Chem. Bilal A. Al-rifaii
الكيماوي بلال عبد الوهاب الرفاعي
مستشار في الاتحاد العربي للصناعات النسيجية ومدرب التقنيات الصباغية في غرفتي صناعة دمشق وحلب
دمشق: هاتف: ٣٤٤٠٥٣٨ ٠١١، حلب: ٢٢٦٢١٣٩ ٠٢١، جوال: ٥٨٤٣١٦ ٠٩٤٤، b.rifatex@hotmail.com

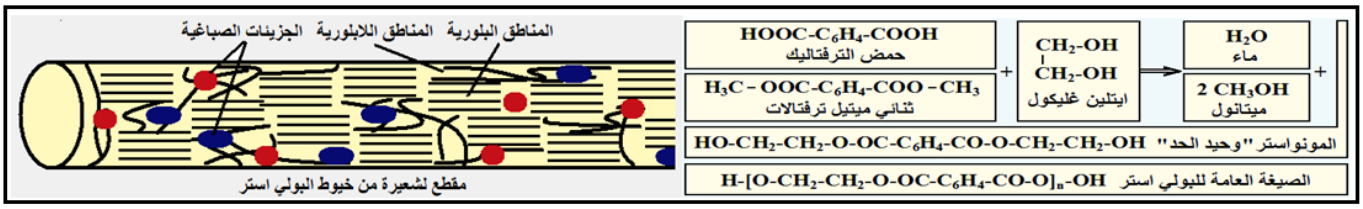
من منهاج دورات التقنيات الصباغية في الاتحاد العربي للصناعات النسيجية وغرفتي صناعة دمشق وحلب

صباغة البولي استر

١- اصطناع البولي استر: يتم اصطناع البولي استر عبر مراحل أساسية ثلاث:

مرحلة تحضير المونومير: ويتم فيها التفاعل بين حمض الترفتاليك أو ثنائي ميتيل ترفتالات مع الإيتيلين غليكول عند حرارة ١٥٠-١٩٠°م وبوجود وسيط ممزوج من خلات التوتياء وثلاثي أكسيد الأنتموان، ويُستحسن الأخذ بثنائي ميتيل ترفتالات لسهولة تنقيتها بالتقطير على العكس من حمض الترفتاليك غير المتطاير وذي قابلية الانحلال المنخفضة في معظم المحلات.

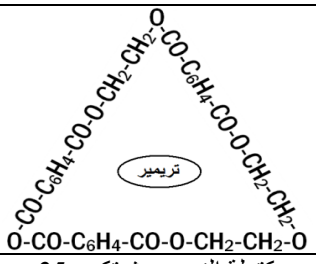
مرحلة البلمرة: ويتم فيها تفاعل تكاثف ينحذف فيه جزيء الإيتيلين غليكول ويجري عند ٢٦٠°م لتبدأ عملية البلمرة وصولاً لسلاسل ذات وزن جزيئي ما بين ٨.٠٠٠-١٢.٠٠٠، ويمكننا وضع مخطط العملية على الشكل:



ويستلزم استمرار التفاعل إزاحة الإيتيلين 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 البولِيميرية لمنع تشكل المنتجات عالية الوزن الجزيئي واللزوجة وبالتالي درجة الانصهار والتي يمكنها عرقلة عمليات الغزل اللاحقة.

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 البلمرة معطياً التريمير الحلقي الذي تصل نسبته حتى ١.٥% والمبينة صيغته بالشكل التالي:

مكونات شعيرات البولي استر	
	$H\text{-}[O\text{-}CO\text{-}C_6H_4\text{-}CO\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}O]_{n\,=\,60\text{-}90}\,OH$ سلسلة بولي استر نظامية $n = 60\text{-}90,\ M = 8.000 - 12.000$ $H\text{-}[O\text{-}CO\text{-}C_6H_4\text{-}CO\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}O]_{n\,=\,1\text{-}7}\,OH$ سلسلة بولي استر غير مكتملة النمو " أوليغومير" $n = 1\text{-}7,\ M = 202\text{-}1414$
تعتبر كلارينت أنه وحتى الوزن الجزيئي ٥.٠٠٠ فإن السلسلة تكون غير مكتملة النمو حيث تكون $n = 25$	

وتتداخل التريميرات مع الأوليغوميرات ما يجعلهما يتسببان بنفس القدر من المشاكل أثناء العملية الصباغية، إذ يتحرك كل منهما بتأثير الحرارة من المناطق اللا بلورية لسلاسل البولي استر 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.

مرحلة الغزل: وهي مرحلة الغزل التي يتم فيها صهر البوليمير في فرن خاص بحيث لا تتجاوز الرطوبة ٠.٠١% منعاً لتعرض السلاسل للفصم بسبب الحلمهة وبالتالي انخفاض الوزن الجزيئي.

تبلغ أقطار ثقوب المغزل ٠.٢-٠.٤ مم، ويتم السحب بسرعة ٤٠٠-٩٠٠ متر/ دقيقة، ويمكننا إجراء السحب على البارد أو الساخن، ولكن السحب عند حرارة ١٠٠ °م يعطينا خيوطاً ذات خواص فيزيائية أفضل، ويصل السحب حتى ٥٠٠ % من الطول الأصلي بفعل التسخين الموضعي لدرجات حرارة أعلى من ٢٨٠ °م بسبب حرارة الاحتكاك، وننهي عملية السحب بالتثبيت على البخار الساخن منعاً لحدوث أي التواء ما بين الجزيئات.

وبنتيجة المراحل الثلاث السالفة الذكر يمكننا أن نميز بين خيوط البولي استر بعضها عن بعض في خواصها الفيزيائية والصباغية 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 البقاء لكل مرحلة.
٤. أسلوب سحب الإيتيلين غليكول أو نوعية الغاز الخامل الداخل لمفاعل البلمرة ومعدلات ضخه.
٥. نسبة حمض الخل المضافة.
٦. حال الوسيط: كنسبة خلات التوتياء لثلاثي أكسيد الأنتموان، عمر الوسيط ودرجة نقاوته، ودرجة نعومته وهيئة توضعه داخل المفاعل.
٧. معدلات السحب وزمن البقاء في مرحلة التثبيت.
٨. سائل الإنهاء المضاف للخيوط 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 موائمة المسافة بين قالب السحب وموقع تطبيق السائل بالبخ تبعاً لنمرة الشعرة الواحدة في الخيط.

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

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

خيط التكستوريه *DTY* " من التضخيم *Texturising* ": أي تحويل الخيوط المسبقة الصنع لشكلٍ أكبرَ 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 مع رفع قدرتها على الاحتفاظ بالحرارة.
٣. رفع مقاومتها للكرمشة وبالتالي عدم الحاجة لإعادة كيها، وزيادة نعومتها وتراجع شفافيتها.
٤. إكسابها درجة لمعان قليلة مستساغة.

الخيوط المغزولة أو السبن *Spun*: وتتم بتقطيع شعيرات البولي استر 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 وبثخانات 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.

٣- تنمير خيوط البولي استر: يتم التعامل مع خيوط البولي استر وفق مجموعة نمر متداولة عالمياً، وأهمها:

تنمير خيوط البولي استر			
التكس	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
التيتر = الدنيير = الدينة			غرام واحد بطول ٩٠٠٠ متر
النمرة الإنكليزية		N_{el}	ليبرة لطول ٣٠٠ ياردة

٤- الخواص التحليلية للبولي استر:

١. طريقة الحرق: يتميع بلهب قصير مسود وبرائحة احتراق السكر مخلفاً كرةً بيضاء.
٢. طريقة التقطير الجاف: يعطي أبخرة حمضية تلون ورقة عباد الشمس بالأحمر عند حرقه في انبوب اختبار جاف.
٣. طريقة الصباغة: يتشرب أصبغة ديسبرس فقط.
٤. اختبار الذوبان: يذوب بثنائي ميتيل فورم أميد الساخن أو بأورتو ثنائي كلور البنزول الساخن.
٥. طريقة درجة التميع: تستلزم هذه الطريقة مجهراً وحامل عينة وميزان حرارة دقيق، وتعتمد على كسر العينة للضوء المستقطب عند تميعها، وهذا ما يساعدنا على تحديد نقطة التميع عندما يُجَهَز المِجهر بضوءٍ مُستقطب، ونجد على سبيل المثال:

درجات حرارة تميع بعض الأنواع التجارية لخيوط البولي استر				
النوع	كورل	ديولين أو تريفيرا	ڤيرون	غريلين
درجة حرارة التميع المئوية	*282*	*255*	*237*	*229*

٥- التجهيز الأولي للبولي استر: تنبع أهمية عمليات التجهيز الأولي لخيوط البولي استر 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 خزنها لمددٍ طويلة قدر الإمكان، ولكن وبمرور فترات زمنية أطول أو بتشغيل الخيوط بسرعات حياكة عالية تبدأ بالتأكسد بفعل الحرارة الناشئة عن الاحتكاك لتفقدها قدرتها على الاستحلاب الذاتي المطلوب.

٥-١- حمام الغسيل الأولي: يستحسن 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 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 بشطف بارد 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 تامة، ما حدا باستخدام غواسل مختلطة شاردية ولا شاردية.

