائج	ألكيل فوسفات وابتوكسيلاات أغوال دسمة
بيريلان NHS		مضاد تكسير لا شاردي ومطري	أميدات حموض دسمة مع شموع خاصة
بيريلان VF		مضاد تكسير عديم الرغوة لجميع أنواع الألياف	بولي أكريلات
تبولان MDF	د. بوميه	مضاد تكسير منخفض الرغوة للبوليستتر، وعامل تسوية وهجرة	استرات حمض الفوسفور مع عوامل استحلاب
تبولان LF		مضاد تكسير ومزلق لا رغوي للألياف السيليلوزية ومزائجها	مزيج سلفونات
توبانول DF-JET		مضاد تكسير وتسوية رغوي للألياف السيليلوزية بالأصبغة المباشرة على آلة الجت لتبييض وصباغة القطن والفيسكوز، الصوف، البوليستتر، البولي أميد، الأكريليك ومزائجها، منخفض الرغوة، مطري ومزلق، مقاوم للقويات والأملاح وللحرارة العالية	مشققات حموض أميدية غروية
ريكولين JET	رودولف		بولي أكريل أميد

كما نرى في الجدول (٥٨) مقارنة بين مضاد تكسير صناعي وآخر دسم.

## الجدول ٥٨

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

١٢ - **مضادات الرغوة:** يستلزم بناء الحمام الصباغي بعض المواد المسببة لتشكيل الرغوة وبالتالي إعاقة الدوران المنتظم للخامات في آلة الصباغة، واحتباس الجزيئات الصباغية ضمن الفقاعات والتي يتسبب انفجارها ترذيذ تلك الجزيئات بصورة عشوائية، لذا فقد بحثت الشركات المنتجة للأصبغة والمواد المساعدة عن مواد يمكنها منع تشكل الرغوة لتسويقها باسم مضادات الرغوة Anti foaming، وأخرى تمنع تجمع الهواء بين ثنايا النسيج لتسويقها باسم موانع الهواء Deaerating agents.

وفي حين أنه يتم تسويق مضادات الرغوة كمواد وحيدة الوظيفة، فإن موانع الهواء تُسوق بأكثر من وظيفة، وغالباً ما يكون عامل مبلل أو منظف أو ... مانعاً من تشكل الرغوة، ونرى في الجدول (٥٩) بعض مضادات الرغوة ومضادات التهوية لبعض الشركات العالمية.

## الجدول ٥٩

بعض مضادات الرغوة والتهوية لبعض الشركات العالمية			
المادة	الشركة	الفعالية	الشحنة
بيرري فوم AFL	د. بتري	مضاد رغوة سيليكوني	n
بيرري فوم BAO		مضاد رغوة صديق بيئة خالي من السيليكون والزيوت المعدنية	
بيرري ويت SL		مضاد رغوة مع خواص طارد هواء	
بيرري ويت SLN		مضاد تهوية مع خواص مضاد رغوة	
ألبغال FFA	سيبا	طارد هواء ومسرّع تخريق مع خواص مضاد الرغوة	a
روستول ASA	رودولف	للمعاملات الرطبة على النسيج في الحمامات العالية معدلات الغزارة، ولمتخانات الطباعة الطبيعية والصناعية	n
كونتر بيون MOF		مضاد رغوة عام، خالي من المركبات السيليكونية والزيوت المعدنية	
انتوشومير ATB		مضاد رغوة لا سيليكوني	
	د. بوميه		

## الباب الرابع

- ١ . معالجة المياه.
- ٢ . المعالجة الأولية وقصر الألياف السليلوزية.
- ٣ . المعالجة الأولية للألياف الصوفية.
- ٤ . المعالجة الأولية لألياف الحرير الطبيعي.
- ٥ . المعالجة الأولية للخیوط التركيبية.
- ٦ . المبيضات الضوئية.



## البحث الأول

### معالجة المياه

١- **عسرة المياه ودرجاتها:** تحوي جميع أنواع المياه على مجموعة من الشوائب قد تتباين كثيراً أو قليلاً من مصدر أو من وقت لآخر، ومهما يكن من أمر فإننا نطلق على الماء عند محتوئ معيناً من الشوائب اسم الماء العسر، ويتحول لماء يسر بتخلصنا منها، ويصنف الماء العسر إلى:

- عسر مؤقت: وتسببه شوارد ثاني كربونات الكالسيوم أو المغنيزيوم، أي " أملاح حمض الكربون "
  - عسر دائم: وتسببه الشوارد اللاكربونائية كشوارد الكبريتات والكلور والسيليكات.
- ويمكننا عموماً تقسيم الماء إلى أربعة درجات عسرة رئيسة كما نرى في الجدول (٦٠):

الجدول ٦٠

تصنيف المياه بحسب درجات العسرة				
التوصيف	يسر	متوسط العسرة	عسر	عسر جداً
محتوى الأملاح الذائبة " p.p.m "	$100 \geq$	٢٠٠-١٠٠	٣٠٠-٢٠٠	$300 \leq$

### ٢- شوائب المياه العسرة:

#### ١-٢- الأملاح: وأهمها:

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

٢-٢- الغرويات: وهي مركبات عالية الوزن الجزيئي، يمكننا التخلص منها عبر عمليات ترسيب ببعض الكيماويات والعوامل المخثرة والتي نجد منها:

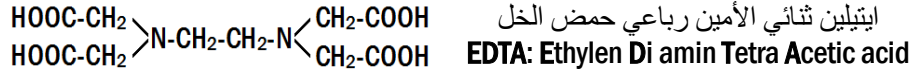
- أ- شب الألمنيوم واليوتاسيوم، وكبريتات الألمنيوم
- ب- أملاح الحديد: كبريتات الحديد، كلوريد الحديد.
- ج- بعض المركبات البوليميرية الحديثة العهد مثل المشتقات البولي كربوكسيلية السالبة الشحنة.
- د- بعض المركبات الموجبة الشحنة كـ بعض المركبات الأيونية الخاصة بمعالجة المياه والقادرة على ربط المركبات العضوية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

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

- أ- الترشيح: عبر مرشحات مفتوحة أو مضغوطة وبأقطار فتحات مناسبة.
- ب- الترسيب والترفيد.
- ج- التخثير الكهربائي: باستقطاب حبيبات المرشح لبعض شوارد الماء.
- د- المعالجة البيولوجية: وتتضمن التخلص من الشحوم والزيوت والكائنات الحية التي تعمل على تغيير الخواص الطبيعية والكيماوية للماء ما يسبب خطورة كبيرة على أنابيب المراحل البخارية.

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

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

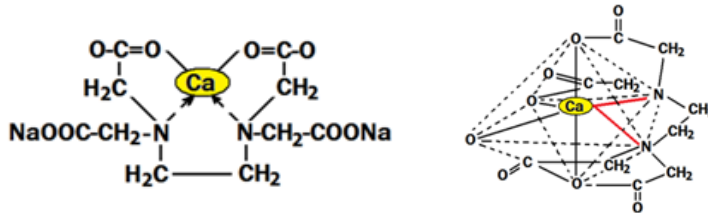


ويُعدُّ هذا المركب حمضاً ضعيفاً يتم تداوله على شكل ملحه الصوديومي، أي كملح ضعيف رباعي الأساس، ويمكن للحمض أن يفقد شاردتي الهيدروجين الأولى والثانية بسهولة مقارنةً مع الثالثة والرابعة، كما أن الحمض ضعيف الانحلال بعكس ملحه الصوديومي Na<sub>4</sub>Y، لذا فإن المعتمد في الكيمياء التحليلية عموماً هو الملح الثنائي Na<sub>2</sub>H<sub>2</sub>Y لأن الحمض ضعيف الانحلال والملح الرباعي شديد الحموضة.

يمكننا الحصول على الملح الثنائي بدرجة نقاوة عالية، وتشكل شارسات هذا الملح معقدات ثابتة مع الشوارد المعدنية ذوات أرقام الأكسدة +2، +3، +4، ويكون الارتباط عموماً على أساس شارسة غرامية من الملح مع شارسة غرامية من المعدن:

تفاعل حمض وأملاح الـ EDTA			
M <sup>++</sup>	+ H <sub>2</sub> Y <sup>--</sup> →	MY <sup>--</sup>	+ 2 H <sup>++</sup>
M <sup>+++</sup>		MY <sup>-</sup>	
M <sup>++++</sup>		MY	

ويتوقف مدى تشكل هذه المعقدات على درجة حموضة المحلول، فقد وجد عملياً أن معقدات الشوارد الثنائية تكون ثابتة في الوسط القلوي أو الحمضي الضعيف، وبالتالي يتوجب زيادة حموضة الوسط عند ازدياد شحنة الشارسة، وعليه فإنه يمكن لجميع الشوارد أن ترتبط بهذا العامل المخلبي، إذ نجده مثلاً مع شارسة الكالسيوم على الشكل (٣٤):



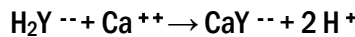
الشكل ٣٤: الكومبلكسون II أو ايتيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخل

### ٣-١- مراحل إجراء المعايرة:

٣-١-١- المشعرات: ومن أهمها: الموركسيد، أريوكروم بلاك T، الكروم الحمضي الأزرق الغامق. أ- الموركسيد [NH<sub>4</sub>(C<sub>8</sub>O<sub>6</sub>H<sub>5</sub>N<sub>5</sub>)H<sub>2</sub>O]: وهو الملح النشاردي لحمض البوربوريك، ونجده على شكل مسحوق أحمر غامق قليل الذوبان في الماء، محلوله بتركيز ٠,٠٥، أحمر بنفسجي، ويشكل مع شارجات الكثير من المعادن معقدات حمراء أو صفراء غير ثابتة.

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

ب- الأريوكروم بلاك T: صباغ حمضي من مجموعة أصبغة الأزو، ويلعب دور المشعر الحمضي والقلوي، إذ ينقلب عند حموضة ٦,٣ من أحمر إلى أزرق، وعند حموضة ١١,٥ من الأزرق إلى البرتقالي، لونه كمشعر أزرق أما معقداته فحمراء اللون، يذوب في الغول مشكلاً محلولاً ضعيف الثبات، لذا فإنه يُحضر عملياً على شكل مخلوط جاف مع كلوريد الصوديوم بنسبة ١/٢٠٠، ويقوم بعمله كمشعر على أساس أن معقده مع المغنيزيوم أحمر أرجواني، وبإضافة زيادة من الفرسين تتحد هذه الزيادة مع المغنيزيوم ما يحمر الصباغ العضوي الذي يتميز بلون أزرق سماوي، فإثناء المعايرة وبإضافة الفرسين يجري التفاعل:



ويبدأ الفرسين بوضوله لنقطة التعادل بتخليص المشعر من شوارد المغنيزيوم ليحرره للونه الأزرق السماوي:



حيث Z<sup>2-</sup> شارسة المعدن، وقد وجد أن أفضل الشروط للمعايرة عند حموضة pH:10، لذا فإننا نلجأ لاستخدام محلول موقى من هيدروكسيد وكلوريد النشار عند إجراء المعايرة.

جـ: الكروم الحمضي الأزرق الغامق (C<sub>16</sub>H<sub>10</sub>O<sub>9</sub>N<sub>2</sub>S<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>): صباغ عضوي يشبه الأريوكروم إلا أنه أكثر حساسية منه، يذوب جيداً في الغول وبشكل محدود في الماء، يتم تداوله كمحلول لثبات محاليله المائية.

### ٣-١-٢- خطوات العمل:

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

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

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

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

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

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

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

ونجد أيضاً واحدة الجزء من المليون "ج.م.م p.p.m"، والتي تعني أن الماء ذي العيار (١) ميلي مكافئ يحوي (١٠٠٠/٥٠) غرام من كربونات الكالسيوم/ليتر، أي (٥٠) ملغ في (١٠٠٠) غ ماء تقريباً أي 50 p.p.m باعتبار أن الوزن الجزيئي لكربونات الكالسيوم يساوي (١٠٠)، وأخيراً نجد الوحدة الفرنسية: فعندما نجد ١٠<sup>-٤</sup> شاردة غرامية من شوارد الكالسيوم في اللتر نقول أن درجة قساوته (١) درجة فرنسية، وبالتالي فإننا عندما نعاير مقدار (١٠٠) مل من الماء بمحلول الفيرسين (٠,٠١) جزيئي فإن عدد المليمترات اللازمة للمعايرة يساوي درجة القساوة الفرنسية، أي أن:

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

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

التركيز الجزيئي لـ: $Ca^{++} \& Mg^{++}$	عدد المليمترات المستخدمة	الدرجة الفرنسية
--	--------------------------	-----------------

ملاحظة هامة: إذا كان محتوى الماء من شاردة المغنيزيوم ضعيفاً فإن تغير اللون قد لا يكون واضحاً، لذا فإننا نقوم بإضافة (١) غرام من كلوريد المغنيزيوم سداسي الماء  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  لمحلول الفيرسين عند تحضيره، ونعاير بمحلول (٠,٠١) جزيئي من شاردة الكالسيوم أو المغنيزيوم، أي المعايرة بالطريقة غير المباشرة. ونرى في الجدول (٦١) درجات القساوة منسوبة لبعضها البعض:

الجدول ٦١

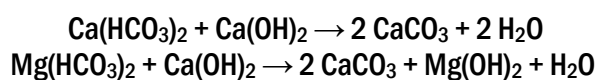
جدول تحويل درجات القساوة						
الوحدة	ميلي مكافئ	درجة فرنسية	درجة انكليزية	درجة أمريكية	درجة ألمانية	ج.م.م
ميلي مكافئ	١	٥	٣,٥	٢,٩	٢,٨	٥٠
درجة فرنسية	٠,٢	١	٠,٧	٠,٥٨	٠,٥٦	١٠
درجة انكليزية	٠,٢٨٦	١,٤٣	١	٠,٨٣	٠,٨	١٤,٣
درجة أمريكية	٠,٣١	١,٧٢	١,٢	١	٠,٩٦	١٧,٢
درجة ألمانية	٠,٣٥٨	١,٧٩	١,٢٥	١,٠٤	١	١٧,٩
ج.م.م	٠,٠٢	٠,١	٠,٠٧	٠,٠٥٨	٠,٥٦	١

أصل الواحدات وتفسيرها

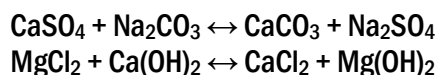
1 p.p.m	=	1 m.g CaCO <sub>3</sub> in 1.0 lit water		
d.H		10 m.g CaO in 1.0 lit water		
1 Clark		10 m.g CaCO <sub>3</sub> in 0.7 lit water		
1 f.H		10 m.g CaCO <sub>3</sub> in 1.0 lit water		
جدول التحويل عن BASF				
	1 p.p.m ( USA )	D	GB	F
1 p.p.m ( USA )	١,٠	٠,٠٥٦	٠,٠٧	٠,١
D	١٧,٩	١,٠	١,٢٥	١,٧٩
GB	١٤,٣	٠,٨	١,٠	١,٤٣
F	١٠,٠	٠,٥٦	٠,٧	١,٠

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

٤-١- طريقة الكلس والصودا: ويضاف فيها الكلس المطفأ - هيدروكسيد الكالسيوم Ca(OH)<sub>2</sub> - مع كربونات الصوديوم إلى الماء فتترسب شوارد الكالسيوم والمغنيزيوم المسببة للعسر المؤقت الناشئ عن وجود البيكربونات، وكذلك أملاح كبريتات الكالسيوم وكلوريد المغنيزيوم بحسب معادلات العسر المؤقت التالية:

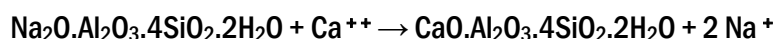


ولكون كربونات الكالسيوم أقل انحلالاً من كربونات المغنيزيوم فإنها تترسب أولاً. أما معادلات العسر الدائم فتتم بتحول كلوريد الكالسيوم إلى كربونات الكالسيوم بفعل كربونات الصوديوم ما يؤدي لترسيبها وفصلها:

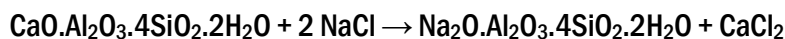


وهكذا نجد أنه من الممكن التخلص من العسر المؤقت والدائم بإضافة ما يلزم من الكلس المطفأ وكربونات الصوديوم، وقد تضاف أحياناً سيليكات الصوديوم لتساعد على تخثر الراسب Coagulating the precipitate، وتتم هذه العملية في أحواض خاصة بعد إتمام عملية الترسيب، وتعتمد الكمية اللازمة من الكلس المطفأ والصودا أش على درجة عسرة المياه، وغالباً ما تؤدي هذه الطريقة بنا إلى ماء درجة عسرته بحدود (٨) ج.م.م أو أقل.

٤-٢- طريقة التبادل الشاردي: يمرر الماء العسر الحاوي شوارد الكالسيوم والمغنيزيوم على مركبات تسمى الزيوليت مثل مادة الأنالسيت ليتم استبدالهما بشوارد أخرى كالصوديوم مانعة حدوث عمليات الترسيب:

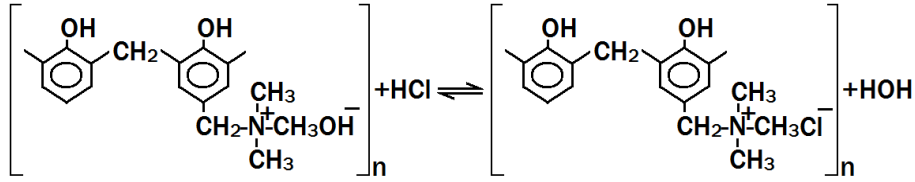


وتؤمن هذه الطريقة حصولنا على مياه بدرجة قساوة الصفر، ليبدأ الزيوليت بالتخامد فنعود لتنشيطه بملح الطعام ليعود إلى أصله من جديد:



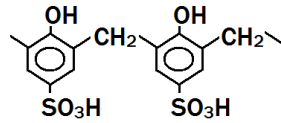
٤-٢-١- الراتنجات الحديثة: تدخل الأيونات الثنائية العطرية والأمينو- فينولات والأيونات كالفينول في تفاعل تكاثف متعدد مع الفورم ألدهيد بسهولة، ونحصل باعتماد نسب تفاعل ودرجة حموضة معينتين على بوليميرات عالية الوزن الجزيئي وذات تركيب فراغي شبكي، ويكون لهذه البوليميرات شكل حبات الزجاج الأسود أو البني القاتم، غير ذوابة بالماء أو بالمذيبات الأخرى، كما أنها تنتفخ بالماء وبالمحاليل الملحية والحموض.

ونظراً لاحتواء هذه المركبات على مجموعتي -NH<sub>2</sub> و -NH- القويتين وذوات الخواص القلوية فإنهما يشكلان عند انتفاخهما بالماء شاردة هيدروكسيل -OH- وشاردة موجبة ضخمة الجزيء وغير قابلة للذوبان ما يجعلنا نعتبرها أسساً ضعيفة ذات وزن جزيئي عالي، وأهم ما يميز هذه البوليميرات قدرتها على الدخول في تفاعل تبادل مع المحاليل الكهرلينية لتكوين أملاح وفق التفاعل التالي:

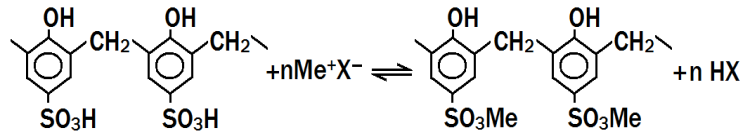


ونتيجة انتفاخ أو انتباج هذا البوليمير بتأثير المحاليل الملحية تزداد سرعة انتشار الشوارد فيه ما يرفع من سرعة التبادل الشاردي برغم عدم ذوبانه حتى يتم التبادل على كامل الوظائف القابلة للتبادل فيه (أي الوصول لحد الإشباع أو استنزاف كامل سعته)، وإذ ذلك نعد لتجديد الرزین بمعالجته بمحاليل ملحية أو حمضية أو قلوية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

ويمكن لهذا البوليمير أن يدخل بتفاعل عكسي مع المحاليل الكهرلثية ما أمكننا أن نعتمدها كمرشحات للتبادل الشاردي يمكننا معها استخلاص الشوارد من المحاليل الكهرلثية المراد معالجتها أو تنقيتها، ولذلك أطلق عليها اسم راتنج التبادل الشاردي، ونجد منها على سبيل المثال راتنج السلفو- بولي فينولات:



وهي حموض عالية الوزن الجزيئي غير ذوابة بالماء ولكنها تنتفخ فيه، وتمتص الشوارد الموجبة من محاليل الأملاح المائية بسهولة وفق التفاعل:



ويمكننا بعد هذه المرحلة استخلاص الأملاح نقيه بمعالجة الملح البوليميري المنشكل بالحموض، وتسمى البوليميرات الحاوية مجموعات شاردية حمضية بالكاتيونات، وعلى مجموعات شاردية سالبة بالأنيونات، ونرى في الجدول (٦٢) بعضاً منها.

الجدول ٦٢

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

٤-٢-٢- سعة تبادل الراتنج: يُعبر عن سعة التبادل بعدد مكافئات الشوارد المطلوب عزلها أو استبدالها والتي يمكن لوحدة وزن من الراتنج أن يبادلها حتى وصوله حد الإشباع، وتزداد السعة باحتوائه عدداً أكبر من المجموعات الوظيفية القادرة على التبادل.

٤-٢-٣- مبادئ اختيار الراتنج: يتم اعتماد راتنج معين بعد تحديد كثافته وقدرته أو قابليته على الانتفاخ Swelling capacity وسعة تبادله الاحصائية والكاملة.

٤-٢-٣- تنشيط الراتنج: يبدأ الراتنج بالتشرد بعد انتشار المحلول الملحي إثر انتفاخه وبالتالي بدء عملية التبادل فيما بين شاردة هيدروجين مع شاردة صوديوم أو شاردتي هيدروجين مع شاردة كالسيوم حتى وصولنا لحالة توازن بين الراتنج والمحلل الملحي، وهكذا يتوقف عمل الراتنج كمبادل شاردتي ما يضطرنا لإعادة تنشيطه بمعالجته تحت ضغوط متوسطة بمحلل حمضي أو قلوي أو ملحي بحسب طبيعة الراتنج.

٤-٢-٣- الراتنجات المختلطة: تعتمد بعض الشركات الصانعة لوحداث المبادلات الشاردية لاعتماد مزيج من الراتنجات الموجبة والسالبة لتحقيق الغاية المشتركة من النوعين في آن معاً، إذ يتم التبادل هنا بالشوارد المعدنية مثل الصوديوم وشوارد الكلور أو الهيدروكسيل...، وعندما يجري التفاعل بكامل الشوارد الراتنجية تفقد قدرتها على التبادل ما يضطرنا لمعالجتها بمحلول كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) الذي يقوم بتخليصها من كل ما تبادلت به وإعادتها لحالتها الأصل لتعود قادرة على استخلاص الشوارد من المياه المراد معالجتها من جديد.

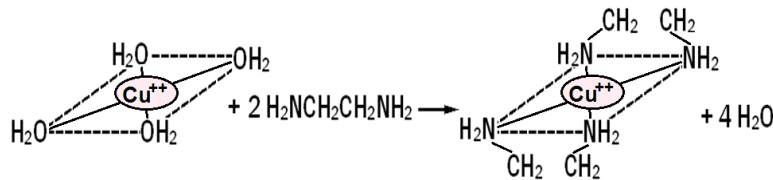
٤-٢-٤- مواصفات أجهزة التبادل الشاردي: يتم بناء أجهزة التبادل الشاردي وفق مجموعة مواصفات تتضمن عادة النقاط الأهم المبينة في الجدول (٦٣):

الجدول ٦٣

مواصفات أجهزة التبادل الشاردي	
كغ / سم <sup>٢</sup>	ضغط العمل أو التشغيل الأصغري
كغ / سم <sup>٢</sup>	ضغط العمل أو التشغيل الأعظمي
كغ / سم <sup>٢</sup>	الضغط الأعظمي الذي يحتمله الجهاز
م <sup>٣</sup> / ساعة	استطاعة التحلية أو التدفق الاسمي " كمية الماء المحلى "
م <sup>٣</sup> / ساعة	التدفق الأعظمي
م <sup>٣</sup> / ساعة	دورة دارة إعادة التنشيط
ليتر	حجم الرزين المتشرد في جهاز التحلية
درجة مئوية	درجة حرارة التشغيل الدنيا
درجة مئوية	درجة حرارة التشغيل العليا
بولي فينيل كلوريد PVC	مواد بناء الجهاز: معدن غير قابل للصدأ
بولي إيثيلين PE	خزان الملح المقاوم لمحاليل الملح عالية التركيز
	مواد بناء الصمامات ونظام تشغيلها ومراقبة عملها
ملاحظة هامة : من الضروري حماية الرزين من التجمد لأنه يسبب تفجر الرزين بفعل تمدد الماء الممتص وبالتالي فقدانه قدرته على التبادل الشاردي والحاجة لاستبداله	

٤-٣-٣- المعالجة بالكيماويات: هنالك الكثير من الكواشف والمركبات الكيماوية التي يمكنها ربط الشوارد المعدنية ومنعها من الترسيب، ولكل مركب منها استخدام أمثل وشروط تطبيق أفضل، ومن أهم هذه المركبات:

٤-٣-١- عوامل التحلية الشيلتية: تحمل عوامل التحلية أو العوامل الشيلتية شحنة سالبة تمكنها من تشكيل خاتم مع الشوارد المعدنية الموجبة الشحنة والتي يحملها الماء القاسي والمركبات البكتينية في القطن كما يبين الشكل (٣٥):



الشكل ٣٥: بنية المركبات الشيلتية

ويمكن لشوارد الحديد والكالسيوم  $Ca^{2+}$  &  $Fe^{3+}$  أن تتفاعل بسرعة مع العوامل القلوية مثل الهيدروكسيل والكربونات  $OH^-$  &  $CO_3^{2-}$  ما يؤدي لتبعثر وانتشار أنواع الصابون غير الحلولة بالماء في الحمام وعلى القطن في حمام الغلي، ويزيد خطر هذه المشكلة عند العمل بالطرائق المستمرة عنها مع طرائق الاستنزاف، وتتلخص وظائف عوامل التحلية بـ:

١. منع تشكل الزبد أو أي طبقة ضارة على سطح القطن.
  ٢. منع الترسبات الناتجة عن استخدام الماء القاسي.
  ٣. منع شوارد الكالسيوم والمغنيزيوم من تشكيلها رغوة القساوة.
  ٤. منع إعاقة بعثرة السائل.
  ٥. منع تعكر سائل الحمام.
  ٦. منع تفاعلات التعفن والأكسدة التي تسبب انحرافاً في تغير اللون.
- وترتبط القدرة على تفاعلات التحلية بدرجة حموضة الحمام، وترتبط قائمة العوامل الشيلتية العضوية المبينة في الجدول (٦٤) بمحتوى الحمام من الشوارد المعدنية.

الجدول ٦٤

عوامل التحلية العضوية من نمط الأمينو كربوكسيلات والهيدروكسي كربوكسيلات	
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{NaO}-\text{C}-\text{CH}_2 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N} \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_2-\text{C}-\text{ONa} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	ايتيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخل EDTA
$\text{N} \begin{array}{l} \text{CH}_2-\text{COOH} \\ \text{CH}_2-\text{COOH} \\ \text{CH}_2-\text{COOH} \end{array}$	ثلاثي نتريلو حمض الخل وأملاحه NTA
$\text{HOOC}-\text{CH}_2 \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N} \begin{array}{l} \text{CH}_2-\text{COOH} \\ \text{CH}_2-\text{COOH} \end{array}$	N- (٢- هيدروكسي ايتيل) : ايتيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخل HEDTA
$\text{HOOC}-\text{CH}_2 \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N} \begin{array}{l} \text{CH}_2-\text{COOH} \\ \text{CH}_2-\text{COOH} \end{array}$	ثنائي ايتيل ثلاثي الأمين خماسي حمض الخل وأملاحه: DTPA
$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \text{N}-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} \text{ONa}$	N-N- ثنائي (٢- هيدروكسي ايتيل) غليسرين: DHEG
$\text{HOOC}-\text{CH}_2 \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{N} \begin{array}{l} \text{CH}_2-\text{COOH} \\ \text{CH}_2-\text{COOH} \end{array}$	ثنائي أمينو بروبانول ثلاثي حمض الخل DPTA

كما تستخدم لحمامات الغلي عند درجات الحرارة العالية بالوسط القلوي مركبات الفوسفونات العضوية المبينة في الجدول (٦٥):

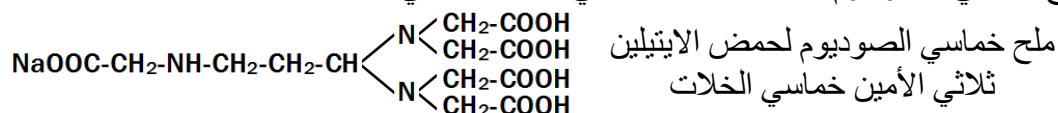
الجدول ٦٥

عوامل التحلية العضوية من نمط الفوسفونات العضوية	
$\text{H}_2\text{O}_3\text{P}-\text{H}_2\text{C} \begin{array}{c} \text{N} \\ \text{CH}_2-\text{PO}_3\text{H}_2 \\ \text{CH}_2-\text{PO}_3\text{H}_2 \end{array}$	أمينو ثلاثي - ( ميثيلين حمض الفوسفونيك ): ATMP
$\text{H}_3\text{C}-\text{C} \begin{array}{c} \text{OH} \\ \text{PO}_3\text{H}_2 \end{array}$	١- هيدروكسي ايتيلدين - ١، ١- ثنائي حمض الفوسفونيك: HEDP
$\text{H}_2\text{O}_3\text{P}-\text{H}_2\text{C} \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N} \begin{array}{l} \text{CH}_2-\text{PO}_3\text{H}_2 \\ \text{CH}_2-\text{PO}_3\text{H}_2 \end{array}$	ايتيلين ثنائي الأمين رباعي (ميثيلين حمض الفوسفونيك) EDTMP
$\text{H}_2\text{O}_3\text{P}-\text{H}_2\text{C} \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N} \begin{array}{l} \text{CH}_2-\text{PO}_3\text{H}_2 \\ \text{CH}_2-\text{PO}_3\text{H}_2 \end{array}$	ثنائي الايتيلين ثلاثي أمينو بنتان (ميثيلين حمض الفوسفونيك): DTMP

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

٤-٣-١- الحموض الأمينية الكربوكسيلية من نمط ثنائي ايتيلين ثنائي أمين حمض الخل وأملاحها ثنائية ورباعية الصوديوم EDTA: والتي تتمايز عن بعضها في ثباتياتها تجاه درجتي الحموضة أو القلوية كما مر معنا، لذا نجد أن شركة OLEA s.a اعتمدت الملح رباعي الصوديوم لخاصته هذه.

٤-٣-٢- ملح خماسي الصوديوم لحمض الايتيلين ثلاثي الأمين خماسي الخلات:



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

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

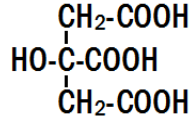


٤-٣-٢- مشتقات خماسي هيدروكسي البننان: وهي عوامل تحلية خاصة بالحديد والكالسيوم في الوسط القلوي، إذ تستخدم عموماً في الأوساط العالية التركيز بشوارد الحديد.

٤-٣-٣- الملح الصوديومي لحمض أمينو بولي ألكيل الفوسفين: ثابت جداً تجاه الحلمهة والمؤكسدات، ويتمتع بخواص مبعثرة ومشتتة كالمركبات المخليبية (الشلات)، ويمنع من تشكل العكر والرواسب، ويعاكس عمليات التآكل والنخر.

٤-٣-٤- نتريلو ثلاثي حمض الخل  $N(CH_2COOH)_3$ : تنتج شركة BASF مادة نتريلون TA وهي الملح الصوديومي لثلاثي نتريلو حمض الخل كعامل تحلية للماء وانتزاع الشوارد المعدنية، وتزداد فعاليته مع ارتفاع درجات الحرارة.

٤-٣-٥- حمض الليمون: ومن أهم أملاحه ليمونات الكالسيوم القابلة للذوبان بالماء البارد أكبر منها في الماء الساخن.



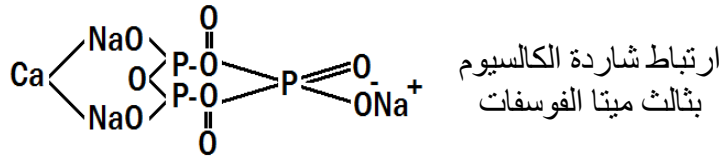
٤-٣-٦- غلوكوهبتونات الصوديوم: تنتج شركة CEPEA على شكل سائل بني داكن كعامل تحلية من شوارد الحديد والكالسيوم في المحاليل القلوية، وكمانع للنخر القلوي.

٤-٣-٧- مجموعة مركبات الفوسفات:

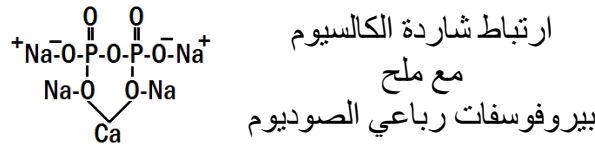
٤-٣-٧-١- أملاح الميئا فوسفات  $(HPO_3)_n$ : وهي أملاح حمض ميئا الفوسفور  $HPO_3$  الذي نجده دوماً بشكله المتمائر الزجاجي الصلب.

يؤدي صهر ملح فوسفات أحادي الصوديوم وتبريده بسرعة لتشكيل ملح سداسي ميئا فوسفات الصوديوم، وإذا ما أضيفت كمية من القلوي إلى ملح الفوسفات أحادي الصوديوم ثم صُهر المزيج وبُرِدَ بسرعة تنتج سلسلة من الأملاح الحاوية كميات مختلفة من القلوي، فإذا كانت نسبة  $Na_2O$  إلى  $P_2O_5$  كنسبة ٥/١، ينتج الملح  $Na_6P_4O_{13}$  المسمى رباعي فوسفات الصوديوم، ومن الأملاح المعروفة تجارياً ملح الغالغون Galgon الذي تكون نسبة  $Na_2O$  فيه إلى  $P_2O_5$  كنسبة ١/١ ويستعمل لمعالجة المياه.

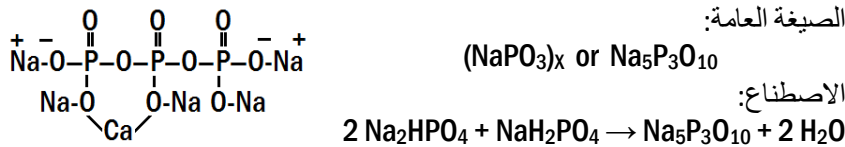
تسبب حموضة أملاح الميئا فوسفات تخريشاً وتخريباً لمعدن المرجل، وتتميز بتشكيلها مع الكالسيوم مركباً له من الثبات بحيث أنه حتى الأوكزالات لا يمكنها ترسيب الكالسيوم منه.



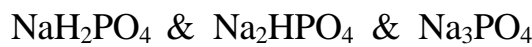
٤-٣-٧-٢- أملاح بيروفوسفات الصوديوم  $Na_2H_2P_2O_7$  &  $Na_4P_2O_7$ : يستعمل ملح بيروفوسفات رباعي الصوديوم لانخفاض قلويته  $pH: 10.2$  بالمقارنة مع قلوية فوسفات الصوديوم البالغة  $pH: 12.1$ ، ولقدرته العالية على عزل شوارد المعادن الثقيلة:



٤-٣-٧-٣- تري بولي فوسفات الصوديوم: وتكتب صيغته العامة على الشكل:



٤-٣-٧-٤- أملاح أورثو الفوسفات: ولها درجات ثلاث:

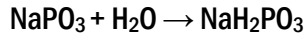


وقد بقيت هذه المادة السيدة المطلقة منذ عام ١٩٢٥ حتى ثبت تحلمها في المرجل لتتسبب بترسب المعادن الثقيلة على شكل أملاح فوسفاتية من جهة، ولظهور المركبات الأخرى التي استعرضناها سابقاً بفاعلية أكبر وقلوية أقل. لا تتحلل مركبات فوسفات الكالسيوم  $CaHPO_4$  &  $Ca_3(PO_4)_2$  في الماء، وهذا ما يدفع الصناعة لمعالجة

$Ca_3(PO_4)_2$  بحمض الكبريت كي تصبح حلولة عند تحضير سماد السوبر فوسفات، وقد بينت الدراسات على أن قدرة مركبات الفوسفات على تشكيل المعقدات على الشكل:

متماثرات ميتا الفوسفات < ثلاثي بولي الفوسفات < البيرو فوسفات

وتؤدي إضافة هذه الأملاح لماء المراجل إلى إبقاء شوارد المعادن الثقيلة في المحلول خلال أنابيب التغذية، ولكن وفي المراجل نفسها تتحلل الأورتو فوسفات وتترسب المعادن الثقيلة كفوسفات، كما تنخفض القلوية بسبب تشكل الأملاح الحمضية:



يمكن تقليل فعل التخريب هذا وتشكيل طبقة ملحية باستعمال أملاح الميتا فوسفات، وتترسب كربونات الصوديوم على شكل طبقة رقيقة عند احتواء الماء على ثاني كربونات الصوديوم مع انطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون، ويمكننا منع هذا الترسيب بإضافة ملح الميتا فوسفات بمعدل (٥-٠,٥) ج.م.م، كما يمنع وجود أملاح الفوسفات من تخريب سطوح أنابيب المرجل الحديدية بسبب امتزاز الفوسفات أو أملاحها المعقدة على سطح المعدن أو أكسيده، ونرى في الجدول (٦٦) خواص بعض أملاح الفوسفات الهامة:

الجدول ٦٦

مقارنة خواص بعض أملاح الفوسفات مع بعض القلويات الشهيرة				
حموضة محلول ١٠%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	نسبة P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Na <sub>2</sub> O	الملح	
pH: 2.2	65.1	0.5	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> . H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	أورتو الفوسفات
pH: 4.6	59.2	1	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	أورتو فوسفات الصوديوم
pH: 8.5	50	2	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	أورتو فوسفات الصوديوم
pH: 12.1	43.3	3	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	ثلاثي فوسفات الصوديوم
pH: -	69.6	1	NaPO <sub>3</sub>	أورتو فوسفات الصوديوم
pH: 7.4	60	1.5	Na <sub>6</sub> P <sub>4</sub> O <sub>13</sub>	رباعي فوسفات الصوديوم
pH: 10	57.9	1.67	Na <sub>5</sub> P <sub>2</sub> O <sub>10</sub>	تري بولي فوسفات الصوديوم
pH: 10.2	53.4	2	Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	بيرو فوسفات الصوديوم
pH: 4.2	64	1	Na <sub>2</sub> H <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	بيرو فوسفات الصوديوم
pH: 8.3	-	-	NaHCO <sub>3</sub>	بيكربونات الصوديوم
pH: 11.5	-	-	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	كربونات الصوديوم
pH: 13.3	-	-	NaOH	الصود الكاوي

٥- تأثير قساوة المياه وعوامل التحلية على الحوض الصباغي: تتأثر عموم أنواع الأصبغة وجميع مراحل العمليات الصباغية بمختلف أنواع الشوارد التي يحملها الماء، وبخاصة شوارد الكالسيوم، والمغنيزيوم، والحديد، والنحاس، إذ تؤدي لتراجع مردود العمليات الصباغية وثباتياتها على السواء، وقد وضعت شركتا BASF & ICI مواصفات خاصة لمياه بناء الحمامات الصباغية وفق الجدول (٦٧):

الجدول ٦٧

مواصفات بناء الحمام الصباغي بحسب BASF & ICI				
عديم اللون ، خالي من الشحوم والدهون				
طري وخالي من شوارد الكالسيوم والمغنيزيوم ومركبات الحديد والشوارد المعدنية الأخرى				
BASF	المواصفة	ICI	BASF	المواصفة
< ١ ج.م.م	المعلقات	٧	٨ ~ ٦	درجة الحموضة
< ٢٠ ج.م.م	الرصاص العضوي	٥٠ ج.م.م	GB <sup>٥٦</sup>	القساوة (بالدرجة الإنكليزية)
< ٥٠ ج.م.م	بقايا الاحتراق	< ٠,٠٥ ج.م.م	< ٠,١ ج.م.م	الحديد
< ٠,٠٥ ج.م.م	المغنيز	< ٠,٠٥ ج.م.م	< ٠,٠١ ج.م.م	النحاس
< ٥٠ ج.م.م	النترات	< ٣٠٠ ج.م.م	/	شوارد الكلور
< ٥ ج.م.م	النتريت		صفر قدر الإمكان	ثاني أكسيد الكربون الحر " خوفاً من التآكل "

وتظهر آثار استخدام الماء القاسية على الحمام الصباغي على الشكل:  
- تخرب بعض الأصبغة مثل الديسبرس الأحمر ٦٠.

- تراجع ثباتيات الأصبغة واتجاهات ألوانها كما هو حال الصباغ الفعال الأحمر ١٢٠ الذي يزرق بتأثير شوارد النحاس ويصفر بتأثير شوارد الحديد.

- تشكيلها لما يشبه البلورات الأم التي تتجمع عليها أوليغوميرات خيوط البوليستر ورواسب الأصبغة والتي غالباً ما تظهر على شكل نقاط سوداء على سطح القماش المصبوغ.

- تراجع كبير في معدلات امتصاص الأصبغة ما يستلزم عمليات غسل إضافية.

- تراجع كبير لبريق اللون وسطوعه مع تراجع باقي الثباتيات وبخاصة على الاحتكاك.

إلى جانب سلبيات أخرى أقل أهمية وأكثر خصوصية.

إذا فقد بدأت الشركات بالبحث عن مركبات يمكننا اعتمادها بمختلف العمليات الصباغية كعوامل تحلية وعزل دون أن يكون لها أي أثر سلبي على مجرى هذه المراحل أو الأصبغة وبخاصة الأصبغة الممعدنة، فكان أفضل ما اعتمده هو مجموعات:

الحموض البولي كربوكسيلية، بولي الأكريلات، بولي الفوسفونات

وهكذا طغت هذه المجموعات الثلاث على كل ما عداها من عوامل التحلية السابقة، واعتمدت كمادة بناء أساسية للحموض الصباغية لتحقيق جملة الوظائف: التسوية، نزع الأوليغوميرات في أحواض الصباغة، غواصل للأصبغة الفعالة وأصبغة الأحواض غير المثبتة، وتتمايز في قوتها بين منتج وآخر بحسب:

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

### ساندوبور Sandopur R3C

متماثر لا رغوي بمفعول تحلية، وبعثرة، وواقى غروي

الفعاليات:

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

١- الخواص العامة:

المظهر: سائل بني فاتح ضاوي.

التركيب الكيماوي: حمض بولي كربوكسيلي ، شاردي سالب.

الكثافة عند الدرجة ٢٠ م°: ١,١٣

حموضة المحلول المركز: pH:5

التמיד: ينحل بالماء البارد أو الساخن بجميع النسب.

الثباتيات:

للماء القاسي ، للأملاح ، للقلويات: جيدة.

للحموض: جيدة " قد يتسبب بظهور ترسبات بسبب تخربه بأوساط حمضية عالية الحموضة "

الانسجام:

المنتجات الشاردية الموجبة: ضعيفة، وقد يتسبب بظهور رواسب.

المنتجات الشاردية السالبة واللاشاردية: جيدة.

الخزن: جيدة في حاوياته المغلقة، ويمكن أن يتجمد بدرجات الحرارة المنخفضة " دون ٥ م° " ويعود لشكله الأصلي بالتدفئة والتحرك.

السمية: يرجى مراجعة التعليمات الخاصة.

٢- تعليمات الاستخدام: يمكننا استخدامه في المجالات التالية:

- يُستخدم لمفعوله التنظيفي في عمليات غلي الألياف: السيليلوزية، الصوف، الخيوط الصناعية وجميع درجات الحرارة، ولبعثرة أملاح شوارد القساوة غير المنحلة بالماء بعد نزعها من الألياف.
- يُستخدم في العمليات الصباغية بطرائق الاستنزاف، على الباد، والمستمرة لتطبيق الأصبغة: المباشرة، الأحواض، الكبريتية، وكذلك للفعالة وأصبغة الانديكو لتجنب آثار أملاح القساوة التي تؤثر سلباً على قابلية الأصبغة للانحلال، كما يبعثر الأصبغة المتأكسدة ويرفع من سوية درجة عمق اللون وخواص الثباتية.
- يعتبر عامل غسيل نهائي لعمليات طباعة أصبغة: الأحواض، الكبريتية، النفتول، والأصبغة الفعالة لرفع الثباتيات عموماً وعلى الاحتكاك والبلل خصوصاً، كما يمنع من التبقيع على الأرضيات البيضاء.

٣- التطبيق:

- ٣-١- عمليات الغسيل والغلي: تتعلق الكمية اللازمة بنوعية أو مواصفات الألياف " نمرة الألياف ومنبتها... " وبدرجة الغلي أو التنظيف المطلوبة، كما تتعلق بدرجة قساوة المياه كما في المخطط ١.
- غلي القطن: الطرائق المتقطعة: ١-٢ غ/ل، الطرائق المستمرة: ٢-٤ غ/ل
- علاوة عن استخدام كمية من الصود الكاوي ودون الحاجة لمنظف مقاوم للوسط القلوي.
- غلي الفيسكوز والخيوط التركيبية:

الطرائق المتقطعة: ١-٠,٥ غ/ل، الطرائق المستمرة: ١-٢ غ/ل

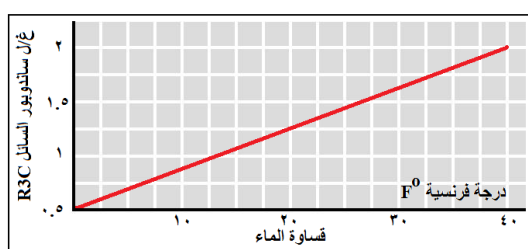
علاوة عن استخدام كمية من الصود الكاوي ودون الحاجة لمنظف.

- غلي الصوف وما شابهه: يستخدم علاوة عن المنظف كمية ١-٢ غ/ل ساندوبور R3C لضمان الإزالة الأفضل للبقع.
- ٣-٢- الصباغة: يُنصح باستخدام الساندوبور R3C للتخلص من المفعول السلبى الذي تسببه شوارد القساوة وأملاحها على انحلال الأصبغة، فقد تتأذى هذه شوارد من الماء أو من الكيماويات الأخرى المضافة لبناء الحمام الصباغي كما هو حال الملح أو القلوي المستخدمين أو من الخامات نفسها، ودون أن يكون له أي تأثير سلبى أو مؤخر على الأصبغة الممعدنة.

ويمكننا أن ننبين كمية الساندوبور R3C لتحلية المياه القاسية من المخطط ١

- أما مع الأصبغة الفعالة بطريقة حمام الباد وبوجود سيليكات الصوديوم فيضاف الساندوبور R3C بمعدل ١ غ/ل عندما تكون نسبة الحمام عالية ومن ثم في حمامات الشطف لرفع كفاءة التخلص من السيليكات ولتجنب ترسب السيليكات غير المنحلة على البضائع أو على جدران الآلات.

- ولا يناسب الساندوبور R3C حمامات صباغة الأصبغة القاعدية الموجبة الشحنة استرداً لتشكيل رواسب ضارة.
- ٣-٣- الغسيل النهائي للصباغة والطباعة: يلائم الساندوبور R3C وبصورة عالية حمامات الغسيل النهائي بعد عمليات صباغة أو طباعة الألياف السيليلوزية ومزائجها من الخيوط التركيبية والصناعية، فيرفع الثباتية على الاحتكاك والبلل، وبعد الطباعة بالأصبغة الفعالة، وترتبط الكمية المثلى الواجب إضافتها بدرجة قساوة الماء المبينة بالشكل (٣٦):

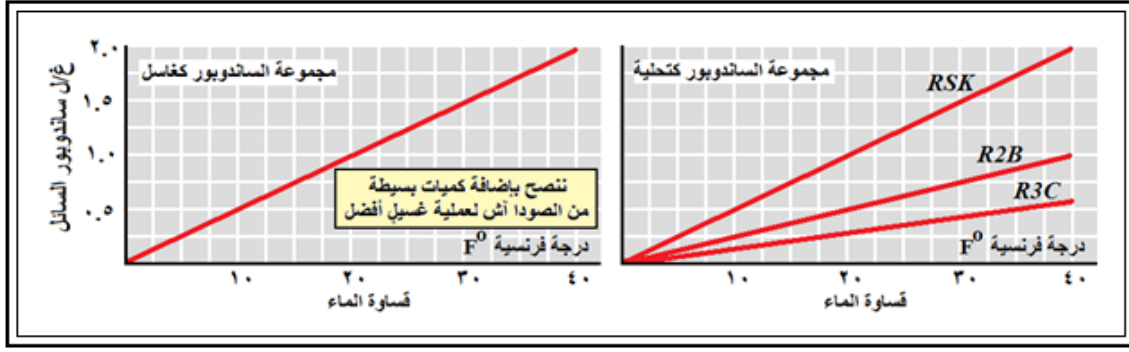


الشكل ٣٦

- ونصح بإضافة كمية بسيطة من الصودا آش لحمام الغسيل النهائي (لأصبغة أحادي كلور التريازينيل) رفعاً لمردود حمام الغسيل، والوصول لدرجة حرارة الغليان.

- وفي حال معالجة المنتجات النهائية بمواد إنهاء موجبة الشحنة كالمثبتات والمطريات أو العوامل المضادة للكهرباء الساكنة من بعد حمامات الغسيل بالساندوبور فإننا ننصح بتطبيق حمام شطف أولاً للتخلص من بقايا الساندوبور استرداً لتفاعلها مع هذه المنتجات وبالتالي تشكيل كميات بسيطة من الرواسب.

- ٤- دراسة مقارنة تحليلية بين منتجات الساندوبور: تنتج شركة كلارينت أنواعاً ثلاثة من الساندوبور هي: R3C & R2B & RSK، وفي دراسة تحليلية لفعاليتها تبين أنها تشترك فيما بينها بذات القدرة كغواسل وتتباين عن بعضها بقدراتها كعوامل تحلية كما يبين المخططان التاليان في الشكل (٣٧):



الشكل ٣٧: مقارنة بين فعاليتي مجموعة الساندوبور

ونستعرض في الجدول (٦٨) بعضاً من عوامل التحلية التجارية وفعاليتها:

الجدول ٦٨

بعض عوامل التحلية التجارية لبعض الشركات العالمية " شاردية سالبة "			
المادة	الشركة	الفعالية	التركيب
ساندوبور R3C	كلارينت	عامل عزل وتحلية، مبعثر، وافي غروي	حمض بولي كربوكسيل
بيت- أوف EMX	سابروس	عامل عزل وتحلية، مبعثر، نازع أوليغومير	مشتقات حموض بولي كربوكسيلية
بيري كويست BSD	د.بيري	عامل تحلية وبعثرة قابل للتحلل البيولوجي " موام للبيئة "	فوسفونات
بيري كويست SDL	د.بيري	تحلية للشوارد المعدنية الثقيلة ولشوارد القساوة بسعة ربط عالية	مزيج حموض بولي كربوكسيلية مع فوسفونات
هبتول ANO	CHT	عامل تحلية ثابت تجاه المؤكسدات القوية جداً مثل فوق الكبريتات أو المركبات الكلورية	بولي أكريلات
هبتول NWS	هاننسمان	تحلية ومبعثر وغاسل، يرفع من فعالية المنظفات، عامل تصبب لأصبغة الأحواض والنفوتول والأصبغة الكبريتية	بولي أكريلات مع بولي فوسفونات
سيباون R	هاننسمان	غاسل للأصبغة الفعالة للصبغة والطباعة	
فيرولان NBO	رودولف	مبعثر ووافي غروي، مبعثر لشوارد الكالسيوم، يربط شوارد المعادن الثقيلة، يمنع من حدوث ترسبات أو تجمع أصبغة في مراحل الإنهاء، غاسل لمرحلة الغسيل النهائي	

## ٦- المدخل لأنظمة عمل مراحل توليد البخار:

- ٦-١-١-٦ مواصفات ماء التغذية: يرتبط عمر وأداء مرجل توليد البخار بنوعية أو تركيب الماء الداخل إليه والمستخدم لتوليد البخار، إذ يمكننا أن نقدر مدى صلاحية ماء التغذية بسبعة معايير أساسية، هي:
  - ٦-١-١-١-٦ الشفافية: وتدل على محتوى الماء من الغرويات والمعلقات وتقدر بالمليغرام/ليتر.
  - ٦-١-١-٢-٦ محتوى الرواسب الجافة (أو الصلبة): ويعتبر من أهم المؤشرات الدالة على صلاحية الماء لتغذية مولدات البخار به، ويتم تحديده عادةً بتبخير عينة مخبرية عند درجة ١١٠-١٢٠°م للاستدلال على محتوى الماء من المواد الغروية والعضوية واللاعضوية الذوابة بالماء، ويقدر بالمليغرام/الكيلوغرام ماء.
  - ٦-١-١-٣-٦ الملوحة: وتوصف التركيز الإجمالي للشوارد الموجبة  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Na^{+}$ ,  $K^{+}$  وللشوارد السالبة  $SiO_2^-$ ,  $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{--}$ ,  $Cl^-$ ، أي أنها تحدد معدنية الماء وتقدر بالمليغرام/ليتر.
  - ٦-١-١-٤-٦ قابلية الماء للأكسدة: وتميز نسبة الشوائب العضوية في الماء مقدرة بالمليغرام/كيلوغرام ماء، وتُحسب على أساس كمية الأكسجين اللازمة لأكسدتها مقدرة بالمليغرام/ليتر.
  - ٦-١-١-٥-٦ قساوة الماء: وتقاس بعدة وحدات، ومن أهمها ميليغرام مكافئ/ كيلوغرام ماء.
  - ٦-١-١-٦-٦ القلوية: وتدل على محتوى الماء من شارسات ثاني الكربونات  $HCO_3^-$  والكربونات  $CO_3^{--}$  والهيدروكسيد  $OH^-$ ، وتقدر بوحدة ميلي غرام مكافئ/كيلوغرام ماء.
  - ٦-١-١-٧-٦ محتوى الغازات المنحلة: وتقدر بوحدة ميلي غرام/كيلوغرام ماء.
- ٦-٢-٦ عمل مولدات البخار: ترتفع تراكيز الأملاح والشوائب الضارة في المرجل نتيجة عمله المتواصل لتبدأ بعد وصولها درجات الإشباع الخاصة بكل منها بالترسب على السطوح الداخلية للأنايب ما يؤدي لارتفاع درجة حرارتها وبالتالي ارتفاع احتمالات انفجارها، علاوةً عن انخفاض مردود مولد البخار بفعل العازلية الحرارية للرواسب. كما ترتفع قدرة غازي الأكسجين وثاني أكسيد الفحم  $O_2$  &  $CO_2$  المنحلة بالماء على أكسدة المعدن مع ارتفاع درجات الحرارة ما يؤدي لتراجع سماكات الأنايب وبالتالي متانتها أو مقاومتها الميكانيكية.

ويؤدي ازدياد معدلات قلوية الماء لازدياد رغوته ما يؤدي لإمكانية انتقال أو خروج الرغوة من داخل المرجل مع البخار الخارج منها.  
ولاستدراك ما سبق نجد ضرورة اللجوء للأخذ ببعض الإجراءات رفعاً لعامل الأمان أثناء عمل المرجل، ومما يتوجب علينا الأخذ به:

- ترويق الماء الخام للتخلص من الغرويات والمعلقات.
  - خفض محتوى الماء من شوارد الكالسيوم والمغنيزيوم خاصةً بمعالجة الماء بوحدات التحلية أولاً.
  - إضافة بعض الكيماويات التي تشكل أملاحاً ذوابة وغير قابلة للتسبب داخل المرجل وصولاً لخفض أرقام القساوة، القلوية، والملوحة.
  - التخلص من غازي ثاني أكسيد الفحم والأكسجين بتعريض الماء لوحدات تخفيف الضغط أو بتسخينه.
  - الطرح الدوري والمستمر للمياه زائدة الملوحة والمتوضعة بأسفل المرجل.
- ٦-٣- مصادر اتساخ البخار: يتسخ البخار بالمواد المنحلة والمعلقة بالماء بطريقتين اثنتين: طريقة قطرات الماء، وطريقة البخار، إذ تُقَدَّر درجة نقاوة البخار عموماً بمعامل الحمل K:

$$K = W + a$$

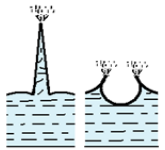
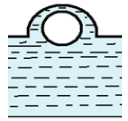
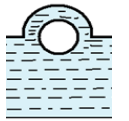

W - رطوبة البخار الدالة على محتواه من المواد المنقولة مع قطرات الرطوبة.  
a - معامل توزع المواد بين البخار المشبع والمياه عند درجة حرارة الغليان.  
ولتناقص قابلية إذابة البخار للمواد عند الضغوط الصغيرة فإن درجة نقاوة البخار تؤول إلى الشكل:

$$K = W \%$$

ومع ارتفاع الضغط تبدأ قابلية إذابة البخار للمواد بالتزايد حتى تتضاعف عشر مرات عن محتوى قطرات الماء ما يجعل العلاقة تؤول إلى الشكل:

$$K = a$$

٦-٤- آلية تشكل قطرات الرطوبة: تنطلق فقاعات البخار باتجاه مرآة البحر كما هو واضح في الشكل (٣٨) عندما تكون أنابيب البحر دون مستوى سطح الماء، ويرتبط سلوك الفقاعات عموماً بقيمة التوتر السطحي لطبقة الماء المحيطة بالفقاعة من جهة وبالضغط الداخلي ضمن الفقاعة:

مراحل تشكل وخروج أو انفجار الفقاعات المائية في حال إدخال أنابيب البخار داخل كتلة ماء المرجل			
			
تمزق الغلاف المائي وتشكل القطرات	قبل تمزق الغلاف المائي	المرحلة الأولى لخروج الفقاعة إلى مرآة البحر	مرحلة تشكل الفقاعة

الشكل ٣٨

فعندما يكون التوتر السطحي أصغر من ضغط الفقاعة فإن الفقاعة ستخرب طبقة الماء وتخرج إلى الوسط البخاري وتصل لارتفاعات مختلفة تبعاً لطاقتها الحركية، وعندما يزيد ارتفاع الوسط البخاري عن ٧٠ سم تتراجع جميع القطرات إلى مرآة البحر ولا تصل إلى أنابيب البخار.

وهكذا يبدأ البخار بحمل قطرات الماء الصغيرة، ومع ازدياد التصريف تنضم القطرات الأكبر حجماً ما يرفع من حمولة مولد البخار للقطرات وبمعنى آخر تزداد رطوبة البخار.

وتتأثر رطوبة البخار بتركيز المواد المنحلة والمعلقة بالماء، إذ يزداد التوتر السطحي مع ازدياد تركيز الأملاح ما يرفع من إمكانية احتفاظ الماء بالفقاعات البخارية وينتفخ ممثلاً بكمية بخار كبيرة وينخفض ارتفاع حجم البخار في المرجل.

ونتيجة انفجار فقاعات البخار على المرآة تتمكن نسبة عالية من قطرات الماء من الوصول لأنابيب خروج البخار، وبالتالي اتساخه بالأملاح والمعلقات.

٦-٥- طبيعة انحلال المواد في البخار: نميز عادةً بين معدلات انحلال المواد في البخار المشبع عنه في البخار المُحَمَّص، إذ يبدأ انتقال المركبات غير الطيارة من الماء إلى البخار المشبع نتيجة قابليتها للانحلال فيه حتى وصولنا

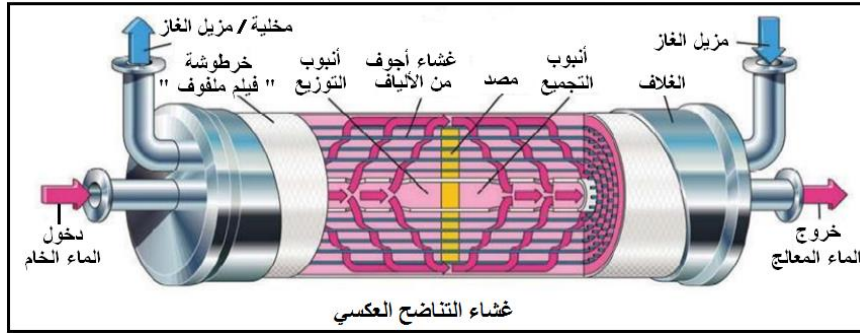
حالة التوازن الترموديناميكي بحسب قوانين توزع المواد الذوابة بين مذيبين غير قابلين للمزج، فبرغم أن الماء والبخار وسطين مركبين من بنية كيميائية واحدة نجدهما مختلفين في قيم الكثافة والناقلية الكهربائية، وبالتالي بخواصهما التي تحدد قدرتهما على إذابة المواد اللاعضوية، وعليه فإن أهم ما يلاحظ هنا:

- تنوع قيم توزع مركب ما بين طوري البخار والماء بحسب قانون التوزع الذي يتعلق بدرجات الحرارة وخواص المادة و...

- الارتفاع الشديد لقابلية البخار على حمل الأملاح مع ارتفاع الضغط.

#### أغشية التخلص من الغازات المنحلة:

استخدمت مؤخراً أغشية خاصة للتخلص من الغازات الذائبة لإزالة الغازات المذابة مثل  $O_2$ ,  $CO_2$  في مياه تغذية المراحل كما في الشكل (٣٩). وتعمل بأسلوب تخفيف الضغط لإيجاد قوة دافعة لطرد الغازات المنحلة لمراحل الضغوط العالية، في حين أنه تستحسن إضافة الكيماويات لمياه التغذية في المراحل الأقل ضغطاً، أو أنه يمكننا الجمع بين الأسلوبين للتخفيف من كمية الكيماويات المستخدمة.



الشكل ٣٩



## المعالجة الأولية وقصر الألياف السيليلوزية

١- مقدمة: سبق وأن مر معنا تركيب القطن في الجدول (١)، 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:

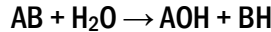
إزالة النشاء ← الغلي ← القصر

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

١-٢- المعالجة بالأنزيمات: الأنزيم كلمة لا تينية 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 الطرائق 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 ٦٠-٧٠°م ومن ثم الخزن لمدة ٦-٨ ساعات على شكل حبل مفرد لمدة ٤-٦ ساعات بعد لفه على ملفات كبيرة، ويتراجع الزمن لأقل من ساعة بالطرائق المتقطعة كما هو الحال على الجيكر.

ويتكون النشاء من الأميلوز ذي السلسلة الطويلة غير المتفرعة ومن الأميلوبكتين المعقد التركيب وذو السلاسل المتفرعة والوزن الجزيئي العالي مقارنةً بالأميلوز، لذا فإن لزوجة قوام النشاء تعود أساساً للأميلوبكتين. وتتباين تأثيرات الأنزيم على مكوني النشاء، فأنزيم الأميليز يتكون من ألفا وبيتا الأميليز وكلاهما من أنزيمات 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 وبيبطة 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 بدرجات 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 (٦٩) مجموعة بعض الأنزيمات لبعض الشركات التجارية:

الجدول ٦٩

بعض الأنزيمات لبعض الشركات العالمية				
المادة	الشركة	الفعالية	الشحنة	التركيب
بيريزيم AMW	د. بتري	أنزيم لتحليل النشاء عند درجة ٢٠-٨٠°م مع خواص تبليل	سالب	أميلاز مع إيتوكسيلات أحوال دسمة
بيريزيم AM		أنزيم لتحليل النشاء عند درجة ٢٠-٨٠°م		
بيريزيم HTV		أنزيم لتكسير النشاء عند درجة ٧٠-١١٠°م		
بيوزول B 260	CHT	أنزيم لتحليل النشاء عند درجة ٦٥-٧٠°م وحموضة pH: 4.5-7	لا شاردي	أميلاز
نيو أنزيم AM	Z&S	أنزيم لتحليل النشاء عند درجة ٦٠-٨٥°م		
نيو أنزيم CT 5		أنزيم لتحليل النشاء بدرجات حرارة عالية		

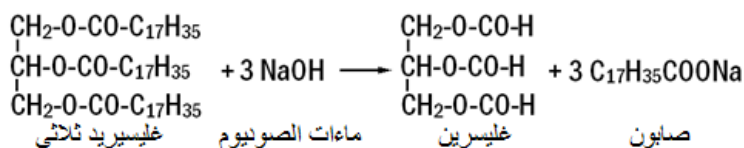
٢-٢- طريقة التحليل القلوية: وتتم بإمرار القماش في محلول ٢% هيدروكسيد الصوديوم عند درجة الغليان، وتتميز هذه الطريقة بتحويلها للنشاء إلى مواد سكرية ذوابة بالماء دون أن تؤثر على السيليلوز.

٢-٣- طرائق التحليل الحمضية: وتقوم على معالجة القماش بمحلول ٠,٥-١ غ/ل حمض كبريت أو حمض كلور الماء لعدة دقائق عند درجة الغليان ليتحول النشاء إلى مركبات ذوابة بالماء كالكستراتين والديكستروز والمالتوز، ومن أهم عيوب هذه الطريقة تأثيرها السيء والمخرب على الألياف السيليلوزية وبخاصة عند وجود ألياف غير منشأة في النسيج كألياف السدى.

٢-٤- طرائق التنشئة الحديثة: استبدل النشاء في عمليات التنشئة بمواد صناعية أخرى بديلة مثل البولي فينيل الأغوال الذي يمكننا إزالته بعمليات غلي قلوية عادية، في حين استخدمت مواد أخرى مثل البولي فينيل أسيتات الذي تصعب إزالته فأنحسر استخدامه في عمليات التجهيز النهائية، كما استخدمت مشتقات بعض مشتقات النشاء والكربوكسي ميثيل سيليلوز بحسب المواصفات وشروط العمل المطلوبة.

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

أ- الدسم الطبيعية والزيوت والشحوم الحيوانية " المزلقات " : وغالباً ما نجدها على شكل غليسيريدات ثلاثية، تتحللها بالوسط القلوي ليتحرر الغليسيرين الذي ينحل بشكل تام بالماء، وحموضاً دسمة أحادية أو ثنائية الغليسيريد، في حين يمكننا التخلص من الحموض الدسمة بشكلها الأحادي أو الثنائي الغليسيريد بتأثير العوامل الفعالة سطحياً وعوامل الاستحلاب أو التصبين أثناء عمليات الغلي القلوي، ولا تقتصر الفائدة من إضافة المواد المذيبة للدهون على عمليات التخلص من مواد التنشئة فقط بل بعمليات الغلي أيضاً، كما تتفاعل الاسترات مع هيدروكسيد الصوديوم لتشكل الصابون والغليسيرين، ما يعزز من فعالية المنظفات في عمليات الغلي، في حين يتم استحلاب الزيوت غير القابلة للتصبن بتأثير منتجات التصبن الناتجة عن عمليات الحلمهة 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 بواقبها بتطبيق اختبار امتصاص الماء على الخام بعد إنهاء عمليات الغلي.

ج - البكتينات: لا تنوب 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 بتراكيز تتباين بين قطن وآخر كما يبين الجدول (٧٠)، كما تتركز في قشور البذور، ويؤدي وجودها في حمام القصر وبخاصة عند استخدام الماء القاسي لانحراف في لون السيليلوز 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: الحديد، المنغنيز، الكالسيوم، المغنيزيوم بحسب مصدر القطن الخام كما في الجدول التالي:

الجدول ٧٠

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

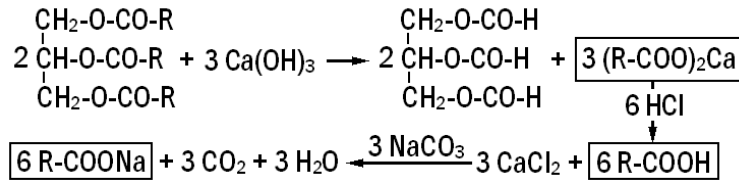
ويؤدي التخلص من محتوى السيليلوز من الشوارد المعدنية للتخلص من آثارها السلبية، وتتم معالجة شوارد المعادن القلوية الترابية بوسط حمضي، وشوارد المعادن الثقيلة في وسط قلوي ما يرفع من معدلات التسوية وبريق اللون إثر العمليات الصباغية، ولتراجع استهلاك البيروكسيدات ومحتوى الرماد رافعاً من درجة البياض وتنظيم تفاعلات تفكك

البيروكسيدات والتخلص من التخرب الواسطي، وفي كل الأحوال يجب ألا تتجاوز تراكيز الشوارد المعدنية حدود ١٠٠-٣٠٠ ملغ/كغ لشاردي الكالسيوم والمغنيزيوم، و٤-٨ ملغ/كغ لشوارد الحديد.

ومن المهم أن ننوه هنا لوجوب تفريغ حوض الغلي من الأعلى بضخ الماء من الأسفل بعد تبريده، أو تمديده بماء ساخن منعاً لترسب أيّاً من منتجات عملية الغلي لها من تأثير سيءٍ على العمليات التالية.

الغلي بهيدروكسيد الصوديوم: يتم تطبيق هذه الطريقة بغلي القطن بمحلول الصود الكاوي بتركيز ١٠-٢٠ غ/ل " أي ما يعادل ٣-٦ % وزناً في حمام بنسبة ١:٣ " وللطرائق المستمرة ٣٠ غ/ل صود كاوي بحمولة ١٠٠ % بمعزل عن الهواء منعاً لتفاعلات تشكل الأوكسي سيليلوز، وقد لوحظ تضاعف معدلات التفاعلات عموماً مرتين عند كل رفع لدرجات الحرارة يعادل ١٠ درجات مئوية، وارتفاع نسبة الحموض الدسمة المتصينة ستة عشر مرة عند رفع درجة الحرارة من ٦٠ حتى ١٠٠ م°، وتترافق هذه التفاعلات مع تفاعلات تشكل الأوكسي سيليلوز.

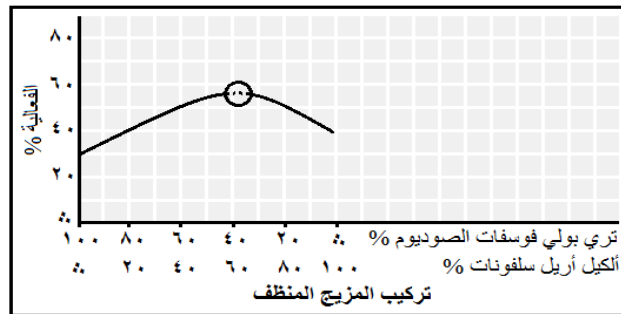
الغلي بهيدروكسيد الصوديوم: وتقوم هذه الطريقة على الغلي بمنقوع الكلس الحي CaO بالماء لتحويل الزيوت لصابون غير ذواب بالماء، نتبعها بالمعالجة بحمض كلور الماء لتحرير الحموض الحرة " وفق القاعدة الكيماوية: الحمض القوي يطرد الحمض الضعيف من أملاحه " وفصل الكالسيوم على شكل كلوريد ومن ثم التخلص من الحموض الدسمة الحرة بتصبينها 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 يكفيها مثلاً ومع القطن المراد صبغته بألوان غامقة تطبيق حمام غلي مع محلول ١-٢ % 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 ٢:١ لفعالية كربونات الصوديوم في خفض قساوة الماء ولعبها دور عامل التحلية بتفاعلها مع أملاح الكالسيوم والمغنيزيوم وتحويلها لمحلول معلق ثابت، كما تلعب دورها في تعزيز انتفاخ الألياف القطنية ما يسهل خروج الشوائب منها وتعديل الحموض الدسمة بالتصين.

الغلي بمزيج صابون / منظف - صودا آش: تتميز هذه التوليفة باعتدالها مقارنةً مع طريقة الصود الكاوي، وتناسب جميع أنواع البضائع الحساسة نوعاً ما، ويضاف لها عادة بعض أنواع المنظفات الشارديّة السالبة مثل سلفونات الألكيل أو سلفونات الألكيل العطرية، أو بعض المنظفات اللاشارديّة مثل زمرة الايتوكسيلات، وأحياناً مزيج من النوعين: الشارديّة السالبة واللاشارديّة ما يرفع من فعالية الحمام بصورة ملحوظة كما نرى في الشكل (٤٠) 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 والتصين على القطن فحمام تعديل حمضي للتخلص من البواقي القلوية:



الشكل ٤٠: تأثير ترى بولي فوسفات الصوديوم على مردود عملية التنظيف

٤- عمليات القصر: يمكننا استعراض عمليات القصر من خلال الحديث عن عمليات التبييض لأن الفارق بينهما يقوم على فوارق في كميات مواد الحمام وبخاصة الماء الأكسجيني وإضافة المبيض الضوئي، وترتبط كميات مواد حمام القصر وزمن تطبيقه كثيراً بدرجة قوة واتجاه اللون المطلوب ونوعية القطن الخام.

ولأن عملية الصباغة تلي حمام القصر فقد وجب التأكد من التخلص من بواقي الماء الأكسجيني والقلوي بالغسيل

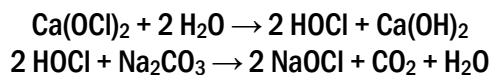
الجيد واستخدام الكيماويات القاتلة للماء الأكسجيني والتي تتمتع بقدرة إرجاعية ضعيفة مثل أملاح حمض الكبريتي، أو بالاعتماد على المعالجة بالأنزيمات التي تتغذى على الماء الأكسجيني وبالتالي يمكنها القضاء على بواقبه.

٥- 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 للأكثر تطبيقاً فقط:

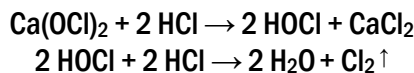
٥-١- التبييض بالمركبات الكلورية:

٥-١-١- التبييض بالهيبوكلوريت: يتكون مسحوق القصر من مزيج لتحت كلوريت الكالسيوم وكلوريد الكالسيوم القلوي:  $Ca(OCl)_2 \cdot 4H_2O$  &  $CaCl_2 \cdot Ca(OH)_2 \cdot H_2O$ ، ويلعب كلور تحت الكلوريت دور العامل المبييض ويطلق عليه اصطلاحاً الكلور الفعال الذي يعادل تقريباً ٣٥% وزناً.

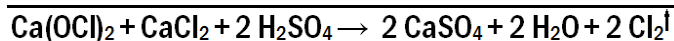
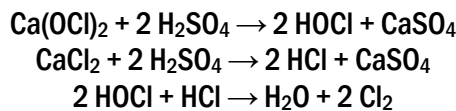
ويبدو المسحوق على شكل حبيبات بيضاء لا بلورية، يصعب الحصول على محلول رائق منها لاحتوائها هيدروكسيد الكالسيوم، لذا نلجأ عادةً لإذابتها وتركها للترقيد ليعتبر هيدروكسيد الكالسيوم إلى القعر، ويؤخذ الرائق من الأعلى، وإذا ما تُركَّ المحلول معرضاً للهواء تتفاعل هيدروكسيد الكالسيوم مع أكسيد كربون الهواء مشكلة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



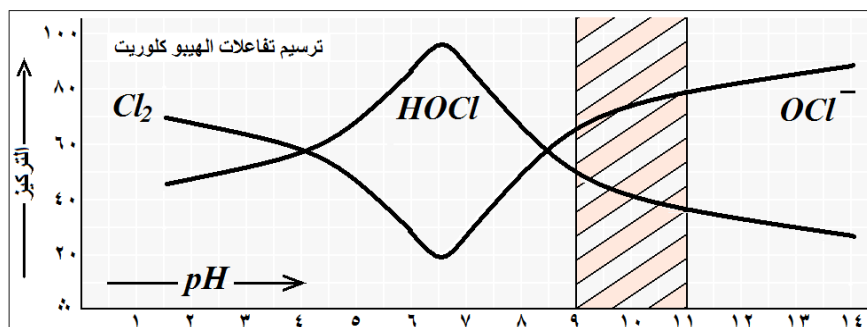
بينما يؤدي تحميص المحلول بحمض كلور الماء لانطلاق الكلور الحر:



في حين تجري مع حمض الكبريت مجموعة التفاعلات التالية:

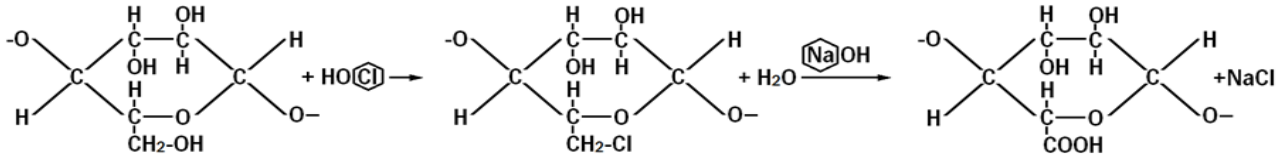


ويمكننا ترسيم تفاعلات الهيبوكلوريت بين التراكيز ودرجة الحموضة على الشكل (٤١)، ونتيجة التداخل بين شاردة الهيبو كلوريت والمواد التي تكسب القطن الخام اللون الأصفر فإن مجموعة مختلفة من التفاعلات قد تحدث مثل تفاعلات الأكسدة والإضافة والكلورة، إذ تتأكسد منتجات تحلل الفحوم الهيدروجينية والبكتين لمركبات ألدهيدية وحموض عضوية، في حين تتكلمور الحموض الأمينية والحموض الدهنية العالية الوزن الجزيئي معطية حموضاً أمينية مكلورة ومشتقات مكلورة للحموض الدهنية.



الشكل ٤١: ترسيم تفاعلات الهيبوكلوريت

كما يؤكسد الهيبوكلوريت السيليلوز إلى استر حمض الهيبوكلوريت الذي يفقد فيما بعد حمض كلور الماء بوجود زمرة هيدروكسيل كما في الشكل (٤٢):

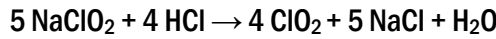


الشكل ٤٢: أكسدة السيليلوز بالهيبو كلوريت وتحوله للشكل الألدهيدى

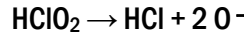
وتتعلق هذه التفاعلات ودرجة عالية بدرجة الحموضة، فقد لوحظ تأثر السيليلوز عند درجة حموضة pH:7 تأثراً كبيراً، ويتراجع هذا التأثير عند pH:3.5-5 وأكثر من pH:9، ولكن ولتأثر السيليلوز كثيراً بدرجة الحموضة pH:3.5-5 فقد اعتمد الوسط القلوي  $PH > 9$  لإجراء عملية التبييض هذه بالاعتماد على مواد قلوية مثل كربونات الصوديوم بتحضير محلول ١-٥ غ/ل كلور فعال وبدرجة حرارة ٣٠ م.

١-٥-٢- التبييض بالكلوريت: يتوافر كلوريت الصوديوم على شكل ملح لا مائي أو ثلاثي الماء، والملح اللامائي عديم اللون وثابت تجاه الخزن في مكان جاف، وقد يُتداول الملح تجارياً مسحوقاً أو محلولاً بتركيز ٣٠-٥٠%.

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 الأوكسجين النشط وليس ثاني أكسيد الكلور، أي:



ويرتبط تحلل الكلوريت ودرجة عالية بحموضة الوسط، فعند pH: 3 تتكون النسبة الأعلى لحمض الكلوريت  $\text{HClO}_2$ ، 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  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  لتثبيت درجة الحموضة عند pH:3 وبالتالي تنظيم انطلاق العامل المؤكسد.

وعلى الرغم من أن درجة الحموضة المناسبة للتبييض هي pH:3.5-4، إلا أنه يُستحسن بدء العمل عند درجة الحموضة 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 مجال واسع من درجات الحموضة وبصورة متجانسة ما يمنحنا فرصة استخدامه في الوسطين الحمضي والقلوي.

ب- يمكننا التبييض بالكلوريت ضمن مجال واسع من درجات الحرارة، إذ يمكن تبييض الألياف السيليلوزية عند درجة حموضة pH:2-9 ودرجة حرارة الغرفة، وتركيز كلور فعال ١-٢٠ غ/ل، إلا أن معدل التبييض عند درجة حموضة أعلى من ٥ وأقل من ٤ يكون منخفضاً لأن كمية ثاني أكسيد الكلور المفقودة تكون ملحوظة جيداً.

ج- التبييض بالكلوريت يعطينا قماشاً أعلى مقاومة وأكثر جاذبية.

د- اختصار شديد بالوقت والكلفة.

