

## الباب العاشر

# الصبغات وصبغة الألياف

obeikandi.com

## الباب العاشر

### الصبغات وصبغة الألياف

#### (1) الأصباغ والشروط الواجب توافرها فيها :

الصبغة هي المادة التي يمكنها أن تضيف لونها على مادة أخرى ،  
ويجب أن تتوافر الشروط الآتية في أى صبغة :

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

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

3- أن تكون ذات صفات ثابتة معينة ضد تأثير العوامل الكيميائية  
والطبيعية المختلفة (الثبات للضوء والغسيل...ألخ) .

#### استخدام الأصباغ :

تستخدم الأصباغ في وجوه متعددة منها صباغة المنسوجات والجلود  
والفرو والشعر والأغذية والمشروبات والأخشاب واللدائن (البلاستيك)  
والزيوت ومواد الطلاء والتصوير الضوئي ، ويعتبر استخدام الأصباغ لتلوين  
المنسوجات أهم هذه الاستخدامات على الإطلاق .

## تركيب الأصباغ :

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

## (2) طبيعة الألوان :

تسبب مجموعة الموجات الكهرومغناطيسية والتي تتراوح أطوالها الموجية بين 4000-8000 انجستروم (1 انجستروم =  $10^{-6}$ ) عند سقوطها على العين الإحساس بالضوء الأبيض ، ويتكون الضوء الأبيض الذي نراه العين من ألوان هي 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 بعضهما في الجدول لونان متكاملان .  
Complementary colours .

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

### التأثير الباثوكرومي Bathochromic effect :

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

### التأثير الهيبوكرومي Hypsochromic effect :

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

### (3) العلاقة بين التركيب الكيميائي واللون :

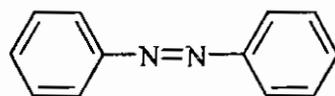
#### 1- نظرية ويت White Theory :

أول قواعد العلاقة بين التركيب الكيميائي واللون وهذه القواعد هي :  
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 :

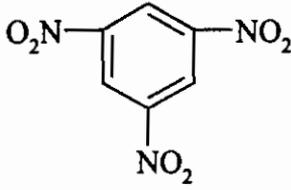
الصيغة	المجموعة
-N=N	مجموعة الأزو
-C=O	مجموعة الكربونيل
-N=O	مجموعة النيترو
-N=O	مجموعة النيتروز
C=C	مجموعة الإثيلين
C=N	مجموعة الكربامينو Carbamino
C=N	مجموعة الكريبيم
CH=N	مجموعة الأزومثين
-C=N	مجموعة النتريل

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

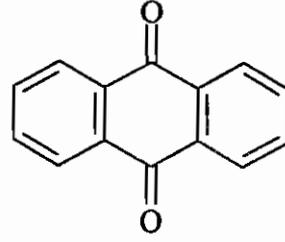
مثال :



أزو بنزين (أصفر برتقالي)



ثالث نيترو بنزين (عديم اللون تقريباً)



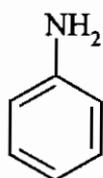
أنثراكينون (أصفر باهت)

**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 .

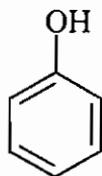
الصيغة	المجموعة
-NH <sub>2</sub>	مجموعة أمينو
-NHR	مجموعة ألكيل امينو ، أريل أمينو
-NR	مجموعة ثنائي الكليل امينو ، أريل أمينو
-OH	مجموعة الهيدروكسيل
-OR	مجموعة الكوكسي
-SO <sub>3</sub> H	مجموعة السلفونيك
-COOH	مجموعة الكربوكسيل
-Cl, Br	مجموعة الهالوجين

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 .

