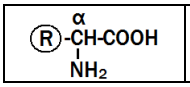
Chem. Bilal A. Al-rifaii
الكيماوي بلال عبد الوهاب الرفاعي
مستشار في الاتحاد العربي للصناعات النسيجية ومدرب التقنيات الصباغية في غرفتي صناعة دمشق وحلب
دمشق: هاتف: ٣٤٤٠٥٣٨ ٠١١، حلب: ٢٢٦٢١٣٩ ٠٢١، جوال: ٥٨٤٣١٦ ٠٩٤٤، b.rifatex@hotmail.com

من منهاج التقنيات الصباغية في غرفة صناعة دمشق

الألياف الصوفية

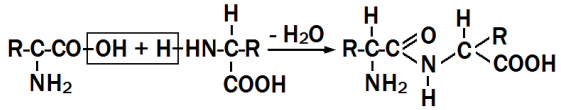
١ـ تركيب الألياف الصوفية : يتألف الصوف الخام من الصوف النقي مع كميةٍ عاليةٍ من الأوساخ كالعرق والدهون والبقايا العشبية والغبار ، ولابد لنا من التخلص من كل هذه الشوائب قبل أي استثمارٍ له ، ونبدأ بعمليات غسيل على البارد والساخن مع المواد المنظفة وبعض العمليات الآلية وصولاً لصوفٍ نقي.

٢ـ التركيب الكيماوي للصوف : يتكون الصوف بصورةٍ رئيسةٍ من الكيراتين البروتيني *Keratin* ، والذي يتمتع بمقاومة عالية للكيماويات والمركبات الحيوية ، ويتألف من حموض ألفا أمينية صيغتها العامة :

	حموض α- أمينية

وتختلف ***R*** من حمض أميني إلى آخر ما يؤدي لتباين في سلوك ونشاط هذه الحموض.

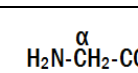
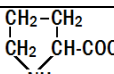
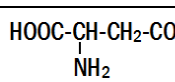
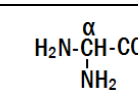
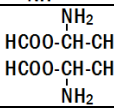
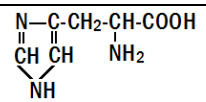
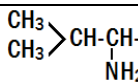
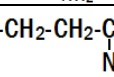
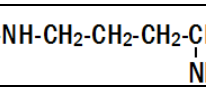
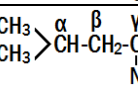
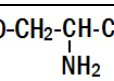
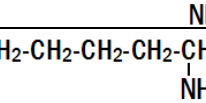
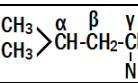
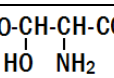
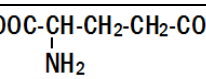
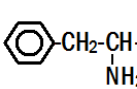
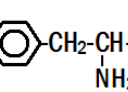
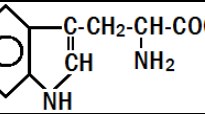
ويمكن لحمضين أمينيين أن يتكاثفا عبر رابطة ببتيدية بطرح جزيء مائي وفق التفاعل :



تكاثف حمضين أمينيين عبر الرابطة الببتيدية

وبتكرار هذا التكاثف نحصل على سلاسل ببتيدية قد تكون ملتوية أو مستقيمة ، وترتبط هذه السلاسل فيما بينها بجزيء حمض أميني مشترك بين السلسلتين أو بجسر هيدروجيني أو برابطة شاردية ملحية أو برابطة ثنائي الكبريت ، ونرى في الجدول ١١ الحموض الأمينية المتعددة للصوف :

الجدول ١١ : الحموض الأمينية المتعددة في الصوف

الحموض الأمينية المتعددة في الصوف					
الغليسين		البرولين		الاسبارتيك	
الألانين		السيستين		الهيستدين	
الغالين		الميتونين		الأرجينين	
اللوسين		السيرين		الليزين	
إيزو اللوسين		التريونين		الغلوماتيك	
فينيل الألانين		التيروزين		التربتوفان	

٣ـ التفاعلات الكيماوية للصوف :

١ـ٣ـ التفاعل مع الحموض :

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

ب- مع حمض الكبريت المركز : يتناقص عدد الحموض الأمينية بسبب تفاعل بعضها مع حمض الكبريت المركز ٨٠% كما هو الحال مع الليزين الذي يتسلفن ليعطي حمض السلفانيك :

$$R\text{-}NH_2 + H_2SO_4 \rightarrow R\text{-}NH\text{-}SO_3H + H_2O$$

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

$$R\text{-}CH_2OH + H_2SO_4 \rightarrow R\text{-}CH_2\text{-}OSO_3H + H_2O$$

وترتفع درجة حلمهة الصوف بوجود شارسبات عالية الألفة تجاه الألياف ، إذ يترافق امتزازها مع امتزاز شوارد الهيدروجين ما يرفع من تركيزها في الألياف ، لذا فإننا نعمد عند صباغة الصوف بالأصبغة الحمضية لإضافة كهرليت قوي لحمام الصباغة كملح كبريتات الصوديوم ليكبح سرعة امتصاص الأصبغة وبالتالي رفع معدلات التسوية.

٢-٣- التفاعل مع القلويات : ينحل الصوف عند غليه بمحلول ٥% كربونات الصوديوم ، إذ يتخرب كلٍ من السيستين ، الآرجنين ، الهيستيدين والسيرين ، وعموماً فإن تفاعل الصوف مع القلويات يرتبط بدرجة الحرارة وتركيز المحلول ، لذا فقد اعتمد على معالجة الصوف بمحلول ٠.١ نظامي لمحلول ماءات الصوديوم بدرجة حرارة ٦٥ °م ولمدة ساعة واحدة كطريقة عيارية لتحديد درجة تضرر الصوف.

وتتسبب القلويات في تشكل روابط معترضة جديدة " لانتيونين " ما يؤدي لتناقص الإنحلال القلوي للصوف ، لذا لا يمكننا اعتماد الإنحلال القلوي لتعيين درجة التضرر القلوي للصوف ، بل اعتمِد بدلاً عن ذلك معالجة الصوف بمحلول البولي استر ٥٠% مع محلول ٣% كبريتيت الصوديوم الحامضي عند درجة حموضة *PH:7* ولمدة ساعة.

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

٤-٣- تأثير الحرارة : للحرارة الجافة ضرر أقل منه بكثير مما للماء المغلي ، إذ يحافظ الصوف على معظم خواصه بتعرضه لمدة ٢٤ ساعة بدرجة ١٢٠ °م ، ويبلغ الضرر ذروته عند درجات أعلى من ١٥٠ °م.

٥-٣- تفاعلات الزمرة الأمينية : تشكل نهايات السلاسل الببتيدية للحموض الأمينية والمجموعات الأمينية المتفرعة عن الحموض الأمينية " الليزين والأرجنين " زمراً أساسية في الصوف ، يمكنها أن تتفاعل مع بلا ماء الحموض مثل بلا ماء حمض الخل لتشكل الأسيتيل ما يُنقص من ألفة الصوف للأصبغة.

أو أنها تتفكك محررة الآزوت بتأثير حمض الآزوتي HNO_2 مما يفيد في تعيين الآزوت الأميني وبالتالي عدد الحموض الأمينية في الصوف.

