

علم الكيمياء  
الكتاب السادس

# الكيمياء الصناعية الجزء الثاني

تكنولوجيا الصناعات الكيميائية العضوية

إعداد الكيميائي

طارق إسماعيل كاخيا

## فهرس تكنولوجيا الصناعات الكيمائية العضوية

### الفصل الأول : تكنولوجيا صناعة السكر

- 1- استخراج السكر الأبيض من الشمندر
- 2- تكرير السكر الخام المستورد

### الفصل الثاني : تكنولوجيا صناعة التخمرات

- 1- خميرة الخبز
- 2- تخمير المولاس لصناعة الكحول الإيتيلي
- 3- تخمير العنب

### الفصل الثالث : تكنولوجيا البترول والصناعات البتروكيميائية

#### الفصل الرابع : تكنولوجيا الدباغة

#### الفصل الخامس : تكنولوجيا اللدائن

- 1- اللدائن المطاطية
- 2- اللدائن البلاستيكية

#### الفصل السادس : تكنولوجيا صناعة الزيوت والدهون

(استخراج وتكرير زيت بذرة القطن)

#### الفصل السابع : تكنولوجيا صناعة الصابون

#### الفصل الثامن : تكنولوجيا السليلوز والورق

#### الفصل التاسع : تكنولوجيا الدهانات

#### الفصل العاشر: تكنولوجيا صناعة الأصبغة

#### الفصل الحادي عشر: تكنولوجيا الأدوية والفيتامينات

## الفصل الأول

### (1) تكنولوجيا صناعة السكر

1 1 استخراج السكر الأبيض من الشمندر

2-1 تكرير السكر الخام المستورد

## 1 1 استخراج السكر الأبيض من الشمندر :

- 1-1-1 مقدمة .
- 2-1-1 استلام الشمندر السكري .
- 3-1-1 تخزين الشمندر في الأحواض ودفعه للمصنع .
  - 1-3-1-1 أحواض الشمندر .
  - 2-3-1-1 دفع الشمندر للتصنيع .
  - 4-1-1 وزن الشمندر الداخل للتصنيع .
  - 5-1-1 قاطعات الجذور .
  - 6-1-1 أجهزة المحلول ( مواصفاتها - عملها - نتائجها ) .
    - 7-1-1 تجفيف اللب وتخزينه .
    - 8-1-1 معالجة العصير ( الشراب السكري ) .
      - 1 - الحجر الكلس .
      - 2 - فحم الكوك .
        - 1-8-1-1 التنقية .
          - آ- إضافة لبن الكلس .
          - ب- التفحيم.
        - 2-8-1-1 الترشيح والتصفية .
          - آ- الترشيح تحت الضغط .
          - ب- الترشيح تحت الفراغ .
          - ج- تصفية ميكانيكية .
        - 3-8-1-1 الترقيد .
      - 9-1-1 تسخين العصير ورفع تركيزه ( تكثيفه ) .

- 10-1-1 المبادلات الشاردية .
- آ- إزالة الأملاح .
- ب- إزالة اللون .
- 11-1-1 الطبخ والبلورة – المبلورات – الفارزات .
- 1-11-1-1 أجهزة الطبخ والبلورة .
- 1-11-1-2 المبلورات ( أجهزة المزج والتبريد ) .
- 1-11-1-3 الفارزات وأنواعها – عملها – نتائجها .
- 12-1-1 تجفيف السكر وتعبئته .
- 1-12-1-1 تجفيف السكر .
- 1-12-1-2 التعبئة والتغليف .
- 2-1 تكرير السكر الخام المستورد .

## 1-1- استخراج السكر الأبيض من الشمندر

### 1-1-1 مقدمة :

يحتفظ التاريخ حتى القرن الخامس عشر بذكرى طيبة لإنتاج البلاد العربية من السكر. حتى أنها كانت قبل اكتشاف رأس الرجاء الصالح إلى الشرق المصدر الأول لإمداد أوروبا بالسكر. وقد انتشرت زراعة القصب وبلغت أوجها أيام الفاطميين في مصر , وعرف ذلك العهد بالسكر الأبيض وانتشرت تجارته إلى البلدان المجاورة .

غير أن نظرة سريعة إلى واقع البلاد العربية اليوم تظهر لنا بجلاء مدى تخلف إنتاج السكر عن استهلاكه ، إذ أن الإنتاج الحالي لا يتجاوز 20% من الاستهلاك بصورة عامة رغم أن البلاد العربية تستهلك نسبة لا بأس بها من السكر ورغم التطور السريع في الربع الأخير من القرن العشرين بإنشاء مصانع جديدة للسكر في الوطن العربي . فإذا علمنا أن استهلاك البلاد العربية يبلغ حوالي 4/ مليون طن سنوياً وإن الإنتاج العالمي يبلغ بحدود 66/ مليون طن سنوياً ، نصفها من القصب والنصف الآخر من الشمندر تقريباً أدركنا أن البلاد العربية تستهلك / 6% من الإنتاج العالمي .

ونظراً لكون السكر مادة رئيسية وخاصة بالنسبة لغذاء الإنسان , كما يلعب دوراً هاماً في حياة الشعوب واقتصاد البلاد ، لذا كان لابد للإنسان من أن يفتش عن طريقة مثلى يشبع حاجته من هذه المادة وأن يبحث باستمرار للوصول إلى أنجح الطرق وأحدثها من أجل النهوض بهذه الصناعة وتحسين مواصفاتها كما وكيفا ، بما يتلاءم وروح العصر وضرورات الطلب المتزايد عليها . لذا كان لزاماً عليه أن يبحث عن المصادر التي تؤمن له وباستمرار هذه العادة . ونظراً لكون

الشمندر السكري وقصب السكر هما المصدران الرئيسيان لاستخراج السكر في العالم لذا كان لابد من الاهتمام بعناية فائقة بهذه الزراعة .

هذا وقد أجريت منذ القديم تجارب ومحاولات لاستخراج السكر من النباتين المذكورين إلا أن هذه المحاولات تعثرت في بدايتها شأنها في ذلك شأن معظم الصناعات في العالم . إلا أنها أخيراً استطاعت أن تقف على قدميها وتتغلب على الصعوبات التي كانت تعترض نجاحها . وما هذا إلا بفضل الثورة الصناعية التي عمت معظم أرجاء العالم . ومع التقدم الصناعي وتطوره ازدادت اهتمامات المخترعين والفنيين في هذه الصناعة وإعطائها مركزاً متميزاً في اتجاهاتهم الصناعية من بحوث زراعية وصناعية وتجارب عملية . إلى أن وصلت إلى ما وصلت إليه الآن من تقنية عالية ومردود جيد كماً ونوعاً .

هذا وقد كان للقطر العربي السوري دوراً لا بأس به من هذه الصناعة وذلك بإنشاء مصنع سكر حمص عام 1947 الذي بدأ الإنتاج عام 1949 وتلا ذلك إنشاء مصنع سكر عدرا عام 1959 كما تم إنشاء مصنع ثالث هو مصنع سكر الغاب عام 1967 والمصانع الثلاث هذه ذات مصدر تشيكي .

وإسهاماً من الدولة في تشجيع الشمندر السكري وتطوير صناعة السكر قامت عام 1980 بإنشاء أربعة مصانع دفعة واحدة ، اثنان في حوض الفرات ( الثورة والرقّة ) والشركة المتعاقدة والمنفذة الشركة البلجيكية ( A . B . R ) والثالث في الغاب الجنوبي (تل سلحب) والشركة المتعاقدة والمنفذة الشركة الإيطالية (كومينغ) ، والرابع في مدينة دير الزور والشركة المتعاقدة والمنفذة شركة تشيكية . وهذه المصانع الأربعة بطاقات إنتاجية مرتفعة إذا ما قيست بالمصانع الثلاث السابقة ، حيث تبلغ طاقة كل مصنع من هذه المصانع الأربعة أربعة آلاف طن شمندر في اليوم .

## 1-1-2 استلام الشمندر السكري :

تختلف عملية استلام الشمندر بين دولة وأخرى ، وذلك بحسب النظرة التي توليها الدولة لهذا المحصول ومدى فاعلية هذا المحصول وتأثيره على الاقتصاد القومي إلا أن جميع هذه العمليات تنحصر في طريقتين اثنتين :

1<sup>أ</sup> - طريقة الاستلام المباشر :

حيث يتم بموجب هذه الطريقة استلام الشمندر السكري بصورة مباشرة دون التقيد بدرجات الحلاوة للشمندر المستلم ، وإنما يكون بموجب اتفاق يجري بين ممثلي عن المزارعين وممثلي المصنع حيث يتم تقدير نسبة الأجرام فقط .

2<sup>أ</sup> - استلام الشمندر بالطريقة الحالية :

وتعتمد هذه الطريقة على أخذ عينة من كل شاحنة ترد المصنع وتقدير وحساب حلاوتها ونسبة الأجرام فيها ، ويحاسب المزارع على هذا الأساس .

- **تفريغ الشمندر**: يتم تفريغ الشمندر السكري بإحدى الطرق التالية :

1- التفريغ اليدوي : ويتم برمي الشمندر يدوياً في الأحواض كما هو الحال في مصنع سكر حمص وعدرا سابقا الذي توقف عن الإنتاج .

2- التفريغ الآلي : ويتم ذلك برفع الشاحنات المحملة بالشمندر بروافع وتفريغها هيدروليكياً ومن ثم يتم سحب الشمندر بواسطة نواقل كوتشوكية وتوزيعها على الأحواض بواسطة آليات توزيع .

3- التفريغ بواسطة سيارات قلاب :

ويتم ذلك بتفريغ الشمندر بواسطة السيارة نفسها التي تقوم بقلب حمولتها من الشمندر ضمن حوض صغير ثم يسحب ويوزع على الأحواض بواسطة آليات توزيع كما هو الحال في عمليات التفريغ الآلي .

## 1-1-3 تخزين الشمندر في الأحواض ودفعه للمصنع

لابد لنا قبل الحديث عن تخزين الشمندر في الأحواض ودفعه للمصنع من بحث ودراسة المكونات الطبيعية والمواصفات العامة للشمندر السكري التي يجب



أن يتميز بها إذ تختلف مكونات الشمندر تبعاً لنوعيته وجودته ، كما تتأثر هذه المكونات تبعاً لدرجة نضوجه ، ومواعيد الزراعة ، وطبيعة التربة ، ونوعية البذار ، وأساليب المكافحة ، وطرق التسميد والري .

هذا ويمكن إجمال مكونات الشمندر بالنسب التالية :

1- ماء = 75 %.

2- مواد جافة = 25 % مرتبة وفق النسب التالية :

أ- بروتين خام 1.6 %      ب- مواد دسمة خام 0.01 %

ج- مواد ليفية جافة 1.5 %      د- مواد خالية من النتروجين 20.6 %

هـ- رماد 1.2 %

هذا وتلعب مواصفات الشمندر السكري دوراً هاماً بالنسبة للتصنيع والمردود . لذا لابد من تقصي هذه المواصفات وإعطائها الأرقام الصحيحة التي من شأنها أن تكون حكماً عادلاً أثناء إجراء الحسابات الصناعية وهي :

1- درجة حلاوة الشمندر ( قبل التخزين وبعده ) .

2- نقاوة الشمندر .

2- نسبة الرماد في الشمندر .

4- نسبة الآزوت الضار .

5- نسبة الألياف .

6- نسبة السكر المنقلب .

7- التعفن في الشمندر ونسبته .

**1-1-3-1 أحواض الشمندر :**

إن مهمة أحواض الشمندر هي تخزين هذه المادة وإعدادها للتصنيع ، هذا وتختلف أشكال هذه الأحواض تبعاً للتصميم المتبع عند إنشاء المصنع . فمنها الأحواض المستطيلة العميقة ، ومنها المستطيلة السطحية ، ومنها الدائرية . هذا

وتختلف السعة التخزينية لهذه الأحواض تبعاً لطاقة المصنع التصنيعية وإمكانية التخزين فيها لفترات طويلة .

### - تخزين الشمندر في الأحواض :

تختلف المدة الزمنية للتخزين تبعاً لحرارة المنطقة التي يوجد فيها المصنع وتبعاً لطرق التهوية المتبعة ونوعية الحوض المستعمل ، وتؤثر هذه العوامل تأثيراً مباشراً في الفاقد التخزيني ، إذ تلعب الحرارة المرتفعة وعدم توفر التهوية الجيدة دوراً سلبياً في جودة المردود . إذ يفقد الشمندر وفق شروط نظامية ما بين 0.2-0.5 % من حلاوته ، هذا وتزداد هذه النسبة كلما ارتفعت حرارة الجو وكلما انخفضت شروط التهوية ، وكلما طالت فترة التخزين .

### 1-3-2 دفع الشمندر للتصنيع :

هناك طريقتان يتم فيهما دفع الشمندر للتصنيع في العالم وهما :

#### 1- الطريقة الجافة :

والتي يتم فيها نقل الشمندر بصورة جافة بواسطة سير ناقل كوتشوكي إلى أعلى الغسالة ، والتي تكون عادة بشكل أسطواني ويختلف طولها وقطرها تبعاً لطاقة المصنع اليومية ، وبهذه الطريقة يكون نازع الأعشاب ونازع الأحجار بعد الغسالة مباشرة ، حيث يتم نزع الأعشاب والأحجار والجذيرات الصغيرة . هذا وتعود الأعشاب لتمزج مع النقل الرطب لاحتوائها على مادة بروتينية مفيدة في تغذية الحيوانات . هذا ويباع مزيج النقل والأعشاب مباشرة بشكل رطب للمزارعين ومربي الحيوانات . كما يعتمد في هذه الطريقة رفع الشمندر بعد غسله جيداً إلى مكان التخزين قبل قاطعات الجذور في نواقل كوتشوكية .

#### 2- الطريقة الرطبة :

ويعتمد فيها على إيصال الشمندر بواسطة قناة مائية إلى ما يسمى بناعورة الشمندر ذات الشكل الدائري والتي تحتوي على جيوب تستطيع بواسطتها رفع الشمندر إلى أعلى الغسالة وتكون الغسالة من النوع الصغير حيث يتم غسل

مبدئي للشمندر عند دفعه بالماء ، ويتم إيصاله إلى حلزون ناقل للشمندر لإيصاله إلى رافع الشمندر المجهز بعدد من السطول حيث يتم رفع الشمندر وإيصاله إلى قاطعات الجذور ، ويتم نزع الأحجار بواسطة فتحات موجودة في أسفل الغسالة حيث تسقط إلى الأسفل على مبدأ الثقالة .

أما بالنسبة لنزع الأعشاب إن وجد فلا بد وأن يكون قبل وصول الشمندر إلى الناعورة أو إلى الرافع .

### 1-1-4 وزن الشمندر الداخل للتصنيع :

يتم وزن الشمندر الداخل للتصنيع بطريقتين :

1- الطريقة العادية :

وتكون بوجود قبان من نوع عادي والذي يمكن بواسطته معرفة كميات الشمندر الداخلي للتصنيع ويوضع القبان عادة في مرحلة تقع بعد رفع الشمندر المغسول وقبل وصوله لحوض التخزين والتهيئة لقاطعات الجذور .

2- الطريقة الآلية:

وتتم هذه العملية بوجود قبان على قشاط نقل للشمندر المفروم متصل بلوحة قيادة إلكترونية أتماتيكية تحوي عدداً كبيراً من العدادات المرتبطة مع مسجلات ورقية أو مؤشرات عادية حيث يتم وزن الشمندر المفروم وحسابه خلال كل ساعة والأربع والعشرين ساعة والدورة بكاملها .

### 1-1-5 قاطعات الجذور :

**وصفها :** هي أجسام أسطوانية الشكل تستخدم لتخزين الشمندر المستعمل للتقطيع ، وفي قاعدتها القسم المتحرك الذي يحمل القوالب الحاوية على سكاكين التقطيع ، هذا وتختلف أنواع القاطعات وسعتها تبعاً للطاقة الإنتاجية المطلوبة. إذ يوجد أنواع وتقسيمات مختلفة تحمل كل منها اسم الشركة الصانعة . كما يوجد نوع آخر يسمى (عنفى) أو (توربو) . كما تختلف أنواع السكاكين الموضوعية تبعاً لنوعية الشمندر المصنع . وتمتاز القاطعات التوربينية بأنها تدور بسرعة هائلة

وتعطي نتائج جيدة سواء من حيث طريقة تنظيفها أو من حيث جودة مردودها إلا أن هذه القاطعات تتصف بشدة الحساسية فور ملامستها للأجسام الصلبة كالأحجار والألياف القاسية نظراً لسرعتها الكبيرة في الدوران .

**عملها :** تقوم قاطعات الجذور بتقطيع الشمندر إلى شرائح ذات طول وسماكة معينة تبعاً لنوعية القاطعة ونوعية السكاكين الموضوعة . ونظراً لكون مواصفات الشرائح هذه ذات أهمية بالغة بالنسبة للحلول وإمكانية استخراج أكبر كمية ممكنة من السكر منها وبوجه السرعة . لذا كان لابد من الأخذ بعين الاعتبار مراقبة عملها دائماً .

### 1-1-6 أجهزة الحلول : مواصفاتها - عملها - نتائجها .

هي أجهزة تستخدم لاستخراج ما يسمى بعصير الحلول وذلك بعد تعريض شرائح الشمندر القادمة من قاطعات الجذور لتيار من عصير الشمندر الحار ثم معاملتها بالماء العادي الساخن لاستخلاص أكبر كمية ممكنة من الحلاوة الموجودة في الشمندر . هذا ويوجد نوعين من هذه الأجهزة يختلف مبدأ العمل فيهما بحسب طبيعة العمل في كل منهما .

- بالنسبة للأجهزة المتقطعة :

إذ أن مبدأ العمل في هذه الأجهزة يقوم على أساس نظام الأجهزة القديمة ذات البطاريات ، حيث يعتمد إلى إدخال الشرائح إليها وإمرار كمية من العصير الساخن على هذه الشرائح ثم إمرار كمية من الماء العادي ليصار إلى الاستنفاد شبه الكامل .

- بالنسبة للأجهزة المستمرة فهي على نوعين :

أ- مستمرة كاملة الأتوماتيكية مع مراقبة متلفزة باستمرار .

ب- مستمرة نصف أوتوماتيكية حيث يعتمد إلى إدخال الشرائح ثم تمرير العصير باتجاه معاكس ليصار إلى الاستنفاد الكامل . هذا ويوجد أنواع متعددة لهذه الأجهزة تختلف طبيعة العمل في كل منها بحسب نوعها وتصميمها .

والجدول التالي يبين درجات الحرارة وغيرها من الشروط الفنية التي يعمل بها جهاز  
الحلول من نوع RT المستعمل في مصانع السكر الجديدة في سورية :

درجة الحرارة	الشروط الفنية	
84.00 م°	المرحلة الأولى بداية دخول الشرائح	الحرارة م°
75.00 م°	المرحلة الثانية	
77.00 م°	الوسط	
86.00 م°	ماء المكابس الداخل للديفيزيون	
40.00 م°	ماء متمم داخل للديفيزيون	
58.00 م°	التقل الخارج	
4000 طن	الطاقة اليومية	الشرائح
14.63 %	سكر غرام / غرام في الشرائح	
11.00 م°	طول 100 غرام شرائح	
13.00 %	طول القطع الغير مناسبة نسبة %	
119.3 %	السحب / كغ شرائح	عصير الديفيزيون
10 %	سكر كغ / كغ شرائح	
0.55 %	سكر كغ / كغ شرائح	التقل الخارج
0.60 %	سكر كغ / كغرام ماء	ماء عصير التقل
73.5 %	ماء كغ / كغ شرائح	ماء الإضافة المتمم
70 م°	الحرارة الوسطية العملية	حرارة الديفيزيون
0.15 %	سكر كغ / كغ شرائح	الفاقد من السكر ضمن الديفيزيون

## 1-1-7 تجفيف اللب وتخزينه

بعد استنفاد السكر من الشمندر السكري المصنع نحصل عادة على عصير السكر الذي تتم معالجته للحصول على السكر الخام أو السكر الأبيض .  
هذا ويمكن الاستفادة من المخلفات الناتجة عن الشمندر السكري كالتقل والمولاس اللذان يعتبران من المخلفات الثانوية للشمندر .

- المولاس ( دبس السكر ) :

الذي يستفاد منه في كثير من الصناعات (كصناعة الكحول والخمائر والأحماض العضوية ) كما يستفاد منه بإضافته للتقل لرفع قيمته الغذائية .  
- تقل الشمندر :

بعد استخلاص السكر من شرائح الشمندر بواسطة أجهزة الاستخلاص نحصل على ما يسمى بالتقل الذي يستعمل كعلف للحيوانات بأشكال ثلاثة :  
آ- تقل جاف : حيث يعتمد إلى نزع قسم كبير من المياه فيه بواسطة المكابس ( المعاصر ) وإدخاله إلى أفران التجفيف ذات المحامص الدوارة التي تقوم بنزع ما تبقى من رطوبته وبهذه الطريقة نحصل على نسبة كبيرة للمادة الجافة تتراوح بين 20-22 % من وزن التقل الرطب .

ب- تقل طازج : وهو التقل المعصور بصورة أولية بحيث يحوي على 6 % من وزنه مواد جافة يباع مباشرة للمزارعين كعلف للأبقار .

ج- تقل مضاف إليه الميلاس : حيث يعتمد كما أسلفنا إلى إضافة الميلاس بنسبة 10-15 % . وتكون الإضافة قبل التجفيف حيث يمزج مع التقل بواسطة خلطات ثم يتم إدخاله إلى أفران التجفيف بشرط أن لا تصل الحرارة النهائية عند المخرج عن (120 م ° ) ثم يدخل إلى آلات ضاغطة للحصول على مضغوطات علفية متوسط نتائجها التحليلية كما يلي :

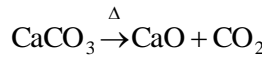
مواد جافة = 89.00 % . نتروجين كلي = 9.17 %  
 شحوم = 2.23 % . سيلولوز خام = 17.80 %  
 مواد معدنية = 5.25 % . مواد غير نتروجينية = 54.45 %  
 أما بالنسبة للحرارة قبل دخول التفل وخروجه فتكون هذه متحولة وتبعاً للواقع .

ويمكن تلخيص المراحل التكنولوجية السابقة كلها بالمخطط التالي :

ورود الشمندر للمصنع بالسيارات — وزن الشمندر — جهاز أخذ عينة من الشمندر للمختبر — تفريغ الشمندر آلياً أو يدوياً — جهاز التنظيف من الغبار والرمال — أحواض التخزين — جهاز فصل الأعشاب — جهاز فصل الحجارة — نقل الشمندر للمصنع — فصل ما تبقى من الحجارة — فصل أذنان الشمندر المقطوعة — غسل الشمندر جيداً — قاطعات الجذور — تحويل الشمندر إلى شرائح — جهاز الحلول ( الدفزيون ) — شراب سكري للمعالجة وتغلي للتجفيف .

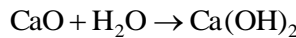
### 1-1-8 معالجة العصير السكري ( الشراب السكري ) :

لا بد لنا قبل البحث بموضوع المعالجة من أن نلقي نظرة سريعة على مادتين أساسيتين تساهمان في تنقية العصير وهما غاز ثاني أكسيد الكربون (CO<sub>2</sub>) وماءات الكالسيوم Ca(OH)<sub>2</sub> ويمكن تحضيرهما بدءاً من كربونات الكالسيوم CaCO<sub>3</sub> حيث تتفكك هذه تبعاً للمعادلة التالية :



ثم يتم إطفاء أكسيد الكالسيوم بواسطة الماء ونحصل على ما يسمى بلبن

الكلس تبعاً للمعادلة التالية :



ولابد من أجل الحصول على المادتين المذكورتين ( لبن الكلس وغاز ثاني أكسيد الكربون ) من وجود تجهيزات متعددة ومواصفات محددة للمواد الأولية المستعملة والتي هي :

### 1- الحجر الكلسي :

نستعرض بعض مواصفات الحجر الكلسي (كربونات الكالسيوم) الذي يجب أن تكون أبعاد القطعة منه تتراوح ما بين 10-15 سم وتختلف تبعاً لنوع فرن الكلس المستعمل وتصميمه . وهي مرتبة كما يلي :

- |                             |                    |                |
|-----------------------------|--------------------|----------------|
| 1- كربونات الكالسيوم        | $CaCO_3$           | 97 % كحد أدنى  |
| 2- أكسيد السيليوس           | $SiO_2$            | 1 % كحد أقصى   |
| 3- أكاسيد الحديد والألمنيوم | $Al_2O_3, Fe_2O_3$ | 0.2 % كحد أقصى |
| 4- أكسيد المغنيزيوم         | $MgO$              | 1 % كحد أقصى   |
| 5- كربونات المغنيزيوم       | $MgCO_3$           | 0.2 % كحد أقصى |

### 2 - فحم الكوك :

يتم الحصول على هذه المادة من تقطير الفحم الحجري بمعزل عن الهواء أو من تفحيم المنتجات البترولية الثقيلة .

ولسنا هنا بصدد دراسة العمليات الصناعية المتبعة للحصول على فحم الكوك وإنما نكتفي بذكر بعض المواصفات الفنية التي يتوجب توافرها في فحم الكوك المراد استعماله لشوي الحجارة الكلسية في صناعة السكر وهي :

1- القيمة الحرارية لا تقل عن /7000/ كيلو حريرة / كغ .

2- نسبة الكبريت لا تزيد عن 1% .

3- المواد الطيارة لا تزيد عن 1% .

4- الرطوبة لا تزيد عن 5% .

5- الرماد لا يزيد عن 9% .



6- الكربون الصافي لا يقل عن 90% .

7- أما بالنسبة لقياسات قطعة فحم الكوك فهي تتراوح من 4-6 سم تبعاً لنوع الفرن المستعمل وتصميمه .

وبالنسبة للتجهيزات المختلفة اللازمة لإنتاج الكلس الحي والغاز فهي كثيرة ومتعددة ومختلفة التصميم تبعاً للبلد المنتج لهذه الآلات .

غالبية أفران إنتاج الكلس في العالم تستعمل للاحتراق مادة فحم الكوك وبعضها تعتمد على حرق مادة الفيول حيث تقام مثل هذه الأفران في البلدان المصدرة للنفط أو الدول التي يكون سعر الفيول فيها منخفضاً إذا ما تمت مقارنته بسعر فحم الكوك ، ونظراً لما تتميز به هذه الأفران من تعقيدات في التشغيل وأخطاء قد تتجم أثناءه لذا لا بد من العناية الفائقة أثناء وضع مثل هذه الأفران موضع الاستثمار .

والأفران عامة عبارة عن أسطوانة حديدية تنتهي مبطنة من الداخل بطبقة من الأجر المقاوم للحرارة ومجهزة من الجهة العلوية بفتحة تستعمل لدخول الحجر الكلسي وفحم الكوك في الأفران التي تستعمل فحم الكوك . أما من الجهة السفلية فتجهز بعدة فتحات لخروج الكلس الحي .

التجهيزات الأخرى :

1- مضخة تخلية (فاكوم) لشفط الغازات وسحبها من الفرن ودفنها بواسطة أنابيب حديدية أو فولاذية وإيصالها إلى جهاز التفحيم الأول وجهاز التفحيم الثاني ( الكرينة الأولى والكرينة الثانية ) .

2- مصول - خلطات - مضخات - أنابيب - خزان تجميع .

تستعمل هذه المجموعة لإطفاء الكلس الحي بواسطة الماء وتخفيفه للحصول على درجة تركيز معينة صالحة للاستعمال المطلوب في تنقية العصير الخام ويضخ لبن الكلس الناتج بواسطة مضخات إلى خزان يقع في مكان مرتفع مجهز

بخلاط لاستمرارية تجانسه مما يسهل الحصول على لبن الكلس ونقله بالثقالة بعدئذ

3- رافع كهربائي : يستعمل لرفع العربات المليئة بالحجر الكلسي أو بفحم الكوك من المساحة المعدة للتخزين إلى أعلى الفرن ( الفتحة العلوية ) .  
هذا ويمكن لمجموعة الأجهزة المذكورة ( تعبئة الحجر الكلسي - تعبئة فحم الكوك - الرافع الكهربائي - التجهيزات الأخرى ) يمكن لها جميعاً أن تعمل وفق نظام يدوي عادي . أو وفق نظام نصف أوتوماتيكي .

وقد تعمل وفق نظام أوتوماتيكي كامل مع مراقبة متلفزة كما هو الحال في المصانع المتطورة حيث تقوم الشاحنات المحملة بالأحجار الكلسية بالتفريغ مباشرة في المكان المخصص لها حيث ينقل آلياً إلى أفران الاحتراق . كما تقوم الشاحنات المحملة بفحم الكوك بالتفريغ على نفس الطريقة المذكورة . ويقوم عامل مراقبة واحد بتنظيم جميع الأعمال المتعلقة بالتفريغ والسحب وإطفاء الكلس الحي الناتج واستخلاص لبن الكلس بمواصفاته المطلوبة بواسطة جهاز مراقبة تلفزيوني يوضع في أعلى نقطة قريبة من مكان هذا العمل .

### 1-8-1-1 (التنقية) :

ويمكن تقسيم التنقية إلى المراحل التالية :

أ- إضافة لبن الكلس :

وتختلف كمية لبن الكلس المضافة تبعاً لنوعية الشمندر المصنّع والعصير الخام المتوجب تنقيته . وتتم إضافة لبن الكلس على مرحلتين تتخللهما عمليات تسخين للعصير المعالج مبدئياً إلى حدود الدرجة 85 م° تقريباً .

وبهذه الإضافة نحصل على مادة تسمى سكرات الكالسيوم كما نحصل على معقدات مشكلة من المواد الأخرى مع الكالسيوم , كما ترتفع القلوية تبعاً للكمية المضافة من الكلس هذا ويجب التحقق من درجة الـ PH .

فيضاف لبن الكلس ذو البومية /20-22/ وذلك بنسبة /3.5-4/ غ لبن كلس/ لتر شراب إضافة أولى ثم (16.5-17.5) غ لبن كلس / لتر شراب في الإضافة الثانية ، ويوضع الشراب السكري بعض الإضافة الأولى في خزان وبعد الثانية بخزان آخر أكبر من الأول ليتم التفاعل بين لبن الكلس والعصير جيداً بعد كل إضافة .

#### ب- التفحيم ( الكربنة ) :

وتتلخص هذه العملية بمعالجة العصير المكلس الذي مرّ ذكره بواسطة غاز ثاني أكسيد الكربون . هذا ويمكن أن تتم هذه المعالجة على مرحلتين تتخللهما عملية ترقيد وتصفية أولية بواسطة المرشحات الضاغطة أو المرشحات التي تعمل تحت الفراغ ( الفلتر فاكوم ) وهذه العملية يجب أن تتم تحت درجة حرارة معينة ودرجة PH معينة أيضا ً .

وعادة يخرج الشراب من جهاز التفحيم الأولي عند  $PH \leq 11$  أي ما يعادل 0.6 غ أكسيد كالسيوم/ لتر ويكون بركس العصير 14-15% ، ويأتي الشراب إلى المرقد الآلي ( الديكانتير ) حيث يؤخذ السائل العلوي الرائق مباشرة ، أما السائل السفلي العكر فيرشح في مرشحات دوارة تحت الفراغ (فلتر فاكوم) . ويلتقي السائلين الرائقين ويسخنان لدرجة 92 م° ويعالجان ثانية بغاز الكربون ويخرج الشراب من جهاز التفحيم الثاني عند  $PH = 9.5$  أي ما يعادل : (0.15-0.28) غ أكسيد كالسيوم / لتر .

وبذلك يمكن بالمعالجة الصحيحة أن نخلص الشراب الخام من غالبية المواد الغير سكرية التي يحتويها (مواد بروتينية - الحموض العضوية - مواد صمغية ) حيث تعمل هذه المواد بجملتها على إعاقاة التصفية والتكثيف والبلورة. ويقدر ما تكون المعالجة صحيحة ودقيقة تكون نتائج التكرير اللاحقة صحيحة ودقيقة ويمكن الحصول بذلك على مردود جيد .

## 1-8-2 الترشيح والتصفية :

يمكن تلخيص هذه العملية بأن نقوم بفصل المواد العالقة والتي تم ذكرها عن العصير السكري الخفيف للحصول على عصير سكري خالي من المواد المعلقة ويمكن تقسيم عملية الترشيح والتصفية هذه إلى :

### أ- ترشيح تحت الضغط :

ويتم عادة للشرب السكري بعد المعالجة الثانية بغاز الكربون . ويتم بدفع العصير العكر المحمل بالمواد العالقة وإمراره على المرشحات الضاغطة والتي تتكون من عدد من الصفائح الحديدية ذات الأخاديد والمكسوة بالقماش ( قنب وقطن ) حيث يتم ترشيح العصير العكر فيخرج العصير المصفى وتتجمع المواد العالقة خلف الأقمشة الكثيمة التي لا تسمح لهذه الشوائب من النفاذ عبر مساماتها الدقيقة ومن المعلوم أن هذه المرشحات تعمل على مبدأ الضغط الذي تختلف قيمته تبعاً لنوع المرشحة وطريقة عملها وصنعها فهناك المرشحات المكشوفة والمرشحات المغطاة ، كما توجد أنواع مكسوة بأقمشة غير قطنية (كالبولي إيثيلين) . وهناك أنواع أخرى من المرشحات التي تعمل تحت الضغط ولا تحتاج للفاك والتركيب كلما دعت الحاجة لتنظيفها ، كالمرشحات الأنبوبية ( الشمعية ) ، والمرشحات الجيبية

### ب- الترشيح تحت الفراغ بالمرشحات الدوارة :

حيث تكون المصفاة بشكل أسطوانة مثقبة ومكسوة بالقماش ( خيش قطني – وأنواع أخرى ) ويطبق عليها تفريغ داخلي حيث يتم امتصاص السائل السكري إلى الداخل بتأثير الشفط وتبقى المواد العالقة على سطح المرشحة لتذهب إلى حلزونات ناقلة لها ، وينقل الشراب الراشح الرائق إلى المرحلة التالية للمعالجة .

### ج- تصفية ميكانيكية :

وتتلخص عملية التصفية هذه بوجود صفائح أو بلاكات مفرغة ومكسوة بكيس قماش يعمل على التقاط بعض الشوائب التي يمكن أن تكون قد ذهبت مع العصير وهي خط الدفاع الأخير لأعمال التصفية .

وختاماً لموضوع التصفية نؤكد على دور التصفية الهام أيضاً في عملية صناعة السكر وأثره البالغ في المحافظة على الإنتاج كما وكيفاً .

حيث يمكن تعريف صناعة السكر بأنها المعالجة ( أي تنقية العصير ) ، ودور العامل الفني الماهر هو معرفة الحدود لهذه المعالجة وضبطها تبعاً للتعليمات الفنية الصحيحة علماً أن أي انحراف بالمعالجة كخفض كميات الكلس المضافة تؤدي إلى تنقية غير صحيحة وبالتالي عصير غير منقى وغير معالج فنياً . وزيادة الكمية أيضاً تؤدي إلى زيادة النفقات وعرقلة العمل ونقص المردود بما تحمله كربونات الكالسيوم الناتجة من ترسب للسكر الفاقد مع الزيد .

أما بالنسبة للتفحيم أيضاً فنقصان كمية غاز الكربون تؤدي إلى عرقلة العمل وإلى ارتفاع القلوية وعرقلة الترشيح والتصفية والتكثيف والبلورة وبالتالي انخفاض المردود . وزيادة الكمية تؤدي إلى انخفاض درجة الـ PH عن الحدود المقبولة وهذه تؤدي بالتالي إلى ارتفاع نسبة السكاكر المحولة ( السكاكر الأحادية وهي طبعاً خسارة بالمردود من حيث ذهاب كميات كبيرة من السكر مع الميلاس لصعوبة البلورة .

### 1-1-3- الترقيد :

وتتم عادة للشرب السكر بعد معالجته الأولى بغاز الكربون.

وتتلخص هذه العملية بسكب العصير السكري ( المحمل بكميات كبيرة من كربونات الكالسيوم والمعقدات المشكلة من تفاعل المواد المختلفة مع الكالسيوم ) في جهاز أسطوانى الشكل مع قاعدة مخروطية ومجمع علوي تصب فيه خطوط تنقل العصير المرقد جزئياً من مستويات مختلفة ، هذا بالإضافة إلى كونه مجهز

بمحور يحمل عدداً من الصواني وعلى مختلف المستويات . يدور هذا المحور ببطء ليسهل عملية الترقيد حيث يمكن دفع العصير المرقد إلى المرشحات الضاغطة ( تصفية أولى ) . هذا وإن العصير الأكثر عكراً والمحمل بكثير من المواد المذكورة أعلاه يدفع إلى التصفية تحت الفراغ .

### 1-1-9 تسخين العصير ورفع تركيزه ( التكتيف ) :

تتضمن هذه المعالجة مرحلة هامة في صناعة السكر ويمكن تقسيمها إلى مرحلتين منفصلتين في بعض الحالات ، ومتتاليتين في البعض الآخر .

وهاتين المرحلتين هما :

#### 1 - مرحلة التسخين :

وتتم هذه المرحلة بواسطة المبادلات الحرارية (السخانات) والهدف من وجودها واستعمالها ضمن الخط الإنتاجي لصناعة السكر هو :

تسخين الشراب ورفع درجة حرارته والوصول به إلى الحرارة المطلوبة ضمن الشروط النظامية التي تتطلبها ظروف العمل ونوعية الشراب وتبعاً للمرحلة الصناعية التي وضعت هذه السخانات من أجلها .

ويمكن تلخيص هذه المرحلة كالتالي :

#### آ- وصف المبادل الحراري ( المسخن ) :

هي جسم أسطواني يوضع فيه عدد من الأنابيب المعدنية ذات التوصيل الجيد للحرارة . كما يغطي جسم السخان من الطرفين قرصان محكمان الإغلاق بحيث لا يسمحان للعصير بالهروب والاختلاط مع الماء المتكاثف . حيث يكون العصير داخل هذه الأنابيب ويكون البخار خارجها أي يحيط بها ، ويحصل التبادل الحراري ما بين العصير من جهة والبخار المحيط من جهة أخرى أما البخار المستعمل فيها فهو البخار العادم .

يسخن الشراب السكري الناتج عادة قبل المباخر في ثلاث مسخنات إلى درجة 123 م° ثم يدخل إلى أجهزة التبخير . والمخطط الآتي يوضح درجة حرارة الشراب السكري عند دخوله وخروجه من كل مسخن :

← المسخن الأول ← المسخن الثاني ← المسخن الثالث ←

## 2 : مرحلة التبخير ورفع التركيز ( التكتيف ) :

وهذه المرحلة تتضمن أربعة أو خمسة أجسام أسطوانية متماثلة تقريباً من حيث الحجم والسعة ويتكون كل جسم من جزأين مقفلين ومنفصلين كل عن الآخر بأسطح على شكل أنابيب مصنعة من معدن جيد النقل للحرارة . تثبت هذه الأنابيب المفتوحة في لوح حديدي مثقب بمقدار قطر الأنبوب الخارجي . ومجموعة هذه الأنابيب مع الشبك الحديدي يشكل ما يسمى سطح التسخين . ومن المعلوم أن سطح التسخين هذا يختلف من مصنع لآخر تبعاً للطاقة الإنتاجية المطلوبة ، هذا بالإضافة إلى أن هنالك عوامل كثيرة تلعب دوراً رئيسياً وهاماً في سير عمليات التكتيف والتبخير إضافة لسطح التسخين كنقاوة العصير المطلوب تسخينه ودرجة الـ PH للعصير ونظافة الأجهزة المستخدمة .

ومن المعلوم طبعاً أن بخار التسخين يتكاثف إلى ماء معطياً حرارته الكامنة التي تعمل على تبخير العصير الداخل إلى الجهاز وهو في درجة حرارة وتحت ضغط أقل من درجة حرارة وضغط البخار المستعمل في التسخين . وبذلك يكتسب العصير كمية الحرارة الناتجة عن تكثيف هذا البخار ، أما سرعة سريان الحرارة خلال سطح التسخين فلا بد وأن تتناسب طردياً مع الفرق بين درجة حرارة بخار التسخين هذا ودرجة حرارة العصير الذي سبق تسخينه بالسخانات كما مر سابقاً .

في حالة دخول العصير إلى جسم المبخرة في حرارة أعلى من حرارة الغليان الخاصة بالعصير وذلك تبعاً للضغط المطبق فإنه في هذه الحالة سيبدد الطاقة

الزائدة في هيئة تبخير ذاتي أو تلقائي . وبذلك تكون كمية الحرارة اللازمة للتبخير تساوي كمية الحرارة الفعلية اللازمة مطروحاً منها كمية الحرارة الناتجة عن التبخير الذاتي .

وكننتيجة لما تقدم من استعمال بخار مشبع في الجسم الأول واستعمال بخار عادم في الأجسام الأخرى يمكن القول أنه في حال استعمال مجموعة تبخير مؤلفة من أربعة أجسام فإن الكيلو غرام الواحد من البخار المستعمل في الجسم الأول يقوم بتبخير أربع كيلو غرامات من المياه المتواجدة ضمن العصير ، وهذه فائدة اقتصادية في حسابات التشغيل والاستهلاك ، كما أنه يمكن الاستفادة من المياه المتكاثفة النقية الناتجة من التبخير في تغذية المراجل البخارية لإعادة إنتاج البخار للصناعة لكونها غير عسرة وغير مكلفة صناعياً .

#### **دورة العصير :**

يدفع العصير إلى الجسم الأول بواسطة مضخات ثم ينقل داخل مجموعة التبخير من جسم إلى آخر بفارق الضغط ، ولضمان حسن العمل والتشغيل لهذا القسم يراعى عدم ارتفاع منسوب العصير بجسم التسخين عن ثلث ارتفاع الأنابيب ويمر العصير من أسفل جسم الجهاز وهو يرتفع بالغليان داخل الأنابيب ليصب بعد ذلك في الأنبوب المركزي إلى أنبوب الخروج وهذا الأنبوب موصول بالجسم الثاني عن طريق سيفون ثم بالون بتبخير ذاتي ولنقارب مرور البخار من جسم إلى آخر فإن طول السيفون يعادل فرق الضغط بين الجسمين مضافاً إلى عامل أمان . أما العصير من الجسم الأخير فإنه يسحب بواسطة مضخات إلى صهاريج الانتظار لتحضيره للطبخ والبلورة .

ويختلف تركيز العصير هذا تبعاً للسحب في أجهزة الحلول والمعالجة الكيماوية كما مر سابقاً. كما يختلف تركيزه أيضاً من مصنع لآخر ، ويمكن أن يصل إلى أعلى من 70 بريكس .



تجهز مجموعة التبخير المكونة من أربعة أو خمسة أجسام بمكثف بارومتري للعمل على الشفط لهذه الغازات المتراكمة والتي مر ذكرها وتختلف استطاعتها من مصنع لآخر وتبعاً لنوعية الأجسام وسعاتها وحرارة وضغوط البخار المستعمل أيضاً .

كما أن هذه الغازات لا بد وأن تمر بمصيدة خاصة تفيد في التقاط ذرات العصير المتناثرة مع الغازات وإعادتها مرة أخرى للجسم الأخير وذلك منعاً من شفطها ودفعها مع الماء الساخن .

والجدول التالي يعطينا بعض المعلومات الفنية لمجموعة تبخير مؤلفة من خمسة أجسام في أحد مصانع السكر حيث يدخل السائل السكري بدرجة 123 م° وبريكس 14% ويخرج بحرارة 75 م° وبريكس 62% وذلك كالاتي :

رقم الجسم	1	2	3	4	5
مساحة سطح التسخين م2	900	750	750	350	350
ضغط البخار	2.5 كغ/سم2	2	2	2	2
درجة حرارة الشراب	132 م°				72 م°
البريكس	14 %				62 %

#### شروط حسن استثمار أجهزة التبخير والتكثيف :

- نظافة سطح التسخين ويمكن ذلك بإدخال عصير معالج معالجة صحية وغير حاوٍ على كربونات الكالسيوم التي تشكل طبقة عازلة وتعيق عملية التبادل الحراري ما بين العصير والبخار المحيط بالأنابيب .  
وفي حالة وجود رواسب وتشكيل طبقة يعمد إلى تنظيفها تبعاً لنوعية المعدن الذي صنع منه الخط ويمكن ذلك بالمواد التالية :

ماءات الصوديوم NaOH - حمض كلور الماء HCl .  
 $Na_2CO_3$  كربونات الصوديوم - فوسفات ثلاثية الصوديوم  $Na_3PO_4$  -

- العمل على زيادة فروق درجات الحرارة سواء بزيادة ضغط بخار التسخين داخل الجسم أو بزيادة التفريغ .

- خفض منسوب العصير داخل الجسم وقد وجد أن التركيز الجيد يحصل عندما يكون المنسوب يساوي ثلث ارتفاع الأنابيب فإذا ارتفع المنسوب أكثر من هذا الحد قلت جودة التبخير , وإذا انخفض المنسوب عن هذا الحد حدوث قطف للعصر نتيجة ازدياد الغليان .

لذلك لابد من وجود مؤشرات سوية . وعادة تكون أنابيب زجاجية مع مؤشر للعلامة الصحيحة , ويمكن التحكم في التغذية ضمن هذا الحد من ملف التغذية الرئيسي للعصير .

- التحكم في سرعة سريان العصير بالجسم وتجريباً تبين أن انتقال الحرارة تتناسب طردياً مع سرعة الانتقال إلا أنه يجب أن لا تتعدى 1 م / ثانية.

- العمل على سحب الأبخرة المتشكلة للاستفادة منها بالأجهزة اللاحقة مع مراعاة السحب هذا .

- العمل على سحب المياه المتكاثفة والتحكم بسحبها كي لا تشكل عبئاً على سطوح التسخين وتشكل حيزاً منها .

### 1-1-10 المبادلات الشاربية ( إزالة الأملاح - وإزالة اللون )

آ - إزالة الأملاح :

تتلخص هذه العملية بتخليص الشراب من عنصري الكالسيوم Ca والمغنيزيوم Mg واستبدالهما بعنصر الصوديوم وذلك لمنع ترسيب الكالسيوم والمغنيزيوم على جدران أنابيب المكثفات (المباخر) والذي يؤدي

إلى انسداد هذه الأنابيب وتخفيف التبادل الحراري إذا لم يؤدي إلى إيقاف هذه المبخار كلياً عن العمل .  
ويحصل التبادل بالطريقة التالية :

أما الأجهزة فهي أسطوانية الشكل مجهزة بأنابيب دخول وخروج الشراب وأنابيب دخول وخروج الماء ومحلول ملح الطعام المعد للتنشيط ، كما يوجد أنبوب لتمرير الهواء المضغوط . تملئ هذه الأجهزة بالمبادلات الشاردية الموجبة ( نسبة إلى عنصر الصوديوم الموجب الشاردة ) وتسمى أيضاً ريزينات موجبة ( كاتيونية ) .

وبعد أن تمر كميات من الشراب على هذه الريزينات لابداً من تنشيطها بعد أن يكون قد انتهى مفعولاً الإيجابي ، وهذا التنشيط يتم بواسطة محلول كلور الصوديوم  $\text{NaCl}$  المحضر سابقاً والمعد لهذه العملية بتركيز مقبول حيث يتم التبادل كما يلي :

وهذا التنشيط يتم بعد أن يكون الجهاز منظفاً بشكل صحيح من الشراب ومغسول بالماء النقي (المكثف) الخالي من آثار السكر. ثم يعاد الغسل مرة ثانية بعد التنشيط لإزالة آثار الملح المستعمل وبذلك يكون الجهاز معد للاستعمال ثانية

ب- إزالة الألوان :

إن إزالة الألوان بواسطة المبادلات السالبة مطبق فقط في مصنع سكر الغاب وفي مصنع سكر حمص فقط ، أما المصانع الجديدة فلا تحتوي على مثل هذه الأجهزة .

وهذه الأجهزة تتشابه إلى حد ما بالأجهزة التي سبق ذكرها حين دراسة المبادلات الشاردية الموجبة والاختلاف بينهما هو من حيث المعدن الذي صنعت منه الأجهزة وذلك تبعاً لطريقة التنشيط ونوعية المبادل الشاردي .

حيث يوضع في هذه الأجهزة مبادل شاردي يحتوي شاردة الكلور في تركيب ذرة الريزين وهذه الشاردة قادرة على التبادل مع الألوان الموجودة ضمن الشراب السكري .

والتنشيط يجري عند انتهاء مفعول الريزين وعدم قدرته على التبادل بواسطة محلول كلور الصوديوم مضافاً إلى ذلك كمية من حمض كلور الماء وذلك لرفع تركيز شوارد **Cl-** ضمن المحلول المنشط . ومن أنواع الريزينات التي تم

استخدامها : **Asmite** , **Doulite** , **Amberlite**

أما إزالة الألوان فيمكن أن تكون بواسطة مواد أخرى مثل الكربون الفعال الذي على ادمصاص جميع الملونات والحصول على شراب (كثيراً) ذو مواصفات باللون جيدة . وتكون إضافة هذه المادة تبعاً لنوعي الشراب السكري ونسبة الملونات . وفي بعض المصانع الأوربية التي تكون طاقاتها كبيرة يتم جمع الفحم الفعال المستعمل والذي انتهى مفعوله وينشط بواسطة تعريضه إلى حرارة مرتفعة بإمرار بخار ذو حرارة مرتفعة عليه وإعادة استعماله مرة ثانية .

كما يمكن أن تزال الألوان أيضاً بواسطة الفحم الحيواني الذي يعمل أيضاً على إزالة الألوان بواسطة الادمصاص .

إلا أن هذه الطريقة قديمة جداً ومكلفة من حيث التجهيزات اللازمة لذلك حيث نحتاج إلى أجهزة غالبيتها من الفولاذ الذي لا يصدأ ( ستانلس ستيل ) وخاصة الأجهزة المستعملة للتنشيط وإعادة استعمال هذه المادة مجدداً .

إما إزالة الألوان بالطرق الجديدة والمعمول بها حالياً هي بإضافة غاز قاصر للون كغاز ثاني أكسيد الكبريت الذي يمكن إنتاجه ضمن المصنع وذلك بحرق الكبريت الأصفر العمودي  $S + O_2 \rightarrow SO_2$  ضمن فرن خاص معد لهذا الغرض . أو إحضاره من أماكن إنتاجه بواسطة اسطوانات ووضعها موضع الاستعمال . كما هو الحال في اسطوانات غاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  إلا أنها من نوع خاص مقاوم لتأثير غاز ثاني أكسيد الكبريت .

### 1-1-11 الطبخ والبلورة - المبلورات - الفارزات .

لابد لنا قبل البحث في هذا الموضوع من ذكر بعض المواضيع التي تؤثر تأثيراً فعالاً في هذه المرحلة بالذات .

#### 1- الإذابة :

من المعلوم أنه عند وضع كمية من أية مادة قابلة للإذابة خاصة السكر في قليل من الماء وخلطه جيداً يلاحظ اختفاء البلورات وهذا ما يعرف بالإذابة ، وتعتمد الإذابة وقابلية الذوبان للسكر في الماء تبعاً لعوامل عديدة أهمها :

أ- درجة حرارة المحلول :

تزداد قابلية ذوبان مادة السكر ضمن المحاليل السكرية تبعاً لارتفاع درجة حرارة المحلول حيث أن المحلول السكري يقبل إذابة كمية أكبر من السكر تتناسب وارتفاع حرارة هذا المحلول .

#### ب- نقاوة المحلول :

تتأثر قابلية وسرعة ذوبان السكر في المحاليل تبعاً لنقاوتها وما تحتويه من أملاح ومواد عضوية وغير عضوية تكون في الأشربة السكرية الناتجة عن إذابة السكر الناتج عن فرز الطبخات اللاحقة في صناعة السكر .

#### ج- الحركة والتقليب :

من المعلوم أن سرعة الذوبان تزداد بالحركة والتقليب .

#### 2- الإشباع :

عندما تذاب كمية من السكر في كمية من الماء لتحضير محلول سكري وعند درجة حرارة معينة يصل هذا المحلول إلى درجة لا يمكن إذابة أية كمية أخرى من السكر . وتسمى هذه الدرجة : بدرجة الإشباع .

3- فوق الإشباع :

عندما تنخفض درجة حرارة محلول سكري مشبع إلى درجة من الحرارة أدنى من حرارته الأصلية فإنه تنفصل بلورات سكرية من المحلول . ويعرف المحلول فوق المشبع بأنه : المحلول الذي يحوي مادة صلبة أكثر ما يمكن أن تذيب كمية المذيب في نفس درجات الحرارة . وللاشباع عامل يمكن كتابته كما يلي :

كمية السكر في محلول مشبع غير نقي	عامل الإشباع =
كمية السكر في محلول مشبع نقي	

على أن تكون درجة الحرارة هي نفسها للمحلولين . ويتأثر عامل الإشباع هذا في حالة وجود الأملاح المعدنية والسكريات الأحادية ( السكاكر المرجعة ) في المحاليل السكرية .

4- فارق درجة الغليان :

من المعلوم أن درجات الغليان للمحاليل تختلف تبعاً للضغط المطبق على سطح هذا المحلول ويعبر عن فارق درجات الغليان بأنه الفرق ما بين درجة غليان المحلول السكري ودرجة غليان الماء تحت نفس الظروف . ويستفاد من هذا الفارق في تقدير بريكس الطبخات . أثناء المراحل المختلفة من الغليان والطبخ .

5- اللزوجة:

يمكن تعريف اللزوجة بأنها القوة المقاومة لحركة انسياب طبقات السوائل أو المحاليل فيما بينها. وتتأثر لزوجة المحاليل بالعوامل التالية:

آ- الحرارة : تتناسب لزوجة المحاليل السكرية عكساً مع درجة الحرارة المحلول السكري .

- ب- نقاوة المحاليل السكرية : تختلف لزوجة المحاليل السكرية غير النقية تبعاً لكمية وطبيعة المواد الغريبة الذائبة عند نفس الظروف من الحرارة والتركيز . ويتضح من التجارب العملية أن الأصماغ والراتنجات تزيد اللزوجة كما أن أملاح الكالسيوم تزيد هذه اللزوجة أكثر من أملاح الصوديوم والبوتاسيوم ، وترتفع اللزوجة بشكل عام بارتفاع نسبة هذه المواد ضمن المحلول .
- ج- درجة التركيز: تتناسب لزوجة المحاليل السكرية طردياً مع التركيز أي أن هناك علاقة ما بين بريكس المحاليل السكرية ولزوجتها عند درجة حرارة واحدة ونقاوة واحدة .
- د- تقدير اللزوجة : تقدر اللزوجة بدرجات إنكسر أو بالبواز أو بالسنتي ستوك .

### 1-11-1-1 أجهزة الطبخ والبلورة :

- تبدأ عملية طبخ السكر بدءاً من محاليل سكرية يختلف تركيزها تبعاً للآلات والمعدات التي تسبق هذه المرحلة وللخط الإنتاجي الذي صمم تبعاً له المصنع . وتتم عملية الغليان ضمن هذه الأجهزة مستخدمة بخار العادم أو بخار مشبع تبعاً لنوعية وحدات التسخين ونوع الطبخات . وبعد الغليان هذا يمكن تقسيم عملية الطبخ إلى مراحل ثلاثة :
- 1- تكوين البذرة ( بدء البلورة ) .
  - 2- تغذية البذرة .
  - 3- تجميد أو تنشيف الطبخة (رفع تركيزها إلى أعلى حد ممكن) لتحقيق أعلى استخلاص من بلورات السكر. كما تستمر عملية الاستخلاص هذه بعد انتهاء عملية الطبخ في معدات خاصة تسمى المبلورات بطريقة التبريد والتحرك .
- جهاز الطبخ :



تطورت هذه الأجهزة خلال السنوات المنصرمة تطوراً ملموساً من حيث ساعاتها وطاقاتها الإنتاجية وتصميمها الأساسي، والأجهزة الحديثة جداً الآن تعمل بتحريك ذاتي وعلوي أي مجهزة بمحرك علوي وخلط داخلي يستعمل للتقليب المستمر كما أن البعض منها يعمل بصورة أوتوماتيكية كاملة حيث يتم النقل من جهاز إلى آخر آلياً وتبعاً لتركيز المحلول ودرجة البلورة للكتلة المطبوخة. إلا أنه بصورة عامة يمكن وصفه بأنه يحتوي على قسم للتسخين كما مر معنا سابقاً وهو عبارة عن مجموعة من الأنابيب ذات التوصيل الجيد للحرارة مع شبك معدني في بداية ونهاية الأنابيب متقب تبعاً لأقطار هذه الأنابيب .

كما يجهز خزان الطبخ بباب تفريغ يكون بالعادة محكم الإغلاق بحيث لا يسمح بتهديب أي من الشراب أثناء العمل أو التوقف المفاجئ لهذه الأجهزة . كما يتصل بهذا القسم السفلي قسم علوي يتم منه سحب الأبخرة المتصاعدة أثناء الغليان والتركيز بواسطة مضخات شفط وتفريغ (فاكوم) تعمل في المصانع القائمة حالياً بطريقة تبريد هذه الغازات والتي تعمل على رفع درجات حرارة المياه لاستعمال هذه المياه في أغراض أخرى .

### 1-1-1-2 المبلورات: أجهزة المزج والتبريد أو الإحماء :

لقد تطورت هذه الأجهزة أيضاً تطوراً ملموساً خلال السنوات الأخيرة حيث كانت بسيطة جداً أو صغيرة ذات ساعات منخفضة إلى أن وصلت إلى ما وصلت إليه الآن حيث أن المزج ضروري لجميع الطبخات على مختلف مراحلها وأنواعها ضمناً لتجانس هذه الكتلة المطبوخة قبل فرزها .

أما بالنسبة للطبخات الأخيرة وضمناً لاستخلاص أكبر قدر ممكن من بلورات السكر فإن العناية أصبحت خاصة لتطوير هذه الأجهزة . فمنها العادية ذات التحريك المستمر والمجهزة بشبكة تبريد داخل أجهزة التحريك كما هو الحال في المصانع القائمة حالياً. ومنها المغلفة ذات التحريك والتبريد المستمر أيضاً والتي تعمل تحت التفريغ وهذا ما يسمى استكمالاً لعمليات البلورة داخل أجهزة

الطبخ والتي مر ذكرها سابقاً. ومنها ما يسمى **بالعمودي** ذو سعة كبيرة تتناسب وحجم المنتج حيث تصل سعتها في بعض الأحيان إلى خمسمائة طن وتتألف من ثلاث أجهزة متصلة بعضها مع بعض بواسطة خطوط نقل للعجينة من أحدهما للآخر بواسطة حلزونات نقل كما أن هذه الأجهزة جميعها مجهزة بأجهزة تبريد تضمن إيصال العجينة إلى حرارة أقل من المطلوب ثم في نهاية الجهاز الثالث يوجد جهاز تسخين يعمل على رفع حرارة هذه العجينة إلى درجة الحرارة المطلوبة عند الفرز.

وتجهز الأجهزة بـمأخذ عند كل مرحلة من المراحل الثلاث حيث يتم فرزها العجينة على مراحل ثلاث أي تبعاً لنوع المأخذ حيث أن السكر الأخير يعاد ليتم مزجه مع الكتلة الأولى وبذلك يمكن ضمان استخلاص أكبر للبلورات السكرية وعدم ذهابها هدرًا مع الميلاس من جهة وضمان نظافة السكر الأول من جهة أخرى وذلك بإضافة السكر النهائي ليعود للفرز ثانية مع السكر الأول وهذا يضمن غسل سطح البلورات من العوالق التي تؤثر في خفض نقاوتها. وهذا السكر يمكن عندئذ إذابته والحصول على قطر (كليرا) نقية نوعاً ما وأفضل من الشروط الأولى .

#### 1 - تكوين البذرة باستخدام طريقة الصدمة :

تتلخص هذه الطريقة بأن يتم تركيز المحلول السكري إلى مرحلة تتعدى مرحلة التشبع ثم يضاف إليه كمية من بوردة السكر (حوالي واحد كيلو غرام) والمعلقة بسائل عضوي غير مذيب للسكر .

وقد كان من المعتقد سابقاً أن هذه البودرة عندما تضاف إلى الأشرطة السكرية تعمل حبيباتها كنواة تنمو بترسيب السكر عليها ولكن الواقع أن إضافة هذه البودرة يعمل على كسر فترة التوازن القصيرة التي تبدأ بها مرحلة فوق التشبع للشرايات وينتج من هذا التغير المفاجئ انطلاق البذرة من إجمالي المحلول المركز أسرع منه في حالة الانطلاق الذاتي .

ومن الحقائق الملموسة أن بلورات السكر الناتجة باستخدام طريقة الصدمة أكثر تجانساً وشكلاً وحجماً من البلورات الناتجة بالانطلاق الذاتي .

ومن العوامل التي تساعد في إنجاح هذه الطريقة هو تحديد وقت إضافة خليط البودرة وإلا أدى الأمر إلى تكوين بلورات غير متجانسة في الحجم والشكل في حالة إضافتها في نهاية مرحلة فوق التشبع حيث يكثر في هذه الحالة تكوين تجمع البلورات ، إلى جانب صعوبة التحكم في العدد المطلوب إنتاجه ، وهذا يؤثر تأثير مباشر على عملية الفرز وصعوبة التخلص من الأثرية وخفض نقاوة السكر المنتج أيضاً.

وقد وجد عملياً أن أنسب وقت لإضافة هذه البودرة هو عندما يكون فارق درجة الغليان 16 درجة مئوية أي ما يقابل درجة 1.10 فوق التشبع وهذا طبعاً يمكن تقديره عند استخدام الأجهزة العلمية :

## 2- مرحلة تغذية البذرة :

تتم تغذية البذرة هذه الأثرية عن طريق صمام التغذية الرئيسي للجهاز إلا أنه يتوجب إضافة الأثرية ذات نقاوة مرتفعة مع الأخذ بعين الاعتبار أن تكون هذه الإضافة وخاصة المستمرة في الطبخ تحقق موازنة ما بين الشراب وقدرة الغليان داخل الجهاز.

## 3- مرحلة التركيز النهائي :

يعتمد في هذه المرحلة إلى رفع تركيز هذه الكتلة والوصول بها إلى البريكس المطلوب وهذا يختلف طبعاً حسب الطريقة المتبعة أي حسب الخط الإنتاجي وتعدد الطبخات . حيث تعتمد بعض المصانع نظام الطبختين أي واحدة تعبئة سكر أبيض والثانية للإذابة . كما تعتمد بعض المصانع نظام الطبخات الثلاث.

وتعتمد بعض المصانع الأخرى نظام الطبخات الخمس ، وهذا بالنسبة للتصنيع خلال موسم الشمندر .

أما بالنسبة للعمل في فترات تكرير السكر الأحمر الخام المستورد خارجياً أو الذي يصل إلى بعض المصانع من المصانع القريبة منها والتابع إلى نفس الشركات المؤسسة حيث تعتمد بعض المصانع نظام الطبخات الستة وبعضها نظام الطبخات السبعة. كما أسلفنا سابقاً تبعاً لنوعية الآلات والتجهيزات الخاصة في كل مصنع.

وفي نهاية هذا البحث بالذات لا بد من ذكر أهمية تركيز القطر والأشربة الأخرى والشراب المكثف بالحسابات الاقتصادية للتشغيل والوقت اللازم للبلورة حيث ارتفاع استهلاك الوقود منسوباً لطن شمندر أو طن سكر أبيض منتج تتناسب عكساً مع التركيز كما أن مدة الطبخ تتناسب عكساً مع التركيز حيث أن مدة الطبخ اللازم لقطر بريكسه 65 تساوي نصف المدة اللازم لقطر بريكسه 50 وتحت نفس الظروف .

### 1-1-1-3 الفارزات - أنواعها - عملها - نتائجها :

لقد تطورت هذه الأجهزة تطوراً ملموساً خلال الحقبة المنصرمة من عمر هذه الصناعة حيث كانت الفارزات مبسطة جداً وعملها يدوي ثم طرأ عليها تطور من حيث السرعة والسعة ودقة النتائج ووصلت إلى نوع نصف أوماتيكي ثم إلى أنواع أوماتيكية كاملة ثم إلى أنواع أوماتيكية مستمرة ، ولا يخف على صانعي السكر أن لكل من الأنواع المذكورة أعلاه أماكن استخدام تبعاً لخطوات العمل وتصميم الفارزة أساساً.

#### وصف الفارزات:

هي أجهزة تعمل بمبدأ الطرد المركزي لفصل بلورات السكر من الأشربة تبعاً لنوعية الطبخة المتوجب فرزها. وعلى هذا الأساس تجهز الفارزة بمحرك كهربائي

يعمل على دورانها تبعاً لسرعات مختلفة ومراحل متعددة . كما تجهز الفارزة بمحور وسطي عمودي يرتبط بهذا المحرك أسلاك وشبك نحاسي تختلف سعة ثقوبه تبعاً للنوع التي صممت من أجله الفارزة كما تجهز الفارزة بأنابيب مياه وبخار لاستخدامها في مراحل الفرز كما تجهز الفارزة من الجهة السفلية بقمع لتفريغ السكر وخطوط لسحب الأشربة الناتجة من عملية الفرز .

وعمليات تشغيل الفارزة يتضمن الأمور التالية: الإقلاع - التعبئة - الفرز - الإيقاف - التفريغ - الغسل - ثم تكرار هذه العمليات .

ومما يضمن جودة المنتج تحديد طبيعة عمل الفارزة والتحكم في هذه العمليات مع المحافظة على سرعة الدوران المصممة الفارزة على أساسه والمدة الزمنية المحددة لكل منتج مع الحمولة المصممة من أجله أي سعة السلال . كما لابد من التحكم بكمية مياه الغسل وبخار الإحماء تبعاً لنوعية المنتج المطلوب .