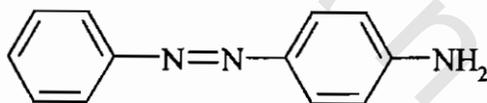


الانيلين  
Aniline

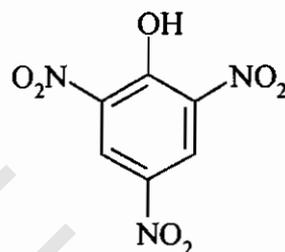


الفينول  
Phenol

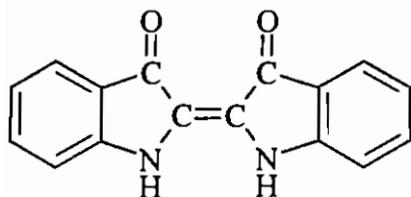
ولكن إذا تواجد مجموعة الكروموفور ومجموعة الأوكسوكروم معاً فى  
وجود حلقة بنزين أو أكثر فإنه يحدث عمقان :



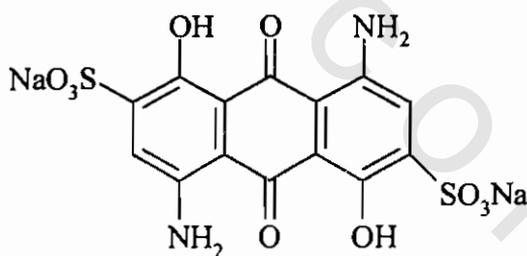
(أصفر الأنيلين)



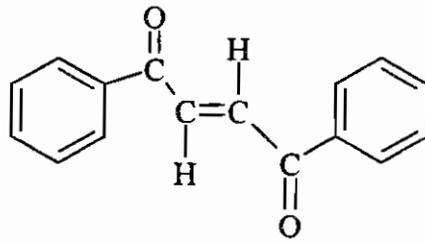
حامض البكريك (أصفر)



النيلة Indigo (أزرق)

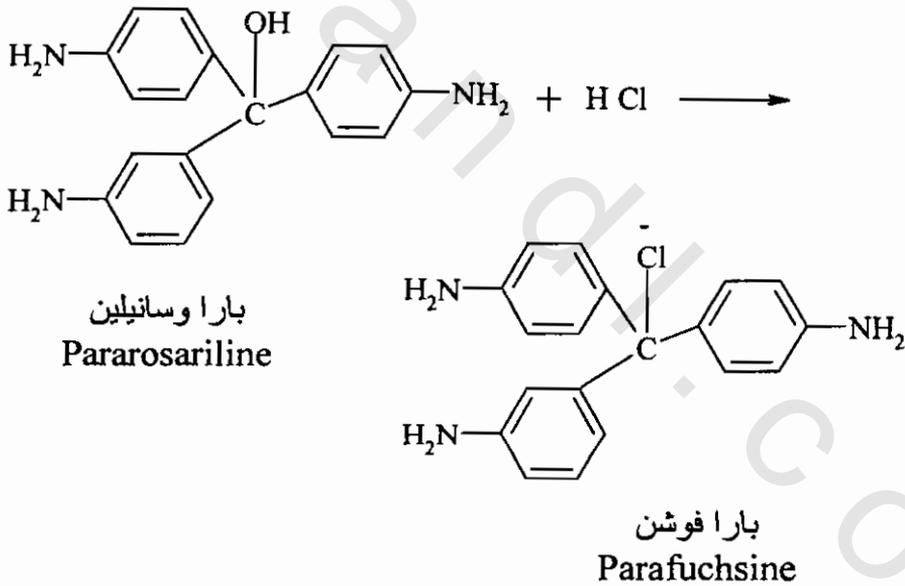


اليزارين (أزرق)



ثنائي بنزويل إيثيلين  
Dibenzoyl ethylene

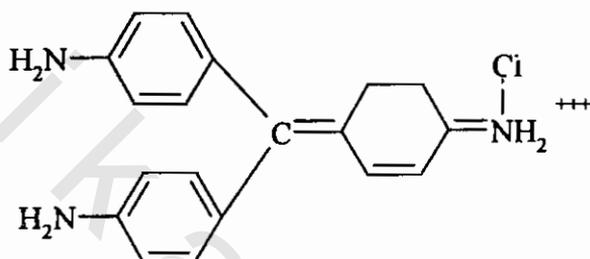
وقد أحرزت نظرية ويت نجاحاً كبيراً في شرح العلاقة بين تركيب الجزيء ولونه . إلا أنها فشلت في تفسير ظهور اللون في بعض الصبغات مثل ثلاثي فينيل الميثان التي اكتشفت بعد ذلك . Triphenylmethane كما يتضح من المثال الآتي :



