

إعداد

الكيميائي بلال الرفاعي
المشرف على الجوانب التطبيقية بقسم الكيمياء

الإشراف العلمي

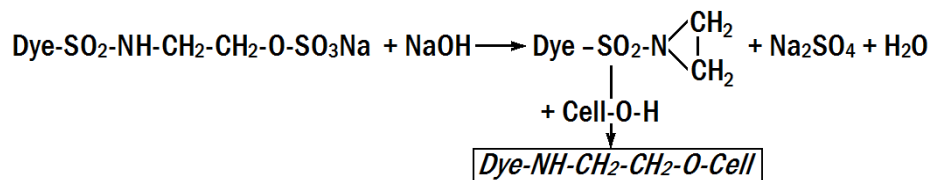
أ. الدكتور محمد شهير هاشم

أ. م. الدكتور فرانسوا قره بت

مدير الدورة

أ. الدكتور محمد جمال الخطيب

رئيس قسم الكيمياء



مدرجات كلية العلوم
شباط ٢٠١٥

موسم قسم الكيمياء العلمي

دعماً لبناء وترسيخ الفكر التطبيقي الصناعي لأبناءنا الطلبة في كلية العلوم، وتطبيقاً لشعار (ربط الجامعة بالمجتمع)، فقد دأب قسم الكيمياء منذ سنتين على عقد دورات علمية مهنية على أيدي مدربين من قلب عالم الصناعة، بما يضمن رفع السوية العلمية والفكر الصناعي للطلاب بعيد تخرجه ونيله شهادته التي نهل من علومها أربع سنوات على مقاعد الدراسة النظرية والمخبرية.

لذا فقد وجد القسم أنه من الأنسب التنسيق مع الجمعية الكيميائية السورية كشريك يتحمل عبء الشؤون الإدارية والتنظيمية للدورات المراد عقدها مجاناً، بينما يغطي القسم الإشراف على السوية العلمية لمناهج هذه الدورات، وهكذا بدأ موسم قسم الكيمياء العلمي الأول، وتبعته المواسم الثلاثة وفق البرنامج التالي:

| الأسابيع العلمية لقسم الكيمياء | | | | | |
|--------------------------------|---|--|-----------------------|--|--------|
| عدد المشاركين | المنهاج | المدرّب | التاريخ | عنوان الدورة | الموسم |
| ٨٩ | كراسة خاصة | ك. بلال الرفاعي | ٢٠١٣/٩/١٩-١٥ | تقنيات العمليات الصباغية | الأول |
| ١٢٣ | كراسة خاصة | ك. يامن السلكا | ٩/٨ حتى ٢٠١٣/١٠/٢٤ | دورة عملية على جهاز الكروماتوغرافيا HPLC | |
| ٥٧ | كراسة خاصة | ك. بلال الرفاعي | ٢٠١٤/٢/٢٨-٢٣ | تقنيات العمليات الصباغية | الثاني |
| ٩٤ | كراسة خاصة | ك. يامن السلكا | ١/٥ حتى ٢٠١٤/٢/٢٣ | دورة عملية على جهاز الكروماتوغرافيا HPLC | |
| ٢٢٣ | كتاب: الطرق الأساسية في تحليل الأغذية والمياه | ك. يحيى الخالد | ٢٠١٤/٣/٦-٢ | تحليل الأغذية | |
| ٤٣٠ | كراسة خاصة | ك. بلال الرفاعي | ٢٠١٤/٩/١١-٧ | المواد الفعالة سطحياً وصناعة المنظفات | الثالث |
| ١٠٥ | كراسة خاصة | ك. يامن السلكا | ٢٠١٤/٩/٢٥-١٤ | دورة عملية على جهاز الكروماتوغرافيا HPLC | |
| ١٤٦ | كراسة خاصة | ك. بلال الرفاعي | ٢٠١٥/٢/٢٦-٢٣ | تقنيات العمليات الصباغية | الرابع |
| ٥٠ | كراسة خاصة | ك. يامن السلكا | ٢٠١٥/٢/٢٢-١٦ | دورة عملية على جهاز الكروماتوغرافيا HPLC | |
| ٣٤٠ | كراسة خاصة | ك. يحيى الخالد ك. عبد الرحمن الحفار | ٢٠١٥/٢/٢٦-٢١ | تحليل المنظفات صناعة الصابون | |
| ٥٦ | كراسة خاصة | د. جمال قنبرية المهندس إياد يوسف | ٢٠١٥/٣/٢-١ | إعادة تدوير الورق | |

يتمنى قسم الكيمياء من كل الأخوة الصناعيين أن يتكرموا بشيءٍ من خبراتهم عسى أن نشارك جميعاً في بناء الصرح العلمي القوي لبلدنا الحبيب وأجيالنا الصاعدة.

وهنا لا بد لنا من أن نقدم جزيل شكرنا وتقديرنا لعمادة كلية العلوم ممثلة بشخص السيد عميد الكلية الأستاذ الدكتور عزات قاسم على دعمه المتواصل للقسم من حيث تأمين الموافقات الرسمية من رئاسة الجامعة ممثلة برئيسها الأسبق الأستاذ الدكتور عامر مارديني، ورئيسها الحالي الأستاذ الدكتور حسان الكردي على تكرمهما بالموافقة على عقد هذه الدورات، واستغلال مدرجات الكلية وتجهيزاتها أيام العطل الرسمية.

كما يشكر القسم كل الزملاء أعضاء القسم المشاركين في التدقيق العلمي على محتوى مناهج هذه الدورات وصولاً للسوية العلمية المرموقة التي ينتظرها جميعنا.
كما يقدر عالياً الجهود المبذولة والاستثنائية للجمعية الكيميائية السورية ممثلة بشخص نائب رئيس الجمعية الأستاذة الدكتورة ملك الجبة، وأمين سر الجمعية الكيميائي يامن السلكا.
ومن الجدير بالذكر هنا تنوع سويات المشاركين ما بين السنوات الأولى حتى حملة شهادات الدراسة العليا، ومن داخل وخارج كلية العلوم وجامعة دمشق.

الأستاذ الدكتور محمد جمال الخطيب
رئيس قسم الكيمياء

المحتوى البوليستر

| | |
|----|--|
| ٦ | مقدمة |
| ٦ | اصطناع البوليستر |
| ٨ | تقنيات تشكيل البوليستر |
| ٨ | البنية التركيبية للبوليستر |
| ٩ | الخواص الميكانيكية |
| ٩ | الخواص الحرارية والضوئية |
| ٩ | الخواص الكيميائية |
| ١٠ | مقاومته للبكتريا |
| ١٠ | المصطلحات المتداولة في عالم خيوط البوليستر |
| ١٠ | تتميز خيوط البوليستر |
| ١٠ | الخواص التحليلية للبوليستر |
| ١١ | التجهيز الأولي للبوليستر |
| ١١ | صبغة البوليستر |
| ١١ | مبدأ صبغة البوليستر |
| ١٢ | تصنيف أصبغة الديسرس |
| ١٢ | المنطقة الحرجة للأصبغة |
| ١٣ | مواد بناء الحمام الصباغي |
| ١٣ | الحمض |
| ١٤ | العوامل المبعثرة |
| ١٤ | عوامل التسوية |
| ١٥ | مضادات التكتير |
| ١٥ | الحوامل (الكارير) |
| ١٦ | تقنية العملية الصباغية |
| ١٦ | تحضير المحلول الصباغي |
| ١٧ | إضافة المحلول الصباغي لحوض الصباغة |
| ١٧ | العملية الصباغية |
| ١٧ | الصباغة بطريقة الحرارة العالية |
| ١٧ | الصباغة بطريقة الكارير |
| ١٨ | صبغة البوليستر بحمام قلوي |
| ١٨ | المعالجة بعد الصباغة |
| ١٩ | إعادة التسوية |
| ١٩ | التعرية |
| ١٩ | اختيار الأصبغة |
| ١٩ | نظام الاستنزاف |
| ٢٠ | العوامل المسببة لتراجع الثباتيات |
| ٢٠ | مبادئ معالجة الأوليغوميرات والترايميرات في حمام الصباغة |
| ٢٢ | تطبيق الأصبغة الفعالة على الألياف السيليلوزية |
| ٢٢ | تركيب الألياف القطنية |
| ٢٢ | بنية القطن |
| ٢٤ | التجهيز الأولي للألياف القطنية |
| ٢٤ | إزالة النشاء |
| ٢٤ | عمليات الغلي |
| ٢٤ | قصر الألياف السيليلوزية |
| ٢٥ | التبييض بالماء الأكسجيني |
| ٢٧ | المبيضات الضوئية |
| ٢٨ | صبغة القطن بالأصبغة الفعالة |
| ٢٨ | تصنيف الأصبغة الفعالة |
| ٣١ | مواد بناء حمام تطبيق الأصبغة الفعالة على الألياف السيليلوزية |
| ٣١ | مواصفات الماء |
| ٣٢ | الكهرليات |
| ٣٤ | القلويات |

| | |
|----|-------------------------------------|
| ٣٤ | درجة حرارة التثبيت |
| ٣٥ | بعض تقنيات تطبيق الأصبغة الفعالة |
| ٣٩ | شطف وتصيبين الأصبغة الفعالة |
| ٣٩ | تعرية الأصبغة الفعالة بالهيبوكلوريت |
| ٤٠ | ثباتيات الأصبغة الفعالة |

صباغة البولي اكريلو نتريل

| | |
|----|--|
| ٤٢ | مقدمة |
| ٤٢ | مفاهيم ومصطلحات خاصة في صباغة الاكريليك |
| ٤٣ | تحديد درجة إشباع خيوط الاكريليك بطريقة شركة باير |
| ٤٣ | تحديد سرعة صباغة الخيوط بطريقة باير |
| ٤٣ | المواد المساعدة والكيماويات اللازمة لحمام صباغة خيوط الاكريليك |
| ٤٤ | سرعة صباغة ودرجة إشباع بعض خيوط الاكريليك |
| ٤٥ | مبادئ عامة في صباغة الاكريليك |
| ٤٥ | امتصاص الأصبغة القاعدية |
| ٤٥ | طرق الصباغة |
| ٤٥ | حل الصباغ |
| ٤٥ | تطبيق الأصبغة القاعدية بالطريقة الحرارية T |
| ٤٧ | طريقة العامل المؤخر R |
| ٤٨ | طريقة الساندوكريل RT |
| ٤٩ | طريقة العوامل المؤخرة الشاردية السالبة |
| ٤٩ | إعادة التسوية |
| ٥٠ | إرجاع اللون |
| ٥٠ | تعرية الأصبغة القاعدية |
| ٥٠ | تبييض الاكريليك |
| ٥٠ | التخرب الحراري للبولي اكريلو نتريل |
| ٥٠ | مثال تطبيقي لحساب كمية العامل المؤخر الموجب بحسب كتالوك أصبغة التاي كريل |
| | مقياس الطيف الضوئي " السبكتروفوتومتر " |

| | |
|----|--|
| ٥٢ | المقدمة |
| ٥٢ | الأشعة المرئية أو الطيف المرئي |
| ٥٣ | الألوان المتكاملة |
| ٥٣ | الخواص اللونية |
| ٥٣ | التدرج اللوني |
| ٥٤ | القيمة |
| ٥٤ | الشدة |
| ٥٤ | الطول الموجي |
| ٥٥ | النقاوة |
| ٥٥ | الإضاءة |
| ٥٥ | الإشباع اللوني |
| ٥٥ | اللوان الأبيض والأسود |
| ٥٥ | أنواع أجهزة قياس الطيف الضوئي |
| ٥٦ | جهاز السبكتروفوتومتر |
| ٥٦ | بناء كرة اللون |
| ٥٦ | الأنظمة اللونية الرياضية |
| ٥٧ | الفروقات اللونية |
| ٥٨ | تقنية ومبادئ القراءة على السبكتروفوتومتر |
| ٦٠ | الملحقات |
| ٦٧ | المراجع |

البوليستر Polyester

١- مقدمة: أُعلن عن اكتشاف البوليستر في بريطانيا بعد نجاح البولي أميد بثلاث سنوات أي عام ١٩٤١، وأخذ الاسم التجاري تيرلين Terrylyne، وبعدها اشترت شركة du-point الأمريكية حق الإنتاج عام ١٩٥٠ ليظهر باسم تجاري جديد هو الداكرون Dacron، ونتيجةً لخواصه المميزة فقد انتشر إنتاجه ليحتل الصدارة في إنتاج الخيوط عالمياً.

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

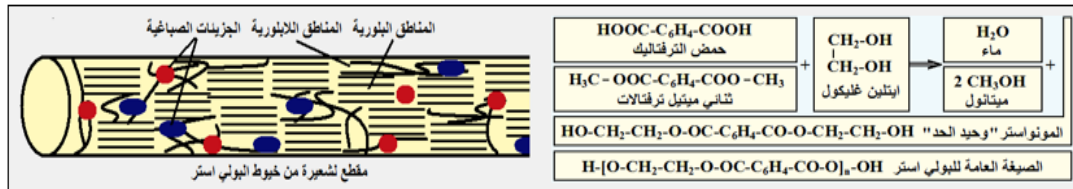
١-٢- المواد الأولية: يتم اصطناع شعيرات البوليستر التركيبية على شكل سلاسل بوليميرية خطية طويلة تحتوي على نسبة لا تقل عن ٨٥% وزناً من استر ثنائي الهيدروكسيل وحمض الترفثاليك، وتتم البلورة بتقنية التكاثف المتعدد على الساخن وبتقنيات مختلفة: مستمرة - متقطعة... وغالباً ما تتصل البلورة مع مرحلة الغزل الانصهاري، ويتم تشكيل البوليمر الخطي بإحدى التقنيتين:

أ- تقنية الاسترة التبادلية: وتتم بين ثنائي ميثيل أو إيثيل ترفثالات Di Methyl or Ethyl Terephthalate مع الإيثيلين غليكول Ethylene glycol ليعطي الميثانول أو الإيتانول مع البوليستر.

ب- التقنية الإيتيرية المباشرة: وتتم بين حمض الترفثاليك Terephthalic acid والإيثيلين غليكول. ويعيب هذه الطريقة تشكل جزيء ماء، يمكنه أن يؤدي لمشاكل كبيرة أثناء السحب إن لم يتم تمام عزله والتخلص منه.

وهناك عدة مركبات يمكننا الحصول منها على البوليستر، ولكن أكثرها انتشاراً هو البولي إيثيلين ترفثالات الذي يرمز له بـ PET.

٢-١- مرحلة البلورة: ويتم فيها التفاعل بين حمض الترفثاليك أو ثنائي ميثيل ترفثالات مع الإيثيلين غليكول عند حرارة ١٥٠-١٩٠°م وبوجود وسيط ممزوج من خلاص التوتياء وثلاثي أكسيد الأنتومان، ويُستحسن الأخذ بثنائي ميثيل ترفثالات لسهولة تنقيتها بالتقطير على العكس من حمض الترفثاليك غير المتطاير والمنخفض الانحلال في معظم المحلات. ولتبدأ عند ٢٦٠°م عملية البلورة وصولاً لسلاسل ذات وزن جزيئي ما بين ٨,٠٠٠-١٢,٠٠٠، وعلى الشكل:



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

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

يتم ضبط درجة بلورة البوليستر بما يتوافق واستخدامه النهائي، إذ يتوجب على المنتج المراد استخدامه صناعياً أن يكون عالي درجة بلورة والتبلور، ما يعني تراجعاً في مرونته وإمكانية استطالته، إذ تتراوح الحدود الطبيعية للوزن الجزيئي بين: ١٥,٠٠٠-٢٠,٠٠٠، ودرجة حرارة البثق بحدود ٢٨٠-٢٩٠°م.

وعندما لا تتجاوز n القيمة ٧ فإننا نقول عن السلسلة بأنها غير مكتملة النمو- أوليغومير Oligomers - والذي تصل نسبته عادة حتى ١,٥%، وقد يتحلق التفاعل أحياناً عند مرحلته الثالثة لتفاعل البلورة معطياً التريمر الحلقي الذي تصل نسبته حتى ١,٥% والمبينة صيغته بالشكل (١).

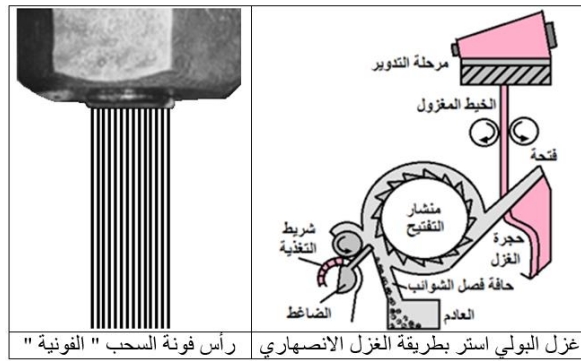
وتتداخل التريمرات مع الأوليغوميرات ما يجعلهما يتسببان بنفس القدر من المشاكل أثناء العملية الصباغية، إذ يتحرك كل منهما بتأثير الحرارة من المناطق اللابلورية لسلاسل البوليستر باتجاه الحوض الصباغي حتى الوصول لدرجة الإشباع فيبدأ بعدها بالتبلور والترسب غير المنتظم على جدران الآلات والبضائع على شكل غبار عديم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

| مكونات شعيرات البولي استر : صيغتنا البوليستر والأوليغومير | | |
|---|---------------------|---|
| | | <p>سلسلة بولي استر نظامية: $H-[O-CO-C_6H_4-CO-O-CH_2-CH_2-O]_n-60-90$ OH n = 60-90, M = 8.000 - 12.000</p> <p>سلسلة أوليغومير بولي استر: $H-[O-CO-C_6H_4-CO-O-CH_2-CH_2-O]_n-1-7$ OH n = 1-7, M = 202-1414</p> |
| الترميمير | الأوليغومير من BASF | |

١-٣-٣-١ مرحلة الغزل: يتم غزل البوليستر بطريقة الغزل الانصهاري التي تقوم على صهر الخام لتسهيل من الثقوب على شكل سائل لزج، يتعرض لتيار هوائي بارد، فتتجمد الخيوط ثم تُسحب وتُلفُّ على بكرات، ويتم فيها صهر البوليستر في فرن خاص بحيث لا تتجاوز الرطوبة ٠,١ ٪ منعاً لانفصام السلاسل بسبب الحلمة وبالتالي انخفاض الوزن الجزيئي.

تبلغ أقطار ثقوب المغزل ٠,٢-٠,٤ ملم، ويتم السحب بسرعة ٤٠٠-٩٠٠ متر/دقيقة، ويمكننا إجراء السحب على البارد أو الساخن، ويمكننا السحب عند حرارة ١٠٠ م° 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 بالثني على البخار الساخن منعاً لحدوث أي التواء ما بين الجزيئات.

يتم ضخ مصهور السائل البوليستي في البلمرة إلى خزانات خاصة لتخليصه من فقاعات الهواء ومن ثم إلى أجهزة البثق التي تنتهي بفونيات مؤلفة من ثقوب دقيقة تحدد أقطارها نمرة الشعيرات المطلوبة، والتي تخرج على شكل حزمة من الشعيرات المستمرة حيث تتجمد تحت تأثير تيار من الهواء البارد الذي يدفع عليها بعد خروجها من ثقوب رأس السحب "الفونية" مباشرة، لتتبعها عمليات السحب على عدة مراحل والتجعيد لتعطي الشعيرات المستمرة، أو تطبق عليها عملية تقطيع بحسب طول التيلة المطلوب تحضيرها لغزلها على شكل خيوط السبين:



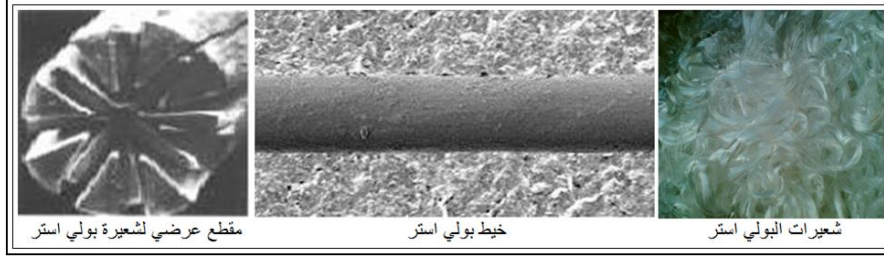
وبنتيجة المراحل الثلاث السالفة الذكر يمكننا التمييز بين خيوط البوليستر بعضها عن بعض في خواصها الفيزيائية والصبغية عبر التباين بين الشركات الصانعة في:

١. درجة حرارة كل مرحلة من المراحل السابقة الذكر.
٢. درجات نقاوة اللقيم الأساسي: الإيتيلين غليكول، حمض الترفتاليك أو ثنائي ميتيل الترفتالات.
٣. زمن كل مرحلة.
٤. أسلوب سحب الإيتيلين غليكول أو نوعية الغاز الخامل الداخل لمفاعل البلمرة ومعدلات ضخه.
٥. نسبة حمض الخل المضافة.
٦. حال الوسيط: كنسبة خلاص التوتياء لثلاثي أكسيد الأنتمان، عمر الوسيط ودرجة نقاوته، ودرجة نعومته وهيئة توضع داخل المفاعل.
٧. معدلات السحب وزمن البقاء في مرحلة الثني.

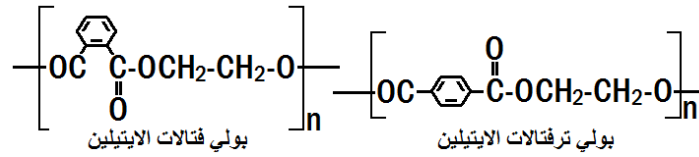
يضاف للخيوط سائل إنهاء بهدف حماية وتغطية الخيوط كثيرة الشعيرات والذي يتكون من مزيج لزيت خاص مع ماء نقي عبر جهاز البخ المتوضع بعد غرفة تبريد الخيط مباشرة، إذ تتم موازنة المسافة بين قالب السحب وموقع تطبيق السائل بالبخ تبعاً لنمرة الشعرة الواحدة في الخيط.

ومن أهم الخواص المتعلقة بالبنية الداخلية هي درجة التوجّه أو الترتيب البلوري والتي تتناسب مع سرعة التدوير في مراحل الغزل، ومن الضروري الانتباه إلى أن سرعات التدوير التي تزيد عن ٧٠٠٠ دورة/ دقيقة تعطينا نتائج معاكسة.

وتمنح عملية السحب البنية البلورية الفراغية النهائية للبوليمر والتي يتم تطبيقها في حرارة أعلى من درجة الانتقال البلوري أي بين ٨٠-٩٠ م°، كما تتسبب بتوجه إضافي للبلورات. ويطلق عادة على الخيوط الخارجة من عملية الغزل اسم البوي كاختصار لعبارة غزول بوليستر موجهة جزئياً Polyester Partially Oriented Yarn: POY، لذا تتم عملية تساقق السلاسل البوليميرية فيما بعد عبر المعالجات الخاصة التالية:



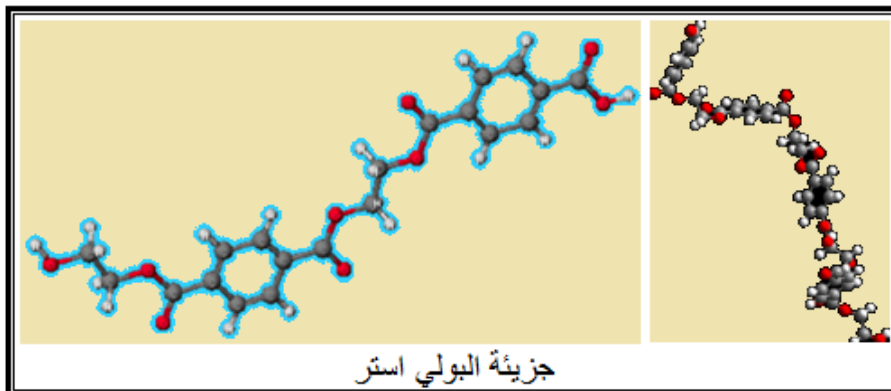
ويجب أن تتناسب معدلات السحب مع الاستخدام النهائي، وتتراوح بين ٣-٦ مرات، ويمكن أن تزيد عن ذلك في الخيوط العالية المتانة، كما يؤثر التوضع الفراغي لحلقات البنزن على الخواص البلورية للبوليستر، إذ تتيح السلسلة المستقيمة تداخل السلاسل مع بعضها البعض رافعاً بذلك من متانة الشعيرات كما تبين الصيغتين التاليتين للبوليستر:



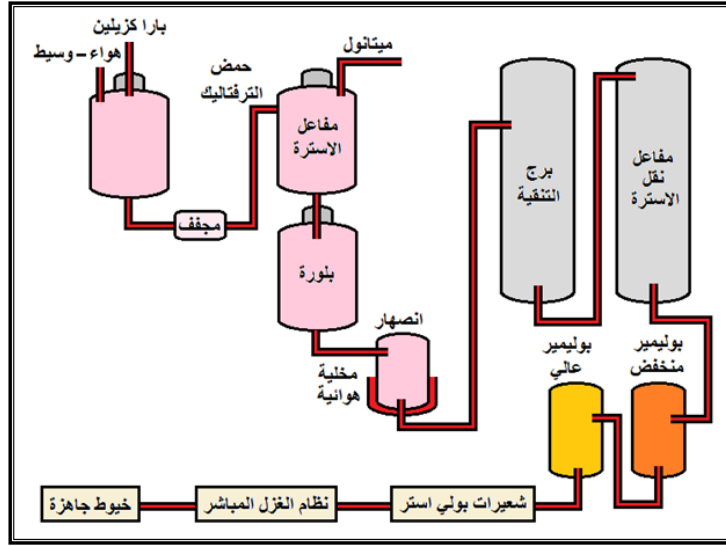
٣- تقنيات تشكيل البوليستر:

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

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



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



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، إلا أن انخفاض الوزن الجزيئي يؤدي لانخفاض لزوجة الانصهار وبالتالي تقليل انتظامية الشعيرات الناتجة. ويمكننا رفع لزوجة الانصهار 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 تعريضه للحرارة العالية لظهور اللون الأصفر نتيجة تشكل بولي انالدهيد Poly enaldehydes 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، وتتحلل جزئياً في حمض الكبريت المركز عند الحرارة العادية وتذوب بشكل تام في الحرارة العالية.

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

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

يبيدي البولبيستر مقاومة جيدة للعوامل المؤكسدة كالمواد القاصرة - كالماء الأوكسجيني - ومقاومة للمركبات المنظفة، ويتميز بعدم قابليته للانحلال بمعظم المحلات كالبزن والاسيتون، إلا أنه يذوب في الفينولات وهالوجينات حمض الخل، وينتفخ في المحاليل المركزة لحمض البنزويك والفينيل فينول وحمض الساليسيليك. تعتبر شعيرات البولبيستر 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 البولبيستر بشكل كبير على درجة الحرارة، إذ تم نفع مجموعات مختلفة من شعيرات البولبيستر 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 البولبيستر العالية للزيوت ما يجعل تنظيفها أصعب، ويساعد في ذلك وجود خاصة الكهربائية الساكنة، وإضافة إلى ما ذكر يتمتع البولبيستر بمقاومة ممتازة للتغفن والهجوم البكتيري.

٣-٥- مقاومتها للبكتيريا: 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 الربعية السيليكونية بتراكيز اقتصادية بحيث نحصل على طبقة حافظة تغطي سطح النسيج، ويمكن أن تدوم صلاحية هذه المعالجة لعدة عمليات الغسيل، وتحسن هذه المعالجة المضادة للبكتيريا فتجعلها أكثر قدرة على امتصاص الماء دون أن تؤثر على متانة النسيج.

٢- المصطلحات المتداولة في عالم خيوط البولبيستر: تتكون خيوط البولبيستر عادة من عدد من الشعيرات المتوازية والتي ترتبط ببعضها البعض بوساطة سائل الإنهاء السالف الذكر، وعملية ميكانيكية هي عملية الدمج - أو التطعيم Intermingling - التي تتم بشكل متقطع بوساطة بخاخ هواء ذي صمام فتح وإغلاق آلي، وتبعاً لذلك فإن هناك مجموعة من المصطلحات الخاصة بتداول خيوط البولبيستر:

خيوط الفلات FDY: خيط مستمر مؤلف من شعيرات دقيقة، ويتم سحبه عبر باثق Extruder يمكنه سحب الخيط بنمر من ٧٠-١٥٠ دنيبر.

خيط التكتستوريه DTY " من التضخيم Texturizing ": أي تحويل الخيوط المسبقة الصنع لشكل أكبر من حجمها الحقيقي عبر معالجات كيميافيزيائية لإحداث تغيرات في طبيعة سطح الخيوط التركيبية القابلة للانصهار بالحرارة، ولتحقيق جملة الخواص التالية:

- ١- منح الخيوط استطالة وتجعيد ثابتين.
- ٢- خفض وزنها النوعي وسهولة خلخلة الهواء في الأقمشة المنسوجة منها ورفع قدرتها على الاحتفاظ بالحرارة.
- ٣- رفع مقاومتها للكرمشة وبالتالي عدم الحاجة لإعادة كياها، وزيادة نعومتها وتراجع شفافيته.
- ٤- إكسابها درجة لمعان قليلة مستساغة.

الغزول أو السبين Spun: وتتم بتقطيع شعيرات البولبيستر لقطع صغيرة وإعادة غزلها بطريقة تحاكي تيلة الغزول القطنية وبحيث يكون قطرها فيما بين ٤-٧ ميكرون، ويصل حتى ١٤ ميكرون لبعض الأغراض.

خيوط الميكروفيبر: تتكون من شعيرات غاية في الدقة وبخانات دون الميكرون الواحد، لذا فإنها تتميز بسطح نوعي كبير جداً مقارنة مع الأنواع الثلاثة الأولى ما يستلزم نسب صباغ أعلى للوصول لذات الدرجة اللونية، إضافة لضرورة اعتماد أصبغة بمواصفات خاصة يمكنها تحقيق درجات تسوية وثباتيات عالية على الغسيل والاحتكاك. وأمكن أخيراً الوصول لخيوط بخانات تصل إلى مرتبة النانو.

٣- تمييز خيوط البولبيستر: يتم التعامل مع خيوط البولبيستر وفق مجموعة نمر متداولة عالمياً، وأهمها:

| تمييز خيوط البولبيستر | | |
|----------------------------|----------------|---------------------------------|
| التكس | Tex | غرام واحد من المادة لطول ١٠٠٠ م |
| الميلي تكس | m.Tex | ميلي غرام لطول ١٠٠٠ م |
| الديمي تكس | D.Tex | غرام لطول ١٠,٠٠٠ م |
| الكيلوتكس | K.Tex | كيلوغرام واحد لطول ١٠٠٠ م |
| التيتير = الدنيبر = الدينة | | غرام واحد بطول ٩٠٠٠ متر |
| النمرة الإنكليزية | N _e | ليبرة لطول ٣٠٠ ياردة |

٤- الخواص التحليلية للبولبيستر: يتم تحليل البولبيستر عبر طرائق اختبارات التحليل التالية:

- أ- الحرق: يتميع بلهب قصير مسود، وبرائحة احتراق السكر مخلفاً كرة بيضاء.
- ب- التقطير الجاف: يعطي أبخرة حمضية تلون ورقة عباد الشمس بالأحمر عند حرقه في انبوب اختبار جاف.
- ج- الصباغة: يتشرب أصبغة ديسبرس فقط.
- د- الذوبان: يذوب بنثائي ميتيل فورم أميد الساخن أو بأورتو ثنائي كلور البنزول الساخن أو بحمض الكبريت ٩٨%

هـ- درجة التميع: وتستلزم مجهراً وحامل عينة وميزان حرارة دقيق، وتعتمد على كسر العينة للضوء المستقطب عند تمييعها، ما يساعدنا على تحديد نقطة التميع عندما يُجهز المِجهر بضوء مُستقطب، ونجد على سبيل المثال:

| درجات حرارة تميع بعض الأنواع التجارية لخيط البولستر | | | | |
|---|------|--------------------|-------|--------|
| النوع | كورل | ديولين أو تريفييرا | فيرون | غريلين |
| درجة حرارة التميع المثوية | 282 | 255 | 237 | 229 |

٥- **التجهيز الأولي للبولستر:** تنبع أهمية عمليات التجهيز الأولي لخيط البولستر قبل صباغتها من طبيعة الزيوت المرافقة سواءً أكانت من زيوت الإنهاء في مراحل تصنيع الخيط أو من 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 طويلة قدر الإمكان، ولكن وبمرور فتراتٍ زمنيةٍ أطول، أو بتشغيل الخيوط بسرعات حياكةٍ عاليةٍ تبدأ بالتأكسد بفعل الحرارة الناشئة عن الاحتكاك لتفقد قوتها على الاستحلاب الذاتي المطلوب.

٥-١- **حمام الغسيل الأولي:** يُستحسن تطبيق حمام غسيل أولي مستقل للنسيج قبل الصباغة باستخدام عامل منظف ذي خواص استحلاب عالية، وإلا يُستحسن أن يكون حاوياً على مذيبات أمينة وفعالة، وبوسط قلوي لطيف بحدود pH:9 بإضافة كربونات الصوديوم (الصودا آش) وعند حرارة ٦٠-٧٠°م لمدة ١٥-٢٠ دقيقة، ومن الضروري الإشارة هنا إلى أن ارتفاع الحرارة لأكثر من ذلك قد يؤدي لنقض الاستحلاب وبالتالي لمفعول عكسي، ونتبع هذا الحمام بشطفٍ باردٍ مع بعض الحمض للتعديل.

وتوصي شركة يورك شاير بعدم استخدام غواسل لا شاردية بحمام الغسيل الأولي لأنها تتسبب بتجمع بعض أصبغة الديسبرس ما يؤدي لتشكل بقعاً غامقة عند الصباغة لصعوبة إزالتها بصورةٍ تامةٍ، ما حدا باستخدام غواسل مختلطة شاردية ولا شاردية.

تنصح شركة باير باستبدال كربونات الصوديوم ببيررو الفوسفات رباعية الصوديوم عندما يكون الماء متوسط القساوة، في حين تنصح شركات أخرى بثلاثي فوسفات الصوديوم، أما شركة كلارينت فتنصح بإضافة بعض هيدروسلفيت الصوديوم لحمام التجهيز الأولي بقصد تخريب بعض المواد الملونة أو الشوائب الكيماوية الأخرى.

٥-٢- **اختصار حمام الغسيل الأولي:** يستحسن بعض الصباغين دمج عمليتي الغسيل والصباغة في حمام واحد لرفع اقتصادية العملية الصباغية وتوفير ما أمكن من الماء، لذا فإنهم يضيفون 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 البولستر.

صباغة البولستر

أولاً- **مبدأ صباغة البولستر:** ينتمي البولستر 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 - أي ما يسمى الانتفاخ Swilling - ومن ثم تغلغل الجزيئات بينها لتبقى حبيسةً إثر عمليات التبريد اللاحقة، وتتم عملية امتصاص الأصبغة من ماء الحمام عبر مرحلتين:

- الهجرة: وتعرف على أنها مرحلة انتقال الصباغ من ماء الحمام إلى سطح الخيط.