هـ- ينظف الكلوريت الشعيرات لدرجة عالية دون أن يلحق بها الأذى لأن تأثيره مقصور على الأكسدة الاختيارية لمجموعة الألدهيد كما في المعادلة:



أما عن أهم عيوب التبييض بالكلوريت فهي:

أ- يطلق غاز ثاني أكسيد الكلور مسبباً تراكمات 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 ٥,٥ 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 كامل للأبيض.



٥-١-٢-١- التبييض بالكوريت بوسط قلوي: تطبق هذه الطريقة باستخدام الكلوريت منفرداً وبوجود أملاح قلوية مثل كربونات الصوديوم أو ممزوجاً مع هيبوكلوريت الصوديوم بنسبة ١/٥،٥ كلور فعال لكل من المادتين عند درجة الحرارة العادية، ولكن وجد أن هذه الطريقة تعادل طريقة الهيبوكلوريت إنما بكلفة أعلى فاستعوض عنها بطريقة الهيبوكلوريت.

٥-١-٢-٢- التبييض بالكوريت 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 ٧٠-٨٠م، ويبنى الحمام أنثد من:

كلوريت الصوديوم	نترات الصوديوم	مبلل
١ غ/ل	٣ 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.

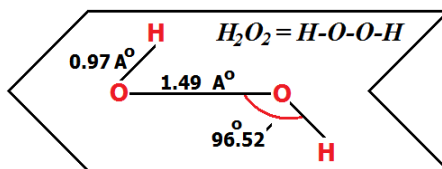
٥-٢- التبييض بالماء الأكسجيني: يُعد الماء الأكسجيني حمضاً ضعيفاً يستلزم تفككه وسطاً قلويًا، فهو ثابت في الوسط الحمضي، ومتوسط الثبات في الوسط المعتدل، وغير ثابت في القلوي، حتى يصل لأعلى درجات تفككه عند pH: 11.5-13، لذا يحفظ في حاوياته في وسط حمضي عند pH: 1-3 وبدرجات حرارة منخفضة لنضمن سلامة خزنه لأطول زمن ممكن.

٥-٢-١- الخواص الفيزيائية والكيمائية للماء الأكسجيني: يرينا الجدول (٧١) أهم الخواص الفيزيائية للماء الأكسجيني مقارنةً معها للماء العادي.

الجدول ٧١

مقارنة بين أهم خواص الماء الأكسجيني والماء العادي وبعض المعلومات عن الماء الأكسجيني			
الخاصة	الوحدة	الماء الأكسجيني ١٠٠ %	الماء العادي
الوزن الجزيئي	-	٣٤,٠٦	١٨,٠١٦
الكثافة في الحالة الصلبة	غ/سم <sup>٣</sup>	١,٦٤٣	٠,٩١٦٨
الكثافة في الحالة السائلة	غ/سم <sup>٣</sup>	١,٤٤٢٥	٠,٩٩٧٠٤
التوتر السطحي عند الدرجة ٢٠ م	دينة/سم <sup>٢</sup>	٨٠,٤	٧٢,٥٨٣
نقطة الانصهار	درجة مئوية	١٥٠,٢	١٠٠
بعض أهم المعلومات عن الماء الأكسجيني			
الصيغة والوزن الجزيئي		$H_2O_2 = H-O-O-H \rightarrow M.W = 34.06$	
المظهر		سائل ضاوي عديم اللون	
الخاصة		نسبة الماء الأكسجيني وزناً	
		٣٥	٥٠
الوزن الجزيئي : ٢٠ م	١,١٠١	١,١٣١	١,١٩٥
نقطة التجمد : م	٢٢ -	٣٤ -	٥٢ -
محتوى الماء الأكسجيني	غ/كغ	٣٥٠	٥٠٠
الأكسجين الفعال : غ/كغ	٣٠٢	٣٩٦	٥٩٨
الأكسجين الفعال : غ/ل	١٢٩	١٦٥	٢٣٥
	١٤٣	١٨٦	٢٨١

٥-٢-٢- بنية الماء الأكسجيني: تتمتع جزيئات الماء الأكسجيني ببنية غير مستوية كما يظهر في الشكل (٤٣):



الشكل ٤٣: بنية الماء الأكسجيني

والماء الأكسجيني حمض ضعيف إذ يبلغ ثابت تشرده  $2,24 \times 10^{-12}$  عند ٢٥ 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.

٥-٢-٣- الأكسدة الذاتية: تدل عبارة الأكسدة الذاتية Auto-Oxidation على قدرة الماء الأكسجيني على أكسدة المركبات القابلة للأكسدة بالدرجة العادية من الحرارة، وإمكانية السيطرة عليها بتغيير الشروط الأولية بما فيها رفع أو خفض درجة الحرارة.

ويمكن أن تتم الأكسدة الذاتية بالمركبات فوق الأكسيدية المتوسطة أو بوجود الوسطاء والمنشطات مثل: الأكاسيد، فوق الأكاسيد، ووسطاء معدنية، الضوء، وتختلف الأكسدة الذاتية عن الواسطية في أن الذاتية لا تتخلى إلا عن نصف أكسجينها، في حين تتخلى الواسطية عن الكمية النظرية تماماً، وتتخامد سرعة الأكسدة الذاتية مع اقتراب التفاعل من نهايته على العكس من الواسطية التي تبقى ثابتة حتى النهاية.

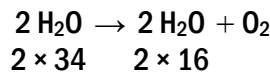
وتلعب شوارد بعض المعادن دور الوسيط في تسريع تفككه في حمام القصر كما هو حال شوارد الحديد والنحاس، ما يجعل وجودها في عملية التبييض ساماً ضاراً بالعملية.

٥-٢-٤- تداول الماء الأكسجيني: يتم تداول الماء الأكسجيني بتركيز متعددة: ١٠-١٢-٢٠-٣٠-٥٠-١٠٠-١٣٠ قوة حجمية، ويحوي الماء الأكسجيني الذي يعطي بتفككه عشرة أضعاف حجمه أكسجين على ٣% ماء أكسجيني، ويمكننا جدولة معاملات التحويل الوزنية والحجمية كما في الجدول (٧٢):

الجدول ٧٢

معاملات التحويل الوزنية والحجمية للماء الأكسجيني								
معاملات التحويل الحجمية				معاملات التحويل الوزنية				نسبة الماء الأكسجيني وزناً
50%	35%	30%	27.5%	50%	35%	30%	27.5%	
0.51	0.76	0.91	1.00	0.55	0.79	0.92	1.00	27.5%
0.56	0.84	1.00	1.1	0.60	0.86	1.00	1.09	30%
0.66	1.00	1.19	1.31	0.70	1.00	1.17	1.27	35%
1.00	1.51	1.79	1.97	1.00	1.43	1.67	1.82	50%

٥-٢-٥- حساب محتوى الأكسجين الفعال للماء الأكسجيني بمختلف تراكيزه: يتفكك الماء الأكسجيني وفق المعادلة:



وبالتالي يكون محتوى الماء الأكسجيني الخالص ١٠٠% من الأكسجين الفعال:

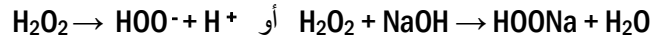
$$\% \text{ الأكسجين الفعال} = [ 100 \times 2 \times 16 ] \div [ 2 \times 34 ] = 47,05 \%$$

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

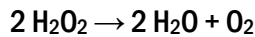
$$م = ( 47,05 \times س ) \div 100$$

وتكون قيمة س للماء الأكسجيني هنا وزنية، أي % W / W

٥-٢-٦- آلية تفكك الماء الأكسجيني: لم تُفهم الآلية التي يتفكك فيها الماء الأكسجيني بشكل كامل باستثناء المرحلة الأولى التي تم التسليم فيها لتشكل 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 والتنشيط، 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 بهيدروكسيد الصوديوم أو الصودا آش مع الألياف السيليلوزية، وببيرو الفوسفات رباعية الصوديوم أو هيدروكسيد الأمونيوم مع الألياف البروتينية، ومن الآليات المقترحة لتفككه نجد آلية الجدول (٧٣):



إحدى الآليات لتفكك الماء الأكسجيني	
المرحلة	التفاعل
تفكك ذاتي	1 $H_2O_2 \rightarrow H_2O + (O) + K cal$
تفكك في الوسط القلوي	2 $H_2O_2 \leftrightarrow H^+ + HO_2^-$
تفاعل التبييض: أكسجين ذري نشيط للتبييض " غير ثابت "	3 $HO_2^- \rightarrow OH^- + (O)$
تفاعل التبييض في الوسط القلوي	4 $NaHO_2 \rightarrow Na^+ + HO_2^-$
تفاعل التأكسدة: أكسجين جزيئي غير نشيط للتبييض	5 $2 H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$

وتبين هذه التفاعلات أن الماء الأكسجيني يلعب دوره كحمض يتحلله لشاردة الهيدروجين وشاردة فوق الهيدروكسيل كما في المعادلة (٢)، والتي تتفكك بدورها ولعدم ثباتها للأكسجين الذري حسب المعادلة (٣) مع شاردة الهيدروكسيل، وبإضافة القلوي ينزاح التفاعل (٢) 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 (٢) ومنع تكون الأكسجين الجزيئي كما في المعادلة (٥) فإنه يتوجب علينا الاعتدال بإضافة القلوي تجنباً لارتفاع سرعة التفكك وبالتالي سرعة تكوين الأكسجين الذري ما يؤدي بالنهاية لانطلاقه السريع وقبل الاستفادة من معظمه من جهة، وحرصاً على متانة الخامة من جهة أخرى كما سبق وأسلفنا.

٥-٢-٧- 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: الحديد، النحاس ...

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

د- رفعه درجة التبييض وعدم تأثيره سلباً على الألياف.

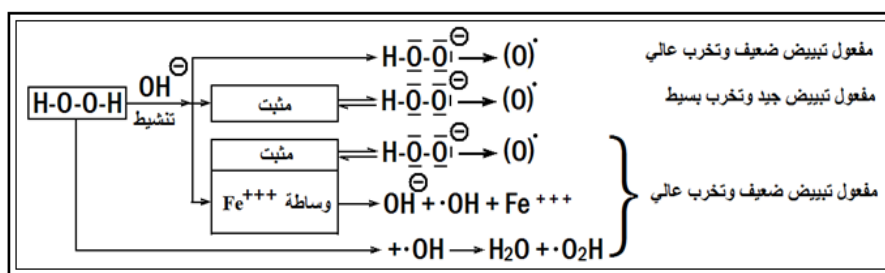
هـ- خفضه محتوى الألياف من الرماد وعدم تأثيره سلباً على ملمس الألياف بعد القصر.

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، أما

مع الألياف البروتينية فتعمل بيرو الفوسفات رباعية الصوديوم كعامل غلي ومثبت في آن معاً.

ووضعت شركة باسف تصوراً لآلية تفكك الماء الأكسجيني مع وبدون مثبت كما هو مبين في الشكل (٤٤):



الشكل ٤٤: دور المثبت في تفكك الماء الأكسجيني بحسب BASF

أ- سيليكات الصوديوم: يمكن لمجموعة سيليكات الصوديوم مثل: أورثو السيليكات، ميتا السيليكات، السيليكات الغروية (الزجاج المائي) أن تمارس فعل التثبيت عبر إمكانية توفيرها وسطاً قلويًا 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، فلولوصول لأفضل نتائج تبييض يجب أن تكون نسبة أكسيد الصوديوم/ أكسيد السيليسيوم ١,٣:١ أو ١,٦:١ مقدرةً بـ (غ/ل)، وكما نرى فإن الرقم المضروب بأكسيدي الصوديوم والسيليسيوم يحوي كسوراً لسيليكات الصوديوم والصود الكاوي المستخدمين، فالصود الكاوي يحوي ٧٧% وزناً أكسيد صوديوم وصفر مئوي أكسيد سيليسيوم.

ب- المثبتات العضوية: يمكننا تجنب مساوئ اعتماد سيليكات الصوديوم كمثبت بالاعتماد على مواد مساعدة عضوية لاسيليكاتية كأن تكون عوامل تحلية أو منتجات إرجاع بروتينية، أو بعض العوامل الفعالة سطحياً.

ونجد على الصعيد التجاري نمطين من المنتجات: أولهما مثبت فقط، وثانيهما متعدد الوظائف كأن يكون منظفاً أو مطرياً بالإضافة لكونه مثبتاً، وهناك مثبتات تُستخدم وحيدةً وأخرى يستحسن مزجها مع السيليكات.

ج- مركبات الفوسفات: من بين مختلف مركبات الفوسفات نجد أن بيرو الفوسفات رباعية الصوديوم T.S.P.P أو  $Na_4P_2O_7$ ، وهكسا ميتا الفوسفات تلعبان دور المثبت في حمام التبييض القلوي آخذين بعين الاعتبار:

- عدم ارتفاع درجة القلوية عن pH: 10 ودرجة الحرارة عن ٦٠°م تجنباً لتراجع قدرتهما عن التثبيت.
  - يجب استخدام البيرو فوسفات مع هيدروكسيد 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 (٧٤) مجموعةً من المثبتات التجارية لبعض الشركات:

الجدول ٧٤

بعض مثبتات الماء الأكسجيني التجارية				
المادة	الشركة	الفعالية	الشحنة	التركيب الكيميائي
بريستال DS	Dr.PETRY	مثبت أكسجين موائم للبيئة	سالب	حمض كربوكسيلي
بريستال EPJ		مثبت أكسجين للجب بخاوص تبليل ممتازة		ألكان فوسفونات مع ايتوكسيلاات أغوال دسمة
بريستال BFL		مثبت أكسجين ومبيل ومبعر للتبييض بالطرائق نصف المستمرة		ألكيل فوسفات
ريكوستيب OKB	Rudolf	مثبت أكسجين للباد على البارد والمستمرة ونصف المستمرة للقطن ومزائج		ألكيل فوسفونات مع أملاح عضوية ولا عضوية
كونتافان NLB	CHT	للتبييض بالماء الأكسجيني في وسط معتدل بخاوص تحلية		مركبات فوسفاتية مع منشطات أزوتية
ريدوزين UKN	Z&S	غاسل ومبعر ممتاز، مثبت أكسجين ضعيف الرغوة ولا حاجة لإضافة السيليكات معه		ايتوكسيلاات أغوال دسمة، ألكيل أريل سلفونات
سابوفيكس RF	SAPO	مثبت أكسجين منظف ومبعر ومضاد تكسير	لا	استرات حموض فوسفورية
سيرافيل 500	Dr.Bohme	مطري ومبعر وتسوية، مثبت أكسجين بخاوص نظرية لحمام القصر	شاردي	استرات أميدية لحموض دسمة فوسفورية

٥-٢-٨- ميزات العمل بالماء الأكسجيني: حظي التبييض بالماء الأكسجيني برواج كبير لميزات العمل معه والتي يمكننا إجمالها بـ:

- إمكانية استخدامه بالطرائق المستمرة.
  - عدم إطلاقه غازات سامة أو ضارة وبالتالي إمكانية استخدامه في الآلات المكشوفة أولاً، وعدم تأثيره على آلات الصباغة ثانياً.
  - الوصول لدرجات بياض عالية وثابتة مع المحافظة على متانة الألياف.
  - إمكانية تبييض الأقمشة المراد صباغتها لعدم تأثر الكثير من الأصبغة به كما هو حال مركبات الكلور.
- سهولة التعامل معه وعدم اضطرارنا لحمامات إزالة طويلة بعدها مثل التحميص وإزالة بواقي الكلور لأن منتجات التحلل هي الأكسجين والماء الأمينة لمعظم الأصبغة.

٥-٢-٩- مساوئ التبييض بالماء الأكسجيني:

١. عدم ثبات محاليله في الأوساط عالية القلوية.
٢. تترسب السيليكات عند استخدامها كعامل تثبيت معه على الآلات والقماش دون أن نتمكن من إزالتها بالطرائق الكيماوية بما يؤدي لتلف في القماش وخشونة ملمسه، ما حدا الشركات للبحث عن مثبتات الأكسجين الأخرى كما رأينا في الجدول ٧٤ والتي انتشرت في جميع المصانع.

## التجهيز الأولي للألياف الصوفية

١- مقدمة: تلعب بنية الصوف الكيماوية الضعيفة دوراً كبيراً في تحديد طرائق عمليات تحضيره، ذلك أن أي إجهاد زائد قد يؤدي لتحطم روابطه الببتيدية، لذا تقتصر عملية تحضيره على غسله فقط تاركين لونه على حاله لتطبيق العملية الصباغية مستحسنين صباغته بالألوان الغامقة، ولا نلجأ لتبييضه إلا نادراً وبالاعتماد على مبيضات مُرجعة مثل ثاني أكسيد الكبريت، ونادراً ما تجري عملية تبييضه بالبرمنغنات التي تستوجب معالجة لاحقة بالكبريتيت للتخلص من الرواسب المنغيزية البنية اللون، أو للماء الأكسجيني عند درجة حرارة لا تتجاوز ٥٠°م، وأحياناً يُستخدم الكلور مع الكلورامين آخذين بعين الاعتبار أن تخرّباً لا بد منه سيقع على الصوف الخام.

٢- تجهيز الصوف للصباغة: تلاقي عملية غسل الصوف صعوبات خاصة لاحتوائه نسباً عالية من الدهون والشحوم والأوساخ مقارنةً مع الألياف الأخرى، إذ أنه من المعروف بأن ألوان الصوف الطبيعية ثابتة، لذا فإن ما يؤخذ بعين الاعتبار هو إزالة الأوساخ والمواد الغريبة المرافقة، وقد نجد هنا بعض الاختلاف بين أسلوب وآخر بحسب طبيعة المرعى أو طريقة تربية ورعاية الأغنام " ما بين حظيرة أم مرعى عشبي أو صحراوي شوكي " بحيث تصل غالباً حتى ٤٠%، فعند فرز شعيرات الصوف بحسب طولها ودقتها وصرنفها ودرجتها ولونها تمر بعملية تنظيف جافة بالمزج والشطف شرط أن تتم عمليات الفرز بأيدٍ خبيرة، أما الأوساخ الأخرى فتجري عليها عمليات نزعٍ من نوعٍ آخر، ومن أهم المواد الغريبة المرافقة للصوف نجد:

١- أوساخ يمكن إزالتها بحمام مائي كالعرق وبعض الإفرازات الدهنية مثل شمع اللانولين وتبلغ نسبتها ٢٨%.  
٢- أوساخ غير ذوابة بالماء كالشحوم وتصل نسبتها حتى ١٢%، وأوساخ أخرى بنسبة ٢٦% تقريباً، لذا نلجأ للمنظفات أو لكاربونات الصوديوم لاستحلابها، وبنتيجة الاستحلاب " بسبب تصبن بعض الدهون والشحوم بتفاعلها مع كاربونات الصوديوم " يتكون صابون يعمل على إزالة ما تبقى من أتربة وأوساخ.  
٣- أوساخ نباتية عالقة بالصوف ولا يمكننا التخلص منها إلا بعمليات تفحيم بحمض معدني كحمض الكبريت أو حمض كلور الماء، إذ أن الحمضين الممددين لا يؤثران إلا على النبات فقط.

وتستوجب هذه المعالجات عمليات غسل نضمن القضاء على آثارها استندراكاً لتأثيراتها مع الخزن الطويل التي تسبب ضعف وخشونة الألياف، وتتم عملية الغسيل بإمرار الصوف على محلول هيدروكسيد النشادر أو كاربونات الصوديوم بعد مرورها على الحمض المعدني، وتعصر وتجفف عند درجة حرارة ٤٠-٨٠°م ليتحول السيليلوز النباتي إلى الهيدرو سيليلوز الذي يمكننا التخلص منه بالنفض والغسيل وبذلك تستوفي المعالجة الحمضية حقها فنبدأ بعملية الغسيل القلوية.

٣- تزهير أو تبييض الصوف: ويمكننا في النهاية ولمنح الصوف مظهر البياض تزهيره ببعض الأصبغة الحمضية الزرقاء، وعلينا الانتباه إلى أنه وفي حال اضطرارنا لحمام الماء الأكسجيني فإننا نأخذ بهيدروكسيد النشادر المركزة بنسبة ١-٢ مل/ل حتى تصبح pH:10 وفي نسبة حمام ٣٠/١ ودون أن ترتفع درجة الحرارة عن ٥٠°م كما سبق وذكرنا، ويستغرق حمام التبييض ٢-٣ ساعات نشطف بعدها على البارد ونعدل بحمض الخل.

## التجهيز الأولي للألياف الحريرية الطبيعية

١- مقدمة: كي نحصل على الحرير الطبيعي بأفضل حالة ممكنة سنتعرض أولاً لطريقة تربية دودة القز المبينة في الشكل (٤٥) حتى حصولنا على الشرائق، لأن معرفتنا بأصول تربيتها هي الطريقة الأمثل للنتائج الأفضل.



الشكل ٤٥: دورة حياة دودة القز

يتم تفقيس بويضات دودة القز في الربيع مع توريق شجر التوت، لذا يؤخذ البيض ويوضع في حجرات تفقيس خاصة ومكيفة لمدة أحد عشر يوماً على أن تبدأ عند درجة حرارة ١٧°م وترفع تدريجياً حتى ٢٨°م في نهاية المدة، ويكثر تفريخ البيض في الأيام الثلاثة الأخيرة ما يستوجب فصل الديدان عن البيض أولاً بأول بوضع شبكة خفيفة تتوضع عليها أوراق التوت فتصعد الديدان لتأكلها من فتحات الشبكة فنرفعها لرفوف التربية الخاصة لنضع بدلاً عنها شبكة أخرى حتى آخر بيضة. وتستغرق فترة تربية الدود مدة ٣٠-٤٠ يوماً تنقسم لخمسة مراحل، وتصوم الدودة في نهاية كل مرحلة مدة يوم أو يومين تنقطع فيها عن الحركة وترفع رأسها ويجف جلدنا لينسلخ وتخرج بجلدٍ أبيضاً، وهكذا يزداد طولها حتى يصير (٩) سم ووزنها (٥) غرام وهو ما يعادل (٤٠) مرة عن طولها و(٩٥٠٠) مرة عن وزنها حين الفقس، ويتم تكييف وتجديد هواء غرفة التربية باستمرار حسب الأدوار وبحيث تتراوح درجة حرارتها بين ٢١-٢٦°م، ويراعى أن يترك لكل دودة ثلاثة أمثال المساحة التي تشغلها وهي ثابتة، وأن لا يتم الإمساك بها بل يوضع لها القش عند عمل الشرائق، وترفع الدودة رأسها لتغزل الخيط الحريري حول جسمها وكأنها تحرك رأسها بحركة مستمرة محدثة ٦٠ ذبذبة في الدقيقة، وتستمر على هذا الشكل ثلاثة أيام ومخرجة من فمها ٥٥٠-١١٠٠ متر من الخيط، وتجمع الشرائق بعد ستة أيام حتى يكتمل التطور الداخلي ويخف وزن الشرنقة وتكون جاهزة للحل.

٢- حل الحرير: لا بد من خنق العذراء في الشرائق قبل تكون الفراشات القادرة على ثقب الشرنقة والخروج منها، لذا تعرض الشرائق لبخار الماء ومن ثم تجفف بالهواء بعيداً عن الشمس أو بتيار هواء ساخن، ونبدأ بفرزها لاستبعاد الضعيف والملوث والمتقوب والمزدوج، أما السليم فيؤخذ ليحل يدوياً أو آلياً، ويطلق على حرير الشرائق السليمة اسم الحرير الجريح وحرير الشرائق الأخرى اسم الحرير الشاب.

٣- الحرير الجريح: تنقع الشرائق السليمة في حوض ماء مغلي للتقليل من النفايات، ثم تنقل بعد سحب أول الخيط لحوض ماء درجة حرارته ٦٠°م لتحلل المواد الصمغية، ويُمسك بطرف الخيط ليُلف على عدة بكرات لسحبه وبرمه وتسريحه فتتكون ألياف الحرير الجريح التي يمكننا سحبها بسهولة لاحتوائها مواد صمغية، ويبيض الحرير أحياناً بالماء والصابون لنبدأ مرحلة برم الخيوط وتجميعها بالآلات خاصة.

٤- الحرير الشاب: تغسل باقي الشرائق للتخلص من الصمغ والأوساخ بالماء والصابون أو بمواد كيميائية لتغسل ثانية وتترك للتجفيف بضعة أسابيع لتستعيد مرونتها، ثم تؤخذ لآلة خاصة حيث تُفَتَّح الخيوط وتوازن وتمشط وتلحق وتنسق.

٥- تجهيز الحرير: نستنتج أن عملية تبييض الحرير ليست إلا عملية غسيل لإزالة صمغ السريسرين الذي تصل نسبته حتى ٣٠%، ويمكننا إزالة هذا الصمغ بالغسيل بالماء وصابون مارسيل " الذي يُحضّر من تصبين زيت الزيتون أو الزيوت الطبيعية على أن يكون الماء طرياً " ليستعيد الحرير لونه الأبيض الأصلي، ويمكننا في حال أردنا الحرير ناصع البياض تبييضه بالإرجاع بثاني أكسيد الكبريت أو بهيدروسلفيت الصوديوم وأحياناً بالماء الأكسجيني ثم يُغسل جيداً ويزهر ببعض الأصبغة الحمضية أو القلوية أو بالمسطعات الضوئية الخاصة، وتنصح شركة كلارينت " ساندوز " بغسل الحرير بصابون مارسيل أو بصابون ساندوبان SRS وفق الجدول (٧٥):

الجدول ٧٥

حمامات التحضير الأولية للحريير الطبيعي بحسب كلارينت " ساندوز "					
حمام الغسيل بصابون مارسيل أو ساندوبان السائل SRS					
الإنتهاء	المعالجة	كربونات أو فوسفات الصوديوم		عامل التصبين	
معالجة عند ٥٠ °م بهيدروكسيد النشادر المركزة ثم بماء ساخن فيبارد	١-٢ ساعة ٩٠-٩٥ °م	١-٢ غ/ل حتى pH:9.5-10		٨-١٠ غ/ل صابون مارسيل أو ٣-٥ غ/ل ساندوبان SRS	
حمام المعالجة الأنزيمية					
الإنتهاء	شروط المعالجة	كربونات الصوديوم	كلور الصوديوم	مزيل زيت ساندوكلين السائل PC	أنزيم باكتوزول السائل المركز SL
شطف ساخن فيبارد	٢ ساعة/ ٥٥ °م	حتى pH~9	٢ غ/ل	٢ مل/ل	٢ مل/ل
حمام الغسيل عند درجات الحرارة العالية					
الإنتهاء	المعالجة بهيدروكسيد النشادر المركز	التفريغ	المعالجة	صابون مارسيل أو ساندوبان SRS	
شطف ساخن فيبارد	١ غ/ل	٩٠ °م	٣٠-٦٠ دقيقة ١٢٥-١٣٠ °م	٢ مل/ل	

## التجهيز الأولي للخیوط التركيبية

١- المقدمة: تتشابه الخیوط التركيبية في تجهيزها للصباعة، إذ تتعلق معالجة الخیوط عموماً بطبيعة المعالجات النهائية المطبقة من قبل الشركة الصانعة، كما تتعلق بظروف تشغيل وحياسة الأقمشة ومدى صلاحية أو جودة المواد المستخدمة لإنجاز هذه المراحل " كالمزلاقات وزیوت المغازل مثلاً " ومدى قابلية هذه المواد للغسيل والانحلال أو الاستحلاب بالماء إضافة لنسبة الحمام، وهذا الأخير يرتبط بطراز الآلة التي يتم فيها تطبيق حمام الغسيل، علاوةً عن شروط الحمام الأخرى كالزمن ودرجة الحرارة ودرجة قساوة الماء...

٢- زیوت التزليق: تتألف زیوت التزليق من فحوم هيدروجينية يستحصل عليها من النفط، وتضاف لها محسنات تعزز من مواصفات تشغيلها، وظيفتها تلك الزيوت هي بشكل عام تشكيل طبقة رقيقة بين السطوح المنزلقة بحيث يتحول الانزلاق الجاف الذي يرافقه تشكل حرارة لانزلاق سائل بأقل قدر من الحرارة بسبب التزييت الجيد للسطوح المنزلقة، ويؤدي التزليق لتوفير في الطاقة الضائعة، وحفظ على السطوح المنزلقة من الخدش. وتصل كمية الخسارة في الطاقة الناتجة عن الاحتكاك إلى ثلث الطاقة المنتجة، ولذا تزداد كمية زيوت التزليق المستهلكة في العالم باستمرار.

١-٢- أهمية اللزوجة في زيوت التزليق: أهم مواصفة لزيوت التزليق هي اللزوجة وعلاقتها بالحرارة والضغط، وهناك صفات أخرى لزيوت التزليق تلعب دوراً هاماً مثل نقطة الانصباب التي يجب أن تكون منخفضة لتقاوم فعل البرودة وغيرها. تعطى قيمة الاحتكاك  $\mu$  لسطح منزلق بالعلاقة التالية:

$$\mu = k \sqrt{\eta U / P}$$

$\mu$  : قيمة الاحتكاك  
 $\eta$  : اللزوجة  
 $k$  : ثابت له علاقة بشكل التزليق  
 $U$  : السرعة  
 $P$  : الضغط النوعي للسطوح مقدراً بـ: كغ/سم<sup>٢</sup>

إذا أهملنا الثابت  $k$  نجد أن علاقة الاحتكاك باللزوجة تقل كلما زادت السرعة، لذا من الضروري استعمال زيوت منخفضة اللزوجة عند تزييت مسننات تدور بسرعات كبيرة، ويجب عند ثبات السرعة اختيار زيوت بلزوجة أكبر كلما زاد الضغط النوعي على السطوح المنزلقة.

على لزوجة زيوت التزليق أن تناسب التغير المستمر لقيم  $U$  و  $P$  في الآلات، إذ تنخفض لزوجة الزيت بارتفاع درجة الحرارة بسبب ارتفاع الضغط وزيادة السرعة، فالزيت الجيد هو الزيت الذي يستطيع أن يواجه تغير درجات الحرارة دون أن تتأثر لزوجته.

تقاس اللزوجة التحريكية *Dinamic viscosity* بالبواز Poise، ويسمى ناتج قسمة اللزوجة التحريكية على الكثافة اللزوجة الحركية *Kinematic viscosity* وتقاس بالستوك Stokes.

تلعب بنية جزيئات الزيت دوراً كبيراً في علاقة اللزوجة بالضغط، فالمركبات الحلقية السداسية تتأثر بالضغط أكثر من المركبات الحلقية الخماسية، وإذا قارنا تغير اللزوجة بالضغط مع تغيرها بالحرارة لوجدنا أنها تتغير بتغير الضغط أكثر من تغيرها بتغير الحرارة، وهكذا ترتفع اللزوجة بمعدل عشرة أضعاف عند تغير درجة الحرارة من ٢٠-٨٠ م، بينما ترتفع ١٠٠٠ ضعف بتغير الضغط من ١ حتى ١٠٠٠ جو للزيوت المعدنية الطبيعية.

تتألف الزيوت الطبيعية وبقايا التقطير ذات درجات الغليان المرتفعة من سلاسل براهينية نظامية تحتوي أحياناً على سلاسل غير نظامية، وقد تحتوي في نهايتها أو وسطها على حلقة أو حلقات عديدة سداسية أو خماسية مشبعة أو غير عطرية.

قد تأخذ بنية الحلقات العطرية شكل البنزن أو الفيناترين، ونادراً ما تأخذ شكل الانتراسين أو البيرين أو الكسيرين، يمكن أن تحمل هذه الحلقات بجانب السلاسل البراهينية سلاسل جانبية قصيرة جداً تتألف من مجموعات الميثيل أو الإيثيل، يتأرجح الوزن الجزيئي لجزيئات زيوت التزليق بين ٢٥٠ و ١٠٠٠، وهو ما يعادل ٢٠ إلى ٧٠ ذرة كربون في الجزيء الواحد، وهكذا يبلغ الوزن الجزيئي لزيوت المغازل ٢٥٠-٤٠٠، بينما يصل الوزن الجزيئي لزيوت التزليق العالية والمعروفة باسم *Bright Stock Oils* إلى ١٠٠٠.

٢-٢- إنتاج زيوت التزليق: تتألف زيوت التزليق كما ذكرنا من فحوم هيدروجينية بلزوجة مناسبة (زيوت أساس)، وإضافات تساعد على تحسين أدائها، وتختلف مصادر زيوت الأساس بين أن تكون من منتجات عمليات التقطير أم بقايا التقطير.

لا تزيد لزوجة زيوت الأساس إن كانت من منتجات عمليات التقطير عن حدٍ معين فرغم الحصول عليها بالتقطير

تحت الفراغ إلا أن جزيئاتها الكبيرة ستعرض للتكسير، وإذا أردنا مزجها بأجزاء مرتفعة اللزوجة فلا بد لنا من الأخذ ببقايا التقطير المنزوعة الاسفلت بالديوبان، ومن ثم تنقية هذه الأجزاء المنزوعة الاسفلت ببعض المذيبات مثل الفورفورال أو الميتيل ايتيل سيتون MEK-Dewaxing، وهي تقنية قديمة تراجع الأخذ بها حالياً ليحل محلها تقنية الامتزاز بتربة منشطة بالحمض لتصل معدلات امتزازها إلى ما يعادل ١٠% من وزنها بالاسفلت والمواد الصمغية.

وظهرت أخيراً تقنية الإنهاء الهيدروجيني Hydrofinishing بميزاتنا الكبيرة بتحسين اللون وإرجاع الشوائب الكبريتية والأزوتية، وقلما تتم عمليات تصنيع زيوت تزليق حالياً دون معالجة هيدروجينية.

٢-٣- تصنيف زيوت التزيب: تصنف زيوت التزيب إما حسب منشئها كمنتجات تقطير فراغي أو منتجات بقاء تقطير أو مزيجهما، أو بحسب استعمالاتها:

أ- زيوت المغازل: تمتاز بلزوجتها المنخفضة، واشتق اسمها من استخدامها الرئيس في تزليق مغازل الصناعات النسيجية.

تمتاز المغازل بسرعات دوران عالية جداً ما نحتاج معه لزيوت منخفضة اللزوجة تتراوح بين ١٢- ٢٠ سنتي ستوك في الدرجة ٢٠م، وبقدرة جيدة على التزليق وثبات جيد ضد التأكسد.

ويتم إنتاجها كأجزاء جانبية أثناء عمليات التقطير الفراغي، ولا بد من تعريضها لعمليات تنقية جيدة كي لا تترك أثراً في الأنسجة بعد غزلها.

يتم استخدام هذه المجموعة من الزيوت في الآلات الدقيقة والآلات التبريد (درجة الانصباب: -٣٠ حتى -٨٠م) وفي أغراض الوقاية من الصدأ.

ب- زيوت الآلات: تقسم الزيوت إلى زيوت خفيفة وأخرى ثقيلة، وتتراوح لزوجة زيوت الآلات الخفيفة بين ١٢-٢٥ سنتي ستوك بالدرجة ٥٠م.

أما زيوت تزليق الآلات الثقيلة فتصل لزوجتها حتى ٧٥ سنتي ستوك بالدرجة ٥٠م، ويستحصل عليها كأجزاء جانبية من التقطير الفراغي لبواقي تقطير النفط تحت الضغط الجوي العادي.

٣- **الغسيل الأولي للزيوت:** يفترض في زيوت التزيب أن تكون قابلة للاستحلاب الذاتي بمجرد إضافتها للماء العادي، لذا فإنه غالباً ما يُضاف إليها بعض عوامل الاستحلاب بالإضافة لموانع الأكسدة، وهذه كلها معرضة للأكسدة والتخرب بفعل الخزن لمدد طويلة وبشروط درجات حرارة ورطوبة غير ملائمة، أو أنها قد تتخرب بفعل تدوير آلات الحياكة بسرعات عالية ما يُعرض الخيوط والزيوت لإجهادات حرارية يسبب تخربها معاً، إذ يفقد الزيت قدرته على الاستحلاب، ويفقد الخيط بعضاً من ألفته نحو الأصبغة ومواد الإنهاء.

وتظهر مشكلة فساد الزيت واضحة جلية بعد الصباغة على شكل خطوط غامقة مكان إبرة الحياكة التي يحدث عندها معدلات تزيب أعلى، أو على شكل بقع صباغ غامقة وموزعة على سطح القماش.

يُستحسن تطبيق حمام غسيل مستقل للزيوت قبل صباغة القماش باستخدام منظف قادر على استحلابها ومع بعض المذيبات إن لزم الأمر وبوسط قلوي لطيف (9 pH) باستخدام كربونات الصوديوم عند درجة حرارة ٦٠-٧٠م تقريباً، ومن الضروري أن نشير هنا إلى أن ارتفاع درجات الحرارة عن ذلك قد يؤدي لنقض الاستحلاب وبالتالي لمفعول عكسي، وتنبع هذا الحمام بشطف بارد مع بعض الحمض للتعديل.

وتوصي شركة يورك شاير بعدم استخدام غوازل لا شاردية في حمام الغسيل الأولي لتسببها بتجمع بعض أصبغة الديسبريس ما يؤدي لتشكيل البقع الغامقة عند الصباغة، ومن الصعب الإزالة الكاملة للمركبات اللاشاردية بعد استخدامها في حمام الغسيل ما يسمح ببقاء قسم كبير منها لحمام الصباغة.

أما شركة باير فتنصح باستبدال كربونات الصوديوم ببيروالفوسفات رباعية الصوديوم عندما يكون الماء متوسط القساوة، في حين تنصح باقي الشركات بثلاثي فوسفات الصوديوم.

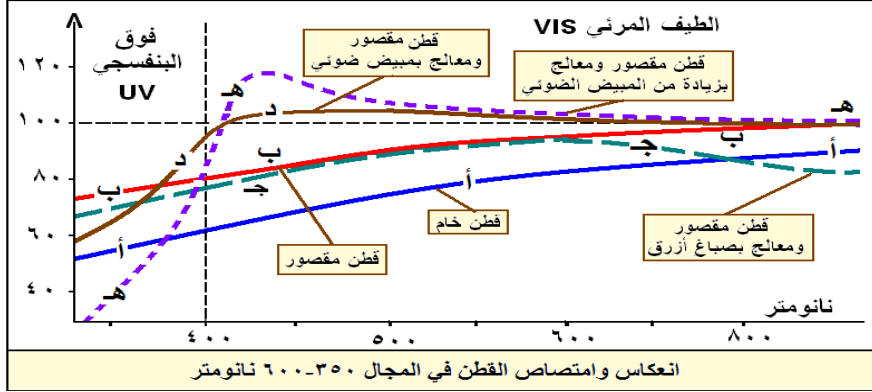
٤- **الغسيل الأولي للغرويات:** كثيراً ما يرافق الخيوط التركيبية بعض الغرويات التي قد تؤثر سلباً على درجة تبعثر الأصبغة ما يؤدي لتراجع في تسوية العملية الصباغية، وينصح لإزالتها استخدام عامل منظف مع مذيب في حمام يحوي ١ غ/ل كربونات أو ثلاثي فوسفات الصوديوم عند درجة حرارة ٦٠م ولمدة ١٥ دقيقة متنوعة بشطف جيد.

٥- **اختصار حمام الغسيل الأولي:** يستحسن بعض الصباغين دمج عمليتي الغسيل والصباغة في حمام واحد لرفع اقتصادية العملية وتوفير ما أمكن من الماء والطاقة لذا فإنهم قد يلجأون لإضافة عامل منظف ومزيل زيوت إلى حمام الصباغة بعد التحقق من عدم تأثيرهما على اللون والأصبغة وثباتياتها، ولوحظ عملياً استحالة الضمانة الأكيدة لهذه الطريقة لأن بعض الملوثات تستلزم وسطاً قلويّاً لإزالتها، وهذا ما يستحيل تطبيقه في حمام صباغة الخيوط التركيبية التي تستلزم صباغتها وسطاً حمضياً وفي أحسن الأحوال معتدلاً لطائفة كبيرة من الأصبغة.



## المبيضات الضوئية

١- المبادئ البصرية لتأثيرات المركبات المفلورة: تمتص أنواع خامات الخيوط والورق والبلاستيك والمركبات عضوية بعضاً من الضوء المرئي وخاصةً في مجال طول الأمواج ٤٠٠-٥٠٠ نانومتر ما يسبب تلونها باللون الأصفر البني كما يبين " المنحني أ من الشكل ٤٦ ":



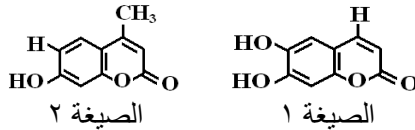
الشكل ٤٦: انعكاس وامتصاص القطن في المجال ٦٠٠-٣٥٠ نانومتر

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

ويمكننا تعديل اللون الأصفر الخفيف بتزريق الخامات بالأصبغة الزرقاء، وليضرب لون الخامات أنثذ باتجاه الرمادي الأقل بياضاً " المنحني ج "، ومن الصعب على العين تمييز اللون الرمادي الكاسر للضوء عن التدرج الخفيف للألوان مثل اللون الأصفر البني في المنتجات الخام غير المقصورة.

ونجد من ناحية أخرى أن المبيضات الضوئية تستلزم امتصاص الضوء في مجال ٤٠٠-٤٨٠ نانومتر لتتمكن من تعديل اللون الأصفر دون أن يكون لها القدرة على امتصاص أي ضوء مرئي، لذا فإن تأثيرها يظهر عند امتصاصها الإشعاع فوق البنفسجي وفي مجال ٣٧٥-٣٥٠ نانومتر وانعكاس عند ٤٢٠-٤٤٠ نانومتر " المنحنيان د ، هـ "، ويعطينا المنحني د أعلى درجة بياض ممكنة، في حين أنه وبالتركيز الأعلى " المنحني هـ " نحصل على لون أبيض شديد اللمعان ولكن باتجاه الأبيض المزرق.

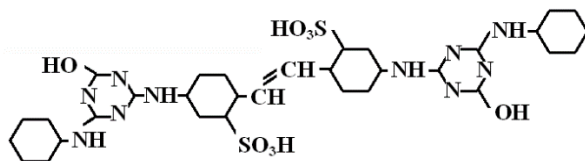
تم اكتشاف مفعول التبييض الضوئي من قبل كريز عام ١٩٢٢ عندما قام بتشريب الحرير الصناعي وخيوط الكتان بخلصة مركبات قشور الكستناء الحاوية على الاسكولين Esculin، فالمبيضات الغلوكوزيدية تحوي ٦،٧- ثنائي هيدروكسي الكومارين " الصيغة ١ "، أما أول مبيض صناعي أمكن استخدامه فتم اصطناعه من ميتيل اومبيلي فيرون Methyl umbelli ferone " الصيغة ٢ " والذي أمكن اصطناعه بسهولة من الريزوسينول Reserinol واستر حمض الخل، وكان الانقلاب الحقيقي لصناعة المبيضات عام ١٩٤٠ بتحضير: ٤-٤-٤ ثنائي أمينو ستلبيين - ٢،٢- ثنائي حمض السلفون.



٢- المجموعات الكيماوية الرئيسية للمبيضات الضوئية: تحوي جميع البنى الكيماوية التجارية للمبيضات الضوئية إحدى المجموعات: الكربونيل متصلةً بالبنزن أو النفثالين أو البيرين، الأيتيلين -CH=CH-، أزو الميتين HC=N-، نظام الخواتم العطرية المتغيرة والتي يمكنها أن تتهيج بتأثير الإشعاع فوق البنفسجي عند ٣٤٠-٤٠٠ نانومتر تقريباً، كما يمكن لهذه المجموعات العطرية المتغيرة أن ترتبط ارتباطاً مباشراً دونما حاجة لمجموعات جسرية رابطة شرط امتلاكها الثبات والمقاومة الكافيين، دون أن ننسى إمكانيات البنى المستوية لامتناس الطاقة الضوئية وإصدارها الإشعاع، ويمكننا تصنيف المبيضات الضوئية عموماً في مجموعات ست:

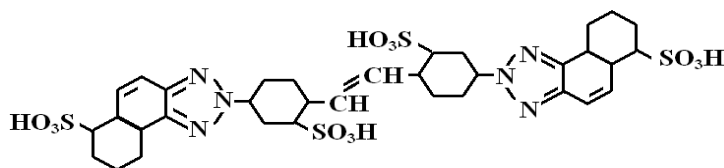
- (١) المركبات ذات الزمرة الواحدة أو الزمرتين من الستلبين.
- (٢) ٢،١- مشتقات الايتيلين مع متبقيي زمريتين عطريتين متغايرتين أو عطريات متغايرة مع متبقي عضوي.
- (٣) مشتقات الكومارين.
- (٤) مشتقات البيرازولين.
- (٥) مركبات النفثاليميد.
- (٦) مجموعة يتم اصطناعها من مركبات عطرية بربطها بخواتم عطرية متغايرة كربط حلقات التيوفين والفوران بخواتم البنزو كسازول.

١-٢- مركبات الستلبين: وتشكل هذه الزمرة ما يقارب ٨٠% من مجموع المنتجات التجارية، إذ غالباً ما تكون المبيضات الأحادية الستلبين مؤسلة كما هو حال ٤،٤- ثنائي أمينو الستلبين - ٢،٢- 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 ٣ "، الذي اصطنعه وندت Wendt عام ١٩٤٠، وتم استخدامه في عالم المنظفات ولتبييض: القطن، البولي أميد، الصوف، الورق، ونجد اليوم أن أكثر من ٢٠ بنية مختلفة للنمط ذاته يتم إنتاجها بشكل تجاري، ويعود الاختلاف فيما بينها لخاتم التريازين.



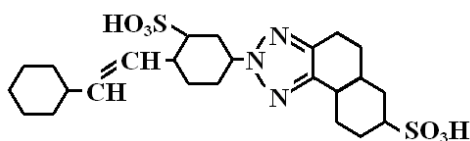
الصيغة ٣: بلانكفور B : مبيض ضوئي ٣٢

وتحوي بعض المبيضات الضوئية مجموعات عضوية متغايرة بدلاً عن مجموعة أمينو التريازين مثل التريازول، وكانت أولى منتجات هذا النوع البلاكفور G " الصيغة ٤ " والذي لم يُنتج بعد ذلك نهائياً.



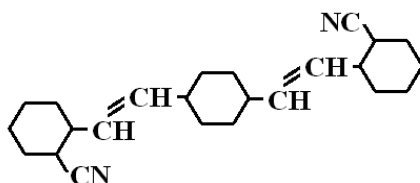
الصيغة ٤: بلانكفور G : مبيض ضوئي ٤٠

في حين أننا نجد اليوم أن الأهمية الأكبر لمشتقات التريازول غير المتشابهة كما هو حال التينوبال RBS " الصيغة ٥ " 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 البوليستر.



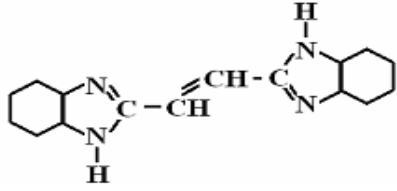
الصيغة ٥: تينوبال RBS : مبيض ضوئي ٤٦

ويحوي البلائيل الأبيض اللامع R " الصيغة ٦ " مجموعة ستلبين ويسمى ١،٤- مقرون (٢- سيانوسيتريل) البنزن، بالإضافة لمجموعات أخرى تحوي ٤،٤- ثنائي الفينيل ترتبط عبر جسر على البنزن في وسط المركب.

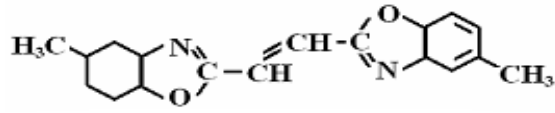


بلائيل أبيض لامع R : مبيض ضوئي ١٩٩

٢-٢- مشتقات الايتيلين مع متبقيي زمريتين عطريتين متغايرتين أو عطريات متغايرة مع متبقي عضوي: مثل مشتقات البنزو كسازول مثل الأوفيتكس ERN " الصيغة ٧ " وأوفيتكس A " الصيغة ٨ " اللذين تتم تقويتها بخواص الستلبين ليكونا أكثر شراهية للماء وبالتالي للألياف وخاصة اللينة منها.



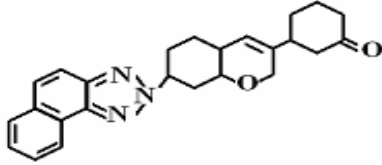
الصيغة ٨: أوفيتكس A : مبيض ضوئي ١٣٣



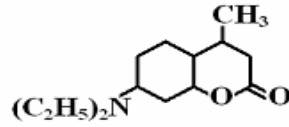
الصيغة ٧: أوفيتكس ERN : مبيض ضوئي ١٣٥

كما يستخدم أيضاً ٢- سيتريل بنزو كسازول الذي يكتسب أهميته من كونه مزيج مختلط للسائلين مع مقرون بنزوكسازول.

٢-٣- مشتقات الكومارين: ونجد منها هيدروكسي الكومارين مثل الصيغتين ٣ و ٤ 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 ٩ " وليكوفور EGM " الصيغة ١٠ " والذي يمكن اعتباره من مشتقات السائلين مع حلقة متغايرة بين الموضع أورثو لإحدى حلقات البنزن وبيتا - ميتين كربون.



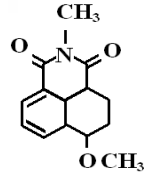
الصيغة ١٠: ليكوفور EGM  
مبيض ضوئي ٢٣٦



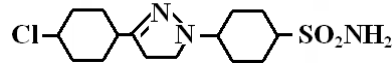
الصيغة ٩: تينوبال SWN  
مبيض ضوئي ١٤٠

٢-٤- مشتقات البيرازولين: تتألف هذه المجموعة من ١-٣- ثنائي فينيل - ٢ - بيرازولين: والتي تدخل في معظمها مجموعة السلفون أو أميد السلفون في الموقع ٤ كما هو حال البلاנקفور DSB " الصيغة ١١ " والمستخدم للألياف البروتينية، أسيتات السيليلوز، البولي أميد.

٢-٥- مركبات النفثاليميد: ونجد من أهمها N - ميتين-٤- ميتوكسي نفتاليميد مثل ميكوايت AT " الصيغة ١٢ " والذي يتمتع بأهمية كبيرة لإمكانية استخدامه لمجموعة واسعة من الخيوط مثل: أسيتات السيليلوز، الاكريليك، البولي اولفين، البولبيستر.

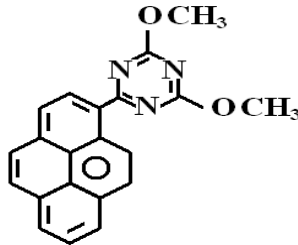


الصيغة ١٢: ميكوايت AT  
مبيض ضوئي ١٦٢



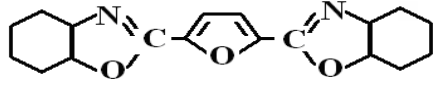
الصيغة ١١: بلاנקفور DCB  
مبيض ضوئي ١٢١

٢-٦- المجموعة السادسة: يتم اصطناعها من مركبات عطرية بربطها بخواتم عطرية متغايرة، ونجد منها مبيض البولبيستر فلوليت XMF في الصيغة ١٣ وذي التركيب : ٤,٢- ثنائي ميتوكسي - ٦ - (١ - بيرنيل) - ١,٣,٥- تريازين.

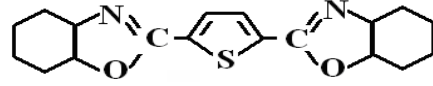


الصيغة ١٣: فلوليت XMF : مبيض ضوئي ١٧٩

أما التينوبال SOF " الصيغة ١٤ " وأوفيتكس ALN " الصيغة ١٥ " فنجد أن حلقات التيوفين والفوران فيهما ترتبط بخواتم البنزوكسازول.



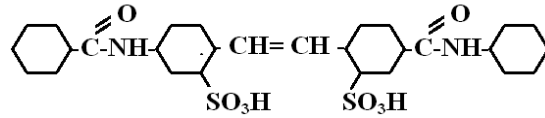
الصيغة ١٨: أوفيتكس ALN  
مبيض ضوئي ١٨١



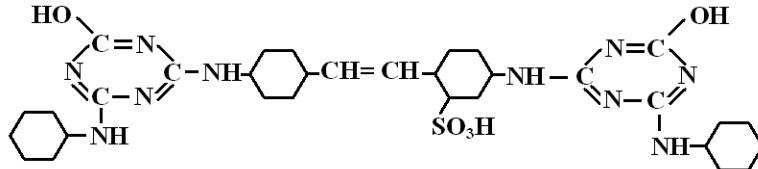
الصيغة ١٤: تينوبال SOF  
مبيض ضوئي ١٩٠

لقد أدرك كيمايو الأصبغة أهمية معامل الانطفاء الجزيئي الكتلتي لقوة الصباغ التلوينية، ويكون المردود الكمي لفلورة المبيضات الضوئية هاماً بالإضافة معامل الانطفاء للامتصاص، ولسوء الحظ فإنه نادراً ما تعطى قيمته في الصناعة باستثناء تمت ملاحظته عام ١٩٨٤ من قبل فريكشون وشينزل Frichkorn & Schinzel على ٢،٢- ثنائي بنزازول أوكسازول النفثالين والذي وجد أن مردوده الكمي " الكوانتي " عموماً بين ٠،٤٨-٠،٨٥، وهناك دراسات وأبحاث مختلفة على كيمياء المبيضات الضوئية تتمحور حول إضافة مجموعات لهذه المركبات.

٣- مبيضات مجموعة الستلين: تعتبر مجموعة مبيضات الستلين الأكثر انتشاراً على الصعيد التجاري اليوم، فوجد منها مثلاً ثنائي أمينو ثنائي سلفون الستلين الذي نراه في الصيغة ١٦، والذي تم إدخال نواة التريازين إليه فيما بعد لرفع ثباتيته لغسيل الألياف السيليلوزية كما هو مبين في الصيغة ١٧:



الصيغة ١٦: ثنائي أمينو ثنائي سلفون الستلين



الصيغة ١٧

ونرى في الجدول (٧٦) 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.

الجدول ٧٦

بعض أهم المبيضات الضوئية لبعض الشركات العالمية Optical brighteners " Fluorescent brighteners "				
المبيض الضوئي	الشحنة	الخواص	الشركة	التركيب
بيتكس BNF 2000	N	مبيض للبولستر ، زرق	سابروس	مشتقات ستريل البنزن
ريكو بلانك OAB		مبيض للبولستر ، حمر	رودولف	مشتقات البنزوكسازول
ريكو بلانك OBL		مبيض للبولستر ، زرق	هاننسمان	
أوفيتكس BHV Liq	A	للسيليلوز، ثابت للبيروكسيدات، غير ثابت للهيدروسلفيت والبيسلفيت، والكورين والكور للبولستر، حمر، ملائم للطرائق المستمرة والمتقطعة: ٩٨-١٣٠م، وللترموزول ٢١٠م	د. بتري	مشتقات حمض ثنائي سلفون الستلين
بيري بلانك PES Conc		للألياف السيليلوزية والصوفية والنايلون، زرق، ثابت تجاه الأكسجين والمرجات		
بيري بلانك BA		للسيليلوز والصوف والنايلون، للباد، منخفض الألفة، حمر، ثابت تجاه الكهرليات ورزينات الإنهاء حتى pH: 1		
بيري بلانك BN Liq	C	للبولي أكريلو نتريل، حمر ساطع، ثابت تجاه الكلوريت		بنزيميدازول
بيري بلانك PAC Liq	A	للسيليلوز، منخفض الألفة، حيادي، ثابت تجاه الأكسجين والهيدروسلفيت، غير ثابت للكلوريت والهيوكوريت	CHT	مشتقات الستلين
توبو بلانك DIC		للسيليلوز والنايلون، ألفة عالية، زرق، ثابت للأكسجين والهيدروسلفيت، غير ثابت للكلوريت والهيوكوريت		
توبو بلانك BA Conc		للسيليلوز والصوف والنايلون والحريز، ألفة عالية، حيادي إلى زرق، ثابت تجاه الأكسجين والهيدروسلفيت غير ثابت تجاه الكلوريت والهيوكوريت		
توبو بلانك HA				

#### ٤- بناء حمامات التبييض:

٤-١- 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 (٧٧):

الجدول ٧٧

بناء حمامات التبييض									
المادة	سيليلوز	فيسكوز	صوف	حرير طبيعي	بوليستر	بولي أميد	٢,٥ أسيتات	ثلاثي الأسيتات	اكربليك
مبلل	●	●	●	●	●	●	●	●	●
منظف	●	●	●	●	●	●	●	●	●
مزيل زيت	■	■	■	■	■	■	■	■	■
مضاد رغوة	■	■	■	■	■	■	■	■	■
مضاد تكبير	■	■	■	■	■	■	■	■	■
عامل تحلية	●	●	●	●	●	●	●	●	●
مثبت أكسجين	●	■	■	■	■	■	■	■	■
قلوي	●	●	●	●	●	●	●	●	●
حمض	●	●	●	●	●	●	●	●	●
كلوريت الصوديوم	●	●	●	●	●	●	●	●	●
حامل "كارير"	●	●	●	●	●	●	●	●	●
درجة الحرارة المثوية	٩٥ - ١١٠	٩٥	٩٥	٩٥	٩٥ - ١٣٠	٩٥	٨٠	٩٥ - ١٢٠	٩٨ - ١٠٢

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

٥- تقييم عملية التبييض: غالباً ما تتم عملية تقييم درجة البياض بمعايير خاطئة، وبخاصة عندما تتم عملية التبييض بقصد عمليات لاحقة، كالحياكة مع غزول ملونة أخرى أو للطباعة... وتعتبر من أهم مقومات تقييم عمليات التبييض:

١. درجة البياض.
٢. درجة تخرب الألياف، والقدرة على الامتصاص وبخاصة للسيليلوز ومزائجه.
٣. محتوى الشوائب السيليلوزية النهائي.
٤. طرائق وشروط الإنهاء.
٥. درجة التخلص من الشوائب الأخرى كبذرة القطن.
٦. ملائمتها للعمليات اللاحقة مثل الحياكة والصباغة.

وفي حين يمكننا وبالعين المجردة التحقق من 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.

٥-١- 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 الطرائق المساعدة تقوم على استقرار العينة المراد قراءة درجة بياضها عبر قياس كمية الضوء المنعكس بحيث يتم القياس عند طول موجة وحيد لإتمام الطيف بعد الفحص الدقيق وتحويل قيمته لأجهزة حاسوبية تبين لنا درجة البياض كرقم يمكننا استيعابه عبر جداول خاصة كما هو الحال في طرائق الاختبار ١١٠ من جداول اختبارات الجمعية الأمريكية لكيمائي وصباغي النسيج AATCC.

ويتم تحديد درجة بياض العينات غير المفلورة بصورة مناسبة عبر قياسها بطول موجة وحيد، وغالباً ما يكون عند طول موجة ٤٥٧-٤٦٠ نانومتر بحيث يمكننا قراءة درجة زرقة البياض ما يستوجب تحميل جهاز التحليل الطيفي بمعلومات واسعة من نوعيات المبيضات ودرجات صفار العينات، إذ تستحسن العين البشرية اللون الأبيض المائل للزرقة ولا تستسيغ البياض المصفر، وتعتمد النظم العالمية أكسيد المغنيزيوم MgO كبياض قياسي نظامي له قيمة انعكاس ١٠٠%، وتعتمد أجهزة قياس درجات البياض والألوان في مرجعيتها لهانتر HUNTER أو مرجعيات سيبا، باير... وتعتبر طريقة زيس The Zeiss: Elrepho الطريقة الأكثر رواجاً لكلفها البسيطة ودقتها وسرعة تطبيقها وإمكانية مطابقتها مع معظم المعطيات.

ويجب أن تكون درجات انعكاس العينات المبيضة كما في الجدول (٧٨):

الجدول ٧٨

درجات انعكاس بعض العينات المبيضة			
العينة	قطن / بوليستر ، صوف	صوف	كتان
درجة الانعكاس	٨٠-٩٠%	٥٠-٦٠%	٦٠-٨٠%

٥-٢- تحديد درجة تخرب الألياف:

٥-٢-١- الاختبارات النوعية: يمكننا وبعده طرائق الكشف عن وجود أوكسي السيليلوز الناتج عن تخرب السيليلوز بسبب التعامل الخاطيء مع الكيمائيات المستخدمة.

وتتأثر اختبارات الكشف النوعية بوجود شوائب غريبة عن العينة مثل: النشاء، الشموع، مواد الإنهاء...، ما يستوجب تنظيف العينات أولاً وصولاً لنتيجة أدق، ويبين الجدول (٧٩) تأثير بعض الكواشف على السيليلوز:

الجدول ٧٩

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

وقد اعتمدت شركة انتروكس Interox اختبار نترات الفضة القلوية لتحديد التخرب الموضوعي بالأوكسدة، ويجري تطبيقها عادةً على الشكل:

تحضير المحاليل: نبدأ بتحضير محلولين:

- المحلول ١: ٨ غ نترات فضة في ١٠٠ مل ماء مقطر.

- المحلول ٢: ٢٠ غ تيوستات الصوديوم مع ٢٠ غ صود كاوي في ١٠٠ مل ماء مقطر.

ويمكننا خزن المحلولين في عبوات غامقة للتحضير الطازج منهما ولكل تجربة وبحيث يتم الاختبار بنسبة ٢٠/١. تطبيق الاختبار: نأخذ ٢٠ مل ماء مقطر في بيشر ونضيف لها ٢ مل من المحلول ٢، ثم نبدأ بإضافة ١ مل من المحلول ١ ببطء مع التحريك المنتظم، ومن المهم جداً إضافة المحلول ١ لمحلول ٢ 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.

٢-٢-٥- 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 هيدروكسيد النحاس النشادري ومقارنتها مع جداول درجات اللزوجة، قيم السيولة مثلاً، أما في الاتحاد الأوروبي فإن المذيب الأكثر شيوعاً هو ثنائي أمين إيتيلين النحاسي الذي يُمكننا من قياس اللزوجة بحسب درجات البلمرة " D.P " .

في الولايات المتحدة: نجد أن معظم المذيبات المستخدمة والطرائق المعتمدة تناسب الخيوط الصناعية الأخرى كما هو الحال مع محلول ميتا الكريزول الملائم للبولي أميد.

٣-٥- قيمة السيولة: اعتمد مديبا: محلول النحاس النشادري، وثنائي أمين إيتيلين النحاسي.

١-٣-٥- طريقة محلول النحاس النشادري Cuam: دُوِّنت هذه الطريقة في كتاب المواصفات البريطانية رقم ١١ إذ تقوم على محلول النحاس النشادري القياسي، ومقياس اللزوجة من طراز Shirley - X، وأهم ما تتميز به هذه الطريقة إمكانية تطبيقها بساعات زمنية متباينة، إذ يمكن تطبيقها بإذابة العينة في المحلول وتركه ليلة كاملة، أو وفق طريقة 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 (٨٠):

الجدول ٨٠

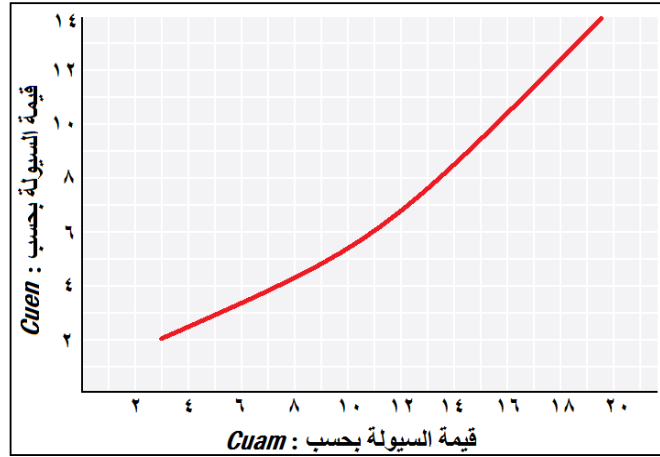
قيم سيولة بعض المواد عن : Interox : A Bleachers Handbook				
المادة	قطن		حرير	
	مقبول التبييض	مخرب كيماوياً	سيليلوزي خام	مقبول التبييض
السيولة	٦ - ٤	٤٠ - ٨	٧ - ٥	١٠ - ٨

تقدير النتائج: تشترك قيمة اللزوجة التي تقدر بالبواز ويرمز لها بـ F بين محلول ٠,٥% من القطن، أو محلول ٢% حرير سيليلوز مجدد في محلول نظامي لهيدروكسيد النحاس النشادري، وتحسب من المعادلة:

$$F = C / t$$

وتكون قيمة C ثابتة في مقياس اللزوجة، ونقيس عادةً زمن السقوط من الأعلى للأسفل لعدسة معينة في أنبوب مقياس اللزوجة المدرج، ولزمن ٢٠٠ ثانية أو أقل يتم تعديل الطاقة الحركية K كما هو مبين على شهادة معايرة الجهاز. ونطبقها مع الجدول (٨٠).

٥-٣-٢- طريقة محلول ثنائي الأمين ايتيلين النحاسي Cuen: دونت هذه الطريقة في طرائق التجارب ٨٢ 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 (٤٧):



الشكل ٤٧: علاقة قيمتي السيولة بين طريقتي المذيبين Cuam و Cuen

٥-٤- 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 (٨١):

الجدول ٨١

قيم درجة البلمرة D.P لبعض الألياف عن : Interlox : A Bleachers Handbook				
المادة	قطن ، كتان ، قنب	قطن جيد التبييض	سيليلوز مجدد	فيسكوز
درجة البلمرة D.P	٣٠٠٠ - ٢٣٠٠	٢٠٠٠ - ١٨٠٠	١٢٠٠ - ١٠٠	٤٠٠ - ٢٥٠

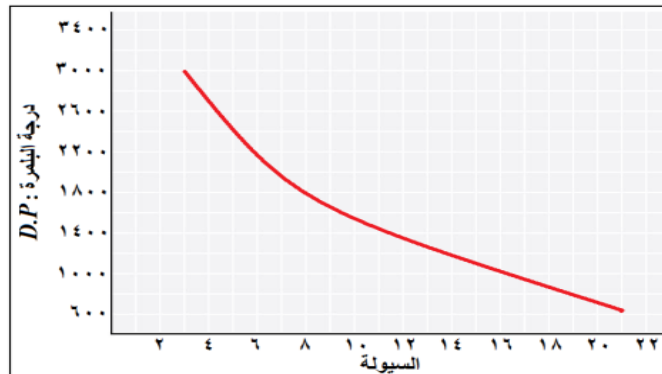
وترتبط درجة البلمرة مع قيمة السيولة للقطن بالمعادلة :

$$\text{درجة البلمرة} = 2032 \left\{ \text{Log}_{10} \left( \frac{F}{F + 74.35} \right) + F \right\} - 575$$

$$D.P = 2032 \left\{ (\text{Log}_{10} 74.35 + F) \div F \right\} - 575$$

حيث F قيمة السيولة.

ونرى هذه العلاقة ممثلة بالخط البياني في الشكل (٤٨):



الشكل ٤٨: علاقة درجة البلمرة بالسيولة

٥-٥- عامل التخرب: يرتبط عامل التخرب S بدرجة البلمرة بالعلاقة:



$$S = \text{Log}_{10}\{(2000 \div Pt) - (2000 \div Pt_x) + 1\} \div \text{Log}_{10} 2$$

Pt: درجة البلمرة بعد المعالجة الكيماوية - Pt<sub>x</sub>: درجة البلمرة قبل المعالجة الكيماوية، ٢٠٠٠: القيمة المرجعية

ويمكننا توصيف عامل التخرب ضمن مجموعة قيم على الشكل المبين في الجدول (٨٢):

الجدول ٨٢

قيم التخرب S عن: A Bleachers Handbook : Interlox					
قيمة عامل التخرب S	ممتاز	جيد	مقبول	تخرب بسيط	تخرب عالي
التقييم	٠,٢ - ٠,٠١	٠,٣ - ٠,٢١	٠,٥ - ٠,٣	٠,٧٥ - ٠,٥	٠,٧٦

٦- تحليل البقايا اللاسيلولوزية: كثيراً ما يكون من الضروري إجراء بعض الاختبارات المعبرة عن محتوى القطن من المواد المراقبة ذات الأثر الضار على العمليات أو الاستخدامات التالية كما هو الحال مع القطن الطبي مثلاً، لذا فإننا سنعرض هنا لبعض الاختبارات:

٦-١- محتوى الرماد: اعتمدت عملية ترميد أو تكليس 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... ويتم تطبيقها عادةً بأخذ عينة بوزن ٥ غرام تقريباً وتجفيفها حتى ثبات وزنها، ما يضطرنا لتقسيمها لأجزاء صغيرة أحياناً لتسهيل العملية وخفض زمنها، ومن ثم وضعها في بوتقة ورفع درجة حرارتها ببطء حتى تتحول إلى بقايا بنية اللون حتى 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 ٠,٥ - ١%، وتخفض إلى ٠,٢ - ٠,٥% بعد الغلي والتبييض، علماً بأنه لا يمكننا الوصول للقيم الدنيا إلا من خلال عمليات الغلي أو الغلي مع التبييض، وانتشرت في الآونة الأخيرة الطرائق الآلية التي تعتمد على مطيافية الامتصاص الذري لدقتها ونوعيتها العاليتين.

٦-٢- الاختبارات النوعية للسيليكات في الألياف: نرمد ٥ - ١٠ غرام من العينة المراد اختبارها في بوتقة بلاتينية ونبرد، ونضيف لها ٥ - ٦ أمثال وزنها من مزيج كربونات الصوديوم والبوتاسيوم ١:١ ونسخن حتى الانصهار، نبرد الصهارة ونحلبها بالماء ثم نضيف لها موليبدات الأمونيوم، بعدها نحضض بحمض الآزوت ٢٠% حتى ظهور رواسب بلورية صفراء أو صفراء فاقعة.

وفي حال احتمال احتواء العينة على الفوسفات، فإننا نلجأ لإذابة منتجات الترميد أولاً بحمض الآزوت ٢٠%، نرشح ونمزج رواسب عملية الترشيح بمزيج كربونات الصوديوم والبوتاسيوم بمعدل ٥ - ٦ أمثال وزنها ونتابع كما ورد أعلاه.

٦-٣- تعيين الكالسيوم في الألياف: نرمد ٥ - ١٠ غرام من العينة ونضيف منتجات الترميد إلى حمض كلور الماء ١٠% وكلور الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم "الوزن النوعي ٠,٨٨" 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، نعرض الرواسب للهب بمصباح 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 ٢٠% وأخيراً المعايرة بمحلول برمنغنات البوتاسيوم ٠,١ نظامي والحساب على أساس:

$$١ \text{ مل محلول برمنغنات بوتاسيوم } ٠,١ \text{ نظامي} = ٢,٠٠٤ \text{ مغ كالسيوم}$$

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:

$$\text{كالسيوم: } ٠,٠٤٣ - ٠,١٥\% \text{، مغنيزيوم: } ٠,٠٤٦ - ٠,١١\%$$

٦-٤- 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 تخريب القطن، لذا فإنه كثيراً ما يكون من الضرورة بمكان تحديد محتوى القطن منهما أولاً للعمل على إزالتها أو إبطال مفعولهما قبل المباشرة بعمليات القصر.

٦-٤-١- التعيين الكمي للحديد:

أ - اختبار تيوسيانات البوتاسيوم: يتم أولاً تحضير الكواشف التالية:

محاليل اختبار تيوسيانات البوتاسيوم			
حمض الأزوت العياري ٥ أو ١٠%	بيكبريتات البوتاسيوم العياري ١٠ غ تيوسيانات في ٩٠ غ ماء	محلول تيوسيانات ١٠% وزناً	ماء أكسجيني ٣٥% وزناً

نأخذ عينة صغيرة الوزن " ٠,٥ - ١ غرام " من الخامة ونضعها في زجاجة ساعة، ونضيف لها ١ - ٢ قطرة من حمض الأزوت ٥%، ونتركها مدة ٢ - ٣ دقائق لتتحول أكاسيد الحديد لشوارد حديد، نضيف لها محلول التيوسيانات ١٠%، فإن لم يظهر أي تلون في المحلول بعد إضافة التيوسيانات كان ذلك دلالة وجود الحديد بتركيز ضعيف، واللون الأحمر لتركيز عالية، وفي حال حدوث أخطاء أو كانت العينة مصبوغة نلجأ للترميز أو لآ في بوتقة على مصباح بنزن أو في فرن مناسب، لنذيب منتجات الترميد بحمض الأزوت ١٠% بعد تبريدها، فإن لم تذوب بحمض الأزوت فإننا نضيف ما يقارب ١ غرام بيكبريتات البوتاسيوم في مرحلة التبريد ونعيد عملية تسخين البوتقة حتى الدرجة الحمراء، ومن ثم وبعد تبريد منتج الترميد يضاف لـ ١٠ - ١٥ مل من الماء المقطر حتى تمام الانحلال، نعود ونسخن مع إضافة قطرة واحدة من الماء الأكسجيني ٣٥%، وقطرة من تيوسيانات البوتاسيوم، فإن ظهر لون وردي أو أحمر كان دلالة وجود شوارد الحديد.

ب- اختبار فروسيانيد البوتاسيوم: نأخذ عينة من الألياف في زجاجة ساعة، ونضيف لها بعضاً من حمض كلور الماء ١٠%، نتبعها ببعض من محلول فروسيانيد البوتاسيوم ١% المحضر طازجاً، فإن ظهر تلون بالأزرق الغامق دللاً على وجود شوارد الحديد.

٦-٤-٢- التعيين الكمي للنحاس: يتم الكشف عن النحاس في عينة مُرمّدة، 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 ٥ - ٤ قطرات حمض أزوت ١٠% أو حمض كلور الماء أو بالصهر مع بيكبريتات البوتاسيوم كما ورد في اختبار الحديد، ثم نضيف محلول النشادر الممدد (١ ماء / ١ هيدروكسيد أمونيوم مركزة) حتى يصير المحلول قلوياً، ظهور اللون الأزرق يدل على النحاس.

ب- اختبار كربامات النحاس: يتم أولاً تحضير الكواشف التالية:

الكواشف اللازمة لاختبار كربامات النحاس " كربامات النحاس: CuO - CO - NH <sub>2</sub> "				
هيدروكسيد النشادر ٣٥%	محلول ثنائي ايتيل تيوكربامات الصوديوم ٠,١% عياري	بيكبريتات البوتاسيوم العياري	حمض الليمون ١٠% عياري	حمض كلور الماء ٢٠% ٨٠٠ غ حمض كلور الماء ٢٥% مع ٢٠٠ غ ماء

نذيب منتج الترميد كما هو الحال في تجربة الحديد، ثم نعدل بمحلول هيدروكسيد النشادر ونضبط درجة الحموضة عند pH:6 بإضافة حمض الليمون ١٠% وباستخدام ٥ قطرات لكل ميلي ليتر من محلول الاختبار، ثم نضيف محلول هيدروكسيد الأمونيوم الممدد (١:١) حتى يصير الوسط قلوياً من جديد، نتبعها بإضافة قطرة من ايتيل ثنائي كربامات الصوديوم ٠,١% فإن ظهر لون أصفر كان ذلك دلالة وجود شوارد النحاس.

٧- 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:

٧-١- الكشف عن النشاء: تعالج العينة مع قطرة من يود البوتاسيوم ١٠٠%، فيظهر لون البقعة أزرقاً مائل للسواد على المنتجات الخام، ويميل لونه للأزرق الفاتح/أخضر عند المعالجة لإزالة التنشئة.

٧-٢- الكشف عن البولي فينيل أسيتات PVAc: تعطي العينة عند معالجتها بمحلول اليود لوناً بنياً محمراً غامقاً، تزداد شدته بتطبيق عملية غسيل ساخن.

٧-٣- 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<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>.10H<sub>2</sub>O الذي يُحضّر بإضافة ٠,٥ مل حمض كلور ماء مركز مع ٠,٥ 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 ٧٠°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.

٧-٤- الكشف عن الكربوكسي ميتيل سيليلوز CMC: يمكن للكربوكسي ميتيل سيليلوز أن يعطي اختباراً إيجابياً مع ٧،٢- ثنائي هيدروكسي النفتالين، وتكمن الصعوبة في عملية الاستخلاص، والطريقة الأقل إيجابية تقوم على التبقيع بأزرق الميتيلين وعلى الشكل التالي:

نحضر محلول الاختبار الحاوي ٥،٥ غرام أزرق الميتيلين 2B 100 في ٤ مل ماء مع ١ مل حمض خل ثلجي ونمدد حتى ١٠٠ مل بالميتانول، نرشح قبل الاستخدام ثم نغمر العينة في المحلول لمدة ٢٠ ثانية بدرجة حرارة الغرفة، نشطف بـ ٥٠٠ مل ماء مقطر لمدة ٣٠ ثانية ونجفف بين ورقتي ترشيع، ونعيد التجربة باستخدام التولوين كمذيب استخلاص.

تدل البقع الزرقاء البنفسجية على العينة الأولى إلى وجود كربوكسي ميتيل سيليلوز أو مواد تشبیهة من نمط بولي الأكريلات الذي ينحل في التولوين.

٨- الاختبار الكمي لتعيين مجموع المواد النشوية: يعتمد مبدأ الاختبار على عمليات استخلاص متعاقبة:

- المواصفات البريطانية، الكتاب ١١: مذيب ثم أنزيم.
  - اختبارات الجمعية الأمريكية، الطريقة ٩٧: الماء، أنزيم مع مذيب.
  - المواصفات الألمانية DIN 54285: مذيب، الماء مع الأنزيم.
- والطريقة الناجعة لإزالة المواد النشوية هي:
- ماء: ٢٠ دقيقة عند درجة حرارة ٦٠°م بنسبة حمام ١/٤٠
  - مذيبات: ثلاث ساعات على جهاز سوكسوليه للاستخلاص بايتر الكلوروفورم أو ايتر البترول عند درجة حرارة ٦٠ - ٨٠°م.
  - الأنزيم: ٥ غ/ل أنزيم لمدة ٣٠ دقيقة عند درجة حرارة ٦٥°م بنسبة حمام ١/٤٠

٩- الاختبار الكمي لتحديد محتوى المواد الدسمة والشموع: تذوب المواد الدسمة والشموع في المذيبات العضوية ويتم استخلاصها بجهاز سوكسوليه الذي يمكننا من القياس الكمي لها، ويتم تطبيق الاختبار على الشكل:

يُهيء جهاز سوكسوليه ويوضع في أسفله ورق كروي وزنه س غرام، نأخذ عينة بوزن ١٠ غرام تقريباً ونجففها حتى ثبات الوزن عند الدرجة ١٠٠°م وليكن وزنها الجاف ع غرام، ندخل العينة إلى الجهاز وتعالج مع المذيب ثلاث ساعات " الكلوروفورم للسيليلوز، وايتر البترول لمزائج البوليستر"، وأخيراً يُخَر 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 الطرائق في تجارب النظام ٩٧ للجمعية الأمريكية AATCC والنظام الألماني DIN

54278

## الباب الخامس

### صباغة الألياف الطبيعية

١. صباغة الألياف السيليلوزية بالأصبغة المباشرة.
٢. صباغة الألياف السيليلوزية بالأصبغة الفعالة.
٣. صباغة الألياف السيليلوزية بأصبغة الأحواض.
٤. صباغة الألياف السيليلوزية بأصبغة النفтол " الأزو " .
٥. صباغة الألياف الصوفية بالأصبغة الحمضية.
٦. صباغة الحرير.

## صباغة الألياف السيليلوزية بالأصبغة المباشرة

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

- بساطة تطبيق وبناء الحمام الصباغي. وبالتالي سهولة عمليات إعادة التسوية عند الاضطرار.

- عدم احتياجها لدرجات حرارة أعلى من تلك التي نحققها تحت الضغط الجوي العادي.

٢- 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 كمثيلاتها من أصبغة القطن على الفسكوز، ما يستوجب منا عند صباغته الحذر الشديد والأخذ بأسباب الحيلة 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 وبالتالي تراجع التسوية

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

٣-١- 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 ١/٥، ١/١٠،...، ويتوجب علينا في حال عدم توفر الماء الطري إضافة ما يلزم من عوامل التحلية استندراكاً لتشكيل رواسب كلسمية أو معدنية أخرى " تبعاً لتركيب الماء الخام " على سطح القماش بما يؤدي لتراجع قدرة القماش على امتصاص الأصبغة وبالتالي لـ: انحراف اتجاه اللون.

- تراجع درجات التسوية والثباتيات جميعها وبخاصة على البلل والاحتكاك.

٣-٢- 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 إيتوكسيلات الأغوال الدسمة وزمرة السلفونات العطرية اللتان تمتلكان من القدرة على البعثرة ما يغنيانا عن إضافة العامل المبعثر.

