الباب العاشر
الصبغات وصباغة الألياف

الباب العاشر

الصبغات وصباغة الألياف

(1) الأصباغ والشروط الواجب توافرها فيها :

الصبغة هى المادة التى يمكنها أن تضفى لونها على مـادة أخـرى ، ويجب أن تتوافر الشروط الآتية فى أى صبغة :

1- أن تكون لها قابلية معينة للجسم الذي تجرى صـباغته ، ويجـب أن تعلق الصبغة بهذا الجسم ، وأن تنفذ إلى داخله ثم لا تتركه بسـهولة بعد ذلك .

2- أن تكون ذات لون كثيف بحيث يكفى جزء ضئيل منها لإعطاء اللون للجسم الآخر .

3- أن تكون ذات صفات ثبات معينة ضد تـأثير العوامـل الكيميائيـة والطبيعة المختلفة (الثبات للضوء واللغسيل ...ألخ) .

استخدام الأصباغ :

تستخدم الأصباغ فى وجوه متعددة منها صباغة المنسوجات والجلـود والفرو والشعر والأغذية والمشـروبات والأخشـاب واللـدائن (البلاسـتيك) والزيوت ومواد الطلاء والتصوير الضوئي ، ويعتبر استخدام الأصباغ لتلوين المنسوجات أهم هذه الاستخدامات على الإطلاق .

تركيب الأصباغ :

الأصباغ هى فى الغالب مركبات عضوية تحضر من المركبات الموجودة فى قطران الفحم (coal tar) بطرق كيميائية معقدة ، وقبل أن ندخل فى دراسة كيمياء الصباغة والأصباغ يجدر بنا أن نأخذ فكرة سريعة عن منشأ الألوان وكذلك علاقة التركيب الكيميائي باللون .

(2) طبيعة الألوان :

تسبب مجموعة الموجات الكهرومغناطسية والتى تتراوح أطوالها الموجية بين 4000–8000 انجستروم (1 انجستروم – 10^{-6}) عند سقوطها على العين الإحساس بالضوء الأبيض ، ويتكون الضوء الأبيض الذي تراه العين من ألوان هى الأحمر والبرتقالي والأصفر والأخضر والأزرق والبنفسجي ، وتسمى هذه الألوان بألوان الطيف .

U.V		I.R
أشعة فوق البنفسجية	أحمر أصفر أخضر أزرق بنفسجي	أشعة تحت الحمراء
لا تراها العين	أشعة تراها العين	لا تراها العين

4000A 8000A

وتظهر لنا مادة ما بيضاء اللون سمحت بنفاذ أو انعكاس كل ألوان الطيف . وبالعكس تبدو لنا مادة ما ملونة إذا امتصت لون أو أكثر من ألوان الطيف وسمحت بانعكاس أو نفاذ باقي الألوان خلالها .

ويبين الجدول التالي للعلاقة بين اللون الممتص واللون الذي يظهر للعين . يسمي كل لونان أمام ببعضهما فى الجدول لونان متكاملان Complementary colours .

الطول الموجي (انجستروم)	اللون الممتص	اللون الذي يظهر للعين
4300-4000	بنفسجي	ليموني
4900-4300	أزرق	أصفر أو برتقالي
5100-4900	أخضر مزرق	أحمر
5300-5100	أخضر	أحمر مزرق
5600-5300	ليموني	بنفسجي
5900-5600	أصفر	أزرق
6100-5900	برتقالي	أزرق مخضر
7300-6100	أحمر	أخضر مزرق

التأثير الباثوكرومي Bathochromic effect :

فى الجدول السابق إذا حدث انتقال فى شريط امتصاص المادة Absorption bands فى الإتجاه من البنفسجي إلى أحمر (طول موجي قصير) طول موجي طويل سمي هذا الانتقال انتقال باثروكرومي ويسمي التأثير الذي يحدثه هذا الانتقال فى اللون (من الليموني إلى الأخضر المزرق) تأثير باثروكرومي .

التأثير الهيبسوكرومي Hypsochromic effect :

وبالعكس إذا حدث انتقال فى شريط الامتصاص فى الإتجاه العكسي من الأحمر إلى البنفسجي وبالتالي فى اللون من الأخضر المزرق إلى الليموني سمي ذلك انتقال هيبوسوكرومي .

(3) العلاقة بين التركيب الكيميائي واللون :

1- نظرية ويت White Theory :

أول قواعد العلاقة بين التركيب الكيميائي واللون وهذه القواعد هى :

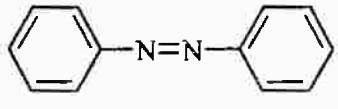
أولاً : حتى يصبح مركب كيميائي ما ملوناً يجب أن يحتوى على مجموعة كروموفور Chromophore (الكروموفور – مجموعة مسببة للون) .

والمجموعات الآتية تعتبر ما فى الجدول التالي كروموفورات :

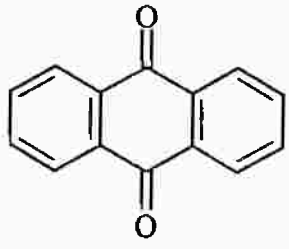
المجموعة	الصيغة
مجموعة الآزو	-N=N
مجموعة الكربونيل	-C=O
مجموعة النترو	-N=O
مجموعة النتروز	-N=O
مجموعة الإثيلين	C=C
مجموعة الكربامينو Carbamino	C=N
مجموعة الكربيم	C=N
مجموعة ألازومثين	CH=N
مجموعة النتريل	-C=N

ثانياً : سمي ويت الجسم الذي يتكون نتيجة لارتباط الكروموفور مجموعة أروماتية حلقية Aromatic System الكروموجين Chromogene أى أن الكروموجين هو التركيب الأساسي للصبغة .

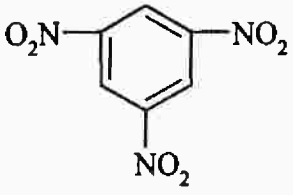
مثال :



أزو بنزين (أصفر برتقالي)



أنثراكينون (أصفر باهت)



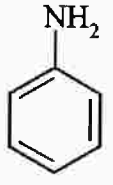
ثالث نيترو بنزين (عديم اللون تقريباً)

ثالثاً : حتى يصبح الكروموجين صبغة لابد وأن يحتوى على مجموعة اوكسوكروم Auxochrome أو أكثر . وهى المجموعة التى تساعد على تقوية اللون . والجدول التالي يوضح المجموعات التى لها صبغة الأوكسوكروم Auxochrome Character .