- الانتشار: وتعرف على أنها مرحلة انتقال الصباغ من سطح الخيط نحو العمق.

وتتأثر مرحلة الانتشار بعدد من العوامل، والتي من أهمها:

١- درجة الحرارة والتحرك.

٢- الأفعال الكهربائية المتبادلة بين: مواد بناء الحمام / الأصبغة / البولستر.

٣- بنية الصباغ وخواصه من حيث:

- حجم الجزيء الصباغي.
- نوعية الزمر المرتبطة بالجزيء الصباغي وعددها: أي زمر الأوكسوكروم المساعدة التي تزيح امتصاص اللون نحو الموجة الأطول مثل زمر -OR, -OH, -NR₂, -NH₂, أو الكروموفورات أي حوامل اللون مثل زمر --N=O, -N=N- والتي تقوم بامتصاص اللون الأساس.
- شكل ومدى استواء الجزيء.

• نوعية ونسب الإضافات الداخلة في تركيب المسحوق الصباغي.

ثانياً- تصنيف أصبغة الديسبرس " المبعثرة أو المعلقة ": وقد أطلق عليها تسمية الأصبغة المعلقة لعدم قابليتها الانحلال بالماء إلا لجزءٍ توازني يسيرٍ منها، ويمكننا تصنيفها عملياً بحسب حجمها إلى:

| تصنيف الأصبغة المبعثرة " Disperse dyes " | | | | |
|--|------------|--------|---------|--------|
| الحجم | صغيرة جداً | صغيرة | متوسطة | كبيرة |
| التصنيف | أسيئات | E or L | SE or M | S or H |

الصغيرة جداً: وتستخدم بشكلٍ رئيسٍ لخيط ٢,٥ أسيئات الذي يُحضر بأستلة زمريتين مع ثلاث زمر هيدروكسيل سيليلوزية، وللبولي أميد بالألوان الفاتحة " أي دون ٠,٥ % ".

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 قدرًا بسيطاً من الطاقة كي تتمكن من استنزافها من الحمام الصباغي.

الكبيرة: ويرمز لها بـ S من Slow أي بطيء للدلالة على بطء تشربها وبالتالي احتياجها زمناً أطول لتطبيقها، أو H من High للدلالة على احتياجها قدرًا عالياً من الطاقة لتطبيقها.

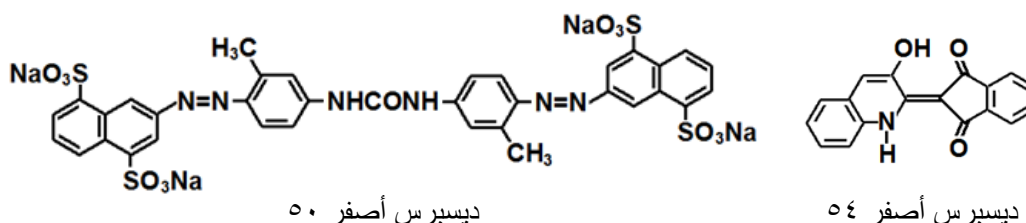
المتوسطة: ويرمز لها بـ SE للدلالة على توسطها الأصبغة الكبيرة والصغيرة، أو M من Medium للدلالة على احتياجها قدرًا متوسطاً من الطاقة لتطبيقها. ويمكننا تبعاً لهذا التصنيف استنباط أهم فوارق خواصها على النحو المبين في الجدول ١:

الجدول ١

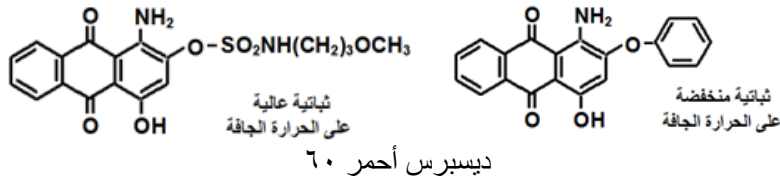
| أهم الفوارق بين الأصبغة المبعثرة " Disperse dyes " | | | |
|--|---------|--------|--|
| كبيرة | متوسطة | صغيرة | المجموعة |
| S or H | SE or M | E or L | الخمزة |
| ضعيفة | متوسطة | عالية | التسوية |
| صعبة | | سهلة | سهولة التطبيق |
| ضعيفة | | ممتازة | الصباغة بطريقة الحوامل " الكارير " |
| عالية | | ضعيفة | الثباتية للحرارة الجافة بسبب تصعد الصباغ على الرام |

ثالثاً- **المنطقة الحرجة للأصبغة:** يسبب تباين حجم جزيئات الأصبغة تبايناً في درجات الحرارة اللازمة للبدء بعملية الامتصاص بتغلغل هذه الجزيئات بين السلاسل البوليميرية لخيوط البوليستر، إذ تتزايد درجات الحرارة اللازمة ارتفاعاً مع ازدياد حجم جزيئة الصباغ، فأصبغة E تبدأ تغلغلها عند ٧٠ م تقريباً، 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، ونرى في الشكل (٤) تطور لون الصباغ الممتص بتأثير ارتفاع درجات الحرارة. وترتبط عموماً درجة الحرارة التي يمكن للصباغ أن يبدأ عندها بالتشرب بعددٍ من العوامل التي من أهمها:

الحجم الجزيئي للصباغ: فالصباغ ديسبرس الأصفر ٥٤ من الصنف E أسرع دخولاً من الديسبرس الأصفر ٥٠:



المتبادلات المحمولة على الجزيء الصباغي: إذ تعتمد بعض الشركات الصانعة للأصبغة لإدخال بعض الزمر الإضافية التي تعزز مواصفات معينة كالثباتيات وزهاء اللون 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 النوعاً ما.

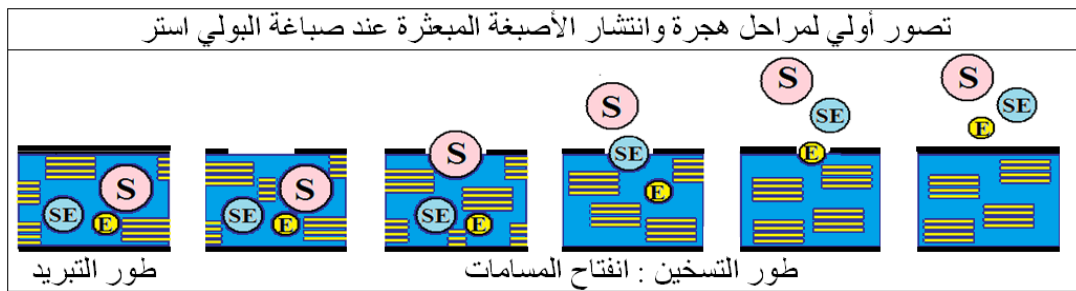


درجة الحموضة: ففي حين أن صباغ الديسبرس الأحمر ١٦٧ يحتاج لوسط حمضي pH:3-7 كي لا يتخرب نجد أن الديسبرس الأحمر ١٥٢ أوسع مجالاً إذ يتحمل المجال pH:2-9 وكلاهما من المجموعة S، ومع ذلك يتم بناء الحمام الصباغي عند: pH:5-6.

| تحديد درجة الامتصاص الحرجة لبعض أصبغة البولي استر | | | | | | | | | | درجة الحرارة المثوية / دقيقة |
|---|--------|--------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------------------------------|
| 60/130 | 30/130 | 15/130 | 0/130 | 0/120 | 0/110 | 0/100 | 0/90 | 0/80 | 0/70 | |
| ديسبرس أحمر 13 "خمرى" | | | | | | | | | | الصباغ المُستنزَف والبقايا |
| [Color bars for Disperse Red 13] | | | | | | | | | | |
| ديسبرس أزرق 165 "أزرق ملكي" | | | | | | | | | | |
| [Color bars for Disperse Blue 165] | | | | | | | | | | |
| ديسبرس أحمر 152 | | | | | | | | | | |
| [Color bars for Disperse Red 152] | | | | | | | | | | |

الشكل (٤)

ألفه خيوط البوليستر: أو مدى سهولة انتفاخها بحسب المعالجات المطبقة عليها قبل وصولها لمرحلة الصباغة، ويبين الشكل ٥ تباين سرعة امتصاص الأصبغة المعلقة باختلاف حجومها ومدى تأثير ذلك التغير الحاصل على اتجاه اللون النهائي، ونرى فيه آلية عملية الامتصاص وترتيب عملية الهجرة والانتشار بالتزامن مع تشكل المسامات بفعل ارتفاع درجات الحرارة أيضاً والتي تمكن الجزيئات الصباغية من اختراق خيوط البوليستر.



الشكل ٥

رابعاً : مواد بناء الحمام الصباغي:

١- الحمض: تتخرب بعض أصبغة الديسبرس في الوسطين المعتدل أو القلوي، ويتحسس بعضها الآخر من تذبذب حموضة الحمام الصباغي بسبب تطاير الحمض أو تزايد درجة تشتت الحمض أو الأملاح الحمضية بفعل ارتفاع درجات الحرارة، فصباغ الديسبرس الأزرق ٧٩ مثلاً يستلزم درجة حموضة pH:3-4، إذ نجده يحمر دون pH:3 ويصفر عندما تزيد عن pH:5، لذا فإن عدم ضبط درجة الحموضة يؤدي إلى:

- انحراف اللون.
- تراجع نسب الاستنزاف والثباتيات.

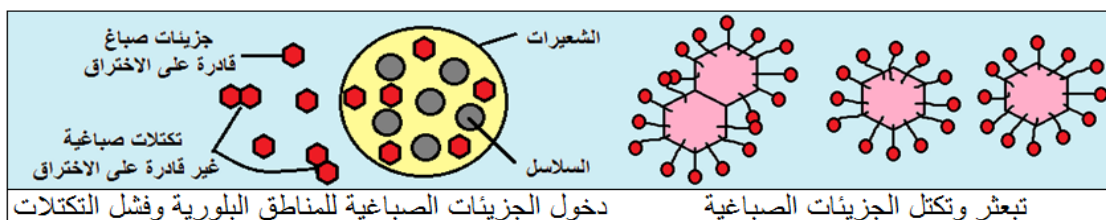
لذا عمد الكثير من الصباغين لضبط العملية الصباغية لاعتماد المحلول الموقى باستخدام بعض الأملاح الحمضية غير الطيارة التي تطرحها بعض الشركات، أو لتطبيق المحلول الموقى من حمض الخل وخلات الصوديوم وفق الجدول ٢:

الجدول (٢)

| تركيب المحلول الموقى : حمض الخل / خللات الصوديوم عن: SUPROSS Chemie: Switzerland | | | | | |
|---|-----|-----|-----|---|----------------------|
| درجة الحموضة " pH " | | | | | المزيج الموقى |
| 6-7 | 5.5 | 5 | 4.5 | 4 | |
| 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 1 | حمض الخل 80% : مل/ل |
| 3 | 2 | 1 | 0.5 | - | خللات الصوديوم : غ/ل |
| pH: 11 : تخرب صباغي الأزرق والأصفر، pH: 7.5 : تخرب الصباغ الأزرق، pH: 5.5 : حموضة مناسبة وعدم تخرب أياً من الصباغين | | | | | |

٢- العوامل المبعثرة: بما أن أصبغة الديسبرس أصبغة غير ذوابة بالماء فإنها تميل للتجمع والتكتل على بعضها البعض Aggregation كما في الشكل (٦)، 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.



الشكل ٦: تشكيل الجزيئات الصباغية وتبعثر وتكتل الجزيئات الصباغية وصعوبة اختراقها لما بين الشعيرات

وتسبب آلات الصباغة العالية الغزارة والتدفق لتراجع في درجة تبعثر الأصبغة، إضافة لتفاعلات ضارة بين مختلف المواد المساعدة مع الزيوت والكارير المستحلبين ومع الأصبغة المبعثرة ما يستوجب رفع معدلات عوامل البعثرة بصورة عالية نسبياً لمنع تبقيع الخامات المصبوغة أو ترسب بقايا صباغية بين طبقات البيم 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 ١٣٠ م° فتبدأ بالتجمع والترسب على سطح القماش لتسبب تشكل بقع غامقة، ولتحاشي هذه الظاهرة يُستحسن اعتماد المواد المساعدة اللا رغوية قدر الإمكان ورفع نسب العوامل المبعثرة لمنع هذه التفاعلات بين الأصبغة ومنتجات تفكك أو تخرب المواد المساعدة.

إذاً يُستحسن عند تطبيق الحمامات الصباغية في آلات عالية معدلات الغزارة حيث تتراجع معدلات التبعثر رفع كمية العوامل المبعثرة وخاصة القادرة منها على رفع معدلات الهجرة والتزليق، وإلا فإننا نعد لإضافة موانع التكسير والعوامل المساعدة على رفع معدلات انحلال أصبغة الديسبرس ومعززي الهجرة، ومنع إعادة تبلور أصبغة الديسبرس الزائدة التي لم يتم استنزافها أو تشربها من قبل القماش في الحمام الصباغي.

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 (الشكلان ٧ و٨)، 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 هذه الأنواع في التخلص من مشاكل هذه البقايا الزيتية التي ستسبح في الحمام مسببة تراجع التسوية.

| تأثير أنواع تسوية مختلفة على استنزاف صباغ الأزرق التركواز 60 | |
|--|--|
| 0.75 ديسبرس أزرق 60، pH~ 5.5، 60 دقيقة/95° م، 30 دقيقة / 130° م | |
| الصباغ المستنزف والبقايا | |
| شروط العمل | 30 د/130° م كارير ميتيل نفتالين بدون عامل تسوية 1 غ/ل عوامل تسوية مختلفة |
| لاحظ التأثير السلبي على بريق اللون عند استخدام عامل التسوية الأخير | |

الشكل ٧: تأثير بعض عوامل التسوية على استنزاف صباغ ديسبرس أزرق ٦٠

| تميز فعالية عوامل تسوية مختلفة بشروط الضغط الجوي | |
|---|---|
| 0.6% ديسبرس أزرق 79 ، 0.4% ديسبرس أصفر 54 ، 60 دقيقة/95° م، pH: 4.5 ، عامل تسوية: 1 غ/ل | |
| الصباغ المستنزف والبقايا | |
| نوع العامل المساعد | كارير ميتيل نفتالين أنواع تسوية مختلفة تسوية من نمط الاسترات العطرية بدون تسوية 130° م/30 دقيقة |

الشكل ٨: تأثير بعض عوامل التسوية على الحمام الصباغي

٤- مضادات التكسير: عند اللزوم.

٥- الحوامل (الكارير): تُستخدم لصبغة البولستر بشروط الضغط الجوي العادي أي عند ٩٥° م تقريباً بعض المركبات الكيماوية القادرة على خفض درجة حرارة تزعج هذه الخيوط (أي درجة الحرارة اللازمة لانفخاخ الخيوط وتباعدها سلسلها عن بعضها البعض)، وبالتالي تشكل مسامات بما يسمح للجزيئات الصباغية بدء عملية التغلغل وسط هذه السلاسل بفضل الحركة الاهتزازية التي تمارسها أكثر حي تقدمه لها طاقتي الحرارة والتحرك. وهناك من يعتقد بأن آلية عمل هذه المركبات تقوم على قدرتها تشكيل طبقة رقيقة على سطح الخيوط تقوم بحل الأصبغة لتصبح عملية الهجرة من الحامل إلى الخيوط بدلاً عن الماء إلى الخيوط وكأنها تقوم بدور طبقة الوسيط المذيب للصبغ.

ومن الضروري التنويه هنا إلى أن الاعتماد على الحوامل لا يصح مع جميع أصبغة الديسبرس، بل مع الأصبغة ذات الحجم المتوسط والصغير ولتركيز محددة بالألوان المتوسطة العمق إلى الفاتحة، وإلا وقعنا في فخ ضعف الثباتيات أولاً وعدم الجدوى الاقتصادية ثانياً.

تتميز أنواع الحوامل عن بعضها لدرجة عالية في: فعاليتها، ثمنها، رائحتها... 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 حمام الصباغة.
- التجانس مع مختلف مجموعات الأصبغة والمواد المساعدة في حمام الصباغة وعدم تأثيره سلباً على ثباتيات الأصبغة.
- سهولة غسله والتخلص من بواقيه على البضائع المصبوغة بوجوده.
- انخفاض درجة سميته لأصغر حد ممكن وضعف تطايره.

وتتوزع الحوامل في صنوف عدة بحسب تركيبها، إذ نجد وكأهم مجموعات:

١٠-١- مشتقات كلور البنزن: تتميز بارتفاع فعاليتها ورخص ثمنها، ومن أهم عيوبها تطايرها العالي مما يسبب تكاثف بخارها على جدران الآلات الصباغية ومن ثم تقايرها مسببة تبعاً على الذسج، إضافة لسميتها وتلويثها العالي للبيئة مما دفع بمنعها نهائياً.

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

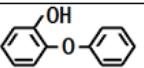
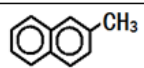
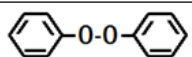
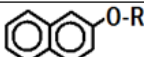
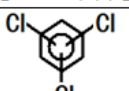
١٠-٣- ألكيل نفتالين: يتميز أيضاً بخواص تسوية وبعثرة مع رفع لمعدلات البريق إضافة لانخفاض رغوته وقلة تطايره، ولا تتطاير بقاياها إلا عند الدرجة ١٥٠° م.






١٠-٤- مشتقات الفحوم الهيدروجينية المكلورة: تشابه مشتقات كلور البنزن جداً، وتتميز عنها بقلة تبقيها على الصوف بالأصبغة المعقدة، لذا فإنها غالباً ما تستخدم لمزائج الصوف مع البولستر " الجوخ " .

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

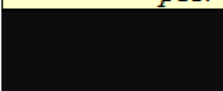

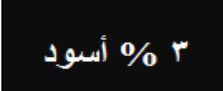
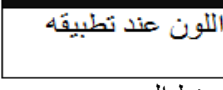
١٠-٦- الاسترات العطرية: تتميز بقدرتها العالية على التسوية والبعثرة، تؤثر سلباً على الثباتية على النور، وغالباً ما يكون استخدامها على الآلات المغلقة لأن معظمها لا يبدأ عمله قبل درجة الحرارة ١١٠م، لذا فإنها تستخدم هنا كمعزز هجرة ولرفع نسبة استنزاف الحمام، ولا تزول بقاياها إلا عند الدرجة ١٥٠م.

ونرى في الجدول ٣ الصيغ المجملّة لهذه الأنواع، كما نرى في الشكل ٩ تأثيره على مردود العملية الصباغية: الجدول ٣: بعض أصناف الكارير

| بعض أنواع الحوامل " Carrier " | | | |
|---|------------------------------------|---|------------------------------|
|  | أورتو فينيل فينول |  | ميثيل نفتالين |
|  | ثنائي الفينيل |  | الاسترات العطرية |
| X-R-CH ₂ -Cl | مشتقات الفحوم الهيدروجينية الكلورة | R-CO-O-R' | الاسترات عالية الوزن الجزيئي |
|  | | مشتقات كلور البنزن " ممنوعة في سورية " | |

| دور الكارير في خفض حرارة تزجج البولي استر ورفع معدلات امتصاص صباغ الديسبرس | | | | |
|--|--|--|--|---|
| 1% دييسبرس أزرق + 79% 1% دييسبرس أصفر 45 ، الحموضة : pH: 5.5 | | | | |
|  |  |  |  |  |
| بدون كارير | | | | مع كارير |
| الصباغ والبقايا | | | | |
| 130 | 90 | 105 | 120 | 130 |
| لاحظ الفروق بين قوة اللون عند 100م وبدء التطابق عند 105م وتطابقهما عند 130م / 30 دقيقة | | | | |

الشكل (٩)

| صباغة 1% دييسبرس أسود EX-SF 300% عند pH: 5.5 | |
|--|----------------------------|
|  | 30 دقيقة / 130م |
|  | 60 دقيقة / 95م |
|  | 1 غ/ل كارير ميثيل نفتالين |
|  | البواقي 30 دقيقة / 130م |
| لاحظ أن جمع البواقي لنتائج الصباغة بشروط الكارير لا تؤدي لذات اللون عند تطبيقه بشروط الحرارة العالية | |

الشكل ١٠ : تطبيق ١% دييسبرس أسود بشروط الضغط العالي والضغط الجوي

تقنية العملية الصباغية

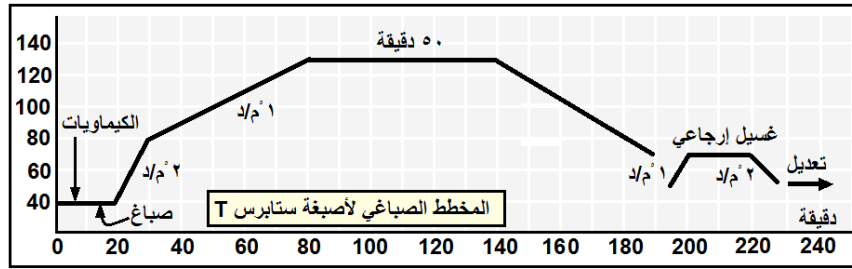
١ - تحضير المحلول الصباغي: من الضروري بعثرة الصباغ لأكثر قدر ممكن قبل إضافته للحوض الصباغي، ويتم العمل برّد مسحوق الصباغ على الماء الدافئ في خلاط ثابت سرعة الدوران " وتوصي شركة باسف بالأزيد سرعة دوران الخلاط عن ١٠٠٠ دورة/دقيقة"، فإن لم يتوفر الخلاط نلجأ لعجن الصباغ بالماء مع عامل مبعثر ومن ثم إضافته للماء الدافئ مع التحريك الجيد، ولا يجوز أن تتجاوز درجة حرارة الماء ٧٠م منعاً لتجمع الصباغ من جديد ونقض بعثرته، وأخيراً نقوم بترشيح المحلول عبر غربال شديد النعومة ليصبح جاهزاً للضخ للحوض الصباغي.

٢ - إضافة المحلول الصباغي لحوض الصباغة: لا يجوز إضافة المحلول الصباغي مباشرة في المواضع التي يدور فيها القماش، بل يتم ضخه باتجاه النقاط التي يدور فيها الماء مثل موقع المبادل الحراري، وتتم الإضافة بهدوء وببطء قدر الإمكان وبخاصة مع الأصبغة الصغيرة الحجم الجزيئي.

٣ - العملية الصباغية:

٣-١- الصباغة بطريقة الحرارة العالية: تمتاز طريقة الحرارة العالية عن طريقة الضغط الجوي العادي بـ:

- تمكنا من تطبيق الأصبغة كبيرة الحجم الجزيئي وذات الثباتيات العالية.
 - زمن صباغة أقصر مع درجة استنزاف أعلى للأصبغة.
 - تجاوز مشاكل الكارير: غسلاً وبيئياً.
- لذا فإنها أكثر اقتصادية من طريقة الكارير، ومع ذلك فإن لتطبيقها معوقات عدة نجد من أهمها:
- تزيد كلف آلات الضغط العالي ٣٠-٤٠% عن آلات الصباغة بالضغط الجوي العادي.
 - يستلزم تشغيلها تجهيزات ضغط بخار عالي وثابت.



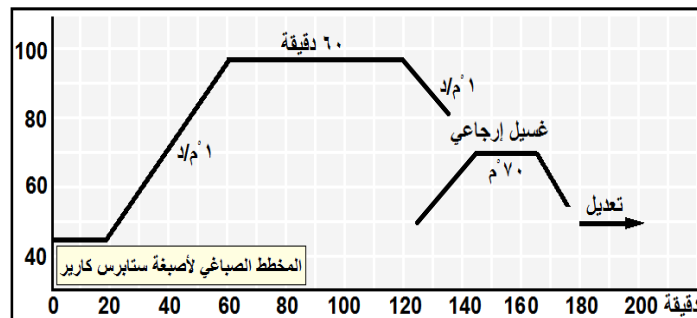
الشكل ١١: تطبيق حمام صباغة البولستر بطريقة الحرارة العالية

ولتطبيق عملية الصباغة بطريقة الحرارة العالية نبدأ برفع درجة حرارة الحمام حتى ٦٠-٧٠°م كما في الشكل ١١، ونضيف الحمض والمواد المساعدة المطلوبة ونتأكد من درجة الحموضة بحيث تكون 5-6 pH، وننتظر ١٠ دقائق نبدأ بعدها بضح 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 حرارة 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 لعوامل 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.

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 ١٠٠°م قبل التوقف.

ويُنصح أحياناً لبعض أنواع الخامات القابلة للتكسير أو الضعيفة الحياكة أو الخيوط أن نحاول العمل بشروط نخفض فيها درجة حرارة الحمام الصباغي دون ١٣٠°م بإضافة بعض الكارير.

٣-٢- الصباغة بطريقة الكارير: يمكننا بالاعتماد على الكارير تطبيق مجموعة كبيرة من الألوان بما فيها الأسود شرط استخدام أصناف أصبغة معينة وبثباتيات 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.



الشكل ١٢: تطبيق حمام صباغة البولستر بطريقة الكارير تحت الضغط الجوي العادي

وترتبط طريقة الصباغة بالكارير بشكل وميزات آلة الصباغة أولاً ونوعية خيوط ومواصفات الخامات المراد صباغتها ثانياً، ومع ذلك يمكننا توصيف طريقة العمل على الشكل الجانبي، إذ نرفع درجة حرارة الحمام حتى الدرجة ٦٠ م° كما في الشكل ١٢ ونضيف الحمض والكارير بعد استحلابه بماء دافئ والعوامل المساعدة المطلوبة وندور لمدة ١٠-٥ دقائق.

نتأكد من درجة الحموضة بحيث تكون pH:4-5 ثم نضيف محلول الصباغ المصفي ببطء وندور لمدة ١٠-٥ دقائق ونبدأ برفع درجة الحرارة بمعدل ١ درجة/دقيقة، ومنتظر 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 تتسلخ عن خيوط البوليستر بشروط درجات الحرارة العالية.

٣-٣- صباغة البوليستر بحمام قلوي: تمنحنا عملية الصباغة في وسط قلوي خفيف عدداً من الميزات، والتي من أهمها:

١. التخلص من مشكلة الأوليغوميرات وملمس خيوط أفضل.
٢. خواص سيولة أفضل للبوليستر وبالتالي تحسن خواص التسوية.
٣. خواص غسيل صباغ أفضل وتلوث أقل لآلة الصباغ وبالتالي سهولة التخلص من بقايا الأصبغة والأوساخ بعمليات الشطف والغسيل.
٤. تحسن خواص العملية الصباغية للخيوط غير كاملة إزالة مواد التنشيط.
٥. اقتصادية أعلى.

أما عن أهم مساوئها فيمكننا فنجد أن من أهمها:

١. مجال أصبغة ضيق.
٢. معظم الأصبغة المناسبة لهذه التقنية من نمط الانتراكينون بخواص ثباتية حرارية ضعيفة.
٣. إمكانيات تناسخ أضعف منها بالمقارنة مع الصباغة بالوسط الحمضي.

طريقة العمل: نبدأ بإضافة ما يلزم من الصباغ مع عامل مبعثر مثل ١ غ/ل سيتامول WS عند pH: 10.5 بإضافة هيدروكسيد الصوديوم، لننتهي بالحمام عند pH~ 7.5، ونستمر لمدة ٣٠ دقيقة عند ١٣٠ م°.

٤- 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 لعمليات الشطف 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 ١٥٠ م° الجافة لضمان التخلص من كامل آثار الكارير خاصة وباقي المواد المساعدة عامة، كي لا تتسبب بتراجع الثباتيات فيما لو بقيت حتى مرحلة التثبيت عند حرارة ١٨٠ م° فما فوق، إذ أن بقاياها عند الدرجة ١٨٠ م° فما فوق يسبب تراجعاً ملحوظاً في الثباتيات وخاصة على النور بسبب الهجرة الحرارية الناشئة والتي تعني هجرة أو انتشار معاكس للصباغ من عمق الخيوط إلى سطحها. ويتم الإنهاء عادة بعملية الغسيل الإرجاعي أو الغلي:

٤-١- الغسيل الإرجاعي: ويتم بمعالجة الأقمشة المصبوغة في حمام يحوي:

| بناء حمام الغسيل الإرجاعي للبوليستر بعد إنهاء الحمام الصباغي | | | |
|--|---------------|---------------------|------------------------|
| ١٥-٢٠ دقيقة / ٦٠-٧٠ م° | منظف أو تسوية | هيدروسلفيت الصوديوم | هيدروكسيد الصوديوم ٥٠% |
| | ١ غ/ل | ٢ غ/ل | ٢ غ/ل |

وهناك من ينصح بالمنظف اللاشاردي خاصة مثل شركة يورك شاير، وآخرون بغوازل الأصبغة الفعالة القادرة على ربط وحجز شوارد المعادن الثقيلة والأوليغوميرات " من نمط: البولي كربوكسيلات، البولي أكريلات، البولي فوسفونات " مما يرفع من كفاءات التثبيت الحراري عند ال- ١٨٠ م°.

عملية الغلي: ونلجأ لها عندما لا تكون هناك حاجة للغسيل الإرجاعي كما هو الحال عند الصباغة بدرجات الحرارة العالية مع أصبغة عالية الاستنزاف، إذ تتم المعالجة هنا لمدة ٣٠ دقيقة عند حرارة ٨٠ م° بوجود ١ غ/ل منظف مع ٢ غ/ل كربونات الصوديوم، ثم نشطف ونعدل.

وقد نلجأ لشطف أخير عند حرارة ٥٠-٥٥ م° للتأكد من تمام التخلص من بقايا حمام الصباغة وبقايا حمام الغسيل الإرجاعي على السواء .

٥ - 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 على الشكل المبين في الجدول ٤، إذ تظهر علامات انعدام أو ضعف التسوية بعدم تجانس اللون ما يستلزم حماماً جديداً مع ١٠-٢٠% من الصباغ وبدرجة حموضة 4-5: pH مع كاريير وعامل تسوية بحدود التراكيز التي تنصح بها كل شركة، فشرية كلارينت مثلاً تنصح بي: 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، ونرى في الشكل ١٣ طريقة اختبار فعالية عوامل إعادة التسوية: الجدول ٤

| معدلات رفع درجات الحرارة المناسبة لمعدلات دوران البضائع والمحلول بحسب BASF | | | | | | | | | |
|--|---|------|-----|------|-----|------|-----|-----|--|
| 6 | 5 | 4 | 3.5 | 3 | 2.5 | 2 | 1.5 | 1 | دوران المحلول : دورة/دقيقة |
| - | 2 | 1.75 | 1.5 | 1.25 | 1 | 0.75 | 0.5 | - | دوران البضاعة : رأس/دقيقة |
| 3.6 | 3 | 2.4 | 2.1 | 1.8 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | 0.6 | معدل رفع درجات الحرارة عند مجال الاستنزاف الأعظمي : درجة/دقيقة |

٦ - التعرية: يمكننا إجراء عملية تعرية بسيطة نخفف فيها من درجة عمق اللون بحمام يحوي كاريير وعامل تسوية وبدرجة حموضة 4-4.5: pH لمدة ١ - ٢ ساعة، أما التعرية الكاملة أو شبه الكاملة فتتم بحمام قلوي بوجود هيدروسلفيت الصوديوم والكاريير وعامل التسوية بتراكيز ثلاث من درجة عمق اللون ونوعية الأصبغة ودرجة حرارة وزمن التثبيت الحراري.

| تحديد فعالية عوامل إعادة تسوية | | | | | | | |
|---|--|--------------|--|---|--|--------------|--|
| طريقة المؤلف | | | | طريقة شركة كلارينت | | | |
| 1.5 ديسبرس أحمر + 0.5% ديسبرس أزرق 165 مثبت عند 180م / 30 ثانية | | | | 1.5% ديسبرس أحمر 152 مثبت عند 180م / 30 ثانية | | | |
| شروط التجربة : 60 دقيقة / 130م ، 5.5: pH | | | | شروط التجربة : 60 دقيقة / 120م ، 5.5: pH | | | |
| | | | | | | | |
| عامل إعادة التسوية من نمط الاسترات العطرية | | اللون الأصلي | | عامل إعادة التسوية من نمط الاسترات العطرية | | اللون الأصلي | |
| 2 غ/ل | | 1 غ/ل | | - | | - | |

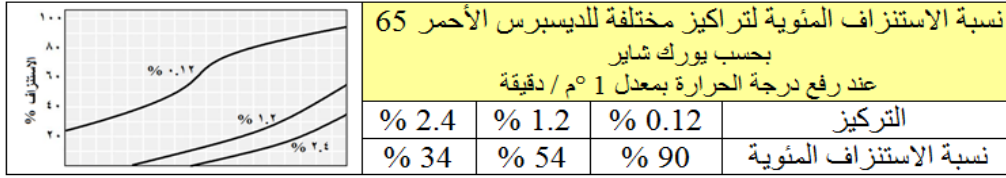
الشكل (١٣) : اختبار مواد إعادة التسوية

٧- اختيار الأصبغة: تنصح شركة باسف باعتماد أصبغة الديسبرس في الجدول التالي وفقاً للمواصفة المطلوبة:

| اختيار بعض الأصبغة لبعض التطبيقات بحسب توصيات BASF | |
|--|---|
| الألوان الفاتحة : تستحسن المجموعة E | أصفر 54 ، أحمر 50 ، أزرق 56 ، وقد نضطر للأورانجو 25 والأزرق 87 |
| الألوان الغامقة : تستحسن المجموعة S | أصفر 241 ، أورانجو 29 أو 30 ، أحمر 92 أو 167 ، فيوليت 35 ، أزرق 79 |
| الستائر والمفروشات : ثابتية على النور | أصفر 54 ، أورانجو 29 أو 30 ، أحمر 60 أو 60 أو 92 أو 167 فيوليت 35 ، أزرق 56 أو أزرق تركواز 60 |
| ألوان فاتحة للسيارات | أصفر 42 ، أحمر 91 ، فيوليت 35 ، أزرق تركواز 60 |
| ألوان غامقة للسيارات | أورانجو 29 أو 30 ، أحمر 167 ، أزرق 56 |

٨- نظام الاستنزاف " The V . Nember System "

٨-١- 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 مخطظه عند رفع درجة الحرارة بمعدل درجة واحدة في الدقيقة أنه وبالوصول لـ ١٢٠م تكون نسب الاستنزاف بحسب التركيز على الشكل :



و عندما نأخذ مزيجين لصبغاي السيرلين الأصفر والأزرق يكون مخطط الاستنزاف على الشكل:

| تباين نسب استنزاف صبغين بتغيير تركيزهما بحسب يورك شاير | | |
|--|----------|----------|
| الصبغ | الوصفة A | الوصفة B |
| سيرلين أصفر 3GL150% | 0.06 % | 0.05 % |
| سيرلين أزرق 3RLN | 0.4 % | 4.8 % |

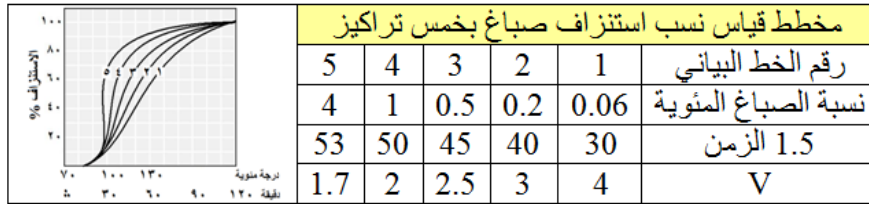
لذا فإنه يتوجب علينا معرفة مخططات الاستنزاف وفق مختلف التراكيز للأصبغة المستخدمة قبل مزجها بنسب معينة، مع الأخذ بعين الاعتبار بتأثيرات: درجة الحرارة، الزمن، نسبة الحمام، نوعية الخيوط، المواد المساعدة الداخلة في بناء الحمام الصبغى، تراكيز الأصبغة، وبعض الشروط الثانوية الأخرى.