فحسب نظرية ويت لا يحتوى جزيء البارافوشين على أن كروموفور فما هو السبب في ظهور اللون في مثل هذه الحالات ؟ وقد أدى ذلك إلى ظهور :

## 2- نظرية الكينون Quinone Theory :

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

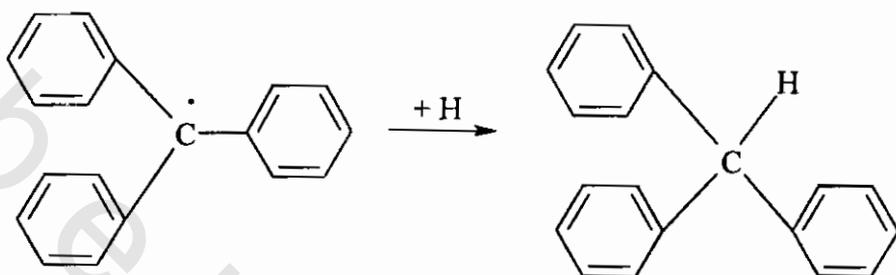


وقد استطاعت هذه النظرية أن تفسر ظهور اللون في صبغات ثنائي وثنائي فينيل الميثان ، إلا أنه قد صادفتها صعوبات أهمها : أن صبغات ثلاثي فينيل الميثان وثنائي فينيل الميثان التي تفترض هذه النظرية وجود التركيب الكينوني بها لا تعطى التفاعلات للكيتونات .

## 3- نظرية الرباط المزدوج :

على أثر فشل نظرية ويت ونظرية الكينون في تفسير كل الحقائق ، وضعت هذه النظرية التي تشرح مصدر اللون في 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)

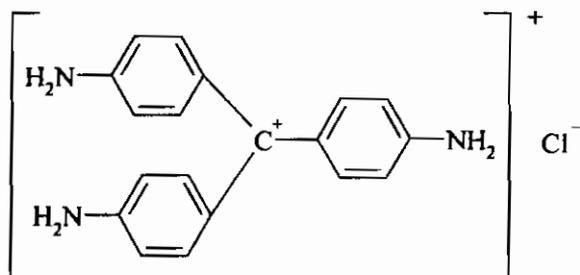
ثلاثي فينيل الميثان  
(عديم اللون)

#### 4- نظرية فيزنجر - دلتى :

وضعت هذه النظرية فى عام 1924 وأهم الفروض التى افترضها  
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 Coordinatively Unsat Atom ونظراً

لضيق المجال هنا فسوف لا ندخل فى تفاصيل هذه النظرية .



Coordinatively Unsaturated Atoms

## 5- النظرية الحديثة Modern Theory:

تفترض أحدث النظريات أن المادة الملونة هي المادة التي بها الكترونات باى  $\pi$  يمكن أن تتأثر بأقل كمية من الطاقة ، وعلى التحديد تتأثر بكميات الضوء light quanta وتنتقل هذه الإلكترونات من مدار ذو مستوى منخفض في الطاقة إلى مدار أكثر ارتفاعاً عن طرق امتصاص الطاقة الضوئية .

كما تفترض هذه النظرية أن جزئ الصبغة في حالة Rosenance بحيث يصبح له أكثر من شكل للطاقة الضوئية Extreme Form وهذا هو الذي يسبب سهولة امتصاص  $\pi$  Electrons للطاقة الضوئية مما يسهل من انتقال هذه الإلكترونات من مستوى طاقة أقل إلى مستوى طاقة أعلى حيث أنها في حالة دوران مستمر حول الإلكترونات وافترضت أيضاً أن أى رابطة ثنائية تكون من نوعين من الروابط الأولى سيجما  $\sigma$  والأخرى باى  $\pi$  .