٣-٣- 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 نضيف 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.

٣-٤- إضافة الملح: يضاف الملح عادةً لرفع معدلات هجرة الصباغ التي يمانعها مفعول زيتنا، والعادة أن يكون الملح كبريتات أو كلور الصوديوم " ملح غلوبر أو ملح الطعام " النقيين، ويرتبط توقيت إضافة الملح بتصنيف الصباغ المستخدم بحسب الجدول (٨٣):

الجدول ٨٣: إضافة الملح لحمام الأصبغة المباشرة

تصنيف الأصبغة المباشرة بحسب تسويتها			
تصنيف الصباغ	الهجرة أو الانتشار	التسوية	توقيت إضافة الملح
A	عالي	عالية	على البارد
B	متوسط	متوسطة	عند الوصول لدرجة حرارة الغليان
C	منخفض	منخفضة	عند الوصول لدرجة حرارة الغليان وعلى دفعات

٣-٥- إضافة كربونات الصوديوم: تستلزم بعض الأصبغة المباشرة وسطاً قلوياً لطيفاً بحدود ٢ غ/ل كربونات الصوديوم تبعاً لدرجات عمق اللون من وسط لغامق.

٣-٦- رفع الحرارة: بعد إضافة مواد بناء الحمام الصباغي تدور لمدة ٥- ١٠ دقائق على البارد لضمان أعلى درجة توزع لمواد الحمام والجزئيات الصباغية ثم تبدأ برفع درجة الحرارة بمعدل يرتبط بـ:

١. نسبة الحمام وطرز الآلة: ونش، أو قرفلو، جت ... ومعدلات غزارة المياه فيها وسرعة دوران حبل القماش.
٢. درجة تسوية الأصبغة ونسبتها أو وزنها.

ونستمر عند درجة حرارة الغليان " زمن التخثير " بما يتلائم مع نسبة الأصبغة بحيث نحقق أعلى درجة اختراق للأصبغة في عمق الألياف ضماناً للوصول لأعلى درجتي تسوية وثباتيات، إذ يؤدي امتصاص الأصبغة على السطح فقط لتراجع جميع هذه الثباتيات مثل الثباتية على النور والاحتكاك ..

٣-٧- التبريد: تتراوح درجة الحرارة اللازمة لتحقيق درجة الامتصاص العظمى للأصبغة المباشرة ما بين ٧٠- ٨٠ 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 مسببة بعض مظاهر التلطيخ والتبقيع بضخ الماء البارد من أسفل الحمام والتصريف من الأعلى " شطف جاري " .

٤- إعادة التسوية: تتم عمليات إعادة التسوية عادةً بإعادة عملية الغلي بوجود كميات أعلى من عامل التسوية والتي غالباً ما تكون من نمط ايتوكسيلات الأغوال الدسمة، وتستمر عملية الغلي حتى تزول مظاهر اللاتسوية بالعين المجردة، وإن أمكن إجراء إعادة التسوية عند درجة حرارة ١١٠ م° في الآلات المضغوطة نضمن نتيجة أفضل.

٥- ثباتية الأصبغة المباشرة لدرجات الحرارة العالية في مرحلة الصباغة: نضطر أحياناً لرفع درجة حرارة الألياف السيليلوزية المزروجة مع البوليستر حتى ١٣٠ م°، ويستحسن في هذه الحالة تطبيق حمامي صباغة البوليستر والألياف السيليلوزية في نفس الوقت، وهنا نواجه مشكلة مدى مقاومة الأصبغة المباشرة لشروط الحمام القاسية، لذا فإنها قد تتعرض لتخرب كامل أو جزئي حسب:

١. درجة الحموضة ونوعية الحمض المستخدم: خل، نمل ...

٢. زمن البقاء عند درجة الحرارة ١٣٠ م°.

٣. التفاعلات المحتملة مع مواد بناء حمام البوليستر بشروط درجات الحرارة العالية.

وما يزيد من تعقيد هذه المشكلة توليف اللون من عدة أصبغة، فالتباين في نسب ما يتخرب من كل مكون لها بشكلٍ فردي يؤدي لعدم التناسخ المرة تلو الأخرى بحسب الشروط المطبقة، وهذا ما يتوجب التحقق منه مخبرياً قبل العمل، واختيار الأصبغة التي يمكنها احتمال شروط الحرارة العالية والضغط إن كانت تحقق المواصفات والثباتيات المطلوبة.

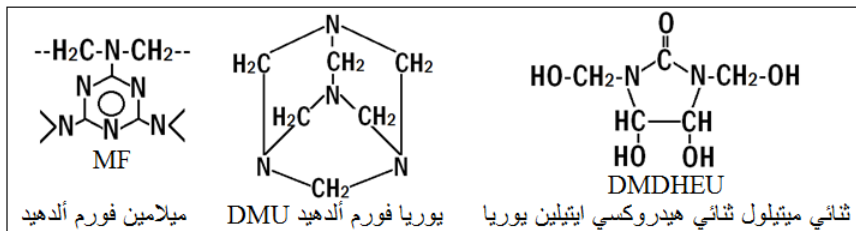
وننوه هنا لعدم جواز رفع درجة حرارة الحمام حتى ١٣٠ م° في حال احتواء الحمام على ملح كلوريد الصوديوم الذي يتخرب بشروط الحرارة والضغط مطلقاً الكلور " بحسب بعض التقاسير " الذي يخرب في هذه الشروط الأصبغة والمواد المساعدة ويتسبب في نخر سطح معدن آلة الصباغ.

٦- رفع ثباتية الأصبغة المباشرة على البلى: تعاني الألياف السيليلوزية المصبوغة بالأصبغة المباشرة من ضعف عام في الثباتيات عامةً، وتعمل الشركات على رفع ثباتيتها على الغسيل من خلال معالجتها بمواد يمكنها تشكيل طبقة أو فيلم يحميها من الإجهادات المباشرة لعملية التبلل بالماء والذي يتسبب بحدوث إعادة هجرة تستنزف الصباغ من القماش للماء. وأهم ما يعيب هذه المعالجة تسببها بتراجع ثباتية الصباغ على النور ما يدعونا لأن نلجأ لدراسة الجدوى من هذه المعالجة بعدم تعميمها بالشكل المطلق، وتنتج شركة كلارينت " ساندوز " أنماط مثبتات ثلاث:

١. ثنائي ميثيلول ثنائي هيدروكسي إيثيلين يوريا DMDHEU

٢. يوريا فورم ألدهيد DMU

٣. ميلامين فورم ألدهيد MF



ويتم تطبيق المثبت عادةً برفع درجة حرارة حمام التثبيت حتى ٤٠ م° وبدرجة حموضة pH:6 وبنسبة ١ — ٤ % 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 (٨٤) بعض مثبتات الأصبغة المباشرة لبعض الشركات:

الجدول ٨٤

بعض مثبتات الأصبغة المباشرة لبعض الشركات "شاردية موجبة"			
المثبت	الشركة	الفعالية	التركيب
بير فيكسان AMF	د.ب.تري	مثبت للأصبغة الفعالة والمباشرة، خالي من الفورم ألدهيد والمعادن الثقيلة	مركبات أمونيوم رابعة
ريوين AMF	CHT	مثبت للأصبغة الفعالة والمباشرة للقطن والألياف المجددة مع مفعول مطري	مركبات بولي أمونيوم
زيستال SRF	Z&S	مثبت للأصبغة المباشرة والفعالة	مركبات أمونيوم رابعة
زيستال DRN		مثبت للأصبغة المباشرة	منتجات تكاتف فورم ألدهيد
سيبا فيكس DN 45	سيبا	مثبت للأصبغة الفعالة والمباشرة للسيليلوز	محلول للبولي إيثيلين مع بولي أمين
هيدروكول ONE New	رودولف	مثبت للأصبغة الفعالة والمباشرة مع خواص تطرية	بولي أمونيوم مع كوبوليمير بولي سيلوكسان

٧ - تطبيق حمامي القصر والصباغة في حمام واحد: تتحمل بعض الأصبغة المباشرة عمليات القصر المطبقة عادة 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 ٢٠/١ على الشكل: نبدأ بإدخال القماش عند الدرجة ٢٠ — ٤٠ م° إلى الحمام الحاوي على العامل المبلل وندير لمدة ١٠ دقائق حتى يتبلل كامل القماش بصورة متجانسة ثم نضيف:

بناء حمام الصباغة والقصر المشترك بحسب CROMPTON & KNOWLES TERTRE S.A.			
صباغ	٣-١ مل/ل هيدروكسيد الصوديوم	ماء أكسجيني ٣٥%	سيليكات الصوديوم ٣٥ بوميه
ما يلزم %	٣٦ بوميه أو ٥ غ/ل صودا آش	٢ مل/ل	٢-٠,٥ مل/ل

وبعد ١٠ — ٢٠ دقيقة نضيف ما يلزم من ملح غلور برفع بعدها درجة الحرارة حتى ٨٠ م° ونستمر عندها ٢٠ دقيقة ثم نرفع الحرارة حتى الغليان ونضيف ملح غلور بنسبة ٢ — ١٠ غ/ل ونستمر عندها لمدة ٣٠ دقيقة لنبرد خلال ١٥ — ٣٠ دقيقة وننهي الحمام بعد ذلك بتطبيق عمليات الشطف والتعديل من آثار القلوي.

٨ - دراسة تحليلية لأصبغة شركة كرومبتون كمثال تطبيقي: بتصنيف المعطيات والميزات الواردة من كتالوك الشركة (٨٦) كان الجدول (٨٥):

الجدول ٨٥

دراسة تحليلية أصبغة شركة كرومبتون كمثال تطبيقي				
النتيجة	التصنيف			الخاصة
	C	B	A	
معظمها يستوجب إضافة الملح على الغلي	١٧%	٧٠%	١٣%	التصنيف
معالجة القساوة باستخدام ماء طري أو عوامل تحلية	تتأثر بشدة	تتأثر	لا تتأثر	التأثر بالقساوة
التأكد من سلامة وجودة القطن قبل الصباغة	١٧%	١٧%	٦٦%	صباغة القطن الميت
اختبار الأصبغة وانتقاء المناسب منها فقط	غير مقاومة	مقاومة	مقاومة عالية	مقاومة الحرارة العالية
اختيار أصبغة معينة في أحوال الفيسكوز المقلم	سيئة جداً	سيئة	جيدة جداً	صباغة الفيسكوز المقلم
	١٦,٥%	٢٧%	٤٠%	



الجدول ٨٥

خواص أصبغة شركة

CROMPTON & KNOWLES TERTRE S.A:

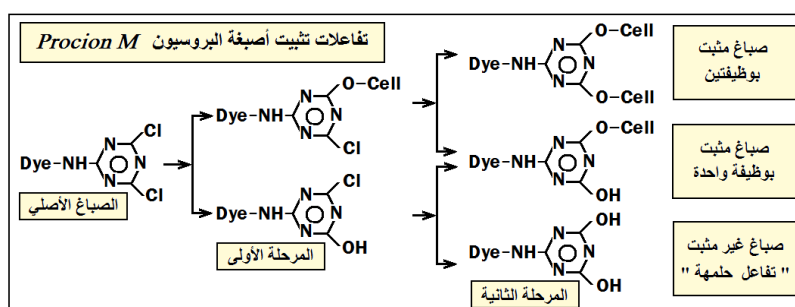
TERTRODIRECT & TERTRODIRECT LIGHTE & SUPERLITEFAST

الصباغة مع القصر	احتمال الحرارة العالية	صباغة الفيسكو ز المقلم	صباغة القطن الميت	التأثر بقساوة 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%	أصفر	ترترو ديركت ضاوي	
-	+	++	--	+	A	5	Y.27	8G 200%			
--	-	++	+	--	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			
--	+	+	+	+	B	3	0.46	GGL 140%			برتقالي
--	±	-	+	+	B	2-3	R.89	BNL 200%			سكارلت
--	-	-	--	+	B	3	R.80	F3B 230%			أحمر
+	-	+	--	+	A	5	R.81	5B 200%			
-	-	+	--	--	B	3	R.79	6B 200%			
-	-	-	--	-	B	3	R.99	BL 150%	خمري		
-	-	-	--	+	B	3	V.66	5B 250%	بنفسجي	سوبر ضاوي ثابت	
--	+	--	--	+	B	3		R 220%			
-	±	+	-	+	B	3	B.222	3BR 200%	أزرق		
-	±	+	-	+	B	3		B2R 30%			
--	+	+	-	+	B	5	B.86	GL 250%	أزرق تركواز		
-	+	-	+	--	B	3	B.26	SBL 267%	أخضر		
-	-	--	+	+	B	2-3	Bk.62	4GL 200%	رمادي		
--	+	+	+	+	B	3	Y.106	EFC 200%	أصفر		
--	+	+	+	-	B	2-3	0.105:1	LLLWF 200%	برتقالي		
-	±	-	+	-	C	3		WLKS 200%	خمري		
-	+	+	--	-	B	4	B.80	RLE 200%	أزرق		
-	-	--	--	--	B	4-5	B.218	3GLST	أزرق ضاوي		
-	±	-	--	+	B	3	Bk.112	GLL 200%	رمادي		
-	+	--	--	/	B	3-4	Bk.175	LVL 150%	رمادي		

## صباغة الألياف السيليلوزية بالأصبغة الفعالة

١- مقدمة: يعتبر راتي وستيفن من شركة ICI الانكليزية أول من اكتشفا الأصبغة الفعالة كيمائياً عام ١٩٤٥ بايجادهما زمرة من الأصبغة تحوي مجموعة ثنائي كلور التريازين التي يمكنها أن تتفاعل مع هيدروكسيل السيليلوز في وسط قلوي وبشروط تشغيل معتدلة ما أدى لظهور أصبغة البروسيون PROCION التي ترتبط بروابط الإيمين – NH – مع مجموعات ثنائي كلور التريازين.

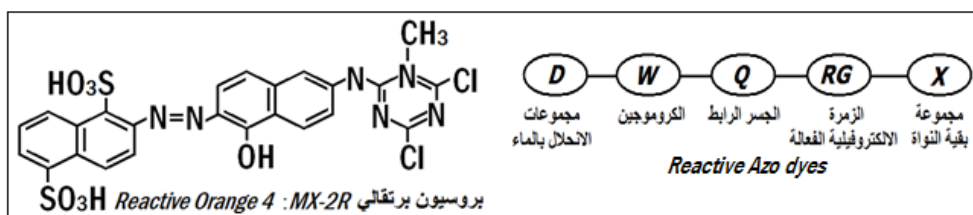
وتتميز مجموعة أصبغة البروسيون الفعالة كيمائياً بثباتياتها العالية تجاه الضوء والغسيل و... ، ومن أهم مساوئها التفاوت في فاعلية ذرتي الكلور، فالأولى ذات فاعلية عالية يمكنها من الارتباط السهل بالهيدروكسيل السيليلوزي، في حين تتعرض الثانية لانخفاض فعاليتها لاحتمال تفاعلها مع الماء ولنحصل على خمسة منتجات تفاعل فيما بين الصباغ والسيليلوز والماء وعلى الشكل (٤٩):



الشكل ٤٩: احتمالات منتجات تفاعل الصباغ الفعال ثنائي الوظيفة مع السيليلوز والماء

وتعرف هذه المجموعة باسم البروسيون M التي تتميز بفاعليتها العالية جداً بما يؤهلها لدرجة حرارة تطبيق ٤٠ م°، ولكن ولما كانت سترافقها عمليات حلمية في هذه الشروط فقد سعى علماء الشركة لتطوير هذه المجموعة بالبحث عن بديل ذي شروط تطبيق أصعب بحيث يمكننا السيطرة على تفاعلاتها بصورة أكبر، وفعلاً أمكن للشركة عام ١٩٥٧ إيجاد مجموعة أخرى هي مجموعة أصبغة البروسيون H التي تعتمد على أحادي كلور التريازينيل وتحتاج لوسط أكثر قلوية ودرجة حرارة ٦٠ م° على الأقل ما يخفض من إمكانية حلمتها بصورة ملحوظة جداً عما هو عليه الحال بمجموعة البروسيون M.

٢- تصنيف الأصبغة الفعالة: يمكننا تعريف الأصبغة الفعالة على أنها مركبات ملونة تحوي زمرة أو زمرتين قادرتين على تشكيل روابط فيما بين ذرة الكربون لشاردة أو جزيئة الصباغ وبين ذرة الأكسجين في مجموعة هيدروكسيل القطن، ويبين الشكل (٥٠) تفصيلاً لبنية الصباغ.



الشكل ٥٠: البنية التفصيلية لأصبغة أزو الفعالة

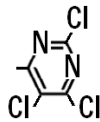
ومن أهم المجموعات الالكترويفية النشطة للأصبغة الفعالة نجد مجموعات التفاعل بـ:  
الاستبدال ، الضم ، الروابط العرضية

- ١-٢ مجموعة التفاعل بالاستبدال: وتتكون من خمسة أنواع:
- ١-١-٢ مجموعة التريازينيل ومشتقاتها: وهي التي مرت معنا آنفاً بنوعها H&M، وتشتق عادةً من مجموعات الأزو والأنتراكينون والفتالوسيانين وعلى الشكل:  
- الألوان الزرقاء الزاهية: مجموعة الأنتراكينون  
- لون التركواز الزاهي: مجموعة الفتالوسيانين  
- باقي الألوان: مجموعة الأزو

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

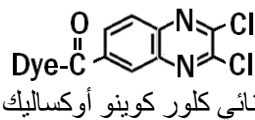
تتميز مجموعة أحادي كلور التريازينيل عن مجموعة الثنائي بثباتها للخرن لمددٍ طويلة، إذ تتعرض مجموعة ثنائي كلور التريازينيل للتحلل بفعل الرطوبة مطلقاً غاز كلور الهيدروجين وبخاصة عند ارتفاع درجة الحموضة ولتصل لأعلى معدل لها عند pH:4-5، ويمكننا تحسين ثباتيتها للخرن بالمحافظة على شروط الخزن الجاف وإضافة بعض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

٢-١-٢- مجموعة ثلاثي كلور البريميدين: وكانت هذه المجموعة حصيداً لأبحاث 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.



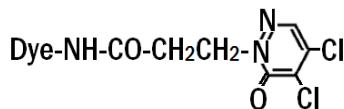
حلقة ٢،٤،٥- ثلاثي كلور البريميدين

٢-١-٣- مجموعة ثنائي كلور كوينو أوكساليك: ظهرت تحت اسم ليفافيكس Levafix E لشركة باير، وتحتوي مجموعة ثنائي كلور أوكساليك التي ترتبط بالكروموفور عن طريق مجموعة كربونيل، وتتميز عموماً بتوسط فعاليتها بين أحادي وثنائي كلور التريازينيل، ما يُمكننا من تطبيقها عند الدرجة ٤٠°م، إضافةً لثباتها تجاه الوسط القلوي.



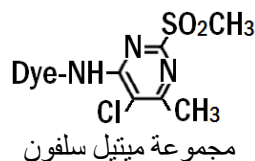
ثنائي كلور كوينو أوكساليك

٢-١-٤- مجموعة البريمازين: وتقوم مجموعة البريمازين التي أنتجتها شركة باسف على مجموعة ٤،٥- ثنائي كلور-٦- بيريدازون والتي ترتبط بالكروموفور عبر مجموعة -NH-CO-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-



مجموعة البريمازين: ٤،٥- ثنائي كلور-٦- بيريدازون

٢-١-٥- مجموعة ميتيل سلفون: ويتوضع الميتيل سلفون هنا على حلقة البريميدين التي ترتبط بالكروموفور الأساسي عبر جسر الإيمين -NH- كما هو الحال مع أصبغة الليفايكس Levafix P لشركة باير.

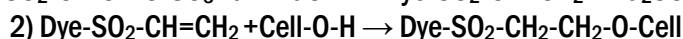
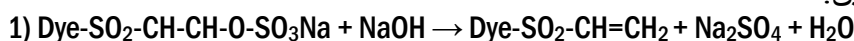


مجموعة ميتيل سلفون

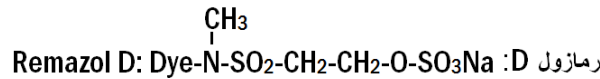
٢-٢- مجموعة التفاعل بالضم: قدمت شركة هوكست بين عامي ٤٩-١٩٥٠ عدة مجموعات فعالة يمكن اعتمادها في العملية الصباغية، وهي:

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

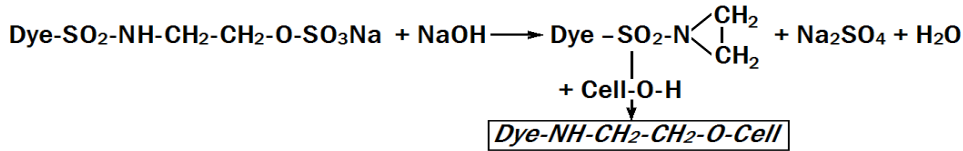
ثم طرحت شركة هوكست أصبغة الريمازول معتمدةً على مجموعة سلفو إيثيل سلفون التي تتفاعل مع هيدروكسيل السيليلوز على مرحلتين:



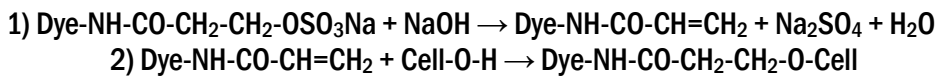
وتحتاج أصبغة الريمازول لدرجة حرارة تثبيت فيما بين ٤٠-٦٠ م°، وساعتين كاملتين لإنجاز عمليتي الامتزاز والتثبيت، في حين تحوي أصبغة ريمازول D مجموعة أمينو مستبدلة واقعة بين الصباغ وجذر كبريتات إيثيل سلفون، ولضعف ألفة هذه الأصبغة تجاه السيليلوز بشروط الصباغة العادية لوجود رابطة الميثيل إيمين فقد تم اعتمادها في مجال الطباعة :



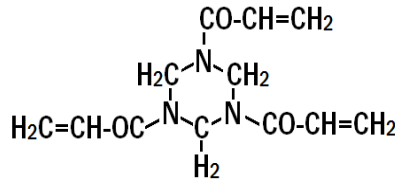
أما تفاعل أصبغة الليفايكس الحاوية مجموعة سلفيتو إيثيل أمين سلفونيل فيتم أيضاً على مرحلتين أيضاً ووفق المعادلات:



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



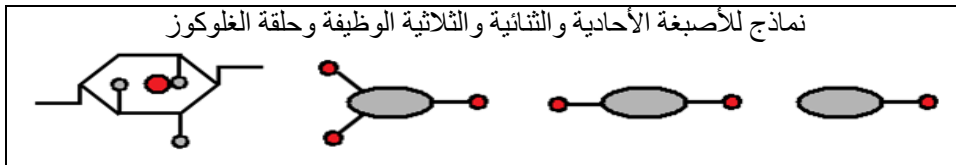
٢-٣- مجموعة أصبغة الروابط العرضية: أنتجت شركة باسف عام ١٩٥٦ مجموعة أصبغة الباسازول التي تطبق على الألياف السيليلوزية بوجود عوامل مثبتة لتكوين روابط عرضية، وتحوي هذه الأصبغة على إحدى المجموعات: Alkyl, -NH-, -NH<sub>2</sub>, -SH, H<sub>2</sub>N-SO<sub>2</sub>-, H<sub>3</sub>C-CO-CH<sub>2</sub>-CO- في حين تحوي العوامل المثبتة ذرتي كربون موجب الشحنة أو أكثر مثل : ١، ٣، ٥- هكسا هيدرو، ٥- تريازين:



٢-٤- مجموعة أصبغة درجات الاستنزاف العالية: طرحت في الأسواق أخيراً مجموعات الأصبغة القديمة بمجموعتي تثبيت أو ثلاث بدلاً عن الواحدة كما يبين الشكل (٥١)، كأن يرتبط الكروموجين الصباغي بمجموعة ثينيل سلفون مع حلقة تريازين بما يضمن رفع معدلات استنزاف الصباغ وبالتالي رفع اقتصادية العمل كونه يحقق:

- انخفاض معدل المفقود في نهاية 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 ٥١

وتأخذ الأصبغة ذات الوظيفتين ثلاثة أنماط أساسية هي :

الأصبغة الفعالة من النمط : ثنائي الوظيفة الفعالة		
زمرتان متتاليتان	زمرتان متناظرتان	زمرتان داخليتان
D-R <sub>1</sub> -R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub> -D-R <sub>2</sub>	D-R <sub>1</sub> -R <sub>2</sub> -D

وتتباين ثباتيات الزمر الفعالة وخواصها على الشكل المبين في الجدول (٨٧):

الجدول ٨٧

ثباتية الزمر الفعالة	
النباتية على الأقمشة المصبوغة	
MCT, MFT, DFCP > VS, DCQ VS > DFCP, MFT, DCQ, DCT MCT, MFT, VS > DFCP, DCQ MCT, MFT, VS > DFCP, DCQ	تجاه الوسط القلوي تجاه الوسط الحمضي تجاه العوامل المؤكسدة : البريبورات تجاه الكلور : 1-5 p.p.m
مميزات الزمر الفعالة	
VS MCT, MFT, DFCP DCQ, DFCP	مقاومة للوسط الحمضي ، ضعيفة في الوسط القلوي ضعيفة للوسط الحمضي ، مقاومة في الوسط القلوي مقاومتها غير كافية لجميع الأوساط
دليل الزمر الفعالة	
DFT: Di-Flouoro-Triazine MFT: Mono-Flouoro-Triazine DCT: Di-Chloro-Triazine MCT: Mono-Chloro-Triazine DFCP: Di-Chloro-Flouoro-Pyrimidine TCP: Tri-Chloro-Pyrimidine FCMP: Flouoro-Chloro-Methyl-Pyrimidine DCQ: Di-Chloro-Quinoquizarine VS: Vinyl Sulphone NA: Iso-Nicotinic Acid	ثنائي فلور التريازين أحادي فلور التريازين ثنائي كلور التريازين أحادي كلور التريازين ثنائي فلور كلور بيريميدين ثلاثي كلور بيريميدين فلور كلور ميثيل بيريميدين ثنائي كلور كوينوكوايزارين فينيل سلفون إيزو حمض النيكوتيك

٣- تأثير الحجم الجزيئي على خواص الأصبغة الفعالة : تتمايز خواص الأصبغة الفعالة بحسب حجمها الجزيئي على الشكل المبين في الجدول (٨٨):

الجدول ٨٨

تأثير الحجم الجزيئي على خواص الأصبغة الفعالة		
الخاصة	وزن جزيئي عالي	وزن جزيئي منخفض
الألفة	ألفة عالية	ألفة منخفضة
معدلات الاستنزاف	عالية	منخفضة
كميات الملح اللازمة	صغيرة : ٢٠-٣٠ غ/ل	كبيرة : ٢٠-٨٠ غ/ل
تسوية العملية الصباغية	تسوية منخفضة	تسوية عالية
التبقيع على الأبيض عند الصباغة	تبقيع كبير	تبقيع بسيط
البواقي وخطوات الإنهاء على الباد	عالية	قليلة
خواص الغسيل	صعبة	سهلة
التأثر بنسبة الحمام	ضعيفة	عالية
التأثر بكمية الملح	ضعيفة	عالية
التطبيق	لطريقة الاستنزاف	للباد والطباعة

٤- تأثير فعالية الزمرة الفعالة على الأصبغة الفعالة: تتباين فعاليات الأصبغة الفعالة بحسب طبيعة الزمرة الالكتروفيلية الفعالة التي تتفاعل مع أكسجين الزمرة الهيدروكسيلية في حلقة الجلوكوز كما يبين الجدول (٨٩):

الجدول ٨٩

تأثير فعالية الزمرة الفعالة على الأصبغة الفعالة			
الزمرة	ثنائي كلور أو فلور التريازين DCT & DFT	فينيل سلفون V.S	أحادي كلور التريازين MCT
الفعالية	عالية	وسط	منخفضة
قابلية الصباغ للخرن	غير ثابت		ثابت
ثباتية الحمام الصباغي	غير ثابت		الصباغة بطريقة الاستنزاف
			الصباغة على الباد
		الطباعة بمعجونة الطباعة	
كميات القلوي اللازمة: كربونات الصوديوم	صغيرة: ١٠-٢٠ غ/ل	وسط: ٥٠-٦٠ م	كبيرة: ٢٠-٣٠ غ/ل
زمن التثبيت	قصير		طويل
تأثير درجة الحرارة والقلوي على المرود	كبير		صغير
درجة حرارة تطبيق الحمام الصباغي	منخفضة: ٢٠-٣٠ م		عالية: ٨٠ م

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

٥-١- مواصفات الماء: يتوجب تطبيق وتصيبين الأصبغة الفعالة بكل فئاتها من ماء محلى حصراً أي ما يطابق المواصفات الواردة في الجدول ٦٥ بحيث معالجة المياه، 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 ودرجتي 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 لمرحل التجهيز الأولي أو القصر والصباغة والتصيبين، ويُصح بسداسي ميثا فوسفات الصوديوم كعامل تحلية في حمام الصباغة للتخلص من القساوة الدائمة بإضافته بمعدل ١,٠ 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.

٥-٢- 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 لمحي الطعام وغلوبر، ويتوجب علينا إذ ذاك تحليل الملح المراد استخدامه لتحديد محتواه من القساوة والرطوبة ودرجة حموضته، ونرى في الجدول (٩٠) تحليلاً لبعض عينات طعام صخري وبحري مع ملح من إنتاج شركة ICI.

الجدول ٩٠

محتوى بعض عينات ملح الطعام من بعض الشوارد المعدنية				
الشوارد	ملح صخري		ملح بحري غير معالج	ملح بحري معالج
	العينة الأولى	العينة الثانية		
كالسيوم	١٦٠٠	٢٢٠٠	١٣٠٠	٢٣
مغنيزيوم	٩٢٠	١٨٠٠	٢٦٠	٢
حديد	٢٥	١٠٠	٤٥	٢

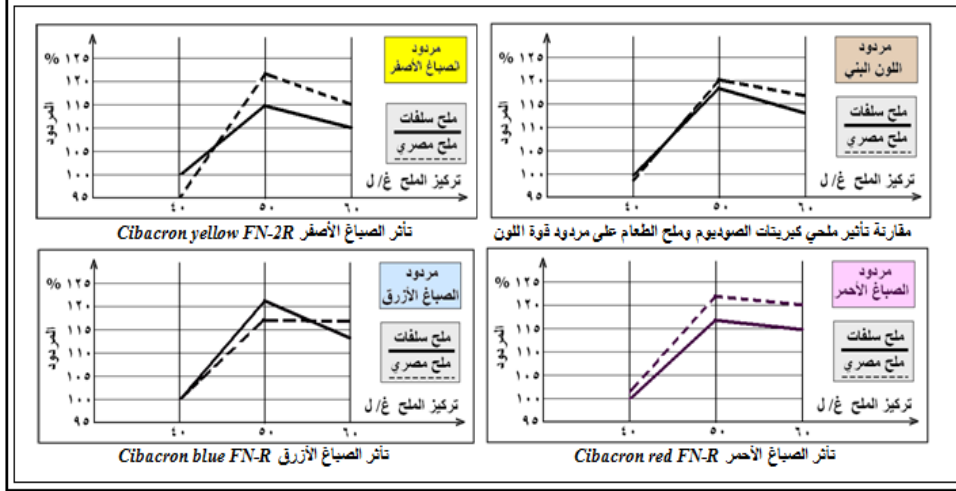
من ندوة التطورات الحديثة لصباغة القطن بطرائق الاستنزاف : حلب ١٩٩٢

ويمكننا الجزم بأن كل ترسب أو تلوث في حمام الصباغة 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 (٩١) والشكل (٥٢) أن أعلى معدلات التثبيت كانت عند تركيز للملح عادل ٥٠ غ/ل لينخفض مع النسبة ٦٠ غ/ل، والذي يبين أيضاً أن معدلات التثبيت كانت للصباغين الأصفر والأحمر أعلى منها مع ملح الطعام على العكس من الأزرق الذي كان مردوده الأعلى مع ملح كبريتات الصوديوم.

الجدول ٩١

تحليل من شركة Pulcra Chemicals						
محلول ١٠% من ملح طعام بحري وملح غلوبر						
موضوع الاختبار	كبريتات الصوديوم			كلوريد الصوديوم		
	p.p.m	df	dH	p.p.m	df	dH
الكالسيوم	١٩٧	١٩,٤٢	١٦,٨	٣٠٠	٣٠	١٦٧
المغنيزيوم	٣١٥	٣١,٥	٢٠,٤	٣٦٥	٣٦,٥	٣١٥
المجموع	٥٠٩	٥٠,٩	٣٧,٢	٦٦٦	٦٦,٦	٦٦٦
الحديد	١,٣ ج.م.م			١,٣ ج.م.م		
البيكربونات	١٣٤,٤ ج.م.م			٢٩ ج.م.م		
السيليكون	١,٧ ج.م.م			-		
الحموضة pH	١٠,٢٠			٨,٤١		

التثبيت %	المجموع	نتائج القراءة على السيكتروفوتومتر						الملح		رقم العينة
		FN-R أزرق		FN-R أحمر		FN-2R أصفر		نوع الملح	غ/ل	
		%	غ	%	غ	%	غ			
٧٦,٣	٢٢٨٩	٧٧	٠,٧٧١٠	٧٣	٠,٧٣٣٢	٧٨	٠,٧٨٤٩	كبريتات الصوديوم	٤٠	١
٩٠,٢	٢٧٠٦	٩٤	٠,٩٣٥٦	٨٦	٠,٨٦١٣	٩١	٠,٩٠٩٨	كبريتات الصوديوم	٥٠	٢
٨٦	٢٥٨٠	٨٧	٠,٨٧٢٠	٨٤	٠,٨٤٣١	٨٧	٠,٨٦٥٥	كبريتات الصوديوم	٦٠	٣
٧٥,٥	٢٢٦٦	٧٧	٠,٧٧١١	٧٥	٠,٧٤٨٩	٧٥	٠,٧٤٦٢	كلوريد الصوديوم	٤٠	٤
٩١,٩	٢٧٥٨	٩٠	٠,٩٠٢٧	٨٩	٠,٨٩٤١	٩٦	٠,٩٦١٤	كلوريد الصوديوم	٥٠	٥
٨٩,٦	٢٦٨٩	٩٠	٠,٩٠٤٦	٨٨	٠,٨٨٢٠	٩٠	٠,٩٠٢٨	كلوريد الصوديوم	٦٠	٦



الشكل ٥٢

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 (٩٢) لأصبغة سينيوزول.

الجدول ٩٢

ألفا بعض أصبغة السينيوزول	
الألفا	الصباغ : سينيوزول Synozol
L	Yellow HF-3G & GR
M	G.Yellow HF-4GR & HF-2GR & SH3RD & GL, Red 3B
H	Yellow HF-4GL, Orange HF-GR & SHF-2GN, Scarlet SHF-2GN Red SHF-2GN & HF-3B & HF-BBN & HF-6BN & SHF-EP, Violet SHF-3B

وكذلك الانتباه لمعدلات هجرة وفعالية الأصبغة المعتمدة عند بناء اللون كي لا تؤثر إضافة الكهرليت سلباً على العملية الصباغية من حيث معدلات التسوية كما يرينا الجدول (٩٣) لأصبغة أفرزول:

الجدول ٩٣

بعض خواص أصبغة أفرزول لشركة Everlight												
تأثير الشوارد		الهجرة	الفعالية	الصباغ : أفرزول Everzol		تأثير الشوارد		الهجرة	الفعالية	الصباغ : أفرزول Everzol		
Cu <sup>++</sup>	Fe <sup>++</sup>			أفرزول	أحمر	Cu <sup>++</sup>	Fe <sup>++</sup>			أفرزول	أصفر	أحمر
1	5	4-5	2	F3B	أحمر	4-5	4-5	2	4	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	2	G	تركواز	2D	4	5	2	GR	أصفر	
4-5	4-5	4-5		R Spec	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		FBN	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	4	5	5	F2B				
4-5	5	4-5		B	4-5 B	4-5 B	3-4	1		RBN		
4-5	4-5	2		C-RL	أسود	2 B	4B	4	2	BB		



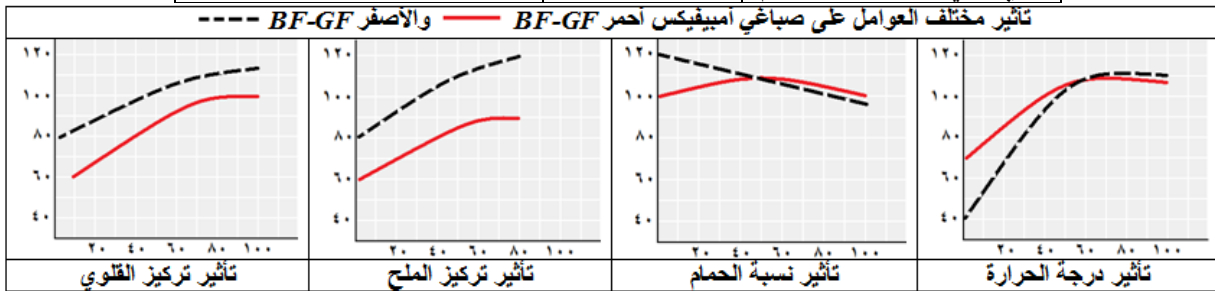
إذ أن مزج صباغين مختلفين في درجة هجرتيهما يعني أن الإضافة المبكرة للكهرليت تسبب تراجع قدرة الصباغ على التسوية عالي رقم الهجرة، في حين تؤدي الإضافة المتأخرة أو غير الكافية لكمية الكهرليت اللازمة لتراجع تشرب الصباغ المنخفض رقم الهجرة، وكذلك الأمر بالنسبة لرقم الفعالية الذي يدل على أن كمية قليلة من القلوي 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.

٣-٥- القلويات: يمكننا للدخول في تفاعلات التثبيت استخدام مجموعة من العوامل القلوية كما يبين الجدول (٩٤)، وتعتبر كربونات الصوديوم القلوي الأهم اللازم لتثبيت الأصبغة الفعالة، لذا فإنه كثيراً ما تمزج مع هيدروكسيد الصوديوم للوصول إلى درجة القلوية اللازمة لمرحلة التثبيت أي pH:10.5 لأصبغة البروسيون و pH:11-11.5 لأصبغة شركة باير، ونرى في الجدول (٩٥) كميات الملح وكربونات الصوديوم اللازمة لتثبيت أصبغة البروسيون M بحسب نسب الحمام والأصبغة.

ولن نستعرض في موضوع نسب القلويات والأملاح أكثر من ذلك لأن كل شركة تنصح بكميات كل من الملح والقلوي ودرجة الحرارة والزمن فيما بين الإضافات وللتثبيت حسبما يظهر لنا في الشكل (٥٣):

الجدول ٩٤

بعض أهم العوامل القلوية المستخدمة لتثبيت الأصبغة الفعالة		
العامل القلوي	حموضة محلول ١٠ % " pH "	
الصود الكاوي	١٣,٣	NaOH
كربونات الصوديوم	١١,٥	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
بيكربونات الصوديوم	٨,٣	NaHCO <sub>3</sub>
ثلاثي فوسفات الصوديوم	١٢,١	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
تري بولي فوسفات الصوديوم	١٠	Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>

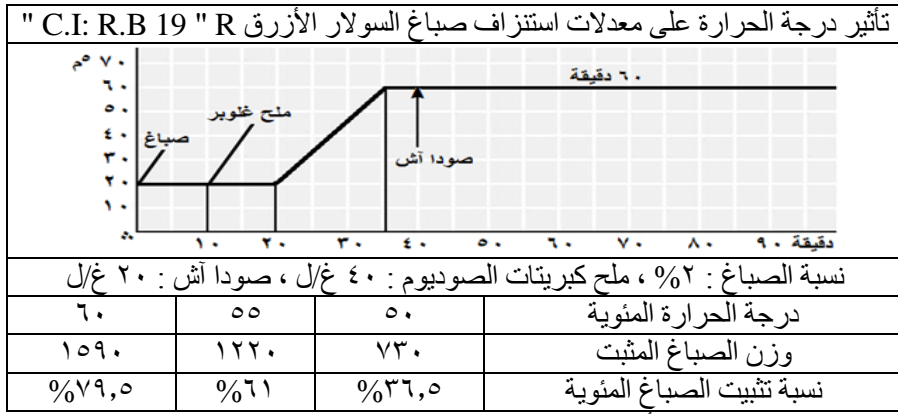


الشكل ٥٣

الجدول ٩٥

كميات الملح والصودا أش اللازمة لحمام صباغة القطن والفيسكوز				
الملح	قطن	فيسكوز		
	٦٠-٣٠ غ/ل، وقد تصل للغوامق والأسود حتى ١٠٠ غ/ل	٦٠-٢٠ غ/ل، وقد تصل للغوامق والأسود حتى ١٠٠ غ/ل		
نسب كربونات الصوديوم اللا مائبة مقدرة بـ : غ/ل وبحسب نسب الصباغ والحمام				
نسبة الصباغ	٥ : ١	١٠ : ١	٢٠ : ١	٣٠ : ١
< 0.5 %	١٠	٥	٢,٥	٢,٥
0.5-2 %	١٥	٧,٥	٥	٢,٥
2-4 %	٢٥	١٠	٥	٥
> 4 %	٣٠	١٥	٧,٥	٥

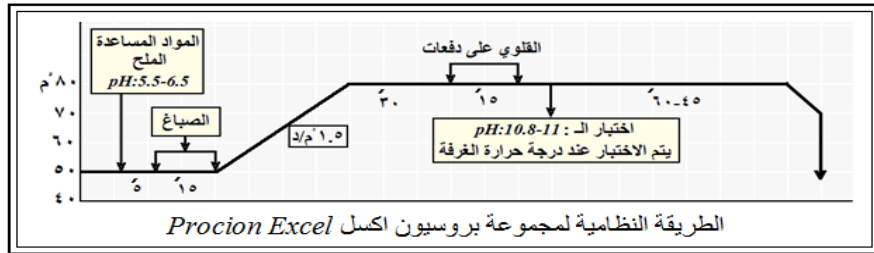
٤-٥- تأثير درجة حرارة التثبيت: يتطلب الوصول للمردود الأعلى لاستنزاف الصباغ الالتزام الحقيقي بدرجة الحرارة المطلوبة للدخول بتفاعلات التثبيت كما بين لنا الشكل (٥٣)، وفي تجربة على صباغ السولار الأزرق R " رأكتيف أزرق ١٩ " بدرجات حرارة ٥٠، ٥٥، ٦٠ م° على الترتيب كان مردود تفاعل التثبيت على الشكل (٥٤)، لذا فإننا سنعرض لبعض المخططات التي تبين مبادئ تطبيق الأصبغة مع بعض الشروح الأهم لفهم آلية صباغة الألياف السيليلوزية بالأصبغة الفعالة.



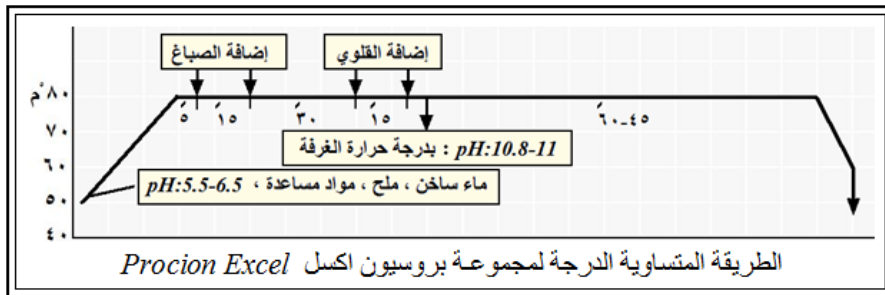
الشكل ٥٤: تأثر معدلات التثبيت بدرجات حرارة الحمام الصباغي

## ٦- بعض تقنيات تطبيق الأصبغة الفعالة:

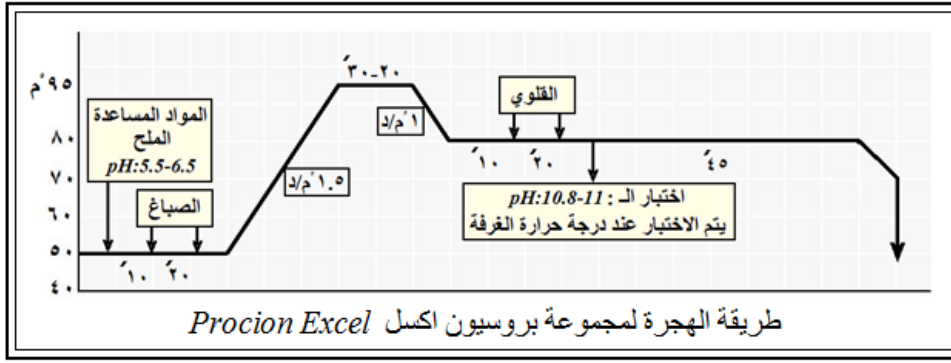
٦-١- الطريقة النظامية لمجموعة بروسيون أكسل Procion Excel: وتُطبَّق للألوان الوسط والغامقة، إذ نرفع درجة حرارة الحمام الصباغي حتى الدرجة ٥٠°م ليضاف الملح والمواد المساعدة ونضبط درجة الحموضة عند pH:5.5-6.5 بحمض الخل ثم نبدأ بإضافة المحلول الصباغي المصفى خلال ١٥ دقيقة ليتبعها رفع درجة الحرارة بمعدل ١,٥ درجة/دقيقة حتى ٨٠°م ومنتظر مدة ٣٠ دقيقة لنضمن وصولنا لمعدلات الهجرة المطلوبة، نبدأ بعدها بإضافة المحلول القلوي خلال ١٥ دقيقة ونتحقق من درجة القلوية pH:10.8-11 ننتظر بعدها ٤٥-٦٠ دقيقة حسب درجة عمق اللون ونبرد بعدها حتى ٧٠°م لإنهاء الحمام والبدء بعمليات الشطف والتصيبين.



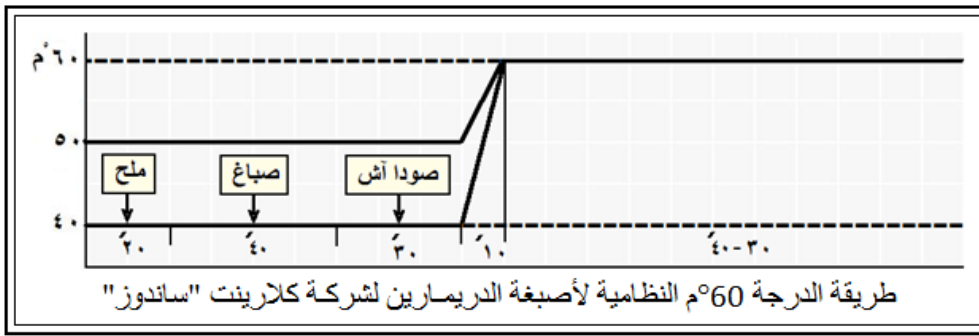
٦-٢- الطريقة المتساوية الدرجة لمجموعة Procion Excel: وتطبق للألوان الوسط والغامقة: نضيف الماء الساخن أو نرفع درجة حرارة الماء حتى الدرجة ٥٠°م ونضيف الملح والمواد المساعدة ونضبط درجة الحموضة عند pH:5.5-6.5 بحمض الخل ثم نرفع درجة الحرارة بأقصى سرعة حتى الدرجة ٨٠°م ننتظر بعدها ٥ دقائق لتجانس درجة الحرارة في كل نقاط الحمام لنبدأ بضح المحلول الصباغي المصفى خلال ٢٠ دقيقة ننتظر بعدها ٣٠ دقيقة لتحقيق معدل الهجرة اللازم، ثم نضخ المحلول القلوي خلال ١٥ دقيقة ونتحقق من درجة القلوية pH:10.8-11، ننتظر عند الدرجة ٨٠°م مدة ٤٥-٦٠ دقيقة ثم نبرد حتى الدرجة ٧٠°م لإنهاء الحمام والبدء بعمليات الشطف والتصيبين.



٦-٣- طريقة الهجرة لمجموعة Procion Excel: وتطبق مع الألوان الفاتحة، إذ نرفع درجة حرارة ماء الحمام حتى الدرجة ٥٠°م ونضيف الملح والمواد المساعدة ونضبط درجة الحموضة عند pH:5.5-6.5 بحمض الخل وننتظر بعدها ١٠ دقائق لتحقيق التجانس الحراري وتوزع المواد ونبدأ بضح المحلول الصباغي خلال ٢٠ دقيقة، نبدأ بعدها رفع درجة الحرارة بمعدل ١,٥ درجة/دقيقة حتى الوصول للدرجة ٩٥°م، ننتظر عندها ٢٠-٣٠ دقيقة لضمان درجتي الهجرة والتسوية الأعلى ثم نبرد حتى الدرجة ٨٠°م بمعدل درجة واحدة/دقيقة وننتظر ١٠ دقائق لنبدأ بضح القلوي خلال ٢٠ دقيقة ونتحقق من القلوية pH:10.8-11، نستمر عندها لمدة ٤٥ دقيقة للتثبيت ثم نبرد حتى ٧٠°م لإنهاء الحمام والبدء بعمليات الشطف والتصيبين.



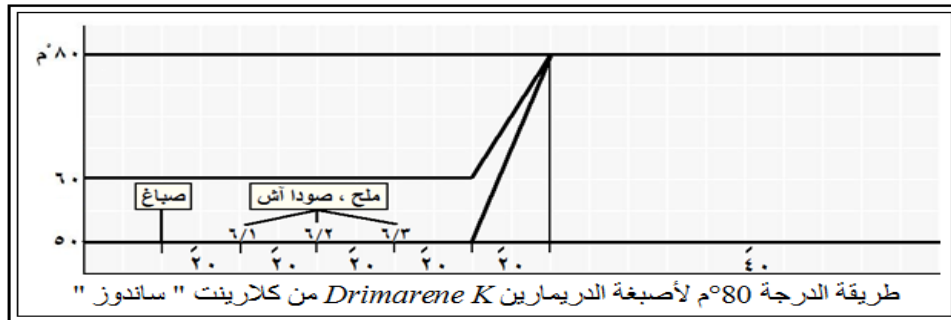
٤-٦- طريقة الدرجة ٦٠ م النظامية لأصبغة الديرمارين لشركة كلارينت: وتطبق على معظم أصبغة الديرمارين K، إذ نرفع درجة حرارة الحمام الصباغي حتى ٤٠ م ونضيف الملح حسب الجدول (٩٦) وننتظر ٢٠ دقيقة لنضيف الصباغ ولندور بعدها مدة ٤٠ دقيقة لتحقيق درجتي الهجرة والانتشار المطلوبين، ثم نضيف الصودا آش للبدء بمرحلة التثبيت ونستمر عندها ٣٠ دقيقة نرفع درجة الحرارة بعدها خلال ١٠ دقائق حتى ٦٠ م للوصول بتفاعلات التثبيت حتى حدودها العظمى، وننتظر مدة ٣٠-٤٥ دقيقة قبل إنهاء الحمام:



الجدول ٩٦

كميات الملح وكربونات الصوديوم بحسب نسب صباغ الديرمارين K من كلارينت							
٣,٠ <	٣,٠-٢,٥	٢,٥-٢,٠	٢,٠-١,٥	١,٥-١	١-٠,٥	٠,٥ >	نسبة الصباغ المئوية %
٨٠	٨٠	٧٠	٦٠	٥٠	٤٠	٢٠	ملح : غ/ل
٤	٣,٥	٣	٢,٥	٢	١,٥	١	صودا آش : غ/ل

٥-٦- طريقة الدرجة ٨٠ 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 ٥٠ م ونضيف الصباغ ثم نبدأ وبعد كل ٢٠ دقيقة بإضافة كميات ٦/٢، ٦/٣ من مزيج الصودا آش والملح وعلى الترتيب، وننتظر ٢٠ دقيقة لتحقيق معدلي الهجرة والانتشار المطلوبين ولنبدأ برفع درجة الحرارة خلال ٣٠ دقيقة حتى الدرجة ٨٠ م وننتظر ٤٠ دقيقة لإنهاء الحمام آخذين بعين الاعتبار تطبيق الجدول ٩٦ لتحديد كميات الملح والصودا آش على أساس الدورة أو الرأس.



ويمكننا تعديل طريقة الأصبغة الخضراء هذه إلى الشكل: نرفع درجة الحرارة ونثبتها عند الدرجة ٦٠ م ونرتب عملنا على الشكل والترتيب التالي المبينين في الجدول (٩٧):

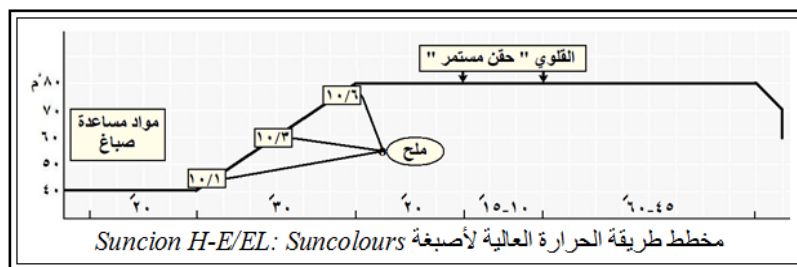
الجدول ٩٧

طريقة الحرارة ٨٠م لأصبغة الديرمارين : التركواز والأخضر				
رقم الدورة	الأول + الثاني	الثالث + الرابع	الخامس + السادس	السابع + الثامن
كمية الصباغ	٠,٥ + ٠,٥	-	-	-
مزيج الملح والصودا آش	-	١٢/١ + ١٢/١	٦/١ + ٦/١	٤/١ + ٤/١

نرفع بعدها درجة الحرارة حتى ٨٠م ونستمر عندها مدة ٣٠-٦٠ دقيقة حسب درجة عمق اللون، ومن الضروري التنبؤ هنا لإضافة الملح والصودا آش بشكليهما الجافين وليس المحلول منعاً لرفع حجم الحمام، في حين تتم جدولة الطريقة العادية " غير الخضراء " وفق الترتيب:

طريقة الحرارة ٨٠م لأصبغة الديرمارين : التركواز والأخضر			
رقم الدورة	الأول + الثاني	الثالث + الرابع + الخامس + السادس	السابع + الثامن + التاسع + العاشر
كمية الصباغ	$٢ \times (٢/١)$	-	-
الملح	-	$٤ \times (٤/١)$	-
الصودا آش	-	-	$(٤/١) \times ٤$

٦-٦- تطبيق أصبغة أحادي كلور تريازين بطريقة شركة سان كولور:

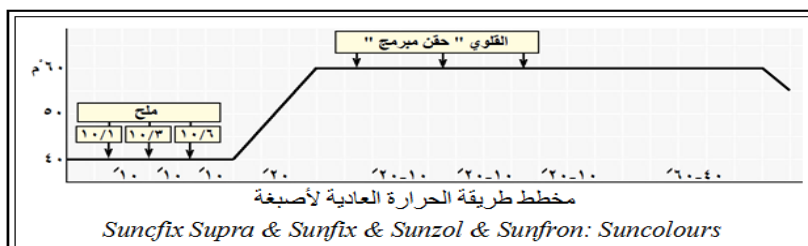


١. نضبط درجة الحرارة بين ٢٠-٣٠م.
  ٢. بعد ١٠ دقائق نبدأ بإدخال محلول الصباغ.
  ٣. بعد ٢٠ دقيقة نبدأ بإدخال ٠,١ كمية الملح المطلوبة ونبدأ برفع درجة الحرارة.
  ٤. بعد ١٥ دقيقة وبوصول درجة الحرارة حتى ٥٠م نضيف ٠,٣ من كمية الملح.
  ٥. بعد ١٥ دقيقة وبوصول درجة الحرارة حتى ٨٠-٨٥م نضيف باقي الملح.
  ٦. بعد ١٥ دقيقة نبدأ بإدخال نصف كمية الصودا آش.
  ٧. بعد ١٥ دقيقة نبدأ بإضافة النصف الباقي من كمية الصودا آش.
  ٨. نستمر عند الدرجة ٨٠-٨٥م زمناً يتناسب مع درجة عمق اللون المطلوبة فيما بين ٣٠-٧٥ دقيقة.
  ٩. ننهي الحمام بعد مقارنة اللون ونبدأ بعمليات الغسيل والتصيبين.
- وهكذا يتراوح كامل زمن العملية الصباغية فيما بين الساعتين إلى الثلاثة أرباع الساعة، أما كميات الملح والصودا آش فنجدتها في الجدول (٩٨):

الجدول ٩٨

كميات الملح وكربونات الصوديوم لأصبغة أحادي كلور التريازينيل بحسب سان كالر	نسبة الصباغ المثوية	٠,٥ >	١,٠-٠,٥	٢,٠-١,٠	٤,٠-٢,٠	٤ < %
ملح غلوير : غ/ل	٣٠	٤٥	٦٠	٧٠	٩٠	
صودا آش : غ/ل	١٠	١٥	١٥	٢٠	٢٠	

٧-٦- تطبيق أصبغة الفينيل سلفون V.S والاصبغة المتعددة الوظائف بحسب شركة سان كولور:



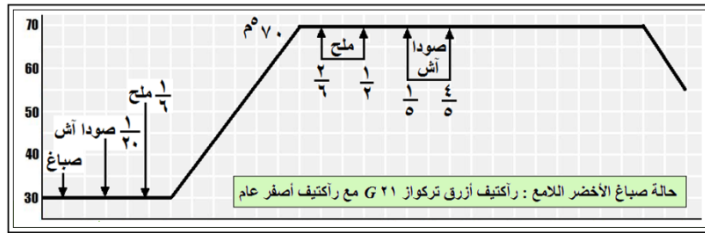
١. نضبط درجة الحرارة عند ٢٠-٣٠ م.
  ٢. بعد ١٠ دقائق نبدأ ضخ محلول الصباغ المصفى ثم الملح.
  ٣. بعد ٢٠ دقيقة نضيف نصف كمية الصودا آش.
  ٤. بعد ٥-١٠ دقائق نضيف النصف الباقي من كمية الصودا آش.
  ٥. بعد ٥-١٠ دقائق نبدأ برفع درجة الحرارة حتى ٦٠ م خلال ٢٠-٣٠ دقيقة.
  ٦. نستمر عند الدرجة ٦٠ م مدة ٣٠-٦٠ دقيقة حسب درجة عمق اللون المطلوب.
  ٧. ننهي الحمام بعد مقارنة اللون ونبدأ عمليات الغسيل والتصيبين.
- وهكذا يتراوح كامل زمن العملية فيما بين الساعة والنصف إلى الساعتين وعشرين دقيقة، أما كميات الملح والصودا آش فنجدها في الجدول (٩٩):

الجدول ٩٩

كميات الملح وكربونات الصوديوم لأصبغة فينيل سلفون بحسب صان كالر					
نسبة الصباغ المئوية	> ٠,٥	١,٠-٠,٥	٢,٠-١,٥	٤,٠-٢,٥	< ٤%
ملح غلوبر : غ/ل	٢٠	٣٥	٥٠	٦٠	٨٠
صودا آش : غ/ل	١٠	١٥	١٥	٢٠	٢٠

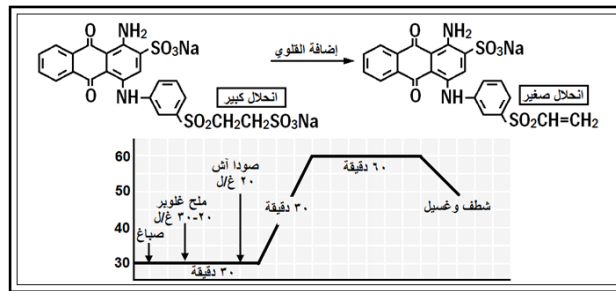
#### ٨-٦- حالات خاصة:

- ٦-٨-١- حالة اللون الأخضر اللامع: يتم تطبيق هذا اللون عادة من الصباغ الفعال الأزرق ٢١ مع صباغ فعال أصفر، لذا فإننا غالباً ما نواجه ضعفاً في تسوية هذا اللون بسبب:
  - الفرق الكبير بالوزن الجزيئي للصباغ الأصفر بالمقارنة مع كتلة صباغ الفثالوسيانين.
  - ألفة الصباغ الفعال الأزرق ٢١ العالية تجاه البضاعة بالمقارنة مع غيره من الأصبغة.
  - عدم تجانس المحلول الصباغي بشكل كافٍ بسبب تراجع الحالة الغروية للصباغ فيه.
 لذا 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 (٥٥):



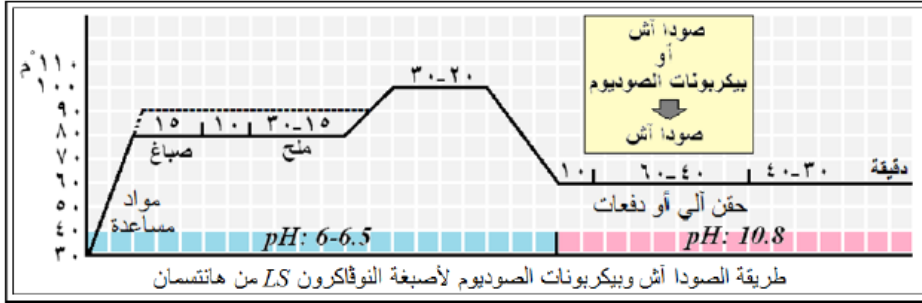
الشكل ٥٥

- ٦-٨-٢- حالة الصباغ الأزرق ١٩: نعاني عادةً من انخفاض انحلالية الصباغ الفعال الأزرق ١٩ بعد إضافة القلوي كما يبين الشكل (٥٦) 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 ٣٠ غ/ل مع الألوان الفاتحة أو الوسط.
  - التحكم بإضافة الملح على الشكل: ٣٠ غ/ل عند البدء وقبل إضافة القلوي، ومن ثم متابعة إضافة باقي الملح (٢٠ غ/ل) عند اقترابنا من النهاية.
  - التحقق من قابلية توليف الأصبغة قبل مزجها معه.



الشكل ٥٦: طريقة تطبيق الصباغ الفعال الأزرق ١٩

٦-٩- طريقة بيكربونات الصوديوم عالية التسوية: تُطبق هذه الطريقة لبطئها على البضائع الثقيلة أو الصعبة الحياكة والتخريق مثل غزول القطن الممرسز والمطلوب صباغتها بطريقة الشلة، غزول حرير الفيسكوز أو حرير النحاس النشادري، والغزول على شكل قالب الجبن Cheese أو الحرير المثبت، حرير الفيسكوز أو حرير النحاس النشادري. ويتم تطبيق هذه الطريقة كما هو واضح في الشكل (٥٧) بإضافة القلوي على دفعات لتبطيء سرعة التثبيت ما أمكن عند الدرجة ٦٠°م لمدة ١٠٠ دقيقة، ويكون مردود اللون الأعظمي لبعض الأصبغة عند حرارة ٤٠°م، ونبدأ العمل بحسب هانتسمان على الشكل:



الشكل ٥٧: طريقة البيكربونات لشركة هانتسمان

- نبدأ بإضافة المواد المساعدة مثل عوامل التحلية التسوية ونضبط درجة الحموضة عند  $pH \sim 6-6.5$ .
- نرفع الحرارة حتى ٨٠ - ٩٠°م ونبدأ بإضافة المحلول الصباغي المصفى على مدى ١٥ دقيقة وندور لمدة ١٠ دقائق.
- نبدأ بإضافة المحلول الملحي على مدى ٣٠ دقيقة.
- نرفع درجة الحرارة حتى ١٠٥°م لتعزيز معدلات الهجرة وبالتالي معدلات التسوية وندور لمدة ٣٠-٢٠ دقيقة بحسب طبيعة البضاعة الخام.
- نبرد بمعدل ٢ درجة/دقيقة حتى درجة حرارة التثبيت بحسب نوع الصباغ المطبق.
- ندور عند درجة حرارة التثبيت لمدة ١٠ دقائق حتى ضمان تمام التجانس الحراري.
- نبدأ بإضافة محلول بيكربونات الصوديوم لتتبعها بالصودا أش على مدى ٦٠-٤٠ دقيقة وصولاً حتى درجة حموضة  $pH \sim 10.8$ .

- نستمر عند درجة حرارة التثبيت لمدة تتناسب ودرجة عمق اللون أو نسبة الصباغ ورقم فعاليته.

٧- 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 ٨٠ وبوسط حمضي للأصبغة من نمط ثنائي سلفون.

يتم بناء حمام التصبين من ماء طري مع غاسل عضوي من نمط الحموض الكربوكسيلية أو البولي أكريلات أو البولي فوسفونات التي يمكنها حجز الجزيئات الصباغية المهدرلة ومنعها من إعادة الترسيب من جديد بعكس الغواسل العضوية المنظفة العادية، وقد وضعت شركة ICI نظام غسيل مجموعة بروسيون اكسل المتضمن:

- ثلاث حمامات شطف متتالية عند ٦٠°م مدة كل منها ١٠ دقائق.
- حمام غلي عند ٩٠-٩٥°م لمدة ٢٠ دقيقة وبوجود غاسل عضوي.
- حمام شطف لمدة ١٠ دقائق بدرجة حرارة ٦٠°م.
- حمام شطف لمدة ١٠ دقائق بدرجة حرارة ٥٠°م.
- حمام التطرية والإنهاء.

ويتعلق عدد حمامات البند الأول بدرجة عمق اللون، إذ قد يكفي حمام واحد، أما الغاسل العضوي والذي يجب أن يكون من النوع الذي أشرنا إليه فترتبط كميته بدرجة قساوة الماء كونه يُستنزَف كعامل تحلية لربط أي شاردة يحملها الماء أو الألياف السيليلوزية.

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

نضيف مركباً كلورياً مناسباً مثل ٣ غ/ل هيبوكلوريت الصوديوم بوسط قلوي pH:10-11 بإضافة هيدروكسيد الصوديوم ونستمر لمدة ساعة عند درجة حرارة ٢٥°م، ثم نطبق حمامات شطف وغسيل للتخلص من البواقي الكلورية باعتماد أحد عوامل الإزالة المبينة في الجدول (١٠٠):

الجدول ١٠٠

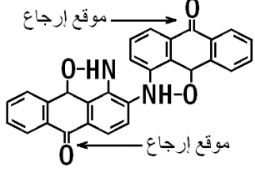
عوامل التخلص من البواقي الكلورية	
عامل الإزالة	الكمية اللازمة للقضاء على ما يعادل ١ غ/ل كلور فعال
ثيوكبريتات الصوديوم	$4 HOCl + S_2O_3^{2-} + H_2O \rightarrow 2 SO_4^{2-} + 6 H^{++} + 4 Cl^-$
	<b>4 HOCl = 2 × 35.5 g active chlorines = 158.1 g sodium thiosulphate</b>
	١ غ/ل كلور فعال = ٠,٥٥ غ/ل ثيوكبريتات الصوديوم
كبريتات الصوديوم الحامضية	$HOCl + HSO_3^- \rightarrow HSO_4^- + H^{++} + Cl^-$
	<b>1 HOCl = 1/2 × 35.5 g active chlorines = 104.06 sodium hydrogen sulphite</b>
	١ غ/ل كلور فعال = ٢,٩ غ/ل كبريتات الصوديوم الحامضية
ثنائي كبريتات الصوديوم " هيدروسلفيت الصوديوم "	$3 HOCl + S_2O_4^{2-} + H_2O \rightarrow 2 SO_4^{2-} + 5 H^{++} + 3 Cl^-$
	<b>3 HOCl = 1.5 × 35.5 g active chlorines = 158.1 sodium hydrogen sulphite</b>
	١ غ/ل كلور فعال = ١,٥ غ/ل هيدروسلفيت الصوديوم
الماء الأكسجيني	$HOCl + H_2O_2 \rightarrow Cl^- + H_2O + H^{++} + O_2$
	<b>1 HOCl = 35.5 g active chlorines = 34.02 hydrogen peroxide</b>
	١ غ/ل كلور فعال = ٠,٤٨ غ/ل ماء أكسجيني ١٠٠% = ٠,٨ غ/ل ماء أكسجيني ٥٠% = ١,٢١ غ/ل ماء أكسجيني ٣٥%



## صباغة الألياف السيليلوزية بأصبغة الأحواض

١- المقدمة: تتميز أصبغة الأحواض بعدم قابليتها للانحلال بالماء، وبالتالي عجزها عن عمليتي الهجرة أو الانتشار إلى أعماق الألياف السيليلوزية، ولكن يمكننا وإبراجاعها لشكل إينولي في حوض الصباغة أن نتمكن 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 لنحصل على مركبات الليكو الحلولة بالماء وفق الشكل ٣٧:

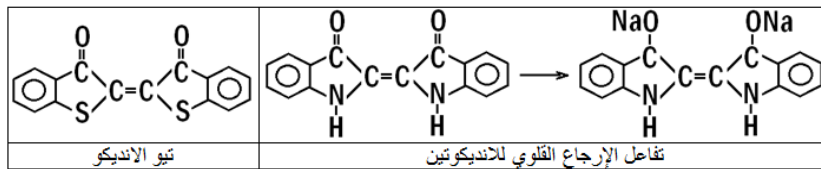
آلية ومبدأ عمل أصبغة الأحواض	
هيدرو سلفيت الصوديوم	ثنائي حمض التيتوني
$\text{Na-O-S-S-O-Na}$	$\text{H-O-S-S-O-H}$
$\text{S}_2\text{O}_4^{2-} + 4 \text{OH}^- \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3^{2-} + 2 \text{e}^- + \text{H}_2\text{O}; E_0 = -1.12 \text{ V}$	
$2 >\text{C}=\text{O} \xrightarrow[\text{هيدرو سلفيت الصوديوم}]{\text{إرجاع}} 2 \text{C-OH} \xrightarrow{2 \text{NaOH}} 2 >\text{C-ONa} + 2 \text{H}_2\text{O}$	
$2 \text{H}_2\text{O} + 2 >\text{C}=\text{O} \xrightarrow{\text{أكسدة}} \text{شكل تحول}$	
<p><b>Indanthrene Blue RS</b></p>  <p>لاحظ أنه يلزمنا إرجاع زمري كربونيل فقط من أصل أربعة</p>	

الشكل ٣٧: مبدأ عمل أصبغة الأحواض

٢- تصنيف أصبغة الأحواض: تُصنف أصبغة الأحواض في صنفين رئيسيين: مجموعة الانديكو ومجموعة الانتراكينون.

٢-١- مجموعة الانديكو: تقوم هذه المجموعة على مركب الانديكوتين كبنية أساسية أو كروموجين، والانديكوتين مركب غير ذواب يمكننا إرجاعه في الوسط القلوي تحويله لمركب حلول عالي الألفة تجاه الألياف السيليلوزية، وتتميز مجموعة الانديكو عموماً عن مجموعة الانتراكينون بكونها:

- تتطلب قلوية تشغيل أقل.
  - 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 الكبريت بدلاً عن زمرة -NH- كما في الشكل (٥٨) الأكثر ثباتاً من الانديكوتين وحتى عن الهيبوكلوريت نفسه:

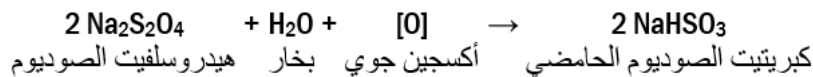


الشكل ٥٨

٢-٢- 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:

- ١- إيتيل أمين انتراكينون: وتعطي مجموعة ألوان الأصفر والبرتقالي والأحمر والبنفسجي.
- ٢- منتجات تكاثف مركبات الأمينو انتراكينون مع كلور السيانور: ويتدرج طيفها من الأصفر إلى البرتقالي والأحمر، وتتميز بثباتيات عالية على النور " ٧-٥ " وثباتيات جيدة على الغسيل والتبييض.

- ٣- انتر اكينون اكرادون: ويتم تحضيرها من تكاثف حمض أور تو البنزوثيوك مع الأمينو انتر اكينون، وقد تم تحسينها بإدخال الهالوجينات على بنيتها، وتتميز هذه المجموعة بثباتيتها الجيدة على النور.
- ٤- البنزانترون: وتحضر بإرجاع الانتر اكينون إلى الأنثرون الذي تتم مفاعله مع الغليسرين وحمض الكبريت، ومن ثم وبالإنصهار القلوي نحصل على الفيولانثرون أو ثنائي البنزانترون الجيد الثبات للنور والغسيل والكلور.
- ٥- الانثرون: أصبغة برتقالية اللون سهلة الإرجاع وقليلة الاستخدام ولها مشتقات ثنائية الهالوجين، ومن أهم أسباب ضعف استخدامها برغم ثباتيتها العالية على النور والغسيل تسببها بتحلل السيليلوز.
- ٦- البيرانترون والفلافنترون: تتميز أفراد هذه المجموعة عن بعضها البعض بمدى صعوبة أو سهولة إرجاعها، وتتميز بارتفاع درجة ثباتها على النور " ٥ - ٧ " والتي تزداد بازدياد هلجنتها.
- ٧- الانتراميد: وتتكون من نواتي انتر اكينون أو أكثر ترتبط ببعضها عبر مجموعات إيمين -NH-، ويتم تحضيرها بتكاثف ألفا أو بيتا أمينو انتر اكينون مع ألفا أو بيتا كلور الانتر اكينون لتعطي مجموعة ألوان الأحمر والبرتقالي والرمادي المتميزة بثباتيتها الجيدة على النور والغسيل والكلور والغلي القلوي، وتنفقر لزهاء اللون ما يجعل منها غالباً مواداً وسطية ليس إلا.
- ٨- أصبغة الانتر اكينون الحاوية على الكبريت: تتميز هذه المجموعة باحتوائها ذرة كبريت تمكننا من استخدامها بطريقة 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.
- ٣- مبادئ تطبيق أصبغة الأحواض: كما سبق وذكرنا فإن أصبغة الأحواض مركبات غير حلولة بالماء، ويمكننا إرجاعها بهيدروسلفيت الصوديوم في وسط قلوي تحويل الزمرة الكيتونية لزمرة هيدروكسيلية لا تلبث أن تتصبن بشارجية الصوديوم لتتحول لمركب حلول يمكنه الهجرة ومن ثم التغلغل والانتشار في عمق الألياف، وبأكسدته يعود مركباً غير حلول وحبيس البنية السيليلوزية مانحاً إياها لونه.
- ٣-١- تفكك هيدروسلفيت الصوديوم: يتأكسد هيدروسلفيت الصوديوم بالهواء ويتخرب معطياً كبريتيت الصوديوم الحمضي:



لذا ولعدم ثباتية كلٍ من الهيدروسلفيت والبيكبريتيت في الوسط الحمضي فإننا نلجأ لجعل الوسط قلوياً منعاً لتفككهما للكبريت الحر والمشتقات الكبريتية الأخرى. وطُرحت بسبب سرعة تأكسد الهيدروسلفيت مرجعات بديلة مثل مادة الرونجال أ :



٣-٢- تكوين وثباتية مركبات الليكو: يتشكل مركب الليكو عند إرجاع الزمر الكيتونية للصبغ بالهيدروسلفيت في الوسط القلوي، لذا ترتبط كمية الهيدروسلفيت اللازمة أساساً بعدد الزمر الكيتونية الداخلة في تركيب الصبغ، إضافةً لكمية أخرى بدل الفاقد الممكن تفاعله مع أكسجين الهواء الجوي، في حين ترتبط كمية هيدروكسيد الصوديوم بعدد الزمر الكيتونية فقط لانعدام تأثير أي عامل آخر إلا في حال وجود مركبات قابلة للتصبن في الحوض أو الألياف السيليلوزية، إذ تستلزم كل مجموعة كيتونية جزء قلوي واحد، وبذلك نرى أن لكل صبغ كميتي هيدروسلفيت وهيدروكسيد صوديوم محددتين علينا الأخذ بهما لضمان نتيجة عمل أفضل، وهذا ما يدفع بالشركات المنتجة للأصبغة عموماً بتصنيف أصبغتها للألوان المركبة بحيث تتقارب عناصرها في احتياجها لـ:

١- كميات: الهيدروسلفيت، هيدروكسيد الصوديوم، الملح.

٢- درجة الحرارة.

٣- العوامل المساعدة الأخرى كعوامل التسوية والتلحية ...

٣-٣- تأثير درجة الحرارة: لدرجة حرارة الحمام الصباغي أهمية كبيرة لأن ارتفاع درجات الحرارة عموماً يعزز امتصاص الأصبغة ومعدلات التسوية و ... لذا ينصح البعض بالبداية بعملية الصباغة بدرجات حرارة أعلى من المطلوبة 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.

٣-٤- تأثير عوامل التسوية: لمواد التسوية أهمية كبيرة في الحمام الصباغي لتحقيق عملية صباغة متجانسة، ويمكننا فهم دورها من خلال فهمنا لآلية العملية الصباغية، إذ تتم عملية انتقال الصباغ من المحلول للألياف عبر مرحلتين أساسيتين:

- هجرة الصباغ من المحلول حتى سطح الألياف .
- انتشار الجزيئات الصباغية باتجاه عمق الألياف.

فالأصبغة العالية معدلات الانتشار تستطيع تحقيق تسوية وتجانس ذاتي بعد بعض الوقت لحركتها المستمرة، في حين تحتاج الأصبغة 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، والفئة 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 ١٠-٢٠% 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 أننا قد حصلنا على مستوى التسوية المطلوب.

ج- عوامل التسوية غير المؤخرة: ويقوم مبدأ عملها على التفاعل مع الجزيئات الصباغية الضعيفة الانحلال بالماء لتشكيل جملة أكثر انحلالاً، وبالتالي أكثر 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.

٤- تقنيات تطبيق أصبغة الأحواض: وبناءً على فهمنا لآلية العملية الصباغية، وثباتيات الهيدروسلفيت فقد أمكن وضع ثلاث تقنيات صباغة مختلفة:

- طريقة الملح الصوديومي الذائب لمركبات الليكو.
- طريقة مركب الليكو الحمضي.
- طريقة البيغمنت.

كما تم تصنيف أصبغة الأحواض لخمس مجموعات بحسب الشروط الأمثل لتطبيقها: درجة الحرارة، نسبة الملح، نسبة القلوي أو الهيدروسلفيت...

٤-١- مجموعات أصبغة الأحواض التطبيقية:

- المجموعة الأولى: تحتاج لدرجات حرارة من ٢٠-٣٠ م، ولكميات بسيطة من الصود الكاوي، وإضافات ملح محدودة.

- المجموعة الثانية: تحتاج لدرجات حرارة من ٤٠-٥٠ م، ولكميات أعلى من الصود الكاوي دون الحاجة للملح.

- المجموعة الثالثة: تحتاج لدرجات حرارة ٦٠ م، ولكميات أعلى من الصود الكاوي ودون الحاجة للملح.

- المجموعة الرابعة: تحتاج لطرائق تحضير حمام خاصة إضافة لضرورة وجود بعض العوامل المبعثرة لمنع تجمعها على بعضها البعض، ولا نحتاج معها للملح إذ يستنفذ حمامها كاملاً بالدرجة ٥٠ م، ويتميز أفرادها عن بعضهم البعض بقدر احتياج كل منهم للصود الكاوي.

- المجموعة الخامسة: ومعظم أفرادها من الأصبغة السوداء التي تحتاج لدرجة حرارة ٨٠ م، وكميات كبيرة من الصود الكاوي دون الحاجة للملح.

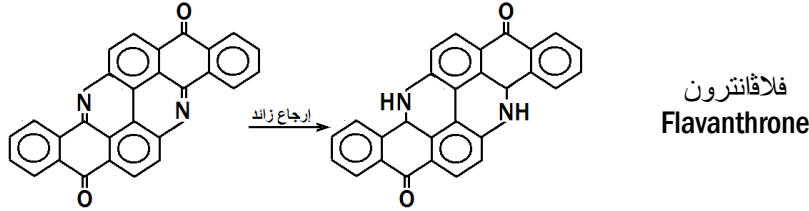
٤-٢- طريقة الملح الصوديومي الذائب لمركبات الليكو: تقوم هذه الطريقة على إضافة هيدروسلفيت الصوديوم مع هيدروكسيد الصوديوم للصباغ مباشرة بحيث تبدأ عملية امتصاص الأصبغة مع بدء عملية الصباغة نفسها، وعلينا الأخذ بالشروط المثلى لتطبيق العملية الصباغية استندراً كلاً لأخطاء قد تقع بها مثل:

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.