٨-٢- قياس نسب الاستنزاف: تطبق عملية الصباغة على كل صبغ بشكل منفرد ووفق الشروط:

| شروط تجريبية قياس نسب الاستنزاف | | | | |
|---------------------------------|--------|----------|-----------------|-------------|
| العامل | النسبة | حمض الخل | عامل مبعثر سالب | نسبة الحمام |
| المعدل | % ٠,٣ | ١ غ/ل | ١ غ/ل | ٢٠/١ |

ونبدأ الصباغة عند الدرجة ٧٠ م° ونرفع درجة حرارة الحمام بمعدل درجة واحدة في الدقيقة وصولاً للدرجة ١٣٠ م° التي نستمر عندها ساعة كاملة، ونأخذ المساطر على التوالي ونقرأها على جهاز السبكتروفوتومتر، مع إعادة الصباغ لبقايا الحمام وقراءتها أيضاً، ونرسم الخط البياني الموافق لمعدلات الاستنزاف بأخذ القيمتين عند منتصف ونهاية الزمن لتحديد المكافئ V.

وتتم عملية القياس على عدة تراكيز لكل صبغ ونرسم خطوط الاستنزاف الموافقة وفق الشكل التالي:



٩- العوامل المسببة لتراجع الثباتيات:

- ١- عدم الغسيل الجيد قبل العملية الصبغية ما يعني وصول بعض زيوت عمليات الغزل أو الحياكة غير القابلة للاستحلاب في الحمام الصبغى ومنعها تغلغل الصبغ بشكل جيد بين السلاسل البوليميرية.
- ٢- اعتماد أصبغة صغيرة الحجم الجزيئي من النمط E، والتي تتراجع ثباتياتها عند تعرضها لحرارة الرام بسبب التباعد الحاصل بين السلاسل البوليميرية بفعل الحرارة الجافة وبالتالي اكتساب الجزيئات الصبغية لطاقة حركية تتسبب بخروجها وهو ما يسمى بالهجرة الحرارية.
- ٣- اعتماد أنواع تسوية ضعيفة الفعالية التنظيفية، وبالتالي لا يمكنها ربط ما تطرحه الخيوط عند الحرارة ١٣٠ م°.
- ٤- الغسيل السيء بعد إنهاء الحمام الصبغى: إذ يتوجب تطبيق نظام حمام الغسيل الإرجاعي الحمضي أو القلوي مع الأصبغة غير كاملة الاستنزاف كما هو حال صبغ الديسبرس الخمري BD "ديسبرس أحمر ١٣".
- ٥- إنهاء القماش مع مطريات ماكرو أو ميكرو أو نانو سيليكونية: إذ يتسبب استخدامها بتراجع الثباتيات لتغلغلها بين السلاسل البوليميرية وتزليقها ما يعني تمكن الجزيئات الصبغية من التحرك السهل عند أي معالجة حرارية بوسط مائي أو جاف لتصل إلى السطح وبالتالي تراجع الثباتيات جميعها وبخاصة على الغسيل والاحتكاك والتعرق.
- ١٠- مبادئ معالجة الأوليغوميرات والتراميرات في حمام الصباغة: غالباً ما تتداخل التريمرات الحلقية مع الأوليغوميرات مما يجعلها يتسببان بنفس القدر من المشاكل أثناء العملية الصبغية، 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 الصبغى تجري عند مراحل طور الحرارة العالية ١٣٠ م° فأكثر، وبخاصة عند ازدياد زمن هذا الطور بحيث تصل 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 ليبدأ بالترسب مع بدء طور التبريد على الحواشي وخطوط تكسير النسيج الدوار وبشكل ظاهر للعين المجردة، ويمكننا تجنب حدوث هذه الظاهرة بعدم السماح بترسب الأوليغوميرات أو التريمرات لأكثر من ١,٥% بالأخذ بالقواعد:

- 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.
- المحافظة على أعلى درجات تبعر الأوليغوميرات وخفض معدلات ترسيبها بإضافة بعض المواد المساعدة التي يمكنها ربط الأوليغوميرات أو إذابتها كعضض الحموض الكربوكسيلية أو استرات بولي غليكول إيتز الأغوال الدسمة، بعض مشتقات كلور الايتيلين، بعض أنواع الايتوكسيلات، وأخيراً بعض مشتقات مركبات الأمونيوم الربعية التي تستخدم عادة لتنظيف الآلات.
- منع نموها وتضخمها أثناء مرحلة التبريد بإجراء عملية تفريغ الحمام بحقن الماء الساخن أيضاً، أو محاولة تفريغ الحمام على الساخن أيضاً وتحت الضغط إن كانت صمامات الآلات وأوعية التمديد فيها تسمح بذلك.
- إجراء حمام غسيل إرجاعي بوجود عامل فعال سطحياً وهيدرو سلفيت الصوديوم " أو ما يقوم مقامه " مع الصود الكاوي عند الدرجة ٨٠°م، ليتبعه شطف بارد وحمام تحميض مناسب.
- إضافة بعض المطريات اللاشاردية أو الشاردية السالبة أو مضادات التكسير المزلفة لتلطيف دوران النسيج في الحمام.
- إجراء عمليات تنظيف دورية لآلات الصباغة بغليها تحت الضغط وبإضافة بعض المذيبات أو مركبات الأمونيوم الربعية للتخلص من الأوليغوميرات والتريمرات المترسبة في حمام:

| بناء حمام التنظيف الدوري لآلات الصباغة بحسب BASF | |
|--|--|
| الجرعة | المادة |
| ١-٢ 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 |

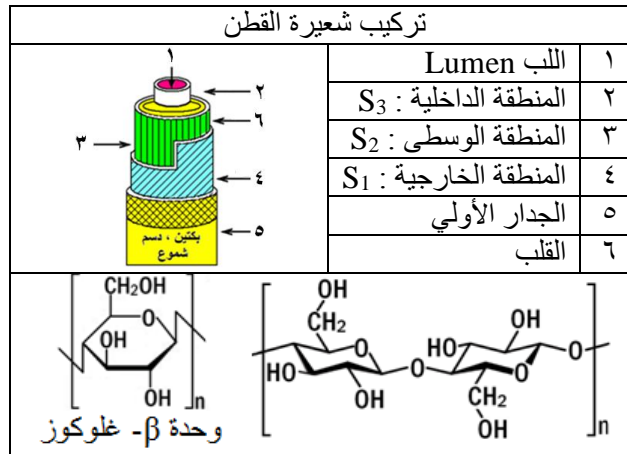
تطبيق الأصبغة الفعالة على الألياف السيليلوزية

تركيب الألياف القطنية

بنية القطن: تتألف الألياف القطنية من شعيرات متطولة وحيدة الخلية، وللشعيرات نهايات علوية مستدقة وسفلية " حيث اتصالها بالبذرة " مفتوحة، ولا يتم فصل الشعيرات عن بذورها إلا عبر عمليات الحلج. وتتميز بنية الألياف القطنية كما يظهر في الشكل ١ بطبقات متحدة المركز تعرف باللب Lumen وطبقة خارجية هي القشرة التي تتألف أساساً من الشحوم والبكتين والشمع، ويتوضع تحت القشرة الجدار الأولي السيليلوزي التركيب والذي تتشابه أليافه بصورة متصالبة، ويليه الجدار الثانوي والذي يتألف من ثلاث طبقات سيليلوزية:

- طبقة رقيقة جداً وذات اتجاه حلزوني وبزاوية ميل تبلغ ٢٠-٣٥ درجة .
- طبقة ذات اتجاه حلزوني بذات ميل أقل: ٢٠-٣٠ درجة .
- منطقة لا يمكننا تمييزها إلا عند الأقطان الشديدة النضوج، ونجدها مجاورة لبطانة اللب وتتألف من أملاح معدنية، وبروتينات مشتقة من جفاف عصارة الخلية على العكس من الطبقتين الأولى والثانية المكونتين من السيليلوز.

يوجد في اللب الأصلي الكامل النضوج حوالي ٨٠-١٢٠ التفاف في السنتيمتر الواحد، ويزيد عددها بالأصناف الجيدة منها عن الألياف الرديئة، ولا بد من احتواء القطن على بعض الخلايا غير المكتملة النمو ما يجعل من التوائها معدوماً أو قليلاً بحسب درجة النضوج، لذا يكون جدارها رقيقاً ولبها منخفض مما يجعلها أليفاً ميتة، ويعود عدم نضوج الخلايا أو موتها لأسباب كثيرة تتعلق بشروط الزراعة تربةً ومناخاً وزراعة وقطف. ويتألف السيليلوز من وحدات بناء أساسية هي الجلوكوز الذي يرتبط ببعضه البعض عبر جسور أكسجينية على الشكل ١٤، وقد بينت الدراسات الحديثة أن الوزن التقريبي للسلسلة يعادل ١,٥٨٠,٠٠٠ أي ما يقارب ١٠,٠٠٠ وحدة جلوكوز:



الشكل ١٤: بنية السيليلوز: لاحظ التناوب في توضع زمري الهيدروكسيل الثانويين

وهكذا يمكننا جدولاً تركيب القطن وفق الجدول ٥ ومحتواه من الشوارد المعدنية في الجدول ٦.

| تركيب القطن الخام | | عن: الألياف النسيجية والصباغة | |
|--|---|-------------------------------|--|
| عن: BASF seminar: Damascus 7 & 8/12/1992 | | عن: سيليلوز | |
| 88-96% | سيليلوز | 85% | سيليلوز |
| 0.7-1.2% | بكتينات: حموض بولي غالكتورميك وأملحها مع شوارد الكالسيوم والمغنيزيوم والحديد Poly galacturmic acids | 0.5% | زيوت وشموع، غليسيريدات سهلة ومتوسطة وصعبة وغير قابلة للتصبين |
| 0.4-1.0% | شموع، أغوال دسمة C_{24} - C_{30} استرات "كولسترول"، فحوم هيدروجينية | 5% | بروتينات، بكتوز مواد ملونة طبيعية |
| 0.7-1.6% | أملاح الكالسيوم والمغنيزيوم واليوتاسيوم والصوديوم | 1% | أملاح معدنية |
| 1.1-1.9% | بروتينات: حموض أمينو كربوكسيلية | 8% | ماء |
| 0.5-1.0% | مركبات عضوية: أوليغوميرات، حموض عضوية | | |

تحليل لبعض الأقطان العالمية : ICI Seminar: Aleppo 1992

ملغ معدن / كغ قطن " ج.م.م = p.p.m "

| Mn | | Cu | | Fe | | Mg | | Ca | | السنة | المصدر |
|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|-------|-------------------|
| غ/١٠٠ كغ | p.p.m | غ/١٠٠ كغ | p.p.m | غ/١٠٠ كغ | p.p.m | غ/١٠٠ كغ | p.p.m | غ/١٠٠ كغ | p.p.m | | |
| 3 | 30 | 0.6 | 6 | 31.3 | 313 | 111.9 | 1119 | 271.1 | 2711 | 1985 | باران كونشال |
| 1.7 | 17 | 0.3 | 3 | 8.2 | 82 | 73.6 | 736 | 168.8 | 1688 | 1987 | |
| 1.7 | 17 | 0.4 | 4 | 13.2 | 132 | 92.2 | 922 | 119.7 | 1197 | 1985 | بارانا ليمي |
| 1.3 | 13 | < 1 | < 1 | 20.5 | 205 | 76.2 | 762 | 197.7 | 1677 | 1987 | |
| 1.3 | 13 | | < 1 | 7.2 | 72 | 86.3 | 863 | 94.5 | 944 | 1985 | |
| 0.7 | 7 | | < 1 | 3.9 | 39 | 56.5 | 565 | 59 | 590 | 1987 | |
| < 1 | < 1 | | < 1 | 1.2 | 13 | 33.4 | 334 | 54 | 540 | 1983 | |
| 1 | 10 | - | - | 25.2 | 252 | 80.8 | 808 | 110 | 1100 | 1988 | كولومبيا |
| 0.6 | 6 | 0.3 | 3 | 11.2 | 112 | 56.7 | 567 | 132 | 1320 | 1986 | الاتحاد السوفياتي |
| 1.1 | 11 | 0.2 | 2 | 12.3 | 123 | 98.7 | 987 | 173.4 | 1734 | 1987 | |
| 2.6 | 26 | 0.3 | 3 | 18.7 | 187 | 105.5 | 1055 | 188.8 | 1888 | 1989 | |
| 0.9 | 9 | - | - | 8.9 | 89 | 61.7 | 617 | 79.1 | 791 | 1988 | السودان |
| 1 | 10 | - | - | 30 | 300 | 91.2 | 912 | 94.7 | 947 | 1989 | |

تحليل لخمسة عينات قطن سوري من CHT لصالح المصبغة الفنية بدمشق

| Fe | | Mg | | Ca | | البارامتر |
|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------------|
| غ/١٠٠ كغ | p.p.m | غ/١٠٠ كغ | p.p.m | غ/١٠٠ كغ | p.p.m | |
| ١,٥ | ١٥ | ٦١,٧ | ٦١٧ | ٧١ | ٧١٠ | العينة الأولى |
| ٣,١ | ٣١ | ٥٤ | ٥٤٠ | ٩٢ | ٩٢٠ | العينة الثانية |
| ١,١ | ١١ | ٥٧ | ٥٧٠ | ٦٠ | ٦٠٠ | العينة الثالثة |
| ١,٣ | ١٣ | ٥٥ | ٥٥٠ | ٧٠ | ٧٠٠ | العينة الرابعة |
| ١,٩ | ١٩ | ٤٦,٥ | ٤٦٥ | ٧٥,٥ | ٧٥٥ | العينة الخامسة |

ويصعب علينا تقدير الفاعلية الكيماوية للسيليلوز بدقة لاحتوائه مجموعة هيدروكسيل أولية ومجموعتين ثانويتين أقل فاعلية، وتسبب هذه المجموعات الثلاث:

- أ - إعاقة فراغية مع المجموعات المتفاعلة.
ب - استبدال مجموعة هيدروكسيل واحدة يؤثر على فاعلية المجموعات الأخرى.
ويمكننا إجمال تفاعلات السيليلوز وفق الجدول ٧:

الجدول ٧: أبرز تفاعلات السيليلوز

| أبرز تفاعلات السيليلوز | | |
|--|---|--|
| العامل المؤثر | شروط العمل | النتيجة |
| الحموض المعدنية الممددة | حسب نوع وتركيز الحمض ودرجة الحرارة | تراجع مقاومة الألياف للشد وارتفاع القدرة الإرجاعية لنتاج الحلمهة الأدهيدي |
| | عند درجة حرارة الغليان | حلمهة السيليلوز وصولاً للغلوكوز وتشكل الهيدروسيليلوز |
| حمض الكبريت المركز | على البارد | ذوبان السيليلوز وتشكل الهيدروسيليلوز |
| حمض الأزوت | المركز البارد | انكماش السيليلوز وازدياد قوة الشد مع ارتفاع قابليته للصبغة لتشكل أوكسي السيليلوز وصولاً لتشكل حمض الأوكساليك |
| القلويات المعتدلة مثل كربونات الصوديوم | بمعزل عن الهواء وبدرجات الحرارة المنخفضة أو العالية | لا يتأثر |
| | بوجود الأكسجين | تخرب القطن لتشكل أوكسي السيليلوز |
| القلويات القوية مثل هيدروكسيد الصوديوم | عند الغليان وبتركيز ٢% وبمعزل عن الأكسجين | لا يتأثر |
| | المركزة | تنتابن بحسب التركيز ودرجة الحرارة، وتعتبر أساس عمليات التحجير (المرسرة) |
| الماء | النقع | انتفاخ الشعيرات " دون التأثير كيماوياً " ويزول مع الجفاف |
| الحرارة | التسخين الجاف حتى ١٥٠ م | لا يتأثر |
| | استمرار التسخين | التلون باللون البني دون تلف |
| | حرارة عالية بوجود الأكسجين | تشكل أوكسي السيليلوز وبخاصة بوجود شوارد معدنية كالنحاس |

التجهيز الأولي للألياف القطنية

تشمل عمليات التجهيز الأولي للألياف القطنية عمليتي:

١. إزالة النشاء: في حال وجود مواد تنشئية.

٢. عمليات الغلي: لإزالة شوائب القطن الطبيعية والصناعية.

١ - إزالة النشاء: تضاف مواد التنشئية عادة بنسبة ٤ - ١٢% وزناً بقصد رفع متانة الألياف بحدود ٢٠% بما يمكننا من رفع احتمالها لإجهادات النسيج، ويتوجب علينا أن نأخذ التخلّص من جميع النشاء كونه يمنع تبلل القطن، ولما كان النشاء مقاوماً للحلل بالمنظفات العادية فإننا نلجأ لإحدى الطرق الثلاث التالية:

١-١- طريقة التحليل بالأنزيمات: وتتم بإمرار النسيج بحوض يحوي ١،٠ - ٢ غ/ل أنزيم " بحسب تركيز الأنزيم تجارياً " وبوجود مبلل مناسب عند حرارة ٥٥-٦٠ م° ولمدة ٣٠-٦٠ دقيقة، نتبعها بغسيل جيد بالماء الساخن أو بالغلي مع الصودا آش " كربونات الصوديوم " .

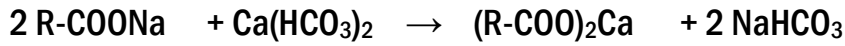
١-٢- طريقة التحليل القلوية: وتتم بغلي القطن بمحلول ٢% بهيدروكسيد الصوديوم لتحويل النشاء لسكريات ذوابة بالماء.

١-٣- طريقة التحليل الحمضية: وتتم بغلي النسيج بمحلول ٠,٥ - ١% حمض كبريت أو حمض كلور الماء لعدة دقائق لتحويل النشاء لسكريات ذوابة بالماء، ويعيب هذه الطريقة تأثيرها على الألياف السليلوزية وخاصة ألياف الحدف غير المنشأة. لذا فإن الأجدى أن تتم المعالجة بحمض كلور الماء بتركيز ١-٢ غ/ل بحرارة ٤٠ م°/٣٠ د.

٢ - عمليات الغلي: وتهدف كما ذكرنا لإزالة شوائب السليلوز الطبيعية والصناعية عبر عملية الغلي بمحلول الصود الكاوي لتحويلها إلى مواد ذوابة يمكننا إجمالها بـ:

- تصبين الدهون والشموع.
- تحويل المواد البروتينية والأزوتية لمركبات عضوية ذوابة بالماء.
- تحويل البكتين لألاح ذوابة، والبواقي النشوية لسكريات ذوابة.
- التخلّص من الأوساخ المتماصّة ميكانيكياً مع النسيج.

ومن الضروري تبريد الحوض أو تمديده بماء ساخن قبل تفرّغه منعاً لترسب أي من منتجات عملية الغلي، واستخدام ماء طري منعاً لتشكّل الصابون الكلسي الذي يعيق عمليات القصر أو الصباغة اللاحقة.



بيكربونات الكالسيوم زيتات الكالسيوم بيكربونات الصوديوم
قساوة الماء الصابون الطبيعي صابون غير ذواب

٣- قصر الألياف السليلوزية: تهدف عملية القصر لتفكيك وإذابة وتصبين المركبات المرافقة للسليلوز والتي تكسبه لونه الخام المصفر وتمنع بلله بالماء، لذا فإنه يمكننا استعراض أهم مكونات حمام القصر على الشكل:

١- مضادات الرغوة: في حال اعتمادنا مواد بناء رغوية.

٢ - عوامل التحلية ومثبتات الأكسجين: وتضاف لربط شوارد الكالسيوم والمغنيزيوم وشوارد بعض المعادن الثقيلة وبخاصة الحديدي والنحاس. ذلك لأنه وبرغم اعتمادنا الماء الطري فإن هذه الشوارد تتأتى من:

- المبادلات الشاردية: كونها تبادلت شوارد الصوديوم بشوارد الكالسيوم والمغنيزيوم عبر الريزينات الخاصة بالتبادل الشاردي ودون أن تتعرض للشوارد المعدنية الأخرى، بل وعلى العكس من ذلك فإنها ترمي في الماء المحلى بمثل هذه الشوارد السامة بسبب استخدامنا لأصناف الملح الرديئة والحاملة للكثير من الشوائب علاوة عن التراب والرمل.

- القطن الخام: إذ أشارت شركة باسف BASF في دراسة لها عن تركيب القطن الخام عبر بعض المعالجات فكانت وفق ما يبيّنه الجدولان ٨ و ٩:

الجدول ٨

| محتوى القطن الخام من الرماد | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------|--------|--------------------|-----------|--------------------|-----------|-----------------|--|
| الشارسبة الشارجية % | أكسيد الحديد | | كربونات البوتاسيوم | | كبريتات البوتاسيوم | | كلور البوتاسيوم | |
| | الأمونيوم | الحديد | البوتاسيوم | الكالسيوم | البوتاسيوم | الكالسيوم | | |
| 5 | 3 | 44.8 | 10.6 | 9.3 | 0.9 | 8.4 | 9.9 | |

| محتوى القطن الخام وبعد بعض المعالجات من بعض الشوارد المعدنية بحسب BASF | | | |
|--|------------|-----------|----------------------------------|
| ١٠٠/كغ قطن " p.p.m " | | | القطن |
| الحديد | المغنيزيوم | الكالسيوم | |
| 32 | 590 | 900 | القطن الخام |
| 27 | 210 | 510 | بعد إزالة النشاء |
| 26 | 270 | 500 | بعد الغلي |
| 22 | 160 | 350 | إزالة النشاء مع الغلي |
| 10 | 40 | 100 | إزالة النشاء مع المعالجة الحمضية |
| 12 | 70 | 300 | إزالة النشاء مع القصر |
| 10 | 60 | 140 | إزالة النشاء مع الغلي والقصر |

٣ - المواد الفعالة سطحيًا: وتشمل المبيدات والمنظفات ومزيلات الزيوت ومضادات التكسير.

٤- الماء الأكسجيني: أو العامل المؤكسد البديل عند الحاجة.

٥- العامل القلوي: ويضاف لأغراض عدة من أهمها:

- تصيبين مجموعة الزيوت والشموع والجليسريدات القابلة للتصين.
- تأمين الوسط القلوي اللازم لتفكك الماء الأكسجيني.
- رفع القدرة التنظيفية لبعض العوامل الفعالة سطحيًا التي تزداد فعاليتها في الوسط القلوي عنها في الوسطين الحمضي والمعتدل.

وتجري عمليات القصر عادةً بالماء الأكسجيني عند درجة حرارة الغليان وتحت الضغط الجوي العادي، وإن كان يميل بعضهم لإجرائها تحت الضغط " عند حرارة ١١٠ م° " اختصاراً للزمن.

ويتكامل عمل مكونات حمام القصر السالفة الذكر في تفاعلها مع شوائب السيليلوز على الشكل:

السيليلوز: يتخرب بسبب التوجه الخاطئ لتفكك الماء الأكسجيني بوجود شوارد الحديد خاصة وشوارد المعادن الانتقالية عامة، ما استوجب إضافة مثبتات الأكسجين وعوامل التحلية منعاً لهذا التخرب وبالتالي حفظ القطن من الانعكاسات السلبية التي تؤدي لتراجع في:

١. قدرة القطن على امتصاص المواد والأصبغة في المراحل اللاحقة.

٢. الليونة بما يؤدي لتراجع في تسوية العملية الصباغية.

٣. البريق ولمعان النسيج عند صباغته.

الزيوت والشموع والدهون: يزول بعضه باستحلابه بالعامل المنظف، ويتصبن بعضه عند بداية الحمام وبعضه بمراحل الحمام الأخيرة، ويتأكسد الباقي بالماء الأكسجيني متحولاً لمركبات ذوابة أو قابلة للاستحلاب.

البروتينات والبكتينات والشوائب الملونة: يتصبن معظمها بالعامل القلوي ويستحلب بالماء، ويتفكك بعضها الآخر بالأكسدة ليصبح ذواباً بالماء.

الأملاح المعدنية: يتم عزلها بفعل عوامل التحلية ومثبتات الماء الأكسجيني بعد انحلالها وتشردها بالماء.

وتعزو شركة باسف ٧٠% من أخطاء العمل لمرحلة المعالجات الأولية، إذ أنها تؤكد أن أهم ما تتسبب به سوء

الأخطاء الأولية: تشكل البقع، التخرب الواسطي، تراجع معدلات السيولة، تراجع معدلات الامتصاص، تباين اللون فيما بين حاشيتي القماش، تموج اللون أو عدم التجانس Moire.

٤- التبييض بالماء الأكسجيني: يُعتبر الماء الأكسجيني حمضاً ضعيفاً، لذا نجده ثابتاً في الوسط الحمضي ومتوسط الثبات في الوسط المعتدل، وغير ثابت في الوسط القلوي وبخاصة عند درجات الحرارة العالية، ويصل لأعلى درجات تفككه عند pH: 11.5-13، لذا فإنه يخزن بوسط حمضي عند pH: 1-3 (غالباً بإضافة حمض الفوسفور إليه) وبدرجة حرارة الغرفة. ونرى في الجدول ١٠ أهم خواص الماء الأكسجيني:

الجدول ١٠

| مقارنة بين أهم خواص الماء الأكسجيني والماء العادي وبعض المعلومات عن الماء الأكسجيني | | |
|---|----------------------|--|
| الماء العادي | الماء الأكسجيني ١٠٠% | الخاصة |
| 18.016 | 34.06 | الوزن الجزيئي |
| 0.9168 | 1.643 | الكثافة في الحالة الصلبة : غ/سم ^٣ |
| 0.99704 | 1.4425 | الكثافة في الحالة السائلة : غ/سم ^٣ |
| 72.583 | 80.4 | التوتر السطحي عند ٢٠ م° : دينة/سم ^٣ |
| 100 | 150.2 | نقطة الانصهار : م° |

ويعتبر الماء الأكسجيني مؤكسداً ضعيفاً بالمقارنة مع المؤكسدات القوية مثل الهيبوكلوريت، إلا أنه يعطي الأكسجين بسهولة مع انتشار حرارة وفق مجموعة التفاعلات المبينة في الجدول ١١:

الجدول ١١: إحدى احتمالات آلية تفكك الماء الأكسجيني

| المرحلة | التفاعل |
|---|--|
| تفكك ذاتي | 1) $H_2O_2 \rightarrow H_2O + (O) + K \text{ cal}$ |
| 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) $2 H_2O_2 \rightarrow 2 H_2O + O_2$ |

وترينا 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 ذلك فعلينا الحذر من المبالغة في إضافة القلوي حرصاً على متانة الخامة وتشكل أوكسي السيليلوز. ومن الضروري الإشارة هنا إلى أن سرعة تفكك الماء الأكسجيني تتضاعف كلما ارتفعت درجة الحرارة عشرة درجات مئوية.

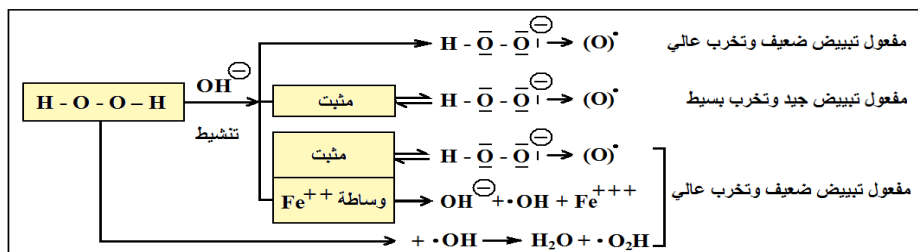
وبرغم أهمية إضافة القلوي لحمام التبييض لتنشيط تحلل الماء الأكسجيني وفق المعادلة ٢ ومنع تكون الأكسجين الجزيئي كما في المعادلة ٥ فإنه يتوجب علينا الاعتدال بإضافة القلوي تجنباً لارتفاع سرعة التفكك وبالتالي سرعة تكوين الأكسجين الذري ما يؤدي بالنهاية لانطلاقه السريع وقبل الاستفادة من معظمه من جهة، وحرصاً على متانة الخامة من جهة أخرى كما سبق وذكرنا، ويعرض لنا الجدول ١٢ أهم الخواص التطبيقية للماء الأكسجيني واللازمة للتعامل معه في المصانع.

الجدول ١٢: بعض أهم الخواص التطبيقية للماء الأكسجيني

| $H_2O_2 = H-O-O-H: M.N = 34.06$ | | | | الصيغة والوزن الجزيئي |
|---------------------------------|-------|-------|-------|------------------------|
| سائل ضاوي عديم اللون | | | | المظهر |
| نسبة الماء الأكسجيني وزناً | | | | الخاصة |
| 50 | 35 | 30 | 27.5 | |
| 1.195 | 1.131 | 1.114 | 1.101 | الوزن الجزيئي : ٢٠ م |
| - 52 | - 34 | - 27 | - 22 | نقطة التجمد : م |
| 500 | 350 | 300 | 275 | محتوى الماء الأكسجيني |
| 598 | 396 | 334 | 302 | غ/كغ |
| 235 | 165 | 141 | 129 | غ/ل |
| 281 | 186 | 157 | 143 | الأكسجين الفعال : غ/كغ |
| | | | | الأكسجين الفعال : غ/ل |

وقد وُجِدَ أن إضافة سيليكات الصوديوم تحد من سرعة تفاعلات التفكك في الوسط القلوي، لذا فقد تم اعتمادها كعامل تثبيت لحمام القصر بوجود شوارد المغنيزيوم لأن سيليكات المغنيزيوم هي عامل التثبيت الأصل، ولكن ونظراً لمساوئ عدة ظهرت بتطبيق السيليكات بحثت الشركات عن بديل مناسب يقوم مقامها وتساعد على: ١. تكوين مركبات بسيطة نشطة.

٢. تنشيط عملية تكوين الجذور النشطة وربطها لكبح التفاعل التسلسلي لتحلل الماء الأكسجيني. وهكذا اعتمدت بعض الزمر مثل: حموض البولي كربوكسيليك، بولي الفوسفونات، بولي الأكريلات، ألكان الفوسفونات، بعض الأملاح العضوية الخالية من الهالوجينات، بعض الأملاح اللاعضوية. وقد طرحت شركة BASF التفاعلات المحتملة لتفكك الماء الأكسجيني كما في الشكل ١٥:



الشكل ١٥

ونرى في الجدول ١٣ بعض عوامل التحلية ومثبتات الأكسجين التجارية:

الجدول ١٣: بعض مثبتات الماء الأكسجيني التجارية

| بعض مثبتات الماء الأكسجيني التجارية | | | | |
|-------------------------------------|----------|--|----------|---|
| المادة | الشحنة | الفعالية | الشركة | التركيب الكيميائي |
| بريستال DS | سالب | مثبت أكسجين صديق بيئة | Dr.PETRY | حمض كربوكسيلي |
| بريستال EPJ | سالب | مثبت أكسجين للجت بخواص تبليل ممتازة | | ألكان فوسفونات مع إيتوكسيلاات أغوال دسمة |
| بريستال BFL | سالب | مثبت أكسجين ومبيل ومبعر للتبييض بالطرق نصف المستمرة | | ألكيل فوسفات |
| ريكوستيب OKB | سالب | مثبت أكسجين بطريقة الباد على البارد والمستمرة ونصف المستمرة للظن ومزاجه | Rudolf | ألكيل فوسفونات مع أملاح عضوية ولا عضوية |
| كونتافان NLB | سالب | للتبييض بالماء الأكسجيني في وسط معتدل بخواص تحلية لربطه مسببات القساوة | CHT | مركبات فوسفاتية مع منشطات آزوتية |
| ريدوزين UKN | سالب | غاسل ومبعر ممتاز، مثبت أكسجين ممتاز وضعيف الرغوة ولا حاجة لإضافة السيليكات | Z&S | إيتوكسيلاات أغوال دسمة، ألكيل أريل سلفونات، مركبات فوسفورية عضوية |
| سابوفيكس RF | لا شاردي | مثبت أكسجين، منظف ومبعر ومضاد تكسير | SAPO | استرات حموض فوسفورية |
| سيرافيل 500 | لا شاردي | مطري ومبعر وتسوية، مثبت أكسجين بخواص نظرية لحمام القصر | Dr.Bohme | استرات أميدية لحموض دسمة فوسفورية |

المبيضات الضوئية

Optical brighteners "Fluorescent brighteners"

تمتص أنواع الخامات السليلوزية ومنها القطنية بعضاً من الضوء المرئي وخاصة في مجال طول الأمواج ٤٠٠ - ٥٠٠ نانومتر لاحتوائها على الكيراتين وبعض الأصبغة الأخرى ما يتسبب بتلونها باللون الأصفر البني، ويمكننا تعديل هذا اللون بتزريق الخامات بالأصبغة الزرقاء ليميل لونها أنثذ باتجاه الظل الرمادي الأقل بياضاً. لذا فقد بدأ البحث عن المبيضات الضوئية أو المركبات المفطورة التي يمكنها امتصاص الضوء في مجال ٤٠٠ - ٤٨٠ نانومتر وبالتالي يمكنها تعديل اللون الأصفر ودون أن يكون لها القدرة على امتصاص أي ضوء مرئي، لذا فإن تأثيرها يظهر عند امتصاصها الإشعاع فوق البنفسجي وفي مجال ٣٥٠ - ٣٧٥ نانومتر وانعكاس عند ٤٢٠ - ٤٤٠ نانومتر ليمنحنا أعلى درجة بياض ممكنة وباتجاه الأبيض المزرق.

المجموعات الكيماوية الرئيسية للمبيضات الضوئية: يمكننا عملياً تصنيف المبيضات الضوئية في مجموعات ست:

١. المركبات ذات الزمرة الواحدة أو الزمرتين من الستيلين .
٢. مشتقات الايتيلين مع متبقيي زمريتين عطريتين متغايرتين أو عطريات متغايرة مع متبقي عضوي.
٣. مشتقات الكومارين.
٤. مشتقات البيرازولين.
٥. مركبات النفثاليميد.
٦. مركبات عطرية مرتبطة بخواتم عطرية متغايرة كربط حلقات التيوفين والفوران بخواتم البنزوكسازول.