كما تفترض أيضاً أن جزئ الصبغة في حالة استقطاب Polarisation وذلك نتيجة لوجود مجموعة الكروموفور وهي مجموعة جاذبة للإلكترونات Electron attracting وكذلك مجموعة الأكسوكروم وهي مجموعة طاردة للإلكترونات Electron repelling ويساعد على تحرك الإلكترونات بين هاتين المجموعتين وجود مجموعة من الروابط الثنائية في وضع تبادلي Congugated double bonds وهذا يفسر الدور الذي تلعبه المجموعات الحلقية في ظهور اللون .

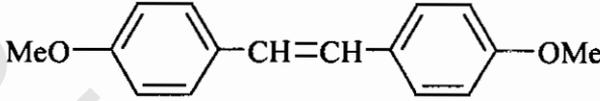
وباختصار لابد لظهور اللون من وجود :

- 1- مجموعة جاذبة للإلكترونات (مجموعة كروموفورية) .
- 2- مجموعات من الروابط المزدوجة التي تساعد على الاستقطاب

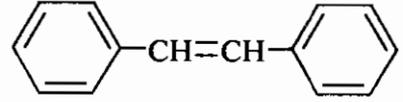
. Polarisation

### 3- مجموعة طاردة للإلكترونات (مجموعة ألكوكروماتية) .

ويتضح ذلك من الأمثلة الآتية :



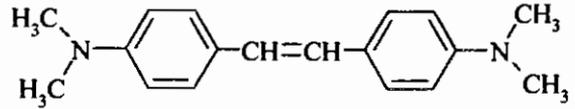
ب- عديم اللون



أ- عديم اللون



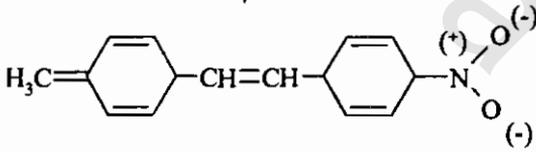
د- أصفر باهت



ج- أصفر باهت

استقطاب

Polarization



### صبغة الألياف السيلولوزية :

#### الصبغة :

هي مجموعة العمليات التي تؤدي إلى تلوين ألياف النسيج عن طريق صعود الصبغة من حمام الصبغة إلى هذه الألياف . ومعظم الأصباغ ذات قابلية أو ميل للألياف Substantivity وقابلية الصبغة هي قدرتها على الصعود إلى الألياف من محلول مائي مما يستتبع في نقص كمية الصبغة في 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 الاستخدام ونوع الألياف والتي تقسم الأصباغ تبعاً لها إلى :

الأصباغ تستخدم لصباغة الألياف السيلولوزية :

(1) أصباغ مباشرة Direct Dyes:

عادية

ثابتة للضوء

تعالج بعد الصباغة بأملح النحاس .

تثبت بعملية ازيئة وازدواج على الخامة (أصباغ

ديازو) .

(2) أصباغ الكبريت Sulphur Dyes .

(3) أصباغ الأحواض Vat Dyes .

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

(5) أصباغ الأزو 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 التي 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 التي تستخدم لصبغة حرير الأسيات والألياف الصناعية :

- (بولي استر - بولي اميد - بولي اكريليك) .
- (1) الأصباغ المعلقة Disperse Dyes .
- (2) بعض الصبغات الأخرى التي تنتمي إلى المجموعة أ أو ب .

### صبغة الألياف السيليلوزية :

(القطن - الحرير الصناعي - الفسكوز (الغيران) - الكتان - .... إلخ)

أولاً : الصبغة بالصبغات المباشرة :