### نتائجها :

إن النتائج العملية لكل من أنواع الفارزات المذكورة أعلاه تتحكم فيها طرق التصميم المطبقة لكل من هذه الأنواع :

1- درجة لزوجة الطبخة ( الكتلة المطبوخة ) وهذه أيضاً تعتمد على نقاوة وتركيز الكتلة إلى جانب درجة حرارتها أثناء الفرز .

2- شكل وحجم بلورات السكر المفرز حيث تؤدي الحبيبات الصغيرة إلى انسداد فتحات الشبك النحاسي وبالتالي إعاقة عملية الفرز .

3- الوقت التي تستغرقه الفارزة للانتقال من السرعة الدنيا إلى السرعة العليا .

4- الوقت الذي تستغرقه الفارزة لكي تنخفض سرعتها قبيل التفريغ ومن ثم كي تتوقف نهائياً .

5- القوة الطاردة المركزية الناتجة عن تشغيل الفارزة على السرعة المرتفعة وهذه تعتمد بدورها على قطر الدائرة وكذلك على عدد دورات المحرك بالدقيقة .

أما بالنسبة للنتائج العملية فإنه كما أسلفنا يعتمد على تصميم الفارزة بالذات ونوعيتها من حيث كونها عادية أو أوتوماتيكية أو مستمرة.

ولابد من الوقوف على الفارزات المستمرة حيث يمكن إجمال محسناتها بالتالي  
1- رفع الطاقة الإنتاجية لمعدلات الفرز حيث من المعلوم أن 25 % من الوقت اللازم للفرز يضيع بالإقلاع والتوقف للتفريغ والفارزة المستمرة تختصر هذا الوقت الضائع .

2- الاقتصاد في تكلفة الإنتاج حيث تعمل على خفض عدد الأيدي العاملة ، بالإضافة إلى خفض استهلاك الطاقة الكهربائية . نظراً لارتفاع استهلاك الفارزات غير المستمرة للطاقة الكهربائية نظراً لعدم انتظام سرعة التشغيل خاصة بالإقلاع .

3- تحسين مواصفات السكر المفرز نتيجة لارتفاع كفاءة فصل بلورات السكر عن الأشرية في كون عملها يسير بشكل طبيعي وجيد .

### 1-1-12 تجفيف السكر وتعبئته

#### 1-12-1-1 تجفيف السكر :

شرحنا سابقاً أن الفارزات تقوم بفرز الكتلة المطبوخة إلى بلورات سكر وشراب . فالشراب يعود للبلورة مرة أخرى تبعاً للمخطط الإنتاجي وحسب نظام الطبخ والبلورة إلى طبخات لاحقة .

أما بالنسبة لبلورات السكر فإنه في حالة كونها غير نقية كما هو الحال في الطبخات الأخيرة ذوات الأرقام (4-5-6) في حالة تكرير السكر الخام والأرقام (3-4-5) في حالة تصنع الشمندر السكري . فلا بد من إذابتها مرة أخرى وإعادة المعالجة من جديد للتخلص من المواد الغريبة المتواجدة على سطح البلورات ، والملونات التي تلون هذه البلورات أساساً ، ثم طبخها وبلورتها مرة أخرى للحصول على بلورات سكر نقية .

أما بالنسبة لبلورات السكر النقية الناتجة عن فرز الطبخات رقم (1-2-3) في حالة التكرير ، والأرقام (1-2) في حالة تصنيع الشمندر ، وفي حالة الرغبة بإنتاج نوع موحد كما هو الحال في مصانعنا القائمة حالياً يقوم المصنع بمزج بلورات السكر الناتج من هذه الأنواع معاً وتعبئتها على شكل سكر موحد .  
إلا أنه في كثير من بلدان العالم يقوم المصنع بتعبئة كل نوع على انفراد وعبوات خاصة ومختلفة تبعاً لحاجة السوق والمستهلك . وهذا ما سنتعرض له بالتفصيل في فصل التعبئة والتغليف .

فبالنسبة للأنواع التي يراد تعبئتها :

يعتمد إلى غسل مبدئي بواسطة الماء لسطح بلورات السكر لتخليصها من جميع آثار الأثرية العالقة بها ، ثم تحمي قليلاً بواسطة البخار لنزع غالبية الماء المتواجد ما بين بلورات السكر ، وتفرغ بعدئذ الفارزات الحاملة لهذه البلورات على نواقل أفقية ثم عمودية لإيصالها إلى أماكن التجفيف أو ما يسمى نشافة السكر . وتتوقف نسبة الرطوبة لهذه البلورات على نوعية الطبخة ونقاوتها بالدرجة الأولى ، من جهة ، وعلى الفارزات ومدى كفاءتها وسرعة دورانها وكمية البخار اللازمة من جهة أخرى . إلا أنها أي الرطوبة في أغلب الأحيان تتراوح ما بين 0.5-1.5 % .  
وبعد دخول البلورات إلى جسم المجفف فإن استطاعة التجفيف تعتمد على استطاعة الجهاز ( النشافة ) وتصميمه الأساسي . حيث يوجد نوعان من النشافات بعضها يقوم بتجفيف السكر معتمداً على الهواء البارد والآخر يعتمد على الهواء المحمي بواسطة البخار .

وفي كلا الحالتين فإن جسم النشافة عبارة عن جسم أسطواني يحتوي بداخله على سطوح كثيرة ومتعددة (صواني) تنتشر بلورات السكر فوق هذه الصواني مروراً بجسم النشافة من الأعلى إلى الأسفل بغية تعريض بلورات السكر إلى الهواء الساخن بسطح أوسع ومدة زمنية أطول. أما البخار المستعمل فهو على ضغط

وحرارة منخفضة حيث يتوجب أن لا تصل حرارته إلى حدود مرتفعة كي لا يسبب ارتفاع حرارة الهواء المحمي الذي يقوم بتجفيف بلورات السكر .

والمجففات الحديثة تحوي إضافة إلى تيار الهواء الساخن على تيار من الهواء العادي والذي يكون اتجاهه معاكساً لبلورات لسكر عند خروجها من النشافة ليجعل حرارتها متقاربة مع حرارة الجو المحيط قبل التعبئة. إلا أن بعض المصانع وتحاشياً لهذا الموضوع أخذت تعتمد إلى إطالة صاحب السكر بعد التجفيف حيث يزيد في بعض المصانع عن 25 م وبهذا يتعرض السكر المجفف إلى حرارة الهواء العادي ويسقط في أماكن التعبئة متقاربة حرارته مع الحرارة الطبيعية . إلا أنه من المعلوم أن الهواء الطبيعي العادي قد يحوي في بعض الأحيان إن لم نقل في غالبيتها على ميكروبات ضارة وتسبب إشكاليات غير مستحبة للسكر أثناء التخزين . لذلك قد عمدت بعض المصانع إلى إمرار الهواء الجوي قبل تسخينه على مرشحات خاصة (فلتر هوائية) لتعقيمه وتنقيته من مجمل الشوائب الميكروبية وخلافها التي يحملها وبذلك يكون مضموناً استعماله . وهذه الطريقة مكلفة من حيث التمديدات والمرشحات المستعملة وتبديلها كلما اتسخت ، وبالإجمال ينصح بأن تكون حرارة السكر لا تزيد عن 40 م° عند التعبئة .

وخلاصة القول أن نظام التجفيف أدخلت عليه تحسينات كبيرة بغية الوصول إلى تجفيف أفضل للسكر المنتج لما للتجفيف المذكور سابقاً من آثار سلبية كثيرة على مواصفات السكر أثناء التخزين ، كما أضيفت إلى المجففات مصائد لالتقاط البودرة الناعمة المتطايرة وإعادة تجميعها واستعمالها أو إزالتها من جديد .

وهذه المصائد قد تكون من القماش أو غرف خشبية أو تعتمد بعض المصانع إلى ما يسمى بالسيكلونات وهي عبارة عن مخروط من الصاج يدفع إليه الهواء من أحد جوانبه ويصمم بحيث يتم تهدئة سرعة مرور الهواء بداخله وتنفصل بلورات السكر من تيار الهواء الذي يخرج من المدخنة ، وبداخل هذا المخروط حواف معدنية لتغيير اتجاه الهواء للمساعدة في فصل هذه البلورات .



## 1-12-2 التعبئة والتغليف :

قبل البدء بمرحلة التعبئة لابد من إمرار السكر المراد تعبئته على مناخل خاصة وذلك لفصل الكتل السكرية المتجمعة والتي تعطي شكلاً غير مرغوب وتختلف هذه المناخل بعضها عن بعض باتساع فتحاتها وذلك تبعاً لبلورات السكر المراد الحصول عليها والنوعية المطلوبة لهذا السكر. وتعمل هذه المناخل بحركة اهتزازية متأرجحة تتضمن بذلك نقل السكر ونخله وإيصاله إلى المكان المعد لاستقباله .

أما بالنسبة لنظام التعبئة والتغليف فلقد طرأ عليه تبدل كبير وتحسين في الأنواع لما لذلك من أثر كبير في لفت نظر المستهلكين وتفضيلهم هذا النوع على الآخر رغم نوعية السكر الموحدة .

ونظراً للتزاحم الكبير في هذا المجال فإن نظام التعبئة والتغليف والبناء المعد لهذا الغرض والآلات الموجودة تشكل حجماً كبيراً بالنسبة للمساحة ورأس المال الموضوع في هذا المجال . وهذا بالطبع يتبع نوع المنتجات التي ترغب الشركات في إنتاجها وعلى سبيل المثال قد تطورت طريقة إنتاج السكر المكعب (سكر قوالب صغيرة) من قيام العمال بترطيب السكر يدوياً ثم تقوم آلة بضغطه إلى قوالب صغيرة ثم يقوم العمال ثانية بتجميع هذه القوالب بعد تجفيفها وتعبئتها في علب كرتونية معدة سابقاً لهذا الغرض إلى آلة أوماتيكية تقوم بترطيب السكر وكبسه إلى قوالب ثم تغليف القوالب هذه بالورق مع إعداد العلب الكرتونية وتعبئة السكر ضمنها ولصقها بالأوراق الخاصة بالمصنع أو اسم الشركة المنتجة ثم تجميعها عددياً ووضعها ضمن غلاف كبير وإيصالها إلى مناطق التخزين وجميع هذه الأعمال أوماتيكية دون تدخل الأيدي العاملة على الإطلاق .

هذا بالإضافة إلى تعدد المنتجات للسكر فهناك سكر مكعب على شكل مكعبات صغيرة ، وسكر قوالب صغيرة ، وسكر قوالب كبيرة ، وسكر بودرة ، وسكر مبلور بلورات صغيرة ، وسكر ناعم عادي ، وسكر مسحوق... إلخ . كما

تعددت أشكال العبوات وأوزانها أيضاً فهناك عبوات 1 كغ - 2 كغ - 5 كغ - 10 كغ - 50 كغ - 100 كغ والعبوتين الأخيرتين تكونان عادة بأكياس بلاستيكية أو قطنية أو أكياساً من خيش (قنب) .

كما يميل الأوروبيون في الآونة الأخيرة إلى استعمال السكر الأحمر الخام بعد غسل سطح البلورات قليلاً وتعبئته ضمن علب كرتونية لاحتوائه على بعض المواد المعدنية المفيدة .

كما يوجد إنتاج كبير من السكر البودرة لاستعمالها في مصانع صنع الحلويات والمعجنات المحلاة لسهولة إذابتها عن السكر العادي .

ويميل أصحاب مصانع إنتاج المربيات والسوائل الغازية ومصانع الأدوية لاستعمال الشراب السكري بدلاً من السكر المبلور لذلك تعتمد بعض الشركات لإنتاج هذا النوع وذلك بإذابة بلورات السكر تحت الحرارة اللازمة للوصول إلى ما فوق الإشباع ثم إضافة مادة بنزوات الصوديوم لحفظ هذا الشراب السكري كما يجب أن تكون درجة PH منخفضة للحفاظ على هذا الشراب بشكله الطبيعي ومنعاً للبلورات السكرية من البلورة الثانية.

أما بالنسبة للمصانع القائمة حالياً في القطر العربي السوري فهي مصممة لإنتاج نوع موحد من السكر مع توحيد العبوات أيضاً حيث يعمد إلى مزج طبخات السكر الأبيض التي مر ذكرها سابقاً وإعطاء سكر موحد معبأ ضمن أكياس قطنية سعة 50/ كغ . والسكر المنتج محلياً يعتبر من الأنواع الجيدة إذا ما تمت مقارنته من الأنواع الموضوعة للاستهلاك عالمياً .

وخلاصة القول أنه يمكن استعمال السكر ذو المواصفات المقبولة بأي شكل من أشكال التعبئة والتغليف التي مر ذكرها وإنما تعتمد بعض الشركات العالمية لهذا الإنتاج في مجال المنافسة لترويج بضائعها من جهة ولسهولة الحركة والمرونة في الأسواق حيث تكون العبوات موزونة وجاهزة للتوزيع المباشر. الأمر

الذي يستدعي توفير الوقت وعدم إضافة وقت المستهلك والتاجر على السواء في الوزن وتدقيقه .

## 1-2 تكرير السكر الخام

### مراحل تكرير السكر الخام

- 1- تخزين السكر الأحمر (الخام)
- 2- خلاط السكر الخام
- 3- فارزات السكر الصويل ( سكر مصول + شراب الصويل )

- 4- خلط إذابة السكر المصول
- 5- جهاز الإذابة ( الريفونت )
- 6- هزاز القطر
- 7- إضافة لبن الكلس
- 8- الإشباع بغاز الكربون ( التفحيم )
- 9- التصفية ( الترشيح ) الأولى
- 10- إضافة الفحم الفعال ( الكاربومكسر )
- 11- التصفية ( الترشيح ) الثانية
- 12- مرشحات البروش ( الميكانيكية )
- 13- طبخ السكر ( بلورة ) الطبخة رقم (1) البيضاء
- 14- برادات السكر الأبيض
- 15- نابذات السكر الأبيض ( سكر 1 + شراب 1 )
- 16- نشافة السكر الأبيض
- 17- هزاز وغريال السكر الأبيض
- 18- تعبئة السكر الأبيض
- 19- الطبخة رقم (2) البيضاء ( سكر 2 + شراب 2 )
- 20- الطبخة رقم (3) البيضاء
- ( سكر 3 + شراب 3 غني ) ( شراب 3 فقير )
- 21- الطبخة رقم (4) الحمراء ( سكر 4 + شراب 4 )
- 22- الطبخة الحمراء رقم (5) الحمراء

(سكر 5 + شراب 5 غني) (شراب 5 فقير)

23- الطبخة رقم (6) الحمراء (سكر 6 + ميلاس)

### 1- قسم تخزين السكر الأحمر (الخام) :

يخزن السكر الأحمر في المستودع ضمن أكياس من الخيش سعة 100 كغ إذا كان السكر كوبي، وزن 50 كغ إذا كان المصدر برازيلي ويغلف الكيس البرازيلي بكيس داخلي لمنع امتصاص الرطوبة.

يجري وزن السكر الخام الوارد إلى المصنع وذلك بوزن السيارة فارغة ثم ملانة ومنه نعرف وزن السكر الداخل إلى المصنع ويجب عادة مراعاة الأمور التالية:

آ- ضبط وزن السكر الأحمر الوارد إلى المصنع.

ب- تحليل عينة من السكر الأحمر الوارد لمعرفة (الاستقطاب - السكر المرجع- الرماد الرطوبة).

ج- ضبط تعداد الأكياس: حساب وزن السكر الصافي.

وزن السكر الصافي = وزن السكر قائم - وزن أكياس الخيش (عدد الأكياس × وزن الكيس).

د- الاهتمام بتستيف أكياس السكر الخام في المستودع وذلك لسهولة الجرد. ولسهولة العمل ولحماية العامل من الخطر الناتج من انهيار رصات الأكياس وخاصة العالية الارتفاع.

هـ- الانتباه إلى تنظيف أرض السيارة بعد تفريغها من السكر.

و- في حال ورود سيارة تحمل سكر رطب من الضروري تخزين السكر في مكان منفرد إذا كان المصنع متوقف أو تصنيعه مباشرة إذا كان المصنع يعمل وذلك لمنع الخسارة في السكر نتيجة تحجره.

باحة السكر الأحمر:

عبارة عن رقعة من الأرض يخزن فيها من السكر الخام الوارد كما يوجد جروشة لتكسير السكر المتحجر ورافع للسكر الأحمر يرفع السكر إلى خلاط السكر الأحمر.

يتم العمل في الباحة على الشكل الآتي: يوزع العمل على العمال:

1- قسم من العمال يقومون بتبريد الأكياس.

2- قسم من العمال يقومون بفتح الأكياس ويراعى أن يتم إزالة خيطان الخياطة فقط.

3- قسم من العمال يقومون بنقل الأكياس بواسطة العربات إلى جورة السكر الأحمر.

4- قسم من العمال يقومون بتفريغ السكر ضمن جورة السكر.

5- قسم من العمال يقومون بقلب الكيس الفارغ.

6- قسم من العمال يقومون بتنفيض الكيس بواسطة النفاضة.

7- قسم من العمال يقومون بحزم كل عشر أكياس قنب معاً.

وأثناء العمل يجب ملاحظة النواحي التالية:

1- تفرغ السكر بالجورة بشكل مقبول حتى لا يحدث ثقل للرافعة تؤدي إلى

توقفها.

2- تنظيف جورة تفرغ السكر الأحمر مرة واحدة يومياً على الأقل.

3- الاعتناء بتنفيض الأكياس القنب.

4- ضرورة غسل الأكياس السكر الأحمر الفارغة المبللة والتي علق بها

قسم من السكرات لتخليصها من السكر. أما ماء الغسيل فنذيب بها السكر الموصول.

5- ضرورة تنظيف رافعة السكر الأحمر مرة أسبوعياً وكلما دعت الضرورة

حيث نلاحظ أن السكر يلاحق السطول التابعة للرافع.

2- خلط السكر الأحمر (الخام):

يفرغ السكر الخام القادم من ناعورة (رافع) السكر الأحمر إلى خلط السكر

الخام. الذي هو عبارة عن حوض يحوي محجر أفقي يحمل أزرع للتخليط وفي

الخلط نضيف ما يسمى شراب الصويل أو ماء ساخنة (في بداية التشغيل)

للحصول على خليطة تسمى الكتلة الاصطناعية. كما يضاف كمية قليلة من

الصودا (كربونات الصوديوم) بغية تعديل حموضة الكتلة والغرض من شراب

الصويل تلييف سطح البلورة.

وأثناء العمل يجب ملاحظة النواحي التالية:

1- الانتباه إلى ضرورة إضافة شراب الصويل إلى السكر الأحمر وعدم

استخدام الماء إلا عند الضرورة القصوى حتى لا تذيب كمية كبيرة من السكر (عند

عدم وجود شراب الصويل).

2- يتم إضافة شراب الصويل حتى نحصل على الكتلة الاصطناعية بلزوجة مناسبة.

3- ضرورة الانتباه إلى كمية كربونات الصوديوم حتى نحصل على كتلة متعادلة.

4- الانتباه إلى عدم وقوع أي مادة صلبة في الخلاط (مثل شرشور - قطع حديدية- براغي) الذي قد يوقف الخلاط ويعطله.

### 3- نابذات (فارزات) السكر الصويل:

تسمى العملية رقم 2 و 3 بالتصويل حيث نلاحظ عند إضافة شراب الصويل للسكر ضمن الخلاطة عن تطرية بسطح البلوري للسكر الخام حيث أن معظم الشوائب للسكر تتركز على سطح البلورة وفي مرحلة الفرز يتم طرد شراب الصويل بالقوة النابذة.

ثم يضاف الماء البارد للسكر وبالتالي تذوب الطبقة السطحية المشوبة ونلاحظ عندها أن لون السكر قد أصبح أفتح من السكر الخام ويسمى عندئذٍ هذا السكر بالسكر المصول. وتتم العملية بصب الكتلة الاصطناعية ضمن سلة الفارزة التي تدور بسرعة 800-1000 دورة بالدقيقة وبما أن السلة مثقبة على الجوانب وبها مصفاة نحاسية ثقوبها أصغر من بلورات السكر فإن المصفاة تحجز السكر والشراب الصويل ينطرد خارجاً. وعندها يصب الماء على السكر لتصويله.

وأثناء العمل يجب مراعاة النواحي التالية:

1- عدم تفريغ الكتلة الاصطناعية إلى سلة الفارزة إلا بعد تدوير الفارزة بالسرعة المناسبة.

2- عدم إضافة كميات كبيرة من الماء للغسيل حتى لا يذاب معظم السكر.

3- عدم توقيف الفارزة وتفريغها من السكر إلا بعد التأكد من نظافة السكر المصول.



4- عدم تفريغ كميات كبيرة من الكتلة الاصطناعية إلى سلة الفارزة حتى لا تذهب قسم من الكتلة الاصطناعية مع شراب الصويل (تطويف).

5- قسم من الشراب الصويل الناتج يعاد إلى خلاط السكر الأحمر بينما القسم الأكبر يذهب إلى الطبخة رقم (4) بغية البلورة.  
4- صهاريج أو خلاط إذابة السكر الموصول:

عبارة عن حوض يحوض محور أفقي يضيف العامل الماء الساخن والبخار للتسخين ولتسريع عملية الإذابة ويحرك جيداً.

وأثناء العمل يجب مراعاة النواحي التالية:

1- إذابة السكر الموصول بالماء الساخن.

2- إذابة السكر الموصول بماء غسيل الزيت (ماء حلو).

3- إذابة السكر الموصول بماء غسيل الأكياس الخيش المبللة بأثار السكر (ماء حلو).

4- الانتباه إلى التركيز النهائي لكثافة المحلول السكري بحيث يكون بحدود 60-65 بركس.

5- تسخين وتحريك المحلول بشكل جيد ودرجة حرارة 85-90° حتى يتم تذويب كامل ذرات بلورات السكر.

5- صهاريج الإذابة (ريفونت):

عبارة عن أسطوانة كبيرة تحوي محور عامودي مركب عليه أزرع للتحريك كما يوجد بخار للتسخين.

يضخ القطر من صهاريج أو خلاط الإذابة إلى صهاريج العيار حيث يقوم العامل بأخذ عينة والتأكد من كثافة المحلول بواسطة جهاز هيدرومتر بركس كما يصب في الصهريج القطر الناتج عن تذويب السكر رقم (4) + 5 سكر موصول (6) إلى الريفونت.

وأثناء العمل يجب مراعاة ما يلي:

1- معايرة: تركيز المحلول السكري (القطر أو الكليرة).

2- مراقبة لون القطر (الكليرة).

3- تسخين القطر إلى درجة الحرارة 85 أو 90°.

6- هزاز القطر:

عبارة عن مصفاة نحاسية مثقبة بثقوب صغيرة الغرض منه احتجاز الشوائب المعلقة مثل الورق - نايلون - قمع - بن - رز - الناتجة عن سكر الكنسه المؤسسة الاستهلاكية أو من تكتيس أرض الباخرة الحاملة لأكياس السكر.

7- إضافة لبن الكلس إلى القطر:

يضاف إلى القطر لبن الكلس ذو تركيز 20 بومية بنسبة 0.5-0.7 % حسب نوعية السكر الخام.

والغرض من إضافة لبن الكلس للقطر هو لتعديل حموضة القطر مثل الحموض الأمينية والأميدية. ولفصل قسم من المواد الملونة والصمغية وتسمى هذه المرحلة بصهاريج العيار.

وأثناء العمل يجب مراعاة الأمور التالية:

1- إضافة النسبة المحددة من لبن الكلس التي يحددها المختبر.

2- تحريك القطر بشكل جيد بواسطة الهواء المضغوط.

3- تسخين القطر حتى حرارة 85-90°.

8- الإشباع بغاز الكربون (التفحيم) ستراسيون:

يمرر غاز ثاني أكسيد الكربون إلى القطر المضاف له الكلس وينتج الغاز من مراحل توليد البخار (غازات احتراق الفيوول) التي تحوي 10% يقرقر الغاز حتى الوصول إلى درجة مناسبة بحدود 6.1-7.1 % التي ترسب أكبر كمية من الرواسب فمن أجل خزان تفحيم يحوي 70 هـل من القطر يلزمنا وقت بحدود 15-25 دقيقة وذلك حسب نسبة الكلس المضاف وكمية الغاز المارة وعادة يسحب الغاز من أفران توليد البخار بواسطة مضخة غاز تقوم بشفط الغاز وضغطه إلى

خزان الإشباع (التفحيم). ماراً الغاز قبل المضخة على سيكلون (عبارة عن صهرج أسطواني كبير الغاية منه ترسيب الهباب ضمنه وحتى يرد إلى المضخة غازات لا تحوي معلقات صلبة) حتى لا يؤثر على مضخة الغاز.  
وأثناء العمل يجب مراعاة ما يلي:

1- الإشباع بغاز ثاني أكسيد الكربون حتى الوصول إلى درجة PH مناسبة.

2- مراقبة نسبة الفحم.

3- عدم وضع كمية معينة من القطر ضمن خزان الإشباع وذلك حتى يستطيع الغاز المقررة وإلا فعندها سوف يحدث ثقل على المحرك الكهربائي للمضخة ولجهاز المضخة بالذات وتتعلل المضخة.

4- مراقبة درجة الحرارة وتسخين القطر حتى 85-90 ° مئوية.

5- مراقبة تركيز القطر بحدود 55-60 بركس.

ملاحظة:

في مصنع سكر عدرا فإن مرحلة إضافة الكلس والإشباع بغاز الكربون تختصر في مرحلة واحدة هي:

- إضافة كمية قليلة من لبن الكلس.

- إضافة مادة سوبرفوسفات الكالسيوم (مادة حمضية).

- وتعير القلوية حتى PH=7.5 حيث أن إضافة الكلس والسوبرفوسفات

تساعد على ترسيب الشوائب الموجودة في القطر.

- إلا أن هذه الطريقة تعطي قطر غير معالج بشكل جيد وبالتالي سكر

أبيض غير جيد سواء في طريقة الإشباع بغاز الكربون أو بطريقة إضافة السوبرفوسفات فإنه نحصل على قطر يحوي معلقات راسبة تصب في خلاط يسمى الملاكسير لأنه لو وضع القطر في خزان دون تحريك فإن المواد المعلقة سوف تترسب في قعر الخزان مما يؤدي إلى تسطيم كافة الخطوط والتمديدات.

## 9- التصفية الأولى:

إن القطر الذي عولج بالكلس وأشبع بغاز الكربون أصبح يحوي شوائب معلقة وراسبة يتم تصفيته بواسطة المصافي الضاغطة.

فالمصفاة الضاغطة تتألف من حوالي 40 بلاكات أبعاد بحدود  $1 \times 1$  م تحوي على سطح أفاريز تلبس البلاكه (البلاكنه) بالخيش بطبقتين ثم بطبقة من القماش القطني الذي له مسامات محددة ويوجد بين كل بلاكنه وأخرى البرواز (الإطار) وظيفته تجميع الزبد (الشوائب المفصولة).

تضغط البلانكات والبراويز بضغط على بعضها بحدود 180 كغ/ سم<sup>2</sup> ويمر القطر ضمن مجاري ناتجة عن جميع البلانكات بضغط بحدود 3 طغ/ سم<sup>2</sup> ومن هنا جاء اسم المصافي الضاغطة.

كما يوجد خط ماء ساخن وخط بخار للمصفاة الواحدة.

وأثناء العمل يجب مراعاة النواحي التالية:

- 1- الحصول على قطر رائق لا يحوي شوائب أو ترسبات.
- 2- ضرورة تنظيف البلانكات وتغيير القماش القطني والخيش عند الضرورة.

3- الانتباه إلى سكورة البخار والماء واستعمالها بشكل نظامي حيث لا يجز أن نرسل إلى المصفاة في نفس الوقت القطر والبخار معاً.

4- يجب ملاحظة نوعية وسماكة الزبد.

5- يمكن إضافة محلول معلق من ترابة التصفية (ديكاليت - كليجور) إلى المصافي قبل امرار القطر حيث أن ترابه التصفية تشكل طبقة مسامية خاصة تزيد من سرعة التصفية.

6- الانتباه إلى درجة حرارة القطر الداخل إلى المصفاة الضاغطة حيث أنه لو كانت درجة الحرارة منخفضة فإن لزوجة القطر تكون عالية جداً ومن الصعب التصفية.

7- الانتباه إلى نوعية القطر الداخل ويلاحظ أنه إذا كان القطر الداخل لم يعالج بالكلس والغاز بشكل جيد أو لم يصلو السكر بشكل صحيح فإن القطر الناتج يكون من الصعب جداً تصفيته لوجود الشوائب.

8- الانتباه إلى تركيز القطر الداخل حيث أنه يجب أن يكون في حدود معينة 50-55 برقس وإذا زاد عن 55 برقس فإن اللزوجة ستكون عالية ومن الصعب التصفية أما إذا كان البرقس أقل من 50 فإن سرعة التصفية ستكون عالية ولكن القطر الناتج سيأخذ وقتاً أكثر أثناء عملية الطبخ أي تبخر كمية أكبر من الماء.

### 10- إضافة الفحم الفعال (الكاربومكسر):

تعني كلمة كاربومكسر خلاط الفحم عبارة عن وعاء أسطواني يحوي خلاط ومزود بخط بخار للتسخين يعبأ القطر الناتج عن التصفية الأولى فيه. ويضاف له محلول الفحم الفعال لإزالة لون القطر ويسخن المزيج بدرجة 85 درجة مئوية. وأثناء العمل يجب مراعاة الأمور التالية:

1- ضرورة إضافة محلول الفحم الفعال بشكل منتظم ومحسوب للحصول على قطر بلون مقبول.

2- ضرورة تسخين القطر لغاية 85-90 ° لتسهيل عملية التصفية.

3- مراقبة PH للقطر.

ملاحظة (1):

ويوجد في بعض المصانع أسطوانات كبيرة مغلقة تحوي الفحم الفعال الخشن يمر القطر داخل الأسطوانة بسرعة محسوبة ويخرج القطر من فتحة الخروج ويكون لونه قد زال ولكن يخشى من هروب بعض ذرات الفحم لذا يوجد بعد هذه المرحلة مرحلة التصفية. وبعد عدة أيام يزول نشاط الفحم الفعال. لذا يجدد بحرقه بوعاء خاص ثم يمرر عليه بخار الماء ثم بالتالي يعود إلى نشاطه.

ملاحظة (2):

يوجد طريقة حديثة لإزالة لون القطر وهي طريقة:

المبادلات الشاردية وخاصة (اليونكس):

اليونكس عبارة عن مادة عضوية صناعية لها حبات تشبه الرمل تعبأ ضمن أسطوانات خاصة مغلقة ولدا مرور القطر عبر حبات اليونكس ينتج قطر لا لون له وهي طريقة حديثة.

ولكن بعد مرور وقت على مرور القطر نلاحظ أن اليونكس يفقد فعاليته لذا لابد من تنشيطه ويتم التنشيط بغسل اليونكس بالماء الساخن ثم امرار محلول ملح الطعام تركيز 5-10% لعدة ساعات ثم نغسل اليونكس بالماء الساخن ثم نمرر القطر من جديد.

ملاحظة (3):

تتبع في بعض المصانع بأن تحرق الكبريت ويتشكل غاز ثاني أوكسيد الكبريت الذي يفرقر ضمن القطر المراد إزالة لونه حيث أن غاز الكبريت مرجع ومزيل للألوان. إذ نستطيع القول أن جميع الطرق السابقة هي فقط لإزالة لون القطر وجعله عديم اللون قدر الإمكان.

11- التصفية الثانية:

تتم بواسطة المصافي الضاغطة أيضاً بغية فصل حبات الفحم الفعال عن القطر.

وأثناء العمل يجب مراعاة الأمور التالية:

- 1- الحصول على قطر رائق لا يحوي أي أثر لذرات الفحم.
- 2- تنظيف بلاناكات المصافي وتغيير القماش القطني والخيش عند الضرورة.

3- الانتباه إلى سكورة البخار والقطر.

4- مراقبة الزيد ونوعيته.

5- الانتباه إلى درجة حرارة القطر.

6- الانتباه إلى تركيز القطر .

ملاحظة (1):

إن الزيد (الشوائب) الناتجة عن التصفية الأولى ترسل إلى خلاط الزيد حيث يضاف الماء ونحصل على معلق يرسل إلى مصفاة ضاغطة تسمى مصفاة الزيد. أما المحلول الناتج عن التصفية يرسل لإذابة السكر الموصول (ماء حلو).

ملاحظة (2):

إن الزيد (الشوائب) الناتجة عن التصفية الثانية (فحم) ترسل إلى خلاط زيد آخر يضاف إليها الماء ونحصل على معلق يسمى أيضاً (ماء حلو). يمكن أن يستخدم لتذويب السكر الموصول (ماء حلو) أو يصب في الميلاكسير .

1- التصفية الميكانيكية (بروكش):

عبارة عن مصفاة تخلص القطر من الشوائب والذرات التي استطاعت المرور عبر التصفية الثانية أي عبارة عن مصافي احتياط ومصافي البروكش عبارة عن صندوق يحوي بلانكات عبارة عن أسياخ تلبس بالقماش القطني وبمر القطر عبر القماش وبالتالي يعلق الشوائب على سطح القماش بينما القطر يتابع مروره إلى قسم الطبخ .

13- طبخ السكر (بلورة) الطبخة رقم (1) :

إن القطر الناتج عن مصافي البروكش يذهب إلى جهاز الطبخ رقم (1) للحصول على السكر الأبيض وأن عملية الطبخ عبارة عن تكثيف القطر وتشكيل بلورات السكر في الطبخة وإن جهاز الطبخ عبارة عن اسطوانة سعة 35 طن تقريباً تحوي في القسم السفلي على عدد كبير من الأنابيب للتسخين (كلور) يمر البخار على الجدار الخارجي بينما القطر يكون داخل الأنابيب والجهاز. كما أن للجهاز من الأعلى فتحة متصلة بأنابيب صحية لتخلية الجهاز (فاكوم).

الغرض من التفريغ (الفاكوم) داخل الجهاز :

- 1- حقن درجة غليان المزيج .
  - 2- لمنع تشكل الكراميل (ناتج تخرب السكر بالحرارة) .
  - 3- لتحريك المزيج ونسحب القطر من صهاريج الأقطار إلى جهاز الطبخ .
  - 4- الإسراع في عملية التبخير وبالتالي الطبخ.
- إن القطر الداخل للجهاز يدخل بواسطة فرق الضغط بين خزان القطر وجهاز الطبخ يقوم الطباخ بفتح البخار على الجهاز (كاندر) وبالتالي يحصل انتقال حراري مابين البخار والقطر فتتبخر المياه الموجودة في القطر حتى نصل إلى درجة التشبع وعندها يعطي الطباخ للجهاز حوالي 1كغ سكر بودرة فنتشكل نوى بلورات (مرحلة البذرة) وبعدها نعطي للطبخة حوالي 750غ من النيلة الزرقاء. ثم حوالي 1/ كغ من مادة البلانكيب (هيدرو سلفيت الصوديوم) المادة المرجعة التي تطلق غاز ثاني أوكسيد الكبريت لقصر الألوان.
- تغذى الطبخة بقطر ونتابع عملية التبخير ونراقب عدد البلورات وأشكالها حتى نصل إلى تركيز 92 برقس وعندها تكون الطبخة (1) قد انتهت .
- وأثناء العمل يجب مراعاة الأمور التالية :
- 1- فحص لون القطر الوارد لقسم الطبخ .
  - 2- فحص كثافة القطر الذي يجب أن يكون بحدود 50-55 برقس .
  - 3- الاعتناء بإضافة المواد الكيميائية (بلانكيب - نيلة زرقاء بشكل نظامي)
  - 4- مراقبة كثافة الطبخة وأشكال البلورات (أحجامها) .
  - 5- مراقبة درجة الحرارة باستمرار لمنع تشكل الكراميل.
  - 6- مراقبة الفاكوم (قوة الشفط) ضمن الجهاز يجب أن يكون بحدود 55-60سم زئبق.
- 14- برادات الطبخ الأبيض :



للطبخت رقم (1) و(2) و(3): عبارة عن حوض كبير يتسع لطبخة كاملة يحوي أكس (محورة) أفقي مركب عليه. أزرع أو على شكل حلزون تنزل إلى داخله الطبخة النازلة من جهاز الطبخ وللطبخت رقم (1) و(2) و(3) يوجد في مصنع سكر حمص ثلاث برادات للطبخت 3+2+1 أما وظيفة البراد فهي الاحتفاظ بشكل البلورة وذلك عند نبذها بالفارزات. كما أنه يعمل على تكبير حجم بلورات السكر .

وأثناء العمل يجب مراعاة الأمور التالية :

- 1- الانتباه إلى عدم توقف البراد عن دورانه وخاصة لدى وجود طبخة لأن هذا التوقف يؤدي إلى ترسب بلورات السكر وجفاف الطبخة بكاملها ويصعب بعدها تفريغ البراد أي الطبخة.
  - 2- عند وجود الطبخة في البراد يضاف لها كمية من القطر أو الشراب بالكمية المناسبة وحسب الحاجة حتى تتشكل ذرات سكر متجانسة الحجم.
  - 3- ترسل عينة من الطبخة النازلة للبراد للمختبر .
  - 4- ضرورة غسل البراد بعد تفريغ الطبخة من البراد .
  - 5- فحص الزيوت المعدنية الموجودة في علبة سرعة محرك البراد.
- ترسل الطبخة بعد ذلك إلى خلاط السكر الأبيض ومنه إلى بلورات السكر.
- 15- نابذات السكر الأبيض :

يتم نبذ الطبخة رقم (1) بواسطة النابذات التي هي عبارة عن سلة مثقبة بثقوب مركب عليها مصفاة نحاسية مثقبة بثقوب أصغر من بلورة السكر تدور بسرعة كبيرة جداً بالدقيقة حوالي 800-1000 دورة /بالدقيقة فينترد الشراب خارجاً ويسمى عندها الشراب رقم (1) الذي يطبخ طبخة رقم (2) أما السكر الناتج والموجود على السلة فيغسل بالماء البارد النظيف.

مراحل نبذ الطبخة :

- 1- المرحلة الأولى : تشغيل النابذة على السرعة البطيئة والتغذية بالطبخة .

- 2- المرحلة الثانية : زيادة سرعة النابذة وفصل الشراب .
  - 3- المرحلة الثالثة : غسيل السكر بالماء البارد ثم إمرار البخار للتجفيف.
  - 4- المرحلة الرابعة : إيقاف محرك النابذة .
  - 5- المرحلة الخامسة : تفريغ السكر الأبيض.
- ملاحظة : الكلام السابق صحيح بالنسبة للفارزات ذات العمل المتقطع كالتي موجودة في مصانعنا حالياً.
- إلا أنه توجد فارزات تعمل باستمرار دون توقف. أي يتم تغذيتها بالطبخة باستمرار وتغسل باستمرار وتفرغ باستمرار دون المرور بمرحلة التوقف هذا ويوجد فارزة واحدة في مصنع حمص مستمرة العمل.
- وأثناء العمل على فارزات السكر الأبيض يجب مراعاة مايلي :
- 1- عدم إرسال الطبخة للنابذة إلا بعد دورانها بسرعة مناسبة.
  - 2- غسل السكر عند النبذ بكمية مناسبة من الماء .
  - 3- ضرورة فتح البخار على النابذة أثناء النبذ .
  - 4- عدم توقيف النابذة إلا بعد التأكد من تنشيف السكر فيها.
  - 5- عدم توقيف الفارزة بعنف.
- 16- نشافة السكر الأبيض :
- يتم تنشيف السكر الناتج عن الفارزات قبل إرساله إلى قسم التعبئة .

### نشافة السكر الأبيض

مبدأ النشافة: هو إرسال السكر من أعلى النشافة إلى أسفلها بينما يرسل الهواء الساخن الجاف من أسفلها إلى أعلاها. حيث يقوم الهواء الساخن بسحب رطوبة السكر أما النشافة فهي عبارة عن اسطوانة كبيرة عالية يوجد بداخلها محور عامودي ومركب عليه صواني دائرية تتحرك لدى دوران المحور يسقط السكر الرطب من الأعلى إلى الأسفل .

وأثناء العمل يجب مراعاة الأمور التالية :

- 1- التأكد من دوران المحور بشكل مستمر وعدم توقفها بشكل مفاجيء.
  - 2- مراقبة الحرارة في كافة أجزاء النشافة بحيث تؤمن تجفيف السكر.
  - 3- مراقبة درجة حرارة البخار والهواء الساخن.
  - 4- مراقبة نوعية السكر الخارج من النشافة (لون - جفاف).
  - 5- تنظيف النشافة مرتان بالأسبوع من آثار السكر اللاصقة.
- 17- هزاز وغربال السكر الأبيض :

السكر الجاف يصل إلى هزاز السكر حيث يتهوى قليلاً لطرد الرطوبة المتبقية بالسكر ثم يمر السكر عبر غربيل مختلفة القياس لفصل بللورات السكر الأبيض عن الكتل السكرية المتشكلة في النشافة (قطع سكرية متحجرة) ثم يصب السكر الأبيض المغربل في خزانات السكر الأبيض (عنابر) استعداداً للتعبئة .  
هذا ويجب ملاحظة الأمور التالية أثناء العمل :

- 1- السكر الناتج من الطبخة رقم (1) يخلط مع السكر الناتج عن الطبخة رقم (3) بنسبة 1:4 . أي أن سكر رقم (3) يوزع إلى أربع طبخات سكر رقم (1).
  - 2- السكر الناتج عن الطبخة رقم (2) يعبأ مباشرة دون أي خلط مع آخر.
  - 3- ضرورة التأكد من سلامة الغربيل وعدم وجود ثقب فيها .
- 18- تعبئة السكر الأبيض :

ذكرنا في الفقرة السابقة أن السكر الأبيض موجود ضمن خزانات السكر الأبيض التي سميت بالعنابر .

يوجد في قاعدة العنبر ميزان معلق يمرر 50 كغ فقط سكر بالتقريب.  
لذا يعلق الكيس على دو الميزان فيزن 60كغ ثم ننزل الكيس وننقله إلى قبان المعايرة للتأكد من الوزن بالدقة يجب ملاحظة ألا يزيد أو ينقص وزن الكيس عن 50كغ والحد المسموح للخطأ هو 30غ ثم ينقل الكيس المغزون بعد دمهغه بخاتم الوردية إلى ماكينة خياطة الكيس ثم القشاط الناقل إلى المستودع.

وأثناء العمل في قسم السكر الأبيض يجب مراعاة الأمور التالية :

- 1- فحص أكياس الخام الفارغة من حيث المقاسات والنوعية.
- 2- الاهتمام بضبط وزن الكيس 50كغ.
- 3- الاهتمام بخياطة الأكياس بحيث تكون القطبة صغيرة لمنع الهزارة أثناء النقل.
- 4- عدم تمزيق الأكياس أثناء نقلها على العربات.
- 5- الاعتناء بتستيف الأكياس المعبأة بالسكر الأبيض بالمستودع.
- 6- عدم وضع الأكياس على طبقات عالية لمنع تكسر الأكياس.
- 7- الانتباه إلى عمل عداد أكياس السكر لمعرفة إنتاج المصنع من السكر الأبيض.

#### 19- الطبخة البيضاء رقم (2) :

إن الشراب الناتج عن نبذ الطبخة رقم (1) يعاد لقسم الطبخ بواسطة مضخات مسنن لتشكيل الطبخة رقم (2) حيث تعاد نفس مراحل الطبخة رقم (1) ثم ننزل الطبخة رقم (2) للبراد ثم تتبذ لفصل الشراب عن بلورات السكر حيث السكر يرسل إلى النشافة فالغريال فالتعبئة مثل السكر رقم (1) بالضبط. أما الشراب الناتج عن الطبخة رقم (2) فيعود لقسم الطبخ لتشكيل الطبخة رقم (3) إن نقاوة الطبخة رقم (2) هي بحدود 98% وكثافتها من 92-93 بركس.

#### 20- الطبخة البيضاء رقم (3) :

إن الشراب الناتج عن نبذ الطبخة رقم (2) يتم بواسطة تشكيل الطبخة رقم (3) . وعند انتهاء الطبخة تنزل إلى البراد ثم تتبذ لفصل الشراب عن السكر مثل الطبختات (2+1) والسكر الناتج يرسل إلى النشافة ومنها إلى الغريال فالتعبئة . أما الفرق ما بين الطبختات رقم (2+1) والطبخة رقم (3) فهو أنه في نبذ الطبختات (2+1) نحصل على شراب واحد. أما في حال نبذ الطبخة رقم (3) فنحصل على شرابين.

آ- شراب فقير: ناتج عن نبذ الطبخة رقم (3) مباشرة يضح لتشكل الطبخة رقم (4).

ب- شراب غني: ناتج عن نبذ الطبخة بعد الغسل يضح ويعاد لنفس الطبخة أي طبخة رقم (3).

ج- السكر رقم (3) الناتج فلا يعبأ مباشرة بالأكياء لأن مواصفاته من حيث اللون غير جيدة لذا يخلط مع السكر رقم (1) الجيد. ونحصل على سكر أبيض موحد.

ملاحظة: (1):

إذ أن في تشكيل الطبقات البيض 1+2+3 يتكون:

1- سكر أبيض رقم (1): جيد .

2- سكر أبيض رقم (2): وسط .

3- سكر أبيض رقم (3): مقبول .

لذا يخلط السكر 1+3 بنسبة 4+1 بينما السكر رقم (2) يعبأ مباشرة.

ملاحظة: (2):

إذا من الطبخة رقم (3) حصلنا على شراب غني يعاد للطبخة (3) نفسها وشراب فقير لتشكل الطبخة رقم (4) الطبخ الأحمر مع شراب الصويل الناتج عن تصويل السكر الخام.

21- الطبخة الحمراء رقم (4):

إن الشراب الفقير رقم (3) مع شراب الصويل الناتج عن تصويل السكر الأحمر يستعمل لتشكل الطبخة رقم (4) وإن عملية طبخ السكر الأحمر هي نفس عملية طبخ السكر الأبيض وبعد الانتهاء من تشكيل الطبخة رقم (4) تنزل إلى البراد (براد السكر الأحمر) ثم تنبذ لفصل الشراب رقم (4) عن بلورات السكر. أما بلورات السكر (4) فتذوب في خلاط صويل الوسط وترسل إلى صهاريج العيار حيث يعاد تكريرها أي يضاف الكلس والإشباع بغاز الكربون والتصفية الأولى ثم

إضافة الفحم الفعال ثم التصفية الثانية أي نحصل على قطر وبعدها يطبخ القطر طبخه رقم (1) .

أما الشراب الناتج عن الطبخة رقم (4) فيعود للقسم الطبخ لتشكيل الطبخة رقم (5) إن كثافة الطبخة رقم (4) بحدود 93-94% بركس والنقاوة 90%. أي أن الطبخة رقم (4) تعامل مثل الطبخة رقم (1) ولكن لا يضاف إلا النيلة الزرقاء والبلانكيث.

### 22- الطبخة الحمراء رقم (5) :

إن الشراب رقم (4) يستعمل لتشكيل الطبخة رقم (5) وبعد الانتهاء من تشكيل الطبخة رقم (5) تنزل إلى البراد وبعدها ترسل الطبخة إلى نابذات السكر الأحمر فنحصل على شرايين:

1- شراب رقم (5) فقير ينتج من نبذ الطبخة رقم (5) مباشرة يستخدم لتشكيل الطبخة رقم (6)

2- شراب رقم (5) غني ينتج من نبذ الطبخة بعد الغسيل يستخدم لتشكيل الطبخة رقم (5) ثانية.

أما السكر الناتج سكر رقم (55) فيذاب في خلاط صويل الوسط ثم ترسل إلى صهاريج العيار (الريفونت) حيث يتشكل القطر .

إن نقاوة الطبخة رقم (55) بحدود 80 وكثافتها من 93-95 بركس.

وأثناء العمل في محطة الطبخ للطبخات 4+5 يجب مراعاة مايلي :

1- مراقبة تأسيس الطبخة بشكل جيد للحصول على بلورات متجانسة.

2- مراقبة الكثافة النهائية نوعية بلورات السكر.

3- مراقبة درجة حرارة جهاز الطبخ باستمرار.

4- مراقبة الفاكوم (شدة الضغط) باستمرار.

5- عدم مزج الأشربة مع بعضها ووضع كل شراب في الخزان المعد له.

برادات السكر الأحمر 4+5 يجب مراعاة مايلي :

- 1- الانتباه إلى عدم توقف البراد وخاصة عندما يكون ملآن .
- 2- أخذ عينة من الطبقات أثناء انزالها للبراد.
- 3- غسل البراد بعد الانتهاء من نبذ الطبخة (تفريغه) .
- 4- تعقيم البراد من حين لآخر وذلك بإضافة لبن الكلس أو الصود الكاوية
- 5- الانتباه إلى وجود زيت معدني في علبة سرعة محرك البراد.  
 نابذات السكر الأحمر 5+4 يجب مراعاة مايلي :
- 1- غسل السكر رقم 5+4 أثناء النبذ بكميات مناسبة من الماء (يحددها المختبر) حسب نوعية الطبخ والسكر .
- 2- عدم توقيف النابذة إلا بعد التأكد من نظافة السكر المنبوذ.
- 3- عدم توقيف النابذة بعنف.
- 23- الطبخة الأخيرة رقم (6)
- يستعمل في تشكيل الطبخة رقم (6) الشراب الناتج عن نبذ الطبخة رقم (5) الفقير. وعند تشكيل الطبخة رقم (6) تنزل إلى البراد وتبقى لمدة 8-16 ساعة حتى تبرد للدرجة 50 °م ويضاف للطبخة كميات محسوبة من الماء وبعد ذلك تبيذ الطبخة على النابذات.
- فالسكر الأحمر الناتج عن النبذ يرسل إلى خلاط خاص حيث يخلط بشراب صويل (6) ثم ينبذ مرة ثانية إلى نابذات الطبخ 5+4 الوسط بغية تصويل السكر الناتج عن الطبخة رقم (6) ثم يذاب السطر في خلاط إذابة السكر الموصول ويضخ إلى الريفونت ليتابع دورة التكرير .
- ومن نبذ الطبخة رقم (6) ينتج شراب يسمى (الميلاس) الذي كثافته 84 بركس ونقاوته بحدود 50% واستقطابه بين 45 إلى 50% .
- وأثناء الطبخ للطبخة رقم (56) يجب مراعاة الأمور التالية :

- وخاصة إن هذه الطبخة تتطلب اعتناء زائد سواء في تشكيلها أو تحضيرها في البراد أو نبذها حيث أنها المصدر الرئيسي لزيادة نسبة ضياع السكر.
- 2- الاعتناء بتأسيس الطبخة وتشكيل بلورات السكر بالشكل المطلوب.
- 2- الاعتناء بإضافة الأشرطة إلى الطبخة بشكل مناسب وكمية مناسبة .
- 3- مراقبة جميع المراحل الأخرى الواردة بالنسبة للطبخات 4 و 5 .
- 4- الانتباه إلى الرغبة التي تحدث في أعلى الجهاز الطبخ والسعي لتذليلها وذلك بإضافة مادة الشحم الحيواني أو الانتيفوم (مضادة للرغوة أو الفوران) .
- 5- ضرورة إجراء تحليل مخبري بما يسمى بالكتلة النصف المطبوخة (ديماكويت).

براد السكر بالنسبة للطبخة رقم (6) :

- عبارة عن حوض أفقي يحوي محور أفقي مركب عليه حلزون أو أزرج مجوفة يمر الماء البارد فيها وذلك لتبريد الطبخة.
- وبالنسبة لبراد السكر التابع للطبخة رقم (6) يجب مراعاة مايلي :
- 1- تحديد بدقة كمية الماء المضافة للبرد وحسب مواصفات الطبخة. وذلك للحصول على ميلاس ذو مواصفات جيدة.
- 2- فتح الماء على الحلزون المبرد للطبخة لتشكيل بلورات سكر متجانسة.
- نايذات الطبخة رقم (6) :
- 1- عدم فتح البخار للفارزة إلا عند الضرورة وحسب نوعية الطبخ وكثافة زيادة السكر.
- 2- لا يجوز مطلقاً فتح الماء على النايذة أثناء عملية النبذ.
- 3- عند الابتداء بنبذ الطبخة رقم (6) تؤخذ عينة من الميلاس الناتج وتحلل.
- 4- عدم توقيف النايذة إلا بعد التأكد من أن السكر المنبوذ خال من الميلاس قدر الإمكان.



5- عدم إرسال الميلاس إلى خزانات التصدير إلا بعد تحليله والتأكد من مواصفاته.

معلومات عن تكرير السكر الخامي في مصنع سكر حمص:

- طاقة المصنع ادخال 300 طن سكر خام ب 24 ساعة .
- يوجد جاروشنتين ورافعتين للسكر الخام (احتياط) .
- يوجد خلاطين للسكر الخامي (احتياط) .
- ثلاث فاروات أتوماتيك للسكر الصويل.
- خلاط إذابة واحد للسكر المصول.
- يوجد صهريجين.
- يوجد صهريج عيار للسكر الكنسه .
- هزاز قطر واحد .
- صهريجين عيار إضافة لبن الكلس.
- ثلاث خزانات إشباع بغاز الكربون.
- ملاكسير .
- سبع مصافي ضاغطة (تصفية أولى).
- خلاطين إضافة الفحم الفعال.
- ثلاث مصافي ضاغطة (تصفية ثانية) .
- ثلاث مصافي بروش (تصفية ميكانيكية).
- ست أجهزة طبخ 1-2-3-4-5-6
- ثلاث برادات للطبخات البيض  $1+2+3$  .
- براد للطبخة رقم (4) .
- براد للطبخة رقم (5) .
- برادين للطبخة رقم (56) .
- أربع نابذات للطبخات البيض  $1+2+3$  المنتج الأول .

- ثلاث نابذات للطبخات 4 + 5
  - ثلاث نابذات للطبخة (6)
  - نشافة واحدة للسكر الأبيض .
  - هزاز وغريال واحد لغريلة السكر.
- المنتوج الوسط .
- المنتوج الأخير .

## الفصل الثاني

### 2- صناعة التخمر

#### 2-1 خميرة الخبز

#### 2-2 تخمير المولاس في صناعة الكحول الاتيلي

#### 3-2 تخمير العنب

#### 1-2 خميرة الخبز

الخمائر أحياء نباتية مجهرية لا تحوي المادة الكلوروفية وهي من فصيلة الفطريات. وتمثل الكيمياوي وسرعة الانتشار بالماء والبقاء لفترة معقولة دون تلفها في الظروف الاعتيادية خاصة عندما تكون جافة وتعمل على تخمر العجين وتتكاثر بطريقة الانقسام.

إن فكرة إنتاج خميرة الخبز تعتمد على توفير أحسن الظروف الملائمة لفسح المجال للخمائر بالنكاثر وذلك بإعطاء المواد الغذائية الأساسية وتوفير الحرارة والحامضة والتهوية الضرورية لتغذية الخمائر وتكاثرها ونوجز أدناه نبذة مختصرة عن العوامل التي تؤثر في سرعة نمو الخمائر وهي:

#### 1- المواد الغذائية:

وتمثل المركبات العضوية والأملاح اللازمة لتوفير العناصر الضرورية لتغذية الخمائر وهي:

آ- عنصر الكربون ومصدره السكريات الأحادية والثنائية والمواد غير السكرية العضوية كالأحماض الأمينية والعضوية الموجودة في المولاس بحيث يكون تركيز السكر من 8-10% سكروز.

ب- عنصر النايتروجين ومصدره الأمونيا وكبريتات الأمونيوم وفوسفات الأمونيوم والبروتينات الذائبة كالبيتايد والبيتون الموجودة في مولاس الشمندر ويمكن الحصول على أكبر كمية من الخميرة بتقليل كمية السكر واستعمال مركبات النايتروجين بكميات أكبر وضمن حدود خاصة.

ج- عنصر الفوسفور ومصدره فوسفات ثنائية الأمونيوم أحادية الهيدروجين وهو عنصر أساسي في تركيب الخمائر وبدونه لا يمكن الحصول على الخميرة بالكميات المطلوبة.

د- المغنسيوم ويساعد على زيادة كميات الخميرة ويضاف إلى أحواض التخمر بشكل كبريتات المغنسيوم.

وقد دلت التجارب العلمية على أن لوجود بعض الفيتامات تأثير كبير على إنتاج الخميرة وهي:

أولاً - البايوتين 0.29 جزء / مليون.

ثانياً - البانتوثين 0.50 جزء / مليون.

ثالثاً - الاينوسيتول 1200 جزء / مليون.

ويحوي مولاس الشمندر على نسب معقولة من البانتوثين والايينوسيتول ولاحتواء مولاس القصب على البايوتين فعليه يفضل في إنتاج خميرة الخبز مزج مولاس الشمندر بحوالي 20% مولاس قصب هذا ويفضل استعمال مولاس الشمندر في إنتاج خميرة الخبز عن مولاس القصب.

درجة الحرارة:

للحرارة تأثير كبير على سرعة تكاثر الخمائر فقد دلت التجارب العملية على أن أحسن الظروف الحرارية الملائمة لعملية التخمير بأن تبدأ العملية بدرجة حرارة 25-26 م°.

درجة الـ ب.هـ : PH

يجب السيطرة على درجة الـ ب.هـ للمحلول داخل المفاعلات وجعله من 4 إلى 4.5 علماً بأن كمية الخميرة الناتجة تتأثر كثيراً بتغيير الحامضية، هذا ويصبح لون الخميرة الناتجة غامقاً إذا انخفضت درجة ب.هـ المحلول عن 3.

4- التهوية:

يمرر الهواء أثناء عملية التخمير ومن القسم السفلي ويكون بشكل فقاعات صغيرة ومنتشرة ولأوكسجين تأثير كبير على سرعة التخمير للإسراع في عملية التنفس ويحتاج التفاعل من 25-30 م 3 من الهواء لإنتاج كيلو غرام واحد من الخميرة الطرية.

مراحل إنتاج خميرة الخبز:

تتلخص مراحل إنتاج الخميرة بما يلي:

1- يخفف المولاس بالماء وينقى من الشوائب العالقة بالفصل أو التركيز أو الترشيح أو بالناوبات وتعديل درجة ب.هـ إلى ما بين 4.5-5 ثم يعقم بالبخار المباشر ثم يترك لنتخفص درجة حرارته إلى 25 م° ثم ينقل إلى المفاعلات وتضاف إليه المواد الكيماوية اللازمة بحيث يصبح حجم المحلول داخل مفاعل 70% من حجم المفاعل الكلي.

2- تحضير الخميرة الأم مخبرياً من خلية واحدة تغذى في أجهزة

مختبرية معقمة بمولاس مضافاً إليه الأملاح اللازمة لتغذية الخميرة وفي درجة حرارة ثابتة فتتكاثر الخلية بالانقسام وبعد الحصول على الكمية المطلوبة من الخميرة الأم تنتقل إلى المفاعل الأول.

3- يمر الهواء في المفاعل الأول فتبدأ الخمائر بالتكاثر وهنا يجب ملاحظة درجة الحرارة وب.هـ المحلول باستمرار لتوفير الجو المناسب لتكاثر الخمائر.

4- بعد ذلك تنقل محتويات المفاعل الأول إلى المفاعل الثاني وتكرر نفس الخطوات المذكورة في 3 مع المفاعل الأول مع ملاحظة أن يكون حجم المفاعل الثاني من أضعاف حجم المفاعل الأول وعلى أن لا يزيد عن عشرة أمثاله.

5- ثم تنقل محتويات المفاعل الثاني إلى المفاعل الثالث ثم إلى الرابع وهكذا مراحل متعددة وتغذية مستمرة بالمولاس والمواد الكيميائية حتى الحصول على كمية كافية من معلق الخميرة. وندعو هذه المراحل السابقة بمرحلة الزرعة.

6- مرحلة التخمير الكحولي: يضاف لبن الخميرة الناتج عن آخر مرحلة من مراحل الزرعة إلى خزان التخمير الكحولي الذي يكون وحيداً وحجمه لا يزيد عن 10 أمثال حجم آخر مفاعل في الزرعة وتغذى الخميرة في هذه المرحلة بإضافة كامل المواد الكيميائية اللازمة منذ بدء عملية التخمير أما الميلاس فإنه إما أن يضاف بكامله أو يضاف تدريجياً وتستغرق هذه المرحلة حوالي 12-16 ساعة (مع ملاحظة استمرار مرور الهواء اللازم وملاحظة درجة ب.هـ ودرجة الحرارة اللازمة) بعدها

يتم إما فرز الخميرة على شكل لبن الخميرة عن سائل التخمر وتغسل عدة مرات بالماء أو تنقل والتي تدعى أيضاً بمرحلة التخمر الهوائي أو بمرحلة التجاري.

8- مرحلة التخمر اللاكحولي: تزداد في هذه المرحلة كمية الهواء زيادة كبيرة وتدرجية لمنع الخميرة من تكوين الكحول بل على العكس لمساعدة الخميرة على امتصاص الكحول المتكون من المرحلة السابقة في حالة نقل محتويات التخمر الكحولي بكاملها بدون فرز إلى هذه المرحلة.

وتغذى الخميرة تدريجياً بالمولاس وبالمواد الكيميائية اللازمة مع المحافظة على درجة ب.ه. بين 4.2-5 وكذلك درجة الحرارة بحدود 30 م° وتستغرق هذه العملية أيضاً بحدود 16-20 ساعة بعدها يتم فرز الخميرة على شكل لبن الخميرة عن سائل التخمر وتغسل عدة مرات وتحفظ بدرجة 54 م عند كثافة 6-9 بومية. ثم يرشح لبن الخميرة في مرشحات ضاغطة أو تحت الفراغ لتحويله إلى شكل عجيني ثم تكبس على شكل خميرة طرية بشكل متوازي المستطيلات وتغلف وتكون نسبة المواد الصلبة فيها حوالي 27-28 % وهي في هذه الحالة تكون معدة للاستعمال السريع.

أما عند الرغبة في الاحتفاظ بالخميرة لفترة طويلة فتجفف بدرجة حرارة منخفضة بفعل تيار من الهواء ثم تعبأ في أكياس أو صفايح لا تتأثر بالرطوبة ومفرغة من الهواء أو تحوي غاز خامل كغاز النتروجين.

وتحتوي خميرة الخبز وغيرها من الخمائر المستعملة كغذاء على نسبة عالية من البروتين والألبومين وفيها نسبة لا بأس بها من أنواع متعددة من فيتامين ب.

إن الفضلات الناتجة من وحدة إنتاج الخميرة الخبز يمكن الإفادة منها مجدداً لإنتاج أنواع أخرى من الخمائر مثل خميرة العلف لتغذية الحيوانات. وإن التحكم باختبار نوع الخميرة المراد إنتاجها يتيح مجالاً واسعاً للحصول على أنواع عدة من الخمائر تختلف عن بعضها في الخواص والتركيب ويفسح المجال لإنتاج النوع المرغوب فيه حسب مختلف الحاجات وأخص بالذكر أدناه خواص الخميرة المنتجة للاستهلاك البشري (عدا خميرة الخبز) لكل 100 غرام وهي:

1- المواد الصلبة	95.4 %
2- بروتين	51.0 %
3- زلال	6.7 %
4- أملاح مختلفة	7.2 %
5- حوامض	3.2 %

كما تحوي هذه الخميرة فيتامينات (ب) المركبة وبالكميات التالية:

ب1	8 ملغرام	ب5	31 ملغرام
ب2	4.8 ملغرام	ب6	1.2 ملغرام
ب3	8.1 ملغرام	ب7	0.2 ملغرام
ب4	300-600 ملغرام	ب8	270-500 ملغرام



0.2 ملغرام	ب9
------------	----

من هذا يتضح بأن للخمائر فائدة غذائية مهمة للحيوانات المختلفة إضافة إلى استعمالها كخميرة خبز.

## 2-2 المولاس في صناعة الكحول الايتلي:

منذ بداية القرن التاسع عشر فتحت آفاق استخدام المولاس في عمليات التخمير لإنتاج الكحول الايتلي وأصبح الأخير وسيلة لتمويل خزينة الدولة عن طريق الضرائب التي تفرض على كميات الكحول النقي المجهزة للاستهلاكات المختلفة وأخذت صناعة التخمير تمثل استثماراً ناجحاً حتى منتصف القرن العشرين حيث تطورت الصناعات الكيماوية من منتجات البترول وأصبح الميدان الجديد مصدر أكثر وفرة وأقل تكلفة لكميات الكحول المطلوبة للاحتياجات الصناعية وللوقود غير أنه ما زال كحول التخمير مستأثراً بمجالات المشروبات الروحية ومنتجات العطور ومستحضرات التجميل.

### الكحول الايتلي:

الكحول الايتلي سائل عديم اللون ذو رائحة خاصة أقل كثافة من الماء يحترق بلهب أزرق ودرجة غليان 78 م° . يستعمل الكحول الايتلي في صناعات مختلفة منها الصناعات الكيماوية والصيدلانية ومذيب لكثير من المركبات العضوية التي لا تذوب بالماء إضافة إلى استعماله في المشروبات الروحية وكوقود.

يحضر الكحول صناعياً من تحويل سكر المولاس بتأثير بعض الأنزيمات التي تفرزها خمائر خاصة وعليه فإن اختيار نوع الخميرة والغذاء اللازم والظروف المناخية المناسبة لتكاثرها ضرورية لإنتاج الكحول.

والكحول الاتيلي كما هو معروف مصدر مهم لصناعات كثيرة لا حصر لها.

مراحل إنتاج الكحول:

تتلخص مراحل إنتاج الكحول الاتيلي عن المولاس باستعمال الخمائر بما يلي:

1- يخفف المولاس إلى الخمس بواسطة الماء بحيث تكون النسبة السكرية للمحلول 12% وزناً ثم يعقم المحلول بالبخار لقتل الخمائر والأشياء غير المرغوب فيها ثم يبرد المحلول إلى درجة 25 م° وينقل إلى المفاعل أو المفاعلات الرئيسية.