ونرى في الجدول ١٤ أهم المبيضات الضوئية لشركة الدكتور بترى:

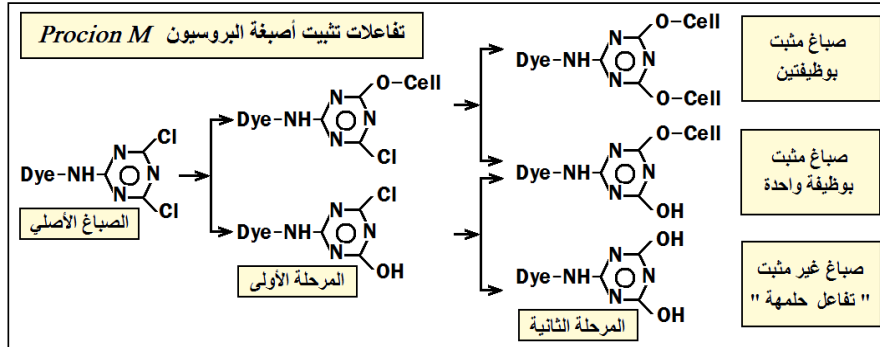
الجدول ١٤: المبيضات الضوئية لشركة الدكتور بترى " Optical brighteners " Fluorescent brighteners"

| المبيضات الضوئية لشركة الدكتور بترى " Dr.PETRY " | | |
|--|--|-------------------|
| التركيب والشحنة | الخواص | بيري بلانك |
| سالب | للسليلوز والصوف والنايلون، عالي الألفة، زرق، ثابت تجاه العوامل المؤكسدة والمرجعة | BA Conc |
| | للسليلوز والصوف والفيسكوز والليوسيل، زرق، ثابت تجاه العوامل المرجعة | BA. B Liq |
| | للسليلوز والصوف والفيسكوز، منخفض الألفة " للباد"، حمر، ثابت تجاه الحموض والأملاح ورزينات الإنهاء حتى pH: 1 | BN Liq |
| | للسليلوز والنايلون والصوف، شديد الزرق، متوسط إلى شديد الحساسية تجاه الماء الأكسجيني، ثابت تجاه العوامل المرجعة | BO Liq |
| | للسليلوز، منخفض إلى متوسط الألفة، زرق، للتبييض بالبيروكسيدات بالطرق المستمرة، وللمتقطعة بوجود ملح غلوبر | BU Conc BU Liq |
| لا شاردي | للبوليستر، يلائم طرق الاستنزاف عند ٩٨-١٣٠م، وللترموزول حتى ٢١٠م | PES Liq |
| سالب | للسليلوز، منخفض الألفة، حمر إلى حيادي، للطرق المستمرة | RBU Conc |
| | ثابت لشروط الإنهاء بالرزينات حتى حموضة تزيد عن pH: 3.5 | RBU Liq |
| سالب | للسليلوز، عالي الثبات في أحواض التبييض بالإرجاع | SA Liq |
| موجب | للبولي أكريلونتريل، حمر ولامع، عالي الفعالية، ثابت تجاه الكلوريت | PAC Liq |

صباغة القطن بالأصبغة الفعالة

يعتبر راتي وستيفن من شركة ICI الانكليزية أول من اكتشف الأصبغة الفعالة كيميائياً عام ١٩٤٥ بإيجادهما 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.

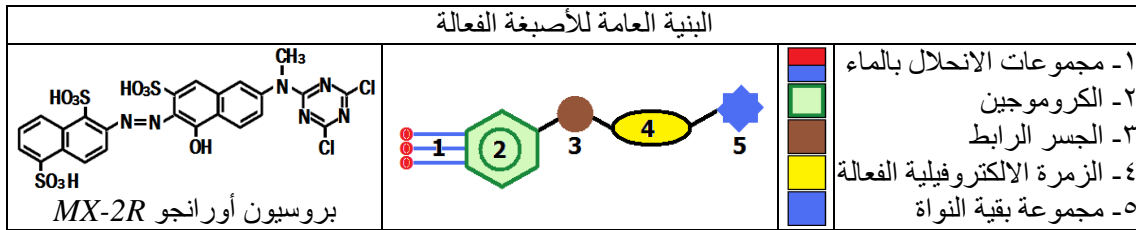
وتتميز مجموعة الأصبغة الفعالة كيميائياً بثباتياتها العالية تجاه الضوء والغسيل و.. ، ومن أهم مساوئ أصبغة البروسيون التفاوت في فاعلية ذرتي الكلور، فالأولى ذات فعالية عالية تمكنها من الارتباط السهل بالهيدروكسيل السيليلوزي، في حين تتعرض الثانية لانخفاض فعاليتها لاحتمال تفاعلها مع الماء ولتحصل على خمسة منتجات تفاعل فيما بين الصباغ والسيليلوز والماء وعلى الشكل ١٦ :



الشكل ١٦

وتعرف هذه المجموعة باسم البروسيون M التي تتميز بفعاليتها العالية جداً بما يؤهلها لدرجة حرارة تطبيق ٤٠ م°، ولكن ولما كانت سترافقها عمليات حلمهة في هذه الشروط فقد سعى علماء الشركة لتطوير هذه المجموعة بالبحث عن بديل ذي شروط تطبيق أصعب بحيث يمكننا السيطرة على تفاعلاتها بصورة أكبر، وأمكن 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.

١- **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 ١٧ تفصيلاً لبنية الصباغ:



الشكل ١٧: البنية التفصيلية لأصبغة أزو الفعالة

ومن أهم المجموعات الالكتروفيلية النشطة للأصبغة الفعالة نجد مجموعات التفاعل بـ: الاستبدال، الضم، الروابط العرضية.

١-١-١-١ **مجموعات التفاعل بالاستبدال:** وتتكون من خمسة أنواع:

١-١-١-١-١ **مجموعة التريازينيل ومشتقاتها:** وهي التي مرت معنا آنفاً بنوعيتها H&M، وتشتق عادةً من مجموعات الأزو والأنتراكينون والفتالوسيانين وعلى الشكل:

- الألوان الزرقاء الزاهية: مجموعة الأنتراكينون.
- لون التركواز الزاهي: مجموعة الفتالوسيانين.
- باقي الألوان: مجموعة الأزو.

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

تتميز مجموعة أحادي كلور التريازينيل عن مجموعة الثنائي بنباتها 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.

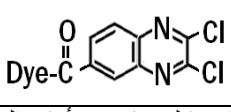
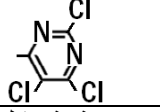
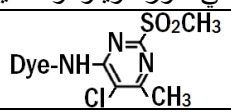
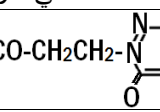
١-١-٢- مجموعة ثلاثي كلور البريميدين: وكانت هذه المجموعة حصيداً لأبحاث لاستبدال حلقة التريازين بحلقة بديلة مهلجنة هي حلقة البريميدين، وقد ظهرت الأبحاث تحت الاسم التجاريين: رآكتون لشركة سييا، ودرمارين لشركة ساندوز، وبما أن هذه المجموعة أقل نشاطاً من مجموعة كلور التريازينيل فإنها تستلزم شروط تطبيق أصعب، فاستخدمت في الصباغة والطباعة المستمرة على الساخن.

١-١-٣- مجموعة ثنائي كلور كوينو أوكساليك: ظهرت هذه المجموعة تحت اسم ليفافيكس Levafix E لشركة باير، وتحتوي مجموعة ثنائي كلور أوكساليك التي ترتبط بالكروموفور عن طريق مجموعة كربونيل، وتتميز عموماً بتوسط فعاليتها بين أحادي وثنائي كلور التريازينيل، ما يُمكننا من تطبيقها عند الدرجة ٤٠ °م، إضافة لثباتها تجاه الوسط القلوي.

١-١-٤- مجموعة البريمازين: وتقوم مجموعة البريمازين التي أنتجتها شركة باسف على مجموعة ٤،٥- ثنائي كلور-٦- بيريدازون والتي ترتبط بالكروموفور عبر مجموعة -NH-CO-CH₂CH₂-

١-١-٥- 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.

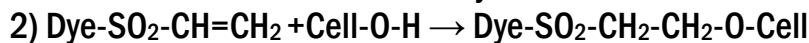
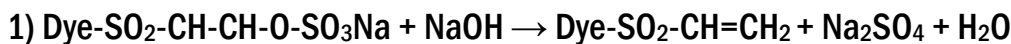
الجدول ١٥

| | |
|--|---|
|  |  |
| ثنائي كلور كوينو أوكساليك | حلقة ٢،٤،٥- ثلاثي كلور البريميدين |
|  |  |
| مجموعة ميتيل سلفون | ٤،٥- ثنائي كلور-٦- بيريدازون: مجموعة البريمازين |

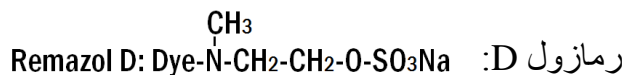
١-٢- مجموعة التفاعل بالضم: قدمت شركة هوكست بين عامي ٤٩-١٩٥٠ عدة مجموعات فعالة أمكن اعتمادها في العملية الصباغية، وهي:

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

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

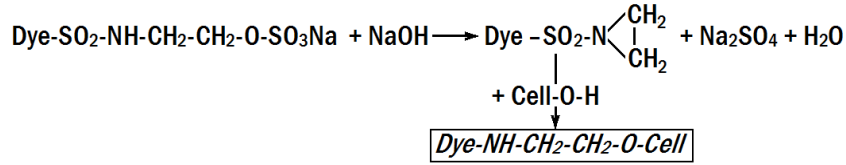


وتحتاج أصبغة الريمازول لدرجة حرارة تثبيت فيما بين ٤٠-٦٠ °م، وساعتين كاملتين لإنجاز عمليتي الامتزاز والتثبيت، في حين تحوي أصبغة ريمازول D مجموعة أمينو مستبدلة واقعة بين الصباغ وجذر كبريتات إيثيل سلفون:

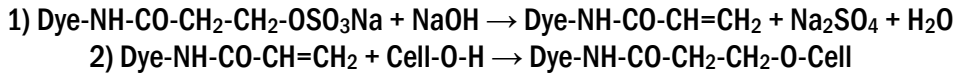


ولضعف ألفة هذه الأصبغة تجاه السيليلوز بشروط الصباغة العادية لوجود رابطة الميتيل إيمين فقد تم اعتمادها في مجال الطباعة.

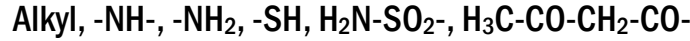
أما تفاعل أصبغة الليفايكس الحاوية مجموعة سلفيتو إيثيل أمين سلفونيل فيتم أيضاً على مرحلتين أيضاً ووفق المعادلات:



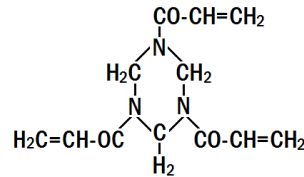
وأخيراً تتفاعل أصبغة اليريمازين لشركة BASF مع السيليلوز في الوسط القلوي:



١-٣- مجموعة أصبغة الروابط العرضية: أنتجت شركة باسف عام ١٩٥٦ مجموعة أصبغة الباسازول التي تطبق على الألياف السيليلوزية بوجود عوامل مثبتة لتكوين روابط عرضية، وتحتوي هذه الأصبغة على إحدى المجموعات:



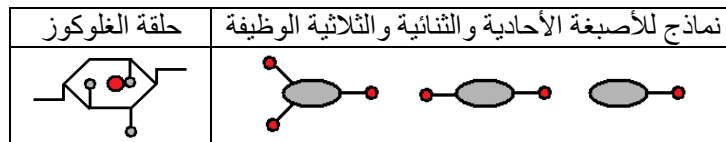
التي لا تستطيع التفاعل مع السيليلوز أو الماء أو المواد المساعدة، في حين تحوي العوامل المثبتة ذرتي كربون موجب الشحنة أو أكثر مثل: ١،٣،٥- هكسا هيدرو، ٥- تريازين:



١-٤- مجموعة أصبغة درجات الاستنزاف العالية: طرحت في الأسواق مجموعات الأصبغة القديمة بمجموعتي تثبيت أو ثلاث بدلاً عن الواحدة كما يبين الشكل ١٨ كأن يرتبط الكروموجين الصباغي بمجموعة فينيل سلفون مع حلقة تريازين بما يضمن رفع معدلات استنزاف الصباغ وبالتالي رفع اقتصادية العمل كونه يحقق:

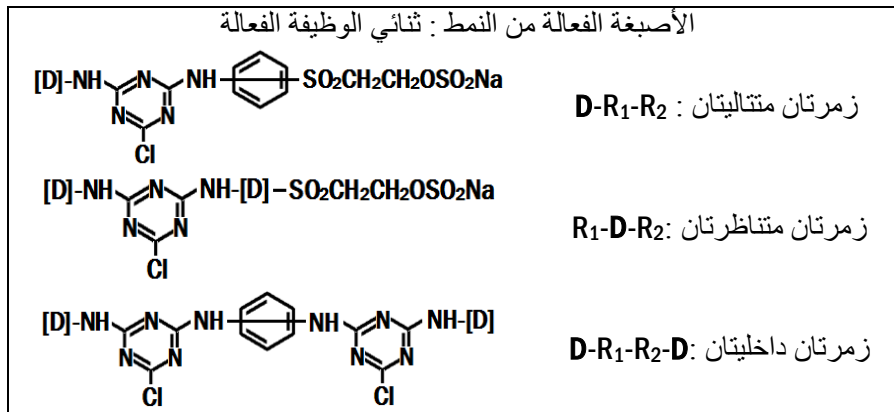
- انخفاض معدل المفقود في نهاية الحمام الصباغي وتيسير عملية تناسخ الألوان.
- انخفاض معدلات استهلاك الماء والبخار والغوازل وبالتالي انخفاض معدلات التلوث البيئي.
- توفير الوقت اللازم لإنجاز مرحلتي الصباغة والإنهاء.

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 ١٨

وتأخذ الأصبغة ذات الوظيفتين ثلاثة أنماط أساسية هي:



وتتباين ثباتيات الزمر الفعالة وخواصها على الشكل المبين في الجدول ١٦:

الجدول ١٦

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

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

١-٢- مواصفات الماء: يتوجب تطبيق وتصيبين الأصبغة الفعالة بكل فئاتها من ماء محلي حصراً، إذ أن كميات بسيطة من الكالسيوم والمغنيزيوم تسبب 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، ونرى في الجدول ١٧ مواصفات الماء الصالحة لتطبيق الحمامات الصباغية بحسب BASF & ICI:

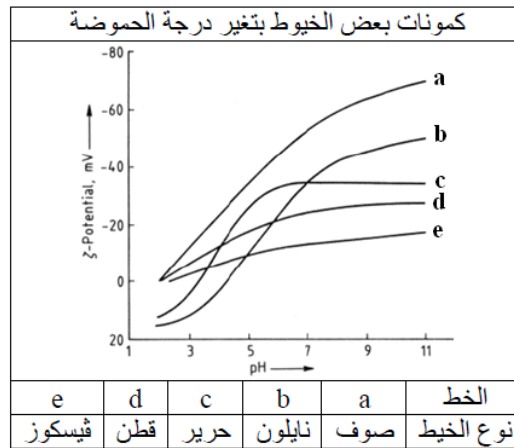
الجدول ١٧

| مواصفات بناء الحمام الصباغي بحسب BASF & ICI | | | | | |
|---|--------|--------------|-----|-----------------|---|
| عديم اللون وخالي من الشحوم والدهون، طري وخالي من شوارد الكالسيوم والمغنيزيوم ومركبات الحديد والشوارد الأخرى p.p.m | | | | | |
| ICI | BASF | الموصوفة | ICI | BASF | الموصوفة |
| > 0.05 | > 0.1 | الحديد | 7 | 6 ~ 8 | درجة الحموضة |
| | > 0.05 | المغنيز | 50 | 6° GB | القساوة |
| > 0.05 | > 0.01 | النحاس | | > 1 | المعلقات |
| | > 50 | النترات | | > 20 | الرصاص العضوي |
| | > 5 | النترت | | > 50 | بقايا الاحتراق |
| > 300 | | شوارد الكلور | | صفر قدر الإمكان | ثاني أكسيد الكربون الحر "خوفاً من التآكل" |

وتستوجب درجة القساوة ٥٠ ج.م.م إجراء عمليات تحلية بالمبادلات الشاردية، ويتم الكشف عن درجة القساوة الكليّة باستخدام ورق الاختبار "ميرك" الذي يكشف عن ٥ درجات ألمانية. 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 بعض عوامل التحلية لمراحل التجهيز الأولي أو القصر والصباغة والتصبين، ويُنصح عادةً 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.

٢-٢- الكهروليونات: تلعب الكهروليونات دوراً بارزاً جداً في مردود العملية الصبغية بإبادةها للمفعول الكهربائي الساكن أو ما يسمى مفعول زيتا الناتج عن الكمون الذي تكتسبه أنواع الألياف عند غمرها بالماء عند درجات حموضة مختلفة، كما يبين الشكل ١٩:



الشكل (١٩): كمونات بعض أنواع الألياف بتغير درجة الحموضة في الماء

إذ تلعب دورها في رفع معدلات الهجرة والانتشار وبالتالي رفع معدلات الاستنزاف ما يؤدي لاختصار زمن العملية ككل، وأكثر الكهروليونات استخداماً لمحي الطعام وغلوبر، ويتوجب علينا إذ ذاك تحليل الملح المراد استخدامه لتحديد محتواه من القساوة والرطوبة ودرجة حموضته، ونرى في الجدول ١٨ تحليلاً لبعض عينات طعام صخري وبحري مع ملح من إنتاج شركة ICI:

الجدول ١٨

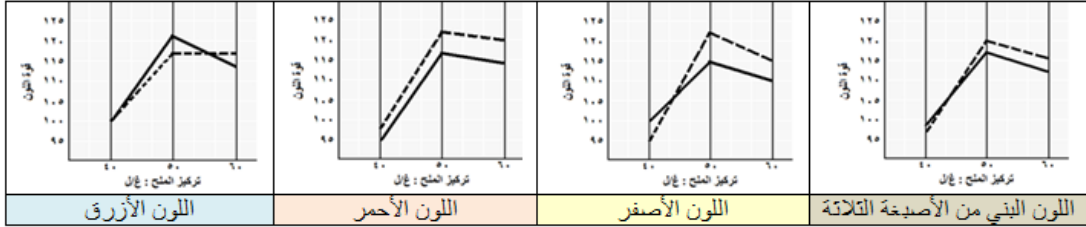
| محتوى بعض العينات الملحية من بعض الشوارد المعدنية | | | | | |
|---|----------|-------|-----------|---------------|----------|
| ملح صخري | ملح بحري | | ملح بحري | | الشوارد |
| | من ICI | معالج | غير معالج | العينة الأولى | |
| 23 | 10 | 1300 | 2200 | 1600 | كالسيوم |
| 2 | 50 | 260 | 1800 | 920 | مغنيزيوم |
| 2 | 2 | 45 | 100 | 25 | حديد |

ويمكننا الجزم بأن كل ترسب أو تلوث في حمام الصباغة يدل على وجود شاردتي الكالسيوم والمغنيزيوم علاوة عن إضعافهما الشديد للنباتية على الاحتكاك، وفي تجارب خاصة على هذا الموضوع تم الأخذ بثلاثة أصبغة وتطبيق حمام صبغى بنسب ملح طعام وغلوبر متباينة لرصد مدى تأثير مردود عملية التثبيت بنسب وشوائب الملح على السواء، فوجدنا كما هو مبين في الجدول ١٩ والشكل ١٩ أن معدلات التثبيت وصلت لأعلى درجة لها عند تركيز للكهرليت عادل ٥٠ غ/ل لينخفض مع النسبة ٦٠ غ/ل كما يتضح من الشكل ٧، والذي يبين أيضاً أن معدلات التثبيت كانت للصبغين الأصفر والأحمر أعلى منها مع ملح الطعام على العكس من الأزرق الذي كان مردوده الأعلى مع ملح غلوبر.

الجدول ١٩

| تحليل من شركة Pulcra Chemicals | | | | | | | |
|--|------------------|-------|-------|-----------------|------|------|--|
| محلول ١٠% من ملح طعام بحري وملح كبريتات الصوديوم | | | | | | | |
| موضوع الاختبار | كبريتات الصوديوم | | | كلوريد الصوديوم | | | محتوى كبريتات الصوديوم / محتوى كلوريد الصوديوم |
| | p.p.m | df | dH | p.p.m | df | dH | |
| الكالسيوم | ١٩٧ | ١٩,٤٢ | ١,٨٥ | ٣٠٠ | ٣٠ | ١٦,٨ | ٣٠٠/١٩٧ = ٦٥,٦% |
| المغنيزيوم | ٣١٥ | ٣١,٥ | ١٧,٦ | ٣٦٥ | ٣٦,٥ | ٢٠,٤ | ٣٦٥/٣١٥ = ٨٦,٣% |
| المجموع | ٥٠٩ | ٥٠,٩ | ٢٨,٤٥ | ٦٦٦ | ٦٦,٦ | ٣٧,٢ | ٦٦٦/٥٠٩ = ٧٦,٤% |
| الحديد | ١,٣ ج.م.م | | | ١,١ ج.م.م | | | ١,٣/١,١ = ١١٨% |
| البيريونات | ١٣٤,٤ ج.م.م | | | ٢٩ ج.م.م | | | ١٣٤,٤/٢٩ = ٤,٦٣% |
| السيليكون | ١,٧ ج.م.م | | | - | | | / |
| الحموضة pH | ١٠,٢٠ | | | ٨,٤١ | | | / |

| التثبيت % | المجموع | نتائج القراءة على السبكتروفوتومتر | | | | | | الملح | | رقم العينة |
|-----------|---------|-----------------------------------|--------|-----------|--------|------------|--------|------------------|-----|------------|
| | | أزرق FN-R | | أحمر FN-R | | أصفر FN-2R | | 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 | | ٥٠ | ٢ |
| ٨٦ | ٢٥٨٠ | ٨٧ | ٠,٨٧٢٠ | ٨٤ | ٠,٨٤٣١ | ٨٧ | ٠,٨٦٥٥ | | 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 | | ٥٠ | ٥ |
| ٨٩,٦ | ٢٦٨٩ | ٩٠ | ٠,٩٠٤٦ | ٨٨ | ٠,٨٨٢٠ | ٩٠ | ٠,٩٠٢٨ | | ٦٠ | ٦ |



الشكل ٢٠

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 ٢٠ لأصبغة أفرزول، 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.

وكذلك نجد أنه من 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 ٢١ لأصبغة سينوزول.

الجدول ٢٠

| بعض خواص أصبغة أفرزول لشركة Everlight | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|--------|----------|------------------|------------------|---------------|-------|--------|----------|-----------------|------------------|
| تأثير الشوارد | | الهجرة | الفعالية | الصباغ : أفرزول | | تأثير الشوارد | | الهجرة | الفعالية | الصباغ : أفرزول | |
| Cu ⁺⁺ | Fe ⁺⁺ | | | Cu ⁺⁺ | Fe ⁺⁺ | الصباغ | رقم | | | | Cu ⁺⁺ |
| 1 | 5 | 4-5 | 2 | F3B | أحمر | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 2 | 4GL | أصفر |
| 2-3 B | 3-4 | 5 | | 3BS | | 2-3 | 4 | 4-5 | | 3GL | |
| 5 | 5 | 4 | | BS | | 4-5 | 4-5 R | 4-5 | | C-GL | |
| 5 | 5 | 4 | 2 | G | تركواز | 2 D | 4 | 5 | 2 | GR | أحمر |
| 4-5 | 4-5 | 4-5 | | R Spec | 4 G | 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 | | | |
| 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 | 2 B | 4 B | 4 | 2 | | BB | |

الجدول ٢١

| ألفة بعض أصبغة السينوزول | |
|--------------------------|---|
| الألقة | الصباغ : سينوزول Synozol |
| L | Yellow HF-3G & GR |
| M | G. Yellow: HF-4GR & HF-2GR & SHF-RN & SHF-3RD & G, Yellow: 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 |

٢-٣- القلويات: يمكننا لتثبيت الأصبغة الفعالة استخدام مجموعة من العوامل القلوية كما يبين الجدول ٢٢:

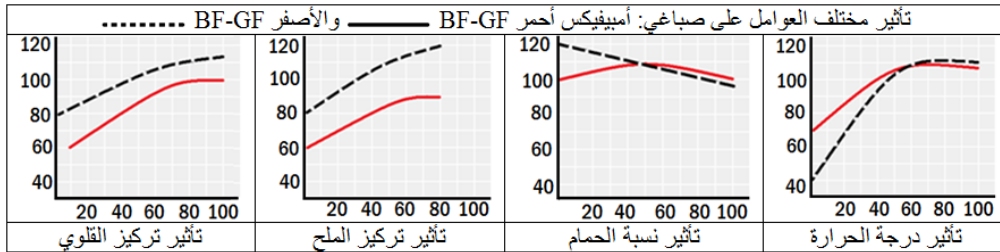
| مقارنة خواص بعض أملاح الفوسفات مع بعض القلويات الشهيرة | | | | |
|--|-----------------|---------------------------|----------|---------------------|
| العامل القلوي | الملح | نسبة Na_2O إلى P_2O_5 | P_2O_5 | pH محلول 10 % منه |
| الصود الكاوي | NaOH | - | - | 13.3 |
| كربونات الصوديوم | Na_2CO_3 | - | - | 11.5 |
| بيكربونات الصوديوم | $NaHCO_3$ | - | - | 8.3 |
| ثلاثي فوسفات الصوديوم | Na_3PO_4 | 3 | 43.3 | 12.1 |
| بيروفوسفات الصوديوم | $Na_4P_2O_7$ | 2 | 53.4 | 10.2 |
| تري بولي فوسفات الصوديوم | $Na_5P_3O_{10}$ | 1.67 | 57.9 | 10 |

تعتبر كربونات الصوديوم القلوي الأهم اللازم لتثبيت الأصبغة الفعالة على زمرة الهيدروكسيلية في السيليلوز، لذا فإنه كثيراً ما تمزج مع هيدروكسيد الصوديوم للوصول لدرجة القلوية اللازمة للتثبيت أي $pH: 10.5$ لأصبغة البروسيون و $pH: 11-11.5$ لأصبغة شركة باير، ونرى في الجدول ٢٣ كميات الملح وكربونات الصوديوم اللازمة لتثبيت أصبغة البروسيون M بحسب نسبة الحمام ونسب الأصبغة.

الجدول ٢٣

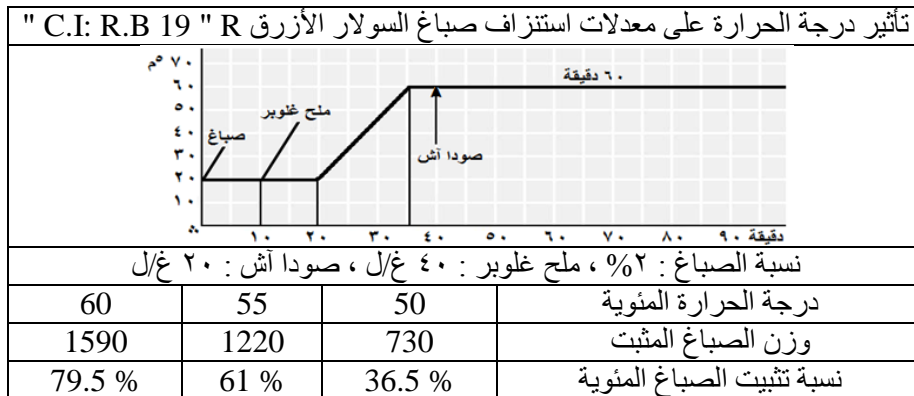
| كميات الملح والصودا أش اللازمة لحمام صباغة القطن والفيسكوز | | | | |
|--|---|---|------|------|
| الملح | قطن | فيسكوز | | |
| | ٦٠-٣٠ غ/ل ، وقد تصل للغوامق والأسود حتى ١٠٠ غ/ل | ٦٠-٢٠ غ/ل ، وقد تصل للغوامق والأسود حتى ١٠٠ غ/ل | | |
| نسب كربونات الصوديوم اللامائية مقدره بـ : غ/ل وبحسب نسب الصباغ والحمام | | | | |
| نسبة الصباغ | 1:5 | 1:10 | 1:20 | 1:30 |
| < 0.5 % | 10 | 5 | 2.5 | 2.5 |
| 0.5-2 % | 15 | 7.5 | 5 | 2.5 |
| 2-4 % | 25 | 10 | 5 | 5 |
| > 4 % | 30 | 15 | 7.5 | 5 |

ولن نسترد 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 ٢١:



الشكل ٢١

٢-٤- درجة حرارة التثبيت: يتطلب الوصول للمردود الأعلى لاستنزاف الصباغ الالتزام الحقيقي بدرجة الحرارة المطلوبة للدخول بتفاعلات التثبيت كما بين لنا الشكل ٨، وفي تجربة على صباغ السولار الأزرق R " رآكتيف أزرق ١٩ " بدرجات حرارة ٥٠، ٥٥، ٦٠ °م على الترتيب كان مردود تفاعل التثبيت على الشكل ٢٢:



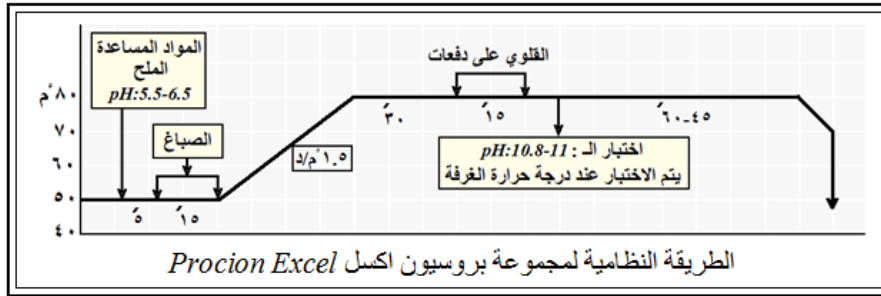
الشكل ٢٢ : تأثير معدلات التثبيت بدرجات حرارة الحمام الصباغي

لذا فإننا سنعرض لبعض المخططات التي تبين مبادئ تطبيق الأصبغة مع بعض الشروح الأهم لفهم آلية صباغة الألياف السيليلوزية بالأصبغة الفعالة:

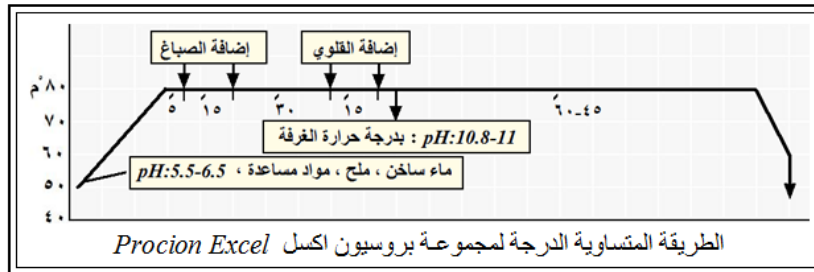
٣- بعض تقنيات تطبيق الأصبغة الفعالة:

٣-١- الطريقة النظامية لمجموعة بروسيون أكسل Procion Excel : وتُطبَّق للألوان الوسط والغامقة:

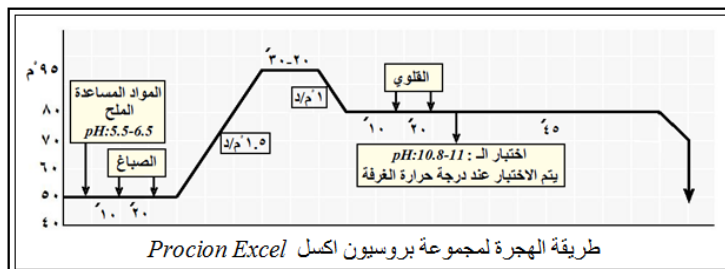
نرفع درجة حرارة الحمام الصباغي حتى الدرجة ٥٠ م°، ليضاف الملح والمواد المساعدة ونضبط درجة الحموضة عند pH:5.5-6.5 بحمض الخل ثم نبدأ بإضافة المحلول الصباغي المصفى خلال ١٥ دقيقة ليتبعها رفع درجة الحرارة بمعدل ١,٥ درجة/دقيقة حتى ٨٠ م° ومنتظر مدة ٣٠ دقيقة لنضمن وصولنا لمعدلات الهجرة المطلوبة، نبدأ بعدها بإضافة 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 .



٣-٢- الطريقة المتساوية الدرجة لمجموعة Procion Excel: وتطبق للألوان الوسط والغامقة، إذ 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 لتتجانس 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

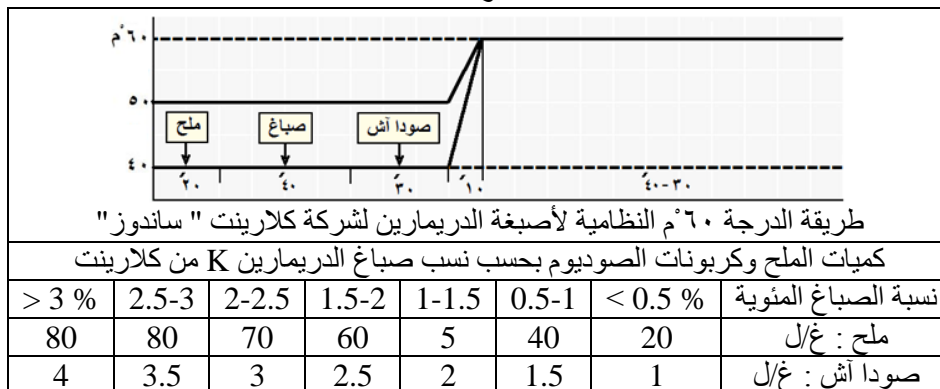


٣-٣- طريقة الهجرة لمجموعة Procion Excel: وتطبق مع الألوان الفاتحة، إذ نرفع درجة حرارة ماء الحمام حتى الدرجة ٥٠ م° ونضيف الملح والمواد المساعدة ونضبط درجة الحموضة عند pH:5.5-6.5 بحمض الخل وننتظر بعدها ١٠ دقائق لتحقيق التجانس الحراري وتوزع المواد، ونبدأ بضح المحلول الصباغي خلال ٢٠ دقيقة، نبدأ بعدها رفع درجة الحرارة بمعدل ١,٥ درجة/دقيقة حتى درجة 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.