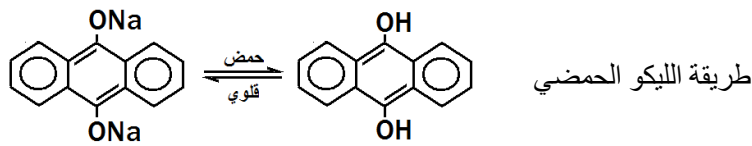
ب- ظاهرة التحلل الإرجاعية Over - reduction: يتأثر صباغ الاندانترين الأزرق RS مثلاً للإرجاع الزائد بفعل ارتفاع درجة الحرارة وزيادة الهيدروسلفيت ونقصان هيدروكسيد الصوديوم ويتجه ظله نحو الاحمرار كونه يحوي في حلقاته أزوتاً واحداً وأربعة مجموعات كربونيل لا نحتاج إلا لإرجاع اثنتين منها فقط.

ج- ظاهرة فقدان الهلجنة الإرجاعية Dehalogenation: إذ تُكون بعض الأصبغة بفعل شروط التشغيل القاسية مركبات ليكو غير ذوابة وبالتالي غير قادرة على الدخول في العملية الصباغية ما يُفقدنا بعضاً من الصباغ، وبالتالي تغير اتجاه اللون لدرجة تزيد أو تقل بقدر ابتعادنا عن الشروط المثالية للعمل.

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



٤-٣- طريقة الليكو الحمضي: تحضر الأصبغة بهذه الطريقة على شكل معلقات مبعثرة في الماء بطريقة إرجاع الصباغ بالهيدروسلفيت وهيدروكسيد الصوديوم، ومن ثم معادلة القلوي الزائد وفق المعادلة:



ويتميز المركب الناتج بسهولة ذوبانه بالوسط القلوي، ويكون الليكو الحمضي عادةً على شكل حبيبات صغيرة معلقة مع مواد مبعثرة وحافطة تحافظ على سلامة المعلق وتمنع تجمع حبيباته لوجود ملح منتشر يرفع عمر المعلقات لأسابيع. والليكو الحمضي ليست له قابلية للألياف السيليلوزية، ولكنه يتحول للملح الذواب بتأثير القلوي والمواد المرجعة بعد امتصاصه على الخامة، لذا يمكننا استخدامه بعد عمر الخامة به للوصول إلى درجة التسوية المطلوبة حيث تبدأ عمليات الإرجاع والأكسدة وصولاً لصباغة متجانسة.

٤-٤- طريقة البيغمنت: انتشرت هذه الطريقة بشكلٍ واسع وبخاصة في الطرائق المستمرة، إذ يتم توزيع الجزيئات الصباغية بحالتها الأصلية أولاً لنضمن تسويتها العظمى والممكن تحصيلها عندما يكون طحن الصباغ وتحضيره غروباً كما هو حال أصبغة Colloisol: BASF والتي تصل بأقطار حبيباتها حتى ٢-١٠ ميكرون، ثم نبدأ بإضافة العامل المرجع وهيدروكسيد الصوديوم لتبدأ العملية الإرجاعية بالمكان ولتتبعها العمليات التالية من الشطف والأكسدة بعد التحقق من الوصول لعمق واتجاه اللون.

٥- الأكسدة: تتأكسد معظم أصبغة الأحواض بمجرد عصرها وغسلها وتعريضها للهواء، في حين تحتاج بعض الأصبغة لشروط أكسدة أكثر قوة تضطرنا معها لاستخدام كيماويات كفوق الأكاسيد والهيبيكلوريت والبيكرومات... وقد تؤدي شروط الأكسدة القوية لظاهرة فوق الأكسدة التي تخفض من درجة زهاء اللون عند استخدام البيكرومات ما يوجب علينا التعامل مع مرحلة الأكسدة بحذر وبمؤكسدٍ مناسب.

٥- التصبين: تهدف عملية التصبين إلى التخلص من الصباغ الزائد على سطح الألياف والتي لم تتمكن من الاختراق خلال العملية الصباغية، وبالتالي فإنها تهدف لرفع الثباتات جميعها ولدرجة زهاء اللون بسبب تبلور جزيئات الأصبغة عبر عملية التسخين وبالتالي رفع درجة انعكاس الضوء الساقط عليها كما بينت أشعة X، وكلما ارتفعت درجة حمام التصبين قل الزمن اللازم لإنجاز عملية التبلور لذا فإننا نطبقها عند درجة حرارة الغليان وبوجود منظف بوسط قلوي من كربونات الصوديوم.

### تطبيق أصبغة الأحواض " السولانترين " بطريقة شركة ICI

سنعرض لمبادئ تطبيق أصبغة السولانترين لشركة ICI كمثال عملي لتطبيق أصبغة الأحواض:

١- مقدمة: تستخدم أصبغة السولانترين كأصبغة أحواض مع الألياف السيليلوزية أي القطن، الكتان، حرير الفييسكوز ومزائجهم، ونجدها عادةً على شكلين اثنين:

أ- مجموعة أصبغة السولانترين والكالدون السائلة: مجموعة ذات قدرات تبعثر عالية وتستوجب منا حمايتها من التجمد، تناسب تجهيزات الوزن الآلية وتقنيات البعثة السريعة للاستخدامات الفورية، كما تناسب آلات الصباغة ذات معدلات التدفق العالية لانخفاض رغوتها وإمكانية استخدامها بالطرائق المستمرة.

ب- مجموعة أصبغة السولانترين والكالدون الميكروية: مجموعة ذات قدرة تبعثر عالية بالماء بالتحريك العادي عند درجة حرارة ٤٠-٥٠°م أو بعجنها مع الماء الدافئ أو البارد قبل تمديدها، وتتميز عموماً بسهولة تداولها ووزنها مع تشكل أصغري للغبار أولاً، وثبات معلقها ما يؤهلها لأن تناسب طرائق صباغة البيغمنت بالطرائق المتقطعة أو المستمرة ثانياً.

٢- **تصنيف الأصبغة:** تصنف أصبغة السولانترين في ثلاث مجموعات بحسب شروط التطبيق التالية بطريقة الاستنزاف:

١. درجة الحرارة التي تحقق المردود الأعظمي.

٢. تراكيز أو كميات هيدروكسيد الصوديوم والهيدروسلفيت اللازمة.

٣. تأثير إضافة الملح على معدلات الاستنزاف.

أي أنه يمكننا جدولتها على الشكل المبين في الجدول (١٠١):

الجدول ١٠١

مجموعة أصبغة السولانترين Solanthrene: ICI				
الطريقة	إضافة الملح	درجة قلوية الحمام	درجة الحرارة المثوية العظمى	مجموعة الصباغ
١	لا يلزم	عالية	٧٥-٥٥	عالية الألفة
١ خاصة			٧٥-٦٠	اللون الأسود
٢	يُفضّل	متوسطة	٥٠	متوسطة الألفة
	يلزم		٣٠-٢٠	منخفضة الألفة

ولا توجد حدود فصل دقيقة بين معظم الأصبغة للحصول على المردود الأعظم لذا فإن الطريقة الأمثل عند العمل مع مجموعة مركبة من الأصبغة الأخذ بالطريقة الملائمة للمكون الأكبر منها.

ويتغير اللون بتغيير نسبة ماء الحمام لاختلاف كمو الإرجاع فيما بين الحالتين، أما تأثير الملح فإنه أقل أهمية بالنسبة لخواص التسوية عموماً إلا مع الألوان الغامقة.

٣- **مبادئ الصباغة:**

٣-١- عموماً: كما سبق وذكرنا فإن أصبغة الأحواض أصبغة غير ذوابة بالماء لذا لا بد لنا لاستنزافها من تحويلها لمركب ذواب عبر عملية إرجاعها بالهيدروسلفيت بوسط قلوي لنحصل على مركب الليكو ذي اللون المغاير للون الصباغ الحقيقي والذي لا يمكننا الوصول إليه إلا عبر عملية أكسدة، وترتبط قدرات الحمام الإرجاعية كثيراً بتهويته بدرجات الحرارة التي تزيد عن ٧٠-٩٠°م ما يضطرنا لإجراء اختبار بورق الأحواض الأصفر أثناء عملية الصباغة والذي يجب أن يعطينا لوناً أزرقاً ملكياً غامقاً خلال ١-٢ ثانية في عينة من محلول الحمام لا يلبث أن يتحول ببطء إلى اللون الأخضر الغامق، ومن الضروري الالتزام بنسب تركيب الوسط المرجع بحيث يضاف ١,٢ لتر محلول هيدروكسيد الصوديوم ٣٧ بوميه لكل ١ كغ هيدروسلفيت الصوديوم.

٣-٢- نوعية الماء: من أساسيات بناء الحمامات الصباغية استخدام الماء اليسر وإلا يتوجب علينا الاستعانة بعوامل التحلية الملائمة، ويتوجب علينا عند صباغة القطن الخام رفع نسبة عوامل التحلية المضافة بقصد تشكيل معقدات مع شوارد الكالسيوم والمغنسيوم التي تستنزف من هذه الغزول باتجاه ماء الحوض، كما يتوجب الانتباه إلى أن الماء وبخار الماء يستنزف بعض الشوارد المعدنية كشوارد الحديد من الأنابيب والتجهيزات التي نعمل من خلالها ما يوجب علينا التعامل مع أفضل التجهيزات أولاً وأخذ الحيطة باستخدام عوامل التحلية ثانياً.

٣-٣- تحضير الحوض: يستخدم لبعثرة ٢ جزء من أصبغة السولانترين الميكروية وبدرجة حرارة ٥٠-٦٠°م مائة جزء من الماء اليسر مع ٦,٢٥ جزء من محلول هيدروكسيد الصوديوم ٣٨ بوميه مع نثر وتحريك ٢,٥ جزء من الهيدروسلفيت، وتُحرّك بلطف لمدة ١٠ دقائق مع المحافظة على درجة الحرارة.

وعند حل لون مركب من مجموعة أصبغة فإننا نأخذ بطريقة المكون الأكبر نسبة تداركاً للوقوع بأخطاءٍ قد تقع بها مثل تفاعلات نزع الهالوجين، الحلمة، ترسب أو تبلور الأصبغة في طور محلول الليكو.

كما يُستحسن إضافة جزء أو أكثر من هيدروكسيد الصوديوم والهيدروسلفيت لحوض الصباغة كما تبين الجداول ٩٨، ٩٩، ١٠٠ تداركاً لأي فعل أكسدة قد يقع أثناء العمل، ويُستحسن تصفية مواد الحمام عبر منخل ناعم ضماناً لمحلول ليكو ممتاز.

٣-٤- طريقة البيغمنت الأولى: ونلجأ لهذه الطريقة على البارد أو الساخن عادةً عند احتمال حصول أخطاء بطريقة العمل أو المواد كماً ونوعاً وذلك بغية الوصول لمستويات التسوية العليا بضمان التبعثر الجيد لأصبغة السولانترين قبل إضافة ما يلزم من الهيدروسلفيت والصور الكاوي.

٣-٥- الكهرليتات: يستخدم ملح غلوبير أو ملح الطعام لرفع معدلات استنزاف المجموعة الثانية وبخاصة عند ارتفاع نسبة الحمام، ويستحسن العمل مع ملح غلوبير لاحتواء ملح الطعام بعض شوارد الكالسيوم والمغنسيوم...، وتتم إضافة دفعة الملح الأولى والتي قد تكون ٢٥ — ٣٠% من كامل كمية الملح بعد مرور ثلاثين دقيقة على الصباغ في مرحلة الليكو كونها تؤدي لارتفاع ملحوظ في رفع معدلات الاستنزاف.

٣-٦- العوامل المبللة: إن إضافة العوامل المبللة أهمية كبيرة جداً في تحقيق المستويات العليا من التسوية من خلال التشرب المنتظم للأصبغة على الخامة أولاً وعلى رفع معدلات الامتصاص ثانياً، وعلينا المحافظة على الحدود الدنيا من الرغوة تجنباً لحدوث الأكسدة السطحية ولتشكل الزبد، كما يتوجب علينا تجنب المبللات اللاشاردية كونها تؤدي لكبت أو تخميد أصبغة الأحواض.

٣-٧- عوامل التسوية: يستلزم العمل مع الأصبغة العالية الألفة كأصبغة المجموعة الأولى إضافة بعض عوامل التسوية التي تخفض من سرعة استنزاف الأصبغة في المراحل الأولى للعملية الصباغية دون أن تؤثر في النهاية على مردود العملية ككل.

#### ٤- عملية الأكسدة:

٤-١- المعالجة الأولية: تتم المعالجة الأولية بعد إنهاء الحمام الصباغي القلوي الحاوي على مركبات الإرجاع لنتبعه بحمام شطف للتخلص من الأصبغة والكيماويات الزائدة وغير المستنزفة، وغالباً ما يُعتبر حمام الشطف الأولي المرحلة الأولى لحمام الأكسدة.

٤-٢- كيماويات الأكسدة: غالباً ما يتم الاعتماد على المركبات الأوكسجينية لإجراء عملية الأكسدة، مثل بربورات أو فوق كربونات الصوديوم، الماء الأوكسجيني، ويرتبط اختيارنا للعامل المؤكسد بالتجهيزات والتوابع والكلفة، وترتبط كمية العامل المؤكسد اللازمة بـ:

١. درجة عمق اللون.

٢. فعالية أو مردود مرحلة الشطف.

٣. نسبة الباقي على القماش من الحمام الصباغي.

وتتبع أهمية المؤكسدات المذكورة من فعاليتها على أساس التراكيز في الجدول (١٠٢)، وتتم المعالجة بالكيماويات المؤكسدة عادةً لمدة ١٥ — ٢٠ دقيقة على آلات: الجيكر، الونش وغيرها، وحسب درجة الحرارة الواردة في الجدول السابق.

الجدول ١٠٢

تراكيز المؤكسدات اللازمة بحسب أصبغة السولانترين لشركة ICI								
الجيكر		الآلات الدوارة		الونش		غاسل مستمر		العامل المؤكسد
درجة مئوية	غ/ل أو مل/ل	درجة مئوية	غ/ل أو مل/ل	درجة مئوية	غ/ل أو مل/ل	درجة مئوية	غ/ل أو مل/ل	
٦٠-٥٠	٥-٣	٥٠	٣-٢	٥٠	١-٠,٥	٦٠-٥٠	٣-٢	%١٣٠ ماء أوكسجيني
	٢		٢-١			٢-١		
٦٠	٥-٣		٣-٢		١,٥-١	٧٠-٦٠	٥-٣	بربورات الصوديوم
٢٠	٢٠	٢٠	١٠					هيبوكلوريت الصوديوم

٥- التصبين: يتم إنهاء المعالجة بأصبغة الأحواض بإجراء حمام تصبين عند درجة حرارة الغليان لنزع بقايا الأصبغة من سطح القماش وبالتالي رفع درجة نقاء اللون والثباتيات عبر عمليات التبلور التي تجري بشروط درجة حرارة الغليان.

٦- صباغة الغزول: سنتكلم هنا عن صباغة الغزول بثلاث طرائق: طريقة الليكو، طريقة درجات الحرارة العالية، طريقة نصف البيغمنت.

٦-١- صباغة الغزول بطريقة الليكو: يتم تحضير وتخمير الحوض لمدة ١٠ دقائق ودرجة حرارة ٦٠-٥٠°م قبل إضافته للآلة، ويؤخذ بتراكيز الهيدروسلفيت وهيدروكسيد الصوديوم من جدول التراكيز، إذ يضاف للآلة أولاً العامل المبلل ومن ثم ترفع درجة الحرارة حتى الغليان لطرد الهواء من الحوض ونستمر على ذلك مدة ١٠ دقائق نتبعها بالتبريد حتى نصل لدرجة حرارة الحمام المطلوبة.

يُصَفَى محلول الليكو ويضاف للآلة على دفعتين أو أربع وعلى الاتجاهين: من الداخل للخارج ومن الخارج للداخل للآلات المزودة بهذا النظام، ومن الأفضل التحكم باتجاه تدفق السائل بحيث يبدل اتجاهه كل ٢-٣ دقائق لمدة ١٥ دقيقة يصبح بعدها التبديل كل ٤ دقائق لتتابع الصباغة لمدة ١٥-٦٠ دقيقة - حسب درجة عمق اللون — وبحيث تتم إضافة محلول الملح على دفعات: أولها بعد ٣٠ دقيقة من بدء زمن الصباغة وبحيث تعادل ٢٠ - ٢٥% من كامل كمية الملح، ونزيد هذه الكمية شيئاً فشيئاً حتى إنهاء الحمام.

٦-٢- صباغة الغزول عند درجات الحرارة العالية: تطبق هذه الطريقة التي تجري عند درجة حرارة ٨٠°م بقصد رفع درجة التسوية لحدودها العليا، ويُصَحَّح بها عند صباغة القطن الممرسز أو حرير الفيسكوز، وتتميز بعدم ضرورة تبريد الحمام عند انتهاء عملية الصباغة برغم أن بعضهم يُفضل التبريد حتى ٥٠°م حسب الطريقة رقم ٢ الخاصة بالألوان الغامقة على غزول القطن غير الممرسز للوصول لأعلى درجة عمق لون ممكنة.

وتتم إضافة ٢-٥ غ/ل نترتيت الصوديوم أو غلوكوز لحوض الصباغة عند العمل مع أصبغة حساسة لفوق الإرجاع وقبل وصول الحمام حتى الدرجة ٦٠°م، وأخيراً نشطف ونؤكسد.

٦-٣- صباغة الغزول بطريقة نصف البيغمنت: تلائم هذه الطريقة طرائق الصباغة الآلية خاصة حيث تتم جميع الإضافات على البارد وعند البدء، وتكمن ميزات هذه الطريقة في بطء معدلات إرجاع حوض الصباغة على البارد، وأيضاً بطء الاستنزاف الصباغي بما يفسح المجال لتجانس توزع الأصبغة على كامل الغزل وقبل أي استنزاف، ويمكننا توصيف هذه الطريقة عموماً بالخطوات:

١. نضيف كمية هيدروكسيد الصوديوم - الجدول ٩٨ - وندور الحمام لمدة ١٥-٢٠ دقيقة.
٢. نضيف الصباغ المبعثر جيداً بعد تصفيته ويدور.
٣. نضيف الملح بحسب الجدولين ٩٨، ٩٩ ويدور ثلاث دورات على الأقل.
٤. نتابع عملية الصباغة لمدة ٢٠ دقيقة.
٥. نبدأ برفع درجة الحرارة بمعدل ١ درجة / دقيقة.
٦. نتابع الصباغة لمدة ٢٠-٣٠ دقيقة حتى الوصول للاستنزاف والتسوية العاليتين.
٧. نشطف في النهاية ونؤكسد.

#### ملاحظات :

- تتم جميع الإضافات عبر المرحتين: من الداخل للخارج وبالعكس.
- ترفع درجة حرارة الحمام حتى ٧٥-٨٠°م أثناء المرحلة النهائية للصباغة لتحقيق أعلى درجتى تخريق وتسوية ممكنتين.
- تُرفع درجة حرارة الحوض حتى ٧٥ - ٨٠°م للألوان الغامقة - فوق ٣% - لتحقيق أعلى ثباتية احتكاك ممكنة.
- تتم إضافة نترتيت الصوديوم أو الغلوكوز بنسبة ٢ - ٣ غ/ل وبدرجة حرارة ٧٥ - ٨٠°م للأصبغة الحساسة لفوق الإرجاع.
- تضاف العوامل المؤخرة قبل إضافة الهيدروسلفيت.

وعلىنا إحكام عملية لف الغزول ليكون ضخ السائل من خلالها ضخاً نظامياً عند الدرجة ٢٠-٣٠°م ومن ثم ترفع درجة الحرارة حتى ٤٠-٤٥°م ليضاف محلول الهيدروسلفيت بنسبٍ صغيرة وخلال زمن ٣٠-٤٠ دقيقة — الزمن الأطول للألوان الفاتحة — عبر مضخة خاصة لمحلول الهيدروسلفيت يمكننا التحكم بغزارتها ومزجاً مع ١٠% من كامل كميات هيدروكسيد الصوديوم.

٦-٤- صباغة الغزول بطريقة البيغمنت عند درجات الحرارة العالية: تُستخدَم هذه الطريقة فقط مع الغزول الثقيلة التي يصعب تدفق السائل من خلالها بشروط درجات الحرارة المنخفضة، إذ تجري مرحلة الصباغة بالبيغمنت قبل إضافة القلوي عند الدرجة ٨٠°م لضمان الوصول لمعدلات التدفق العالية حيث ترتفع نسبة صباغ البيغمنت المستنزفة داخل الألياف وبصورة منتظمة بسبب ازدياد تبعثر البيغمنت عند درجات الحرارة العالية، وتتم السيطرة على كامل العملية من خلال التحكم بإضافة القلوي، ويمكننا توصيف هذه الطريقة بسلسلة الخطوات:

١. نرفع حرارة الحمام حتى ٦٠°م مع المحافظة على درجة تبعثر الأصبغة ثم حتى ٨٠°م بمعدل ٢°م/د.
٢. نبرد حتى ٦٠ - ٧٠°م.
٣. نضيف محلول هيدروكسيد الصوديوم اللازم.
٤. نضيف هيدروسلفيت الصوديوم.
٥. نتابع عملية الصباغة لمدة ٣٠ - ٤٠ دقيقة نتبعها بإضافة الملح.
٦. بعد الانتهاء نشطف ونؤكسد.



## ملاحظات:

- تستخدم هذه الطريقة بشكل خاص مع الألوان الفاتحة حتى الوسط.  
- قد نلجأ لتبريد الحمام حتى ٥٠م° ولمدة ١٥ دقيقة لرفع نسبة الاستنزاف وفق طريقة الصباغة ٢.  
- تتم إضافة نترت الصوديوم أو الغلوكوز بمعدل ٢ غ/ل مع الأصبغة الحساسة لفوق الإرجاع عندما تتم عملية الإرجاع خارج المجال ٧٠ - ٨٠م°.

٦-٥- الشطف والأكسدة: علينا التنبؤيه أولاً بوجوب إجراء جميع معالجات الشطف وفق الاتجاهين، ونحتاج عموماً لما يقارب ٢-٤ حمامات شطف لخفض درجة القلوية حتى 9-10 pH من أجل كيماويات الأكسدة.

وعلينا استخدام الماء اليسر في عمليات الشطف وتجنب الوصول لمحلل الليكو الحمضي عند انخفاض درجة القلوية عن ١٠ خوفاً من تشكل رواسب غير منحلة تخفض من ثباتية الغزل على الاحتكاك في نهاية العملية الصباغية، ويُستحسن إضافة بعض هيدروكسيد الصوديوم وهيدروسلفيت الصوديوم بمعدل ١ غ/ل في حمام الشطف الأول لتجنب ترسب البيغمنتات على سطح الغزل وخاصة مع الألوان الغامقة، وتضاف كيماويات الأكسدة حسب ما ورد في الفقرة ٤ ونصبن حسبما ورد في الفقرة ٥.

## ٧- الصباغة على الجيكر:

٧-١- الطريقة العامة والمبادئ: نبدأ بالأهمية مع خياطة الأثواب بانتظام وقوة، ويستحسن وضع قطعة قماش إضافية في بداية ونهاية البضاعة لنتمكن من حمام منتظم على كامل القماش الواجب تلقيه بطريقة لا تكسير أو تجعد معها، إضافة لضرورة أن تكون الحواشي منتظمة فوق بعضها البعض طوال فترة الحمام الصباغي منعاً لدخول الهواء على أحد أطراف القماش وبالتالي أكسدتها باكراً وتلونها بلون مختلف.

وعلينا قبل البدء بحمام الصباغة تحضير البضاعة بشكل جيد عبر عمليات الغسل والتبلييل وضبط نسبة الحمام ٤/١ للوصول لأقل درجة تباين في اللون على امتداد طول القماش، والتأكد من تمام التخلص من آثار شوارد الكالسيوم والمغنزيوم تداركاً لأي ترسب لمحلل الليكو.

ويطلب تحضير الحمام الأبيض درجة حرارة الصباغة مع هيدروكسيد الصوديوم والهيدروسلفيت حسب الجدول ١٠١ مع مبلل ومنظف، لذا ندور الجيكر بعد إضافة هذه المواد للوصول لتجانس توزع هذه المواد وإزالة بقايا الماء الأكسجيني ووصولاً لدرجة الحرارة المطلوبة لنبدأ بإضافة الصباغ المُرجَع على مدى دورتين أو أكثر حسب طول القماش.

ندور ٦-٨ دورات ولمدة ٤٥ - ٦٠ دقيقة بدرجة حرارة ثابتة ونتابع اختبار شروط العمل للتحقق من ثباتها باستمرار عبر ورق الأحواض الأصفر ونضيف ما يلزم من القلوي والهيدروسلفيت في حال نقصهما، وأخيراً نفرغ الحمام " دون توقف حركة الجيكر " ونشطف بالماء البارد دورتين إلى أربعة حسب درجة عمق اللون، ثم نشطف ونؤكسد.

٧-٢- طريقة البيغمنت الأولية: تلائم البضائع السمكية والتي تحتاج لمعدلات تخريق عالية يمكننا معها تشريبها الصباغ على شكل بيغمنت على البارد عبر عملية تحضير، ويمكننا توصيف الطريقة بعد غلي وتبييض القماش على الشكل:  
الدورة ١: نملأ الحمام حتى ٧٠% من الحجم النهائي المطلوب، ونضيف نصف الصباغ المبعثر جيداً ونرفع درجة الحرارة حتى ٨٠م° وندور حتى الرأس الآخر.

الدورة ٢: نضيف نصف الصباغ الآخر ونبعثره بالماء وندور عند ٨٠م° حتى الرأس الآخر.

الدورة ٣: نستكمل بالماء البارد حتى وصول درجة الحرارة حتى ٦٠م°، ونضيف ثلث كمية القلوي وثلثي الهيدروسلفيت وندور دورة واحدة.

الدورة ٤: نضيف باقي القلوي والهيدروسلفيت وندور عند الدرجة ٦٠م°.

الدورات ٥ - ٨: نتابع عملية الصباغة عند الدرجة ٦٠م° حسب درجة عمق اللون، وأي إضافة للملح يجب أن تتم وفق طريقة الصباغة ٢ للألوان الغامقة، وتتم إضافتها على دفعتين في الدورتين ٧ و٨.

الدورتان ٩ - ١٠: نشطف بالماء البارد " شطف جاري " قبل إضافة كيماويات الأكسدة ونتبعها بعملية تصبين.

٨- الصباغة على آلات الونش والأوفر فلو والجت: تتم الصباغة على هذه الآلات بطريقتي نصف البيغمنت والبيغمنت الساخنة.

٨-١- طريقة نصف البيغمنت: تلائم هذه الطريقة آلات الأوفر فلو، إذ ندور القماش عند أقل درجة حرارة ممكنة بعد بعثرة الصباغ مع هيدروكسيد الصوديوم وقبل إضافة الهيدروسلفيت اللازم للإرجاع، وتتم مراقبة معدلات الصباغة البطيئة أثناء الحمام البارد، ويمكننا توصيف هذه الطريقة على الشكل:

١- نبدأ الحمام عند الدرجة ٢٠م° بماء يسر يحوي عوامل تحلية وكربوكسي ميتيل سيليلوز بمعدل ٠,٢٥ - ٠,٣ غ/ل وندور لمدة ١٠ دقائق.

- ٢- نضيف كمية هيدروكسيد الصوديوم اللازمة والممددة بماء يسر، ويستحسن إضافة عوامل تسوية للألوان الفاتحة.
- ٣- نضيف الصباغ اللازم بعد بعثرته بالماء الدافئ وندور لمدة ١٠ دقائق.
- ٤- نضيف كمية الهيدروسلفيت اللازمة بعد حلها وندور لمدة ١٠ دقائق نتبعها برفع درجة الحرارة بمعدل ١ م°/د حتى نصل للدرجة ٧٠ م°.
- ٥- نتابع عملية الصباغة لمدة ٣٠ - ٤٠ دقيقة.
- ٦- نشطف ونؤكسد ونغلي.
- ٨-٢- طريقة البيغمنت الساخنة: تفضل هذه الطريقة عند الصباغة على آلة الجت حيث نحتاج لدرجة مرونة جيدة لتحقيق دوران أمثل، إذ يتم تدوير البضاعة عند درجة حرارة ٨٠ - ٨٥ م° ونضيف هيدروكسيد الصوديوم والصباغ المبعثر قبل إضافة الهيدروسلفيت، وتتميز هذه الطريقة بتسويتها العالية، ويمكننا توصيفها على الشكل:
  - ١- نبدأ الحمام عند ٤٠ م° مع الماء اليسر الحاوي ما يلزم من عوامل التحلية وندور ٥ دقائق.
  - ٢- نضيف القلوي اللازم المذاب بالماء اليسر ونضيف عوامل التسوية حسب اللزوم.
  - ٣- نضيف كمية الصباغ بعد بعثرتها بالماء الساخن وندور ١٠ دقائق.
  - ٤- نرفع درجة الحرارة حتى ٨٠ - ٨٥ م° وندور ١٥ دقيقة.
  - ٥- نبرد الحمام حتى ٧٠ م° " ٦٠ م° للأزرق الضاوي " ونضيف الهيدروسلفيت بعد حله بماء الحمام وندور ١٠ دقائق.
  - ٦- نتابع عملية الصباغة لمدة ٣٠ - ٤٠ دقيقة عند هذه الدرجة من الحرارة.
  - ٧- نشطف ونؤكسد ونصبين.

٨-٣- الأكسدة: يُستحسن إجراء عمليات الشطف على آلة الأوفرفلو بشرط المحافظة على الدوران المتواصل للبضاعة واستنزاف الحمام كاملاً وتدرجياً لمرتين أو ثلاثاً قبل إعادة ملئه بالماء اليسر ومراقبة نسب الهيدرو بورق الاختبار الأصفر وإضافة ٠,٥ غ/ل هيدروسلفيت لمنع الأكسدة السطحية المبكرة للألياف، وأخيراً نضيف كيماويات الأكسدة بعد ضبط درجة القلوية عند pH:10.

٩- تقنيات تحسين تسوية العملية الصباغية: تمتلك أصبغة الأحواض عندما تكون في مرحلة الليكو ألفة عالية نحو الألياف السيليلوزية، لذا فإن ثمة أساليب عدة متبعة لتحسين قدرتها على التسوية والتجانس، وأهمها:

١. استخدام تقنية البيغمنت.
  ٢. استخدام العوامل المؤخرة وعوامل التسوية والتحكم بدرجة الحرارة.
- فاستخدام تقنية البيغمنت طبقت كما رأينا على الغزول والجيكور بصورة جيدة وتم شرحها بالتفصيل. أما استخدام العوامل المؤخرة وعوامل التسوية فيهدف لخفض معدلات امتصاص الأصبغة بدايةً لتحسين هجرتها، وتستخدم هذه العوامل بتركيز تزداد بانخفاض تراكيز الصباغ وتنخفض بارتفاعها حتى أننا لا نحتاجها مع الغوامق بسبب لمفعول لخواص التسوية الأساسية العالية للأصبغة في مثل درجات عمق اللون هذه. وتعزز الحرارة هجرة وتخريق الصباغ عند ٨٠-٨٥ م°، ونلجأ لدرجات الحرارة المنخفضة عند الأخذ بطريقة نصف البيغمنت حيث تتخذ الأصبغة شكل الليكو ببطء لتستنزف داخل الألياف السيليلوزية، في حين نلاحظ أنه وبمحاليل الليكو العالية التركيز بعض المشاكل الناجمة عن ضعف انحلال محلول الليكو، ويتبلوره في حمام الإرجاع البارد ما يجعلنا نفضل الصباغة على البارد بطريقة خزان أصبغة الأحواض.

١٠- تعرية أصبغة الأحواض: يمكننا تعرية أصبغة الأحواض جزئياً بحيث تصبح ألواناً فاتحة يمكننا إعادة صباغتها بوجود عوامل تسوية ملائمة، ويتألف حمام الإرجاع الأبيض من هيدروكسيد الصوديوم مع هيدروسلفيت الصوديوم أو بولي فينيل البيريليدون بتركيز ١-٢ غ/ل، ويستحسن تعرية الأصبغة بشكل كامل من الحمام الأول منعاً لترسب الأصبغة على البضاعة.

١١- تراكيز العوامل المرجعة: تبين الجداول التالية كميات هيدروكسيد الصوديوم والهيدروسلفيت والملح التي تستلزمها مختلف العمليات الصباغية، وعندما نعمل بطريقة خزان الأحواض فإننا نضيف عوامل الإرجاع قبل الصباغ، ويتم طرح كمية ما يضاف للحوض من الكمية الكلية الواردة في الجداول التالية.

١١-١- خزان الأحواض: ويتم بنائه على النحو المبين في الجدول (١٠٣):

الجدول ١٠٣

بناء خزان أحواض أصبغة السولانترين					
المادة	أصبغة سولانترين ميكروية أو ما يعادلها	وتتم بعثرتها	ماء	هيدروكسيد الصوديوم ٣٦ بوميه	هيدروسلفيت الصوديوم
جزء	١	مع	٥٠	٣,١٥	١,٢٥
ويترك الحوض عند درجة حرارة ٥٠ م° لمدة ١٠-١٥ دقيقة					

١١-٢- الصباغة على الجيكر: تم وضع أرقام الجدول (١٠٤) بدراسات نظرية تعمدت الأخذ بأرقام أكبر تداركاً لأي عملية أكسدة قد تتم على الجيكر أثناء الصباغة وخاصة في أول دورتين.

الجدول ١٠٤

كميات الحمام الإجمالية على الجيكر لأصبغة السولانترين										
١٠		٧		٥		٣		١		نسبة الصباغ الميكروي: %
٥/١	٣/١	٥/١	٣/١	٥/١	٣/١	٥/١	٣/١	٥/١	٣/١	نسبة الحمام للألياف
٦٠	٧٠	٥٠	٦٠	٤٢	٥٠	٣٥	٤٠	٢٥	٣٠	هيدروكسيد الصوديوم الطريقة ١
-	-	٤٠	٤٨	٣٢	٣٨	٢٢	٢٦	١٥	٢٠	٣٦ بومييه الطريقة ٢
٩٠	٣٥	٢٥	٣٠	٢٠	٢٥	١٥	١٨	١٠	١٢	هيدرو سلفيت الصوديوم: غ/ل
-	-	٢٠	٢٠	١٦	١٦	١٢	١٢	١٠	١٠	ملح طعام أو غلوبر: غ/ل

١١-٣- صباغة الغزول والصباغة على الجت: طُرِحَت الأرقام هنا على أساس نسبة حمام ١٠/١، لذا يتوجب علينا استدرارك هذه النسب برفعها عند انخفاض نسبة الحمام وخفضها عند ارتفاع نسبته، بالإضافة لاستدرارك بعض العوامل الأخرى كالتهووية، ونرى هذه الأرقام في الجدول (١٠٥):

الجدول ١٠٥

كميات الحمام الإجمالية على الجت لأصبغة السولانترين										
١٠		٧		٥		٣		١		نسبة الصباغ الميكروي: %
٤٠	٣٥	٣٠	٢٣	١٧	الطريقة ١	هيدروكسيد الصوديوم				
-	٢٠	١٧	٢٤	١٠	الطريقة ٢	٣٦ بومييه				
١٢	٩	٧	٥,٥	٤	هيدرو سلفيت الصوديوم: غ/ل					
-	٢٣	١٨	١٣	٨	ملح طعام أو غلوبر: غ/ل					

١١-٤- الصباغة على الونش: ونجد ما يخصه من أرقام في الجدول (١٠٦):

الجدول ١٠٦

كميات الحمام الإجمالية على الجيكر لأصبغة السولانترين										
%١٠		%٧		%٥		%٣		%١		نسبة الصباغ الميكروي
٣٠/١	٢٠/١	٣٠/١	٢٠/١	٣٠/١	٢٠/١	٣٠/١	٢٠/١	٣٠/١	٢٠/١	نسبة الحمام للألياف
٢٢	٣٠	١٨	٢٥	١٥	٢٠	١٣	١٨	١٠	١٧	هيدروكسيد الصوديوم الطريقة ١
-	-	١٣	١٦	١٠	١٣	٧,٥	١٠	٦	٧,٥	٣٦ بومييه الطريقة ٢
١٠	١٢	٩	١٠	٨	٩	٧	٨	٦	٦	هيدرو سلفيت: غ/ل
-	-	٢٠	٢٠	١٦	١٦	١٢	١٢	١٠	١٠	ملح طعام أو غلوبر: غ/ل

## صباغة الألياف الصوفية بالأصبغة الحمضية

١- مقدمة: يُصبغ الصوف بعدة أنواع من الأصبغة: الحمضية، المعدنية المعقدة، وأصبغة فعالة يتم تطبيقها بوساطة حمضي مثل البروسيلان، وسنعرض هنا للأصبغة الحمضية بشكل خاص.

٢- الأصبغة الحمضية: يطلق على الأصبغة الحمضية هذا الاسم لسببين: أولهما أن أنواعها الأولى كانت تُطبق من حمام حمضي معدني أو عضوي، وثانيهما أن معظمها أملاح صوديومية لحمض عضوي ترتبط شارسته السلفونية أو الكربوكسيلية بزمرة الأمينية، وكان لا بد من تحضير الصباغ على شكل ملح صوديومي لحمض السلفون أو الكربوكسيل لقابلية الحمض الحر العالية على امتصاص الرطوبة ما يؤدي لمشاكل كبيرة عند عمليات الخزن أولاً وصعوبة عزل الحمض الحر نفسه ثانياً.

١-٢- تصنيف الأصبغة الحمضية حسب البنية الكيماوية: تتوزع الأصبغة الحمضية بحسب بنيتها الكيماوية على سبع مجموعات، وهي مشتقات: ثلاثي فينيل الميثان، الأزو وثنائي الأزو، النثرو، الأزو بيرازولون، الانتراكينون، الفثالوسيانين، الإكسانتين.

٢-٢- تصنيف الأصبغة الحمضية بحسب التطبيق: تتوزع الأصبغة الحمضية بحسب شروط تطبيقها لثلاث مجموعات:

١-٣-٢- المجموعة الأولى: تتميز بضعف ألفتها تجاه الصوف ما يستوجب تطبيقها من درجة حموضة 2-3: pH وبالتالي لاستخدام حمض قوي كحمض الكبريت ليصير استنزافها أعظماً، ويطلق عليها اسم الأصبغة الحمضية المعلقة بسبب الحالة التي يتواجد فيها الصباغ في المحلول، وبسبب سهولة هجرتها من مكان لآخر والذي يرفع من تسويتها، وتتمتع هذه المجموعة ببنائية جيدة للضوء وضعيفة على الغسيل.

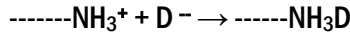
٢-٣-٢- المجموعة الثانية: وتتميز بألفة عالية جداً تجاه الصوف يستحسن معها الصباغة من حمام حمضي ضعيف 2,6-5,2: pH، ولا حاجة لاستخدام ملح غلوب معهما كونه يعزز الاستنزاف هنا بدلاً من إعاقته، وتتميز هذه المجموعة ببنائية جيدة على الغسيل ويعيبها تسويتها الضعيفة وميلها لتشكيل محلول غروي أكثر منه معلقاً.

٢-٣-٣- المجموعة الثالثة: وتتميز بألفة كبيرة تستوجب تطبيقها من حمام معتدل، ويكون محلولها غروباً معلقاً في درجات حرارة منخفضة، ومع ارتفاع درجة الحرارة تصبح أقرب للمعلقة، وتعتبر تسوية هذه المجموعة ضعيفة جداً، لذا فإن تطبيقها يحتاج لقدر كبير من الدقة، وتستخدم هذه الأصبغة مع الأقمشة الواجب تليدها كونها جيدة الثباتية للضوء والغسيل.

### ٣- العوامل المؤثرة على الحمام الصباغي:

١-٣- تأثير الحمض: خضع تفسير آلية عمل الحمض وتأثيره على العملية الصباغية لدراسات كثيرة لم يُدسَم أي منها بصورة مطلقة، ومن أهمها:

إن آلية العملية الصباغية للذئج البروتينية بالأصبغة الحمضية تقوم على تشكيل أملاح مع الزمر الأمينية، إذ يحوي الصوف زمراً كربوكسيلية حمضية وزمر أمين أساسية، وبالتالي فإنه مادة مذبذبة، وتجذب المجموعة  $NH_3^+$  الموجودة بالصوف شاردة الصباغ السالبة وفق التفاعل:



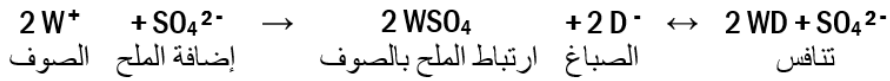
ارتباط زمر أمين الصوف بشاردة الصباغ الحمضية

وتفسير آخر على أن الحمض يحرر الصباغ من شكله الملحي لشكله الحمضي الحر، ونُقَصَ هذا التفسير بأن الحاجة للحمض المضاف أكبر من الحاجة لتحرير الجزيئات الصباغية.

وتفسير لهاردت وهارويس يقول أن كل غرام صوف يحتاج لـ ٠,٨ - ٠,٨٥ ميلي مول حمض، وهذا ما ينطبق على أصبغة زمرة السلفون الواحدة أما الزمري سلفون فإن امتصاص الصباغ ينخفض إلى النصف.

وتفسير أخير لألبيد يقوم على أن الحمض يعطي بتشرده شارجه تتجه باتجاه الزمرة الكربوكسيلية السالبة وشارسبة تتجه نحو الزمرة الأمينية الموجبة، وبإضافة الصباغ ومع الزمن يتم استبدال شارسبة الحمض بشارسبة الصباغ، وهو تفسير معقول جداً في حالة المجموعتين الأولى والثانية، في حين يقوم ارتباط المجموعة الثالثة التي يتم تطبيقها من حمام معتدل على جملة من القوى الفيزيائية مثل الروابط الهيدروجينية وروابط فاندر فالس إضافة للقوى اللاقطبية.

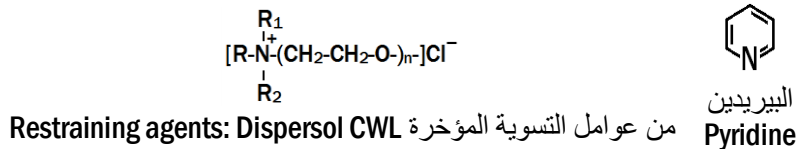
٣-٢- تأثير الكهرليت: استخدم ملح غلوبر مع الأصبغة الحمضية كعامل تسوية كونه يملك فعلاً معيقاً بدرجات الحموضة العالية، وقد وجد أن لكل صباغ قيمة pH حرجة يسلك الملح فوقها سلوكاً معاكساً إذ يعزز الاستنزاف بدلاً من أن يعيقه، وهكذا يُعتبر ملح غلوبر تسوية للمجموعة الأولى والثانية، ومعزز استنزاف مع المجموعة الثالثة، فإن اعتبرنا أن المراكز الفعالة الموجبة في الصوف هي  $W^+$  وأضفنا ملح غلوبر فإن المراكز الفعالة سترتبط بشارسبة الكبريتات، ويدخل الصباغ في تنافس مع شارسبة الكبريتات لإزاحتها والارتباط بدلاً عنها:



وللتأكد من ذلك نأخذ قطعتي صوف مصبوغتين: أولهما من المجموعة الحمضية الأولى، وثانيهما من المجموعة الثالثة التي تحتاج وسطاً معتدلاً أو ضعيف القلوية، وبغلي القطعتين بمحلول ملح غلوبر نجد أن الأولى دخلت حالة تنافس بين شارسبة الكبريتات وشارسبة الصباغ المرتبط نجم عنها تلون حمام الغلي، أما حمام الثانية فلن يتلون لأن وجود شارسبة الكبريتات سيعزز ارتباط الشارسبة الصباغية.

٣-٣- تأثير درجة الحرارة: يبدأ امتزاز الصباغ من المحلول الصباغي عند الدرجة ٣٩°م ويزداد بازديدها، ولكل صباغ درجة حرارة امتزاز أعظمي، أما أصبغة المجموعة الثالثة الحمضية الثابتة فلا يمكن تطبيقها دون درجة حرارة ٦٠°م، وتكون درجة الحرارة الحرجة لمعظم أفرادها بحدود ٧٠°م، وهذا ما يستوجب رفع درجات الحرارة عنها بعناية وحذر تداركاً لاستنزاف سريع تتخفف معه معدلات التسوية.

٣-٤- تأثير العوامل المساعدة: علاوةً عن تأثيرات الحمض وملح غلوبر كعاملين يمكننا من خلال التحكم بهما رفع معدلات التسوية فإن ثمة إضافات تعزز مواصفات العملية الصباغية، فاستخدم بادئ ذي بدء البيريدين الذي يعمل كمذيب جيد للأصبغة الحمضية وبالتالي يمنع من تجمعها على بعضها البعض معززاً بذلك عملية التسوية في الوقت الذي يجعل فيه من الطور المائي أكثر شغفاً للصباغ، وتقوم آلية عمل البيريدين على قلوبته التي تسمح له بالاتحاد مع الجزيء الصباغي بشكله الحمضي الحر، ولا يلبث أن يحررها عند الاقتراب من درجة حرارة الغليان بفعل الحلمة لينتهي الأمر بتطاير البيريدين، ثم استبدل البيريدين بمواد فعالة سطحياً مثل الزيوت المسلفنة واسترات حمض الكبريت لسلسلة برفينية طويلة، فعلاوةً عن الدور المبعثر لهذه المركبات نجد مفعولها الهام في المساعدة وكعاملٍ مبلل على رفع مستويات التشريب الصباغية، ثم ظهرت مجموعة العوامل الفعالة سطحياً اللاشاردية التي يمكنها خفض التوتر السطحي وبالتالي تساعد على اختراق الماء للألياف وحمل الصباغ إلى داخل الألياف. وأخيراً ظهرت طائفة عوامل التسوية المؤخرة أو الكابحة Restraining agent ذات المركزين الشارديين: موجب وآخر سالب ولها البنية:



إذ ترتبط ذرة الأزوت الموجبة بتشكيلها معقداً مع شوارد الصباغ السالبة بدرجات الحرارة المنخفضة وطور رفع الحرارة، بينما تحافظ سلسلة متعدد أكسيد الايثيلين غير المتشردة على بقاء جزيء الصباغ المرتبط معها بحالة منحلّة في المحلول، ويبدأ المعقد بالتفكك مع ارتفاع درجة الحرارة وتحرر الجزيئات الصباغية بصورة تدريجية ما يرفع من درجة تسوية العملية الصباغية، ونرى في الجدول (١٠٧) بعض أنواع التسوية لبعض الشركات والخاصة بالأصبغة الحمضية للصوف والنايلون.

الجدول ١٠٧

بعض عوامل التسوية الخاصة بأصبغة الصوف والنايلون				
المادة	الشركة	الفعالية	الشحنة	التركيب الكيميائي
بيرغين EU	Dr: PETRY	تسوية للصوف بالأصبغة الحمضية والنايلون بالأصبغة الحمضية والمعدنية المعقدة	N	ألكيل أمين إيتوكسيلات مع بولي غليكول إيتير
بيرغين MKL		تسوية للصوف بالأصبغة المعدنية المعقدة ٢:١	A	سلفات أميد إيتير
بيرغين TAM		تسوية للصوف بالأصبغة الفعالة والحمضية والبولي أميد بالأصبغة الحمضية	N	ألكيل أمين بولي غليكول إيتير
كيريولان FMK	CHT	تسوية للصوف والبولي أميد: للصوف بالأصبغة الحمضية والأصبغة المعدنية المعقدة ٢:١ و ١:١	A	مشتقات بولي غليكول إيتير
سيتافين WO	Z&S	عامل تسوية لصباغة الصوف بالأصبغة الفعالة والمعدنية المعقدة ١:١ و ٢:١	N	ألكيل أمين إيتوكسيلات

ألبغال B	Ciba	تسوية للصوف والبولي أميد بالأصبغة الحمضية والأصبغة الحمضية والكرومية والمعدنية المعقدة ١:١	A	مشتقات إيتوكسيلات حموض دسمة أمينية
جينوكول MK	Dr.Bohme	تسوية للصوف والبولي أميد بالأصبغة الحمضية والمعدنية المعقدة المسلفنة والمعدنية المعقدة	N	بولي إيتوكسي ألكيل أمين

٤- **التجهيز الأولي:** سبق أن عرضنا للألياف الصوفية عرضاً وافياً، ولكن كيف يتم تحضير الخامات الصوفية للصبغة؟ إذ يتميز الصوف بثبات لونه الطبيعي وارتفاع نسبة شوائبه والتي قد تصل حتى ٥٠ - ٦٠% من وزنه، إذا فإننا نعمل لغسله دون قصره، ويُصنغ على أساس لونه الخام مستحسنين الألوان الغامقة غالباً.

وتبدأ عملية التحضير بالفرز يدوياً حسب طول ودقة الشعيرات وصفها ولونها وتستنزم قدراً عالياً من الخبرة، ويرافقها عملية تنظيف جاف بالمزج والشطف تبدأ بعدها عمليات الغسيل وفق الخطوات:

٤-١- مرحلة الغسيل المائي: ونتخلص من خلالها من الأوساخ الحلولة بالماء كالعرق وبعض الإفرازات الجلدية والتي تصل نسبتها حتى ٢٨% من وزن الصوف.

٤-٢- مرحلة الغسيل بالمنظف: وتعالج خلالها الشوائب غير الحلولة بالماء مثل الشحوم التي تصل نسبتها حتى ١٢%، لذا فإنها تعالج بمحلول صابوني أو بتراكيز منخفضة لكاربونات الصوديوم لاستحلاب وتصيبين هذه الشحوم، كما يزول قسم كبير من الأتربة والأوساخ لوجود الصابون.

٤-٣- مرحلة المعالجة الحمضية: ويتم فيها التخلص من الأعشاب العالقة بتفحيمها بحمض الكبريت أو كلور الماء نتبعها بعملية عصر فتجفيف بدرجة حرارة منخفضة ثم حرارة ٤٠-٨٠°م فيتحول السليلوز لمسحوق الهيدروسيليلوز السهل الإزالة نتبعها بتعديل بهيدروكسيد النشادر الممددة التماسك بحيث يتعدل كامل الحمض، وتوصي شركة كلارنيت في عملية الغلي لتطبيق أصبغة اللانازين S المعدنية المعقدة على الشكل:

حمام الغلي لتطبيق أصبغة اللانازين المعدنية المعقدة S من كلارينت			
المادة	مل/ل	الفعالية	شروط الحمام
ساندوزين السائل NIT	١	منظف	٢٠-٣٠ دقيقة / ٤٠-٥٠°م
هيدروكسيد النشادر ٢٥% حتى pH: 8.5	٢	قلوي	

## ٥ - بناء الحمام الصباغي:

٥-١- الطريقة العامة للأصبغة الحمضية: تجري عملية صبغة الصوف بدرجات حموضة مختلفة بحسب درجة عمق اللون: إذ يستحسن العمل مع الألوان الفاتحة عند pH: 6-7 والوسط pH: 5-6 والغامقة pH: 4-5، وعند العمل بمحاليل موقية تصل لدرجة استنزاف تقارب ٩٠ - ٩٥% باعتماد مزيج حمض الخل مع خلات الصوديوم حسب الجدول (١٠٨). ونبدأ الحمام الصباغي بإضافة الحمض والتسوية وضبط درجة الحرارة عند ٤٠°م ننتظر بعدها ١٠ دقائق لنضيف محلول الصباغ المصفى ونتبعها بعد ١٠ دقائق بالبدا برفع درجة الحرارة بمعدل ١-٥، ١ درجة/دقيقة حتى درجة حرارة ١٠٠°م التي نستمر عندها ٣٠-٦٠ دقيقة حسب درجة عمق اللون، ويمكننا برفع درجة الحرارة حتى ١٠٥°م اختصار الوقت حتى ٢٠ - ٤٠ دقيقة، نبرد بعدها حتى ٦٠°م لإنهاء الحمام.

الجدول ١٠٨

تركيب المحاليل الموقية عن SUPROSS				
درجة الحموضة pH:				
٧-٦	٥,٥	٥	٤,٥	٤
٣+٠,٢	٢+٠,٣	١+٠,٤	٠,٥+٠,٥	/ +١
حمض الخل ٨٠% + خلات الصوديوم : غ/ل				

٥-٢- صبغة الصوف بالأصبغة المعدنية المعقدة " طريقة اللانازين ": أصبغة اللانازين S أصبغة معدنية معقدة من نمط ٢:١ لشركة كلارينت، وتتمتع بقدرات تلوين عالية وثباتيات متميزة.

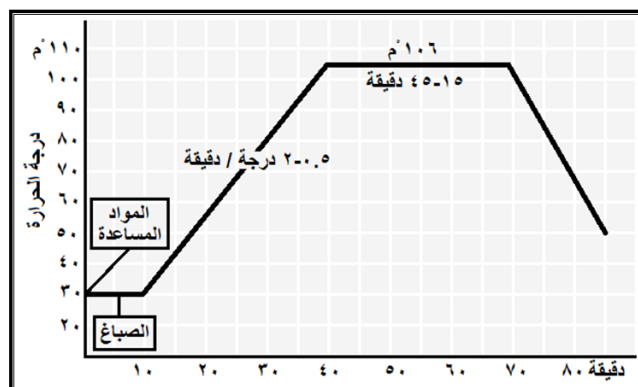
٥-٢-١- إذابة الصباغ: تعجن بودرة الصباغ مع بعض الماء الطري وتتبعه بماء مغلي دون الإطالة بزمن هذه العملية، ويستحسن برغم ثباتية هذه الأصبغة تجاه القساوة إضافة بعض عوامل التحلية لتشكيل معقدات لا عضوية مع الشوارد المعدنية في الماء تجنباً لأي مشكلة.

٥-٢-٢- بناء الحمام: يُستحسن تطبيق هذه الأصبغة من حمام معتدل أو ضعيف الحموضة حيث تكون pH: 5-7، والقيمة المثالية هي pH: 6,3-6,8 حسب درجة عمق اللون، وقد نضطر لإضافة بعض حمض الخل لإتمام استنزاف الحمام، ومن المناسب إضافة بعض عوامل التسوية التي تحسن من توزع الصباغ أو ترفع معدلات الهجرة وتمنع من ترسب الأصبغة أو أنها تلعب دور عامل الإعاقة، ويبني الحمام عادةً وفق الجدول (١٠٩):

الجدول ١٠٩

بناء حمام أصبغة اللانازين S			
المادة	صبغ	كبريتات النشادر	عامل تسوية: ليوجين SMK or SU
الكمية	ما يلزم	١-٣ مل	؟ غ/ل
			حمض خل حتى : pH: 6.3-6.8

نبدأ الصباغة كما في الشكل (٥٩) عند ٢٠ - ٤٠°م ونرفع الحرارة حتى الغليان بمعدل ٠,٥-٢ درجة / دقيقة ونبقى عندها لمدة ١٥-٤٥ دقيقة حسب درجة عمق اللون، نبرد بعدها ونشطف، ويستحسن التبريد عند أي تعديل حتى ٦٠ - ٨٠°م أولاً.



الشكل ٥٩: صباغة الصوف

ومن المناسب أن نذكر هنا بأن التقنيات الحديثة المطبقة على منتجات مسلفنة لا تسمح بتجاوز درجة الحرارة عن ٨٥°م لانخفاض مردودها بشكل ملحوظ عند ٩٥°م.



## البحث الخامس

### صبغة الحرير

١- **التجهيز الأولي:** تهدف عمليات التجهيز الأولي والتي تم استعراضها في الجدول ٦٧ لإزالة الصمغ المرافقة للألياف الحريرية، أخذين بعين الاعتبار الحساسية العالية للحرير تجاه القلويات، وقد لوحظ أن معدلات إزالة الصمغ من الحرير تزداد عند درجات الحرارة ١٢٠-١٣٠ م في حمام معتدل، وتتم عملية الإزالة بالطرائق الأربعة التالية بحسب كلارينت: طريقة صابون مارسيل، طريقة المنظفات الصناعية، طريقة الأنزيم، طريقة درجات الحرارة العالية على البيم أو الآلات النجمية.

٢- **عمليات الصبغة:** يمكننا صبغة الحرير بمجموعة جيدة من الأصبغة مثل الأصبغة المعدنية المعقدة والأصبغة الحمضية أو الفعالة، وعلى ذلك فإن هناك تقنيات عديدة تتلائم مع الأصبغة العديدة المطبقة حسب التالي:

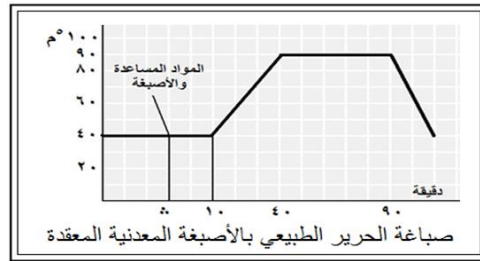
١-٢- الصبغة في وسط حمضي: وتتم مع الأصبغة الحمضية والأصبغة المعدنية المعقدة وبوسط حمضي، وسط حمضي متغير، وحمام صابون، وسنستعرض هذه الحمامات وفق شركة كلارينت أيضاً:  
١-١-٢- مع الأصبغة الحمضية:

بناء حمام صبغة الحرير الطبيعي بالأصبغة الحمضية					
المادة	صبغ حمضي	عامل تسوية أصبغة حمضية	مضاد تكسير	خلات الصوديوم	حمض الخل
النسبة	ما يلزم %	١,٥-٢ %	٠,٥-٢ غ/ل	١-٢ غ/ل	حتى pH: 4-7

٢-١-٢- الصبغة بالأصبغة المعدنية المعقدة:

بناء حمام صبغة الحرير الطبيعي بالأصبغة الحمضية					
المادة	صبغ حمضي	عامل تسوية أصبغة حمضية	عامل تسوية	مضاد تكسير	خلات الصوديوم
النسبة	ما يلزم %	١,٥-٢ %	٠,٢٥-٠,٥ غ/ل	٠,٥-٢ غ/ل	١-٢ غ/ل
					حتى pH: 4-7

وتتم عملية الصبغة وفق المخطط المبين في الشكل (٦٠):



الشكل ٦٠

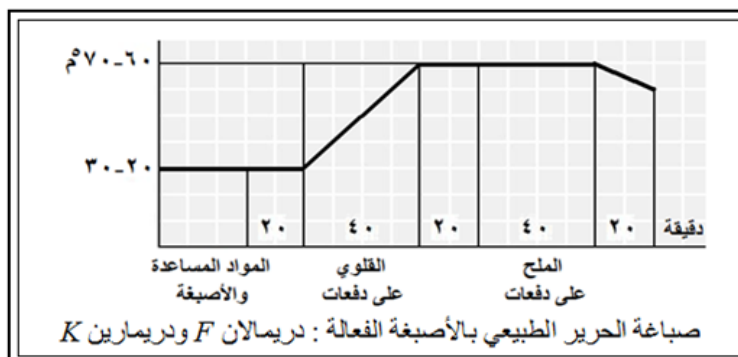
٢-١-٣- الصبغة مع تغيير درجة الحموضة: يُجهز الحمام الصبغى بحيث يحوي ٠,٣-٠,٦ غ/ل بيكربونات الصوديوم و ١-٢ غ/ل عامل حمضي موقى.

نبدأ العمل بحيث تكون pH: 8-8.5 لغلبة البيكربونات على العامل الحمضي، ولكن وباستمرار العملية الصبغية وضمان الوصول لدرجات التسوية والتوزيع العالية للصبغ نبدأ بإضافة العامل الحمضي حتى الوصول بدرجة الحموضة حتى pH: 4.5-6.

٢-١-٤- الصبغة بحمام صابوني: وتصلح أكثر ما يكون للأصبغة الحمضية كالسندولان والنيلوزان واللانازين، ويتم تطبيقها بإضافة الصبغ مع ١-٢ غ/ل صابون مارسيل وكبريتات الصوديوم بتركيز حتى ١٠ غ/ل وبحيث يكون الوسط قلويًا وبتحود pH: 8-8.5.

ومن الضروري التنويه هنا إلى أن الحرير الطبيعي أقل ألفة للأصبغة الحمضية من الصوف، لذا يستحسن عدم رفع درجة الحرارة عن ٨٥ م لأن تجاوزها يعني تراجع قوة الشد واللمعان، ويستحسن أيضاً معالجته بمثبت شاردي موجب لرفع ثباتيته تجاه الغسيل والتعرق، وتتم المعالجة بإضافة المثبت بنسبة ٣-٥ % ورفع درجة الحرارة حتى حدود ٥٠ م ولمدة ١٥ دقيقة بحسب مصدر وتركيز المثبت ونوعه.

٢-٢- صباغة الحرير بالأصبغة الفعالة: نبدأ وبعد إنهاء عمليات التجهيز الأولية بإضافة مواد حمام الأصبغة الفعالة والتي قد تكون: عوامل مبللة، تحلية، تسوية ...، ثم نبدأ بإدخال المحلول الصباغي المصفى عند الدرجة ٢٠-٣٠°م لنبدأ وبعد ٢٠ دقيقة بإضافة الملح على دفعات ثم نرفع درجة حرارة الحمام لدرجة حرارة تثبيت الصباغ المطلوبة ومنتظر ٢٠ دقيقة لنبدأ بإضافة القلوي على دفعات، وخلال ٤٠ دقيقة يجب أن نكون قد حصلنا على درجة عمق واتجاه اللون المطلوب فنبدأ بإنهاء حمام الصباغة والشطف والتصيبين الذي يستحسن إجراؤه عند درجة حرارة ٧٠°م، ونرى في الشكل (٦١) طريقة تطبيق أصبغة الديرمالان F أو الديرمارين K :



الشكل ٦١

ويستحسن إجراء عمليات التصيبين بوجود غوازل نواتٍ قدراتٍ عاليةٍ على التحلية مثل مجموعة الساندوبور لحجز جميع الشوارد المعدنية التي يؤثر وجودها على فعالية حمام التصيبين، كما يستحسن إضافة كربونات الصوديوم بمعدل ١ غ/ل لرفع الفعالية التنظيفية ورفع درجة حرارة الحمام حتى ٧٠°م.

## الباب السادس

### صباغة الخيوط التركيبية

- ١- صباغة البوليستر.
- ٢- صباغة البولي أميد.
- ٣- صباغة الأسيئات.
- ٤- صباغة البولي أكريلو نتريل.
- ٥- صباغة اللايكرا.

## صباغة البوليستر

١- **التجهيز الأولي للبوليستر:** تتبع أهمية عمليات التجهيز الأولي للبوليستر قبل الصباغة من طبيعة الزيوت المرافقة سواءً أكانت زيوت إنهاء في مراحل تصنيع الخيط أو زيوت عمليات الحياكة اللاحقة والتي من المفروض أن تكون قابلة للاستحلاب الذاتي بمجرد تبللها بالماء بفضل عوامل الاستحلاب ومضادات الأكسدة المضافة لها عند تحضيرها للمساعدة على تخزينها لمددٍ طويلةٍ قدر الإمكان، ولكن وبمرور فترات زمنية أطول أو بتشغيل الخيوط بسرعات حياكةٍ عالية تبدأ بالتأكسد بفعل الحرارة الناشئة عن الاحتكاك لتفقد قدرتها على الاستحلاب الذاتي المطلوب.

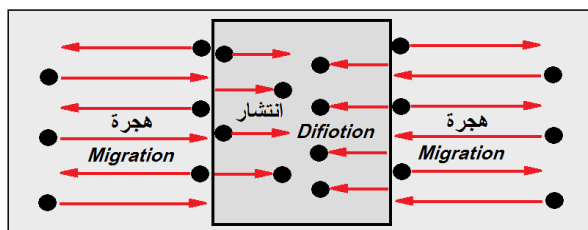
١-١- حمام الغسيل الأولي: يُستحسن تطبيق حمام غسيل أولي مستقل قبل الصباغة باستخدام عامل منظف ذي خواص استحلاب عالية وإلا يستحسن أن يكون حاوياً على مذيبات أمينة وفعالة، وبوسط قلوي لطيف بحدود pH:9 بإضافة كربونات الصوديوم وعند الدرجة ٦٠-٧٠ م° لمدة ١٥-٢٠ دقيقة، ومن الضروري الإشارة هنا إلى أن ارتفاع الحرارة لأكثر من ذلك قد يؤدي لنقض الاستحلاب، وتتبع هذا الحمام بشطفٍ بارد مع بعض الحمض للتعديل.

وتوصي شركة يورك شاير بعدم استخدام غوازل لا شاردية مع حمام الغسيل الأولي لتسببها بتجمع بعض أصبغة الديسيرس ما يؤدي لتشكّل بقعاً غامقةً صعبة الإزالة عند الصباغة ما حدا باستخدام غوازل مختلطة شاردية ولا شاردية، أما شركة باير فتتصح باستبدال كربونات الصوديوم ببيررو الفوسفات رباعية الصوديوم عندما يكون الماء متوسط القساوة، في حين تتصح شركات أخرى بثلاثي فوسفات الصوديوم، وتتصح شركة كلارينت بإضافة بعض الهيدروسلفيت لحمام التحضير الأولي هذا بقصد تخريب بعض المواد الملونة أو الشوائب الكيماوية الأخرى.

١-٢- اختصار حمام الغسيل الأولي: يستحسن بعض الصباغين دمج مرحلتي الغسيل والصباغة في حمام واحد لرفع اقتصادية العملية الصباغية وتوفير ما أمكن من الماء، لذا يلجأون لإضافة عامل منظف ومزيل زيوت لحمام الصباغة بعد التحقق من عدم تأثيرهما على اللون والأصبغة، ولكن لوحظ عملياً استحالة الضمانة الأكيدة لهذه الطريقة لأن بعض الملوثات تستلزم وسطاً قلوياً لإزالتها وهو ما يتعارض مع الحمام الحمضي أو المعتدل اللازم لصباغة البوليستر.

٢- **صباغة البوليستر:** ينتمي البوليستر لمجموعة الخيوط التركيبية الخاملة التي لا تملك أي مركز فعال يمكن للجزيء الصباغي أن يرتبط به، لذا تتم صباغته برفع درجة حرارته بقصد توسيع مساماته أو انتفاخه Swilling ليتبعها تغلغل الجزيئات بين سلسله البوليميرية لتبقى حبيسةً إثر عمليات التبريد اللاحقة، وتتم عملية امتصاص الأصبغة من ماء الحمام على مرحلتين:

- الهجرة: مرحلة انتقال الصباغ من وإلى ماء الحمام وسطح الخيط.
- الانتشار: مرحلة انتقال الصباغ من سطح الخيط نحو العمق.



وتتأثر مرحلتا الهجرة والانتشار بعددٍ من العوامل، والتي من أهمها:

- درجة الحرارة والتحرّيك.
  - الأفعال الكهربائية المتبادلة بين: مواد بناء الحمام والأصبغة والبوليستر وبنية الصباغ وخواصه من حيث:
    - حجم الجزيء الصباغي وشكله ومدى استوائه.
    - نوعية الزمر المرتبطة بالجزيء الصباغي وعددها: أي زمر الأوكسوكروم المساعدة والتي تزيح امتصاص اللون نحو الموجة الأطول كزمر -OR, -OH, -NR<sub>2</sub>, -NH<sub>2</sub>, أو الكروموفورات أي حوامل اللون مثل زمر -N=O, -N=N- التي تقوم بامتصاص اللون الأساسي.
    - نوعية ونسب الإضافات الداخلة في تركيب المسحوق الصباغي.
- ونرى في الشكل (٦٢) مخطط اصطناع البوليستر وتوضع الجزيئات الصباغية في المناطق اللابلورية لسلسله البوليميرية من شعيراته:

	مكونات شعيرات البولي استر
	$H-[O-CO-C_6H_4-CO-O-CH_2-CH_2-O]_n = 60-90 OH$
	سلسلة بولي استر نظامية $n = 60-90, M = 8.000 - 12.000$
	$H-[O-CO-C_6H_4-CO-O-CH_2-CH_2-O]_n = 1-7 OH$
	سلسلة بولي استر غير مكتملة النمو " أوليغومير " $n = 1-7, M = 202-1414$
تعتبر كلارينت أنه وحتى الوزن الجزيئي ٥,٠٠٠ فإن السلسلة تكون غير مكتملة النمو حيث تكون $n = 25$	



الشكل ٦٢

٣- تصنيف الأصبغة المبعثرة **Dispers dyes**: وقد أطلق عليها تسمية الأصبغة المبعثرة لعدم قابليتها الانحلال بالماء إلا لجزءٍ توازني يسيرٍ منها، ويمكننا تصنيفها عملياً كما هو مبين في الجدول (١١٠):

الجدول ١١٠

تصنيف الأصبغة المبعثرة Disperse dyes				
الحجم	صغيرة جداً	صغيرة	متوسطة	كبيرة
التصنيف	أسيئات	E or L	SE or M	S or H

٣-١- الصغيرة جداً: وتستخدم بشكل رئيس لخيط ٢,٥ أسيئات وللبولي أميد بالألوان الفاتحة (دون ٠,٥ %).  
 ٣-٢- الصغيرة: ويرمز لها بـ: E من Easy أي سهل للدلالة على سهولة استنزافها من الحمام الصباغي، أو L من Low أي منخفض للدلالة على احتياجها قدرأ بسيطاً من الطاقة كي نتمكن من تطبيقها أو استنزافها.  
 ٣-٣- الكبيرة: ويرمز لها بـ: S من Slow أي بطيء للدلالة على بطء تشربها وبالتالي احتياجها زمنأ أطول لتطبيقها، أو H من High للدلالة على احتياجها قدرأ عالياً من الطاقة لتطبيقها.  
 ٣-٤- المتوسطة: ويرمز لها SE للدلالة على توسطها الأصبغة الصغيرة والكبيرة، أو M من Medium للدلالة على احتياجها قدرأ متوسطاً من الطاقة لتطبيقها.  
 وبالتالي يمكننا استنباط أهم فوارق خواصها كما في الجدول (١١١):

الجدول ١١١

أهم الفوارق بين الأصبغة المبعثرة " Disperse dyes "			
كبيرة	متوسطة	صغيرة	المجموعة
S or H	SE or M	E or L	الخزمة
ضعيفة	متوسطة	عالية	التسوية
صعبة		سهلة	سهولة التطبيق
ضعيفة		ممتازة	الصباغة بطريقة الحوامل " الكارير "
عالية		ضعيفة	الثباتية للحرارة الجافة " الرام " بسبب تصعد الصباغ " التبخر من الحالة الصلبة للحالة الغازية مباشرة "

٤- المنطقة الحرجة للأصبغة: يسبب تباين حجوم جزيئات الأصبغة تبايناً في درجات الحرارة اللازمة للبدء بعملية امتصاص وتغلغل هذه الجزيئات بين السلاسل البوليميرية لخيط البوليستر، إذ تتزايد درجات الحرارة اللازمة ارتفاعاً مع ازدياد حجم جزيئة الصباغ، فأصبغة E تبدأ تغلغلها عند الدرجة ٧٠°م، وSE عند ٩٠ - ١٠٠°م، في حين أن S تبدأ بعد ١٠٠°م، ولا يمكننا هنا تحديد رقم مطلق في هذا الصدد ولمجموعة بكاملها، فهذا مجال وليس نقطة، وترتبط درجة الحرارة التي يمكن للصباغ أن يبدأ عندها بالتشرب بعددٍ من العوامل، أهمها:

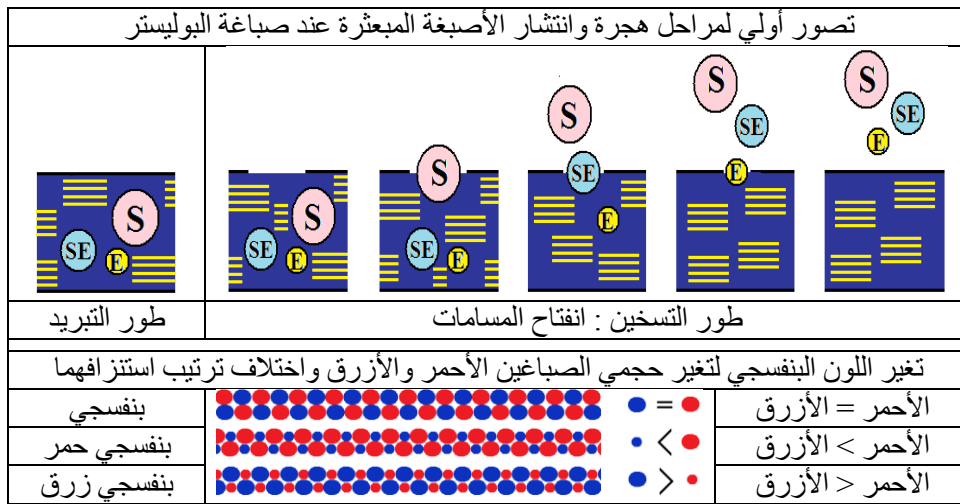
٤-١- الحجم الجزيئي للصباغ: فالصباغ ديسبرس أزرق ٥٦ والديسبرس الأصفر ٥٤ ينتميان لمجموعة E، ومع ذلك تبدأ عملية امتصاص الأصفر قبل الأزرق.

٤-٢- المتبادلات المحمولة على الجزيء الصباغي: إذ يعتمد بعض صناعات الأصبغة لإدخال بعض الزمر الإضافية

التي تعزز مواصفات معينة كالثباتيات أو التسوية... أو استبدال زمر بأخرى لذات الغاية، كاستبدال جذر الإيتوكسي في الصباغ ديسبرس أزرق ٧٩ بجذر الميتوكسي في الديسبرس الأزرق ١:٧٩ ما يرفع من تسويته ويخفض من ثباتياته، ويقلل من وزنه وحجمه ليخفض درجة حرارته الحرجة بعض الشيء.

٤-٣- درجة الحموضة: ففي حين أن صباغ الديسبرس الأحمر ١٦٧ يحتاج لوسط حمضي 3-7 pH كي لا يتخرب نجد أن الديسبرس الأحمر ١٥٢ أوسع مجالاً، إذ يتحمل المجال 2 - 9 pH وكلاهما من مجموعة الأصبغة الكبيرة الحجم S، ومع ذلك يتم بناء الحمام الصباغي عند : 5-6 pH .

٤-٤- ألفة خيوط البوليستر: أو مدى سهولة انتفاخها بحسب المعالجات المطبقة عليها قبل وصولها للصباغة. ونرى في الشكل (٦٣) تصوراً لترتيب دخول الجزيئات الصباغية بحسب حجمها بدلالة درجات الحرارة وكيفية تشكل المسامات مع ارتفاع درجات الحرارة ومن ثم انغلاقها بالتبريد.



الشكل ٦٣

## ٥- مواد بناء الحمام الصباغي:

٥-١- الحمض: تتخرب بعض أصبغة الديسبرس في الوسطين المعتدل أو القلوي، ويتحدس بعضها الآخر من تذبذب درجة حموضة الحمام الصباغي لتطاير الحمض من السائل أو لتزايد درجة تشتت الحمض أو الأملاح الحمضية بفعل ارتفاع درجات الحرارة، فصباغ الديسبرس الأزرق ٧٩ مثلاً يستلزم درجة حموضة 3-5 pH، إذ نجده يحمر دون 3 pH ويصفر عندما تزيد عن 5 pH، وبالتالي يؤدي عدم ضبط درجة الحموضة لانحراف اللون وتراجع نسب الاستنزاف والثباتيات، لذا يعتمد الكثير من الصباغين ضبطاً للعملية الصباغية لاعتماد المحلول الموقى باستخدام بعض الأملاح الحمضية غير الطيارة التي تطرحها بعض الشركات، أو لتطبيق المحلول الموقى من حمض الخل وخلات الصوديوم باعتماد الجدول ١٠٦ الوارد في بحث صباغة الصوف.

٥-٢- العوامل المبعثرة: تميل الأصبغة المبعثرة للتجمع والتكتل على بعضها البعض Aggregation كونها غير ذوابة بالماء، ما يستدعي إضافة عوامل مبعثرة بحيث نضمن:

- بعثرة الصباغ بشكل كامل طوال فترة الحمام الصباغي.

- الانسجام التام مع جميع مكونات الحمام من أصبغة ومواد مساعدة أخرى.

وتسبب آلات الصباغة العالية الغزارة والتدفق لتراجع درجة تبعثر الأصبغة، إضافة لتفاعلات ضارة بين مختلف المواد المساعدة مع الزيوت والكارير المستحلبين ومع الأصبغة المبعثرة ما يستوجب رفع معدلات عوامل البعثرة نسبياً منعاً لتبقيع الخامات المصبوغة أو ترسب بقايا صباغية بين طبقات النيم أو خيوط البوليستر بنظام الكون. ونرى في نماذج آلات صباغة معينة وعلى السطح الفاصل بين الهواء والسائل تفكك بعض المواد المساعدة الموجودة على السطح قبل الوصول لدرجة حرارة الحمام الصباغي النظامية " أي الدرجة ١٣٠ م " فتبدأ بالتجمع والترسب على سطح القماش مشكلةً بقعاً غامقة، ويستحسن لتحاشي هذه الظاهرة اعتماد المواد المساعدة اللا رغوية قدر الإمكان ورفع نسب العوامل المبعثرة لمنع هذه التفاعلات بين الأصبغة ومنتجات تخرب المواد المساعدة، كما نعد لإضافة موانع التكسير والعوامل المساعدة على رفع معدلات انحلال أصبغة الديسبرس ومعززي الهجرة، ومنع إعادة تبلور أصبغة الديسبرس الزائدة التي لم يتم استنزافها أو تشتيتها من قبل القماش في الحمام الصباغي.

٥-٣- عوامل التسوية: يستلزم تطبيق بعض أصبغة الديسبرس عوامل تسوية بحسب الحالة، فهناك أصبغة ذات معدلات هجرة عالية تستلزم إضافة عوامل مؤخرة نضمن معها تجانساً أكبر في توزعها على كامل سطح الخيوط أو

الأقمشة، وأصبغة ضعيفة الألفة تجاه الماء وبالتالي ضعيفة التوزع ما يستوجب إضافة عوامل تسوية يمكنها تعزيز معدلات الانحلال لتستقر وتتوازن في عمليات هجرتها وانتشارها إلى أعماق الخيط، وهناك أنواع تسوية يمكنها التقاط الأوليغوميرات التي تفرزها خيوط البوليستر عند درجات الحرارة العالية " وخاصة في أنواع آلات الصباغة المنخفضة النسبة وذات معدلات التدفق العالي "، وأخيراً نجد عوامل تسوية ذات قدرات استحلاب عالية تفيدنا في حال تعذر استحلاب كامل الزيوت والغرويات بمراحل التجهيز الأولية، فهناك بعض الزيوت أو الكيماويات التي لا يتم كامل استحلابها إلا بشروط درجات الحرارة العالية، وتفيدنا أنواع عوامل التسوية هذه في التخلص من مشاكل هذه البقايا الزيتية التي ستسبب في الحمام مسببة تراجع التسوية.

٤-٥- الحوامل " الكارير " ومضادات التكسير وموانع الرغوة: وقد سبق استعراضها في بحث مواد بناء الحمام الصباغي.

## ٦- تقنية العملية الصباغية:

٦-١- تحضير المحلول الصباغي: من الضروري بعثرة الصباغ لأكثر قدر ممكن قبل إضافته للحوض الصباغي، ويتم العمل برز مسحوق الصباغ على الماء الدافئ في خلط ثابت سرعة الدوران، فإن لم يتوفر الخلط نلجأ لعجن الصباغ بالماء مع عامل مبعثر ومن ثم إضافته للماء الدافئ مع التحريك الجيد، ولا يجوز أن تتجاوز درجة حرارة الماء ٧٠°م منعاً لتجمع الصباغ من جديد ونقض بعثرته، وأخيراً نقوم بترشيح المحلول عبر غربال شديد النعومة ليصبح جاهزاً للضح للحوض الصباغي.

٦-٢- إضافة المحلول الصباغي لحوض الصباغة: لا يجوز إضافة المحلول الصباغي مباشرة في المواضع التي يدور فيها القماش بل باتجاه النقاط التي يدور فيها الماء مثل موقع المبادل الحراري... وتتم الإضافة بهدوء وببطء قدر الإمكان وبخاصة مع الأصبغة الصغيرة الحجم الجزيئي.