٦-٣- تفاعلات الزمرة الكربوكسيلية : تشكل نهايات السلاسل الببتيدية للحموض الأمينية والمجموعات الكربوكسيلية المتفرعة عن الحموض الأمينية مثل حمضي الاسبارتيك والغلوماتيك زمراً حمضية في الصوف ، وتتحطم الزمر الأميدية بتأثير الحلمهة الحمضية أو القلوية مطلقةً النشادر ما يمكننا من تعيين عدد الزمر الكربوكسيلية المعاقة ، ويمكننا أسترة هذه الوظائف الحمضية بعدد كبير من الكيماويات ما يرفع من ألفة الصوف للأصبغة الحمضية ، لذا فإنه يمكننا القول بأن معظم التفاعلات تحصل مع الزمر الكربوكسيلية لارتباط الأصبغة مع زمر الصوف الأمينية ، وتزداد ألفة الصوف نحو الأصبغة الحمضية بانخفاض تشرد الزمر الكربوكسيلية ، وفي حين أن الروابط الاستيرية المتشكلة تمتلك ثباتاً جيداً لحدٍ ما تجاه الحلمهة الحمضية فإنها تعاني من ضعفٍ حتى مع القلويات الضعيفة لدرجة أنها قد تحدث بالماء العادي حيث تكون درجة الحموضة *pH : 7.5-8* .

٧-٣- الإرجاع : يتم تفاعل الإرجاع بعامل مرجع مثل التيوغليكول مؤدياً لتحطم الرابطة ثنائية الكبريت في السيستين :

$$>CH\text{-}CH_2\text{-}S\text{-}S\text{-}CH_2\text{-}CH< + 2\ HS\text{-}CH_2COOH \leftrightarrow 2\ >CH\text{-}CH_2SH + 2\ (\text{-}S\text{-}CH_2\text{-}COOH)$$

والذي يتوازن عند تفكك ٦٠% من الرابطة الكبريتية للسيستين في وسط حمضي أو معتدل مؤدياً لتراجع في متانة الألياف ، ويمكننا بإضافة الماء الأكسجيني إزاحة التفاعل من جديد واستعادة المتانة الأصلية ، ولمثل هذا التفاعل

تطبيقاته التجارية باسم عملية سيرسيت لتكسير الأقمشة الصوفية ، أو لتزين شعر السيدات الذي يقوم على إرجاع لون الشعر بحمض تيوغليكول.

٨-٣- الأكسدة : يُستخدم الماء الأكسجيني لتبييض الصوف وبوسطٍ قلوي ليهاجم الرابطة ثنائية الكبريت في السيستين ، ويتسارع تفاعله هذا بارتفاع درجة قلوية الوسط كما يهاجم الروابط الببتيدية للكيراتين.

ويتفاعل الصوف مع فوق الحموض العضوية كفوق حمض الخل واللاعضوية كفوق حمض الكبريت H_2SO_5 معطياً السلفونيل الموافق ، وتنبع أهمية عملية الأكسدة من كونها تستخدم كعملية لمعالجة الصوف ضد التلبد والانكماش ، ويتميز فوق حمض الكبريت عن فوق حمض الخل بإمكانية تفاعله مع التيروزين.

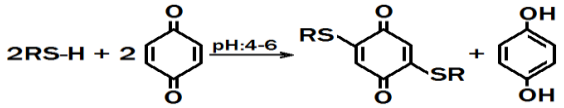
كما تستخدم فوق المنغنات أيضاً لمعالجة الصوف ضد التلبد والانكماش بمردودٍ لا يتجاوز ٣٠% سيستين كحدٍ أعلى.

٩-٣- تشكيل الروابط المعترضة الجديدة : يؤدي احتواء الألياف الصوفية على روابط معترضة ترتبط من خلالها السلاسل الببتيدية الرئيسة لرفع مقاومة انحلال الصوف بالمحلات العضوية ، وعلى العكس فإن تحطم هذه الروابط يؤدي لتراجع متانة الصوف على البلل تِبعاً لعدد الروابط المحطمة ، لذا فقد بدأ البحث عن مركبات يمكنها تشكيل روابط بديلة كالفورم ألدهيد الذي يتفاعل مع المجموعات الأمينية أو المجموعات الأميدية :

$$R\text{-}NH_2 + H\text{-}CHO \xrightarrow[T:\ 70°C]{pH:\ 5\text{-}7} R\text{-}NH\text{-}CH_2\text{-}OH \xrightarrow{H_2N\text{-}CO\text{-}R'} R\text{-}NH\text{-}CH_2\text{-}NH\text{-}CO\text{-}R' + H_2O$$

إذ يتفاعل الفورم ألدهيد مع المجموعة الحمضية لحمض الغلوماتيك وبقايا الغوانيدين للأرجينين ، وتقاوم هذه الروابط القلويات بفعل الحموض ، لِذا يتناقص الإنحلال القلوي للصوف المعالج بالفورم ألدهيد من ١٣% حتى ٦-٩%.

كما يتفاعل البنزوكينون مع المجموعات الأمينية أو مع مجموعات -HS وفق التفاعل :



ويجري التفاعل عند درجة حموضة ٤-٦ ، ويكون الصوف المعالج بالكينون أكثر مقاومةً للعوامل الكيماوية وأقل قابليةً للتلبد ، وتزداد متانة الألياف بهذه المعالجة أكثر بكثير من الاعتماد على الكواشف أو الكيماويات الأخرى.

٤ - تصنيف الصوف على ظهر الخروف :

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

ومهما يكن من أمر فإنه يتم عزل الأصواف ١،٢،٩،١٢،١٣ عن بقية الأصواف مباشرةً.

٥- تصنيف الأصواف : تختلف الأصواف عن بعضها بعضاً بمظهرها من حيث النعومة وطول الشعيرات وعدد تجعداتها ، لِذا فإن ثمة استمارة تجارية متداولة كما في الجدول ١٢ تتضمن كافة المواصفات التي يمكن للصوف أن يتميز بها :

الجدول ١٢

استمارة صوف تجارية	
جنس المادة	صوف
التركيب الكيماوي	بروتين
الوزن النوعي	١.٣١٥
رسم المقطعين الطولي والعرضي	كما هو واضح في الشكل
مكان التربية	استراليا ، روسية
الأساس العرقي للغنمة الأم	مارينوس ، كروسبرد

النعومة	١٦-٢٤ ميكرون
طول التيلة	١٠٠-١٢٠-١٥٠-٣٠٠ مم
التجعدات	عالي ، طبيعي ، قليل
مقاومة الشعيرات	ضعيف : ١٢-١٨ كغ/سم
المرونة	جيد جداً ، جيد لدرجة ٤٠ %
قابلية حفظ الحرارة	جيد جداً ، جيد لدرجة ٥٠ %
قابلية حفظ الرطوبة	جيد جداً ، جيد لدرجة ٥٠ %
معاينة الاشتعال	لهب متفرقع ، رائحة قوية ، بقايا رماد
مقاومة الحموض	مقاوم
مقاومة القلويات	غير مقاوم ، يذوب فيها
الأوصاف الأخرى	طري الملمس ، دافيء ، معتدل اللمعة ، قابل للتلبد ، درجة الحرارة الخطرة له : ١٠٠ ْم
هل استعمل ، وأين ؟	ألبسة خارجية ومنزلية

التجهيز الأولي للألياف الصوفية

١ـ مقدمة :

تلعب بنية الصوف الكيماوية الضعيفة دوراً كبيراً في تحديد نوعية المعالجات التجهيزية له ، ذلك أن أي إجهاد زائد قد يؤدي لتحطم الروابط الببتيدية التي تقوم عليها بنيته ، لذا تقتصر عملية التجهيز على غسله فقط تاركين لونه على حاله لتطبق العملية الصباغية مستحسنين صباغته بالألوان الغامقة.