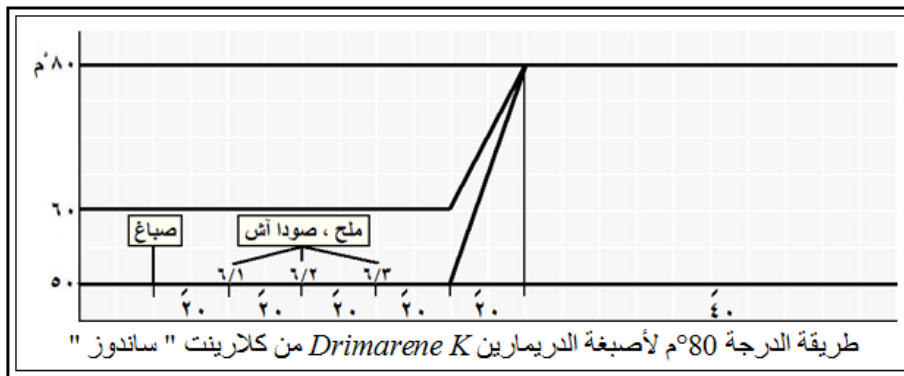


٣-٤- طريقة الدرجة ٦٠°م النظامية لأصبغة الديرمارين لكلارينت: تطبق على معظم أصبغة الديرمارين K. نرفع درجة حرارة الحمام الصباغي حتى ٤٠°م ونضيف الملح حسب الجدول ٢٤ وننتظر ٢٠ دقيقة لنضيف الصباغ ولندور بعدها مدة ٤٠ دقيقة لتحقيق درجتي الهجرة والانتشار المطلوبين، ثم نضيف الصودا آش للبدء بمرحلة التثبيت ونستمر 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 ٢٤



٣-٥- 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 ٦/٣، ٦/٢، ٦/١ 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 أخذين بعين الاعتبار تطبيق الجدول ٢٥ لتحديد كميات الملح والصودا آش على أساس الدورة أو الرأس. ويمكننا تعديل طريقة الأصبغة الخضراء هذه إلى الطريقة التالية: نرفع درجة الحرارة ونثبتها عند الدرجة ٦٠°م ونرتب عملنا على الشكل والترتيب التالي المبينين في الجدول ٢٥:

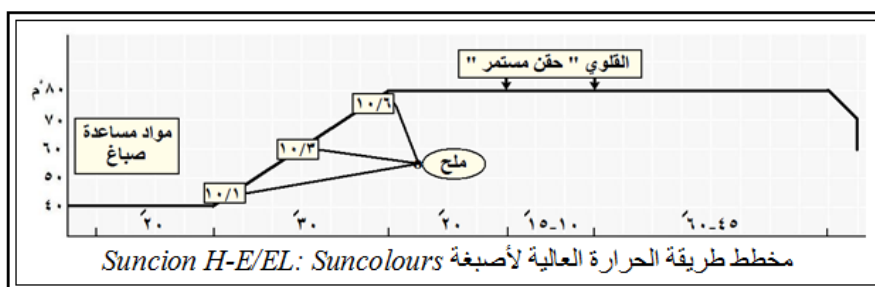
الجدول ٢٥

| طريقة الحرارة ٨٠°م لأصبغة الديرمارين: التركواز والأخضر | | | | |
|--|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| رقم الدورة أو الرأس | الأول + الثاني | الثالث + الرابع | الخامس + السادس | السابع + الثامن |
| كمية الصباغ | 1/2 + 1/2 | - | - | - |
| مزيج الملح والصودا آش | - | 1/12 + 1/12 | 1/6 + 1/6 | 1/4 + 1/4 |

نرفع بعدها درجة الحرارة حتى ٨٠°م ونستمر عندها مدة ٣٠-٦٠ دقيقة حسب درجة عمق اللون، ومن الضروري التنويه هنا لإضافة الملح والصودا آش بشكليهما الجافين وليس المحلول منعاً لرفع حجم الحمام. في حين تتم جدولة الطريقة العادية " غير الخضراء " وفق الترتيب:

| طريقة الحرارة 80°م لأصبغة الديرمارين: التركواز والأخضر | | | |
|--|----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| رقم الدورة | الأول + الثاني | الثالث + الرابع + الخامس + السادس | السابع + الثامن + التاسع + العاشر |
| كمية الصباغ | (2/1) × 2 | - | - |
| الملح | - | (4/1) × 4 | - |
| الصودا آش | - | - | (4/1) × 4 |

٦-٣- تطبيق أصبغة أحادي كلور تريازين بطريقة شركة سان كولور:



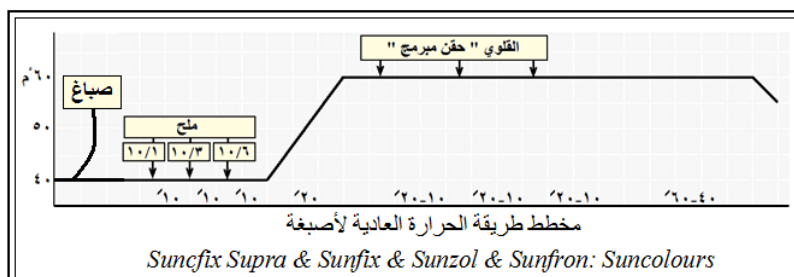
- ١- ضبط درجة الحرارة بين ٢٠-٣٠ م.
- ٢- بعد ١٠ دقائق نبدأ بإدخال محلول الصباغ.
- ٣- بعد ٢٠ دقيقة نبدأ بإدخال ٠,١ كمية الملح المطلوبة ونبدأ برفع درجة الحرارة.
- ٤- بعد ١٥ دقيقة وبوصول درجة الحرارة حتى ٥٠ م نضيف ٠,٣ من كمية الملح.
- ٥- بعد ١٥ دقيقة وبوصول درجة الحرارة حتى ٨٠-٨٥ م نضيف باقي كمية الملح.
- ٦- بعد ١٥ دقيقة نبدأ بإدخال نصف كمية الصودا آش.
- ٧- بعد ١٥ دقيقة نبدأ بإضافة النصف الباقي من كمية الصودا آش.
- ٨- نستمر عند الدرجة ٨٠-٨٥ م زمناً يتناسب مع درجة عمق اللون المطلوبة فيما بين ٣٠-٧٥ د.
- ٩- نتهي الحمام بعد مقارنة اللون ونبدأ عمليات الغسيل والتصيبين .
وهكذا يتراوح كامل زمن العملية الصباغية فيما بين الساعتين إلى الثلاثة أرباع الساعة، أما كميات الملح والصودا آش فنجدها في الجدول ٢٦:

الجدول ٢٦

| كميات الملح وكربونات الصوديوم لأصبغة أحادي كلور التريازينيل بحسب سان كالر | | | | | |
|---|---------|-------|-----|-----|-------|
| نسبة الصباغ المئوية | < 0.5 % | 0.5-1 | 1-2 | 2-4 | > 4 % |
| ملح غلوبر : غ/ل | 30 | 45 | 60 | 70 | 90 |
| صودا آش : غ/ل | 10 | 15 | 15 | 20 | 20 |

٧-٣- تطبيق أصبغة الفينيل سلفون V.S والأصبغة المتعددة الوظائف بحسب شركة سان كولور:

- ١- ضبط درجة الحرارة عند ٢٠-٣٠ م.
- ٢- بعد ١٠ دقائق نبدأ بضح محلول الصباغ المصفى ثم الملح.
- ٣- بعد ٢٠ دقيقة نضيف نصف كمية الصودا آش.
- ٤- بعد ١٠-٥ دقائق نضيف النصف الباقي من كمية الصودا آش.
- ٥- بعد ١٠-٥ 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- نتهي 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 ٢٧:



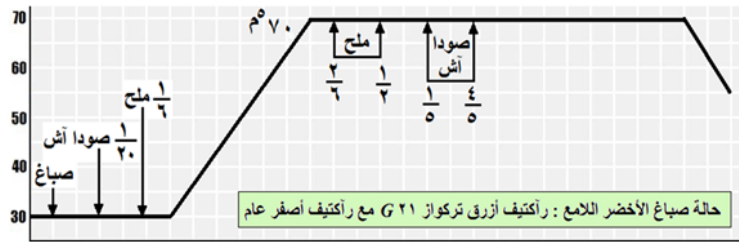
الجدول ٢٧

| كميات الملح وكربونات الصوديوم لأصبغة فينيل سلفون بحسب سان كالر | | | | | |
|--|---------|-------|-----|-----|-------|
| نسبة الصباغ المئوية | < 0.5 % | 0.5-1 | 1-2 | 2-4 | > 4 % |
| ملح غلوبر : غ/ل | 20 | 35 | 50 | 60 | 80 |
| صودا آش : غ/ل | 10 | 15 | 15 | 20 | 20 |

ونرى في الجدول ٢٨ مقارنة لطرق الصباغة التي سبق استعراضها:
الجدول ٢٨

| مقارنة طرق الصباغة | | | |
|-------------------------|-----------------------|-------------|---|
| الشركة | الطريقة | حرارة البدء | ترتيب الطريقة |
| ICI بروسيون Excel | النظامية | ٥٠ م° | ملح ومواد مساعدة ← صباغ ← حرارة حتى ٨٠ م° ← قلوي |
| | المتساوية الدرجة | | ملح ومواد مساعدة ← حرارة حتى ٨٠ م° ← صباغ ← قلوي |
| | الهجرة | | ملح ومواد مساعدة ← صباغ ← حرارة حتى ٩٥ م° ← تبريد حتى ٨٠ م° ← قلوي |
| كلارينت دريمارين | الدرجة ٦٠ م° النظامية | ٤٠ م° | ملح ومواد مساعدة ← صباغ ← قلوي ← حرارة حتى ٦٠ م° |
| | الدرجة ٨٠ م° | ٥٠ م° | مواد مساعدة ← صباغ ← مزيج ملح وقلوي ← حرارة حتى ٨٠ م° |
| سان كالر | أحادي كلور التريازين | ٢٠-٣٠ م° | مواد مساعدة ← صباغ ← الملح على دفعات مع رفع الحرارة حتى ٨٠ م° ← القلوي على دفعتين |
| | فينيل سلفون | | مواد مساعدة ← صباغ ← الملح ← القلوي على دفعتين ← رفع الحرارة حتى ٦٠ م° |

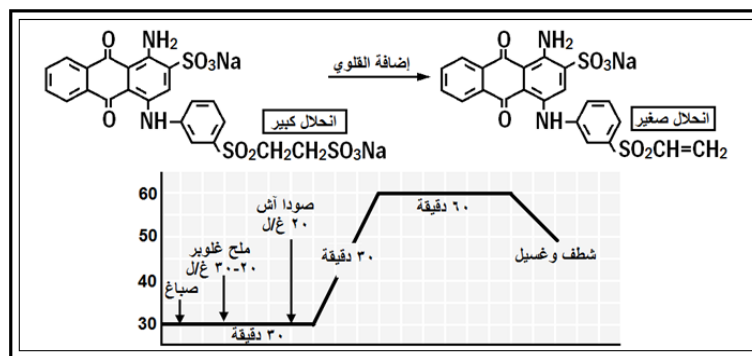
٣-٨-١- اللون الأخضر اللامع: يتم تطبيق هذا اللون عادة من الصباغ الفعال الأزرق ٢١ مع صباغ فعال أصفر، لذا فإننا غالباً ما نواجه ضعفاً في تسوية هذا اللون بسبب:
- الفرق الكبير بالوزن الجزيئي للصباغ الأصفر بالمقارنة مع كتلة الفتالوسيانين.
- ألفة الصباغ الفعال الأزرق ٢١ العالية تجاه البضاعة بالمقارنة مع غيره من الأصبغة.
- عدم تجانس المحلول الصباغي بشكل كافٍ بسبب تراجع الحالة الغروية للصباغ فيه.
لذا 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 والصدوا أش وإضافة كمية بسيطة من القلوي عند بدء العمل كما هو مبين في الشكل ٢٣:



الشكل ٢٣

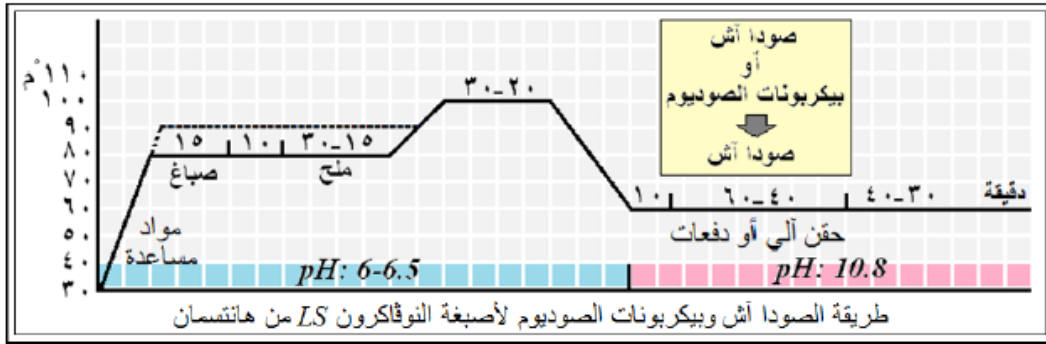
٣-٨-٢- حالة الصباغ الأزرق ١٩: نعاني من انخفاض انحلالية الصباغ الفعال الأزرق ١٩ بعد إضافة القلوي كما يبين الشكل ٢٤، وخاصةً عندما يكون من نمط الفينيل سلفون VS بسبب انخفاض نسبة الحمام أو إضافة كميات ملح كبيرة ما يسبب ترسب الصباغ وتشكيله بقاءً نتسبب بتراجع درجة تسوية العملية الصباغية، لذا يُنصح بـ:

- إضافة الملح بمعدلات دون ٣٠ غ/ل مع الألوان الفاتحة أو الوسط.
- التحكم بإضافة الملح على الشكل: ٣٠ غ/ل عند بدء العمل 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 ٢٤: طريقة تطبيق الصباغ الفعال الأزرق ١٩

٣-٩- طريقة بيكر بونات الصوديوم عالية التسوية: تُطبق هذه الطريقة لبطئها على البضائع الثقيلة أو الصعبة الحياكة والتخريق مثل غزول القطن المرسز والمطلوب صباغتها بطريقة الشلة، غزول حرير الفيسكوز أو حرير النحاس النشادري، والغزول على شكل كونات قالب الجبن Cheese أو الحرير المثبت، حرير الفيسكوز أو حرير النحاس النشادري. ويتم تطبيق هذه الطريقة كما هو واضح في الشكل ٢٤ بإضافة القلوي على دفعات لتبتيء سرعة التثبيت ما أمكن عند الدرجة ٦٠م لمدة ١٠٠ دقيقة. ويكون مردود اللون الأعظمي لبعض الأصبغة عند حرارة ٤٠م. ونبدأ العمل بحسب هانتسمان على الشكل ٢٥:



الشكل ٢٥: طريقة البيكر بونات لشركة هانتسمان

١. نبدأ بإضافة المواد المساعدة مثل عوامل التحلية التسوية ونضبط درجة الحموضة عند $pH \sim 6-6.5$.
٢. نرفع درجة الحرارة حتى ٨٠ - ٩٠م ونبدأ بإضافة المحلول الصباغي المصفى على مدى ١٥ دقيقة وندور لمدة ١٠ دقائق.
٣. نبدأ بإضافة المحلول الملحي على مدى ٣٠ دقيقة.
٤. نرفع درجة الحرارة حتى ١٠٥م لتعزيز معدلات الهجرة وبالتالي معدلات التسوية وندور لمدة ٣٠-٢٠ دقيقة بحسب طبيعة البضاعة الخام.
٥. نبرد بمعدل ٢ درجة/دقيقة حتى درجة حرارة التثبيت بحسب نوع الصباغ المطبق.
٦. ندور عند درجة حرارة التثبيت لمدة ١٠ دقائق حتى ضمان تمام التجانس الحراري.
٧. نبدأ بإضافة محلول بيكر بونات الصوديوم لتبتيءها بالصودا آش على مدى ٤٠-٦٠ دقيقة وصولاً حتى درجة حموضة $pH \sim 10.8$.

٨. نستمر عند درجة حرارة التثبيت لمدة تتناسب ودرجة عمق اللون أو نسبة الصباغ ورقم فعاليته.

٤- شطف وتصيبين 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 لأصبغة أحادي كلور أو فلور التريازين كما يبين جدول ثباتية الزمر الفعالة المبينة ١١ وبوسط حمضي للأصبغة من نمط قبيل سلفون.

يتم بناء حمام التصيبين من ماء طري مع غاسل عضوي من نمط الحموض الكربوكسيلية أو البولي أكريلات أو البولي فوسفونات التي يمكنها حجز الجزيئات الصباغية المهذلة وتمنعها من إعادة الترسب من جديد بعكس الغواسل العضوية المنظفة العادية، وقد وضعت شركة ICI نظام غسيل مجموعة بروسيون اكسل المتضمن:

ثلاث حمامات شطف متتالية عند ٦٠م مدة كل منها ١٠ دقائق ← حمام غلي عند ٩٠-٩٥م لمدة ٢٠ دقيقة وبوجود غاسل عضوي ← شطف لمدة ١٠ دقائق بدرجة حرارة ٦٠م ← شطف لمدة ١٠ دقائق بدرجة حرارة ٥٠م ← حمام التطرية والإنهاء

ويتعلق عدد حمامات البند الأول بدرجة عمق اللون فقد يكفي حمام واحد، أما الغاسل العضوي والذي يجب أن يكون من النوع الذي أشرنا إليه فترتبط كميته بدرجة القساوة كونه يُستنزف كعامل تحلية لربط أي شاردة يحملها الماء أو القطن:

٥- تعرية الأصبغة الفعالة بالهيبوكلوريت: نضطر أحياناً لقطع الأصبغة الفعالة بعد تثبيتها عند حصول خطأ ما، وتعتبر الإزالة الكلورية أنجع الطرق، ونلجأ إليها مضطرين عندما يكون الصباغ ثابتاً أمام طريقة الإرجاع بهيدرو سلفيت الصوديوم، ويتم إجراء حمام المعالجة الكلورية على الشكل بإضافة مركب كلوري مناسب 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 ٢٩:

الجدول ٢٩

| عوامل التخلص من البواقي الكلورية | |
|----------------------------------|---|
| عامل الإزالة | الكمية اللازمة للقضاء على ما يعادل ١ غ/ل كلور فعال |
| تيوكبريتات الصوديوم | $4 HOCl + S_2O_3^{2-} + H_2O \rightarrow 2 SO_4^{2-} + 6 H^{++} + 4 Cl^-$ |
| | $4 HOCl = 2 \times 35.5 \text{ g active chlorines} = 158.1 \text{ g sodium thiosulphate}$ |
| | ١ غ/ل كلور فعال = ٠,٥٥ غ/ل تيوكبريتات الصوديوم |
| كبريتات الصوديوم الحامضية | $HOCl + HSO_3^- \rightarrow HSO_4^- + H^+ + Cl^-$ |
| | $1 HOCl = \frac{1}{2} \times 35.5 \text{ g active chlorines} = 104.06 \text{ sodium hydrogen sulphite}$ |
| | ١ غ/ل كلور فعال = ٢,٩ غ/ل كبريتات الصوديوم الحامضية |
| ثنائي كبريتات الصوديوم | $3 HOCl + S_2O_4^{2-} + H_2O \rightarrow 2 SO_4^{2-} + 5 H^{++} + 3 Cl^-$ |
| | $3 HOCl = 1.5 \times 35.5 \text{ g active chlorines} = 158.1 \text{ sodium hydrogen sulphite}$ |
| | ١ غ/ل كلور فعال = ١,٥ غ/ل هيدروسلفيت الصوديوم |
| الماء الأكسجيني | $HOCl + H_2O_2 \rightarrow Cl^- + H_2O + H^{++} + O_2$ |
| | $1 HOCl = 35.5 \text{ g active chlorines} = 34.02 \text{ hydrogen peroxide}$ |
| | 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% |

٦- **ثباتيات الأصبغة الفعالة:** تتباين ثباتيات الأصبغة الفعالة فيما بينها مما يجعلنا نميز بينها عند كل استخدام: بحسب شروط العمل، وشروط الخزن، وظروف الاستخدام، فمن الوظائف ما نجده أكثر ثباتاً بالوسط الحمضي ومنها بالوسط القلوي، ومنها على الكلور أو الاحتكاك والاحتكاك الرطب... كما مر معنا في الجدول ١٦. وتفيدنا بعض المعالجات أو إضافة بعض مواد الإنهاء في رفع بعض الثباتيات للحدود المطلوبة، وهنا لا بد من الإشارة إلى أن بعض مواد الإنهاء ترفع ثباتية ما على حساب أخرى، إذ أن قسماً كبيراً من المثبتات على البلب يؤدي لتراجع الثباتيات على النور مثلاً... أو أن المعالجة بالمثبتات تكون على حساب قابلية امتصاص البضائع المعالجة لمواد إنهاء أخرى كالمطريات أو مانعات التجعد أو اللهب...

٦-١- الثباتية تجاه الوسطين الحمضي والقلوي والمؤكسدات والكلور: يمكننا الجمع بين هذه الثباتيات كما هو واضح في الجدول ١٦

٦-٢- الثباتية على الكلور: يتم تحضير الماء المكور عند pH: 8.5 بالمحلول الموقى المبين في الجدول ٣٠:

الجدول ٣٠: 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 ₃ BO ₃ |

بحيث نختار أحد تراكيز الكلور الفعال على الشكل: ١، ٢، ٤، ١٠، ٢٠، ١٠٠ ج.م.م أو بحسب الجدول ٣١ 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 ٣١

| طرق اختبار الثباتية على الكلور | | |
|--------------------------------|-----------------|----------------------|
| النظام | الاختبار | تركيز الكلور : ج.م.م |
| JIS 1 0884 | ماء مكور | 5 |
| JIS 1 0856 | حمام تبييض جزئي | 500 |
| | حمام تبييض كامل | 2000 |
| DIN 54019 | بركة سباحة | 20 |
| ISO 105-E03 | | 20 |

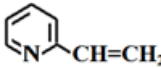
٦-٣- الثباتية على الاحتكاك الرطب: تتعرض الأصبغة في الألوان الغامقة للخروج من داخل الشعيرات القطنية إلى سطحها ما يعني إمكانية تراجع ثباتياتها على الاحتكاك، ونجد أن من أهم العوامل المؤدية لتراجع هذه الثباتية:

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

صباغة البولي اكريلو نتريل

١- مقدمة: تحضر خيوط الاكريليك التركيبية ببلمرة الاكريلونتريل لتعطينا خيوطاً صعبة الصباغة لسببين رئيسيين:

- درجة حرارة تزلجها ما بين ١٠٠ - ١١٠ م.
 - عدم احتوائها أي زمرة يمكنها تشكيل روابط مع جزيئات المواد الصباغية.
- واستطاع العلماء تجاوز هذه المشكلة بإدخال وحيدات حد " مونوميرات " أخرى في بنية السلاسل البوليميرية لنحصل على البوليميرات التقابلية Ter polymer الحاوية على الاكريلونتريل بنسبة ٨٥ — ٩٤% مع وحيد حد يقدم مراكز صباغية مثل : ٢ — فينيل البيريدين، حمض الايتاكونيك، ولأحاديات حد أخرى يمكنها خفض درجة حرارة التزجج مثل: ميتاكريلات، اكريلات، خلات الفينيل.
- وفي حين أنه يمكننا صباغة الاكريليك الحاوي على أحاديات حد تشاركية أساسية بأصبغة حمضية فإنه لا يمكننا صباغة الخيوط الحاوية أحاديات حد حمضية مثل إلا بأصبغة أساسية:

| | | | |
|--|---|---|---|
| $\text{H}_2\text{C}=\begin{matrix} \text{COOH} \\ \text{CH}_2\text{COOH} \end{matrix}$ | حمض الإيتاكونيك سالب: أصبغة أساسية موجبة |  | 2- فينيل البيريدين موجب: أصبغة حمضية سالبة |
|--|---|---|---|

وهكذا تتكون خيوط الاكريليك المنتشرة تجارياً من بوليميرات تشاركية للاكريلو نتريل مع أحاديات حد أخرى، وتتباين فيما بينها بنسب ونوعيات أحاديات الحد التشاركية، لذا ولانخفاض درجة حرارة تزلجها تبدي حساسية عالية تجاه معدلات ارتفاع درجة الحرارة ما يستلزم ضبط رفع درجات حرارتها وفق مخطط مدروس بدقة بحسب طبيعة الصباغ وخواص الخيط، وعدم رفع درجة حرارتها عن ١١٠ م.

تجري عملية تماثر البولي اكريلو نتريل بتقنية البلمرة الجبلية أو في المحلول باستخدام مبادرات مثل الماء الأكسجيني أو فوق كبريتات الأمونيوم، وغالباً مع مرجع مناسب يمكنه تشكيل جملة أكسدة - إرجاع مع فوق الكبريتات.

فبعد إنجاز عملية التماثر يُذاب البوليمير في مذيب لتحضير محلول الغزل ولبثقه عبر قانف ليتم تبخير المذيب في قمع الغزل أو ليتم تخثيره في حوض ترسيب خاص.

وتتباين المواصفات التي سيتمتع بها الخيط باختلاف الغزل أو لاً: إذ تعطينا الطريقة الجافة خيوطاً بدرجة حرارة تزلج ٩٢-٩٦ م، أما الطريقة الرطبة فتعطينا الخيوط بدرجة حرارة تزلج فيما بين ٧٥ - ٨٥ م.

وهكذا نجد أنه بتباين تركيب البوليمير، وشروط عملية الغزل، وقوى الشد المطبقة على الخيط أثناء غزله ودرجات الحرارة و... تتباين الخيوط في ألقتها نحو الأصبغة.

٢- مفاهيم ومصطلحات خاصة في صباغة الاكريليك: تتعامل شركات إنتاج تصنيع الأصبغة والمواد المساعدة مع مجموعة من الدالات والمصطلحات والمفاتيح التي تسهل التعامل مع: الأصبغة، المواد المساعدة، الخيوط، آلات الصباغة وأشكال الخامات... وقد تتمايز أحرف الدالات من شركة لأخرى، لذا فإننا نهتم بتعريفها هنا لنستطيع إسقاطها من شركة لأخرى:

S_{rel} : درجة إشباع الخيوط الحقيقية: أكبر كمية صباغ يمكن للخيط أن يتشربها على أساس النسبة المئوية الوزنية.

| درجة إشباع الخيوط الحقيقية S_{rel} | |
|--------------------------------------|----|
| -0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0- | - |
| -0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0- | X |
| -0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0- | 2X |
| -0-: مونومير - 0-: مركز فعال | |

الشكل ٢٦: شكل مبسط لتمثيل المراكز الفعالة التي تحدد درجة الإشباع الحقيقية

S_F : درجة إشباع الخيط: وهي كمية الصباغ التي تشربها الخيط.

F : معامل إشباع الخيط: ويساوي عملياً درجة إشباع الخيط مقسوماً على درجة إشباع الخيط الحقيقية.

K : دالة رقمية خاصة بكل صباغ وتدل على درجة انسجام الأصبغة، فتوليف الأصبغة يجب أن يتم باختيار الأصبغة ذات قيم K واحدة، وفي أحوال اضطرارية الأقرب لبعضها البعض.

f : درجة ألفة الصباغ.

V : دالة للتعبير عن سرعة امتصاص الخيط للأصبغة.

AC: دالة تتعامل معها بعض الشركات تحت اسم ثابت الصبغة الذي يعبر عن تأثير تقنية التجهيزات وتأثيرها على العملية الصباغية، كأن تكون الخامات على شكل: شلة، ونش.

FR: دالة تأخذ بها بعض الشركات للتعبير عن قدرة تأخير عامل مؤخر، فنقول عن المؤخر الذي تنتجه شركة د. بيري 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 بقيم K مختلفة | | | أنماط المراكز الفعالة | |
| f=3 | f=2 | f=1 | K=3 | K=2 | K=1 | مركز فعال جدا | مركز فعال |
| +++ | ++ | + | + | + | + | -- | - |

الشكل ٢٧: شكل مبسط للفروق بين فعاليات وخواص أو ألفة المراكز الفعالة والأصبغة القاعدية

٣- تحديد درجة إشباع خيوط الاكريليك بطريقة شركة باير:

- ١- نصبغ الخيط المجهول وبحمامات منفردة مع كل من ٥-٧-٩-١١% صبغ استرازون أزرق FFR " أساس أزرق ٦٩"، وبوجود ١% حمض خل ٦٠% بحمام ٤٠/١.
- ٢- نصبغ خيط اكريليك بدرجة إشباع ٢,١ مع ٨% استرازون أزرق FFR وبنفس شروط الحمام السابقة.
- ٣- نستمع عند درجة حرارة الغليان لمدة ٣ - ٤ ساعات واستنزاف الحمام.
- ٣- نقارن لون الخيوط الناتجة بالخيط الشاهد فإن كان مشابهاً لأي منهم كانت درجة إشباع الخيط على الشكل:

| تحديد درجة الإشباع بنتيجة الاختبار | | | | | |
|------------------------------------|---|--------------|---|-------------------|------|
| 1.2 | = | درجة الإشباع | ← | استرازون أزرق ٦٩ | 5 % |
| 1.8 | | | | Astrazon Blue FFR | 7 % |
| 2.3 | | | | Basic Blue 69 | 9 % |
| 2.8 | | | | | 11 % |

وترتبط عملية إضافة الصباغ عادة بسعة الخيط، كما أنه من الأهمية بمكان معرفة سرعة صبغة الخيط V قبل التعامل معه لضمان نجاح العملية الصباغية والتجربة.

٤- تحديد سرعة صبغة الخيوط بطريقة باير:

- أ- نأخذ وزناً معيناً من خيط معروف سرعة الصبغة 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 الصبغة ذاتها، أما عندما نجد أن الخيط المجهول كان أفتح أو أعمق فإننا نرفع أو نخفض سرعة الصبغة لتحقيق الدرجة اللونية ذاتها، إلا في حال تجاوز الفرق بينهما ٢٠% فإننا نضطر حينها لإعادة التجربة والتحكم بالخيوط من خلال خفض أو رفع سرعة الصبغة.

٥- المواد المساعدة والكيماويات اللازمة لحمام صبغة خيوط الاكريليك:

٥-١- المنظفات: تنحصر المنظفات التي نتعامل معها هنا بمجموعة المنظفات اللا شاردية مثل طائفة الألكيل أريل بولي غليكول التي تتميز بثباتها في الأوساط الثلاث: الحمضي والمعتدل والقلوي، ويستحسن إجراء حمام الغسيل في وسط قلوي بوجود ثلاثي فوسفات الصوديوم عندما يكون الماء طرياً، وبيرو الفوسفات رباعي الصوديوم مع الماء المتوسط القساوة، ولا يجوز استخدام المنظفات الشاردية السالبة خوفاً من تفاعل بقاياها مع الصباغ الموجب الشحنة.

٥-٢- حمض الخل: تنصح معظم الشركات باعتماد حمض الخل في حمام صبغة الاكريليك، إذ يؤدي استبداله بحمض النمل أو حمض الكبريت لانحراف في لون الصباغ، وتتباين 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.

٥-٣- 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 خاصة) 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 الليوجين 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 لتتبع أو لتحد من امتصاص الأصبغة، لأنها تُمتص بسبب تفاعلها مع المراكز الفعالة السالبة الموجودة في الخيوط ما يبطئ 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 تخريبياً، لذا فإن كلارينت تنتج الريتار غال السائل A ذي فعالية الإعاقة الضعيفة لتجنب حدوث أي مخاطرة في استخدامه حتى لو أضيف بزيادة، في حين تنتج باير 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 لمُح غلوبير معه، إنما يستحسن استخدام التسوية.

استراغال M: عامل تسوية مساعد منخفض الألفة، يعزز الهجرة دون أي فعل إعاقة، 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 الكهرياء 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 يجب أخذها بالحسبان عندما نطبق 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 للكهرياء الساكنة في حال كون التطرية تفتقد لهذا المفعول أو كان فعاليتها غير كافية شرط أن يكون العامل المضاد للكهرياء الساكنة المراد إضافته للحمام موجب أو لا شاردي.

وأخيراً يمكننا إجراء حمام تطرية مستقل عند الدرجة ٤٠ °م وبحموضة pH: 5-6 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 خيوط الاكريليك فيما بينها وتبعاً لتركيب البوليمير وطريقة الغزل وطبيعة المعالجات النهائية، لذا ولضبط التقنية والطريقة الأصح للصباغة علينا بادئ ذي بدء تحديد سرعة صباغة ودرجة إشباع الخيط المراد صباغته، ونرى في الجدول ٣٢ بعضاً من هذه القيم.

الجدول ٣٢: سرعة صباغة ودرجة إشباع بعض خيوط الاكريليك

| درجات إشباع وسرعة صباغة بعض خيوط البولي أكريلونتريل | | | | | | | |
|---|----------------|-----------------|-------------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| العلامة التجارية للخيوط | سرعة الصباغة V | درجة الإشباع SF | العلامة التجارية للخيوط | سرعة الصباغة V | درجة الإشباع SF | سرعة الصباغة V | درجة الإشباع SF |
| أكريبل | 2.5 | 3.1 | درالون | 1.7 | 2.1 | | |
| أكريلان | 1.7 | 1.4 | أورلون | 2.0 | 2.2 | | |
| | 2.4 | | أورلون 75 | | | | |
| | 3.2 | | تورايلون | 3.5 | 2.3 | | |
| كاشمليون | 3.6 | 2.0 | فونيل | 2.3 | 1.3 | | |

ونلاحظ بالتأمل في هذا الجدول أن أصناف الاكريلان الثلاث قد تباينت في سرع 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 بطبيعة عمليات الغزل والمعالجات الفيزيائية اللاحقة.

٧- مبادئ عامة في صباغة الاكريليك: تتصف 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 ومنظم 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 تأثراً 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 آنذا بدرجة تجانس الخيوط ودرجة حرارة الصباغ العظمي ونوعية أو مصدر الخيوط، لذا فإنه من الضروري جداً عند توليف مجموعة أصبغة الأخذ بعين الاعتبار معدلات الامتناس الفردية بحيث نأخذ بالأصبغة التي تبدي تقارباً أعظماً عند توليفها " K واحدة".

٩ - طرق الصباغة: سنستعرض هنا كمثالٍ حي على صباغة الاكريليك طرق شركة كلارينت، ذلك أنها جدولت مجموعة معطيات يمكننا من خلالها أن نصل لتقنية صباغة أمينة وسهلة التناول، فوضعت طرقاً ثلاث: الطريقة الحرارية التي تعتمد على ضبط رفع درجات الحرارة، وطريقة المؤخر التي تسمح لنا بالإسراع في رفع درجة الحرارة بوجود العامل المؤخر، وطريقة تجمع بينهما، وطريقة رابعة تعتمد على العامل المؤخر السالب، وقبل تناول هذه الطرق نبدأ بطريقة حل مسحوق الصباغ.

٩-١- حل الصباغ: نحل الصباغ مع حمض الخل ٤٠% ونحرك حتى تمام تجانس المعجونة، ثم نمدد هذه المعجونة مع ٣٠ - ٤٠ جزء من الماء المغلي ونرشح المحلول الصباغي لإضافته لحمام الصباغة.