2- تحضر الخميرة الأم مختبرياً من خلية واحدة تغذى في أجهزة مختبرية بمولاس معقم مضافاً إليه المواد الكيماوية اللازمة للتغذية في درجة حرارية ثابتة وبعد الحصول على الكمية المطلوبة من الخميرة الأم تنتقل إلى المفاعل الرئيسي وتدعى الخميرة المستعملة لهذا الغرض سزفيري سكر ومايزز.

3- تضاف المواد الكيماوية اللازمة وتعديل حامضية المحلول من 4.5-4 بإضافة حامض الكبريت.

4- يمرر الهواء في المحلول لزيادة فعالية الخمائر وتكاثرها لمدة

لا تزيد عن 50 ساعة.

5- يقطع الهواء وينقل المحلول الناتج إلى جهاز التخمر اللاهوائي بعد تغذيته بالمولاس والأملاح الغذائية اللازمة حيث يتم تحويل السكر بفعال الأنزيمات التي تفرزها الخميرة إلى كحول وإلى غاز الكربون الذي يجمع ويسال ويعبأ للاستعمالات العديدة ويجب المحافظة على درجة ب.هـ 4-4.5 وعلى درجة الحرارة اللازمة لفعال الخميرة كما تتشكل نسبة قليلة من زيت الفيوزيل الذي يحوي نسبة عالية من الكحول الأميلي.

6- بعد انتهاء عملية التخمر لفصل الخميرة لاستعمالها كما سبق ذكره أما السائل المتخمر فيقطر للحصول على الكحول حيث ينتج في برج التقطير نوعين من الكحول:

الأول: بدرجة تركيز 95.5 % ويكون نقياً.

الثاني: بدرجة تركيز 92 % ويحتوي على آثار من الكحول الميتلي والالدهيدات والكحولات العالية إلا أنه يمكن إعادة تقطيره للحصول على الكحول النقي 95.5 %.

ويعطي كل طن مولاس ذو تركيز 50% سكرور حوالي:

200 كغ كحول

100 كغ غاز كربون

30 كغ خميرة علف (سكرومييز) محسوبة 59% مواد جافة

وبصفة عامة فإن نواتج التخمر الكحولي للمولاس تتفاوت تبعاً لمحتوياته من السكريات وكذلك لظروف عمليات التخمر تحقيقاً لإنتاج أي من النواتج أو الموازنة بينها.

## 2-3 تخمير العنب:

يحضر النبيذ بعملية التخمير الكحولي لعصير العنب الطازج.  
 - تحضير العصير: يغسل العنب بعد قطفه ثم يرسل للمعاصر الآلية فيعصر فيها يترك العصير بعد إضافة كمية 5-7.5 غ/لتر من حمض الكبريت  $H_2SO_3$  وذلك لإيقاف التخمر فترة من الزمن، هي الفترة الكافية للترقيد بهدف التخلص من الشوائب (الغبار والحصى، قطع القشور وعود العنب، بزرالعنب، مواد إبادة الحشرات) وتكون فترة ثلاثة ساعات كافية لترقيد القطع الكبيرة و6-8 ساعات لترقيد القطع المتوسطة وأما المعلقات الناعمة فتحتاج إلى 24-32 ساعة ليتم ترقيدها.

وفي الأحوال العادية تكفي المعامل بفترة 6-8 ساعات ترقيد. وبعد انتهاء عملية الترقيد يفصل الراسب بالمصافي أو بالقوة النابذة.

- التخمير: كان التخمير في الماضي يتم في خزانات كبيرة من الخشب أو الاسمنت ولم يكن وقتها ممكناً التأثير على سير عملية التخمير أو توجيهه.

ولكن بعد استعمال الخزانات الفولاذية (من الفولاذ المقاوم للحموض) أو المبطنه بالفولاذ المقاوم مع إمكانية تبريد وتسخين جدار هذا الخزان، وكذلك باستعمال خزانات الضغط الممكن رفع الضغط داخلها حتى 10 ضغط جوي وبالارتباط بعملية الترقيد المسبقة الذكر فتحت أمام صناعة تخمير العنب احتمالات واسعة لتوجيه عملية التخمير

والتحكم بها.

وبينما كان الاعتقاد السائد في الماضي أن تسريع عملية التخمير بالتسخين شيء مفيد لصناعة النبيذ، أصبح الاعتقاد السائد الآن أن اتباع الطرق البطيئة في عملية التخمير أكثر فائدة للنبيذ الناتج.

وتوصل الصانع إلى إبطاء عملية التخمير وذلك بسحب الأجزاء الطاردة لغاز ثاني أكسيد الفحم  $CO_2$  (وهي الشوائب) وذلك بعملية الترقيد ثم التصفية وكذلك بإزالة الغشاء من الطبقة السطحية للعصير، وباستعمال التخمير بدرجات حرارة منخفضة وبمنع انطلاق غاز ثاني أكسيد الفحم الناتج عن التخمير (التخمير تحت الضغط).

وتسمح هذه الطريقة بمنع التخمير الكامل للعصير وببقاء قسم من سكر العنب الذي يعطي النبيذ طعماً حلواً.

وكذلك يسمح التخمير البطيء للنبيذ بالاحتفاظ بالمواد العطرية الموجودة أصلاً في العصير.

- النبيذ الأحمر: حيث أن اللون الأحمر موجود أصلاً في قشرة حبات العنب، وللحصول على نبيذ أحمر تجري عملية التخمير ليس فقط على العصير بل على كامل العنب المعجون (العصير مع النقل) وكانت هذه العملية في السابق تجري في أوعية مكشوفة حيث الرغبة العالية الناتجة من انطلاق غاز ثاني أكسيد الفحم، تحرك يدوياً لتفادي انسكاب المحتوى إلى خارج الوعاء.

وقد طورت في فرنسا طريقة لتخمير النبيذ الأحمر مع التبريد، وفي ألمانيا طورت طريقة أخرى لتخمير النبيذ الأحمر في أجهزة يمكن التحكم

بالضغط والحرارة فيها.

### الفصل الثالث

3- البترول والصناعات البتروكيميائية

3-1 مقدمة

3-2 وجود البترول ومنشأه

3-3 معالجة البترول الخام في الحقول

3-4 محتويات البترول

3-5 الخواص الفيزيائية:

أ- الكثافة      ب- القيمة الحرارية للوقود

ج- درجة الوميض

د- درجة الاحتراق      هـ- اللزوجة والسيولة

3-6 التقطير التجزيئي لفصل مكونات البترول

3-7 التقطير التجزيئي تحت ضغط منخفض (الزيت الثقيل)

3-8 التنقية الكيميائية

3-9 الوقود ذو الاحتراق المنظم ورقم الأوكتان

3-10 التحطيم الحراري للبترول ونواتجه

3-10-1 طرق التحطيم الحراري

3-10-2 نواتج التحطيم

3-11 طرق الحصول على الوقود ذو رقم الأوكتان العالي

3-12 تحضير البترول صناعياً

3-13 صناعة البتروكيماويات

### 3- البترول والصناعات البتروكيميائية

#### 3-1 مقدمة:

البترول كلمة لاتينية قديمة معناها زيت الصخر Petra oil وذلك لأن هذا السائل ينبع من بين الصخور.

وتشير كلمة "البترول الخام" أو زيت النفط إلى الغازات التي توجد طبيعياً في حقول البترول وإلى السوائل التي تستخرج من آبار البترول وكذلك المواد الصلبة التي توجد ذائبة في السائل المذكور.

ويتكون البترول أساساً من الفحم الهيدروجينية ولكنه يحتوي أيضاً على كميات مختلفة من مركبات تحتوي في تركيبها على الأوكسجين والنتروجين والكبريت.

ويختلف البترول في الشكل والتركيب تبعاً للمنطقة التي يستخرج منها.

فقد يكون عبارة عن سائل عديم اللون، سهل التطاير أو في حالة شبه جلاتينية أو في شكل صخر الاسفلت أو قد يكون الزيت الخام أصفر أو أحمر أو بني أو أسود ولكن على الغالب يكون لونه أخضر محمر أو أسود مائلاً إلى الخضرة. ومن المعروف أن الفحم الهيدروجينية مقبولة الرائحة. ولذا تعزى الرائحة الكريهة الملحوظة في بعض الزيوت الخام إلى وجود مركبات كبريتية بها.

#### لمحة تاريخية:

عرف البترول كما عرف الذهب والفضة منذ أقدم العصور بوجوده حراً على سطح الأرض فقد كان البترول المتسرب من مكانه في باطن

الأرض يتجمع على السطح على شكل برك. ثم تحدث عملية تبخير بطيئة بفعل حرارة الجو فتتصاعد الأجزاء الخفيفة في تركيبه كالبنزين Bensine والكيروسين وغيرها مخلفة ورائها البيوتومين أثقل مركبات البترول.

وهذه العملية تشبه إلى حد كبير عملية التقطير الأولى التي تجرى الآن في معامل التكرير الحديثة وإن كانت العملية تستغرق سنوات بدلاً من ساعات.

ويقدر المؤرخون أن الإنسان عرف هذا السائل "الذهب الأسود" منذ 5000 عام على الأقل.

وقد سبقت شعوب الشرق الأوسط غيرها من شعوب العالم إلى معرفته فقد استعمله قدماء المصريين في عمليات التحنيط والإضاءة.

أما البابليون فقد استعملوا البترول لرصف الطوب والحجارة في السور حول مدينة بابل ولا تزال أطلال مدينة بابل تقف إلى اليوم شاهداً على متانة الملاط المصنوع من البيتومين وقد خلع البابليون عليه أيضاً نوعاً من القداسة. فكانوا يغمسون مشاعلهم في أوان بها بيتومين ساخن فيلقى ضوءها ظلالاً رهيبية يسجدون لها تعبدًا وخشية.

ولم يكن الفينيقيون أقل ذكاء من غيرهم فاستعملوا المادة البترولية في طلي سفنهم، وقد روت كتب التاريخ أن الخليفة العباسي الثاني أبو جعفر المنصور عندما أراد بناء مدينة بغداد فإنه خطط المدينة أولاً في البترول وأشعله. وصار ينظر إلى هذا البترول المشتعل من مكان عال ليأخذ فكرة عما ستكون عليه المدينة بعد انتهائها.



ولما أعجبه المنظر الذي ستؤول إليه المدينة وضع حجر الأساس فيها وقال: "إن الأرض لله يورثها من يشاء من عباده والعاقبة للمتقين".

2-3 وجود البترول ومنشأه:

يوجد البترول في نواح كثيرة من الأرض فهو يوجد في العراق والبحرين والمملكة العربية السعودية وايران وأمريكا وفي روسيا ورومانيا. وقد اختلفت الآراء عن مصدره ومنشأه، وهناك عدة نظريات عن ذلك وهي:

أولاً - فرض مندلييف:

يرجع تكوين البترول إلى تفاعل الماء مع بعض فحوم المعادن التي في باطن الأرض مثل الحديد والمنغنيز ومن المعروف بالتجربة أن الحديد الزهر - وهو يحتوي على فحم الحديد - يتفاعل مع الماء والأحماض المخففة وينتج خليطاً من الفحوم الهيدروجينية، ومن السهل أن نتصور أن بعض التقلصات التي طرأت على القشرة الأرضية تسبب عنها تسرب الماء من البحر إلى جوف الأرض حيث يتفاعل مع فحوم المعادن المذكورة وهي على درجة عالية جداً وتحت ضغط مرتفع ونتج خليط من الفحوم الهيدروجينية التي تكثفت وكونت البترول.

ثانياً- فرض ساباتييه:

يقول هذا العالم بأن باطن القشرة الأرضية به رواسب من بعض المعادن القلوية وفحوم هذه المعادن فإذا تفاعلت هذه المعادن مع الماء نتج الهيدروجين. وإذا تفاعلت الفحومات مع الماء نتج غاز الاستيلين

معدن قلوي + ماء ← هيدروكسيد المعدن + هيدروجين

فحم المعدن (كربيد المعدن) + ماء ← هيدروكسيد المعدن +  
استيلين

ثم يتخيل بعد ذلك أن مخلوط الغازين الناتجين لامس بعض  
المعادن الساخنة التي في جوف الأرض مثل النيكل والكوبالت والمنغنيز  
فاتحدت الغازات ببعضها وتكون مخلوط من الفحم الهيدروجينية.

ثالثاً - القرض العضوي:

ومن أنصاره العالم انجلر Engler الألماني ويقول هذا الفرض أن  
زيت البترول نتج عن تحلل المواد العضوية مثل النباتات والحيوانات  
البحرية نتيجة للتغيرات الأرضية ووجود تلك المواد على أعماق كبيرة أي  
تحت ضغط كبير وحرارة عالية.

ومن براهين هذه الفرض:

أولاً - توجد حفريات بحرية مع البترول.

ثانياً - توجد بعض منابع البترول بالقرب من شواطئ البحار.

ثالثاً - بنقطير بعض المواد الدهنية مثل زيت السمك تحت ضغط  
مرتفع يتكون سائل شبيه بالبترول.

كذلك يحتوي على بعض الأسس النتروجينية قريبة الشبه بما يتولد  
من المواد الحيوانية عند تقطيرها وبه أيضاً كمية صغيرة من الكبريت في  
صورة كبريت عضوي.

ومن المحتمل أن تكون الآليات الثلاثة قد ساهمت في تكوينه،  
ويريك الشكل التالي مقطعاً يبين وجود البترول داخل الأرض وكيفية  
استخراجه:

### 3-3 معالجة البترول الخام في الحقول:

يخرج البترول الخام من البئر مختلطاً بالغاز والماء فيمر الخليط إلى جهاز يعرف بمصيدة الغاز حيث يفصل الغاز منه، ويعرف هذا الغاز بالغاز الرطب.

والغاز الرطب يحتوي على براكينات من  $C_1$  إلى  $C_6$  .

أما إذا احتوى الغاز الطبيعي على براكينات من الايتان فما دون فإنه يسمى بالغاز الجاف أو الغاز الفقير.

وبهذه الطريقة يمكن الحصول على الميثان والايثان والبروبان، والبيوتان العادي والمشابه والبنتان العادي والمشابه والجديد والهكسان.

وهذه الغازات تستعمل في أغراض شتى.

ومن جهة أخرى فإن الغاز الطبيعي نفسه يمكن استعماله في صناعة مركبات كبيرة فعند أكسدته مثلاً بشيء من الحذر وتحت ظروف معينة ينتج مزيج معقد لعدة مركبات والتي من بينها الفور مالدهيد والخلون وحمض الخل والأسيتون والميتانول والايثانول والكحول البروبيلي والكحول البيوتيلي بأنواعهما ويمكن فصل مكونات هذا المزيج بالتقطير والمذيبات المخلصة.. الخ.

كما يمكن استعمال الغاز الرطب كمصدر للجازولين وذلك بإزالة أبخرة الفحم الهيدروجينية السائلة "البيتان والهكسان بأنواعهما" الموجودة في الغاز الرطب بطرق مختلفة مثل الضغط والتبريد حيث نحصل على

سائل يسمى بـ (جاسنجيد) Casinghead .

يؤخذ هذا السائل وتجرى عليه عملية تقطير لفصل الغازات الذائبة فيه. فنحصل في النهاية على سائل يعرف باسم الجازولين الطبيعي الثابت، له خاصيته مضادة للدق عالية جداً (أي أن له رقم أوكتان مرتفع).

وفي كثير من الأحيان فإن الماء المختلط مع البترول يستجلب به، وهذه المستجلبات توقي بغشاء (فيلم) مؤلف من مزيج من الغضار والبيتومين.

وتترف صهر شركات النقل بواسطة الأنابيب - نقل هذا النفط المستحلب وذلك لأنه يؤدي إلى تخريب المجاري والأنابيب. وتستخدم طرق عديدة للقضاء على المستحلبات منها:  
- وسائل آلية:

كاستعمال الجهاز النابغي الذي يدور بسرعة 40 ألف دورة بالدقيقة حيث يفصل الزيت الخام النقي عن الماء لاختلاف كثافتيهما. ويمكن فصل المستحلب كذلك بالترشيح العادي أو بالترشيح تحت الضغط على طبقة من المواد المسامية الناعمة.  
- وسائل كيميائية:

وتعتمد على إضافة بعض المواد الكيميائية التي تفسخ المستحلب كإضافة كمية من الحمض مثلاً.  
- وسائل كهربائية:

وهي أحدث الطرق وأفضلها إذ يوضع الزيت المطلوب معالجته في حوض من الفولاذ أسطواني الشكل ذو ارتفاع 2.4 متر والذي يؤلف أحد

المسريين ويتألف المسرى الثاني من محور عمودي يوازي محور الأسطوانة، يولد حقل كهربائي بين المسريين بحيث يبلغ فرق الطاقة المتولد قيمة تساوي 11 ألف فولط، وتحت تأثير هذا الحقل الكهربائي يتخرب الغشاء الوافي وتتفصل قطرات الماء التي تسقط إلى أسفل الحوض.

ويرسل البترول الخام بعد تخليصه من الغازات الطبيعية والماء والأملاح إلى صهاريج التخزين حيث يؤخذ منه عينات يجري تحليلها لمعرفة نوعيته وقيمه.

وأخيراً يرسل البترول الخام بعد أن تجرى عليه هذه العمليات إلى معامل التكرير بواسطة الناقلات أو الأنابيب التي تمدد لهذا الغرض.

### 3-4 محتويات البترول:

يصنف البترول الخام في ثلاث أصناف بالنسبة للمواد المتخلفة عن تقطيره:

أ- بترول برفيني.

ب- بترول نفطي أو اسفلتي.

ج- بترول مختلط.

وأهم محتويات البترول هي:

أولاً - الغاز الطبيعي والفحوم الهيدروجينية ذات الوزن الجزيئي

المنخفض.

يوجد مع السائل البترولي غاز يسمى "الغاز الطبيعي" ويتكون من

الميتان مخلوط بالقليل من الايتان والبروبان والبيوتان المشابه والبنتان والبنتان المشابه.

ويوجد الهيدروجين أو الهيلوم أحياناً مع الغاز الطبيعي. ونظراً لأن البرافينات ذات الوزن الجزيئي المنخفض تختلف عن بعضها في درجة غليانها كما أنها تختلف عن النتروجين والهيلوم فإنه يمكن فصل مكونات هذا الغاز باسالته وإعادة تقطيره تقطيراً تجزيئياً تحت ضغط منخفض.

والنواتج التي يمكن الحصول عليها بهذه الطريقة هي:

ميتان - 192° م ايتان - 89° م  
(درجة غليانها)

بروبان - 42° م هليوم - 269° م

وتحول هذه الفحم الهيدروجينية (التي تستخرج في هذه العملية) بالتكسير الحراري إلى مركبات غير مشبعة في الصناعة.

وعندما يتسرب الغاز الطبيعي من آبار البترول فإنه يحمل معه أبخرة لعدد من الفحم الهيدروجينية التي توجد في الحالة السائلة في الظروف العادية من الحرارة والضغط وتسمى هذه الفحم الهيدروجينية "بالجازولين الطبيعي" Natural gasoline.

ويمكن الحصول على الجازولين من الغاز الطبيعي بالضغط والتبريد أو باستعمال زيوت أو بطرق أخرى كالطريقة التالية مثلاً:

أن يضغط الغاز الطبيعي بضغط قدره 700 رطل / البوصة المربعة ثم يضاف زيت مذيب ثم يقطر الزيت المذيب المحمل

بالبازولين تقطيراً فتتصاعد أبخرة الجازولين أولاً حيث تكثف وتجمع أما الزيت المذيب والذي يغلي بين درجتي 240-290° م فيمكن استعماله من جديد لنفس الغرض.

ثم تجرى عملية التنقية لهذا السائل للتخلص مما يلوثه من مواد كبريتية.

ويحتوي الجازولين الطبيعي على براكينات من  $C_3$  إلى  $C_8$  بكميات متفاوتة تبعاً للمصدر الطبيعي للبترو. وأهمها البروبان والبيوتان العادي والبيوتان المشابه والبنتان المشابه والعادي والجديد.

(أ) البنتان العادي:  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$

(ب) البنتان المشابه:

(ج) البنتان الجديد:

ثانياً- الفحوم الهيدروجينية ذات الوزن الجزيئي المرتفع:

تعتبر عملية فصل الفحوم الهيدروجينية التي تحتوي على أكثر من سبعة ذرات فحم من البترول عملية صعبة وذلك لأن عدد المتشابهات كبير علاوة على تقاربها في نقطة غليانها.

ولقد أمكن فصل ثمانية وعشرون مركباً من الفحوم الهيدروجينية والبرافينات من الجازولين ويتضمن ذلك عشرة سلاسل مستقيمة (من الميثان حتى ديكان) وثمانية عشرة سلسلة متفرعة (من أيسوبيوتان حتى ميثل نونان (Methyl nonanes)).

ويحتوي البترول بالإضافة إلى الفحوم الهيدروجينية ذات السلسلة المفتوحة على كميات متفاوتة من البرافينات الحلقية، التي يطلق عليها

في الأوساط المشتعلة بالبتروال الاصطلاح "نافثينات Naphthene"، ولقد أمكن فصل سبعة عشر من هذه المركبات من الجازولين وهذه المركبات عبارة عن مشتقات البننان الحلقي، والهكسان الحلقي ومن أمثلتها:

3-1 ثاني ميثل البننان الحلقي      1-1 ثاني ميثل البننان الحلقي  
 يغلي في درجة 90.9° م      يغلي في درجة 87.5° م

4-2-1 ثلاثي ميثل الهكسان الحلقي      ايتيل الهكسان الحلقي  
 يغلي في درجة 141° م      يغلي في درجة 131.8° م

وتحتوي معظم أنواع البترول على كثير من الفحوم الهيدروجينية، وقد أمكن فصل تسعة عشر من هذه المركبات من الجازولين، وهذه المواد عبارة عن مشتقات البترول الذي يوجد أيضاً في البترول ومن أمثلتها:



البتروكسول $C_6H_6$ يغلي في الدرجة $80.1^\circ$ م	تولوين Toluene يغلي في الدرجة $110.6^\circ$ م	أوبروبيل البتروكسول المشابه وصيغته العامة يغلي $C_6H_5 - CH - (CH_3)_2$ في الدرجة $152.4^\circ$ م
--	--	--

1-2-4 ثلاثي ميثل البتروكسول يغلي في الدرجة  $169.2^\circ$  م  
Tetralin تترايين

Naphthalene نفتالين

ثالثاً - أحماض النافثا Naphthenic acids

إن للمركبات الأوكسيجينية التي توجد بكميات قليلة في البتروكسول 3-0.1 بالمئة ذات خواص حامضية. ويمكن فصلها بعملية الاستخلاص بمادة قلوية. ثم يعامل المحلول الناتج الذي يحتوي على أملاح الأحماض بحمض معدني للحصول على الأحماض التي يرمز لها بوجه عام بالرمز الآتي:

حيث (R) إما أن تكون درجة هيدروجين أو جزئ الكيل.  
ولقد أمكن فصل الأحماض التالية:

حمض 2،2،6 ثلاثي ميثل الهكسان الحلقي الكربوكسيل  
Carboxylic acid

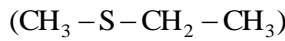
## حمض البننتان الحلقي الكربوكسيل

### حمض متيل الهكسان الحلقي الكربوكسيل

رابعاً- المركبات الكبريتية Sulphar Compound:

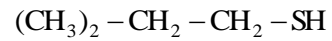
تحتوي بعض أنواع البترول على الكبريت الحر (0.4% من بترول العراق، و0.3% في بترول المكسيك) كما يحتوي البترول أيضاً على مركبات كبريتية مثل كبريت الهيدروجين والمركبتان والثيوفين.. الخ.. وهذه المواد ذات رائحة كريهة. كما أن الكبريت في هذه المركبات يتأكسد أثناء عملية الاحتراق مكوناً ثاني أكسيد الكبريت.

ومن أهم المواد الكبريتية التي توجد في البترول



ميتيل ايتيل سولفيد

Methyl ethyl sulphide



ايزوبونيل ميركبتان

Iso butyl mercaptan

خماسي ميتيل سولفيد

Penta methyl sulphide

ثيوفين

Thiophene

وينقى البترول من الكبريت الذي نحصل عليه حراً.

خامساً- المركبات النتروجينية: Nitrogen Compounds

أما المركبات النتروجينية فتوجد بكميات ضئيلة جداً في البترول وتكون ذات خواص قاعدية وتبعاً لذلك يمكن فصلها بواسطة الأحماض.

ومن أمثلتها:

8.3.2 ثلاثي ميثيل كوينولين

2,3,8 – Tri methyle quinoline

3-5 الخواص الفيزيائية:

البتترول الخام سائل يتراوح لونه ما بين فاتح اللون كالأصفر أو أصفر ضارب إلى الحمرة وبين قاتم يختلف من بني إلى أسود يمازجه شيء من الخضرة.

ويختلف من حيث القوام ما بين سائل رقيق وسائل لزج ثقيل.

(1) الكثافة:

إن كثافة الفحم الهيدروجينية البترولية تتراوح بين (0.69-0.95) وهي تزداد في الفحم الهيدروجينية ذات عدد ذرات الفحم الواحدة من الفحم العادية إلى الفحم الحلقية ثم إلى العطرية. كما نجد أنواعاً ثقيلة تزداد فيها قيمة الكثافة عن 0.88 وهي الأنواع التي تحتوي على نسب عالية من الاسفلت.

(2) القيمة الحرارية للوقود: Calorific Value of a Fuel

القيمة الحرارية لوقود ما، هي عبارة عن كمية الحرارة الناتجة عن احتراق أو تأكسد جرام واحد من المادة أو كيلو جرام تأكسداً تاماً بالأوكسجين. وقد يعبر عن هذه الكمية - بالسعة الحرارية الكبيرة "الحرارة" - وقد يكون الوقود المستعمل غازياً. وفي هذه الحالة تقدر القيمة الحرارية الناتجة عن احتراق متر مكعب أو قدم مكعب.

ويبين الجدول الآتي القيمة الحرارية لبعض أنواع الوقود:

المادة	القيمة الحرارية حرة/ كيلو جول	القيمة الحرارية حرة/ متر مكعب
أول أكسيد الفحم	2415	3017
الهيدروجين	28576	2550
الميثان	11904	8499
الايتلين	11509	14381
الاستيلين	11541	13389
الجازولين	11100	-
الكيروسين	11100	-
البترول	9000	-
الغاز الطبيعي	-	300
البروبان التجاري	-	660
البوتان التجاري	-	800

### 3- درجة الوميض:

إن درجة الوميض هي الدرجة التي عندها تشكل أبخرة الزيت المنتشرة مع الهواء مزيجاً قابلاً للاشتعال بتماس لهب مع حدوث انفجار بسيط- ولذا تسمى هذه الدرجة أحياناً باسم درجة البرق. ويمكن تعيين درجة البرق بأجهزة خاصة لهذه الغاية، والطريقة التي تستعمل في المخابرة الصغيرة يمكن تلخيصها بما يأتي:

يستعمل جفنة من البورسلان بارتفاع 4 سم مثلاً وبقطر 4 سم ويوضع الزيت فيها حتى علو 1 سم ثم يغمس ميزان حرارة - مدرج حتى

غاية 300° م - في الزيت، وتسخن الجفنة على حمام رملي أو على سخان كهربائي، تسخيناً هادئاً. وعندما يبدأ الزيت بنشر الأبخرة يقرب من قمة الجفنة على فترات منتظمة لهب رفيع. وتعين درجة الحرارة التي عندها يعطي الزيت أول انفجار صغير وهي التي تدعى بنقطة البرق أو بدرجة الوميض للزيت الذي يجرى عليه التجربة.

#### 4) درجة الاحتراق:

هي الدرجة التي عندها يشتعل الزيت اشتعالاً مستمراً ولو أبعدنا عنه اللهب، ويمكن تعيين درجة الاحتراق بنفس التجربة السابقة حيث يثابر التسخين، وتقريب لهب البنزين على فترات منتظمة. وتسجل درجة الحرارة التي عندها يشتعل الزيت بواسطة أبخرته المتواصلة عندما يبعد اللهب عن الزيت.

ومن الملاحظ أن الفحوم المشبعة تشتعل بسهولة أكثر من بقية الفحوم، كما أن درجتي الاشتعال والاحتراق للفحوم الهيدروجينية ذات الأوزان الجزئية المنخفضة مشبعة كانت أو غير مشبعة - هي أقل من درجتي الاشتعال والاحتراق للفحوم الهيدروجينية ذات الأوزان الجزئية المرتفعة.

#### 5) اللزوجة والسيولة:

تدل لزوجة زيت ما على مقاومته الداخلية للسيلان، ويمكن أن نعرف اللزوجة المطلقة بأنها القوة مقدره بالدينة اللازمة لنقل سطح 1 سم<sup>2</sup> من السائل مسافة قدرها 1 سم بزمن قدره ثانية واحدة، وتقاس اللزوجة بالجملة السغئية بوحدة تسمى (بواز) أو باجزاتها (سنتي بواز)

ونعرف اللزوجة النسبية على الصورة التالية:

هي النسبة بين لزوجة سائل ولزوجة الماء عند الدرجة 20°م ولكن لزوجة الماء عند الدرجة 20° م تساوي 1.002 سننتيواز ومنه نستنتج أن اللزوجة النسبية تساوي عددياً اللزوجة المطلقة.

وتعرف السيولة بأنها مقلوب اللزوجة، ولا تعطى مقاييس اللزوجة عادة اللزوجة بالسنتيواز ولكنها تستعمل تدريجات اختيارية، فمثلاً واحدة (Say bolt) وهي الزمن اللازم لانسياب حجم (60 سم<sup>3</sup>) من المادة من فوهة معينة وبدرجة حرارة معينة وتقاس لزوجة المنتجات البترولية عادة بجهاز (انجلر) وتعرف لزوجة انجلر على الصورة التالية:

$$\frac{\text{زمن انسياب حجم معين من الزيت}}{\text{زمن انسياب نفس الحجم من الماء}} \text{ وذلك بنفس درجة الحرارة}$$

### 3-6 التقطير التجزيئي لفصل مكونات البترول:

ويمكن استعمال البترول الخام مباشرة نظراً لاحتوائه على فحوم هيدروجينية متطايرة تجعله شديد الاشتعال وكذلك لاحتوائه على فحوم هيدروجينية ذات وزن جزيئي عالي لا تتطاير إلا في درجات الحرارة المرتفعة فقط.

ولذا يقطر البترول الخام تقطيراً بطيئاً للحصول على نواتج ملائمة يمكن استعمالها وقبل التقطير يذفأ البترول لطرد الغازات الذائبة القابلة للاشتعال مثل الميثان وغيره. وفي الإمكان نظرياً أن تفصل جميع المركبات الموجودة في البترول الخام كلا على حده بواسطة عملية

التقطير التجزيئي غير أن هذا التجزيء هو في منتهى الصعوبة أو بالأحرى مستحيل وذلك لوجود مركبات عديدة في البترول متماثلة في التركيب يصعب فصل بعضها عن بعض بسبب تقارب درجات غليانها. ولكن لحسن الحظ لا ضرورة هناك لفصل كل مركب على حده لأن استعمال البترول كوقود للسيارات مثلاً أو لمصابيح الكاز أو كماوزت وغيرها يعتمد على مجال درجة غليان الفئة الواحدة (الذي يتراوح عادة بين درجتى حرارة كحد أدنى وحد أقصى).

فمزيج من الفحم الهيدروجينية المتقاربة في درجة غليانها يفي بالغرض المطلوب ويقوم مقام مركب واحد.

ويبين الجدول التالي الأجزاء الرئيسية التي يمكن الحصول عليها

من زيت البترول بالتقطير المجزأ مع مجال درجة غليان كل فئة.

مجال الغليان بالدرجات المئوية		عدد ذرات الفحم	
الاستعمالات	حسب مواصفات مصفاة حمص	في الجزيئات	اسم الفئة
محروقات ولاصطناع مركبات	أقل من 20° م	C <sub>4</sub> - C <sub>1</sub>	(1) الغازات
مذيبات عضوية ولاصطناع مركبات	20-60° م	C <sub>7</sub> - C <sub>5</sub>	(2) ايتير البترول
للتنظيف الجاف - وقود للسيارات	40-110° م	C <sub>11</sub> - C <sub>6</sub>	(3) الجازولين (البنزين)
للتحطيم - ومذيبات	105-165° م	مركبات مغلقة (حلقية وعطرية)	(4) النفقا

محروقات للمحركات النفاثة وللتحطيم	155-245° م	C <sub>16</sub> - C <sub>12</sub>	(5) كيروسين (زيت كاز)
محروقات لمحركات ديزل وللتحطيم	235-350° م	C <sub>18</sub> - C <sub>13</sub>	(6) المازوت
محروقات - لاستخراج الغازولين وشمع البرافين	أعلى من 350° م	C <sub>17</sub> وما فوق	(7) الفيول أويل والزيوت الثقيلة
فحم كوك - قطران - اسفلت	-	-	(8) بقايا التقطير

ومن هذا الجدول يمكننا ملاحظة الفئات التالية:

أولاً- الفاذاذ:

وهي مركبات غازية تنفصل أولاً عن البترول وتتألف من البروبان والبيوتان بنسب عالية مع كميات ضئيلة من الميتان والايثان والبنتان وكل هذه الفاذاذ درجة غليانها أقل من الصفر وهي تستعمل لصنع أنواع من الوقود كما وتحول أيضاً لمركبات تستخدم في صناعة المطاط الصناعي وغيره من المواد الهامة ككلور الميتل والكلوروفورم، رابع كلور الفحم، وكلور الايتيل.

والبوتاغاز Butagas الأمثال على استعمال هذه الغازات حيث يجمع

البيوتان ويضغط في أسطوانات ويستعمل كوقود في المعامل والمنازل.

ثانياً- ايتر البترول والجازولين:

هي سوائل لا يمكن استعمالها كوقود غازي لارتفاع درجة غليانها ولا تستعمل أيضاً كوقود سائل حين أن مدى درجة غليانها يقع ما بين الغازات والسوائل المستعملة كوقود للسيارات. وتستعمل هذه الفئة كمذيب



عضوي هام رخيص الثمن وفي صناعة الصباغات والطلاءات.  
ثالثاً- النفقا:

وهي مجموعة من الفحوم الهيدروجينية المغلقة (البنتان والهكسان الحلقي ومشابهاتهما وكذلك مجموعة الفحوم الهيدروجينية العطرية البترول، التولوين..).

وتستعمل للتحطيم، لإنتاج الهيدروجين اللازم لصناعة النشادر، كما ويتم هذا الأمر في معمل السماد الأزوتي بحمص، كما وتستعمل كمذيب جيد.

رابعاً- وقود السيارات أو الجازولين "البنزين":  
سائل عديم اللون سريع الاشتعال يتألف من الفحوم الهيدروجينية المشبعة بنسب عالية وتستعمل كوقود لمحركات الاحتراق الداخلي "المحركات الانفجارية كالسيارات وغيرها".

خامساً- الكيروسين:

وهو زيت الكاز المعروف ويمكن تقطيره واستخلاص أجزاء منه يستعمل كمذيب أو في الإضاءة في مصابيح البترول وكوقود في مواقد الكاز البزموس وقد بدأ استعماله في المحركات النفاثة وذلك لرخص ثمنه.

سادساً- المازوت:

يستعمل المازوت وهو سائل أصفر قليل اللزوجة وقوداً في محركات المعامل والبواخر وبعض أنواع السيارات والقطارات والأفران. وتحول كميات كبيرة منه إلى وقود السيارات وغازات وذلك بعملية

## التحطيم الحراري.

سابعاً- الزيوت الثقيلة (الفيول أويل):

ويستعمل كمصدر حراري رخيص كما تستخرج منه زيت التشحيم وزيوت التشحيم المستخرجة من البترول كثيرة العدد والصفات. فهناك زيت خاص لكل استعمال ولكل آلة فمنها زيوت التشحيم لعجلات العربات إلى زيوت صافية لتزيت آلات الساعات الدقيقة الصنع وتمتاز هذه الزيوت بلونها الأصفر المشع.

ثامناً- بقايا التقطير:

وهي المواد التي تبقى في آخر عملية التقطير ولا يمكن تقطيرها. وتقسّم إلى قسمين فأما أن تكون أسفلتية أو تكون شمعية برفينية وذلك حسب المنطقة البترولية.

فهناك مناطق بترولية تعطي في نهاية التقطير أسفلتاً، وهناك مناطق أخرى تعطي شمعاً وهناك آبار بترول تنتج النوعين من البقايا. ويمكن تنقية مادة بيضاء تشبه الدهن من البقايا البرافينية تسمى "فازلين" وتستعمل في الصيدلية في صنع المراهم.

أما الاسفلت فيستعمل في تعبيد الطرقات وطلاي سطح المنازل. وتستخدم في عملية التقطير معامل وأجهزة ضخمة يصعب تكوين فكرة عنها إلا إذا شاهدتها المء رؤية العين. غير أن الشكل في الصفحة التالية يريك جهازاً للتقطير حيث يسخن الزيت الخام على درجة أعلى من 350 درجة وتدخل أبخرته إلى برج التجزئة فتتصاعد الأبخرة الأكثر تطايراً أي التي لها درجات غليانها منخفضة. إلى الأجزاء العليا من

البرج وتليها الأبخرة التي درجات غليانها أكثر ارتفاعاً أما الأجزاء السفلية فتحتوي أبخرة الزيوت الثقيلة.

تسحب الأبخرة على ارتفاعات مختلفة حيث تكثف لتفتيتها، ويحتوي برج التجزئة على عدة رفوف تتصاعد الأبخرة منها خلال مواسير ضيقة. وبذا تمر الأبخرة المتصاعدة خلال طبقة من السائل فتتصاعد الأبخرة الأكثر تطايراً إلى الأجزاء العليا. وبذا تكون عملية التجزئة عملية ناجحة.

تجمع النواتج الغازية من الجزء العلوي لبرج التجزئة وبليها الجازولين ثم الكيروسين وهي أقل تطايراً من الجازولين. ثم زيت الديزل (المازوت) أما الجزء السفلي فيجمع منه الزيت الثقيل الذي يقطر تحت ضغط منخفض للحصول على نواتج هامة مثل زيوت التزييت والغازولين وشمع البرافين.

3-7 التقطير التجزيئي تحت ضغط منخفض (الزيت الثقيل):

للحصول على زيوت التزييت والغازولين وشمع البرافين، يقطر الزيت تقطيراً تجزيئياً تحت ضغط منخفض وذلك لأن تقطيره تحت الضغط الجوي العادي يكون على درجة مرتفعة مما يؤدي إلى تحلله وتفحمه.

رسم تخطيطي لجهاز التقطير التجزيئي

وفي حالة إذا كان الزيت الخام حاوياً على شمع البرافين، يبرد الزيت إلى درجة -3.5° م وذلك بواسطة ملفات مبردة بالنشادر، أو

يضاف محلول مبرد من كلور الصوديوم وفي كلتا الحالتين ينفصل الشمع على هيئة دقائق صلبة.

ولفصل الشمع عن بقية الزيوت العالقة به، يوضع في أوعية مسطحة ويسخن تسخيناً بسيطاً، حيث يرسب الشمع في الجزء السفلي ويطفو الزيت على السطح، بعد ذلك يمرر على فحم العظام لإزالة اللون العالق به ويستعمل الشمع الأبيض في بعض أنواع الورنيش ليعطي صفة العزل عن الماء.

ويقطر الزيت المتبقي بعد فصل الشمع تحت ضغط منخفض حيث يمكن فصله إلى عدة أنواع من زيت التزيت والفازلين.  
3-8 التنقية الكيميائية:

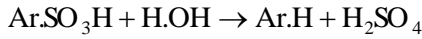
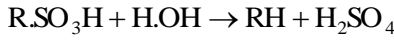
يحتوي زيت البترول في كثير من الأحوال على عدد من الشوائب الضارة وأخرطها المركبات الكبريتية ويتوقف وجود تلك الشوائب الضارة على مناطق استخراج البترول، ويؤدي وجودها إلى أضرار أثناء عملية الاحتراق، حيث ينتج عنها ثاني أكسيد الكبريت الذي يكون مع بخار الماء (النتاج أيضاً عن الاحتراق) حامض الكبريتي والذي يسبب تآكل السبائك والمعادن، وتحتوي بعض نواتج البترول على مركبات غير مشبعة غير ثابتة وقابلة للتحلل السريع والتأكسد أو التضاعف بمرور الزمن مشكلة نواتج مطاطية.

ومن أهم طرق التنقية الكيميائية:

(أ) باستعمال حمض الكبريت المدخن، حيث يرج مع مكونات زيت البترول (بنسبة 1-2%) ويمكن بهذه الطريقة فصل الفحوم الهيدروجينية

المشبعة عن المركبات العطرية والمركبات غير المشبعة. وتجرى هذه العملية في أوعية يرسل فيها الهواء المضغوط من الأسفل فيخاط الحمض مع الزيت المراد تنقيته، ثم يوقف امرار الهواء فينفصل الحمض المحمل بالشوائب عن الزيت لاختلاف الكثافة، ثم يغسل الزيت بعد ذلك بمحلول مخفف من الصود الكاوي ثم بالماء.

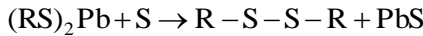
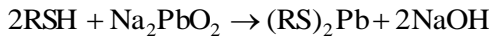
ولا يهمل حمض الكبريت المحمل بالشوائب بل تجرى عليه عدة عمليات لفصل الشوائب عنه واستعماله من جديد.



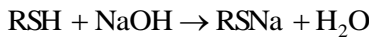
Aromatic

(ب) ومن الطرق الحديثة للتنقية استعمال ثالث أكسيد الكبريت بدلاً من حمض الكبريت المدخن.

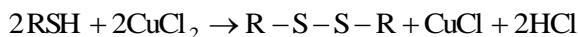
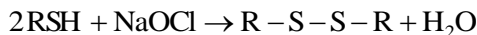
(ج) وقد استعمل الكبريت مع رصاصيت الصوديوم  $Na_2PbO_2$  الناتج من معاملة ماءات الصوديوم بأكسيد الرصاص في تنقية معظم الشوائب الكبريتية.



(د) ومن الطرق الحديثة القليلة التكاليف، غسل البترول بمحلول 5-10% هيدروكسيد الصوديوم وذلك لإزالة كبريت الهيدروجين، والمواد الكبريتية المسماة ميركبتان Mircaptan.



(هـ) يمكن إجراء عملية تنقية البترول من المركبات الكبريتية أيضاً باستعمال هيبوكلوريت الصوديوم أو ثاني كلور النحاس.



3-9 الوقود ذو الاحتراق المنظم ودرجة الأوكتان:

يعتبر الجازولين الناتج من عملية التقطير المباشر للبتروك مناسباً للآلات القديمة وموتورات الجازولين، وأما في السنين الأخيرة فقد زادت الحاجة إلى وقود ذو صفات ممتازة، والتي لا تحدث فرقته وصوتاً مزعجاً عند التشغيل وتسبب فقدان كثير من الطاقة، وتظهر هذه العيوب واضحة إذا استعملنا الفحم الهيدروجينية النقية كوقود.

يعتبر 2،4،2 ثلاثي ميتيل البننتان وقوداً ممتازاً للموتورات ويعتبر مرجعاً للمقارنة وقد أعطى رقم 100 (أي أوكتان 100).

ومن ناحية أخرى فالهبتان العادي وقود رديء للغاية نظراً لقدرته العجيبة على الفرقة لذلك اعتبر مرجعاً للمقارنة أيضاً وأعطى رقم الأوكتان صفر.

ويقدر رقم الأوكتان لوقود ما بالمقارنة في موتورات تستخدم لإجراء مثل هذه الاختبارات مع وقود مصنوع من مخلوط معروف التركيب من المادتين المستخدمتين كمرجع.

فمثلاً إذا كانت صفات مخلوط تركيزه 70 بالمئة من 2،2،3 ثلاثي ميتيل البننتان مماثلة تماماً لصفات وقود غير معروف وتحت الاختبار فإن رقم الأوكتان لهذا الوقود يساوي 70 ويلاحظ في سلسلة الألكان أن رقم الأوكتان يقل كلما زاد طول السلسلة الفحمية ويزداد كلما تفرعت السلسلة الفحمية.

أما في المركبات الألكينية (الأوليفينات) ما عدا الفرين الأول والثاني، فإن رقم الأوكتان يكون أكبر منه في الألكان الذي يقابله في ذرات الفحم وعادة يرتفع الأوكتان كلما اتجهت الرابطة الزوجية نحو منتصف الجزيء.

ويمكن تحسين رقم الأوكتان للجازولين بإحدى الطريقتين التاليتين:  
 أ- التخلص من المركبات ذات السلسلة المستقيمة وإنتاج أنواع من الوقود تحتوي على فحوم هيدروجينية متفرعة بنسب مرتفعة.

ب- خلط الوقود برابع إيتيل الرصاص، الذي يحضر بتفاعل بروم الايتيل المغنسيوم مع كلور الرصاص:



وتتلخص الطريقة الصناعية في معاملة سبيكة من الرصاص

والصوديوم مع كلور الايتيل في درجات معتدلة من الحرارة والضغط:



ولكن ينتج عن احتراق هذه المادة باق صلب من أكسيد الرصاص

الذي يؤدي رسوبه على الأجزاء الداخلية من الموتور إلى أضرار عدة

لذلك تضاف إلى الخليطة الأصلية مادة بروم الايتلين لتحويل أكسيد

الرصاص إلى بروم الرصاص السهل التطاير، فيخرج ضمن الغازات

الناتجة عن الاحتراق.

ويتركب المخلوط المضاف عادة من حجم من رابع إيتيل

الرصاص وحجمين من بروم الايتلين وكمية بسيطة من صبغة ملونة

لتميز الجازولين المحتوى على رابع إيتيل الرصاص نظراً لأن هذه المادة

سامة.

معدل السيتان : Catane- Rating

معدل السيتان هو مقياس الحرارة نوع من زيت الديزل (المازوت) كما هو الحال بالنسبة لمعدل أو رقم الأوكتان في حالة الجازولين. وقد تبين في حالة المازوت أن أفضل أنواعه هي التي يكون فيها ارتباط الفحم في هيئاتها من النوع البرافيني ذو السلسلة المستقيمة كما هو الحال في مادة السيتان الطبيعي ( $C_{16}H_{34}$ ) وأن أردنها مركب حلقي هو (الفاميتيل النفثالين) وهذا عكس الحالة بالنسبة للجازولين وتعمل خلطات بنسب مختلفة من المادتين سالفتي الذكر وتستعمل للمقارنة مع الزيوت المختبرة.

3-10 التحطيم الحراري للبتروكراكينج : Craking

إن كمية الجازولين في الزيوت الخام لا تكفي للاحتياجات المختلفة. ولذا لجأت معامل تكرير البترول إلى عملية صناعية لإنتاج الجازولين في الأجزاء المنقطرة من الزيوت الخام والتي تغلي في درجة حرارة مرتفعة وثنها رخيص.

وتعرف هذه العملية التي تسخن فيها أجزاء البترول ذات درجة الغليان المرتفعة تحت ظروف تساعد على التفكك إلى مواد ذات نقاط غليان منخفضة بعملية التفكك الحراري أو التكسير الحراري أو التحطيم الحراري.

3-10-1 طرق التفكك الحراري :

1- التفكك في الحالة البخارية Vaporphase Craking :



تستعمل درجة حرارة مرتفعة 400-700 °م وضغط يتراوح بين 10-30 كغ/سم<sup>2</sup> وذلك على المواد التالية: الجازولين- الكيروسين- المازوت- والمواد المذكورة تكون في درجة الحرارة المذكورة والضغط المذكور في الحالة البخارية.

### 2- التفكك في الحالة السائلة Liquid Phase Craking :

ويستعمل لذلك درجة حرارة 400-700 °م وضغط يتراوح بين 15-150 كغ/سم<sup>2</sup> وتجري هذه العملية على الزيوت الثقيلة حيث يتحول الزيت الثقيل- في نهاية العملية- إلى الجازولين بنسبة حجمية تتراوح بين 60-65 بالمئة من حجم الزيت الثقيل ويبلغ رقم الأوكتان لهذا الجازولين الناتج بين 65-70 وإذا حاولنا أن نزيد من كمية الجازولين الناتج فإن رقم الأوكتان ينخفض.

أي أن رقم الأوكتان للجازولين الناتج يتناسب عكساً مع المردود.

### 3- التفكك في وجود عامل مساعد:

أ- يمكن إجراء عملية التفكك في وجود عامل مساعد من أوكسيد الألمنيوم، أوكسيد السبيليكون، وأوكسيد المنغيز.

ب- يستعمل كلور الألمنيوم أيضاً كوكسيد في عملية التحطيم، وتتم العملية عند استعمال هذا الوسيط في الضغط العادي وبدرجة حرارة منخفضة نسبياً 300 °م .

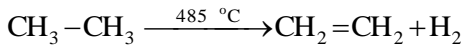
ج- يستعمل فلور الهيدروجين HF كعامل مساعد أيضاً، ولقد أدت الدراسات المختلفة على عملية التفكك إلى الحصول على كثير من المواد الهامة اقتصادياً.

3-10-2 نواتج التحطيم الحراري لعدد من الفحم الهيدروجينية :

أولاً- البرافينات :

آ- الميثان ثابت لدرجة كبيرة ويتحلل إلى فحم وهيدروجين في الدرجة 1000 °م ويكون الفحم الناتج على درجة كبيرة من النعومة ويعرف بالفحم الأسود ويستعمل في صناعة حبر الطباعة كما ويدخل في صناعة اطارات السيارات.

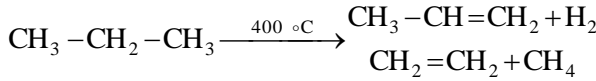
ب- الايتان : يعطي الايتان بالحرارة الايتلين والهيدروجين :



ج- البروبان: يفقد البروبان قسم من الهيدروجين ويتكون

البروبلين، أو تتقطع السلسلة الفحمية ويتكون الايتلين والميثان.

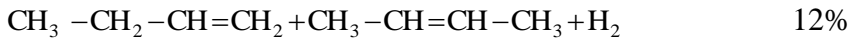
بروبلين 45% :



د- البيوتان العادي: يعطي البيوتان العادي بالحرارة البيوتين

بكميات قليلة ويتجه معظم التفاعل نحو تكوين مركبات أقل في عدد

ذرات الفحم:



ويلاحظ أنه كلما كانت السلسلة الفحمية طويلة يتجه التفاعل نحو

تكوين مواد على أساس تكسير السلسلة الفحمية (أي أن إنتاج

الهيدروجين الحر يتم بدرجة ضئيلة) وتعتبر تفكك البروبان والبيوتان

العادي من الطرق العملية صناعياً لإنتاج الايتلين والبروبلين.

هـ- أما الفحم الهيدروجينية المتفرعة فيحدث عند تكسيرها حرارياً التفاعلين :

- 1- انقطاع السلسلة الفحمية .
  - 2- تشكيل الهيدروجين الحر.
- ومن أمثلة ذلك تكسير مركب البيوتان المشابه.
- 60% بيوتين مشابه
- 40% بروبيلين :

ثانياً- الأوليفينات :

أما الأوليفينات فهي أكثر ثباتاً عند مقارنتها بالبرافينات التي تقابلها في عدد ذرات الفحم، وتزدتد مقامه المركب لفعل الحرارة كلما اتجهت الأريطة الزوجية نحو منتصف الجزئي وتقل المقاومة كلما كانت السلسلة الفحمية طويلة، وكذلك عند تفرعها.

وتحدث عمليات وتفاعلات متعددة في عمليات التحطيم الحراري للأوليفينات، وهم الهدرجة، والمضاعفة (البلمرة) وانقطاع السلسلة الفحمية، والتغير في بناء الجزيئات ولقد أمكن مثلاً في التحطيم الحراري للايتلين الحصول على نواتج متعددة ابتداءً من الفحم وحتى النفثالين.

وتوضح المعادلات التالية المركبات المختلفة التي أمكن فصلها من التحطيم الحراري للايتلين:

وتعرف عملية التكسير الحراري للجازولين لرفع رقم الأوكتان

بعملية التحسين، وتجرى العملية تحت ضغط مرتفع ولمدة قصيرة جداً (10-1) ثانية ويساعد على إجراء التفكك عوامل مساعدة مختلفة كلها تعمل على تكوين مركبات عطرية، ومركبات ذات سلسلة متفرعة أن يزداد رقم الأوكتان بوجه عام.

3-11 طرق الحصول على الوقود ذو رقم الأوكتان العالي :

يلزم لمحركات الطائرات جازولين ذو رقم أوكتان 90-100 ويمكن الحصول على هذه القيمة كما قلنا سابقاً بمعاملة أنواع الجازولين ذات رقم الأوكتان المنخفض بكميات من رابع ايتيل الرصاص، ولكن من المرغوب فيه انتاج فحوم هيدروجينية تحتوي على رقم أوكتان عالي أصلاً والطريقة الصناعة لذلك هو استخدام بعض الخواص الكيميائية للبرافينات والأولييفينات.

فمثلاً من المعروف أنه كلما زاد تشعب السلسلة الفحمية زاد رقم الأوكتان كما أن مضاعفة (بلمرة) البيوتين المشابه لها اعتباراً، فالجزء الناتج المحتوى على البيوتين (وذلك عن عملية التكسير الحراري) بعامل بحمض الكبريت البارد فتحصل مضاعفة (بلمرة) مكونة ثنائي بيوتين المشابه.

التفاعلات المختلفة المستعملة للحصول على أنواع الوقود التي تفي بالغرض المطلوب:

أولاً- مضاعفة أو تجميع (بلمرة) الفحوم الهيدروجينية الغازية غير المشبعة:

تعتبر الفحوم الهيدروجين الغازية الناتجة من عملية التفكك الحراري ذات أهمية كبرى لتحضير الوقود السائل، ويستفاد من خاصية المضاعفة للحصول على سائل يعرف باسم مضاعف الجازولين ذو رقم الأوكتان (78-83) وتحدث عملية المضاعفة للأولييفينات في درجة

الحرارة المرتفعة وتحت ضغط عالي وتعرف العملية بالمضاعفة الحرارية :

#### Thermal polymerisation

ويمكن إجراء نفس العملية في درجات حرارة معتدلة وضغوط معتدلة وذلك بوجود العوامل المساعدة المناسبة مثل حامض الفوسفور الصلب أو حمض الكبريت. فإذا عومل البيوتين المشابه بحمض الكبريت المركز على البارد تحدث مضاعفة ثنائية وينتج الأوكتين المشابه. الذي يتكون من 2،4،4 ثلاثي ميتيل (1) بنتين ولكنه يحتوي على حوالي 20% من المشابه 2،4،4 ثلاثي ميتيل (2) بنتين وعند معاملة الأوكتين المشابه بالهيدروجين (عملية الهدرجة) يتكون الأوكتان المشابه (قم الأوكتان لهذا المركب 91-97) .

#### الأوكتان المشابه :

ثانياً- الألكنة (ادخال مجموعات الألكيل) Alkylation :

تتفاعل البرافينات المشابهة مع الأوليفينات بوجود فلورالبورون وتعرف هذه العملية بالألكنة وتشير في الحقيقة إلى اتحاد نوعين مختلفين من الفحوم الهيدروجينية لتكوين مادة وزنها الجزيئي يساوي مجموع الأوزان الجزيئية للمواد المتفاعلة، ولا يختصر التفاعل على

البرافينات المشابه لأن البرافينات العادية تتفاعل أيضاً مع وجود كلور الألمنيوم (معدا الميثان والايثان).

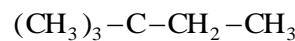
وفي حالة الألكنة الحرارية Thermal Alkation يتلخص التفاعل في إضافة ذرة هيدروجين إلى إحدى ذرتين الفحم التي توجد بينهما الرابطة الزوجية وتنتج مجموعة الألكيل المتبقية نحو ذرة الفحم المشتركة في تكوين الرابطة الكيميائية المزدوجة، ويجب ملاحظة أن ذرة الهيدروجين في مجموعة الميثيلين أكثر تفاعلاً من ذرة الهيدروجين في مجموعة الميثيل كما هو موضح في تفاعل البروبان مع الايثيلين.

كما أن ذرة الهيدروجين التي تحملها ذرة الفحم الثلاثية أكثر نشاطاً من ذرات الهيدروجين الأخرى.

ويوضح ذلك تفاعل البيوتان المشابه مع الايثيلين وهو من التفاعلات الهامة صناعياً لأن الناتج له رقم أوكتان أكثر من 90 .



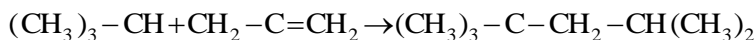
الهكسان الجديد 42%



2 ميثيل بنتان 17.5%

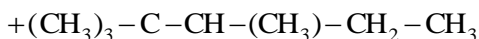
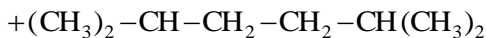
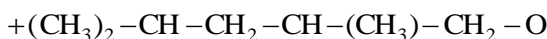
ويتفاعل البوتان المشابه مع البيوتين المشابه مكوناً الأوكتان المشابه مع مخلوط من مشابهات الأوكتان وذلك حسب المعادلات التالية

:



الأوكتان المشابه (النواتج الرئيسي) البيوتين المشابه البيوتان

المشابه



وتحدث عملية الألكنة أيضاً في التفاعلات بين البيوتان المشابه

والبرولين وينتج ثلاث مواد وهي:

(1) 2-2 ثاني ميتيل البنتان .

(2) 2-2 ميتيل الهكسان .

(3) 3-2-3 ثلاثي ميتيل البيوتان .

ويتفاعل البنتان الجيد Neo pentane مع البيوتين المشابه مكوناً 2-

5-2 ميتيل الهكسان.

ثالثاً- التغيير البنائي للجزء : Isomesation

آ- لقد أصبح البيوتان مركباً أساسياً في صناعة الوقود ذو

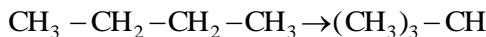
الأوكتان العالي ويوجد البيوتان العادي بكميات أكبر بكثير من البيوتان

المشابه في الغاز الطبيعي أو في الغاز المتكون بالتحطم الحراري، ففي

مخلوط متزن من البيوتان العادي والمشابه عند درجة 27°م وجد أن

نسبة البيوتان المشابه فيه هي 13% فقط.





البيوتان

المشابه

البيوتان

ب- إما بوجود بروم الألمنيوم كعامل مساعد فإن المخلوط المتزن يحتوي على 75-80% من البيوتان المشابه، ولعملية التغيير البنائي للبرافينات المستعملة إلى شبيهاتها المتفرعة أهمية تجارية عظيمة نظراً لأن رقم الأوكتان يزيد بزيادة التفرع الجزئي.

ويحدث هذا التغيير البنائي بلا شك أثناء عملية التحطيم الحراري.

3-12 تحضير البترول صناعياً :

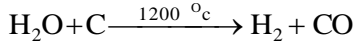
لما كان البترول الخام يتركب من فحومات هيدروجينية التي تحتوي على الفحم والهيدروجين فقط "سواء أكانت من السلسلة المفتوحة أو الحلقية. المشبعة أو غير المشبعة فقد فكرت بعض الدول الفقيرة في \* \* البترول الطبيعية أو التي ليس له حقوق للبترول الطبيعي فكرت في تحضيره صناعياً.

(آ) - وقد نجح العالم الألماني برجيس Bergins في تحضير البترول الصناعي بمعاملة الفحم بالهيدروجين بنسبة وجودهما في البترول -85 بالمئة فحم و15 بالمئة هيدروجين عند درجة 400م وتحت ضغط 250 جوي بحضور أحد مركبات القصدير العضوية كوسيط، حيث حصل على بترول صناعي إذا قطر تقطيراً جزئياً نتجت مواد تعادل الجازولين وزيت الديزل وكيروسين.

وقد نتج عن الطن الواحد من الفحم بطريقة برجوس حوالي 40 جالون من الجازولين (50) جالون زيت الديول (35) زيت كيروسين علاوة على عشرة آلاف قدم مكعبة من النواتج الغازية القابلة للاشتعال "وقود غازي" وتستعمل انكلترا هذه الطريقة لاستحضار البترول.

وهناك طريقة أخرى المانية تستعملها الولايات المتحدة الأمريكية وهي طريقة فيشر ترويش Fisher-Tropsch .

يعامل في هذه الطريقة الفحم المسخن لدرجة عالية 1200 ببخار الماء بدلاً من الهيدروجين حيث يتكون غاز الماء.



ويعامل هذا المخلوط الغازي بطرق مناسبة وعامل مساعد مناسب لتحضير البترول الصناعي ويؤثر العامل المساعد تأثيراً كبيراً على نواتج التفاعل، فإذا عومل المخلوط الغازي على درجة 200°م وضغط 200 جوي مع وجود الكوبالت وأوكسيد الثوريوم كعامل مساعد كان معظم الناتج من الفحم الهيدروجينية التي تجزأ إلى جازولين وخلافه من أنواع السائل وبهذه الطريقة تحضر أمريكا يومياً "350.000" برميل من الوقود الصناعي.

أما إذا عومل المخلوط الغازي على درجة 400-500°م وضغط حوالي 200 جوي مع وجود برادة الحديد والأكاسيد القاعدية كعامل مساعد فإن معظم الناتج في هذه الحالة يحتوي على الأوكسجين ضمن جزئياته مثل الكحولات والأحماض الدهنية.

3-13 صناعة البتروكيماويات :

## أولاً- تعريف الصناعة :

يمكن تعريف صناعة البتروكيماويات بأنها الصناعة التي تنتج مواد كيميائية من مصادر النفط أو الغاز الطبيعي وبناءً على هذا التعريف تتكون المواد البتروكيماوية أما من الكربون والهيدروجين المشتقة من هذين المصدرين أو بإضافة عناصر أخرى إلى هذه العناصر كالأوكسجين والنتروجين والكلور، ومن أهم المواد البتروكيماوية الأساسية الاثيلين والبروبيلين والبيوتلين، وعن طريق تصنيع هذه المنتجات يمكن الحصول على عديد من المنتجات الصناعية الأخرى كالمواد البلاستيكية والألياف التركيبية والمطاط الصناعي والمنظفات وغيرها من المنتجات الكيماوية الأخرى.

ويمكن تقسيم أهم منتجات صناعة البتروكيماويات بصفة عامة إلى

### ثلاثة فروع:

- الفرع الأول : ويشمل المواد الأساسية .
  - الفرع الثاني : ويشمل المواد الوسيطة .
  - الفرع الثالث : ويشمل المنتجات النهائية .
- ويمكن تصنيف المواد الأساسية إلى :
- 1- البتروكيماويات الأليفاتية .
  - 2- البتروكيماويات العطرية .
  - 3- البتروكيماويات غير العضوية .
  - 4- بتروكيماويات هامة أخرى .

ومن هذه المواد الأساسية يمكن إنتاج المواد الوسيطة والمنتجات النهائية كما هو واضح فيما يلي:

#### 1- المواد البتروكيمياوية الأليفاتية :

وهي مبنية أساساً على تفاعلات المركبات الأيدروكربونية الغير مشبعة مثل الأثيلين والبيوتلين والبيوتادين وهذه يمكن الحصول عليها من الغازات الطبيعية أو النافثا البترولية بعمليات التكسير البخاري.

آ- الأثيلين : ومن أهم منتجاته البولي اثيلين بنوعيه، الأثيلين داي كلورايد والكحول الأيثلي، واثيلي كلورايد.

ب- البروبيلين: وهو المادة التي تلي الأثيلين في الأهمية بين المواد البتروكيمياوية الأليفاتية، وينتج من البروبان ومن تكسير النافثا البترولية.

ومن أهم منتجاته: البولي بروبيلين الذي أصبح من أهم مواد البلاستيك والاكريلونيتريل وأكسيد البروبلين والبروبيلين جليكول والبروبيلين تترامى.

ج- البيوتلين : يأتي البيوتلين في المرتبة الثالثة كمادة بنائية في مجموعة البتروكيمياويات الأليفاتية ويستخدم أساساً في إنتاج البيوتادين الذي يستخدم بدوره في إنتاج المطاط الصناعي بتفاعله مع الاستيرين. وقد تطور إنتاج المطاط الصناعي مثل البولي بوتادين الذي يحل بنسبة 100% محل المطاط الطبيعي في صناعة اطارات السيارات.

#### 2- البتروكيمياويات العطرية :

وتشمل هذه المجموعة ثلاثة مركبات وسيطة هي: البترول والتولون والزيلين، وعشرات من المنتجات البتروكيمياوية التي تنتج من تفاعلاتها. وكانت هذه المنتجات تنتج أصلاً من تقطير قطران الفحم الحجري إلا أنه مع زيادة إنتاج البترول وتقهقر إنتاج الفحم تركز إنتاج هذه المركبات حالياً في صناعة البترول، حيث يمكن الحصول عليها من عملية اصلاح الناقتا بالعامل المساعد ثم يجري فصل هذه العطريات عن بعضها بالإذابة والتقطير .

ونبين فيمايلي أهم منتجات هذه الفئة :

#### آ- البنزول :

وتعادل أهميته في هذه المجموعة أهمية الاثيلين في المجموعة الأولى من البتروكيمياويات التي نحصل عليه منه:

#### 1- الاستيرين :

ويستخدم الاستيرين في إنتاج البولي ستيرين بلاستيك وهو من مواد البلاستيك الهامة وكذلك في إنتاج المطاط الصناعي بتفاعله مع البيوتاديين.

#### 2- الفينول :

#### 3- الدوديسيل بنزين :

#### 4- الانيلين :

#### 5- الكلور بنزين :

#### ب- التولوين :

ويلي البنزول في الأهمية من ناحية الانتاج، ويستخدم في انتاج المفرقات وكمذيب ويضاف لبنزين السيارات لرفع رقم الأوكتين كما يحول جزء منه إلى البترول.