## ٦-٣- الصباغة:

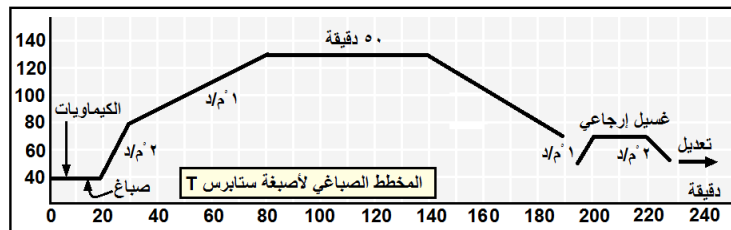
٦-٣-١- الصباغة بطريقة الحرارة العالية: تمتاز طريقة الحرارة العالية عن الضغط الجوي العادي بـ:

- إمكانية تطبيق الأصبغة كبيرة الحجم الجزيئي وذات الثباتات العالية.
- زمن صباغة أقصر مع درجة استنزاف أعلى للأصبغة.
- تجاوز مشاكل الكارير: غسيلاً وبيئياً.

لذا فإنها أكثر اقتصادية من طريقة الكارير ومع ذلك فإن لتطبيقها معوقات عدة نجد منها:

- تزيد كلف آلات الضغط العالي ٣٠-٤٠% عن آلات الضغط الجوي العادي.
- يستلزم تشغيلها تجهيزات ضغط بخار عالي وثابت.

ونبدأ لتطبيق عملية الصباغة بطريقة الحرارة العالية كما في الشكل (٦٤) برفع درجة حرارة الحمام حتى الدرجة ٦٠-٧٠°م، ونضيف الحمض والمواد المساعدة المطلوبة ونتأكد من درجة الحموضة بحيث تكون pH:5-6 وننتظر ١٠ دقائق نبدأ بعدها بضخ السائل الصباغي المصفى وننتظر ٥-١٠ دقائق، ثم نبدأ برفع درجة الحرارة بمعدل ١-٢°م/د، ويمكننا رفع هذا المعدل مع أصناف قصيرة الحبل نسبياً، ونستمر بمرحلة التخمير عند الدرجة ١٣٠°م لمدة ١٥-٦٠ دقيقة حسب درجة عمق اللون وقدرة الصباغ الذاتية على التسوية، إذ أن هناك بعض الأصبغة الضعيفة التسوية مثل الديسبرس الأزرق ١٦٥، أو الديسبرس الأحمر ١٥٢...، لذا ولمثل هذه الأصبغة حتى وإن وصلنا معها لمعدلات الاستنزاف الجيدة فإنها تحتاج لزمان تخمير إضافي وعوامل تسوية مميزة، ونبرد في النهاية وصولاً للدرجة ٨٠°م ونقارن اللون باللون المطلوب لإجراء ما يلزم من إضافات والعودة بدرجات الحرارة حتى ١٣٠°م من جديد.



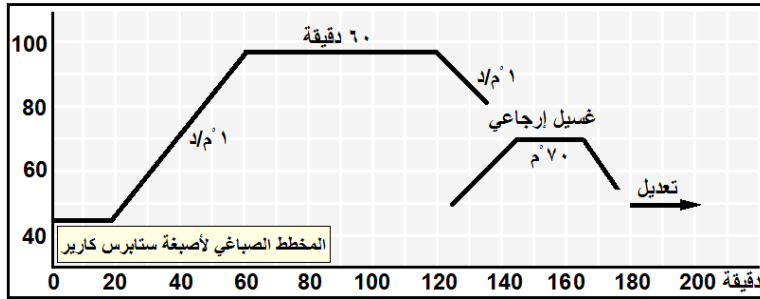
الشكل ٦٤: تطبيق أصبغة ستابرس T لشركة ستاش بطريقة الحرارة العالية

ويتوجب علينا الإبطاء بالتبريد قدر الإمكان منعاً للتكسير، ومن الضروري الإشارة هنا إلى أنه وبالوصول لدرجة حرارة معينة وبوجود أصبغة غير ممتزة وقابلة للتبلور أو بوجود الأوليغوميرات بكميات كافية نشهد تدرجاً لونياً ما يستوجب متابعة تدوير القماش إلى ما دون الدرجة ١٠٠°م قبل التوقف.



ويُنصَح أحياناً لبعض أنواع الخامات القابلة للتكسير أو الضعيفة الحياكة أن نحاول العمل بشروط نخفض فيها درجة حرارة الحمام الصباغي دون الدرجة ١٣٠°م بإضافة بعض الكارير.

٦-٣-٢- الصباغة بطريقة الكارير: يمكننا بالاعتماد على الكارير تطبيق مجموعة كبيرة من الألوان بما فيها الأسود شرط استخدام أصناف أصبغة معينة وبشباتيات دون تلك التي يمكننا الوصول إليها بالحرارة العالية، ومن الضروري كما سبق ومر معنا التخلص من كامل بقايا الكارير قبل تطبيق عمليات الإنهاء عند درجات الحرارة العالية والجافة وبخاصة مع الألوان الغامقة. وترتبط طريقة الصباغة بالكارير بشكل وميزات آلة الصباغة أولاً ونوعية خيوط ومواصفات الخامات المراد صباغتها ثانياً، ومع ذلك يمكننا توصيف طريقة العمل على الشكل (٦٥):



الشكل ٦٥: مخطط تطبيق أصبغة ستابرس كارير

نرفع درجة حرارة الحمام حتى الدرجة ٦٠°م ونضيف الحمض والكارير بعد استحلابه بماء دافئ والعوامل المساعدة المطلوبة وندير لمدة ٥-١٠ دقائق، ونتأكد من درجة الحموضة بحيث تكون pH:4-5 ثم نضيف محلول الصباغ المصفى ببطء وندير لمدة ٥-١٠ دقائق ونبدأ برفع درجة الحرارة بمعدل ١°م/د وننتظر عند درجة حرارة الغليان ٦٠-٩٠ دقيقة نبرد بعدها ونقارن مسطرة اللون.

إن من أهم ميزات العمل بطريقة الكارير هي التخلص من مشكلة الأوليغوميرات التي تنتسخ عن خيوط البوليستر بشروط درجات الحرارة العالية.

٧- صباغة البوليستر بحمام قلوي: تمنحنا عملية الصباغة في وسط قلوي خفيف عدداً من الميزات، والتي من أهمها:

- ١- التخلص من مشكلة الأليغوميرات.
- ٢- خواص سيولة أفضل للبوليستر وبالتالي تحسن خواص التسوية.
- ٣- ملمس خيوط أفضل.
- ٤- خواص غسيل صباغ أفضل وتلوث أقل لآلة الصباغ وبالتالي سهولة التخلص من بقايا الأصبغة والأوساخ بعمليات الشطف والغسيل.
- ٥- تحسن خواص العملية الصباغية للخيوط غير كاملة إزالة مواد التنشيط.
- ٦- اقتصادية أعلى.

أما عن أهم مساوئها فيمكننا فنجد أن من أهمها:

- ١- مجال أصبغة ضيق.
  - ٢- معظم الأصبغة المناسبة لهذه التقنية من نمط الانتر اكينون بخواص ثابتية حرارية ضعيفة.
  - ٣- إمكانيات تناسخ أضعف منها بالمقارنة مع الصباغة بالوسط الحمضي.
- طريقة العمل: نبدأ العمل بإضافة ما يلزم من الصباغ مع ١ غ/ل سيتامول WS عند pH: 10.5 بإضافة هيدروكسيد الصوديوم، لننتهي بالحمام عند pH~ 7.5 تقريباً، ونستمر لمدة ٣٠ دقيقة عند ١٣٠°م.
- ٨- صباغة ميكروفيبر البوليستر: تتم صباغة خيوط الميكروفيبر وفق تسلسل العمليات:
- إزالة مواد التنشيط ← معالجة قلوية ← تجفيف ← تثبيت حراري ← صباغة ← تجهيز نهائي
- وتتم إزالة مواد تنشيط البوليستر ميكروفيبر في الحمامات العالية النسبة على الشكل:

حمام إزالة مواد تنشيط البوليستر ميكروفيبر في الحمامات العالية النسبة			
منظف مناسب	صودا آش	الزمن	درجة الحرارة
؟ غ/ل	٠,٥ غ/ل	٢٠ دقيقة تقريباً	٩٥°م تقريباً

وفي حال تشكل قشطة، فإننا نعيد حمام الغسيل بنصف مكونات الحمام المذكورة آنفاً، ويفضل مع مواد تنشيطية من نمط البولي اكريلات مثلاً إضافة ٠,٥ غ/ل صود كاوي لحمام الغسيل.

## ٨-١- الخواص الصباغية لميكروفيبر البولبيستر:

- ١- يحتاج الميكروفيبر لكمية من الصباغ تعادل ٢-٣ مرات من البولبيستر العادي " أكبر من ١ ديتكس ".
- ٢- امتصاص الصباغ " المنطقة الحرجة " عند ٥٠-٧٠°م.
- ٣- خواص الانتشار وامتصاص الصباغ المثالي يتم عند ١٢٠°م.
- ٤- تنخفض الثباتية على النور بمعدل لدرجة إلى درجة ونصف عن مثيلاتها مع البولبيستر العادي.
- ٥- الثباتية على البلل والحرارة الجافة دون البولبيستر العادي.

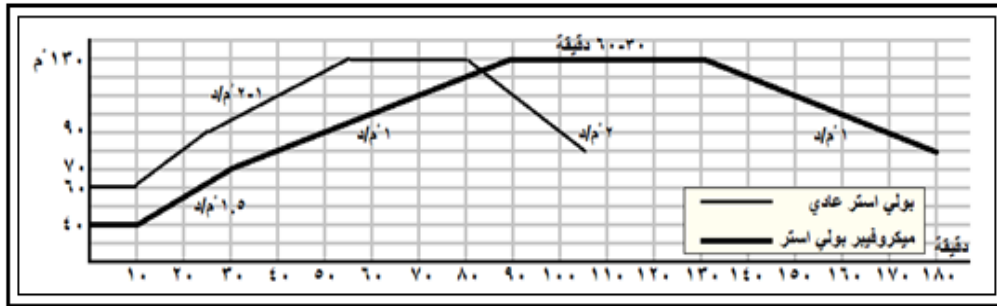
ونعاني من عدة مشاكل تواجهها العملية الصباغية:

- ١- صعوبة التخلص من الكميات العالية لمواد التنشيط والمواد المساعدة الأخرى المستخدمة في عمليات النسيج.
- ٢- صعوبة تسويتها لدخول الصباغ مرحلة التثبيت بدرجات حرارة منخفضة للسطح النوعي الكبير لهذه الخيوط.
- ٣- صعوبة الوصول للثباتية النظامية الأعلى على البلل كميات الصباغ العالية التي نحتاجها هنا.
- ٤- صعوبة الوصول للثباتية النظامية الأعلى على النور بسبب السطح النوعي الكبير.

## ٨-٢- تقنية صباغة ميكروفيبر البولبيستر:

وصفة صباغة ميكروفيبر البولبيستر				
صباغ ديسبرس	عامل مبعثر	عامل تحلية	عامل تسوية	حمض خل أو عامل حمضي
ما يلزم %	١ غ/ل	ما يلزم: غ/ل	ما يلزم: غ/ل	حتى 4.5-5 pH

نبدأ العمل كما في الشكل (٧٠) عند درجة حرارة ٥٠°م، ونبدأ برفع درجات الحرارة بمعدل ١-١,٥°م/د وصولاً حتى ١٢٠-١٢٥°م التي نبقى عندها لمدة ٢٠-٤٠ دقيقة، نتبعها بحمام غسيل إرجاعي:



الشكل ٧٠: مخطط صباغة ميكروفيبر البولبيستر

**٧- المعالجة بعد الصباغة:** تجري جميع المعالجات بعد الصباغة للتخلص من جميع المواد والبقايا الصباغية الممتازة على سطح الخيوط بهدف رفع ثباتياتها لحدودها العظمى، لذا فإننا نلجأ للشطف والغلي والغسيل الإرجاعي بحسب درجة عمق اللون ونوعية الأصبغة وطبيعة المواد المساعدة المستخدمة وشروط العملية الصباغية. ومن الضروري في حال استخدام الكارير في عملية الصباغة معالجة القماش المصبوغ عند درجة الحرارة ١٥٠°م الجافة لضمان التخلص من كامل آثار الكارير خاصةً وباقى المواد المساعدة عامةً، كي لا تتسبب بتراجع الثباتيات فيما لو بقيت حتى مرحلة التثبيت عند الدرجة ١٨٠°م فما فوق، إذ تسبب بقاياها عند الدرجة ١٨٠°م فما فوق تراجعاً ملحوظاً في الثباتيات وخاصةً على النور بسبب الهجرة الحرارية الناشئة والتي تعني هجرة أو انتشار معاكس للصباغ من عمق الخيوط إلى سطحها، ويتم الإنهاء عادةً بحمام غسيل إرجاعي أو غلي.

٧-١- الغسيل الإرجاعي: ويتم بمعالجة الأقمشة المصبوغة في حمام يحوي:

بناء حمام الغسيل الإرجاعي			
هيدروكسيد الصوديوم	هيدروسلفيت الصوديوم	منظف أو تسوية أو مزيج زيت	شروط العمل
٢ غ/ل	٢ غ/ل	١ غ/ل	٢٠-١٥ دقيقة / ٦٠-٧٠°م

وهناك من ينصح بالمنظف اللاشاردي خاصةً مثل شركة يورك شاير، وآخرون بغواصل الأصبغة الفعالة القادرة على ربط شوارد المعادن الثقيلة والأوليغوميرات ما يرفع من كفاءات التثبيت الحراري عند الدرجة ١٨٠°م.

٧-٢- عملية الغلي: ونلجأ لها عندما لا يكون هناك حاجة للغسيل الإرجاعي كما هو الحال عند الصباغة بدرجات الحرارة العالية مع أصبغة عالية الاستنزاف، إذ تتم المعالجة هنا لمدة ٣٠ دقيقة عند درجة حرارة ٨٠°م بوجود ١ غ/ل

منظف مع ٢ غ/ل كربونات الصوديوم، ثم نشطف ونعدل، وقد نلجأ لنشطف أخير عند درجة حرارة ٥٠-٥٥ م° للتأكد من تمام التخلص من بقايا حمام الصباغة وبقايا حمام الغسيل الإرجاعي على السواء.

٨- إعادة التسوية: تظهر علامات ضعف التسوية عادةً عند حصول خطأ ما في العملية الصباغية: كانقطاع حبل، أو عدم مراعاة معدلات رفع درجات الحرارة اللازمة المرتبطة بطول حبل القماش وغازارة تدفق السائل الصباغي والتي جدولتها شركة BASF كما في الجدول (١١٢):

الجدول ١١٢

معدلات رفع درجات الحرارة المناسبة لمعدلات دوران البضائع والمحلول بحسب BASF									
٦	٥	٤	٣,٥	٣	٢,٥	٢	١,٥	١	دوران المحلول : دورة/دقيقة
-	٢	١,٧٥	١,٥	١,٢٥	١	٠,٧٥	٠,٥	-	دوران البضاعة : رأس/دقيقة
٣,٦	٣	٢,٤	٢,١	١,٨	١,٥	١,٢	٠,٩	٠,٦	معدل رفع درجات الحرارة : درجة / دقيقة عند مجال الاستنزاف الأعظمي

إذ تظهر علامات انعدام أو ضعف التسوية بعدم تجانس اللون ما يستلزم حماماً جديداً مع ١٠-٢٠% من الصباغ وبدرجة حموضة pH:4-5 مع كاريير وعامل تسوية بحدود التراكيز التي تتصح بها كل شركة، فمجموعة كلارينت مثلاً تتصح بـ : ٣-٥ غ/ل كاريير ديلائين EN مع ٠-٢ غ/ل تسوية ليوجين DFT، وفي حال استخدامنا لأنواع الكاريير من نمط الاسترات العطرية بتراكيز ٢-٣ غ/ل " حسب درجة عمق اللون ونوع الصباغ وشروط العملية الصباغية " ودون الحاجة لإضافة عوامل تسوية لقدرة التسوية العالية لهذا النمط من الكاريير.

٩- التعرية: يمكننا إجراء عملية تعرية بسيطة نخفف فيها من درجة عمق اللون بحمام يحوي كاريير وعامل تسوية وبدرجة حموضة pH:4-4.5 لمدة ١-٢ ساعة، أما التعرية الكاملة أو شبه الكاملة فنتم بحمام قلوي بوجود هيدروسلفيت الصوديوم والكاريير وعوامل التسوية بتراكيز تتلائم مع درجة عمق اللون ونوعية الأصبغة ودرجة حرارة وزمن التثبيت الحراري.

١٠- اختيار الأصبغة: تتصح شركة باسف باعتماد أصبغة الديسبرس التالية الواردة في الجدول (١١٣) لتحقيق المواصفات المطلوبة:

الجدول ١١٣

اختيار بعض الأصبغة لبعض التطبيقات بحسب توصيات BASF	
الألوان الفاتحة : تُستحسن المجموعة E	أصفر ٥٤ ، أحمر ٥٠ ، أزرق ٥٦ ، وقد نضطر للبرتقالي ٢٥ والأزرق ٨٧
الألوان الغامقة : تُستحسن المجموعة S	أصفر ٢٤١ ، برتقالي ٢٩ أو ٣٠ ، أحمر ٩٢ أو ١٦٧ ، بنفسجي ٣٥ ، أزرق ٧٩
الستائر والمفروشات : ثباتية على النور	أصفر ٥٤ ، برتقالي ٢٩ أو ٣٠ ، أحمر ٦٠ أو ٦٠ أو ٩٢ أو ١٦٧ ، بنفسجي ٣٥ ، أزرق ٥٦ أو أزرق تركواز ٦٠
ألوان فاتحة للسيارات	أصفر ٤٢ ، أحمر ٩١ ، بنفسجي ٣٥ ، أزرق تركواز ٦٠
ألوان غامقة للسيارات	برتقالي ٢٩ أو ٣٠ ، أحمر ١٦٧ ، أزرق ٥٦

## ١١- نظام الاستنزاف The V . Nember System:

١١-١- مفهوم الاستنزاف: يتوجب علينا عند صباغة البوليستر بلون مركب من مجموعة أصبغة انتقاء مجموعة يمكنها أن تتطابق قدر الإمكان في سرع استنزافها أثناء عملية الصباغة من بدايتها لنهايتها ضمن التراكيز اللازمة لبناء اللون، ذلك لأن نسب الاستنزاف تتأثر أساساً بالتراكيز المستخدمة بصورة عالية، فلو أخذنا صباغ الديسبرس الأحمر ٦٥ لوجدنا في مخططه عند رفع درجة الحرارة بمعدل درجة واحدة في الدقيقة أنه وبالوصول للدرجة ١٢٠ م° تكون نسب الاستنزاف بحسب التركيز على الشكل (٧١):

التركيز	نسبة الاستنزاف المئوية لتراكيز مختلفة لصباغ الديسبرس الأحمر ٦٥ بحسب يورك شاير عند رفع درجة الحرارة بمعدل ١ م° / دقيقة		
	%٠,١٢	%١,٢	%٢,٤
نسبة الاستنزاف المئوية	%٩٠	%٥٤	%٣٤

الشكل ٧١

لذا فإننا وعندما نأخذ مزيجاً من الصباغين سيرلين أصفر 3GL150% وأزرق 3RLN فإن نسب استنزافهما تتباين بين الوصفتين A & B وتتباين خطوطهما على الشكل (٧٢):

تباين نسب استنزاف صباغين بتغير تركيزهما بحسب يورك شاير		
الوصفة B	الوصفة A	الصباغ
0,05%	0,06%	سيرلين أصفر 3GL 150%
0,8%	0,4%	سيرلين أزرق 3RLN

الشكل ٧٢

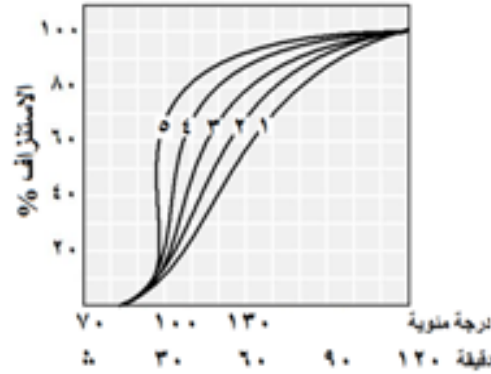
لذا فإنه يتوجب علينا معرفة مخططات الاستنزاف وفق مختلف التراكيز للأصبغة المستخدمة قبل مزجها بنسب معينة، مع الأخذ بعين الاعتبار بتأثيرات: درجة الحرارة، الزمن، نسبة الحمام، نوعية الخيوط، المواد المساعدة الداخلة في بناء الحمام الصباغي، تراكيز الأصبغة، وبعض الشروط الثانوية الأخرى.

١١-٢- قياس نسب الاستنزاف: نطبق عملية الأصباغة على كل صباغ بشكل منفرد ووفق شروط الجدول (١١٤)، إذ نبدأ الصباغة عند الدرجة ٧٠م ونرفع درجة حرارة الحمام بمعدل درجة واحدة / دقيقة وصولاً للدرجة ١٣٠م التي نستمر عندها ساعة كاملة، ونأخذ المساطر على التوالي ونقرأها على السبكتروفوتومتر مع إعادة الصباغ لبواقي الحمام وقراءتها أيضاً، ونرسم الخط البياني الموافق لمعدلات الاستنزاف بأخذ القيمتين عند منتصف ونهاية الزمن لتحديد المكافئ V، ويتم القياس على عدة تراكيز لكل صباغ ونرسم خطوط الاستنزاف الموافقة وفق الشكل (٧٣):

الجدول ١١٤

شروط تجربة قياس نسب الاستنزاف				
العامل	نسبة الصباغ	حمض الخل	عامل ميعثر سالب	نسبة الحمام
الكمية	٣%	١ غ/ل	١ غ/ل	٢٠/١

مخطط قياس نسب استنزاف صباغ بخمس تراكيز			
رقم الخط البياني	نسبة الصباغ المئوية الوزنية	١,٥ الزمن	سرعة الصباغة V
١	٠,٠٦	٣٠	٤
٢	٠,٢	٤٠	٣
٣	٠,٥	٤٥	٢,٥
٤	١	٥٠	٢
٥	٤	٥٣	١,٧



الشكل ٧٣

## ١٢- العوامل المؤثرة على الهجرة الحرارية:

- ١- نوعية البوليستر ومزائجه.
- ٢- نوعية صباغ الديسبرس المستعمل من حيث حجوم الجزيئات الصباغية.
- ٣- درجة عمق اللون.
- ٤- نوعية وطريقة تطبيق مواد التجهيز النهائي.
- ٥- درجة حرارة وزمن التعرض لهذه الحرارة.
- ٦- نوعية وتقنية الحرارة المطبقة.

## ١٢- مبادئ معالجة الأوليغوميرات والترايميرات في حمام الصباغة:

غالباً ما تتداخل التريمرات الحلقية مع الأوليغوميرات ما يجعلهما يتسببان بنفس القدر من المشاكل أثناء العملية الصباغية، إذ يتحرك كل منهما بتأثير الحرارة من المناطق اللابلورية لسلاسل البوليستر ما يجعل سرعة تحركها مرتبطة

بشكل أساسي بدرجة الحرارة، وبالتالي فإن أعلى معدلات هجرتها من الخيوط باتجاه الحوض الصباغي تجري عند مراحل طور الحرارة العالية ١٣٠°م فأكثر، وبخاصة عند ازدياد زمن هذا الطور بحيث نصل لدرجة الإشباع التي يبدأ بعدها قسم منه بالتبلور والترسب غير المنتظم على جدران الآلة والبضائع المراد صباغتها على شكل غبار غير ملون بذاته ولكنه يكتسب لونه لما يمتصه من أصبغة ومكونات ملونة في الحوض الصباغي، ويبقى قسم منه دواراً ومنحلاً في الحمام طوال زمن العملية الصباغية ل يبدأ بالترسب مع بدء طور التبريد على الحواشي وخطوط تكسير النسيج الدوار وبشكل ظاهر للعين المجردة، ويمكننا تجنب حدوث هذه الظاهرة بعدم السماح بترسب الأوليغوميرات أو التريمرات لأكثر من ١,٥% بالأخذ بالقواعد التالية:

أ- إجراء العمليات الصباغية عند أخفض درجات حرارة ممكنة " ١٢٥°م " إن أمكن والإقلال من زمن العملية الصباغية قدر الإمكان بالاعتماد على كميات بسيطة من الكارير.

ب- المحافظة على أعلى درجات تبعثر الأوليغوميرات وخفض معدلات ترسيبها بإضافة بعض المواد المساعدة التي يمكنها ربط الأوليغوميرات أو إذابتها كعض الحموض الكربوكسيلية أو استرات بولي غليكول إيتير الأغوال الدسمة، بعض مشتقات كلور الايتيلين، بعض أنواع الايتوكسيلات، وأخيراً بعض مشتقات مركبات الأمونيوم الربعية التي تستخدم عادة لتنظيف الآلات.

ج- منع نموها وتضخمها أثناء مرحلة التبريد بإجراء عملية تفريغ الحمام بحقن الماء الساخن أيضاً، أو محاولة تفريغ الحمام على الساخن وتحت الضغط إن كانت صمامات الآلات وأوعية التمدد فيها تسمح بذلك.

د- تطبيق حمام غسيل إرجاعي بوجود عامل فعال سطحياً وهيدروسلفيت الصوديوم أو بديله مع الصود الكاوي عند الدرجة ٨٠°م ليتبعه شطف بارد وحمام تحميض مناسب.

هـ- إضافة بعض المطريات اللاشاردية أو الشاردية السالبة أو مضادات التكسير المزقة لتلطيف دوران النسيج في الحمام.

و- إجراء عمليات تنظيف دورية لآلات الصباغة بجليها تحت الضغط وبإضافة بعض المذيبات أو مركبات الأمونيوم الربعية للتخلص من الأوليغوميرات والتريمرات المترسبة على الشكل في الجدول (١١٥):

الجدول ١١٥

بناء حمام التنظيف الدوري لآلات الصباغة بحسب BASF	
الجرعة	المادة
٢-١ غ/ل	هيدروسلفيت الصوديوم
٤ مل/ل	هيدروكسيد الصوديوم ٣٨ بوميه
٣ غ/ل	منظف كاتيوني من فئة مركبات الأمونيوم الربعية
١ غ/ل	عامل بعثرة واستحلاب من فئة ايتوكسيلات الأغوال الدسمة

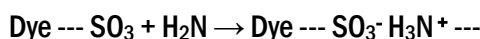


صورة مجهرية للأوليغومير من إصدارات شركة BASF

الشكل ٧٤

## صبغة خيوط البولي أميد

١- مقدمة: يعتبر البولي أميد من أكثر الخيوط التركيبية قابلية للصبغة، إذ تبلغ درجة حرارة تزجج سلاسلها التماثرية نحو ٥٠°م، وتكون مناطقها اللابلورية بشروط درجات حرارة الغليان تحت الضغط الجوي قابلة للصبغة للزلقوية العالية لسلاسلها والتي تُمكن الجزيئات الصبغية من التغلغل بسهولة ويسر لعمق الخيوط، وتؤمن الزمر الأميدية عند نهايات السلاسل مواقع تتشكل عليها أملاح مع الأصبغة الحمضية الحاوية زمراً حمضية سلفونية:



الأملاح المتشكلة من ارتباط الأصبغة الحمضية مع الزمر الأمينية للبولي أميد

كما تقدم الزمر الأميدية المتكررة مراكزاً للارتباط الهيدروجيني مع الجزيئات الصبغية ما يُسهل صبغتها بشروط الضغط الجوي العادي، وبألفة متميزة لمعظم أنواع الأصبغة: مبعثرة "ديسبرس"، حمضية، معدنية معقدة، مباشرة، فعالة... وبثباتيات تتراوح بين الضعيفة والممتازة... وتتوزع في درجات الحموضة اللازمة للحمام الصبغية من الحمضية للقلوية، ومع ذلك فإن أكثر الأصبغة اعتماداً هي الأصبغة الحمضية والمعدنية المعقدة.

وبرغم من أننا نستشف مما سبق أن قابلية البولي أميد الشديدة لتشرب معظم أنواع الأصبغة على أنها ميزة، فإنها تشكل مشكلة كبيرة عند صبغة الخامات المحاكاة من مكونات أخرى كالبوليستر أو السيليلوز، فعند صبغة مثل هذه الخامات وبوجود أصبغة معلقة وحمضية ومباشرة مثلاً وبشروط الحرارة العالية فإن البوليستر سينتشر الأصبغة المعلقة، في حين أن النايلون سينتشر الأصبغة الحمضية والمباشرة، أما السيليلوز فسيتشرب ما تبقى من الأصبغة المباشرة، ولو أعدنا ذات التجربة بشروط الضغط الجوي العادي، فستتوزع الأصبغة المعلقة بين البوليستر والنايلون، وكذا الحال بالنسبة للأصبغة المباشرة التي ستتوزع فيما بين النايلون والسيليلوز، أما الأصبغة الحمضية فستتخصص النايلون وحده، وهكذا فإن ألوان الخيوط الثلاثة ستتغير في كل مرة بحسب: درجة حموضة الحمام، وجود الكارير ونسبته، زمن البقاء عند أعلى درجة حرارة يصلها الحمام، إضافة الملح وكميته، نوعية وفعالية عوامل التسوية المستخدمة فيما بين مؤخرة أو مبعثرة.

٢- مبادئ صبغة البولي أميد: سنعرض هنا للمبادئ التي طرحتها شركة كلارينت كمثال تطبيقي غني في تقسيم وتبويب الأصبغة التي درج الصباغون على تطبيقها في صبغة خيوط البولي أميد، إذ توزع كلارينت أصبغتها في مجموعات خاصة بحسب مجموعة الخواص والثباتيات التي تتميز بها كل مجموعة عن أخرى:

أ- أصبغة النايلوزان E: تتألف هذه المجموعة من عددٍ من الأصبغة الحمضية المتألفة مع بعضها البعض، وقد اختيرت بعناية فائقة بحيث نتجنب باستخدامها مشاكل التقليل وبخاصة عندما يضاف للحمام عامل تسوية ملائم. وتتميز هذه الأصبغة بألوان زاهية وثباتية عالية على البلل، ومع ذلك يمكننا ولمزيد من الثباتية معالجتها بمثبتات خاصة أو بمزيج من حمضي العفص والطرطير.

ب - أصبغة النايلوزان N: اختيرت هذه المجموعة من الأصبغة التي يمكن للبولي أميد أن يتشربها بوسط معتدل، كما يمكن تطبيقها بوجود عامل تسوية من حمام يحوي كبريتات الأمونيوم، وتتميز بتسويتها الملحوظة سواء أكانت على شكل صباغ وحيد أو مركب، وتتميز عن مجموعة النايلوزان E بثباتيتها على البلل بشكل واضح، ومع ذلك يمكننا رفع ثباتياتها أيضاً بمعالجتها بالمثبت أو بمزيج حمضي العفص والطرطير.

ج - أصبغة النايلوزان F: وتتميز بإمكانية تطبيقها من وسط معتدل أو ضعيف الحموضة مع عامل تسوية لتعطي عملية صبغة عالية الثباتية للبلل " ومنها جاءت الدالة F في التسمية لأن F= Fast = Solide " وبالتالي لا حاجة معها لعملية التثبيت بالمثبت أو بمزيج حمضي العفص والطرطير، ولهذه المجموعة أفضلية خاصة عن غيرها مع الألوان الغامقة، كما يمكننا استخدامها بالطرائق المستمرة بمزجها مع أصبغة اللانازين.

د - أصبغة اللانازين S: تتميز هذه المجموعة من الأصبغة المعدنية المسلفنة ٢:١ بملائمتها لجميع أنواع البولي أميد لتعطي عملية صبغة متجانسة ومنظمة ضمن مجال ألوانٍ واسع مع ثباتيات متميزة تجاه الماء والضوء بشرط التجهيز الأولي الجيد قبل الصبغة تحاشياً من وجود ما يحد من تغلغل الأصبغة وانتشارها لعمق الخيوط وبالتالي تراجع ثباتياتها، ولا يُنصح برفع درجة حرارة حمامها لدرجة الغليان إلا في بعض الحالات الاستثنائية.

هـ - أصبغة مختارة من الديرمارين: تمتلك بعض الأصبغة الفعالة من نوع ديرمارين Z و X الخاصة بالألياف السيليلوزية ألفة عالية للبولي أميد عندما يتم تطبيقها بوسط حمضي لتعطي صبغة عالية الثباتية جداً للبلل برغم عدم



وجود أي ارتباط كيميائي بين الأصبغة وبين الخيوط.  
و- أصبغة الارتيزيل: تتمتع بعض الأصبغة المبعثرة " الديسبرس " بألفة عالية تجاه البولي أميد دون أن تكون لها الحساسية لدرجة الحموضة، ولكن أشد ما يعيبها تلك الثباتية الضعيفة على الغسيل بالمقارنة مع الأصبغة الحمضية، وفيما عدا ذلك نجد أنها تحقق عملية صباغة متجانسة ولمعان لونها على مختلف أنواع البولي أميد، كما يمكننا إمكانية تطبيقها بالوسط الحمضي من توليفها مع الأصبغة الحمضية.

### ٣ - العوامل المؤثرة على حمام الصباغة:

٣-١- الحمض: ترتبط درجة الحموضة المثلى لحمام الصباغة بدرجة عمق اللون وإن كانت تتراوح بين الحمضية والقلوية الضعيفتين، إذ تتناقص الهجرة بصورة ملحوظة بازدياد درجة الحموضة، وتتزايد باتجاهنا نحو القلوية لتسبب الهجرة المتأخرة في الحمام والتي ترفع من درجة التسوية، وتؤمن أعلى مستويات التجانس والاستنزاف، ومع ذلك يستحسن إضافة عوامل تسوية لضمان أعلى درجة تسوية وتجانس ممكنة.

٣-٢- عوامل التسوية: اعتمدت كلارينت مجموعة عوامل تسوية متباينة التركيب والغرض مثل:

١- الساندوجين NH: عامل تسوية موجب، يستخدم مع الأصبغة الحمضية، المعدنية المعقدة، الكرومية، ولكونه موجب الشحنة فإنه يلعب دور العامل المؤخر في مرحلة رفع درجة حرارة الحمام، وصولاً لاستنزاف مثالي للحمام.  
٢- الليوجين PAM: عامل تسوية شاردي سالب لإزالة التقليل الصباغي عند تطبيق الأصبغة الحمضية بتعزيزه من معدلات الهجرة.

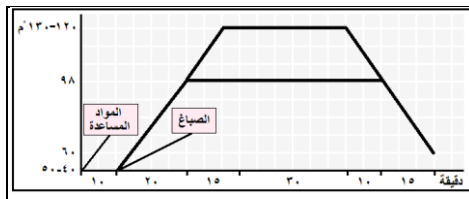
٣- الليوجين P: عامل تسوية شاردي سالب لإزالة تقليل البولي أميد.

٤ - تطبيق أصبغة اللانازين S: ترتبط تقنية العملية الصباغية عموماً بنوعية الأصبغة المستخدمة أولاً، وبالتجهيزات المتوفرة من طراز وحجم آلة الصباغة وطبيعة الخامة ومواصفاتها ثانياً، ودرجة الحرارة المطلوبة العمل عندها ثالثاً، ووضعت كلارينت ثلاثة طرائق رئيسية لتطبيق أصبغة اللانازين S، وهي:

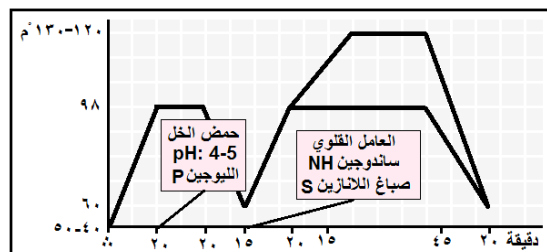
٤-١- الطريقة النظامية: ويتم بناء الحمام الصباغي كما في الجدول (١١٦):

الجدول ١١٦

حمام الطريقة النظامية أصبغة اللانازين S من كلارينت	
المادة	الكمية
الصباغ	ما يلزم
عامل تسوية مثل: ساندوجين NH أو ليوجين PAM	٠,٥-٢ %
كبريتات النشادر	١-٤ %



وتستلزم أية إضافة صباغية التبريد حتى الدرجة ٧٠ م° ومن ثم إعادة رفع الحرارة من جديد.  
٤-٢- طريقة الساندوجين NH: وتبدأ المعالجة هنا في وسط حمضي pH:4-5 مع الليوجين P برغم أنه يستلزم نسبة عالية من مواد التسوية عند اختلاف أنواع الخيوط وتباينها في ألقتها نحو الأصبغة، ويجري تطبيق الحمام على مرحلتين أساسيتين، الأولى بضبط الحموضة بوجود حمض الخل مع الليوجين فقط ورفع درجة الحرارة حتى الغليان لتتبعها مرحلة تبريد حتى الدرجة ٦٠ م° حيث يضاف الصباغ وتضبط الحموضة عند pH:6-7 بإضافة قلوبات لطيفة مثل ثنائي فوسفات الصوديوم، البوراكس Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>.10H<sub>2</sub>O، هيدروكسيد الأمونيوم... وتتبعها بالساندوجين NH كما في الشكل (٧٥):

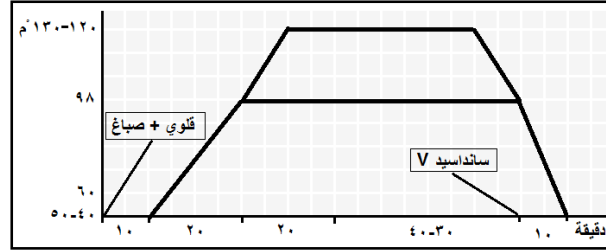


الشكل ٧٥

٤-٣- طريقة السانداسيد V: ويمكننا الحصول بهذه الطريقة على صباغة مثالية مهما اختلفت شروط العمل بالآلة، إذ أن السانداسيد V مادة حمضية تتفكك بالماء الساخن ببطء كحمض عضوي حتى الوصول لدرجة الحموضة المطلوبة، ويمكننا ضبط درجة الحموضة والوصول إليها من خلال كمية السانداسيد V المضافة ودرجة حرارة الحمام الصباغي وهذا ما يمنحنا بالطبع إمكانية العمل لساعات عدة بدرجة حموضة ثابتة، ويتم تطبيق هذه الطريقة وفق الخطوات:



- ١- نبدأ الصباغة عند درجة قلوية 10-8 pH بإضافة البوراكس أو محلول هيدروكسيد الصوديوم ٣٦ بومييه للوصول للشروط المثالية لهجرة الأصبغة في مرحلة توزعها الأولي.
- ٢- نبدأ رفع درجة الحرارة بسرعة حتى الوصول لحرارة الغليان محاولين إحكام إغلاق الآلة قدر الإمكان للوصول لأعلى درجة حرارة ممكنة.
- ٣- نحافظ على درجة حرارة الغليان " ١٠٠ م " لمدة ٢٠-٣٠ دقيقة للوصول لأعلى معدل هجرة ممكنة.
- ٤- نضيف ما يلزم من السانداسيد V للوصول لدرجة الحموضة الضعيفة المطلوبة pH:6 حيث تبدأ مرحلة تثبيت الصباغ، ونرى في الشكل (٧٦) طريقة العمل بطريقة السانداسيد V:



الشكل ٧٦

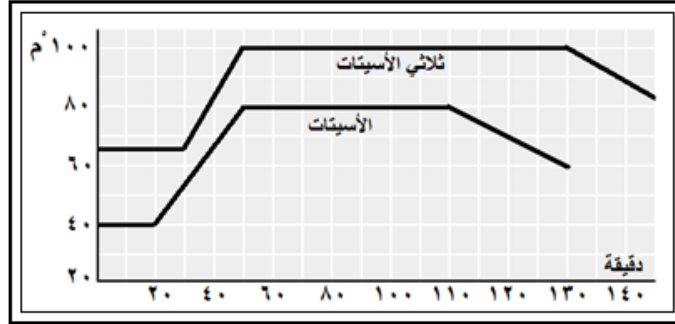
## صباغة خيوط الأسيئات

١- المقدمة: لعب استبدال زمرة هيدروكسيل السلسلة السيليلوزية بزمرة أسيثيل دوراً كبيراً جداً في تغيير مواصفات السيليلوز، وما يهمنا هنا التغيير الكبير الحاصل تجاه الأصبغة التي يألفها السيليلوز عادة أي الأصبغة: المباشرة، الفعالة، النفتول، الأحواض، الكبريتية، وكلها أصبغة غير قادرة على صباغة خيوط الأسيئات، وقد فسرت هذه الظاهرة على أساس أن بنية السيليلوز المؤسستل ضعيف الألفة نحو الماء من جهة، ويقاوم الانتفاخ من جهة أخرى، لذا فإن صباغتها لم تتيسر بادئ ذي بدء.

ولوحظت فيما بعد قدرة خيوط الأسيئات على امتزاز المواد العضوية غير الحلولة بالماء اعتباراً من المعلق المائي، وهكذا بدأت مرحلة البحث عن أصبغة معلقة فكان الوصول لأصبغة أزو معلقة من قبل هولاند كما هو حال صباغ الديسبرس الأصفر ٣، ومن ثم وفي عام ١٩٢٤ تمكن باديلي من الوصول لمشتقات أمينوانتراكينون كما هو حال صباغ ديسبرس أزرق ١.

واتسعت دائرة البحث حول الأصبغة المعلقة بعد ظهور البولويستر الأقل ألفة للماء من خيوط الأسيئات حتى وصلت إلى ما آلت إليه اليوم، حيث تم تفهم آلية العملية الصباغية بالأصبغة المعلقة على أساس أن قسماً بسيطاً جداً منها ينحل بالماء ويتكثف الباقي غير المنحل من جزيئات المعلق لتتحافظ على درجة إشباع المحلول.

٢- تطبيق العملية الصباغية: نبدأ الحمام الصباغي بإضافة الحمض لضبط الحموضة عند pH:5-6 لخيوط الأسيئات و pH:4.5-5 لثلاثي الأسيئات، وتوصي كلارينت لتطبيق المبيض الضوئي ليكوفور السائل EHT بإضافة ١ مل/ل حمض نمل ٨٥% للأسيئات، وإضافة ٢ مل/ل حمض نمل ٨٥% لخيوط ثلاثي الأسيئات، ثم نضيف عامل التسوية الملائم ونرفع درجة الحرارة حتى ٤٠°م وننور مدة ٢٠ دقيقة لنبدأ بإدخال الصباغ المصفى جيداً ونتريث حتى تمام التوزع ثم نبدأ برفع درجة الحرارة بمعدل ١,٥-٢ درجة/دقيقة حتى الوصول للدرجة ٧٠-٨٥°م لخيوط الأسيئات، ونستمر عندها لمدة ساعة واحدة أو للوصول لدرجة عمق اللون وتساوية المطلوبتين، أما خيوط الثلاثي أسيئات فنتابع رفع درجة الحرارة حتى ١٠٠°م لتحقيق درجة الامتصاص التي يحققها الأسيئات عند ٨٥°م، لذا ومع ثلاثي الأسيئات يمكننا البدء عند الدرجة ٦٥°م بدلاً من ٤٠°م للأسيئات، ذلك لأن امتصاص خيوط ثلاثي الأسيئات يستمر ضعيفاً جداً حتى بلوغنا درجة حرارة ٨٠°م، وتحتاج عند الدرجة ١٠٠°م لزم من قد يصل حتى الساعة والنصف نبرد بعدها وننهي الحمام ثم نشطف بدرجة حرارة ٥٠°م من أية بواقي صباغية على السطح كما في الشكل (٧٧):



الشكل ٧٧

ويمكننا صباغة خيوط الأسيئات عند الدرجة ١٣٠°م كما هو الحال مع البولويستر دون أي تخوف ولنحصل بذلك على ثباتيات أفضل وخاصة على البلل بسبب اختراق الجزيئات الصباغية لأعماق الخيط. وتتميز خيوط ثلاثي الأسيئات عن الأسيئات بإمكانية تثبيتها حرارياً عند الدرجة ١٩٠°م قبل الصباغة ما يزيد من نسبة المناطق المتبلورة في الخامة وبالتالي تراجع قدرة انتشار واختراق الأصبغة إلى العمق، وبذلك يمكن لخيوط ثلاثي الأسيئات الدخول في تنافس واضح مع الخيوط التركيبية الأخرى لا يحسمها إلا اقتصادية العمل.



$\Delta C$ : دالة تتعامل معها بعض الشركات تحت اسم ثابت الصباغة الذي يعبر عن تأثير تقنية التجهيزات وتأثيرها على العملية الصباغية، كأن تكون الخامات على شكل آلة شلّة أم ونش.

$F_R$ : وتعبّر عن قدرة تأخير عامل مؤخر، فنقول عن مؤخر شركة د. بترى وهو من فئة مركبات الأمونيوم الرباعية:

$F_R$ : the retardant saturation value of peretard GAN = 0.55

تمايز المراكز الفعالة في خيوط الاكريليك واختلاف خواص الأصبغة القاعدية							
درجات ألفة مختلفة لأصبغة ذات K واحدة			أصبغة ذات قيم K مختلفة			أنماط المراكز الفعالة	
f=3	f=2	f=1	K=3	K=2	K=1	مركز فعال جدا	مركز فعال
+++	++	+	+	+	+	--	-

الشكل ٧٨ : شكل مبسط للفروق بين فعاليات وخواص أو ألفة المراكز الفعالة والأصبغة القاعدية

### ٣ - تحديد درجة إشباع خيوط الاكريليك بطريقة شركة باير:

- نصبغ الخيط المجهول وبحمامات منفردة مع كل من ٥-٧-٩-١١% استرازون أزرق FFR " أساس أزرق ٦٩ "، وبوجود ١% حمض خل ٦٠% بحمام ٤٠/١.
- نصبغ خيط اكريليك بدرجة إشباع ٢,١ مع ٨% استرازون أزرق FFR وبنفس شروط الحمام السابقة.
- نستمر عند درجة حرارة الغليان لمدة ٣ - ٤ ساعات واستنزاف الحمام.
- نقارن ألوان الخيوط الناتجة بالخيط الشاهد، فإن كان مشابهاً لأي منهم كانت درجة إشباع الخيط على الشكل:

تحديد درجة الإشباع بنتيجة الاختبار			
1.2	=	درجة الإشباع $S_f$	← استرازون أزرق ٦٩ Astrazon Blue FFR
1.8			
2.3			
2.8			
			5%
			7%
			9%
			11%

وترتبط عملية إضافة الصباغ عادة بسعة الخيط، كما أنه من الأهمية بمكان معرفة سرعة صباغة الخيط V قبل التعامل معه لضمان نجاح العملية الصباغية والتجربة.

### ٤ - تحديد سرعة صباغة الخيوط بطريقة باير:

- أ- نأخذ وزناً معيناً من خيط معروف سرعة الصباغة ونصبغه مع ٢% استرازون أزرق FFR وبوجود ١,٥% حمض خل ٦٠% حتى استنزاف الحمام.
- ب- نكرر التجربة مع الخيط المجهول.

ج- نقارن بين درجتي عمق اللون، فإن تساوتا كان لهما سرعة الصباغة ذاتها، أما عندما نجد أن الخيط المجهول كان أفتح أو أغمق فإننا نرفع أو نخفض سرعة الصباغة لتحقيق الدرجة اللونية ذاتها، إلا في حال تجاوز الفرق بينهما ٢٠% فإننا نضطر حينها لإعادة التجربة والتحكم بالخيط من خلال خفض أو رفع سرعة الصباغة.

### ٥ - المواد المساعدة والكيماويات اللازمة لحمام صباغة خيوط الاكريليك:

- ١- المنظفات: تنحصر المنظفات التي نتعامل معها هنا بمجموعة المنظفات اللاشاردية مثل طائفة الألكيل أريل بولي غليكول التي تتميز بنباتها في الأوساط الثلاث: الحمضي والمعتدل والقلوي، ويُستحسن إجراء حمام الغسيل في وسط قلوي بوجود ثلاثي فوسفات الصوديوم عندما يكون الماء طرياً، ويبرو الفوسفات رباعي الصوديوم مع الماء المتوسط القساوة، ولا يجوز استخدام المنظفات الشاردية السالبة خوفاً من تفاعل بقاياها مع الصباغ الموجب الشحنة.
- ٢- حمض الخل: تتصح معظم الشركات باعتماد حمض الخل في حمام صباغة الاكريليك، إذ يؤدي استبداله بحمض النمل أو حمض الكبريت لانحراف في لون الصباغ، وتنبأين درجات الانحراف ما بين صباغ وآخر.
- تؤثر درجات الحموضة كثيراً على معدلات امتصاص الصباغ، إذ يزداد الامتصاص بازدياد نسبة الحمض في الحمام، لذا فإنه غالباً ما يتم تطبيق الألوان الغامقة عند درجات حموضة pH: 4,5 برغم أن معظم الأصبغة القاعدية تعمل في مجال pH: 2,5-5,5.
- ٣- ملح غلوبير: يلعب ملح غلوبير دوره ككهرليت في كبح الاستنزاف وتعزيز الهجرة رافعاً درجة تسوية العملية الصباغية.

٥-٤- العوامل المبعثرة: تستخدم المركبات اللاشاردية - من نوع بولي غليكول ايتير الأغوال الدسمة خاصةً - كعوامل مبعثرة فعالة سطحياً وخاصة مع الألوان الغامقة لمنع ترسب الأصبغة على جدران الآلات أو على الخيوط ودون أن يكون لها تأثير سلبي على العملية الصباغية.

٥-٥- العوامل المؤخرة:

أ - العوامل المؤخرة الشاردية السالبة: ونجد منها اللوجين PAA لشركة كلارينت والذي يمكنه تشكيل معقدات غير ثابتة مع الأصبغة لا تلبث أن تتفكك مع ارتفاع درجة الحرارة مطلقاً الصباغ من جديد.

ب - العوامل المؤخرة الشاردية الموجبة: تعمل العوامل المؤخرة الشاردية الموجبة على مبدأ امتصاصها من قبل الخيوط أولاً لتمنع أو لتحد من امتصاص الأصبغة، لأنها تُمتص بسبب تفاعلها مع المراكز الفعالة السالبة الموجودة في الخيوط ما يبطل امتصاص الأصبغة، لذا فقد نجد أحياناً بعض العوامل المؤخرة التي تدخل في تفاعلها مع الخيوط بصورة غير عكوسة ما يضعف من قدرة هذه الخيوط على امتصاص الأصبغة، وبالتالي فإن دورها يكون تخریبياً، لذا فإن كلارينت تنتج الريتارغال السائل A ذي فعالية الإعاقة الضعيفة لتجنب حدوث أي مخاطرة في استخدامه حتى لو أضيف بزيادة، أما باير فتنتج خمسة أصناف لتستطيع تغطية طيف كامل وهي:

استراغال PAN: مؤخر دائم، تعادل ألفته أصبغة الاسترازون من النمط  $K=2,5$ ، ويستخدم لألفته المتوسطة مع الأصبغة العالية والمنخفضة الألفة، ويستحسن لمفعوله الدائم والمؤخر زيادة زمن البقاء في مرحلة درجات الحرارة العالية، والأخذ به مع الأصبغة السريعة الاستنزاف.

استراغال AFN: مؤخر عالي الألفة تجاه الخيوط ما يجعله مناسباً جداً للأصبغة عالية الألفة أي  $K_1$  و  $K_2$ ، ويمكننا تحقيق نفس فعاليات PAN بأخذ كميات أقل من AFN بفارق أن مفعوله المؤخر دائم ومستمر ما يستوجب الالتزام التام بالزمن اللازم عند درجة الغليان، ومن الضروري إضافة ملح غلوبير معه للحد من مفعوله المؤخر.

استراغال TR: مؤخر متوسط الألفة، يشابه PAN و AFN بفارق إمكانية استخدامه كعامل تسوية، ولتراجع فعاليته الدائمة كمؤخر بارتفاع درجة الحرارة فإن عمله يكون عند بداية العملية الصباغية فقط ولا يستوجب البقاء طويلاً عند درجات الحرارة العالية، وباستخدامه يتم استنزاف الحمام بطريقة أسرع من PAN و AFN لذا فإننا لا نحتاج معه لتبريد الحمام ما يعني وفراً بالوقت والطاقة.

استراغال TRS: يشابه TR بفارق أنه يمنح الخيوط الملمس الجاف، ولا حاجة لملاح غلوبير معه، إنما يستحسن استخدام التسوية.

استراغال M: عامل تسوية مساعد معزز للهجرة منخفض الألفة، وترتبط فعاليته بنوعية الأصبغة القاعدية ودرجة عمق اللون وزمن ودرجة حرارة العملية الصباغية، وتكون أعلى معدلات الهجرة معه فيما بين ٩٨ - ١٠٥°م، لذا يمكننا تجاوز الخطأ في اللون المطلوب بإضافته مع مؤخر كاتيوني كونه لا يملك تأثيراً معيقاً.

٥-٦- المطريات ومضادات الكهرباء الساكنة: غالباً ما تستخدم المطريات الكاتيونية والتي يكون تركيبها الأساسي من فئة مركبات الأمونيوم الرباعية أي من نفس عائلة المؤخرات السالفة الذكر، لذا فإنه قد يكون لها خواص تأخير يتوجب أخذها بالحسبان عند تطبيق حمام صباغة وتحضير مشترك أي صباغة وتطرية في حمام واحد، وهذا ما يستلزم إنقاص كمية العامل المؤخر الأساسية بما يتناسب مع فعالية المطري المؤخرة.

ويمكننا إضافة العوامل المضادة للكهرباء الساكنة في حال كون التطرية تفتقد لهذا المفعول أو كان فعاليتها غير كافية شرط أن يكون العامل المضاد للكهرباء الساكنة المراد إضافته للحمام موجب أو لا شاردي.

وأخيراً يمكننا إجراء حمام تطرية مستقل عند الدرجة ٤٠°م وبحموضة 5-6 : pH بحمض الخل، ولمدة ١٥ - ٢٠ دقيقة، ومن الضروري التنويه هنا لأهمية ترشيح محلول التطرية قبل إضافته لحمام الصباغة أو التطرية.

٦ - سرعة صباغة ودرجة إشباع بعض خيوط الاكريليك: كما سبق وذكرنا تتباين خواص خيوط الاكريليك فيما بينها تبعاً لتركيبة البولي مير وطريقة الغزل وطبيعة المعالجات النهائية، لذا يتوجب علينا بادئ ذي بدء تحديد سرعة صباغة ودرجة إشباع خيوط الاكريليك المراد صباغتها لوضع شروط الحمام الصباغي الأمثل، ونرى في الجدول (١١٧) بعضاً من هذه والذي نلاحظ فيه أن أصناف الاكريلان الثلاث قد تباينت في سرعة صباغتها برغم أن درجة إشباعها لم تتغير، وعلى العكس فإن صنف الأورلون تباينت في درجتي إشباعها برغم أن سرعتي صباغتها لم تتغير أيضاً، إذ ترتبط درجة الإشباع بعدد ونوع المراكز الفعالة الداخلة على السلسلة البوليميرية، بينما ترتبط سرعة الصباغة بشحنة المراكز الفعالة وطبيعة عمليات الغزل والمعالجات الفيزيائية اللاحقة.

الجدول ١١٧: سرعة صباغة ودرجة إشباع بعض خيوط الاكريليك

درجات إشباع وسرعة صباغة بعض خيوط البولي أكريلو نتريل							
العلامة التجارية للخيوط	سرعة الصباغة V	درجة الإشباع S <sub>F</sub>	العلامة التجارية للخيوط	سرعة الصباغة V	درجة الإشباع S <sub>F</sub>	سرعة الصباغة V	درجة الإشباع S <sub>F</sub>
أكريبل	2.5	3.1	درالون	1.7	2.1		
أكريلان	1.7	1.4	أورلون	2.0	2.2	Orlon 42	2.0
	2.4			Orlon 75			
	3.2	3.5	تورايلون	2.3			
كاشمليون	3.6	2.0	فونيل	2.3	1.3	Vonnel V17	

٧- مبادئ عامة في صباغة الاكريليك: تتصف جميع الأصبغة القاعدية بمعدلات صباغة عالية ضمن مجال حراري ضيق ومعدلات هجرة منخفضة عند درجة حرارة الغليان، لذا فإنه من الضروري الضبط الجيد لمعدلات ارتفاع درجات الحرارة وصولاً لامتناس بطيء ومنتظم للأصبغة وبالتالي لتثبيت صحيح، وترتبط درجة امتصاص الألياف للأصبغة بعوامل ثابتة، وعوامل متغيرة يمكننا التحكم بها:

أ- العوامل الثابتة: درجة تجانس خيوط الاكريليك المراد صباغتها، معدلات امتصاص الأصبغة المستخدمة.

ب- العوامل المتغيرة: درجتا الحرارة والحموضة، تركيز الكهرليت، نوعية ونسبة العامل المؤخر.

٨- امتصاص الأصبغة القاعدية: تتباين درجات الحرارة التي يتم عندها الاستنزاف الأعظمي للأصبغة القاعدية ما بين نوع وآخر من الخيوط، ففي حين أنها تكون للألوان الفاتحة لخيوط الدرالون مثلاً بين ٧٢ - ٨٤ م° نجدها وبنفس شروط الصباغة لخيوط الكاشمليون تقع بين ٦٦ - ٧٨ م°.

وتتأثر معدلات امتصاص الأصبغة القاعدية بدرجات الحرارة تأثيراً كبيراً، فدون الدرجة ٧٥ م° يتم امتزاز الأصبغة مع تثبيت قسم بسيط منها فقط، وعند ٨٠-٨٥ م° يتسارع الامتناس لدرجة عالية، وخاصة عند الدرجة ١٠٢-١١٠ م°، ويرتبط الامتناس آنذاً بدرجة تجانس الخيوط ودرجة حرارة الصباغ العظمى ونوعية الخيوط، لذا فإنه من الضروري جداً عند توليف مجموعة أصبغة الأخذ بعين الاعتبار معدلات الامتناس الفردية بحيث نأخذ بالأصبغة التي تبدي تقارباً أعظمياً عند توليفها " K واحدة ".

٩- طرائق الصباغة: سنستعرض هنا كمثال على صباغة الاكريليك طرائق شركة كلارينت، إذ أنها جدولت مجموعة معطيات تمكننا من الوصول لتقنية صباغة أمينة وسهلة التناول، فوضعت طرائقاً أربع: طريقة حرارية تعتمد على ضبط رفع درجات الحرارة، وطريقة المؤخر التي تسمح لنا بالإسراع في رفع درجة الحرارة بوجود العامل المؤخر، وطريقة تتوسطهما، وطريقة رابعة تعتمد على العامل المؤخر السالب، وقبل تناول هذه الطرائق نبدأ بطريقة حل مسحوق الصباغ. ٩-١- حل الصباغ: نأخذ جزءاً من الصباغ مع جزء من حمض الخل ٤٠ % ونحرك حتى تمام تجانس المعجونة المتشكلة، ثم نمدد هذه المعجونة مع ٣٠ - ٤٠ جزء من الماء المغلي ونرشحها. ويُسْتَحْسَنُ لحل كميات صباغ كبيرة كما هو الحال مع ألوان الأسود والكحلي حل المعجونة وحمض الخل في خلاط ثابت مع جزء من عامل تسوية وبعثرة من طائفة بولي غليكول ايتير الأغوال الدسمة اللاشاردية مثل الايكالين السائل F وتسعة أجزاء من الماء الحار، ونستفيد من عامل التسوية هنا ليلعب دور العامل المنظف.

٩-٢- تطبيق الأصبغة القاعدية بالطريقة الحرارية T: وتسميها كلارينت طريقة الساندوكريل T وتقوم على التحكم بمعدلات ارتفاع درجة الحرارة دون استخدام عوامل مؤخرة، ما يجنبنا كلفة إضافة العامل المؤخر، وتبدي إمكانات تلوين غير محدودة إضافة لكونها تسهل الجمع بين عمليتي الصباغة والتطرية، ولأنها تقوم على التحكم باستنزاف الحمام الصباغي من خلال التحكم بمعدلات رفع درجة الحرارة فإن استخدامها يكون أكثر ما يكون عند توفر آلات ذات تحكم آلي مبرمج، ولجميع أنواع الاكريليك وبجميع أشكالها، لأنه ومن خلال الرفع المنتظم لدرجات الحرارة ستكون عملية امتصاص الأصبغة منتظمة أيضاً.

نحدد رقم مفتاح التركيز من الجدول (١١٨) أو اللائحة C ومن ثم المجال الحراري الأعظم من لائحة الألياف T في الجدول (١١٩)، ونحدد وفق طريقة خاصة بالحساب نستوضحها من خلال المثال التالي عند توليف مجموعة أصبغة لتحويل اللون الأزرق إلى كحلي:

طريقة كلارينت في حساب مفتاح التركيز لمجموعة أصبغة			
الصباغ	التركيز	رقم مفتاح التركيز	مفتاح تركيز الأصبغة المولفة
ساندوكريل أصفر بني B-TLE	0.04%	-	- + 1 + 3 = 4
ساندوكريل أحمر B-2GLE	0.15%	1	
ساندوكريل أزرق B-2GLE	1.02%	3	

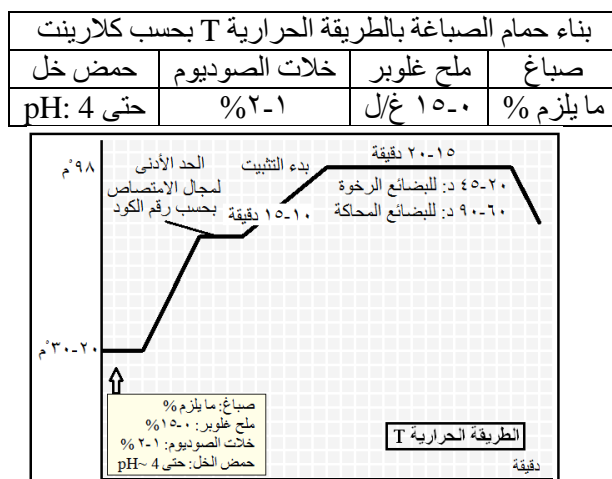
الجدول ١١٨

اللائحة C : مفاتيح كود الطريقة الحرارية لشركة كلارينت										
رقم الكود									ساندوكريل	
٢٠	١٥	١٠	٧,٥	٥	٤	٣	٢	١		
٦	٤,٥	٣	٢,٣	١,٥	٠,٩	٠,٦	٠,٤	٠,٢	B-6GL	أصفر
٤,٨	٣,٦	٢,٤	١,٨	١,٢	٠,٧	٠,٤٥	٠,٢٥	٠,١	B-5GL	
٤,٨	٣,٦	٢,٤	١,٨	١,٢	٠,٩	٠,٦	٠,٤	٠,٢	B-LE	
٢,٢	١,٦	١,١	٠,٨	٠,٥٥	٠,٣٥	٠,٢٥	٠,١٥	٠,٠٧	B-RLE	أصفر ذهبي
٣,٢	٢,٤	١,٦	١,٢	٠,٨	٠,٥	٠,٣	٠,٢	٠,١	B-GRL	
٢,٦	١,٩	١,٣	٠,٩٥	٠,٦٥	٠,٤٥	٠,٣	٠,٢	٠,١	B-RLE	أصفر بني
٢,٨	٢,١	١,٤	١,٠٥	٠,٧	٠,٤٥	٠,٢٥	٠,١٥	٠,٠٧	B-3RLE	برتقالي
٧,٢	٥,٤	٢,٦	٢,٧	١,٨	١,٢	٠,٨	٠,٤٥	٠,٢	B-4G	أحمر
٤	٣	٢	١,٥	١	٠,٧	٠,٥	٠,٣٥	٠,١٥	B-F	
٣,٨	٢,٩	١,٩	١,٤	١	٠,٧	٠,٤٥	٠,٣	٠,١٥	B-2GLE	
١,٨	١,٣٥	٠,٩	٠,٦٥	٠,٤٥	٠,٣٣	٠,٢٣	٠,١٥	٠,٠٧٥	B-RGLE	وردي
٣	٢,٢	١,٥	١,١	٠,٧٥	٠,٥	٠,٣٥	٠,٢	٠,١	B-5B	
٣,٧	٢,٨	١,٨	١,٤	٠,٩	٠,٦٥	٠,٤	٠,٢٥	٠,١	B-RLE	
٥,١	٣,٨	٢,٦	١,٩	١,٣	١	٠,٦	٠,٣٥	٠,٢	B-2RLE	بنفسجي
٨,٤	٦,٣	٤,٢	٣,١	٢,١	١,٢	٠,٧	٠,٤	٠,١٥	B-FE	أزرق
-	-	٩	٦,٧	٤,٥	٢,٥	١,٥	٠,٩	٠,٤	B-RLE	
٣,٢	٢,٤	١,٦	١,٢	٠,٨	٠,٤٥	٠,٣	٠,٢	٠,١	B-BLE	
٢,٤	١,٨	١,٢	١,٩	٠,٦	٠,٣٥	٠,٢٥	٠,١٥	٠,٠٥	B-NLE	أخضر
٣,٤	٢,٥	١,٧	١,٢	٠,٨٥	٠,٧	٠,٥	٠,٣٥	-	B-RL	كحلي
٤,٨	٣,٦	٢,٤	١,٨	١,٢	٠,٥	-	-	-	B-BL	أسود

الجدول ١١٩ : اللائحة T

اللائحة T : الطريقة الحرارية لتطبيق أصبغة الساندوكريل " بدون مؤخر " وتعيين المجال الحراري الحرج بحسب رقم الكود المعين على أساس التركيز " درجة الحموضة pH: 4.5 "										
رقم الكود									الخيوط	
٢٠	١٥	١٠	٧,٥	٥	٤	٣	٢	١		
٩٨-٩٠	٩٦-٨٨	٩٤-٨٦	٩١-٨٣	٨٩-٨١	٨٦-٧٨	٨٥-٧٥	٨٣-٧٢	٨٢-٧٠	Acribel +	أكريبل
٩٨-٩٢	٩٧-٨٩	٩٥-٨٧	٩٣-٨٥	٩١-٨٣	٨٨-٨٠	٨٧-٧٧	٨٥-٧٤	٨٢-٧٠	Acrilan + 16	أكريلان
٩٨-٩٢	٩٧-٨٩	٩٤-٨٦	٩١-٨٣	٨٨-٨٠	٨٦-٧٨	٨٤-٧٤	٨١-٧٠	٧٨-٦٦	Cashmilon +	كاشمليون
٩٨-٩٢	٩٨-٩٠	٩٦-٨٨	٩٥-٨٧	٩٣-٨٥	٩١-٨٣	٩٠-٨٠	٨٩-٧٨	٨٨-٧٦	Courtelle +	كورتيل
٩٨-٩٢	٩٨-٩٠	٩٥-٨٧	٩٣-٨٥	٩١-٨٣	٨٨-٨٠	٨٧-٧٧	٨٥-٧٤	٨٣-٧١	Crilenka +	كريلنكا
٩٨-٩٤	٩٨-٩٠	٩٦-٨٨	٩٤-٨٦	٩٢-٨٤	٨٩-٨١	٨٨-٧٨	٨٧-٧٦	٨٤-٧٢	Dolan +	دولان
٩٨	٩٨-٩٤	٩٨-٩٢	٩٧-٨٩	٩٤-٨٦	٩١-٨٣	٩٠-٨٠	٨٧-٧٦	٨٤-٧٢	Dralon +	درالون
٩٥-٨٧	٩٢-٨٤	٩٠-٨٢	٨٨-٨٠	٨٦-٧٨	٨٣-٧٥	٨٢-٧٢	٧٩-٦٨	٧٦-٦٤	Euroacril +	يوراكريل
٩٥-٨٧	٩١-٨٣	٨٨-٨٠	٨٥-٧٧	٨٣-٧٥	٨٠-٧٢	٧٩-٦٩	٧٧-٦٦	٧٤-٦٢	Exlan + DK	إكسلان
٩٨-٩٤	٩٨-٩٢	٩٧-٨٩	٩٤-٨٦	٩٢-٨٤	٨٩-٨١	٨٨-٧٨	٨٦-٧٥	٨٤-٧٢	Orlon +42	أورلون

إذا فإن مفتاح التركيز لمجموعة الأصبغة المولفة والبالغ ٤ يحدد لنا من الجدول ١١٦ / T أن درجة الحرارة العظمى هي بين ٨١ - ٨٩ م° لخيوط الأورلون، و ٧٨ - ٨٦ م° لخيوط الكاشمليون، لذا يكون العمل على الشكل (٧٩):  
أ- بناء الحمام :



الشكل ٧٩ : الطريقة الحرارية لصبغة الأكريليك



ب - العمل: نبدأ العملية الصباغية عند درجة حرارة الغرفة ونرفعها خلال ١٠-١٥ دقيقة حتى الوصول للحد الأدنى من مجال الامتصاص الأعظمي الصباغي، ونتابع بين حدي مجال درجة حرارة الامتصاص الأعظمي لزمن يرتبط بنوعية الخامات المراد صباغتها وشروط العمل والإمكانات المتاحة، فمثلاً وفي حين أنه يلزمنا مع البضائع الرخوة مدة ٢٠-٤٥ دقيقة فإنه يلزمنا مع الغزول أو الأقمشة المحاكة ٦٠-٩٠ دقيقة.

وعند الاقتراب من درجة الاستنزاف الأعظمية للحمام الصباغي نرفع درجة الحرارة حتى ٩٨°م حيث تبدأ مرحلة تثبيت الأصبغة الممتصة، ونستمر عند درجة حرارة التثبيت ١٥-٢٠ دقيقة إلا إذا كنا نريد رفع درجة الحرارة حتى شروط العمل بدرجات الحرارة العالية، ويكفينا لمرحلة التثبيت مدة ٢٠-٣٠ دقيقة بشكل عام، وفي حال اختصارنا لزمن التثبيت فإن اللون سيكون عرضةً للتغير عند معالجة المواد المصبوغة لاحقاً بالبخار أو بالحرارة الجافة.

٩-٣- طريقة العامل المؤخر R: وتقوم على اعتماد عوامل مؤخرة مع بعض الليونة في مراقبة ارتفاع درجة الحرارة ومعدلاتها، ونأخذ هنا كمثال على العوامل المؤخرة الريتارغال السائل A الذي لا يملك تأثيراً سلبياً على مردود العملية الصباغية ما يمكننا من استخدامها على جميع أنواع خيوط الاكريليك وبكافة أشكالها، لذا يستحسن استخدامها حيث لا يوجد تحكم آلي.

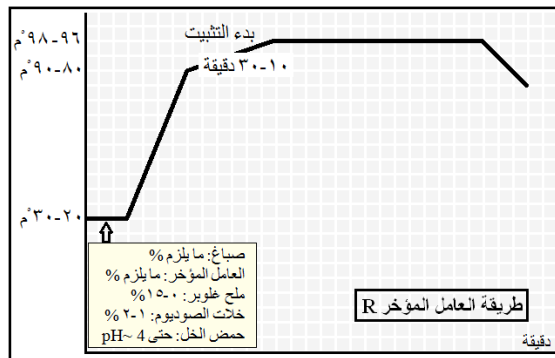
ويتم تحديد ما يلزمنا من الريتارغال السائل A من الجدول (١٢٠) أي اللائحة R بما يتلائم مع نوعية الخيوط المثبتة في الجدول R ورقم مفتاح التركيز من اللائحة C.

الجدول ١٢٠: اللائحة R

اللائحة R : طريقة المؤخر لتطبيق أصبغة الساندوكريل وتعيين نسبة العامل المؤخر المثوية بحسب رقم الكود المعين على أساس التركيز " درجة الحموضة pH: 4.5 "										الخيوط	
رقم الكود											
٢٠	١٥	١٠	٧,٥	٥	٤	٣	٢	١			
٠,٢٥	٠,٥	٠,٧٥	١	١,٢٥	١,٥	١,٧٥	٢	٢,٢٥	٢,٥	٢,٧٥	٣
-	٠,٧٥	١,٢٥	١,٧٥	٢,٢٥	٢,٧٥	٣	٣,٢٥	٣,٥	٣,٧٥	٤	٤,٥
٠,٢٥	٠,٧٥	١,٢٥	١,٧٥	٢	٢,٢٥	٢,٥	٢,٧٥	٣	٣,٢٥	٣,٧٥	٤
-	-	٥	١	١,٥	١,٧٥	٢	٢,٢٥	٢,٥	٢,٧٥	٣	٣,٢٥
-	٠,٥	١	١,٥	٢	٢,٢٥	٢,٥	٢,٧٥	٣	٣,٢٥	٣,٧٥	٤
-	-	٠,٣	٠,٦	٠,٧	٠,٨	٠,٩	١	١,٢٥	١,٥	١,٧٥	٢
-	-	٠,٢٥	٠,٤	٠,٥	٠,٦	٠,٧٥	٠,٩	١	١,٢٥	١,٥	١,٧٥
١	١,٥	٢	٢,٥	٣	٣,٥	٤	٤,٥	٥	٥,٥	٦	٦,٥
٢	٢,٥	٣	٣,٥	٤	٤,٥	٥	٥,٥	٦	٦,٥	٧	٧,٥
٠,٥	١	١,٥	١,٧٥	٢	٢,٢٥	٢,٥	٢,٧٥	٣	٣,٢٥	٣,٧٥	٤

طريقة العمل: يتم بناء الحمام على الشكل:

بناء حمام الصباغة بطريقة العامل المؤخر بحسب كلارينت				
صباغ	تركيز العامل المؤخر	ملح غلوير	خالات الصوديوم	حمض خل
ما يلزم %	% بحسب اللائحة R	١٥-٠ غ/ل	١-٢ %	حتى 4 pH:



الشكل ٨٠: طريقة العامل المؤخر R

يتم إدخال الخامة إلى الحمام ونرفع درجات الحرارة بسرعة تلائم نوعية الخيوط والشروط العملية حتى الدرجة ٨٠ - ٩٠°م، ونتابع رفع درجات الحرارة حتى ٩٦ - ٩٨°م خلال ١٠ - ٣٠ دقيقة للبدء بعملية استنزاف وتثبيت الصباغ، ويمكننا اختصار الزمن عند العمل بشروط الحرارة العالية عنه في شروط درجة حرارة الغليان، كما يمكننا خفض كمية العامل المؤخر بمعدل ١٠ % عند إضافة ملح غلوير.

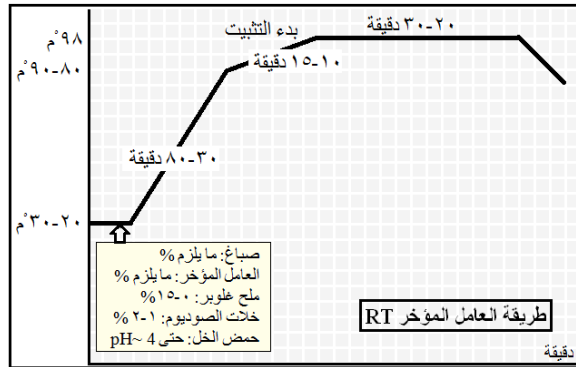
مخطط تنافس المؤخر والصباغ على الارتباط بالمراكز الفعالة في البولي أكريلو نتريل				
المرحلة الأولى : التنافس بين الصباغ والمؤخر على الارتباط				
ارتباط المؤخر والصباغ بالمركز الفعال	ارتباط المؤخر بالمركز الفعال	مرحلة هجرة الصباغ والمؤخر		
المرحلة الثانية : ارتباط الصباغ وطرد العامل المؤخر				
ألفة الصباغ > ألفة العامل المؤخر	ألفة الصباغ < ألفة العامل المؤخر	ألفة الصباغ = ألفة العامل المؤخر		
المؤخر الموجب	الصباغ الموجب	المركز الفعال السالب		

الشكل ٨١: تنافس المؤخر والصباغ على الارتباط بالمراكز الفعالة في البولي أكريلو نتريل

٩-٤- طريقة الساندوكريل RT: وتقوم على الجمع بين استخدام طريقتي العامل المؤخر بنسب أقل والطريقة الحرارية بأسرع قليلاً مما يلزم، لذا يكون استنزاف الحمام هنا بين ٨٥ - ٩٠ م° أو بين ٩٠ - ٩٥ م° حسب درجة تجانس الخيوط، وتستخدم هذه الطريقة عندما تكون الخامات عالية معدلات الانكماش أو غليظة القطر بعكس الخيوط الدقيقة. وتتشابه هذه الطريقة في تطبيق حمامها مع الطريقة R، إلا أننا نحدد كمية العامل المؤخر من الجدول RT/121، وتبدأ عملية الصباغة عند درجة حرارة منخفضة نرفعها خلال ٣٠ - ٨٠ دقيقة حسبما تسمح به آلة الصباغة، والقاعدة أن الحمام سيُنزَف خلال هذا الزمن، لذا فإننا نرفع درجة الحرارة حتى ٩٨ م° خلال ١٠ - ١٥ دقيقة حيث تبدأ عملية التثبيت التي يجب أن تستمر ٢٠ - ٣٠ دقيقة إلا إن أمكننا رفع درجة الحرارة حتى شروط الحرارة العالية، وتجدر الإشارة هنا أنه وكلما ازدادت درجة عمق اللون ازداد الزمن اللازم للتثبيت، وعموماً تختص هذه الطريقة بالخامات الصعبة التخریق لانكماشها العالي الذي يُضعف من درجة التجانس ما يقتضي العمل بأعلى درجة حرارة ممكنة، كما تتميز بعدم حاجتنا للتبريد عند اضطرارنا لأي إضافة لاحقة للأصبغة بسبب وجود العامل المؤخر.

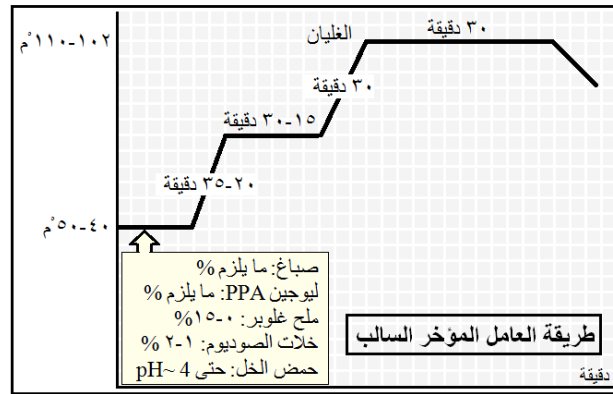
الجدول ١٢١: اللائحة RT

اللائحة RT : تطبيق أصبغة الساندوكريل الحرارية مع العامل المؤخر وتعيين نسبة العامل المؤخر المئوية بحسب رقم الكود المعين على أساس التركيز " درجة الحموضة pH: 4.5 "												
* : غالباً ما تتم الصباغة بدرجات حرارة عالية ، # : تتم الصباغة عند درجات حرارة ٨٥-٩٠ م°												
الخيوط		درجة الحرارة المئوية		رقم الكود								
		٨٥-٩٠	٩٥-٩٠	١	٢	٣	٤	٥	٧,٥	١٠	١٥	٢٠
أكريل	Acribel +	٠,٦	١,٨	٠,٥	١,٦	١,٤	١,٢	٠,٢	٠	٠	٠	٠
أكريلان	Acrilan + 16	٢,٥	١,٢٥	٢,٢٥	٢	١,٧٥	١,٥	١	٠,٥	٠	٠	٠
كاشمبلون	Cashmilon +	١	٢,٥	٠,٩	٢,٢٥	٢	١,٧٥	١,٥	٠,٥	٠,٢٥	٠	٢,٢٥
كريلنكا	Crilenka +	١	٣	٠,٩	٢,٧٥	٢,٢٥	١,٧٥	١,٥	٠,٥	٠	٠	٠
دولان	Dolan +	٠,٤	١,٢٥	٠,٣	١	٠,٢	٠,١	٠	٠	٠	٠	٠
درالون	Dralon +	٠,٦	١,٢٥	٠,٥	١	٠,٢	٠,١	٠	٠	٠	٠	٠



الشكل ٨٢: طريقة العامل المؤخر RT

٩-٥- طريقة العوامل المؤخرة الشاردية السالبة: تقوم آلية عمل العوامل الشاردية السالبة كما هو الحال مع الليوجين PAA على تعزيز ورفع معدلات هجرة الأصبغة وبخاصة تحت شروط درجات الحرارة العالية " ١٠٢-١١٠ م°"، وبذلك يمكنه أن يحل محل العامل الشاردي الموجب بوجود الأصبغة السالبة كما هو حال صباغة مزائج الاكريليك. ويستلزم تطبيقها مع واحدة من طرائق الساندوكريل T مراقبَةً دقيقة لارتفاع درجة الحرارة عند تطبيق نسب حمام منخفضة جداً، إذ يمتلك الليوجين PAA فعاليةً عالية في إزالته لأية رواسب موجبة كانت أم سالبة، لذا يوصى باستخدامه بنسبة ٢ - ٤% من وزن خيط الاكريليك.