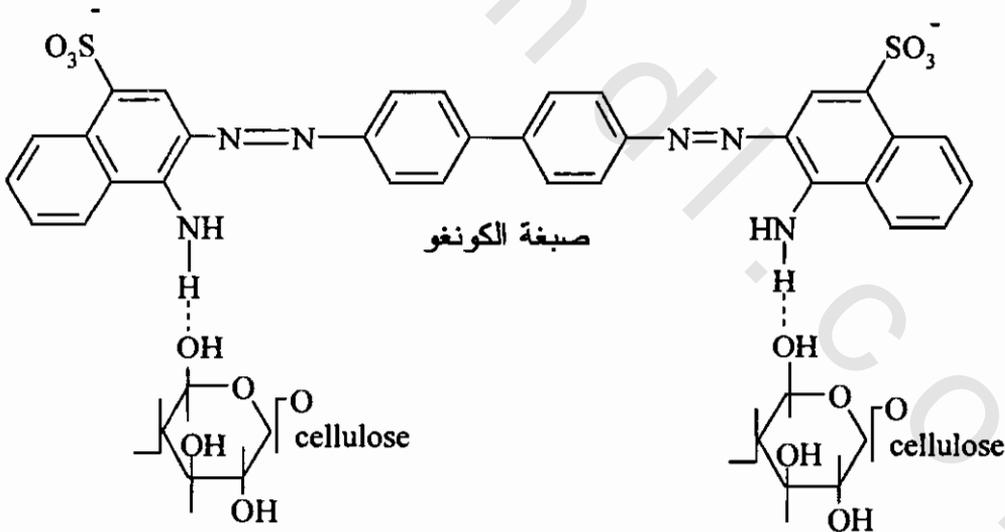
يتكون السيليلوز كما سبق ذكره من جسيمات صغيرة متبلورة تتخللها مسافات بينية غير متبلورة ، وتتم عملية الصبغة في حالة الصبغات المباشرة على خطوات كالآتي :

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

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

3- بعد ذلك تحدث عملية امتصاص Adsorption لجزيئات الصبغة على السطح الداخلي للألياف (يقصد بالسطح الداخلي مجموع اسطح المسافات البنية 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 الروابط الهيدروجينية بين الصبغة وسلاسل السيليلوز كما في الرسم التالي :



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

وتستخدم الصبغات المباشرة لصبغة 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 السليلوزية ، 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 الخامات (صبغات الديازو) .

### (أ) الصبغات المباشرة العادية :

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

## الطريقة التكنولوجية للصبغة :

يختلف حمام الصبغة تبعاً لعمق اللون المطلوب ، ويتكون في 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 Ultravon W

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

وتبدأ عملية الصبغة عادة عند درجة حرارة تتراوح بين 40 و 50م ثم ترتفع درجة حرارة الحمام إلى الغليان خلال 10 دقائق وتستمر عملية الصبغة في هذه الحمام (قرب درجة الغليان) . لمدة تتراوح بين 45 دقيقة وساعة . (وفي حالة الأقمشة السميكة تغمر الأقمشة في الحمام وهو عند الغليان مع تنظيم إضافة الملح في هذه الحالة على ثلاث دفعات) .  
أهم العوامل التي تؤثر على عملية الصبغة بالصبغات المباشرة :

### 1- تأثير إضافة كربونات الصوديوم ومواد التساوي :

إضافة كربونات الصوديوم تعمل على زيادة انتفاخ الألياف السليلوزية وبالتالي على زيادة تغلغل الصبغة داخل المسافات البينية في الخامات كما تساعد على درجة تعليق الصبغة بحمام الصبغة Degree of Dispersion  
درجة التعليق ، وفي 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 الاستنفاد (Exhaustion) ودرجة ارتباطها بالألياف فوجد أن بإجراء التجارب نجد أن عند 100°م حرارة ، واستعمال 1 جم من القطن و 1 جم من ملح الطعام فى 350 مم لتر ماء مع استعمال صبغة Direct Blue Sky B .

وبلاحظ 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 الإلكتروليتية إلى حمام الصباغة ذات أهمية كبيرة وخاصة بالنسبة للصبغات التي لها قابلية ضعيفة - للألياف السليلوزية ولذلك سنقوم بدراستها فيما يلي :

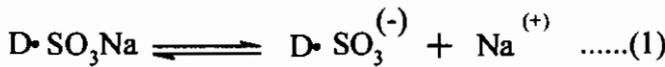
#### أ- تأثير إضافة الأملاح الإلكتروليتية إلى حمام (في حالة عدم وجود درجة الحرارة) حرارة منخفضة :

توجد الصبغات المباشرة في 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 لجزئيات الصبغة تزداد بزيادة الوزن الجزيئي للصبغة وتزيد أيضاً بزيادة تركيز الإلكتروليتات في حمام الصباغة فيقل انتشار الصبغة وبالتالي تقل سرعة عملية الصباغة (عند درجة حرارة منخفضة) (30-40) يرجع تأثير الإلكتروليتات في زيادة درجة تجمع جزئيات الصباغة في المحلول إلى تأثيرها على درجة ذوبان نفسها التي تخفض بدرجة كبيرة فيساعد ذلك على ترسيب جزئيات الصبغة في الحمام وتميل إلى تكوين تجمعات من الصبغة (micelles) .