تنصح شركة باير باستبدال كربونات الصوديوم ببيرو الفوسفات رباعية الصوديوم عندما يكون الماء متوسط القساوة، في حين تنصح شركات أخرى بثلاثي فوسفات الصوديوم، أما شركة كلارينت فتنصح بإضافة بعض الهيدروسلفيت لحمام التجهيز الأولي هذا 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 يلجؤون لإضافة عامل منظف ومزيل زيوت إلى حمام الصباغة بعد التحقق من عدم تأثيرهما على اللون والأصبغة، ولكن لوحظ عمليا استحالة الضمانة الأكيدة لهذه الطريقة لأن بعض الملوثات تستلزم وسطا قلوياً لإزالتها، وهو ما يتعارض مع الحمام الحمضي أو المعتدل اللازم لصباغة البولي استر.

تطبيق حمام صباغة البولي استر

أولاً- مبدأ صباغة البولي استر: ينتمي البولي استر 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 إثرَ 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 مرحلتا الهجرة والانتشار بعددٍ من العوامل، والتي من أهمها:

١- درجة الحرارة والتحريك.

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

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 *-NH, -NR_2, -OH, -OR* ، 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.

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

تصنيف الأصبغة المبعثرة *" Disperse dyes "*				
الحجم	صغيرة جداً	صغيرة	متوسطة	كبيرة
التصنيف	أسيتات	*E or L*	*SE or M*	*S or H*

الصغيرة جداً: وتستخدم بشكلٍ رئيس لخيط ٢.٥ أسيتات الذي يُحضر بأستلة زمرتين مع ثلاث زمر هيدروكسيل سيليلوزية، وللبولي أميد بالألوان الفاتحة " أي دون ٠.٥% ".

الصغيرة: ويرمز لها بـِ *E* من *Easy* أي سهل للدلالة على سهولة استنزافها من الحمام الصباغي، أو *L* من *Low* أي منخفض للدلالة على احتياجها قدراً بسيطاً من الطاقة كي نتمكن من استنزافها من الحمام الصباغي.

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

المتوسطة: ويرمز لها بـِ *SE* للدلالة على توسطها الأصبغة الكبيرة والصغيرة، أو *M* من *Medium* للدلالة على احتياجها قدراً متوسطاً من الطاقة لتطبيقها.

وتبعا لهذا التصنيف يمكننا استنباط أهم فوارق خواصها على النحو المبين في الجدول ١:

الجدول ١

أهم الفوارق بين الأصبغة المبعثرة *" Disperse dyes "*			
المجموعة	صغيرة	متوسطة	كبيرة
الخزمة	*E or L*	*SE or M*	*S or H*
التسوية	عالية	متوسطة	ضعيفة
سهولة التطبيق	سهلة		صعبة
الصباغة بطريقة الحوامل " الكارير "	ممتازة		ضعيفة
الثباتية للحرارة الجافة " الرام " بسبب تصعد الصباغ " التبخر من الحالة الصلبة للحالة الغازية مباشرةً "	ضعيفة		عالية

ثالثاً- المنطقة الحرجة للأصبغة: يسبب تباين حجوم جزيئات الأصبغة تبايناً في درجات الحرارة اللازمة للبدء بعملية الامتصاص بتغلغل هذه الجزيئات بين السلاسل البوليميرية لخيوط البولي استر، إذ تتزايد درجات الحرارة اللازمة ارتفاعاً مع ازدياد حجم جزيئة الصباغ، فأصبغة *E* تبدأ تغلغلها عند ٧٠ ْم تقريباً، و*SE* عند ٩٠ - ١٠٠ ْم، في حين أن

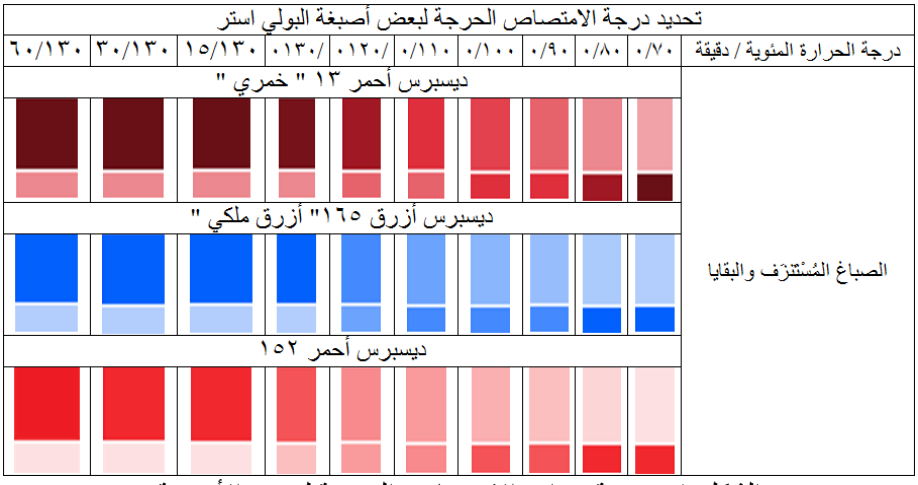
S تبدأ بعد ١٠٠ ْم، ولا يمكننا هنا تحديد رقمٍ مطلق في هذا الصدد ولمجموعةٍ بكاملها، فهذا مجال وليس نقطة، وترتبط عموماً درجة الحرارة التي يمكن للصباغ أن يبدأ عندها بالتشرب بعددٍ من العوامل التي من أهمها:

الحجم الجزيئي للصباغ: فالصباغ ديسبرس أزرق ٥٦ والديسبرس الأصفر٥٤ ينتميان لمجموعة *E*، ومع ذلك تبدأ عملية امتصاص الأصفر قبل الأزرق.

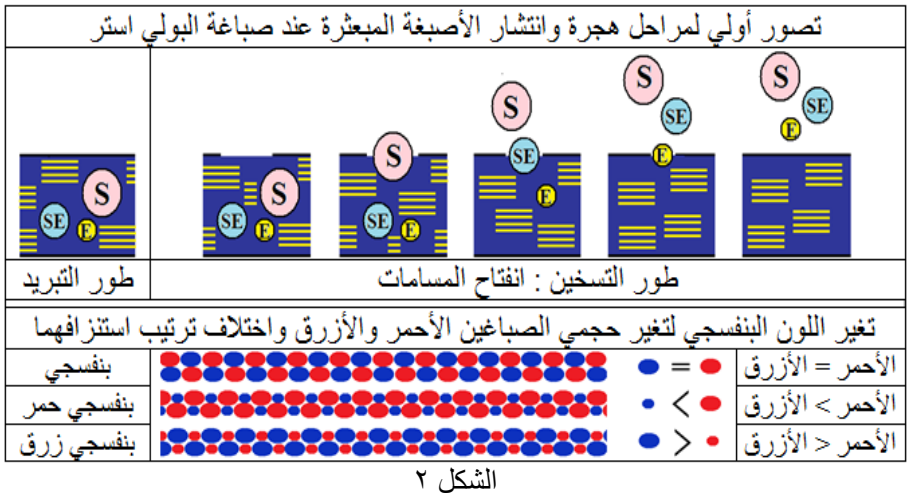
المتبادلات المحمولة على الجزيء الصباغي: إذ تعمد بعض الشركات الصانعة للأصبغة لإدخال بعض الزمر الإضافية التي تعزز مواصفات معينة كالثباتيات وزهاء اللون أو التسوية... أو استبدال زمر بأخرى لذات الغاية كاستبدال جذر الإيتوكسي في الصباغ ديسبرس أزرق ٧٩ بجذر الميتوكسي في الديسبرس الأزرق ٧٩:١ ما يرفع من تسويته ويخفض من ثباتياته ويقلل من وزنه وحجمه ليخفض درجة حرارته الحرجة نوعاً 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*.

ألفة خيوط البولي استر: أو مدى سهولة انتفاخها بحسب المعالجات المطبقة عليها قبل وصولها لمرحلة الصباغة، ويبين الشكل التالي تباين سرع امتصاص الأصبغة المعلقة باختلاف حجومها ومدى تأثير ذلك التغير الحاصل على اتجاه اللون النهائي، ونرى في الشكل ١ تطور لون الصباغ الممتص بتأثير ارتفاع درجات الحرارة، وفي الشكل ٢ آلية عملية الامتصاص وترتيب عملية الهجرة والانتشار بالتزامن مع تشكل المسامات بفعل ارتفاع درجات الحرارة أيضاً والتي تمكن الجزيئات الصباغية من اختراق خيوط البولي استر.



الشكل ١ : درجة حرارة الامتصاص الحرجة لبعض الأصبغة



الشكل ٢

رابعاً : مواد بناء الحمام الصباغي:

١– **الحمض:** تتخرب بعض أصبغة الديسبرس في الوسطين المعتدل أو القلوي، ويتحسس بعضها الآخر من تذبذب درجة حموضة الحمام الصباغي بسبب تطاير الحمض أو تزايد درجة تشرد الحمض أو الأملاح الحمضية بفعل ارتفاع درجات الحرارة، فصباغ الديسبرس الأزرق ٧٩ مثلاً يستلزم درجة حموضة *pH:3–5*، 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 بعض الأملاح الحمضية غير الطيارة التي تطرحها بعض الشركات، أو لتطبيق المحلول الموقي من حمض الخل وخلات الصوديوم باعتماد الجدول ٣.