### ج- الزيلين :

ويمكن الحصول على ثلاثة أنواع منه هي الأرتو والميتا والبارا، ويستخدم الخليط عادة كمذيب للمبيدات الحشرية وغيرها، كما يضاف لبنزين الطائرات والسيارات لتحسين رقم الأوكتين ويحتل البارزلين مكاناً ممتازاً كمادة خام لانتاج حامض الترفثاليك الذي يستخدم في انتاج الداكرون والافلام، أما الارثوزيلين فيستخدم في انتاج الفيثاليك الهيدريد الذي تصنع منه المواد الملونة للبلاستيك والبولي استرات وأصماغ الألكيد.

### 3- البتروكيمياويات الغير عضوية :

وتشمل الكبريت وأسود الكربون ومشتقاتها :

### آ- الكبريت :

ويزيد انتاجه في البترول باستمرار لشدة الحاجة إليه في صناعة الأسمدة وحامض الكبريتيك ومما يساعد على ذلك الاتجاه العالمي إلى تخفيض نسبة الكبريت في المازوت وخاصة في الدول المتقدمة.

### ب- أسود الكربون :

وينتج من المخلفات البترولية بحرقها في جو محدود من الأوكسجين ويستخدم أساساً في صناعة اطارات السيارات لشدة مقاومته

للاحتكاك والحرارة ويمثل عادة 50% من وزن الاطار. كما يستخدم في صنع الأحبار والبويات.

4- منتجات بتروكيماوية هامة أخرى :

بالإضافة إلى البتروكيماويات السابقة توجد منتجات بتروكيماوية هامة أخرى مثل:

الميثانول :

وهو الكحول الايثلي ويصنع من الايدروجين وأول أكسيد الكربون التي يمكن تخليقها من غاز الميثان ويستخدم في صناعة الفورمالدهيد وكمذيب.

الاستون :

وينتج بطرق عدة ويستعمل كمذيب.

رابع كلور الكربون :

وينتج بمعالجة الميثان بالكلور ويستخدم في التنظيف الجاف وإطفاء الحرائق وكمذيب.

## الفصل الرابع

### تكنولوجيا الدباغة

1-4 مقدمة

2-4 الجلد

1-2-4 طبقات الجلد

2-2-4 التركيب الكيميائي للجلد

3-4 حفظ الجلد

4-4 مراحل التصنيع

1-4-4 النقع

2-4-4 الغسيل

3-4-4 إزالة الشعر (الصوف)

4-4-4 التكلّيس

5-4-4 إزالة الكلس

6-4-4 التطهير (التخمير)

6-4-4 التطهير (التخمير)

7-4-4 التحنيط

8-4-4 إزالة الحموضة

9-4-4 إزالة الدهون

10-4-4 عملية الدباغة

1-10-4-4 المواد الدابغة النباتية

2-10-4-4 المواد الدابغة الصناعية



- 3-10-4-4 العوامل المؤثرة على عملية الدباغ
- 4-10-4-4 الدباغة المعدنية
- 1-4-10-4-4 الدباغة بأملح الكروم
- 2-4-10-4-4 العوامل المؤثرة على عملية الدباغ بأملح الكروم
- 11-4-4 التعادل
- 12-4-4 اعادة الدباغة
- 13-4-4 التزيت
- 14-4-4 الصباغ
- 15-4-4 عملية الانهاء

1-4 مقدمة :

الدباغة تعني تحويل الجلود الخامية إلى جلود صالحة للأغراض الاستهلاكية واكسابها صفة الحفظ والاستعمال.

تعتبر الدباغة من أقدم الصناعات في العالم وأول من عمل بها قدماء المصريين وتطورت مع غيرها من الصناعات في بداية القرن الحالي وأصبحت من العلوم الاكاديمية التي تثير الاهتمام والبحث.

2-4 الجلد :

شكل رقم (1)

1-2-4 طبقات الجلد :

يتكون الجلد من الطبقات الثلاث :

(1) الطبقة السطحية : Epidermis

(2) الطبقة الأصلية : Dermis

(3) الطبقة اللحمية : Subcutis

الطبقة السطحية :

وتمثل 0.5-5% من سماكة الجلد الكلية وتتألف من عدة طبقات قرنية أغلبها خلايا ميتة (متقرنة) دورها حماية الجلد من التأثيرات الآلية وهي تزول أثناء معالجة الجلد في المراحل الأولى من التصنيع (التكليس).

الطبقة الأصلية:

وتمثل 80% من سماكة الجلد وهي المستهدفة في العمليات التكنولوجية والتي تبقى بعد جميع المعالجات الكيميائية والآلية وتقسم إلى ثلاث طبقات فرعية.

أ- زهرة الجلد: وهي الطبقة الأكثر تماسكاً في الجلد وتلعب الدور الرئيسي في إعطاء مظهر الجلد الخارجي .

ب- تيرموستاتيل: وهي الطبقة التي تنظم حرارة الحيوان.

ج- الشبكية: وتتألف من ألياف بروتينية (كولا جين 99%) .

وتلعب الدور الأول في مواصفات الجلد الاستعمالية- من مرونة-

مقاومة على الشد. الخ.

4-2-2 التركيب الكيميائي للجلد:

يحتوي الجلد الخام/ الطرى/ على:

64.5% ماء

33% بروتين (كولا جين) .

2% دهون

0.5% مركبات معدنية .

وتختلف هذه النسب من نوع إلى آخر ومن سلالة إلى أخرى وتزداد الدهون في بعض جلود الأغنام والخنازير إلى 25%.

3-4 حظ الجلود :

ويعني حفظ الجلود من تأثير البكتريات بالفضاء عليها أو الحد من نموها وتكاثرها.

- طرق الحفظ:

آ- الحفظ بالتلميع: وذلك بإضافة ملح الطعام 50% من وزن الجلد الخام ويضاف إلى الملح:

1% من وزنه نافثلين

2% كربونات الصوديوم

ب- الحفظ بالتجفيف: بتخفيض نسبة الماء إلى 20% من وزن الجلد للحد من نشاط البكتريات. ويتم في الظل بدرجة 30°م ورطوبة 75%.

ج- الحفظ بالتحنيط: ويتم في وسط مائي يحتوي على 10% ملح و1% حمض الكبريت.

د- الحفظ بالتوريد: في برادات كالتى تستخدم لحفظ اللحوم.

4-4 مراحل التصنيع:

يمكن اختصار المراحل التكنولوجية على النحو التالي: النقع والغسل- إزالة الشعر (الصوف)- التكلّيس- إزالة الكلس- التطهير- التحنيط- إزالة الحموضة- إزالة الدهون- الدباغ- التعادل- إعادة الدباغ- التزيت- الصباغ- الانتهاء.

4-4-1 النقع :

ويستخدم خاصة للجلود المحفوظة بالطرق السابقة وذلك لإعادة الماء الطبيعي المفقود منها أثناء الحفظ.

- العوامل المؤثرة على عملية النقع:

أ- درجة الحرارة: إن ارتفاع درجة الحرارة يزيد من سرعة النقع ولكن يزيد من تكاثر البكتريات التي بدورها تؤدي إلى تلف ألياف الجلد- والحرارة المستعملة عادة لهذا الغرض لا تتجاوز 18° م .

ب- الزمن : زمن النقع للجلود الطريقة يوم واحد  
وإما الجلود الجافة يومان

ج- المواد المساعدة: من المواد المساعدة على النقع المركبات القلوية (ماءات، كربونات) أو الصابون القاعدي أو الايوني (كونها مواد خافضة للتوتر السطحي).

يضاف إلى ماء النقع بعض المواد الحافظة التي هي عبارة عن مشتقات نفتيلينية أو النفثلين أو الكلور أو بعض مركباته.

4-4-2 الغسيل :

وذلك لإزالة بقايا الأوساخ العالقة بالجلد أثناء حياته أو أثناء الذبح أو الحفظ وهي عملية متممة للعملية السابقة.

#### 4-4-3 إزالة الشعر (الصوف) :

وتتم على مرحلتين:

أ- المرحلة الكيميائية: وذلك بدهن الجلد من ناحية الطبقة اللحمية بعجينة مؤلفة من كبريتات الصوديوم وحامل كماءات الكالسيوم أو التالك.

ب- المرحلة الميكانيكية: إزالة الصوف (الشعر) بعد دهن العجينة بخمس ساعات ويمكن استخدام طرق بيولوجية عوضاً عن الطرق الكيميائية لإزالة الشعر عن طريق إضعاف الروابط الكبريتية ( في الكبريتين للبصيلات الشعرية. وذلك بتأثير الأنزيمات في جو رطب وحرارة 20-25°م ولا تستعمل هذه الطريقة إلا عندما يراد الحصول على صوف جيد من جلد ذو نوعية رديئة لأنها تؤثر على الجلد.

#### 4-4-4 التكليل :

وهي عملية معالجة الجلود بمحلول من ماءات الكالسيوم وكبريت الصوديوم وتتم بعد عملية إزالة الشعر (الصوف) وذلك عندما يراد الاستفادة منه (الشعر - الصوف) أو مباشر بعد الغسل عندما لا يمكن الاستفادة من الصوف كما في جلود البقر.

- والهدف من عملية التكليل هي :

(1) إزالة الطبقة السطحية للجلد والتي لا فائدة من بقائها.

(2) إزالة البروتينات المتكورة (كالألبومين) وبعض الروابط الشبكية

الضعيفة التي إذا ما بقيت تؤثر على مرونة الجلد أثناء الاستخدام.

3) إزالة قسم من الدهون بالتصبن بتأثير القلويات.

4) تهيئة الجلود للعمليات الكيميائية والآلية.

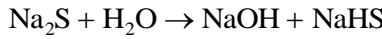
- وتؤثر العوامل التالية على عملية التكلّيس :

أ- درجة الحرارة التي بتزايدها تتزايد سرعة التكلّيس ولكنها تؤثر على سرعة تحلل الروابط الببتيدية وبالتالي اضعاف مقاومة الجلد. الحرارة المناسبة للتكلّيس هي 18°م.

ب- العامل الآلي: إن عملية التحريك ضرورية لتسريع العمل التكنولوجي، لذا فإن استخدام براميل خشبية دوارة عوضاً عن الأحواض تساهم في سرعة التكلّيس.

ج- الزمن: وهو مرتبط بالحرارة وبالعامل الميكانيكي لذا بارتفاع درجة الحرارة وباستخدام البراميل يتناقص الزمن، حيث يكون في الأحواض يومان أو أكثر إما في البراميل فست ساعات كافية.

د- التركيز: عادة يستخدم للتكلّيس وسط مائي (300% من وزن الجلد) فيه تركيز ماءات الكالسيوم (شوارد ) معتدل وتغذى بتأثير كبريت الصوديوم.



يضاف الكلس بكمية 2.5%

وكبريت الصوديوم 2.3% ( تركيز الوسط Be`

2.5

4-4-5 إزالة الكلس :

الهدف من العملية إزالة مركبات الكالسيوم من ألياف الجلد والتي

يؤثر وجودها على عمليات التصنيع اللاحقة وعلى مواصفات الجلد المصنع، وتتم على مرحلتين:

الأولى- إزالة الكلس العالق على السطح بالغسيل بالماء.

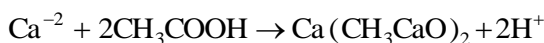
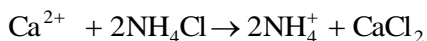
الثانية- بإضافة المواد الكيميائية للكلس المتحد مع الألياف

البروتينية.

بروتين - - COO - Ca - OOC - بروتين

وهذه المواد الكيميائية هي الاحماض المعدنية أو العضوية والأملاح الحمضية وتشكل بتفاعلها مع الكلس أملاح ذائبة في الماء لذا تسهل إزالتها .

ويستخدم بشكل واسع أملاح النشادر (كبريتات النشادر، كلور النشادر) والأحماض العضوية (حمض الخل، حمض النمل، وحمض اللبن) .



وطريقة إزالة الكلس تختلف باختلاف أنواع الجلود والغرض من استعمالها. ففي الجلود المخصصة للأحذية لا يتم التركيز على إزالة الكلس إزالة تامة. أما الجلود المخصصة لصناعة الألبسة فتزال كلياً.

لذا في الحالة الأولى يقتصر على استعمال كبريتات الأمونيوم بنسبة 1.5% بدرجة 35°م وزمن 45 دقيقة. بينما في الحالة الثانية فيستخدم بالإضافة للكبريتات الأمونيوم حمض عضوي بنسبة 1%.

وأثناء عملية إزالة الكلس يجب مراقبة قلوية الوسط بدقة وهي

تتراوح PH = 8.1-8.5 وتكشف بواسطة استخدام الفينول فتالئين.

4-4-6 التطهير - التحضير :

هذه العملية مرتبطة بتأثير الأنزيمات التي يؤدي توأدها إلى تغييرات هامة في الأنسجة:

1- إعطاء زهرة الجلد ملمس ناعم (حريري) .

2- إزالة بعض الكلس المتبقي من عملية إزالة الكلس.

3- إزالة الروابط الضعيفة بين الألياف الرئيسية ويصبح الجلد بعدها أقل كثافة ويسمح بمرور الهواء.

4- التأثير على الجيوب الدهنية مما يؤدي إلى سهولة إزالتها في

المراحل اللاحقة بالإضافة إلى إزالة البصيلات الشعرية المتبقية.

والمواد المستخدمة في التطهير هي أنزيمات تهاجم الروابط الببتيدية.

لذا تسمى بروتيز PROTEAS ويمكن استخلاصها من معدات

الحيوانات والبكتريات ومن بعض الخمائر والبكتريات الموجودة بكثرة في الطبيعة والتي يمكن تكاثرها في وسط مناسب.

وتحضر لاستخدامها في الصناعة بشكل مستحضر جاف جاهز

للاستعمال يتألف من الأنزيمات وحامل (نشارة الخشب) وأملاح (كبريتات النشادر).

- العوامل المؤثرة على التطهير :

1) درجة الحرارة: التي بارتفاعها يتزايد نشاط الأنزيمات ويصل

ذروة تأثيرها في الدرجة 50°م ويتناقص حتى ينعدم في الدرجة 70°م



وذلك لتقلها في هذه الدرجة كما أن ألياف الجلد تتأثر كثيراً بالحرارة في هذه المرحلة والحرارة المناسبة للتحكم بسير العمل هي 30-35م. (3) قلوية الوسط: تبلغ الأنزيمات أوج نشاطها في (3) وأي انحراف عن هذه الدرجة يؤدي إلى نقص في نشاط الأنزيمات.

(3) تركيز الأنزيمات: يزداد تأثير الأنزيمات بزيادة تركيزها وتعتبر الكمية 1-2% من المستحضر الأنزيمي (الذي يحتوي بدوره على 3-4 % أنزيمات) محسوبة على وزن الجلد أفضل تركيز. (4) الزمن: الزمن المناسب للعمل في الظروف السابقة يتراوح بين 30-45 دقيقة أو أكثر للجلود التي تحتاج مرونة عالية كجلود القفازات. (4) العامل المائي: ويعتمد على إبعاد البراميل المستخدمة في التطهير ويستخدم الماء بنسبة 200% من وزن الجلد.

ملاحظة : الجلود المخصصة لصناعة الفراء لا تمر بالمرحل السابقة وإنما تؤخذ مباشرة بعد التنظيف والتلميح إلى التحنيط، ويمكن إمرار الجلود بمراحل وسيطة، كالتخمير باستخدام خميرة الجعة التي تؤثر على نوعية الجلد ولا تؤثر على الشعر (الصوف). 4-4-7 التحنيط :

وهو معالجة الجلد بمحلول ملحي وحمض والهدف من ذلك:

- 1) حفظ الجلد من تأثير البكتريات والأنزيمات.
- 2) تحضر الجلد للدباغ النباتي والمعدني بتخفيض درجة PH إلى 2 أو أقل.

(3) إزالة بقايا الكلس.

(4) إزالة الانتفاخ القلوية لا فساح المجال أمام المواد الدايقة لدخولها وتفاعلهما.

- العوامل المؤثرة على التحنيط :

الحرارة : إن ارتفاع الحرارة يؤثر تأثيراً سلباً على تفكك الألياف الجلدية (البروتين) لذا يفضل أن تكون درجة الحرارة لا تتجاوز 20°م للجلود العادية وحرارة 35°م لجلود الفراغ التي تتطلب مرونة في الاستخدام.

الزمن: في درجة الحرارة المنخفضة ليس هناك من خطر من إطالة الزمن ولكن تعتبر ساعتان للتحنيط كافية.

التركيز: ويلعب دوراً مهماً في الحفاظ على متانة ألياف الجلد، لذا يفضل استخدام عامل مائي ثابت وموزع على الشكل التالي:

للجلود المخصصة للديباغة الكرومية 100% من وزن الجلد

للجلود المخصصة للديباغة النباتية 130%

لجلود الفراء 800%

والسبب في زيادة العامل المائي لجلود الفراء هو الحفاظ على الصوف (الشعر) من التآكل.

يستخدم للتحنيط أنواع مختلفة من الحموض (حمض الكبريت-

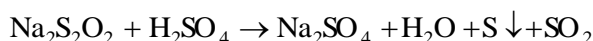
حمض كلور الماء- حمض الفورميك) وبعض الأملاح الحمضية مثل

ويفضل استعمال حمض الكبريت وحمض الفورميك لتأثيرها

البطيء على الألياف. ويستخدم الحمض بنسبة 1-1.2% من وزن المحلول، والملح بنسبة 10%.

4-4-8 إزالة الحموضة :

وتستخدم هذه العملية للجلود المحضرة للدباغة النباتية (أي جلود النعل وبطانة الأحذية) وتتم بوجود كمية من ملح الطعام بإضافة تيسولفيت الصوديوم .



4-4-9 إزالة الدهون :

الجلود التي تحتوي على نسبة عالية من الدهون كجلود الأغنام والخنازير وبعض سلالات البقر تتطلب إزالة دهون إضافية باستعمال بعض المحلات العضوية (مونوكلور البنزن، بيكلور الاثيلين، كيرودين) أو باستخدام بعض مواد خافضة للتوتر السطحي (Detergent) الأيونية بنسبة 2% أو باستخدامها معاً .

أما درجة الحرارة المطلوبة لعملية إزالة الدهون فتتراوح بين 20-

28م .

4-4-10 عملية الدباغة :

4-4-10-1 المواد الدابغة النباتية :

وهي مواد عضوية من أصل نباتي تتشكل في أنحاء متفرقة من النباتات (في الجرع والقشرة والأوراق والثمار) وتختلف نسبتها في النباتات حسب نوع النبات.

تحتوي الدوابغ النباتية على مركبات متعددة تتفكك بتأثير الحرارة أو

بتأثير الحموض والقلويات، والمنتج النهائي للتفكك هي فينولات أرومانية وأحماض فينولية كاربوكسيلية ويرمز لها بشكل عام (TOH , TCOOH) حيث T المادة الدابعة.

تبلغ نسبة المواد الدابعة في خاماتها بين 6-20% أما في الخامات الفنية فيحتوي على أكثر من ذلك. وهي ذوابة في الماء لذا يمكن استخلاصها من النباتات بشكل مستحضر (EXTRACT) بإحلالها بالماء الساخن ثم تبخير الماء في أجهزة تبخير تعمل تحت الضغط المنخفض ثم يطحن ويستعمل بشكل مسحوق.

وأهم خامات الدوابغ النباتية هي :

- القالونيا: هي ثمار تنمو في آسيا الصغرى واليونان وتحتوي على 23.5% مواد دابعة.

- الكبراجو: في ساق الأشجار التي تنمو في أمريكا الجنوبية وتحتوي على 22% مواد دابعة.

- الميوودا: من أوراق الأشجار التي تنمو في افريقيا وآسيا وهي غنية بالمواد الدابعة إذ تحتوي على 36% وهي من أفضل الدوابغ النباتية.

وهناك أوراق السماق والكامبير التي تحتوي أيضاً على نسب عالية تبلغ 30% مواد دابعة.

ولإعطاء مستخلص الدوابغ النباتية مواصفات تكنولوجية أفضل (كالذوبان في الماء والاتحاد مع الكولاجين) يفاعل مع سولفيت الصوديوم وبيسولفيت الصوديوم وتسمى عندها بالدوابغ المحلاة.

#### 4-4-10-2 المواد الدابعة الصناعية :

نظراً لزيادة الطلب على الدوابغ فقد بوشر بإنتاج مواد دابعة صناعية تشبه بخواصها الدوابغ النباتية وتمتاز عنها في بعض الأحيان. ويمكن الحصول عليها كنتاج تفاعل (بلمرة) مشتقات أحماض سلفوفينول مع الفورمالدهيد، أو الفينول مع الفورمالدهيد.

أما الدوابغ الرزينة (الراتنجية) الناتج عن تفاعل الفورمالدهيد مع دوسيان دواميد أو مع الميلامين أو مع البولي. تحتوي الدوابغ الصناعية على نسبة عالية من المادة الفعالة الدابعة تبلغ 90% أو أكثر وتستخدم كمواد مساعدة أو مكاملة في عملية الدباغ. أما آلية تفاعل الدباغ مع بروتين الجلد فهي كمايلي: تتحد الرمز الهيدروكسيلية مع الأمينية للجلد:

#### 4-4-10-3 العوامل المؤثرة على عملية الدباغ :

- 1- خواص محلول الدباغ: نوع الدباغ وحجم جزئياته ودرجة انتشاره وقابليته للاتحاد مع الجلد. وكمؤشر للدباغ الجيد هي درجة حرارة انكماش الجلد بالحرارة (حيث أن درجة حرارة انكماش الجلد غير المدبوغ يبلغ 45°م بينما تصل درجة حرارة انكماش الجلد المدبوغ نباتياً 76°م.
- 2- تركيز الدباغ في المحلول : يزداد اختراق الدباغ للجلد بزيادة تركيزه في المحلول ويستخدم بنسبة 10-20% من وزن الجلد (Be` 10 )

3- درجة الحرارة: التي بارتفاعها تتزايد حركة الجزئيات في المحلول وبالتالي إلى سرعة اختراق المواد الدابغة لمسامات الجلد واتحادهما معه وأقصى درجة يمكن أن تكون 30-32°م للدباغة.

تأثير درجة PH : للدوابغ النباتية صفات حمضية (PH = 4-S) لذا يتم استعمالها في وسط حمضي ويزداد ارتباطها بالجلد بزيادة الحموضة (انفاص PH) و يبلغ الارتباط أقصاه في درجة PH=2 .

5- زمن الدباغة : يزداد الدباغة بإطالة الزمن ولاختصاره يمكن استعمال الدباغة الآلية عوضاً عن الأحواض وبذا يختصر الزمن من 21 يوماً (للأحواض) إلى 1-8 أيام (في البراميل).

وتستخدم الدباغة النباتية للجلود التي تتطلب قساوة ومقاومة للمؤثرات الميكانيكية الخارجية كجلود النعمل والمحافظة والجلود الآلية.

#### 4-4-10-4 الدباغة المعدنية :

وتعتمد على استخدام أملاح الكروم أو الحديد والألمنيوم وغيرها من الأملاح كمواد دابغة، وتعتبر أملاح الكروم من أهم المركبات وأكثرها فاعلية وتأثيراً على الجلد، وتعتبر من أهم المواد التي أحدثت تغييراً في الصناعة الجلدية في بداية القرن الحالي.

#### 4-4-10-4-1 الدباغة بأملاح الكروم :

من أملاح الكروم التي لها خواص دابغة هي التي تحتوي الكروم الثلاثي القيمة الاتحادية وتحضر أملاح الكروم الدابغة من إرجاع ثاني

كرومات البوتاسيوم.



حيث Rad : هي مادة مرجعة كالبيوسولفيت والتيسولفيت

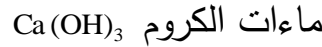
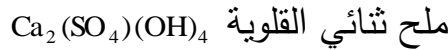
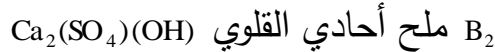
والميلاس.

إن كبريتات الكروم الناتجة بحالتها هذه لا تقوم بعملية الدباغة إلا بعد زيادة قاعديتها (أي بعد توفر الزمر الهيدروكسيلية (OH) التي بواسطتها يتم التفاعل مع الزمر الكربوكسيلية (COOH) لبروتين الجلد) وتعرف القاعدية (B) بالنسبة المئوية للكروم المتحد مع الزمر -OH إلى كمية الكروم الكلية الموجودة في الملح الكرومي .

$$B = \frac{\text{الكروم المتحد مع (-OH)}}{\text{كمية الكروم الكلية}}$$

وبإنقاص الحموضة في المعادلة السابقة نحصل على الأملاح

التالية :



فإذا اعتبرنا أن القلوية B للملح الأولي  $Cr_2(SO_4)_3$  تساوي الصفر

$B = OSCH$  لعدم وجود الزمر القلوية وقلوية المركب الأخير

$$. B = 100sch Cr(OH)_3$$

اختصار لاسم العالم الذي أوجد هذه الوحدات وبالتالي قلوية

$$. B_3 = 66sch \text{ المركب الثاني وقلب المركب الثالث}$$

تبلغ الخواص الدباغية أعلى مستواها في الملح الثالث (فيما تترسب في الملح الرابع ولا تتفاعل مع بروتين الجلد) تتفاعل الأملاح بزمرها الهيدروكسيلية مع زمر الكربوكسيلية COOH لأحماض بروتين الجلد:

### بروتين الجلد

#### بروتين الجلد

حالياً لا تستخدم أملاح الكروم الناتجة عن إرجاع ثاني كرومات الصوديوم (البوتاسيوم) كمركب خاص بالدباغ وإنما يستخدم مستحضر كرومي (مركب جانبي) ناتج عن استخدام الكرومات كمادة مؤكسدة في تكنولوجيا الصناعات العضوية. هذا المركب الجانبي يحتوي على 25-35% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> والباقي مركبات عضوية.

4-4-10-4-2 العوامل المؤثرة على عملية الدباغ بأملاح

#### الكروم:

1- تأثير قلوية أملاح الكروم: عندما تكون قلوية الأملاح منخفضة يكون حجم جزيئاتها أصغر واختراقها للمسام الجلد أسرع. أما بزيادة القلوية يزداد ارتباط الأملاح بألياف الجلد (الكولاجين) وقد وجد عملياً أن الارتباط بالجلد يصل أعلى درجاته في القلوية B = 40Sch حيث أنه في القلوية الأعلى يتحد مع سطح الجلد مباشرة ولا ينفذ إلى الداخل.

2- قلوية الجلد : تتناقص نفوذية أملاح الكروم بارتفاع PH الجلد

ومعه يزداد الترسيب على السطح.



3- قلوية المحلول الكرومي: بشكل عام بارتفاع PH يتزايد ارتباط الكروم بالجلد ويتناقصها يتناقص الارتباط .

4- التركيز والحرارة: بارتفاعها تزداد سرعة الاختراق المساح الجلد والاتحاد به.

5- الأملاح: للأملاح المعتدلة  $\text{NaCl}, \text{Na}_2\text{SO}_4$  تأثير على إزالة الانتفاخ الحمضي من الجلد وتقلل من الارتباط السطحي للأملاح الكروم. التي لها تأثير عكسي على مرونة الجلد أثناء الاستعمال.

أما الأملاح العضوية والتي تسمى بالأملاح المقنعة *maske* وسميت بذلك لقدرتها على تشكيل قناع حول أملاح الكروم وتزيد من قدرة أملاح الكروم على الارتباط بالكولاجين.

6- الزمن : يتزايد ارتباط الأملاح الكرومية بزيادة زمن التفاعل لذا تترك بعد الدباغة لعدة أيام.

وكمؤشر لاتمام عملية الدباغة هي درجة انكماش الجلد المدبوغ التي تبلغ  $110^\circ\text{m}$  ففي حالة انكماش الجلد في درجة أقل من  $100^\circ\text{m}$  يعني هذا عدم استكمال عملية الدباغ.

تتم عملية الدباغ في وسط حمص  $\text{PH} = 2.5$  وعامله المائي 100-13% بوجود ملح معتدل  $\text{NaCl}$  ( $\text{Be}=7$ ) وخلال زمن 4-5 ساعات للجلود الخفيفة و6-8 ساعات للجلود الثقيلة.

ترفع قاعدية المحلول بإضافة الأملاح القلوية

. ( $\text{NaHCO}_3, \text{Na}_2\text{CO}_3, \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ )

ويمكن استخدام أملاح أخرى للدباغ وكذلك الزيوت غير المشبعة

ومركبات عضوية أخرى.

1- الأملاح المعدنية : كأملح الألمنيوم  
 $(K_2SO_4, Al_2(SO_4)_3, Al_2(SO_4)_3)$  وأملاح الحديد  $FeSO_4$  وأملاح الزركونيوم  
 $Zn(SO_4)_2$ .

2- باستخدام الزيوت الغير مشبعة (زيت السمك- زيت كبد  
 الحوت وغيرها) لدباغة جلود الشاموا.

3- باستخدام المركبات العضوية كالألدهيدات (فورمول- كلور  
 الدهيد) وبعض الانتجات الطبيعية والصناعية .  
 4-4-11 التعادل :

هو إضافة بعض الأملاح القلوية الضعيفة كبيكربونات الصوديوم  
 وفورميات الكالسيوم بهدف تعديل الأحماض الحرة والتي وجودها تأثير  
 عكسي على عملية الدباغ ويجري التعادل في الدرجة 40-45م  
 بإضافة 1.2-1.5% بيكربونات الصوديوم وزمن 30 دقيقة درجة PH  
 النهائية تساوي (PH = 5.5) .

4-4-12 إعادة الدباغ :

الهدف منها تحسين الخواص الكيميائية (كزيادة ارتباط الكروم  
 بالجلد) والخواص الفيزيائية (إعطاء لون) وخواص استعمالية تختلف  
 باختلاف الغرض من استعمال الجلد.

والمواد المستعملة في إعادة الدباغة هي :

1- دوابغ نباتية: وهي مواد تستخدم لإعادة دباغ جلود وجه الحذاء  
 وبشكل عام للجلود التي تحتاج مقاومة الاحتكاك.

2- الدوابع الصناعية : وتستخدم لإعادة دباغة جلود الألبسة والقفاذات وبشكل عام للجلود التي تحتاج مرونة أثناء الاستعمال.

4-4-13 التزيت :

الهدف من عملية التزيت إعطاء الجلد مرونة في الاستعمال باستخدام أنواع مختلفة من الزيوت.

1- الزيوت النباتية : كزيت الكتان وزيت الخروع.

2- الزيوت الحيوانية : كزيت السمك وزيت حوافر البقر.

3- الزيوت الناتجة عن :

أ- التصبن (زيت + ماءات الصوديوم) .

ب- السلفنة (زيت + حمض الكبريت).

ج- أكسدة الدهون.

4- الزيوت المعدنية : الناتجة عن تقطير النفط كالبارافين والفازلين.

5- الزيوت الصناعية: الناتجة عن تفاعل الزيوت المعدنية مع

الكلور والأوكسجين أو الناتجة عن التسخين.

وتتم عملية التزيت باستخدام مزيج (مستحلب) زيتي مؤلف من

مجموعة زيوت وخوافض التوتر السطحي وزيوت نباتية أو حيوانية في

ماء درجة حرارته 50°م وتتم خلال ساعة من الزمن.

4-4-14 الصباغ :

وتتم باستخدام أنواع مختلفة من الأصبغة النباتية والصناعية الثابتة

(وقد ورد ذكرها في فصل الأصبغة- الفصل العاشر) في محلول مائي

حرارته 50°م وقلوبته PH=8.5 للأصبغة الحمضية و PH=3.5 للأصبغة

القاعدية .

وبعدها يجري إعداد الجلد لعملية الانهاء .

4-4-15 عملية الانهاء :

الانهاء هي عملية طلي الجلد بطبقة بلاستيكية لإعطاء الجلد صفة المقاومة على الاحتكاك وتأثير الرطوبة وإعطاء مطهر جيد وإخفاء العيوب الميكانيكية والتكنولوجية.

تتصف طبقة الإنهاء بقدرتها على إعطاء الجلد اللون المطلوب، ولها صفات فيزيائية وميكانيكية لحفظ الجلد من المؤثرات الخارجية أثناء الاستعمال وتتصف بالارتباط الجيد بسطح الجلد.

تتألف طبقة الانهاء من طبقتين فرعيتين :

آ- الطبقة الأولى : والهدف منها إعطاء اللون المطلوب

والالتصاق الجيد بالجلد والحفاظ على مرونته وتتألف من:

- المادة الملونة + ماء .

- المادة اللاصقة (بروتين + اكريليت) .

- مادة حافظة .

- مواد مانعة للترسب .

ب- الطبقة الثانية: المطلوب منها الحفاظ على الطبقة السابقة

والالتصاق بها وحفظ الجلد من المؤثرات الخارجية التي سبق ذكرها

وخصوصاً الاحتكاك وتأثير الماء وتسمى بطبقة الورنشة لأنها تعطي

مظهراً خارجي جيد للجلد وتتألف من :

- مادة ملونة .

- مادة لاصقة بولي نتروسيليلوز أو بولي ارتان .
  - محل عضوي ( أو ماء ) .
- يتم وضع طبقة الانهاء المحلول يدوياً بفرشاة خاصة أو آلياً باستخدام مسدس لبخ الحلول بشكل طبقة رقيقة على الجلد.

## الفصل الخامس

اللدائن	5-
اللدائن المطاطية	1-5
نبذة تاريخية	1-1-5
المطاط الطبيعي	2-1-5
الطرق الفنية لاستخلاصه	1-2-1-5
أنواع المطاط الطبيعي	2-2-1-5
التركيب الكيميائي للمطاط الطبيعي	3-2-1-5
المطاط الصناعي	3-1-5
مطاط ستيرين - بوتاديين	1-3-1-5
مطاط البوتاديين	2-3-1-5
مطاط ايزوبرين	3-3-1-5
مطاط البوثيل	4-3-1-5
مطاط ايتلين - بروبيلين	5-3-1-5
مطاط كلوروبرين	6-3-1-5
مطاط اكريل - نثريل - بوتاديين	7-3-1-5
مطاط اكريليك	8-3-1-5
مطاط فلوروكربون	9-3-1-5
مطاط السيليكون	10-3-1-5
مطاط أورثيان	11-3-1-5
مطاط الثيوكول	12-3-1-5

مطاط الهابالون	13-3-1-5
المطاط المجدد	4-1-5
المواد الأولية الداخلة في تركيب المنتجات المطاطية	5-1-5
المواد المبركنة	1-5-1-5
المواد المسرعة للبركنة	2-5-1-5
المواد المنشطة للمسرعات	3-5-1-5
المواد المضادة للأكسدة	4-5-1-5
المواد المائلة	5-5-1-5
المواد المليئة والمطرية	6-5-1-5
تكنولوجيا المطاط	6-1-5
تحضير الخلطة المطاطية	1-6-1-5
مرحلة العجن	2-6-1-5
مرحلة البركنة	3-6-1-5
طرق صناعة بعض المنتجات المطاطية	7-1-5
الإطارات الخارجية	1-7-1-5
الإطارات الداخلية	2-7-1-5
السيور المطاطية	3-7-1-5
الموانع المطاطية	4-7-1-5
مبددات الاهتزاز	5-7-1-5
فتيل السيارات	6-7-1-5

خراطيم الضغط العالي 7-7-1-5

صناديق المدخرات 8-7-1-5



## 5- اللدائن

مقدمة عامة :

بالرغم من أن إنتاج اللدائن<sup>(1)</sup> قد بدأ قبل 50-60 سنة إلا أنها أصبحت الآن تتمتع بأهمية بالغة في الصناعة بمختلف أوجهها، فقد احتلت بنجاح كبير محل عدد كبير من المعادن والخشب والزجاج والأحجار الكريمة، كما ودخلت في صناعة الآلات والسيارات والطائرات والسفن والصواريخ والأقمار الصناعية وفي الصناعة الكهربائية وفي مجالات أخرى وأصبحت تشكل الآن مواداً لا بد لها وبحيث يمكن إنتاجها بالموصفات التي تناسب الغاية المطلوبة منها.

## 5-1 اللدائن المطاطية

## 5-1-1 نبذة تاريخية :

يعود معرفة العالم بالمطاط إلى البلدة الذين اكتشفوا أمريكا، حيث وجود أن الهنود الحمر يلعبون بكرات ذات ارتدادية عالية High Resilience . ومصنوعة من مادة ذات قواع غروي حليبي يمكن الحصول عليها من أحدث شق في لحاء شجرة تدعى الهيفا Hevea أو شجرة الكاوتشوك Caochouc التي تعني "الخشب الباكي" كما وجدوا أن تكل المادة تستخدمها الهنود الحمر في طلاء ملابسهم للوقاية من الأمطار وفي صناعة الأحذية البدائية لهم.

(1) اللدائن : تدعى المواد المطاطية والبلاستيكية باللدائن لكونها ذات وزن جزئي كبير وتستطيع تحت تأثير درجة الحرارة المرتفعة والضغط أن تنتقل إلى الحالة اللدنة وتتخذ أي شكل مطلوب، وتختلف اللدائن البلاستيكية عن المطاطية بأنها ليست مرنة في الدرجة العادية من الحرارة.

أما أول المحاولات للاستفادة من المطاط لأغراض تجارية فقد كانت في منتصف القرن الثامن عشر وهي الحصول على ملابس وقبعات صامدة للماء وذلك بغمس القماش في المطاط في الترينتين، إلا أنه تبين أن هذا القماش يصبح دبقاً بتأثير درجة حرارة الشمس لذا لم يجد رواجاً في الأسواق التجارية.

تكررت المحاولات للاستفادة من المطاط فحاول العالم يريستلي (انكليزي) استخدامه كمحاة لقلم الرصاص عوضاً عن فتات الخبز اللين الذي كان يستخدم لهذا الغرض في حينها وقال كلمته "لقد رأيت مادة رائعة ملائم بصفة خاصة محو علامات أقلام الرصاص من فوق الورق" ومن هنا جاءت كلمة المطاط في اللغة الانكليزية وهي تعني المحاة. Rubber.

وفي عام 1839 اكتشف العالم شارلز كودبير Good year بطريقة الصدفة بركنة المطاط إذ فيما كان ذات يوم في مختبره انسكب منه مخلوط من المطاط والكبريت فوق سطح ساخن فلاحظ أن المطاط قد احتفظ بمرونته، فمضى في تجاربه إلى أن توصل إلى المطاط المكبرت وسميت العملية بالبركنة Vulcanition وكان هذا الاكتشاف بداية عهد جديد في تاريخ المطاط فقد استخدم في صناعة مئات الأصناف المفيدة الأمر الذي أدى إلى ازدياد استهلاكه بصورة كبيرة والتفكير باصطناعه.

2-1-5 المطاط الطبيعي NI

1-2-1-5 الطرق الفنية لاستخلاصه:

سبق أن ذكرنا بأن المطاط الطبيعي يحصل عليه من شجرة الهيفا التي تم نقل بذورها في عام 1876 من البرازيل إلى دول الشرق الأقصى (الملايو - سنغافورة - سيلان - أندونيسيا) وأفريقيا (نجيريا) أما طريقة الحصول على المطاط الطبيعي أما ما يدعى اللاتكس فيمكن تلخيصه على النحو التالي :

منذ أن يبلغ عمر الشجرة (5-7) سنوات يتم البدء بجني النسغ منها ويتم ذلك بإحداث شق ضيق من اليسار إلى اليمين في لحاء الشجرة ويعمق 0.5سم وعلى ارتفاع بحدود 100سم أو يزيد قليلاً عن سطح الرض ويطول يساوي ثلث محيط الشجرة، وبحيث يكون هذا الشق مائلاً عن الأفق بحدود (30°م) كي يسيل النسغ ويجمع، يكرر العمل يومياً بإحداث شق جيد تحت الشق القديم وذلك حتى بلوغ قاعدة الشجرة وبعدها يبدأ العمل في الجانب الآخر من الشجرة وفي هذه الأثناء تلتحم الجروح القديمة بلحاء جديد يسمح بإعادة الكرة من جديد.

بعد إحداث الشق وبنتيجة الضغط الوعائي يسيل النسغ إلى نهاية الشق السفلي ومنها إلى أنية خاصة وضع فيها مسبقاً مواد تمنع تخثر النسغ (كبريت الصوديوم) وريثما يتم نقله إلى المعمل.

إن عملية جني النسغ ينبغي أن تتم مع أول خيط من نور الصباح وعندها يمكن أن نحصل على أكبر كمية من النسغ بسبب أن الخلايا النباتية تكون منتفخة والضغط فيها عالي.

بعد (3-4) ساعات من جني النسغ يؤخذ إلى المعمل الرئيسي بواسطة آليات خاصة وهناك يضاف إليه الماء لترسيب بعض الشوائب

ثم يختر اللاتكس بإضافة إليه (1%) حمض الخل أو حمض النمل أو فلوروسيليكات الصوديوم، والمطاط المتخثر يطفو على السطح بشكل مادة عجينة بيضاء ثم تمرر المادة العجينية (المطاط) بين اسطوانات خاصة تعصر بها من ماء ويخرج المطاط على شكل صفائح أو رقائق يعتمد إلى تجفيفها ويختلف نوع المطاط باختلاف طرق التجفيف والشوائب الموجودة فيه .

### 5-1-2-2 أنواع المطاط الطبيعي :

قسم المطاط الطبيعي استناداً إلى المواصفات العالمية للمطاط المعتمدة في كتاب المواصفات العالمية لأنواع وتغليف المطاط الطبيعي أو مختصراً إلى (31) نوعاً موزعة على سبعة أصناف رئيسية وتختلف هذه الأنواع عن بعضها بطريقة التجفيف والنسبة المئوية للمطاط والشوائب اللون.

من أهم هذه الأصناف نذكر :

#### 1- المطاط الأبيض :

وله أربعة أنواع تختلف عن بعضها بنسبة الشوائب واللون ويتم الحصول عليه بتجفيف اللاتكس بالهواء الساخن .

#### 2- المطاط المدخن :

وله سبعة أنواع تختلف عن بعضها بنسبة الشوائب واللون ويتم الحصول عليه بوضع اللاتكس في غرفة محكمة الإغلاق ثم يمرر كمية كبيرة من غاز  $Co^2$  حتى يتم تجفيف المطاط .

#### 3- المطاط المختلط :

وله ثلاثة أنواع ويحصل على هذا النوع من فضلات النوعين السابقين وذلك بعد خلطهم. وهنا لابد من الإشارة إلى أن بعض الصناعات (كالاسفنج) لا تحتاج إلى لاتكس متخثر فيستعمل اللاتكس عندئذٍ بتركيز (40-42% أو 60-62%) حسب الحاجة ولمنع تخثر اللاتكس فإنه يضاف إليه ماءات الصوديوم أو ماءات الأمونيوم .

### 3-2-1-5 التركيب الكيميائي للمطاط الطبيعي :

المطاط الطبيعي فحم هيدروجيني Hydro Carbon متعدد الجزئيات Polyner غير مشبع، أول من قام بتعيين صيغته الكيميائية هو العالم فارادي وبين أن الصيغة المجملة لوحيد الحد منه هو  $(C_5H_8)_n$  وصيغته الكيميائية التفصيلية هي :

حيث :  $n = 5000$  وحدة أو جزئية ايزوبرين (مطاط).

يضاف إليه كميات ضئيلة جداً من الشوائب ذات تأثير على بركة المطاط وبالتالي على الخواص الفيزيائية للمطاط الناتج وقد أمكن تحديدها وتعيين نسبها المئوية بنتيجة التحليل الكيميائي للمطاط.

ويبين الجدول التالي مقارنة مابين نوعين من المطاط الطبيعي

والنسبة المئوية لكل من مكوناتهما:

مطاط أبيض		مطاط مدخن		المكونات
حدود	وسطياً	حدود	وسطياً	
0.0-0.18%	0.42%	0.30-1.08%	0.61%	رطوبة

المستخلص بالاسيتون	2.89%	1.25-3.50%	2.88%	2.26-3.45%
بروتينات	2.82%	2.18-3.5%	2.82%	2.37-3.76%
رماد	0.38%	0.20-0.85%	0.30%	0.15-0.87%
مطاط	93.30%		93.58%	

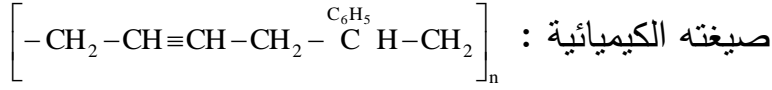
وقد دلّ على أن المستخلص بالاسيتون يحتوي على حموض دسمة، ستايرين- استيريات تساعد على بركنة المطاط، أما الرماد فيتألف من مواد عديدة غير ضارة فيما عدا النحاس والمنغنيز (0.001%) لكل منهما اللذان يلعبان دوراً وسيطاً في أكسدة المطاط بالهواء.

### 3-1-5 المطاط الصناعي :

على أثر تعيين الصيغة الكيميائية للمطاط الطبيعي في عام 1860 فقد جهد الكيميائيون للحصول عليه بطريقة صناعية وفي مطلع القرن الحالي 1909-1910 تمكن عدد من العلماء الألمان والانكليز والروس من اصطناع أول مادة شبيهة بالمطاط الطبيعي، لم يعتمد إلى تطويرها ونتاجها بشكل تجاري إلا بعد أن قامت الحرب العالمية الأولى ومنعت وصول المطاط الطبيعي إلى ألمانيا.

بعد أن وضعت الحرب أوزارها توالى الأبحاث في الولايات المتحدة وروسيا وألمانيا وما زالت حتى يومنا هذا وأمكن اصطناع العديد من الأنواع التي تختلف عن بعضها بمواصفاتها الميكانيكية والفيزيائية والكيميائية وبسلوكها تجاه العديد من المواد الكيميائية نذكر منها:

## 1-3-1-5 مطاط ستايرين- بوتاديين SBR



ويتم الحصول عليه من البلمرة المشتركة للبوتاديين و  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$  والستايرين الذي تصل أعلى نسبة له إلى حوالي 25% .

يعتبر هذا النوع من المطاط من أكثر أنواع المطاط الصناعي شيوعاً وانتاجاً إذ تصل نسبته إلى حوالي 60% من مجموع انتاج العالم من مختلف أنواع المطاط الصناعي، وتوجد منه أنواع متعددة صنفت عالمياً بحسب طريقة انتاجها والمواد المضافة إلى المطاك وفقاً للجدول التالي:

المطاط	سلسلة
مطاط حار بدون ملونات وزيوت	1000
مطاط حار مضاف إليه هباب فحم مع 14% زيوت	1100
مطاط بارد <sup>(1)</sup> بدون ملونات وزيوت	1500
مطاط بارد مضاف إليه هباب فحم مع 14% زيوت فأقل	1600
مطاط بارد مضاف إليه زيوت	1700
مطاط بارد مضاف إليه هباب فحم مع زيوت 14% فأكثر	1800

(1) المطاط البارد: يقصد به أن عملية البلمرة تتم بدرجة منخفضة من الحرارة ( 5م) ويتمتع هذا النوع من المطاط بمواصفات ميكانيكية جيدة فهو يقاوم التآكل والاهتراء، لذا فقد اتجهت غالبية البلدان إلى تصنيع هذا النوع من المطاط الصناعي بالطريقة الباردة.

مطاط مستحلب	1900
لا تكس حار	2000
لا تكس بارد	2100

إن اختلاف المواد المضافة ونسبها جعلت هذه الأنواع تختلف عن بعضها بمواصفاتها الميكانيكية والفيزيائية، لذا فإن هذا النوع من المطاط يستخدم في صناعات متعددة فهو يدخل في تركيب الاطارات الخارجية (المداس وغيرها) كما ويدخل في تركيب القطع المطاطية التي لا تتعرض إلى زيوت وفي السيور الناقلة والانعال والأكعاب والأحذية والمطاطية.

5-3-2 مطاط البوتاديين BR- :

صيغته الكيميائية  $[-CH_2-CH=CH-CH_2-]_n$  :

وله ثلاثة أنواع تختلف عن بعضها بطريقة انتاجها ويمتاز هذا النوع من المطاط بأن مقاومته للتآكل عاليه وله نطايطه عاليه، وبسبب ارتفاع ثمنه ولا اعتبارات اقتصاديه فإنه لا يستخدم بمفرده بل يضاف إليه مطاط آخر.

يدخل 90% من انتاجه العالمي في صناعة الإطارات أما الباقي

فيدخل في صناعة المسيور والقشط الناقلة وغيرها .

5-3-3 مطاط ايزوبرين IR- :

صيغته الكيميائية



بالرغم من أن هذا النوع من المطاط له نفس التركيب الكيميائي للمطاط الطبيعي إلا أنه يختلف عنه في طول الجزيئة ومن ثم في بعض المواصفات الطبيعية، وهو أنقى من المطاط الطبيعي الذي يحتوي على بعض الشوائب، ويدخل في تركيب الإطارات الداخلية والمنتجات المطاطية المسحوبة Extrud والأحذية والمطاط الاسفنجي.

5-1-3-4 مطاط البوتيل IIR

صيغته الكيميائية

ويتم الحصول عليه من البلمرة المشتركة لكل من :

- ايزوبوتين

- ايزورين (1-4%)

ويتصف بأنه لا يسمح بنفوذ الغازات والهواء منه ويتحمل ضوء الشمس ودرجات الحرارة العالية وعدداً من الأملاح المعدنية والحموض والقلويات حتى (100°م) لذا فهو يستخدم في صناعة الإطارات الداخلية وخرطوم الماء الساخن (مبرد الماء) وأقنعة الغازات وملابس النجاة.

5-1-3-5 مطاط ايتلين-بروبيلين EPDM :

صيغته الكيميائية :

ويتم الحصول عليه من البلمرة المشتركة لكل من الايتلين

والبروبيلين  $CH_2=CH_2$

يمتاز هذا النوع من المطاط بأنه يمكن إضافة كمية كبيرة من المواد الحشوية إليه دون أن تتأثر صفاته الطبيعية من أهم صفاته أنه يقاوم ضوء الشمس والماء ويستخدم في صناعة الأجزاء المطاطية للسيارات كقواعد المحركات وتلبيس السيلندرات وتغليف الكلابات الكهربائية.

5-1-3-6 مطاط كلوروبرين CR- :

صيغته الكيميائية :

يشبه في تركيبه مطاط ايزوبرين إلا أنه يحتوي على ذرة كلور مكان جذر الميثيل في مطاط ايزوبرين.

يتصف مطاط الكلوربرين بأنه يقاوم اللهب والزيوت (الكربوهيدروجينية) والمذيبات بصورة أفضل من المطاط الطبيعي ومطاط بوتاديين- ستايرين كذلك يقاوم تأثير ضوء الشمس (الأوزون) والأكسدة والحرارة حتى (100°م) .

لذا فإنه يستخدم في صناعة الخراطيم المضادة للزيوت وبعض القطع الفنية المطاطية وفي تلبيس السيلندرات وخزانات المصانع الكيميائية وملابس النجاة وأقنعة الغازات وفي المواد اللاصقة ولعزل الأسلاك الكهربائية.

5-1-3-7 مطاط اكريل نتريل- بوتاديين NBR- :

صيغته الكيميائية

يحصل عليه من البلمرة المشتركة لكل من :

- اكريل نتريل

- بوتاديين  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$

يتصف مطاط اكريل نتريل- بوتاديين بأنه يقاوم الزيوت (فيما عدا الفحوم الهيدروجينية المهلجنة) والشحوم والمذيبات ومشتقات البترول بصورة أفضل من مطاط الكلوروبرين إلا أنه يتأثر بالشمس، لذا فإنه يدخل في تركيب القطع الفنية المطاطية التي هي على تماس مباشر مع الزيوت والشحوم والمذيبات ومشتقات البترول.

5-1-3-8 مطاط اكريليك ACM :

صيغته الكيميائية :

ويتم الحصول عليه من البلمرة المشتركة لكل من :

-مركب ايتيل اكريلات :

- كلور ايتيلين فينيل ايتير  $\text{CH}_2-\text{CH}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$

يتصف بأنه مقاوم لفصل الزيوت الساخنة والشحوم التي تتحمل الضغوط العالية والزيوت الهيدروليكية ومقاوم لأشعة الشمس والأكسدة بالأوزون ويتحمل درجات الحرارة إلى 180-200°م .

لذا فهو يدخل في تركيب الموانع المطاطية التي تتركب على جذوع نقل الحركة.

5-1-3-9 مطاط فلوروكربون FPM :

صيغته الكيميائية

عرف هذا النوع من المطاط قبل (15) سنة ويتمتع بمواصفات ميكانيكية ممتازة، مقاوم للزيوت بما فيها الهيدروليك والشحوم والبتترول والحموض بما فيها حمض الآزوت الدخاني والأسس بما فيها المنصهرة يتحمل درجات الحرارة العالية والمنخفضة بأن واحد مع احتفاظه بمواصفاته الميكانيكية .

يدخل في تركيب الموانع المطاطية التي يجب أن تتحمل درجات الحرارة العالية والمستخدمه كحواكم زيوت هيدروليكية وشحوم في الطائرات (نظراً لكلفته العالية).

10-3-1-5 مطاط السيليكون SI :

صيغته الكيميائية

لا يتأثر بالأوزون وأشعة الشمس، يتمتع بخواص كهربائية جيدة، يتحمل مجال واسع من الحرارة (90-280°م) ينفث قليلاً بتأثيرات الزيوت والكيماويات، يستعمل في صناعة كابلات الطائرات والطاقة والكابلات البحرية والمدخرات الرصاصية.

11-3-1-5 مطاط اوريتان Au :

صيغته الكيميائية

يتميز هذا النوع بقوة التصاق جيدة، لا يتأثر بالأوزون وأشعة الشمس، مقاوم لفعل الزيوت والبتترول، لهذا فهو يدخل في تركيب عدد من الموانع المطاطية التي تحتاج إلى مرونة عالية مع قساوة عالية وفي تركيب المواد اللاصقة.

يوجد منه نوع ثان يستخدم في صناعة الفرشات والوسائد  
الاسفنجية الصناعية (ضغط عال ومنخفض).

لذا لابد من أجزاء تغير في خواصه تجعله صالحاً للاستعمالات  
الصناعية وعملية بركنة المطاط بالكبريت (بالنسبة لبعض أنواع  
المطاط) الذي يرتبط بالروابط المضاعفة لجزيئة المطاط ليعطي جزيئة  
ضخمة ذات روابط مستعرضة مع إضافة مواد محسنة لخواصه  
الميكانيكية تكسبه الخواص التالية:

1- ارتفاع في اللزوجة.

2- انخفاض في اللينة.

3- انخفاض في قدرة الاحتفاظ .

4- ارتفاع في قوة الشد عند استطالة معينة.

5- انخفاض في الاستطالة .

6- ارتفاع في القساوة .

7- ارتفاع في الارتدادية .

من أهم المواد التي تضاف للمطاط التي تشكل الخلطة المطاطية

هي :

1-5-1-5 المواد المبركنة :

بعد أن أوجدت الصناعة أنواعاً عديدة من المطاط، لذا لم يعد

الكبريت العنصر الوحيد القادر على بركنة كافة أنواع المطاط، بل

وجدت مواد كثيرة تقوم بعملية البركنة وذلك بحسب نوع المطاط.

من أهم هذه المواد :

- 1- الكبريت (بشكل حر أو مركبات كبريتية) .
- 2- السلينيوم والتيلوريوم .
- 3- الأكاسيد المعدنية .
- 4- ايزوسيانات .
- 5- فوق الأكاسيد .

أما عملية البركنة بالكبريت مثلاً فتتم كمايلي :

عند إضافة الكبريت إلى المطاط يرتبط الكبريت مع ال\*\* المضاعفة الموجودة في المطاط بطريقة ترتبط معها سلاسل جزئيات المطاط ببعضها البعض معطية جزيئة ضخمة ذات روابط مستعرضة.

#### 2-5-1-5 المواد المسرعة للبركنة:

إن بركنة المطاط بالكبريت تستغرق زمناً طويلاً قد يصل إلى عدة أيام، لذا يضاف عادة إلى الخلطة المطاطية مواد مسرعة للتفاعل من شأنها خفض الزمن اللازم لبركنة المطاط وتقسم هذه المواد إلى ثلاث فئات :

- 1- مسرعات سريعة .
  - 2- مسرعات متوسطة.
  - 3- مسرعات بطيئة .
- ويختلف استعمالها باختلاف نوع ومواصفات المنتج المطاطي .
- #### 3-5-1-5 المواد المنشطة للمسرعات :

تتباطأ فعالية المواد المسرعة للتفاعل بعد مرور زمن قصير من البركنة لذا ينبغي إضافة مواد منشطة لها وتقسم هذه المواد إلى نوعين:

1- منشطات عضوية .

2- منشطات معدنية .

5-1-5-4 المواد المضادة للأكسدة Antioxidants والعوامل الجوية

والضوء :

لما كان للمطاط أنواعاً عديدة تختلف عن بعضها بمرور الزمن عليها بمقاومتها لفعل العوامل والتقلبات الجوية، لذا كان لابداً من إضافة مواد إلى الخلطة المطاطية لإكساب المنتج المطاطي خاصية قوة تحمل ضد هذه العوامل والتقلبات الجوية من أهم هذه المواد:

- مواد مقاومة للأكسدة بالأوكسجين .

- مواد مقاومة للأكسدة بالأوزون .

- مواد مقاومة للعوامل الجوية .

- مواد مقاومة لفعل الضوء .

5-5-1-5 المواد الكالئة :

تعتبر هذه المواد من أهم المواد التي تضاف للمطاط لتحسين

خواصه الميكانيكية وزيادة الوزن وتقسم إلى قسمين:

1- مواد مألئة تضاف لتحسين الخواص الميكانيكية للمطاط وهو

على نوعين:

1-أ مواد مألئة محسنة سوداء .

1-ب مواد مألئة محسنة بيضاء .

2- مواد مألثة لزيادة الوزن والحجم فقط دون أن تغير من خواص المطاط الميكانيكية.

آ- المواد المألثة المحسنة السوداء :

يعتبر الكربون الأسود من أهم هذه المواد فهو يكسب المطاط خواصاً نوعية جديدة نذكر منها:

- 1- ازدياد قوة الشد .
- 2- ازدياد القساوة .
- 3- انخفاض الاستطالة .
- 4- ازدياد في مقاومة التآكل .
- 5- انخفاض في اللزوجة .
- 6- ازدياد في مقاومة التمزق .

إن المواصفات الميكانيكية المذكورة آنفاً تتفاوت قيمها باختلاف نوع الكربون الأسود المستعمل حيث أنه يوجد الكربون الأسود ماينوف من عشرين نوعاً تختلف عن بعضها بطريقة استحصالها ونصف قطرها الجزيئي ( ما بين 20-470 NM ) .

ب- المواد المألثة المحسنة البيضاء :

من أهم هذه المواد والتي تتمتع بصفات الكربون الأسود مركبات السيليس التي تعطي المطاط قوة شد عالية وقساوة عالية وتقلل من الاستطالة وتستخدم في المنتجات المطاطية البيضاء والملونة عدا الأسود .

2- المواد المألثة :



وهي مواد تضاف إلى الخلطة المطاطية لتمليء الفراغات بين جزئيات المطاط فقد دون أن تكسبه أي خواص تذكر وتضاف هذه المواد عادة إلى الخلائط المطاطية اللازمة للاستعمالات العادية مثل الأحذية المطاطية وأرضيات السيارات والخراطيم العادية ومن هذه المواد كربونات الكالسيوم وكبريتات الباريوم .

#### 5-1-5-6 المواد المليئة والمطرية :

وهي مواد تضاف إلى المطاط وذلك أثناء تحطيم السلاسل الكربونية أي أثناء المراحل الأولى لعجن المطاط الخام وهي تكسب المطاط سهولة أثناء التشغيل ونعومة في النتج النهائي ومن أهمها استيريات كبريتية- اثيرات كبريتية- زيوت معدنية- غليكولات اثيرية - دي أوكثيل فتالات .

#### 5-1-6 تكنولوجيا المطاط :

تتم صناعة المنتجات المطاطية ضمن مراحل متعددة ومتشابهة بالنسبة لجميع المنتجات المطاطية وبالنسبة لجميع أنواع المطاط وهي :

#### 5-1-6-1 تحضير الخلطة المطاطية :

في هذه المرحلة توزن جميع المواد الداخلة في تركيب الخلطة المطاطية وفقاً لاستطاعة آلة عجن المطاط المتوفرة في المعمل .

#### 5-1-6-2 مرحلة العجن :

في هذه المرحلة يتم وضع المواد التي تم وزنها آنفاً فيما عدا عنصر البركنة (الكبريت) في آلة عجن خاص (عجان داخلي) وهي عبارة عن جهاز ضخم يتألف من اسطوانتين تدوران بشكل متعاكس

مغلق من الخارج وذلك للتقليل من تطاير المواد أثناء عملية العجين وبعد مرور الزمن اللازم لعجن الخلطة المطاطية (6-10 دقائق) تخرج من أسفل الجهاز ويختلف وزن الخلطة الواحدة بحسب استطاعة العجان الداخلي (20-500 كغ) .

بعدئذٍ تبرد الخلطة المطاطية ومن ثم تؤخذ إلى جهاز عجن آخر يتألف أيضاً من اسطوانتين تدوران بشكل متعاكس إلا أنه غير مغلق حيث يعتمد إلى تطرية أولية وتكسير لروابط الخلطة المطاطية ثم تضاف عناصر البركنة، وتقلب العجينة على العجان المفتوح مدة من الزمن حتى يتم انتشار الكبريت في كل أجزاء الخلطة المطاطية بشكل متساوٍ وثم تسحب الخلطة المطاطية بحسب السماكة المطلوبة.

#### 3-6-1-5 مرحلة البركنة :

في هذه المرحلة تتم بركنة المطاط ويأخذ المنتج المطاطي شكل القالب المعدني وعملية البركنة لا تتم إلا بوجود الضغط والحرارة ولبركنة المطاط توجد طرق عديدة تختلف باختلاف نوع المنتج المطاطي نذكر منها :

#### 1- البركنة بالضغط :

وذلك باستخدام مكابس هيدروليكية مسخنة بواسطة مقاومات كهربائية أو بالبخار وذات طابقين أو أكثر توضع ضمنها \* \* المعدنية وتستخدم هذه الطريقة في انتاج الخراطيم العادية، الموانع المطاطية- الاطارات الخارجية- الانعال والأكعاب والأحذية - أرضيات السيارات- صناديق المدخرات.

## 2- البركنة بالحقن :

وتتم باستخدام آلة خاصة تقوم بحقن المطاط (المسخن إلى مادون درجة حرارة البركنة) في قوالب معدنية مطبق عليها ضغط من الأعلى والأسفل ومسخنة بمقاومات كهربائية.

تستخدم هذه الطريقة لإنتاج بعض الأنواع من الموانع المطاطية والأنعال والأكعاب والأحذية المطاطية وصناديق المدخرات الرصاصية-قواعد المحركات وبالنظر لإرتفاع الكلف الاقتصادية لهذه الطريقة لذا فإنها لا تستخدم إلا في حالة الانتاج الكمي للمنتج الواحد.

## 3- البركنة بالهواء الساخن أو البخار وتحت الضغط :

ويتم ذلك باستخدام صااد\*\* Autoclave وتستخدم هذه الطريقة لإنتاج بعض البروفيلات المطاطية، الإطارات الداخلية، تلبيس الإسطوانات المستخدمة في الصناعات النسيجية- الأحذية المطاطية.

## 4- البركنة بالحمام الملحي:

ويتم ذلك باستخدام آلة خاصة تقوم ببيثق المطاط بحسب شكل القالب المعدني الموجود في مقدمتها ومن ثم يمرر المنتج \* ضمن حوض يتراوح طوله ما بين (7-15م) فيه أملاح معدنية كثافتها لا تسمح للمنتج المطاطي إلا بأن يبقى غارقاً ضمنها ودون أن يلامس قاع الحوض ويسخن المحلول الملحي بتيار قصير الموجة Micro Wave أو بتيار عالي الذبذبة UHF وتستخدم هذه الطريقة للإنتاج المستمر مثل البرموفيلات المطاطية النرابيش المطاطية- الإطارات الداخلية.

## 15-1-7 طرق صناعية بعض المنتجات المطاطية :

## 5-1-7-1 الإطارات الخارجية :

يعتمد في تصميم الإطار المناسب لكل عربة على المعطيات

التالية :

1- وزن العربة .

2- سرعة العربة .

3- ارتفاع الجسور والخلوصات الكائنة ما بين الهيكل وجهاز

التعليق ونظام الفرملة.

4- نظام جهاز التعليق في العربة.

وحيث أن الاقبال قد ازداد في السنوات الأخيرة على بناء الطرق

الواسعة التي تتاسب السيارات ذات السرعات العالية، لذا فقد تم بناء

اطارات جديدة تتوضع فيها طبقات التيله بشكل شعاعي Radial عوضاً

عن توضعها بشكل قطري ( Diagonal أو Crossply ) للتلائم مع

السرعات العالية وتساعد جهاز التعليق في العربة (المصمم ليناسب هذا

النوع من الاطارات) على امتصاص تجسيدات الطريق في السرعات

العالية فقط من جهة وتزود طبقة المدارس Tread الملامسة لسطح

الأرض بمقاومة عظيمة من جهة ثانية .

2- أما الأجزاء التي تتكون منها الإطارات (بنوعيتها) فهي :

1- المدارس Tread :

وهو الجزء الخارجي من الإطار الذي يحمي التيله (الطبقات

النسيجية) والذي يلامس الأرض ويتعرض للتآكل نتيجة الاحتكاك مع

سطح الأرض وتظهر على المدارس نقشة الإطار التي تميز نوع الخدمة

الذي صمم الإطار من أجلها، كما وتظهر على جانبه الماركة التجارية ونوع الاطار وقياسه وعدد طبقات التيلة ورقم الإطار .

2- طبقة التيلة Card body , Carcas :

لما كان ينبغي في الإطار أن يتمتع بقوة شد عالية لا يمكن بأي حال من الأحوال أن تؤمنها المواد المألثة المحسنة المضافة إلى الخلطة المطاطية للإطار، لذا تقوى الطبقات المطاطية المكونة للإطار بطبقات نسيجية صناعية (رايون- بوليستير- نايلون- أسلاك حديدية) وتغطي هذه الطبقات النسيجية بطبقات مطاطية من الوجهين، ويختلف عدد الطبقات النسيجية بحسب قياس ونوع الإطار والخدمة المطلوب منه حيث يتوقف عليها وعلى متانتها قوة احتمال الإطار.