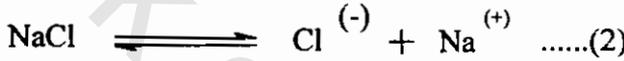
#### ب- تأثير إضافة الإلكتروليتات أثناء عملية الصباغة (ميكانيكية الصباغة) (في درجة حرارة مرتفعة) :

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



وحسب نسبة مجموعات الإذابة  $\text{SO}_3$  - بجزئ الصبغة تزيد درجة الذوبان أو العكس (كذلك الشحنات السالبة التي توجد عليها) ويؤثر ذلك على نسبة الملح اللازم إضافته إلى حمام الصباغة . وحيث أن أيون الصبغة  $\text{D.SO}_3$  يحمل شحنة سالبة (-) ، وأيضاً السيليلوز في 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 إتران ديناميكي يتساوي فيه سرعة التفاعل الطردى مع التفاعل العكسي ومع إضافة الألكتروليتات (ملح الطعام) يحدث له تأين أيضاً كما في المعادلة .



إذن تزداد أيونات الصوديوم الموجبة (+) في حمام الصباغة فيميل التفاعل بالمعادلة الأولى (1) إلى الاتجاه العكسي ... أى أن تزيد جزيئات الصبغة الغير متأينة وتقل أيوناتها 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 فان درفال) بعد اختفاء التنافر بين الصبغة والسيليلوز على جذب جزيئات الصبغة المتعادلة إلى الألياف المتعادلة وتتم بذلك عملية الصباغة التي 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 في قابلية الصبغة للألياف .

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

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

- 1- انتفاخ للألياف السيليلوزية Swlling .
- 2- اتساع للمسافات البينية Pores (مسامية) .
- 3- زيادة في سرعة الجزيئات في 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 فاندر فال وروابط هيدروجينية .

وقد وجد أن درجة الحرارة المثلى التي يحدث عندها أعلى نسبة استفاد للصبغة هي 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 في حالة استعداد لامتصاص كمية أخرى بعد امتصاص الكمية السابقة .

## 5- تأثير زمن الصباغة Effect of dyeing time :

من الناحية العملية فإن عملية الصباغة أو استنفاد عملية الصباغة من الحمام يتم في الدقائق الأولى من عملية الصباغة خصوصاً في طرق الصباغة المستمرة حيث تتم هذه العملية في حوالي (3-5) دقائق ولكن في 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 في ماكينة الجيجر Gigger Machine فإن تحديد الزمن يعتمد أساساً على سرعة استنفاد الصبغة من الحمام ويمكن تنظيم ذلك بمعرفة منحنيات الاستنفاد للصبغة المستخدمة من الكتالوج الخاص بها .

وعندما تبدأ هذه المنحنيات في الاقتراب من الوضع الأفقي لاستنفاد الصبغة (أي تتم عملية الاستنفاد بشكل بطيء) 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 وهي 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 قُسمت 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 .