ولا نلجأ لتبييضه إلا نادراً وبالاعتماد على مبيضات مرجعة مثل ثاني أكسيد الكبريت ، ونادراً ما تجري عملية تبييضه بالبرمنغنات التي تستوجب معالجة لاحقة بالكبريتيت للتخلص من الرواسب المنغيزية البنية اللون ، أو للماء الأكسجيني عند درجة حرارة لا تتجاوز ٥٠ ْم ، وأحياناً يُستخدم الكلور مع الكلورامين آخذين بعين الاعتبار أن ضعفاً لابد منه سيقع على الخامة الصوفية.

٢ـ تجهيز الصوف للصباغة :

تلقى عملية غسيل الصوف صعوبات خاصة لاحتوائه نسباً عالية من الدهون والشحوم والأوساخ مقارنةً مع الألياف الأخرى.

فمن المعروف بأن ألوان الصوف الطبيعية ثابتة ، لذا فإن ما يؤخذ بعين الاعتبار هو إزالة الأوساخ والمواد الغريبة المرافقة ، وقد نجد هنا بعض الاختلاف بين أسلوبٍ وآخر بحسب طبيعة المرعى أو طريقة تربية ورعاية الأغنام " ما بين حظيرة أم مرعى عشبي أو صحراوي شوكي " بحيث تصل غالباً حتى ٤٠%.

فعند فرز شعيرات الصوف بحسب طولها ودقتها وصنفها ودرجتها ولونها تمر بعملية تنظيفٍ جافة بالمزج والشفط شرط أن تتم عمليات الفرز بأيدٍ خبيرة ، أما الأوساخ الأخرى فتجري عليها عمليات نزعٍ من نوعٍ آخر ، وأهم ما يرافق الصوف من مواد غريبةٍ نجد :

١. أوساخ يمكن إزالتها بحمام مائي كالعرق وبعض الافرازات الدهنية وتبلغ نسبتها ٢٨%.
٢. أوساخ غير ذوابة بالماء كالشحوم والتي تصل نسبتها حتى ١٢% ، وأوساخ أخرى بنسبة ٢٦% تقريباً ، لذا نلجأ للمنظفات أو لكربونات الصوديوم لاستحلابها بتصبينها وليتكون صابون يعمل على إزالة ما تبقى من أتربة وأوساخ.
٣. أوساخ نباتية عالقة بالصوف ولا يمكننا التخلص منها إلا بعمليات تفحيم بحمض معدني كحمض الكبريت أو حمض كلور الماء ، إذ أن الحمضين الممددين لا يؤثران إلا على النبات فقط.

وتستوجب هذه المعالجات عمليات غسيل نضمن القضاء على آثارها استدراكاً لتأثيراتها بالخزن الطويل والتي تسبب ضعف وخشونة الألياف ، وتتم عملية الغسيل بإمرار الصوف على محلول ماءات النشادر أو كربونات الصوديوم بعد أن تمرر الأصواف على الحمض المعدني وتعصر وتجفف عند درجة حرارة ٤٠-٨٠ ْم ليتحول السيليلوز النباتي إلى الهيدرو سيليلوز الذي يمكننا التخلص منه بالنفض والغسيل وبذلك تستوفي المعالجة الحمضية حقها فنبدأ بعملية الغسيل القلوية.

وتوصي شركة كلارينت في عملية الغلي لتطبيق أصبغة اللانازين S المعدنية المعقدة على الشكل :

حمام الغلي لتطبيق أصبغة اللانازين المعدنية المعقدة *S* على الصوف		
منظف مثل ساندوزين *NIT Liq*	١ مل/ل	٢٠-٣٠ دقيقة / ٤٠-٥٠ْم
ماءات النشادر ٢٥ % حتى *pH: 8.5*	٢ مل/ل	

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

صباغة الألياف الصوفية بالأصبغة الحمضية

١ - مقدمة : يُصبَغ الصوف بعدة أنواع من الأصبغة : الحمضية ، المعدنية المعقدة ، وأصبغة فعالة مثل البروسيلان ولكن بوسط حمضي.

وفي حين أن الأصبغة الحمضية على الصوف تحاكي الأصبغة المباشرة على القطن من حيث بساطة تطبيقها وثباتياتها فإننا نجد أن الأصبغة المعدنية المعقدة تعتبر أصبغة ثابتة كونها تستلزم حمام معالجة خاص ببيكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي يرفع من ثباتياتها بشكلٍ كبير، أما الأصبغة الفعالة فهي معروفة الثباتيات ، وسنعرض هنا للأصبغة الحمضية بشكل خاص.

٢ - الأصبغة الحمضية :

يطلق على الأصبغة الحمضية هذا الاسم لسببين : أولهما أن أنواعها الأولى كانت تطبق من حمام حمضي معدني أو عضوي ، وثانيهما أن معظمها أملاح صوديومية لحمض عضوي ترتبط شارسبته السلفونية أو الكربوكسيلية بزمرة الصوف الأمينية ، وكان لابد من تحضير الصباغ على شكل ملح صوديومي لحمض السلفون أو الكربوكسيل لقابلية الحمض الحر العالية على امتصاص الرطوبة ما يؤدي لمشاكل كبيرة تواجه عمليات الخزن من ناحية ، وصعوبة عزل الحمض الحر نفسه من ناحية أخرى.

٢-١- تصنيف الأصبغة الحمضية حسب البنية الكيماوية : تتوزع الأصبغة الحمضية بحسب بنيتها الكيماوية فيما بين سبع مجموعات : مشتقات ثلاثي فينيل الميتان ، مجموعة الإكسانتين ، مجموعة النترو ، مجموعة الآزو وثنائي الآزو ، مجموعة الآزوبيرازولون ، مجموعة الانتراكينون ، مجموعة الفتالوسيانين.

٢-٣- تصنيف الأصبغة الحمضية بحسب التطبيق :

تتوزع الأصبغة الحمضية بحسب شروط تطبيقها لثلاث مجموعات :

٢-٣-١- المجموعة الأولى : تحتاج لحمض قوي كحمض الكبريت كونها تحتاج درجة حموضة *pH:2-3* حتى يكون استنزافها أعظمياً كونها ضعيفة الألفة باتجاه الصوف ، ويطلق عليها اسم الأصبغة الحمضية المعلقة بسبب الحالة التي يتواجد فيها الصباغ في المحلول ، وبسبب سهولة هجرتها من مكان لآخر والذي يرفع من تسويتها ، وتتمتع هذه المجموعة بثباتية جيدة للضوء وضعيفة على الغسيل.