الجدول ٣

تركيب المحلول الموقي : حمض الخل / خلات الصوديوم					
المزيج الموقي	درجة الحموضة " pH "				
	4	4.5	5	5.5	6-7
حمض الخل ٨٠% : مل/ل	1	0.5	0.4	0.3	0.2
خلات الصوديوم : غ/ل	-	0.5	1	2	3
عن : SUPROSS Chemie: Switzerland					

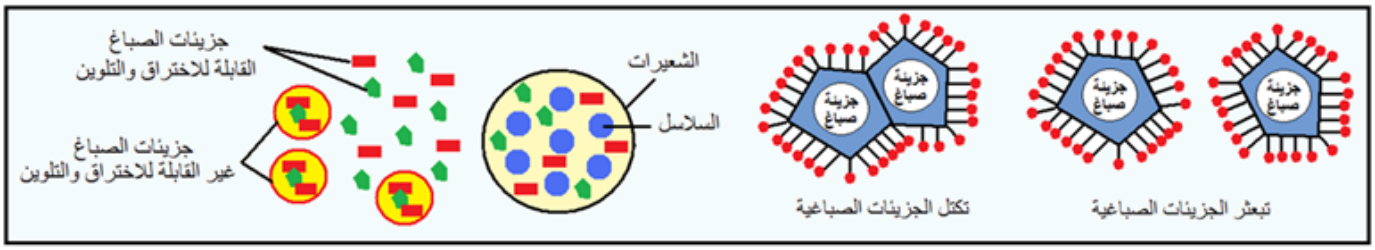
تأثير درجة الحموضة على أصبغة الديسبرس

1% Disp. Blue 79 200% & 0.5% Disp. Yellow 241 200%

pH: 11 : تخرب صباغي الأزرق والأصفر ، pH: 7.5 : تخرب الصباغ الأزرق
pH: 5.5 : حموضة مناسبة وعدم تخرب أياً من الصباغين

٢ـ **العوامل المبعثرة:** بما أن أصبغة الديسبرس أصبغة غير ذوابة بالماء فإنها تميل للتجمع والتكتل على بعضها البعض *Aggregation* كما في الشكل ٣، 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 ٣ : تشكيل الجزيئات الصباغية للتجمعات الكبيرة وصعوبة اختراقها لما بين الشعيرات ومنها للسلاسل البوليميرية

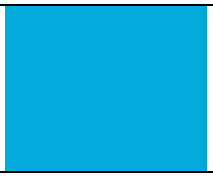
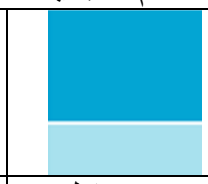
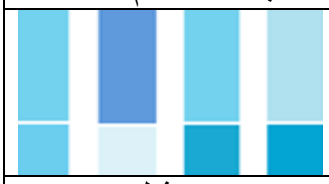
وتسبب آلات الصباغة العالية الغزارة والتدفق لتراجع في درجة تبعثر الأصبغة، إضافة لتفاعلات ضارة بين مختلف المواد المساعدة مع الزيوت والكارير المستحلبين ومع الأصبغة المبعثرة ما يستوجب رفع معدلات عوامل البعثرة بصورة عالية نسبياً لمنع تبقيع الخامات المصبوغة أو ترسب بقايا صباغية بين طبقات البيم أو خيوط البولي استر 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 يُستحسَن اعتماد المواد المساعدة اللا رغوية قدر الإمكان ورفع نسب العوامل المبعثرة لمنع هذه التفاعلات بين الأصبغة ومنتجات تفكك أو تخرب المواد المساعدة.

إذاً يُستحسَن 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 نعمد 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.

٣ـ **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 الخامات " الشكلان ٤ و٥ "، 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 البولي استر 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 تراجعَ التسوية.

تأثير أنواع تسوية مختلفة على استنزاف صباغ الأزرق التركواز ٦٠				
٠.٧٥% ديسبرس أزرق ٦٠ ، *pH:5.5*، ٦٠ دقيقة / ٩٥°م ، البقايا : ٣٠ دقيقة / ١٣٠°م				
الصباغ المُسْتَنزَف والبقايا				
شروط العمل	٣٠ د/١٣٠°م	١ غ/ل كارير ميتيل نفتالين	بدون عامل تسوية	١ غ/ل عوامل تسوية مختلفة
لاحظ التأثير السلبي على بريق اللون عند استخدام عامل التسوية الثالث				

الشكل ٤ : تأثير بعض عوامل التسوية على استنزاف صباغ ديسبرس أزرق ٦٠

تمييز فعالية عوامل تسوية مختلفة بشروط الضغط الجوي					
٠.٦% ديسبرس أزرق ٧٩ ، ٠.٤% ديسبرس أصفر ٥٤ ، ٦٠ دقيقة/٩٥°م ، *pH: 4.5* ، عامل تسوية : ١ غ/ل					
الصباغ المُسْتَنزَف والبقايا					
نوع العامل المساعد	١٣٠°م/٣٠ دقيقة	بدون تسوية	تسوية من نمط الاسترات العطرية	أنواع تسوية مختلفة	كارير ميتيل نفتالين

الشكل ٥ : تأثير بعض عوامل التسوية على الحمام الصباغي

٤ـ مضادات التكسير: عند اللزوم

٥ـ الحوامل " الكارير": تُستخدم لصباغة البولي استر بشروط الضغط الجوي العادي أي عند ٩٥°م تقريباً بعض المركبات الكيماوية القادرة على خفض درجة حرارة تزجج هذه الخيوط " أي درجة الحرارة اللازمة لانتفاخ الخيوط وتباعد سلاسلها عن بعضها البعض " وبالتالي تشكل مسامات بما يسمح للجزيئات الصباغية بدء عملية التغلغل وسط هذه السلاسل بفضل الحركة الاهتزازية التي تمارسها كأثرٍ حي تقدمه لها طاقتي الحرارة والتحريك .

وهناك من يعتقد بأن آلية عمل هذه المركبات تقوم علىٰ 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.

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

تتمايز أنواع الحوامل عن بعضها البعض 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 الحمام الصباغي.
- التجانس مع مختلف مجموعات الأصبغة في الحمام الصباغي وعدم تأثيره سلباً على ثباتيات الأصبغة.
- التجانس مع مختلف المواد المساعدة الداخلة في بناء الحمام الصباغي.
- سهولة غسله والتخلص من بواقيه على البضائع المصبوغة بوجوده.
- انخفاض درجة سميته لأصغر حدٍ ممكن وضعف تطايره.

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

١٠ـ١ـ مشتقات كلور البنزن: تتميز بارتفاع فعاليتها ورخص ثمنها، ومن أهم عيوبها تطايرها العالي مما يسبب تكاثف بخارها على جدران الآلات الصباغية ومن ثم تقاطرها مسببة تبقعاً على النسيج، إضافة لسميتها وتلويثها العالي للبيئة مما دفع بمنعها نهائياً.

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

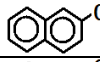
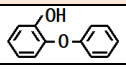
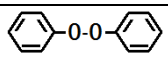
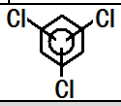
١٠-٤- مشتقات الفحوم الهيدروجينية المكلورة: تشابه مشتقات كلور البنزن إلى حدٍ بعيد وتتميز عنها بقلة تبقيعها على الصوف بالأصبغة المعلقة، لذا فإنها غالباً ما تستخدم لمزائج الصوف مع البولي استر " الجوخ ".

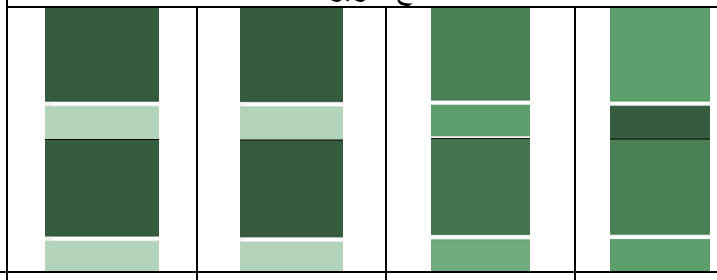
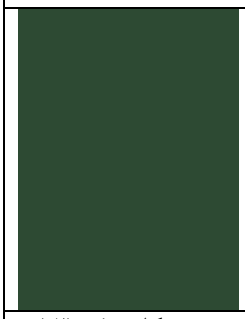
١٠-٥- الاسترات عالية الوزن الجزيئي: تعتبر عوامل بعثرة وتسوية وتعرية للبولي استر، تستحلب ذاتياً بالماء الحار، ضعيفة الفعالية دون الدرجة ١٠٠ °م، وعالية الفعالية فيما بين ١٢٠-١٣٠ °م، إذ ترفع معدلات الهجرة والتسوية بشكلٍ جيد، وتستخدم كعامل تعرية عند درجة الحرارة ١١٠-١٢٠ °م، وتتميز بقلة تطايرها وعدم تخليفها 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 ١١٠ °م، لذا فإنها تستخدم هنا كمعزز هجرة ولرفع نسبة استنزاف الحمام، ولا تزول بقاياها إلا عند الدرجة ١٥٠ °م.