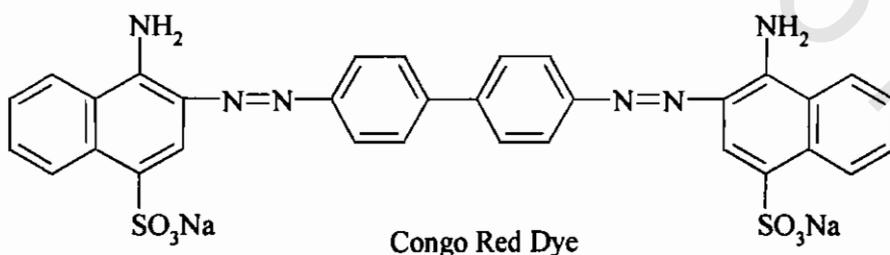
### الطرق العملية لاستخدام الاصبغ المباشرة :

إن الصبغات المباشرة يمكن استخدامها بالطرق الآتية :

- (1) طريقة الاستنفاد Exhaustion methods .
- (2) طريقة الفولار Padding .
- (3) طريقة الباد - رول Pad-Roll method .
- (4) طرق الصباغة المستمرة Continuous methods .

### التركيب الكيميائي لأهم الصبغات المباشرة العادية :

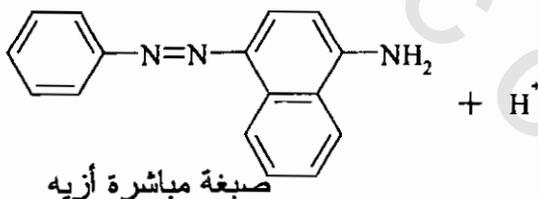
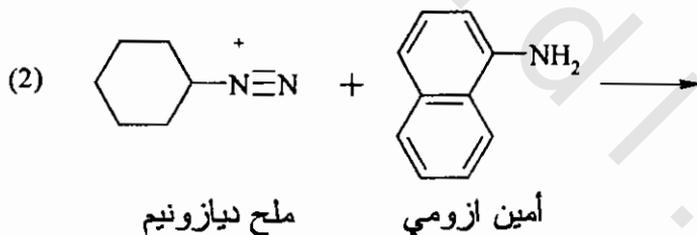
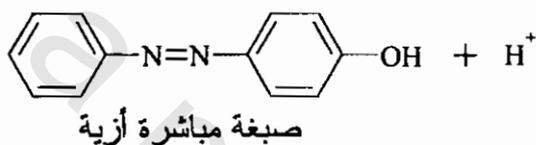
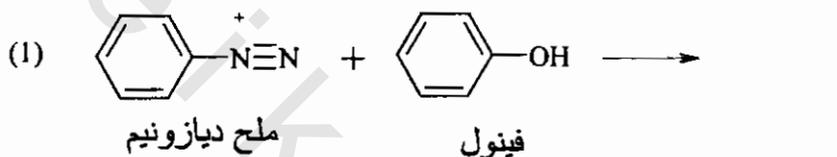
تنتمي معظم الصبغات المباشرة إلى مجموعة الأزو ، بل أن أول صبغة مباشرة اكتشفت هى صبغة أحمر الكونغو (التي اكتشفها بيتجر Bottiger عام 1884) وتنتمي إلى هذه المجموعة المذكور -N=N- وتركيبتها :



وتتصف كل صفات الأزو باحتوائها على كروموفور الأزو -N=N- مرة واحدة على الأقل وهي تختلف في قابليتها للألياف السيليلوزية .

### تحضير صبغات الأزو :

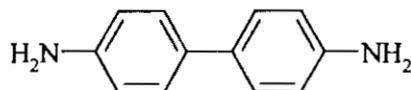
يمكن تحضير صبغات الأزو بعدة طرق . أهم هذه الطرق هي طريقة الازدواج Coupling بين ملح ديازونيوم . أما مع أمين أرومي Aromatic amine أو فينول أو نافثول :



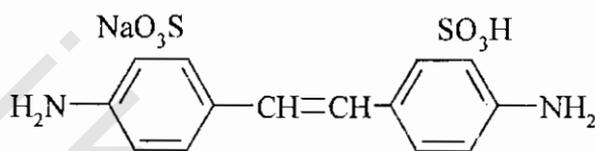
ويمكن في المثال الثاني عمل ملح ديازونيوم من صبغة الأزو ثم عمل ازدواج آخر مع فينول أو أمين آخر وبذلك يمكن الحصول على صبغة أزو