وتتوضع طبقات التيلة بحسب زاوية قطعها بشكليين :

- 1- إما أن تتوضع من طرف الإطار إلى الطرف الآخر بشكل شعاعي ويدعى الإطار عندئذٍ Radial .
- 2- وإما أن تتوضع من طرف الإطار إلى الطرف الآخر بشكل قطري مائل ويدعى الإطار عندئذٍ ( Diagonal أو Crassply ) .
- 3- أطواق السلك Bead Wires :

وهي عبارة عن مجموعة أسلاك مطوية بالزنك والنحاس وتتصف بأنها ذات قوة شد عالية مغطاة بالمطاط، وعلى هذه الأطواق يرتكز الإطار عند تركيبه على العجلة المعدنية (الجنط) كما تلتف حولها نهايات طبقات التيلة أثناء عملية بناء الإطار.

ب- المواد المستعملة في صناعة الإطارات :

كل جزء من أجزاء الإطار يحضر من خلطة مطاطية خاصة، لها من الخواص ما يتفق ووظيفتها في هذا الجزء من الإطار، وبصورة عامة يمكن القول بأن الإطار يحتاج إلى 8-10 أنواع من الخلطات المختلفة والتي تختلف عن بعضها باختلاف نوع المطاط المستعمل والمواد الكيميائية المضافة التي سبق وأن تعرضنا إليها آنفاً .

ج- مراحل صناعة الإطارات :

1- مرحلة تحضير وخط المواد الأولية :

سبق وأن تحدثنا عنها بصورة عامة الفقرة 1/5 .

2- مرحلة تحضير التيلة :

تغلف طبقات التيلة بطبقتين من المطاط على آلة تعرف باسم كاليندر Calender وذلك بعد أن يتم غمس هذه الطبقات النسيجية في محلول مطاطي مناسب يساعد في لصق المطاط عليها، بعد ذلك تلف طبقات التيلة المغطاة بالمطاط في قماش خاص عازل لمنع التصاقها ببعض. عندئذ تقطع طبقات التيلة اللازمة لكل إطار بالعرض والزاوية المحددة في مواصفات كل قياس.

3- تشكيل المدارس :

يتم تحضير المدارس من الخلطات المطاطية التي تتصف بمقاومتها للتآكل من جراء الإحتكاك.

4- تحضير الأسلاك :

ويتم في هذه المرحلة تغليف الأسلاك المعدنية التي يتراوح عددها (5-10) أسلاك بالمطاط بواسطة آلة خاصة تعمل بصورة آلية.

#### 5- مرحلة بناء الإطارات :

هي عملية جمع أجزاء الإطار مع بعضها (أطواق السلك التيلة، المد\*\*\*) ويصبح الإطار بنهايتها كامل الأجزاء ويسمى الإطار الأخضر ويكون جاهزاً لعملية البركنة.

#### 6- مرحلة بركنة الإطار :

وتتم هذه المرحلة على مكابس حرارية ضخمة مسخنة بواسطة البخار بضغط عال (15-18جو) وضمن قوالب خاصة لكل نوع ومقاس وطبعه، وتكون مدة البركنة ودرجة الحرارة بحسب المواصفات الموضوعية لكل قياس.

وبنهاية هذه المرحلة يخرج الإطار بنقشته المميزة ومطبوفاً عليه الماركة التجارية وقياس وعدد طبقات التيلة ونوعها، وبعد أن يخرج الإطار من القالب تتم عملية قص الزوائد المطاطية منه.

#### 7- مرحلة التدقيق على الإنتاج :

تقوم عناصر تدقيق الإنتاج في مصانع الإطارات بفحص العيوب الظاهرة على الإطار والتي قد تحدث كنتيجة لأخطاء وقعت أثناء المراحل الأنفة الذكر، وعلى أثرها تفرز الإطارات إلى ثلاثة فئات: درجة أولى- درجة ثانية - غير صالح.

#### 8- اختبارات الإطارات :

في هذه المرحلة تختبر قوة تحمل وعمر الإطار ويجري هذا باستخدام آلة اختبار خاصة يتم فيها تحميل الإطار بحسب درجات

التحمل المطلوبة لكل نوع وقياس من الإطارات ومن ثم تدويره بسرعات معينة ولزمن طويل قد يصل إلى (200) ساعة أو أكثر.

بالإضافة إلى هذا الاختبار يمكن أن يجري اختبار عملي آخر بحيث يتم تركيب الإطارات على سيارة تسير على طريق في ظروف الخدمة الفعلية ولمسافات طويلة وبسرعات مختلفة.

5-1-7-2 الإطارات الداخلية :

تصنع الإطارات الداخلية وفقاً للمراحل التالية :

1- مرحلة تشكيل الأنابيب المطاطية :

بعد أن يتم عجن الخلطة المطاطية تقطع بواسطة آلة خاصة إلى شرائح بعرض 5-7سم تمرر هذه الشرائح المطاطية ضمن آلة بثق المطاط Extruder .

لتخرج من مقدمتها بشكل أنابيب بأقطار مختلفة تتناسب مع قياس القالب المعدني الموجود في مقدمة آلة البثق.

بعد تبريدها يتم تعفيرها ببودرة التالك لصنع التصاقها، ثم تقطع الأنابيب بأطوال محددة.

3- مرحلة تركيب الدسام ولحام الأنابيب:

في هذه المرحلة يعتمد إلى استخدام آلة خاصة تقوم بثقب الأنابيب المطاطية بالقطر المطلوب وتركب دسام نفخ الإطار (البلف) بأن واحد .

بعدئذٍ يعتمد إلى قص ولحام طرفي الأنبوب المطاطي بأن واحد بواسطة آلة خاصة ويصبح بنهايتها الإطار جاهزاً لعملية البركنة .



### 3- مرحلة بركنة الإطار :

يركب الإطار على أنبوب معدني أو خشبي خاص بكل قياس ويوضع في صناديق موصدة (Autoclave) أو مكبس حراري مسخن بالبخار بضغط (8-10 جو) حيث يخرج بعدها جاهزاً.

3-7-1-5 السيور المطاطية V-belts :

توجد للسيور المطاطية عدة مواصفات منها :

1- النظام العالمي (ISO- (R 52- R253)

2- النظام الألماني DIN 2215

3- النظام الروسي غوست 5813

إن مقاطع السيور المطاطية هي بشكل شبه منحرف قاعدته الكبرى تكون نحو الخارج والصغرى نحو الداخل ويرمز كل من النظام العالمي والألماني إلى السيور المطاطية برقمين أولهما يدل على عرض السير (القاعدة الكبرى) والثاني سماكة السير بينما يرمز في النظام الروسي لها برقمين أولهما يدل على القاعدة المتوسطة والثاني سماكة السير.

تتم صناعة السيور المطاطية في أربعة مراحل رئيسية وهي :

1- مرحلة صنع المكونات الأساسية للسير :

وهذه المكونات هي خيوط النواة المضفورة والمغطاة بالمطاط، وشرائح نسيج الغطاء المغطاة بالمطاط أيضاً، وعجينة المطاط اللازمة لبناء السير، تنتج هذه المواد على ثلاثة خطوط إنتاج، فتبدأ خيوط النواة

المضفورة من الحبال الخيطية، ونسيج الغطاء من نسيج قماشي، وعجينة المطاط تنتج بآلة العجان المفتوح أو المغلق.

## 2- مرحلة بناء السير :

ويتم في هذه المرحلة بناء السير على الشكل المعروف بالمقاييس المطلوبة وذلك بواسطة آلات خاصة ويصبح بنهايتها السير جاهزاً لعملية البركة.

## 3- مرحلة بركنة السير :

ويتم في هذه المرحلة بركنة السير ويتصلب فيه المطاط الذي كان طرياً .

## 4- مرحلة التفتيش والختم :

ويتم في هذه المرحلة التدقيق النظري على السيور ورفض السيء منها وبعدها تختلف السيور بعلامة المصانع وقياسه كما ويمكن أن تتم تجارب عملية على نسبة معينة من السيور لضمان جودة الانتاج بشكل دائم.

## 5-1-7-4 الموانع المطاطية Seals :

تستخدم الموانع المطاطية للفصل ما بين وسطين، ويكون أحد هذين الوسطين عبارة عن سائل أو زيت. آ- تقسم الموانع المطاطية بحسب طبيعة عملها إلى ثلاث فئات رئيسية :

1- الموانع المطاطية الدوارة Rotary Seals

2- الموانع المطاطية الساكنة Static Seals

3- الموانع المطاطية التبادلية Reciprocating Seals

كما وتصنف الموانع المطاطية بحسب مقطعها إلى فئتين :

1- الموانع المطاطية الضاغطة Squeeze Type

والتي يكون مقطعها أما بشكل حلقات O-ring أو بشكل مستطيل أو بشكل حرف ( x أو D أو T أو Δ ) .

2- الموانع المطاطية ذات الشفة Lip Seals

والتي يكون مقطعها إما بشكل الكاس أو حرف U أو V

تقوى الموانع المطاطية في بعض الأحيان وذلك بغية تحسين مواصفاتها الميكانيكية (قوة الشد زيادة مقاومتها للتمزق والتآكل) إما:

1- بطبقات نسيجية طبيعية أو صناعية وذلك حسب نوع الخدمة المطلوبة منها.

2- بمعدن ويستخدم هذا النوع من الموانع المطاطية في جذوع نقل الحركة .

ب- كيف تصمم الموانع المطاطية :

يحدد تركيب الموانع المطاطية بثلاث معطيات :

1- التركيب الكيميائي للوسط المحيط بها .

2- درجة حرارة الوسط أثناء التشغيل.

3- المواصفات الميكانيكية اللازمة توفرها في المانعة المطاطية.

إن التركيب الكيميائي ودرجة حرارة الوسط أثناء التشغيل يحددان نوع المطاط اللازم استعماله، أما بالنسبة للبند الثالث من المعطيات فيحدد نوع المواد الكيميائية اللازم إضافتها إلى المطاط الأنف الذكر لتشكيل الخلطة المطاطية.

### ج- مراحل صناعة الموانع المطاطية :

لا تختلف صناعة الموانع المطاطية في مراحلها عن المراحل التي سبق وشرحت فيما سبق إلا أنه لابد من التنويه فيما يتعلق بالموانع المطاطية المسلحة بمعدن أن تجري معالجة ميكانيكية وكيميائية أن لزم الأمر لسطح المعدن وذلك لإزالة أي أثر للشحوم أو الزيوت أو طبقة الأوكسيد من على سطح المعدن والتي تحد وتمنع من التصاق المطاط على المعدن.

### 5-7-1-5 مبددات الاهتزاز Buffers :

لما كان ينبغي في مبددات الاهتزاز (كقواعد المحركات) أن تتمتع بمرونة وارتدادية عالية وهي على سماكة كبيرة إذا ما قورنت بالموانع المطاطية، وحيث أن خاصية المرونة والامتدادية لا يمكن تحقيقها إلا بعملية البركنة البطيئة، وعلى اعتبار أن المطاط ناقل سيء للحرارة لذا عمدت بعض المصانع الحديثة بغية زيادة طاقتها الانتاجية عن طريق تخفيض زمن بركنة مبددات الاهتزاز إلى تسخين مسبق (أولي) للخلطة المطاطية المحضرة بتيار عال التردد UHF لفترة قصيرة من الزمن وبحيث تكون درجة حرارة التسخين أقل من درجة حرارة بركنة الخلطة المطاكية، بعدئذٍ تنتقل الخلطة المطاطية إلى القوالب المعدنية المسخنة وتبركن تحت الضغط بواسطة مكابس مسخنة بالبخار أو بواسطة مقاومات كهربائية.

### 5-7-1-6 فتل السيارات Profiles :

يتم انتاج فتيل السيارات بطريقة الإنتاج المستمر Continous وتبعاً لهذه الطريقة فإنه يتم بثق الشرائح أو الحبيبات المطاطية التي سبق وأن حضرت من مقدمة آلة البثق Extruder ووفقاً لشكل القالب المعدني الموجود في مقدمة الآلة يلي ذلك عملية البركنة البروفيل الناتج في حمام ملحي وذلك بدون ضغط وينتهي خط الانتاج بجهاز تبريد ووحدة لف. يتميز المنتج المطاطي بهذه الطريقة بأنه لا يحوي زوائد مطاطية Scrap والطاقة الانتاجية كبيرة جداً.

5-1-7-7 خراطيم الضغط العالي Pressure Hase :

إن الطريقة الحديثة لإنتاج خراطيم الضغط العالي هي الطريقة المستمرة وتتميز هذه الطريقة عن غيرها من الطرق بأن قلب الخرطوم ينتج بواسطة عملية البثق من آلة البثق ثم يتم تبريده لمسافة قصيرة جداً إلى درجة حرارة الغرفة وذلك للحصول على مقاومة أكبر للخرطوم بعدئذٍ يدخل قلب الخرطوم في آلة خاصة لف الخيط بالتعاقب، وتتكون آلة لف الخيط التعاقبية من وحدتي لف تدوران في عكس الاتجاه حيث يمكن بواسطتهما لف طبقتين متقاطعتين من الخيوط، ثم يمر قلب الخرطوم المغلف بالخيوط خلال جهاز مسخن بتيار عال الذبذبة UHF يقوم برفع درجة حرارة قلب الخرطوم الذي سبق تبريده وتبخير أي أثر للرطوبة قد تكون موجودة على الخرطوم أو بالخيوط، بعد ذلك يمر قلب الخرطوم المسخن والجاف خلال آلة بثق غرضية حيث يتم تغليف الخيوط بطبقة مطاطية وبعدها تتم عملية البركنة في حمام ملحي وذلك بدون ضغط وينتهي خط الإنتاج بجهاز تبريد ثم وحده لف.

### 5-1-7-8 صناديق المدخرات Battery Boxes :

المطاط فحم هيدروجيني معدن غير مشبع من خواصه أنه يتأثر بالحموض بما فيها حمض الكبريت الممدد إلا أنه لوحظ عند ضم الكبريت إليه بنسبة تتراوح ما بين 33-45% مع إضافة نسبة زائدة من المسرعات والمواد المحسنة بغية زيادة درجة بركنة المطاط، فإن المطاط يفقد كثيراً من خواصه الميكانيكية والكيميائية بأن واحد ويكتسب خواصاً جديدة ويصبح لا يتأثر بالحموض بما فيها حمض الكبريت كما ويلاحظ ازدياد في قساوته وقوة الشد يقابلها انخفاض في الاستطالة والمرونة، والمطاط الناتج يدعى بالايونيت أو المطاط القاسي ويستخدم في صناعة صناديق المدخرات التي يمكن أن تتن بإحدى الطريقتين التاليين :

1- البركنة بالضغط .

2- البركنة بالحقن .

هذا وقد اتجهت البلدان الصناعية مؤخراً لاستخدام البلاستيك القاسي Poly prpyleme نظراً لكونه يتمتع بمقاومة أكبر للحموض وبمرونة أعلى من المطاط القاسي أو إلا بيونيت ولاعتبارات اقتصادية في صناعة صناديق المدخرات .

## الفصل الخامس

- 2-5 اللدائن البلاستيكية
- 1-2-5 لمحة تاريخية
- 2-2-5 أهميتها
- 3-2-5 مكونات اللدائن البلاستيكية
- 4-2-5 تقسيم اللدائن البلاستيكية
- 5-2-5 التضاعف
- 6-2-5 اللدائن البلاستيكية المتشكلة بالتضاعف
- 1-6-2-5 متعدد الستيرين
- 2-6-2-5 متعدد كلور الفينيل
- 3-6-2-5 متعدد الايتلين
- 4-6-2-5 متعدد البروبيلين
- 7-2-5 التكايف
- 1-7-2-5 التكايف المتجانس
- 2-7-2-5 التكايف المشترك
- 8-2-5 اللدائن البلاستيكية الناتجة عن التكايف
- 1-8-2-5 اللدائن الفينولية
- 2-8-2-5 متعدد الاستر
- 3-8-2-5 متعدد ميثل ميتاكريل
- 4-8-2-5 الراتجات الأمينية
- 5-8-2-5 متعدد الاميد

راتجيات السيليكون	6-8-2-5
راتجيات الايبوكسي	7-8-2-5
متعدد اليورثان	8-8-2-5
9-2-5 اللدائن المحضرة من منتجات طبيعية	
راتجيات الكازين	1-9-2-5
راتجيات السيللوز	2-9-2-5
طرق تشكيل اللدائن	10-2-5
التشكيل بالتفريغ	1-10-2-5
التشكيل بالحقن	2-10-2-5
التشكيل بالبتق	3-10-2-5
التشكيل بال	4-10-2-5
التشكيل بالتحويل	5-10-2-5
التشكيل بالنفخ	6-10-2-5
التشكيل بالضغط	7-10-2-5
التشكيل بالسقي	8-10-2-5
التشكيل بالتصفيح	9-10-2-5
التشكيل بالص	10-10-2-5
التسليح بالألياف	11-10-2-5
المنتجات البلاستيكية و**	11-2-5



## 5-2 اللدائن البلاستيكية

### 5-2-1 لمحة تاريخية

اشتقت لفظة البلاستيك من كلمة "البلاستيسين" التي تطلق على نوع معين من الصلصال يستخدم في عمل النماذج.

عرفت الحضارات القديمة أنماطاً عديدة من المواد اللدنة كشمع العسل والراتنجيات الطبيعية التي تفرزها الأشجار والزفت والقطران واستخدموا تلك المواد لأغراض شتى (تحنيط الجثث- سد مسامات المراكب الشراعية. الخ) .

أما بالنسبة للعصر الحديث فقد كانت أولى المحاولات لاصطناع اللدائن البلاستيكية من قبل الكيميائي الانكليزي "الكسندر باركس" الذي حاول اكتشاف بديل عن العاج الذي تصع منه كرات البلياردو، بمزج نترات السيللوز مع الكافور وبوجود الكحول حصل على كتلة قرنية صلبة إلا أنها لا تتحمل قوة الاستعمال، ولما كانت نترات السيللوز قابلة للاشتعال، لذلك فقد اتجهت المحاولات لاسترة السيللوز بحمض آخر غير حمض الأزوت ونجح العالم شوتز نبرجر عام 1865 في اصطناع خلات السيللوز حيث استخدم محلوله خلال الحرب العالمية الأولى في دهان الطائرات ثم في إنتاج حرير الرايون الصناعي فيما بعد. وفي عام 1872 اكتشف العالم "بايرا" أن تفاعل الفينول مع الفورم الدهيد يؤدي إلى إنتاج مادة راتنجية متصلبة لكن الصناعة لم تستفد من هذا الاكتشاف سوى عام 1909 حين عرف بيكلند كيف يسيطر على

التفاعل وأنتج مادة بلاستيكية مهمة جداً أطلق عليها اسم (البكالييت) وكان هذا اختراع أول راتنج صناعي.

إلا أن قناعة لون البكالييت الذي اقتصر استخدامه على القطع الكهربائية استجابة لمتطلبات الأسواق فقد اتجهت الأبحاث إلى إنتاج لدائن لا لون لها ونجحت في اصطناع راتنج اليوريا فورم الدهيد وتوالت الأبحاث والدراسات وأمكن اصطناع العديد من الراتنجات الاصطناعية (متعدد كلور الفينيل عام 1835 من قبل العالم رينو- متعدد ميتا اكريلات عام 1843 من قبل العالم روتباخن) .

وفي عام 1935 دخلت اللدائن البلاستيكية (متعدد الاميد) صناعة المنسوجات بعد أن أمكن الحصول على ألياف قوية صالحة للاستعمال الصناعي من مواد أولية بسيطة إذ لاحظ العالم كاروتز أنه عند غمس سلوك معدني في مصهور المادة الناتجة عن تكاثف حمض الايديبيك مع سداسي ميتيلين ثنائي أميد ثم سحبه بسرعة يتكون خيط رفيع نتيجة لتجمد المادة المنصهرة في الهواء كما لاحظ أن هذا الخيط يمكن شده إلى حوالي أربعة أمثال أوله الأصلي دون أن يعود إلى الانكماش وأن الخيط الناتج بعد عملية الشد يمتاز بمتانة عظيمة ومرونة عالية. هذا وانحصرت صناعة خيوط النايلون في أمريكا في البدء ثم انتشرت وحاولت ألمانيا اصطناع الألياف الصناعية من تكاثف مركب كلور الفينيل إلا أن الخيوط الناتجة لم تصاف نجاحاً عظيماً لذا فقد تحول العلماء الألمان نحو الاميدات العالية التكاثف وتم اصطناع خيوط أخرى دعيّت باسم البيرلون .

أما في انكلترا فلم تبدأ هذه الصناعة إلا في عام 1941 حيث تم اصطناع خيوطاً من تفاعل حمض الفتاليك مع الاتيلين غليكول أطلق عليها اسم "تيريلين" ومنذ بضع سنوات تم في فرنسا صناعة ألياف جديدة من زيت الخروع أطلق عليها اسم "ريلسان" وهي أول ألياف كيميائية صناعية تقوم على أساس نباتي .

3-2-5 أهيمتها :

تكمُن القيمة الكبيرة للدائن البلاستيكية، في حقيقة، أن في الوسع استعمالها لأغراض شتى بالنظر لكونها ذات خواص لا يمكن أن توجد في العدد من المركبات والمعادن منها سهولة وتشكيلها وعزلها للكهرباء والحرارة ومقاومتها للصدأ والاحتكاك وصمودها لفصل الكيماويات (الحموض والقلويات) والعوارض الجوية مما أكسبها ميزة الاستفادة منها في العديد من الاستعمالات الصناعية (الألياف الصناعية- الدهانات- الصمغ- الجلد الاصطناعي- الطائرات- السفن- الآلات- السيارات- الأجهزة الكهربائية والالكترونية المتفجرات- الصواريخ. الخ) والاستخدامات المنزلية حتى أصبح من الممكن أن نقول أنها أصبحت تعتبر اليوم مواد لا بديل لها في الصناعة الميكانيكية وفي الصناعة اللاسلكية والكهربائية والصناعة الكيميائية.

3-2-5 مكونات اللدائن البلاستيكية :

يمكن تقسيم اللدائن البلاستيكية \*\*\* إلى قسمين :

1-3 إما أن تتكون من راتنجيات بلاستيكية فقط دون أي إضافات .

2-3 أو تتكون من راتنجيات بلاستيكية يضاف إليها مواد أخرى لإكسابها الخواص والصفات النوعية المطلوبة سواء للاستعمال الصناعي أو المنزلي ومن أهم هذه المواد نذكر مايلي :

### 1-2-3 المواد الحشوية أو المألثة Fillers :

هي عبارة عن مواد الغرض من إضافتها هو تغيير خواص الراتنج في الاتجاه وإكسابها خواص المتانة الميكانيكية كالعساوة والثبات ضد تأثير النار وغيرها من الخواص وهي إما أن تكون عضوية أو معدنية كالخشب والزجاج أو الكوارتز أو الكاولان أو كربونات الكالسيوم أو كبريتات الباريوم أو بشكل ألياف كالقطن الاسبستوس أو الألياف الزجاجية.

### 2-2-3 المواد المليئة أو الملدنة Plastivizers:

هي عبارة عن مواد تكسب الراتنج المرونة أي تساعد على تحويل الراتنجيات الصلبة والهشة إلى الحالة المرنة الملائمة لإعطائها الشكل المطلوب وأكثر المواد شيوعاً في الاستخدام هي الكافور - زيت الخروع - ثنائي بوتيل فتالات - ثنائي أوكثيل فتالات - شمع البرافين - حمض الشمع.

### 3-2-3 المواد المقاومة للتأكسد أو الموازنات Stabilizers:

هي عبارة عن مواد الغاية من إضافتها إكساب الراتج خاصية المقاومة تجاه العوامل الجوية (أشعة الشمس - الطقس) (والأكسدة بالأكسجين الجوي أو الأوزون) أو الأشعة فوق البنفسجية.

### 4-2-3 المواد الملونة Pigments :

هي عبارة عن مواد ملونة تضاف إلى الراتج لصبغة باللون المطلوب للاستعمال.

### 4-2-5 تقسيم اللدائن البلاستيكية:

يمكن أن نقسم اللدائن البلاستيكية بحسب سلوكها تجاه فعل الحرارة إلى قسمين:

#### 1-4 اللدائن البلاستيكية المتصلبة حرارياً Thermoctic

وهي اللدائن التي تأخذ شكل القالب لدى تسخينها إلا أنه لا يمكن إعادة تسخينها مرة ثانية وبالتالي إعادة تشغيلها بالقولبة. مثل فينول - فورم الدهيد - اليوريا - فورم الدهيد - الميلامين - فورم الدهيد.

#### 2-4 اللدائن البلاستيكية المتغيرة أو المتحولة حرارياً Thermos

وهي اللدائن التي تتلين بفعل الحرارة وعندما تبرد تأخذ شكل القالب إلا أنها تتلين بفعل الحرارة مرة ثانية دون أن تفقد شيئاً من خواصها. مثل: متعدد الستايرين، متعدد كلور الفينيل - متعدد الاثيلين. ومن جهة أخرى يمكن تقسيم اللدائن البلاستيكية بحسب طريقة تصنيعها كيميائياً إلى:

#### 1-4 اللدائن الناتجة عن التضاعف (البلمرة) Polymersation

من أهم أنواعها متعدد كلور الفينيل - متعدد الاتيلين .

2-4 اللدائن الناتجة عن التضاعف - التكاثف Polycondinsation

من أهم أنواعها فينول - فورم الدهيد يوريا - فورم الدهيد - متعدد

الأميد

3-4 اللدائن الناتجة من منتجات طبيعية:

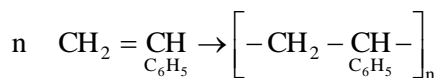
من أهم أنواعها نترات السيلوز، خلات السيلوز، الكازيين .

هذا وسنعمد في دراستنا لأنواع اللدائن البلاستيكية على التقسيم الأخير (تبعاً لطريقة تصنيعها الكيميائي) لكونه أكثر أهمية من وجهة النظر الكيميائية إلا أنه لا بد لنا التحدث عن خواص ومميزات اللدائن البلاستيكية كل منها على حدة من أن نستعرض بشيء من الإيجاز كل من التضاعف والتكاثف.

5-2-5 التضاعف: Polymersation

وهي حادثة كيميائية تنجم عن اتحاد عدد كبير من جزيئات صغيرة لمركب ما لتعطي مركباً كيميائياً يدعى بالمتضاعف Polymer ويكون وزنه الجزيئي هو أحد أضعاف (مئات أو ألوف) الوزن الجزيئي للجزيئات الصغيرة التي تدعى باسم وحيد الحد romer ويعتمد هذا على مدة تفاعل التضاعف الجاري فكلما ازداد زمن التفاعل ازداد متوسط الوزن الجزيئي للمتضاعف وكذلك كميته الناتجة، هذا وتتصف نواتج التضاعف بكونها متحولة حرارياً، كما ويتصف المتضاعف بخواص مختلف كلياً عن خواص المركب الأصلي وحيد الحد.

أما آلية التضاعف في المركبات السلسلية والحلقية فإنها تتم عن طريق كسر الروابط الثنائية (المضاعف) في المركب العضوي غير المشبع وحيد الحد مكونة تكافؤات حرة تنضم إلى بعضها البعض لتكوين المتضاعف.



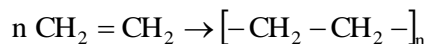
متعدد الستايرين ستايرين

ولحادثة التضاعف أنواع نذكر منها:

1-5 التضاعف المتجانس:

ويقصد به أن نوعاً واحداً من الجزيئات الصغيرة (وحيد الحد)

ترتبط مع بعضها بعضاً:

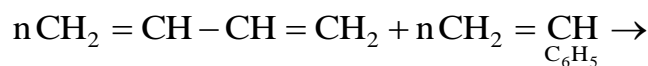


متعدد الاثيلين اتيلين

2-5 التضاعف المشترك:

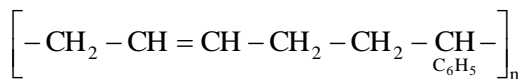
ويقصد به أن نوعين أو أكثر من الجزيئات الصغيرة (وحيد الحد)

يرتبطان مع بعضهما بعضاً.



بوتاديين

ستايرين



متعدد بوتاديين ستايرين

3-5 التضاعف بالتطعيم:

يتم هذا النوع من التضاعف بإضافة أو تطعيم السلسلة الأساسية بوحيدات حد أخرى تجري فيما بينها التضاعف وبذا ينتج متضاعف جديد ذا خواص جديدة.

حيث:

$A =$  السلسلة الأساسية

$B =$  وحيد الحد المضاف

4-5 تضاعف الكتل:

يعمد في هذا النوع من التضاعف إلى تفتيت جزيئات المتضاعفين B,A إلى سلاسل صغيرة نسبياً ثم إعادة التحامهما وتجميع هذه الكتل في متضاعفات جديدة ولهذا النوع من التضاعف شكلان:

1-4-5 أما أن يتم التحام وتجميع الكتل بشكل عشوائي غير

منتظم:

.... A - A - B - A - B - B - B - A ...

مثال: تضاعف كلور الفينيل مع خلات الفينيل.

...-CH<sub>2</sub>-CHCl-CH<sub>2</sub>-CHCl-CH<sub>2</sub>- $\underset{\text{OCOCH}_3}{\text{CH}}$ -CH<sub>2</sub>-CHCl-CH<sub>2</sub>- $\underset{\text{OCOCH}_3}{\text{CH}}$ -..

2-4-5 أو يتم التحام وتجميع الكتل بشكل عشوائي منتظم:

... - A - A - B - B - A - A - ..

مثال: تضاعف أوكسيد الاتيلين مع ثلاثي فتالات الاتيلين:





6-2-5 اللدائن البلاستيكية المتشكلة بالتضاعف:

1-6-2-5 متعدد الستايرين Polystyrene:



1- استحضاره:

يستحصل عليه من تضاعف مركب اتيل البنزن الذي يحصل عليه من تفاعل البنزين مع الاتيلين بوجود كلور الألمنيوم كوسيط وبالتسخين لدرجة حرارة عالية (طريقة فريدل - كرافت).

بيروكسيد تضاعف



2- ميزاته واستعمالاته:

تمتاز راتنجيات متعدد الستايرين بشفافيتها وألوانها المتعددة وقساوتها ولمعان سطح القطع المصنعة منها مما جعل لها استعمالات عديدة في الأدوات المنزلية وأوعية الطعام والقطع المشابهة للبورسلين والألعاب... الخ.

ليس له رائحة، عند معالجته بحمض الكبريت فإن المشتق السلفوني له يستخدم لإزالة عسرة المياه بالتبادل الشاردي وهو استخدام

تتزايد أهميته ويتسع نطاقه خصوصاً في تحويل المياه المالحة إلى مياه عذبة.

أما خواصه الفيزيائية فهي:

الوزن النوعي = 1.05

قوة الشد = 2.5-3 طن / انش 2

قوة الضغط = 7 طن/ انش 2

قوة الصدمة = 0.2 طن/ انش 2

امتصاصه للماء = صفر خلال 24 ساعة

ويتصف راتنج رغوة متعددة الستايرين Styropol بخفة وزنه وقوة عزله للحرارة مما أعطاه أهمية في صناعات كثيرة خاصة صناعة التبريد وكذلك استعمل هذا الراتنج كثيراً في صناعة التغليف والتوضيب لقابليته امتصاص الصدمات إضافة لاستعماله في أحزمة السباحة والانقاذ. وتعود خاصية خفة الوزن التي يتمتع بها راتنج رغوة متعدد الستايرين (15-30 كغ/م<sup>3</sup>) إلى احتوائه على 98% تقريباً من وزنه هواء محبوساً في خلاياه الداخلية التي يصل عددها إلى 3-6 مليون خلية/ اللتر الواحد.

5-2-6-2 متعدد كلور الفينيل: P.V.C

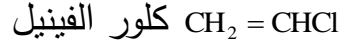
صيغته :  $\left[ \text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right]_n$

1- استحضاره:

يحضر وفقاً للمخطط التالي:



وسط مائي جلاتيني



فوق أكسيد البنزويل

35-70° م

5-8 ضغط جو

20-70 ساعة



وتتم عملية التضاعف في برج وتتوقف حادثة التضاعف عندما ينخفض الضغط في البرج إلى (1.5-2.4) جو، وعلى هذا الأساس فإن متعدد كلور الفينيل الناتج يكون على أنواع مختلفة تبعاً للمواد الأولية المستخدمة وإلى شروط التفاعل (زمن - ضغط - حرارة) وإلى المواد الوسيطة التي تتحكم جميعاً في نوع المركب الناتج.

2- خواصه واستعمالاته:

متعدد كلور الفينيل لا رائحة له، لونه يتراوح ما بين الأبيض والأصفر الفاتح وإذا ما تتم تصنيعه بدون أية ألوان إضافية فإنه يتحول إلى لون بني فاتح أو بني مشرب بالحمرة يلين بالحرارة ويصبح طرياً في درجة حرارة 80° م ويفقد مقاومته الميكانيكية إذا ارتفعت حرارة التسخين إلى 140° م، عندما يصنع يطلق حمض كلور الماء الغازي لهذا،

يفضل استخدام أنواع الفولاذ المقاومة للتأكسد في أجزاء الآلات وقوالب التشغيل.

موصل رديء للحرارة والكهرباء ولهذا يعتبر مادة عازلة جيدة كما يمتاز بكونه غير قابل للالتهاب الذاتي، لا يتأثر بالحموض والقلويات المخففة منها والمركزة كذلك الأمر بالنسبة للزيوت والأغوال إلا أن بعض المذيبات العضوية تجعله ينتفخ أو يتفتت أو يذوب.

يمكن تصنيعه وفقاً لعمليات التشغيل التالية ووفقاً للاستعمال:

1- التشكيل بالصقل لإنتاج الجلد الاصطناعي، الملابس الواقية من المطر، مفارش الموائد.

2- التشكيل بالانبتاق لإنتاج الخراطيم - الأنابيب الكابلات (غلاف).

3- التشكيل بالحقن لإنتاج الأنعال - الأكعاب - الأحذية - سدادات قوابس (فيش) كهربائية.

أما خواصه الفيزيائية فهي:

الوزن النوعي = 1.35

قوة الشد = 4-5 طن / انش 2

قوة الصدمة = 6 طن / انش 2

امتصاص الماء = 0.1 % خلال 24 ساعة

3-6-2-5 متعدد الاثيلين P.E

صيغته :  $[-CH_2 - CH_2 -]_n$

1- استحضاره:

يحضر من تضاعف الاتيلين وفقاً لإحدى الطريقتين التاليتين:  
 أ- التضاعف تحت ضغط مرتفع (1500-2000 جو) وبحرارة  
 (100-2000° م) مع وجود كمية قليلة من الأوكسجين كعامل مساعد  
 (طريقة شركة I.C.I) والمركب الناتج ذو كثافة منخفضة، ذراته غير  
 منتظمة.

ب- التضاعف تحت ضغط منخفض:

تختلف طريقة التضاعف باختلاف طريقة الشركات في التصنيع:  
 1) تحت ضغط 7 جو وباستخدام حرارة حوالي (60-70° م)  
 وبوجود رابع كلور التيتانيوم- ثالث ايتيل الألمنيوم كعامل مساعد (طريقة  
 ناتا - زيفلر).

2) التضاعف بضغط (20-50 جو) وباستخدام حرارة ما بين  
 (65-205° م) وبوجود أكاسيد من السيليسيوم أو من الألمنيوم أو من  
 الزركونيوم بنسبة لا تتعدى 10% كحد أقصى (طريقة معامل فيليبس).

3) التضاعف بضغط (60-100 جو) وباستخدام حرارة ما بين  
 (200-260° م) في حضور محيط سائل مذيّب مثل: البنزن - الكزيلين  
 - التولوين - (طريقة استوستاندر - انديانا).

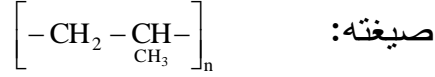
إن المركب الناتج وفق إحدى الطرق السابقة (تحت ضغط  
 منخفض) ذو كثافة عالية وذراته منتظمة.

2- خواصه واستعمالاته:

يتمتع متعدد الاتيلين بخصائص فريدة وذا قيمة خاصة بالنسبة  
 لخفة وزنه ومقاومته للمواد الكيميائية وقوة تحمله مما يجعله العنصر

الأساسي في صناعة الأكياس - القناني - الأدوات المنزلية - صناديق القناني - عزل الكابلات.

4-6-2-5 متعدد البروبيلين Poly propylene:



1- استحضاره:

يمكن الحصول عليه من تضاعف البروبيلين وبوجود إيثيل الألمنيوم وكلور التيتانيوم أو ايزو بوتيل الألمنيوم وكلور الألمنيوم كوسطاء.

2- خواصه واستعمالاته:

هو راتنج متحول حرارياً ذا خصائص فريدة بين المتانة وخفة الوزن والقوة والمتانة والمقاومة للعوامل الجوية والمواد الكيميائية وعزله الكهربائي المرتفع.

يستعمل في صناعة الصحن - الأنابيب - القناني - الأدوات المنزلية - قطع البرادات - وحديثاً دخل في صناعة الأكياس المعروفة باسم (أكياس رافيا) التي أخذت تحل محل أكياس الخيش وتتفوق عليها من حيث المتانة والسعر والمظهر.

7-2-5 التكاثر Poly Condensation:

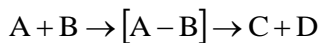
إن التكاثر ليست عملية بسيطة في حد ذاتها كعملية التضاعف، والتكاثر هو عبارة عن تفاعل بين المجموعات الوظيفية لجزيئين مختلفين

أو متجانسين أو أكثر لإعطاء مركب جديد متضاعف تكاثفي، وغالباً ما يتم التكاثر على مرحلتين:

- ففي المرحلة الأولى يحدث تفاعل ضم بين الجزيئات لإعطاء ناتج تفاعل ضم وسيطي غير مستقر.

- أما في المرحلة الثانية فتتم بخروج الماء كنتاج ثانوي من تفاعل الضم الوسيطي غير المستقر سواء تم ذلك بصورة مباشرة أو بصورة غير مباشرة عن طريق اتحاد هذا الناتج غير المستقر مع جزيئة أخرى جديدة. ومجمل هذه التفاعلات تتم بوجود مركبات وسيطة.

يمكن توضيح ما سبق بالتكاثر التالي:



حيث A و B جزيئات وحيدة الحد

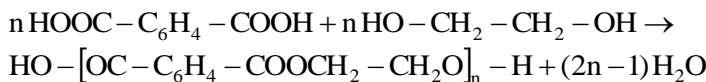
[ A - B ] مركب وسيطي غير مستقر

C جزيئة متكاثفة

D جزيئة ماء

مثال: التكاثر بين حمض الفتاليك والاتيلين غليكول لإنتاج متعدد

اتيلين فتاليك:

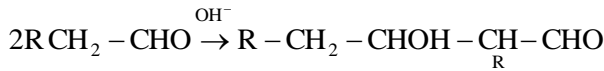


نميز في التكاثر نوعان:

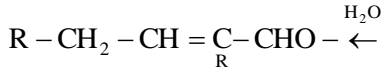
1-7-2-5 التكاثر المتجانس:

هو عبارة عن تكاثر يتم بين جزيئين متماثلين ويكون تركيب ناتج

التكاثر هو ذات تركيب الجزيئات المتكاثفة.



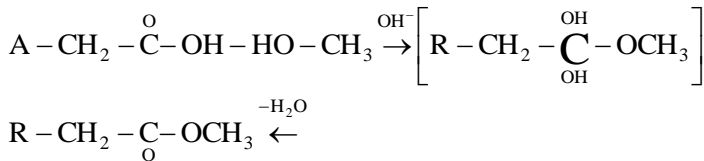
«الدهيد اتيليني»



2-7-2-5 التكايف المشترك:

هو التكايف الذي يجري بين جزئين مختلفين في النوع أو التركيب

الهيكلية.



8-2-5 اللدائن البلاستيكية الناتجة عن التكايف:

1-8-2-5 اللدائن الفينولية Poly phenol:

من أهمها لدائن الفينول - فورم الدهيد (البكالييت) وهي راتنجات متصلبة حرارياً، تمتاز بصلابتها وقوتها وقساوتها وعزلها للكهرباء، لها لون بني طبيعي (ولا تعرف بالألوان الزاهية التي يربطها الإنسان بالبلاستيك) تستعمل في صنع القطع المتطلبية قوة ميكانيكية وصلابة، حيث اللون لا أهمية له كما يصنع منها الغلاف الخارجي لآلات التصوير فراش محرك الغسالات أما سائل هذه الراتنجيات فيستعمل للحماية والعزل بشكل دهان أو في عملية التصفيح لصناعة الفورمايكا.

2-8-2-5 متعددات الأستر Poly esters:

تقسم هذه الراتنجيات إلى قسمين:



1- المتصلبة حرارياً: Themostics هي عبارة عن لدائن متعدد الأستر غير مشبع وتمتاز بمقاومتها المرتفعة للعوامل الطبيعية والمواد الكيميائية وتسلح في أكثر الأحيان بالألياف الزجاجية ويصنع منها المفروشات والصهاريج كما وتستعمل كثيراً في البناء.

2- المتحولة حرارياً: Thermoplast هي عبارة عن لدائن متعدد الأستر مشبع وتستخدم في صناعة الخيوط والألياف الصناعية المعروفة تجارياً باسم خيوط داكرون (أمريكا) تيريلين (انكلترا) لا فسان (الاتحاد السوفيتي).

إن الاستيرات هي المركبات الناتجة عن تفاعل الحموض أحادية أو متعددة الكربوكسيل مع الأغوال أحادية أو متعددة الهيدروكسيل، سواء كانت هذه المركبات مشبعة أو غير مشبعة، هذا وإن التعدد في الوظائف يعطي المركب المتكاثف الشكل البنائي المتشابك والمستعرض وإن وجود الرابطة المضاعفة في أحد المركبات من شأنه أن يزيد التشابك العرضي بين الجزيئات المتكاثفة.

ويبين المخطط التالي لتكاثف حمض الفثاليك أو بلا ماء وحمض المالك أو بلامائه مع الاتيلين غليكول لإعطاء متعدد الأستر يمكن في مرحلة لاحقة أن يتضاعف أو يتضاعف مع الستايرين لإعطاء راتنج متعدد الأستر.

بلا ماء حمض الفثاليك + بلا ماء حمض المالك

+

اتيلين غليكول

راتنج

ستايرين

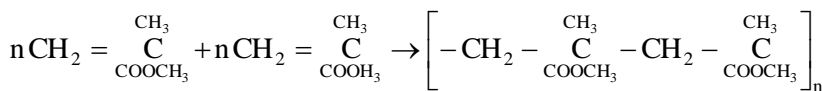
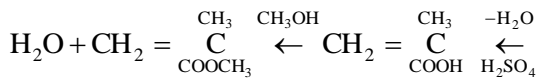
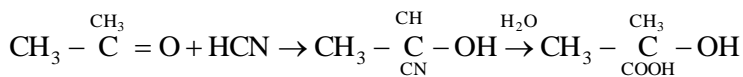
راتنج متعدد الاستر

3-8-2-5 متعدد ميتيل ميثا اكريل : Poly methyle etha Acrylate



1- استحضاره:

يمكن الحصول عليه من تفاعل الاسيتون مع حمض سيان الماء  
 ليكون 2- سيانور هيدروكسي البروبان الذي يعطي بإماهته  $\infty$  -  
 هيدروكسي ايزو الزبدة، فإذا ما عمل الناتج بحمض الكبريت والكحول  
 المتيلي تحول في النهاية إلى متيل ميثا اكريلات الذي يمكن تكافئه  
 بوجود عوامل مساعدة.



2- خواصه واستعمالاته:

يتصف متعدد ميتيل ميثا اكريلات والذي يعرف تجارياً باسم  
 بلاكسي غلاس (الزجاج العضوي) باحتفاظه بشفافيته رغم تعرضه  
 للعوامل الجوية، غير قابل للكسر عند تعرضه للبرودة، يحترق ببطء،  
 متوفر بألوان متعددة، لذا يستعمل في صنع اللوحات الإعلانية، مصابيح

السيارات الخلفية، فراشي الشعر، الأمشاط الحلي الصناعية، الخيوط الصناعية، العدسات، زجاج الساعات، كما ويستعمل محل الزجاج في الطائرات لشفافيته ومقاومته للعوامل الطبيعية.

#### 5-2-8-4 الراتنجيات الأمينية Poly Amine:

هي راتنجيات متغيرة أو متصلبة حرارياً منها الميلامين - فورم الدهيد واليوريا فورم الدهيد.

تحضر موادها الأولية لما يلي:

- الميلامين : يحضر من معالجة كبريد الكالسيوم بالأزوت فينتج سيان الكالسيوم الذي يعطي بغليه بالماء ثنائي سيان الكالسيوم فإذا ما سخن الناتج مع النشادر تحت الضغط نتج الميلامين.

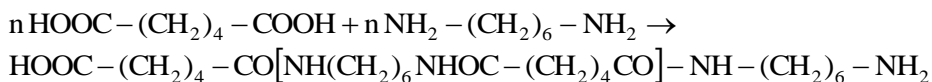
- اليوريا (البوله): وتحضر من تفاعل ثاني أكسيد الكربون والنشادر.

- الفورم الدهيد: ويحضر بأكسدة الكحول الميتلي.

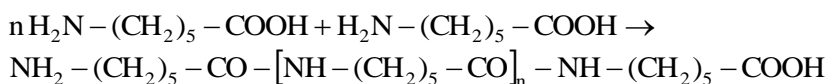
تمتاز القطع المقبولة من هذه الراتنجيات بلمعانها وقابليتها للتلوين وعدم رائحتها أو طعمها كما ويمتاز راتنج الميلامين بقلة امتصاصه للماء وبسطحه البراق الصلب، لذلك تستعمل بكثرة في أدوات المائدة والأزرار وأدوات مساعدة السمع وموزع الكهرباء للسيارات أما راتنج اليوريا - فورم الدهيد فيستعمل كصناديق للراديو والقطع الكهربائية.

#### 5-2-8-5 متعدد الأميد: Poly Amide

أكثر الراتنجيات المعروفة من هذه الفئة هي راتنجيات النايلون الذي يحضر من تكاثف عدد كبير من جزيئات حمض الأديك وسداسي متيلين ثنائي الأمين:



والبيرلون الذي ينتج من التكاثر المتعدد لحمض أمينو هكسانويك



تستخدم هذه الراتنجيات لصناعة الألياف الصناعية التي تستخدم في صناعة الأقمشة والجوارب وشباك الصيد، وبالنظر لمقاومتها وصلابتها المرتفعة وتحملها للحرارة والمواد الكيميائية لذا فهي تستعمل لصنع المسننات والقطع المنزلية ولإنتاج إطارات الطائرات والسيارات (تقوية الإطار).

5-2-8-6 راتنجيات السيليكون:



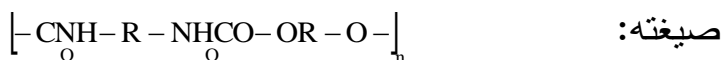
راتنجيات متحولة حرارياً وهي على شكلين صلب وسائل، فالشكل الصلب يستعمل في صناعة الكهرباء لقوة عزله الكهربائي وكذلك في الصناعات الالكترونية وصناعة الصواريخ، أما الشكل السائل فيستعمل للدهانات الممتازة وفي صناعة المعاطف الواقية من المطر وهناك نوع يكثر استعماله لخصائصه الفريدة كمزيت ومانع للالتصاق فتطلى به

القوالب أو يمزج مع الراتنجيات المراد قولبتها فيسهل نزع القطع عن القالب فيما بعد.

#### 7-8-2-5 راتنجيات الأيبوكسي: Epoxy Resins

تنتج من تفاعل تكاثف الفينول متعدد الهيدروكسيل (ثنائي فينول البروبان) مع فوق كلور الهيدرين والراتنج الناتج مقاوم لفعل الكيماويات، متصلب حرارياً وباستطاعته أن يكون صلباً وليناً، يصنع منه دهانات ممتازة تتحمل العوامل الطبيعية وتقاوم للتجريح والاحتكاك، تظلى به الأنابيب والبراميل والخزانات (السيارات) كما يصنع منه غراء لا مثيل له، يمكن أن يسلح بالغير غلاس (ألياف زجاجية) ويستخدم في صناعة الطائرات واليخوت والأنابيب وغلaf الآلات والصهاريج.

#### 8-8-2-5 متعدد اليورتان: Poly arethane



راتنجيات متحولة حرارياً بإمكانها أن تكون لينة، قليلة اللبونة، صلبة مع قوة تحمل ممتازة ومقاومة مرتفعة للماء، عندما تنمياً بالماء يتصاعد غاز الكربون منها مسبباً انتفاخ الراتنج بتجاويف عديدة على غرار الاسفنج، ولقد استرعت هذه الخاصية شركة باير عام 1952 فقامت بإنتاج أنواع منه ملائمة لصناعة الوسائد والمفروشات كما أنه هناك منه راتنجيات للقوالب الصلبة أو اللينة التي تستعمل في صناعة القطع العازلة للكهرباء والحرارة ولتغليف الكابلات، ولإنتاج الجلد

الاصطناعي، أما في وضعها السائل فتستعمل كأفضل دهانات للحماية أو كأحسن غراء.

9-2-5 اللدائن المحضرة من منتجات طبيعية:

1-9-2-5 راتنجيات الكازين:

تحضر من تفاعل الفورم الدهيد مع نيتروتين الكازين (جبنة الحليب) وتمتاز راتنجيات الكازين بسطح مصقول وألوان مختلفة وتستعمل في صناعة الأزرار، صنابير الحياكة والألعاب.

2-9-2-5 راتنجيات السيللوز:

هي راتنجيات مشتقة من السيللوز وأهمها خلات السيللوز، بوتيرات، خلات السيللوز هي راتنجيات متغيرة حرارياً، صلبة، متوفرة بألوان كثيرة.

تستعمل خلات السيللوز في صناعة خيوط النسيج المعروفة بالريون Rayon وكذلك في صناعة الأفلام والأزرار، الأمشاط، إطارات النظارات، الأدوات المنزلية وهي جميلة المنظر ويسهل تنظيفها. تستعمل بوتيرات خلات السيللوز في صنع مقاود السيارات، صندوق الراديو، القطع الكهربائية اليدوية، جهاز الهاتف.

10-2-5 طرق تشكيل اللدائن:

يجرى تشكيل اللدائن وفقاً لإحدى الطرق التالية:

1-10-2-5 التشكيل بالتفريغ: Vacume Moulding

يلعب الضغط الجوي في هذه الطريقة دوراً مهماً إذ أنه في إحدى هذه الطرق تربط قطعة البلاستيك المتحول حرارياً فوق قالب فارغ مكونة

حجاباً لا يسمح بمرور الهواء، ثم تسخن حتى تلين ويفرغ الهواء بين الحجاب وال قالب ليدفع بعدها الضغط الجوي بقطعة البلاستيك الموجودة فوق القالب إلى سطح القالب، وبعد أن تبرد تنزع القطعة وتكون قد أخذت شكل القالب.

وبطريقة أخرى من طرق التصنيع بواسطة التفريغ، توضع القطعة المراد قولبتها فوق قالب مرتفع وتربط حوله لتكون كيساً محكم الاقفال، ثم يعمد إلى تفريغ هذا الكيس من الهواء فيطبع الضغط الجوي القطعة حسب القالب (شكل رقم 1).

### شكل رقم (1)

#### 2-10-2-5 التشكيل بالحقن: Imyection monlding

تستعمل لتحويل عدة راتجات متحولة حرارياً لإنتاج قطع ذات أشكال متعددة بكميات كبيرة وفي أكثر الأحيان يكون القالب مؤلف من عدة قطع مرتبطة ببعضها بواسطة مجاري تجتمع بقناة رئيسية هي قناة الحقن، والعملية تجرى بالشكل التالي:

تتسرب حبيبات البلاستيك ضمن قمع رئيسي إلى أسطوانة مسخنة حيث تبدأ عملية التليين ثم تدفع بواسطة مدك (ضاغط) بين جدران الأسطوانة وورعاد مسخن وتحقن خارج الأسطوانة بشكل ذائب بقناة القالب وتتدافع في المجاري لتملئ أقسام القالب التي لها شكل القطعة أو القطع المراد تصنيعها، وعندما يبرد الراتنج المحقون يتصلب ثم تقذف

القطع خارج القالب أما أكثر آلات الحقن فهي أفقية وبعضها يكون عمودياً (شكل رقم 2).

### شكل رقم (2)

3-1-2-5 Extuding moulding التشكيل بالبتق :

تستعمل لصنع الألواح- الصفائح - القضبان - الأنابيب - الخيوط - وتعتمد على الإنتاج المستمر المتواصل وليس على دورات متقطعة، وهي عبارة عن تسرب حبيبات البلاستيك إلى أسطوانة مسخنة وانتقالها بواسطة برغي دائم الدوران إلى رأس الأسطوانة حيث تندفع عبر فتحات القالب الذي يكون بالشكل المرغوب فتتقوّل وتبرد بالهواء أو بالماء لتحافظ على شكلها، وفي عملية صناعة الخيوط يندفع الراتنج الذائب عبر قالب فيه مئات الثقوب الدقيقة (شكل رقم 3).

### شكل رقم (2)

4-10-2-5 Calendering التشكيل بالترقيق :

في هذه الطريقة يوضع الراتنج المتحول حرارياً بين أسطوانات مسخنة ويرق بين عدة أسطوانات ليصبح في النهاية صفائح رقيقة وتستعمل هذه الطريقة لطلي ورق الجدران أو النسيج بالبلاستيك. (شكل رقم 4).



## شكل رقم (4)

5-10-2-5 التشكيل بالتحويل: Transfer molding

إنها طريقة أخرى من طرق التشكيل بالكبس أو الضغط ولكنها تستعمل لقولبة الراتنجيات المتحولة حرارياً، وهي تتكون من عملية تسخين الراتنج ضمن حفرة متصلة بالقالب ثم دفع الراتنج في حالته اللينة إلى طبعة القالب وذلك بواسطة الضغط المائي وتستعمل لصنع القطع ذات الأشكال المعقدة. (شكل رقم 5).

## شكل رقم (5)

6-10-2-5 التشكيل بالنفخ: Blowing molding

تستعمل لإنتاج الأوعية الفارغة - القناني - الألعاب من الراتنجيات المتحولة حرارياً وتتخلص هذه الطريقة بتحويل الراتنج أولاً بواسطة طريقة السحب إلى أنبوب وقبل تبريده يلصق طرفه ثم يقفل القالب ويضغط في الهواء فيلتصق الأنبوب بجدران القالب فيأخذ شكله ويبرد ثم ينزع من القالب. (شكل رقم 6).

## شكل رقم (6)

7-10-2-5 التشكيل بالضغط: Compression molding

تستعمل هذه الطريقة أكثر ما تستعمل لتحويل الراتنجيات المتصلبة حرارياً وهي بشكلها المبسط حيث توضع بودرة الراتنج في طبقة القالب المسخن ثم يكبس القالب ويضغط الماء أو الزيت أو الهواء لفترة محدودة تلين بودرة الراتنج وتتوزع بالقالب ثم تتصلب لتفاعلها الكيميائي الناتج

عن الحرارة والضغط، ثم يفتح القالب وتُقذف القطعة منه. (شكل رقم 7).

شكل رقم (7)

5-2-10-8 التشكيل بالسقي:

في هذه الطريقة يعتمد على راتنجيات مذابة في الماء، تسكب في قوالب ساخنة ثم يحرك القالب فيكتسي بطبقة رقيقة من الراتنج ثم يفرغ من الراتنج الزائد ويشوى على حرارة معينة وبعد ذلك تنزع القطعة المصبوبة بعد تبريدها.

5-2-10-9 التشكيل بالتصفيح: Lominating

طريقة تجمع بين صفائح الورق أو النسيج المسببة براتنجيات متحولة حرارياً أو متصلبة حرارياً لتكون ألواحاً أو قطعاً صلبة ويكون ذلك بضغط هذه الرقائق بين شقي مكبس مسخن حرارياً. (شكل رقم 8).

شكل رقم (8)

5-2-10-10 التشكيل بالصب:

في هذه الطريقة لا حاجة لأي ضغط فراتنجيات الفينوليك والايبوكسي والبوليستر والاكريليك والسيليكون يستطاع تشكيلها بمجرد صبها ضمن قوالب وحسب بساطة الشكل أو تعقيده تكون القوالب مكونة من قطعة واحدة أو من عدة قطع.

5-2-10-11 التسيح بالألياف: Reinforcing

هي عملية مزج الراتنج بالألياف المناسبة وتشكيل ذلك، أما بالضغط أو باللف أو بالرش أو بالحقن أو بالكبس وأشهر ما يستعمل من الألياف للتقوية هي الألياف الزجاجية (فير غلاس) ألياف الاسبستوس - ندف القطن - وأكثر الطرق المستعملة هي طريقة الكبس. (شكل رقم 9).

شكل رقم (9)

5-2-11 المنتجات البلاستيكية ولدائنها:

بالرغم من تعدد أنواع اللدائن البلاستيكية فإنه يمكن التعرف عليها وتحديد نوعها إلى حد ما من خلال خواصها الظاهرية وطريقة تشكيلها دون الحاجة إلى إجراء أية تحليلات مخبرية عليها. وسنستعرض فيما يلي أهم المنتجات البلاستيكية المعروفة مع ذكر أهم اللدائن البلاستيكية التي يمكن أن تستخدم لإنتاجها.

1- الألواح والشرائح:

اللدائن الممكن استعمالها لإنتاجها هي:

الاكريليكات - الفينولات - خلات السيللوز - الميثاكريلات - متعدد الاستر - متعدد الاتيلين - متعدد البروبيلين - متعدد الستايرين.

2- الأنابيب والمواسير:

اللدائن الممكن استعمالها لإنتاجها هي:

الكازين - الاكريليكات - الفينولات - متعدد الأמיד - متعدد الاستر - متعدد الاتيلين - متعدد البروبيلين - متعدد الستايرين - متعدد كلور الفينيل.

### 3- الرقائق:

اللدائن الممكن استعمالها هي:

الايوكسي - الميلامين - الفينولات.

### 4- القضبان:

اللدائن الممكن استعمالها هي:

الاكريليكات - الكازين - الفينولات - الميثاكريلات - متعدد الأמיד  
- متعدد الاستر - متعدد الاتيلين - متعدد الستايرين - متعدد كلور  
الفينيل.

### 5- الدهانات:

اللدائن الممكن استعمالها هي:

الاكريليكات - الايوكسي - الميلامين - الفينولات - متعدد الاستر  
- السيلكونات - اليوريا - اليورتان.

### 6- البلاستيك الاسنجي:

اللدائن الممكن استعمالها هي:

الايوكسي - الفينولات - متعدد الاتيلين - متعدد الستايرين -  
اليوريا - متعدد اليورتان.

### 7- المستحلبات:

اللدائن الممكن استعمالها هي:

الاكريليكات - الميلامين - متعدد الأמיד - الفينولات - متعدد  
الاتيلين - السيلكونات.

### 8- مواد اللصق:

اللدائن الممكن استعمالها هي:

- الكازين - الايبوكسي - الميلامين - متعدد الأמיד - الفينولات -
- متعدد الاستر - متعدد الاتيلين - السيليكونات - متعدد الستايرين -
- اليوريا.

9- الألواح المزخرفة:

اللدائن الممكن استعمالها هي:

الميلامين - متعدد الاستر - متعدد كلور الفينيل.

10- الطلاءات والورنيشات:

اللدائن الممكن استعمالها هي:

- الاكريليكات - السيللوز - الايبوكسي - الميلامين - الميثا كريات
- الفينولات - متعدد الاستر - السيليكونات - اليوريا - متعدد الستايرين.

11- النسيج المغلف (المشمعات):

اللدائن الممكن استعمالها هي:

متعدد كلور الفينيل - متعدد الأמיד - متعدد اليورتان.

12- غلاف الكابلات والخيوط:

اللدائن الممكن استعمالها هي:

- الاكريليكات - الفينولات - خلات السيللوز - الميثا كريات -
- متعدد الأמיד - متعدد الاستر - متعدد الاتيلين - متعدد البروبلين -
- متعدد الستايرين - متعدد كلور الفينيل.

## الفصل السادس

6- صناعة الزيوت والدهون

(استخراج وتكرير زيت بذرة القطن)

6- زيت بذرة القطن

6-1 نبذة تاريخية عن استعمالات بذور القطن

6-2 تركيب بذور القطن

6-3 منتجات بذور القطن

6-4 تخزين بذور القطن

6-5 صناعة استخراج زيت بذور القطن

6-5-1 تنظيف البذور

6-5-2 عملية نزع الزغب DELINTING

6-5-3 عملية تقشير البذور

6-5-4 جرس (رق) اللب

6-5-5 طبخ اللب COOKING

6-5-6 العصر

6-5-7 استخلاص الزيت بطريقة المذيبات البترولية

### EXTRACTION

6-6 تكرير زيت بذور القطن REFINING

6-6-1 عملية التنقية الكيميائية

6-6-2 عملية تبيض اللون BLEACHING

6-6-3 عملية إزالة الرائحة DEODORIZING

7-6 منتجات زيت بذور القطن

8-6 المنتجات الثانوية لصناعة الزيت

1-8-6 الزغب (اللنت)

2-8-6 قشور بذور القطن

3-8-6 كسب بذرة القطن

6- زيت بذرة القطن

بذور القطن هي الشق الثاني من محصول القطن الذي يلي شعر القطن في الأهمية الاقتصادية لهذا المحصول. وترجع أهمية البذور الاقتصادية في الدرجة الأولى إلى ما تحتويه من زيت وإلى كثرة المنتجات العرضية التي تنتج منها عند استخراج الزيت كالكسب والزغب والقشور.

1-6 نبذة تاريخية عن استعمالات بذور القطن:

جاء ذكر سحق بذور القطن لاستخراج الزيت منها في المخطوطات الهندية، إذ توصي هذه المخطوطات الطبية باستعمال زيت بذور القطن في المداوة وتشرح طريقة استخلاصه من البذار بسحقه ثم غليه.

ومن المرجح أن أول من استعمل زيت بذور القطن كغذاء هم الصينيون منذ مئات السنين وكانوا يستخدمون طريقة لاستخلاص الزيت شبيهة إلى حد ما بالطرق الحديثة فكانوا يسحقون البذور بحجر الطاحون ثم يسخنون البذور في قدور مفتوحة، ثم يعصرونها في مكابس وتدية،

وهذه المكابس البدائية مؤلفة من شق على شكل زاوية حادة توضع فيه البذور المسحوقة ثم يساق في الشق وتد محكم يولج بالطرق بالمطارق، فيسيل الزيت من أطراف الشق، و لا تزال بعض النماذج من هذه المكابس القديمة موجودة في آسيا الوسطى.

اخترعت في أوروبا في القرن السابع عشر المكابس اللولبية، ثم في نهاية القرن الثامن عشر استحصل جوزيف بروماه لأول مرة على امتياز لصنع مكبس مائي (هيدروليكي) وهذا المكبس عظيم القدرة ولا يزال يستعمل حتى يومنا هذا على نطاق واسع.

وخلال السنوات المائة الواقعة بين عامي 1750-1850 اخترعت آلات الغزل والنسيج ثم آلات الحلاج فازدادت بذلك كميات القطن المستهلكة في صناعة النسيج ازداد سريعاً، وازدادت تبعاً لذلك كميات البذور الناتجة. ولم يبدأ باستخراج الزيت من البذور إلا بعد عام 1800 وذلك على نطاق تجريبي ضيق، وكان التفكير منصرفاً إلى استعماله كوقود في مصابيح الإضاءة. وقد كانت صعوبة استخراج الزيت من البذور عقبة أما سرعة تقدم هذه الصناعة، وهذه الصعوبة كانت متأتية من الطبقة القشرية القاسية المحيطة باللب الحاوي على الزيت، كما أن طبقة الألياف القطنية الموجودة حول البذور كانت تمتص قسماً من زيت البذرة.

وفي عام 1830 اخترعت أول آلة لتقشير البذور ثم فصل اللب عن القشور بواسطة المناخل، فبدأ عند ذلك استخراج زيت بذور القطن على نطاق صناعي.



وبعد عام 1850 اخترعت آلات تنظيف البذور ثم آلات رفع زغب القطن (اللنت) عن البذور وبذلك دخلت صناعة استخراج الزيوت في مراحل تطورها.

إلا أن التقدم في صناعة استخراج الزيت لم يتمشى مع التقدم السريع في صناعتي الغزل والنسيج فالبذور الناتجة عن حلج القطن لم تستهلك في بادئ الأمر في استخراج زيتها إلا على نطاق ضيق، ففي عام 1870 مثلاً لم يستخرج الزيت إلا من 5% فقط من مجموع البذور الناتجة. ولم تكن البذور قبل الحرب الأهلية الأميركية تعتبر ذات أهمية تذكر وكان يلقي بمعظمها دون أي استعمال، فبعد حجز جانب من البذور للزراعة وجانب لعلف الحيوان والتسميد لم تكن تستخدم البذور في أغراض أخرى، وكانت تترك مكونة بجوار المحالج حتى تتعفن وتفسد، مما اضطر بعض المقاطعات هناك إلى وضع قوانين صارمة تلزم المحالج على اتلاف كل ما يزيد لديها من بذور بحرقها أو نقلها إلى أماكن بعيدة.

في عام 1900 زادت نسبة البذور المعصورة فأصبحت 75% من مجموع البذور الناتجة وأخيراً وبعد الحرب العالمية الأولى وصلت نسبة استهلاك البذور لاستخراج زيتها حدها الأعظم.