الشكل ٨٣

نبدأ عند الدرجة ٤٠-٥٠ م° حيث يبدأ الليوجين PAA بتشكيل معقدات ضعيفة الثبات مع الأصبغة لا تلبث أن تتفكك مع ارتفاع درجة الحرارة واستمرار عمليات الغلي، فنرفع درجة الحرارة حتى الحد الأدنى من مجال درجتي حرارة الامتصاص خلال ٢٠-٣٥ دقيقة لنتابع عندها مدة ١٥ - ٣٠ دقيقة، نرفع بعدها درجة الحرارة حتى الغليان أو درجات الحرارة العالية خلال ٣٠ دقيقة ونستمر عندها ٢٠ دقيقة أخرى، ويمكننا بإضافة ملح غلوبر بنسبة ٥ - ١٥% تعزيز مفعول التسوية لليوجين PAA وخاصة في المنطقة الحرجة.

١٠- إعادة التسوية: يمكننا إعادة تسوية الخامات المصبوغة الضعيفة التسوية بحسب شركة باير بمعالجتها بالعوامل المؤخرة مع ملح غلوبر وحمض الخل، أي:

حمام إعادة تسوية البولي أكريلونتريل بحسب باير		
١,٥-١ % استراغال PAN	ملح غلوبر لا مائي	حمض خل ٦٠ %
أو ٥-٣ % استراغال M	٢٠-١٠ %	١,٥-١ %

فكما نرى فإن نسبة العامل المؤخر تتعلق بفاعليته التي تدل عليها الشركة الصانعة، فمثلاً نتصح باير هنا بالاستراغال PAN للأصبغة العالية الألفة، بينما نتصح بالاستراغال M للأصبغة المتوسطة أو الضعيفة الألفة. وتتم المعالجة لمدة ١,٥-١ ساعة عند ٩٦-٩٨ أو ١٠٦-١٠٨ م° لضمان تسوية أعلى، وعلى كلٍ يرتبط مدى نجاح إعادة التسوية بنوعية الخيط ودرجة حرارة المعالجة.

أما إذا أردنا تحويل اللون نحو الغامق فيستحسن التخلص من الاستراغال PAN أو لاً بشطفه مع ٣ - ٥ غ/ل صابون مارسيل لمدة ١٥-٢٠ دقيقة بدرجة حرارة ٩٦ - ٩٨ م° يتبعها شطف عادي فساخن وبماء طري، في حين أن الاستراغال M لا يلزمه أي معالجة خاصة.

١١- إرجاع اللون: نعد عادةً لإرجاع اللون عندما يكون اللون مخالفاً للمطلوب، ويطبق حمام الإرجاع بوجود صابون عند درجة حرارة الغليان، وترتبط جدوى العملية بألفة الأصبغة تجاه الخيوط، وإجمالاً لا يمكننا تعرية اللون بهذه الطريقة بشكل كامل.

وتتم تعرية الأصبغة الحساسة تجاه الكهليليات باستخدام كمية عالية من ملح غلوبر في حمام الصابون، وترتبط كمية الملح اللازم إضافتها بدرجة عمق اللون والفرق المطلوب إرجاعه والذي قد يصل حتى ٤٠ - ٦٠%. وتجري المعالجة بحمام نسبته ٤٠/١ حتى ٨٠/١ مع ٣ - ٥ غ/ل صابون مارسيل وإضافة ٣ - ٥ غ/ل ملح غلوبر، ونستمر لمدة ١,٥ - ٢ ساعة عند درجة حرارة ٩٦ - ٩٨ م° ليُزال الصابون بحمام ساخن لماء طري.

١٢- تعرية الأصبغة القاعدية: عندما تفشل جميع محاولات تخفيف اللون نلجأ للأكسدة لتعرية اللون ودون تخريب الاكريليك باعتماد الكلورين " هيبو كلوريت الصوديوم مع حمض الخل " أو ثاني أكسيد الكلور " كلوريت الصوديوم مع حمض الخل " والتعرية بالكلوريت هي الأكثر انتشاراً لأنها تمكننا من إعادة الصباغة بصورة أكثر تسوية.

ويخفض استخدام المؤكسدات قوة اللون بحدود ٣٠ — ٤٠ % أو أكثر، وعلينا التخلص بعدها من كامل بقايا الكلور منعاً لانخفاض الثباتية للضوء عند إعادة عملية الصباغة، وتتم عملية التعرية في حمام ٤٠/١ أو ٨٠/١ وعند درجة حموضة 5,5-6 pH: مع:

حمام تعرية البولي أكريلو نتريل			
٢٠ دقيقة	١٥٠ غ/ل كلور فعال	٧,٥-٥ مل/ل	هيبوكلوريت الصوديوم
عند درجة حرارة الغليان	مانع تآكل	٥-٤ غ/ل	نترات البوتاسيوم
	pH: 5.5~6 حتى	٣-٢ غ/ل	حمض خل ٦٠ %

نتبعه بشطف ساخن ليعالج عند الدرجة ٢٥-٣٠ م° مع ١% مسحوق بيسولفيت الصوديوم NaHSO<sub>3</sub> من وزن الخيط ليشطف بعدها جيداً.

١٣ - تبييض الاكريليك: يتم تبييض الاكريليك بحسب كلارينت بحمامٍ يحوي المبيض مع ٢% حمض نمل ٨٥% لمدة ساعة عند درجة حرارة الغليان وباتماد الليكوفور EFR السائل كمبيض ضوئي وبدون إضافة الكلوريت.

١٤ - مثال تطبيقي لحساب كمية العامل المؤخر الموجب: بحسب كتالوك التاي كريل:

حساب كمية العامل المؤخر الموجب اللازم لـ ١٠٠ كغ بولي أكريلو نتريل بطريقة كتالوك تاي كريل					
[[ درجة إشباع الخيط × ثابت الصباغة ) - ( مجموع كمية الصباغ × عامل إشباع الأصبغة ) ] ÷ معامل إشباع العامل المؤخر					
[ ( Saturation value of fiber × DC ) - ( Sum of amont of dyes × f.value ) ] ÷ of value of retarder					
الأصبغة	f	x	%	=	جاء وزن الصباغ مضروباً بألفته
٢٨ أساس أصفر	٠,٥٢		٠,٤		٠,٢٠٨
١٤ أساس أحمر	٠,٥٤		٠,٦		٠,٣٢٤
٤١ أساس أزرق	٠,٥١		٠,٣		٠,١٥٣
					٠,٦٨٥
Σ Dyes × f	f	x	%	=	% Dyes
0.208	0.52		0.4		0.4 % Basic Yellow 28
0.324	0.54		0.6		0.6 % Basic Red 14
0.153	0.3		0.3		0.3 % Basic Blue 41
					<b>0.685</b>

آلة الصباغ : الونش : أي أن ثابت الصباغة % 80-90 DC =

نوع الخيط : فونيل ١٧ : أي أن درجة الإشباع S<sub>f</sub> = 1.2

العامل المؤخر : بيريتارد GAN أي أن : Fr = 0.55

وبالتالي تساوي كمية العامل المؤخر:

$$0,5 = 0,55 \div [(0,685) - (0,8 \times 1,2)]$$

ولو اختصرنا قوة اللون عشر مرات لصارت كمية المؤخر اللازمة:

$$1,6 = 0,55 \div [(0,685) - (0,8 \times 1,2)]$$

أما لو استبد لنا الخيط بخيط الكاشمليون F ذي S<sub>F</sub>=1.9 لصارت كمية العامل المؤخر:

$$1,5 = 0,55 \div [(0,685) - (0,8 \times 1,9)]$$

ويستحسن اختصار كمية العامل المؤخر بنسبة ما في حال وضع احتمال لأية إضافة صباغية على اللون، أو تعديل لون، إعادة تسوية .. والتأكد من الفعل المؤخر للتطرية الكاتيونية عند تطبيق حمام الصباغة والتطرية المشترك.



الجدول ١٢٢

مواصفات وخواص أصبغة الخيوط المرافقة لللايكرا T 128 C من DU PONT										
نوع الخيوط والأصبغة	البولي أميد	القطن	السييلوز	الصوف	الحرير	البوليستر	اللايكرا	ثلاثي الأسيئات	٢,٥ أسيئات	البولي فينيل كلورايد
الديسبرس	●					●	▲	●	●	●
الحمضية	●			●	●					
المعدنية المعقدة ٢:١	●			●	●					
المعدنية الكرومية ١:١ + الكرومية	●			●						
الأزرق "النفقون"		●								
المباشرة "الديركت"	▲	●	●	●	●					
الفعالة "الراكتيف"	●	●	●							
الأحواض	▲	●								
الليكو		●	●		●					
الكبريتية "السلفور"	▲									
القاعدية "اللايكرا"	▲									
البيغمنت	●									

● : مناسب ، ▲ : بعضها مناسب

الجدول ١٢٣

خواص أصناف الأصبغة على اللايكرا بحسب Lycra T 128 C			
نوع الصباغ	الثباتية للغسيل	الثباتية للضوء	خواص البناء Build-up
المبعثرة: الديسبرس	P	F/G	VG
الحمضية: الأسيد	F/G	F/G	F/G
المعدنية المعقدة ٢:١	F/G	F/G	G
المعدنية المعقدة ١:١	G	F/G	G
الكروم	G	G	G
المباشرة: الديركت	F/G	F	P/G
الفعالة: الراكثيف	G	F/G	P/G
الأحواض: الاندانتارين	F/G	P/F	F/G
الليكو	G	F/G	F/G
الكبريتية: السلفور	G	F/G	P/G
الأزرق: النفقون	P	P	G
القاعدية: الموجبة	F	P	P/G

V/G : جيد جداً - G : جيد - F : مناسب - P : ضعيف

ويمكننا تطبيق الأصبغة المبعثرة مع البوليستر وثلاثي الأسيئات ولكن بشروط مختلفة جداً، ذلك لأن البوليستر يتطلب درجات حرارة ١٢٠-١٣٠م ما يفقد اللايكرا لدونها، لذا فإننا نضطر للاعتماد على الكارير آخذين بعين الاعتبار تأثيراته على الشكل:

- استرات الحموض العطرية : تضعف اللايكرا بشكل محدود.
- مشتقات كلور البنزن : تضعف اللايكرا بشكل مهمل.
- ثنائي الفينيل : تسبب ضعفاً مهماً.
- استرات الفينول : تخرب اللايكرا بشكل قوي.
- نظامي ألكيل فتاليميد : تضعف اللايكرا بشكل محدود.

وتنصح شركة الدكتور بوميه أن لا تتجاوز درجة الحرارة ١٠٨م، والأفضل عند درجة حرارة الغليان، مع السعي لخفض الزمن قدر الإمكان، كما تنصح أيضاً لمزائج البوليستر مع الفيسكوز بالعمل مع الأصبغة الفعالة الباردة كونها تستلزم كميات قلوية ودرجات حرارة أقل مثل أصبغة الديرمارين K، نوفا كرون F، بروسيون MX، كما تؤكد على التبريد الدائم قبل الإنهاء إلى ما دون درجة حرارة ٦٠م.

٤- **التثبيت الحراري:** تستلزم معظم أقمشة اللايكرا المطاطية وخاصة أقمشة "التريكو" المحاكة تثبيته حرارياً لتحسين مظهرها وتثبيت أبعادها لوزن معين وبما يضمن لها سطحاً أملساً، إذ يمكننا شد الأقمشة الخام ومن ثم تثبيت العرض الجديد حرارياً عندما يكون عرضها دون متطلبات العمل "عادةً يكون عرض القماش عند خروجه من الحياكة أكثر من المطلوب"، لذا نبدأ بمرحلة الاسترخاء لنتبعها بعملية التثبيت.

ويستلزم التثبيت الحراري مراقبة صارمة ودراسة وافية لضمان تجانس التوزيع الحراري على كامل سطح القماش

عبر تيارات الهواء الساخن التي توجهها التصميمات الهندسية لغرف الرام، ويتم التثبيت الحراري عند الدرجة ١٨٥-١٩٠ م لمدة ٤٥ ثانية، وتتحدد شروط العمل بنوعية خيوط اللايكرا والخيوط المرافقة والمواصفات المطلوبة على السواء، أي:

- الوزن المطلوب لطول وعرض معينين وبحسب الحياكة.
  - نوعية الألبسة التي سيقصّل منها القماش.
  - الخواص المطلوبة للقماش المجهز كدرجة البياض واللون، الاستقرار، قابلية الشد.
  - نوع وأصل ومحتوى وتركيب وعدد الخيوط المرافقة لخيوط اللايكرا.
  - نوعية زيوت التزييت المستخدمة في آلات النسيج والحياكة وحساسيتها للحرارة.
  - مراحل التجهيز النهائي ومواصفات الرام وهندسة وحركة الهواء فيه.
- ويبين الجدول (١٢٤) تأثير الحرارة والزمن على بعض مواصفات قماش اللايكرا.

الجدول ١٢٤

تأثير درجة الحرارة والزمن على خواص ومواصفات اللايكرا					
الزيادة في		الخاصة	الزيادة في		الخاصة
الزمن	الحرارة		الزمن	الحرارة	
-	-	المتانة	++	++	الثبات
++	++	العرض	-	-	الانكماش
++	++	بقع الزيت	-	-	البياض
++	+	الكلفة	++	++	الانبساط

وقد ينتهي القماش بنسبة كشش بسيطة بعد معالجته ما يستوجب شدة بنسبة ٥-١٥% زيادة عن عرضه المطلوب للتعويض عن نسبة الكشش التي يمكن أن تلحق بالقماش إثر المعالجات اللاحقة من صباغة وتجهيز، ويرتبط العرض الفعلي الواجب الأخذ به عند التثبيت الحراري بالخبرات الفنية المتراكمة ونتائج الاختبارات الأولية، ومن الضروري التبريد الجيد للقماش عند خروجه من الرام لضمان ثبات المواصفات التي تمنحها إيها عملية التثبيت الحراري. ويمكننا لبعض أنواع اللايكرا الخفيفة " كالجوارب والقطع الجاهزة " تخفيف شروط التثبيت حتى الدرجة ١١٠-١٢٠ م بالبخار ولمدة ٣٠-٦٠ ثانية، ولكن ولما كانت هذه الطريقة تحتاج لمخلية هواء Vacuum في الآلات المضغوطة فإنها لا تعطينا عرض قماش ثابت ما جعل الاعتماد عليها نادراً.

٤-١- مردود المعالجة الحرارية HSE: يتم تقييم المعالجة الحرارية بما يسمى مردودية المعالجة الحرارية HSE، وتتم عملية القياس بعد المعالجة على الرام بدرجة حرارة وزمن محددتين على الشكل التالي:  
نثبت عينة قماش خام على الرام وليكن عرضها ١٦٠ سم أي أن HSW=160 cm، ونغليها لمدة ١٠ دقائق ونجففها على راحتها " مرحلة الاسترخاء " ونقيس عرضها النهائي بعد الجفاف وليكن ١٤٤ سم أي أن FW=144 cm، تُحسب نسبة المردودية آنئذ على الشكل:

$$\text{المردودية} = \frac{\text{العرض بعد التجفيف}}{\text{عرض الخام}}$$

أو أن: عرض الخام = العرض بعد التجفيف / المردودية ، أي:

$$FW / HSW = HSE$$

$$\text{أي أن: المردودية} = \frac{160}{144} = 0,9 = 90\%$$

وبالتالي وإن أردنا الحصول على قماش بعرض ١٥٢ سم بعد المعالجة حرارياً وعلى أساس ذات المردودية:

$$FW / HSE = HSW$$

$$\text{أي أن العرض الخام المطلوب} = \frac{152}{0,9} = 169 \text{ سم}$$

وقد نجد اختلافاً بين قيمتي HSW المحسوبة والفعلية بسبب بعض فروق العمل الصغيرة والمرتبطة بطراز الآلات ونسبة الحمام ونسبة الرطوبة بعد العصر وقبل دخول الرام، لذا يستحسن إجراء تجارب عملية حقيقية أولاً لتقدير قيمة عامل التصحيح.



## ٥- معالجة الأخطاء الصبغية:

٥-١- إزالة اللون " التعرية ": تستلزم ظروف العمل أحياناً تعرية أو إزالة لون القماش المطاطي الحاوي على اللايكرا لسبب ما قد يكون تبقيع أو انحراف لون أو عدم تسوية، وتفرض علينا حساسية خيوط اللايكرا الأخذ بالخيارات الأقل ضرراً، لذا فإننا غالباً ما نلجأ للعوامل المرجعة التي تعمل في وسط قلوي مثل الهيدروسلفيت، في حين أننا لا نلجأ للمؤكسدات الكلورية التي تؤثر سلباً على متانة اللايكرا كما نرى في الجدول (١٢٥):

الجدول ١٢٥

بناء حمام تصحيح اللون أو إزالة البقع الخفيفة				
منظف عضوي لا شاردي	ثلاثي فوسفات الصوديوم	شروط العمل		
١ غ/ل	٢-١ غ/ل	٨٥ م° / ١٥-٢٠ دقيقة		
بناء حمام إزالة اللون أو إزالة البقع المتوسطة				
منظف عضوي لا شاردي	ثلاثي فوسفات الصوديوم	هيدرو سلفيت الصوديوم	شروط العمل	
١ غ/ل	٢-١ غ/ل	٣-١ غ/ل	٨٥ م° / ١٥-٢٠ دقيقة	
بناء حمام إزالة اللون بالوسطين الحمضي والقلوي				
الوسط القلوي	سلفوكسيلات فورم ألدهيد الصوديوم	pH: 10-11	مشنت مناسب	٩٠-٩٥ م° / ٤٥ دقيقة
	٥ %		١ غ/ل	
الوسط الحمضي	سلفوكسيلات فورم ألدهيد التوتياء	pH: 5	مشنت مناسب	٨٥ م° / ٤٥ دقيقة
	١ %		١ غ/ل	
ملاحظة: يطلق الهيبو كلوريت الأكسجين في الوسط القلوي والذي يؤكسد مكونات الألياف وشوائبها كونه وليداً، في حين أنه يُطلق في الوسط الحمضي غاز الكلور السام والمؤكسد القوي الذي يخرب الخيوط ويسبب تآكل الآلات .				

## صباغة الخيوط والألياف الممزوجة

### ١- صباغة مزائج البولبيستر:

١-١-١- صباغة مزائج البولبيستر/ سيليلوز: تُعتبر مزائج البولبيستر مع السيليلوز أو الفيسكوز واحدةً من أكثر المزائج المتداولة تجارياً، وتتعدد تقنيات صباغتها بحسب:

أ- نسبة البولبيستر للسيليلوز: تستلزم صباغة البولبيستر درجات حرارة عالية تصل إلى " ١٣٠ م°"، ويؤدي رفع درجة حرارة حمام الصباغة لترجع معدلات ليونة وطرارة السيليلوز، لذا فإننا غالباً ما نسعى قدر الإمكان لصباغة البولبيستر عندما تكون نسبته منخفضة بطريقة الضغط الجوي بوجود الكارير.

ب- درجة عمق اللون: فعندما يكون اللون المطلوب بدرجة عمق عالية لا يمكننا الأخذ بطريقة الضغط الجوي إلا في حال الحياكة الخلفية لخيوط البولبيستر بحيث لا يمكننا رؤيتها ظاهرةً على الوجه وبالتالي لا تظهر الفروق بين درجتي عمق لوني البولبيستر والسيليلوز.

ج- الثباتيات والمواسفات المطلوبة: تلعب الثباتيات المطلوبة دوراً كبيراً في تحديد طريقة الصباغة، إذ لا يمكننا ضمان الثباتيات العالية للبولبيستر إلا عند صباغته بطريقة الحرارة العالية للألوان المتوسطة أو الغامقة، حيث يمكننا الاستغناء عن الكارير الذي يعزز حدوث ظاهرة الهجرة الحرارية التي تحدث للأصبغة بشروط الحرارة ١٨٠ م° الجافة، كما تعزز شروط حمام درجات الحرارة العالية على الجت المزود بقاذفٍ فعّال على شد القماش طولياً وبالتالي تخليصه من عيوب حياكة كثيرة قد لا تظهر إلا بعد عمليات الإنهاء وتظهر هذه الفائدة على أصناف النسيج بصورة خاصة.

١-١-١- صباغة مزائج البولبيستر/قطن بأصبغة الديسبرس مع الأصبغة الفعالة: يمكننا صباغة هذا الممزوج بطريقتي الحمام الواحد، والحمامين:

طريقة الحمام الواحد: يمكننا تطبيق هذه الطريقة مع الأصبغة الفعالة المقاومة لدرجات حرارة ١٣٠ م° بوسط حمضي كما هو حال مجموعة أصبغة البروسيون اكسل، وأهم ما ينبغي التنويه له هنا:

أ- عدم جواز إضافة ملح الطعام بشروط الحرارة العالية واعتماد ملح كبريتات الصوديوم فقط.  
ب- عدم اللجوء لهذه الطريقة عند استخدامنا لأصبغة ديسبرس غير كاملة الامتصاص، إذ لا مجال لنا هنا لتطبيق حمام غسيل إرجاعي نضمن معه ثباتيات عالية، لذا فإننا غالباً ما نلجأ لهذه الطريقة مع الألوان الفاتحة فقط.  
ج- التحقق من ثباتية الأصبغة الفعالة المراد استخدامها لشروط بناء حمام صباغة الديسبرس.

طريقة العمل بحمام واحد: يوزن صباغ الديسبرس والصباغ الفعّال اللازمين بما يتوافق ونسبتهما لنبدأ العملية الصباغية كما لو أننا نصبغ بولبيستر صافٍ، فنضبط درجة الحموضة عند 5.5-5 pH ودرجة الحرارة عند ٦٠ م° ونضيف عوامل التسوية والتحلوية وملح كبريتات الصوديوم لنتبعها بمحلول الصباغ المصفى وننور لمدة ٥-١٠ دقائق، ونبدأ برفع درجة الحرارة بما يتوافق مع معدلات غزارة الآلة وسرعة دوران الحبل ونوعية الأصبغة ومواد التسوية على السواء، ونستمر عند درجة حرارة تثبيت الأصبغة المطبقة، نبدأ بعدها التبريد بمعدلاتٍ دون معدلات رفع درجات الحرارة منعاً لتكسير البضاعة حتى بلوغ الدرجة ٨٠ م°، ننور عندها مدة ٥-١٠ دقائق لنبدأ بحقن المحلول القلوي ببطء، ويتوجب في حال اعتمادنا ملح الطعام بدلاً عن ملح كبريتات الصوديوم ضخ المحلول الملحي في هذه المرحلة وقبل القلوي لرفع معدلات الامتصاص قبل التثبيت، نستمر عند الدرجة ٨٠ م° حتى الوصول لدرجة عمق اللون واتجاهه المطلوبين.

طريقة العمل بحمامين: نبدأ أولاً بحمام صباغة البولبيستر كالمعتاد وننبعه بحمام الغسيل الإرجاعي ونتأكد من تمام التخلص من كامل صباغ الديسبرس غير الممتص لنبدأ بحمام الأصبغة الفعالة.

ويمكننا تحديد مجموعة الملاحظات حول الفروق بين الطريقتين كما في الجدول (١٢٦):

الجدول ١٢٦

الفوارق بين طريقتي الحمام الواحد والحمامين		
طريقة الحمامين	طريقة الحمام الواحد	الخاصة
إمكانية كاملة	إمكانية كاملة	اعتماد أصبغة الحرارة العالية " ٨٠ م° "
	نادراً	اعتماد أصبغة الحرارة ٦٠ م° أو الأصبغة المتعددة الوظائف
	غير ممكن	تطبيق حمام الغسيل الإرجاعي
	صعبة	إضافة صباغ ديسبرس على حمام الصباغة لإصلاح اتجاه اللون
عادي	ممتاز	تحقيق وفر اقتصادي

اختبار اللون: يتوجب التحقق من اتجاه لون البوليستر قبل إضافة القلوي، ونعاني هنا من مشكلة تبقيع صباغ الديسبرس على القطن ما يتسبب بعدم تمكننا من التحقق الصحيح للون البوليستر، لذا نجد أنه من الضروري معالجة عينة اللون بتعرية لون القطن بالعوامل المؤكسدة كمركبات الكلور أو بالإرجاع بهيدروسلفيت الصوديوم، ونلجأ في حال لم تتمكن من تمام التحقق لإذابة القطن بغلي العينة بالحموض المعدنية الممددة.

الغلي والشطف النهائي: يتم تطبيق حمامات الغلي للتخلص من جزيئات الأصبغة الفعالة المتحلطة والممتصة على ألياف القطن مسببة تراجع الثباتات جميعها، ويتوجب علينا التحقق من ثباتية الأصبغة المبعثرة تجاه شروط حمام التصيبين القلوي " pH~9 " عندما يكون الصباغ الفعال المستخدم من نوع أحادي كلور التريازين الذي يستلزم مثل هذه الدرجة من القلوية لتحقيق أعلى الثباتات وبالتالي أعلى مردود لحمام التصيبين.

١-١-٢- صباغة مزائج البوليستر/قطن بأصبغة الديسبرس مع أصبغة الأحواض:

أ- طريقة الحمام الواحد: يعتبر تطبيق أصبغة الديسبرس والأحواض في حمام واحد وعلى مرحلتين الطريقة الأمثل لاستخدامهما، ففي المرحلة الأولى يتم تطبيق أصبغة الديسبرس على البوليستر بشروط الحرارة العالية، وبعد التبريد نبدأ بصباغة الألياف السيليلوزية بأصبغة الأحواض.

صباغة البوليستر: يتم بناء الحمام على الشكل التالي، ونؤكد على ضرورة بعثرة أو تمديد الأصبغة بشكل جيد علاوة عن التشدد في تعليمات استخدام المواد المساعدة ودرجات الحرارة والحموضة والبرنامج الزمني لصباغة الديسبرس والأحواض.

بناء حمام صباغة الديسبرس والأحواض	
صباغ دييسبرس + صباغ أحواض	ما يلزم %
عوامل : مبعثرة ، تحلية ، واقية غروية	٢-١ غ/ل
حمض خل أو مانح حموضة	pH: 4.5-5.0

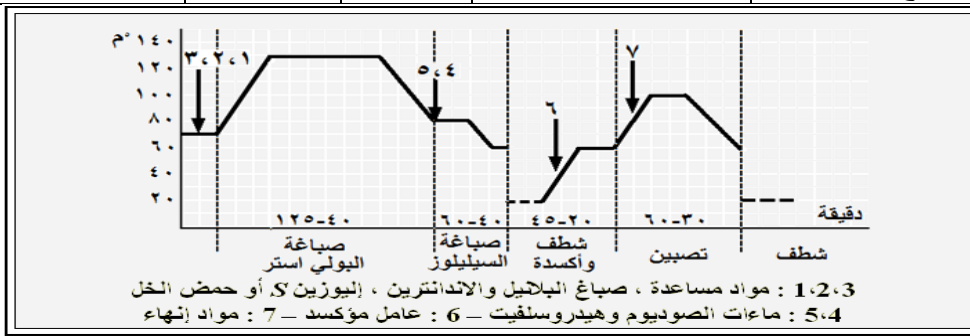
صباغة الألياف السيليلوزية: بعد الانتهاء من صباغة البوليستر نبدأ بتبريد الحمام حتى الدرجة ٨٠°م لنضيف:

هيدروكسيد الصوديوم	هيدروسلفيت الصوديوم	عامل تسوية لأصبغة الأحواض
من الجدول ١٢١		١,٠-٠,٥ غ/ل

تتم عملية الصباغة لمدة ١٥ دقيقة/٨٠°م، يُبرَد بعدها الحمام حتى ٥٠-٦٠°م ونستمر عندها لمدة ١٥-٢٠ دقيقة، كما نرى في الجدول (١٢٨):

الجدول ١٢٨

المادة	أصبغة ادانترين % غروية	أصبغة IW	أصبغة IN	أصبغة IN الخاصة
هيدروكسيد الصوديوم	٠,٥-٠,٠٥ %	٧-٦	١٢-١٠	١٧-١٥
٣٨ بوميه	١,٥-٠,٥ %	٩-٧	١٥-١٢	٢٢-١٧
مل/ل	٢,٥-١,٥ %	١٠-٩	٢٠-١٥	٢٦-٢٢
هيدروسلفيت الصوديوم	٠,٥-٠,٠٥ %	٣-٢	٤-٣	٤-٣
المركز من BASF	١,٥-٠,٥ %	٥-٣	٦-٤	٦-٤
غ/ل	٢,٥-١,٥ %	٧-٥	٨-٦	٨-٦
كبريتات الصوديوم	٠,٥-٠,٠٥ %			
أو ملح الطعام	١,٥-٠,٥ %			
غ/ل	٢,٥-١,٥ %			



ويتوجب علينا إضافة ٢ غ/ل غلوكوز ٨٠% لأصبغة الاندانتارين: الأزرق BC & GC & RS، والأزرق اللامع RCL، والأزرق الغامق DB قبل إرجاعها، أما كميات الملح فنجدها في الجدول ١٢١ ونضيفها عند حرارة ٦٠°م. يمكننا مع الألوان الفاتحة تبريد الحمام حتى ٩٥°م لنُرجع الأصبغة محققين درجة التسوية العليا بدرجات الحرارة العالية، ويُستعاض هنا عن الهيدروسلفيت مثلاً بعامل مرجع يعمل بدرجات حرارة ٩٥°م مثل رونغال HT من BASF المستخدم كعامل إرجاع بنسبة ١,٢ من كمية الهيدروسلفيت، ونستمر لمدة ١٥-٢٠ دقيقة لنبدأ بتبريد الحمام حتى ٨٠°م باستخدام ١-٢ غ/ل هيدروسلفيت ونبرد بعدها حتى ٦٠°م.

لإتمام العملية الصباغية، نشطف ونؤكسد ونصبغ بالطريقة الأنسب لنوعية البضاعة وباستخدام الماء الأكسجيني أو أي عامل مؤكسد مناسب للحصول على النتيجة الأفضل، ونرى في الجدول ١٢١ مخطط العملية الصباغية بحسب شركة باسف بطريقة الحمام الواحد بأصبغة البلائيل والاندانتارين.

١-٣-١- صباغة مزائج البوليستر/قطن بأصبغة الديسبرس مع الأصبغة المباشرة: يمكننا هنا إجراء عملية الصباغة بطريقة الحمام الواحد أو الحمامين بشرط التأكد من مقاومة الأصبغة المباشرة للتخرب بشروط الحرارة العالية والوسط الحمضي، ويمكننا بالرجوع لكتالوجات الشركات النظامية تحديد إمكانية مقاومة الصباغ وهكذا شروط، وسنلق هنا بنظرة على طريقة الحمام الواحد فقط.

طريقة العمل بحمام واحد: يوزن صباغ الديسبرس والصباغ المباشر اللازمين لنبدأ العملية الصباغية كما لو أننا نصبغ بوليستر صافٍ، فنضبط درجة الحموضة عند 5.5-5 pH ودرجة الحرارة عند ٦٠°م ونضيف عوامل التسوية والتحلية وملح كبريتات الصوديوم لنتبعها بمحلول الصباغ المصفي وتدور لمدة ٥-١٠ دقائق، ثم نبدأ برفع درجة الحرارة بما يتوافق مع معدلات غزارة الآلة وسرعة دوران الحبل ونوعية الأصبغة ومواد التسوية على السواء، ونستمر عند درجة الحرارة بحسب نمط الأصبغة المستخدمة، نبدأ بعدها بالتبريد بمعدلاتٍ دون معدلات رفع درجات الحرارة منعاً لتكسير البضاعة حتى بلوغ الدرجة ٨٠°م، ندرج عندها مدة ٥-١٠ دقائق لنبدأ بحقن المحلول القلوي ببطء عند اعتمادنا أصبغة مباشرة تستلزم وسطاً قلويًا خفيفاً أي بحدود 9 ~ pH، ويتوجب في حال اعتمادنا ملح الطعام بدلاً عن ملح كبريتات الصوديوم ضخ المحلول الملحي في هذه المرحلة، نستمر بالتبريد حتى الدرجة ٧٠°م حتى الوصول لدرجة عمق اللون واتجاهه المطلوبين، نشطف بعدها جيداً لنطبق بعدها حمام تثبيت.

ملاحظة: تتنوع درجات مقاومة الأصبغة المباشرة لحرارة ١٣٠°م والوسط الحمضي، فمنها ما يتخرب بشكلٍ كامل ومنها ما يتخرب بشكلٍ جزئي بحسب زمن البقاء عند الدرجة ١٣٠°م ومعدلات الغزارة في آلة الصباغ والتي قد تتسبب بإجهادات ميكانيكية قد لا يحتملها الجزيء الصباغي.

١-٢-٢- صباغة مزائج البوليستر/صوف: نعاني من ضعف مقاومة الصوف للحرارة الزائدة عن ١٠٦°م كحدٍ أقصى، لذا فإن ثمة تقنيات عدة يمكننا اللجوء إليها لتحقيق أقصى ما يمكننا من ثباتيات، ومن أهم هذه التقنيات نجد:

١-٢-١- الصباغة بحمامٍ واحدٍ بوجود الكارير عند الدرجة ~ ١٠٥°م: يتم الاعتماد هنا على أصبغة ديسبرس من نمط الحرارة المنخفضة " E " وبالاعتماد على أنواع كارير لا تسبب تبقيعاً لأصبغة الديسبرس على الصوف، ويتم تطبيق الحمام عند ١٠٥°م تقريباً.

١-٢-٢- الصباغة بحمام واحد عند الدرجة ١١٥°م: يمكننا بإضافة الفورم أدهيد بنسبة ١% من وزن الصوف رفع درجة حرارة مقاومة الصوف حتى ١١٥°م على أن يتم حساب ما يلزم من محلول الفورم أدهيد التجاري والذي قد تصل نسبته أحياناً وبحسب التركيز حتى ٣-٤%.

١-٢-٣- صباغة الشعيرات قبل عمليات الغزل: تُتبع هذه الطريقة مع أصناف الجوخ، إذ نعد لصباغة شعيرات البوليستر وألياف الصوف بحمامين مستقلين، ونعالج بعدها هذه الشعيرات بعمليات تلييد للحصول على حصيرة الجوخ أو اللباد المقاومة لإجهادات الضغط والحرارة والرطوبة.

١-٢-٤- صباغة مزائج البوليستر/صوف بأصبغة الديسبرس مع أصبغة الكروم الحمضية: نتبع هنا الطرائق السالفة الذكر تماماً بفارق معالجة القماش بحمام تثبيت مع البيكرومات بحرارة ٧٠-٨٠°م وحموضة 5.5-6 pH لربط الجزيء الصباغي بألياف الصوف رافعين بذلك ثباتية الصباغ، ومن أهم ما يعيب هذه الطريقة التلوث البيئي تسببها بخشونة الألياف الصوفية، لذا فإننا نادراً ما نستعمل هذا النوع من الأصبغة مع الملابس، بل نلجأ لها لصباغة الصوف المراد استخدامه في صناعة السجاد والذي يستلزم ثباتيات عالية على النور والاحتكاك خاصة، وقد مُنعت هذه الأصبغة حالياً بسبب التلوث البيئي الذي يسببه استخدام الكروم.

١-٣-٣- صباغة مزائج البوليستر/بولي أميد: تتم صباغة البولي أميد عادةً بمجموعةٍ منتقاة من الأصبغة الحمضية أو الأصبغة المعدنية المعقدة بوسط حمضي وبشروط الضغط الجوي، ويؤدي انخفاض درجات حرارة تزججها والتي قد تصل في أحياناً حتى ٥٥°م وقابلية امتصاصها معظم أنواع الأصبغة وبدرجاتٍ متفاوتة لامتصاصها الأصبغة الحمضية

الخاصة بها وأصبغة الديسبرس المضافة لصبغة البوليستر، لذا فإننا نواجه معها تراجع قوة لون البوليستر بمقابل ارتفاع قوة لون البولي أميد، وتتعدد المشكلة أكثر عندما يكون المطلوب لوناً مركباً ومغايراً للون الأقمشة الممزوجة، كأن يكون المطلوب لون البولي أميد أحمر والبوليستر أزرق أو أخضر، ويمكننا رفع درجة حرارة الحمام الصباغي حتى درجات الحرارة العالية أو إضافة الكارير مع اعتماد أصبغة دييسبرس من النمط E لإمكانية استعادة أصبغة الديسبرس الممتصة من البولي أميد ليمتصها البوليستر وبالتالي التحكم أكثر بتوجيه عمليات الامتصاص الصباغي، وتستحسن شركة BASF اعتماد البولي أميد ٦-٦ عن البولي أميد ٦ لأنه يمكننا معه صبغة البوليستر بألوان فاتحة.

ومن الضروري الإشارة هنا لضعف ثباتيات أصبغة الديسبرس على البلل تجاه البولي أميد، لذا فإنه من الضروري لرفع هذه الثباتية النزع الجيد لهذه الأصبغة من البولي أميد ليُصار إلى عملية صبغة تالية بالأصبغة المعدنية المعقدة أو الأصبغة الحمضية بحمامٍ منفصل، فيتم تطبيق حمام صبغة البوليستر عند درجات الحرارة العالية وفق الإجراءات الاعتيادية متبوعاً بحمام غسيل إرجاعي لنبدأ بحمام صبغة البولي أميد، ويبين لنا الجدول (١٢٩) ملخص ما سبق.

الجدول ١٢٩

مثال لاحتمالات توزيع الأصبغة عند صبغة مزيج البوليستر مع البولي أميد					
النوع	اللون المطلوب	الصبغ المضاف	بشروط الضغط الجوي		بشروط الحرارة العالية أو إضافة الكارير
			الصبغ الممتص	اللون الناتج	
بوليستر	أزرق	ديسبرس أزرق	قسم من الأزرق	أزرق فاتح	أزرق
بولي أميد	أحمر	أسيد أحمر	باقي الأزرق وكامل الأحمر	بنفسجي	أحمر
بوليستر	أخضر	أزرق وأصفر	قسم من الأزرق والأصفر	أخضر فاتح	كامل الأزرق والأصفر
بولي أميد	أحمر	أحمر	أحمر + أزرق + أصفر	غير محدد	أحمر

١-٤- صبغة مزائج البوليستر مع البولي أكريلونتريل: يسبب انخفاض درجة حرارة تزجج البولي أكريلونتريل حساسية عالية تجاه معدلات التدفق وارتفاع درجات الحرارة، وهذا ما يدفعنا لصبغة الخيوط الممزوجة من البوليستر والبولي أكريلونتريل بشروط حرارية منخفضة لا تتجاوز الـ ١٠٥ م°، وبالتالي فإننا نجد أنه من الضروري الاعتماد على الكارير في الحمام الصباغي.

وتنصح باسف لمثل هذه العمليات باختيار أصبغة دييسبرس ضعيفة التشرب على البولي أكريلونتريل، وأصبغة قاعدية لا ينتشر بها البوليستر، وعند الضرورة نضيف الكارير بشرط عدم احتوائه عوامل استحلاب شاردية سالبة، وفي هذه الحالة تتم العملية في حمام واحد كما في الجدول (١٣٠):

الجدول ١٣٠

بناء حمام صبغة البوليستر مع البولي أكريلونتريل				
صباغ قاعدي	ما يلزم %	نتوقف عند	كارير	ما يلزم %
عامل مبعثر لا شاردي	١ غ/ل	الدرجة ٧٠ م°	صباغ	ما يلزم %
حمض خل أو مائح حموضة	pH ~ 4-5	ثم نضيف	ديسبرس	ما يلزم %

نرفع درجة الحرارة حتى ١٠٥ م° ونستمر عندها ٣٠-٦٠ دقيقة مع المراقبة الدائمة لدرجة الحموضة، ثم نبرد ونشطف بماءٍ دافئ حرارته ٤٠ م° وآخر بارد.

وقد وُجدَ عملياً صعوبة انتقاء أصبغة دييسبرس غير قابلة للتبقيع على البولي أكريلونتريل، لذا فإننا ننصح صبغة البوليستر أولاً بحرارة ١٠٥ م° بوجود الكارير غير الحاوي على عوامل استحلاب سالبة الشحنة وإلا فإننا نضطر لتطبيق حمام إزالة لبواقي الكارير ما أمكن، ومن ثم رصد لون الاكربليك لاستكمال اللون بحسب المطلوب.

١-٥- صبغة مزائج البوليستر مع ثلاثي الأسيتات: لهذه التركيبة مشاكل معقدة بعض الشيء، إذ تتم صبغة كليهما بأصبغة الديسبرس ما لا يمكننا من الحصول على فوارق لونية محسوسة برغم ضعف ثباتية أصبغة الديسبرس على ثلاثي الأسيتات عنها مع البوليستر، إضافة للثباتيات الضعيفة على النور لبعض الأصبغة على البوليستر وثلاثي الأسيتات على السواء، ويتم بناء الحمام الصباغي كما في الجدول (١٣١).

١-٦- صبغة البوليستر مع ٢,٥ أسيتات: تتم صبغة الأسيتات بالأصبغة المبعثرة بدرجة حرارة ~ ٨٠ م°، إذ يؤدي رفع الحرارة لأكثر من ذلك لتشوه خيوط الأسيتات غير اللامعة بسبب ليونتها، وبالتالي تتم عملية صبغة الأسيتات فقط دون البوليستر، ويتم بناء الحمام كما في الجدول ١٢٨:

بناء حمام صباغة صباغة البوليستر مع الأسيئات أو ثلاثي الأسيئات		
المادة	ثلاثي الأسيئات	٢,٥ أسيئات
صباغ ديسبرس	ما يلزم %	/
صباغ أسيئات	/	ما يلزم %
حمض خل أو مانح حموضة	pH~ 4.5-5.0	pH~ 5-6
عامل تسوية وبعثرة	٢-١ غ/ل	
عامل تحلية	١-٠,٥ غ/ل	
طريقة العمل	٦٠ دقيقة / ١٢٥ م	٦٠ دقيقة / ٨٠ م حمام شطف عند ٦٠ م

## ٢- صباغة القطن الممزوج:

٢-١- صباغة القطن / صوف: ينحل الصوف بالوسط القلوي " ٢ غ/ل صود كاوي أو ٥ غ/ل كربونات الصوديوم" لذا لا يمكننا صباغة البضائع الممزوجة من الصوف مع القطن أو الفيسكوز بالأصبغة الفعالة أو أصبغة الأحواض أو أي حمام معالجة قلوية لاحق، وهكذا نجد أنه لا يمكننا صباغة القطن إلا بالأصبغة المباشرة، لذا فإننا غالباً ما نلجأ لحمام واحد يحوي الأصبغة: المباشرة والحمضية أو المباشرة والحمضية الكرومية على أن نتبع الحمام عند استخدام الأصبغة الحمضية الكرومية بحمام المعالجة الكرومية ليتبعه حمام تثبيت الأصبغة المباشرة عند اضطرارنا له إذ قد يؤدي تطبيق المثبت الموجب الشحنة قبل المعالجة الكرومية لتفاعله مع الأصبغة الموجبة السالبة الشحنة، ويجري تطبيق الحمام الصباغي بشروط الضغط الجوي العادي وبوسط حمضي بإضافة عوامل تسوية ملائمة مثل ايتوكسيلات الأغوال الدسمة، ويتوجب علينا عند اضطرارنا لاستخدام عوامل تسوية للصوف من النمط الشاردي الضعيف الشحنة الموجبة التأكد أولاً من عدم إمكانية تشكل رواسب بينها وبين الأصبغة المباشرة المستخدمة.

٢-٢- صباغة القطن/ بولي أميد: يمكننا صباغة القطن هنا بشتى أنواع الأصبغة المستخدمة مع القطن الصافي، على أن نبدأ بصباغة القطن أولاً وتقييم كمية الصباغ الممتص من قبل البولي أميد لإكمال اللون بحسب المطلوب، ذلك لأن البولي أميد سيمتص كمية من صباغ القطن تتعلق نسبتها بشروط تطبيق الحمام ما بين حمضي وقلوي، أو أنه حمام أصبغة فعالة عند ٦٠ م ٨٠ م، أو كمية الملح المضافة وتوقيت إضافتها لأننا وكلما تأخرنا بإضافة الملح كانت نسبة الصباغ الممتصة من قبل البولي أميد أكبر... لذا فإنه من المستحسن تطبيق الأصبغة الفعالة أو أصبغة الأحواض بأصبغة غير قابلة للتعرية بالعوامل المرجعة إن كانت فعالة أو المواد المؤكسدة إن كانت أصبغة أحواض ليصار لتعرية البولي أميد مما امتص من أصبغة ومن ثم صباغته أو إكمال لونه للمطلوب عندما نجد أن التعرية كانت جزئية.

## ٢-٣- صباغة القطن/ اكريليك:

٢-٣-١- مع الأصبغة المباشرة: يتم تطبيق صباغ الاكريليك القاعدي عند درجة الحرارة ١٠٢-١٠٥ م أولاً بدون استخدام العامل المؤخر الموجب لصعوبة التخلص الكامل منه بعد إنهاء الحمام، ويمكننا في أحسن الأحوال التخلص من بعضه بتطبيق حمام الغسيل بصابون مارسيل، نتبعه بحمام الأصبغة المباشرة عند درجة حرارة ٩٥ م ونتابع حسب الأصول.

٢-٣-٢- مع الأصبغة الفعالة أو أصبغة الأحواض: يستحسن هنا صباغة القطن بالأصبغة الفعالة أو أصبغة الأحواض لنهني حمام الصباغة بحمامات الغلي أو الأكسدة اللازمة، ومن ثم نلجأ للبدء بصباغة البولي أكريلو نتريل عند حرارة ١٠٢-١٠٥ م بشرط اختيار أصبغة فعالة أو أحواض مقاومة قدر الإمكان لمثل هذه الحرارة.

أما في حال البدء بصباغة البولي أكريلو نتريل فيتوجب التحقق من ثباتية الأصبغة القاعدية المختارة لشروط حمامي الصباغة والغلي القلويين، والتأكد من عدم إمكانية تبقيع أصبغة القطن بشروط الصباغة على خيوط الاكريليك.

## ٢-٤- صباغة القطن / أسيئات:

٢-٤-١- مع الأصبغة المباشرة: يمكننا تطبيق حمام صباغة القطن مع الأسيئات على مرحلة واحدة، ويمكننا تطبيقها على مرحلتين، كأن نصبغ الأسيئات أولاً لنتبعها بحمام صباغة القطن بالأصبغة المباشرة وليس العكس، أو أننا نطبق حمام الصباغة المشترك تحت الضغط الجوي العادي نبرد بعدها حتى ٧٠-٨٠ م ونقارن مسطرة اللون الناتجة.

٢-٤-٢- مع الأصبغة الفعالة أو أصبغة الأحواض: يستحسن هنا تطبيق حمام صباغة القطن أولاً لنتبعها بحمامات الغلي أو الأكسدة فصباغة الأسيئات، ذلك لأن أصبغة الأسيئات قد تستنزف لعدم ثباتياتها العالية أثناء تطبيق شروط الحمام القلوية عند درجات حرارة ٦٠-٨٠ م، أو أثناء تطبيق حمامات الغلي بدرجة حموضة 9 pH.

## ٢-٥- صباغة القطن / ثلاثي الأسيئات:

٢-٥-١- مع الأصبغة المباشرة: يمكننا تطبيق حمام صباغة القطن مع ثلاثي الأسيئات على مرحلة واحدة بشرط مقاومة

الأصبغة المباشرة لدرجة الحرارة ١٢٠°م في الوسط الحمضي، ويمكننا تطبيقها على مرحلتين، كأن نصبغ ثلاثي الأسيتات أولاً لتنتبعا بحمام صباغة القطن بالأصبغة المباشرة وليس العكس.

٢-٥-٢- مع الأصبغة الفعالة أو أصبغة الأحواض: كما سبق وذكرنا في سياق صباغة البوليستر مع القطن فإنه بإمكاننا هنا تطبيق ذات الطريقة بفارق عدم اضطرارنا للوصول بدرجات الحرارة حتى ١٣٠°م فنكتفينا هنا بدرجات حرارة ١٢٠°م لتنتبعا بعد حمام الغسيل الإرجاعي بحمام صباغة القطن، أو يمكننا اعتماد ذات طريقة الحمام الواحد بفارق أننا نصل هنا لدرجة الحرارة ١٢٠°م فقط.

### ٣- صباغة الصوف الممزوج:

٣-١- صباغة الصوف/ بولي أميد: يمكننا صباغة الصوف مع البولي أميد بالأصبغة الحمضية في حمام واحد بشروط الضغط الجوي لأن كليهما يتخذ من الأصبغة الحمضية أساساً لصباغته، ويمكننا إنهاء الحمام بحمام تثبيت بالاعتماد على أنواع المثبتات الصناعية المطروحة حالياً في الأسواق أو بالاعتماد على مزيج حمضي العفص والطرطير عند استخدام أصبغة مثل أصبغة النايلوزان E لشركة كلارينت، ويشترط لاستخدام هذا المزيج المثبت عدم احتواء ماء حمام التثبيت على شوارد الحديد التي تعطي بتفاعلها مع حمض العفص رسباً أسوداً من عفصات الحديد، كما يتوجب علينا اختيار عوامل التسوية بدقة شديدة منعاً للتقليم الذي قد يحصل بسبب فوارق الألفة تجاه مجموعة الأصبغة المستخدمة فيما بين البولي أميد والصوف، ونستعين بشروط الحمام الصباغي لشركة كلارينت الذي تنصح به لتطبيق أصبغة اللانازين على الصوف كما في الجدول (١٣٢):

الجدول ١٣٢

بناء حمام تطبيق أصبغة اللانازين على الصوف لشركة كلارينت				
المادة	صباغ	كبريتات الأمونيوم	تسوية ليوجين SMK or SU	حمض الخل
الكمية	ما يلزم %	١-٣ غ/ل	١-٢ غ/ل	pH: 6.3-6.8

٣-٢- صباغة الصوف/ اكريليك: يصادفنا هذا النوع من المزج بشكل كبير لمفاعيل الدفء والملمس والهيئة الذي يؤمنه الاكريليك كبديلٍ صناعي للصوف، وتتم عملية الصباغة بالبدء بحمام صباغة الاكريليك بمراعاة شروط العمل التالية آخذين بعين الاعتبار شحنة الأصبغة القاعدية الموجبة وشحنة الأصبغة الحمضية السالبة:

- عدم استخدام مؤخر من نمط مركبات الأمونيوم الربعية الموجب الشحنة لصعوبة التخلص منه وبالتالي تفاعله مع الأصبغة الحمضية عند صباغة الصوف مشكلاً رواسب تسبب تراجع ثباتيات العملية الصباغية.
- اعتماد كبريتات الصوديوم كعامل تسوية وتأخير لبناء حمام صباغة الاكريليك.
- إضافة عوامل تسوية وبعثرة من نمط ايتوكسيالات الأغوال الدسمة للفعل التنظيفي الممتاز الذي تؤمنه ما نضمن معه التخلص الكامل من كامل البقايا غير الممتصة أو الضعيفة التثبيت على خيوط الاكريليك.
- تحديد درجة إشباع خيط الاكريليك وإضافة ما يلزم فقط من الصباغ القاعدي بحيث نضمن الامتصاص الكامل له تداركاً لتفاعل بقاياه مع الأصبغة الحمضية.
- رفع درجة حرارة حمام صباغة الاكريليك حتى ١٠٥°م ليصار لتطبيق حمام صباغة الصوف عند ٩٨°م وبالتالي تدارك استنزاف الصباغ القاعدي الممتص لحمام الصباغة من جديد معتمدين على فارق ٧°م.
- التأكد من تمام الشطف بعد إنهاء حمام الأصبغة القاعدية الموجبة بتطبيق حمام شطف ساخن وبوجود غواسل لا شاردية وإتباعه بشطف بارد.

بعد ذلك نبدأ بتطبيق حمام الأصبغة الحمضية لصباغة الصوف كالمعتاد.

٣-٣- صباغة الصوف مع الأسيتات: يمكننا تطبيق الحمام الصباغي للصوف والأسيتات بمرحلة واحدة وتحت الضغط الجوي العادي، إذ تتم صباغة كليهما بوسط حمضي وصباغ سالب ودون الحاجة للكاريير، ومن أهم ما يجب أخذه بعين الاعتبار هنا هو اختيار أصبغة أسيتات أو أصبغة أسيد ضعيفة التبقيع كل منهما على الآخر، ذلك لأن تبقيع الأصبغة الحمضية على الأسيتات أو أصبغة الديسبرس على الأسيتات يعني تراجعاً ملحوظاً في ثباتيات العملية الصباغية.

٣-٤- صباغة الصوف مع ثلاثي الأسيتات: تتم صباغة ثلاثي الأسيتات كما ذكرنا سابقاً عند حرارة ١٢٠°م، وهذا ما لا يمكننا تطبيقه بوجود الصوف، لذا فإننا نجد أنه من الأفضل الاعتماد على الفورمول بمعدل ١% من وزن الصوف لنتمكن من رفع درجة حرارة الحمام الصباغي حتى ١١٠-١١٥°م.



## البحث السابع

### مقياس الطيف الضوئي " السبكتروفوتومتر "

١- مقدمة: واكب التطورات العلمية الواسعة التي يشهدها العالم المعاصر جملةً من القيم والمعطيات ضمن جملة المواصفات التي يجب أن يتمتع بها أي منتج ليضمن مُنتجُه المنافسة والتسويق في عالمٍ احدثت معه سياسات المنافسة والتطوير، فبرزت الحاجة لشهادات الجودة كالايزو والاكو و...

أما في عالم الصناعات النسيجية فقد أصبحت الثباتيات على الغسيل والاحتكاك والنور... أمراً عادياً، بل زاد على ذلك التدقيق على اللون ضمن مجال درجة السماح التي تتفق عليها شركات الإنتاج والتوزيع، وهذا ما استدعى اعتماد الطرائق الآلية لتحديد العامل الشخصي الذي يتباين من إنسانٍ لآخر بحسب: السن، درجة الإرهاق العصبي، وبعض العوامل المحيطة بعملية مقارنة اللون مثل نوعية المصدر الضوئي وطريقة المقارنة التي يرتبط نجاحها بدرجة الإضاءة والحرارة كما في الشكل (٨٥):



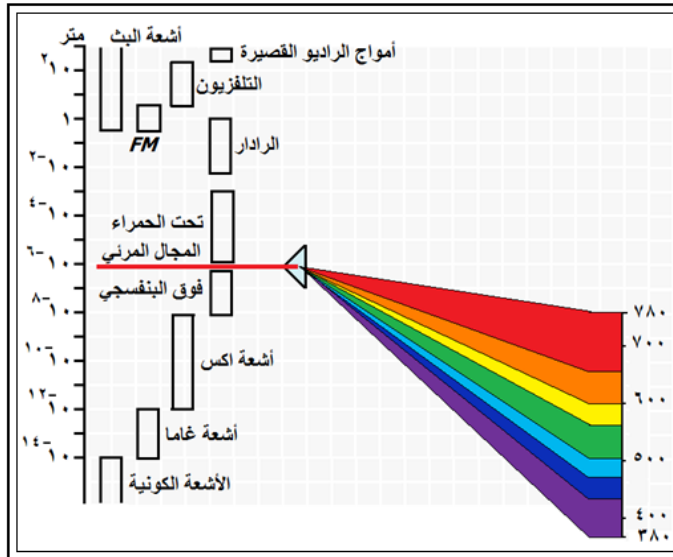
الشكل ٨٥: تقدير فرق درجة واتجاه اللون بالعين

٢- الأشعة المرئية أو الطيف المرئي: يتألف الضوء الوارد من حولنا سواء أكان من الشمس أم صنعياً من مجموعة أشعةٍ مختلفة طول الموجة كما في الشكل (٨٦):

أنواع الأشعة الضوئية						
٧٠٠ >		٧٠٠ - ٤٠٠			< ٤٠٠	
الأشعة تحت الحمراء " موجات الراديو "		الأشعة المرئية			أشعة اكس	
<i>Visible spectrum</i> المجال المرئي						
> ٧٠٠		٧٠٠ - ٤٠٠			< ٤٠٠	
تحت الحمراء	أحمر	برتقالي	أصفر	أخضر	أزرق	بنفسجي
فوق البنفسجي						

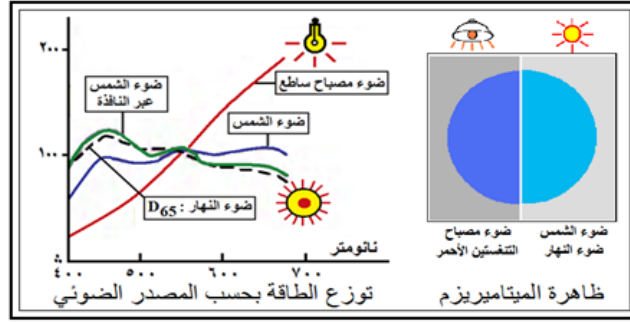
الشكل ٨٦: أنواع الأشعة الضوئية

وتتحلل الأشعة المرئية بتمريرها على موشر زجاجي إلى ألوانها الأساسية السبعة كما هو وارد في الشكل (٨٧):



الشكل ٨٧: موقع المجال المرئي وتحليله بين أنواع الأشعة

وهكذا وتحت تأثير مصدر ضوئي معين تختلف أطوال الموجات الضوئية الواردة على الجسم الملون ما يسبب اختلافاً في أطوال موجات الأشعة المنعكسة بسبب اختلافاً باللون الظاهر للعيان، وهذا ما ندعوه بظاهرة الميتميريزم والتي تعرف على أنها اختلاف اللون باختلاف المصدر الضوئي كما في الشكل (٨٧):



الشكل ٨٩: ظاهرة الميتاميريزم

وتعتبر الشمس المصدر الضوئي الأول، إذ لم يتمكن العلماء إلى اليوم من اصطناع مصدر ضوئي يحاكيها إشعاعاً، فهي تطلق ما يعادل ١٤% فقط من طاقتها على شكل إشعاع، في حين يُطلق المصباح الكهربائي ٢% من طاقته على شكل ضوء والباقي حرارة، إضافةً لاختلاف محتوى الأشعاعين من الأطوال الموجية لأشعتهما، إذ تزيد نسبة الإشعاع فوق البنفسجي في ضوء الشمس عنها في ضوء المصابيح الكهربائية.

**٣- الألوان المتكاملة:** يحوي جزيء المركب الملون إلكترونات حرة يمكنها التحرك أو الطنين والقفز من مدار رابطٍ إلى آخر ضد الربط على كامل مساحة الجزيء، فتنقل من مستوى طاقي أعلى بامتصاصها للطاقة الواردة عبر الموجات الضوئية الساقطة على الجزيء، ولا تلبث أن تعود إلى مستواها الأصلي مطلقاً ما امتصته من طاقة من جديد، وتصل الأشعة المنعكسة لشبكية العين لتتحسسها على شكل لون، ونسبي طول الطاقة الممتصة باللون والمنعكسة باللون المكمل كما في الجدول (١٣٣):

الجدول ١٣٣

أطوال أمواج ألوان الطيف واللون المتكاملان			
ألية الرؤية	اللون المنعكس	اللون الممتص	طول الموجة بالأنغستروم
	أخضر مصفر	بنفسجي	4000 - 4350
	أصفر	أزرق	4350 - 4800
	برتقالي	أزرق مخضر	4800 - 4900
	أحمر	أخضر مزرق	4900 - 5000
	أرجواني	أخضر	5000 - 5600
	بنفسجي	أخضر مصفر	5600 - 5800
	أزرق	أصفر	5800 - 5950
	أزرق مخضر	برتقالي	5950 - 6050
	أخضر مزرق	أحمر	6050 - 7500

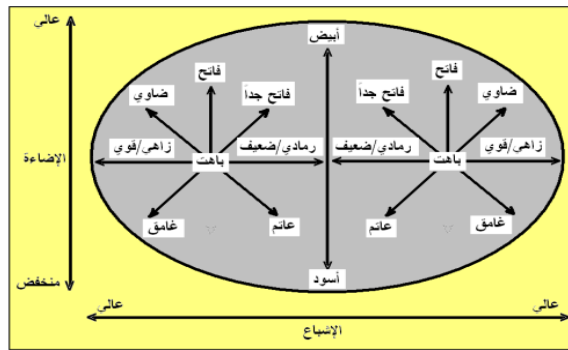
**٤- الخواص اللونية:** يُعرف اللون على أنه ذلك التأثير الفسيولوجي الخاص بوظائف أعضاء الجسم والساقط على شبكية العين من الجزيء الصباغي الملون أو من الضوء الملون، وبالتالي فهو إحساس دون وجود مادي أي لا وجود له خارج الجهاز العصبي للكائنات الحية، وأهم الخواص التي يتصف بها اللون عبر توصيفه المرئي أو الفيزيائي.

٤-١- التدرج اللوني Hue: ويميز كنية اللون، كأن نقول أحمر أو برتقالي ... ونسميه بالتدرج لرمزيته في انتقال اللون من نقطة إلى أخرى بالتدرج كما في الشكل (٩٠):



الشكل ٩٠: قرص الألوان

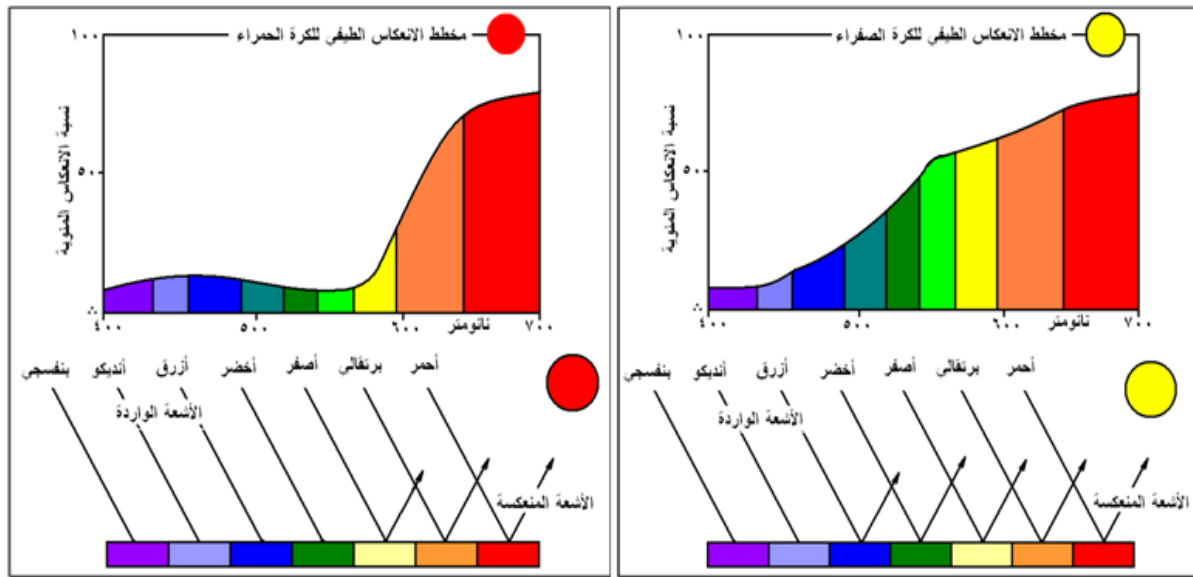
٤-٢- القيمة Value: وتدل على درجة عمق اللون ما بين غامق أو فاتح، أي مشبع وهو ما نعتبره اللون الأساسي Shade أو فاتح Tint، كما هو الحال بين الأحمر والزهرة أو الأزرق والسماوي.  
 ٤-٣- الشدة Intensity: وتدل هذه الخاصية على درجة نقاء اللون، فيمكننا أن نغير من درجة نقاء اللون بمزجه بلون آخر يقربه من السواد، كأن نمزج اللون الأزرق باللون البرتقالي الذي يوجه اللون الأزرق الصافي إلى اللون الكحلي العاتم ومن ثم إلى الأسود أو درجة من درجات اللون الرمادي كما في الشكل (٩١):



الشكل ٩١: بناء كرة اللون

ومنهم من يدعو هذه الخاصية بدرجة الإشباع اللوني أو Chroma مدللين على انتقال اللون من الأحمر القاني إلى الخمرى مثلاً.

٤-٤- الطول الموجي Wave Length: تتوزع الألوان عند تحليل الطيف المرئي على الموشور الذي يسبب انكسار الضوء كما سبق وذكرنا إلى عناصرها الأساسية المتميز كل منها بطول موجة محدد أو بحزمة ضيقة تعطينا اللون الصافي ويقال عنها أنها لون وحيد طول الموجة أو Monochromatic كما نرى في الشكل (٩٢):



الشكل ٩٢: مخطط الانعكاس الطيفي لكرتين صفراء وحمراء

٤-٥- النقاوة Purity: ونقارب مع هذه الصفة اللون مع درجة البياض الذي يحمله.  
 ٤-٦- الإضاءة Luminance: وتعتبر عن كمية الضوء المنعكس إلى العين من اللون المشار إليه.  
 ٤-٧- الإشباع اللوني Chroma: وتدل هذه الخاصية على محتوى اللون من اللون الرمادي ذي القيمة ٥٠ والواقع في مركز الكرة اللونية على حساب اللون الأصلي، ونجد هذه الخاصية بين اللونين الأحمر الضاوي مثلاً والخمرى عبر التحرك من مركز الكرة الغني بالرمادي إلى المحيط الغني باللون الأحمر.  
 ٤-٨- اللونان الأبيض والأسود: نقول عن اللون أنه أبيض عندما يعكس جميع الأشعة الساقطة عليه، وأنه أسود عندما يمتصها جميعاً، وعليه فإن اللون الرمادي هو اللون القادر على امتصاص أو عكس كميات متساوية لجميع أطوال الأشعة الساقطة عليه.

وعملياً لم يتمكن العلم إلى الآن من العثور على الجسم الذي يعكس كامل الأطوال الموجية بل على ٨٩ %

فقط، أو على الجسم الذي يمكنه امتصاص جميع تلك الأطوال بل على أسود الفحم الذي يعكس ما نسبته ٤,٤ % فقط ويعتبر أشد الأجسام سواداً.

٥- أنواع أجهزة قياس الطيف الضوئي: تتم عملية قياس اللون عبر مجموعة أجهزة نجد من أهمها:

أ- السبكتروفوتومتر " Spectrophotometer ": يقيس الضوء المنعكس عند مجموعة من النقاط ليرسم منحنى خاص بكل لون ضمن نقاط الارتكاز: أحمر/أخضر، أصفر/أزرق، أبيض/أسود.

ب- الكلر متر " Colorimeter ": يقيس اللون بطريقة العين البشرية، أي ضمن نقاط ارتكاز: أحمر/أخضر/أزرق.




ج- الدينسيتومتر " Densitometer ": يشبه الكلر متر بفارق أنه صُمم لمواد خاصة كأحبار الطباعة والتصوير.

٦- جهاز السبكتروفوتومتر: يتم تعيين تركيب أو تركيز اللون حالياً على جهاز السبكتروفوتومتر الذي يمكنه قياس الضوء الذي ينفذ من المادة الملونة ليؤثر على خلية كهروضوئية مدرجة مسبقاً على تراكيز معينة للألوان المراد تقييمها أو تحديدها على أساس القياسات بضوء وحيد الموجة، أو حزمة ضوئية محددة، ويتألف الجهاز بشكل رئيس من:

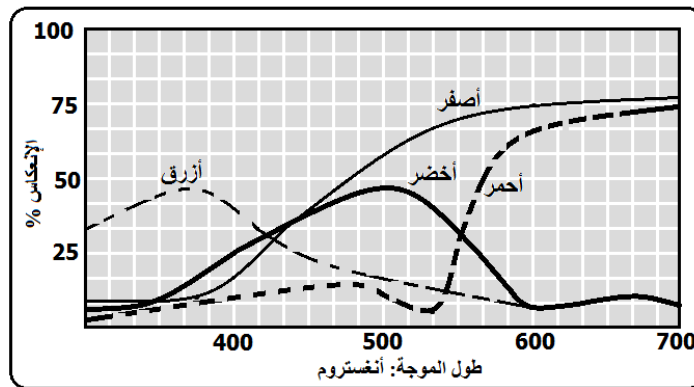
- مصدر ضوئي Light Source.
- مونوكروماتور Mono chromator.
- حامل العينة.
- خلية ضوئية Photocell.
- مكبر Amplifier.
- جهاز بيان Indicator Device.

ويعمل الجهاز أساساً على عمل المونوكروماتور الذي يمرر طول الموجة الوحيد، لكونه موشور يتلقى الأشعة الضوئية ويحللها ويرسل بطول موجة وحيد يمكننا اختياره للعينة التي تحولها لطاقة كهربائية بتيار كهربائي ضعيف يمكن للمكبر أن يحوله لجهاز البيان لنتمكن من قراءته وتسجيله.

ويقوم مبدأ قياس لون المنسوجات على أساس منحنيات اللون المنعكس عنها Reflatance Curve باعتبارها غير نفوذة للضوء على العكس من المحاليل، ويتم رسم الانعكاس الطيفي بدلالة طول الموجة ومنحنى الانعكاس كما سبق وذكرنا للعلاقة الأساسية بين درجة الانعكاس وتركيز الصباغ في المنسوجات، ويبين لنا الشكل (٩٤) منحنيات انعكاس ألوان الأصفر والأحمر والأزرق والأخضر.

الفوارق بين العين البشرية والكلر متر والسبكتروفوتومتر في آليات قراءة اللون			
			إنسان " عين بشرية "
لون أحمر	دماغ	الشبكية	
001 L: 43.31 a*: 47.63 b*: 14.12			كلر متر مقياس اللون
معطيات اللون الرقمية	حاسوب ميكروي	حساس	
L*: 43.31 a*: 47.63 b*: 14.12			سبكتروفوتومتر مقياس الطيف الضوئي
معطيات اللون الرقمية	حاسوب ميكروي	حساس طيفي	

الشكل ٩٣: الفوارق بين آليات عمل العين البشرية والكلر متر والسبكتروفوتومتر

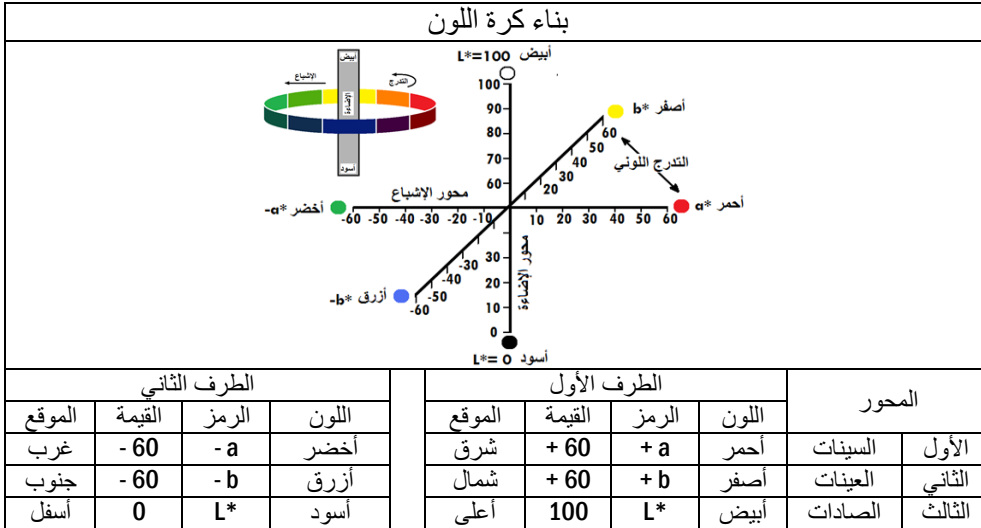


الشكل ٩٤: أمواج ألوان: الأصفر والأحمر والأزرق والأخضر

وتعتمد الخواص الفيزيائية للون النسيج على منحنيات انعكاس السطح الملون وطاقة الضوء المستخدم، ولكن تبدد الضوء أو توزيعه في النهار يأخذ أشكالاً متعددة فقد اعتمدت مصادر ضوئية ثلاث كما في الجدول (١٣٤):

المصادر الضوئية الثلاث المعتمدة			
المصدر	الضوء	الحرارة اللونية	نسبة الإضاءة %
A	مصباح تنغستين	كلفن 2854	<p>العلاقة بين الطاقة النسبية وطول الموجة طول الموجة " انغستروم "</p>
B	ضوء الشمس المباشر مع مرشح ضوئي	كلفن 4870	
C	ضوء النهار العادي : مصباح تنغستين مع مرشح سائل	كلفن 6770	

٧- بناء كرة اللون: تقوم كرة اللون على جملة احداثيات ثلاثية الأبعاد أو المحاور كما يبين الشكل (٩٥):

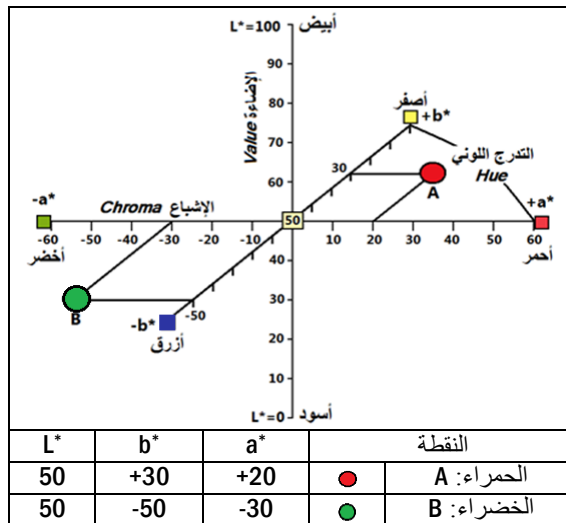


الشكل ٩٥: تفصيل بناء كرة اللون

٨- الأنظمة اللونية الرياضية: قدمت اللجنة الدولية للإضاءة عام ١٩٧٦ معياري لونين موحدتين هما:

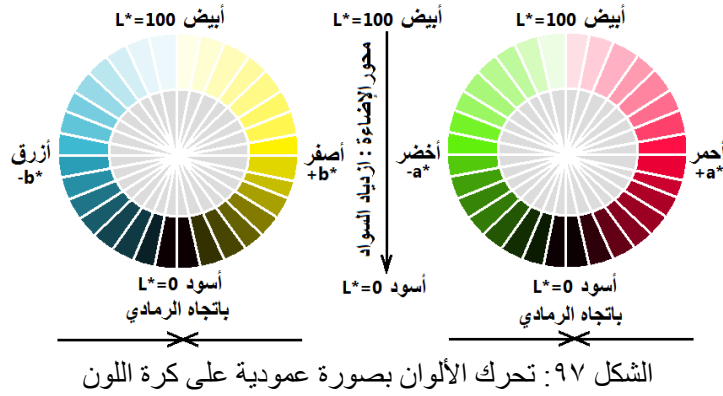
CIE: International Commission on Illumination  
 CIELAB: (L\*a\*b\*) 1976 - CIELUV: (L\*u\*v\*) 1976

أي أنه وفي معيار CIELUV عن معيار CIELAB سيكون  $u^*$  بدلاً عن  $a^*$  لمحور أحمر/ أخضر، وسيكون  $v^*$  بدلاً عن  $b^*$  على محور أصفر/ أزرق. ولو أننا أخذنا بنقطتين مثل A و B وحاولنا تحديد لونهما كأرقام كما في الشكل (٩٦) لوجدنا:



الشكل ٩٦: تحديد احداثيات نقطتين على كرة اللون

أما إن تحركنا على كرة اللون بصورة شاقولية فسنتقل من اللون الفاتح حيث تكون  $L^*=100$  إلى الغامق لننتهي إلى الأسود مع وصولنا إلى قيمة  $L^*=0$  عند أسفل محور الإضاءة كما هو واضح في الشكل (٩٧):



٩- الفروقات اللونية **Delta CIELAB & CIELUV**: إن تقييم اللون في الحقيقة أكبر من أن نعبر عنه برقم أو وحدة قياس، لذا فإننا نعمل على تحديد الفروق بين لونين برصد قيم احداثيات اللونين موضوع المقارنة لتحديد الفروق بينهما عبر المقياسين:

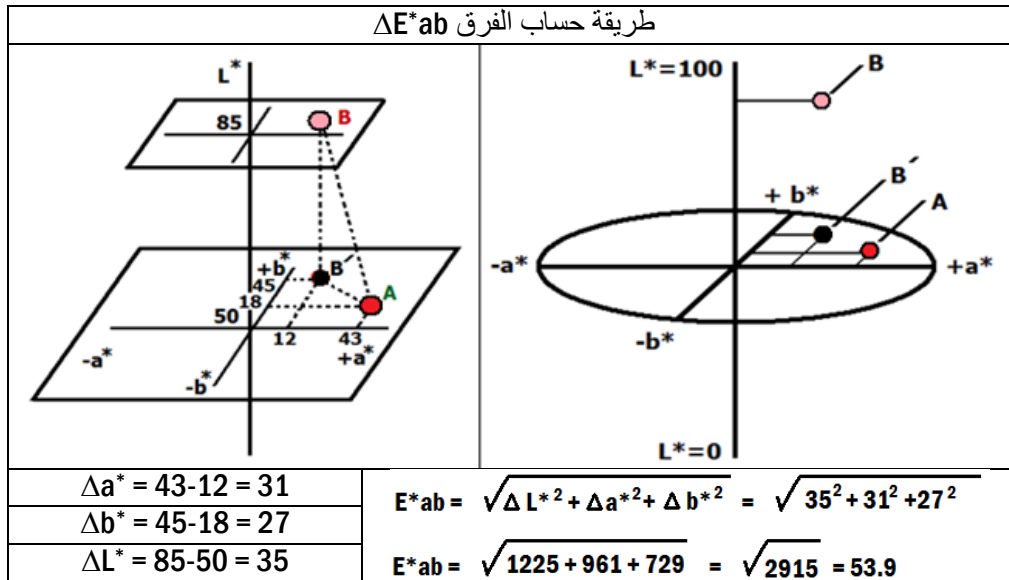
$$L^*\Delta a^*\Delta b^* \text{ or } L^*\Delta u^*\Delta v^*$$

إذ يشير الرمز لفرق واحد، في حين أننا نشير لكامل الفرق بـ:  $L^*\Delta a^*\Delta b^*$  ، ويمكننا تحديد قيمة  $\Delta E^*$  من تحديد المسافة على مخطط CIELAB التي يمكننا قياسها من العلاقة الرياضية في المثلث القائم الخاصة بتحديد طول الوتر:

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

$$\Delta E^*_{uv} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta u^*)^2 + (\Delta v^*)^2]^{1/2}$$

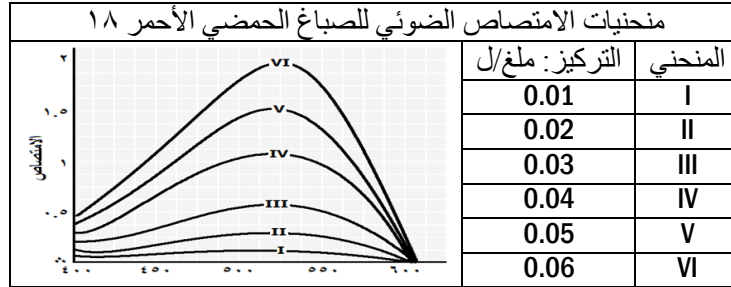
ولندرس وكمثال عملي كيفية حساب الفرق بين لوني أحمر أحدهما A أغمق وأقل إضاءة من الثاني B بحسب تعابيرنا المتداولة، إذ أن أغمق تعني هنا أنه أكثر إشباعاً وبالتالي أقرب إلى محيط دائرة اللون المحددة على المحورين ab ، أما أقل إضاءة فهذا يعني أن B يرتفع عن دائرة اللون هذه على محور الإضاءة باتجاه اللون الأبيض ما يعني أنه يتوجب علينا أن نجري عملية إسقاط على الدائرة لتحديد قوة اللونين الأحمر والأصفر حسبما يبين لنا الشكل (٩٨):



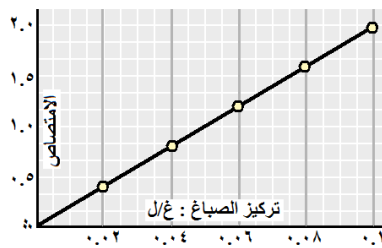
الشكل ٩٨: طريقة حساب الفرق  $\Delta E^*_{ab}$

١٠- تقنية ومبادئ القراءة في جهاز السبكتروفوتومتر: تتم أولاً قراءة وترسيم منحنيات الامتصاص Absorbance الموافقة لمجموعات الأصبغة المراد اعتمادها في المصبغة بعد اختيار طول الموجة المراد اعتماده في جميع القراءات أي  $\lambda_{max}$  كما هو حال مخططات امتصاص المحاليل الموافقة للصبغ الحمضي Acid Red 18

المبينة في الشكل (٩٩) والتي يتبين لنا من خلالها أن الامتصاص الأعظمي له يقع في منطقة الطيف ٤٩٠-٥١٠ نانومتر الخضراء المزرقة والذي إن لم نلتزم به حصلنا على نتائج ضعيفة الدقة. ويمكننا من مجموعة القمم الناتجة عن مختلف هذه المنحنيات رسم منحنى المعايرة الذي يبدو على الشكل (٩٩)، وتتم في حال معايرة اللون على المنسوجات قراءة منحنيات الانعكاس Reflectance بناءً على العلاقة بين مقدار ما ينعكس من الموجات الضوئية وتركيز الصباغ المحمول على النسيج كما في الشكل (١٠٠) الذي بين لنا أشكال أمواج الأصفر والأحمر والأزرق والأخضر.