ويستحسن لحل كميات صباغ كبيرة كالأسود والكحلي حل المعجونة وحمض الخل في خلاط ثابت مع جزء من عامل تسوية وبعثرة من طائفة بولي غليكول ايتير الأغوال الدسمة اللاشادية من نمط ايتوكسيالات الأغوال الدسمة وتسعة أجزاء من الماء الحار، ونستفيد من عامل التسوية هنا ليلعب دور العامل المنظف.

٩-٢- تطبيق الأصبغة القاعدية بالطريقة الحرارية T: وتسميها كلارينت طريقة الساندوكريل T وتقوم على التحكم بمعدلات ارتفاع درجة الحرارة دون استخدام عوامل مؤخرة، ما يجنبنا كلفة إضافة العامل المؤخر، وتبدي إمكانيات تلوين غير محدودة إضافة لكونها تسهل الجمع بين عمليتي الصباغة والتطرية، ولأنها تقوم على التحكم باستنزاف الحمام الصباغي من خلال التحكم بمعدلات رفع درجة الحرارة فإن استخدامها يكون أكثر ما

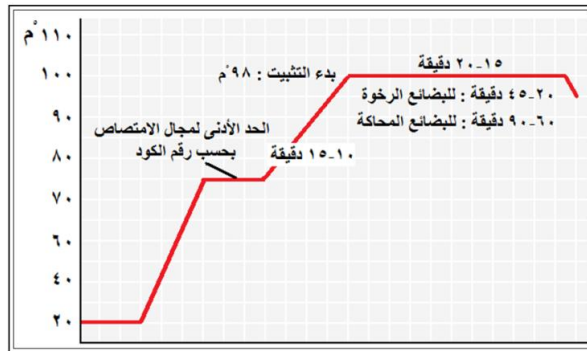
يكون عند توفر آلات ذات تحكم آلي مبرمج، ولجميع أنواع الاكريليك وبجميع أشكالها، لأنه ومن خلال الرفع المنتظم لدرجات الحرارة ستكون عملية امتصاص الأصبغة منتظمة أيضاً.
نحدد المجال الحراري الأعظم من لائحة الألياف T في الجدول ٣٤، ويمكننا أن نحدد رقم مفتاح التركيز من الجدول ٣٣ أو اللائحة C وفق طريقة خاصة بالحساب 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 | |

لذا فإن مفتاح التركيز لمجموعة الأصبغة المولفة والبالغ ٤ يحدد لنا من الجدول T/٣ أن درجة الحرارة العظمى هي بين ٨١ - ٨٩ م° لخيوط الأورلون، و ٧٨ - ٨٦ م° لخيوط الكاشمير، لذا فإننا نبدأ العمل على الشكل:
أ- بناء الحمام:

| بناء حمام الصباغة بالطريقة الحرارية بحسب كلارينت | | | |
|--|------------|---------------|-----------|
| صباغ | ملح غلوبير | خلات الصوديوم | حمض خل |
| ما يلزم % | ١٥-٠ غ/ل | ٢-١ غ/ل | حتى pH: 4 |

ب- العمل: نبدأ العملية الصباغية كما في الشكل ٢٨ عند درجة حرارة الغرفة ونرفعها خلال ١٠-١٥ دقيقة حتى الوصول للحد الأدنى من مجال الامتصاص الأعظمي للصباغ، ونتابع بين حدي مجال درجة حرارة الامتصاص الأعظمي لزمان يرتبط بنوعية الخامات المراد صباغتها وشروط العمل والإمكانات المتاحة، فمثلاً وفي حين أنه يلزمنا مع البضائع الرخوة مدة ٢٠-٤٥ دقيقة فإنه يلزمنا مع الغزول أو الأقمشة المحاكاة ٦٠-٩٠ دقيقة.



الشكل ٢٨: مخطط تطبيق الطريقة الحرارية

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 لزمان التثبيت فإن اللون سيكون عرضةً للتغير عند معالجة المواد المصبوغة فيما بعد بالبخار أو بالحرارة الجافة في عمليات لاحقة، ونرى في الشكل ٢٩ تطور امتصاص الأصبغة القاعدية بالطريقة الحرارية:

| تطور امتصاص الأصبغة مع ارتفاع درجات الحرارة في حمام صباغة الأكريليك بدون عامل مؤخر | | | | | |
|--|-----|----|----|----|----|
| ٠,٧ % أساس أصفر + ٥١ % أساس أحمر + ١٨ % أساس أزرق + ٤١ % حمض خل : ٠,٦ غ/ل ، درجات الحرارة : ٣٠ دقيقة بعد الوصول لدرجة الحرارة الموافقة | | | | | |
| الصباغ والبقايا | | | | | |
| درجة الحرارة المئوية | ١٠٢ | ٩٨ | ٩٤ | ٩٠ | ٨٦ |

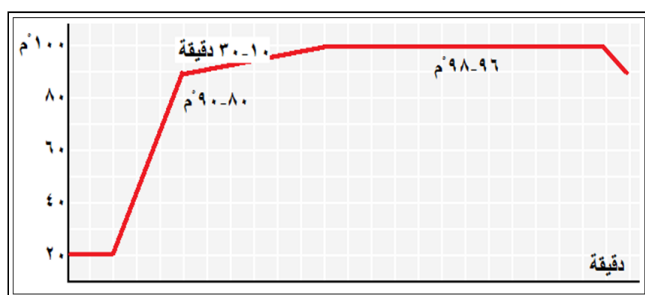
الشكل ٢٩

الجدول ٣٣

| اللائحة C : مفاتيح كود الطريقة الحرارية لشركة كلارينت | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|-------|------|-------|-----------|-----------|
| رقم الكود | | | | | | | | | ساندوكريل | |
| ٢٠ | ١٥ | ١٠ | ٧,٥ | ٥ | ٤ | ٣ | ٢ | ١ | | |
| 6.00 | 4.50 | 3.00 | 2.30 | 1.50 | 0.90 | 0.60 | 0.40 | 0.2 | B-6GL | أصفر |
| 4.80 | 3.60 | 2.40 | 1.80 | 1.20 | 0.70 | 0.45 | 0.25 | 0.1 | B-5GL | |
| 4.80 | 3.60 | 2.40 | 1.80 | 1.20 | 0.90 | 0.60 | 0.40 | 0.2 | B-LE | |
| 2.20 | 1.60 | 1.10 | 0.80 | 0.55 | 0.35 | 0.250 | 0.15 | 0.07 | B-RLE | أصفر ذهبي |
| 3.20 | 2.40 | 1.60 | 1.20 | 0.80 | 0.50 | 0.30 | 0.20 | 0.1 | B-GRL | أصفر بني |
| 2.60 | 1.90 | 1.30 | 0.95 | 0.65 | 0.45 | 0.30 | 0.20 | 0.1 | B-RLE | |
| 2.80 | 2.10 | 1.40 | 1.05 | 0.70 | 0.45 | 0.25 | 0.15 | 0.07 | B-3RLE | برتقالي |
| 7.20 | 5.40 | 3.60 | 2.70 | 1.80 | 1.20 | 0.80 | 0.45 | 0.2 | B-4G | أحمر |
| 4.00 | 3.00 | 2.00 | 1.50 | 1.00 | 0.70 | 0.50 | 0.35 | 0.15 | B-F | |
| 3.80 | 2.90 | 1.90 | 1.40 | 1.00 | 0.70 | 0.45 | 0.30 | 0.15 | B-2GLE | |
| 1.80 | 1.35 | 0.90 | 0.65 | 0.45 | 0.33 | 0.23 | 0.15 | 0.075 | B-RGLE | |
| 7.20 | 5.40 | 3.60 | 2.70 | 1.80 | 1.20 | 0.75 | 0.40 | 0.2 | B-BLE | |
| 3.00 | 2.20 | 1.50 | 1.10 | 0.75 | 0.50 | 0.35 | 0.20 | 0.1 | B-5B | وردي |
| 3.70 | 2.80 | 1.80 | 1.40 | 0.90 | 0.65 | 0.40 | 0.25 | 0.1 | B-RLE | خمري |
| 5.10 | 3.80 | 2.60 | 1.90 | 1.30 | 1.00 | 0.60 | 0.35 | 0.2 | B-2RLE | بنفسجي |
| 8.40 | 6.30 | 4.20 | 3.10 | 2.10 | 1.20 | 0.70 | 0.40 | 0.15 | B-FE | أزرق |
| - | - | 9.00 | 6.70 | 4.50 | 2.50 | 1.50 | 0.90 | 0.4 | B-RLE | |
| 3.20 | 2.40 | 1.60 | 1.20 | 0.80 | 0.45 | 0.30 | 0.20 | 0.1 | B-BLE | |
| 7.60 | 5.70 | 3.80 | 2.80 | 1.90 | 1.40 | 0.95 | 0.60 | 0.3 | B-2GLE | |
| 8.40 | 6.40 | 4.20 | 3.20 | 2.10 | 1.50 | 0.90 | 0.60 | 0.3 | B-3G | |
| 2.40 | 1.80 | 1.20 | 1.90 | 0.60 | 0.35 | 0.25 | 0.15 | 0.05 | B-NLE | أخضر |
| 3.40 | 2.50 | 1.70 | 1.20 | 0.85 | 0.70 | 0.50 | 0.35 | - | B-RL | كحلي |
| 4.80 | 3.60 | 2.40 | 1.80 | 1.20 | 0.50 | - | - | - | B-BL | أسود |

الجدول ٣٤ : 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 | | |
| 90-98 | 88-96 | 86-94 | 83-91 | 81-89 | 78-86 | 75-85 | 72-83 | 70-82 | Acribel + | أكرييل |
| 92-98 | 89-97 | 87-95 | 85-93 | 83-91 | 80-88 | 77-87 | 74-85 | 70-82 | Acrilan + 16 | أكريلان |
| 88-96 | 85-93 | 82-90 | 80-88 | 78-86 | 75-83 | 72-82 | 70-81 | 67-79 | Beslon + | بيسلون |
| 92-98 | 89-97 | 86-94 | 83-91 | 80-88 | 78-86 | 74-84 | 70-81 | 66-78 | Cashmilon + | كاشمilon |
| 92-98 | 90-98 | 88-96 | 87-95 | 85-93 | 83-91 | 80-90 | 78-89 | 76-88 | Courtelle + | كورتيل |
| 92-98 | 90-98 | 87-95 | 85-93 | 83-91 | 80-88 | 77-87 | 74-85 | 71-83 | Cripenka + | كريبنكا |
| 94-98 | 92-98 | 89-97 | 86-94 | 83-91 | 81-89 | 78-88 | 74-85 | 71-83 | Crylor +20 | كريلور |



الشكل ٣٠ : طريقة العامل المؤخر

٣-٩- 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 الأكريليك وبكافة أشكالها، وبالتالي يستحسن استخدامها حيث لا يوجد تحكم آلي. ويتم تحديد ما يلزمنا من الريتارغال السائل A من الجدول ٣٥ أي اللائحة R بما يتلائم مع نوعية الخيوط المثبتة في الجدول R ورقم مفتاح التركيز من اللائحة C. طريقة العمل: يتم بناء الحمام وفق الجدول التالي:

| بناء حمام الصباغة بطريقة العامل المؤخر بحسب كلارينت | | | | |
|---|---------------------|-----------|---------------|-----------|
| صباغ | تركيز العامل المؤخر | ملح غلوبر | خلات الصوديوم | حمض خل |
| ما يلزم % | X % من اللائحة R | ١٥-٠ غ/ل | ٢-١ غ/ل | حتى pH: 4 |

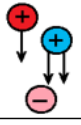
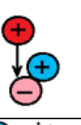


يتم إدخال الخامة كما في الشكل ٣٠ إلى الحمام ونرفع درجات الحرارة بسرعة تلائم نوعية الخيوط والشروط العملية حتى الدرجة ٨٠ - ٩٠ °م، ونتابع رفع درجات الحرارة حتى ٩٦ - ٩٨ °م خلال ١٠ - ٣٠ دقيقة للبدء بعملية استنزاف وتثبيت الصباغ، ويمكننا اختصار الزمن عند العمل بشروط الحرارة العالية عنه في شروط درجة حرارة الغليان، كما يمكننا خفض كمية العامل المؤخر بمعدل ١٠ % عند إضافة ملح غلوبر، ونرى في الشكل ٣١ تطور امتصاص الأصبغة القاعدية بوجود العامل المؤخر وفي الشكل ٣٢ آلية التافس بين العامل المؤخر والجزء الصباغي :

الجدول ٣٥ : اللائحة R

| اللائحة T : طريقة المؤخر لتطبيق أصبغة الساندوكريل وتعيين نسبة العامل المؤخر المثوية بحسب رقم الكود المعين على أساس التركيز " درجة الحموضة 4.5 pH " | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------|----------|
| رقم الكود | | | | | | | | | الخيوط | |
| ٢٠ | ١٥ | ١٠ | ٧,٥ | ٥ | ٤ | ٣ | ٢ | ١ | | |
| 0.25 | 0.50 | 0.75 | 1.00 | 1.25 | 1.50 | 1.75 | 2.00 | 2.25 | Acribel + | أكريبل |
| - | 0.75 | 1.25 | 1.75 | 2.25 | 2.75 | 3.00 | 3.25 | 3.50 | Acrilan + 16 | أكريلان |
| 2.00 | 2.50 | 3.00 | 3.50 | 4.00 | 5.00 | 6.00 | 7.00 | 8.00 | Beslon + | بيسلون |
| 2.50 | 0.75 | 1.25 | 1.75 | 2.00 | 2.25 | 2.50 | 2.75 | 3.00 | Cashmilon + | كاشمليون |
| - | - | 0.50 | 1.00 | 1.50 | 1.75 | 2.00 | 2.25 | 2.50 | Courtelle + | كورتيل |
| - | 0.50 | 1.00 | 1.50 | 2.00 | 2.25 | 2.50 | 2.75 | 3.00 | Crilenka + | كريلنكا |
| - | 0.25 | 0.75 | 1.25 | 1.75 | 2.00 | 3.25 | 2.50 | 2.75 | Crylor +20 | كريلور |
| - | - | 0.30 | 0.60 | 0.70 | 0.80 | 0.90 | 1.00 | 1.25 | Dolan + | دولان |
| - | - | 0.25 | 0.40 | 0.50 | 0.60 | 0.75 | 0.90 | 1.00 | Dralon + | درالون |
| 1.00 | 1.50 | 2.00 | 2.50 | 3.00 | 3.50 | 4.00 | 4.50 | 5.00 | Euroacril + | يورأكريل |
| 2.00 | 2.50 | 3.00 | 3.50 | 4.00 | 4.50 | 5.00 | 6.00 | 7.00 | Exlan + DK | إكسلان |
| - | 0.75 | 1.25 | 1.75 | 2.25 | 2.75 | 3.00 | 3.25 | 3.50 | Leacril +16 | ليأكريل |
| - | - | 0.50 | 1.00 | 1.50 | 2.00 | 2.50 | 2.75 | 3.00 | Melana + | ميلانا |
| 0.50 | 1.00 | 1.50 | 1.75 | 2.00 | 2.25 | 2.50 | 2.75 | 3.00 | Orlon +42 | أورلون |
| 3.00 | 3.50 | 4.00 | 4.50 | 5.00 | 6.00 | 7.00 | 8.00 | 9.00 | Toraylon + | تورايلون |
| - | 0.25 | 0.50 | 0.60 | 0.75 | 0.90 | 1.00 | 1.20 | 1.40 | Velicren + | فيليكرين |
| - | - | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 1.25 | 1.50 | 1.75 | 2.00 | Vonnel +17 | فونيل |
| ٢٠ | ١٥ | ١٠ | ٧,٥ | ٥ | ٤ | ٣ | ٢ | ١ | رقم الكود | |

| تأثير العامل المؤخر على امتصاص الأصبغة القاعدية في حمام صباغة البولي أكريلونتريل | | | | | |
|--|----|----|----|---|--|
| ٧ % أساس أصفر ٥١ + ٠,٧ % أساس أحمر ١٨ + ٠,٧ % أساس أزرق ٤١ حمض خل : ٠,٦ غ/ل، ٣٠ دقيقة / ١٠٢ م، العامل المؤخر: مجموعة مركبات الأمونيوم الربعية | | | | | |
| الصباغ والبقايا | | | | | |
| تركيز العامل المؤخر : % من وزن الخيوط | | | | | |
| ٥% | ٤% | ٣% | ٢% | - | |

الشكل ٣١

| مخطط مراحل تنافس الصباغ مع العامل المؤخر عند صباغة البولي أكريلونتريل | | | |
|---|---|---|---|
| هجرة الصباغ والعامل المؤخر | ارتباط العامل المؤخر | ارتباط العامل المؤخر والصباغ | انفصال العامل المؤخر |
|  |  |  |  |
| ⊕ : الصباغ ، ⊕ : العامل المؤخر ، ⊖ : المركز الفعال | | | |

الشكل ٣٢

٩-٤ - طريقة الساندوكريل RT: وتقوم هذه الطريقة على الجمع بين استخدام العامل المؤخر بنسب أقل منها كما في الطريقة R والتحكم بارتفاع درجات الحرارة بأقل منها في الطريقة T، لذا يكون استنزاف الحمام هنا بين ٨٥ - ٩٠ °م أو بين ٩٠ - ٩٥ °م حسب درجة تجانس الخيوط، وأكثر ما تستخدم 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 ٣٦ " اللائحة RT"، وتبدأ عملية الصباغة عند درجة حرارة منخفضة نرفعها خلال ٣٠ - ٨٠ دقيقة حسبما تسمح به آلة الصباغة، والقاعدة أن الحمام سينتزعف 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.

تخص هذه الطريقة الخامات الصعبة التخريق لانكماشها العالي الذي يُضعف من درجة التسوية ما يقتضي العمل بأعلى درجة حرارة ممكنة، كما تتميز بعدم حاجتنا للتبريد عند اضطرارنا لأي إضافة لاحقة للأصبغة بسبب وجود العامل المؤخر.

الجدول ٣٦: اللائحة RT

| اللائحة RT : طريقة تطبيق أصبغة الساندوكريل الحرارية مع العامل المؤخر وتعيين نسبة العامل المؤخر المئوية بحسب رقم الكود المعين على أساس التركيز " درجة الحموضة 4.5 pH " | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|-------|------|------|------|------|----------------------|--------------|----------|
| * : غالباً ما تتم الصباغة بدرجات حرارة عالية ، # : تتم الصباغة عند درجات حرارة ٨٥-٩٠ م | | | | | | | | | | | |
| رقم الكود | | | | | | | | | درجة الحرارة المئوية | الخيطة | |
| ٢٠ | ١٥ | ١٠ | ٧,٥ | ٥ | ٤ | ٣ | ٢ | ١ | | | |
| # | # | # | 0.00 | 0.20 | 0.30 | 0.40 | 0.50 | 0.60 | 80-85 | Acribel + | أكرييل |
| # | 0.00 | 0.50 | 0.75 | 1.00 | 1.20 | 1.40 | 1.60 | 1.80 | 90-95 | | |
| # | # | # | 0.00 | 0.250 | 0.50 | 0.75 | 1.00 | 1.25 | 80-85 | Acrilan + 16 | اكريلان |
| # | 0.00 | 0.50 | 1.00 | 1.50 | 1.75 | 2.00 | 2.25 | 2.50 | 90-95 | | |
| # | 0.00 | 0.75 | 1.25 | 1.75 | 2.00 | 2.25 | 2.50 | 2.75 | 80-85 | Beslon + | بيسلون |
| 1.25 | 2.00 | 2.50 | 3.00 | * | * | * | * | * | 90-95 | | |
| # | # | 0.00 | 0.25 | 0.50 | 0.60 | 0.75 | 0.90 | 1.00 | 85-90 | Cashmilon + | كاشمليون |
| # | 2.20 | 0.75 | 1.25 | 1.50 | 1.75 | 2.00 | 2.25 | 2.50 | 90-95 | | |
| # | # | 0.00 | 0.25 | 0.40 | 0.50 | 0.60 | 0.70 | 0.80 | 90-95 | Courtelle + | كورتيل |
| # | # | # | 0.00 | 0.25 | 0.50 | 0.75 | 0.90 | 1.00 | 85-90 | | |
| # | 0.00 | 0.50 | 1.25 | 1.75 | 2.00 | 2.25 | 2.75 | 3.00 | 90-95 | Crilenka + | كريلنكا |

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 طرق الساندوكريل T مراقبة دقيقة لارتفاع درجة الحرارة عند تطبيق نسب حمام منخفضة جداً، إذ يمتلك الليوجين PAA فعالية عالية في إزالته لأية رواسب موجبة كانت أم سالبة، لذا يوصى باستخدامه بنسبة ٢ - ٤ % من وزن خيط الاكريليك.

نبدأ عند الدرجة ٤٠-٥٠ م حيث يبدأ الليوجين PAA بتشكيل معقدات ضعيفة الثبات مع الأصبغة، ولا تلبث هذه المعقدات الضعيفة أن تتفكك مع ارتفاع درجة الحرارة واستمرار عمليات الغلي، فنرفع درجة الحرارة حتى الحد الأدنى من مجال درجتي حرارة الامتصاص خلال ٢٠-٣٥ دقيقة لتتابع 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 تدلل عليها الشركة الصانعة، فمثلاً ننصح باير هنا بالاستراغال PAN للأصبغة العالية الألفة، بينما ننصح بالاستراغال M للأصبغة المتوسطة أو الضعيفة الألفة. وتتم المعالجة لمدة ١,٥-١ 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 أولاً بشطفه مع ٣-٥ غ/ل صابون مارسيل لمدة ١٥-٢٠ دقيقة بدرجات حرارة ٩٦-٩٨ م يتبعها شطف عادي فساخن وبماء طري، في حين أن الاستراغال M لا تلزمه أي معالجة.

١١- إرجاع اللون: نعد لإرجاع اللون عندما يكون اللون مخالفاً للمطلوب، ويطبق حمام الإرجاع بوجود صابون عند درجة حرارة الغليان، وترتبط جدوى العملية بألفة الأصبغة تجاه الخيوط، ومهما يكن من أمر فلا يمكن تعرية اللون بهذه الطريقة بشكلٍ كامل.

تتم تعرية الأصبغة الحساسة تجاه الكهريليات 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 ويمكننا إضافة 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 المحاولات للتخفيف من اللون نلجأ للأكسدة لتعرية اللون وبدون أن تخرب خيوط الاكريليك، وذلك بالاعتماد على 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.

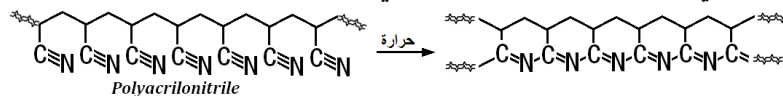
ويخفض استخدام المؤكسدات قوة اللون بحدود ٣٠ - ٤٠ % أو أكثر، وعلينا التخلص بعدها من كامل بقايا الكلور منعاً لانخفاض الثباتية للضوء عند إعادة عملية الصباغة، وتتم عملية التعرية في حمام ٤٠/١ أو ٨٠/١ وعند درجة حموضة 5,5-6 pH مع:

| حمام تعرية البولي أكريلو نتريل | | | |
|-----------------------------------|-------------------|------------|---------------------|
| ٢٠ دقيقة / عند درجة حرارة الغليان | ١٥٠ غ/ل كلور فعال | ٧,٥-٥ مل/ل | هيبوكلوريت الصوديوم |
| | مانع تاكل | ٥-٤ غ/ل | نيترات 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 NaHSO₃ من وزن الخيط ليشتطف بعدها جيداً.

١٣ - تبييض الاكريليك: يتم تبييض الاكريليك بحسب كلارينت بحمام يحوي المبيض مع ٢% حمض نمل ٨٥% لمدة ساعة عند درجة حرارة الغليان وباعتماد الليكوفور EFR السائل كمبيض ضوئي وبدون إضافة الكلوريت.

١٤ - التخرب الحراري للبولي أكريلو نتريل: يتفكك البولي أكريلو نتريل بتعريضه للحرارة على الشكل:



مثال تطبيقي لحساب كمية العامل المؤخر الموجب بحسب كتالوك أصبغة التاي كريل

تحسب كمية العامل المؤخر Y على أساس:

آلة الصباغ : الونش: أي أن ثابت الصباغة % 80-90 DC= ، نوع الخيط : فونيل ١٧ : أي أن درجة الإشباع: $S_f = 1.2$ ، العامل المؤخر: بيريتارد GAN أي أن : $Fr = 0.55$

| حساب كمية العامل المؤخر الموجب اللازم لـ ١٠٠ كغ بولي أكريلو نتريل بطريقة كتالوك تاي كريل | | | | | |
|---|------|-----|---|------|--------------------|
| [[درجة إشباع الخيط × ثابت الصباغة) - (مجموع كمية الصباغ × عامل إشباع الأصبغة)] ÷ معامل إشباع العامل المؤخر | | | | | |
| [[(Saturation value of fiber × DC) - (Sum of amount of dyes × f.value)] ÷ of value of retarder | | | | | |
| جداء وزن الصباغ مضروباً بألفته | = | % | X | f | الأصبغة |
| ٠,٢٠٨ | | ٠,٤ | | ٠,٥٢ | ٠,٤ % أساس أصفر ٢٨ |
| ٠,٣٢٤ | | ٠,٦ | | ٠,٥٤ | ٠,٦ % أساس أحمر ١٤ |
| ٠,١٥٣ | | ٠,٣ | | ٠,٥١ | ٠,٣ % أساس أزرق ٤١ |
| ٠,٦٨٥ | | | | | |
| % Dyes | f | % | = | | Σ Dyes × f |
| 0.4 % Basic Yellow 28 | 0.52 | 0.4 | | | 0.208 |
| 0.6 % Basic Red 14 | 0.54 | 0.6 | | | 0.324 |
| 0.3 % Basic Blue 41 | 0.3 | 0.3 | | | 0.153 |
| | | | | | 0.685 |

وبالتالي تساوي كمية العامل المؤخر:

$$\% ٠,٥ = ٠,٥٥ \div [(٠,٦٨٥) - (٠,٨ \times ١,٢)]$$

ولو اختصرنا قوة اللون عشر مرات لصارت كمية المؤخر اللازمة:

$$1.6\% = 0.55 \div [(0.685) - (0.8 \times 1.2)]$$

وباستبدال الخيط بخيط الكاشمليون F ذي SF=1.9 لصارت كمية العامل المؤخر:

$$1.5\% = 0.55 \div [(0.685) - (0.8 \times 1.9)]$$

ويستحسن عموماً اختصار كمية العامل المؤخر بنسبة ما "خبرة عملية" 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.

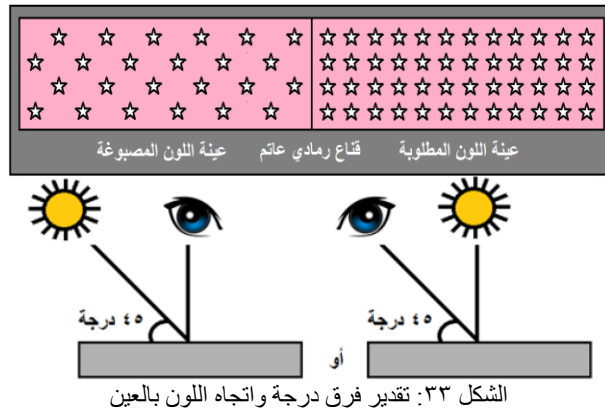
الجدول ٣٧: تغير اتجاه لون أصبغة الاسترازون من باير عند تطبيقها بوسط حمض الكبريت أو حمض النمل

| تغير اتجاه لون أصبغة الاسترازون من باير عند تطبيقها بوسط حمض الكبريت ٦% أو حمض النمل ٣% من Bayer | | | |
|--|-----------------|--------------------|--------------------|
| استرازون | رقم الفهرس | حمض الكبريت ٦% | حمض النمل ٣% |
| 10GL | | لا يتغير | لا يتغير |
| 8GL | أساس أصفر ١٣ | لا يتغير | لا يتغير |
| 7GLL | أساس أصفر ٢١ | أثار اخضرار | أثار اخضرار |
| 4GL | أساس أصفر ١١ | أثار انبهات | أثار اخضرار |
| 3GL | أساس أصفر ١١ | أثار انبهات | أثار اخضرار |
| GRL | أساس أصفر ٢٩ | لا يتغير | لا يتغير |
| GL | أساس أصفر ٢٨ | لا يتغير | أثار اصفرار |
| GLD | أساس أورانجو ٢٩ | لا يتغير | لا يتغير |
| RR | أساس أورانجو ٤٢ | يصفر نوعاً ما | أثار اصفرار |
| G | أساس أورانجو ٢١ | لا يتغير | لا يتغير |
| R | أساس أورانجو ٢٢ | لا يتغير | لا يتغير |
| RRL | أساس أورانجو ٢٨ | يخمر نوعاً ما | لا يتغير |
| FRL | أساس أورانجو ٤٤ | لا يتغير | لا يتغير |
| 3RL | أساس أورانجو ٢٧ | لا يتغير | أثار احمرار |
| 4G | أساس أحمر ١٤ | لا يتغير | لا يتغير |
| RTL | | انبهات بسيط | لا يتغير |
| FRL | | لا يتغير | لا يتغير |
| GTL | أساس أحمر ١٨ | يزرق بشكل ملحوظ | لا يتغير |
| GL | | يزرق بشكل ملحوظ | لا يتغير |
| RL | أساس أحمر ٢٥ | يزرق بشكل طفيف | لا يتغير |
| BL | أساس أحمر ٤٥ | لا يتغير | لا يتغير |
| BRL | أساس أحمر | انبهات واضح ، يزرق | انبهات طفيف ، يزرق |
| BBL | أساس أحمر ٢٣ | انبهات واضح ، يزرق | لا يتغير |
| F3BL | أساس أحمر ٢٢ | انبهات طفيف ، يزرق | لا يتغير |
| BL | أساس بنفسجي ١٩ | انبهات طفيف | لا يتغير |
| FG | أساس أحمر ١٣ | انبهات طفيف | لا يتغير |
| 6B | أساس بنفسجي ٧ | انبهات طفيف ، يحم | لا يتغير |
| GN | | يزرق بصورة كبيرة | يزرق نوعاً ما |
| 3R | أساس بنفسجي ١٦ | يزرق بصورة كبيرة | أثار اصفرار |
| FRR | أساس بنفسجي ٢٠ | لا يتغير | لا يتغير |
| F3RL | أساس بنفسجي ٢١ | لا يتغير | لا يتغير |
| 5RL | أساس أزرق ٦٢ | أثار انبهات | لا يتغير |
| 3RL | أساس أزرق ٤٧ | انبهات طفيف ، ضعف | أثار ضعف |
| FRR | أساس أزرق ٦٩ | يخضر نوعاً ما | لا يتغير |
| RL | أساس أزرق ٤٦ | لا يتغير | لا يتغير |
| FL | | يخضر نوعاً ما | لا يتغير |
| GL | أساس أزرق ٥٤ | لا يتغير | لا يتغير |
| FGL | أساس أزرق ٢٢ | يحم بشكل ملحوظ | لا يتغير |
| FGGL | أساس أزرق ٤١ | يخضر نوعاً ما | لا يتغير |
| NBL | | انبهات طفيف ، ضعف | لا يتغير |
| B | أساس أزرق ٥ | يخضر نوعاً ما | لا يتغير |
| BG | أساس أزرق ٣ | لا يتغير | لا يتغير |
| G | أساس أزرق ١ | يخضر نوعاً ما | أثار اخضرار |
| 3GL | أساس أزرق | انبهات طفيف ، يحم | لا يتغير |
| 5GL | أساس أزرق ٤٥ | يضعف نوعاً ما | لا يتغير |
| 7GL | | لا يتغير | لا يتغير |
| F3BL | أساس أخضر ١٠ | لا يتغير | لا يتغير |
| FBL | | لا يتغير | لا يتغير |
| M | أساس أخضر ٤ | يصفر نوعاً ما | أثار اصفرار |
| D | أساس أخضر ١ | يصفر بصورة كبيرة | يصفر نوعاً ما |
| BL200% | أساس أخضر ٦ | لا يتغير | لا يتغير |
| GLL | أساس أورانجو ٣٠ | أثار اصفرار | لا يتغير |
| GL | | يخضر بشكل ملحوظ | أثار اخضرار |
| RL | | يخضر نوعاً ما | أثار اخضرار |
| R | | اخضرار طفيف | أثار اخضرار |
| O | | انبهات طفيف | انبهات طفيف |
| TL | | انبهات واضح ، يحم | انبهات طفيف |
| WRL | | انبهات طفيف | يخضر نوعاً ما |
| M | | انبهات طفيف | انبهات طفيف |
| 5BL | أساس أحمر ٢٤ | انبهات طفيف | لا يتغير |

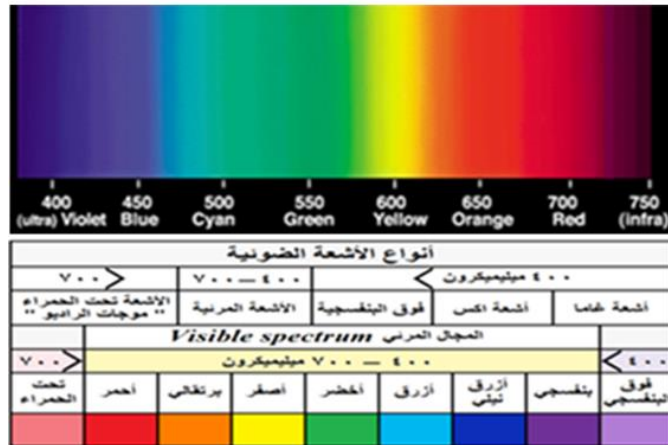
مقياس الطيف الضوئي " السبكتروفوتومتر "

Spectrophotometer

المقدمة: واكب التطورات العلمية الواسعة التي يشهدها العالم المعاصر جملةً من القيم والمعطيات ضمن جملة المواصفات التي يجب أن يتمتع بها أي مُنتج ليضمن مُنتجُه المنافسة والتسويق في عالمٍ احدثت معه سياسات المنافسة والتطوير، فبرزت الحاجة لظهور شهادات الجودة كالأيزو والاكو... 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 الطرق الآلية لتحديد العامل الشخصي الذي يتباين من شكلٍ 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 ٣٣:

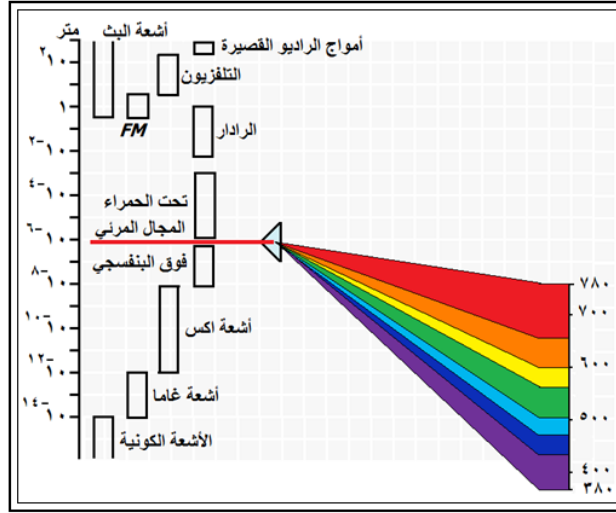


١- **الأشعة المرئية أو الطيف المرئي:** يتألف الضوء الوارد من حولنا سواء أكان من الشمس أم من المصادر الصناعية من مجموعة أشعة مختلفة طول الموجة كما في الشكل ٣٤، وتحتل الأشعة المرئية بتمريرها على موشور زجاجي إلى ألوانها الأساسية السبعة كما هو وارد في الشكل ٣٥، وهكذا وتحت تأثير مصدر ضوئي معين تختلف أطوال الموجات الضوئية الواردة على الجسم الملون ما يسبب اختلافاً في أطوال موجات الأشعة المنعكسة يسبب اختلافاً باللون الظاهر للعيان، وهذا ما ندعوه بظاهرة الميتميريزم والتي تعرف على أنها اختلاف اللون باختلاف المصدر الضوئي كما في الشكل ٣٦:

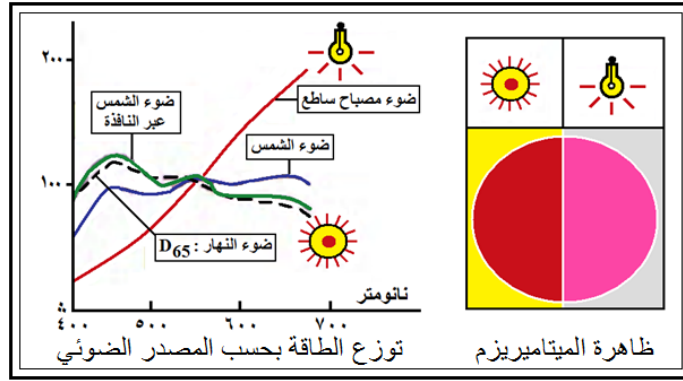


الشكل ٣٤: أنواع الأشعة الضوئية

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 الإشعاعين من الأطوال الموجية لأشعتهما، إذ تزيد نسبة الإشعاع فوق البنفسجي في ضوء الشمس عنها في ضوء المصابيح الكهربائية، ويبين لنا الشكل ٣٣ تحليلاً لأنواع الأشعة والطيف الضوئية، ونرى في الشكل ٣٤ موقع المجال المرئي وتحليله:



الشكل ٣٥: موقع المجال المرئي وتحليله بين أنواع الأشعة



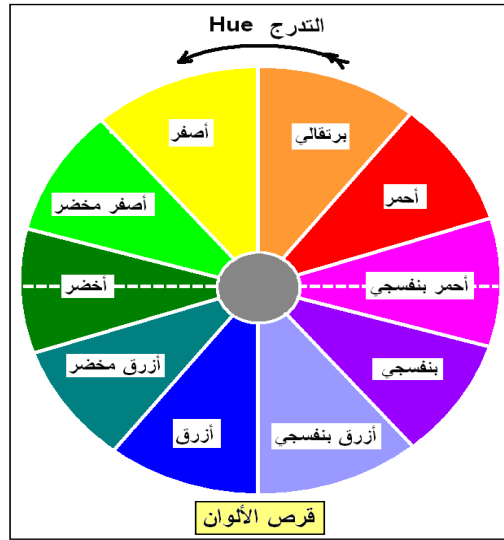
الشكل ٣٦: ظاهرة الميتاميريزم

٢- الألوان المتكاملة: يحوي جزيء المركب الملون إلكترونات حرة يمكنها التحرك أو الطنين والقفز من مدار رابط إلى آخر ضد الربط على كامل مساحة الجزيء، فننتقل من مستوى طاقي إلى أعلى بامتصاصها للطاقة الواردة عبر الموجات الضوئية الساقطة على الجزيء، ولا تلبث أن تعود إلى مستواها الأصلي مطلقاً ما امتصته من طاقة من جديد، وتصل الأشعة المنعكسة لشبكية العين لتتحسسها على شكل لون، ونسمي طول الطاقة الممتصة باللون والمنعكسة باللون المكمل كما في الجدول ٣٨:

| أطوال أمواج ألوان الطيف واللونان المتكاملان | | | |
|---|---------------|--------------|------------------------|
| آلية 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 |

٣- 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 وبالتالي ليس له وجود خارج الجهاز العصبي للكائنات الحية، وأهم الخواص التي يتصف بها اللون عبر توصيفه المرئي أو الفيزيائي.