ترجع أسباب تأخر التقدم في صناعة عصر بذور القطن إلى أن زيتها الخام أي الناتج عن آلة العصر مباشرة ذو لون غامق قريب من السواد، ورائحته وطعمه غير مقبولين بخلاف الزيوت الأخرى كزيت الزيتون والسمن التي تكون صالحة للأكل عقب استخراجها مباشرة مما

أدى إلى استعمال زيت بذر القطن لمصاييح الإضاءة أو لتزييت الآلات، ولم يبدأ استخدام زيت بذر القطن في الأكل إلا بعد عام 1850 عندما تقدمت صناعة التقطير فأمكن إنتاج زيوت نقية من بذر القطن، وقد لوحظ بعد تنقية زيت بذر القطن أن طعمه جيد وقريب من طعم زيت الزيتون فاستهلك بكميات كبيرة في حوض البحر المتوسط وخصوصاً في إيطاليا بمزجه مع زيت الزيتون كما استعمل بمزجه مع بعض الدهون الحيوانية لتصبح أقل صلابة في المناطق الباردة.

ثم انتشر استعماله كزيت غذائي بين جميع الطبقات وظهرت له استعمالات غذائية جديدة كصناعة السمن النباتي (المارجرين) وفي عام 1910 استعمل الهيدروجين لتحويل زيت بذر القطن إلى سمن نباتي صلب وتشكلت في أمريكا أول شركة أنتجت زيت القطن المجمد. أما القشر فقد استعمل أولاً للحرق في مراحل المعاصر لتوليد البخار كما استعملت الكسبة كسماد للأرض لغنائها بالمواد الآزوتية، ثم أجريت تجارب موفقة لاستعمالها في تغذية الحيوانات.

أما اللنت (الزغب) فاستعمل أولاً في حشو أثاث المنزل وفي صنع الغزل الرديء ثم استعمل في صناعة الورق والبسط القطنية وخلال الحرب العالمية الأولى حولت كميات كبيرة منه إلى البارود الأبيض (النتروسيلولوز) كما بدأت صناعة الحرير الصناعي حديثاً باستهلاك كميات كبيرة منه.

2-6 تركيب بذور القطن:

تحتوي بذور القطن على رطوبة تتراوح بين 7-12% أما نسبة الزغب FUZZ في بذور القطن الابلند فتتراوح بين 12-14% من وزن البذور العارية، والقشور السوداء HULLS بعد تجريدها من الزغب تماماً تشكل 33% من وزن البذور أما اللب KERNELS فنسبته 43% وتختلف هذه النسب (وخاصة نسبة الزغب) باختلاف صنف القطن.

وتختلف نسبة الزيت في البذور بين 8-25% حسب ظروف البذور وظروف البيئة فتزداد نسبة الزيت في البذور صغيرة الحجم قليلة الزغب ذات الشعيرات الطويلة والنااتجة من الأصناف ذات الجوزات الصغيرة وتقل نسبة الزيت في البذور كبيرة الحجم كثيرة الزغب الناتجة من الأصناف ذات الشعيرات المتوسطة والقصيرة وذات الجوزات الكبيرة.

تحتوي بذور أصناف الابلاند عادة على 19% زيت تتوزع ضمن

البذرة على النحو التالي:

0.1 % من الزيت في الزغب

0.3 % في القشر

18.60 % في اللب

ومن هنا نرى أن اللب هو المصدر الرئيسي لزيت بذر القطن وإن نسبة الزيت التي يمكن استخراجها من البذور تختلف باختلاف طريقة عسر الزيت، وفي جميع الحالات لا يمكن استخراج كامل كمية الزيت الموجودة في البذور، ففي بذور أقطان الابلاند التي تصل نسبة الزيت فيها إلى 18-19% لا يتجاوز الزيت الخالي الذي يحصل عليه منها

15% والزيوت المكرر لا يتجاوز 14% وقد أجريت بعض التجارب في الأصناف المزروعة في سورية وكانت النتائج كما يلي:

الصف	نسبة الزيت	حموضة الزيت
كوكر 100 ولت	17 %	0.9 %
كوكر 124	18.8 %	0.9 %

وتحتوي بذور القطن الابلاند على 21% بروتين أي المواد الآزوتية المفيدة في نمو بنية الأجسام الحيوانية الحية، وتتوزع في البذرة على الشكل التالي:

0.40 % في الزغب - 1% في القشر - 19.6 %

في اللب

ومن هنا يتضح أن الغذاء الحيواني مركز في اللب أيضاً.

وقد قامت البعثة المصرية لخبراء القطن في حلب عام 1959 بإجراء عدة تجارب عملية عن نسب المنتجات المختلفة التي يمكن الحصول عليها من طن واحد من بذور القطن الابلاند المكسوة بالزغب (متوسط النظافة).

وفيما يلي نتائج هذه التجارب

7 % أوساخ ورطوبة

10 % لنت (زغب)

26 % قشر

42 % كسب مقشور

15 % زيت خامي. وهذه تنتج عنها  
 13.5 % زيت مكرر  
 1.5 % سوياستوك SUBSTOCK

100 المجموع

3-6 منتجات بذور القطن:

أهم منتجات بذور القطن هي الزيت وهناك استعمالات أخرى  
 ثانوية ذات أهمية اقتصادية يوضحها الجدول الآتي:

حشو الأثاث والفرش وأطواق الخيل

القطن الطبي

يخلط مع الصوف لصناعة القبعات واللباد

خيوط غليظة وواطية كالمستعملة في فتائل الشمع وصناعة السجاد

1- الزغب

صناعة الورق

البارود

الكلودين

الطلاءات والدهانات

مواد البأغة والأفلام

الحرير الصناعي

الطلاءات

مواد البأغة والأفلام

الحرير الصناعي

النتروسيليلوز

السليولوز ←

خلات السليولوز

طعام الماشية

وقود

2- القشور

	ألواح عازلة		
	ويستخدم في		
	تحبيش الطرود		
	كسب	سماد	
	مواد للصبغة		
	طعام للماشية والدواب		
	زيت مكرر	زيت خام	3- اللب
للطهي والأكل			
مواد تجميل (كوزماتيك)			
سمن صناعي			
ستيارين			
جلسرين - نتروجلسيرين	دهن أسود	مخلفات الزيت	
	أوزيت حمضي	SUBSTOCK	
حمض دهني	مسحوق للغسيل		
	صابون		
دهان للتلميع			
قماش مشمع			
مواد عازلة			
جلد صناعي ومشمع			
لتجليد الكتب			

4-6 تخزين بذور القطن للصناعة:

إن كميات البذور التي ترد إلى معامل عصر البذور في خلال موسم حُلج الأقطان تستهلكها عادة هذ المعامل في خلال السنة، فلايد إن من تخزينها بشكل يضمن سلامتها طيلة العام.

ونذكر فيما يلي الطرق النموذجية لتخزين بذور القطن:

إن عوامل فساد الزيت في البذور هي الحرارة والرطوبة وحموضة زيت البذرة. أما الحرارة فإنها تعالج بتهوية أماكن الخزن ويستعمل نوعان من أمكنة تخزين البذور النوع الأول هو مستودعات البذور المكيفة الحرارة والنوع الثاني هو السيلويات SILO.

أما مستودعات البذور المكيفة فهي أبنية مستطيلة الشكل أبعادها عادة  $60 \times 30$  متراً وسقفها جملوني الشكل مرتفع من الوسط ومنحدر إلى الأطراف تسع الواحدة منها نحو  $1000/$  طن بذر. مبنية من الاسمنت أو الحديد تحتوي في أرضها على أنبوب عريض مرتبط بمروحة كبيرة تنفخ فيه الهواء بقوة، ويتفرع عن هذا الأنبوب العريض أفنية صغيرة تنتهي بفتحات تبعد عن بعضها بمقدار 2.5 متر، يتوزع بواسطتها الهواء في جميع أنحاء المخزن. ويرسل البذر إلى أعلى المستودع آلياً بواسطة ناقلات حلزونية أو شفاطات ويوزع من هناك إلى الأنحاء المختلفة من المستودع.

أما السيلويات فهي أبنية حديدية أو اسمنتية أسطوانية الشكل ومقطعها الدائري بقطر نحو 22 متراً وارتفاعها نحو 20 متراً سقفها مرتفع قليلاً من الوسط، يوزع هذا البذر من أعلى وفي كل سيلو تجهيزات لتخلل باستمرار إلى البذور.

إن المخازن المذكورة أعلاه إذا بردت بالهواء بشكل جيد فإنها تحفظ البذور الجيدة لمدة سنة دون أن يطرأ على زيتها تغير محسوس. ولمعرفة درجات الحرارة في مختلف مناطق المستودع توضع به وضمن البذور على أعماق مختلفة مقاييس الحرارة وتقرأ كل يوم لمتابعة تغيير حرارة البذور، وإذا شوهد ارتفاع حرارة البذور في منطقة ما من المستودع يبادر بإرسال الهواء إليها بشدة حتى تبرد بذورها. ويجب أن لا تتجاوز حرارة البذور المخزونة 20 درجة مئوية، ومن هنا كان احتمال فساد الزيت في البذور أيام الصيف أكثر وقوعاً منه في باقي فصول السنة.

ولتجنب الفساد الناتج عن زيادة رطوبة البذور تجفف هذه البذور في مجففات خاصة حتى تصبح نسبة رطوبتها 10-12% ثم تبرد وتخزن.

كما أن فساد البذور يزداد إذا كانت نسبة حموضة زيتته في بداية التخزين مرتفعة وفي هذه الحالة فإن شروط الحرارة والرطوبة المناسبة لا تؤدي إلى ثبات نسبة الحموضة لذلك يجب تجنب تخزين البذور العالية الحموضة. ولتجنب انتشار الفساد من بذور فاسدة إلى أخرى أقل منها فساداً يجب مراعاة خزن البذور المتقاربة في درجة صلاحيتها مع بعضها كما أنه يجب أن لا تخزن البذور الفاسدة والرطوبة لمدة طويلة بل الأفضل استهلاكها بعصرها مباشرة، لأن تخزينها لا يزيد في درجة فسادها فحسب بل قد يؤدي أحياناً إلى تفحم كميات كبيرة منها ومما يجاورها من البذور ولو كانت هذه الخيرة من نوع جيد.



## 5-6 صناعة استخراج زيت بذور القطن:

تعصر بذور القطن إما بقشرها أو مجردة من القشر، وفي هاتين الحالتين تستعمل مكابس مائية أو مكابس لولبية (مكابس EXPPELLER) ومهما كان نوع المكبس أو الطريقة المتبعة في العصر فإن جميع البذور تمر أولاً في مرحلتي التنظيف ونزع الزغب.

### 1-5-6 تنظيف البذور:

تخرج البذور من المحالج غير نظيفة تماماً ويكون عالقاً بها بقايا من القطن أوراق النباتات الجافة وأجزاء من الفروع القصيرة وقطع حديدة صغيرة. وهذه كلها تشكل أوساخاً يجب تخليص البذور منها بعملية التنظيف، ويستعمل لذلك مناخل OLEANERS أسطوانية دوارة مائلة أو مناخل مسطحة مائلة مهتزة وهذه الأخيرة مستعملة أكثر من الأولى. تأتي البذور من المستودعات إلى أعلى المناخل بواسطة أفنية فيها حلزونات ناقلة فتهتز البذور وتتحرك في اتجاه الميل. فتمر أولاً من ثقب أكبر من حجمها بقليل حيث تسقط البذور من خلالها بينما تبقى فوقها القطع الكبيرة من القطن غير المحلوج، ثم تمر البذور فوق ثقب أصغر من حجمها ببيضاوية الشكل ينفصل خلالها الغبار والرمال وقطع البذور الصغيرة وتنعزل فوقها البذور النظيفة. وأخيراً تنظف البذور بواسطة تيار شديد من الهواء وتنقل نظيفة إلى المرحلة الثانية وهي نزع الزغب. وفي المنظفات الحديثة تستعمل شفاطات هوائية شديدة مثبتة في مناطق مناسبة فوق المنخل تعمل على زيادة نظافة البذور، كما تحوي هذه المنظفات على مغناطيس لفصل القطع الحديدية كالمسامير وغيرها.

## 2-5-6 نزع الزغب : DELINTING

تتألف أجهزة نزع الزغب DELINTER من عدد كبير من المناشير الدائرية المتقاربة المتوازية المتصلة مع بعضها بمحور أفقي تدور بسرعة وتتصب البذور أمام هذه المناشير فيعلق الزغب على أسنانها، وتدور خلف المناشير فرشاة أسطوانية تكنس الزغب من المناشير وتلقيه إلى الخلف حيث تدور أسطوانة فارغة كبيرة مثقبة يعلق عليها الزغب. ويلتف الزغب بعد ذلك على عمود خشبي صغير، ثم يؤخذ من هناك بشكل لفائف كبيرة تضغط في مكابس تشبه مكابس القطن وتسمى هذه الطريقة بطريقة اللفاف CONDENSOR METHOD أما طريقة الدفع الهوائي PNEUMATIC METHOD فإن الزغب يندفع من ماكينة الخلافة دون أن يلف بشكل لفائف أسطوانية ومن ثم ينقل إلى المكابس.

ولتنظيف الزغب من الغبار الأسود الناعم العالق به ومن أجزاء القصرة (القشور) السوداء الصغيرة ينقل الزغب بواسطة شفاطات هوائية شديدة FLUE SYSTEM تنتهي بمستودع مخروطي وينتقل الزغب المتجمع في أسفله إلى منظفات خاصة تنفض الغبار عنه وتفصله، ثم يكبس الزغب التنظيف بعدها في بالات كما ذكرنا. وهذه الشفاطات الهوائية تجعل جو المعمل حول نازعات الزغب محتملاً لأنها تزيل الزغب الناعم المتطاير حول الأجهزة فلا يضر العمال.

إن نسبة الزغب المنزوع تتوقف على نوع الأجهزة المستعملة، وإن الاتجاه الصناعي يميل إلى نزع أكبر نسبة من الزغب، وتصل هذه النسبة إلى 12% من وزن البذور.

وتصبح البذور صالحة للعصر بعد نزع الزغب عنها، فإذا كان المطلوب عصرها بقشرها فإنها تمرر على ماحن تسحقها ناعمة ثم يعصر المسحوق في المكابس وتعرف هذه العملية باسم UNDECORTICATING ولا تستعمل هذه الطريقة الآن قليلاً لأن عصر البذور بقشرها يحتاج إلى مجهود صناعي يصرف على عصر القشور التي لا تنتج زيتاً وهو جهد ضائع، كما أن الكسبة الناتجة منها تكون منخفضة نوعاً ما من الناحية الغذائية فكسب هذا النوع يحتوي على 25% بروتين - 6% زيت بينما الكسب المقشور يحتوي على 45 بروتين - 3.6% زيت أما الطريقة المتبعة بكثرة فهي تقشير البذور بالمقشر CORTICATING ثم عصر اللب ممزوجاً بنسبة ضئيلة من القشور.

### 3-5-6 عملية تقشير البذور:

تتألف المقشر DECORTICATORS من أسطوانة فولاذية كبيرة ثبت عليها سكاكين حادة طولية، وتدور الأسطوانة في جوف مجهز من الداخل بسكاكين مشابهة للأولى فعندما تدور الأسطوانة بسرعة وتمر البذور بين نهايات السكاكين تتكسر القشور الخارجية للبذرة ويبقى اللب صحيحاً.

ينزل اللب المقشور مع القشور فوق منخل اهتزازي مائل فتتحرك القشور مع اللب في اتجاه هذا الميل غير اللب من ثقب المنخل مع القشور الصغيرة وتبقى فوق القشور الكبيرة.

إن عملية التقشير بهذا الشكل تؤدي إلى تفتت اللب أحياناً إلى أجزاء صغيرة مما يكشف محتويات اللب الحاوية للزيت فتمتص القشور قسماً من زيتها باحتكاكها به فترتفع نسبة الزيت في القشر المنفصل إلى أكثر من 2% ولذلك يفضل استعمال طريقة التقشير الجزئي وفي هذه الطريقة تعبر المسافة بين سكاكين المقاشر بحيث أنها تمرر قسماً من البذور الصغيرة 20% من كمية البذور الماردة دون أن تقشر فالقسم المقشر غالباً ما يخرج منه اللب صحيحاً ثم يمر المزيج من البذور المقشورة وغير المقشورة فوق المنخل الاهتزازي فينفصل اللب وتبقى البذور الصحيحة مع القشر، ينقل هذا المزيج إلى جهاز يفصل القشر عن البذور وذلك بواسطة شطف القشور بتيار هوائي لأنها أخف وزناً ثم تقاد إلى مجمع مخروطي حيث تؤخذ من أسفله، أما البذور الصحيحة الباقية فإنها تعود إلى نفس المقشرة لتضاف إلى البذور الجديدة.

#### 4-5-6 جرش (رق) اللب:

إن الغاية من عملية جرش أجزاء اللب الكروية تسهيل طبخها فيما بعد وقبل عصرها وتتألف آلة الرق من خمسة أسطوانات صماء متوازية بوضع أفقي فوق بعضها. تضغط العليا منها على الأسطوانات الموجودة تحتها بثقلها وتدور جميعها باتجاهات متعاكسة بفعل المحرك الذي يدير الأسطوانة السفلية. يمر اللب بين الأسطوانة العليا والثانية الموجودة

تحتها ثم بين الثانية والثالثة وهكذا إلى أن يصل إلى الأسطوانة الخامسة فيكون بذلك قد مر على أربعة مراحل من الضغط المتزايد. وإذا كانت البذور جافة جداً فيجب إضافة كمية من الماء إليها حتى لا تصير مسحوقاً ناعماً وهذا غير مرغوب فيه. وتخرج الطبقات المرقوقة بسمك (0.01) بوصة تقريباً ثم تنقل إلى الطبخ.

### 5-5-6 طبخ اللب: COOKING

الغاية من هذه العملية جعل التماسك بين الزيت وألياف اللب ضعيفاً بحيث يسمح بإعطاء أكبر نسبة من الزيت عند العصر. كما أن هذه العملية تخثر المواد البروتينية فتبقى عالقة في الكسبة عوضاً عن انحلالها في الزيت وخروجها، كما أنها تؤثر على المادة الصبغة الصفراء (الجوسيبول) وتجعلها هي الأخرى متماسكة مع الكسبة عوضاً عن خروجها مع الزيت وصبغ لونه باللون الأصفر غير المرغوب. ويستعمل لهذه الغاية - الطباخ - ويتألف من أسطوانة حديدية فارغة مرتفعة مقسمة إلى أربعة أقسام أو أكثر بحواجز أفقية بينها فتحات. ويمر اللب المطبوخ من الأعلى إلى الأسفل بالتدرج. ويمر في كل قسم من الطباخ أنابيب لبخار الماء الساخن اللازم لعملية الطبخ. يضاف الماء إلى اللب من أعلى حتى تصبح درجة رطوبته 13% وحرارته 180° م فهو نهايته يحرك اللب في الطباخ بمحرك آلي وينتقل من الأعلى إلى الأسفل، وتزداد درجة حرارته تدريجياً حتى تصبح 260° فهرنايت، والطباخ مجهز بماص هوائي يمتص بخار الماء كلما انخفض

اللب حتى تصل رطوبته 3% وتدوم عملية الطبخ هذه مدة لا تقل عن 30 دقيقة ثم ينقل اللب المطبوخ بعدها مباشرة إلى المكابس.

6-5-6 العصر:

يجرى العصر بمكابس اكسير اللولبية وهي عبارة عن حلزون فولاذي يدور ضمن تجويف أسطواني محاط بقضبان فولاذية بينها شقوق ضيقة يسيل منها الزيت دون أن يمر اللب.

ينقل اللب بعد طبخه إلى أحد جانبي الحلزوني الفولاذي حيث ينقله الحلزون أثناء دورانه إلى الجانب الثاني، وبسبب ضيق المسافة بين نهايات الحلزون والأسطوانة فإن اللب ينضغط بينهما أثناء سيره، ونظراً لعظم الضغط الذي يصل إلى 12 طن على البوصة المربعة يفصل الزيت عن اللب فيمر من الشقوق ويسيل منها إلى مستودع يجمع فيه وأما ما يتبقى من اللب فإنه يسير إلى نهاية الحلزون حيث يصطدم بحاجز مفتوح الجوانب يخرج منها على شكل صفائح رقيقة خالية تقريباً من الزيت.

وهناك نوع آخر من المكابس المائية لا تزال تستعمل في بعض الدول كمصر والمكابس المائية Hydraulic تتألف من أربعة أعمدة فولاذية مثبتة على الأرض فوق قاعدة فولاذية، وتحدد مراكز الأعمدة مساحة قدرها متر مربع تقريباً وتتحرك في وسط الأعمدة من أسفل إلى أعلى قاعدة فولاذية محملة على أسطوانة ترتفع وتنخفض بقوة الضغط المائي.

تملاً علب جديدة مستطيلة باللب المطبوح وتغطي بأقمشة خاصة تحفظ اللب من التسرب إلى الأطراف ويسيل من مسامها الزيت. توضع هذه العلب الممتلئة باللب وعددها /15/ علبة بشكل أفقي بين الأعمدة الأربعة وعندما يرتفع المكبس المائي إلى أعلى فإن العلب تضغط على بعضها فيسيل الزيت من أطرافها ويزاد الضغط حتى يصل بعد نحو 7 دقائق إلى 9 طن عن البوصة المربعة وعندئذ ينقطع سيلان الزيت فيرفع المكبس الأسطواني إلى وضعه الأول، وتفصل عن العلب قوالب الكسبة، ويملاً المكبس من جديد بعلب ممتلئة باللب.

إن الكسبة الناتجة من هذه المكابس جيدة ونسبة زيتها أكثر منها في الكسبة الناتجة من المكابس اللولبية، وتحتاج هذه العملية إلى أيدٍ عاملة كثيرة فضلاً عن الدقة في العمل لصون المكبس من العطب، ولذلك يتجه الصناعيون إلى استعمال المكابس اللولبية.

وهناك أيضاً طريقة أخرى لاستخلاص الزيت غير طريقة العصر

وهي:

7-5-6 استخلاص الزيت بطريقة المذيبات البترولية:

#### EXTRACTION

تمتاز هذه الطريقة بأن نسبة الزيت المستخلصة بها من البذور تفوق النسبة المستخرجة بواسطة المكابس. إذ أن الكسبة الناتجة منها لا تحوي أكثر من 1% زيتاً. إلا أن الزيت المستخرج بهذه الطريقة يكون لونه أغمق من الزيت المستخرج بالمكابس. وإذا قورن الريح الناتج من ازدياد الزيت المستخلص مع الخسارة الناتجة من ضباع المذيب والجهد

الذي تتطلبه هذه الطريقة لصيانة وتشغيل معاملة الاستخلاص مع الجهد البسيط المصروف في المكابس نرى الفرق واضحاً بينهما لصالح المكابس، وهذا يفسر الوضع العالمي الحالي الذي لا يفضل استعمال طريقة الاستخلاص إلا قليلاً وفي حالات خاصة.

وتستعمل أجهزة مختلفة للاستخلاص أهمها الجهاز ذو السلال Ballman الذي يتألف من سلال ذات ثقوب دقيقة بعضها فوق بعض تتحرك حول اطارين موجودين إلى أعلى وإلى أسفل كجرادل الغراف أو الناعورة، تملأ السلال الهابطة باللب المجروش ويصب فوقها المذيب البترولي ويختار المذيب من الأجزاء المنقطرة من البترول التي لا يزيد درجة غليانها على 90° درجة مئوية ويخترق المذيب العضوي السلال مذيباً الزيت الموجود في اللب حتى تصل نسبة الزيت في المذيب إلى 25% ويبلغ عدد السلال المتحركة 20 أو 30 يرتفع نصفها إلى أعلى بينما يهبط النصف الثاني إلى أسفل وتفرغ السلة حمولتها من اللب بعد أن تدور دورة كاملة يستخلص منها جميع الزيت دون أن يبقى منه بها إلا جزءاً يسيراً.

تجفف الكسبة بعد ذلك مما تحتويه من بقايا المذيب البترولي وتعاد هذه البقايا إلى جهاز الاستخلاص أما الكسبة الناتجة فتكون ناعمة تعبأ بأكياس وتكون جاهزة للاستعمال.

أما ناتج المذيب البترولي الذي يحوي نحو 25% زيتاً فإنه يصفى مما يعلق فيه من بقايا اللب ثم يقطر حتى لا يبقى في الزيت أثر من المذيب. والأبخرة البترولية المتصاعدة تكثف ويعاد استعمالها. أما الزيت



فيكون معداً للتكرير. ويضيع في هذه العملية من المذيب نحو 1% من وزن المواد المستخلص زيتها.

#### 6-6 تكرير زيت بذر القطن Refining :

إن الزيت الخام الخارج من المكابس والمصفى لونه بين داكن وهو غير صالح للغذاء بشكله الخامي لطعمه غير المستساغ ورائحته غير المقبولة إلى جانب لونه القاتم. ولذلك يكرر حيث يفصل الزيت عن الأحماض الدهنية الحرة الموجودة فيه والتي تبلغ في أول الموسم نحو 1%، بينما تتزايد في آخر الموسم وبالتخزين السيء فتتجاوز أحياناً 1- %، كما يفصل عن الزيت أغلب المواد الصباغية الموجودة فيه وأهمها الجوسيبول، وكذلك تفصل المواد الصمغية وأخيراً تفصل المواد التي تعطي للزيت الخام رائحته غير مقبولة. وتجري عملية التكرير على المرحل التالية :

#### 6-6-1 عملية التنقية الكيميائية :

الغاية منها تخليص الزيت من حموضته ومن القسم الأكبر من المواد الصمغية والمواد الصباغية ويكون ذلك باستعمال محلول الصود الكاوي. وتجري العملية ضمن أوعية أسطوانية كبيرة مصنوعة من الحديد ذات نهاية مخروطية مزدوجة الجوانب لإمرار البخار الساخن، كما تحوي على مخطط آلي لتحريك المواد الموجودة فيها، وتبلغ سعة الوعاء 10/ طن من الزيت بصب الزيت في الوعاء وتضاف إليه بعد ذلك الكمية المناسبة من الصود الكاوي ويسخن حتى درجة 50° مئوية، ويشغل الخلاط بصورة مستمرة لجعل الزيت متجانساً، وبعد 20 دقيقة

تظهر في الخليط كتل اسفنجية صغيرة قاتمة اللون تتألف من الصابون والشوائب الملونة والراتنجية، وتوقف عملية التسخين والتحريك فترسب هذه الكتل، وبعد حوالي 4 ساعات أو أكثر تفصل الرواسب الصابونية المسامة Substock والتي تكون في أسفل الوعاء وأما الزيت النقي فيؤخذ من أعلى .

إن عيب هذه العملية هو خسارة جزء من الزيت نتيجة تصبئه مع القلوي الزائد. وخسارة جزءاً آخر من الزيت نتيحة امتصاصه من قبل الرواسب الصابونية وانفصاله معها وروسبه في أسفل الوعاء ولذلك يلجأ حديثاً إلى طريقة التنقية بواسطة آلات القوة الطاردة المركزية وتتلخص هذه الطريقة بسريان الزيت باستمرار إلى مستودع صغير حيث يسخن إلى  $60^{\circ}$ - $80^{\circ}$  مئوية ثم يخرج الزيت من هذا المستودع ليلتقي بمحلول الصود الكاوي في خلاط خاص سريع الدوران ففتم التفاعلات الكيميائية بين الأحماض الدهنية والصود وينقل الزيت مع رواسبه الصابونية إلى جهاز القوة الطاردة المركزية الذي يدور بسرعة 6000 دورة في الدقيقة فيعزل الزيت المتعادل الذي يتدفق في الوسط عن الرواسب الصابونية التي تقذف إلى الأطراف حيث تخرج من هناك من فتحة متصلة بمحيط الآلة وبعد عملية التعادل هذه يغسل الزيت المتعادل بالماء الحار مرة أو مرتين .

#### 2-6-6 عملية تبييض اللون Bleaching :

إن الزيت المنقى كيميائياً ذو لون أصفر محمر غامق ولذلك يمر إلى المرحلة الثانية من التكرير وهي مرحلة تبييض اللون .

والغاية من هذه العملية جعل لون الزيت فاتحاً بقدر الإمكان، وتستعمل لذلك ترابة القصر Fuller's earth وهي ترابة طبيعية بيضاء لها قدرة على امتصاص الألوان وهذه القدرة الماصة تزداد كثيراً بإمرار بخار الماء الساخن فيها فتسمى عندئذٍ - ترابة القصر الفعالة- وتباع جاهزة للاستعمال. تجري عملية القصر بسريان الزيت النقي كيمائياً إلى وعاء مغلق يسخن فيه تحت ضغط منخفض- فيتخلص الزيت مما يمكن أن يحويه من الماء، وحينئذٍ تفتح الفتحة الجانبية المتصلة بمستودع صغير يحوي الترابة الفعالة فتندفع الترابة إلى داخل الوعاء وتختلط مع الزيت فتمتص لونه وتستمر عملية تحريك الترابة مع الزيت مدة نصف ساعة ينقل بعدها الخليط إلى جهاز التصفية بالضغط Filter Press لتخليصه من ذرات الترابة العالقة به فيخرج الزيت بلون أصفر.

### 3-6-6 عملية إزالة الرائحة Deodorizing :

الغاية منها تخليص الزيت المبيض من رائحته الخاصة غير المقبولة وذلك باستعمال طريقة تقطير المواد المسببة للرائحة ببخار الماء تحت ضغط منخفض.

لذلك ينقل الزيت إلى وعاء مغلق أسطواني الشكل مجهز بأنابيب حلزونية يمرر فيها البخار الساخن، فيسخن الزيت إلى درجة 190° درجة مئوية ثم يخفض ضغط الهواء في الوعاء باستعمال مفرغات هوائية تعمل بالبخار المضغوط، وحينئذٍ يطلق على الزيت الحار من

الأسفل بخار ماء حار فيمر البخار ضمن الزيت بشكل فقاعات ويخرج من أعلى حاملاً المواد ذات الرائحة وتدوم هذه العملية قرابة 2-4 ساعات يقطع في نهايتها مرور البخار الحار في الزيت كما يوقف التسخين. ويمرر في الأنابيب الحلزونية ماء بارد حتى تصبح حرارة الزيت طبيعية وعندئذٍ تعبأ في الصفائح ويصبح جاهزاً للاستعمال.

6-7 منتجات زيت بذور القطن:

يدخل زيت القطن في تركيب عدة منتجات تذكر أهمها:

أولاً - تجميد الزيت بالهيدروجين Hydrogenatiod Cottouseed oil

وذلك بتحويل الزيت بعمليات كيميائية من حالته السائلة إلى حالة

صلبة تستعمل في الأغراض التالية:

1- إما بشكل زيت نقي جامد.

2- أو على هيئة سمن نباتي بإضافة جزء من زيت جوز الهند

إلى جزء من زيت بذرة القطن مع الألوان والروائح التي تكسبه صفات خاصة ورائحة مقبولة تشبه السمن.

3- أو على هيئة مارجرين Margorine أي زبدة صناعية وهي

عبارة عن مستحلب يحضر بمزج زيت بذرة القطن المهدرج مع دسم حيواني.

4- يستعمل الاستيارين الناتج من تبريد زيت بذر القطن وترشيحه

في صنع الشمع.

ثانياً - يدخل في صناعة الصابون:

وذلك باتحاده مع الصود الكاوي، وتتم هذه العملية إجمالاً أما بالطريقة الساخنة أو بالطريقة الباردة، كما يستعمل السويستوك Substock الناتج من تكرير الزيت بعد تنظيفه وفصله عن الموسيلاج وقصر لونه في صناعة الصابون وذلك بخلطة مع الأحماض الدهنية.

ثالثاً - يستعمل في تحضير الجليسرين والأحماض الدهنية وذلك بواسطة عمليات كيميائية مختلفة.

رابعاً - يستعمل في تحضير زيوت الطلاء: فقد نجح الكيماويون في استخدام زيت بذر القطن في تحضير زيوت الطلاء بعد أن كان الزيت المستعمل في تحضيرها هو زيت بذرة الكتان.

6-8 المنتجات الثانوية لصناعة الزيت:

6-8-1 الزغب (اللنت):

وهو من المنتجات الهامة لبذرة القطن، ويتوقف لونه إلى حد ما على درجة حلاقة البذر فكلما كانت الحلاقة جائرة كان لون الزغب داكناً أكثر لأن أجزاءً ملونة تنفصل من قشرة البذر مع اللنت، وتتوقف جودة الزغب على ثلاث عوامل:

1- نوع البذور مدى كثافة الزغب عليها، فكلما كان الزغب كثيفاً كان اللنت الناتج أكثر حدة.

2- نوع جلع القطن إذا كان منشارياً أو أسطوانياً - فزغب البذور الناتجة من الحليج بالمنشار أعلى رتبة من زغب البذور الناتجة من الحليج الأسطواني.

3- درجة الحلاقة فكلما كانت الحلاقة جائرة كانت رتبة الزغب أقل وبالعكس إذا كانت الحلاقة سطحية كان الزغب الناتج أعلى رتبة - وإذا تمت الحلاقة على مرحلتين فإن الزغب الناتج من الحلاقة الأولى يكون أنظف من زغب الحلاقة الثانية وأنظف من الزغب الناتج من الحلاقة الواحدة.

وتقوم بعض المصانع بإعادة تنظيف زغب الزيت الواطئة بواسطة آلات خاصة تستخلص منه الشوائب وقشور البذور اللاصقة به، ويكون الزغب المنظف الناتج أنظف من زغب الحلاقة الأولى ويكسب الزغب في بالات يتراوح وزنها بين 200-250 كيلو غراماً.

ويجربى التعامل في الزغب على أساس مساطر خاصة يتفق عليها بين المتعاملين، وقد بدأت مصلحة الزراعة الأمريكية منذ عام 1918 في دراسة وضع رتب الزغب وانتهت عام 1924 إلى وضع سبع رتب رسمية للزغب في الولايات الأمريكية وهذه الرتب تحمل أرقام من 1 إلى 7 وأعدت لذلك نماذج قياسية للرتب في صناديق خاصة، بكل صندوق 12 مسطرة تمثل الخواص واللون والمواد الغريبة والعقد. الخ..

6-8-2 قشور بذر القطن:

وتختلف كمية قشر البذور حسب درجة الحلاقة وفيما يلي نتيجة تحليل القشرة:

رطوبة	8.5 %
رماد	2.4 %
بروتين	2.8 %

ألياف 48.6 %

أزوت حر مستخرج 37.4 %

دهون 0.3 %

ويستعمل القشر علفاً للحيوانات كعليقة جافة كما يستعمل كوقود.

6-8-3 كسب بذرة القطن Cottouaeed meal :

وهي إما كسبة مقشورة أو غير مقشورة، والأولى أفضل لتغذية الحيوانات نتيجة تركيز المواد الغذائية وقلة الألياف وزغب القطن، لأن زيادة نسبة الزغب في الكسبة تؤذي الحيوان الذي يتغذى بها.

وتفزر كسبة القطن في الولايات المتحدة الأمريكية على أساس

نسبة البروتين ونسبة الأمونيا أو محتوياته من الأزوت .

وكلما كانت صناعة استخراج زيت بذرة القطن بدائية كلما كان

الكسب الناتج أجود لوجود نسبة أعلى من الزيت به.

وفيمايلي تحليل لثلاث رتب من تحسب بذرة القطن مقارناً مع

تحليل بذرة القطن الناتجة منها هذه الكسبة:

دهون	مواد كربونية راسبة		بروتين خام	رماد	رطوبة	
	أزوت حر مستخلص	ألياف				
21.4	29.9	19.7	21.7	3.7	6.6	بذرة القطن
						كسبة بذرة القطن
7.7	25.7	10	43.34	5.9	6.4	Choiee
6.7	28.5	13.2	38.9	6.1	6.6	Prime

5.7	30.6	13.6	37.8	5.8	6.5	Good
-----	------	------	------	-----	-----	------



## الفصل السابع

### 7- صناعة الصابون

1-7 تطور صناعة الصابون

2-7 المواد الداخلة في صناعة الصابون

1-2-7 المواد الدسمة مثل الزيوت والدهون والشحوم النباتية

والحيوانية

2-2-7 المواد القلوية مثل الصود الكاوي- البوتاس الكاوي-

كربونات الصوديوم

3-2-7 المواد المائلة (مواد الحشو) مثل سيليكات الصوديوم-

بودرة التالك- كربونات الصوديوم- أملاح فوسفات الصوديوم المختلفة.

4-2-7 المواد العطرية (العطور)

5-2-7 المواد الملونة (الأصباغ)

3-7 الأجهزة والآلات اللازمة لصناعة الصابون

4-7 عملية التصيين

5-7 كيف يعمل الصابون على التنظيف

## 7-1 تطور صناعة الصابون

إن صناعة الشحوم والزيوت تعد من الصناعات الكيميائية الهامة لأنها تعتبر أساساً لصناعات كثيرة ومنها صناعة الصابون حيث تشكل صناعة الصابون جزءاً هاماً من صناعة الشحوم والزيوت بالإضافة إلى أنها أقدم صناعة اعتمدت على المواد الدسمة.

واسم صابون مأخوذ من الكلمة اللاتينية "صابو" أو "صابونين" وهو بالانجليزية "صوب" وبالفرنسية "سافون" وبالألمانية "سايفه" .

والصابون هو مادة تستخرج من جذور نبات من خواصه أنه ما إذا سحقت هذه الجذور وألقى بها في الماء تكونت منها رغوة كرجوة الصابون المعروف الآن. وهذا النبات يعرف لدى العامة "بعرق الحلاوة" أو شرش الحلاوة "ويستعمل في غسل وتنظيف الملابس الخفيفة وفي صناعة أخرى أهمها صناعة الحلاوة والطبينية . ومنها جاءت تسميته بشرش الحلاوة.

ولم يتحقق بعد أن صناعة الصابون في العصور الغابرة تشبه في شيء ما صناعة الصابون المعروف عندنا الآن في القرن العشرين وإنما كانوا يخلطوا رماد الأخشاب والأعشاب (التي تحتوي على الكربونات) بالزيت أو الدهن وكانوا يسمون هذا المزيج بالصابون وكانوا يستعملونه دهاناً لبعض أمراض الجلد ثم تطورت صناعته إلى إذابة الرماد في الماء وإضافة الكلس الحي إليه للحصول على (هيدروكسيد الصوديوم) وخلطوا هذا المحلول الجيد بالزيت أو الشحم فحصلوا على مادة

جيلاتينية القوام استعمالوها علاجاً لبعض الالتهابات الجلدية. كما استعمالوها مادة للتنظيف في المنازل ولغسل الصوف المعد للنسيج. ورغم أنه في القرن الثاني بعد الميلاد ورد في أحد كتب الطبيب المشهور جالينوس ذكر الصابون وفائدته للجسم طيباً وللتنظيف. غير أن التاريخ لا يعرف حتى القرن التاسع شيئاً كثيراً عن تقدم صناعة الصابون وانتشارها. إلا أنه في القرن الخامس عشر حتى القرن السابع عشر كانت مرسليليا بفرنسا أكبر سوف لتجارة الصابون. ثم زاحمتها البندقية (إيطاليا) ثم انكلترا إلا أنها كانت -أي صناعة الصابون- صناعة سرية محتكرة.

ولم تتقدم صناعة الصابون تقدماً محسوساً في جميع البلدان إلا بعد انتشار الصودا الصناعية التي اكتشفها العالم (ليبلانك) حيث تمكن من تحويل ملح الطعام إلى صودا (كربونات الصوديوم) وذلك بمعاملة ملح الطعام بحامض الكبريت لإنتاج كبريتات الصوديوم وحامض كلور الماء. ثم معاملة كبريتات الصوديوم بالفحم وكربونات الكلس (الحجر الجيري) للحصول على (كربونات الصوديوم).

وفي الوقت الذي تمكن فيه ليبلانك من صناعة الصودا نبغ (شفريل) المشهور وتوصل لمعرفة خواص الزيوت والشحوم فاستفاد من هذين الاكتشافين كل المشتغلين بصناعة الصابون وتوصلوا إلى نشر هذه الصناعة في العالم وخصوصاً بعد أن تمكنوا من استيراد الكثير من زيوت المناطق الحارة وغيرها مثل (زيت جوز الهند- وزيت النخيل- وزيت نواة النخيل).

ومنذ نصف قرن أو أكثر قليلاً لم تعد صناعة الصابون أو رواجها بالأمر السهل اليسير إذ أصبحت للمستهلكين طلبات مخصوصة يريدون بل يحتمون أن تتوفر في الصابون، كما أن كثرة المصانع واتساع نطاق الالاء\* بالصابون أدى إلى منافسة عظيمة. فتكاثفت جهود العلماء والمختصين بهذه الصناعة للنهوض بها في شتى الميادين لإجابة رغبات المستهلكين وتوفير المواد الأولية والاقتصاد في مصاريف الصناعة والكشف فنياً عن أسرار العمليات والظواهر المتداخلة مع بعضها داخل حلقات الصابون. فكان من نتيجة هذا الجهود"

أولاً- استعمال مادة القلفونة مع الزيوت والشحوم فأكسبت الصابون مزية هامة هي شدة ووزفرة وكثرة رغائه فراقت مواصفات الصابون أكثر للمستهلكين وسببت نقصاً في سعره في ذلك الوقت.

ثانياً- وفي عام 1902 بفضل جهود كثير من العلماء أمكن تحويل الزيوت السائلة والأحماض الدهنية الغير مشبعة إلى شحوم صلبة بطريقة الهدرجة بواسطة التشبع الايدرجين باستعمال النيكل كعامل منشط. وبذلك أمكن الحصول على مورد آخر من الشحوم الصلبة والتي درجة انصهارها تختلف ما بين 40م- 50م بعد أن كان المصدر الرئيسي لهذه الشحوم الصلبة هو شحوم ودهون الحيوانات.

واستفادت الصناعة من هذا الكشف فأمكن صناعة الصابون بالصلابة المطلوبة بعد ماتوفر هذا المورد في الأسواق.

ثالثاً- ثم تبع هذا تقطير الأحماض الدهنية واستخلاصها بشكل نقي وجيد من زيوت وشحوم رديئة فأضيف هذا المورد من الدهن إلى

الموارد العديدة السالفة الذكر فأمكن لصانع الصابون وقد تفتحت أمامه الموارد العديدة للحصول على الأنواع المختلفة من الدهن فأمكنه بذلك أن يكيف صناعته كما يريد ويعطيها الصفات والمواصفات التي تكسبه جماعة المستهلكين.

رابعاً- في السنوات الأخيرة أمكن الحصول على مواد دهنية صناعية تركيبية من البترول وغيره. وأمكن لألمانيا بهذه الطريقة الحصول على كميات وافرة من المواد الدهنية للصابون والتغذية دون اللجوء إلى شراء مواد دهنية من الخارج.

خامساً- ولم يفت رجال البحث والعلم والتوقف على إنماء موارد المواد الدهنية والقلوية وتوفيرها لهذه الصناعة بل تعدوا ذلك إلى رفع الستار عن الكثير من العمليات المعقدة التي تجري داخل الحلة مثل عملية التملح وتعيين مقدار الملح أو القلوي اللازم لعزل الصابون عن الجليسيرين وعمليات التسوية والغسل الخ، مما كان الفنيين (الصانين) يستأثرون به في صدورهم معتمدين كل الاعتماد على مرانهم الطويل وقوة ملاحظاتهم لمناظر وتطورات وجه الحلة أثناء عملية التصبين فوضع العلماء قاعدة تعيين درجة تركيز المحلول التي عندها ينفصل الصابون عن الماء والجليسيرين لكل نوع من أنواع صابون الزيوت المختلفة.

سادساً- كما وضعوا لقواعد العلمية لتحديد قوام الصابون من خلطات الزيوت المختلفة وبالاختصار أبح الفنيون (الصابون) الآن أكثر تفهماً علمياً حقيقية تطورات العمليات الصناعية من مظاهر الحلة في

الأدوار المختلفة عند التصيبين فتفتحت الأذهان وانكشفت الأسرار المزعومة في هذه الصناعة وأصبح الصبان في السنين الآخيرة طالب علم بعد أن تعددت النظريات والتطورات الحديثة في هذه الصناعة.

سابقاً- وإن ما حصل لقطعة الصابون من بحث وعلم حصل في صناعة مساحيق الصابون أدى ذلك إلى منافستها الشديدة لقطع الصابون العادي أو الصابون الرخو بعد عام 1907 عندما أدخل هنكل أملاح الأكسجين (البرورات) في مسحوق الصابون ثم أدخل أملاح الفوسفات المختلفة والمواد التركيبية الحديثة والتي ظهرت فوائدها ال\*\* في الغسيل والتنظيف للأغراض المختلفة.

ثامناً- وكذلك وجد العلماء كثيراً عن المواد لها خاصية التنظيف التي يمتاز بها الصابون ودعت هذه المركبات بالمنظفات الصناعية مما سيأتي شرحها في موضوعها فيما بعد. وقد أحدثت صناعة هذه المركبات ثورة صناعية ومنافسة جبارة بينها وبين الصابون. وبدأت المنافسة الجبارة بين الاثنين بشكل ظاهر ملموس. ومهما يكن فإن الصابون سوف يحتفظ بمكانته وعلى الخصوص فيما يتعلق بصابون الزينة المصنوع من الزيوت والشحوم، وكذلك قطع الصابون التي لا تستغني عنها أي سيدة بالمنزل.

تاسعاً- ولم تقتصر صناعة الصابون في الوقت الحاضر على المجهود العلمي البحث فقط من حيث تحسين الصناعة وتفهم أسرار عملياتها ومن حيث توفير المواد الأولية اللازمة لصناعاته فحسب، بل إن رجال مصانع الآلات أيضاً ساهموا مساهمة فعالة في تحسين

واختراع أجهزة جديدة لتبريد الصابون وتجميده وتجفيفه وقطعه، وبذلك ساعدوا على اقتصاد الكثير من الوقت والمصاريف والأيدي العاملة، وقد تعدى هذا في السنوات الأخيرة إلى اختراع أجهزة جديدة لصناعة الصابون بطريقة مستمرة أوتوماتيكية في أمريكا وفرنسا وانكلترا وألمانيا وإيطاليا.

عاشراً- أما في سورية فقد قامت الدولة بتوسيع مصابن شركات القطاع العام فأنشأت مصبنتين حديثتين بطاقة 50 طن صابون في اليوم في كل من شركة زيوت حلب- وشركة زيوت جرملنا بدمشق بالإضافة إلى مصبنة شركة السكر بحمص التي تعتبر من المصابن الحديثة إذا ما قورنت بالمصابن الخاصة مما أدى إلى سرعة ووفرة الإنتاج بجانب الحصول على الجليسرين المركز وبذلك أمكن توفير وقت وعمال ومصاريف عدا الانتفاع بتداول رأس المال الذي كان يعطل نتيجة لوجود الصابون في المصانع مدة من الوقت حتى يكون صالحاً للبيع والاستعمال.

وبعد هذا كله يمكن القول بأن مصبنة حديثة تنشأ اليوم بالمعدات الحديثة لا يمكن مقارنتها بمصبنة في عصر عام 1900 وما بعده من حيث طرق الصناعة والآلات والأجهزة وفوائد ومزايا استعمال البخار المباشر وغير المباشر كمولد للحرارة في جميع العمليات.

وبهذا النشاط العلمي الفني الآلي في دور صناعة الصابون أمكن استعمال الصابون للغني والفقير على السواء، كما توفر للمصانع الأخرى المختلفة التي تستعمله بمواصفات خاصة كدور الغسيل للأقمشة

المختلفة وصقل الأقمشة الصوفية وصباغة الحرير وطبع الأقمشة القطنية وتشحيم الماكينات الخ.

ويؤثر عن يوستوس فوق لبيج الكيميائي المشهور جملته المعروفة حينما وجد أن زيادة استهلاك الصابون مطردة من سنة لأخرى قال: " إن حضارة وتمدن الشعوب يمكن أن تقدر بالكمية التي تستهلكها من الصابون ".

## 2-7 المواد الداخلية في صناعة الصابون :

يمكن تقسيم المواد التي تدخل في صناعة الصابون إلى الأقسام الخمسة التالية :

1- المواد الدسمة مثل الزيوت والدهون والشحوم النباتية منها أو الحيوانية.

2- المواد القلوية مثل الصود الكاوي- البوتاس الكاوي- كربونات الصوديوم.

3- المواد المائلة (مواد الحشو) مثل سليكات الصوديوم- بودة التالك- كربونات الصوديوم- أملاح فوسفات الصوديوم المختلفة. الخ.

4- المواد المعطرة (العطورة) لإكساب الصابون رائحة مميزة .

5- المواد الملونة (الأصباغ) لإكساب الصابون لون مميز .

وفيمايلي تفصيل لهذه المواد المستعملة :

1-2-7 المواد الدسمة الحبيبية وصفات صابونها بالنسبة لصانع

الصابون :



المواد الدهنية الحبيبية هي جميع أنواع المواد الدسمة النباتية أو الحيوانية بين ما عدا دهن جوز الهند ودهن نواة النخيل.

صفات وخواص هذه المواد :

1- المواد الدهنية الحبيبية هي تلك المواد الدهنية التي يكون رقم تصبينها ما بين 190-195 درجة.

2- هي التي تتصبن تدريجياً بمحلول الصود الكاوي المخفف مع التسخين لأن المحلول المخفف لا يولد حرارة ذاتية كالمحلول المركز للحصول على درجة الحرارة المطلوبة للتصبين.

3- تتصبن هذه المواد في محلول الصود الكاوي المركز مع الغليان بصعوبة أو لا تتصبن.

4- صابون هذه المواد الدهنية لا يذوب في المحلول الملحي المخفف.

5- صابون هذه المواد الدهنية لا يقبل الإضافات بسهولة بكميات كبيرة.

6- هذه المواد الدهنية تنتج أحسن أنواع الصابون المتعادل.

7- الصابون الناتج من هذه المواد الدهنية عبارة عن حبيبات متجمعة.

2- شحم الأبقار والماعز والضان :

هذه الشحوم من أهم المواد الدهنية لصناعة الصابون فشحم الغنم ويسمى عند العوام بالدهون لونه أبيض وأكثر صلابة من غيره إذا برد ورائحته ضعيفة قابلة للزناخة وإذا تعرض للهواء اكتسب الرائحة المعروفة

للدهن. وأما شحم الأبقار فلونه مائل للإصفرار ورائحته خفيفة جداً ويتركب الشحم غالباً من الاستياريك والأولئيك أما البالميتيك فموجود في بعض الشحوم وحمض الاستياريك يكون 60% إلى 80% منه وشحم الأبقار الأولئيك أكثر من شحم الضان ويتصبت الشحم في المحلول القلوي الخفيف والمركز ويستلزم فيه بعض العناية والدقة من عامل الصابون. عند إجراء عملية التصبين. والصابون المصنوع منه لونه أبيض ناشف صلب. يذوب في الماء قليلاً ورغوته ضعيفة مكتنزة ثابتة ولذلك فإنه اقتصادي جداً في الاستعمال. أما قوة تأثيره في الغسيل به فعظيمة وجيدة.

#### ب- دهن العظام :

ويستخرج من العظام. فالعظام الجديدة تحتوي على 15 في المائة دهناً. والعظام التي تبقى بعد الاستعمال المنزلي بها نحو 7.5-10 في المائة دهن. وله رائحة مختصة به ليست ذكية خصوصاً إذا زنه. ويختلف التركيب واللون بالنسبة لنوع العظام وحمض الأولئيك هو المادة الغالبة فيه ويستعمل بكثيرة جداً في الصابون المنزلي والصابون الرخيص إذ أن الصابون المصنوع منه صلباً ويحتفظ على شيء من رائحته الخاصة به. كما أنه لا يكون ناصع البياض ويستعمل بكثرة مخلوطاً مع الشحوم والزيوت الأخرى أو مخلوطاً مع القلفونة في صناعة الصابون الصلب لتغلب رائحته القلفونية على رائحته ويكثر استعماله أيضاً في الصابون الرخو.

#### ج- زيت الأسماك :

ويحصل عليه من شحم الأسماك الكبيرة أو من زيت الموجود في كبد الحيتان. وكيفية ذلك إما أن يؤخذ الشحم أو الزيت ويسلط عليه البخار لإذابته أو بعصر الكبد وما حوله مما فيه من زيت في أكياس من الصوف ثم يفصل منها ما بقي عالقاً بها من الزيت بواسطة طرق عديدة. وزيت السمك لونه بين أصفر ليموني إلى أصفر غامق ورائحته كرائحة السمك.

والأسماك المشهورة بزيتها هي: الدلفين والدرجيل - الحوت - الخنازير البحرية والحوت أكبر الأسماك المعروفة إذ طوله أكثر من مائة قدم وسمكه موافق نسبياً لطوله. ويسكن البحار الشمالية وهذا النوع تتكون تحت جلده طبقة من الشحم يبلغ سمكها نحو ثمانية بوصات. ويحتوي زيت السمك على 70% من حمض الأولئيك و25% من حمض البالمتيك و5% من الأحماض الدهنية الأخرى.

أما رائحته الكريهة فبسببها وجود حمض قوى غير مشبع هو حمض كلوبانودون وقد اكتشفت وسائل كثيرة لتخليص هذا الزيت من تلك الرائحة الكريهة ومن أهم هذه الطرق هي طريقة الهدرجة ويستعمل زيت السمك بكثرة في البلاد الشمالية لصناعة الصابون المنزلي بإضافة بعض الزيوت العطرية إليه دفعاً لرائحته الكريهة على أنه يستعمل بكثرة في الصابون الرخو مخلوطاً بالقلفونية ويتصبن هذا الزيت. بسهولة في محلول الصودا في درجة 12 بومية وصابونة سنجابي اللون.

د- زيت الزيتون :

زيت الزيتون كمادة أولية للصابون من أعلى أنواع الزيوت، ولذلك لا يستعمل بكثرة لصناعة الصابون إلا في البلاد التي يزرع فيها الزيتون أو في الأنواع الجيدة التي تتحمل سعره والتي تعود بعض جماعة المستهلكين عليها وصابون مفيد جداً لغسل الشعر.

ويستخرج من لب ونواة ثمر الزيتون المعروف وهو من الأشجار الخشبية المثمرة الدائمة الخضرة المعروفة منقديم الزمان وهي تزرع على الخصوص على سواحل البلاد الموجودة على البحر البيض المتوسط في اسبانيا والبرتغال وجنوب فرنسا وإيطاليا واليونان وفيسواحل مواكش وبلاد تونس والجزائر ثم في القرم بروسيا وفي سوريا ومنذ مئات من السنين كان يزرع الزيتون أيضاً في أمريكا وعلى الخصوص في بيرو وبلاد المكسيك. ويزرع الزيتون بكثرة في الممالك السابقة الذكر لأكل ثمرة واستعماله زيتاً في المواد الغذائية، وزيت الزيتون هو من أقدم الزيوت المعروفة المستعملة في الغذاء وفي صناعة الصابون وغيره.

وأثبت بالتجارب التي أجريت حديثاً أن زيت الزيتون يمتصه الجلد لدرجة عظيمة عند التدليك به لمدة، بحيث لا يمكن إزالته حتى بالمذيبات وبذلك يكون مفعوله أقوى وأعمق أن استعمل كصابون أو استعمل في مستحضرات التجميل للجلد الجاف والجلد الدهني.

ويستخرج من الزيتون عدة أنواع من الزيوت أحسنها ما كان من لبه ويسمى بالزيت البكر وهو أول قطفه من عصر الزيتون الناضج الذي لم يتخسر ويليه الزيت المستخرج من الكسبة وإذا اختمر الزيتون أمكن الحصول منه على كمية أوفر من الزيت إلا أنه أقل جودة. والزيت

البكر ما كان لونه أصفر ضارباً للخضرة لذيد الطعم والرائحة والثاني أصفر أيضاً لكنه أكثر اخضراراً من الأول وطعمه أقوى من طعم الزيت البكر والثالث غير صاف بل أخضر اللون كزيت الطعم.

وأقل أنواع زيت الزيتون هو الأخضر الداكن المسمى بزيت الجفت وهو المستخرج من كسبة ثمر الزيتون بواسطة المذيبات ويحتوي زيت الزيتون على 28% من الأحماض الدهنية الصلبة البالمتيك 72% من الأحماض الدهنية السائلة الأولييك.

ويختلف الصابون المصنوع من زيت الزيتون باختلاف نوع الزيت فالزيت الجيد ينتج صابوناً أبيض جيداً والزيت الذي يليه في الجودة ينتج صابوناً سكري اللون مائلاً للاصفرار والمصنوع من زيت الجفت ينتج صابوناً أخضر وبينما الزيت الجيد الذي لا يحتوي على أحماض دهنية حرة يتصبن في محلول درجته 10 بومية بصعوبة فإن الأنواع الأخرى تتصبن بسهولة لاحتوائها على الأحماض الدهنية الحرة.

والصابون المصنوع منه ناعم أملس ذو رائحة مقبولة يختلف لونه باختلاف لون الزيت، وقوة تأثيره في الغسيل جيدة. يذوب في الماء بسهولة وله رغوة جيدة ثابتة.

هـ- زيت بذرة القطن:

ويستخرج من بذرة القطن. وهذه الشجيرات تزرع الآن في كثير من دول العالم العربي والأجنبي.

وتختلف كمية الزيت الناتج من هذه البذرة على نوعها وموردها وحالتها وعلى طريقة العصر بالكبس أو الاستخلاص بالمذيبات، فالزيت

الخام الأحمر بنحو 18-20%، والزيت النقي المبيض بنحو 14-15% ويستخلص الزيت بواسطة العصر أو بواسطة المذيبات أو بكلا الطريقتين.

ويحتوي على أحماض دهنية مطلقة فتجري عليه عمليات التكرير بإضافة محلول صود الكاوي في درجة 20 بومية مع التسخين لدرجة 63° م والتقليب فيتكون صابون (السوب ستوك) أما الزيت فإنه يطفو لى وجه الحله فيؤخذ وتجرى عليه عمليات التبييض والغسل وفي بعض الأحيان عملية الهدرجة وعملية نزع الاستيارين.

ويحتوي زيت بذرة القطن على 45 إلى 50% أولئك، 25 إلى 30% حامض اللينوليك 20% الأحماض الدهنية الصلبة وهو يحتوي على 1.64% مواد لا تتصبن.

وكلما تصبن في محلول ضعيف للصوص الكاوي كان تصبئه أتم إلا أن تمليحه في هذه الحالة صعب ولا يمكن عزل الماء عنه بسهولة ويتصبن الزيت النقي في محلول قوي بصعوبة جداً وبإضافة زيوت وشحوم سهولة التصبن كزيت جوز الهند وزيت نواة النخيل يسهل تصبئه في المحلول القوي.

ويصاب الصابون المصنوع من زيت القطن النقي (المكرر) مع مرور الزمن برائحة كريهة وفي الوقت نفسه يتغير لونه ويصير مبقعاً بقعاً صفراء كما أنه لا يذوب في الماء إلا بصعوبة ورغوته غير ثابتة وليست جيدة وإذا خزن مدة طويلة زنخ وصارت له رائحة كريهة.

وبالنسبة لكونه أرخص الزيوت قد جاء حين من الزمان كثر فيه استعماله في أنحاء العالم في صناعة الصابون الصلب ولكن هذه العيوب التي يتعرض لها صابونه جلت صناعات الصابون يحسبون له حساباً ولا يستعملونه بمفرده مطلقاً بل مخلوطاً مع زيوت وشحم أخرى بنسب متفاوتة لا تزيد عن 20 أو 30 في المائة.

ويستعمل في ألمانيا بكثرة في صناعة الصابون الرخو خصوصاً في فصل الصيف.

و- زيت بذر الكتان:

يستخرج زيت بذر الكتان من بذر الكتان ويزرع الكتان بكثرة في روسيا (بحر البلطيق) والهند والولايات المتحدة وكندا والأرجنتين. ويختلف الزيت الناتج منه بحسب نوع المورد والبذر البلطقي يحتوي على 30% زيت والبذر الهندي يحتوي على 40% زيت وبعض الأنواع تحتوي على 20% زيت ولونه أصفر فاتح. وما يعصر منه على الطريقة الساخنة يكون ذا لون أصفر داكن ولزيت بذر الكتان رائحة وطعم يتميز بهما عن غيره وإذا تعرض للهواء اتحد بالأوكسجين وصار سائلاً لزجاً ويجف في طبقات رقيقة ويكون طلاء أصفر متعادلاً لا يذوب في الأثير وهو يحتوي على 10-15% أحماض دهنية صلبة (ستياريك بالميتيك وحامض الميريستين وعلى 85-90% أحماض دهنية سائلة) (5% أولئيك - 15% حامض اللينوليك - 65% اللينولين) ويستعمل في صناعة لصابون بكثرة وهو أوفى غرضاً من غيره في

صناعة الصابون الرخو وإن كان أكبر استعمال له هو استعماله كزيت في صناعة الدهان.

ز- زيت السمسم:

ويستخرج زيت السمسم من بذر السمسم ويرزغ في الهند والصين واليابان وغرب أفريقيا الخ والبذر يحتوي على 50% من الزيت.

زيته أصفر فاتح لا رائحة له طعمه زيتي خفيف ليس حاداً ويستعمل في الغذاء فقط وأما الزيوت التي تستخرج منه بعد العصرة الأولى فهي التي تستعمل في صناعة الصابون وتتكون من استياريك 12-15% بالميتيك وأولئك 60% وحامض اللينوليك 25%.

ويستعمل هذا الزيت في صناعة الصابون بنسبة 30% مع شحم الأبقار وزيت جوز الهند وزيت نواة النخيل وزيت النخيل وينتج من هذا صابون جيد صلب القطع ويتصبن في محلول خفيف من الصود الكاوي بدرجة 12-15 بومية والصابون المصنوع منه يذوب بسهولة في الماء وله رغوة جيدة.

ح- زيت الخروع:

يستخرج من بذر شجر الخروع المعروف ويستحضر بعصر البذرة التي يحتوي في العادة على 50 إلى 60% زيت. وأول قطعة مستخرجة من عصر هذه البذور يستعمل زيتها دائماً كعلاج أما القطعة الثانية والثالثة فلا يستعمل زيتها إلا في الصناعة، ولون زيت الخروع مائل للاصفرار ورائحته ضعيفة غير مقبولة ولا يكاد يحس له بطعم غير أنه لا يلبث متاولة أن يتذوق حدته وهو يستحيل بتعرضه للهواء إلى



سائل كثيف ويسيل بصعوبة ولا يفقد صفائه ويذوب في الكحول وفي حامض الخل المركز ولا يذوب في البنزين وتناول بذرة بكمية وافرة مضر بل سام أما الزيت نفسه فليس به من السم شيء لأن السم يتبقى في الكسبة.

ويتركب زيت الخروع من كمية قليلة جداً من الاستياريك والبالميتيك ثم حامض الخروعيك الذي يختلف عن تركيب الأحماض الدهنية الأخرى بوجود وظيفة كحولية فيه. ويمكن حفظ زيت الخروع مدة طويلة فلا يصاب فيها بتلف ويتصبن كزيت جوز الهند بسهولة في محلول قوي من الصود الكاوي على الطريقة الباردة والصابون المصنوع منه بهذه الطريقة لونه أبيض أو أبيض ضارب إلى الخضرة شفاف متوسط الصلابة يذوب في الماء العذب والماء المالح بسهولة رغوته رديئة. ويستعمل على الأكثر في الصابون بخلطة بمواد دهنية أخرى ويصنع على الطريقة الباردة لصابون التواليت (الزينة) الشفاف ولا يستحسن إضافة أكثر من عشرة في المائة من زيت الخروع في الصابون المصنوع على الطريقة الساخنة إذ أن صابونه يقبل الماء بكمية وافرة فيفقد بذلك كثيراً من صلابته وجفافه، ويمضي الزمن يجف الصابون ويصير صلباً ولكنه يتقوس وبما أنه يتملح بصعوبة زائدة فيأخذ كمية كبيرة من الملح تظهر على سطحه على شكل طبقة رقيقة.

ط- زيت الفول السوداني:

يستخرج من بذرة نبات الفول السوداني الذي ينبت في جهات عديدة من العالم والبذور الأفريقية أجور البذور جميعها ويعصرها على

البارد يستخرج منها أجود أنواع زيت الفول السوداني المستعمل في المواد الغذائية.

أما بذور الأنواع الأخرى فيستخرج منها زيت للغذاء يكون عند عصره على الطريقة الباردة أقل جودة من زيت البذور الأفريقية وإذا عصر على الطريقة الساخنة يستخرج منه الزيت الذي يستعمل في الصناعة وعلى الخصوص في صناعة الصابون ويمكن الحصول من البذر على زيت بمقدار 42 إلى 51% زيت الفول السوداني أخف سيولة من زيت الزيتون ويتركب معظمه من الأحماض الدهنية الأولئك وحامض اللينوليك وبنحو 5-10% من الأحماض الدهنية الصلبة بالامتلك حامض الأراشيك وليجنوتزيرين. والمواد التي لا تتصبن تبلغ نحو 0.54% إلى 0.94% والزيت الذي يعصر على الطريقة الباردة لا لون ولا رائحة له بخلاف الذي يعصر على الطريقة الساخنة فله لون ضعيف أصفر ورائحة غير مقبولة وإن هذا الزيت يحتوي غالباً على 20% أحماض دهنية حرة ويستعمل هذا الزيت في الصابون الحبيبي والنصف حبيبي وفي الصابون الرخو ويتصبن في محلول الصود الكاوي بدرجة 15 إلى 18 بومية وصابونه متوسط الصلابة ذو لون أصفر غامق يذوب في الماء بصعوبة وله رغوة رديئة. ويشابه زيت الفول السوداني كثيراً زيت بذر القطن غير أن (الأول) لا يشابه (الثاني) في ظهور البقع الصفراء على الصابون.