الشكل ٩٩



الشكل ١٠٠: منحنى المعايرة للصباغ الحمضي الأحمر ١٨

لذا فإننا نعد بادئ ذي بدء للأخذ بالصباغ المراد معايرته وتوثيقه لصباغة مجموعة عينات مخبرية بتركيز محددة ليصار لرسم منحنيات الانعكاس وترسيم منحنى المعايرة كما هو الحال مع المحاليل، وتتلخص مهمة الحاسب الإلكتروني بتحديد وحساب مقدار الانعكاس الضوئي رقماً وبيانياً لتحديد مجموعة المنحنيات الفردية للأصبغة وبمختلف تراكيزها التي يمكنه الوصول للون المطلوب من خلال جمعها مع بعضها البعض ما يعطينا التراكيز المطلوبة من الأصبغة اللازمة أو الداخلة في تركيب اللون المطلوب، وتقوم العملية ككل وفق الترتيب التالي:

منهج استنباط وصفات توليف الأصبغة بألية المطياف الضوئي: السبكتروفوتومتر	
١	صباغة: تطبيق ٤ أو تراكيز للأصبغة المعتمدة
٢	قياس: قياس شدة وكنه لون تراكيز العينات المصبوغة
٣	توثيق: حساب وتخزين البيانات الناتجة K/S
٤	قياس شدة وكنه لون العينة المطلوبة
٥	اختيار ثلاثيات الأصبغة المناسبة
٦	اختيار: اختيار وصفة اللون والأخذ بالتوليفة المحققة للمواصفات المطلوبة بالكلفة الأقل
٧	اختبار: تطبيق وصفة اللون مخبرياً
٨	قياس: قياس شدة وكنه لون العينة المخبرية
٩	مطابقة: المطابقة بين اللون الناتج مخبرياً مع عينة اللون المطلوبة لتصحيح الوصفة
١٠	تطبيق الحمام الصباغي

حساب الشدة اللونية عبر قيم K/S: تعطى الشدة اللونية وفق معادلة كوبليكا - مونك Kubelka-Munk:

$$K/S = [(1-R)^2/2R] - [(1-R_0)^2/2R_0]$$

حيث: K: معامل الامتصاص، S: معامل التبعثرة، R: الجزء العشري من انعكاس الألياف المصبوغة، R<sub>0</sub>: الجزء العشري من انعكاس الألياف الخام غير المصبوغة. وتتم عملية حساب K/S عند طول موجة الامتصاص الأعظمي للصباغ، وترتبط مباشرة بتركيز الصباغ إذ وجد أن هناك علاقة خطية بينهما، تزداد بازدياده.



## الصباغة وتلوث المياه

١ - المقدمة: ما من شك في أن جميع من يعمل بحقل الصناعة النسيجية يدرك تماماً أنه إن كان الصباغ قلب العملية الصباغية فإن الماء روحها، ولا يمكننا بأي حال من الأحوال الاستغناء عن الماء كمقوم أساسي في الصناعة النسيجية، بدءاً من ري القطن وسقاية الخروف المنتج للصوف أو لاصطناع الخيوط التركيبية حتى صباغتها وطباعتها وتحضيرها بشكلها النهائي كسلعة قماشية نظرهما في الأسواق.

ولقد مرت الصناعة النسيجية بأطوار عديدة، فكان جُل ما يتم صناعته وصباغته هو الأنسجة القطنية والصوفية والحريرية، ووفق أساليب وتجهيزات تستنزف نسباً عالية جداً من الماء قد تصل أحياناً لمائتي ضعف من وزن النسيج فيما بين تحضير أولي فصباغة فتجهيز نهائي، ومع ذلك فإن حجم الإنتاج الفعلي إذ ذاك لم يكن ليشكل خطراً على البيئة لوفرة المخزون المائي من جهة وضعف أرقام الإنتاج من جهة أخرى، ولكن آل الأمر اليوم لصورة سوداوية بتنامي أرقام الإنتاج وتراجع المخزون المائي علاوة عن أسباب التلوث البيئي للصناعات الأخرى والمشافي ووسائط النقل ... وفوق هذا وذلك التلوث الإشعاعي الذي تسببه عشرات الأقسام الصناعية الفضائية التي تخدم التطور الإعلامي وعالم الاتصالات الخليوية.

لقد انتهت أورة لما آلت إليه أرضها وأنهارها وبحيراتها وسمائها ... فكان الحل الذي ارتأته أن تتحول بصناعاتها الملوثة للبيئة نحو الشرق، ووضع أنظمة خاصة للمواصفات وربط دول العالم الصناعية الناشئة بجملة من الاتفاقيات والقوانين التي تضمن لها بقاء السيطرة عليها والتحكم بها، وضمن هذه الأطر اتسعت دائرة الصناعة النسيجية في بلدنا وتطورت الأساليب الأوروبية في طريقة تعاملنا معها تخوفاً من تلوث البحر الأبيض المتوسط الذي يعتبر بصورة أو بأخرى بحيرة مغلقة تطل عليها أورة، فاضطرت الدولة لوضع القوانين الناظمة لطريقة تعاملنا مع البيئة، فبدأ العمل وفق قوانين تحدد:

١. مواصفات المياه العادمة .
  ٢. الأصبغة والمواد المساعدة الممنوعة .
- ورافق ذلك إدخال آلات صباغة حديثة بنسب حمام منخفضة بما يبسر خفض نسب الاستهلاك المائية قدر الإمكان، إذ ترتبط معدلات الاستهلاك المائي بـ:
١. نوعية النسيج المراد صباغته.
  ٢. نوعية الصباغ المراد تطبيقه ومواصفات التجهيز النهائي المطلوبة.
  ٣. طراز آلات الصباغة والتجهيز.
  ٤. الوزن النوعي للنسيج المراد صباغته وبالتالي نسب الحمام.
  ٥. إمكانية جمع أنواع الأصبغة المراد تطبيقها على المنسوجات المحاكة من خيوط وألياف مختلفة في حمام واحد ، إضافة لعوامل أخرى أقل أهمية.

٢- محتوى المياه العادمة الخارجة من المصايب: يتبع تركيب مياه الصرف الصناعية المواد الداخلة كل من: الكيماويات والمواد المساعدة، الأصبغة، و مواد الإنهاء:

- ١-٢- الحموض: حمض الخل، حمض النمل، حمض كلور الماء، حمض الفوسفور.
- ٢-٢- القلويات: هيدروكسيد و كربونات و بيكربونات الصوديوم، هيدروكسيد الأمونيوم، ثلاثي وثلاثي بولي فوسفات الصوديوم.

٢-٣- الأملاح: كبريتات وكلور و خلات الصوديوم، كبريتات الأمونيوم، وبعض الأملاح الممكن اعتمادها كموانح حموضة أو قلوية.

- ٢-٤- المواد المرجعة: هيدروسلفيت و كبريتيت و كبريت الصوديوم.
- ٢-٥- المواد المؤكسدة: الماء الأكسجيني، هيبوكلوريت الكالسيوم أو الصوديوم، كلوريت و بربورات الصوديوم.
- ٢-٦- مواد تحلية المياه: أملاح الفوسفات، إيتيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخل EDTA، مشتقات: بولي الكربوكسيليك، بولي الأكريلات، بولي الفوسفونات، بعض مشتقات حمض أو مركبات الفوسفور العضوية.
- ٢-٧- العوامل الفعالة سطحياً: وتشمل الغوازل العضوية من مبلات و منظفات و مزيلات بقع، و تتوزع بين مركبات شاردية سالبة أو موجبة و لا شاردية، و مذبذبة، و من أهم الوظائف والمركبات الكيماوية في هذا السياق: ألكيل فوسفات، كبريتات الألكيل، إيتوكسيلات الأغوال الدسمة، استرات حمض الفوسفور، كبريتات ألكيل إيتر، كبريتات

ألكيل أريل بولي غليكول إيتير، بعض مشتقات أميدات الحموض الدسمة، بعض الأغوال الدسمة، بعض أفراد مركبات الأمونيوم الرباعية، ثنائي أوكثيل سلفوسوكسينات الصوديوم، ومركبات أخرى أقل أهمية، وقد تدخل بعض المذيبات العضوية في تحضير بعض أنواع مزيلات البقع.

٢-٨- العوامل المبعثرة والمُسوية: سلفونات نفتالين، بعض الحموض الكربوكسيلية، استرات عطرية، إيتوكسيلات حموض عضوية، سلفونات ألكيل أريل، سلفونات عطرية، ألكيل أمين إيتوكسيلات، منتجات تكاثف حمض السلفونيك مع الفورم ألدهيد " السيتامول"، إيترات عطرية، مشتقات إيتوكسيلات أمين حمض دسم، بولي فينيل البيرليدون، بعض الاسترات العطرية لحموض فوسفورية وكربوكسيلية، بولي إيتوكسي ألكيل أمين، بولي الأمين.

٢-٩- الحوامل " الكارير": كلور البنزن، أورثو فينيل فينول، ألكيل نفتالين، مشتقات الفحوم الهيدروجينية الكلورة، الاسترات عالية الوزن الجزيئي، الاسترات العطرية، ويضاف لها عوامل استحلاب لكونها مركبات عضوية غير قابلة للانحلال بالماء.

٢-١٠- مضادات التفسير: فوسفات الألكيل، أميدات حموض دسمة، بعض استرات حمض الفوسفور، حموض أميدية، بولي أكريل أميد.

٢-١١- مانعات الرغوة: بولي سيلوكسان، بعض استرات الحموض الدسمة، كبريتات ألكيل إيتير، بعض الأغوال الصناعية، مزائج فحوم هيدروجينية أليفاتية.

٢-١٢- مزيلات النشاء: أنزيم الأميلاز.  
٢-١٣- مثبتات أصبغة: حموض سلفون عطرية، ثنائي ميتيلول ثنائي هيدروكسي إيتيلين يوريا، يوريا فورم ألدهيد، ميلامين فورم ألدهيد.

٢-١٤- مضادات تكسير وتجعد: ثنائي ميتيلول ثنائي هيدروكسي إيتيلين يوريا معدلة.  
٢-١٥- مطريات: منتجات تكاثف حموض دسمة مع شموع، بولي الإيتيلين، منتجات تكاثف ألكيل أمين، استرات حموض دسمة، أميدات، حموض دسمة، مركبات البولي سيلوكسان، مركبات سيليكونية.  
٢-١٦- مضادات الكهرباء الساكنة: بولي غليكول إيتير، إيتوكسيلات ألكيل أمين، فوسفات الألكيل، مركبات أمونيوم رباعية.

٢-١٧- المواد الكارهة للماء (وتربروف): راتنجات فلوروكربونية مع منتجات تكاثف مركبات عالية الوزن الجزيئي وشموع، مجموعة ثنائيات سوسيانات، مركبات أمونيوم رباعية، أغوال أليفاتية.

٢-١٨- مواد تقسية وتقوية: بولي فينيل أسيتات، نشاء، بولي أوريتان، بولي فينيل الأغوال، كربوكسي ميتيل سيليلوز.  
٢-١٩- مواد تلبيس: بوليستر أليفاتية مع بولي أوريتان، بولي ميرات مشتركة من البوتادين واكليلونتريل، بولي ميرات مشتركة من البوتادين والستيرين.

٣- الأصبغة: تتنوع تراكيب الأصبغة تنوعاً كبيراً وتصنف بحسب ما سبق ومر معنا وفق المبدأين: الكيماوي والتطبيقي، وقد مر معنا في الجدول ٣٦ البنى الكيماوية الممنوعة المسببة لمنع الأصبغة. وهكذا نجد أنفسنا أمام مجموعة ضخمة من الكيماويات علينا الفصل بينها وبين الماء أولاً، ومعرفة كيفية التخلص منها كنفائات دون أو بأقل أذى بيئي ممكن ما يضعنا أمام السؤال المهم: كيف نبدأ وكيف نعمل؟ لذا فإننا سنعرض هنا للمبادئ الأساسية في معالجة التلوث.

٤- مفاهيم ومصطلحات عامة لدراسة التلوث المائي: اعتمدت لدراسة التلوث المائي مجموعة رقمية تمكننا من تقدير درجات التلوث:

٤-١- الطلب الكيماوي للأكسجين C.O.D: وهو وزن الأكسجين الذائب اللازم لتفاعلات الأكسدة الكيماوية التي تؤدي للتقنية، ويقاس عادة بتهضيم " تخمير" لتر واحد من العينة بوسط من حمض الكبريت الكثيف وزيادة من ثاني كرومات البوتاسيوم ومادة وسيطة بحيث تتأكسد جميع العضويات إلى ثاني أكسيد الكربون وماء، وجميع مركبات الأزوت إلى نشادر ليصار فيما بعد إلى تحديد كمية البيكرومات المرجعة وبالتالي كمية الأكسجين اللازمة للتفكك مقدرة بوحدات ملغ/ل = ج.م.م أي p.p.m.

٤-٢- الطلب البيولوجي أو الكيماوي الحيوي للأكسجين B.O.D: وهو كمية الأكسجين اللازمة للبكتريا من أجل معدنة المواد العضوية في لتر واحد من الماء الملوث، وقد اتفق على إجراء هذا الاختبار بدرجة حرارة ٢٠°م ولمدة خمسة أيام في الظلام، وبالتالي فإنه قد أصبح يرمز لها وفق شروطها النظامية على الشكل:

$(BOD)_5^{20}$ : الطلب البيولوجي أو الحيوي للأكسجين في خمسة أيام بدرجة حرارة ٢٠°م

- ٤-٣- المواد الصلبة المعلقة T.S.S: وهي عدد ميليغرامات المواد الصلبة المعلقة غير المنحلة في ليتر واحد من الماء الملوث.
- ٤-٤- المواد الصلبة المنحلة T.D.S: وهي عدد ميليغرامات المواد الصلبة المنحلة في ليتر واحد من الماء الملوث بعد تجفيف عينة مرشحة.
- ٤-٥- المواد الصلبة الكلية T.S: وهي مجموع المواد الصلبة المعلقة والمنحلة.
- ونرى في الجدول (١٣٥) محضراً رسمياً لتحليل عينة ماء ملوث من مصبغة متخصصة بالاكريليك من مخبر كلية الهندسة بجامعة حلب.

الجدول ١٣٥

تحليل عينة ماء عادم ملوث مخبر كلية الهندسة بجامعة حلب من مصبغة متخصصة بالاكريليك			
م	الموصفة	التركيز : ملغ/ل	الحد المسموح : ملغ/ل
١	المواد الصلبة الكلية TS	٨٦٦	-
٢	المواد الصلبة المعلقة TSS	٩٨	٥٠٠
٣	المواد الصلبة المنحلة TDS	٧٦٨	٢٠٠٠
٤	طلب الأكسجين الكيماوي COD	١٢١٠	١٦٠٠
٥	طلب الأكسجين الحيوي BOD	٥٢٠	٨٠٠
٦	الناقلية الكهربائية	٩٢٠	-
٧	الكروم الكلي	٠,١٢	٢
٨	الزيوت والشحوم	٢	١٠٠
٩	التركيز الهيدروجيني	٤,٣	pH:6.5-9.5
١٠	الكلور	٨٨	600
١١	الصوديوم	٦٨	-
١٢	النترت	٤٠٧	-
١٣	القلوية " البيكربونات "	٢١٥	-
١٤	الألمنيوم	٠,٠١	١٠٠
١٥	الأمونيوم	٨	١٠٠٠
١٦	الكبريتات	٦٥,٨	-
١٧	النترات	٤٠	٢٠
١٨	الفوسفات	١,٣٦	-
١٩	الحديد	٠,٠٠١	١٠
٢٠	الرواسب بعد ٣٠ دقيقة	١	-
٢١	المواد الصلبة المتطايرة	٢,١٧	-
٢٢	المواد الصلبة المعدنية	٦٤٩	-

- ٥- قابلية التحلل الحيوي للمركبات العضوية: تتم عمليات التحلل الحيوي عادة بالاعتماد على البكتريا الموجودة في التربة أو ما نسميه بالوحل الحيوي، وتجري عادة على مرحلتين اثنتين:
١. مرحلة الامتزاز السريع على الوحل الحيوي " الحمأة ".
  ٢. مرحلة الأكسدة البطيئة والتي يتم فيها تحول المركبات العضوية إلى ثاني أكسيد الكربون وماء في وسط هوائي.
- وتتأثر هاتان المرحلتان بعوامل كثيرة من أهمها:
١. أعداد البكتريا وأنواعها والمحمولة على الوحل الحيوي.
  ٢. كمية الأكسجين المنحلة في الوحل أو السائل الملوث.
  ٣. درجة الحرارة.
  ٤. نوعية مياه الصرف ومحتواها من العناصر المثبطة للفعل البكتيري، إذ:
- تتناقص فعالية البكتريا بشكل كبير عند احتواء مياه الصرف على شوارد النحاس أو الكروم أو الكاديوم بنسبة ٠,١ ملغ / ل أي ٠,١ ج.م.م.
- يتوقف عمل البكتريا نهائياً عند احتواء مياه الصرف على شوارد الكبريت بنسبة ٢٥ ملغ/ ل أي ٢٥ ج.م.م.

ونجد من المركبات السامة للبكتريا مركبات السيانور والمركبات الحلقية الهيدروكسيلية وبعض المضادات الحيوية. وتفاوتت سرعة التحلل الحيوي لبعض المركبات العضوية عن بعضها البعض كما يبين الجدول (١٣٦):

الجدول ١٣٦

قابلية بعض المركبات الكيماوية للتحلل الحيوي	
المركبات العضوية	قابلية التحلل الحيوي
الفحوم الهيدروجينية المشبعة " الالكانات "	غير قابلة، وتسمم عملية التحلل أحيانا
الفحوم الهيدروجينية الأوليفينية " الالكانات "	تتحلل بصعوبة
الفحوم الهيدروجينية الكلورة	غير قابلة للتحلل
الأغوال	يتحلل معظمها بشكل جيد
الفينولات	تتحلل بشكل جيد عدا الفينول البطيء التحلل
الأدهيدات	يتحلل معظمها بشكل جيد
الحموض العضوية وأملاحها، الحموض الأمينية	جيدة التحلل
الايثيرات	غير قابلة أو بطيئة التحلل
السيونونات	تتحلل بسرعة متوسطة
مركبات السيانور	تتحلل بيكتريا خاصة وتتراكيز دون ٥٠ ملغ/ل
المنظفات	كبريتات الألكيل
	سلفونات الألكيل
	الأغوال والحموض الدسمة

فبعض المركبات العضوية لا تبدأ بالتحلل مباشرة، إذ لا بد من مرور بعض الوقت عليها في الشروط المناسبة كي تبدأ البكتريا الخاصة بها بالتوالد والتكاثر، ويمكننا استقراء هذه الملاحظة من الجدول (١٣٧) الذي يبين قيمة " B.O.D " لبعض المركبات العضوية بدلالة زمن تلامسها مع البكتريا مقدرة باليوم وعند حرارة ٥°م، والذي يبين أن قيمة " B.O.D " لأحادي ايتانول أمين لم تعان من أي انخفاض خلال الخمسة أيام الأولى لتزيد عن الـ ٥٠ % في الأيام الخمسة التالية ما يدل على أن ظهور البكتريا الخاصة بها يستغرق أكثر من خمسة أيام، بينما نجد أن ثلاثي إيثيل أمين ظل بطيء التحلل بحيث أنه لم يتحلل منه سوى ٦ % خلال عشرين يوماً:

الجدول ١٣٧

قيم $(B.O.D)_5^{20}$ لبعض المركبات الكيماوية					
المركب	٥	١٠	١٥	٢٠	٥٠ يوم
أحادي ايتانول أمين	٠	٥٨,٤	٦١,٢	٦٤	٧٥,٦
ثنائي ايتانول أمين	٠,٩	١,٤	٣,٢	٦,٨	-
ثلاثي ايتانول أمين	٠	٠,٨	٢,٦	٦,٢	-
أسيون	٥٥,٤	٧١,٨	٧٨,٢	٧٨,٢	-
ميتيل إيزو بروبييل سيون	٤,٤	٤٩,٣	٥٥,٩	٥٦,٦	٦٤,٨
أسيونات إيزو بروبييل	١٢,٧	٤٠	٤٠	٤٠	-
بوتانول - ٢	٠	٤٤,٢	٦٩,٢	٧٢,٣	٧٧,٩

ولا بد من الإشارة هنا إلى أن التركيز العالي للأملاح في مياه الصرف يؤثر سلباً على العمليات الحيوية وبخاصة على عمليات النترجة، كما أن تحولات قيم الحموضة تؤثر تأثيراً كبيراً أيضاً إذ يُفضل أن يكون الوسط قلويّاً برغم قدرة بعضها على التلاؤم في الوسط الضعيف الحموضة.

٦- مبدأ معالجة مياه الصرف الصناعية: تتم معالجة مياه الصرف الصناعية عبر مراحل أساسية ثلاث: التصفية، الترسيب بالمكثلات، المعالجة الكيماوية الحيوية.

٦-١- التصفية: وتتم بهدف فصل الرواسب الصلبة وبعض النفايات على شبك معدني بأقطار فتحات متباينة.  
٦-٢- الترسيب بالمكثلات: تؤخذ المياه بعد التصفية إلى حوض الترقيد حيث يتم تجميعها ليصار إلى قياس درجة حموضتها وتعديلها بما يلائم نوعية العامل المُكثّل الواجبة إضافته، فقد وجد أن أفضل درجة حموضة عند استخدامنا لأملاح الألمنيوم مثل كبريتات الألمنيوم المائية " شب الألمنيوم "  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$  إذ تتحول عند  $pH: 5.5-7$  إلى هيدروكسيد الألمنيوم التي ترفع سرعة الترسيب بازالتها للقوى الدافعة المتمركزة على سطح الدقائق الغروية المعلقة في الوسط المائي، ومن ثم تجميع هذه الدقائق إلى بعضها البعض نتيجة الحركة البروانية في السائل لتصبح دقائق ذات

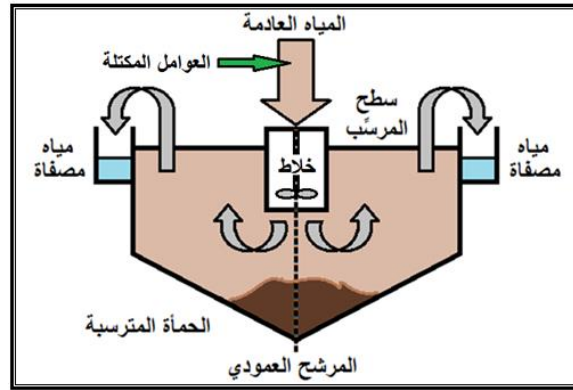
أبعاد ٠,١ ميكرون لا تلبث أن تنمو شيئاً فشيئاً حتى تصبح قادرةً على الرسوب السريع إلى قاع الحوض، ويتم الاعتماد عادةً على الكلس الحي في تعديل درجات الحموضة المنخفضة لترتفع حتى 5.5-7 pH، ويمكننا الاستعاضة عن كبريتات الألمنيوم المائية بالأمينات الصوديوم  $NaAlO_3$ .

أما عند استخدامنا لأملاح الحديد فيكون مجال درجة حموضة العمل عند 5-10 pH، لنحصل على متكثلات أثقل من متكثلات الألمنيوم ما يجعل سرعة ترسبها أعلى، ويكمن عيبها بإعطائها كمياتٍ راسبٍ كبيرة يصعب علينا التخلص منها بسهولة، ومن أهم أملاح الحديد المستخدمة لهذه الغاية نجد: كلور الحديد  $FeCl_3$ ، كبريتات الحديدي  $FeSO_4$ ، كبريتات الحديد  $Fe_2(SO_4)_3$ .

وظهرت حالياً مكثلات عضوية ذات فعاليات عالية مثل مشتقات الحموض البولي كربوكسيلية السالبة الشحنة، والتي تتميز بمجالٍ واسعٍ من الحموضة 1 - 6 pH، ويعيبها أنها لا تستخدم إلا مع المياه ذات الملوثات السالبة الشحنة أو اللاشاردية.

أما للملوثات السالبة المنحلة مثل الأصبغة الفعالة فنجد الأمينات المتكاثفة الشاردية الموجبة، والتي يمكنها تزغيب الأصبغة السالبة بحيث تبدأ بالترسب بعد ساعة أو ساعتين، وتتميز بإمكانية مزجها مع المكثلات العضوية واللاعضوية.

ولأحواض الترقيد أشكالها ومواصفاتها المختلفة، ولكن الشرط المهم في اختيارها هو زمن البقاء في الحوض بما يضمن فترة زمنية كافية لترسيب المتكثلات الناتجة وخروج المياه بدرجة النقاوة المطلوبة، وتصل سرعة الترقيد حتى ٢ م<sup>٣</sup> / ساعة في حال استخدام الأملاح المعدنية كمكثلات، وتعطي عمليات الترقيد مردوداً يتراوح بين ٣٥ - ٧٠% من قيمة COD و ١٠-٣٠% من قيمة  $(B.O.D)_5$ ، ومع ذلك فإنها تطبق وبانتشار واسع على مياه الصرف الصناعية في الصناعة النسيجية وغيرها على الرغم من انخفاض مردودها عموماً لاحتواء هذه المياه على مواد سامة للبكتريا ولا يمكننا التخلص منها إلا بالترقيد، ويُعدّ حصولنا على كمياتٍ راسبٍ كبيرة وعديمة الفائدة واحدةً من أهم مساوئ هذه الطريقة ما يضطرنا لاستخدام المرشحات الضاغطة في تجفيف كتل الرواسب ليصار إلى طرحها فيما بعد في أماكن خاصة بالمخلفات الصناعية الصلبة.



الشكل ١٠١: المرشح العمودي

٦-٣- المعالجة الكيماوية الحيوية: بعد الانتهاء من عمليات التصفية والترقيد نبدأ بتطبيق المعالجة الكيماوية الحيوية بأحواض تحوي مزارع بكتريا محمولة على الوحل المنشط بالهواء أو على سطوح مسامية خفيفة يمكنها احتواء مثل هذه المزارع.

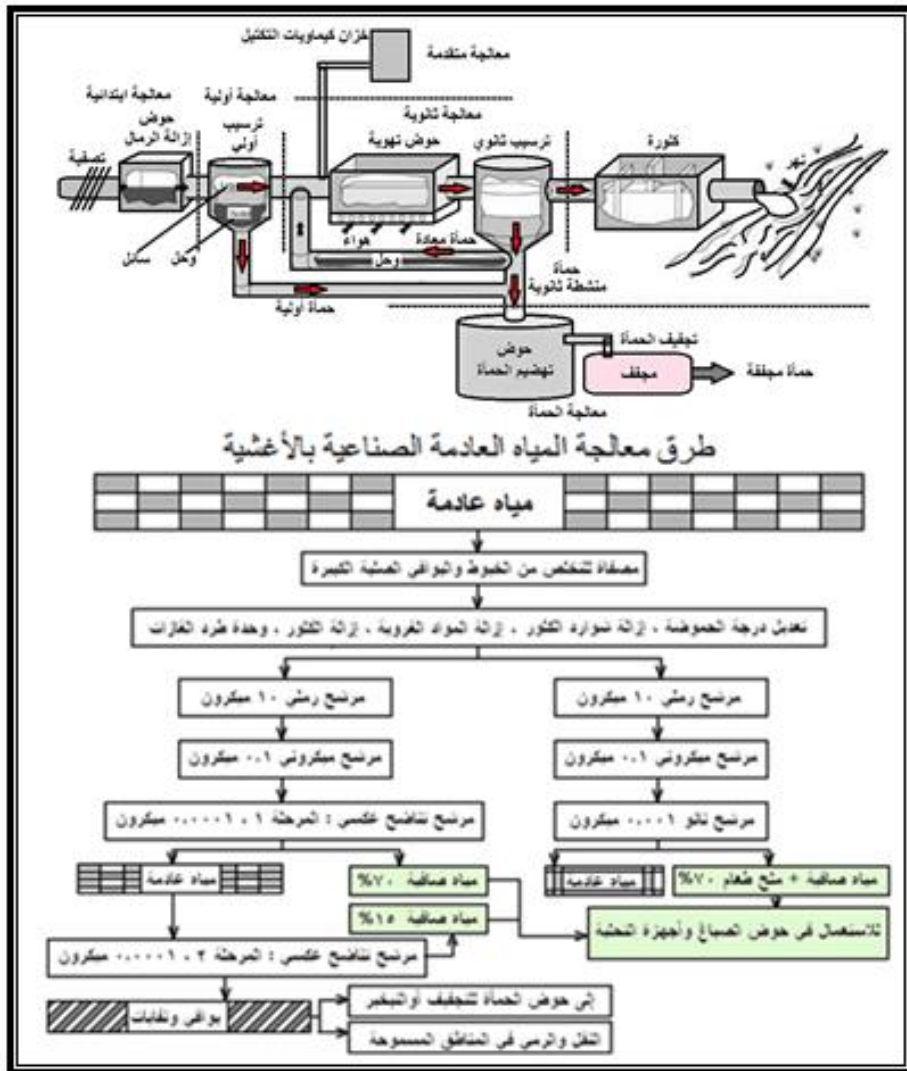
وغالبا ما تتم المعالجة في أبراج يرز فيها الماء الملوث من أعلى ويضخ فيها الهواء الجوي من الأسفل مع فتحات جدارية زجاجية تسمح لضوء الشمس بالدخول إلى البرج، وقد تتجاوز قيمة  $(B.O.D)_5$  هنا نسبة ٨٠% بحسب:

- زمن البقاء أو سرعة المرور.
- كمية ونوع البكتريا.
- كمية الضوء الداخلة إلى برج المعالجة أو حوض الترسيب ودرجة الحرارة.
- غزارة الهواء الجوي الداخل للبرج.
- نوعية وطبيعة الملوثات الداخلة مع الماء.

وهذا ما يستوجب المراقبة المستمرة للشرط التي يعمل فيها البرج.

ويبقى مردود إزالة الألوان ضعيفا لضعف التحلل الحيوي للمواد الملونة عموماً، ولكي نضمن مياه صافية غير

ملونة لا بد لنا من اللجوء لوحدات المعالجة بظاهرة الحلول عبر أغشية خاصة ترفع من التكاليف بشكل كبير نسبياً، ونرى في الشكل (١٠٣) تصميماً لمحطة معالجة مياه صناعية عادية متكاملة:



الشكل ١٠٢: محطة معالجة متكاملة



الشكل ١٠٣: مصور محطة معالجة مياه صناعية



## البحث الثامن

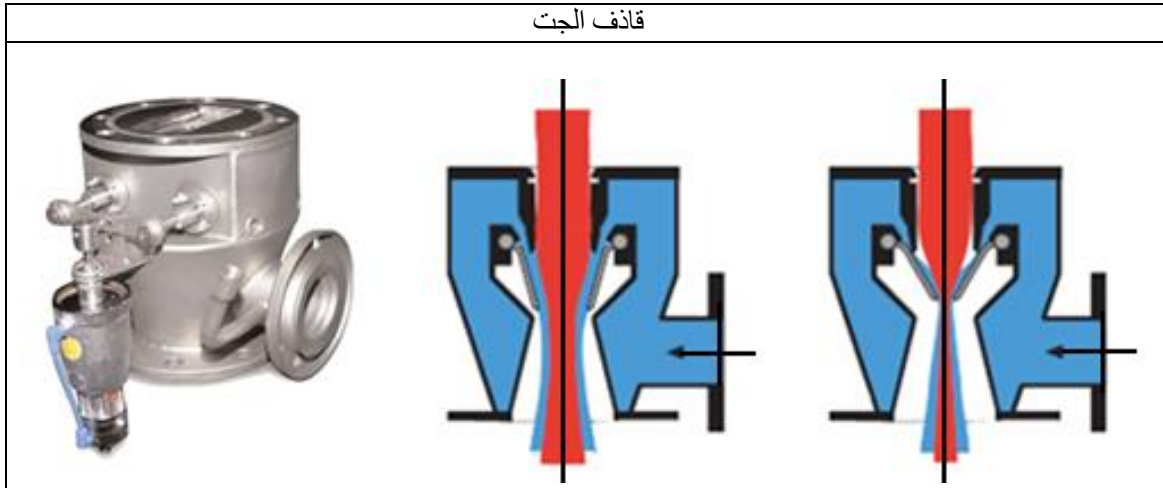
### آلات الصباغة

١- آلات الصباغة: تتوزع آلات التحضير والصباغة والتجهيز النهائي بين أنماط متعددة، ويُلخص الجدول (١٣٨) معظم الآلات المعتمدة في العمليات الصباغية والتي نجد أن قسماً منها يمكننا استخدامها كألة تنظيف ومن ثم آلة صباغة:

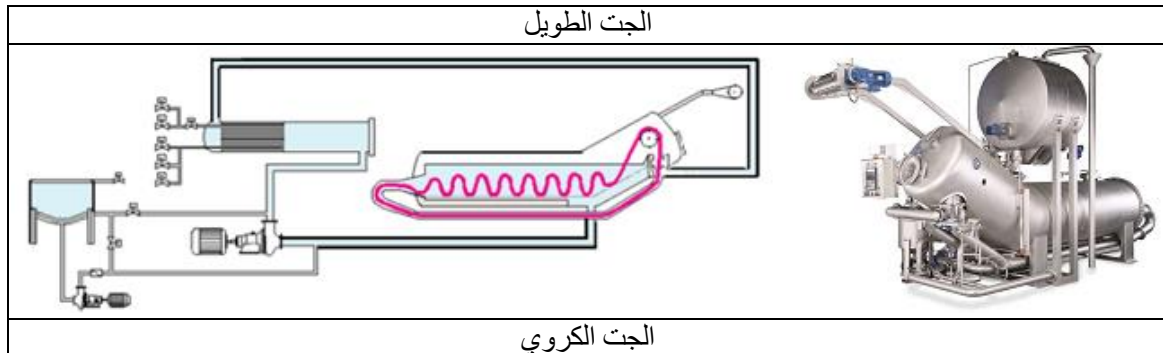
الجدول ١٣٨: آلات الصباغة

آلات الصباغة			
المستمرة		نصف المستمرة	آلات طريقة الاستنزاف
أسطوانية	الصباغة بطريقة السير المتحرك	صباغة قماش	جت طويل
شبيكية			جت مدور
صباغة القماش العريض بطريقة الأسطوانات المزدوجة			أوفر فلو
J-box	صباغة الثوب بطريقة الحجز		ونش
	آلة الونش المستمرة		جيكور
طريقة التبخير: قماش عريض			بيم "هاتيه"
طريقة الترموزول "التثبيت الحراري"		صباغة غزول ملفوفة	شلة بمبدأ تدوير السائل
طريقة النقل للقماش العريض			شلة بمبدأ رذ السائل
			كون

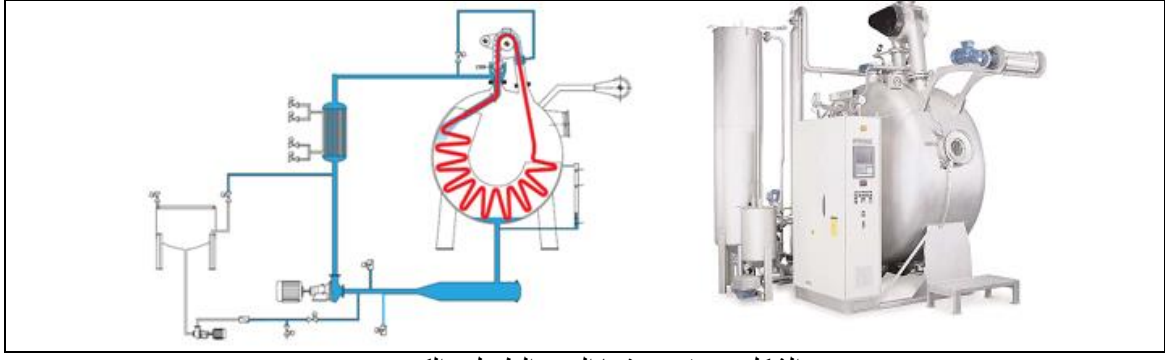
١-١- الجت: تتميز آلة الجت باحتوائها قاذفاً على الشكل (١٠٤) يرفع من ضغط السائل الصباغي الوارد من جسم الآلة ما يمنع من التفاف حواشي القماش، كما يساعد على تخلخل السائل بين ثنايا البضاعة، ونجد منه نموذجين اثنين: طويل وكروي، وفي حين أن النموذج الكروي يختصر من نسبة الحمام ما يعني وفراً كبيراً بالماء والبخار أو الطاقة فإننا نجد أن النموذج الطويل يساعد على تجنب ظاهرة تكسير القماش أو الصباغ لعدم توضع القماش فوق بعضه البعض، وبالرغم من أن أكثره يتم إنتاجه على أساس احتمال شروط الحرارة والضغط العاليين "١٣٠ م/٣ بار" فإننا نجد أحياناً أن تصنيعه يتم على أساس الضغط الجوي العادي ودرجة حرارة الغليان "أي بحدود ١٠٠ م°"، ونرى في الشكل (١٠٥) نموذجي آلة الجت.



الشكل ١٠٤







الشكل ١٠٥: نموذج الجت الطويل والكروي

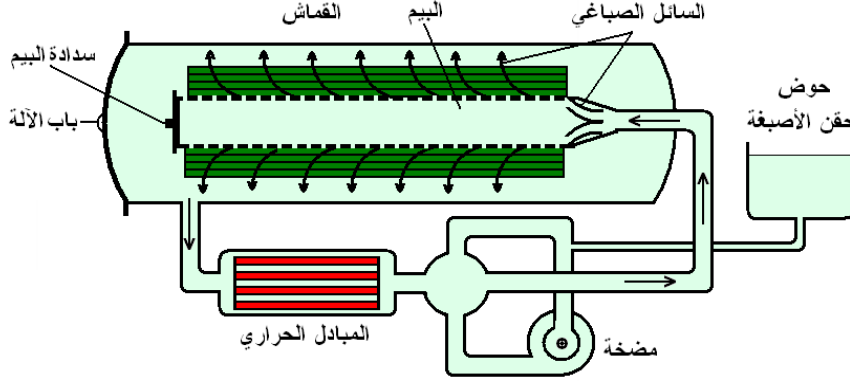
١-٢- الأوفرفلو: يشابه الجت كثيراً " الشكل ١٠٦ " ويتميز عنه بعدم وجود القاذف بما يهيء فرصة التدفق الحر للسائل وبالتالي الفرصة الأكبر لعدم حدوث ظاهرة التكسير ولكنه لا يمنع من التقاف الحواشي. وغالباً ما يتم إنتاجه لشروط الضغط العادي وحين يهيء للحرارة والضغط العاليين يُسمى بحسب المصطلحات التجارية " سوفت فلو " .



الشكل ١٠٦: الأوفرفلو

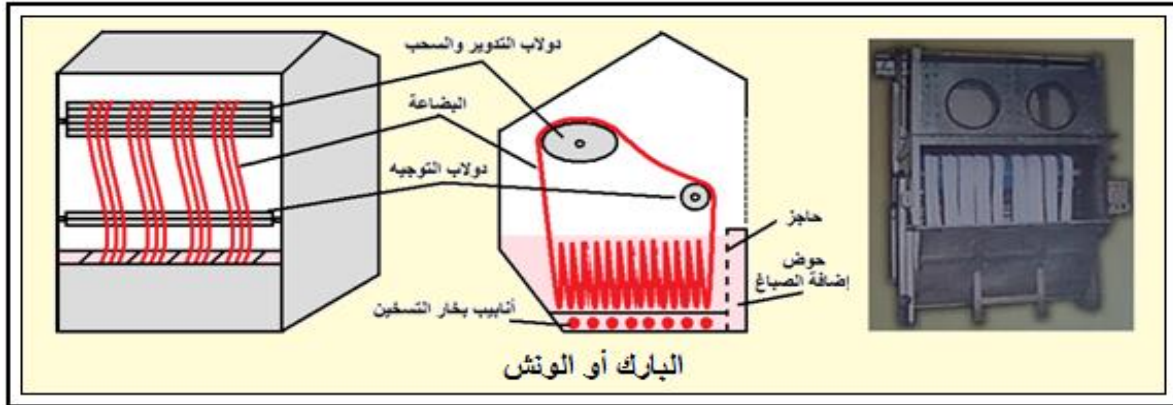
١-٣- البيم: تُستخدَم هنا تقنية دوران السائل من داخل الأسطوانة التي يُلف عليها القماش إلى خارجها وبالعكس ما يستوجب تثبيت القماش حرارياً قبل لفه على اسطوانة الصباغ كي لا نتعرض لهروب الضغط بفعل انكماش القماش وتحرر بعض الثقوب الداخلية الطرفية للأسطوانة، وتتميز العملية الصباغية على البيم بعدم تعرضنا لظاهرة التكسير نهائياً وإمكانية رفع حرارة بعض الأقمشة الممزوجة مع النايلون للحرارة ١٣٠ م والتي لو حاولنا صباغتها على الجت تعرضنا لتلف النايلون بسبب عدم قدرته على احتمال إجهادي الشد والحرارة معاً، ومن أهم مساوئ العمل به ظاهرة التموج " Moire " التي غالباً ما يسببها عدم انتظام الضغط، ونرى في الشكل (١٠٧) نموذجاً لآلة البيم والتي يطلق عليها الاسم الشائع " الهاتيه ":





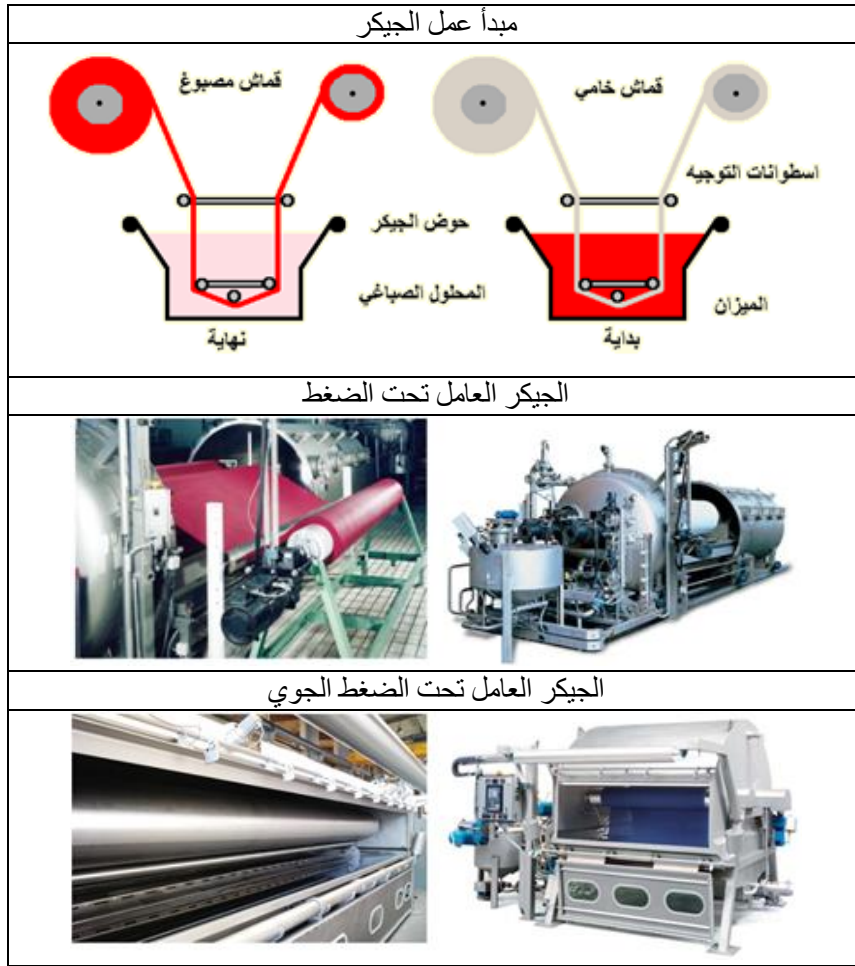
الشكل ١٠٧: البيم "الهاتيه"

١-٤- الونش: تعمل هذه الآلة على مبدأ دوران دولااب اهليلجي الشكل " لمنع توضع القماش فوق بعضه البعض كما هو حال الدولااب الدائري" لنتمكن من تدوير القماش مع دولااب يعلو الحوض الصباغي لتوجيه حبال القماش، ويشيع استخدام التسخين المباشر بضخ البخار مباشرةً للحوض بدلاً عن أنابيب التسخين البخارية المغلقة وإن كنا في ترسيمنا لآلة الونش قد صورنا الشكل النظامي للتسخين عبر الأنابيب، وغالب استخدام الونش تحت الضغط الجوي العادي وإن كان هناك من يُصنّعه للحرارة والضغط العاليين ليأخذ الشكل الأسطواني آنئذٍ ليحتمل الضغوط العالية هندسياً، ونرى في الشكل (١٠٨) الونش العامل تحت الضغط الجوي العادي:



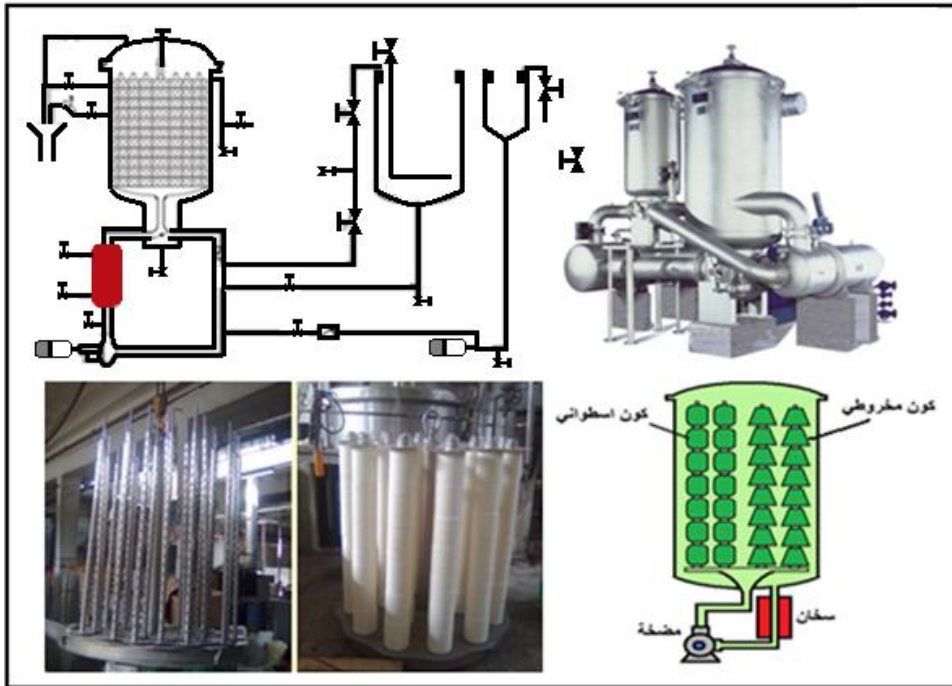
الشكل ١٠٨: الونش العامل تحت الضغط الجوي العادي

١-٥- الجيكر: يخص هذا النوع من الآلات أنواع النسيج وبخاصة أنواع النسيج القطني، ويعمل على مبدأ انتقال النسيج من اسطوانة لأخرى عبر السائل الصباغي المتواجد في حوض الحمام الصباغي، ويتميز الجيكر بإمكانيات صباغية عالية قد لا تتمكن من تحقيقها في الأنماط الأخرى من الآلات، إذ يتيح لنا العمل مع الجيكر بتطبيق الأصبغة: المباشرة، الفعالة، الكبريتية " السلفور"، الأحواض " الاندانترين"، النفقول " الديازو"، إضافة لأصناف الخيوط التركيبية عندما تكون حياكتها غير قابلة للامتطاط كأصناف نسيج البولستر بشرط أن لا تكون أنماط حياكتها قابلة للانزلاق السهل ما يتسبب بانزياح حواشي النسيج عن بعضها البعض، وإلى زمنٍ غير بعيد كان الجيكر مُعداً للعمل تحت الضغط الجوي فقط، إلا أن الحاجة له لصباغة أصناف البولستر أو مزائجه العريضة جداً والتي قد تتعرض للتكسير عند صباغتها على الآلات الأخرى" كما هو حال صباغة الستائر والبرادي" بدأت الشركات المصنعة للآلات تنتج لاحتتمل الحرارة والضغط العاليين وعلى شكل هيكل أسطواني أيضاً كما في الشكل (١٠٩):



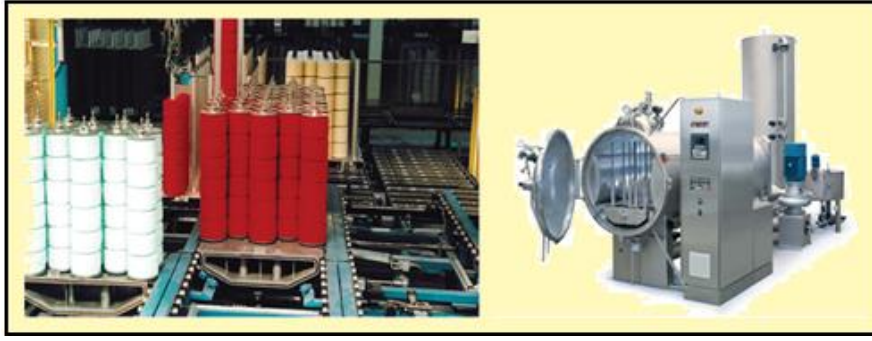
الشكل ١٠٩: الجيكر

٦-١- آلة صباغة الخيوط الملفوفة " الكون " وآلة صباغة الشعيرات: تعمل آلة صباغة الكون على تنضيد الكونات المثقبة البلاستيكية أو المعدنية فوق بعضها البعض وعبر قضيب يدخله السائل الصبغى المضغوط من الأسفل ليخرج من جوانب الكون وبالعكس، ونجد منها تصميماً عمودياً كما في الشكل (١١٠)، وآخر أفقياً كما في الشكل (١١١):



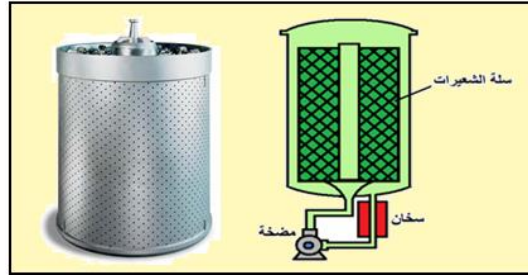
الشكل ١١٠: آلة صباغة الكون العمودية





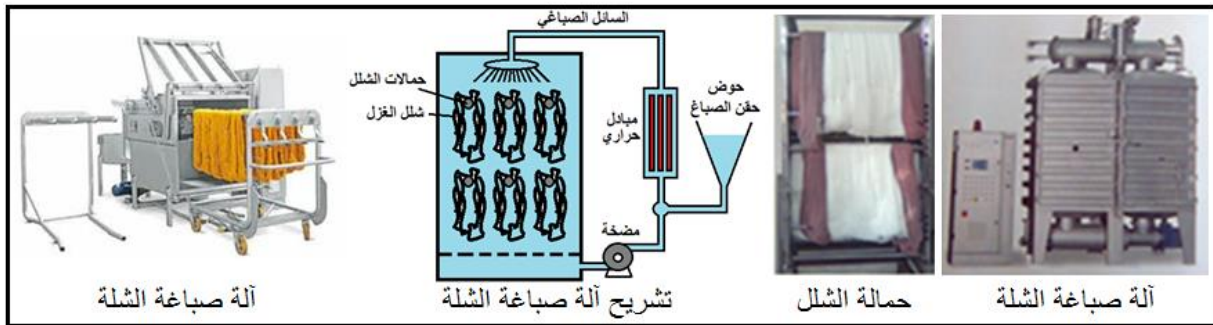
الشكل ١١١: آلة صباغ الكون الأفقية

وتتم صباغة الشعيرات بعد تعبئتها في سلالٍ خاصة لينفذ السائل منها تماماً كما هي صباغة الكون " الشكل ١١٢ ":



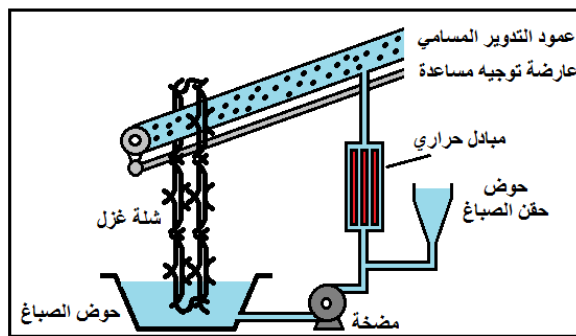
الشكل ١١٢: آلة وسلة صباغة الشعيرات

٧-١- آلة صباغة الشلّة: يتم في هذه الآلة تحويل الخيوط المراد صباغتها إلى شلّة ليُصار إلى تعليقها على حمالات خاصة بحيث يتم تدوير السائل الصباغي فيها من الأسفل إلى الأعلى بمضخاتٍ خاصة كما في الشكل (١١٣):



الشكل ١١٣: آلة صباغة الشلّة

على أن هناك نموذجاً آخر لصباغة الشلّة يقوم على عمودٍ حمّالٍ مُرَدِّدٍ يتم ضخ السائل الصباغي من خلاله، وتدور عليه الشلّة طوال فترة حمام الصباغة ليبقى قسمٌ دائمٌ منها مغموس في حوض الصباغ كما في الشكل (١١٤):



الشكل ١١٤: آلة صباغة الشلّة بالترديد

وتلحق بآلات صباغة الشلّة تجهيزات تدوير خاصة لتحويل الكون إلى شلّل وبالعكس كما نرى في الشكل (١١٥):

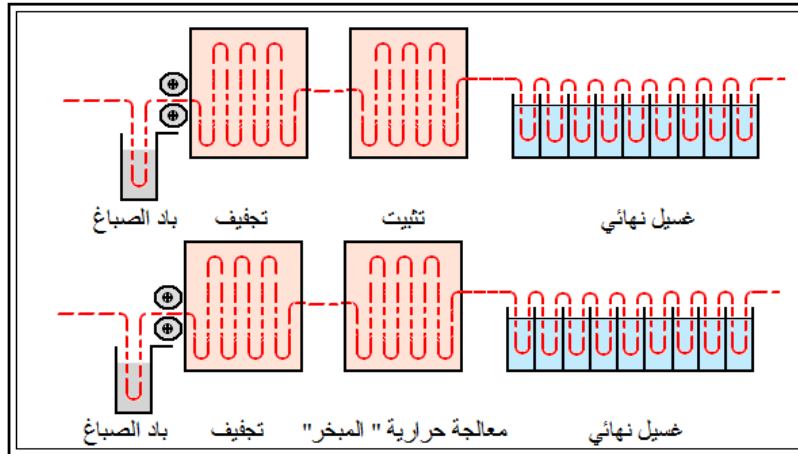


الشكل ١١٥: تجهيزات تحويل الكون إلى شلة وبالعكس

٨-١- آلات صباغة القطعة: يشيع استخدام هذا النمط من الآلات لصباغة القطع التي كثيراً ما نضطر لتفصيلها ومن ثم صباغتها كما هي حال بعض أنواع الجوارب والقبعات العسكرية الصوفية...، وتتألف الآلة آنئذ من حوض أسطواني مزودة بسواعد خاصة لتحريك شبكات خاصة تحوي البضاعة.

٩-١- وحدات الصباغة المستمرة: تمكنا وحدات الصباغة المستمرة من أرقام إنتاج عالٍ وبسرعات اقتصادية مع إمكانيات ممتازة لتطبيق أنواع كثيرة من الأصبغة أو العمليات الخاصة بالعمليات الصباغية كالقصر والتخريق وحمامات الغسيل النهائي أو أحواض المعالجة بمواد التجهيز النهائي كالمواد المطرية أو المقسية أو المانعة للاحتراق أو المانعة للماء " الوتربروف "...، وإلى وقت قريب كانت هذه التقنية مخصصة لأصناف النسيج، وأمكن حديثاً تصميم وحدات لأصناف الحياكة الدائرية " التريكو" ولأوزانٍ بسطية نسبياً.

ويقوم مبدأ العمل بهذه الوحدات على معالجة القماش بإمراره على أحواض تحوي مواد المرحلة اللازمة، فهناك أحواض لمواد القصر أو لشطف ما بعد القصر ومن ثم العمليات الصباغية وعلى مراحلها المطلوبة بحسب نوع الصباغ لكونها تلائم غالب أصناف الأصبغة كالأصبغة المباشرة والأحواض والفعالة والكبريتية والمبعثرة، فيمكننا المعالجة في أحواض تطبيق أصبغة الأحواض مثلاً على الترتيب: تخريق، شطف، تحميل صباغ على شكل بيغمنت، تحميل محلول هيدروسلفيت الصوديوم، أكسدة وقصر، شطف، تطرية أو تقسية، تجفيف وتثبيت، ويراعى في كل حوض درجة الحرارة والتراكيز المطلوبة وحمولة القماش من هذه السوائل لنحصل على النتائج المتوخاة، ونرى في الشكل (١١٦) نموذجاً لوحدة صباغة على الباد ووحدة الصباغة بطريقة التثبيت الحراري " الترموزول ".



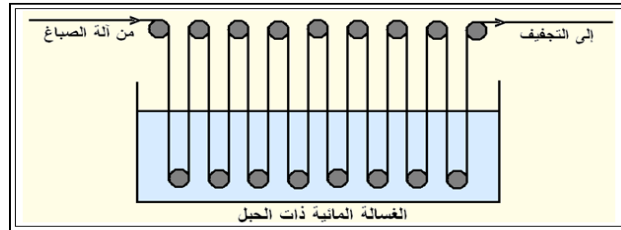
الشكل ١١٦: وحدتا صباغة على الباد والصباغة بطريقة التثبيت الحراري " الترموزول ".

٢- **عمليات الإنهاء:** لا يمكننا تداول الأقمشة بتحضيرها وصباغتها فقط، إذ لا بد من معالجتها لتحقيق جملة المواصفات التي تتطلبها القطعة المراد تفصيلها من القماش المطلوب، فلا بد من عمليات الغسيل الضرورية للتخلص من بواقي الكيماويات والأصبغة، ومن ثم عمليات العصير والتجفيف والتثبيت الحراري وبوجود مواد معالجة خاصة تحقق الغرض المطلوب من القطعة المراد إنتاجها، فلبنطل الرجالي لا بد لنا من تقسية القماش لنظهر أناقة عمليات الكي عند الارتداء، أما لبعض القطع النسائية فلا بد لنا من تطرية القماش كي يناسب طبيعة الحركة المنزلية التي تقوم بها سيدات المنازل في الأعمال المنزلية.

يُطلق على جملة المعالجات النهائية مصطلح عمليات التجهيز النهائي، وغالباً ما يتم تحديد المواصفات المطلوبة من الزبون مباشرةً لمعرفة طبيعة الخياطة النهائية التي سيؤول إليها القماش.

٣- آلات الغسيل: تتم عمليات الشطف والغسيل عادةً في آلات خاصة أو في الآلات المخصصة للصبغة نفسها، ولكل نوع صباغ طريقة شطف وغسيل خاصة به تقريباً، فكما رأينا تستلزم الأصبغة الفعالة حمامات شطف وغلي للتخلص من الأصبغة المهدرلة، أما أصبغة الأحواض فيمكننا تطبيق عمليتي الغلي والأكسدة معاً، في حين يلزم الأصبغة المبعثرة "الديسبرس" حمام غسيل إرجاعي بهيدروسلفيت الصوديوم بوسط قلوي أو بمرجعات الوسط الحمضي، ومن نماذج الآلات التي نجدها لعمليات الغسيل:

٣-١- الغسالات المائية ذات الحبل: تُخاط الأقمشة لهذه الآلة على شكل حبل وتمرر على حوض الغسيل بحركة لولبية عبر مجموعة بكرات ضاغطة ما يتسبب بظهور علامات للتجعدات الحاصلة على طول الحبل في نهاية العملية، لذا فقد تم تخصيصها للأقمشة غير القابلة للتجعد أو التكرير، ونرى في الشكل (١١٧) مخططاً لهذه الآلة:

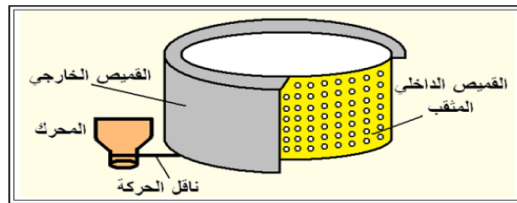


الشكل ١١٧: الغسالة المائية ذات الحبل

٣-٢- غسالة الثوب المفتوح: تتم عملية الغسيل هنا في حوض خاص ودون أي علامات حبال لانعدام عمليات الضغط فيه، بل تعتمد عملية الغسيل على السير الحر بالتدفق المائي المعاكس أو بتحريك القماش للأعلى والأسفل أو باحتواء الغسالة على رشاش مائي خاص.

٤- آلات العصير: تهدف عملية العصير للتخلص من أكبر كمية ممكنة من الماء لتحقيق أعلى درجة وفر لعمليات التجفيف والتثبيت الحرارية، وتتم عمليات التخلص من الماء أو العصير عبر تقنيات أساسية ثلاثة:

٤-١- العصير بالقوة النابذة: تقوم هذه التقنية على وضع البضاعة المراد عصرها في عصاره دائرية تدور بسرعات عالية لنتمكن من نبد أكبر كمية ممكنة من الماء الذي يخرج من ثقب قميصها الداخلي وعبر مصرفٍ نظامي خاص من أسفلها كما هو حال الغسالات المنزلية الآلية، ونرى في الشكل (١١٨) مخططاً لهذه العصاره:



الشكل ١١٨: العصاره النابذة

٤-٢- العصير بالأسطوانات الضاغطة: تقوم تقنية العصير في هذه الآلة على إمرار القماش بين اسطوانتين ضاغطين مصنوعتين من الفولاذ غير القابل للصدأ أو من المعدن المغطى بنوع خاص من الكاوتشوك، وعبر التحكم بالقوة الضاغطة يمكننا التحكم بمعدلات إزالة الماء.

٤-٣- إزالة الماء بالتفريغ الهوائي "الشفط": تطبق هذه العملية في حاويات خاصة تعمل على تفريغ الهواء وبالتالي سحب أكبر كمية ماء ممكنة بحسب الزمن وقوة التفريغ المطبقة، وتتميز هذه الطريقة بمحافظتها على رونق القطع المخاطة أو السمكة كما هو حال الحرامات.

٥- آلات التجفيف: تتباين آلات التجفيف في تصميمها بين آلات تجفيف فقط أم آلات تجفيف وتثبيت، فالتثبيت لا يتم إلا في التجهيزات التي تصل درجات حرارتها لأعلى من تلك الخاصة بالتجفيف فقط، إذ قد يكفينا ولآلات التجفيف درجات حرارة تصل حتى ١٤٠ م° فقط، في حين أنه ولتثبيت القطعة بعد الصباغة بالأصبغة المبعثرة نلزمنا درجات حرارة ١٦٠-١٨٠ م°، ومن أهم التقنيات المستخدمة لهذه الغاية:

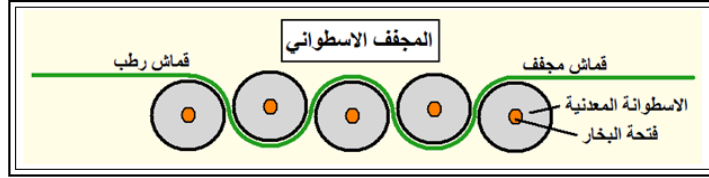
٥-١- التجفيف الطبيعي: ونعتمد فيها على عملية نشر الأقمشة في الهواء الطلق وتركها حتى الجفاف، وعلينا أن ننتبه هنا لثباتية الأصبغة على النور في حال تم النشر تحت ضوء الشمس.

٥-٢- المجففات الأسطوانية: تتم عملية التجفيف هنا بتمرير القماش المصبوغ على أسطوانات معدنية مسخنة على البخار، ومن أهم عيوبها ازدياد طول البضاعة ونقصان عرضها، ومن الضروري الانتباه عند العمل عليها ولاعتبارات

تتعلق بالتلامس الحراري المباشر بين البضاعة والأسطوانات المعدنية:

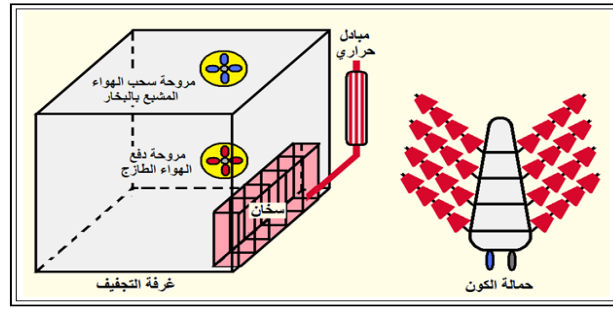
- التأكد من نعومة سطح الأسطوانات.
- التأكد من ثباتية الأصبغة للحرارة.
- المحافظة الدائمة على نظافة السطوح المعدنية من التلوث بالأصبغة المحمولة على سطح القماش وخاصة عند الانتقال من لونٍ لآخر.

وتلائم هذه التقنية الأقمشة السيليلوزية والحريرية الطبيعية المتوسطة السماكة، إذ أنها قد لا تحقق التجفيف الكامل مع الأقمشة السمكية، ونجد لها نموذجين اثنين: أسطواني شاقولي وأسطواني أفقي كما في الشكل (١١٩):



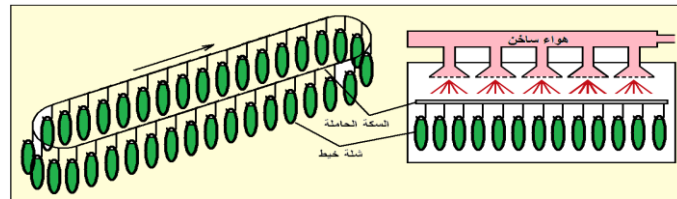
الشكل ١١٩: المجفف الأسطواني

٣-٥- غرفة التجفيف: وتتألف من غرفة مجهزة بمراوح لضخ الهواء الذي يمر عبر مبادل حراري يعمل على البخار أو الزيت المسخن أو بوشائع كهربائية أو... وباتجاه القماش أو الخيوط المحمولة على رفوف أو حاملات مناسبة، ومن الضروري الدراسة الدقيقة فيها لدرجة حرارة ومعدلات تدفق الهواء الساخن لتقدير كمية الهواء اللازم استبدالها لتجديد الهواء المشبع بالبخار وبالتالي للوصول للمردود الأعظمي من عملية التجفيف، وتصل درجة حرارة الغرفة عادةً حتى ٧٠-٥٠م، ونرى في الشكل (١٢٠) نموذجاً لغرفة تجفيف:



الشكل ١٢٠: خزائن التجفيف

٤-٥- المجفف الحلقي: يستخدم المجفف الحلقي أكثر ما يُستخدم لتجفيف الخيوط المصبوغة على شكل شلة بتعليقها على السكة الحاملة للشلال والمعرضة للتيار الهوائي الساخن، كما يمكننا استخدامه لتجفيف الملابس، ونرى في الشكل (١٢١) مخططاً تقريبياً لهذا المجفف:



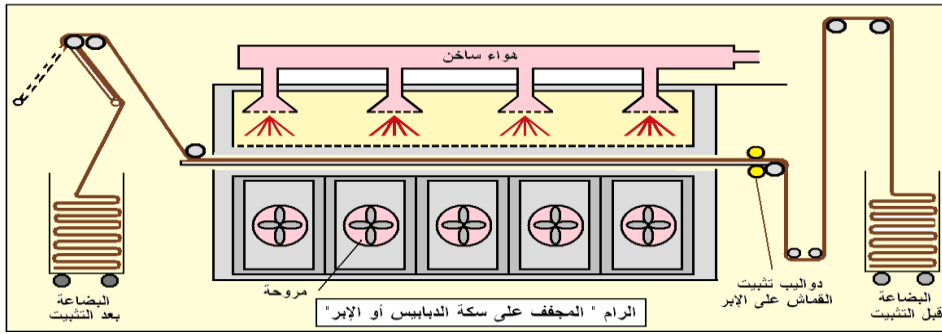
الشكل ١٢١: المجفف الحلقي

٥-٥- برميل التجفيف: تقوم هذه التقنية على ضخ الهواء الساخن في برميل دوار بقطر ١-٣ متر تتقلب فيه البضائع المصبوغة بسبب حركة الدوران، ويناسب هذا البرميل البضائع الحريرية والبضائع المطبوعة لتجفيفها بانتظار مرحلة التثبيت.

٦-٥- الرام: يتم بناء آلة الرام من سكة دوارة تحمل دبابيس أو ملاقط تمسك بالقماش المفتوح من حواشيه ومراوح تضخ الهواء الساخن بدرجة الحرارة المطلوبة وحتى ٢١٠-٢٢٠م بفعل إمرار الهواء عبر مجموعة مبادلات حرارية تعمل على زيت معدني حراري يُمكننا رفع درجة حرارته حتى ٣٥٠م دون أن يتخرب، ومن الضروري جداً مراقبة انتظام حركة الهواء داخله منعاً للمشاكل التي قد تحدث من تصعد بعض أنواع الأصبغة بفعل درجات الحرارة العالية والتي قد



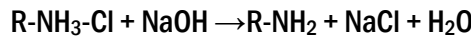
تتسبب بما يُسمى الهجرة الحرارية التي تعني هجرة الصباغ من عمق الخيط حتى سطحه ومن ثم لهواء الرام ما يتسبب بتكاثفه من جديد في المناطق الأقل حرارة ما يعني سوء توزيع الصباغ أو انعدام التسوية بالرغم من التسوية الصحيحة بفعل العملية الصباغية، لذا فإنه من الضروري التنبه معه لتصنيف الصباغ ومدى مقاومته للحرارة حتى نحسن اختيار درجة الحرارة الملائمة للعمل أو للتثبيت بحسب تصنيف الشركات الصانعة للأصبغة، ونرى في الشكل (١٢٢) مخططاً بسيطاً للرام:



الشكل ١٢٢: الرام " المجفف على سكة الدبابيس أو الملاقط

٦- عمليات التجهيز النهائية: تهدف مجمل عمليات التجهيز النهائية لتحقيق مواصفات معينة يمكننا معها تحسين أداء القماش وتلبيته لاحتياجاتنا، وهناك الكثير الكثير من المعالجات التي سنذكر هنا أهمها على الصعيد العملي والتجاري:

٦-١- التطرية: وتهدف لتحسين ملمس وليونة الأقمشة النهائي، ونجد من أهم أنواع عوامل التطرية: المطريات الكاتيونية: وغالباً ما يتم تحضيرها من مركبات الأمونيوم الرباعية ومشتقاتها، أو أميدات واسترات الحموض الدسمة، وتتميز بتحسينها ملمس القماش لطبيعتها الدهنية ما يجعل منها مقاومة لتشرب الماء، ومن أهم ما يعيبها تخربها بالوسط القلوي بحسب التفاعل:



المطريات السيليكونية: من مركبات السيليكون العالية الوزن الجزيئي نسبياً، تمنح القماش ملمساً دهنياً إلى حد ما مع ليونة للخيط.

المطريات الماكرو سيليكونية: من مركبات البولي سيلوكسان الأصغر حجماً من سابقتها، تمنح الخيوط ليونة وتؤثر سلباً على الثباتات عند إضافتها بزيادة وبخاصة مع الخيوط التركيبية.

المطريات الماكرو سيليكونية: وهي الأصغر حجماً من مجموعة المطريات الماكرو سيليكونية، تمنح الخيوط ليونة كبيرة جداً، وتؤثر سلباً على الثباتات عند إضافتها بزيادة وبخاصة مع الخيوط التركيبية.

مطريات البولي أوريتان: تشابه المطريات الميكروسيليكونية، وتمتاز بقابليتها للامتطاط ما يجعلها الأنسب لتجهيز الأقمشة المعدة للرياضيين.

المطريات اللاشاردية: تمتاز المطريات اللاشاردية بإمكانية تطبيقها أحياناً مع الحمام الصباغي، ويتم تحضير معظمها من البولي إيثيلين أو من مزائج البولي إيثيلين مع بعض المواد الشمعية المحسنة لخاصية الانزلاق، أو من بعض الأغوال الدسمة.

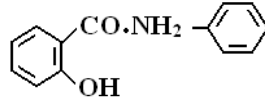
تتم المعالجة مع المطريات على الرام بمرور القماش من خلال حوض المواد المساعدة ومن ثم العصير على فولارد الرام إلا في حال الأقمشة التي قد تتأذى من مرورها على أسطوانات العصير كما هي حال المخامل إذ نلجأ أننذ لمعالجتها على آلة الصباغ بوسط حمضي pH~6 عند حرارة ٤٠ م مضطرين بعدها لحمام غسيل للآلة استدراكاً من تفاعل آثار للمطري مع المواد المساعدة أو الكيماويات أو الأصبغة السالبة الشحنة التي قد تُستخدم في الحمامات التالية وبالتالي تصبح معرضة للتفاعل معها وتشكيل رواسب تضر بالعملية الصباغية.

٦-٢- التقسية والتنشية: تتم معالجة الأقمشة أحياناً بمواد ترفع من قساوتها، ويستخدم لهذه الغاية مواد عدة كبولي فينيل أسيتات PVAc " الغراء الأبيض"، النشاء، بولي الأكريلات، بولي فينيل الأغوال PVAI، بولي الأوريتان... وغالباً ما تتم مثل هذه المعالجات عند التجفيف والتثبيت على الرام بتعبئة محلولها بالتركيز المطلوب في حوض الرام.

٦-٣- موانع الماء والزيت " الوتربروف " تتم هذه المعالجة عادةً على الرام بشروط حرارة مناسبة، وتعتبر من أكثر المواد انتشاراً لهذه الغاية: مركبات الفلوروكربون، بولي إيزو سيانات الأليفاتية، والبارافينات الزركونية الخاصة بالشوادر.

٦-٤- مؤخرات الاحتراق: تهدف هذه المعالجة لمنع انتشار اللهب في القماش عند أي حريق، وتتم المعالجة على الرام

أيضاً وفق الشروط التي تحددها الشركات الصانعة، ومن أهم المواد المستخدمة لهذه الغاية نجد مركبات الفوسفونات مثل رباعي ميثانول كلوريد الفوسفونيوم  $(\text{HOCH}_2)_4\text{PCl}_4$ : THPC، وبعض مركبات الانتموان. ٥-٦- مضادات التعفن: تهدف هذه المعالجة لمنع نمو أنواع الفطور أو البكتيريا على الأقمشة القطنية خاصة، كما هو الحال مع ساليسيل أنيليد Salicylanilid المعروف تجارياً باسم شيرلان AN الذواب بالماء، والذي يُضاف له عادةً بعض العوامل الفعالة سطحياً للمساعدة على رفع درجة امتصاصه:



٦-٦- مضادات الكهرباء الساكنة: وتهدف لإبادة الكهرباء الساكنة التي قد تظهرها الخيوط التركيبية عند تشغيلها على أنوال الحياكة أو عند تعرضها لإجهادات حرارية كما هو الحال على الرام أو إجهادات ميكانيكية أخرى وبخاصة عندما تكون خالصة الجفاف " إذ أن وجود بعض الرطوبة يخفف منها كثيراً "، وقد تتم هذه المعالجات على الرام أو على آلات الصباغة مع الانتباه آنذ لشحنتها، ونجد أن من بين أهم المركبات المستخدمة لهذه الغاية مركبات: ألكيل فوسفات ومركبات الأمونيوم الربعية.

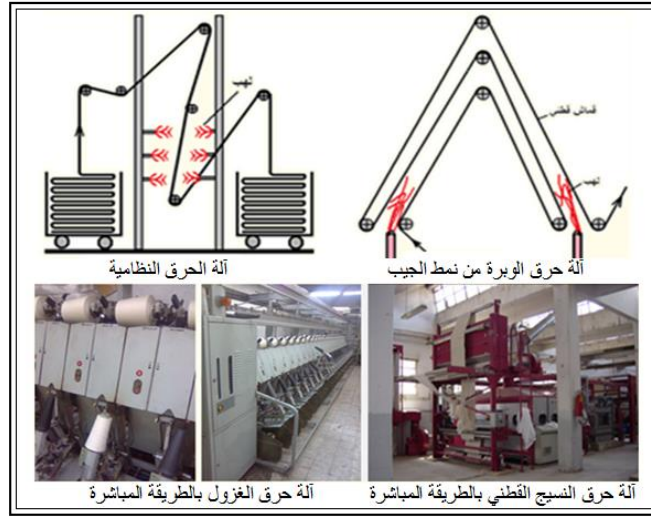
## العمليات الخاصة بتحسين المواصفات

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

### ١- العمليات الخاصة بالألياف والأقمشة السيليلوزية:

١-١- إزالة الوبرة: وتهدف لصفل سطح النسيج بإزالة الشعيرات القصيرة البارزة، وتقوم عملية المعالجة بتقنيتي الحرق أو المعالجة الأنزيمية:

١-١-١- المعالجة بالحرق: وتقوم على إمرار القماش القطني على شعلاتٍ ملتهبة بطول لسانٍ لهبٍ معين وسرعة مرور بصورةٍ مدروسة لتحقيق أفضل النتائج لتسبب زيادة عملية الحرق عن معدلاتها الطبيعية أو تجعد القماش بتشكيل مركبات الأوكسي سيليلوز، وكثيراً ما يُصار لتنشيط الشعيرات بشحنها بالكهرباء الساكنة التي تساعد على الانتصاب وبالتالي ضمان عملية حرق سليمة، ومن الأنماط المتداولة لعمليات الحرق نجد نمط آلة الجيب الذي يقوم على إمرار القماش بين مجموعة أسطوانات تتداخل مع لهب الاحتراق ونمط حرق الوبرة بالطريقة المباشرة كما في الشكل ١٢٣، كما نرى في الشكل صورتين طبيعيتين لآلة حرق النسيج وحرق الغزول القطنية بالطريقة المباشرة:



الشكل ١٢٣

١-١-٢- طريقة المعالجة الأنزيمية: وتقوم على معالجة القماش السيليلوزي في حمامٍ يحوي أنزيم السيليلولاز بنسبة قد تصل إلى ٢-٣% من وزن القماش بحسب تركيز الأنزيم وتعليمات الشركة الصانعة، فشرية د. بتري تنصح بالمعالجة

بأنزيم بيريزيم IND عند درجة حرارة ٤٥-٥٠ م° / ٤٥-٦٠ دقيقة عند درجة حموضة pH:4.5-5.5

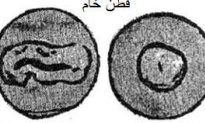
١-٢- عملية التحرير " المرسزة ": تتم عملية تلميع الألياف السيليلوزية بمعالجتها بمحلول ٢٠% هيدروكسيد الصوديوم حيث تتعرض لعملية شد تؤدي لتراجع الطول وازدياد الألفة نحو الأصبغة مع ازدياد نعومة الملمس، وقد لوحظ أن تأثير هيدروكسيد الصوديوم يكون على الشكل المبين في الجدول (١٣٩) والذي نلاحظ من خلاله أنه وعند التركيز ١٧,٥% تبدأ عملية انحلال الالتواءات أولاً ثم الانتفاخات على العكس من التراكيز الأعلى :

الجدول (١٣٩)

مراحل التغيرات أثناء عمليات التلميع بدلالة تراكيز محاليل هيدروكسيد الصوديوم	تركيز هيدروكسيد الصوديوم %	
	التغيرات	
لا يحدث أي تغير على الشعيرات	صفر - ٧,٥	
يبدأ انحلال التواءات الشعيرات	٨-٩	
تزداد سرعة انحلال الشعيرات	١٠	
يبدأ انتفاخ الشعيرات	١٥	
اختفاء الالتواءات وانتفاخ الشعيرات	١٧,٥	
انحلال الالتواءات والانتفاخ معاً	٢٠	
بدء الانتفاخ متبوعاً بانحلال الشعيرات	٣٠-٤٠	



مقطع عرضي لقطن خام



مقطع عرضي لقطن محرز " مرسز "

قطن محرز " مرسز "

ولانحلال الالتواءات أهمية قصوى لأنها السبب الرئيس لزيادة اللمعان بتحول مقطع الألياف إلى الشكل الدائري وبدء انتفاخها الذي يصاحبه انكماش في الطول يستوجب تطبيق عمليات شد صارمة استدراكاً لأي انكماش يحدث بتراكمات لهدروكسيد الصوديوم تتجاوز ٧%، ونبدأ بعمليات التلميع الكامل والنصفي بعد معالجة النسيج عبر عمليات التحضير الأولية على آلة حرق الوبر أو إزالة النشاء " ويستحسن إجراء عملية قصر أولاً منعاً للتلوث السريع لحمام التلميع ".  
 ١-٢-١- التلميع الكامل: وتتم هذه العملية عادةً عند تراكيز لهدروكسيد الصوديوم تعادل ٢٨-٣٢% هيدروكسيد الصوديوم أي ٥٥-٦٥° تواديل وبدرجة حرارة ١٥° م أو أقل.