٢-٣-٢- المجموعة الثانية : وتتميز بألفة عالية جداً تجاه الصوف يستحسن معها الصباغة من حمام حمضي ضعيف *pH:5,2-6,2* ، ولا حاجة لاستخدام ملح غلوبر معها كونه يعزز الاستنزاف هنا بدلاً من إعاقته ، وتتميز هذه المجموعة بثباتية جيدة على الغسيل ولكن تسويتها ضعيفة لتشكيلها محلولاً غروياً أكثر منه معلقاً.

٢-٣-٣- المجموعة الثالثة : وتتميز بألفة كبيرة نحو الصوف تستوجب تطبيقها من حمامٍ معتدل ، ويكون محلولها غروياً معلقاً في درجاتٍ منخفضة من الحرارة ، ومع ارتفاع درجة الحرارة تصبح أقرب للمعلقة ، وتعتبر تسوية هذه المجموعة ضعيفةً جداً ، لِذا فإن تطبيقها يحتاج لقدر كبيرٍ من الدقة ، وتستخدم هذه الأصبغة مع الأقمشة الواجب تلبيدها كونها جيدة الثباتية للضوء والغسيل.

٣ - العوامل المؤثرة على الحمام الصباغي :

٣-١- تأثير الحمض : إن تفسير آلية عمل الحمض وتأثيره على العملية الصباغية كان موضع دراسات كثيرة لم يُحسَم أي منها بالصورة المطلقة ، ومع ذلك لابد لنا من استعراض أهمها :

إن آلية العملية الصباغية للنسج البروتينية بالأصبغة الحمضية تقوم على تشكيل أملاح مع الزمر الأمينية ، إذ يحوي الصوف زمراً كربوكسيلية حمضية وزمر أمين أساسية ، وبالتالي فإنه مادة مذبذبة ، وتجذب المجموعة NH_3^+ الموجودة بالصوف شاردة الصباغ السالبة وفق التفاعل :

$$\text{-------- } NH_3^+ + D^- \rightarrow \text{-------- } NH_3D$$

ارتباط زمر أمين الصوف بشاردة الصباغ الحمضية

وتفسير آخر على أن الحمض يحرر الصباغ من شكله الملحي لشكله الحمضي الحر، ونُقِضَ هذا التفسير بأن الحاجة للحمض المضاف أكبر من الحاجة لتحرير الجزيئات الصباغية.

وتفسير ثالث من هاردت وهارويس يقوم على أن كل غرام واحد من الصوف يحتاج لـ ٠.٨ ـ ٠.٨٥ ميلي مول حمض ، وهي حالة تنطبق على الأصبغة الحاوية زمرة سلفون واحدة فإذا ما حوى الصباغ زمرتي سلفون فإن امتصاص الصباغ ينخفض إلى النصف.

٣-٢- تأثير الكهرليت : استخدم ملح غلوبر ـ كبريتات الصوديوم ـ مع الأصبغة الحمضية كعامل تسوية كونه يملك فعلاً معيقاً بدرجات الحموضة العالية ، وقد وجد أن لكل صباغ قيمة pH حرجة يسلك الملح فوقها سلوكاً معاكساً إذ يعزز الاستنزاف بدلاً من أن يعيقه ، وهكذا يُعتبر ملح غلوبر تسوية للمجموعة الأولى والثانية ، ولكنه مع المجموعة الثالثة يلعب دور المعزز للاستنزاف ، فإن اعتبرنا أن المراكز الفعالة الموجبة في الصوف هي W^+ وأضفنا ملح غلوبر فإن المراكز الفعالة سترتبط بشارسبة الكبريتات ، وبإضافة الصباغ يدخل الصباغ في تنافس مع شارسبة الكبريتات لإزاحتها والارتباط بدلاً عنها :

$$2\ W^+ + SO_4^{--} \rightarrow 2\ WSO_4 + 2\ D \leftrightarrow 2\ WD + SO_4^{--}$$

إضافة الملح إضافة الصباغ تنافس

وللتأكد من ذلك نأخذ قطعتي صوف مصبوغتين : أولهما بالمجموعة الحمضية الأولى ، وثانيهما بالمجموعة الثالثة التي تحتاج وسطاً معتدلاً أو ضعيف القلوية ، وبغلي القطعتين بمحلول ملح غلوبر نجد أن الأولى دخلت حالة تنافس بين شارسبة الكبريتات وشارسبة الصباغ المرتبط نجم عنها تلون حمام الغلي ، أما حمام الثانية فلن يتلون لأن وجود شارسبة الكبريتات سيعزز ارتباط الشارسبة الصباغية.

٣-٣- تأثير درجة الحرارة : تبدأ عملية امتزاز الصباغ من المحلول الصباغي عند الدرجة ٣٩°م وتزيد بازديادها ، ولكل صباغ مجال أعظمي لدرجة الحرارة يكون الامتزاز عنده أعظمياً ، أما أصبغة المجموعة الثالثة الحمضية الثابتة فإنه لا يمكن تطبيقها دون درجة حرارة ٦٠ °م ، وتكون درجة الحرارة الحرجة لمعظم أفرادها بحدود ٧٠ °م ، وهذا ما يستوجب رفع درجات الحرارة عنها بعناية وحذر تداركاً لاستنزافٍ سريع تنخفض معه معدلات التسوية .

٣-٤- تأثير العوامل المساعدة : علاوةً عن تأثيرات الحمض وملح غلوبر كعاملين يمكننا من خلال التحكم بهما رفع معدلات التسوية فإن ثمة إضافات تعزز من مواصفات العملية الصباغية ، فاستخدم بادئ ذي بدء البيريدين الذي يعمل كمذيب جيد للأصبغة الحمضية وبالتالي يمنع من تجمعها على بعضها البعض معززاً بذلك عملية التسوية في الوقت الذي يجعل فيه من الطور المائي أكثر شغفاً للصباغ ، وآلية عمل البيريدين تقوم على قلويته التي تسمح له بالاتحاد مع الجزيء الصباغي وهي على شكلها الحمضي الحر، ولا يلبث أن يحررها عند الاقتراب من درجة حرارة الغليان بفعل الحلمهة لينتهي الأمر بتطاير البيريدين ، ثم استبدل البيريدين بمواد فعالة سطحياً مثل الزيوت المسلفنة واسترات حمض الكبريت لسلاسل بارافينية طويلة ، فعلاوة عن دور هذه المركبات المبعثر نجد مفعولها المهم في المساعدة وكعامل مبلل على رفع مستويات التشريب الصباغية ، ثم ظهرت مجموعة العوامل الفعالة سطحياً اللاشاردية التي يمكنها خفض التوتر السطحي وبالتالي تساعد على اختراق الماء للألياف وحمل الصباغ إلى داخل الألياف.