ونرى في الجدول ٤ الصيغ المجملة لهذه الأنواع، وتصور عن فعاليته، كما نرى في اشكل ٧ الفوارق العملية بين تطبيق صباغ ديسبرس أسود بشروط الضغط العالي عند ١٣٠ °م، وحاله بشروط الضغط العادي بوجود الكارير عند ٩٥ °م:

الجدول ٤

بعض أنواع الحوامل " *Carrier* "			
ميتيل نفتالين		أورتو فينيل فينول	
الاسترات العطرية		ثنائي الفينيل	
الاسترات عالية الوزن الجزيئي	R-CO-O-R'	مشتقات الفحوم الهيدروجينية المكلورة	X-R-CH_2-Cl
مشتقات كلور البنزن " ممنوعة في سورية "			

دور الكارير في خفض حرارة تزجج البولي استر ورفع معدلات امتصاص صباغ الديسبرس					
١% ديسبرس أزرق ٧٩ + ١% ديسبرس أصفر ٤٥ ، الحموضة : *pH: 5.5*					
الصباغ المستنزف والبقايا	مع كارير				
درجة الحرارة المئوية	٩٠ °م	١٠٠ °م	١١٠ °م	١٢٠ °م	بدون كارير/ ١٣٠ °م
لاحظ الفرق عند حرارة ٩٠ °م وبدء تطابقهما عند الدرجة ١٠٥ °م وتطابقهما عند الدرجة ١٣٠ °م					

صباغة 1 % ديسبرس أسود *EX-SF 300%* عند *pH: 5.5*	
٣ % أسود	30 دقيقة / 130 °م
	60 دقيقة / 95 °م 1 غ/ل كارير ميتيل نفتالين
	البواقي 30 دقيقة / 130 °م
لاحظ أن جمع البواقي لناتج الصباغة بشروط الكارير لا تؤدي لذات اللون عند تطبيقه بشروط الحرارة العالية	

الشكل ٧ : تطبيق ١% ديسبرس أسود بشروط الضغط العالي والضغط الجوي

تقنية العملية الصباغية

١ – **تحضير المحلول الصباغي:** من الضروري بعثرة الصباغ لأكبر قدرٍ ممكنٍ قبل إضافته للحوض الصباغي، ويتم العمل برز مسحوق الصباغ على الماء الدافئ في خلاط ثابت سرعة الدوران " وتوصي شركة باسف بألا تزيد 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 الماء٧٠ْم 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 وبطء قدر الإمكان وبخاصة مع الأصبغة الصغيرة الحجم الجزيئي.

٣ ـ الصباغة:

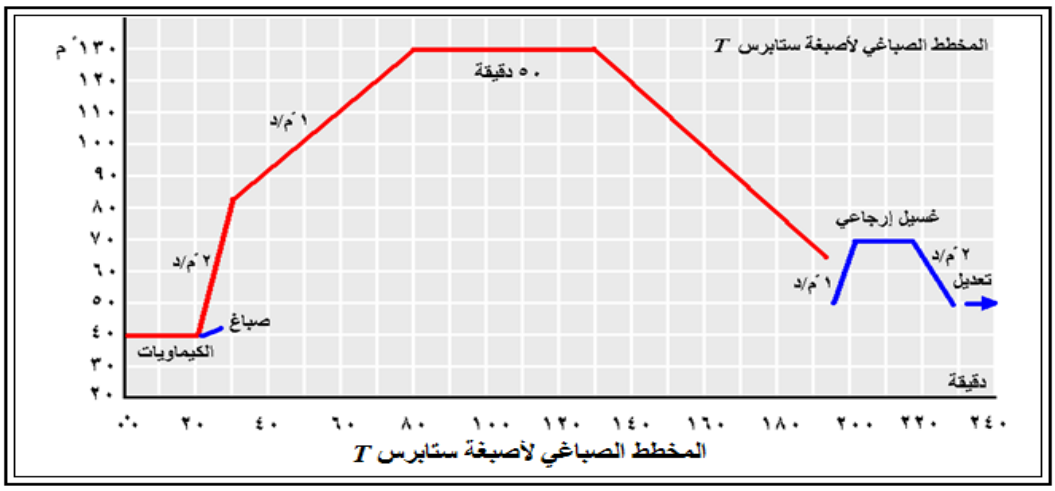
٣ ـ ١ : الصباغة بطريقة الحرارة العالية: تمتاز طريقة الحرارة العالية عن طريقة الضغط الجوي العادي بِـ :

- تمكننا من تطبيق الأصبغة كبيرة الحجم الجزيئي وذات الثباتيات العالية.
- زمن صباغة أقصر مع درجة استنزاف أعلى للأصبغة.
- تجاوز مشاكل الكارير: غسيلاً وبيئياً.

لذا فإنها أكثر اقتصادية من طريقة الكارير، ومع ذلك فإن لتطبيقها معوقاتٍ عدة نجد من أهمها:

١. تزيد كلف آلات الضغط العالي ٣٠-٤٠% عن آلات الصباغة بالضغط الجوي العادي.
٢. يستلزم تشغيلها تجهيزات ضغط بخار عالي وثابت .

ولتطبيق عملية الصباغة بطريقة الحرارة العالية نبدأ كما يبين الشكل ٨ برفع درجة حرارة الحمام حتى ٦٠-٧٠ ْم، ونضيف الحمض والمواد المساعدة المطلوبة ونتأكد من درجة الحموضة بحيث تكون *pH: 5 - 6* وننتظر ١٠ دقائق نبدأ بعدها بضخ السائل الصباغي المصفى وننتظر ٥-١٠ دقائق، ثم نبدأ برفع درجة الحرارة بمعدل١-٢درجة/دقيقة، ويمكننا رفع هذا المعدل مع أصنافٍ قصيرة الحبل نسبياً، ونستمر بمرحلة التخمير عند حرارة ١٣٠ْم 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 الأحمر١٥٢...، لذا ولمثل هذه الأصبغة حتى وإن وصلنا معها لمعدلات الاستنزاف الجيدة فإنها تحتاج لزمن تخميرٍ إضافي ولعوامل تسوية مميزة، ونبرد في النهاية وصولا للدرجة ٨٠ْم ونقارن اللون باللون المطلوب لإجراء ما يلزم من إضافات والعودة بدرجات الحرارة حتى١٣٠ْم من جديد.



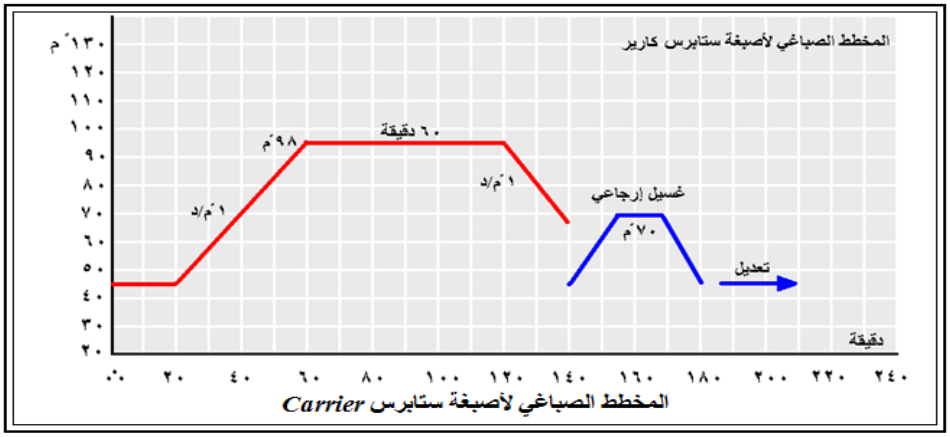
الشكل ٨: تطبيق أصبغة الديسبرس بطريقة الحرارة العالية

ويتوجب علينا الإبطاء بالتبريد قدر الإمكان منعاً للتكسير، ومن الضروري الإشارة هنا إلى أنه وبالوصول لدرجة حرارة معينة وبوجود أصبغة غير ممتزة وقابلة للتبلور أو بوجود الأوليغوميرات بكميات كافية نشهد تدرجاً لونياً ما يستوجب متابعة تدوير القماش إلى ما دون ١٠٠ْم قبل التوقف.

ويُنصَح 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.

وترتبط طريقة الصباغة بالكارير بشكل وميزات آلة الصباغة أولا ونوعية خيوط ومواصفات الخامات المراد صباغتها ثانياً، ومع ذلك يمكننا توصيف طريقة العمل كما يبين الشكل ٩:



الشكل ٩: تطبيق أصبغة الديسبرس بطريقة الكارير تحت الضغط الجوي العادي

نرفع درجة حرارة الحمام حتى الدرجة ٦٠ ْم ونضيف الحمض والكارير بعد استحلابه بماء دافئ والعوامل المساعدة المطلوبة وندور لمدة ٥-١٠ دقائق، ونتأكد من درجة الحموضة بحيث تكون *pH:4-5* ثم نضيف محلول الصباغ المصفى ببطء وندور لمدة ٥-١٠ دقائق ونبدأ برفع درجة الحرارة بمعدل ١ درجة/دقيقة وننتظر عند درجة حرارة الغليان ٦٠-٩٠ دقيقة نبرد بعدها ونقارن مسطرة اللون.