وإذا خلط جزءان من زيت الفول السوداني مع ثلاثة أجزاء من زيت نواة النخيل أمكن أن يصنع منهما صابون جيد. ويصنع بنتيجة حسنة

في صناعة الصابون على الطريقة الباردة بشرط أن يكون احتوائه على الأحماض الدهنية الحرة قليلاً جداً فمثلاً مخلوط من 70% زيت جوز الهند و30% زيت الفول السوداني يتصبنان بمحلول صود كاوي في درجة 36 بومية وشكل هذا الصابون بهذه النسبة يفوق الصابون المصنوع من زيت جوز الهند والشحم، أما الصابون الرخو المصنوع من زيت الفول السوداني فلونه أصفر فاتح غير شفاف يتحمل الجو الحار ولكن يتجمد في الشتاء ولذلك فهو يفوق زيت بذرة القطن. وفي حالة عدم زيادة سعره عن زيت الكتان وزيت بذرة القطن يكون أحسنها وأصلحها لهذه الصناعة.

ك- دهن الصوف:

أو المسمى لانولين والذي يوجد على شعر (صوف) الخراف لا يستعمل لصناعة الصابون بمفرده ولكن في خلطه الأنواع الجيدة لصابون الزينة إذ يخلط بمقدار 3% منه ليجعلها لينة وليفيد الجلد ويسمى الصابون المضاف إليه اللانولين بصابون اللاتولين.

ل- زيت عباد الشمس:

يستخرج من بذرة نبات عباد الشمس التي تزرع في أماكن من العالم والبذور تحتوي على 36-45% من الزيت ولون هذا الزيت أصفر فاتح براق رائحته جيدة وطعمه مقبولاً. والزيت الذي يعصر بالطريقة الباردة يستعمل في المواد الغذائية والذي يعصر بالطريقة الساخنة يستعمل في الصابون وصناعات أخرى ويتركب من حمض الأولئيك

حمض اللينوليك وحمض البالميتيك والصابون الصلب المصنوع منه لونه أصفر فاتح يذوب في الماء بسهولة وله رغوة جيدة جداً. ويستحسن دائماً خلط زيت عباد الشمس بشحوم أخرى في صناعة الصابون ليكون صابونه أكثره جودة ويستعمل كثيراً في الصابون الرخو الذي من خواصه مقاومة الحرارة والبرودة ويجب أن يتصبن سواء بالنسبة إلى الصابون الصلب أو الصابون الرخو في محلول قلوي ضعيف.

#### الأحماض الدهنية:

الأحماض الدهنية هي عبارة عن الدهن بعد تشقق الجليسيرين منه كما سبق أن ذكرنا وهذه الأحماض تتصبن بسهولة في محاليل الصود المخففة أو المركزة وتصيبها أسهل بكثير من المواد الدسمة المتعادلة كما أن استعمالها مباشرة في صناعة الصابون يوفر عملية تشقق الجليسيرين. والأحماض الدهنية الصلبة تنتج صابوناً صلباً ناشفاً والأحماض الدهنية السائلة.

تنتج صابوناً ليناً ولذلك فإنه يجب لإعداد طبخة الصابون الصلب أن يكون غالبية الأحماض الدهنية صلبة وأما في طبخة الصابون الرخو فتستعمل الأحماض الدهنية السائلة.

#### الزيوت النباتية والحيوانية المهدرجة:

هذا النوع من الدهن يحصل عليه بتحويل الزيوت السائلة إلى شحوم صلبة وذلك لأن الزيوت السائلة توجد في الطبيعة بكثرة وبنسبة أكبر من كمية الشحوم الصلبة، ولذلك زادت في السنوات الأخيرة نسبة

استعمال الزيوت المهدرجة في المواد الغذائية والصناعية وتتم الهدرجة بإمرار الهيدروجين.

في أوتوكلاف تحت ضغط بسيط في الزيت الذي نريد هدرجه في درجة 150-180 ° م مع وجود معدن التنشيط الذي ينشط التفاعل الكيميائي والذي هو النيكل عادة فنحصل على استياريك شحم صلب. وعملية الهدرجة هي تحويل الحموض الدهنية غير المشبعة مثل حمض الأولييك إلى الحموض المشبعة مثل حمض الاستياريك هو والمواد الدسمة التي تستعمل للحصول على المواد الدهنية المهدرجة هي زيت السمك خصوصاً النوع الجيد منه كذلك زيت بذرة الكتان وزيت الخروع وزيت القطن.

وتستعمل هذه الشحوم الناتجة عن هدرجة الزيوت في الصابون الصلب والرخو تماماً كشحم الأبقار والماعز الخ. وتتصبن فقط في محلول صود ضعيف بدرجة 8-10 بومية ولون الصابون المصنوع منها أبيض سنجابي إلى أبيض سكري والصابون صلب جداً ليس شفافاً يذوب في الماء بصعوبة أكثر من الصابون المصنوع من شحم الشحوم الطبيعية كذلك الرغوة ضعيفة وتتملح بسهولة جداً وتستعمل هذه الشحوم في العادة بنسبة 40% من مجموع المواد الدهنية المراد صناعتها صابوناً أي أن خلطة الدهن تحتوي على 40% مواد دهنية مهدرجة و60% مناد دهنية أخرى والصابون الذي ينتج من هذه العملية في غاية الجودة.

المخلفات الدهنية:

مواد هذا النوع من الدهن عديدة وتدخل بكثرة في صناعة مختلف أنواع الصابون وأهم هذه المواد هي:

1- الشحم الذي يجاور جميع أحشاء الحيوانات المذبوحة كالأغنام والأبقار والماعز والطيور.

2- بقايا الزيوت والشحوم المتخلفة بعد أن يؤخذ منها النقي المستعمل للمواد الغذائية أي ما يتبقى منها عالقاً بالكسبة.

3- سلالة الجلود الغير مدبوغة.

4- بقايا الزيوت والشحوم المتخلفة بالمطاعم.

5- دهن الجيف.

وإذا علمنا أن دهن الجلود ودهن الجيف لا يحتاج لأي عملية من عمليات التنظيف والتتقية فضلاً عن سهولة الحصول عليها بكميات وافرة استطعنا أن ندرك أنه أكثر أنواع الدهن المسماة (بالمخلفات الدهنية) استعمالاً في صناعة الصابون ويلي ذلك بقايا الشحوم والزيوت المتخلفة بالمطاعم وكان لهذا المورد الأخير أهمية كبرى مدة الحرب العظمى خصوصاً في ألمانيا والنمسا.

فالزبد أو الزيت والشحم الذي يبقى محروقاً غير صالح للاستعمال بعد عملية القلي والتحمير وما يتبقى في الأواني وإلا طبق من الفضلات والمأكولات الدهنية الخ... كل ذلك يخصص له حوض تغسل فيه تلك الأواني متصلة به مصفاة لفصل المواد الدهنية من المواد الأخرى ثم يؤخذ هذا الدهن ويبيع لمصانع الصابون بسعر معتدل.

القلفونة:

تستحصل القلفونة من تقطير راتنجات الأشجار الصنوبرية. وتستحصل هذه الصمغ هذه الصمغ ب صنع شقوق في أشجار الصنوبر ويجمع الصمغ الخارج من هذه الشقوق. وعند تقطير هذه الصمغ نحصل على زيت التبنزين (زيت النفط النباتي) والباقي الصلب من عملية التقطير هي مادة القلفونيوم أو القلفونة. والقلفونة تحتوي على أحماض عضوية تماماً كالأحماض التي تحويها المواد الدهنية ولذلك فإنه بمعالجتها بالقلويات تتصبن بسهولة وبسرعة وتعطي نوعاً من الصابون يسمى بصابون القلفونة له خواص الصابون العادي من حيث القوة على الارغاء وللقدرة على التنظيف كما أنه يمتاز بسهولة ذوبانه في الماء الساخن والبارد وبنعومته وطراوته كما أنه سهل مزجه مع أنواع الصابون الأخرى.

ولكنه لا يستعمل لوحده لأنه له ملمس دهني لزج ذو تأثير غير جيد على الجلد ولذلك تدخل القلفونة في صناعة كثير من أنواع الصابون فتكسبه الصفات الهامة التالية:

1- نظراً لرخص ثمنها فإن ينشأ عنها رخص ثمن الصابون المخلوط بها.

2- تصبغ القلفونة الصابون باللون الأصفر الذهبي كما تجعله أكثر طراوة. ولا يمكن اعتبار القلفونة في الصابون نوعاً من الغش لأنها تكون صابوناً له خواص ومواصفات الصابون.

3- يكون الصابون المحتوي على القلفونة أكثر قابلية للذوبان في الماء البارد والساخن.

4- تعطي الصابون رغوة جيدة كما تزيد من مقدرته على التنظيف.

5- تغلب رائحة القلفونة الطيبة على رائحة الدهن الرديء إذا استعملاً معاً.

وعادة يفضل أن تصبن القلفونة لوحدها بالصود الكاوي ثم يضاف الصابون الناتج عنها إلى الصابون المراد مزجه وخلطه بصابون القلفونة.

وإن كان في بعض الأحيان تضاف القلفونة بشكل بودرة ناعمة إلى المادة الدسمة ويصبان معاً ولكن هذه الطريقة تتطلب حذراً ودقة وخبرة في عملية تصبين مزيج القلفونة والمادة الدسمة معاً.

دهن أو زيت جوز الهند:

هو دهن متوسط الصلابة يسهل في درجة حرارة نحو 35-40° م أبيض اللون ضارب إلى الاصفرار لذيذ الطعم حلو ويستخرج من نواة جوز الهند وله رائحة خاصة به وهو على ثلاث أنواع:

1- زيت الكوشين وهو المصنوع في سواحل مالابرا وهو أجود الأنواع.

2- زيت سيلان وأندونيسيا وسنغافورة والجهات القريبة منها.

3- زيت كوبرا وهو المصنوع في أوربا من بذرة الجوز المجففة والتي ترد إليها من مصادرها.

تحتوي نواة الجوز المجففة على 60-70% زيت وهو من الزيوت التي يعد تركيبها الكيميائي معقداً ولا يفوقه في ذلك إلا الزبدة.



والأحماض الدهنية الأساسية التي يتركب منها الزيت هي حمض اللوريك حمض الميريستيك حمض كابروثيك - حمض كابرليك - وكذلك أحماض الاستيريك والبالميتيك (النخلي) والأولئيك.

بعض هذه الأحماض تذوب بسهولة في الماء وبعضها تتبخر بسهولة فوق درجة 60° م. وترتب على وجود هذه الأحماض السهلة الذوبان في الماء احتياجها عند عملية التصبين إلى كمية كبيرة من محلول الصود الكاوي والتي من خواصها أيضاً ذوبان صابونه في الماء اليسر والماء العسر. إذ أن الأملاح الكلسية لهذه الأحماض تذوب في الماء بخلاف الأملاح لأحماض الأولئيك والاستيريك، ولذلك يحتاج لكمية مضاعفة من الملح عند التملح بالنسبة لما تحتاجه المواد الدهنية الأخرى. ولكثرة وجود الأحماض الدهنية الغير مشبعة به فإنه يتصبن بسهولة وبسرعة في درجة الحرارة العادية أي عند درجة انصهاره وبمحلول مركز 37-40 بومية. والصابون المصنوع منه صلب ناشف جداً أبيض اللون غير شفاف وله رائحة حادة والصابون الحبيبي المصنوع منه أي الذي يملح هش ويحتوي على كمية قليلة من الماء.

والصابون المصنوع منه على الطريقة الباردة من مميزاته أنه يقبل الإضافات (المواد المائلة) بكميات عظيمة من الماء ومن الماء الملحي وغير ذلك من المواد المائلة دون أن يؤثر هذا على صلابته أو قوامه أو شكله. وصابونه حتى ولو كان متعادلاً يؤثر على الجلد ويحدث التهابات كما أنه عرضة للزناخة بمضي الوقت وتصير رائحته كريهة ولذلك يجب استعمال أحسن أنواع الزيت في صناعة صابون الزينة وبحيث لا تزيد

نسبته بالنسبة للدهون الأخرى عن أكثر من 10-15% وهذه النسبة كافية لحصول ميزاته في الصابون. ويضاف للمواد الدهنية الأخرى لإنتاج الصابون وفير الرغوة، وليسهل قابلية الصابون للإضافات والصلابة. ويستعمل هذا الزيت بكثرة في الأنواع التي تصنع بالطريقة النصف ساخنة لسهولة تصبينه في درجة 70° م.

دهن نواة النخيل (زيت البالم):

هذا الدهن يشابه دهن جوز الهند في قوامه وتنمو أشجار هذا النخيل الزيتي على سواحل أفريقيا الغربية وفي أمريكا الجنوبية وفي جزائر الفلبين وغيرها والنواة تحتوي على 50% من الزيت وعملية عصره تتم في الغالب في البلدان الأوروبية لعدم استعداد تلك البلاد لبيت فيها لمثل هذه الصناعة لونه أبيض ورائحته وطعمه مقبولان. والنوع الجيد منه يصلح كدهن للغذاء، كزيت جوز الهند وهو دهني متوسط الصلابة في درجة الحرارة العادي.

يتركب هذا الدهن أو الزيت كزيت جوز الهند من الأحماض

الدهنية الآتية:

مع الجليسيرين - حمض اللوريك - ومن كمية قليلة من الميرستيك (الطبيي) - الاستياريك البالميتيك (النخلي) - الأولئيك (الزيتي) - ومن كميات جزئية من كبريك - كابريليك كابروئيك.

ولو أن زيت نواة النخيل يشبه في حالة تصبينه كثيراً زيت جوز الهند لاحتوائه أيضاً على كمية كبيرة من حمض اللوريك المميز لهذين الزيتين إلا أنهما لا يتشابهان تمام التشابه فزيت نواة النخيل يحتوي على

كمية كبيرة من الأحماض الدهنية الحرة التي تتراوح بين 5-15% ويتصبن في محلول صود الكاوي في درجة 26-30 بومية وصابونه يمكن تملیحه بسهولة عن زيت جوز الهند. وكذلك فإن صابونه لا يقبل الإضافات (المواد المائلة) بالنسب الكبيرة كزيت جوز الهند إذا صنع بنفس الطرق التي يصنع بها صابون جوز الهند. صابوناً ذو رائحة قوية يذوب في الماء بسهولة وله رغوة كثيرة جيدة ثابتة ويستعمل غالباً مخلوطاً مع الزيوت النباتية الأخرى بمقدار الثلث إلى النصف على الطريقتين الساخنة والباردة كما يستعمل بمفرده أو مخلوطاً مع زيت القطن أو زيت جنين الذرة في الصابون الرخو.

#### 7-2-2 المواد القلوية المستعملة في صناعة الصابون:

القلويات هي طائفة من المركبات المعدنية تمتاز بأنها سهلة الذوبان في الماء وأنها تقلب لون عباد الشمس الأحمر إلى اللون الأزرق.

وتنتج من تفاعل المعادن القلوية مثل الصوديوم والبوتاسيوم أو أكاسيدها مع الماء ومحلول المواد القلوية ولمسته الأصابع فإن المرء يشعر بزلافة وتخدش وكى للجلد ولذلك سميت محاليل القلويات والمحاليل الكاوية ولهذا يجب الحذر من أن يمس الجلد محلول القلويات. إلا أننا في صناعة الصابون فإننا نعرف المادة القلوية بأنها ماءات أو كربونات الصوديوم أو البوتاسيوم.

ولهذا فإن المواد القلوية المشهورة في صناعة الصابون هي:

#### 1- كربونات البوتاسيوم:

لا توجد هذه المادة في الطبيعة وإنما يستحصل عليها بطريقتين:  
 آ- الطريقة القديمة: حيث كانوا يحرقون ببعض النباتات العشبية مثل الشنان وهو النبات البري المعروف. ويحصلون على رمادها الذي يحتوي على نسبة كبرى من كربونات البوتاسيوم ولقد كان هذا الرماد ورماد الأخشاب هو المادة الوحيدة في الزمن السالف للحصول على كربونات البوتاسيوم. حيث كانوا يعالجون الزيت بمحلول هذا الرماد للحصول على الصابون.

وحتى أن كثيراً من الناس كانوا ولا يزالون يستعملون محلول نفس الرماد لعمليات التنظيف لما يمتاز به هذا المحلول من خاصية التنظيف نظراً لصفاته القلوية.

ب- الطريقة الحديثة: ويستحصل عليه الآن نقياً بالطرق الكيميائية المتعددة.

2- كربونات الصوديوم و(صودا الغسيل - القلي - صودا آش):  
 توجد في الطبيعة بكثرة وعلى الخصوص في بحيرات وادي النطرون بمصر وتوجد في كثير من المياه المعدنية في رماد النباتات القريبة من شواطئ البحار ولكن كربونات الصوديوم الموحدة الآن في الأسواق تصنع في المصانع الكيميائية الكبيرة المعدة لهذا الغرض وهي صناعة واسعة النطاق وطرق صناعتها عديدة وأهمها:

آ- طريقة لبلان:

التي تلخص في تحويل ملح الطعام (كلور الصوديوم) بواسطة حمض الكبريت إلى كبريتات الصوديوم ثم تحويل كبريتات الصوديوم

إلى كربونات الصوديوم بتكليس كبريتات الصوديوم بكربونات الكالسيوم والفحم.

ب- طريقة سولفي أو طريقة النشادر:

يشبع محلول ملح الطعام بغاز النشادر ثم يسלט عليه غاز (ثاني أكسيد الكربون) فنحصل على كربونات الصوديوم الحامضية - التي تسخن فتتحول إلى كربونات الصوديوم ومن أهم خواص كربونات الصوديوم أنها تتبلور في الماء فتمتص 10 جزيئات ماء تبلور وتدعى الكربونات المتبلورة بصودا الغسيل أما الكربونات اللامتبلورة فتدعى تجارياً بصودا آش (أي رما الصودا) ومحلولي كربونات البوتاسيوم أو كربونات الصوديوم فهما وإن كانا يحولان لون ورق عباد الشمس الأحمر إلى أزرق إلا أنهما لا يحدثان تلفاً بالجلد ولذا سميت كربونات الصوديوم وكربونات البوتاسيوم بالقلويتين الخفيفتين.

3- البوتاس الكاوي:

البوتاس الكاوي أو هيدروكسيد البوتاسيوم فيحصل عليها بواسطة تفاعل كربونات البوتاسيوم مع الكلس المطفأ والماء فتتكون كربونات الكالسيوم على شكل راسب لا يذوب في الماء وهيدروكسيد البوتاسيوم على شكل محلول. فإذا أريد تحضيره في حالة صلبة يسخن ويبخر حتى يصير المحلول مشبعاً ويترك للتبلور كما يحصل عليه الآن من التحليل الكهربائي لمحلول أحد أملاحه.

ويستعمل البوتاس الكاوي في مصانع الصابون بكثرة في صابون البوتاسيوم أو الصابون الرخو وإذا مزج هيدروكسيد الصوديوم واستعمل

المزيج لتصبين أي مادة دسمة فإننا نحصل على صابون شفاف لين ذو رغوة وفيرة وبياع البوتاس الكاوي في العادة لمصانع الصابون على شكل محلول في درجة 50 بومية أو في شكل كتل صلبة كبيرة أو صغيرة أو على شكل قشور أو حبيبات.

#### 4- الصود الكاوي (الكوستيك) - (القطرون):

نحصل على الصود الكاوي أو هيدروكسيد الصوديوم أو حجر الصابون أو الذي يدعى عامياً بالكوستيك أو القطرون بنفس الطريقة التي استعملت في هيدروكسيد البوتاسيوم حيث يحصل عليه:  
 أ- إما من تفاعل كربونات الصوديوم مع الكلس المطفأ.  
 ب- أو من تحليل الكهربائي لمحلول أحد أملاحه.

والصود الكاوي قلوي جداً والمائة جزء منه تذوب في 47 جزءاً من الماء وهو من المواد التي تحدث حرارة شديدة عند انحلاله بالماء. ومن أهم خواص بلورات الصود الكاوي أنها إذا تعرضت للهواء تمتص الرطوبة (الماء) بسهولة وتتميع. ثم تتحد بثاني أكسيد الكربون الموجود في الجو وتتحول إلى كربونات الصوديوم وبذلك تفقد كثيراً من فعالها وتأثيرها إذا بقيت معرضة للهواء مدة طويلة ويستحسن أن تذاب بلورات الصود الكاوي دائماً على قدر الحاجة أو تذاب ويحفظ المحلول في أوان من الحديد محكمة القفل.

وتستعمل الصود الكاوي في مصانع الصابون لصناعة جميع أنواع الصابون الصلب وهو أرخص من البوتاس الكاوي.

ويباع الصود الكاوي في البلدان المختلفة بالنسبة لدرجات

مخصوصة اصطلاح عليها وأهم هذه الدرجات أربعة:

(1) الدرجة الحقيقية أو درجة جاي لوساك:

وهي عبارة عن كمية أكسيد الصوديوم في المائة الموجودة في الصود الكاوي وعليه فمائة جزء من هيدروكسيد الصوديوم النقي العديم الماء يحتوي على 77.5 جزء من أكسيد الصوديوم. وبعبارة أخرى درجته 77.5.

(2) الدرجة الانكليزية أو درجة نيوكاستل:

وهي عبارة عن كمية أكسيد الصوديوم في المائة الموجودة في الصود الكاوي مقربة بحساب الوزن الذري لأكسيد الصوديوم (64 عوضاً عن 62) في حينئذ تختلف عن درجة (جاي لوساك) بزيادة واحد تقريباً وعليه هيدروكسيد الصوديوم النقي العديم الماء درجته 78.5 نيوكاستل.

(3) الدرجة الفرنسية (دسكروزيللز):

وهي عبارة عن كمية حامض الكبريت العياري اللازم للتعادل مع كمية الصود الكاوي المطلوب معرفة عيارها أو درجتها وحيث أن 40 جزء من هيدروكسيد الصوديوم يلزمه 49 جزءاً من حامض الكبريت فيكون 100 جزء من هيدروكسيد الصوديوم يلزمها 122.5 جزءاً من حامض الكبريت العياري ليتم التعادل وبعبارة أخرى هيدروكسيد الصوديوم النقي درجته 122.5 درجة افرنسية.

(4) الدرجة الألمانية:

وهي عبارة عن كمية هيدروكسيد الصوديوم محسوبة ككربونات الصوديوم وعليه فالصود الكاوي النقي درجتها 132.5 درجة ألمانية.

إن هيدروكسيد الصوديوم النقي العديم الماء نظرياً يحتوي على مائة جزء من المائة من هيدروكسيد الصوديوم فتكون درجاته كالاتي:  
جاي لوساك 77.5 - نيوكاستل 87.75 - افرنسية 122.5 - الألمانية 132.5.

والجدول التالي يعطينا العلاقة بين الدرجات الأربعة عند تركيزات مئوية مختلفة لهيدروكسيد الصوديوم.

الدرجة الجاي لوساك	الدرجة الألمانية	الدرجة الانكليزية	الدرجة الفرنسية
1	2.56	1.52	2.37
5	8.55	5.06	7.90
10	17.10	10.13	15.81
15	25.65	15.19	23.71
20	34.20	20.26	31.61
25	42.75	25.33	39.51
30	50.29	30.39	47.42
35	59.84	35.46	55.32
40	68.39	40.52	63.22
45	76.94	45.59	71.13
50	85.48	50.66	79.03
55	94.03	55.72	86.93
60	102.58	60.79	94.84
65	111.14	65.85	102.74
70	119.69	70.92	110.64
75	128.23	75.99	111.55
77.5	132.50	78.52	122.52

وقد اصطلحت المصانين وكثير من دور الصناعة على مقياس



آخر وهو المسمى بمقياس البومية لتعيين كثافة المحاليل الآتية:

الصود الكاوي - كربونات الصوديوم - ملح الطعام - البوتاكا  
الكاوية - كربونات البوتاسيوم- وهو لا يعين الكثافة بدرجةها الحقيقية  
ولكن على وجه التقريب مصطلحاً فيه على أن كثافة الماء في درجة  
150° م هي صفر لا واحد كما هو المقياس الحقيقي وإن محلول تركيز  
15% كلور الصوديوم هو في درجة تركيز 15 بومية.

ولذلك يمكن ضبط كثافة مقياس بومية بأن نضع 15 غرام ملح  
طعام نقي ونذيبها في 85 سم<sup>3</sup> ماء نقي في درجة 15°. وهذا المحلول  
يعتبر في درجة 15 بومية ويدرج مقياس البومية على هذا الأساس  
مبتدئاً من نقطة صفر حتى الدرجة 15 بومية ثم يقسم نزولاً وصعوداً  
حتى نصل به إلى درجة 50 أو 70 درجة بومية حسب الاحتياج.

والجدول التالي يبين درجات البومية المقابلة للتركيز المئوي لكل  
من محلول البوتاس الكاوي والصود الكاوي عند درجة 15° م.  
درجات البومية المقابلة للتركيز لكل من الصود والبوتاس الكاوي  
في درجة حرارة 15° م.

بومية	صود كاوي %	بوتاس كاوي %	بومية	بوتاس كاوي %	صود كاوي %
5	3.35	4.50	26	19.58	24.20
6	4.00	5.60	27	20.59	25.10
7	4.64	6.40	28	21.42	26.10
8	5.29	7.40	29	22.64	27.00
9	5.87	8.70	30	23.67	28.00

28.90	24.81	31	9.20	6.55	10
29.80	25.80	32	10.10	7.31	11
30.70	26.83	33	10.90	8.00	12
31.80	27.80	34	12.00	8.68	13
32.70	28.83	35	12.90	9.42	14
33.70	29.93	36	13.80	10.06	15
34.90	31.22	37	14.80	10.97	16
35.90	32.47	38	15.70	11.84	17
36.90	33.69	39	16.50	12.64	18
37.80	34.96	40	17.60	13.55	19
38.90	36.25	41	18.60	14.37	20
39.90	37.47	42	18.60	15.13	21
40.90	38.80	43	19.50	15.91	22
42.10	39.99	44	20.50	16.77	23
43.40	41.41	45	21.40	17.67	24
			23.30	18058	25

ولمعرفة كمية الصود الكاوي أو البوتاس الكاوي اللازمة لتصبين المادة الدسمة فقد وضع الجدول التالي الذي يبين ما يحتاجه الكيلو غرام الواحد من المواد الدسمة المختلفة بالنسبة للصود الكاوي وللبوتاس الكاوي:

اسم المادة الدهنية	درجة التصبين أو كمية الغرامات من هيدروكسيد البوتاسيوم التي تصبن كيلو غراماً من المادة الدهنية	كمية الغرامات من هيدروكسيد الصوديوم التي تصبن كيلو غراماً من المادة الدهنية
--------------------	---	---

165-158	234-226	السمن الحيواني
143-138	200-193	الشحم
139.2-136.4	195-191	دهن العظام
138.8-133.98	194.31-187.57	زيت السمك
188.21-181.40	263.5-254	زيت جوز الهند
146.8-140	205.5-196.3	زيت النخيل
178.5-175.7	250-246	زيت نواة النخيل
140-135	196-189	زيت الزيتون
137.86-133.21	193-186.5	زيت السمسم
140.71-132.5	197-185.6	زيت الفول السوداني
137.5-135	192.5-189	زيت اللوز
139.28-133.57	195-187	زيت بذرة الكتان
137.86	198	زيت عباد الشمس
140.35-136.4	196.5-191	زيت بذرة القطن
130.71-125.78	183-176	زيت الخروع
189.3-184.4	265-258	الأحماض الدهنية لزيت نواة النخيل
148.07-145.71	207.3-204	الأحماض الدهنية لزيت النخيل
145.64	203.9	الأحماض الدهنية لبذرة القطن
142.07	198.9	حامض الأولئيك النقي
130.71-129.43	183.8-181.2	زيت نواة الزيتون
130-121	185-172	القفونة

ملاحظة هامة:

كمية البوتاس الكاوي اللازم لتصبين الزيت تساوي حاصل ضرب  
كمية الصود الكاوي اللازم في 1.425.  
أي أن كمية البوتاس الكاوي = 1.425 × كمية الصود الكاوي.  
أما الجدول التالي فإنه يبين لنا كمية محلول الصود الكاوي مقاساً  
بالبومية اللازمة لتصبين 100 كغ من المواد الدسمة المختلفة.

عيار محلول الصود الكاوي بالبوميه							صود كاوي صلب	الزيوت
بوميه	°36	°35	°30	°25	°20	°10		
كغ	62	64	77	99	128	281	17.7	زيت جوز الهند
كغ	45	47	57	73	94	210	13.60	زيت الفول السوداني زيت السمسم زيت القطن
كغ	46	48	57	74	96	210	14	الدهون والشحوم الحيوانية
كغ	47	49	59	76	98	215	16	زيت النخيل

3-2-7 المواد المائلة والمساعدة في صناعة الصابون:

لا تدخل هذه المواد في تكوين وتركيب أساس الصابون وإنما  
يستعمل بعضها إما:

آ- في المساعدة على تحضير المواد الأولية. كالكلس مثلاً  
المستعمل لتحضير ماءات الصوديوم من كربونات الصوديوم.

ب- وإما لتحسين نوعية الصابون كإعطائه رائحة زكية أو لوناً مقبولاً أو جعله شفافاً أو ليناً أو صلباً كالعطور والأصباغ التي سنتحدث عنها بالتفصيل وكملاح الطعام الذي يزيل الماء من الصابون الصلب أو السكر الذي يستعمل في صناعة الصابون الشفاف.

ج- والبعض الآخر يستعمل فقط لغش الصابون وخلطه وحشوه وملئه مثل سليكات المغنيزيوم (بودرة التالك) والنشاء وغيرها. فهذه المواد ليس لها أي علاقة في تركيب الصابون ولا تضاف إليه إلا بعد إتمام صنعه وذلك بغية زيادة زيادة وزنه وحجمه طلباً لزيادة الربح أو بقصد المنافسة في الأسعار لأن أثمان هذه المواد أرخص بكثير من أسعار الصابون النقي.

ولما كان إضافة مثل هذه المواد لا تعود على المستهلكين بأي فائدة فقد قامت كثيراً من الدول وشرعت قوانين تحرم الاكثار من هذه الإضافات التي وصلت إلى حد غير معقول.

وقد اعتاد المستهلك أن يشتري هذا الصابون المملوء بهذه الإضافات بأسعار رخيصة جداً على اعتبار أن هذا الصابون نقي وصرف مع أنه من المستحيل أن يباع الصابون النقي بهذه الأسعار البخسة التي لا تعادل في بعض الأحيان نصف ثمن المواد الأولية فضلاً عن التكاليف. أضف إلى ذلك أن هذه المواد لا يخفى تأثيرها على الجلد الإنساني والأقمشة والمنسوجات والثياب.

وأشهر المواد المائلة والمساعدة المستعملة في صناعة الصابون

هي:

## آ- الماء:

يعتبر الماء كمادة أولية في صناعة الصابون فبدون المحاليل القلوية للكونة من الماء والصدود الكاوي لا يمكن تصنيع الصابون. كما أن الماء يعتبر من المواد المساعدة لأن أغلب المواد الأخرى تضاف للصابون على شكل محاليلها في الماء كمحلول كلور الصوديوم ومحلول سليكات الصوديوم.

كما أن الماء يعتبر من المواد الحشو في صناعة الصابون لأنه يشكل نسبة لا بأس بها في تركيبه حيث لا تقل نسبته عن 20% في أخف أنواع الصابون.

وحين قامت وزارة التموين السورية بتحديد مواصفات الصابون اشترطت أن لا تزيد نسبة الرطوبة فيه أي الماء عن 30% ولذلك ينبغي أن تكون المياه المستعملة في صناعة الصابون صافية عديمة اللون خالية من أي مادة عالقة بها. كما يفضل أن تحوي على أقل كمية ممكنة من أملاح الكالسيوم الذوابة أي أن تكون من المياه اليسرة.

## ب- ملح الطعام (كلور الصوديوم):

يستعمل ملح الطعام بكثرة في مصانع الصابون إذ أن له دخلاً كبيراً في صناعته وذلك لأن الصابون الحبيبي لا يذوب بالماء المالح. لذلك فعند إضافة ملح الطعام أو محلوله الكثيف على الصابون فإنه يقوم بفصل الماء عن الصابون حيث يطفو الصابون إلى أعلى الحلة نظراً لقلّة كثافته ويبقى الماء المالح.

مع الجليسيرين والصدود الكاوي الزائد عن التفاعل وكذلك جميع

المواد الأخرى في أسفل الحلة.

وتسمى عملية إضافة الملح أو محلوله إلى الصابون (بعملية التمليح) أو عملية عزل الصابون النقي عن الماء الزائد وجميع المواد الأخرى. أما صابون المواد الدهنية الغروية (أي صابون جوز الهند البلم) فلا ينفصل منه الماء الزائد بالتمليح بسهولة نظراً لأنه يذوب في الماء المالح.

كما أن ملح الطعام يستعمل لتحضير الصابون الصلب من الصابون الرخو (المتصين بالبوتاس الكاوي) حيث يحدث من عملية التمليح تفاعل وتبادل كيميائي بين البوتاسيوم في الصابون الرخو ويحل محله لصوديوم الموجود في ملح الطعام فيتكون نتيجة لذلك الصابون الصلب أو صابون البوتاسيوم عوضاً عن الصابون الرخو أو صابون البوتاسيوم ويتحد الكلور الذي كان متحداً بالصوديوم مع البوتاسيوم ويكون ملح كلور البوتاسيوم الذواب.

وقد كانت هذه الطريقة هي المتبعة سابقاً في تحضير الصابون الصلب في الوقت الذي كان التصبن يحصل بمحلول رماد النباتات الغني بالبوتاسيوم قبل أن تنتشر صناعة كربونات الصوديوم والصود الكاوي.

وفوق هذا كله فمحلول كلور الصوديوم يستعمل كمادة إضافية في الصابون الغروي حيث يسمح بادخاله لنسبة 1% من وزن الصابون. ويشترط في ملح الصوديوم المستعمل في صناعة الصابون أن يكون نظيفاً وغير مختلط بالأتربة والرمال وكبريتات المغنيزيوم وكبريتات

الكالسيوم.

ج- الكلس الحي (أوكسيد الكالسيوم):

تحتاج مصانع الصابون لأوكسيد الكالسيوم (الكلس الحي) في الأحوال التي يراد فيها تحضير البوتاس الكاوي أو الصود الكاوي في المصنع نفسه (راجع كيفية تحضير البوتاس الكاوي من كربونات البوتاسيوم باستعمال الكلس الحي وكذلك كيفية تحضير الصود الكاوي من كربونات الصوديوم باستعمال الكلس الحي).

د- سليكات الصوديوم - وسليكات البوتاسيوم:

تحضر سليكات الصوديوم أو الزجاج المائي من تفاعل الرمل أو أوكسيد السيلين مع كربونات الصوديوم في أفران خاصة كأفران صنع الزجاج وذلك في درجة حرارة تزيد عن 900° درجة مئوية. وإذا استبدلنا كربونات الصوديوم بكربونات البوتاسيوم حصلنا على مادة سليكات البوتاسيوم.

وكلا المادتين سليكات الصوديوم أو البوتاسيوم عبارة عن مادة غروية مشابهة للزجاج إلا أنهما تختلفان عنه في أنهما ذوابتان في الماء وخاصة إذا كان قلوي التأثير، ويمكن أن تكونان معه محلولاً لزجاً فطري القوام وذلك عند تركيز بدرجة 35-40 درجة بومية. وتباعان للمصابين عند هذا التركيز.

وعادة تستعمل مادة سليكات الصوديوم كمادة إضافية ومالئة للصابون الصلب (الصابون الصوديومي) وتستعمل مادة سليكات البوتاسيوم كمادة إضافة ومالئة للصابون الرخو (الصابون البوتاسيوم).



وعند استعمال أي من هاتين العادتين في حشو الصابون يضاف إليها قبل خلطها بالصابون كمية 5-7% من الصود الكاوي بتركيز كذلك 35-40 بومية. لأن هذه القلوية تساعد على مزج السليكات بالصابون بسهولة، كما أنه يجب أن يكون الصابون أيضاً قلوياً لأنه إذا لم يكن كذلك بتحد القلوي الموجود مع السليكات بالمواد الدهنية وتسقط السليكات في قاع الحلة ولا تختلط بالصابون إلا أنه يمكن إصلاح هذه الحالة بإضافة كمية القلوي اللازمة حتى تعود لمتزج مرة أخرى.

وبما أن هاتين المادتين من طبيعتهما التأثير القلوي فإنهما تؤديان وظيفة الصابون في بعض الاستعمالات. ولذلك فإن خلط أي منهما بالصابون يقوى تأثيره وعمله إذا أضيفت بكميات قليلة لا تتجاوز 10% من وزن الصابون وقد سمحت أكثر التشريعات والقوانين بإدخال سليكات الصوديوم أو البوتاسيوم بهذه النسبة.

إلا أن الصابون المضاف إليه إحدى هاتين المادتين بكمية وافرة أعلى من النسبة السابقة فإنه يؤثر على ألياف المنسوجات فيتلفها في مدة وجيزة.

#### هـ- سليكات المغنزيوم (بودرة التالك):

توجد سليكات المغنزيوم بكثرة في الطبيعة وعلى أنواع عدة أفضلها الهش الأبيض الذي طيحن بشكل ناعم (بودرة) فيعطي ملمس الدقيق الدهني. وتدعى حجارة التالك الطبيعية بحجر الصابون. وهو يتسعمل بكثرة كمادة حشو في صناعة البويات والخزف والورق والكاوتشوك وفي صناعة الأسمدة والمبيدات الزراعية.

وكذلك في مساحيق مستحضرات التجميل (البودرة) والكريمات. ويقبل الصابون إضافة التالك لغاية 30% من وزن المواد الدهنية وبهذه النسبة وعند توفر حسن الصنعة لا يمكن معرفته في الصابون بمجرد النظر. وبودرة التالك ليس لها أي أثر قلوي وبالتالي ليس لها أي أثر منظف. ولذلك فإن إضافتها للصابون هي فقط لزيادة وزنه وامتصاص الرطوبة منه.

و- كربونات الصوديوم - وكربونات البوتاسيوم:

تستعمل هاتين المادتين للحشو والإضافة في صناعة الصابون بالإضافة إلى كونهما من المواد القلوية الأولية في صناعة الصابون كما أنهما تضافان إلى مساحيق الجلي والقشط لتنظيف الأواني المنزلية. وقد تحدثنا سابقاً عنهما بشيء من التفصيل.

ز- أملاح فوسفات الصوديوم المختلفة:

هناك أملاح كثيرة للفوسفات يمكن استعمالها للتنظيف والإضافة في الصابون والمنظفات الصناعية ومساحيق الجلي ومساحيق التبييض ولكن أشهر هذه الأملاح هما:

1- فوسفات ثلاثي الصوديوم.

2- تري بولي فوسفات الصوديوم.

وهما عبارة عن ملحان متبلوران لهما شكل السكر. ولهما تأثير قلوي. لذلك لهما أثر منظف كما أنهما يساعدان على إزالة العسرة من الماء (أي إزالة أملاح الكلس الذائبة في الماء).

ح- الجليسيرين:

إن الجليسرين الناتج عن تصبين المواد الدسمة بالطريقة الباردة يبقى أصلاً ضمن الصابون ويشكل نسبة 4-5% تقريباً من وزن الصابون.

كما أن الجليسرين يستعمل بكثرة في صناعة صابون الزينة وصابون الجليسرين ووجوده في الصابون يساعد على تليين الجلد.  
ط- الدقيق والنشاء:

كثيراً ما يستعمل الدقيق الأبيض للحبوب وكذلك النشاء كمواد حشو وإضافة لزيادة وزن الصابون.  
ومن خواصها أنها تتحد بالماء الزئاد الموجود بالصابون وتكون مولد غروية وإن كانت هذه المواد الآن لا تستعمل للحاجة الشديدة إليها كمادة غذائية اللهم إلا إذا كانت من أنواع الدقيق والنشاء الفاسدين.  
ى- السكر والكحول :

السكر والكحول يستعملان في صابون الزينة لجعله شفاف والتي نتاولها بشيء من الشرح حين التحدث عن الصابون الشفاف.  
ك- العقاقير والأدوية :

تضاف إلى الصابون بعض العقاقير وذلك بغية الحصول على أنواع من الصابون ذات استعمالات طبية وصيدلانية متعددة. بشرط أن لا يفسد المفعول الطبي لهذه العقاقير بإضافتها للصابون. ومن أهم هذه المواد: الكبريت والقطران - والفينول-الخ. التي سنتاولها بشيء من الشرح حين التحدث عن الصابون الطبي.

ل- مواد التبييض :

تستعمل مواد التبييض بكميات قليلة جداً مع الصابون الأسمر لتقصر لونه وتجعله فاتحاً ومن أهم هذه المواد:

1- مادة البلانكيت (هيدروسلفيت الصوديوم) .  
2- كلور الكلس القاصر (القصاره) وتدعى أيضاً (هيبوكلوريت الكالسيوم).

3- هيبوكلوريت الصوديوم.

4- بربورات الصوديوم.

م- مواد الحشو والإضافة الأخرى:

وهناك مواد لا حصر لها لا تستعمل في صناعة الصابون إلا لزيادة الوزن مثل: الكاؤولين (سليكات الألمنيوم)- سلفات الباريوم- مسحوق كربونات الكالسيوم أنواع الرمل الأبيض الناعم. وكل هذه المواد لا تذوب في الماء وليس لها أي تأثير فعال في التنظيف.

ن- مواد منع الأكسدة والتزنج في الصابون:

من المعروف أن المواد الدهنية والزيوت عند تعرضها للهواء والأكسجين تتحلل لأن تركيب هذه المواد الدهنية الطبيعية يحتوي على مواد تجعلها قابلة للأكسدة بسهولة وخصوصاً الزيوت الغير مشبعة. هذه المواد من خصائها تغيير الرائحة والطعم بشكل واضح، والذي يطلق عليه بالزناخة. الأمر الذي يشغل بال الكيميائيين على الدوام.

وحيث أن الصابون يصنع من الدهون والزيوت الحيوانية والنباتية فإن قطع الصابون تتعرض للأكسدة والزناخة فيتغير لونها ورائحتها

خصوصاً عند التخزين.

ولذلك يجب اتخاذ احتياطات وإجراءات عديدة أثناء صناعة الصابون لمنع الأكسدة والمحافظة عليه بطرق شتى من أهمها:

1- يجب عدم استعمال المواد الدهنية الخام الجيدة وحدها فقط لصناعة الصابون الجيد.

2- يجب عدم استعمال الزيوت الجافة أو نصف الجافة أو الزيوت الزنخة أو التي تحتوي على الزيوت المؤكسدة وكذلك المواد الدهنية الرديئة التبييض.

3- يجب أن تكون عملية التصبين تامة وعدم وجود زيوت بها لم تتصبن أو وجود زيوت لا تتصبن.

4- يجب أن يتم التصبين على قدر الإمكان في حل لا تصدأ حتى يمكن منع وجود أملاح الحديد أو النحاس في قطع الصابون لأن أملاح الحديد والنحاس معروفة في أنها تساعد وتنشط على الأكسدة. وعدم وجودها يساعد على ثبات لون ورائحة الصابون.

5- يجب احتواء الصابون على نسبة ضئيلة من القلوي الحر زيادة عن اللازم له وفي صابون الزينة يجب ألا يزيد القلوي المطلق عن 0.03-0.05% وكمية الملح عن 0.03% .

6- العطر المضاف يجب ألا يحتوي على عناصر منشطة للأكسدة.

هذه هي الإجراءات الصناعية الزاجب اتخاذها، إلا أن الكيميائيين لزيادة الاحتياط أجروا تجارب عديدة بإضافة مواد كيميائية إلى الصابون

تساعد على منع الأكسدة وثبات الرائحة واللون. ومن هذه المواد غير عضوية ومواد عضوية نذكر أكثرها استعمالاً :

المواد غير العضوية:

مادة الـ (ثيوسلفات الصوديوم)

مادة (كلور القصدير) وتضاف بكمية 0.2% وخصوصاً للصابون المصنوع على نصف الساخن مثل صابون الحلاقة من الشحم.

المواد العضوية :

مادة (أوليئات القصدير) - ستيرات القصدير - بنزوات القصدير -

وهذه تضاف بكمية 0.1% .

مواد الفينولات المركبة ومشتقاتها العديدة التي لا تغير لون أو رائحة لصابون وغيرها من المواد الأمينية الأروماتية الخ.

وكل هذه المواد الكثيرة المتعددة موجودة في المراجع الخاصة، وكذلك في المصانع المختصة بهذه المواد، كما يضاف معها مواد مضادة للبكتريا مثل مادة هكسا كلوروفين.

4-2-7 المواد العطرية المستعملة في الصابون:

لقد أصبحت مسألة تعطير الصابون فناً قائماً بذاته وخصوصاً تعطير الصابون المستعمل في شؤون التجميل، ويحتاج هذا الفن إلى دراية تامة بطبيعة الزيوت العطرية المستعملة وتركيبها الكيميائي. كما يحتاج إلى حاسة فنية خاصة ولا يصلح أي زيت عطري لتعطير الصابون.

فهناك زيوت تتأثر بالمواد القلوية الموجودة في الصابون فتتغير

رائحتها أو تتلف كذلك لا يصلح أي عطر أن يمزج بعطر آخر فقد يحدث بينهما (عدم توافق) في التركيب الكيميائي أو في الرائحة. فمثلاً نجد أن معظم العطور المحضرة بالطرق الكيميائية مثل الفانيلين والهليوتروبين وزيت القرنفل وزيت القرفة تكون سبباً في أن الصابون يصبح داكن اللون بعد مدة من صنعه وهناك مواد عطرية تضاف إلى مواد أخرى لتساعد على الاحتفاظ برائحته في الصابون لمدة طويلة دون أن تتغير أو تتلف ومثل هذه المواد تسمى (المواد المثبتة) ومن أمثلتها (الزبد ويلسم بيرو وزيت الصندل والسمك الصناعي والطبيعي وبنزوات البنزيل وغيرها). ويعتمد في اختيار العطور على رائحتها. أما التحليل الكيميائي فلا يفيد كثيراً في هذه الناحية لأن المسألة تتعلق بالذوق ولا دخل للكيمياء فيها- اللهم إلا من الناحية المتعلقة بمقاومتها وعدم غشها. والزيوت العطرية التي تستعمل في تعطير الصابون معظمها من أصل نباتي.

وغالباً تكون من أقسام الزيوت الطيارة أو البلاسم أو المواد الراتنجية.

وتختلف الزيوت العطرية النباتية فيما بينها اختلافاً بينما في طبيعتها الكيميائية والفيزيائية فبينما نجد أن بعضها عديم اللون نجد بعضاً منها ذات لون أخضر أو بني وكثافة هذه الزيوت في الغالب أقل من كثافة الماء ولكن قليل منها مثل زيت القرفة وزيت القرنفل أثقل من الماء. ومعظم هذه الزيوت تتأكسد في الضوء والهواء.

وتتكون الزيوت العطرية كيميائياً من عدة مركبات كثيرة التعقيد

بعضها سائل والآخر صلب موجود على هيئة حلول في المركبات السائلة الأخرى. وفيمايلي سنتعرض بلمحة خاطفة إلى أهم الزيوت العطرية. إن الأصل النباتي المستعملة في تعطير الصابون:

1- زيت اليانسين: الناتج من تقطير ثمار نبات اليانسون.

2- زيت الكراوية: ويستخلص من البذور بالتقطر.

3- زيت الشمرة: الناتج من تقطير بذور نبات الشمرة.

4- زيت اللوز المر: يحضر من نوى اللوز المر بعد أن يعصر الزيت الدهني ثم تعجن البقايا بمقدار ثلاثة أمثال وزنها من الماء وتترك لمدة أربع وعشرين ساعة. فتعمل إحدى الخمائر الموجودة على تحويل الأميدين Amygdaline إلى الزيت الطيار. ويحتوي الزيت على مادة البنزالدهيد.

5- زيت اللوز المر الصناعي أو البنزالدهيد.

6- زيت القرفة.

7- زيت القرفة الصناعي .

8- زيت القرنفل: ويحصل عليه بتقطير براعم زهور النبات.

9- زيت الجيرانيوم: وتوجد منه أنواع كثيرة ويستعمل بدلاً من زيت الورد لأنه أقل منه ثمناً.

10- زيت الياسمين: يوجد منه الطبيعي المستخلص من زهور

النبات والصناعي المحضر بالطرق الكيميائية.

11- زيت اللاوندة: ويحضر بتقطير زهور نبات اللاوندة، وينمو

هذا النبات في ايطاليا وفرنسا وانجلترا واسبانيا، ويقال أن أحسن الأنواع



هو النوع الانجليزي ولذلك فإن ثمنه أكثر ارتفاعاً من الأنواع الأخرى.

12- زيت السترونلا ( السترونيل ) .

13- زيت الليمون: يحضر من قشور الليمون الطازجة التي تكثر زراعتها في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط.

14- زيت الليمون الصناعي .

15- زيت البرجموت: ويستخلص بالضغط من قشور ثمار بعض الموالح ويجب حفظ هذا الزيت في زجاجات زرقاء محكمة الغلق ويغش هذا الزيت بإضافة زيت الترينتتا وزيت الليمون وغيرها.

16- عطر الورد: وهو أكثر العطور شيوعاً، ولكن نظراً لارتفاع ثمنه فإنه يستبدل بزيت الجيرانيوم.

17- زيت النيرول أو زيت النارج: يحضر بالتقطير من زهور النارج ويحضر الزيت بالطرق الكيميائية أيضاً .

18- زيت الميليسيا: يستخلص بالتقطير من الأعشاب.

19- زيت النعناع: يحضر بالتقطير من النبات وقت الازهار وله رائحة قوية نفاذة.

20- زيت جذور السوسن: هو زيت صلب ينصهر في درجة 35م-50م تقريباً ويحضر بالتقطير من جذور نبات السوسن. ويمكن استبدال هذا العطر بالمركب المعروف باسم ايرالدين Iradeine فله نفس رائحة عطر السوسن.

21- بلسم بيرو .

22- الجاوي: هو إفراز صمغي لبعض الأشجار التي تنمو في

سومطره وجاوه وسيام وله رائحة قوية ويستعمل كمثبت للعطور الأخرى وتوجد منه عدة أنواع تختلف فيما بينها باختلاف مصادرها الجغرافية .

23- زيت حب العرمر .

24- زيت الترينتينا .

25- زيت خشب الصندل.

26- زيت الزعتر ومنه الفرنسي والاسباني .

27- زيت حصا اللبان .

28- زيت سالسيالات الميثيل: ويحضر معظم الموجود في التجارة منه بالطرق الصناعية وفيمايلي بعض المواد العطرية الناتجة من أصل حيواني:

1- السمك: هو إفراز لبعض أنواع الغزال الذي يعيش في جبال الهيمالايا وجبال الأطليس. وعندما يصاد هذا الغزال يقطع منه الكيس المحتوي على السمك. باختلاف عمر الحيوان والفصل الذي أفرزه فيه، فقد يكون كتلة طرية ذات لون ذهبي أو يكون على شكل حبيبات داكنة اللون سوداء تقريباً والسمك من أكثر المواد العطرية عرضة للغش وتضاف إليه كثيراً من المواد الغاشة.

2- السمك الصناعي.

3- الزيد Civet .

هو إفراز حيواني يتكون في جيب ناتئ يوجد تحت ذيل نوع من السنور اسمه Viverra Civett يعيش في شمال أفريقيا وكذلك نوع آخر اسمه Viverra Zibetha ويحتفظ بهذه الحيوانات للحصول على إفرازاتها

من الزبد.

هذا ملخص للمواد العطرية ذات الأصل النباتي والحيواني المستعملة في تعطير الصابون وهناك مئات غيرها من المواد العطرية الصناعية التي تستعمل بكثرة لوجودها لكميات كبيرة ولانخفاض أثمانها بالنسبة للزيوت الطبيعية والمجال هذا ضيق لذكرها ولكن يمكننا أن نقول باختصاران الكيمياء قد ضيقت الخناق على الطبيعة في هذا الباب فأصبحت تنتج من العطور مالا يختلف عن العطور الطبيعية لافي رائحته ولا في خواصه الكيميائية.

ولابدّ لنا من ذكر الملاحظات الهامة التالية لاستعمال العطور في

صناعة الصابون:

1- يجب استعمال مثبت للعطر مثل السمك ويستعمل حديثاً الآجار كمثبت لرائحة العطر في الصابون حيث تبقى رائحة الصابون فترة طويلة من الزمن ويجب أن تمزج العطور بالصابون في الصابون حيث تبقى رائحة الصابون فترة طويلة من الزمن ويجب أن تمزج العطور بالصابون قبل عرضة للاستهلاك بشهر على الأقل. كما يجب ألا تضاف المواد العطرية الصلبة بحالتها الطبيعية بل يجب إذابتها قبل إضافتها في الكحول أو في العطور السائلة إن وجدت.

2- بعض الزيوت العطرية مثل الفانيلين وزيت الفتنة وزيت القرنفل والهلوتروب تغير لون الصابون الأبيض إلى لون داكن ويحدث هذا التغير بسرعة في بعض الحالات ولذلك يجب ألا تضاف هذه العطور إلا إلى الأنواع الملونة أو ذات اللون الداكن.

- 3- بعض الاسترات مثل البرجموت تتحل بتأثير المواد القلوية ولذلك يجب ألا تستعمل إلا للأصناف المتعادلة من الصابون.
- 4- يجب إجراء تجارب على كميات صغيرة من الصابون حتى إذا ما حازت الرضى تستعمل على وجه أكبر.
- 5- يجب أن يعمل حساباً لثمن المواد العطرية وأن يتناسب ذلك مع ثمن الصابون الناتج وجدته.
- 6- يستحسن مزج العطر بكمية من الفازلين أو عجينة الصابون قبل إضافته ثم تمزج هذه الكمية بالصابون المراد تعطيره.
- 7-2-5 المواد الملونة (الأصباغ) في صناعة الصابون:
- تستخدم في صناعة الصابون أنواع كثيرة من المواد الملونة تختلف في طبيعتها ومصدرها ويمكن تقسيمها إلى ثلاث أقسام رئيسية :
- 1- مواد عضوية طبيعية : مثل الكلوروفيل الأخضر وغيره.
- 2- مواد عضوية صناعية: مثل الأصباغ الناتجة من قطران الفحم الحجري مثل: الأيوسين وأصباغ الأنيلين وغيرها.
- 3- مواد معدنية: مثل أخضر الكروم- وكبريتات النحاس- وكبريتات الحديد وغيرها.
- كما تنقسم المواد الملونة المستعملة في صناعة الصابون إلى نوعين: مواد قابلة للذوبان في الماء ومواد عديمة الذوبان فيه، والنوع الأول يفضل لأنه من السهل جداً مزجه بالصابون بحيث يكون اللون الناتج متجانساً .

وليست كل المواد الملونة يمكن استعمالها في تلوين الصابون،

فكثيراً منها يتأثر لونه بالمادة القلوية الموجودة أما في الحال أو بعد فترة من الزمن.

وفيمايلي بعض الألوان الشائعة الاستعمال :

اللون	مصدره
الأخضر	الكلوروفيل المستخلص من النبات، الزهرة الخضراء، الألوان الخضراء الناتجة من التقطير الاتلافي للفحم، مزيج من اللونين الأزرق والأصفر مثل النيلة وحامض البتريك.
البنفسجي	ألوان قطران الفحم، مزيج من اللونين الأحمر والأزرق.
الأحمر	ألوان قطران الفحم، مثل الاسين والفيوشين والرودامين، مزيج من اللونين البنفسجي والبرتقال، كبريت الزئبق الأحمر، بنسبة تتراوح بين 0.1 إلى 0.2% والأحمر الانكليزي (أوكسيد الحديد الأحمر).
البرتقالي والأصفر	ألوان قطران الفحم، مزيج من اللونين الأحمر والأصفر للبرتقالي، المهرة الذهبية أو الصفراء، كرومات الرصاص، كرومات الكادميوم، حامض البكريك، المركبات الكيميائية الأخرى، الكركم، الزعفران، والزنجز.
البنّي	السكر المسحوق، ألوان قطران الفحم، مزيج من اللونين الأزرق والأصفر المهرة البنية وغيرها.
الأزرق	ألوان قطران الفحم، الزهرة الزرقاء، مزيج من اللونين البنفسجي والأخضر والنيلة والأنيلين الأزرق .

طريقة إضافة اللون:

يضاف اللون في الماء بنسبة 2% ثم يرشح وأحياناً يذاب اللون في جزء من المحلول القلوي كما أنه يذاب أحياناً في الزيوت العطرية مع إضافة كمية من الكحول. وعادة يضاف العطر واللون في آخر مرحلة من مراحل صناعة الصابون أي قبل صبه وتقطيعه.

يجب أن يتوافر في اللون المستعمل ما يأتي:

1- أن يكون قابلاً للذوبان في الماء.

2- ألا يؤثر فيه القلوي.

3- ألا يغير لونه في الوسط الذي قد يستعمل فيه الصابون.

4- يجب أن يتناسب لون الصابون مع رائحته فمثلاً يجب أن

يكون لون الصابون البنفسجي اللون له رائحة البنفسج، والصابون الوردي

اللون له رائحة الورد والصابون الأصفر اللون له رائحة الليمون وهكذا.

### 7-3 الأجهزة والآلات اللازمة لصناعة الصابون:

قبل أن نتكلم عن هذه الأجهزة والآلات والأدوات التي يحتاجها مصنع الصابون، لابد أن نبين أن مصنع الصابون يحتاج قبل كل شيء إلى:

1- مكان متسع تتناسب سعته مع طاقة المصنع من جهة وأن يحوي غرفة جيدة التهوية لتجفيف الصابون، وأن يكون بعيداً قدر الإمكان عن السكان وخاصة بالنسبة للمصنع الذي يحوي آلات تدار بالكهرباء أو بالقوى المحركة.

أما بالنسبة للمصنع البسيط ذو الطاقة الصغيرة والذي لا يحوي آلات مقلقة للراحة فيمكن أن يكون المكان غرفة من المنزل أو مكاناً أو محلاً في شارع شريطة أن يكون الصود الكاوي وبقية المواد الكيميائية أو محاليلها في معزل عن متناول الأولاد والأطفال والجاهلين بتأثير هذه المواد على الجلد أو الجسم.

2- توفر مصدر الطاقة والحرارة وذلك للتسخين أو للغلي. ويكون هذا المصدر إما موقداً يعمل على المازوت أو زيت الكاز (الكيروسين) أو غاز البوتان أو الكهرباء أو البخار. شريطة أن لا تعطى المواقد التي تعمل على منتجات البترول رائحة أو دخاناً كثيرين. ويمكن تقسيم الأجهزة والآلات والأدوات المستعملة في صناعة الصابون إلى الأقسام العشرة التالية:

#### 1- الأدوات الصغيرة العمومية:

الأدوات الصغيرة الغمومية التي تلزم لمصنع الصابون وأكتفي هنا بذكر أسمائها إذ أنها معروفة هي:

مجرفة أو رفش (كريك) - محرك يد لتحريك الصابون أو محلول الصود الكاوي مكشط (مجرد) - مبشرة يد - مقياس بومية للمحاليل - أسطوانة زجاجية لمقياس بومية مغرفة.

## 2- الأدوات اللازمة للزيوت:

إن الأدوات اللازمة للزيوت عبارة عن خزانات كبيرة أو صغيرة حسب طاقة المصنع تحفظ فيها الزيوت المختلفة ويشترط أن تكون موضوعة في مكان بارد حتى لا تفسد وفي العادة يؤخذ الزيت من هذه الخزانات بمضخات مباشرة لحلة التصيين وأما الشحم فإنه يحفظ في العادة في البراميل التي يجلب فيها أو يوضع في خزانات قابلة للتسخين.

## 3- الأدوات اللازمة للقلويات:

إن إذابة الصود الكاوي اللازم لتصيين الدهن تحصل في الوعاء المسمى وعاء محلول الصود وهذا الوعاء يصنع من الحديد بأحجام مختلفة على شكل مربع أو أسطواني فيؤتي أولاً ببرميل الصود الكاوي الصلب ويدق عليه من الخارج بواسطة مطرقة لتحداث شقوقاً في الصود فيسهل بعد ذلك وصول الماء أو البخار إليه إذا أذيب كقطعة واحدة أو ليسهل كسره إلى قطع صغيرة أو كبيرة إذا أذيب على دفعات.

يقص البرميل الحديدي بعد طرده ويبعد عن كتلة الصود التي ترفع في رافع خاص أو تقطع إلى قطع وتوضع في وعاء محلول الصود ويصب فوقها الماء مع التسخين أو تترك لليوم التالي مع التحريك حتى



تمام الإذابة والحصول على التركيز المطلوب.  
 هذا إذا كان الصود بشكل برميل صب قطعة واحدة. أما إذا كان  
 الصود بشكل قشور صغيرة فإنه عندئذٍ تكون عملية إذابته أسهل من  
 جهة. ولا تذاب منه إلا الكمية المطلوبة.

ولذلك فإن المصانع الصغيرة تفضل الصود الكاوي الذي على  
 شكل قشور أو قطع صغيرة، عن الصود الكاوي الصب لأن الأخير  
 يكون وزن البرميل الواحد 400 كغ قطعة واحدة وهذه الكمية كافية  
 لتصبيين 2500 كغ من المادة الدسمة على التقريب.

وعادة بعد إذابة الصود الكاوي فإنه لا بد من معرفة تركيزه في  
 محلوله ولذلك يقاس تركيزه بواسطة مقياس البومية وذلك بأخذ كمية من  
 هذا المحلول ووضعها في الأسطوانة الزجاجية ثم يغمس فيها مقياس  
 البومية باحتراس وتقرأ الدرجة فإن كانت خفيفة عن المطلوب يضاف  
 إليها صود كاوي صلب وإن كان مركزاً يضاف إليه الماء وفي المصانع  
 الكبيرة يسحب المحلول بواسطة مضخات من وعاء محلول الصود  
 الكبير مباشرة إلى حلة التصبيين أما في المصانع الصغيرة فينقل محلول  
 الصابون لحلة التصبيين بالسطول.

#### 4- الأدوات اللازمة للتصبيين:

يحدث تصبيين الدهن بالصود مع الحلل التي تسخن إما بالحرارة  
 المباشرة أو بواسطة البخار وهذه الحلل تصنع في الغالب من الحدد  
 بأحجام مختلفة تتراوح من 100 لتر حتى 100 000 لتر حسب طاقة  
 المصنع.

وأشكال الحلل تختلف أيضاً إلا أن أغلبها يكون أسطوانى الشكل  
ذو قاعدة إما:

### 1- مخروطية 2- أو مسطحة مائلة

ويوضع فى قاع الحلل صنبور (حنفية) لتفريغ المحلول السفلى  
وفى بعض الأحيان يوضع صنبوران أحدهما للمحلول السفلى وآخر  
للصابون.

وتسخن الحلة المخروطية القاعدة عادة بالبخر أما الحلة ذات  
القاعدة المسطحة المائلة فتسخن بالنار المباشرة.

ويجب أن تكون ثخانة الصاج لقاع الحلة أكثر من ثخان صاج  
الجوانب، ويجب عند التسخن المباشر أن يراعى بناء بيت النار بدقة.  
والحلل التى تسخن بواسطة البخر أو بالتسخن المباشرة يجب أن تكسى  
من الخارج بالمواد العازلة حتى لا تفقد شيئاً من حرارة الحلة.

ويحرك محتوى الحلة بواسطة محركات مختلفة الأشكال بالنسبة  
لسعة الحلة فبعضها يدار باليد للحلل الصغيرة السعة. أو بالمحركات  
الكهربائية.

ويفرغ الصابون من الحلل إما مباشرة للأرض أو بواسطة السطول  
أو بواسطة المضخات وخاصة إذا كان المراد نقل الصابون مثلاً من  
الدور الأسفل أى الذى توجد فيه الحلة إلى الدور الأعلى مثلاً فى  
المكان الذى توجد فيه القوالب وآلات التبريد.

### 5- أدوات التبريد والقوالب:

يبرد الصابون فى قوالب من الحديد أو الخشب ويشترط فى هذه

القوالب أن تكون سهلة الفك والتركيب وإمكانية فصل جدرانها عن بعض بسهولة لأنه بعد أن يبرد الصابون في القالب تبعد هذه الجدران وبذلك يمكن أخذ قالب الصابون تقطيعه بسهولة وهذه القوالب تسع من 50 كغ إلى 1000 كغ وفي بعض الأحيان تغطي القوالب من الخارج بطبقات عازلة للحرارة لكي يبرد الصابون وتتجمد ببطء وخاصة الصابون النصف حبيبي.

#### 6- أدوات القطع:

بعد أن يبرد الصابون في القوالب تفك جدرانها وتنقل كتلة الصابون فقط إلى جهاز التقطيع حيث تقطع هناك إلى مسطحات (ألواح) بارتفاع قطع الصابون المراد صنعها وبذلك بواسطة آلة خاصة أو بواسطة الطريق الاعتيادية القديمة طريقة القطع بالسلك ثم تقطع هذه الألواح إلى أعمدة مستطيلة ثم تقطع هذه الأعمدة المستطيلة إلى القطع المطلوبة.

#### 7- أدوات البصم والختم:

بعد ذلك تؤخذ قطع الصابون وتبصم بآلة البصم التي تحوي قوالب بأشكال مختلفة بيضوية أو مكعبة.. الخ حيث تأخذ قطعة الصابون شكل القالب المطلوب ويظهر عليها اسم المنتج والماركة التي يراد أن تطلق عليها.

ومن هذه الآلات ما يدار بالأرجل ومنها ما يدار باليد ومنها ما يدار بالمحركات أما إذا أريد أن تبقى قطعة الصابون بالشكل المكعبي المعروف فيكتفي بختمها بواسطة ختم نحاسي محفور ومكتوب عليه اسم المنتج والماركة أيضاً.

## 8- أجهزة التجفيف:

قبل البصم أو بعد على حسب طريقة الصناعة يجفف الصابون في أفران خاصة بواسطة الهواء الساخن الجاف على أن لا يتجاوز درجة الحرارة (50) درجة مئوية كيلا تلين قطعة الصابون وتأخذ شكل آخر غير مرغوب.