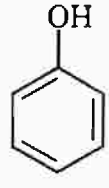
المجموعة	الصيغة
مجموعة أمينو	$-NH_2$
مجموعة أكليل امينو ، أريل أمينو	-NHR
مجموعة ثنائي الكليل امينو ، أريل أمينو	-NR
مجموعة الهيدروكسيل	-OH
مجموعة الكوكسي	-OR
مجموعة السلفونيك	$-SO_3H$
مجموعة الكربوكسيل	-COOH
مجموعة الهالوجين	-Cl, Br

ومعظم هذه المجموعات مشتق كما هو واضح من مجموعات الأمين

والهيدروكسيل ، ولا يعطى الأوكسوكروم بمفرده من الحلقة الأرومية أى لون فمثلاً المركبات الآتية عديمة اللون .

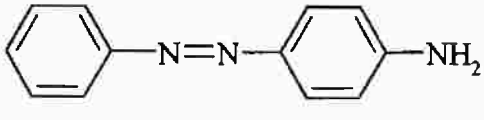


الانيلين
Aniline

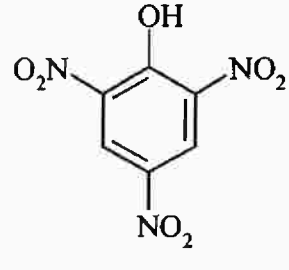


الفينول
Phenol

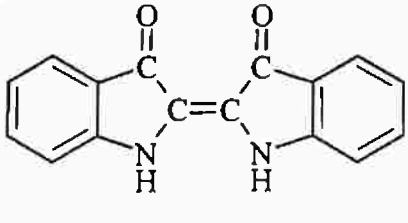
ولكن إذا تواجد مجموعة الكروموفور ومجموعة الأوكسوكروم معاً فى وجود حلقة بنزين أو أكثر فإنه يحدث عمقان :



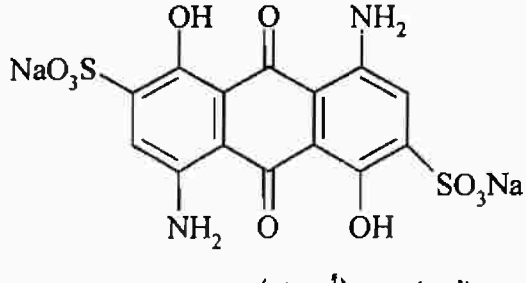
(أصفر الأنيلين)



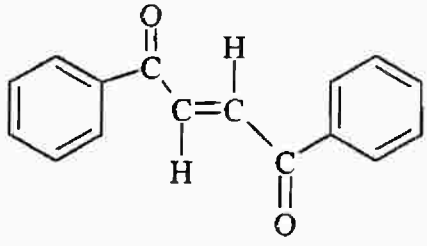
حامض البكريك (أصفر)



النيلة Indigo (أزرق)

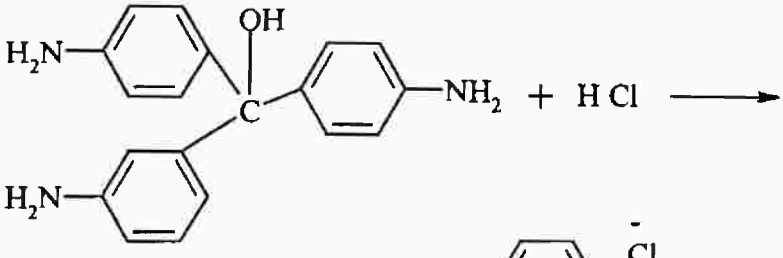


اليزارين (أزرق)

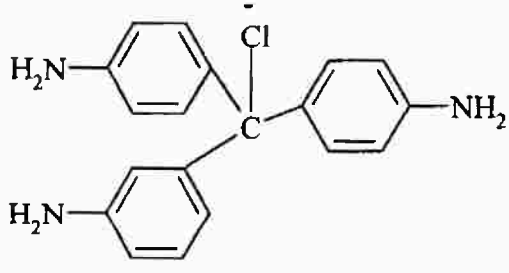


ثنائي بنزويل إيثيلين
Dibenzoylethylene

وقد أحرزت نظرية ويت نجاحاً كبيراً فى شرح العلاقة بين تركيب الجزئ ولونه . إلا أنها فشلت فى تفسير ظهور اللون فى بعض الصبغات مثل ثلاثي فينيل الميثان التى اكتشفت بعد ذلك . Triphenyimethane كما يتضح من المثال الآتي :



بارا وسانيلين
Pararosariline

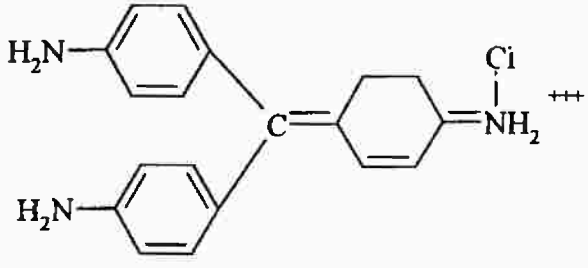


بارا فوشن
Parafuchsine

فحسب نظرية ويبت لا يحتوى جزئ البارافوشين على أن كروموفور فما هو السبب فى ظهور اللون فى مثل هذه الحالات ؟ وقد أدى ذلك إلى ظهور :

2- نظرية الكينون Quinone Theory :

وضع نيتزيكي Nietzki هذه النظريات فى عام 1888 لتفسير ظهور اللون فى صبغات ثلاثي فينيل الميثان وثنائي الميثان ، مثلاً أعطى نيترزيكي صبغة البارافوكسين (البرافوشين) التى كان قد وضع لها التركيب السابق ، المعادلة التركيبية الآتية :

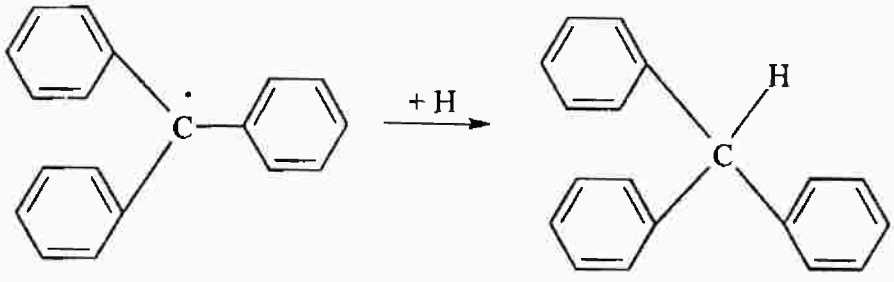


وقد استطاعت هذه النظرية أن تفسر ظهور اللون فى صبغات ثنائي وثلاثي فينيل الميثان ، إلا أنه قد صادفتها صعوبات أهمها : أن صبغات ثلاثي فينيل الميثان وثنائي فينيل الميثان التى تفترض هذه النظرية وجود التركيب الكينوني بها لا تعطى التفاعلات للكيتونات .