تحتوى على مجموعتين من الأزو أو أكثر . وبهذا يمكن الحصول على الألوان المختلفة وعلى جزيئات ذات أوزان جزيئية عالية . ومعظم الصبغات المباشرة المنتمية إلى مجموعة الأزو - تشتق فى الغالب من المركبات التالية:

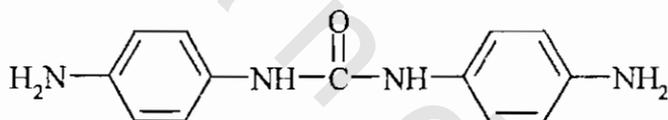
### 1- البنزيدين ومشتقاته



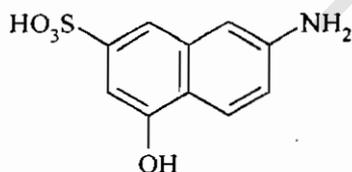
### 2- داي أمينو ستيلبين 2-2 داي سلفونيك



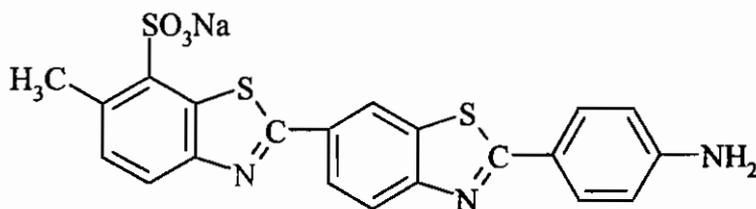
### 3- داي أمينو داي فينيل يوريا



### 4- حامض J-Acid ومشتقاته



### 5- البريمولين



## تكنولوجيا عملية الصباغة :

تذوب الصباغة المباشرة وهي على هيئة بودرة في ماء يسر (Soft water) ويتم عادة عن طريق تعجين البودرة في 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 في حوض ماكينة الصباغة بإذابة المواد المساعدة والأملاح ... ألخ في 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 الاستنفاد عند درجات الحرارة المطلوبة .
- خصائص الانتشار للصبغات التي 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 في استنفاد الصبغة ودرجة الحرارة أقصى استنفاد 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 في الحصول على توزيع متجانس وتغلغل في 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 في زمن مقداره (حوالي 20-30 دقيقة) .  
يبرد الحمام بعد ذلك ببطء نسبياً حتى نحصل على أقصى استنفاد للحمام .  
وهذا الأسلوب يستلزم وجود ماكينات حديثة .

### شروط خلط الألوان :

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

وبذلك فإنه يلزم في هذه الحالة اختيار تلك الألوان التي تلائم الخليط والتي 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 اللون متنافرة مثل خلط اللونين الأزرق والأصفر للحصول على لون أخضر ، فإن أقل تغيير في نسبة كل منهما للأخر يلاحظ بشكل واضح بخلاف الحال إلا استعمال لون أخضر (جاهز) واختلفت درجات العمق فيه .

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

### ماكينات الصباغة :

الأقمشة القطنية على هيئة مقاطع (piece goods) يمكن صباغتها على المفروود 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 في ماكينة الونش أو على الأحواض الخاصة . ويستعمل الجيجر عادة بالنسبة للألوان القائمة حيث يمكن الحصول على عمق كبير للصبغة في الحمام نظراً لصغر حجم المحلول في ماكينات الجيجر .

أما في ماكينة العصر (الباد) فتستعمل لصباغة الألوان الفاتحة والمتوسطة على الأقمشة الخفيفة وتكون درجة الحرارة عادة من 55-100°م ويضاف ملح الطعام أو ملح جلوير للمساعدة على استنفاد الصبغة ، إلا أنه بالرغم من ذلك لا تستنفذ الصبغة كاملاً من حمام الصباغة على الخامة ولذلك فإنه يمكن الاستفادة من الصبغة المتبقية ، في 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 التي تستخدم فى صباغة الألياف السيليلوزية ؟
- 4- تكلم عن الصبغات المباشرة وأنواعها ؟
- 5- أذكر مع الشرح العوامل التي تؤثر على الصباغة بالطريقة المباشرة ؟
- 6- أشرح بالتفصيل الطرق العملية لاستخدام الأصباغ المباشرة ؟