وأخيراً ظهرت طائفة عوامل التسوية المؤخرة أو الكابحة *Restraining agent* ذات المركزين الشارديين: موجب وآخر سالب ولها البنية :

عوامل التسوية المؤخرة *Restraining agents*	$[R\text{-}\overset{R_1}{\underset{R_2}{\overset{|}{\underset{|}{N^+}}}}\text{-}(CH_2\text{-}CH_2\text{-}O\text{-})_n\text{-}]Cl^-$	*Dispersol CWL*

إذ ترتبط ذرة الآزوت الموجبة بتشكيلها معقداً مع شوارد الصباغ السالبة الشحنة بدرجات الحرارة المنخفضة وطور رفع درجة الحرارة ، بينما تحافظ سلسلة متعدد أكسيد الإيتيلين غير المتشردة على بقاء جزيء الصباغ المرتبط معها بحالة منحلة في المحلول ، ومع ارتفاع درجات الحرارة يبدأ المعقد بالتفكك وتتحرر الجزيئات الصباغية بصورة تدريجية ما يرفع من درجة تسوية العملية الصباغية ، ونرى في الجدول ١٣ بعض أنواع التسوية لبعض الشركات والخاصة بالأصبغة الحمضية :

الجدول ١٣

بعض عوامل التسوية التجارية الخاصة بالأصبغة للألياف الصوفية والنايلون				
المادة	الشركة	الفعالية	الشحنة	التركيب الكيماوي
بيرغين *EU*	*PETRY*	تسوية للصوف بالأصبغة الحمضية وللنايلون بالأصبغة الحمضية والمعدنية المعقدة	*n*	ألكيل أمين ايتوكسيلات مع بولي غليكول ايتر
بيرغين *MKL*		تسوية للصوف بالأصبغة المعدنية المعقدة ١:٢	*a*	سلفات أميد ايتر
بيرغين *TAM*		تسوية للصوف بالأصبغة الحمضية والفعالة ، وللبولي أميد بالأصبغة الحمضية	*n*	ألكيل أمين بولي غليكول ايتر
كيريولان *FMK*	*CHT*	تسوية للصوف والبولي أميد : للصوف بالأصبغة المعدنية المعقدة ١:٢ ، ١:١ ، الحمضية ، الكرومية	*a*	مشتقات بولي غليكول ايتر
سيتاڤين *WO*	*Z & S*	تسوية مركزة للصوف بالأصبغة الفعالة وللأصبغة المعدنية ١:٢ و الأصبغة الحمضية	*n*	ألكيل أمين ايتوكسيلات
ألبغال *B*	سيبا	تسوية للصوف بالأصبغة الفعالة والحمضية والكرومية والمعدنية المعقدة ١:١	*a*	مشتقات ايتوكسيلات حموض دسمة أمينية
جينوكول *MK*	د. بوميه	تسوية للصوف والبولي اميد بالأصبغة الحمضية والمعدنية المعقدة ١:١ و ١:٢ والمعدنية المعقدة المسلفنة	*n*	بولي ايتوكسي ألكيل أمين

٥ ـ بناء الحمام الصباغي:

٥-١- الطريقة العامة للأصبغة الحمضية : تجري عملية صباغة الصوف بدرجات حموضة مختلفة بحسب درجة عمق اللون: إذ يستحسن العمل مع الألوان الفاتحة عند *pH:7-6* والوسط *pH:6-5* والغامقة *pH:5-4*، وعند العمل بمحاليل موقية نصل لدرجة استنزاف تقارب ٩٠ ـ ٩٥% بالاعتماد على مزيج حمض الخل مع خلات الصوديوم حسب الجدول ١٤ :

الجدول ١٤

تركيب المحاليل الموقية من *SUPROSS*					
المزيج الموقي	درجة الحموضة *pH*				
	4.0	*4.5*	*5.0*	*5.5*	*6-7*
حمض الخل ٨٠ % : مل/ل	*1*	*0.5*	*0.4*	*0.3*	*0.2*
خلات الصوديوم : غ/ل	-	*0.5*	*1.0*	*2.0*	*3.0*

ونبدأ الحمام الصباغي بإضافة الحمض والتسوية وضبط درجة الحرارة عند ٤٠ °م ننتظر بعدها ١٠ دقائق لنضيف محلول الصباغ المصفى ونتبعها بعد ١٠ دقائق بالبدء برفع درجة الحرارة بمعدل ١-١.٥ درجة/دقيقة حتى درجة حرارة ١٠٠ °م التي نستمر عندها ٣٠ ـ ٦٠ دقيقة حسب درجة عمق اللون ، و يمكننا برفع درجة الحرارة حتى ١٠٥ °م اختصار الوقت حتى ٢٠ ـ ٤٠ دقيقة ، نبرد بعدها حتى ٦٠°م حيث يتم إنهاء الحمام.

٥-٢- صباغة الصوف بالأصبغة المعدنية المعقدة " طريقة اللانازين " : أصبغة اللانازين *S* أصبغة معدنية معقدة من نمط ١: ٢ لشركة كلارينت " ساندوز" ، وتتمتع بقدرات تلوين عالية وثباتيات متميزة.

٥-٢-١- إذابة الصباغ : تعجن بودرة الصباغ مع بعض الماء الطري ونتبعه بماء مغلي دون الإطالة بزمن هذه العملية ، وبرغم ثباتية هذه الأصبغة تجاه القساوة يستحسن إضافة بعض عوامل التحلية لتشكيل معقدات لا عضوية مع الشوارد المعدنية في الماء تجنباً لأي مشكلة.

٥-٢-٣- بناء الحمام : يستحسن تطبيق هذه الأصبغة من حمام معتدل أو ضعيف الحموضة حيث تكون *pH:7-5* ، والقيمة المثالية هي *pH:6,8-6,3* بحسب درجة عمق اللون ، وقد نضطر لإضافة بعض حمض الخل لإتمام استنزاف

الحمام ، ومن المناسب إضافة بعض عوامل التسوية التي تحسن من توزع الصباغ أو ترفع معدلات الهجرة وتمنع من ترسب الأصبغة أو أنها تلعب دور عامل الإعاقة ، ويبنى الحمام عادةً وفق الجدول ١٥ :

الجدول ١٥

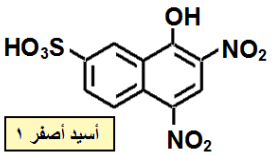
بناء حمام أصبغة اللانازين لشركة كلارينت			
صباغ	حمض خل	كبريتات الأمونيوم	تسوية ليوجين *SMK or SU*
ما يلزم %	*pH: 3.6-6.8*	١-٣ غ/ل	١-٢ غ/ل

نبدأ الصباغة عند ٢٠ ـ ٤٠ م ونرفع درجة الحرارة حتى الغليان بمعدل ٠.٥-٢ درجة / دقيقة ونبقى عندها لمدة ١٥-٤٥ دقيقة حسب درجة عمق اللون ، نبرد بعدها ونشطف ، وعند اضطرارنا لأي تعديل يستحسن التبريد حتى ٦٠ ـ ٨٠ْم أولاً.

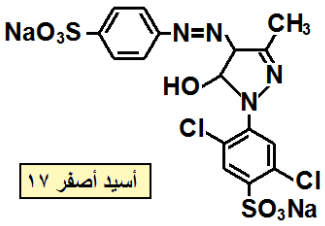
ومن المناسب أن نذكر هنا بأن التقنيات الحديثة المطبقة على منتجات مسلفنة لا تسمح بتجاوز درجة الحرارة عن ٨٥ °م لانخفاض مردودها بشكلٍ ملحوظ عند ٩٥ °م.