3- نظرية الرباط المزدوج :

على أثر فشل نظرية ويت ونظرية الكينون فى تفسير كل الحقائق ، وضعت هذه النظرية التى تشرح مصدر اللون فى الجزئي بوجود رباط مزدوج أو ثلاثي فيه إلا أن هذه النظرية سرعان ما تداعت عندما اكتشف

جومبرج (سنة 1900) مادة ملونة لا تحتوى على مجموعة بها رباط مزدوج أو ثلاثي وهى راديكال ثلاثي فينيل الميثيل Triphenyl Methyl Radical



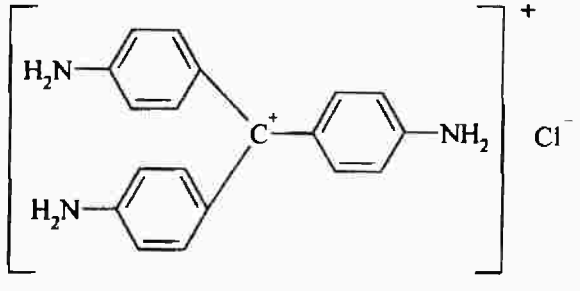
راديكال ثلاثي فينيل الميثيل
(أصفر اللون)

ثلاثي فينيل الميثان
(عديم اللون)

4- نظرية فيزنجر – دلتي :

وضعت هذه النظرية فى عام 1924 وأهم الفروض التـــى افترضـــها هذان العالمان أن ظهور اللون منشأة وجود Coordinative Unsaturated Atoms مثلاً افترضا ظهور اللون فى مركب كالبارافوكسين إلى وجود أيون الكربونيوم .

وتعتبر ذرة الكربون هنا Coordinativeiy Unsat Atom ونظـــراً لضيق المجال هنا فسوف لا ندخل فى تفاصيل هذه النظرية .



Coordinatively Unsaturated Atoms

5- النظرية الحديثة Modern Theory:

تفترض أحدث النظريات أن المادة الملونة هـى المـادة التـى بهـا الكترونات باى π يمكن أن تتأثر بأقل كمية من الطاقة ، وعلى التحديد تتـأثر بكميات الضوء light quaita وتنتقل هذه الإلكترونات من مدار ذو مسـتوى منخفض فى الطاقة إلى مدار أكثر ارتفاعاً عن طـرق امتصـاص الطاقـة الضوئية .

كما تفترض هذه النظرية أن جزئ الصبغة فـى حالـة Rosenance بحيث يصبح له أكثر من شكل للطاقة الضوئية Extreme Form وهذا هـو الذي يسبب سهولة امتصاص Electrons π للطاقة الضوئية مما يسهل مـن انتقال هذه الالكترونات من مستوى طاقة أقل إلى مستوى طاقة أعلى حيـث أنها فى حالة دوران مستمر حول الالكترونات وافترضت أيضاً أن أى رابطة ثنائية تكون من نوعين من الروابط الأولي سيجما σ والأخرى باى π .

كما تفترض أيضاً أن جزئ الصبغة فى حالة استقطاب Polarisation وذلك نتيجة لوجود مجموعة الكروموفور وهى مجموعة جاذبة للالكترونـات Electron attracting وكذلك مجموعة الأكسوكروم وهى مجموعة طـاردة للالكترونات Electron repelling ويساعد على تحرك الالكترونـات بـين هاتين المجموعتين وجود مجموعة من الروابط الثنائية فـى وضـع تبـادلي Congugated double bonds وهذا يفسر الدور الذي تلعبه المجموعـات الحلقية فى ظهور اللون .

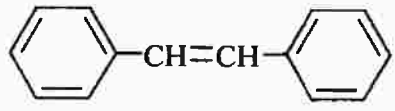
وباختصار لابد لظهور اللون من وجود :

1- مجموعة جاذبة للالكترونات (مجموعة كروموفورية) .

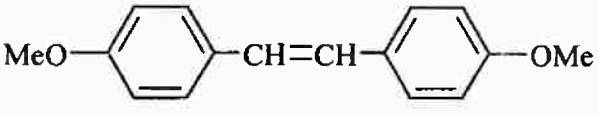
2- مجموعات من الرابطات المزدوجة التى تسـاعد علـى الاسـتقطاب Polarisation .

3- مجموعة طاردة للالكترونات (مجموعة أكسو كرومية) .

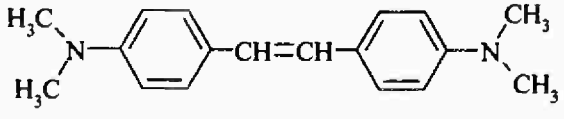
ويتضح ذلك من الأمثال الآتية :



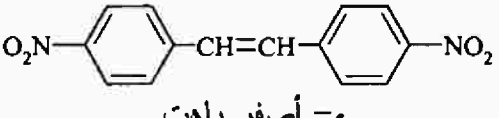
أ- عديم اللون



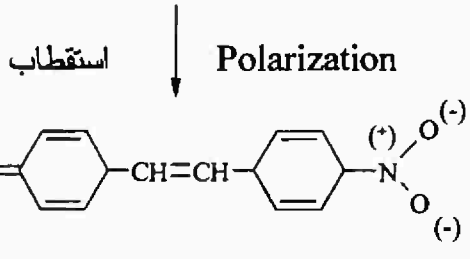
ب- عديم اللون



جـ- أصفر باهت



ء- أصفر باهت



صباغة الألياف السيليلوزية :

الصباغة :

هى مجموعة العمليات التى تؤدي إلى تلوين ألياف النسيج عن طريق صعود الصبغة من حمام الصباغة إلى هذه الألياف . ومعظم الأصباغ ذات قابلية أو ميل للألياف Substantivity وقابلية الصبغة هى قدرتها على الصعود إلى الألياف من محلول مائي مما يستبب فى نقص كمية الصبغة فى الحمام وزيادتها على الألياف بنفس الكمية .