إن من أهم ميزات العمل بطريقة الكارير هي التخلص من مشكلة الأوليغوميرات التي تنسلخ عن خيوط البولي استر بشروط درجات الحرارة العالية.

٤ – **المعالجة بعد الصباغة:** تجري جميع المعالجات بعد الصباغة للتخلص من جميع المواد والبقايا الصباغية الممتزة 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 خاصةً وباقي المواد المساعدة عامةً، 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.

الغسيل الإرجاعي: ويتم بمعالجة الأقمشة المصبوغة في حمام يحوي:

بناء حمام الغسيل الإرجاعي للبولي استر بعد إنهاء الحمام الصباغي			
ماءات الصوديوم ٥٠%	هيدروسلفيت الصوديوم	منظف أو تسوية	١٥-٢٠ دقيقة / ٦٠-٧٠ ْم
٢ غ/ل	٢ غ/ل	١ غ/ل	

وهناك من ينصح بالمنظف اللاشاردي خاصة مثل شركة يورك شاير، وآخرون بغواسل 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 الـ ١٨٠ ْم.

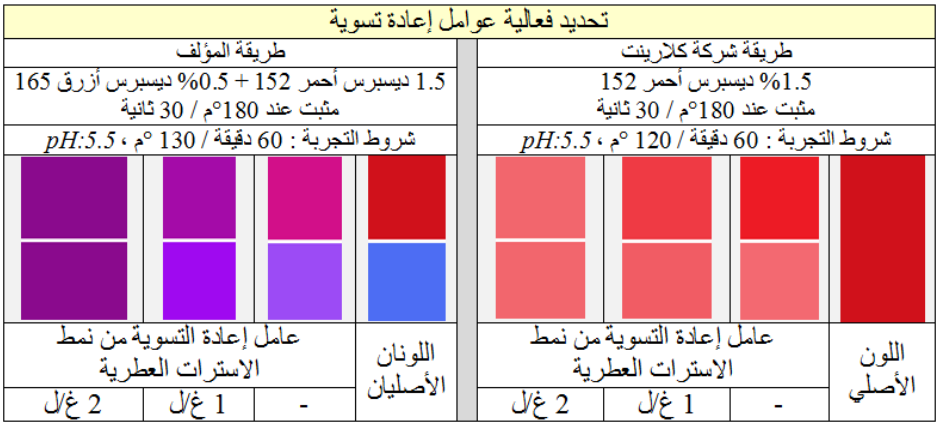
عملية الغلي: ونلجأ لها عندما لا تكون هناك حاجة للغسيل الإرجاعي كما هو الحال عند الصباغة بدرجات الحرارة العالية مع أصبغة عالية الاستنزاف، إذ تتم المعالجة هنا لمدة ٣٠ دقيقة عند حرارة ٨٠ ْم بوجود ١غ/ل منظف مع ٢غ/ل كربونات الصوديوم، ثم نشطف ونعدل.

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 وغزارة تدفق السائل الصباغي والتي جدولتها شركة *BASF* على الشكل المبين في الجدول ٥، إذ تظهر علامات انعدام أو ضعف التسوية بعدم تجانس اللون ما يستلزم حماماً جديداً مع ١٠-٢٠% من الصباغ وبدرجة حموضة *pH:4-5* مع كارير وعامل تسوية بحدود التراكيز التي تنصح بها كل شركة، فشركة كلارينت مثلاً تنصح بـِ : ٣-٥ غ/ل كارير ديلاتين *EN* مع ٠-٢ غ/ل تسوية ليوجين *DFT*، وفي حال استخدامنا لأنواع الكارير من نمط الاسترات العطرية بتراكيز ٢-٣غ/ل " حسب درجة عمق اللون ونوع الصباغ وشروط العملية الصباغية " ودون الحاجة لإضافة عوامل تسوية لقدرة التسوية العالية لهذا النمط من الكارير، ونرى في الشكل ١٠ طريقة اختبار فعالية عوامل إعادة التسوية:

الجدول ٥

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



الشكل ١٠

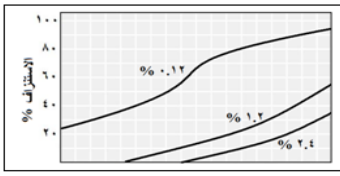
٦ – التعرية: يمكننا إجراء عملية تعرية بسيطة نخفف فيها من درجة عمق اللون بحمام يحوي كارير وعامل تسوية وبدرجة حموضة *pH:4-4.5* لمدة ١ -٢ ساعة، أما التعرية الكاملة أو شبه الكاملة فتتم بحمام قلوي بوجود هيدروسلفيت الصوديوم والكارير وعامل التسوية بتراكيز تلائم درجة عمق اللون ونوعية الأصبغة ودرجة حرارة وزمن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

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 : تُستحسن المجموعة *E*		أصفر ٥٤ ، أحمر ٥٠ ، أزرق ٥٦ ، وقد نضطر للأورانجو ٢٥ والأزرق ٨٧
الألوان الغامقة : تستحسن المجموعة *S*		أصفر ٢٤١ ، أورانجو ٢٩ أو ٣٠ ، أحمر ٩٢ أو ١٦٧ ، ثيوليت ٣٥ ، أزرق ٧٩
الستائر والمفروشات : ثباتية على النور		أصفر ٥٤ ، أورانجو ٢٩ أو ٣٠ ، أحمر ٦٠ أو ٦٠ أو ٩٢ أو ١٦٧ ، ثيوليت ٣٥ ، أزرق ٥٦ أو أزرق تركواز ٦٠
ألوان فاتحة للسيارات	ثباتية على النور والحرارة	أصفر ٤٢ ، أحمر ٩١ ، ثيوليت ٣٥ ، أزرق تركواز ٦٠
ألوان غامقة للسيارات		أورانجو ٢٩ أو ٣٠ ، أحمر ١٦٧ ، أزرق ٥٦

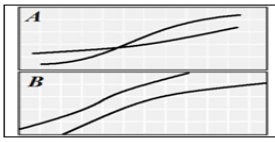
٨- نظام الاستنزاف " *The V. Nember System* " :

٨-١- مفهوم الاستنزاف: يتوجب علينا عند صباغة البولي استر 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 بصورةٍ عالية، فلو أخذنا صباغ الديسبرس الأحمر ٦٥ لوجدنا في مخططه عند رفع درجة الحرارة بمعدل درجة واحدة في الدقيقة أنه وبالوصول لـِ ١٢٠ ْم تكون نسب الاستنزاف بحسب التركيز على الشكل:



نسبة الاستنزاف المئوية لتراكيز مختلفة للديسبرس الأحمر 65 بحسب يورك شاير عند رفع درجة الحرارة بمعدل 1 °م / دقيقة			
التركيز	% 0.12	% 1.2	% 2.4
نسبة الاستنزاف المئوية	% 90	% 54	% 34

وعندما نأخذ مزيجين لصباغي السيرلين الأصفر والأزرق يكون مخطط الاستنزاف على الشكل :



تباين نسب استنزاف صباغين بتغير تركيزهما بحسب يورك شاير		
الصباغ	الوصفة *A*	الوصفة *B*
سيرلين أصفر *3GL150%*	0.06 %	0.05 %
سيرلين أزرق *3RLN*	0.4 %	4.8 %

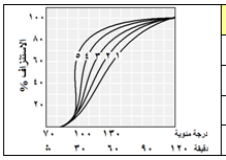
لذا فإنه يتوجب علينا معرفة مخططات الاستنزاف وفق مختلف التراكيز للأصبغة المستخدمة قبل مزجهما بنسبٍ معينة، مع الأخذ بعين الاعتبار بتأثيرات: درجة الحرارة، الزمن، نسبة الحمام، نوعية الخيوط، المواد المساعدة الداخلة في بناء الحمام الصباغي، تراكيز الأصبغة، وبعض الشروط الثانوية الأخرى.

٨-٢- قياس نسب الاستنزاف: نطبق عملية الصباغة على كل صباغ بشكلٍ منفرد ووفق الشروط:

شروط تجربة قياس نسب الاستنزاف				
العامل	النسبة	حمض الخل	عامل مبعثر سالب	نسبة الحمام
لمعدل	٠.٣ %	١ غ/ل	١ غ/ل	٢٠/١

ونبدأ الصباغة عند الدرجة ٧٠ ْم ونرفع درجة حرارة الحمام بمعدل درجة واحدة /دقيقة وصولاً للدرجة ١٣٠ ْم التي نستمر عندها ساعة كاملة، ونأخذ المساطر على التوالي ونقرأها على جهاز السبكتروفوتومتر، مع إعادة الصباغ لبواقي 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 صباغ ونرسم خطوط الاستنزاف الموافقة وفق الشكل التالي :



مخطط قياس نسب استنزاف صباغ بخمس تراكيز					
رقم الخط البياني	1	2	3	4	5
نسبة الصباغ المئوية	0.06	0.2	0.5	1	4
الزمن 1.5	30	40	45	50	53
V	4	3	2.5	2	1.7

العوامل المسببة لتراجع الثباتيات:

١- عدم الغسيل الجيد قبل العملية الصباغية ما يعني وصول بعض زيوت عمليات الغزل أو الحياكة غير القابلة للاستحلاب في الحمام الصباغي ومنعها تغلغل الصباغ بشكلٍ 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 الصباغية 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- عدم الغسيل الجيد بعد إنهاء الحمام الصباغي: إذ يتوجب تطبيق نظام حمام الغسيل الإرجاعي الحمضي أو القلوي مع الأصبغة غير كاملة الاستنزاف كما هو حال صباغ 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 الصباغية من التحرك السهل عند أي معالجة حرارية بوسطٍ مائي أو جاف لتصل إلى السطح وبالتالي تراجع الثباتيات جميعها وبخاصة على الغسيل والاحتكاك والتعرق.