نماذج لبعض الأصبغة الحمضية *Acid dyes*

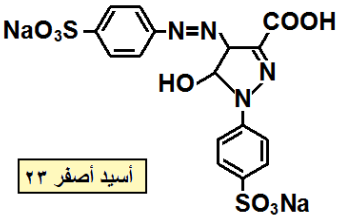
أسيد أصفر ١



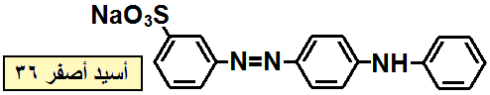
أسيد أصفر ١٧



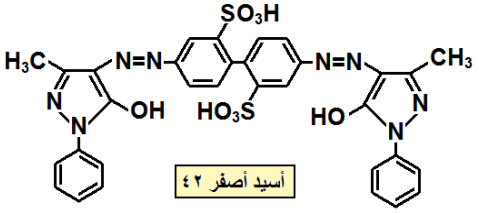
أسيد أصفر ٢٣



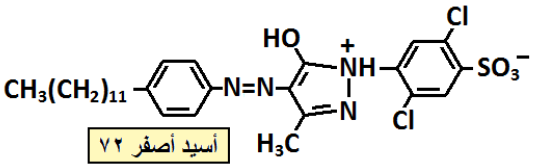
أسيد أصفر ٣٦



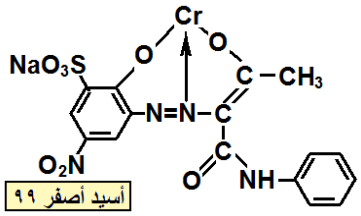
أسيد أصفر ٤٢



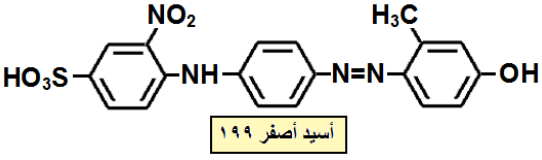
أسيد أصفر ٧٢



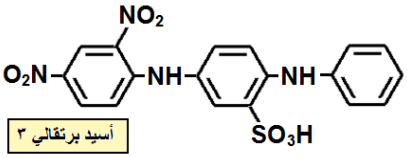
أسيد أصفر ٩٩



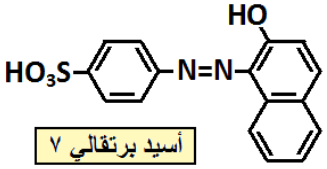
أسيد أصفر ١٩٩



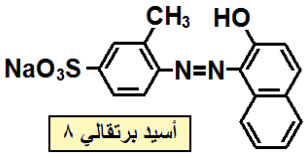
أسيد برتقالي ٣



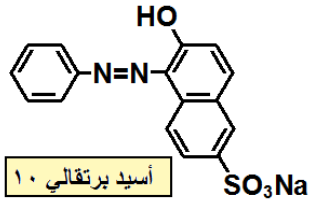
أسيد برتقالي ٧



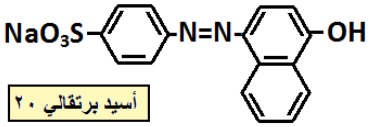
أسيد برتقالي ٨



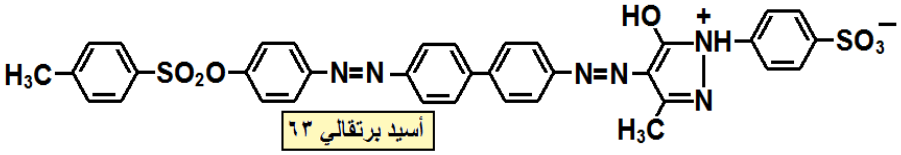
أسيد برتقالي ١٠



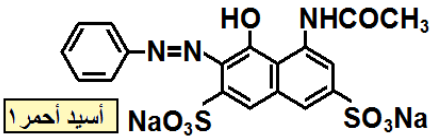
أسيد برتقالي ٢٠



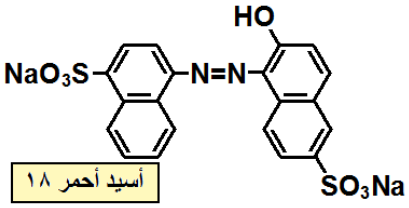
أسيد برتقالي ٦٣



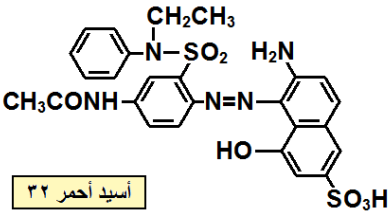
أسيد أحمر ١



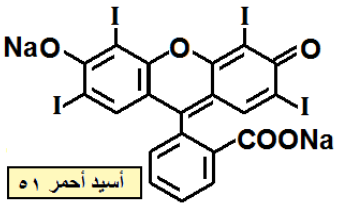
أسيد أحمر ١٨



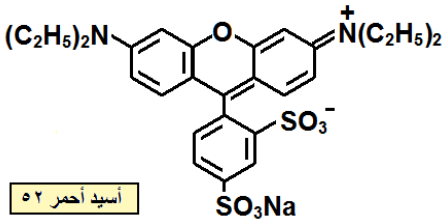
أسيد أحمر ٣٢



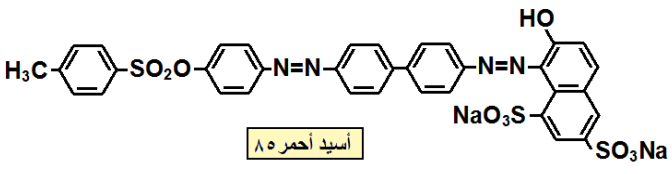
أسيد أحمر ٥١



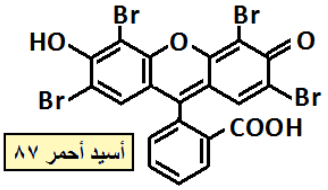
أسيد أحمر ٥٢



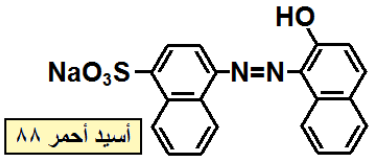
أسيد أحمر ٨٥