وتعتمد عملية الصباغة على طبيعة الألياف وكذا على الصفات الكيميائية والطبيعية للصبغة أو الصبغات المستخدمة . وأسهل طريقة لدراسة الأصباغ واستخدامها فى الصناعات هى المبنية على أساس طريقة الأستخدام ونوع الألياف والتى تقسم الأصباغ تبعاً لها إلى :

الأصباغ تستخدم لصباغة الألياف السيليولوزية :

(1) أصباغ مباشرة Direct Dyes:

عادية

ثابتة للضوء

تعالج بعد الصباغة بأملاح النحاس .

تثبت بعملية ازيتة وازدواج على الخامة (أصباغ ديازو) .

(2) أصباغ الكبريت Sulphur Dyes .

(3) أصباغ الأحواض Vat Dyes .

(4) أصباغ الأحواض الذائبة (أند ديجوسول) Indigosols .

(5) أصباغ الآزو الغير ذائبة (النافتولات والقواعد) Azoic Dyes .

(6) الأصباغ القاعدية Basic Dyes .

(7) أصباغ الأكسدة Oxidation Dyes .

(8) ملونات البجمنت Pigment Colour .

(9) الأصباغ النشطة كيميائياً Reactive Dyes .

الأصباغ التى تستخدم لصباغة الألياف الحيوانية :

(1) الأصباغ الحامضية Acid Dyes .

(2) أصباغ الكروم Chrome Dyes .

(3) أصباغ المعقدات الفلزية Metal Complex .

(4) الأصباغ النشطة كيميائياً Reactive Dyes .

(5) أصباغ الأحماض Vat Dyes .

(6) أصباغ الأحماض الذائبة Indingoes of Dyes .

(7) الأصباغ القاعدية Basic Dyes .

الأصباغ التى تستخدم لصباغة حرير الأسيتات والألياف الصناعية :

(بولي استر – بولي اميد – بولي اكريليك) .

(1) الأصباغ المعلقة Disperse Dyes .

(2) بعض الصبغات الأخرى التى تنتمي إلى المجموعة أ أو ب .

صباغة الألياف السيليلوزية :

(القطن – الحرير الصناعي – الفسكوز (الفيران) – الكتان – ....إلخ)

أولاً : الصباغة بالصبغات المباشرة :

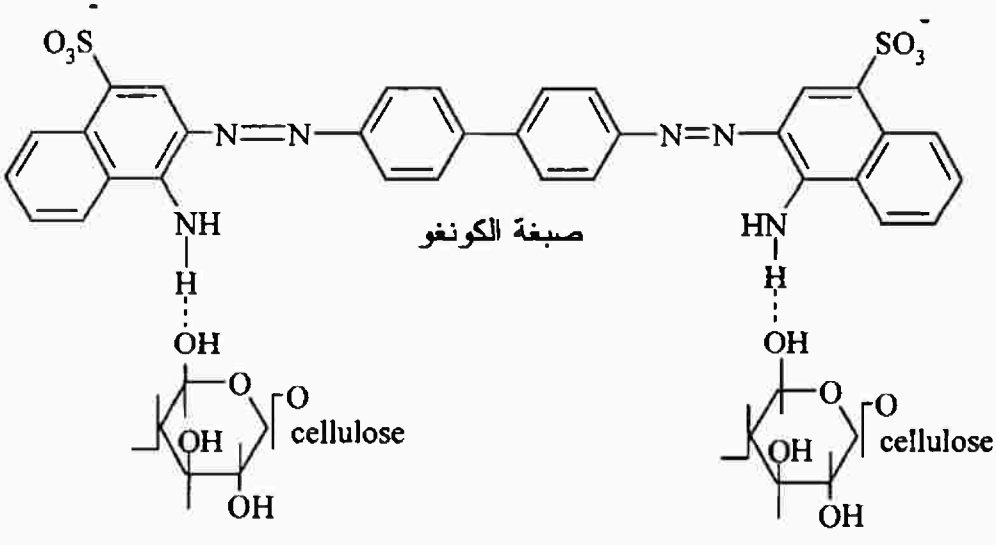
يتكون السيليلوز كما سبق ذكره من جسيمات صغيرة متبلـورة تتخللهـا مسافات بينية غير متبلورة ، وتتم عملية الصباغة فى حالة الصبغات المباشرة على خطوات كالآتي :

1- تنتفخ الألياف عن طريق تسرب الماء إلى المسافات البينية ، وتختلف الألياف السيليلوزية فى درجة انتفاخها بالماء عن بعضها الـبعض . فمثلاً ينتفخ رايون الفسكوز انتفاخاً كبيراً بمقارنته بالقطن .

2- تدخل جزئيات الصبغة أو المواد الكيميائية الأخرى إلى المسافات البنية ، وتسمى هذه العمليات انتشاراً Diffusion وكلما زاد انتفاخ الألياف كلما زاد عدد جزئيات الصبغة التى تتسرب بالانتشار إلى داخل مسافاتها البينية ، وكلما أمكن للألياف أن تسمح بدخول الجزيئات الأكبر حجماً من الصبغة .

3- بعد ذلك تحدث عملية ادمصاص Adsorption لجزيئات الصبغة على السطح الداخلي للألياف (يقصد بالسطح الداخلي مجموع اسطح المسافات البينية الداخلية) .

4- أخيراً يحدث امتصاص ثم يحدث نوع من الارتباط بين جزيئات الصبغة والسلاسل السيليلوزية عن طريق قوى فان درفال Van der Wals Forces وكذا عن طريق تكون الرباطات الهيدروجينية بين الصبغة وسلاسل السيليلوز كما فى الرسم التالي :



رسم تخطيطي يوضح كيفية تكون الروابط الهيدروجينية بين صبغة أحمر الكونغو وسلسلة من الألياف السليولوزية

وتستخدم الصبغات المباشرة لصباغة الألياف السليلوزية من محلول يحتوى فى الغالب على كربونات الصوديوم وملح جلوبر (كبريتات الصوديوم) أو ملح الطعام ، أى أن عملية الصباغة تتم مباشرة دون الحاجة إلى عامل خاص يثبت الصبغة على الألياف السيليوزية ، كما هو الحال فى الصبغات القاعدية ، وهذا هو السبب فى تسمية هذه المجموعة بالصبغات المباشرة .