مبادئ معالجة الأوليغوميرات والترايميرات في حمام الصباغة: غالبا ما تتداخل التريميرات الحلقية مع الأوليغوميرات مما يجعلهما يتسببان بنفس القدر من المشاكل أثناء العملية الصباغية، إذ يتحرك كل منهما بتأثير الحرارة من المناطق اللا بلورية لسلاسل البولي استر ما يجعل سرعة تحركها مرتبطة بشكل أساسي بدرجة الحرارة، وبالتالي فإن أعلى معدلات هجرتها من الخيوط باتجاه الحوض الصباغي تجري عند مراحل طور الحرارة العالية ١٣٠ ْم فأكثر، وبخاصة عند ازدياد زمن هذا الطور بحيث نصل لدرجة الإشباع التي يبدأ بعدها قسم منه بالتبلور والترسب غير المنتظم على جدران الآلة والبضائع المراد صباغتها على شكل غبار غير ملون بذاته، ولكنه يكتسب لونه لما يمتصه من أصبغة ومكونات ملونة في الحوض الصباغي، ويبقى قسم منه دواراً ومنحلاً في الحمام طوال زمن العملية الصباغية ليبدأ بالترسب مع بدء طور التبريد على الحواشي وخطوط تكسير النسيج الدوار وبشكل ظاهر

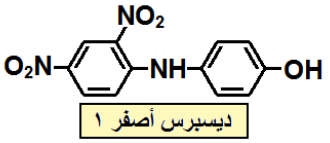
للعين المجردة، ويمكننا تجنب حدوث هذه الظاهرة بعدم السماح بترسب الأوليغوميرات أو التريميرات لأكثر من٥.١% بالأخذ بالقواعد:

- 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 تبعثر الأوليغوميرات وخفض معدلات ترسيبها بإضافة بعض المواد المساعدة التي يمكنها ربط الأوليغوميرات أو إذابتها كبعض الحموض الكربوكسيلية أو استرات بولي غليكول ايتر الأغوال الدسمة، بعض مشتقات كلور الايتيلين، بعض أنواع الايتوكسيلات، وأخيراً بعض مشتقات مركبات الأمونيوم الرابعية التي تستخدم عادة لتنظيف الآلات.
- منع نموها وتضخمها أثناء مرحلة التبريد بإجراء عملية تفريغ الحمام بحقن الماء الساخن أيضا، أو محاولة تفريغ الحمام على الساخن أيضا وتحت الضغط إن كانت صمامات الآلات وأوعية التمدد فيها تسمح بذلك.
- إجراء حمام غسيل إرجاعي بوجود عامل فعال سطحيا 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 المزلقة لتلطيف دوران النسيج في الحمام.
- إجراء عمليات تنظيف دورية لآلات الصباغة بغليها تحت الضغط وبإضافة بعض المذيبات أو مركبات الأمونيوم الرابعية للتخلص من الأوليغوميرات والترايميرات المترسبة في حمام:

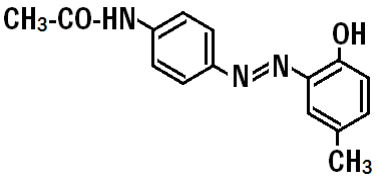
بناء حمام التنظيف الدوري لآلات الصباغة بحسب *BASF*	
المادة	الجرعة
هيدروسلفيت الصوديوم	١-٢ غ/ل
ماءات الصوديوم ٣٨° بوميه	٤ مل/ل
منظف كاتيوني من فئة مركبات الأمونيوم الرابعية	٣ غ/ل
عامل بعثرة واستحلاب من فئة ايتوكسيلات الأغوال الدسمة	١ غ/ل

صورة مجهرية للأوليغومير من إصدارات شركة ***BASF***

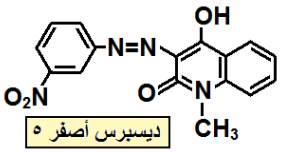
نماذج لبعض الأصبغة المبعثرة *Disperse dyes*