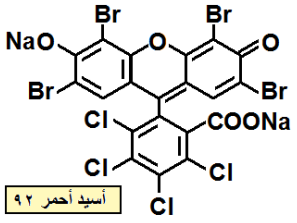
أسيد أحمر ٨٧



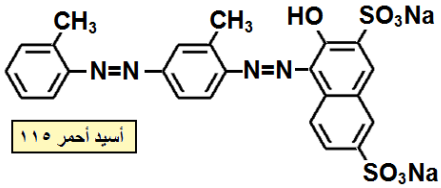
أسيد أحمر ٨٨



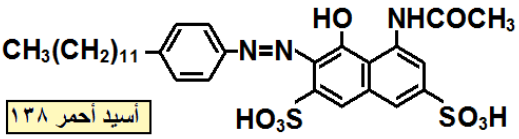
أسيد أحمر ٩٢



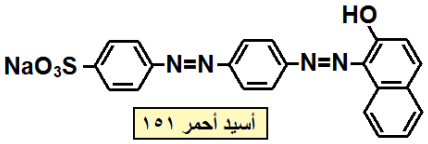
أسيد أحمر ١١٥



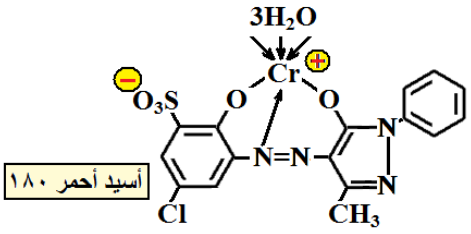
أسيد أحمر ١٣٨



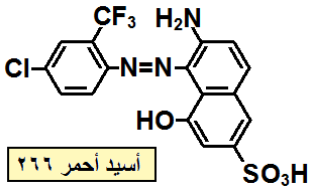
أسيد أحمر ١٥١



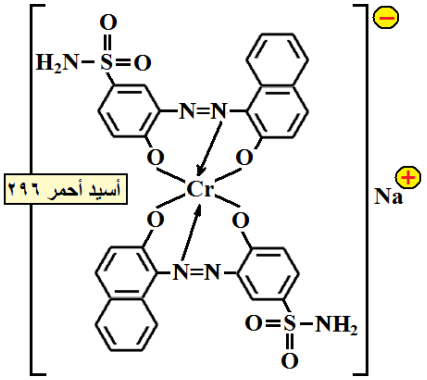
أسيد أحمر ١٨٠



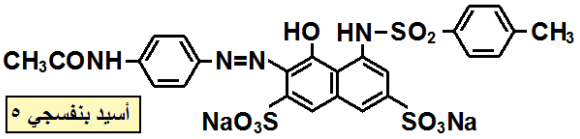
أسيد أحمر ٢٦٦



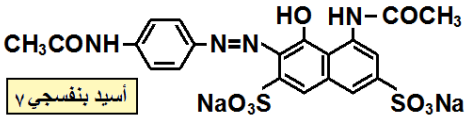
أسيد أحمر ٢٩٦



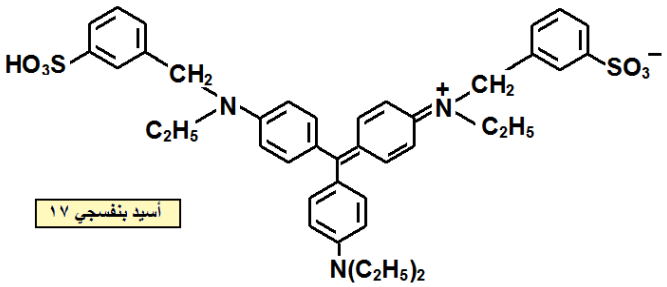
أسيد بنفسجي ٥



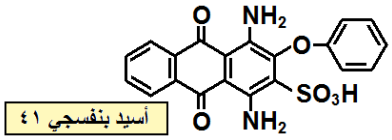
أسيد بنفسجي ٧



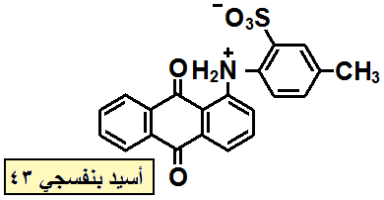
أسيد بنفسجي ١٧



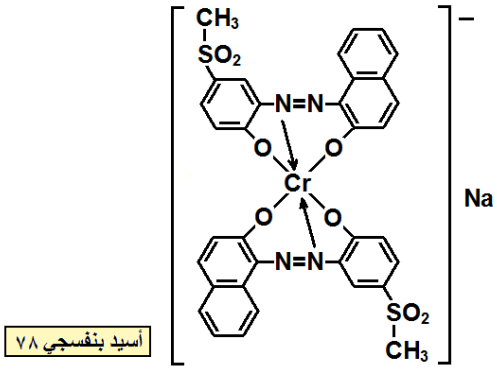
أسيد بنفسجي ٤١



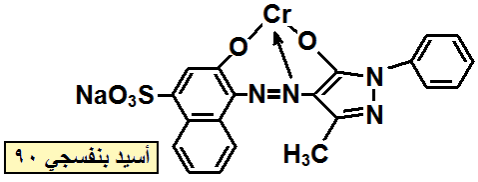
أسيد بنفسجي ٤٣



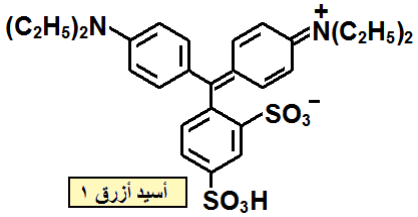
أسيد بنفسجي ٧٨



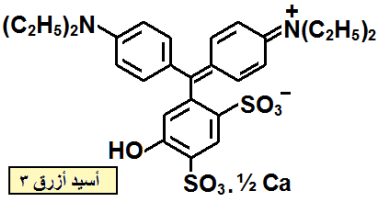
أسيد بنفسجي ٩٠

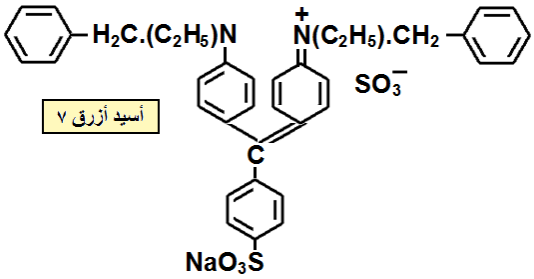


أسيد أزرق ١
أو
فود أزرق ٣

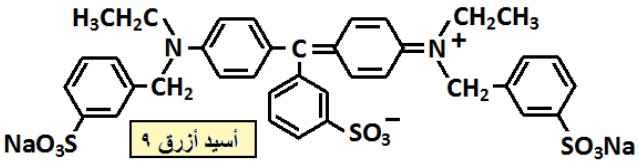


أسيد أزرق ٣

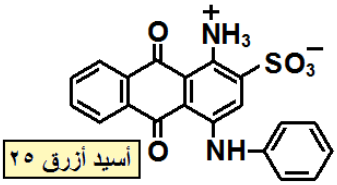




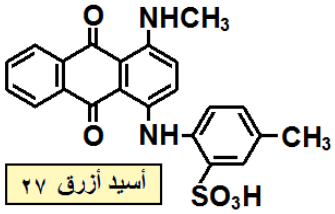
أسيد أزرق ٧



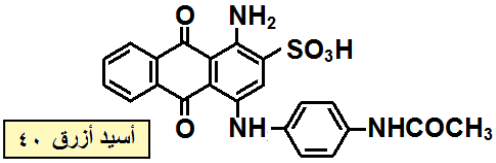
أسيد أزرق ٩