تقسيم الصبغات المباشرة :

تقسم الصبغات المباشرة كما سبق أن ذكرنا إلى :

(1) صبغات مباشرة عادية .

(2) صبغات مباشرة عادية .

(3) صبغات مباشرة تعالج بأملاح النحاس .

(4) صبغات مباشرة تؤزيت وتظهر على الخامة (صبغات الديازو) .

(أ) الصبغات المباشرة العادية :

تستعمل لصباغة القطن ورايون الفسكوز بطريقة سهلة واقتصادية . وذلك فى الحالات التى لا تتطلب درجات عالية الثبات . وهناك أنواع منها تمتاز بقدرتها على تغطية عيب التقليم فى رايون الفسكوز . وأهم أنواع استخدام الصبغات المباشرة العادية هى صباغة وطباعة الأقمشة الرخيصة (الشعبية) ، كما يمكن استخدامها أيضاً لطابعة الصوف والحرير وصباغة الجلد والورق .

الطريقة التكنولوجية للصباغة :

يختلف حمام الصباغة تبعاً لعمق اللون المطلوب ، ويتكون فى الغالب من :

0.2-5% صبغة (حسب اللون المطلوب وحسب كثافة اللون) .

5-20% ملح جلوبر متبلور (النسبة المئوية منسوب لوزن القماش) .

1-2% كربونات صوديوم لا مائية .

0.25-0.50% عامل تساوي Aibatex BO or Uitravon W

وتختلف عملية الصباغة من حالة إلى أخرى تبعاً لنوع الصبغة ونوع الخامة والماكينات المستخدمة .

وتبدأ عملية الصباغة عادة عند درجة حرارة تتراوح بين 40 و 50°م ثم ترتفع درجة حرارة الحمام إلى الغليان خلال 10 دقائق وتستمر عملية الصباغة فى هذه الحمام (قرب درجة الغليان) . لمدة تتراوح بين 45 دقيقة وساعة . (وفى حالة الأقمشة السميكة تغمر الأقمشة فى الحمام وهو عند الغليان مع تنظيم إضافة الملح فى هذه الحالة على ثلاث دفعات) .

أهم العوامل التى تؤثر على عملية الصباغة بالصبغات المباشرة :

1- تأثير إضافة كربونات الصوديوم ومواد التساوي :

إضافة كربونات الصوديوم تعمل على زيادة انتفاخ الألياف السيليلوزية وبالتالي على زيادة تغلغل الصبغة داخل المسافات البينية فى الخامات كما تساعد على درجة تعليق الصبغة بحمام الصباغة Degree of Dispersion درجة التعليق ، وفى بعض الأحيان يمكن استخدام فوسفات ثنائي الصوديوم

بدلاً من كربونات الصوديوم وأحياناً أخرى يمكن الاستغناء عنها نهائياً (إذا كانت قابلية الصبغة على الألياف عالية) .

أما بالنسبة لمواد التساوي فهي عبارة عن مواد تتحد مع الصبغة مكونة مركب معقد Complex compound تكون سرعة انتشاره أقل من سرعة انتشار الصبغة داخل الحمام . وهذا المركب غير ثابت حيث يتفكك مرة أخرى على سطح الألياف معطياً الصبغة بمفردها – وعامل التساوي بمفرده أى أن عامل التساوي يعمل على تقليل سرعة صعود الصبغة على الألياف وهذا يساعد على توزيع الصبغة بشكل متجانس على هذه الألياف ومن أمثلة هذه المواد Albatex BO, Utravon W .

2- تأثير تركيز الصبغة Dye Concentration :

أجريت بعض التجارب لمعرفة أثر تركيز الصبغة على نسبة الاستنفاذ (Exhaustion) ودرجة ارتباطها بالألياف فوجد أن بإجراء التجارب نجد أن عند 100°م حرارة ، واستعمال 1 جم من القطن و1 جم من ملح الطعام في 350 مم لتر ماء مع استعمال صبغة Direct Blue Sky B .

ويلاحظ أنه كلما زاد تركيز الصبغة فإن حمام الصباغة المطلقة (المنتشرة) بالمحلول وتدمص على سطح الألياف (ترتفع) ولكن الكمية المستنفذة للداخل تقل أى أن فى محلول مخفف من الصبغة فإن نسبة الصبغة بالألياف تكون أكبر منها فى محلول أكثر تركيز من الصبغة (المخففة) ولذلك فإن نسبة المحلول تلعب دورها للغاية فى عملية الصباغة (L.R) .

3- تأثير الأملاح الإلكتروليتية Effect of Electrolytes :

إن إضافة الأملاح الالكتروليتية إلى حمام الصباغة ذات أهمية كبيرة وخاصة بالنسبة للصبغات التى لها قابلية ضعيفة – للألياف السليلوزية ولذلك سنقوم بدراستها فيما يلي :

أ- تأثير إضافة الأملاح الالكتروليتية إلى حمام (فى حالة عدم وجود درجة الحرارة) حرارة منخفضة :

توجد الصبغات المباشرة فى محاليلها على هيئة تجمعات جزئية تعرف باسم (micells) حيث تختلف درجة التجمع من صبغة لأخرى نظراً لاختلاف التركيب الكيميائي للصبغات .

وقد وجد أن درجة التجمع لجزيئات الصبغة تزداد بزيادة الوزن الجزيئي للصبغة وتزيد أيضاً بزيادة تركيز الالكتروليتات فى حمام الصباغة فيقل انتشار الصبغة وبالتالي تقل سرعة عملية الصباغة (عند درجة حرارة منخفضة) (30-40) يرجع تأثير الكتروليتات فى زيادة درجة تجمع جزيئات الصباغة فى المحلول إلى تأثيرها على درجة ذوبان نفسها التى تخفض بدرجة كبيرة فيساعد ذلك على ترسيب جزيئات الصبغة فى الحمام وتميل إلى تكوين تجمعات من الصبغة (micelles) .