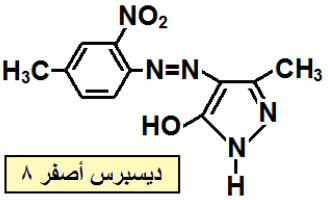
ديسبرس أصفر ١



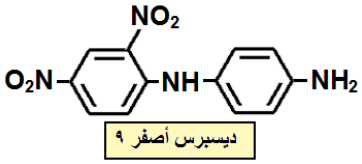
ديسبرس أصفر ٣



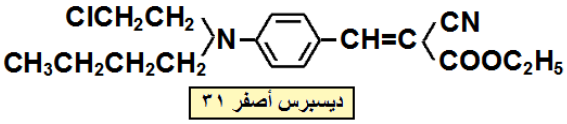
ديسبرس أصفر ٥



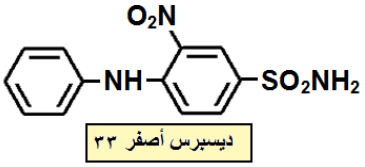
ديسبرس أصفر ٨



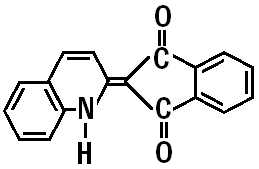
ديسبرس أصفر ٩



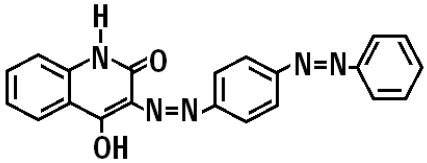
ديسبرس أصفر ٣١



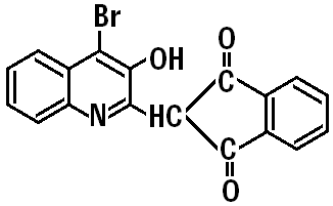
ديسبرس أصفر ٣٣



ديسبرس أصفر ٥٤

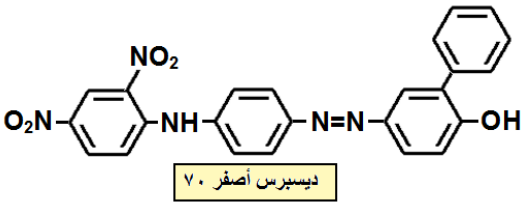


ديسبرس أصفر ٥٦

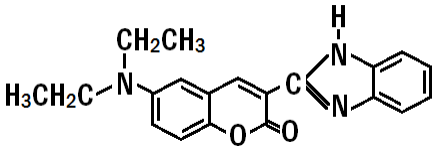


ديسبرس أصفر ٦٤

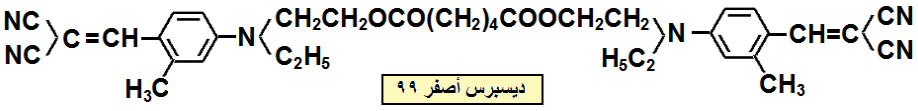
ديسبرس أصفر ٧٠



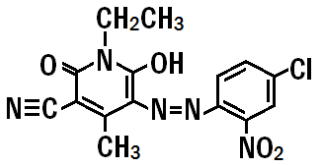
ديسبرس أصفر ٨٢



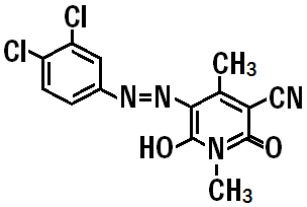
ديسبرس أصفر ٩٩



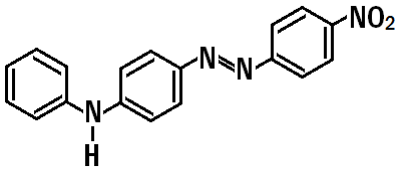
ديسبرس أصفر ٢١١



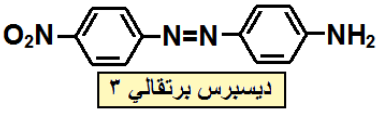
ديسبرس أصفر ٢٤١



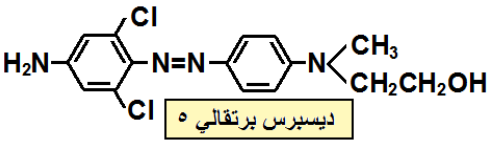
ديسبرس برتقالي ١



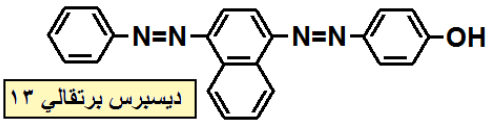
ديسبرس برتقالي ٣



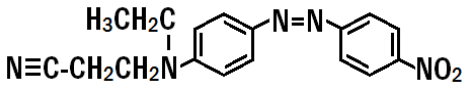
ديسبرس برتقالي ٥



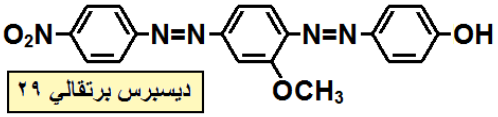
ديسبرس برتقالي ١٣



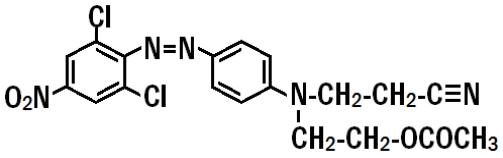
ديسبرس برتقالي ٢٥



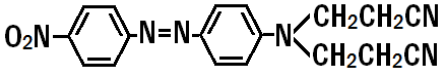
ديسبرس برتقالي ٢٩

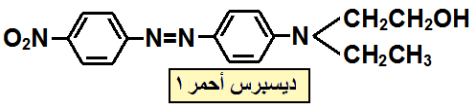


ديسبرس برتقالي ٣٠

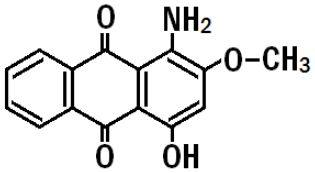


ديسبرس برتقالي ٤٤

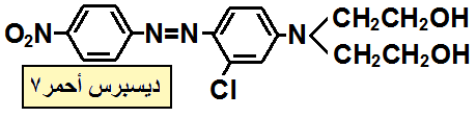




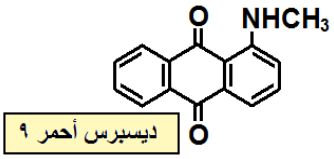
ديسبرس أحمر ١



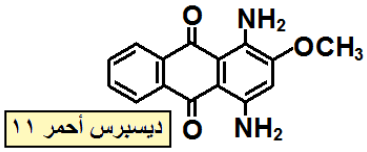
ديسبرس أحمر ٤



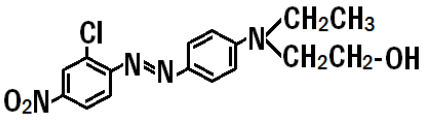
ديسبرس أحمر ٧



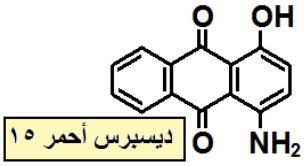
ديسبرس أحمر ٩



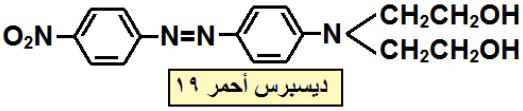
ديسبرس أحمر ١١



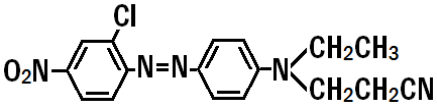
ديسبرس أحمر ١٣



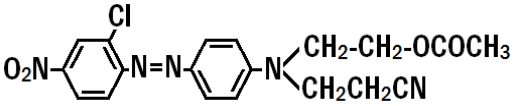
ديسبرس أحمر ١٥



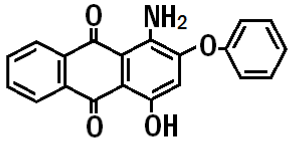
ديسبرس أحمر ١٩

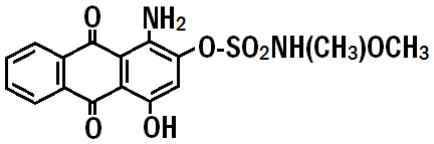


ديسبرس أحمر ٥٠

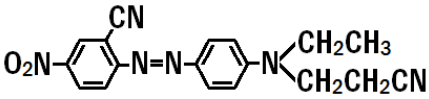


ديسبرس أحمر ٥٤

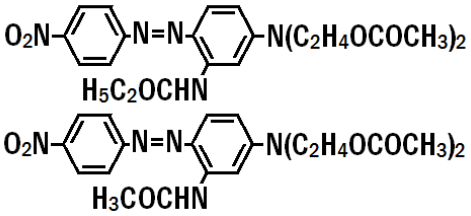




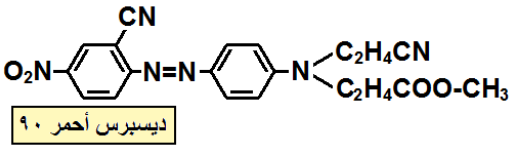
ديسبرس أحمر ٦٠



ديسبرس أحمر ٧٣

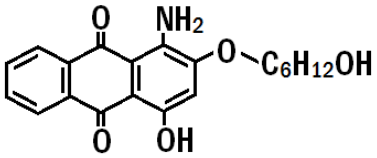


ديسبرس أحمر ٧٤

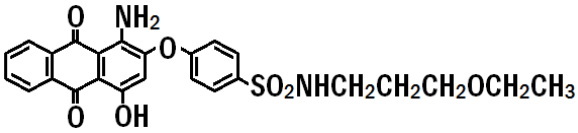


ديسبرس أحمر ٩٠

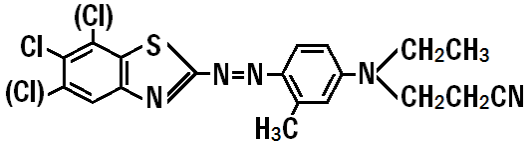
ديسبرس أحمر ٩٠



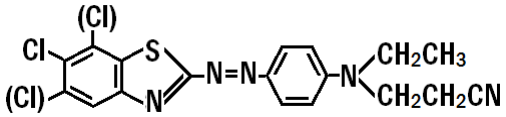
ديسبرس أحمر ٩١



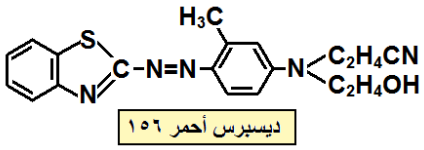
ديسبرس أحمر ٩٢



ديسبرس أحمر ١٥٢

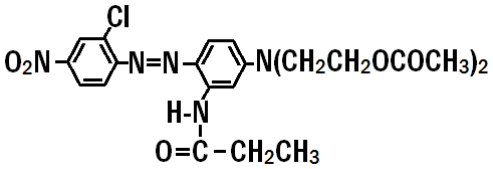