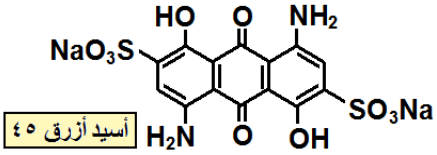
أسيد أزرق ٢٥



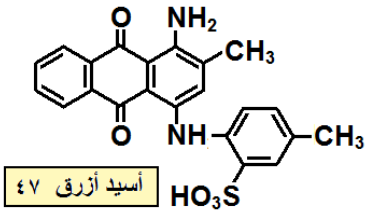
أسيد أزرق ٢٧



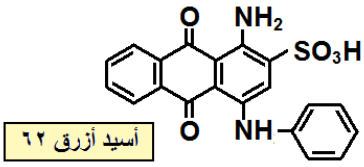
أسيد أزرق ٤٠



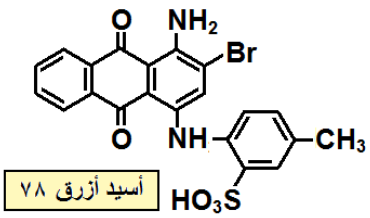
أسيد أزرق ٤٥



أسيد أزرق ٤٧

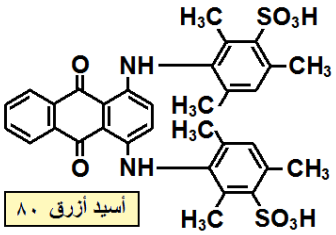


أسيد أزرق ٦٢

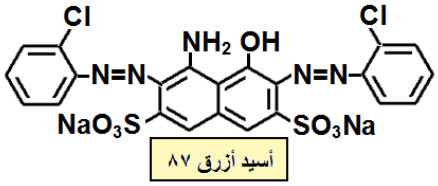


أسيد أزرق ٧٨

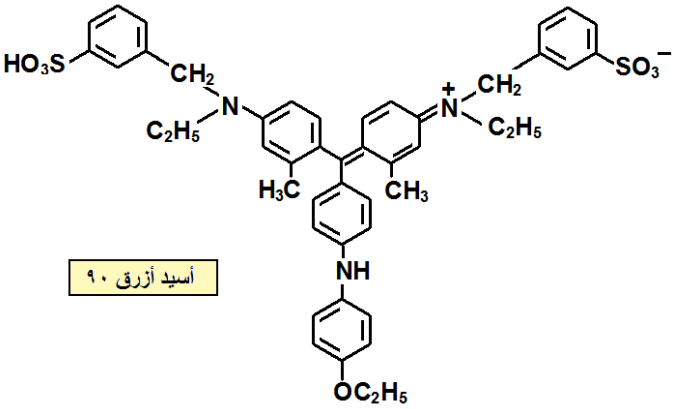
أسيد أزرق ٨٠



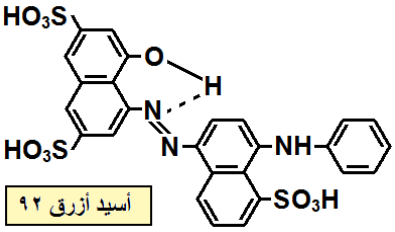
أسيد أزرق ٨٧



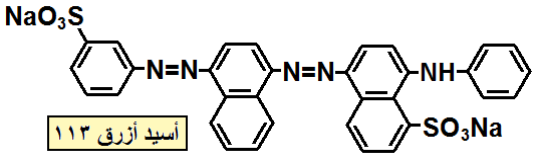
أسيد أزرق ٩٠



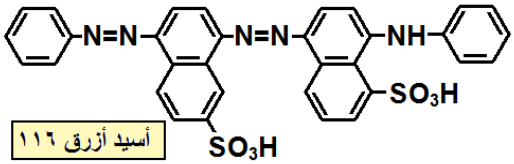
أسيد أزرق ٩٢



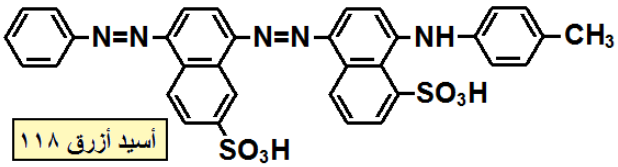
أسيد أزرق ١١٣



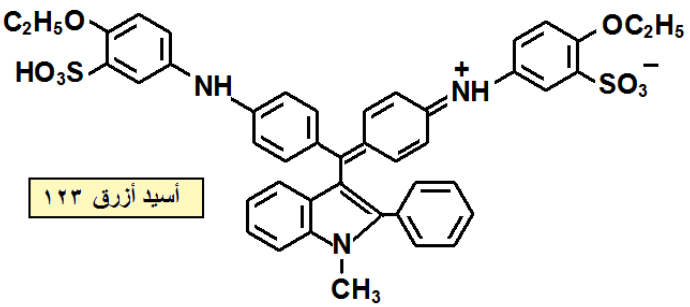
أسيد أزرق ١١٦



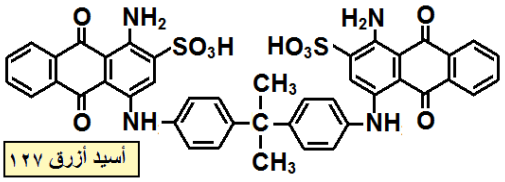
أسيد أزرق ١١٨



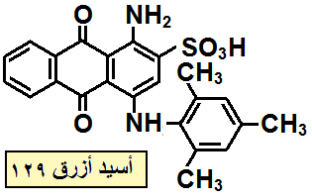
أسيد أزرق ١٢٣



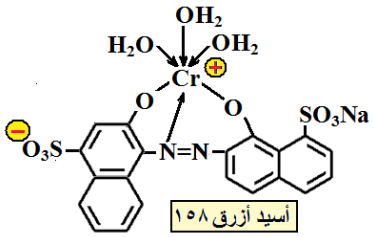
أسيد أزرق ١٢٧



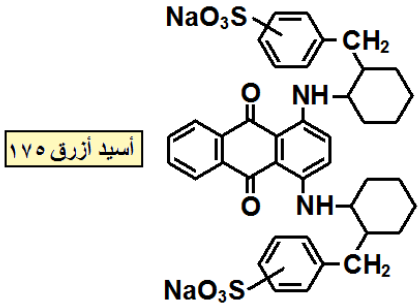
أسيد أزرق ١٢٩



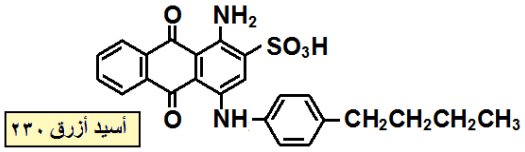
أسيد أزرق ١٥٨



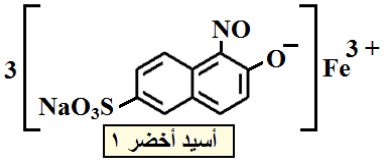
أسيد أزرق ١٧٥



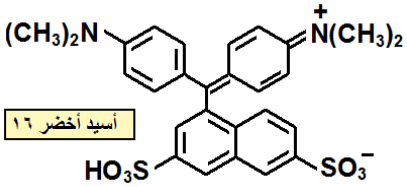
أسيد أزرق ٢٣٠



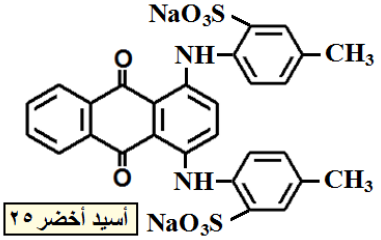
أسيد أخضر ١



أسيد أخضر ١٦



أسيد أخضر ٢٥



أسيد أسود ١