ب- تأثير إضافة الإلكتروليتات أثناء عملية الصباغة (ميكانيكية الصباغة) (فى درجة حرارة مرتفعة) :

عند غمر السيليلوز فى الماء يكتسب شحنة سالبة كما أن معظم الصبغات الذائبة توجد فى محاليلها المائية فى صورة متأينة :

$$D\text{-}SO_3Na \rightleftharpoons D\text{-}SO_3^{(-)} + Na^{(+)} \quad .....(1)$$

وحسب نسبة مجموعات الإذابة SO_3– بجزئ الصبغة تزيد درجة الذوبان أو العكس (كذلك الشحنات السالبة التى توجد عليها) ويؤثر ذلك على نسبة الملح اللازم إضافته إلى حمام الصباغة . وحيث أن أيون الصبغة $D.SO_3$ يحمل شحنة سالبة (–) ، وأيضاً السيليلوز فى الماء يحمل شحنة سالبة (–) إذن يحدث تنافر بينهما ولإتمام عملية الصباغة لابد من التخلص من هذا التنافر بإضافة الألكتروليتات مثل ملح الطعام .

وحسب المعادلة (1) يعمل التفاعل دائماً إلى تحقيق إتزان ديناميكي يتساوي فيه سرعة التفاعل الطردي مع التفاعل العكسي ومع إضافة الألكتروليتات (ملح الطعام) يحدث له تأين أيضاً كما فى المعادلة .

$$NaCl \rightleftharpoons Cl^{(-)} + Na^{(+)} \quad .....(2)$$

إذن تزداد أيونات الصوديوم الموجبة (+) فى حمام الصباغة فيميل التفاعل بالمعادلة الأولي (1) إلى الاتجاه العكسي ... أى أن تزيد جزيئات الصبغة الغير متأينة وتقل ايوناتها فتتخلص بذلك من الشحنة السالبة (–) ، على أيونات الصبغة بعد تحويلها إلى جزيئات متعادلة . كما أن أيونات الصوديوم الموجبة (+) تدمص كذلك على السطح الخارجي للسيليلوز فتعادل الشحنة السالبة عليه . وبذلك يختفى بذلك التنافر بين الصبغة والسيليلوز .

وهنا تعمل قوى الجذب الطبيعية (الروابط الهيدروجينية وقوى فإن درفال) بعد اختفاء التنافر بين الصبغة والسيليلوز على جذب جزيئات الصبغة المتعادلة إلى الألياف المتعادلة وتتم بذلك عملية الصباغة التى يمكن تسميتها (ميكانيكية الصباغة) .

4- تأثير درجة الحرارة Effect of Temperature :

وجد أنه بارتفاع درجة الحرارة تزداد قابلية الصبغة للألياف حتى تصل إلى أعلى درجة لها عند درجة الحرارة المثلى حسب نوع الصبغة

المستخدمة أثناء عملية الصباغة . كما نجد أنه إذا زادت درجة الحرارة عند الدرجة المثلى للصبغة يحدث انخفاض فى قابلية الصبغة للألياف .

ووجد أيضاً أن درجة الحرارة المثلى لمختلف الصبغات تتراوح بين 40-90°م وتحدد درجة الحرارة مدى انتشار الصبغة فى المحلول حيث أثبتت الدراسات أن الصبغات التى توجد فى محاليلها على شكل جزيئات درجة الحرارة المثلى لها تتراوح بين 50-60°م . أما الصبغات التى تتجمع فى المحلول فدرجة الحرارة المثلى لها تتراوح بين 85-90°م .

ولقد أتضح أنه بارتفاع درجة الحرارة يقل التجمع لجزيئات الصبغة أى أن بارتفاع درجة الحرارة يحدث ما يلي :

1- انتفاخ للألياف السيليلوزية Swlling .
2- أتساع للمسافات البينية Pores (مسامية) .
3- زيادة فى سرعة الجزيئات فى المحلول .
4- تكسير لتجمعات الصبغة إلى جزيئات مفردة .
5- يقل امتصاص جزيئات الصبغة على المحلول .
6- سهولة نفاذية جزيئات الصبغة إلى داخل مسام الألياف .
7- سهولة ارتباط جزيئات الصبغة بالألياف وتتكون روابط فإنذر فال وروابط هيدروجينية .

وقد وجد أن درجة الحرارة المثلى التى يحدث عندها أعلى نسبة استفاد للصبغة هى 60°م لمعظم الصبغات لذلك فإن عملية الصباغة تبدأ عادة عند درجة حرارة أقل من 60°م وترتفع تدريجياً حيث يساعد ذلك على نفاذ الصبغة داخل الألياف بانتظام وتساوي ومن ثم فإن تركيز الصبغة على السطح الخارجي للألياف يقل وعلى ذلك فإن الألياف تكون فى حالة استعداد لادمصاص كمية أخرى بعد امتصاص الكمية السابقة .

5- تأثير زمن الصباغة Effect of dyeing time :

من الناحية العملية فإن عملية الصباغة أو استنفاذ عملية الصباغة من الحمام يتم فى الدقائق الأولى من عملية الصباغة خصوصاً فى طرق الصباغة المستمرة حيث تتم هذه العملية فى حوالي (3-5) دقائق ولكن فى هذه الفترة البسيطة تكون الصبغة مدمصة فقط على سطح الألياف الخارجي ولكن لكي تنفذ الصبغة داخل الألياف تحتاج لفترة زمنية أطول وعموماً فإن عمليات الصباغة فى ماكينة الجيجر Gigger Machine فإن تحديد الزمن يعتمد أساساً على سرعة استفاد الصبغة من الحمام ويمكن تنظيم ذلك بمعرفة منحنيات الاستنفاذ للصبغة المستخدمة من الكتالوج الخاص بها .

وعندما تبدأ هذه المنحنيات فى الاقتراب من الوضع الأفقي لاستنفاذ الصبغة (أى تتم عملية الاستنفاذ بشكل بطئ) نجد أن معظم الصبغات لكي تصل إلى هذا الوضع الأفقي تحتاج إلى (45-60) دقيقة .