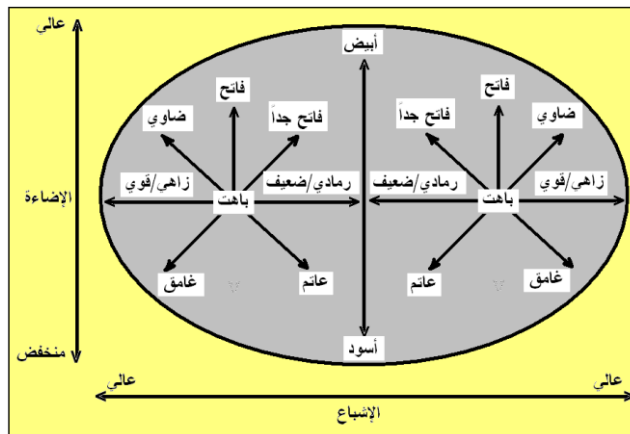
٣-١- التدرج اللوني Hue: ويميز كنية اللون، كأن نقول أحمر أو برتقالي... ونسميه بالتدرج لرمزيته في انتقال اللون من نقطة إلى أخرى بالتدرج كما في الشكل ٣٧:



الشكل ٣٧: قرص الألوان

٣-٢- القيمة Value: وتدل على درجة عمق اللون ما بين غامق أو فاتح، أي مشبع وهو ما نعتبره اللون الأساسي Shade أو فاتح أو ما نعتبره Tint.

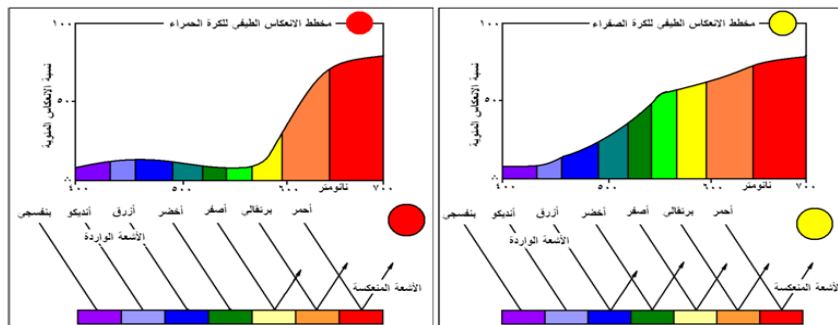
٣-٣- الشدة Intensity: وتدل هذه الخاصية على درجة نقاء اللون، فيمكننا أن نغير من درجة نقاء اللون بمزجه بلون آخر يقربه من السواد، كأن نمزج اللون الأزرق باللون البرتقالي الذي يوجه اللون الأزرق الصافي إلى اللون الكحلي العاتم ومن ثم إلى الأسود أو درجة من درجات اللون الرمادي كما في الشكل ٣٨:



الشكل ٣٨: بناء كرة اللون

ومنهم من يدعو هذه الخاصة بدرجة الإشباع اللوني أو Chroma مدللين على انتقال اللون من الأحمر القاني إلى الخمرى مثلاً.

٣-٤- 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 ٣٩:






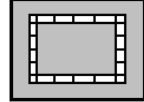



الشكل ٣٩: مخطط الانعكاس الطيفي لكرتين صفراء وحمراء

٣-٥- النقاوة Purity: وتقارب مع هذه الصفة اللون مع درجة البياض الذي يحمله.
 ٣-٦- الإضاءة Luminance: وتعتبر عن كمية الضوء المنعكس إلى العين من اللون المشار إليه.
 ٣-٧- الإشباع اللوني Chroma: وتدلل هذه الخاصة على محتوى اللون من اللون الرمادي ذي القيمة ٥٠ والواقع في مركز الكرة اللونية على حساب اللون الأصلي، ونجد هذه الخاصة بين اللونين الأحمر الضاوي مثلاً واللون الخمرى عبر التحرك من مركز الكرة الغني بالرمادي إلى المحيط الغني باللون الأحمر.
 ٣-٨- 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 جميع أطوال الأشعة الساقطة عليه.

وعملياً لم يتمكن العلم إلى الآن من العثور على الجسم الذي يمكنه أن 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.

٤- 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 تصميمه للمواد السائلة كأحبار الطباعة والتصوير.

| الفوارق بين العين البشرية والكلر متر والسبكتروفوتومتر في آليات قراءة اللون | | | |
|---|---|---|-------------------------------------|
|  لون أحمر |  دماغ |  الشبكية | إنسان " عين بشرية " |
| 001 L: 43.31 a*: 47.63 b*: 14.12 معطيات اللون الرقمية |  حاسوب ميكروي |  حساس | كلر متر مقياس اللون |
| L*: 43.31 a*: 47.63 b*: 14.12 معطيات اللون الرقمية |  حاسوب ميكروي |  حساس طيفي | سبكتروفوتومتر مقياس الطيف الضوئي |

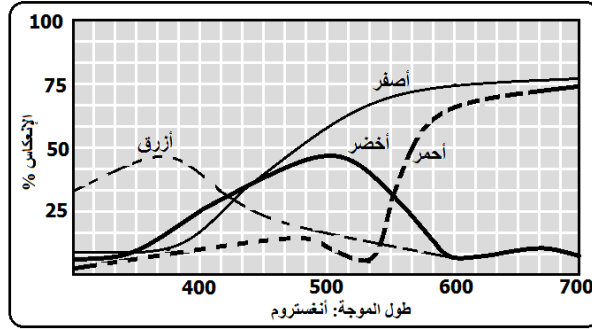
الشكل ٤٠: الفوارق بين آليات عمل العين البشرية والكلر متر والسبكتروفوتومتر

٥- 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 تقيمتها 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 مؤشر يتلقى الأشعة الضوئية ويحللها ويرسل بطول موجة وحيد يمكننا اختياره للعينة التي تحولها لطاقة كهربائية بتيار كهربائي ضعيف يمكن للمكبر أن يحوله لجهاز البيان 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 ومنحني الانعكاس كما سبق وذكرنا للعلاقة الأساسية بين درجة الانعكاس وتركيز الصباغ في المنسوجات ، ويبين لنا الشكل ٤١ منحنيات انعكاس ألوان الأصفر والأحمر والأزرق والأخضر.

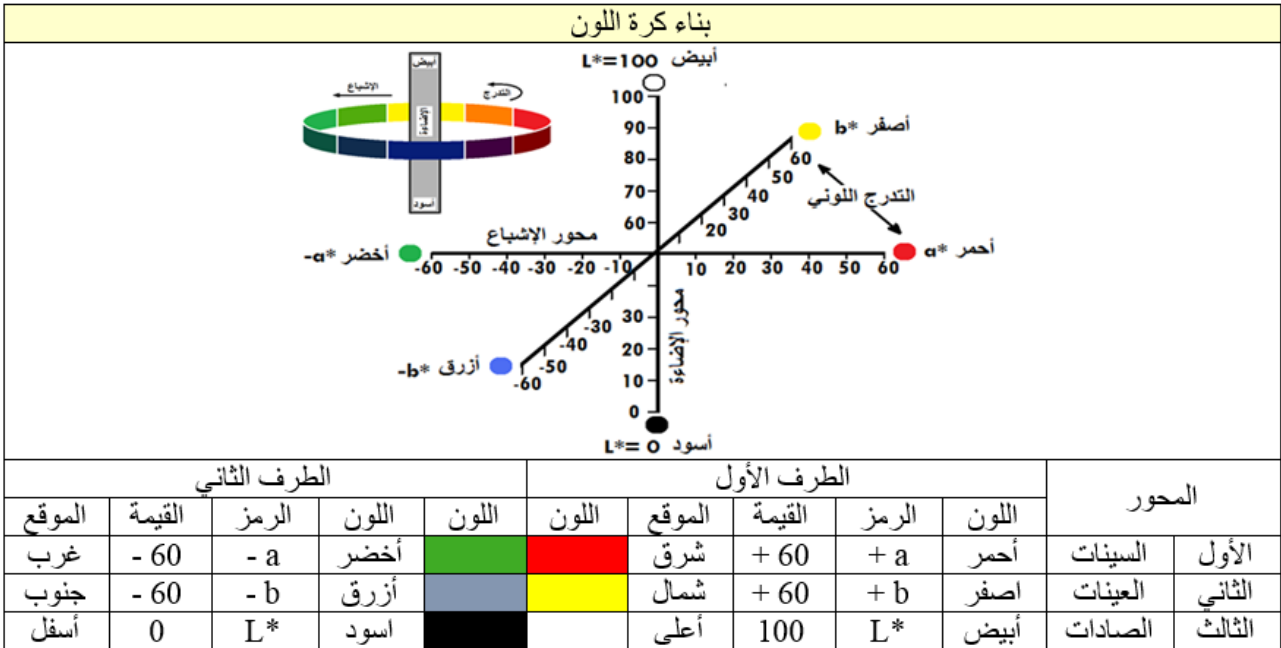


الشكل ٤١: أمواج ألوان : الأصفر والأحمر والأزرق والأخضر

وتعتمد الخواص الفيزيائية للون على منحنى انعكاس السطح الملون وطاقة الضوء المستخدم ، ولكون تبدد الضوء أو توزعه في ضوء النهار يأخذ أشكالاً متعددة فقد اعتمدت مصادر ضوئية ثلاث كما في الجدول ٣٩:

| المصادر الضوئية الثلاث المعتمدة | | المصدر | الضوء | الحرارة اللونية |
|---------------------------------|---|--|-----------|-----------------|
| | A | مصباح تنغستين | ٢٨٥٤ كلفن | |
| | B | ضوء الشمس المباشر مع مرشح ضوئي | ٤٨٧٠ كلفن | |
| | C | ضوء النهار العادي مصباح تنغستين مع مرشح سائل | ٦٧٧٠ كلفن | |

٦- بناء كرة اللون: تقوم كرة اللون على جملة احداثيات ثلاثية الأبعاد أو المحاور كما يبين الشكل ٤٢:



الشكل ٤٢: تفصيل بناء كرة اللون

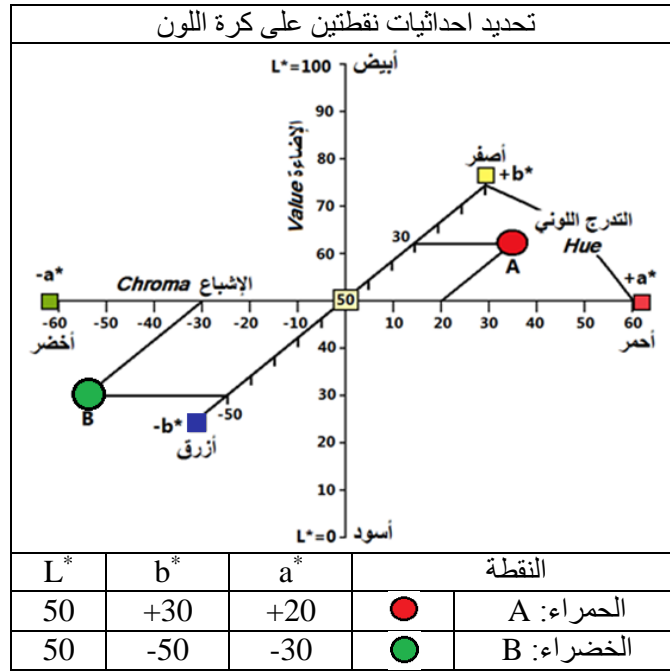
٧- الأنظمة اللونية الرياضية: قدمت اللجنة الدولية للإنارة CIE: International Commission on Illumination عام ١٩٧٦ معياري لونين موحدتين هما:

CIELAB: $(L^*a^*b^*)$ 1976

CIELUV: $(L^*u^*v^*)$ 1976

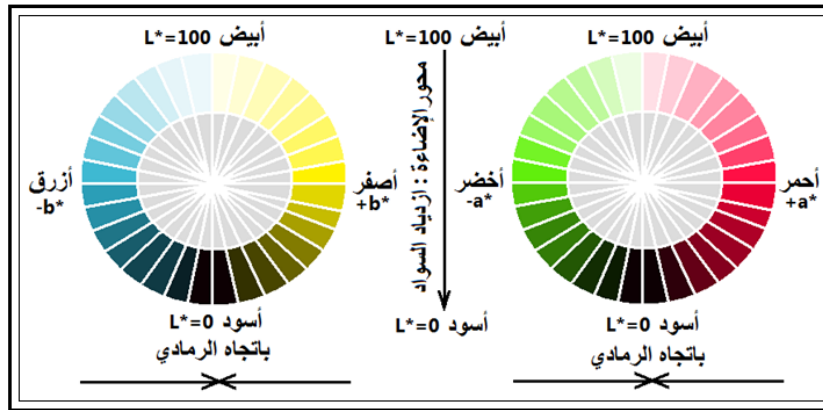
أي أنه وفي معيار CIELUV عن معيار CIELAB سيكون u^* بدلاً عن a^* لمحور أحمر/أخضر، وسيكون v^* بدلاً عن b^* على محور أصفر/أزرق.

ولو أننا أخذنا بنقطتين مثل A و B وحاولنا تحديد لونهما كأرقام كما في الشكل ٤٣ لوجدنا:



الشكل ٤٣: تحديد احداثيات نقطتين على كرة اللون

أما إن تحركنا على كرة اللون بصورة شاقولية فسننتقل من اللون الفاتح حيث تكون $L^*=100$ إلى الغامق لننتهي إلى الأسود مع وصولنا إلى قيمة $L^*=0$ عند أسفل محور الإضاءة كما هو واضح في الشكل ٤٤:



الشكل ٤٤: تحرك الألوان بصورة عمودية على كرة اللون

٨- 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:

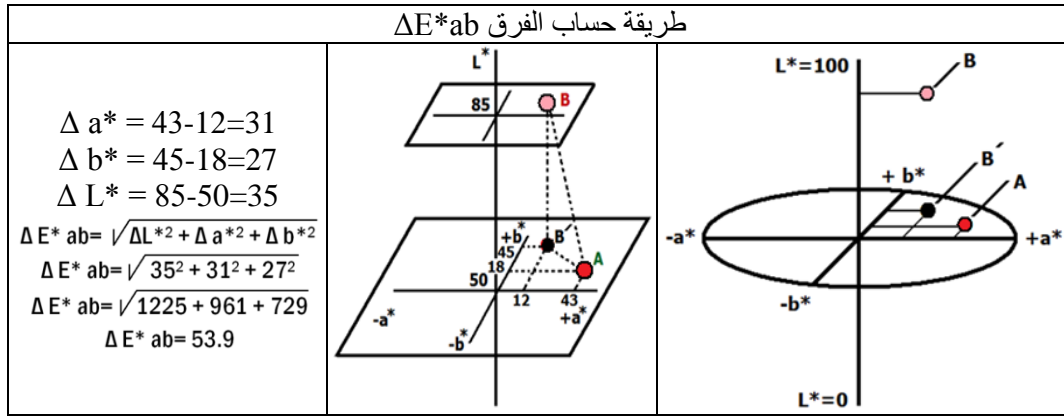
$$L^* \Delta a^* \Delta b^* \& L^* \Delta u^* \Delta v^*$$

إذ يشير الرمز لفرق واحد، في حين أننا نشير لكامل الفرق بـ: $L^* \Delta a^* \Delta b^*$ ، ويمكننا تحديد قيمة ΔE^* من تحديد المسافة على مخطط CIELAB التي يمكننا قياسها من العلاقة الرياضية في المثلث القائم الخاصة بتحديد طول الوتر:

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + [(\Delta a^*)^2 + [(\Delta b^*)^2]]^{1/2}$$

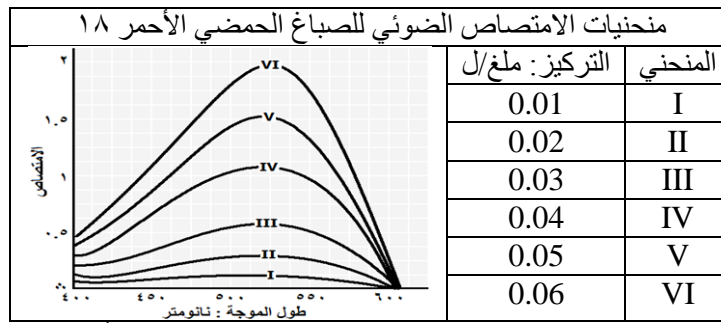
$$\Delta E^*_{uv} = [(\Delta L^*)^2 + [(\Delta u^*)^2 + [(\Delta v^*)^2]]^{1/2}$$

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 ٤٥:



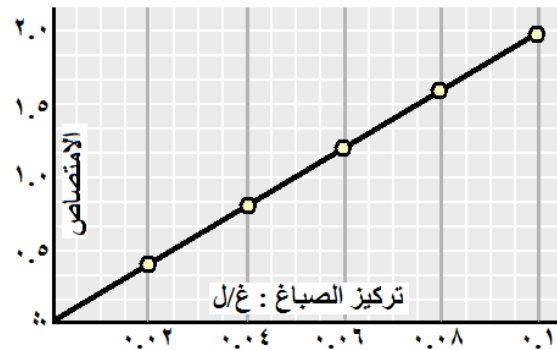
الشكل ٤٥ : طريقة حساب الفرق ΔE^*_{ab}

٩- تقنية ومبادئ القراءة على السبكتروفوتومتر: تتم أولاً قراءة وترسيم منحنيات الامتصاص Absorbance الموافقة لمجموعات الأصبغة المراد اعتمادها في المصبغة بعد اختيار طول الموجة المراد اعتماده في جميع القراءات أي λ_{max} كما هو حال مخططات امتصاص المحاليل الموافقة للصبغ الحمضي Acid Red 18 المبينة في الشكل ٤٥، 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 :



الشكل ٤٦ : منحنيات الامتصاص الضوئي للصبغ الحمضي الأحمر ١٨

ويمكننا من مجموعة القيم الناتجة عن مختلف هذه المنحنيات رسم منحنى المعايرة على الشكل ٤٧ :



الشكل ٤٧ : منحنى المعايرة للصبغ الحمضي الأحمر ١٨

وتتم في حال معايرة اللون على المنسوجات قراءة منحنيات الانعكاس Reflectance بناءً على العلاقة بين مقدار ما ينعكس من الموجات الضوئية وتركيز الصبغ المحمول على النسيج كما في الشكل ٣٩ الذي بين لنا أشكال أمواج الأصفر والأحمر والأزرق والأخضر.

لذا فإننا نعد بادئ ذي بدء للأخذ بالصبغ المراد معايرته وتوثيقه لصبغة مجموعة عينات مخبرية بتركيز محددة ليصار لرسم منحنيات الانعكاس وترسيم منحنى المعايرة كما هو الحال مع المحاليل، وتتخلص مهمة الحاسب الالكتروني 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:

| نهج استنباط وصفات توليف الأصبغة بألية المطياف الضوئي " السبكتروفوتومتر " | | |
|--|--------|---|
| ١ | صباعة | 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 | قياس : قياس شدة وكنه لون العينة المطلوبة |
| ٥ | اختيار | اختيار ثلاثيات الأصبغة المناسبة |
| ٦ | اختيار | اختيار وصفة اللون والأخذ بالتوليفة المحققة للمواصفات المطلوبة بالكلفة الأقل |
| ٧ | اختيار | 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 | تطبيق الحمام الصباغي |

الملحقات

تحضير محاليل الأصبغة والمواد المساعدة مخبرياً

لنعتبر أننا نريد أن نطبق تجربة صباغ على قطعة قماشية بوزن (٥) غ، في حمام حجمه (١٥٠) مل، بحسب الحجم الطبيعي لمعظم المخابري حالياً. يجري تطبيق الحسابات على الشكل التالي:
١- محاليل الأصبغة: لنفترض أن المطلوب قوة لون بتركيز ١%، ما يعني أن :

كل ١٠٠ كغ قماش يلزمها ١ كغ صباغ
 كل ١٠٠ غ قماش يلزمها ١ غ صباغ
 كل ٥ غ قماش يلزمها ٥ غ صباغ

$$س = (١ \times ٥) \div ١٠٠ = ٠,٠٥ \text{ غ صباغ}$$

لنذيب ١ غ صباغ في ٢٠٠ مل ماء، فيكون:

كل ٢٠٠ مل محلول صباغي تحوي ١ غ صباغ
 كل ح مل محلول صباغي تحوي ٠,٠٥ غ صباغ

$$ح = (٠,٠٥ \times ٢٠٠) \div ١ = ١٠ \text{ مل}$$

أي أن تركيز ١% يستلزم إضافة (١٠) مل من المحلول الصباغي للحمام، وعليه يمكننا أن نجدول الحجوم اللازمة لمختلف التراكيز على الشكل:

| التركيز % | ٣ | ٢ | ١ | ٠,٥ | ٠,١ | ٠,٠١ |
|-----------|----|----|----|-----|-----|------|
| الحجم: مل | ٣٠ | ٢٠ | ١٠ | ٥ | ١ | ٠,٠١ |

٢- محاليل المواد المساعدة: لنعتبر أننا نضيف مادة مساعدة بتركيز ١ غ/ل، نكتب:

كل ١ ليتر يحوي ١ غ مادة مساعدة
 كل ١٠٠٠ مل يحوي ١ غ مادة مساعدة
 كل ١٥٠ مل يحوي ٥ غ مادة مساعدة

$$س = (١ \times ١٥٠) \div ١٠٠٠ = ٠,١٥ \text{ غ}$$

لنذيب ٣ غ مادة مساعدة في ٢٠٠ مل ماء، فيكون:

كل ٢٠٠ مل ماء تحوي ٣ غ مادة مساعدة
 كل ح مل ماء تحوي ٠,١٥ غ مادة مساعدة

$$ح = (٠,١٥ \times ٢٠٠) \div ٣ = ١٠ \text{ مل}$$

أي أن إضافة ١٠ مل من هذا المحلول يعادل إضافة المادة المساعدة بتركيز ١ غ/ل.

٣- تحضير المحاليل الملحية: لنفترض أن المطلوب ١٠ غ/ل ملح، وأنها أذبنا ١٥٠ غ ملح في ليتر ماء، فيكون:

كل ١ ليتر حمام صباغي يحتاج لـ ١٠ غ ملح
 كل ١٠٠٠ مل حمام صباغي يحتاج لـ ١٠ غ ملح
 كل ١٥٠ مل حمام صباغي يحتاج لـ ح غ ملح

$$ح = (١٠ \times ١٥٠) \div ١٠٠٠ = ١,٥ \text{ غ}$$

كل ١٠٠٠ مل محلول ملحي يحوي ١٥٠ غ ملح
 كل س مل محلول ملحي يحوي ١,٥ غ ملح

$$س = (1,5 \times 1000) \div 10 = 150 \text{ مل}$$

٤- محلول كربونات الصوديوم (الصودا آش): لنفترض أن المطلوب ١٠ غ/ل صودا آش، وأننا أذبنا ١٥٠ غ ملح في ليتر ماء، فيكون:

كل ١ ليتر حمام صباغي يحتاج لـ ١٠ غ صودا آش
كل ١٠٠٠ مل حمام صباغي يحتاج لـ ١٠ غ صودا آش
كل ١٥٠ مل حمام صباغي يحتاج لـ ١٠ غ صودا آش

$$ح = (10 \times 150) \div 1000 = 1,5 \text{ غ}$$

كل ١٠٠٠ مل محلول قلوي يحوي ١٥٠ غ صودا آش
كل س مل محلول قلوي يحوي ١,٥ غ صودا آش

$$س = (1,5 \times 1000) \div 10 = 150 \text{ مل}$$

العينات المخبرية وعبوات محاليل صباغية والمخبر العامل على الأشعة الحرارية



| تركيز محاليل هيدروكسيد الصوديوم وما يعادلها بدرجات البوميه والتواديل عند ٢٠م | | | | | | | | | |
|--|-------|--------|-------|--------|--------------------------|-------|--------|-------|--------|
| درجة تواديل Tw = (الوزن النوعي - ١) × ٢٠٠ أي أن: | | | | | | | | | |
| الوزن النوعي = ١ + [(درجة تواديل × ٥) ÷ ١٠٠٠] | | | | | | | | | |
| تركيز هيدروكسيد الصوديوم | | درجة | درجة | الوزن | تركيز هيدروكسيد الصوديوم | | درجة | درجة | الوزن |
| % وزنا | غ/ل | تواديل | بوميه | النوعي | % وزنا | 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 | ٤٣٣,٢ | ٧٠ | ٣٧,٤ | ١,٣٥ | ١٦,٤٤ | ١٩٤,٠ | ٣٦ | ٢٢,٠ | ١,١٨ |
| ٣٣,٠٦ | ٤٤٩,٦ | ٧٢ | ٣٨,٢ | ١,٣٦ | ١٧,٣٥ | ٢٠٦,٤ | ٣٨ | ٢٣,٠ | ١,١٩ |
| ٣٤,٠٣ | ٤٦٦,٠ | ٧٤ | ٣٩,٠ | ١,٣٧ | ١٨,٢٦ | ٢١٩,٠ | ٤٠ | ٢٤,٠ | ١,٢٠ |
| ٣٥,٠١ | ٤٨٣,٢ | ٧٦ | ٣٩,٨ | ١,٣٨ | ١٩,٦١ | ٢٣١,٨ | ٤٢ | ٢٥,٠ | ١,٢١ |
| ٣٦,٠٠ | ٥٠٠,٤ | ٧٨ | ٤٠,٥ | ١,٣٩ | ٢٠,٠٧ | ٢٤٤,٩ | ٤٤ | ٢٦,٠ | ١,٢٢ |
| ٣٦,٩٩ | ٤١٨,٠ | ٨٠ | ٤١,٢ | ١,٤٠ | ٢٠,٩٨ | ٢٥٨,٠ | ٤٦ | ٢٩,٦ | ١,٢٣ |
| ٣٧,٩٩ | ٥٣٥,٦ | ٨٢ | ٤٢,٠ | ١,٤١ | ٢١,٩٠ | ٢٧١,٥ | ٤٨ | ٢٧,٩ | ١,٢٤ |
| ٣٨,٩٩ | ٥٥٣,٦ | ٨٤ | ٤٢,٧ | ١,٤٢ | ٢٢,٨٢ | ٢٨٥,٢ | ٥٠ | ٢٨,٨ | ١,٢٥ |
| ٤٠,٠٠ | ٥٧٢,٠ | ٨٦ | ٤٣,٤ | ١,٤٣ | ٢٣,٢٨ | ٢٩٩,٠ | ٥٢ | ٢٩,٧ | ١,٢٦ |
| ٤١,٠٣ | ٥٩٠,٨ | ٨٨ | ٤٤,١ | ١,٤٤ | ٢٤,٦٥ | ٣١٢,٩ | ٥٤ | ٣٠,٦ | ١,٢٧ |
| ٤٢,٠٧ | ٦١٠,٠ | ٩٠ | ٤٤,٨ | ١,٤٥ | ٢٥,٥٦ | ٣٢٧,١ | ٥٦ | ٣١,٥ | ١,٢٨ |