ديسبرس أحمر ١٥٣

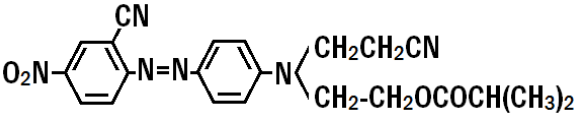


ديسبرس أحمر ١٥٦

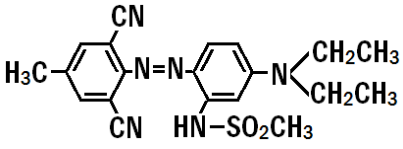
ديسبرس أحمر ١٥٦



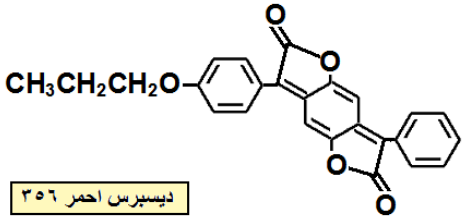
ديسبرس أحمر
١٦٧ و ١:١٦٧



ديسبرس أحمر ٢٠٣



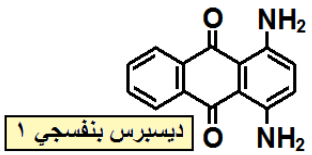
ديسبرس أحمر ٣٤٣



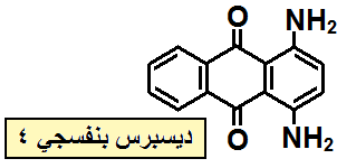
ديسبرس أحمر ٣٥٦

ديسبرس احمر ٣٥٦

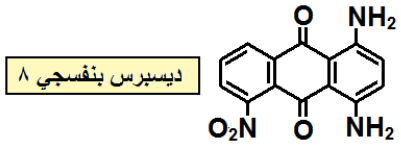
ديسبرس بنفسجي ١



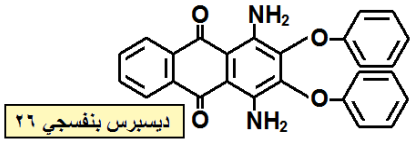
ديسبرس بنفسجي ٤



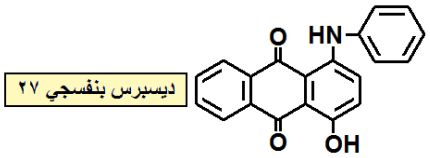
ديسبرس بنفسجي ٨



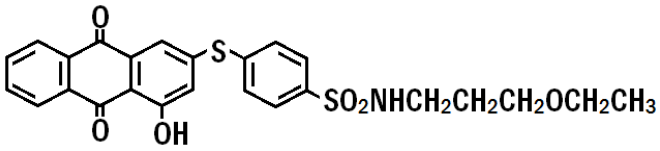
ديسبرس بنفسجي ٢٦



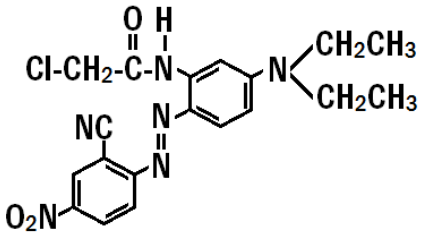
ديسبرس بنفسجي ٢٧



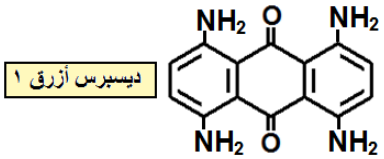
ديسبرس بنفسجي ٣٥



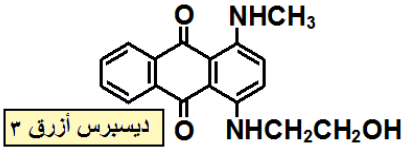
ديسبرس بنفسجي ٦٣



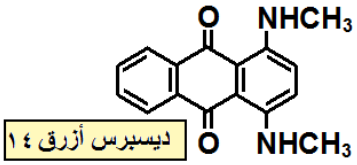
ديسبرس أزرق ١



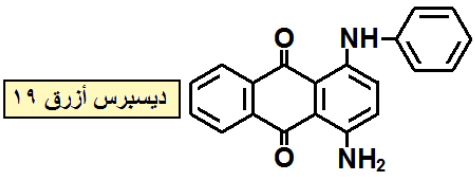
ديسبرس أزرق ٣



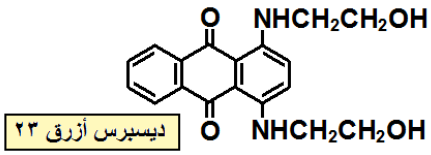
ديسبرس أزرق ١٤



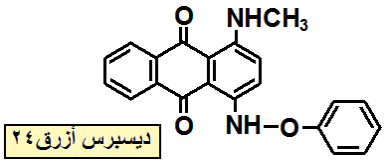
ديسبرس أزرق ١٩



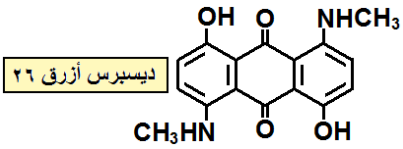
ديسبرس أزرق ٢٣



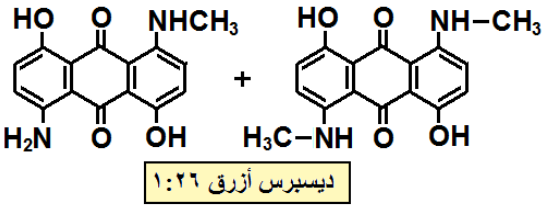
ديسبرس أزرق ٢٤



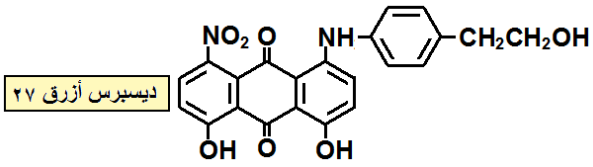
ديسبرس أزرق ٢٦



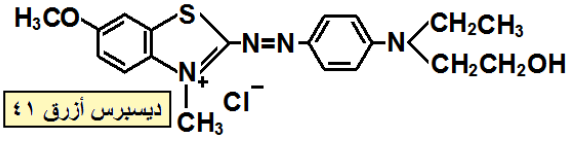
ديسبرس أزرق ١:٢٦



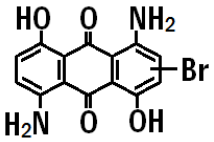
ديسبرس أزرق ٢٧



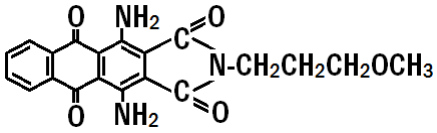
ديسبرس أزرق ٤١



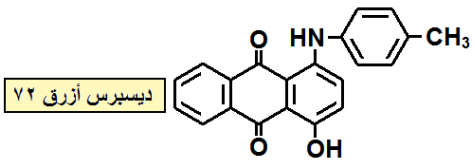
ديسبرس أزرق ٥٦



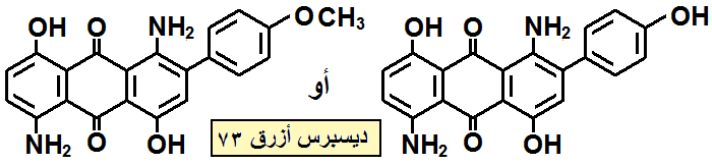
ديسبرس أزرق ٦٠



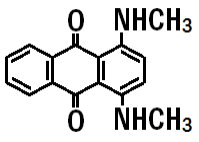
ديسبرس أزرق ٧٢



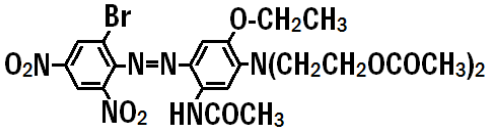
ديسبرس أزرق ٧٣



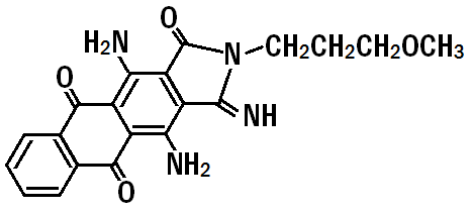
ديسبرس أزرق ٧٨



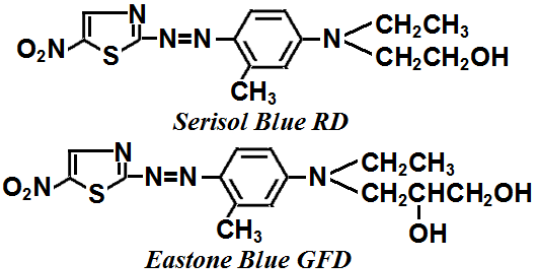
ديسبرس أزرق ٧٩



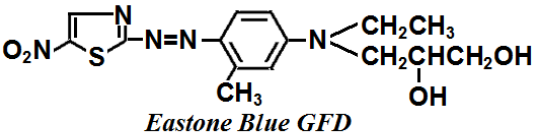
ديسبرس أزرق ٨٧



ديسبرس أزرق ١٠٢



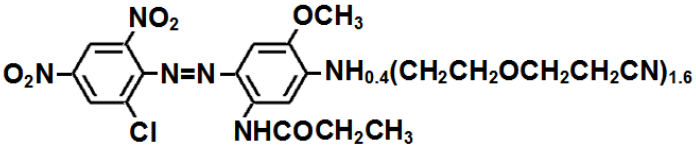
Serisol Blue RD



Eastone Blue GFD

ديسبرس أزرق ١٠٢

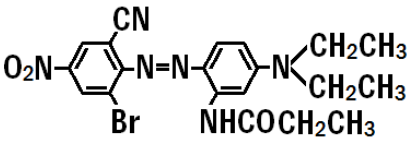
ديسبرس أزرق ١٢٥



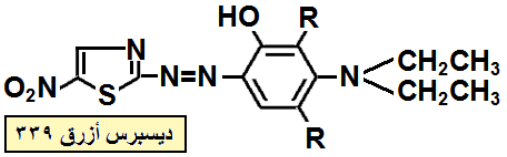
ديسبرس أزرق ١٢٥
مزيج من مركبات ٦٠% مع ٤٠% أحادية الألكيل

ديسبرس أزرق ١٦٥

ديسبرس أزرق ١٨٣

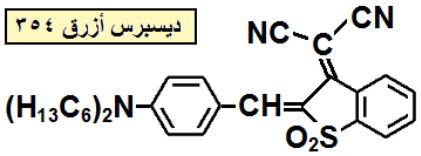


ديسبرس أزرق ٣٣٩



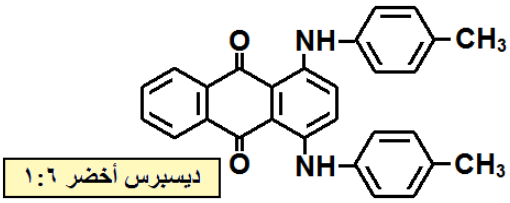
ديسبرس أزرق ٣٣٩

ديسبرس أزرق ٣٥٤



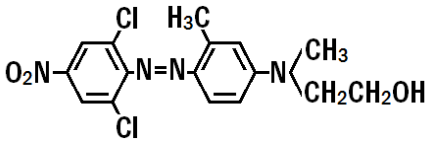
ديسبرس أزرق ٣٥٤

ديسبرس أخضر ١:٦

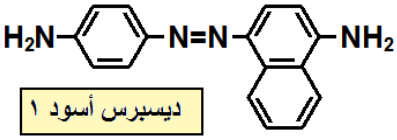


ديسبرس أخضر ١:٦

ديسبرس بني ٣



ديسبرس أسود ١



ديسبرس أسود ١