١-٢-٢- التلميع النصفي: وتتم هذه العملية بهدف رفع ألفة النسيج للأصبغة دون الاهتمام بدرجة اللمعان، وقد أطلق عليها اسم التحرير النصفي لكون تركيز هيدروكسيد الصوديوم لا يزيد فيها عن ١٥-١٦% أي ٣٠° تواديل.

١-٢-٣- شروط عملية التلميع: تستوجب عملية التحرير الأخذ بالشروط:  
 - عدم ارتفاع درجة حرارة الحوض عن ١٤° م.  
 - الإزالة الكاملة للنشاء أولاً لمنعه تغلغل محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى عمق الألياف وإضافة عامل مبلل خاص يمكنه مقاومة تراكيز القلوي العالية.

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

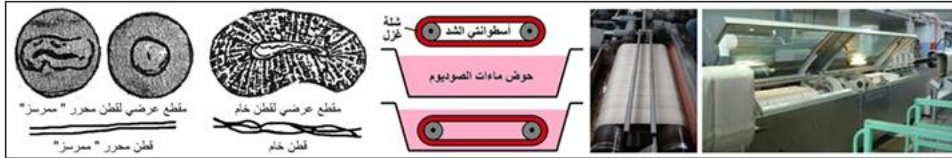
- التحقق من تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم قبل البدء.

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

١-٢-٤- 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 بمحلول هيدروكسيد الصوديوم إلى عرضه الأصلي، فمثلاً ينكمش النسيج بعمليات التحضير الأولية بمعدل ٩%، وبمعالجته بهيدروكسيد الصوديوم يصل انكماشه حتى ٢٤% .  
 وتطبق حالياً عمليات مرسرة برفع درجات الحرارة حتى ٣٠° م وبالطرائق المستمرة لينتج عنها سيليلوزاً أعلى ألفة للأصبغة دون الوصول لدرجة اللمعان التي نحصل عليها بشروط الحرارة الباردة، ونرى في الشكل (١١٤) وحدة مرسرة غزول قطنية:

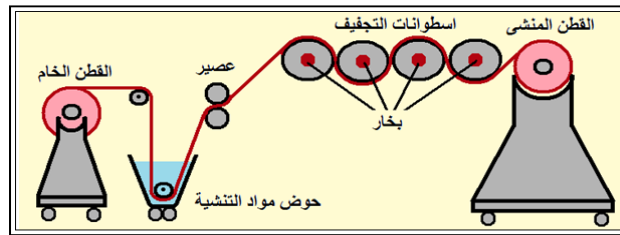


وحدة مرسرة الألياف القطنية بطريقة الشلة



الشكل ١١٤

٣-١- التنشية: تهدف عملية التنشية أو طلي الألياف بالنشاء أو بدائله ومشتقاته لرفع المقاومة الميكانيكية ولعدم التنسيل الذي قد يحدث أثناء عمليات النسيج والحياكة، ونرى في الشكل (١١٥) مخططاً لآلة التنشية التي تتم العملية فيها بإمرار الألياف السيليلوزية على حوض يحوي مادة التنشية ومن ثم عصره بين اسطوانتين ضاغطتين ليصل إلى مجموعة من الأسطوانات المعدنية المسخنة بالبخر، وتتم عملية التنشية عادة بعد عملية التسدية:

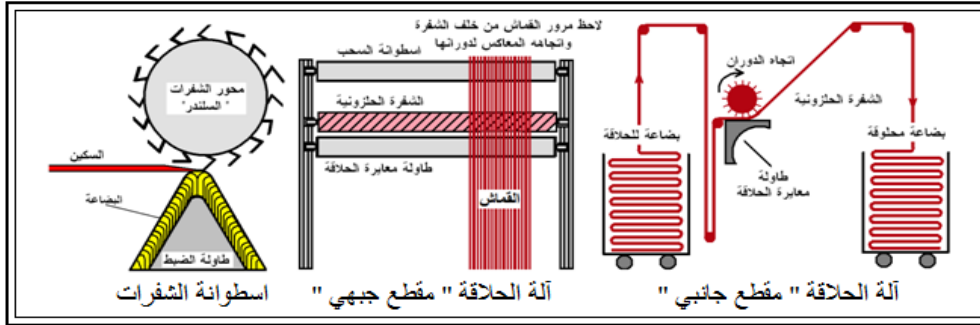


الشكل ١١٥: وحدة التنشية

٤-١- الشد: تؤدي إجهادات الشد المطبقة على الأقمشة أثناء العمليات الصباغية لازدياد طول القماش على حساب عرضه، لذا فإننا نعد لترطيبه وشده لاستعادة عرضه الأصلي، وتتم عمليات الترطيب إما بالمخبرات أو بمرذات



٢-٤- 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 (١١٨)، وتمنح عملية الحلاقة للقماش ملمسه المخملي ورونقه الجذاب :



الشكل ١١٨: آلة الحلاقة

٣- **التثبيت الحراري للخیوط الصناعية والتركيبية:** يتم إنتاج الخيوط الصناعية والتركيبية عالمياً بكميات ضخمة جداً، ويستلزم التعامل معها مجموعة من عمليات التحضير والتي من أهمها عملية التثبيت الحراري، والتي تتم برفع درجة حرارة البضاعة لرفع معدلات لدونة الخيوط ما يساعدنا على تثبيتها وبالتالي المحافظة على الطول والعرض المرقومان بشروط حرارة التثبيت، وتعرض هذه الخيوط عموماً لمعالجتين حراريتين: الأولى بعد عمليات الغسيل أو التحضير الأولى وقبل الصباغة، والثانية بعد إنهاء الحمام الصباغي والبدء بعمليات التجهيز النهائية. وتتم عملية التثبيت الحراري عموماً بتقنيتين اثنتين: الأولى بالتبخير عند درجات حرارة وضغط ملائمين، وثانيهما على الحرارة الجافة في الرام، ومن المهم أن نلاحظ هنا أن درجة الحرارة تتناسب عكساً مع الزمن أي أنه كلما رفعتنا درجة الحرارة أكثر لزماناً أقصر، بشرط عدم تجاوزنا لدرجة حرارة حدية لكل نوع من أنواع الخيوط.



## المصطلحات العلمية بحسب ترتيب الأبجدية الانكليزية

Absorption band	عصبة امتصاص
Accelerate	يُسرع ، يُعجل
Accurate	دقيق ، مضبوط
Acid dyes	أصبغة حمضية
Action	فعل ، تأثير
Activity	فعالية
Adsorption	امتزاز
Adsorption isotherm	امتزاز متساوي الدرجة
Affinity	ألفة
After - treatment	معالجة متأخرة
Aggregation	تجمع أو تكتل
Agitation	تحريك أو الإثارة بالتحريك
Alicyclic	دهني حلقي
Alteration	تغيير
Alternative	بديل " أحد الأمرين المخير بينهما " ، خيارى
Amorphous	عديم الشكل " لا بلورى "
Amphoteric	مذبذب " حمضى أو قلوى بحسب طبيعة الوسط "
Amorphous	عديم الشكل أو لا بلورى
Amplifier	مكبر
Anion	شاردة سالبة أو شرسية
Anti - crease finishes	تجهيز ضد التجعد
Anti - felt finishes	تجهيز ضد التلبد
Appearance	هيئة ، مظهر خارجى
Apparatus	جهاز
Application	تطبيق
Approximation	تقدير تقريبي أو تقريب
Aqueous	مائي
Artificial	صنعي
Aromatic	عطري
Ash	رماد
Assesment	تقييم
Assistant	مساعد
Atactic	غير متمائل التركيب
Autoclave	مِخَم " صاد موصد "
Auxiliary	مساعد ، ملحق
Auxochrome	زمرة مساعدة لتعزيز اللون في الجزيء الصباغى
Available	مُتاح ، مُيسر
Back reaction	تفاعل عكسى
Base	أساس
Bath	حمام " حوض صباغة أو معالجة "
Baume degree	درجة بوميه
Binder	رابط " لاصق لحبيبات بيغمينات الطباعة مثلاً "
Bleaching	تبييض أو قصر
Bleeding	اختلاط الألوان عند الغسيل " الحلل "
Blend	يخلط أو يمزج
Balance	ميزان
Base	قاعدة ، أساس
Block	كتلة
Block to	يطوق
Blueish : B.	يزرق : ميل اللون باتجاه الأزرق
Boiling point	درجة الغليان



Both	معاً ، على حدٍ سواء
Branched chain	سلسلة متفرعة
Brightness colours	ساطع أو زاه
Brine	محلول ملحي
Broken degumming liquor	حمام إزالة الصمغ
Buffer	موقفي
Buffer solution	محلول موقفي " حمض أو أساس ضعيفين مع ملح لهما "
Build up	تراكم الصباغ " عملية بناء اللون "
Carrier	حامل
Cation	شاردة موجبة أو شرجية
Caustic : Caustic soda	كاو : صودا كاوية
Chain	سلسلة
Chain reaction	تفاعل متسلسل
Characteristic	مُمَيِّز ، مميزة ، خاصة
Chromogene	كروموجين
Chromophore	كروموفور : حامل اللون
Class : Classification	صف أو نوع : تصنيف
Cloth	قماش ، نسيج ، ملابس
Caoagulation	تخثر
Coefficient	مُعَامِل
Colloid	غروي أو غرواني
Colourless	عديم اللون
Combination	اتحاد ، تركيب ، توليف
Common salt	ملح الطعام
Comparison	مقارنة
Complementary colours	تكامل الألوان
Complex	مُعَقَّد
Compound : composition	مُرَكَّب : تركيب
Concentration	تركيز
Condition	شروط ، ظروف
Cone	كون ، لُفَافَة خَبِط
Configuration	تشكيل
Conformity	انسجام ، توافق
Conjugation	ترافق
Constitution	بنية ، تكوين ، قوام
Contamination	تلوث
Content	محتوى
Continuous	مستمر
Continuous dyeing processes	طرق الصباغة المستمرة
Cool	يبرد
Copolymer	بوليمير مختلط " كثير حدود " أو متماثر مختلط
Corrosion	تآكل ، نخر
Cortex	القشرة
Coton linters	زغب القطن
Chroma	الإشباع
Cross - recovery	مقاومة التجدد
Cross - link	روابط عرضية
Crystallization	بَلُورَة أو تبلور
Coupling	ازدواج أو تزاوج
Constant	ثابت
Crease	تكسير
Crease marks	خطوط أو علامات التكسير

Curve	منحني بياني
Cyclic	حلقي
Damage	تخرب
Darker : D.	يسود أو يغمق " أغمق "
Data	معطيات
Deaerating agent	عامل طارد للهواء
Decolorization	إزالة اللون
Decomposition : Decompose	تفكك : يتفكك ، يتحلل
Decrease	ينقص
Deep	غامق أو داكن
Defoamers agent	عامل مضاد للرغوة
Degreasing agent	مزيل زيوت أو شحوم
Degree	درجة ، مدى
Demineralized water	ماء منزوع الشوارد المعدنية
Depolymerization	زوال البلمرة " زوال التماثر "
Derivative	مشتق
Description	نوع ، وصف
Desizing	إزالة النشاء
Desorption	عكس الامتزاز
Destructive	إتلاف
Detergent	منظف
Determine	يُحدِّد ، يُقدر ، يُعين
Developer : development	مُظهر : تظهير
Developing bath	حمام التظهير
Diagram	رسم تخطيطي ، شكل
Dielectric constant	ثابت العزل الكهربائي
Diffusion	انتشار
Dilution	تمديد ، تخفيف
Dimerization	الازدواجية
Direct dyes	أصبغة مباشرة
Discontinuous	غير مستمر ، متقطع
Dischargeability	قابلية القلع أو قابلية إزالة اللون
Dispersion	تبعثر أو تشتت
Dispersing agent	عامل مُبعثر أو مُشتت
Dissociation	انحلال ، تفكك
Distillation	تقطير
Dry	جاف
Dull	باهت أو كامد
Dusting	غبار
Dyebath	حمام الصباغة
Dyehouse	مصبغة
Earth	أرضي ، ترابي
Effect : Efficiency	مفعول ، تأثير : فعالية ، كفاية
Efflorescence : Effloresce	تزهّر : يتزهّر ، يتفتت بفقد ماء التبلور
Effusion	تدفق
Elasticity	مرونة
Electrolysis	تحلل كهربائي
Electrolyte	كهرليت " الأملاح المتشردة في المحلول "
Elimination : Eliminate	إزالة ، طرح : يزيل أو يتخلص من
Effect of metals	تأثير الشوارد المعدنية
Emulsion	استحلاب
Energy	طاقة

Energy level	مستوى الطاقة
Enhance	يُعزّز ، يُزِين ، يُجَمِّل
Equation	معادلة
Equipments	تجهيزات
Error	خطأ
Ester	استر
Esterification	استرة
Evaluation	تثمين ، تقدير ، تقييم
Evaporation	تبخير ، تصعيد
Exact	دقيق ، مضبوط
Exchange	تبادل
Exhaustion	استنفاد أو استهلاك
Experiment	يختبر ، يجري تجربة
Extraction	استخلاص
Fabric	نسيج ، قماش ، مصنوعات
Facility	يسر ، سهولة
Fastness	الثباتية
Fastness to perspiration	الثباتية للتعرق
Fatty	دسم
Fet , Fatty	تليبد
Fermentation	تخمير
Fiber	أليف ، شعيرة
Fiber glass	أليف زجاجي
Field	حقل
Fiament	شعيرات مستمرة
Fillers	مواد مالئة
Film	غشاء ، طبقة رقيقة
Fine	ناعم ، دقيق
Fire proofin	مضاد للحريق
Fire resistant finishes	التجهيز أو الإنهاء المقاوم للحريق
Fixation	تثبيت
Flake	قشر
Flame	لهب
Flame proof	تجهيز ضد اللهب
Flannelette	قماش قطني منشف
Flat	منبسط
Flocculent	صوفاني أو شبيه بالصوف ، مزغب هلامي
Flow	انسياب ، جريان
Fluidity	سيولة
Fluorescence	فلورية ، ألق
Foam	رغوة أو زبد
Fold	طية ، ثنية
Formation : Formula	تكوين : صيغة
Friction	احتكاك
Furnace	فرن
Gas	غاز
Gaz fading	انبهات الألوان بالغاز
Good	جيد ، سلع أو بضائع ، حقيقي
Granular	حبيبي ، محبب
Greenish : G.	يخضر ، مخضر " مائل للخضرة "
Ground : Grind	مطحون : يطحن
Group	زمرة أو مجموعة

Handle	لمس
Hanks	ثلل
Hardness	قساوة ، عسرة
Harsh	خشن
Heavy	ثقيل
Heterocyclic	حلقي غير متجانس
Heterogenous process	عملية غير متجانسة
High	عالي
Homogeneous	متجانس
Hot pressing	الإجهاد أو الضغط بالحرارة " الكبس الحراري "
Hydration	إماهة
Hydrogenation	هدرجة
Hydrophilic	ماص أو شره للماء
Hydrophobic	كاره أو دفوع للماء
Hygroscopic	ماص وحافظ للرطوبة " شره للماء "
Immature	خام ، غير ناضج
Immersion	غمر
Impurity : Impure	شائبة : مشوب أو غير نقي
Immiscible	غير ممزوج
Indicator Device	جهاز بيان
Indigo	صباغ النيلة
Information	معلومات
Inhibitor	مثبط أو كابح
Initiator	مبادر
Insulation	عزل
In situ reaction	تفاعل بالمكان الأصلي
Intensity	الشدة
Interfaces	حدود الفصل بين سطحين : سطح تماس الطبقتين
Intermediate	متوسط
Inter molecular forces	قوى ما بين الجزيئات
Ionic links	الرباط الشاردي
Irregular	شاذ ، غير منتظم
Isoelectric point	نقطة تساوي الكهربية
Isomer	مماكب
I.U.P.A.C	الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية
Izotactic	متماثل التركيب
Jet	منفث ، نافورة " قاذف خاص لبعض آلات الصباغة "
Kind	نوع ، صنف
Kinetic energy	طاقة حركية
Layer	طبقة
Leaching : Leach	غسل ، تصويل : يستخلص بالغسل
Leuco compound	مركبات الليكو المُرَجعة " عديمة اللون "
Level - dyeing	صباغة عالية التسوية
Levelling agent	عامل تسوية
Liberation	تحرير
Light	ضوء ، ساطع ، خفيف
Light fading	انبهات اللون بالضوء
Light fastness	الثباتية تجاه الضوء
Light Source	مصدر ضوئي
Limitation	تحديد ، تقييد
Linen	كتان
Linseed	بذر الكتان

Liquor ratio	نسبة الماء للقماش في حمام الصباغة
Low	منخفض
Lumen	لُب
Luminance	الإضاءة
Lubricants	مزلاقات
Lustrous	التلميع بالصلقل
Lyophilic	جذوب للسوائل
Lyophobic	دفع للسوائل
Manual	يدوي
Mark	رمز ، علامة ، إشارة ، خط
Mature	ناضج ، تام النمو
Medium shade	لون متوسط
Membrane	غشاء
Mercerization	تحرير أو مرسرة أو تلميع القطن
Metal	معدن
Microfibrils	ألياف مجهرية
Migration	هجرة
Mildew	فطور العفن
Milling	تلييد
Miscible	قابل للمزج
Modification	تعديل ، تحوير ، تغيير
Moisture	رطوبة
Molecularly dispersed acid dyes	الأصبغة الحمضية المعلقة الجزيئات
Monochromatic	لون وحيد طول الموجة
Monomer	وحيد حد أو مونومير " جزيء قابل للبلمره "
Mordant dyes	أصبغة مرسخة
Multiplication	تضاعف
Musty	عفن
Neutral	حيادية ، معتدلة " لاهمضية ولا قلوية " ، طبيعية
Node	عقدة
Non - swelling finishes	تجهيز أو إنهاء ضد الانتفاخ
Non - iron finishes	تجهيز أو إنهاء ضد الكي " للاستغناء عن عملية الكي "
Normality : Normal	عيارية " قيمة التركيز العيارية " : عادي ، عياري
Odour : Odourless	رائحة : عديم الرائحة
Oil : Oily	زيت : زيتي القوام
Oligomers	سلسلة تماثرية " بوليميرية " غير مكتملة النمو
Opaque	غير شفاف
Operation	تشغيل ، عملية
Optimum	أمثل ، مثلى
Ore	خام
Orientation	توجيه
Oscillate	يتذبذب
Outstanding	معلق ، بارز ، رائع
Packing	تحزيم أو ترزيم
Padding method	طريقة الباد " العصر بالاسطوانات "
Pale shade	ظل فاتح أو ألوان فاتحة
Paste	معجون ، عجينة
Penetration	اختراق
Permanency	دوام أو استمرار
Perspiration	تعرق
pH: pH value	الباهاء : الأس أو الرقم الهيدروجيني
Photocell	خلية ضوئية

Pick-up	حمولة " النسبة حمولة النسيج من السائل بعد الفولارد % "
Pigment	خضاب ، صباغ " مادة ملونة غير حلولة بالماء "
Plasticity	لدونة
Pollution	تلوث ، تلويث
Polyacrylonitriles	متعدد الاكريلونتريل
Polyamides	متعدد الأميد
Polyesters	متعدد الاستر
Polyfunctional groups	مجموعات متعددة الفعالية
Polymer	كثير حدود أو متماتر " تماثل في التركيب "
Precipitate	راسب
Pretreatment	معالجة أو تحضير أولي
Prevent	يمنع ، يحول دون ، يعوق
Printing	طباعة
Product	منتج
Pores	مسامات
Pourable	سهل السكب
Powerful	قوي ، جبار ، ضخم
Prevention : Prevent	منع : يمنع
Purification : Pure	تنقية ، تصفية : نقي ، خالص ، صرف
Pyrolysis	تحلل حراري
Quality	نوعية ، جودة ، خاصية
Radical polymerization	بلمرة جذرية أو تماثر جذري
Range	مجال ، طبقة ، صنف ، صف ، رتبة
Rapid	سريع
Radical	جذر
Rate	سرعة ، معدل ، درجة
Ratio	نسبة ، تناسب ، معدل
Rating	تصنيف ، تئمين ، تقدير
Rayon	حرير صناعي " شاب : ذو الألياف المقطعة والمغزولة "
Reaction	تفاعل
Reactive dyes	أصبغة فعالة
Real	حقيقي
Recipe	وصفة ، طريقة عمل
Reddish : R.	يحمز ، محمر " مائل للحمرة "
Redox	أكسدة - إرجاع
Reduction	إرجاع
Reflatance curve	منحنيات انعكاس
Refractometer	مقياس الانكسار
Refinement : Refine	تنقية ، تصفية : ينقي ، يصفى
Refrigeration	تبريد
Regenerated Cellulose	سيليلوز مجدد
Regulation	تصليح أو تنظيم
Relative	نسبي
Release	يحرر
Remain	يقايا
Removal : Remove	إزالة ، نزع : يزيل
Replacement	استبدال
Reproducibility	الممكن إعادة انتاجه
Reproduction	تناسخ أو نسخة طبق الأصل
Residues	رواسب ، بواقي ، مخلفات
Resin	راتنج صناعي
Resonance	طنين

Restricting	يقيد أو يحصر
Retardation : Retarder	إعاقة ، تأخير ، كبح : مؤخر
Rinsed	مشطوف
Roll	رول أو لفافة
Rubberize	الإكساء بالمطاط
Rubbing fastness	الثباتية للاحتكاك
Saliva	لعاب
Salt linkage	روابط ملحية
Sample	عينة ، مسطرة
Saponification	تصبن
Saturated	مشبع
Scarlet	قرمزي أو أحمر ناري
Scattering	بعثر أو تبعثر
Scheme	مخطط ، رسم بياني ، برنامج ، خطة
Scoured	تنظيف ، غلي
Screen	منخل ، مرشح ، شاشة
Sedimentation : Sediment	ترسب : رسابة " رواسب "
Seed	بذرة
Selvage	حاشية
Semi-	نصف ، شبه ، جزئي
Sensitivity	حساسية
Separation : Separate	فصل ، فرز : يفرز ، يفصل
Sequestering agent	عامل عزل " عامل لعزل الشوارد المسببة للقساوة "
Setting	تثبيت
Shading	تظليل ، تعديل اللون
Shelating agent	عامل مخلبي " عامل تحلية مثل الـ : EDTA "
Shift	انزياح
Shrink	انكماش " كشش "
Shrink proof finishes	تجهيز أو إنهاء ضد الانكماش
Singeing	إزالة الزغب بالحرق
Skein (hank)	شلة خيوط
Sieve	منخل ، مصفاة
Silk	حرير طبيعي
Similar : Similarity	مشابه : تشابه
Slag	خبث
Sludge	رواسب " طين " ، حمأة
Slurry polymerization	بلمرة جبليّة
Soaking	نقع
Soap	صابون
Softening : Soft water	تطرية أو تليين : ماء يسر
Solvent	محل ، مذيب
Solution	محلول
Sorption	امتصاص ، امتزاز
Spectrophotometer	مطياف ضوئي
Spectrum	طيف
Spin	ليف ، يغزل
Spinneret	مغزل
Spinning	غزل
Spot	بقعة
Spreading	انتشار
Sprinkle	ينشر ، يرش ، ينقط
Squeeze	يعصر

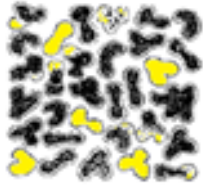


Stabilization : Stable	تثبيت ، ترسيخ : ثابت ، غير قابل للانحلال
Staining	تبقيع
Standard dyeing	صبغة نظامية أو معيارية
Standing waves	أمواج مستقرة
Stabilizer	مثبت
Staple fiber	ليف خام ، شعيرات متقطعة
Starch	نشاء
State	حالة
Steam setting	تثبيت بخاري ، تثبيت بالبخر
Steam traps	مصادد بخار
Stock	مخزون
Storage	مخزن ، مخزون ، خزن
Stretching	سحب ، اطالة
Strong	قوي ، ضخ ، هام ، مُركز
Stripped	تعرية ، إزالة
Structure	بنية ، تركيب ، بناء
sublimation	تسامي أو تصعد : ثابتية على الحرارة الجافة " الرام "
Substance	مادة
Substrate	المادة الأولية المراد معالجتها
Substantive dye	صبغ مباشر لا يحتاج لمرشح
Substitution	تبادل
Suitable	مناسب
Surface active assistant	مواد مساعدة فعالة سطحياً
Suspension	محلول معلق
Sweetening	تحلية
Swelling	انتفاخ
Synchronous	متزامن ، متواقت
Syndiotactic	متناوب الترتيب
Synthetic fibers	خيوط صناعية أو ألياف تركيبية
Telomerization	تماثر موجه " بلمرة موجهة "
Tensile strength	قوة الشد
Termination	إنهاء ، انتهاء
Textile	نسيج
Thermorelaxation	الاسترخاء بتأثير الحرارة
Ter polymers	متماثرات تقابلية " بولي ميرات "
Thickening	تنخين ، تغليظ
Tincture	صبغ ، لون ، صبغة
Tint	لون ضعيف " فاتح " : درجة لونية " تغيير "
Titration	معايرة
Toxic	سام
Transparent	شفاف
Treatment	معالجة أو علاج
Triazo	ثلاثية الأزو
Triclinic	ثلاثي الميل
Ultraviolet	فوق البنفسجي
Unicellular	أحادي الخلية
Unripe	غير ناضج
Unshrinkable	عديم الانكماش
Unshrinkable finishes	تجهيز أو إنهاء ضد الانكماش
Use	استعمال أو استخدام
Valency	تكافؤ
Vapour	بخار

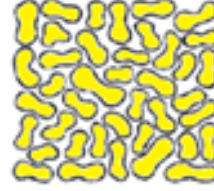
Vat	قأت " حوض "
Vat dyes	أصبغة أحواض
Vibration	اهتزاز
Viscosity	لزوجة
Visibel	مرئي
Volatility	القابلية للتطاير
Ware	منتجات
Warming : Warm	تسخين : دافئ أو حار نوعاً ما
Warp	سداة ، سداء
Wash fastness	ثباتية للغسيل
Wash - off	غسيل نهائي
Waste	فضلات أو نفايات
Water proof finishes	تجهيز أو إنهاء مقاوم للماء
Water repellent	لا بلول " مقاوم لاختراق الماء "
Weakern : W.	يضعف : أضعف أو أخف
Weave	ينسج
Wet fastness	ثباتية للبلل
Wetting agent	عامل ميلل
Wide	عريض أو واسع
Wool	صوف
Yarn	غزل ، خيط
Yellewish : W.	يصفر ، مصفر " مائل للصفرة "
Zeta potential	كمون زيتا أو كمون الكهربائية الحركية
Zwitterion	الشاردة المذبذبة

## الملحقات

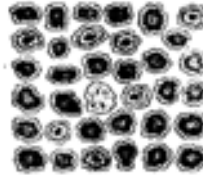
### مقاطع عرضية لبعض الخيوط التركيبية



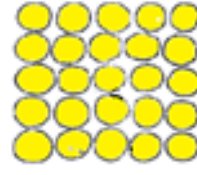
Polyacrylonitril, Chemieseide Orlon 81, 2.5 den.  
بولي أكريلو نتريل - مشترك



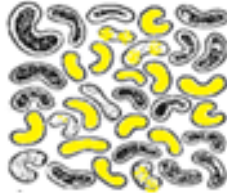
Nymcrylon 2 den. Polyacrylonitril, Faser  
بولي أكريلو نتريل - ألياف



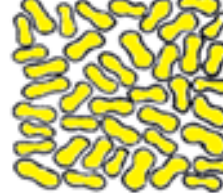
Crylor 2,9 den: Polyacrylonitril, Chemieseide  
بولي أكريلو نتريل - مغزول



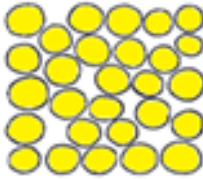
Courrelle 3 den: Polyacrylonitril, Faser  
بولي أكريلو نتريل - ألياف



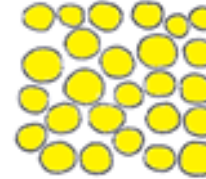
Vinyon 3 den: Polyvinylacetal-Faser  
بولي فينيل أسيتال - مستمر



Verel 2 den: Mischpolymerisar-Faser  
كوبوليمير - ألياف



Rilsan 2.9 den.  
Chemieseide aus Polyamid 11  
بولي أميد 11 : حمض السيلانيك  
مع هكساميثيلين ثنائي الأمين



Perlon 3,3 den Polyamid 6,ChS  
(ebenso Grilon, Bodanyl usw)  
برلون من البولي أميد 6

### ملحق عن درجات البوميه

درجة البوميه = ١٤٥ - ( ١٤٥ ÷ الكثافة ) عند ٢٠-٤ م

الكثافة	بوميه	الكثافة	بوميه	الكثافة	بوميه	الكثافة	بوميه	الكثافة	بوميه	الكثافة	بوميه
١,٦١٥	٥٥	١,٤٣٧	٤٤	١,٢٩٥	٣٣	١,١٧٩	٢٢	١,٠٨٢	١١	٠,٩٩٩١	٠
١,٦٣٣	٥٦	١,٤٥٢	٤٥	١,٣٠٧	٣٤	١,١٨٩	٢٣	١,٠٩٠	١٢	١,٠٠٦	١
١,٦٥٢	٥٧	١,٤٦٧	٤٦	١,٣١٩	٣٥	١,١٩٩	٢٤	١,٠٩٨	١٣	١,٠١٣	٢
١,٦٧١	٥٨	١,٤٨٢	٤٧	١,٣٣١	٣٦	١,٢٠٩	٢٥	١,١٠٦	١٤	١,٠٢٠	٣
١,٦٩٠	٥٩	١,٤٩٧	٤٨	١,٣٤٤	٣٧	١,٢١٩	٢٦	١,١١٥	١٥	١,٠٢٨	٤
١,٧١٠	٦٠	١,٥١٣	٤٩	١,٣٥٦	٣٨	١,٢٢٩	٢٧	١,١٢٤	١٦	١,٠٣٥	٥
١,٧٣١	٦١	١,٥٢٩	٥٠	١,٣٦٩	٣٩	١,٢٤٠	٢٨	١,١٣٣	١٧	١,٠٤٢	٦
١,٧٥٢	٦٢	١,٥٤٥	٥١	١,٣٨٢	٤٠	١,٢٥٠	٢٩	١,١٤٢	١٨	١,٠٥٠	٧
١,٧٧٣	٦٣	١,٥٦٢	٥٢	١,٣٩٦	٤١	١,٢٦١	٣٠	١,١٥١	١٩	١,٠٥٨	٨
١,٧٩٥	٦٤	١,٥٧٩	٥٣	١,٤٠٩	٤٢	١,٢٧٣	٣١	١,١٦٠	٢٠	١,٠٦٦	٩
١,٨١٨	٦٥	١,٥٩٧	٥٤	١,٤٢٣	٤٣	١,٢٨٤	٣٢	١,١٦٩	٢١	١,٠٧٤	١٠

تراكيز محاليل هيدروكسي الصوديوم وما يعادلها بدرجات البوميه والتواديل عند ٢٠ م									
درجة تواديل $T_w = (\text{الوزن النوعي} - 1) \times 200$ أي أن :									
الوزن النوعي = $1 + [(\text{درجة تواديل} \times 5) \div 1000]$									
تركيز هيدروكسيد الصوديوم		درجة	درجة	الوزن	تركيز هيدروكسيد الصوديوم		درجة	درجة	الوزن
% وزناً	غ/ل	تواديل	بوميه	النوعي	% وزناً	غ/ل	تواديل	بوميه	النوعي
٢٦,٤٨	٣٤١,٦	٥٨	٣٢,٤	١,٢٩	١,٠٥	١٠,٦	٠	٠	١,٠٠
٢٧,٤١	٣٥٦,٢	٦٠	٣٣,٣	١,٣٠	٤,٦٦	٤٨,٩	١٠	٦,٧٠	١,٠٥
٢٨,٣٢	٣٧١,١	٦٢	٣٤,٢	١,٣١	٩,١٩	١٠١,١	٢٠	١٣,٠	١,١٠
٢٩,٢٦	٣٨٦,٢	٦٤	٣٥,٠	١,٣٢	١٣,٧٣	١٥٧,٩	٣٠	١٨,٨	١,١٥
٣٠,٢٠	٤٠١,٦	٦٦	٣٥,٨	١,٣٣	١٤,٦٤	١٦٩,٨	٣٢	١٩,٨	١,١٦
٣١,١٤	٤١٢,٢	٦٨	٣٦,٦	١,٣٤	١٥,٥٤	١٨١,٨	٣٤	٢٠,٩	١,١٧
٣٢,١٠	٤٢٣,٢	٧٠	٣٧,٤	١,٣٥	١٦,٤٤	١٩٤,٠	٣٦	٢٢,٠	١,١٨
٣٣,٠٦	٤٤٩,٦	٧٢	٣٨,٢	١,٣٦	١٧,٣٥	٢٠٦,٤	٣٨	٢٣,٠	١,١٩
٣٤,٠٣	٤٦٦,٠	٧٤	٣٩,٠	١,٣٧	١٨,٢٦	٢١٩,٠	٤٠	٢٤,٠	١,٢٠
٣٥,٠١	٤٨٣,٢	٧٦	٣٩,٨	١,٣٨	١٩,٦١	٢٣١,٨	٤٢	٢٥,٠	١,٢١
٣٦,٠٠	٥٠٠,٤	٧٨	٤٠,٥	١,٣٩	٢٠,٠٧	٢٤٤,٩	٤٤	٢٦,٠	١,٢٢
٣٦,٩٩	٤١٨,٠	٨٠	٤١,٢	١,٤٠	٢٠,٩٨	٢٥٨,٠	٤٦	٢٩,٦	١,٢٣
٣٧,٩٩	٥٣٥,٦	٨٢	٤٢,٠	١,٤١	٢١,٩٠	٢٧١,٥	٤٨	٢٧,٩	١,٢٤
٣٨,٩٩	٥٥٣,٦	٨٤	٤٢,٧	١,٤٢	٢٢,٨٢	٢٨٥,٢	٥٠	٢٨,٨	١,٢٥
٤٠,٠٠	٥٧٢,٠	٨٦	٤٣,٤	١,٤٣	٢٣,٢٨	٢٩٩,٠	٥٢	٢٩,٧	١,٢٦
٤١,٠٣	٥٩٠,٨	٨٨	٤٤,١	١,٤٤	٢٤,٦٥	٣١٢,٩	٥٤	٣٠,٦	١,٢٧
٤٢,٠٧	٦١٠,٠	٩٠	٤٤,٨	١,٤٥	٢٥,٥٦	٣٢٧,١	٥٦	٣١,٥	١,٢٨

قيم المحتوى المئوي من هيدروكسيد الصوديوم على أساس الوزن الجزيئي ١٠,٠١ مقرونة بكثافته									
درجة البوميه = $145 - (145 \div \text{الكثافة})$ عند ٢٠-٤ م									
الكثافة	NaOH	الكثافة	NaOH	الكثافة	NaOH	الكثافة	NaOH	الكثافة	NaOH
١,٠٠	٠,١٥٩	١,٠٩	٨,٢٨٠	١,١٨	١٦,٤٤	١,٢٧	٢٤,٦٤٥	١,٣٦	٣٣,٠٦
١,٠١	١,٠٤٥	١,١٠	٩,١٩٠	١,١٩	١٧,٣٤٥	١,٢٨	٢٥,٥٦٠	١,٣٧	٣٤,٠٣
١,٠٢	١,٩٤٠	١,١١	١٠,١٠	١,٢٠	١٨,٢٥٥	١,٢٩	٢٦,٤٨٠	١,٣٨	٣٥,٠١
١,٠٣	٢,٨٤٠	١,١٢	١١,٠١	١,٢١	١٩,١٦٠	١,٣٠	٢٧,٤١٠	١,٣٩	٣٦,٠٠
١,٠٤	٣,٧٤٥	١,١٣	١١,٩٢	١,٢٢	٢٠,٠٧٠	١,٣١	٢٨,٣٣٠	١,٤٠	٣٧,٩٩
١,٠٥	٤,٦٥٥	١,١٤	١٢,٨٣	١,٢٣	٢٠,٩٨٠	١,٣٢	٢٩,٢٦٠	١,٤١	٣٧,٩٩
١,٠٦	٥,٥٦٠	١,١٥	١٣,٧٣	١,٢٤	٢١,٩٠٠	١,٣٣	٣٠,٢٠٠	١,٤٢	٣٨,٩٩
١,٠٧	٦,٤٧٠	١,١٦	١٤,٦٤	١,٢٥	٢٢,٨٢٠	١,٣٤	٣١,١٤٠	١,٤٣	٤٠,٠٠
١,٠٨	٧,٣٨٠	١,١٧	١٥,٤٥	١,٢٦	٢٣,٧٣٠	١,٣٥	٣٢,١٠٠	١,٤٤	٤١,٠٣

محتوى محلول ملح كبريتات الصوديوم المائيه $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ واللا مائيه $\text{Na}_2\text{SO}_4$ بدلالة الوزن النوعي عند ١٩ م									
الوزن النوعي		% كبريتات الصوديوم		الوزن النوعي		% كبريتات الصوديوم		الوزن النوعي	
مائي	لا مائي	مائي	لا مائي	مائي	لا مائي	مائي	لا مائي	مائي	لا مائي
١,٠٠٤٠	١	٠,٤٤١	١,٠٤٣٩	١١	٤,٨٥١	١,٠٤٧٩	١٢	٥,٢٩٢	١,٠٥١٨
١,٠٠٧٩	٢	٠,٨٨١	١,٠٥٢٠	١٣	٥,٧٣٣	١,٠٥٦٠	١٤	٦,١٧٤	١,٠٥٩٨
١,٠١١٨	٣	١,٣٢٣	١,٠٦٠١	١٥	٦,٦١٥	١,٠٦٤٢	١٦	٧,٠٥٦	١,٠٦٩٨
١,٠١٥٨	٤	١,٧٦٤	١,٠٦٨٣	١٧	٧,٤٩٤	١,٠٧٢٥	١٨	٧,٩٣٨	١,٠٧٧٨
١,٠١٩٨	٥	٢,٢٠٥	١,٠٧٦٦	١٩	٨,٣٧٩	١,٠٧٦٦	٢٠	٨,٨٢٠	١,٠٨٠٧
١,٠٢٣٨	٦	٢,٦٤٦	١,٠٨٠٧	٢١	٩,٢٦٩	١,٠٨٠٧	٢٢	٩,٦٦٩	١,٠٨٤٧
١,٠٢٧٨	٧	٣,٠٨٧	١,٠٨٤٧	٢٣	١٠,١٥٩	١,٠٨٤٧	٢٤	١٠,٥٩٩	١,٠٨٨٧
١,٠٣١٨	٨	٣,٥٢٨	١,٠٩٠٧	٢٥	١١,٠٤٩	١,٠٩٠٧	٢٦	١١,٥٤٩	١,٠٩٢٧
١,٠٣٥٨	٩	٣,٩٦٩	١,٠٩٦٧	٢٧	١١,٩٣٩	١,٠٩٦٧	٢٨	١٢,٤٣٩	١,٠٩٦٧
١,٠٣٩٨	١٠	٤,٤١٠	١,١٠٢٧	٢٩	١٢,٨٢٩	١,١٠٢٧	٣٠	١٣,٣٢٠	١,١٠٢٧

محتوى كلور الصوديوم المئوي بدلالة الوزن النوعي					
الوزن النوعي	الوزن النوعي	الوزن النوعي	الوزن النوعي	الوزن النوعي	الوزن النوعي
١٩	١,١٤٣١٥	١٠	١,٠٧٣٣٥	١	١,٠٠٧٢٥
٢٠	١,١٥١٠٧	١١	١,٠٨٠٩٧	٢	١,٠١٤٥٠
٢١	١,١٥٩٣١	١٢	١,٠٨٨٥٩	٣	١,٠٢١٧٤
٢٢	١,١٦٧٥٥	١٣	١,٠٩٦٢٢	٤	١,٠٢٨٩٩
٢٣	١,١٧٥٨٠	١٤	١,١٠٣٨٤	٥	١,٠٣٦٢٤
٢٤	١,١٨٤٠٤	١٥	١,١١١٤٦	٦	١,٠٤٣٦٦
٢٥	١,١٩٢٢٨	١٦	١,١١٩٣٨	٧	١,٠٥١٠٨
٢٦	١,٢٠٠٩٨	١٧	١,١٢٧٣٠	٨	١,٠٥٨٥١
٢٦,٣٩٥	١,٢٠٤٣٣	١٨	١,١٣٥٢٣	٩	١,٠٦٥٩٣

### هيبوكلوريت الصوديوم NaOCl: M.W: 74.5

عامل قصر للألياف السيليلوزية الطبيعية والمجددة

يتم تداول محاليل التبييض الصوديومي تجارياً عادةً بتركيز ٢٥ درجة بوميه ، أي ما يعادل ١٥٠-١٦٠ غ/ل كلور فعال ، ومن الضروري الانتباه لضعف ثبات محاليله بما يتطلب منا عدم خزنه مدداً طويلة.

ويتم تحضيره بتفاعل ناشر للحرارة ناشر للحرارة يستوجب تطبيقه الحرص الشديد على التبريد المستمر، ويجري تطبيق التفاعل عادةً بقرقرة ٤٥ كغ من غاز الكلور بدرجة حرارة ٢٠-٢٥ م° في ٥٠٠ لتر من محلول ماءات الصوديوم الحاوي ١٠٠ غ/ل صود كاوي لنحصل على محلول هيبوكلوريت الصوديوم الحاوي ٩٠ غ/ل كلور فعال و ٥ غ/ل صود كاوي.

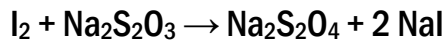
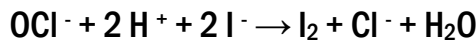
#### معايرة الكلور الفعال

**الدرجة الكلورية :** عدد لترات الكلور مقاسة في الشروط النظامية والتي يجب أن يطلقها لتر واحد أو كيلوغرام واحد من مركب كلوري بوجود حمض كلور الماء.

وبما أن كل شاردة -OCI تطلق Cl<sub>2</sub> بوجود HCl حسب المعادلة :



وبالتالي يجب أن يطلق المحلول النظامي ١١,٢ لتر كلور ، أي أن درجته الكلورية تساوي ١١,٢ .  
**معايرة هيبو كلوريت الكالسيوم:** نحل وزناً معيناً من هيبوكلوريت الكالسيوم في ١٠٠ مل ماء " بالطبع لن يكون المحلول صافياً بل معلقاً لعدم انحلال أكسيد الكالسيوم " ، ويؤخذ حجم معين من المعلق ويضاف له كمية كافية من يود البوتاسيوم الصلب أو المحلول بحيث لا يحصل أي تلون أصفر ، كما يضاف ١٠ مل حمض خل مركز ، ثم نعاير بثيو كبريتات الصوديوم ، ويضاف ١ مل من مطبوخ النشاء قبل نهاية التفاعل أي عندما يبدأ اللون بالاصفرار ، وتنتهي المعايرة بزوال اللون الأزرق نهائياً .  
وتجري هذه المعايرة وفق التفاعلين :



ونرى في الجدول التالي الدرجة الكلورية لمحلول القصر الصودي بدرجة البوميه عند ١٥ م°:

الدرجة الكلورية لمحلول هيبوكلوريت الصوديوم بدلالة درجات البوميه					
الوزن النوعي	درجة بوميه	غ/ل كلور فعال	الوزن النوعي	درجة بوميه	غ/ل كلور فعال
١,٠٠٣٦	٠,٥	١,٧٧	١,١٠٠	١٣	٦٤,٥٣
١,٠٠٧	١	٥,٣٠	١,١٠٨	١٤	٧٠,٢١
١,٠١٤	٢	٩,٦٠	١,١١٦	١٥	٧٦,٩٤
١,٠٢٢	٣	١٣,٨٣	١,١٢٥	١٦	٨٣,٦٨
١,٠٢٩	٤	١٨,٧٩	١,١٣٤	١٧	٩٠,٧٨
١,٠٣٧	٥	٢٢,٧٠	١,١٤٢	١٨	٩٦,٨٠
١,٠٤٥	٦	٢٨,٧٣	١,١٥٢	١٩	١٠٣,٥٤
١,٠٥٢	٧	٣٢,٦٤	١,١٦٢	٢٠	١١٢,٧٦
١,٠٦٠	٨	٣٧,٩٤	١,١٧٢	٢١	١١٩,٤٩
١,٠٦٧	٩	٤٢,٩٠	١,١٨٠	٢٢	١٢٢,٣٣
١,٠٧٥	١٠	٤٨,٥٧	١,١٩٠	٢٣	١٣٠,١٣
١,٠٨٣	١١	٥٣,٣٤	١,٢٠٠	٢٤	١٣٨,٦٤
١,٠٩١	١٢	٦٠,٢٨	١,٢١٠	٢٥	١٤٨,٢٢

بعض معاملات التحويل الأساسية	
النظام المتري	١ متر = ١٠ ديسي متر = ١٠٠ سنتي متر = ١٠٠٠ ميلي متر ١ لتر = ١٠٠٠ ميليتر مكعب ١ طن = ١٠٠٠ كيلو غرام = ١٠٠٠,٠٠٠ غرام ١ يارد = ٣ قدم = ٠,٩١٤٤ متر ١ قدم = ١٢ بوصة = ٠,٣٠٤٨ متر ١ بوصة = ٢,٥٤ سم النظام الانكليزي ١ غالون = ٤ كوارت = ٨ باينت = ٣٢ غيل = ٤,٥٤٣٦ لتر ١ باوند " رطل أو ليبرة " = ١٦ أونصة = ٤٥٣,٥٩ غرام ١ طن انكليزي = ٢٢٤٠ باوند = ٢٠ هندردويت ١ طن أمريكي = ٢٠٠٠ باوند ١ هندردويت = ١١٢ باوند ١ أونصة = ٢٨,٣٥ غرام

#### استخدام الواحدات

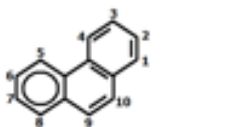
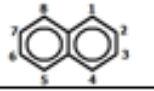
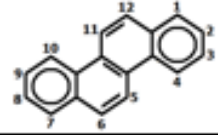
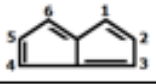
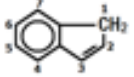
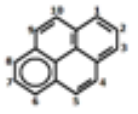

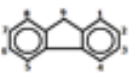
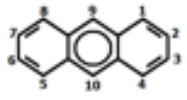
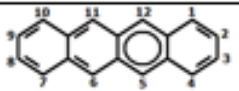
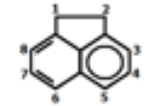
تختلف الواحدات المستخدمة لتوصيف الأطوال الموجية بحسب المجال الطيفي على الشكل :  
 الأنغستروم "١٠-٧ مم": يستخدم في مجال أشعة رونتجن وفوق البنفسجي.  
 الميلي ميكرون "١٠-١ مم" أو النانومتر: يستخدم في المجال المرئي وفوق البنفسجي.  
 الميكرون "١٠-٣ مم": يستخدم في مجال الأشعة تحت الحمراء.

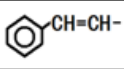





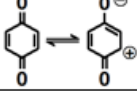
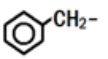

تحويل بعض الواحدات				
الرمز	الاسم	الكتابة	المرتبة	
T	Tera	تيرا	1 000 000 000 000	10 <sup>12</sup>
G	Gega	غيغا	1 000 000 000	10 <sup>9</sup>
M	Mega	ميغا	1 000 000	10 <sup>6</sup>
K	Kilo	كيلو	1 000	10 <sup>3</sup>
M	Milli	ميلي	0.001	10 <sup>-3</sup>
μ	Micro	ميكرو	0.00 0001	10 <sup>-6</sup>
N	Nano	نانو	0.00 000 0001	10 <sup>-9</sup>
P	Pico	بيكو	0.00 000 000 0001	10 <sup>-12</sup>









أهم الجذور الكيماوية أحادية التكافؤ			
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{C}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	بيوتيل ثالثي	$\text{CH}_3-$	ميثيل
		$\text{CH}_3-\text{CH}_2-$	إيثيل
		$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	بروبيل
$\text{CH}_3 > \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	إيزو - أميل	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 > \text{CH}- \end{array}$	إيزو - بروبييل
$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)-\text{CH}_2-$	أميل	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	بيوتيل
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	أميل ثالثي	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 > \text{CH}-\text{CH}_2- \end{array}$	إيزو - بيوتيل
		$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH} < \text{CH}_3$	بيوتيل ثانوي
أهم الجذور الكيماوية ثنائية التكافؤ			
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 > \text{C} < \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	إيزو بروبيلايين	$\text{H}_2\text{C} <$	ميثيلين
		$\text{CH}_3-\text{CH} <$	إيثيلين
$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$	ثلاثي - ميثيلين	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH} <$	بروبيلايين
أهم الجذور الكيماوية الثنائية التكافؤ غير المشبعة			
$\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_2-$	بروباجيل	$\text{CH}_2=\text{CH}-$	فينيل
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-$	بيوتينيل	$\text{CH}=\text{C}-$	إيثينيل
$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-$	كروتيل	$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-$	بروبينيل
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 > \text{C}=\text{CH}- \end{array}$	إيزو - كروتيل	$\text{H}_2\text{C}=\text{C} < \text{CH}_3$	إيزو - بروبينيل
$-\text{CH}=\text{CH}-$	فينيلين		
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$	أليل	$\text{H}_2\text{C}=\text{C} <$	فينيلين
أهم جذور البرافينات الحلقية			
$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\   \quad   \\ \text{H}_2\text{C} < \quad > \text{CH}- \\   \quad   \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$	حلقي الهكسيل	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\   \quad   \\ \text{CH}_2 < \quad > \text{CH}- \\   \quad   \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$	حلقي البنثيل
أهم جذور الأغوال			
$\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{O}-$	إيتوكسي	$\text{CH}_3\text{O}-$	ميثوكسي
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{O}-$	بيوتوكسي	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{O}-$	بروبوكسي
أهم جذور الحموض الأمينية			
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\   \\ \text{H}_3\text{C} > \text{CH}-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \end{array} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	فاليل	$\text{NH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \end{array}$	جليسيل
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\   \\ \text{H}_3\text{C} > \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \end{array} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	ليوسيل	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \end{array} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	الأنيل
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \end{array} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	إيزو - ليوسيل	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \end{array} \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	سيريل



أهم جذور الحموض العضوية			
$\text{O}=\text{C}-\text{C}=\text{O}$	اكساليل	$\text{H}-\text{C}=\text{O}$	فورميل
$\text{O}=\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}=\text{O}$	مالونيل	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}=\text{O}$	استيل
$\text{O}=\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}=\text{O}$	سكسينيل	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}=\text{O}$	بروبيونيل
$\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}=\text{O}$	بنزويل	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{C}=\text{O}$	بيوتيريل
$\text{CH}_3-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}=\text{O}$	تولويل أورتو ، ميتا ، بارا	$\text{H}_3\text{C} > \text{CH}-\text{C}=\text{O}$	ايزو - بيوتيريل
$\text{C}_6\text{H}_4 \begin{cases} \text{C}=\text{O} \\ \text{C}=\text{O} \end{cases}$	فتاليل	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{C}=\text{O}$	فاليريل
		$\text{H}_3\text{C} > \text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}=\text{O}$	ايزو - فاليريل

أهم الحلقات العطرية المتكافئة			
	فتانترين		نفتالين
	كريزين		بنتالين
			أندين
	بيرين		أزولين
	فلورين		انتراسين
	نفتاسين		اسنفتيلين

أهم جذور الفحوم الهيدروجينية العطرية					
	ستيريل		فينيل		توليل
	بنزيليدين " بنزال "		فينيلين أورتو - ميتا - بارا		تولولين
	البنزو كينون		بنزيل		نفتيل : ألفا - بيتا

أهم الحلقات الخماسية غير المتجانسة							
	فيوران		ايميدازول		بيرازول		بيرول
	ثيوفين		بيرول		بيرين		فيوران

بعض الأشكال الهندسية		
	( القاعدة × الارتفاع ) ÷ ٢ أو: جاء ضلعين × جيب الزاوية المحصورة بينهما ÷ ٢	مساحة المثلث
	القاعدة × الارتفاع أو جاء ضلعين × جيب الزاوية المحصورة بينهما	مساحة متوازي الأضلاع
	( مجموع القاعدتين × الارتفاع ) ÷ ٢	مساحة شبه المنحرف
	$\pi \times$ مربع نصف القطر	مساحة الدائرة
	( جداء القطرين × $\pi$ ) ÷ ٤	مساحة القطع الناقص
	الطول × العرض × الارتفاع	حجم متوازي المستطيلات
	مربع نصف القطر × الارتفاع × $\pi$	حجم الاسطوانة
	حجم جذع المخروط $\pi \times$ الارتفاع × [ ( مربع القطر الكبير + جداء القطرين + مربع القطر الصغير ) ÷ ٣ ]	
	حجم البرميل $\pi \times$ الارتفاع ( ضعفًا مربع القطر الكبير + مربع القطر الصغير ) ÷ ١٢	
	حجم الوتس ( العرض الأدنى × العرض عند مستوى الماء × الطول × ارتفاع الماء ) ÷ ٢	
	حجم الجيكر ( عرض القاعدة × طول القاعدة × ارتفاع القاعدة ) + [ ( عرض القاعدة + العرض عند مستوى الماء ) × طول القاعدة × ( ارتفاع القاعدة - ارتفاع الماء ) ] ÷ ٢	

## المراجع

- كيمياء الألياف النسيجية والصباعة : د. علي المنجد - د. شهير هاشم ، جامعة دمشق - كلية العلوم.  
تقانة الصباعة : د. سلمان محسن نصر، جامعة البعث  
الصناعات العضوية : د. أحمد الشلاح ، جامعة دمشق - كلية العلوم.  
الصناعات اللاعضوية الثقيلة : د. أحمد الحاج سعيد - د. أحمد الشلاح ، جامعة دمشق - كلية العلوم.  
الصناعات اللاعضوية : د. أحمد الحاج سعيد - د. أحمد الشلاح ، جامعة دمشق - كلية العلوم.  
الكيمياء العضوية الحلقية : د. صلاح يحيى ، جامعة دمشق - كلية العلوم.  
التلوث البيئي والأمن الصناعي : د. أحمد الشلاح - د. فؤاد الصالح ، جامعة دمشق - كلية العلوم.  
الكيمياء التحليلية : د. انصالح الخيمي ، جامعة دمشق - كلية العلوم.  
المشروع ١ : د. أحمد الشلاح - د. شهير هاشم - م. سلوى بيضون ، جامعة دمشق - كلية العلوم.  
الاختبارات النسيجية : د. كميليو مقدسي - م. محمود جعمور  
مشكلة التلوث في البحر الأبيض المتوسط: إعداد جيلدا زخيا و فريقيه، معهد الإنماء العربي.  
المدخل إلى الكيمياء العضوية الصناعية: بيتر وايزمان، ترجمة : د. يحيى - د. قادري - د. قنديل ، وزارة التعليم العالي.  
مولدات البخار : د. جلال الملقى ، جامعة دمشق - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية.  
صناعة الغزل " دراسة وتكنولوجيا " : م. رمضان العلي ، دار دمشق.  
فحوص ومعالجة المياه المخصصة للصناعة : أ. أحمد عيران.  
طرائق معالجة مياه الصرف : د. نصر الحايك ، دار الأهالي بدمشق.  
تكنولوجيا صباغة طباعة وتجهيز الأقمشة القطنية : د. أحمد النجعاوي ، منشأة المعارف بالاسكندرية.  
ندوة التطورات الحديثة في صباغة القطن ومزائجه مع البولي استر : حلب ١٩٩٢ ، ICI.  
ندوة الصباعة والطباعة : دمشق ١٩٩٧ ، BASF.  
المدخل لصناعة النفط : شركة شل الهولندية، ترجمة دار الترجمة والنشر لشؤون البترول ، بيروت ١٩٦٧  
تقنيات العمليات الصباغية : بلال الرفاعي ، مراجعة : د. مأمون البحرة ، دار البشائر

*Teinture et finissage des fibers de polyester : BASF. B 363 f/4.76*

*Color chemistry : Prof. Dr. Drs. H. c. Heinrich Zollinger, Germany*

*Colorants and auxiliaries, Organic chemistry and application properties, Vol: John Shore*

*Degrement water treatment, Handbook*

*A Bleachers handbook, interrox*

*Achieving new heights, Pub. No. 1X8003e-May 05, HUNTSMAN*

*NOVACRON FN reactive dyes. 121056e - March 08, HUNTSMAN*

*PRECISE COLOR COMMUNICATION, MINOLTA, 9242.4830.92 IFBAJ 7*

*Astrazon Dyestuffs for Polyacrylonitrile Fibers, Bayer, Le 1220 (N)e*

*Wet prcessing of fabrics containing LYCRA elastane, BULLETIN L-517, DU PONT*

*Sandocryl B, SANDOZ*

*Foron : dyes for dyeing poleester & their component in fiber blends,1543.00.92, SANDOZ*

*Drimarene K dyes for dyeing cellulosic fibres by exhaust method,00033.0093, SANDOZ*

*Lanasyn S Dyeing, 1534/68, SANDOZ*

*Seide silk seta soie, 05543.00.94, SANDOZ*

*Nylcontrast Dyestuffs, 0178/71, SANDOZ*

*Solar Colours, 1300/68, SANDOZ*

*Palanil dyes. MK/T 265 e, BASF*

*Colorants Procion, 20137F, ICI*

*SOLANTHRENE Vat Dyes for Dyeing, 28894/6/95, ZENECA*

*SETAPERS: Disperse dyestuffs, KAR-D 01 Rev. No.:2,03,05, Setaş Kimya A.Ş*

*SERISOL & SERILEN DYES, Fourth Edition 1984, Yorkshire Chemicals plc*

*Chemical technology in the pre-treatment processes of textiles: S.R. KARMAKAR - College of Textile Technology, India*

## المحتوى الألياف القطنية

٤	بنية القطن
٤	مكونات القطن الخام
٥	السيليلوز
٥	بنية السيليلوز
٦	الفعالية الكيماوية للسيليلوز
٦	هيدرو السيليلوز
٦	أوكسي السيليلوز
٦	تأثير العوامل المختلفة على السيليلوز

## الألياف النباتية

٨	الكتان
٨	الجوت
٩	القنب
٩	الرامي
٩	الكنفير
١٠	التيل
١٠	السيزال
١٠	قنب مانبلا
١١	البينا

## اختبارات الألياف السيليلوزية

١٢	تعريف الليفة
١٢	طول التيلة
١٢	تعيين مقاومة الألياف
١٢	تعيين نعومة الألياف ودقتها
١٣	قياس الاستطالة
١٣	قياس المرونة
١٣	تعيين درجة النضوج
١٣	قابلية الألياف للاحتفاظ بالحرارة
١٣	قابلية الألياف لامتصاص الرطوبة

## الألياف الصوفية

١٥	الصوف الخام
١٥	التركيب الكيماوي للصوف
١٦	التفاعلات الكيماوية للصوف
١٧	تصنيف الأصواف
١٨	تصنيف الصوف على ظهر الخروف

## الألياف الشبيهة بالصوف

١٩	الموهير
١٩	الكشمير
١٩	وبر فصيلة الجمال: الجمال، اللاما، الألبكا، الفيكونا
٢٠	الأنغورا

## الحرير الطبيعي

٢١	حرير دودة القز
٢١	الحرير والحشرات التي تنتجه
٢	البنية الكيماوية للحرير الطبيعي
٢٢	التفاعلات الكيماوية للحرير الطبيعي
٢٣	حرير العنكبوت

## الخيوط الصناعية

٢٥	الفيسكوز
٢٦	حرير النحاس النشادري
٢٧	حرير أسيتات السيليلوز

٢٨	خيوط الأجنبيات
	<b>عموميات حول الخيوط التركيبية</b>
٢٩	مقدمة
٢٩	خواص الخيوط التركيبية
٢٩	قوة الشد
٣٠	نقطة الانصهار
٣٠	الثبات الكيماوي
٣٠	قابلية الصباغة
٣٠	امتصاص الرطوبة
	<b>الخيوط التركيبية</b>
٣٢	البوليستر
٣٥	البولي أميد
٣٨	البولي أكريلونتريل
٣٩	خيوط متعدد فينيل كلورايد
٣٩	خيوط متعدد فينيل كلورايد المكثور
٣٩	خيوط متعدد البروبيلين
٤٠	خيوط متعدد الإيثيلين
٤٠	خيوط متعدد فينيل الأغوال
٤١	خيوط متعدد الأوريتان
٤٢	الاراميد " الكيفلار "
	<b>تتمير الألياف والخيوط</b>
٤٣	تعريف النمرة
٤٣	النمر القديمة للألياف
٤٣	النمر الحديثة للألياف
	<b>تحليل الخيوط والألياف</b>
٤٧	المقدمة
٤٧	طريقة الحرق
٤٧	طريقة التقطير الجاف
٤٨	اختبار التلطيح أو الصباغة بأصبغة الاختبار
٤٨	طريقة درجة التميع
٤٨	اختبار الفحص المجهرى
٤٩	طريقة المذيبات
	<b>النظرية الصباغية والأصبغة</b>
٥١	تعريف الصباغ
٥١	بنية الصباغ
٥٢	نظرية نشوء اللون
	<b>تصنيف الأصبغة المستخدمة في الصناعة النسيجية</b>
٥٣	المقدمة
٥٣	التصنيف الكيماوي للأصبغة
٥٣	التصنيف التطبيقي للأصبغة
٥٤	الأصبغة والتلوث
	<b>أساسيات ومبادئ العملية الصباغية</b>
٥٥	المفاهيم الأساسية للصباغة
٥٦	سرعة العملية الصباغية
	<b>مواصفات وثباتيات الأصبغة</b>
٥٧	الثباتية على النور
٥٨	الثباتية على الغسيل
٥٩	الثباتية على التعرق حسب AATCC 15
٦٠	الثباتية على التعرق بحسب DIN 54020
٦١	الثباتية للماء بحسب ISO 105/EO1
٦١	الثباتية على الماء المكثور بحسب ISO 105/EO2
٦١	الثباتية تجاه الوسطين الحمضي والقلوي والمؤكسدات والكلور

٦١	الثباتية على الاحتكاك لشركة كلارينت
٦٢	الثباتية على الاحتكاك الرطب
٦٢	المرسزة بحسب ISO 105/XO4
٦٢	الثباتية لأوزون الهواء الجوي ISO 105/GO3
٦٢	الثباتية لأكاسيد الأزوت بحسب ISO 105/GO1
٦٢	الثباتية للتنظيف الجاف ISO 105/DO1
٦٢	الحساسية تجاه شوارد الحديد والنحاس ISO 105/ZO2
٦٣	الثباتية على لعاب الأطفال بحسب DIN 53160
	<b>المواد الداخلة في بناء الحمام الصباغي</b>
٦٤	الحموض
٦٤	القلويات
٦٥	الأملاح
٦٥	العوامل المرجعة
٦٦	العوامل المؤكسدة
٦٦	عوامل تحلية الماء
٦٦	العوامل الفعالة سطحياً
٦٧	مفهوم الـ HLB
٦٩	ثبات المواد الفعالة سطحياً
٦٩	ثبات المواد الفعالة سطحياً تجاه قساوة المياه والأملاح المعدنية
٦٩	ثبات المواد الفعالة سطحياً تجاه الحموض والقلويات
٧٠	ثبات المواد الفعالة سطحياً تجاه العوامل المؤكسدة والمرجعة
٧٠	توظيف العوامل الفعالة سطحياً
٧٠	العوامل الفعالة سطحياً كميلات
٧١	العوامل الفعالة سطحياً كمنظفات
٧٢	مزيلات البقع
٧٣	العوامل المبعثرة
٧٤	عوامل التسوية
٧٥	الحوامل " الكارير "
٧٦	مضادات التكتير
٧٧	مضادات الرغوة
	<b>معالجة المياه</b>
٧٩	عسرة المياه ودرجاتها
٧٩	شوائب المياه العسرة
٧٩	قياس القساوة
٨٢	عمليات التحلية ومبادئها
٨٢	طريقة الكلور والصودا
٨٢	طريقة التبادل الشاردي
٨٢	الراتنجات الحديثة
٨٤	مواصفات أجهزة التبادل الشاردي
٨٤	عوامل التحلية الشيلاتية
٨٧	تأثير قساوة المياه وعوامل التحلية على الحوض الصباغي
٩٠	المدخل لأنظمة عمل مراحل توليد البخار
٩٠	مواصفات ماء التغذية
٩٠	عمل مولدات البخار
٩١	مصادر اتساخ البخار
٩١	آلية تشكل قطرات الرطوبة
٩١	طبيعة انحلال المواد في البخار
٩٢	أغشية التخلص من الغازات المنحلة
	<b>المعالجة الأولية وقصر الألياف السيليلوزية</b>
٩٣	مقدمة
٩٣	إزالة النشاء
٩٤	عملية الغلي

٩٥	عمليات القصر
٩٦	عمليات التبييض
٩٦	التبييض بالمركبات الكلورية
٩٦	التبييض بالهيبوكلوريت
٩٧	التبييض بالكلوريت
٩٨	التبييض بالماء الأكسجيني
١٠٠	التثبيت

### التجهيز الأولي للألياف الصوفية

١٠٢	مقدمة
١٠٢	تجهيز الصوف للصبغة
١٠٢	ترهير أو تبييض الصوف

### التجهيز الأولي للألياف الحريرية الطبيعية

١٠٣	مقدمة
١٠٣	حل الحرير
١٠٣	الحرير الجريح
١٠٣	الحرير الشاب
١٠٣	تجهيز الحرير

### التجهيز الأولي للخیوط التركيبية

١٠٥	المقدمة
١٠٥	زيوت التزليق
١٠٦	تصنيف زيوت التزييت
١٠٦	الغسيل الأولي للزيوت
١٠٦	الغسيل الأولي للغرويات
١٠٦	اختصار حمام الغسيل الأولي

### المبيضات الضوئية

١٠٧	المبادئ البصرية لتأثيرات المركبات المفلورة
١٠٧	المجموعات الكيماوية الرئيسية للمبيضات الضوئية
١١٠	مبيضات مجموعة الستلبيين
١١٠	بناء حمامات التبييض
١١٠	تبييض الألياف السيليلوزية
١١١	تقييم عملية التبييض
١١١	تحديد درجة النياض
١١١	تحديد درجة تخرب الألياف
١١٢	قيمة السيولة
١١٤	عامل التخرب
١١٤	تحليل البقايا اللاسيلولوزية
١١٥	اختبار وتعيين مواد التنشئة
١١٦	الاختبار الكمي لتعيين مجموع المواد النشوية
١١٦	الاختبار الكمي لتحديد محتوى المواد الدسمة والشموع

### صبغة الألياف السيليلوزية بالأصبغة المباشرة

١١٨	المقدمة
١١٨	تصنيف الأصبغة المباشرة
١١٨	بناء الحمام الصباغي
١١٩	إعادة التسوية
١١٩	ثباتية الأصبغة المباشرة لدرجات الحرارة العالية في مرحلة الصباغة
١١٩	رفع ثباتية الأصبغة المباشرة على البلل
١٢٠	تطبيق حمامي القصر والصبغة في حمام واحد
١٢٠	دراسة تحليلية لأصبغة شركة كروميتون كمثال تطبيقي

### صبغة الألياف السيليلوزية بالأصبغة الفعالة

١٢٢	مقدمة
١٢٢	تصنيف الأصبغة الفعالة
١٢٢	مجموعة التفاعل بالاستبدال



١٢٣	مجموعة التفاعل بالضم
١٢٤	مجموعة أصبغة الروابط العرضية
١٢٤	مجموعة أصبغة درجات الاستنزاف العالية
١٢٥	تأثير الحجم الجزيئي على خواص الأصبغة الفعالة
١٢٥	تأثير فعالية الزمرة الفعالة على الأصبغة الفعالة
١٢٦	مواد بناء حمام تطبيق الأصبغة الفعالة على الألياف السيليلوزية
١٢٦	مواصفات الماء
١٢٦	الأملاح
١٢٨	القلويات
١٢٨	تأثير درجة حرارة التثبيت
١٢٩	بعض تقنيات تطبيق الأصبغة الفعالة
١٣٢	حالة اللون الأخضر اللامع
١٣٢	حالة الصباغ الأزرق ١٩
١٣٣	طريقة بيكرونات الصوديوم عالية التسوية
١٣٣	شطف وتصبين الأصبغة الفعالة
١٣٣	تعرية الأصبغة الفعالة بالهيبوكلوريت
	<b>صباغة الألياف السيليلوزية بأصبغة الأحواض</b>
١٣٥	المقدمة
١٣٥	تصنيف أصبغة الأحواض
١٣٦	مبادئ تطبيق أصبغة الأحواض
١٣٦	تفكك هيدروسلفيت الصوديوم
١٣٦	تكوين وثباتية مركبات الليكو
١٣٦	تأثير درجة الحرارة
١٣٧	تأثير عوامل التسوية
١٣٧	تقنيات تطبيق أصبغة الأحواض
١٣٧	مجموعات أصبغة الأحواض التطبيقية
١٣٧	طريقة الملح الصوديومي الذائب لمركبات الليكو
١٣٧	ظاهرة التملح
١٣٧	ظاهرة التحلل الإرجاعية
١٣٨	ظاهرة فقدان الهلجنة الإرجاعية
١٣٨	ظاهرة تغير التركيب الإرجاعية
١٣٨	طريقة الليكو الحمضي
١٣٨	طريقة البيغمنت
١٣٨	الأكسدة
١٣٨	التصبين
١٣٨	تطبيق أصبغة الأحواض " السولانترين " بطريقة شركة ICI
	<b>صباغة الألياف الصوفية بالأصبغة الحمضية</b>
١٤٥	مقدمة
١٤٥	الأصبغة الحمضية
١٤٥	العوامل المؤثرة على الحمام الصباغي
١٤٥	تأثير الحمض
١٤٦	تأثير الكهرليت
١٤٦	تأثير درجة الحرارة
١٤٦	تأثير العوامل المساعدة
١٤٧	التجهيز الأولي
١٤٧	بناء الحمام الصباغي
١٤٧	الطريقة العامة للأصبغة الحمضية
١٤٧	صباغة الصوف بالأصبغة المعدنية المعقدة " طريقة اللانازين "
	<b>صباغة الحرير</b>
١٤٩	التجهيز الأولي
١٤٩	عمليات الصباغة
١٤٩	الصباغة في وسط حمضي

١٤٩	الصباغة مع الأصبغة الحمضية
١٤٩	الصباغة بالأصبغة المعدنية المعقدة
١٤٩	الصباغة مع تغيير درجة الحموضة
١٤٩	الصباغة بحمام صابوني
١٥٠	صباغة الحرير بالأصبغة الفعالة

#### صباغة البوليستر

١٥٢	التجهيز الأولي للبوليستر
١٥٢	حمام الغسيل الأولي
١٥٢	اختصار حمام الغسيل الأولي
١٥٢	صباغة البوليستر
١٥٣	تصنيف الأصبغة المبعثرة
١٥٣	المنطقة الحرجة للأصبغة
١٥٤	مواد بناء الحمام الصباغي
١٥٤	الحمض
١٥٤	العوامل المبعثرة
١٥٤	عوامل التسوية
١٥٥	الحوامل " الكارير " ومضادات التكسير وموانع الرغوة
١٥٥	تقنية العملية الصباغية
١٥٥	تحضير المحلول الصباغي
١٥٥	الصباغة بطريقة الحرارة العالية
١٥٦	الصباغة بطريقة الكارير
١٥٦	صباغة البوليستر بحمام قلوي
١٥٦	صباغة ميكروفيبر البوليستر
١٥٧	المعالجة بعد الصباغة
١٥٧	الغسيل الإرجاعي
١٥٧	عملية الغلي
١٥٨	إعادة التسوية
١٥٨	التعرية
١٥٨	اختيار الأصبغة
١٥٨	نظام الاستنزاف
١٥٩	العوامل المؤثرة على الهجرة الحرارية
١٥٩	مبادئ معالجة الأوليغوميرات والترايميرات في حمام الصباغة

#### صباغة خيوط البولي أميد

١٦١	مقدمة
١٦١	مبادئ صباغة البولي أميد
١٦٢	العوامل المؤثرة على حمام الصباغة
١٦٢	الحمض
١٦٢	عوامل التسوية
١٦٢	تطبيق أصبغة اللانازين S
١٦٢	الطريقة النظامية
١٦٢	طريقة الساندوجين NH
١٦٢	طريقة السانداسيد V

#### صباغة خيوط الأسيات

١٦٤	المقدمة
١٦٤	تطبيق العملية الصباغية

#### صباغة خيوط البولي اكريلونتريل

١٦٥	مقدمة
١٦٥	مفاهيم ومصطلحات خاصة في صباغة الاكريليك
١٦٦	تحديد درجة إشباع خيوط الاكريليك بطريقة شركة باير
١٦٦	تحديد سرعة صباغة الخيوط بطريقة باير
١٦٦	المواد المساعدة والكيماويات اللازمة لحمام صباغة خيوط الاكريليك
١٦٦	المنظفات

١٦٦	حمض الخل
١٦٦	ملح غلوبر
١٦٧	العوامل المبعثرة
١٦٧	العوامل المؤخرة
١٦٧	المطريات ومضادات الكهرباء الساكنة
١٦٧	سرعة صباغة ودرجة إشباع بعض خيوط الاكريليك
١٦٨	مبادئ عامة في صباغة الاكريليك
١٦٨	امتصاص الأصبغة القاعدية
١٦٨	طرائق الصباغة
١٦٨	حل الصباغ
١٦٨	تطبيق الأصبغة القاعدية بالطريقة الحرارية T
١٧٠	طريقة العامل المؤخر R
١٧١	طريقة الساندوكريل RT
١٧٢	طريقة العوامل المؤخرة الشاردية السالبة
١٧٢	إعادة التسوية
١٧٢	إرجاع اللون
١٧٢	تعرية الأصبغة القاعدية
١٧٣	تبييض الاكريليك
١٧٣	مثال تطبيقي لحساب كمية العامل المؤخر الموجب
	<b>صباغة خيوط اللايكرا</b>
١٧٤	المقدمة
١٧٤	مبادئ خزن خامات اللايكرا
١٧٤	مبادئ صباغة اللايكرا
١٧٥	التثبيت الحراري
١٧٧	معالجة الأخطاء الصباغية
١٧٧	إزالة اللون " التعرية "
	<b>صباغة الخيوط والألياف الممزوجة</b>
١٧٨	صباغة مزائج البوليستر
١٧٨	صباغة مزائج البوليستر/ سيليلوز
١٧٨	صباغة مزائج البوليستر/قطن بأصبغة الديسبرس مع الأصبغة الفعالة
١٧٩	صباغة مزائج البوليستر/قطن بأصبغة الديسبرس مع أصبغة الأحواض
١٨٠	صباغة مزائج البوليستر/قطن بأصبغة الديسبرس مع الأصبغة المباشرة
١٨٠	صباغة مزائج البوليستر/ صوف
١٨٠	صباغة مزائج البوليستر/ بولي أميد
١٨١	صباغة مزائج البوليستر مع البولي أكريلونتريل
١٨١	صباغة مزائج البوليستر مع ثلاثي الأسيئات
١٨١	صباغة البوليستر مع ٢,٥ أسيئات
١٨٢	صباغة القطن الممزوج
١٨٢	صباغة القطن / صوف
١٨٢	صباغة القطن/ بولي أميد
١٨٢	صباغة القطن/ اكريليك
١٨٢	صباغة القطن / أسيئات
١٨٢	صباغة القطن / ثلاثي الأسيئات
١٨٣	صباغة الصوف الممزوج
١٨٣	صباغة الصوف/ بولي أميد
١٨٣	صباغة الصوف/ اكريليك
١٨٣	صباغة الصوف مع الأسيئات
١٨٣	صباغة الصوف مع ثلاثي الأسيئات
	<b>مقياس الطيف الضوئي " السبكتروفوتومتر "</b>
١٨٤	مقدمة
١٨٤	الأشعة المرئية أو الطيف المرئي
١٨٥	الألوان المتكاملة

١٨٥	الخواص اللونية
١٨٧	جهاز السبكتروفوتومتر
١٨٨	بناء كرة اللون
١٨٨	الأنظمة اللونية الرياضية
١٨٩	الفروقات اللونية
١٨٩	تقنية ومبادئ القراءة في جهاز السبكتروفوتومتر
١٩٠	حساب الشدة اللونية عبر قيم K/S
	<b>الصباغة وتلوث المياه</b>
١٩١	المقدمة
١٩١	محتوى المياه العادمة الخارجة من المصانع
١٩٢	مفاهيم ومصطلحات عامة لدراسة التلوث المائي
١٩٣	قابلية التحلل الحيوي للمركبات العضوية
١٩٤	مبدأ معالجة مياه الصرف الصناعية
	<b>آلات الصباغة</b>
١٩٧	آلات الصباغة
١٩٧	الجت
١٩٨	الأوفرفلو
١٩٨	البيم
١٩٩	الونش
١٩٩	الجيكر
٢٠٠	آلة صباغة الخيوط الملفوفة " الكون " وآلة صباغة الشعيرات
٢٠١	آلة صباغة الشلّة
٢٠٢	آلات صباغة القطعة
٢٠٢	وحدات الصباغة المستمرة
٢٠٢	عمليات الإنهاء
٢٠٣	آلات الغسيل
٢٠٣	الغسالات المائية ذوات الحبل
٢٠٣	غسالة الثوب المفتوح
٢٠٣	آلات العصير
٢٠٣	العصير بالقوة النابذة
٢٠٣	العصير بالأسطوانات الضاغطة
٢٠٣	إزالة الماء بالتفريغ الهوائي " الشفط "
٢٠٣	آلات التجفيف
٢٠٣	التجفيف الطبيعي
٢٠٣	المجففات الأسطوانية
٢٠٤	غرفة التجفيف
٢٠٤	المجفف الحلقي
٢٠٤	برميل التجفيف
٢٠٤	الرام
٢٠٥	التطرية
٢٠٥	التقسية والتنشية
٢٠٥	موانع الماء والزيت " الوتربروف "
٢٠٥	مؤخرات الاحتراق
٢٠٦	مضادات التعفن
٢٠٦	مضادات الكهرباء الساكنة
	<b>العمليات الخاصة بتحسين المواصفات</b>
٢٠٧	العمليات الخاصة بالألياف والأقمشة السيليلوزية
٢٠٧	إزالة الوبرة
٢٠٧	عملية التحرير " المرسة "
٢٠٨	التنشية
٢٠٨	الشد
٢٠٩	الصقل

٢٠٩	التكشيش
٢٠٩	العمليات الخاصة بالألياف والأقمشة الصوفية
٢٠٩	التنظيف
٢٠٩	التليد
٢٠٩	التوير "التفيش"
٢١٠	الحلاقة
٢١٠	التثبيت الحراري للخبوط الصناعية والتركيبية
٢١١	المصطلحات العلمية بحسب ترتيب الأبجدية الانكليزية
٢٢١	الملحقات
٢٢٩	المحتوى