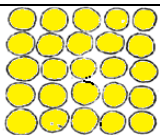
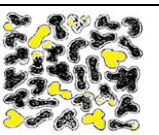
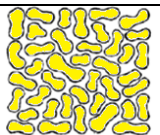
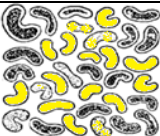
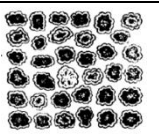
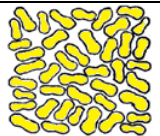
| ملحق عن درجات البوميه | | | | | | | | | | | |
|--|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|
| درجة البوميه = ١٤٥ - (١٤٥ ÷ الكثافة) عند ٢٠-٤ م° | | | | | | | | | | | |
| بوميه | الكثافة | بوميه | الكثافة | بوميه | الكثافة | بوميه | الكثافة | بوميه | الكثافة | بوميه | الكثافة |
| ٠ | ٠,٩٩٩١ | ١١ | ١,٠٨٢ | ٢٢ | ١,١٧٩ | ٣٣ | ١,٢٩٥ | ٤٤ | ١,٤٣٧ | ٥٥ | ١,٦١٥ |
| ١ | ١,٠٠٦ | ١٢ | ١,٠٩٠ | ٢٣ | ١,١٨٩ | ٣٤ | ١,٣٠٧ | ٤٥ | ١,٤٥٢ | ٥٦ | ١,٦٣٣ |
| ٢ | ١,٠١٣ | ١٣ | ١,٠٩٨ | ٢٤ | ١,١٩٩ | ٣٥ | ١,٣١٩ | ٤٦ | ١,٤٦٧ | ٥٧ | ١,٦٥٢ |
| ٣ | ١,٠٢٠ | ١٤ | ١,١٠٦ | ٢٥ | ١,٢٠٩ | ٣٦ | ١,٣٣١ | ٤٧ | ١,٤٨٢ | ٥٨ | ١,٦٧١ |
| ٤ | ١,٠٢٨ | ١٥ | ١,١١٥ | ٢٦ | ١,٢١٩ | ٣٧ | ١,٣٤٤ | ٤٨ | ١,٤٩٧ | ٥٩ | ١,٦٩٠ |
| ٥ | ١,٠٣٥ | ١٦ | ١,١٢٤ | ٢٧ | ١,٢٢٩ | ٣٨ | ١,٣٥٦ | ٤٩ | ١,٥١٣ | ٦٠ | ١,٧١٠ |
| ٦ | ١,٠٤٢ | ١٧ | ١,١٣٣ | ٢٨ | ١,٢٤٠ | ٣٩ | ١,٣٦٩ | ٥٠ | ١,٥٢٩ | ٦١ | ١,٧٣١ |
| ٧ | ١,٠٥٠ | ١٨ | ١,١٤٢ | ٢٩ | ١,٢٥٠ | ٤٠ | ١,٣٨٢ | ٥١ | ١,٥٤٥ | ٦٢ | ١,٧٥٢ |
| ٨ | ١,٠٥٨ | ١٩ | ١,١٥١ | ٣٠ | ١,٢٦١ | ٤١ | ١,٣٩٦ | ٥٢ | ١,٥٦٢ | ٦٣ | ١,٧٧٣ |
| ٩ | ١,٠٦٦ | ٢٠ | ١,١٦٠ | ٣١ | ١,٢٧٣ | ٤٢ | ١,٤٠٩ | ٥٣ | ١,٥٧٩ | ٦٤ | ١,٧٩٥ |
| ١٠ | ١,٠٧٤ | ٢١ | ١,١٦٩ | ٣٢ | ١,٢٨٤ | ٤٣ | ١,٤٢٣ | ٥٤ | ١,٥٩٧ | ٦٥ | ١,٨١٨ |

| قيم المحتوى المئوي من هيدروكسيد الصوديوم على أساس الوزن الجزيئي ١٠,٠١ مقرونة بكثافته | | | | | | | | | | | |
|--|-------|---------|-------|---------|--------|---------|--------|---------|-------|---------|-------|
| درجة البوميه = ١٤٥ - (١٤٥ ÷ الكثافة) عند ٢٠-٤ م° | | | | | | | | | | | |
| الكثافة | NaOH | 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 | ١,٤٥ | ٤٢,٠٧ |
| ١,٠١ | ١,٠٤٥ | ١,١٠ | ٩,١٩٠ | ١,١٩ | ١٧,٣٤٥ | ١,٢٨ | ٢٥,٥٦٠ | ١,٣٧ | ٣٤,٠٣ | ١,٤٦ | ٤٣,١٢ |
| ١,٠٢ | ١,٩٤٠ | ١,١١ | ١٠,١٠ | ١,٢٠ | ١٨,٢٥٥ | ١,٢٩ | ٢٦,٤٨٠ | ١,٣٨ | ٣٥,٠١ | ١,٤٧ | ٤٤,١٧ |
| ١,٠٣ | ٢,٨٤٠ | ١,١٢ | ١١,٠١ | ١,٢١ | ١٩,١٦٠ | ١,٣٠ | ٢٧,٤١٠ | ١,٣٩ | ٣٦,٠٠ | ١,٤٨ | ٤٥,٢٢ |
| ١,٠٤ | ٣,٧٤٥ | ١,١٣ | ١١,٩٢ | ١,٢٢ | ٢٠,٠٧٠ | ١,٣١ | ٢٨,٣٣٠ | ١,٤٠ | ٣٣,٩٩ | ١,٤٩ | ٤٦,٢٧ |
| ١,٠٥ | ٤,٦٥٥ | ١,١٤ | ١٢,٨٣ | ١,٢٣ | ٢٠,٩٨٠ | ١,٣٢ | ٢٩,٢٦٠ | ١,٤١ | ٣٧,٩٩ | ١,٥٠ | ٤٧,٣٣ |
| ١,٠٦ | ٥,٥٦٠ | ١,١٥ | ١٣,٧٣ | ١,٢٤ | ٢١,٩٠٠ | ١,٣٣ | ٣٠,٢٠٠ | ١,٤٢ | ٣٨,٩٩ | ١,٥١ | ٤٨,٣٨ |
| ١,٠٧ | ٦,٤٧٠ | ١,١٦ | ١٤,٦٤ | ١,٢٥ | ٢٢,٨٢٠ | ١,٣٤ | ٣١,١٤٠ | ١,٤٣ | ٤٠,٠٠ | ١,٥٢ | ٤٩,٤٤ |
| ١,٠٨ | ٧,٣٨٠ | ١,١٧ | ١٥,٤٥ | ١,٢٦ | ٢٣,٧٣٠ | ١,٣٥ | ٣٢,١٠٠ | ١,٤٤ | ٤١,٠٣ | ١,٥٣ | ٥٠,٥٠ |

| محتوى محلول كبريتات الصوديوم المائية Na ₂ SO ₄ .10 H ₂ O واللا مائية Na ₂ SO ₄ بدلالة الوزن النوعي عند ١٩ م° | | | | | | | | | | | |
|---|------|--------------------|------|--------------|------|--------------------|------|--------------|------|--------------------|------|
| الوزن النوعي | | % كبريتات الصوديوم | | الوزن النوعي | | % كبريتات الصوديوم | | الوزن النوعي | | % كبريتات الصوديوم | |
| لا مائي | مائي | لا مائي | مائي | لا مائي | مائي | لا مائي | مائي | لا مائي | مائي | لا مائي | مائي |
| ١,٠٠٤٠ | ١ | ٠,٤٤١ | ١١ | ١,٠٤٣٩ | ١١ | ٤,٨٥١ | ١١ | ١,٠٤٤٠ | ١ | ٩,٢٦١ | ٢١ |
| ١,٠٠٧٩ | ٢ | ٠,٨٨١ | ١٢ | ١,٠٤٧٩ | ١٢ | ٥,٢٩٢ | ١٢ | ١,٠٠٨٩٠ | ٢٢ | ٩,٧٠٢ | ٢٢ |
| ١,٠١١٨ | ٣ | ١,٣٢٣ | ١٣ | ١,٠٥٢٠ | ١٣ | ٥,٧٣٣ | ١٣ | ١,٠٩٣١ | ٢٣ | ١٠,١٤٣ | ٢٣ |
| ١,٠١٥٨ | ٤ | ١,٧٦٤ | ١٤ | ١,٠٥٦٠ | ١٤ | ٦,١٧٤ | ١٤ | ١,٠٩٧٣ | ٢٤ | ١٠,٥٨٤ | ٢٤ |
| ١,٠١٩٨ | ٥ | ٢,٢٠٥ | ١٥ | ١,٠٦٠١ | ١٥ | ٦,٦١٥ | ١٥ | ١,١٠١٥ | ٢٥ | ١١,٠٢٥ | ٢٥ |
| ١,٠٢٣٨ | ٦ | ٢,٦٤٦ | ١٦ | ١,٠٦٤٢ | ١٦ | ٧,٠٥٦ | ١٦ | ١,١٠٥٧ | ٢٦ | ١١,٤٦٦ | ٢٦ |
| ١,٠٢٧٨ | ٧ | ٣,٠٨٧ | ١٧ | ١,٠٦٨٣ | ١٧ | ٧,٤٩٤ | ١٧ | ١,١١٠٠ | ٢٧ | ١١,٩٠٧ | ٢٧ |
| ١,٠٣١٨ | ٨ | ٣,٥٢٨ | ١٨ | ١,٠٧٢٥ | ١٨ | ٧,٩٣٨ | ١٨ | ١,١١٤٢ | ٢٨ | ١٢,٣٤٨ | ٢٨ |
| ١,٠٣٥٨ | ٩ | ٣,٩٦٩ | ١٩ | ١,٠٧٦٦ | ١٩ | ٨,٣٧٩ | ١٩ | ١,١١٨٤ | ٢٩ | ١٢,٧٨٠ | ٢٩ |
| ١,٠٣٩٨ | ١٠ | ٤,٤١٠ | ٢٠ | ١,٠٨٠٧ | ٢٠ | ٨,٨٢٠ | ٢٠ | ١,١٢٢٦ | ٣٠ | ١٣,٢٣٠ | ٣٠ |

| محتوى كلور الصوديوم المئوي بدلالة الوزن النوعي | | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| الوزن النوعي | الوزن النوعي | الوزن النوعي | الوزن النوعي | الوزن النوعي | الوزن النوعي |
| ١ | ١,٠٠٧٢٥ | ١٠ | ١,٠٧٣٣٥ | ١٩ | ١,١٤٣١٥ |
| ٢ | ١,٠١٤٥٠ | ١١ | ١,٠٨٠٩٧ | ٢٠ | ١,١٥١٠٧ |
| ٣ | ١,٠٢١٧٤ | ١٢ | ١,٠٨٨٥٩ | ٢١ | ١,١٥٩٣١ |
| ٤ | ١,٠٢٨٩٩ | ١٣ | ١,٠٩٦٢٢ | ٢٢ | ١,١٦٧٥٥ |
| ٥ | ١,٠٣٦٢٤ | ١٤ | ١,١٠٣٨٤ | ٢٣ | ١,١٧٥٨٠ |
| ٦ | ١,٠٤٣٦٦ | ١٥ | ١,١١١٤٦ | ٢٤ | ١,١٨٤٠٤ |
| ٧ | ١,٠٥١٠٨ | ١٦ | ١,١١٩٣٨ | ٢٥ | ١,١٩٢٢٨ |
| ٨ | ١,٠٥٨٥١ | ١٧ | ١,١٢٧٣٠ | ٢٦ | ١,٢٠٠٩٨ |
| ٩ | ١,٠٦٥٩٣ | ١٨ | ١,١٣٥٢٣ | ٢٦,٣٩٥ | ١,٢٠٤٣٣ |

| تراكيز بعض الحموض التجارية | | | |
|---------------------------------|---------|--------------------|------------|
| الحمض | % وزناً | الكثافة " ٤-٢٠ م " | درجة بوميه |
| حمض الخل | ٩٦ | ١,٠٥٩ | ٨ |
| حمض كلور الماء | ٣٧ | ١,١٨٤ | ٢٣ |
| حمض النمل | ٨٥-٨٠ | ١,١٩٥-١,١٨٦ | ٢٤-٢٣ |
| حمض الأزوت | ٦٥ | ١,٣٩١ | ٤١ |
| حمض الفوسفور | ٩٠ | ١,٧٤٦ | ٧٢ |
| حمض الكبريت | ١٦ | ١,١١٠ | ١٤ |
| حمض الكبريت الدخاني | 10 | 1.08 | 10.8 |
| بحيث يكون تركيز SO ₃ | 20 | 1.17 | 21 |

| مقاطع عرضية لبعض الخيوط التركيبية | | |
|---|--|---|
|  |  |  |
| Courrelle 3 den Polyacrylonitril, Faser بولي أكريلو نتريل- ألياف | † Orlon 81, 2.5 den. Polyacrylonitril, Chemieseide بولي أكريلو نتريل - مشترك | Nymcrylon 2 den. Polyacrylonitril, Faser بولي أكريلو نتريل - ألياف |
|  |  |  |
| Vynilon 3 den. Polyvinylacetal-Faser بولي فينيل أسيتال- مستمر | Crylor 2,9 den Polyacrylonitril, Chemieseide بولي أكريلو نتريل - مغزول | Verel 2 den. Mischpolymerisar-Faser كوبوليمير - ألياف |

هيبوكلوريت الصوديوم NaOCl: M.W: 74.5

عامل قصر للألياف السيليلوزية الطبيعية والمجددة

يتم تداول محاليل التبييض الصوديومي تجارياً عادةً بتراكيز ٢٥ درجة بوميه ، أي ما يعادل ١٥٠-١٦٠ غ/كغ كلور فعال ، ومن الضروري الانتباه لضعف ثبات محاليله بما يتطلب منا عدم خزنه مدداً طويلةً. ويتم تحضيره بتفاعل ناشر للحرارة ناشر للحرارة يستوجب تطبيقه الحرص الشديد على التبريد المستمر ، ويجري تطبيق التفاعل عادةً بقرقرة ٤٥ كغ من غاز الكلور بدرجة حرارة ٢٠-٢٥ م في ٥٠٠ لتر من محلول هيدروكسيد الصوديوم الحاوي ١٠٠ غ/كغ صود كاوي لنحصل على محلول هيبوكلوريت الصوديوم الحاوي ٩٠ غ/كغ كلور فعال و ٥ غ/كغ صود كاوي.

معايرة الكلور الفعال

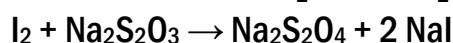
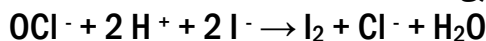
الدرجة الكلورية : عدد لترات الكلور مقاسة في الشروط النظامية والتي يجب أن يطلقها لتر واحد أو كيلوغرام واحد من مركب كلوري بوجود حمض كلور الماء.

وبما أن كل شاردة OCl⁻ تطلق Cl₂ 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 ليتر = ١٠٠٠ ميلي متر مكعب |
| | ١ طن = ١٠٠٠ كيلو غرام = ١٠٠٠,٠٠٠ غرام |
| النظام الانكليزي | ١ يارد = ٣ قدم = ٠,٩١٤٤ متر |
| | ١ قدم = ١٢ بوصة = ٠,٣٠٤٨ متر |
| | ١ بوصة = ٢,٥٤ سم |
| | ١ غالون = ٤ كوارت = ٨ باينت = ٣٢ غيل = ٤,٥٤٣٦ ليتر |
| | ١ باوند " رطل أو ليبيرة " = 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^{-١٠}م": يستخدم في مجال أشعة رونتجن وفوق البنفسجي.
 - الملي ميكرون "١٠^{-٦}م" أو النانومتر: يستخدم في المجال المرئي وفوق البنفسجي.
 - الميكرون "١٠^{-٦}م": يستخدم في مجال الأشعة تحت الحمراء.

| تحويل بعض الواحدات | | | | |
|--------------------|-------|---------|-------------------|-------------------|
| الرمز | الاسم | الكتابة | المرتبة | |
| T | Tera | تيرا | 1 000 000 000 000 | 10 ¹² |
| G | Gega | غيغا | 1 000 000 000 | 10 ⁹ |
| M | Mega | ميغا | 1 000 000 | 10 ⁶ |
| K | Kilo | كيلو | 1 000 | 10 ³ |
| M | Milli | ميلي | 0.001 | 10 ⁻³ |
| μ | Micro | ميكرو | 0.00 0001 | 10 ⁻⁶ |
| N | Nano | نانو | 0.00 000 0001 | 10 ⁻⁹ |
| P | Pico | بيكو | 0.00 000 000 0001 | 10 ⁻¹² |

| أهم الجذور الكيماوية أحادية التكافؤ | | | |
|--|-----------------|---|-----------------|
| $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ | بيوتيل ثالثي | CH_3- | ميتيل |
| | | CH_3-CH_2- | ايتيل |
| | | $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ | بروبيل |
| $\text{CH}_3 > \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ | ايزو - أميل | $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 > \text{CH}- \end{array}$ | ايزو - بروبييل |
| $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)-\text{CH}_2-$ | أميل | $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2- \\ \\ \text{CH}_2- \end{array}$ | بيوتيل |
| $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ | أميل ثالثي | $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 > \text{CH}-\text{CH}_2- \end{array}$ | ايزو - بيوتيل |
| | | $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH} < \text{CH}_3$ | بيوتيل ثانوي |
| أهم الجذور الكيماوية ثنائية التكافؤ | | | |
| $\begin{array}{c} \text{CH}_3 > \text{C} < \\ \\ \text{CH}_3 > \end{array}$ | ايزو بروبيليدين | $\text{H}_2\text{C} <$ | ميتيلين |
| | | $\text{CH}_3-\text{CH} <$ | ايتيليدين |
| $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ | ثلاثي - ميتيلين | $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH} <$ | بروبيليدين |
| 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 | $\text{CH}=\text{C}-$ | ايتينيل |
| $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-$ | كروتيل | $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-$ | بروبينيل |
| $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 > \text{C}=\text{CH}- \end{array}$ | ايزو - كروتيل | $\text{H}_2\text{C}=\text{C} < \text{CH}_3$ | ايزو - بروبينيل |
| | | | |
| $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$ | أليل | $\text{H}_2\text{C}=\text{C} <$ | فينيليدين |
| 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 | $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}- \\ \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$ | حلقي البنثيل |
| أهم جذور الأغوال | | | |
| $\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{O}-$ | ايتوكسي | $\text{CH}_3\text{O}-$ | ميتوكسي |
| $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{O}-$ | بيوتوكسي | $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{O}-$ | بروبوكسي |
| أهم جذور الحموض الأمينية | | | |
| $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \\ \text{H}_3\text{C} > \text{CH}-\text{CH}-\text{C} \llcorner \text{O} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$ | فاليل | $\text{NH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \llcorner \text{O}$ | جليسيل |
| $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \\ \text{H}_3\text{C} > \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C} \llcorner \text{O} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$ | ليوسيل | $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{C} \llcorner \text{O}$ $ $ NH_2 | الأنيل |
| $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{C} \llcorner \text{O} \\ \\ \text{CH}_3\text{NH}_2 \end{array}$ | ايزو - ليوسيل | $\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C} \llcorner \text{O}$ $ $ $\text{OH} \quad \text{NH}_2$ | سيريل |

| أهم جذور الحموض العضوية | | | |
|--|---------|--|-----------------------------|
| $\text{H}_3\text{C}-\text{C} \llcorner \text{O}$ | استيل | $\text{O} > \text{C}-\text{C} \llcorner \text{O}$ | اكساليل |
| $\text{O} > \text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \llcorner \text{O}$ | سكسينيل | $\text{O} > \text{C}-\text{CH}_2-\text{C} \llcorner \text{O}$ | مالونيل |
| $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{C} \llcorner \text{O}$ | فاليريل | $\text{C}_6\text{H}_5-\text{C} \llcorner \text{O}$ | بنزويل |
| $\text{C}_6\text{H}_4 \begin{array}{l} \text{C} \llcorner \text{O} \\ \text{C} \llcorner \text{O} \end{array}$ | فتاليل | $\text{CH}_3-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C} \llcorner \text{O}$ | تولويل أورتو، ميتا، بارا |
| | | $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \\ \text{H}_3\text{C} > \text{CH}-\text{C} \llcorner \text{O} \end{array}$ | ايزو - بيوتيريل |
| | | $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \\ \text{H}_3\text{C} > \text{CH}-\text{CH}_2-\text{C} \llcorner \text{O} \end{array}$ | ايزو فاليريل |

أهم الحلقات العطرية المتكاثفة

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |
| | | |

أهم جذور الفحوم الهيدروجينية العطرية

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |
| | | |

أهم الحلقات الخماسية غير المتجانسة

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
| | | | |

بعض الأشكال الهندسية

| | |
|--|--|
| | مساحة متوازي الأضلاع = القاعدة × الارتفاع أو: جداء ضلعين × جيب الزاوية المحصورة بينهما |
| | مساحة شبه المتحرف = (مجموع القاعدتين × الارتفاع) ÷ ٢ |
| | مساحة الدائرة = (π × مربع نصف القطر) |
| | مساحة القطع الناقص = (جداء القطرين × π) ÷ ٤ |
| | حجم متوازي المستطيلات = الطول × العرض × الارتفاع |
| | حجم الاسطوانة = مربع نصف القطر × الارتفاع × π |
| | حجم جذع المخروط = [(مربع القطر الكبير + جداء القطرين + مربع القطر الصغير) × الارتفاع × π] ÷ ٣ |
| | حجم اليرميل = [(مربع القطر الكبير + مربع القطر الصغير) × الارتفاع × π] ÷ ١٢ |
| | حجم الوتس = (العرض الأدي × العرض عند مستوى الماء × الطول × ارتفاع الماء) ÷ ٢ |
| | حجم الجيكر = (عرض القاعدة × طول القاعدة × ارتفاع القاعدة) + [(عرض القاعدة + العرض عند مستوى الماء) × طول القاعدة × ارتفاع القاعدة] ÷ ٢ |

المراجع

- كيمياء الألياف النسيجية والصباغة : د. محمد علي المنجد - د. شهير هاشم ، جامعة دمشق – كلية العلوم.
تقانة الصباغة : د. سلمان محسن نصر، جامعة البعث
الصناعات العضوية : د. أحمد الشلاح ، جامعة دمشق – كلية العلوم.
الصناعات اللاعضوية الثقيلة : د. أحمد الحاج سعيد – د. أحمد الشلاح ، جامعة دمشق – كلية العلوم.
الصناعات اللاعضوية : د. أحمد الحاج سعيد – د. أحمد الشلاح ، جامعة دمشق – كلية العلوم.
الكيمياء العضوية الحلقية : د. صلاح يحيوي ، جامعة دمشق – كلية العلوم.
التلوث البيئي والأمن الصناعي : د. أحمد الشلاح – د. فؤاد الصالح ، جامعة دمشق – كلية العلوم.
الكيمياء التحليلية : د. انصالح الخيمي ، جامعة دمشق – كلية العلوم.
المشروع ١ : د. أحمد الشلاح – د. شهير هاشم – م. سلوى بيضون ، جامعة دمشق – كلية العلوم.
الاختبارات النسيجية : د. كميليو مقدسي – م. محمود جعمور
مشكلة التلوث في البحر الأبيض المتوسط: إعداد جيلدا زخيا وفريقه، معهد الإنماء العربي.
المدخل إلى الكيمياء العضوية الصناعية: بيتر وايزمان، ترجمة : د. يحيوي – د. قادري – د. قنديل ، وزارة التعليم العالي.
مولدات البخار : د. جلال الملقى ، جامعة دمشق – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية.
صناعة الغزل " دراسة وتكنولوجيا " : م. رمضان العلي ، دار دمشق.
فحوص ومعالجة المياه المخصصة للصناعة : أ. أحمد عيران.
طرق 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 ومزاجه مع البولستر : حلب ١٩٩٢ ، ICI.
ندوة الصباغة والطباعة : دمشق ١٩٩٧ ، BASF.
المدخل لصناعة النفط : شركة شل الهولندية، ترجمة دار الترجمة والنشر لشؤون البترول ، بيروت ١٩٦٧
تقنيات العمليات الصباغية : بلال الرفاعي ، مراجعة : د. مأمون البحرة ، دار البشائر

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

خريجو دورة التقنيات الصباغية الأولى

٢٠١٣/٩/١٩-١٥

| | | | | | |
|---------------------|----|------------------------|----|------------------------|----|
| محمد أيمن الكردي | ٥٩ | سالي عليمي | ٣٠ | إياد عبد المطلب | ١ |
| محمد خالد جاويش | ٦٠ | سعاد زينة | ٣١ | أحمد بسطاطي | ٢ |
| محمد خير البابا | ٦١ | سماح سعد الدين | ٣٢ | أحمد عبد الكريم | ٣ |
| محمد خير الجبان | ٦٢ | سمر بلو | ٣٣ | أسامة اللحام | ٤ |
| محمد خير غازي | ٦٣ | شيار عرفات عرفات | ٣٤ | أيهم القدة | ٥ |
| محمد صهيب الأرنؤوط | ٦٤ | شيريهان ملاك | ٣٥ | أثار زاهد القادري | ٦ |
| محمد عدنان تواتي | ٦٥ | صفاء سردار | ٣٦ | براء الدبسي | ٧ |
| محمد غنيم الشيخ | ٦٦ | عامر المهاجر طرابزونلي | ٣٧ | بسام قصاص | ٨ |
| محمد فوزي بشناق | ٦٧ | عبد الرحمن الحلاق | ٣٨ | بشر محمد بسام الحلبي | ٩ |
| محمد موسى | ٦٨ | عبد الرحيم الأحمد | ٣٩ | تالا الميداني | ١٠ |
| مروة البهلوان | ٦٩ | عزة علي | ٤٠ | جعفر علي | ١١ |
| مريم مراد | ٧٠ | علا القزاز | ٤١ | جمال عبد الرحمن قاسم | ١٢ |
| منار أياسو | ٧١ | علا بالو | ٤٢ | حسام الجفا | ١٣ |
| منى محمد شاكر حمدان | ٧٢ | علا بيان | ٤٣ | خالد القصاص | ١٤ |
| مهدي الصوص | ٧٣ | علا محمد سمير النخال | ٤٤ | خالد شعبان | ١٥ |
| مهدي القرعوش | ٧٤ | علاء الدين النحاس | ٤٥ | دعاء حمزة | ١٦ |
| ميسروب سيروب | ٧٥ | عمر التركماني | ٤٦ | دعاء سردار | ١٧ |
| ميشيل رحال | ٧٦ | عمر بسام المغربي | ٤٧ | ديمة قصبياتي | ١٨ |
| ناتالي مصلح | ٧٧ | غياث القلا | ٤٨ | راند غنطوس | ١٩ |
| ندى همام الأصفر | ٧٨ | فادي الطركي | ٤٩ | ربيع بكر | ٢٠ |
| نرجس المنجد | ٧٩ | فاطمة المغربل | ٥٠ | ردينة القادري الهيجاني | ٢١ |
| نضال الشیخة | ٨٠ | فطمة الجابي | ٥١ | رزان زراق | ٢٢ |
| نور طعمة | ٨١ | لينا كامل | ٥٢ | رغد الغفري | ٢٣ |
| هاجر الزوار | ٨٢ | لمى بسام قاسم | ٥٣ | رعدة سرية | ٢٤ |
| هبة البوش | ٨٣ | لمى مهنا | ٥٤ | رفاه الأسود | ٢٥ |
| هيام بدوي | ٨٤ | لؤي الصلاحي | ٥٥ | رنيم المصري | ٢٦ |
| وسيم ماميته | ٨٥ | ليال الخوري | ٥٦ | رنيم تنبكي | ٢٧ |
| ولاء دلال | ٨٦ | مايا قباني | ٥٧ | ريم الصباغ | ٢٨ |
| ياسر تفتاف | ٨٧ | محمد الزعبي | ٥٨ | ريم محمد | ٢٩ |
| | | | | يحيى كنعان | ٨٨ |

خريجو دورة تقنيات الصباغة الثانية

٢٠١٤/٢/٢٨-٢٣

| | | | | | |
|--------------------|----|------------------|----|----------------|----|
| محمد فراس تركماني | ٣٩ | سعيد دمشقي | ٢٠ | أحمد حداد | ١ |
| محمد عامر الصباغ | ٤٠ | سهير مطر | ٢١ | أحمد صمودي | ٢ |
| محمد معاذ الطحان | ٤١ | سوسن أبو جيب | ٢٢ | أحمد كعدان | ٣ |
| محمد مهدي الكيلاني | ٤٢ | شذى الدمشقي | ٢٣ | أسامة النابلسي | ٤ |
| مصطفى الهجاج | ٤٣ | شهد خطيب | ٣٤ | أسماء طويلة | ٥ |
| مي دقاق | ٤٤ | طارق الكردوش | ٣٥ | إيمان دابلة | ٦ |
| نانسي بخاري | ٤٥ | عبد الله هيكل | ٣٦ | حمزة الحسين | ٧ |
| نبال العسراوي | ٤٦ | علا الديراني | ٣٧ | حياة المأمون | ٨ |
| كندة القصاب | ٤٧ | عمر أيوبي | ٣٨ | خالد الحلبي | ٩ |
| نغم محيو | ٤٨ | عمار ياسر | ٣٩ | دعاء الحداد | ١٠ |
| نور الدين المعلم | ٤٩ | غالية الدباس | ٣٠ | رامي شعبو | ١١ |
| نور الحرح | ٥٠ | غزل الريحاني | ٣١ | ربي سوسق | ١٢ |
| نور السالك | ٥١ | لبنى المصري | ٣٢ | رسل النعيمي | ١٣ |
| نور برا | ٥٢ | لمية النحاس | ٣٣ | رنين خليل | ١٤ |
| هدى حامدي | ٥٣ | لينا الخضراء | ٣٤ | رهام الخولي | ١٥ |
| هيا بلان | ٥٤ | لينا الدالي | ٣٥ | رهف عيسى | ١٦ |
| ياسمين الصفدي | ٥٥ | محمد بلال إيتوني | ٣٦ | روان الدهان | ١٧ |

| | | | | | |
|--|-----|-------------------------------|-----|---------------------------|----|
| ياسين الجلود | ٥٦ | محمد رامي حمادة | ٣٧ | زاهر بلان | ١٨ |
| يزن رफी | ٥٧ | محمد شريح | ٣٨ | زهير غيلان | ١٩ |
| خريجو دورة تقنيات الصباغة الثالثة ٢٠١٥/٢/٢٦-٢٣ | | | | | |
| محمد كامل الخرفان | ١٠٧ | سجى عصام الغضبان | ٥٤ | إبراهيم عبد المنعم الطباع | ١ |
| محمد راتب محمد منذر الرجال | ١٠٨ | سلمان مخلف الخليفة | ٥٥ | أحمد رياض عبد العزيز | ٢ |
| محمد راتب محمد سالم العمري | ١٠٩ | سندس قرينة | ٥٦ | أحمد فيصل الكيال | ٣ |
| محمد زهير محمد باسم البكا | ١١٠ | سيدرة مصطفى شحطة | ٥٧ | أحمد رضوان الملط | ٤ |
| محمد عبادة محمد سالم سعدي | ١١١ | شروق أحمد عمار المكاري | ٥٨ | أرين طاهر حنيفة | ٥ |
| محمد علاء سالم الداغستاني | ١١٢ | شهم مجدي المشرف | ٥٩ | أزهار خالد حنيفة | ٦ |
| محمد علاء بدر مناقش | ١١٣ | شيرين إلياس يازجي | ٦٠ | إسراء محمد حسام سواح | ٧ |
| محمد عماد نذير العك | ١١٤ | طارق زياد رواس | ٦١ | أسما زكريا شام | ٨ |
| محمد عبد الكريم فياض | ١١٥ | طاهر محمد شريف المالح | ٦٢ | أسماء محمد العبود الصالح | ٩ |
| محمد هشام قدورة | ١١٦ | عالية خليل الخطيب | ٦٣ | آلاء محمد بشار جزائري | ١٠ |
| محمد ماهر هيثم فتال بيرودي | ١١٧ | عامر عدنان بويس | ٦٤ | إلهام محمد شاكر الرباط | ١١ |
| محمد محمد حسان يمانى | ١١٨ | عامر بسام الحايك السمان | ٦٥ | أمينة محمود سليم | ١٢ |
| محمد مصطفى محمد نبيل رمضان | ١١٩ | عامر عبد الله الفشاك | ٦٦ | أمينة جهاد الكناكري | ١٣ |
| محمد نور الدين سليمان إبراهيم | ١٢٠ | عبادة محمد أيمن المولوي | ٦٧ | أميمة أبو حرب | ١٤ |
| محمد ياسر غسان هندية | ١٢١ | عبد الرحمن محمود سكري | ٦٨ | آيات ماجد زهرا | ١٥ |
| محمد يحيى عبد القادر عاصي | ١٢٢ | عبد الرحمن رياض سنجار | ٦٩ | آيه محمد رشاد المهاني | ١٦ |
| محمود محمد إبراهيم | ١٢٣ | عبد الرحمن ياسين الماضي | ٧٠ | آية طريف اليافي | ١٧ |
| محمود دياب أحمد | ١٢٤ | عبد الكريم وحيد قاروط | ٧١ | أيفا محمد إحسان أبدة | ١٨ |
| محمود زهير البكا | ١٢٥ | عبد الله خالد سيد حوران | ٧٢ | إيمان الطحان | ١٩ |
| محمود عدنان الحريري | ١٢٦ | عبير زكريا عاصي | ٧٣ | إيهم فؤاد زكياتي | ٢٠ |
| محمود محمد باسل خادم الأربعين | ١٢٧ | علاء محمد زاهد | ٧٤ | بتول عبد الناصر أيوبي | ٢١ |
| محمود خالد قره بلا | ١٢٨ | علاء الدين عصام مراد | ٧٥ | بحر جمال محمد | ٢٢ |
| محمود عبدو المصري | ١٢٩ | علاء الدين أحمد باسل المرعشلي | ٧٦ | بشار حسام الدين الصياد | ٢٣ |
| مرح عاطف جحي | ١٣٠ | علي محمد سليمان | ٧٧ | بشرى موسى البلخي | ٢٤ |
| مرح عبد المجيد عبد الله | ١٣١ | عليا لوي الباني | ٧٨ | تالا جوانية | ٢٥ |
| مروان محمود المحمد | ١٣٢ | عمار عيسى الحلبي | ٧٩ | تقى محمد كريم | ٢٦ |
| مروه محمد النابلسي | ١٣٣ | عمار نذير الغيرة | ٨٠ | جاسم محمد المنشار | ٢٧ |
| مروج خالد وفا | ١٣٤ | عمار محمد ديب دالي كباب | ٨١ | حسان زر زور | ٢٨ |
| مريم هيثم الخطيب | ١٣٥ | عمر محمد عماد الخطيب | ٨٢ | حمدي محمد أبو جيش | ٢٩ |
| مصعب محمد عجب | ١٣٦ | عمر مصطفى العك | ٨٣ | حمزة معن هواش | ٣٠ |
| مهاب مرهف التركماني | ١٣٧ | عمرو عبد الله بدير | ٨٤ | حنان خليل ادريس | ٣١ |
| مهند إبراهيم حيدر | ١٣٨ | غادة محمد أيمن المولوي | ٨٥ | حنان عاطف رعد | ٣٢ |
| مؤمن محمد أديب هوارى | ١٣٩ | غالية زاهر القاضي | ٨٦ | حنين ياسر الكراد | ٣٣ |
| ناديا يحيى راضي | ١٤٠ | غزل محمد شاهر الخيمي | ٨٧ | حيدر حسن العضل | ٣٤ |
| ندى محمد علي الأزهر | ١٤١ | فادي إبراهيم يازجي | ٨٨ | خالد أحمد الخلف إبراهيم | ٣٥ |
| نغم معن دروج | ١٤٢ | فاطمة عدنان حنش | ٨٩ | خالد إسماعيل القاضي | ٣٦ |
| نسرين جهاد الكناكري | ١٤٣ | فاطمة محمد أديب حسون | ٩٠ | ختام احسان عرموش | ٣٧ |
| نوار جابر زيزفون | ١٤٤ | فاطمة محمود سببباتي | ٩١ | خولة محمد جمعة الخضر | ٣٨ |
| هانبة عبد الماجد جمعة زبادنة | ١٤٥ | فاطمة عبد الله الشعبي | ٩٢ | داوود فايز دغمه | ٣٩ |
| هبة راتب السمان | ١٤٦ | فاطمة الزهراء أحمد شباط | ٩٣ | دعاء محمد بهجت القهوجي | ٤٠ |
| هدى حسين خلف | ١٤٧ | فاطمة الزهراء قاسم قاسم | ٩٤ | دعاء خالد المصري | ٤١ |
| هدى يحيى اللحام | ١٤٨ | فاطمة محمد شمس غندور | ٩٥ | دعد مازن الداية | ٤٢ |
| هوازن مصطفى السليمان | ١٤٩ | فرح حسان حشيمي | ٩٦ | ديمة عماد الدين العاشق | ٤٣ |
| هيا محمد أحمد | ١٥٠ | فرح عبد الفتاح الخلف | ٩٧ | رامي عبد الحميد الرمان | ٤٤ |
| وداد محمد صادق الجوهرى | ١٥١ | لقمان رياض رحمة | ٩٨ | رغد أيمن شيخ الصاغة | ٤٥ |
| وردة عبد الرحيم عواد | ١٥٢ | لين طريف النايف | ٩٩ | رنيم المفتي | ٤٦ |
| ولاء حسن الأحذب | ١٥٣ | ماجدة ماجد قلعجي | ١٠٠ | رهام محمد مصطفى | ٤٧ |

| | | | | | |
|-------------------|-----|----------------------------|-----|---------------------|----|
| ياسر هندية | ١٥٤ | ماري روز عبد الله معلم | ١٠١ | روان ماجد دليل | ٤٨ |
| ميس عدنان الجعفري | ١٥٥ | محمد نور الدين إبراهيم | ١٠٢ | روان محمود المحمد | ٤٩ |
| مدحت رشيد شعلان | ١٥٦ | محمد أسامة محمد عرفان شريك | ١٠٣ | رياض حسن السيد أحمد | ٥٠ |
| عامر عدنان بوبس | ١٥٧ | محمد أحمد أيهم عوامة | ١٠٤ | سارة منير تركماني | ٥١ |
| | | محمد بكر إياد أبو حرب | ١٠٥ | سارة منير رمضان | ٥٢ |
| | | محمد رسلان جعياص | ١٠٦ | سارة خالد شطط | ٥٣ |