6- صفات الصبغات Dye Quality :

المقصود بها هو قدرة الصبغة على الهجرة من مكان إلى آخر على الألياف وهى تحدد مدى إمكانية الحصول على صباغة متجانسة متساوية وتعتمد قدرة الصبغة على الهجرة من مكان لآخر على سطح الخام على درجة قابليتها للألياف Affinity فكلما زادت قابلية الصبغة للألياف كلما قلت قدرة الهجرة والتساوي لها .

وقد قسمت الصبغات المباشرة على أساس قدرتها على التساوي إلى المجموعات التالية .

المجموعة (A) : صبغات تساوي نفسها بنفسها على الألياف أى أنها ذات صفات هجرة وتساوي جيدة .

المجموعة (B) : صبغات لا تتساوى بمفردها على الألياف ويمكن التحكم فى تساويها بتنظيم إضافة الأملاح أثناء الصباغة .

المجموعة (C) : صبغات لا تتساوى بمفردها على الألياف وحساسة لإضافة الأملاح لذا ينظم رفع الحرارة معها للمساعدة على تساوى صعودها على الخامة .

الطرق العملية لاستخدام الاصباغ المباشرة :

إن الصبغات المباشرة يمكن استخدامها بالطرق الآتية :

(1) طريقة الاستنفاذ Exthaustion methods .

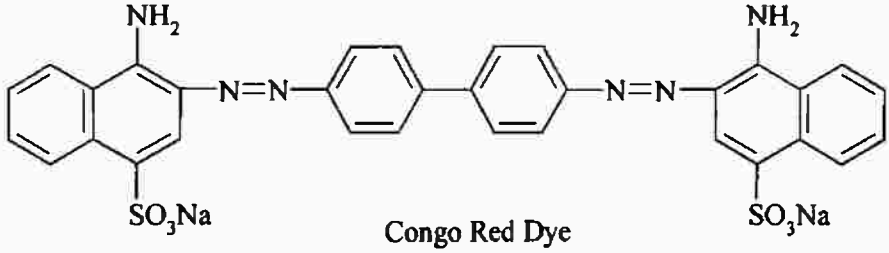
(2) طريقة الفولار Padding .

(3) طريقة الباد – رول Pad-Roll method .

(4) طرق الصباغة المستمرة Continuous methods .

التركيب الكيميائي لأهم الصبغات المباشرة العادية :

تنتمي معظم الصبغات المباشرة إلى مجموعة الأزو ، بل أن أول صبغة مباشرة اكتشفت هى صبغة أحمر الكونغو (التى اكتشفها بيتجر Bottiger عام 1884) وتنتمي إلى هذه المجموعة المذكور -N=N- وتركيبها :



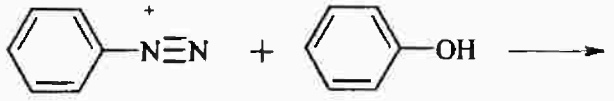
Congo Red Dye

وتتصف كل صفات الأزو باحتوائها على كروموفور الآزو -N=N- مرة واحدة على الأقل وهى تختلف فى قابليتها للألياف السيليلوزية .

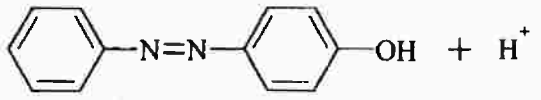
تحضير صبغات الأزو :

يمكن تحضير صبغات الآزو بعدة طرق . أهم هذه الطرق هى طريقة الازدواج Coupling بين ملح ديازونيوم . أما مع أمين أرومي Aromatic amine أو فينول أو نافتول :

(1)

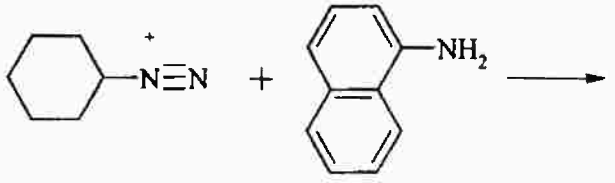


ملح ديازونيم — فينول

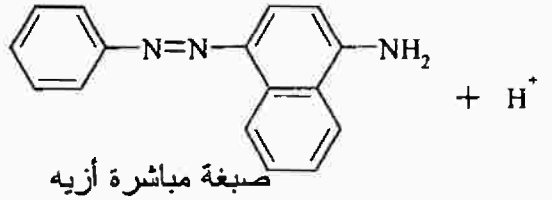


صبغة مباشرة أزية

(2)



ملح ديازونيم — أمين ازومي

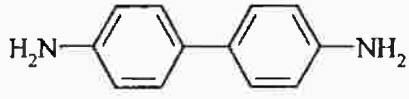


صبغة مباشرة أزيه

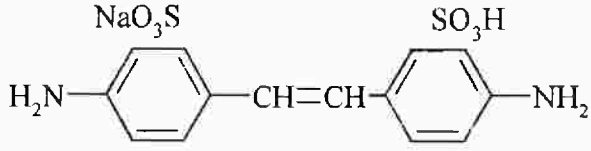
ويمكن فى المثال الثاني عمل ملح ديازونيوم من صبغة الآزو ثم عمل ازدواج آخر مع فينول أو أمين آخر وبذلك يمكن الحصول على صـــبغة آزو

تحتوى على مجموعتين من الآزو أو أكثر . وبهذا يمكـــن الحصـــول علـــى الألوان المختلفة وعلى جزيئات ذات أوزان جزيئيه عالية . ومعظم الصبغات المباشرة المنتمية إلى مجموعة الآزو – تشتق فى الغالب من المركبات التالية:

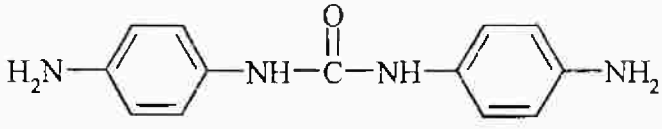
1- البنزيدين ومشتقاته



2- داي أمينو ستيلبين 2-2 داي سلفونيك

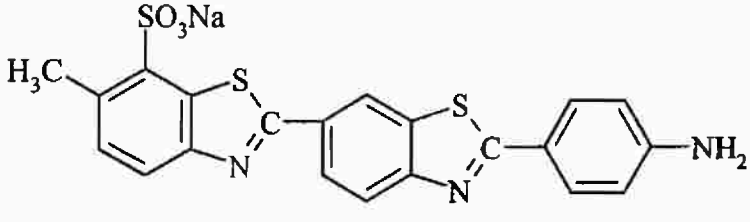


3- داي أمينو داي فينيل يوريا



4- حامض J-Acid ومشتقاته

5- البريمولين



تكنولوجيا عملية الصباغة :

تذوب الصباغة المباشرة وهى على هيئة بودرة فى ماء يسر (Soft water) وتتم عادة عن طريق تعجين البودرة فى قليل من الماء ثم تخفف العجينة بكمية كبيرة من الماء الساخن ثم يغلى المحلول للتأكد من الحصول على إذابة كاملة للصبغة – وتختلف درجة إذابة الصبغات المباشرة بدرجة كبيرة – وتضاف المواد المساعدة ذات النشاط السطحي لتسهيل عملية التعجين والإذابة .

ويحضر حمام الصباغة فى حوض ماكينة الصباغة بإذابة المواد المساعدة والأملاح ... ألخ فى الماء . أما محلول الصبغة فيمكن أن يضاف إلى الحمام قبل ادخال الخامة المطلوب صباغتها أو أن الخامة تدخل الحمام قبل إضافة الصبغة ، أما الطريقة الثالثة فهي إضافة محلول الصبغة على فترات أثناء التشغيل . والطريقة المناسبة تعتمد على :

- الماكينة المتاحة والخامة المطلوب صباغتها .
- معد الاستنفاذ عند درجات الحرارة المطلوبة .
- خصائص الانتشار للصبغات التى تستعمل .

ومن المهم أن تبلل الخامة أولاً بمحلول الصبغة قبل أن يبدأ أى ادمصاص ملحوظ من الصبغة وبالأخص بالنسبة للصبغات ذات خصائص الانتشار البطيئة .

ثم تبدأ بعد ذلك مرحلة الصباغة حيث ترتفع درجة حرارة الحمام بالتدريج مع إضافة تدريجية للملح (إذا لزم الأمر) على فترات مناسبة لكي تسرع فى استنفاذ الصبغة ودرجة الحرارة أقصى استنفاذ للكثير من الصبغات المباشرة أقل من 100°م ولكن عند هذه الحرارة فإن خصائص الانتشار ليست

جيدة كما هو عند الغليان ، والتقليب الميكانيكي لمحلول الصبغة نتيجة للغليان ربما يساعد فى الحصول على توزيع متجانس وتغلغل فى الخامة .

ومن الممكن صباغة الصبغات المباشرة عند درجة حرارة أعلى من درجة الغليان . فعند درجات الحرارة هذه تغلغل الصبغة بسرعة داخل الخامة وتصل إلى حالة الاتزان بسرعة فى زمن مقداره (حوالي 20-30 دقيقة) . يبرد الحمام بعد ذلك ببطء نسبياً حتى نحصل على أقصى استنفاذ للحمام . وهذا الأسلوب يستلزم وجود ماكينات حديثة .

شروط خلط الألوان :

بالرغم من كثرة الألوان التى تعرضها الشركات التى تنتج الأصباغ ، إلا أن الأكثر شيوعاً فى المجال العلمي هو استعمال خليط من الألوان للحصول على طيف لوني معين ولقد لوحظ أن كمية اللون الممتص بالخامة يقل فى وجود لون آخر .

وبذلك فإنه يلزم فى هذه الحالة اختيار تلك الألوان التى تلائم الخلط والتى تعطى نتائج جيدة بخلط لونين أو أكثر وذلك يتوقف على (القيمة اللونية لكل لون ، والخواص الصباغية لكل لون وكذلك الماكينة المستخدمة وتأثيرها).

والقيمة اللونية يقصد بها استخدام الوان متنافرة مثل خلط اللونين الأزرق والأصفر للحصول على لون أخضر ، فإن أقل تغيير فى نسبة كل منهما للأخر يلاحظ بشكل واضح بخلاف الحال إلا استعمل لون أخضر (جاهز) واختلفت درجات العمق فيه .

كما يلاحظ فى اختيار ألوان الخلط أن تكون من نفس المجموعة التى تتحد فى خصائصها الصباغية مثل سرعة التغلغل فى الخامة ، وقدرة كل لون على التجانس .

ماكينات الصباغة :

الأقمشة القطنية على هيئة مقاطع (piece goods) يمكن صباغتها على المفرود باستخدام ماكينة الجيجر (Jiggers) أو على ماكينة الغمر (والمعروفة بالإنجليزية باسم الباد (Pad) وبالفرنسية الفولار (Foulard) . كما يمكن صباغتها على هيئة حبل باستخدام ماكينة الونش (Winch) وماكينة (Jet) أما الأقمشة الحساسة للشد فيتم تشغيلها على جيجرات عديمة الشد (Tensionless Jigs) أو فى ماكينة الونش أو على الأحواض الخاصة .

ويستعمل الجيجر عادة بالنسبة للألوان القاتمة حيث يمكن الحصول على عمق كبير للصبغة فى الحمام نظراً لصغر حجم المحلول فى ماكينات الجيجر .

أما فى ماكينة العصر (الباد) فتستعمل لصباغة الألوان الفاتحة والمتوسطة على الأقمشة الخفيفة وتكون درجة الحرارة عادة من 55-100°م ويضاف ملح الطعام أو ملح جلوبر للمساعدة على استنفاذ الصبغة ، إلا أنه بالرغم من ذلك لا تستنفذ الصبغة كاملاً من حمام الصباغة على الخامة ولذلك فإنه يمكن الاستفادة من الصبغة المتبقية ، فى حالة صباغة كميات كبيرة من نفس اللون ، بإعادة قوة حمام الصباغة بإضافة حوالي 75% من كمية الصبغة الأصلية ويضاف أيضاً ملح الطعام لتعويض النقص .

الأسئلة

1- أشرح العلاقة بين التركيب الكيميائي واللون ؟

2- تكلم عن :

أ- نظرية الكينون .

ب- نظرية الرباط المزدوج .

ج- نظرية فيزنجر .

د- الفطرية الحديثة .

3- تكلم عن الأصباغ التى تستخدم فى صباغة الألياف السيليلوزية ؟

4- تكلم عن الصبغات المباشرة وأنواعها ؟

5- أذكر مع الشرح العوامل التى تؤثر على الصباغة بالطريقة المباشرة ؟

6- أشرح بالتفصيل الطرق العملية لاستخدام الأصباغ المباشرة ؟