هذا في المصانع الكبيرة أما في المصانع الصغيرة فيوضع الصابون في صوان خاصة ويوضع على المناشر الموجودة في غرفة يتجدد هوائها بسرعة وبعيدة عن الرطوبة والحرارة الشديدة ليجف الصابون ببطء.

## 9- جهاز مسحوق الصابون:

إذا كان المصنع يرغب بإنتاج مسحوق وبشارة الصابون فلا بد من أن يتوفر لديه جهاز يؤمن تحويل كتل الصابون إلى بشارة ومسحوق. وعادة تحول قطع الصابون الصغيرة والزائدة من عملية القطع أو البصم لصنع بشارة الصابون.

وأفضل جهاز لتحويل قطع الصابون إلى بشارة ومسحوق ورقائق هو ما يتألف من أسطوانتين تدوران في اتجاهين مختلفين وبينهما مسافة صغيرة جداً. فعند دخول قطعة الصابون بينهما تنتضغط وتخرج من الطرف الآخر على شكل رقائق بسمك المسافة بين الأسطوانتين وهاتان الأسطوانتان تشبهان تماماً عصارة الغسالة إلا أنهما من الحديد تدوران بسرعة كبيرة بالقوة الكهربائية.

## 10- أجهزة وآلات صابون الزينة:

صابون الزينة يصنع من الصابون بعد تحويله إلى رقائق ثم عجنة عدة مرات مع مزجه بالعطر واللون في هذه المراحل. أي أنه يضاف إليه العطر واللون على البارد وبذلك تخرج قطعة الصابون بشكل رخامي متجانس جميل ولذلك إذا كان المصنع يبغى إنتاج صابون الزينة فلا بد من أن يتوفر لديه جهاز العجن بالإضافة لجهاز تحويل الصابون إلى رقائق السابق الذكر.

وجهاز العجن عبارة عن آلة مخروطية الشكل في داخلها حلزون أشبه ما تكون بجهاز فرم اللحمية إلا أن الصابون يخرج منها على شكل أعمدة أسطوانية أو مستطيلة، ثم تحول هذه الأعمدة إلى رقائق. والرقائق إلى أعمدة وهكذا عدة مرات حتى يتجانس الصابون لوناً وشكلاً ورائحة. ثم تقطع هذه الأعمدة إلى قطع وهذه القطع تأخذ إلى جهاز البصم والتختيم لتخرج بالشكل المطلوب.

4-7 عملية التصبين:

هناك ثلاث طرق للتصبين:

1-4-7 طريقة التصبين بالغليان Full. Boiled process

2-4-7 طريقة التصبين على الساخن Senn. Boiled process

3-4-7 طريقة التصبين على البارد Cold. Process

1-4-7 طريقة التصبين بالغليان:

تعتبر هذه الطريقة أكثر الطرق الثلاث المذكورة انتشاراً وأفضلها، وذلك لجودة الصابون الخام الناتج، وإمكانية الحصول على مادة الغليسرين القيمة.

وتجرى العملية بعدة مراحل وذلك بعد إرسال الزيوت والدهون ومحلول الصودا الكاوي إلى مراحل الطبخ، وهذه المراحل هي:

(أ) الغليان (ب) التمليح (ج) الغسيل

(د) غليان التنقية Clear boiling (و) الترقيد Setilign

(أ) يجري الغليان بواسطة البخار الساخن المار ضمن مرجل الطبخ خلال أنابيب حلزونية وفي المرحلة (ب) مرحلة التمليح تتفصل المزيج إلى طبقتين، طبقة علوية من الصابون وطبقة سفلية من بقايا الصابون والجليسرين والملح المنحل في الماء.

ثم يجري غسل الطبقة العلوية بعد فصلها (ج) وبعدها يغلي الصابون الخام للتنقية (د) وبعدها تجرى عملية الترقيد لعدة أيام يفصل المزيج بعدها إلى ثلاث طبقات علوية من الصابون الخام، طبقة وسطى من خليطة مواد ذات لون داكن، وطبقة سفلية ...

يحتوي الصابون الخام الناتج (الطبقة العلوية) على رطوبة تبلغ 33% (ماء) وإذا كانت عملية التصبن أجريت حسب الشروط النظامية يكون الصابون الخام الناتج خالي من الشوائب (مثل الزيوت والشحوم الغير متصبنة - القلويات - الجليسرين - الصابون المعدني).

7-4-2 طريقة التصبن على الساخن:

وتستخدم هذه الطريقة غالباً للحصول على الصابون الطري (صابون البوتاسيوم) حيث تخلط كميات متعادلة من الشحوم والزيوت مع المحلول القلوي، ويجرى التسخين (بواسطة البخار) والتحرك في مرجل

التصبن حتى إتمام عملية التصبن.

الصابون الخام الناتج بهذه الطريقة تكون أقل جودة من الطريقة السابقة، ويحوي على شوائب عديدة، وكذلك لا يمكن الحصول على الغليسرين منفصلاً.

وبمقارنة الصابون الناتج مع الطريقة السابقة نراه هنا يحوي على شوائب من القلويات تزيد عن 0.3% بينما في الطريقة السابقة تقل عن 0.1%.

وكذلك فإن الشحوم والزيوت الغير متصبنة الباقية في الصابون (الخام من الممكن) أن تتأكسد وتعطي رائحة كريهة، وتغير لون الصابون الأصلي، لذا يضاف للصابون الخام كبريتيت الصوديوم الحامضية أو مواد أخرى لمنع التأكسد وبالتالي منع ظاهرة الرائحة وتغير اللون.

#### 3-4-7 الطريقة الباردة:

في هذه الطريقة يخلط الزيت والشحم والمحلول القلوي بكميات متعادلة في خلاط حيث يتشكل من الخليط مستحلب، يرسل المستحلب المتشكل إلى أوعية معدنية غير مسخنة موضوعة في غرف دافئة وهناك في هذه الأوعية تجرى عملية التصبن لعدة أيام.

والصابون الخام الناتج يشبه الصابون الناتج من العملية الثانية

(2-4-7).

#### 5-7 كيف يعمل الصابون على التنظيف:

تعرض كثيرون للطريقة التي يؤثر بها الصابون في إزالة الأوساخ،

ووضعوا لذلك نظريات متعددة نذكر بعض هذه الآراء فيما يلي:

### أ- نظرية الاستحلاب:

من المعروف أنه يمكن استحلاب الزيوت في الماء باستعمال الصابون كعامل وسيط وقد عزا بعضهم تأثير الصابون المنظف لهذه الخاصية، وقيل أن الصابون عندما يذوب في الماء يتمياً (أي يتحلل إلى شقيه) وينتج عن ذلك أيدروكسيد الصوديوم الذي يستحلب الزيوت الملتصقة بالأوساخ، فيمكن غسلها ومعها هذه الأوساخ معلقة في المستحلب الذي تكون.

ومع ذلك فقد أثبت العالم هلر أن الاستحلاب لا يكون إلا بتأثير مادة الصابون نفسها وليس بتأثير القلوي الطليق.

على أنه من الثابت أن قوة الصابون على التنظيف تزداد بدرجة محسوسة بوجود كمية كبيرة من القلوي الغير متحد، وقد أرجع هلر قوة الصابون على التنظيف إلى ثلاث عوامل:

- 1- قدرته على استحلاب المواد الدهنية.
- 2- قوته على ترطيب القماش المنغمس في الدهن والنفاد خلاله.
- 3- تليين القماش والوسخ بحيث يمكن انزلاقه بسهولة.

### ب- النظرية القلوية:

وتقول هذه النظرية بأن القلوي المنطلق من محلول الصابون يقوم بإذابة المادة الدهنية وبذلك ينفصل الرباط بين الأوساخ والسطح التي كانت ملتصقة به بواسطة الدهن، فتسهل إزالتها وقد بني على ذلك أن قيمة الصابون تتلخص في السهولة التي يمكن بها إعطاء قلوي طليق



عند إذابته في الماء.

ج- يعتقد العلماء بعد تجارب عديدة أجروها بأن الصابون يذيب الزيوت حتى المعدنية منها مثل زيت البرافين مكوناً معها مركباً قابلاً للذوبان في الماء ويتكون هذا المركب في كثير من الأحيان من كمية من الصابون وكمية مساوية لها من الزيت.

د- نظرية الحركة:

من المعروف أن المواد الناعمة جداً مثل الطين أو أكسيد الحديد إذا علقت في الماء فإنها تتحرك بشكل مستمر، وقد لوحظ أن كلاً من سليكات الصوديوم والصابون تساعد هذه الحركة بشكل ملحوظ ويعتقد بأن ذرات الرماد والأوساخ تغادر الملابس وغيرها بمساعدة هذه الحركة. وهناك آراء أخرى عديدة.

- 8- السللوز والورق  
1-8 مقدمة  
2-8 أنواع الورق المختلفة  
3-8 تحضير السللوز من الخشب  
1-3-8 تحضير الشظايا الخشبية  
1- نقل الأخشاب 2- التخزين 3- التقطيع  
4- التقشير 5- تحضير الشظايا  
2-3-8 طرق إنتاج السللوز الصناعي (طبخ الخشب)  
1-2-3-8 الطريقة الكبريتية  
آ- عملية طبخ الشظايا بمحلول الطبخ ب- غسل السللوز  
ج- التنقية من الشوائب الميكانيكية د- تبيض السللوز  
هـ- وحدة التجفيف و- تحسين السللوز  
ز- الاستفادة من محاليل الطبخ المستهلكة  
2-2-3-8 الطريقة النطرونية  
3-2-3-8 الطريقة القلوية - الكبريتية  
4-8 استعمال الورق القديم كمادة أولية  
5-8 المواد الأخرى اللازمة لصناعة الورق  
آ- المواد المائنة ب- الطبقة الصمغية ج- المواد الملونة  
6-8 التشكيل النهائي للورق

## 1-8 مقدمة:

يعتبر السللوز المادة الأولية الرئيسية الداخلة في صناعة الورق والألياف الصناعية (الحرير الصناعي) وصناعة البارود وصناعة الأفلام السينمائية.. الخ.

يستخلص السللوز من النباتات المختلفة (كالأخشاب - القطن - القصب - وغيرها) وذلك بتحرير هذه النباتات من المواد غير السللوزية، السللوز الناتج يكون بصورة عامة غير نقي تماماً.

وتختلف صفات السللوز حسب طريقة استحصاله ونوع المواد النباتية المستخلص منها ويلزم لكل صناعة، سللوز ذو مواصفات معينة ومحددة وتبعاً للمواصفات المطلوبة يحضر.

فمن الأشجار الصنوبرية يستعمل بصورة رئيسية: الأرز الأوربي - الصنوبر - الشوح ومن الأشجار عريض الأوراق يستعمل الحور - الكينا - الدلب والزان والتوت.

ويستحصل السللوز عالي الجودة من القطن بدون عمليات كيميائية، ولغلاء ثمن القطن يستحصل منه فقط الأنواع الممتازة من الورق، وبالرغم من صعوبة استحصال السللوز من الخامات الأخرى (غير القطن) فإنها أكثر استعمالاً نظراً لوفرتها ورخص ثمنها.

وتدخل في تركيب الخشب عدا السللوز مواد أخرى هي الليفينين والبولي سكريات السهلة الحلمة مثل الهيكسوزات والبننوزات.

النسبة المئوية للمواد الداخلة في التركيب	التركيب الكيميائي للخشب والقطن الخام
--	--------------------------------------

المواد الداخلة في التركيب	الأخشاب الصنوبرية	الأخشاب عريضة الأوراق	القطن الخام
السللوز	43-42	43.5-38.5	91-90
الليفين	28.5-26	20-17	3-2
الهيكسوزات	12.3-11.8	4.8-4	2-1
البننوزات	12-11	26-24	3-2.5
المواد البيكتينية	1.2-1.1	1.8-1.6	2.0
المواد الآحينية	0.8-0.7	1.0-0.6	2.0-1.5
دهون و صمغ و شمع	2-1	2.5-1.8	1-0.5
رماد	0.5-0.3	0.5-0.3	1-0.8

وقد رأى بعض العلماء أن الليفين لا يرتبط بأية رابطة كيميائية من الجزء السكري من الخشب بل ترتبط معه بروابط ميكانيكية. ولكن العالم هيند فولند يعتقد بأن الليفين يرتبط مع الجزء السكري للخشب بروابط كيميائية.

أنتج الورق لأول مرة في القرن الأول بعد الميلاد في الصين وانتقل إلى أوروبا في القرن الثاني عشر عن طريق أسبانيا وفي القرن الخامس عشر يعد اختراع الطباعة زاد الطلب كثيراً على هذه المادة.

ويبلغ استهلاك الفرد في ألمانيا للورق 58 كغ / سنة، وفي أمريكا 250 كغ / سنة ويستهلك القسم الأكبر من الورق هناك للتغليف والصر.

2-8 أنواع الورق المختلفة:

للورق أنواع كثيرة من الأسواق نذكر منها:

آ- ورق الطباعة	ورق الكتابة	ورق الرسم
ب- ورق التغليف	ورق الصر	ورق السجائر

ج- ورق التواليت والمحارم ورق النشاف

د- الورق الصناعي (كورق العزل الكهربائي)

هـ- الكرتون والورق المقوى

آ- ورق الطباعة والكتابة والرسم:

ينبغي أن يكون سطحه ذو مسام مغلقة هذا ويصمغ سطح ورق

الكتابة جيداً لئلا يخترق حبر الكتابة الورق أو يغشي.

ويوجد أنواع كثيرة من ورق الرسم مثل الورق النشاف وورق الرسم

العادي، ولكل أنواع ورق الرسم سطح غير ناعم، والورق النشاف يدهن

بنوع معين من الزيوت الناشفة، ويوجد أنواع كثيرة خاصة بالطباعة

ويجب أن يحافظ فيها على المقاييس التي تناسب آلات الطباعة وعلى

إمكانية الورق في امتصاص الرطوبة وصرف الرطوبة عند التجفيف

على الآلات.

وأما في ورق طباعة الجرائد فلا يطلب مواصفات عالية الجودة،

حيث نسبة نشارة الخشب العالية والتي تبلغ 15% تسمح للورق المطبوع

بامتصاص الحبر الطباعي، ويميل لون الورق بعدة مدة للاصفرار.

ب- ورق التغليف والصر والسجائر:

ويفرق في ورق التغليف بين الأنواع المختلفة وذلك حسب الهدف

من استعمالها، والورق المستعمل لتغليف المواد غير الغذائية لا يطلب منها نظافة عالية وتكون عادة ملونة ومقاومة للتأثيرات الكيميائية ولها قوة شد جيدة وكمواد أولية لورق التغليف العالي الجودة يستعمل السللوز غير المبيض المصنع بالطريقة القلوية - الكبريتية أو بطريقة الكبريتية ومن أجل النوعية الوسطى يستعمل بجانب السللوز المذكور الورق القديم الجيد وللنوعية الرديئة يستعمل الأوراق القديمة المتنوعة ولصناعة أكياس الصر الورقية الخاصة بالمواد الغذائية يطلب مواصفات معينة ويستعمل لذلك سللوز مبيض الذي يجب أن يتمتع بقوة شد عالية وذلك ليتمكن تصنيع الأكياس على الآلات ويجب أن لا يعطي هذا الورق أي طعم للمواد الغذائية التي يصورها.

وأما ورق الأكياس الكبيرة (لتغليف الاسمنت - الأسمدة - السكر) فيجب أن يكون قوياً بشكل خاص، ويحضر غالباً من سللوز الطريقة القلوية - الكبريت غير المبيض.

وأما ورق الحرير وله استعمالات متعددة، مثلاً: الطبقة الداخلية من ظروف البريد، وتغليف الفواكه، وتغليف الآليات الزجاجية، هذا ويعتبر ورق السجائر من أجود أنواع الحرير، ويستعمل لإنتاج هذا الورق أحسن المواد الأولية المستخلصة من الألياف الطبيعية.

ج- ورق التواليت:

ويصنع من مواد أولية ليست عالية الجودة، بينما تستعمل مواد أولية أجود لورق المحارم، حيث تكون المواد الأولية لها قوة امتصاص عالية وهي من السللوز المبيض.

ورق النشاف ويجب أن تكون له (كما هو ظاهر من الاسم) إمكانية عالية لامتناس السوائل، ويصنع عادة من مواد أولية لها قدرة امتناس عالية. ويتمتع ورق نشاف الترشيح بمركز خاص بين أنواع الورق الخاصة بالصناعة، ويجب أن لا تحتوي المواد الأولية المصنع منها أي إضافات كيميائية، بل يجب أن يكون السللوز من القطن الصافي، وأما أنواع ورق النشاف الأخرى فهي ليست بهذه الجودة العالية.

د- الورق الصناعي:

وهو الورق الصناعي المستعمل في العزل الكهربائي.

هـ- الكرتون والورق المقوى:

إن تقسيم الورق والكرتون يعتمد على الغراماج حيث يتراوح غراماج الورق بين 10-150 غ/م<sup>2</sup> والذي يقسم بدوره إلى ورق خفيف 10-60 غ/م<sup>2</sup> وورق متوسط 61-120 غ/م<sup>2</sup> وورق ثقيل 121-150 غ/م<sup>2</sup>.  
وأما الأنواع الأثقل من 150 غ/م<sup>2</sup> تدعى مادة بالكرتون والورق المقوى Pape وتتألف الأنواع الخفيفة من الكرتون من طبقة واحدة، وأما الأنواع الثقيلة فتصنع من لصق هذه طبقات فوق بعضها.  
وهناك أنواع عديدة من الكرتون.

3-8 تحضير السللوز من الخشب:

1-3-8 تحضير الشطايا الخشبية وتمر بالمراحل التالية:

1- نقل الأخشاب: وتتم بإحدى الطريقتين:

آ- بنقلها بمجاري الأنهار والقنوات المتوفرة وهذا عمل اقتصادي.

ب- بنقلها براً بالقطارات والشاحنات.

2- التخزين : ويتم في مستودعات التخزين بإحدى الطريقتين:

آ- بطريقة الأكوام وتتميز هذه الطريقة برخصها وقلة تكاليفها ولكن يصعب في مثل هذه الطريقة تقدير حجم الأخشاب المخزونة ومكافحة ما يحصل لها من أضرار.

ب- بطريقة الأكداس: وتكون على شكل متوازي المستطيلات وهذه الطريقة مكلفة ولكنها تتميز بسهولة حساب أحجام الخشب المخزون وسهولة ملاحظة ومكافحة الأضرار الناشئة عن العفن.

3- التقطيع: يتم تقطيع الأخشاب بمناشر عريضة إلى قطع بطول 2-2.5 متر ولا يتجاوز ضياع الخشب أثناء عملية النشر أكثر من 0.4% من الوزن الإجمالي للخشب.

4- التقشير: ويشكل وزن القشر حوالي 7-10% من وزن جذوع الأشجار، وقشور الأشجار تحتوي على مواد ملونة وقاسية، تعيق عملية طبخ الخشب وبالتالي فإنها تؤدي إلى إنتاج سللوز رديء، لذا لا بد من إزالتها وتستعمل في التقشير آلات مختلفة منها آلات تعمل بالاحتكاك بواسطة القوة الهيدروليكية لتيار الماء أو بواسطة قشرها بالسكاكين.

5- عملية تحضير الشطايا الخشبية: إن عملية الطبخ في عملية إنتاج السللوز لا يمكن أن ينفذ إلى جميع أجزاء القطع الخشبية الكبيرة الحجم لذا لا بد من تشظية الخشب قبل طبخه.

وأهم المواصفات التي يجب أن تتوفر في الشطايا الخشبية هي:

آ- التجانس في الأبعاد.



- ب- تركيب محدود ومعين للشظايا.  
 ج- عدم تجعد الألياف الخشبية.  
 د- طول الشظايا يجب أن يتراوح بين 12-20مم وسماكتها 2-3مم.

وتتم عملية التشظية على آلات قطع مزودة بسكاكين حادة. وبعد القطع تصنف بمنخل ذا ثقوب متدرجة الأبعاد.

8-3-2 طرق إنتاج السللوز الصناعي (طبخ الخشب) :

8-3-2-1 الطريقة الكبريتية لاستحصال السللوز:

أ- عملية طبخ الشظايا بمحلول الطبخ:

وتستعمل هذه الطريقة لطبخ أخشاب الأرز الأوربي والشوح.

وتتم عملية الطبخ بمعالجة الشظايا الخشبية بمحلول مائي

لكبريتيت الكالسيوم الحامضية الحاوي على كمية صغيرة من  $SO_2$  الحر (

$SO_2$  الحر ضروري لاتمام عملية الطبخ وهذا النوع من السللوز جيد

المواصفات ويستعمل في الصناعات التحويلية الكيميائية.

والعمليات التي تتم عند طبخ الخشب بالطريقة الكبريتية معقدة

جداً وتتم في المرحلة الأولى عملية تشرب الشظايا الخشبية بالمحلول

(والتي تتأثر بمقاييس الشظايا بنية الخشب المحضرة من رطوبة الشظايا

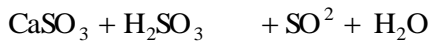
وتركيز  $SO_2$  الحر في حمض الطبخ وكذلك الحرارة). وتستغرق عملية

النشرب من 3-6 ساعات وفقاً لشروط الطبخ.

ويتم تحرير السللوز من الخشب بسلفنة الليفينين<sup>(1)</sup> . ويعتبر حمض الليفينين المسلفن من الحموض القوية ويمكن أن يسبب حلمهة جزئية للسللوز في درجات الحرارة المرتفعة نسبياً ولمنع حدوث الحلمهة (أو لانقاصها ما أمكن) نعد إلى إضافة كمية إضافية من كبريتيت الكالسيوم، فتتكاثر جزئيتين من حمض الليفينين المسلفن مع ملح الكبريتيت الحامضية ويحوي حمض الطبخ عادة على 1.5-2.5% SO<sup>2</sup> يرتبط 2-4% SO<sup>2</sup> حر ويحضر حمض الطبخ في مصنع السللوز في وحدة خاصة تسمى وحدة تحضير الحمض وتتلخص العملية بإمرار تيار من SO<sup>2</sup> خلال أبراج مملوئة بالكلس المطفاً.

ويمكن كتابة تركيب محلول الطبخ على النحو الآتي:

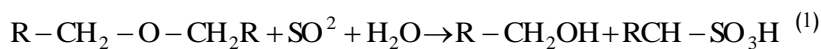
كبريتيت الكالسيوم الحامضية



(SO<sub>2</sub> محلول حر)

SO<sub>2</sub> نصف مرتبط SO<sub>2</sub> مرتبط

هذا ويمكن استعمال أحادي كبريتي لمعادن أخرى كالمغنزيوم-الصوديوم-الأمونيوم-الخ. بدلاً من الكالسيوم. يجري طبخ السللوز تحت درجة 130-150°م في مراحل موصدة سعة 200-400 م3 مبطنة من الداخل ببطانة مقاومة للحموض ومن الخارج ببطانة حافظة للحرارة.



ويسخن محلول الطبخ ببخار الماء والمرجل مجهز بأدوات قياس أوتوماتيكية لمراقبة عملية الإنتاج.

وخلال عملية الطبخ فإن معظم الليفينين يتسلفن وينحل في محلول الطبخ وتتحلله البينوزات- والسكريات سهلة الحلمة أما الصمغ الموجودة في الأخشاب فتدخل في المحلول على شكل معلق غروي. يغسل السللوز المطبوخ في الماء .

ونرى من الجدول التالي تغير نسبة مكونات الخشب بعد طبخه بالطريقة الكبريتيتية.

المادة	قبل الطبخ	بعد الطبخ %
السللوز	43-42	87-82
الليفينين	28.5-22	5-1
البيينوزات	12-11	7-3
السكريات الأخرى	12-1	7-3
دهون وصمغ	2-1	2-1
رماد	0.5-0.3	1.2-0.7

وتتعلق نسبة الليفينين المتبقية بعد الطبخ بحرارة الطبخة وتركيز المحلول ومدة فترة الطبخ.

وتحدد كمية الليفينين في السللوز المستحصل نوعيته فالسللوز الذي يحوي أكثر من 3% من وزنه ليفينين يعتبر سللوزاً قاسياً ويذهب لصناعة الأكياس الورقية وبعض أنواع الكرتون أما إذا كانت نسبة

الليفينين أقل من 2% من السللوز الحاصل، فيعتبر عندئذٍ سللوز أملساً (ناعماً) ويصلح لصناعة ورق الطباعة والكتابة.

- تأثير تركيز  $SO_2$  الحر و  $SO_2$  المرتبط و  $SO_2$  الإجمالي في محلول الطبخ:

إن زيادة تركيز  $SO_2$  الحر في حمض الطبخ يزيد من سرعة تشرب الشظايا الخشبية وبالتالي يزيد من سرعة الطبخ. كما أن زيادته تؤدي إلى زيادة تركيز الأيونات في المحلول وبالتالي تسرع سلفنة الليفينين. وتؤدي كذلك زيادة  $SO_2$  الحر إلى زيادة حلمهة السللوز وبالتالي إلى زيادة السكريات البسيطة .

وعند زيادة  $SO_2$  الإجمالي في محلول الطبخ فإن الحرارة النهائية اللازمة لاستحصال سللوز يملك نفس درجة القساوة تنخفض. وأكثر انخفاض الحرارة يكون عند تغيير التركيز الإجمالي لـ  $SO_2$  من 5 حتى 10% فنحصل عند ذلك على مردود أعلى من السللوز الذي يتمتع بصفات ميكانيكية وكيميائية جيدة.

- دور الملح الكلسي  $CaSO_3$  في محلول الطبخ يؤدي إلى زيادة الأيونات  $HSO_3^-$  وبالتالي يؤمن إتمام عملية سلفنة الليفينين (انحلاله في الماء) ويجعل في الإمكان زيادة حرارة الطبخ. كما أن وجود  $CaSO_3$  يؤدي إلى نقصان الأيونات  $H^+$  في المحلول ويجعل المحلول يتمتع بصفات الجملة الواقية (الجملة البيوفيرية) إذ يثبت pH المحلول في

مجال معين بحيث لا يؤدي تغيير pH إلى زيادة حمهة السللوز<sup>(1)</sup>.

- تأثير نوع الأساس:

إن استعمال  $\text{Na}_2\text{O}$  أو  $\text{NH}_4\text{OH}$  بدلاً من  $\text{CaO}$  في تحضير حمض الطبخ يقلل زمن الطبخ ويحسن مواصفات السللوز المستخرج ولكن بسبب غلاء هذه المواد فإن استعمال  $\text{CaO}$  ما يزال هو الشائع.

- تأثير نوعية الخشب:

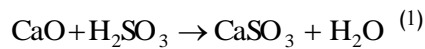
إن نوعية الخشب تؤثر تأثيراً كبيراً على نوعية السللوز المستحصل وعلى عملية الطبخ بشكل عام فلا يمكن طبخ الشطايا الخشبية المستحصلة من الأشجار ذات الأوراق العريضة والأشجار التي تحتوي على نسبة عالية من الصمغ بالطريقة الكبريتيتية .

ب- عملية غسل السللوز :

بعد إنتهاء عملية الطبخ يذهب السللوز إلى وحدة الغسيل ووحدة الغسيل مجهزة بمغاسل خشبية أو معدنية. ويغسل السللوز بماء ساخن درجة حرارته 50-60°، فالماء الساخن يخلص السللوز من بقايا محلول الطبخ المستهلك والصمغ بصورة جيدة (ويغسل عادة مرتين أو ثلاث مرات) ويصرف حوالي 200-400م<sup>3</sup> لغسيل /1/ طن من السللوز.

ج- عملية التنقية من الشوائب الميكانيكية:

وتهدف إلى تنقية السللوز من الشوائب الميكانيكية (العقد الخشبية التي لم تطبخ القطع المعدنية) وتتم في فارزات أو سيكلونات.



#### د- تبيض السللوز:

يبيض السللوز في وحدة تبيض السللوز بإحدى المواد المبيضة (الكلور - هيبوكلوريت الخ) وبعد التبيض يغسل السللوز ويذهب إلى وحدة التجفيف.

#### ه- وحدة التجفيف:

وتتألف وحدة التجفيف من جهاز نقل السللوز من وحدة التبيض إلى وحدة التجفيف ومن جهاز تخليصه من الماء ومن خزانة تجفيف.

#### و- تحسين السللوز:

يحسن السللوز المبيض بتخليصه من البوليميرات السكرية ذات الوزن الجزيئي المنخفض (درجة بلمرتها 150-200) وذلك بمعالجة السللوز المبيض بمحلول NaOH تركيز 6-8% تحت درجة حرارة 20°م . أو بمحلول NaOH تركيز 1% تحت درجة حرارة 100°م .

ويخلص السللوز من الرمادة بمعالجته بمحلول مخفف من حمض كلور الماء حيث تتشكل أملاح الكالسيوم، والمغنزيوم التي تذوب بالماء والتي يمكن التخلص منها بسهولة.

#### ز- الاستفادة من محاليل الطبخ المستهلكة:

يبلغ مردود السللوز حوالي 40-45% من وزن الخشب المطبوخ والكمية الباقية تتحلل في محلول الطبخ. ويحوي محلول الطبخ على الليفينين والسكريات البسيطة والصمغ ونواتج حلمة السكريات البسيطة. ويجب معالجة محلول الطبخ المستهلك ليس فقط لاستحصال مواد نافعة تزيد من اقتصادية هذه الصناعة بل وأيضاً من أجل أن لا نلقي

بهذه الكمية الهائلة من العوادم في مجاري الأنهار إذ أن ذلك يؤدي إلى ضرر كبير بالنسبة للبيئة وبالنسبة للثروة السمكية.

وأهم الطرق المستعملة للاستفادة من محلول الطبخ المستهلك هي:

1- استحصال الكحول الايتلي منه وذلك بتخميره (تتخمّر فقط السكريات الهيكسوزية) ويستحصل في مقابل كل طن سللوز 45-70 ليتراً من الكحول الايتلي من محلول الطبخ المستهلك.

2- استحصال خميرة الأعلاف وفي هذه العملية يستفاد من كل السكريات الموجودة في محلول الطبخ، وذلك بتخمير المحلول بخمائر خاصة.

3- الاستفادة من محاليل الطبخ كمادة دابغة للجلود، ويستفاد حينئذٍ من الحموض الليفينية المسلفنة التي يمكن دبغ المواد الزلائية.

4- استعمال محاليل الطبخ المبخرة (نسبة الماء المسحوب منها 30-70%) كمواد مثبتة في أعمال التعدين.

وفي الولايات المتحدة توجد بعض المصانع التي يستفاد منها استفادة كاملة من محلول الطبخ المستهلك وذلك:

أ- بتخمير الهيكوزات لاستحصال الكحول الايتلي.

ب- بتخمير البننوزات لاستحصال الخمائر العلفية.

ج- الاستفادة من المحلول المتبقي لاستحصال المواد الدابغة أو

المثبتة.

8-3-2 الطريقة النطرونية :

وتتلخص بمعالجة شظايا الخشب في محلول NaOH المعدن تحت

ضغط 2-3 جوي ودرجة حرارة 120-170°م وأثناء هذه المعالجة فإن القسم الأعظم من الليفينين والنتوزات والدهون والصبوغ تتحل في المحلول. ويحتوي السللوز المتبقي كميات لا بأس بها من الشوائب التي يمكن التخلص منها في العمليات اللاحقة (التبييض-الغسيل.. الخ) .

وهذه الطريقة نادرة الاستعمال في الصناعة وذلك نظراً لغلاء NaOH وعدم اقتصاد استعمالها.

### 8-3-2-3 الطريقة القلوية الكبريتية:

وهي أكثر طرق استحصال السللوز انتشاراً وتلخص بمعالجة الشظايا النباتية بمحلول الصودا الكاوي وكبريت الصوديوم (نسبة كبريت الصوديوم حوالي 30% من وزن الصودا الكاوية). ومن أهم ميزات هذه الطريقة أنها صالحة لاستحصال السللوز من جميع الخامات النباتية .

ونظام الطبخ كمايلي:

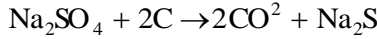
الضغط	7-10 ضغط جوي
الحرارة	160-180°م
تركيز	4-4.5%
مدة الطبخ	3-8 ساعات
سعة مراحل الطبخ	3م 50-150

وتقل مدة الطبخ عندما يزداد تركيز NaOH في المحلول ومصروف NaOH في هذه الطريقة يتراوح من 350-500 كغ لاستحصال /1/ طن



من السللوز الجاف.

ويمكن تنقية الصودا الكاوية المستهلكة في وحدة التنقية وإعادة استعماله وذلك بتبخير محلول الطبخ المستهلك في مبخرات خاصة حتى تركيز 70-80% ثم حرقها في أفران خاصة.



المصهور المتشكل بعد عملية الحرق هذه يحوي على :

$\text{Na}_2\text{CO}_3$	60 – 75 %
$\text{NaOH}$	0.5-2%
$\text{Na}_2\text{S}$	11-22 %
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	2-10%

ولاستحصال  $\text{NaOH}$  من الصودا المتشكلة تعالج بالكلس المطفأ

وهذه العملية تتم في قسم التنقية.

أما المعالجات الأخرى للسللوز فهي شبيهة بالطريقة الكبريتيتية

بشكل عام.

وهناك طرق أخرى لتحضير السللوز.

4-8 استعمال الورق القديم كمادة أولية :

عدا السللوز المستحصل بالطرق المختلفة (المذكورة سابقاً)

والمستعمل كمادة رئيسية في صناعة الورق يمكن استعمال الورق القديم

لانتاج الورق ذو النوعية الرديئة (مثل ورق الطبقات الوسطى من

الكرتون متعدد الطبقات وكرتون العلب.. وغيره) .

والورق القديم المطروح في الأسواق يحتوي على أكثر من ثلاثون

نوع (من حيث الجودة) وقبل استعماله يجب فرزّه وتخفيضه من الأجسام

الغريبة والأوساخ والأوراق غير الصالحة للصناعة، وهذا الفرز يجري غالباً يدويًا ويعدّها يخلط هذا الورق داخل خلاطات كبيرة مع الماء، والمعلق الناتج تجري عليه عملية تبييض لإزالة الألوان والأحبار المختلفة، ثم تجري عملية تصنيفه قبل صنع الورق منه.

#### 5-8 المواد الأخرى اللازمة لصناعة الورق:

آ- المواد المألئة: بجانب المادة الرئيسية (السللوز) تحتاج صناعة الورق لعدة مواد أخرى منها المواد المألئة غير العضوية، وبمساعدة هذه المواد المألئة يمكن إكساب سطح الورق صفات معينة وتسكير المسامات والتأثير على شفافية الورق.

وأهم هذه المواد كاؤولين و  $BaSO_4$  وجبس و  $MgCO_3$  وتالك و  $TiO_2$  وتخلط هذه المواد بعد طحنها بشكل جيد مع السللوز، ويفقد قسم كبير من هذه المواد 20-50% مع المياه المنطلقة خارج آلة الورق.

ب- طلاء الورق بطبقة صمغية بهدف جعل الورق غير قابل لنفوذ الحبر للطرف الآخر وحتى لا ينفشي الحبر وقديماً كان الورق المصنع يغطس في وعاء يحوي على صمغ حيواني ثم ينشف.

وفي عام 1806 حل الصمغ النباتي Colophonium محل الصمغ الحيواني والمستخلص من الأشجار الابرية. ويمكن لهذا الصمغ النباتي أن يتصبن تماماً مع محلول الصودا الكاوية NaOH إلا أنه يضاف للمحلول مادة معيقة للتصبن (تبقى التصبن جزئياً) ومساعدة على ثبات المستحلب. وعند تمرير الورق المستحلب المذكور يرسب الصابون الصمغي على سطح الورق.

ولكي يكون طلي سطح الورق بالطبقة الصمغية قلما يحتاج الإنسان إلى 2% صمغ من وزن الورق. ويعمل الإنسان بـ pH 0-4.5 عند الضغغ، وتلعب قساوة الماء دوراً كبيراً في استهلاك الصمغ وكلما كان الماء أفسى كلما ارتفع استهلاك الصمغ. ويضاف أنواع الصمغ الحيواني والنشاء والمستحلبات البرافينية، شمع المونتان، ماء الزيلج والغرويات الصناعية الذوابة في الماء لتحسين وتكميل عملية طلاء سطح الورق بالصمغ. ج- ويضاف اللون لكل أنواع الورق وذلك لتصحيح اللون المائل للصغار لعجينة اورق أو لإعطاءها لوناً حسب المطلوب. ويحتاج إعطاء اللون المطلوب للورق إلى خبرة ومعرفة عملية واسعة.

#### 6-8 التشكيل النهائي للورق:

بعد خلط المواد الأولية مع بعض لفترة من الزمن في خلاط كبير ترسل الآلة صنع الورق وعلى آلة صنع الورق تجري العمليات التالية : يجري نزع الماء من معلق خليط عجينة الورق وذلك على شبك طويل حيث تتشكل رقائق الورق التي تضغط بين اسطوانتين لنزع الماء الباقي، وبهذا نحصل على صفائح ورقية رقيقة ذو تماسك معقول، ويتبخر الماء الباقي (حتى 90% مادة جافة) بإمرار الرقائق بمنطقة التبخير في الآلة.

وتزود آلة الورق من خزانيتين كبيرتين بالتناوب بعجينة الورق التي تحرك بانتظام حتى يبقى الخليط متجانساً.

وبإمكان المرء أن يحصل على رقائق الورق بشكل منتظم من آلة الورق عندما يكون معلق عجينة الورق ممدداً بشكل كاف في محلول مائي، حيث يكون تركيز مادة العجينية 0.2% أي 1/ كغ عجينة ورق في 500 لتر ماء. وهذه الكميات الكبيرة من الماء التي تفصل من العجينة بالطرق الميكانيكية على آلة الورق قبل الوصول إلى مرحلة التجفيف بالحرارة، يجب أن تعود إلى الدائرة المغلقة لدورة المياه للاستفادة منها في تحضير العجينة من جديد لاسيما وهي تحوي كمية من السللوز الناعم والمواد المائلة الأخرى. وكلما كانت كمية أكبر من الماء المستعمل في صناعة الورق تجري في الدائرة المغلقة للماء كلما قل احتياج المعمل للماء الجديد وهذا يؤثر بشكل إيجابي على اقتصاديات سير العمل.

ومن جهة أخرى فإن تصريف الماء الملوث في المجاري العامة والأنهار يخضع لقوانين صادرة في الدول المتقدمة صناعياً. ويحتاج المعمل لإنتاج كيلو واحد من الورق إلى ماء يقدر بـ 100% لتر هذا إذا استعملنا الدارة المغلقة في نظام استهلاك المياه أي مقابل تصنيع 1 كغ يطرح 100-300 لتر من الماء الملوث يستعاض عنها بنفس الكمية من الماء الطازج.

## 9- الدهانات

1-9 مقدمة عامة

2-9 تصنيف الدهانات

1-2-9 دهانات طباعة

2-2-9 دهانات صناعية

3-2-9 دهانات البناء (المنزلية)

4-2-9 الدهانات البحرية

5-2-9 الدهانات الكيميائية

3-9 مكونات الدهان

4-9 الدهانات الزيتية

5-9 مساحيق الألوان

6-9 الدهانات المركزة

7-9 المواد المائلة (الحشوية)

8-9 المذيبات

9-9 مواد التجفيف

10-9 مواد التخفيف

11-9 المواد الملونة

12-9 تكنولوجيا الدهان

1-12-9 تحضير مساحيق الألوان

2-12-9 إضافة مكونات الدهان

3-12-9 تجهيز الدهان

4-12-9 تعبئة الدهان

13-9 دهانات اللدائن (البلاستيك)

1-13-9 دهانات اصطناعية

2-13-9 دهانات مائية

3-13-9 دهانات الأفران

4-13-9 الورنيشات

5-13-9 دهانات متعدد الايتلين

6-13-9 دهانات السيليكون

7-14-9 دهانات متعدد الاستيران

9- الدهانات

1-9 مقدمة عامة :

يعرف الدهان بأن عبارة عن وسط سائل مكون من مواد متطايرة تخلف بعد جفافها طبقة صلبة مرنة ومواد أخرى غير متطايرة تبقى بعد الجفاف، ويجعل مادة صلبة مطحونة طحناً ناعماً بحيث تشكل مجموعة هذه المواد عجينة كبيرة أو قليلة اللزوجة، ويكون ذلك حسب طبيعة الدهان ونوعه ومهمته وطريقة استخدامه.

يستعمل الدهان عادة جافاً أو سائلاً ممدداً بالمذيبات العضوية أو بالماء أو غير ممدد لطلاء السطوح بالفرشاة أو بالبخ وبالطلي اليدوي أو الآلي وذلك بغية إكسابها منظرًا متوافقاً متناسقاً أو لإعطائها صفة التفريق والملاحظة أو لتغطية المساحات أو تلوينها أو لمقاومة السطوح

وحمايتها أو طباعتها أو الكتابة عليها أو لتحقيق عملية صناعية أو فنية أو تجارية.

وغالباً ما يكون المنظر الشكلي للدهانات لماعة أو ناشفة، شفافة أو معتمة، سريفة الجفاف أو بطيئة الجفاف، قد تكون مائية الأساس أو زيتية وقد تكون حرارية أو عادية.. الخ وتظهر صفات الدهان النهائية إما بصفة أو أكثر من الصفات المذكورة.

هذا وقد يستخدم من الدهانات لأغراض التأسيس أو الإملاء للمسام والفجوات أو للطلاء النهائي.

## 2-9 تصنيف الدهانات :

يمكن أن تقسم الدهانات حسب جهة استخدامها إلى مايلي :

1-2-9 دهانات طباعة : وهي المغنية بالدهانات والأحبار التي تستعمل في الطباعة ولكافة أنواع المواد من الورق إلى المعادن فالبلاستيك فالأقمشة و.. الخ . سواء كانت لماعة أو ناشفة، شفافة أو معتمة .

2-2-9 دهانات صناعية : وهي الدهانات التي تستعمل في كافة مجالات الصناعة الاستهلاكية.

3-2-9 دهانات البناء (المنزلية) : ويدخل فيها أنواع الدهانات المائية والاصطناعية والبلاستيكية والخشب (اللاكر) سواء كانت داخلية أو خارجية.

4-2-9 الدهانات البحرية: وهي الدهانات المقاومة لفعل المياه والأملاح المنحلة.

## 9-2-5 دهانات الكيمائية :

- دهانات تقاوم الحموض .
- دهانات تقاوم القلويات .
- دهانات تقاوم التيار الكهربائي .
- دهانات تقاوم الحرارة.

## 9-3 مكونات الدهان :

بصورة عامة تدخل المكونات التالية في تركيب الدهان وهي :

- 1- الأساس أو الحامل
- 2- الملونات
- 3- المائات
- 4- المذيبات
- 5- المجففات
- 6- المخففات
- 7- الملدنات

فالمادة الأساسية في الدهان هي التي تحمل كافة مركباته، وتكون عامة إما زيتية أو مركبات راتنجية جافة أو مستحلبة أو مواد مشتقة من هذه المركبات أو تماثلها في الخواص وترتبط كافة المركبات الأخرى للدهان بهذا المكون بصورة رئيسية، فابتداءً من الملونات وحتى الملدنات ترتبط كافة خواص هذه المواد مع بعضها بعضاً ومع مادة الأساس، فهذه المواد تختار طبقاً لطبيعة حامل الدهان (زيتي أو راتنجي أو مائي أو غيره... الخ) .



وبالواقع فإن حدود الفصل في نوع تركيب الدهانات هي حدود غير فاصلة قطعاً بشكل حقيقي بين كل حد من هذه الحدود إذ أنه :

- في الدهانات الزيتية : يلجأ في تحضير أساسها إلى أنواع بعض الراتنجيات الطبيعية أو الاصطناعية أو إلى جملة عملية تتضمن تضاعف هذا الأساس الزيتي وبهذا تشبه إلى حد ما الراتنجيات، إذن فإن إضافة الراتنجيات إلى الزيوت مماثل إلى إضافة الزيوت إلى الراتنجيات كعمليات إضافية .

في الدهانات الراتنجية كثيراً ما يلجأ لعملية تعديل الراتنج بالزيوت النباتية الجافة أو غير الجافة أو النصف جافة لإكسابها صفات أميز غير متوفرة في الراتنج الأصلي غير المضاف وبهذا تشبه اختلاط الأساس الراتنجي بالزيوت.

- في كلتا الحالتين فإن وجود الزيوت غير الجاف يكسب التركيب النهائي للدهان صفة النيوعة (الطازجة) الظاهرية وبالتالي يبدو الدهان مهما كان عمره حديث العهد جديد الاستخدام.

إن إضافة السيلكون لأي نوع من أنواع الدهانات يميزها بالصفات العامة لدهانات السيلكون الخاصة.

وهكذا فإن إضافة الملدنات والمجففات وغيرها ترتبط مع نوع وطبيعة وتركيب الأساس المستخدم إضافة إلى غرض استهلاك الدهان، وكذلك بمواد الإضافة المستعملة للأساس أيضاً.

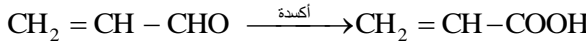
4-9 الدهانات الزيتية :

وهي دهانات أساسها الحامل الزيوت النباتية وتتشكل من الجافة إلى جانب النصف جافة وقد كانت هي السائدة. ومثالها دهانات زيت الكتان التجاري هذا وقد طفت الراتنجيات الزيتية بشكل كبير على هذه الأنواع من الدهانات لكون أن موادها الأساسية جاهزة يمكن استعمالها بشكلها الراهن التام.

وهذا ومن الجدير بالذكر أن الاستخدام الحالي لهذه الدهانات متركز على الأنواع الخاصة ومنها الدهانات الزيتية المستخدمة بالرسم والتصوير الزيتي وهذه الدهانات تكون مرتفعة الثمن لارتفاع قيم موادها الأولية بالنسبة للمواد المستحضرة صناعياً .

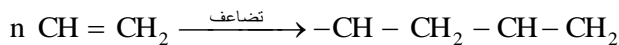
سبق وأن ذكرنا بأن الأساس الحامل لهذه الدهانات هو الزيوت النباتية التي هي عبارة عن مواد تكون طبقة رقيقة عند جفافها وهي تحمل اللون وغالباً تكون زيوتاً نباتية غير مشبعة وجيدة أو ثنائية الكربوكسيل سريعة الجفاف عند تعريضها للهواء كزيت الكتان وزيت القنب.

ويرجع جفاف الزيوت هذه إلى عمليتي الأكسدة والتضاعف معاً، إذ لدى أكسدة هذه الزيوت فإنه ينتج عنها مركبات جديدة تتحد مع بعضها بعضاً في تفاعل التضاعف. وأبسط مثال يمكن أن يدرج هو عن حمض اكريل الناتج عن أكسدة الأكرولين الذي ينتج بدوره عن تأكسد وتفسخ الزيت النباتي مع زيت التخزين بتأثير الخمائر العضوية الموجودة فيه .



## حمض اكريل

### اكروئين



## متعدد حمض زاكريل

### حمض اكريل

من المؤكد أن غلي الزيت قبل استعماله كمادة أساسية بدون أو بإضافة الراتنجيات الطبيعية كالفوننة أو الاصطناعية مثل راتنجيات الايبوكسي وغيرها يساعد على سهولة إتمام هاتين العمليتين الأكسدة والتضاعف وبالتالي يسرع جفاف الدهان الذي يحتويه، فزيت الكتان المؤكسد والمتضاعف (لينوكسين) أسرع جفافاً بثلاث مرات من الزيت غير المؤكسد.

وشيء آخر لابد من ذكره هو استخدام حمض الزيت بدلاً من غليسريد الزيت إذ أن عملية أكسدة الحمض أسرع من عملية أكسدة تجمع جزئيات الحمض في تشكيل الغليسرين على مراحل متعددة حتى الوصول إلى أكسدة الحمض نفسه.

هذا وإن كافة الإضافات الأخرى لتركيب الدهان هي أقل كمية نسبياً، قياساً لكتلة الأساس، إذ ما قيست بالكتلة الكلية للدهان، على اعتبار أن الزيوت في الدهانات الزيتية هي الوسط الذي يحمل مساحيق الألوان والمائات. الخ.

هذا ومن الملاحظ أنه كلما كانت طبقة الزيت الصلبة المتشكلة عند جفاف الدهان رقيقة وكاملة بدون عيوب كان الدهان أفضل وأجود. تنقسم الزيوت الداخلة في تركيب الدهانات الزيتية بشكل أساسي إلى ثلاثة أنواع:

أ- زيت قابل للجفاف التام وذلك عند تعرضه للهواء والضوء وبخاصة عندما يكون على شكل طبقة رقيقة، وهي عندما تجف تتحد بالأوكسجين الجوي ويزيد من وزنها نتيجة لإمتصاصه بعد الجفاف بمقدار 11-18% وكلها غنية بحمض القنب.

ب- زيت قابل للجفاف الجزئي أو ما يسمى بالنصف جاف وأمثلتها زيت الصويا وزيت السمك زيت القطن وزيت عباد الشمس وهي تتميز بفقرها بحمض القنب وغناها بحمض الكتان ولتعويض هذا الفقر بحمض الكتان يؤكسد الزيت الحاوي على معدلات متوسطة النسبة من حمض الكتان بغليه أو يضاف إليه المؤكسدات المعدنية أثناء الغلي لتحقيق أكسدته ويساعد بالراتنجيات الطبيعية (القفونة) أثناء الغلي لتأمين عملية التضاعف بعد استخدامه.

ج- أما النوع الثالث فهو الزيوت غير الجافة والتي تتميز بفقير حقيقي بحمض القنب على حساب زيادة بحمض النخل والشمع والزيت إضافة لحمض الكتان، ولذا تستعمل زيوت هذه الفئة في الأحوال الخاصة فقط وعند دواعي استخدامها .

لعل صفة التأكسد بالهواء الجوي صفة عامة تجمع بين كافة أنواع الزيوت النباتية غير المشبعة سواء كانت من زمرة الجافة أو النصف جافة أو غير الجافة.

ويبين الجدول التالي أن غنى تركيب الزيت بحمض القنب بشكل رئيسي وفقره بحمض الكتان هو الذي يعطيه صفة الجفاف وأما الصفة العكسية- عدم الجفاف- فهي ناشئة عن الافتقار بحمض القنب مع إغناؤه بحمض الكتان البطيء الجفاف:

غير	زيت	زيت	زيت	الحموض الكربوكسيلية غير المشبعة
جافة	جافة	جافة	نخاعية	
فقيرة	متوسطة	متوسطة	غنية	حمض القنب
غنية	متوسطة	متوسطة	فقيرة	حمض الكتان

يختلف تركيب الزيت نصف الجاف وغير الجاف بوجود حمض النخل وحمض الشمع بنسب أعلى من الجافة إضافة لاحتوائها على حمض الزيت التي تحتويها الزيوت غير الجافة بنسب عالية. يرجع تعدد وجود الروابط الايتيلينية في بناء هيكل الحمض غير المشبع إلى إعطائه مراحل صفات الجفاف. أي أن انتشار الأكسدة داخل جزئية الحمض وتعددتها في أكثر من مركز واحد هو الذي يقرر خاصية الجفاف فيه.

يتباين سلوك الزيوت الجافة والمحضرة صناعياً والمستخدمه في إنتاج الدهانات الزيتية عن الزيوت الطبيعية في أن عملية جفافها وتصلبها يرجع إلى عملية تجمع جزيئاتها بشكل رئيسي (تضاعف) بينما

ترجع عملية جفاف الزيوت الطبيعية إلى خاصية امتصاصها الأوكسجين الجوي بشكل عام.

### 9-5 مساحيق الألوان: "الملونات"

في الكيمياء الحديثة تعتبر الألوان اختصاصاً قائماً بحد ذاته وله فنونه وأبحاثه وابتكاراته ومساحيق اللون تتكون إما من:

- مواد غير عضوية (أكاسيد أو أملاح).

- صباغات عضوية (ملونات عضوية) وتتصف بكونها غير قابلة للذوبان أو هي صباغات عضوية تترسب أثناء عمليات التحضير على مادة أخرى غير عضوية.

يفضل في كافة الأحوال أن تكون الألوان معتمدة أو يعمل على جعلها معتمدة وذلك بإضافة أكاسيد معدنية كأكسيد الزنك والتيتان وذلك لكي تعمل على تغطية السطح المدهون بها وإخفاء معالم لونه الأصلي أي أنها تعمل على إكساب الدهان الصفة المعتمدة الداكنة.

ينبغي في مساحيق التلوين توفر الشروط التالية:

1- أن تكون الألوان خاملة كيميائياً أي هي مركبات مستقرة كي تعمل على ثبات مادة الدهان وتساعد على إطالة عمره.

2- أن تتمتع بالقدرة الكاملة على الامتزاج التام بالحوامل التي تتعلق بها.

3- أن لا تكون سامحة ومنخفضة التكاليف.

ولهذه المساحيق ألوان عديدة تتلاءم مع الاحتياجات اليومية في الحياة والصناعة نذكر منها:

9-5-1 مساحيق اللون الأبيض: ويحصل عليه من:

- أبيض الرصاص (كربونات أو كبريتات الرصاص المائية).
- أبيض الزنك (أكسيد الزنك).
- ثاني أكسيد التيتان.
- كبريتات الباريوم.
- كبريت الباريوم.

9-5-2 مساحيق اللون الأزرق: وفيه الألوان التالية:

- الأزرق البحري (كبريت أو سيليكات الصوديوم والألمنيوم).
- أزرق الكوبالت.
- كبريتات النحاس.
- أزرق الحديد (أزرق بروسيا).

9-5-3 مساحيق اللون الأحمر: وهي:

- أحمر الرصاص (برتقالي) رابع أكسيد الرصاص.
- أكسيد الحديد النصفى (أرجواني) ثاني أكسيد الحديد.
- كرومات الرصاص الأساسية (أحمر برتقالي).

9-5-4 مساحيق اللون الأصفر: غالباً هي أكاسيد معدنية صفراء

اللون:

- أصفر الكروم.
- اللتيارج (أول أكسيد الرصاص).
- أكسيد الحديد الأصفر.
- 9-5-5 مساحيق اللون الأخضر: وهي إجمالاً أملاح الكروم:

- ثالث أكسيد الكروم.

- أخضر الكروم (مزيج من أصفر الكروم وأزرق بروسيا).

9-5-6 مساحيق اللون البني: وهي مؤلفة من أكاسيد الحديد لوحدها أو مع أكسيد المنغنيز.

9-5-7 مساحيق اللون الأسود: كالكربون والغرافيت والهباب والسناج.

9-5-8 مساحيق المعادن: كالألومنيوم والزنك والخلائط كالبرونز بحالتها المعدنية المسحوقة أو بكشل عجينة المعدن.

9-5-9 الملونات العضوية: وهي غير ذوابة في الماء - تستعمل مباشرة - قدرتها عالية على التلوين مثل أحمر بارا وأصفر هاتزا ... الخ.

9-6 الدهانات المركزة:

وتستعمل هذه الدهانات بنسب تعينها شركة صنعها وعادة تكون إضافتها بنسبة 10% وزناً من الدهون المطلوب تكوينه بالدهان المركز الذي يفترض أن يكون فيه دهان الخلط من طبيعة الدهان المخلوط أو على الأقل أن يكون توافقا في طبيعة دهانات الخط وغالباً ما يتألف هذا الدهان من الحامل والمواد المائلة ومحتويّاً على نسبة عالية من الأصباغ هذا ويمكن أن يطلق على هذا النوع من الملونات - الملونات المركبة تمييزاً لها عن الأصباغ الأخرى البسيطة الوحيدة أو المركبة والتي سبق ذكرها آنفاً.

9-7 المواد المائلة (الحشوية): وهي من مواد الإضافة في

الدهانات وعادة تكون مركبات معدنية أو غير عضوية وهي لا تعتبر



من الشوائب وإنما هي من المواد المضافة لتحسين الدهان، فعند إضافتها إلى اللون فإنها تعطيها قواماً سميكاً عند جفافها معتماً في منظرها إضافة إلى أنها تحميها من المؤثرات الخارجية الجوية، وهي تقلل من تكلفة التصنيع، لذلك فهي من المواد الهامة في الدهانات لكونها تقلل من تكلفتها وتكسبها ميزات هامة في الاستخدام، إذ أنها تعمل أيضاً على انتظام وسهولة توزيع المساحيق الملونة وتساعد على زيادة قوة احتمالها.

من المواد المألوفة: كبريتات الباريوم - كربونات الكالسيوم - سيليكات المغنيزيوم - ثاني أكسيد السيليس ومحاليل بعض المتضاعفات كالاتنجات الطبيعية والاصطناعية ومحاليل متعدد الايتلين. هذا ولا بد أن تكون أبعاد أقطار حبيبات مسحوق المواد المألوفة ناعمة جداً ومتناسبة مع أبعاد حبيبات مسحوق اللون المستخدم بحيث يكونات معاً في النهاية مزيجاً متجانساً يمكن أن يعلق في الأساس الدهاني.

#### 8-9 المذيبات:

وهي مواد تعمل على الاقلال من لزوجة حامل الدهان كي يسهل تشغيله ميكانيكياً من ناحية وتساعد على تفاعله مع عناصر مكوناته الأخرى بشكل يغدو فيه المزيج متمازجاً بكامله هذا ويفضل أن تكون المذيبات من النوع غير المتطاير أو البطيء التطاير حرصاً على تناسب طبقة الدهان بعد الجفاف. قد تكون هذه المذيبات مواداً مذيية بترولية زيتية أو كحولية ويمكن لهذه المواد أن تعمل على سرعة جفاف الحامل.

## 9-9 مواد التجفيف:

ويقصد بها مواد الإضافة التي تدخل في تركيب الدهان والتي تساعد أساس حامل الدهان على عملية التجفيف ذلك إما عن طريق:

- تأكسدة باستخدام زيوت جافة ومواد طبيعية، أو يغلي الزيت قبل استخدامه.

- تضاعفه بإضافة الراتنجيات الاصطناعية والطبيعية.

- أو بإضافة مواد كيميائية أثناء عملية تركيب الدهان من شأنها أن تعمل على تحقيق الغاية مثل الكحول الايثلي أو خلافه أو استراحة الأخرى.

يشترط في مواد التجفيف أن تكون قابلة للذوبان التام في المواد الزيتية لكونها العامل الفعال في الأكسدة إذ هي التي تقوم بهذه العملية في نقل الأوكسجين من الجو إلى الأساس الزيتي فتعمل على أكسدة الزيت وبالتالي على سرعة جفافه.

أما دور المجففات في الحوامل الاصطناعية فهو تلوين الراتنجيات النهائية الناتجة عن عملية التضاعف وتكون نسب إضافة المجففات بين مواد الإضافة نسباً بسيطة قياساً على الكتلة النهائية للدهان.

## 10-9 مواد التخفيف:

وهي مواد تحل أساس الدهان وتذيبه فتعمل على تخفيف لزوجته وتضاف إلى الدهان مرتين:

الأولى- أثناء التصنيع لتسهيل عمليات التحضير ونادراً لا تضاف في هذه المرحلة.

الثانية - عند استعماله ليسهل تشغيل الدهان بالوسائل المعروفة وحسب نوع كل وسيلة مستخدمة كي يمكن نشر طبقة منه على سطح التغطية بشكل مناسب إضافة لجعل الألوان معلقة في الوسط. والمخففات عادة مواد طيارة تتبخر بعد تغطية الدهان على السطح المتكون وهي إما أن تكون:

مجففات زيتية: ذات أصل بترولي مثل الترينتين المعدني والزايلول والتولوين والكزيلين.

مجففات كحولية: أي استرات عضوية غالباً لعائلة حمض الخل أو هي كحولات وحيدة أو ثنائية الهيدروكسيل أو حموض عضوية (مزيج مشترك بين أكثر من نوع واحد) أو ترينتين نباتي.

قد تحقق مواد التخفيف عملية تمديد التركيز إلى جانب وسيط الأكسدة أو التخفيف هذا وإن إضافتها بزيادة تعمل على إبطاء تجمد الدهان.

#### 9-11 المواد الملدنة:

وهي تعمل على تثبيت خلطة الدهان والمحافظة على خصائصه وصفاته، وهي أقل نسبة بين مواد الإضافة الداخلة في تركيب الدهان، قد تكون مواد معدنية أو معدنية مرتبط بها جذر عضوي أو هي عضوية.

تتكون أحياناً الملدنات من بعض أنواع الزيوت، وقد تضاف الزيوت غير الجافة لتحقيق غرض التلدن هذا، إذ يمنعها من التشقق والتفتت والانسلاخ ويساهم في إعطائها ميزة الارتباط المتوازن.

أخيراً وبعد هذا العرض العام لمكونات الدهان لا بد من الإشارة إلى أن العناصر التي أوردت هي مكونات عامة قد تقل أو تزيد عما ورد ولكنها بصورة عامة تبقى في مجال ما ذكر وذلك لارتباط هذه العناصر بنوع الدهان وطبيعته واستخدامه وكذلك بنوع الحامل وخواصه.

### 9-12 تكنولوجيا الدهان:

يتم تحضير الدهان وفق الخطوات التالية:

#### 9-12-1 تحضير مساحيق الألوان:

تطحن مساحيق الألوان طحناً جيداً وناعماً جداً بحيث تكون أبعاد حبات ناتج الطحن من فئات صغيرة وبمقياس معين يتناسب ونوع الدهان المصنع وطبيعة مادة أساسه وبصورة عامة فإن ارتفاع جودة الدهان يتناسب مع نعومة حبات الألوان.

بعدئذٍ ينخل ناتج طحن الألوان في مناخل بمنتهى النعومة وعلى مراحل متتالية للحصول على النعومة المطلوبة بدون شوائب وبنعومة موحدة الأبعاد.

#### 9-12-2 إضافة مكونات الدهان:

بعد احتساب كميات مركبات الدهان توزن الكميات المقدره ثم تضاف الواحدة تلو الأخرى وتخلط خلطاً مبدئياً، وفي مرحلة أولية يتم خلط مادة الأساس بالساخن كلياً أو جزئياً مع المواد الصلبة المحضرة بواسطة هراسات أو طواحين أسطوانات أو طواحين غروية، هذا وقد تساهم الطواحين بأنواعها المختلفة على خلط العجينة المذكورة.

#### 9-12-3 تجهيز الدهان:

يعمل على خلط وهرس المواد السائلة والصلبة معاً، بواسطة طواحين من نوع واحد (غروية أو أسطوانات) أو من كلا النوعين وذلك على مرحلة طحن واحدة أو أكثر حيث تكون جودة المنتج النهائي عالية كلما زادت نعومة الدهان، ثم تضاف باقي المكونات بما فيها المذيبات والمخففات والمجففات بحيث يصبح تركيب الدهان تاماً. يخلط الدهان المستحضر في هذه المرحلة ويصبح جاهزاً للاستخدام.

#### 9-12-4 تعبئة الدهان:

تعبأ المواد المستحضرة في علب لا تتفاعل مادتها مع الدهان الذي تحتويه وذات مقاييس محده عالمياً، تغلق وتغلف بحيث تصبح في النهاية جاهزة للتسويق.

#### 9-13 دهانات اللدائن (البلاستيكية):

اعتمد الأقدمون في دهاناتهم - بالحضارات التي تركوها- على الراتنجيات الطبيعية التي تتساقط من عيون الأشجار كمواد سيالة للدفاع عن الذات تجاه الوسط الخارجي.

والراتنجيات الطبيعية ذات ألوان مختلفة فمنها الشفاف عديم اللون ومنها الأصفر والبني ومنها الأسود، وكلها يمكن تصنيفها وتكريرها وتحويلها إلى النوع العديم اللون واستثمارها في البويات والدهانات الشفافة.

وعندما ارتفعت كيمياء الكربون إلى الرقي الراهن فإنه لوحظ أثناء العمليات تشكل مركبات سميكة القوام وذلك كمنتجات ثانوية كبيرة الشبه

بالصمغ أو الراتنجيات وذلك مثل Novolack المركب الذي ينتج من تكاثف الفينول مع الفورم الدهيد أثناء أحد الأطوار الأولى من تشكيل البكالييت. وازدادت الأبحاث مع زيادة كميات إنتاج اللدائن وأصبحت المنتجات تتنوع منها ما ينتج لصناعة اللدائن والأخرى للدهانات والثالثة للألياف الصناعية والمواد اللاصقة والمطاط ومن الصعوبة بمكان سرد راتنجيات الدهان في خلال هذه الصفحات القليلة ولكننا سنقتصر على سرد أهم فروعها وهي:

راتنجيات الدهان	طريقة صنعها
1- الراتنجيات الفينولية	فينول أو أحد مشتقاته مع الالدهيدات
2- الراتنجيات الألكيدية	حموض عضوية متعدد الكاربوكسيل مع كحولات متعدد الهيدروكسيل
3- الراتنجيات الأمينية	اليوريا والميلامين مع الفورمول
4- راتنجيات متعدد كلور أو خلات الفينيل أو متعدد الاكريليك	

وهذا وإن جميع هذه الدهانات تعرف في الأسواق المحلية باسم دهانات البلاستيك أو synthetic.

ومن جهة ثانية فإن مكونات هذه الدهانات هي نفسها تقريباً مكونات الدهانات الزيتية عدا عن أن المادة الحاملة للأساس هي هنا من اللدائن أو المواد المدنة بدل الزيوت بالنسبة للدهانات الزيتية، أما

باقي المكونات فهي نفسها في النوعين ومن الطبيعي أن يرتبط نوع المحل بطبيعة المواد الملدنة.

من أشهر أنواع هذه الدهانات نذكر:

1-13-9 دهانات اصطناعية:

وهي دهانات اصطناعية يدخل في تركيبها اللدائن بصفة الحامل الأساسي للدهان هذا والجدير بالذكر أن هذه الدهانات حلت محل الدهانات الزيتية لما لها من الميزات الملائمة للتشغيل ونذكر منها الأصناف التالية:

1-1-13-9 راتنج الألكيد:

وينتج عن الكيد المالك (بلا ماء حمض المالك + غليسرين) وتحضر منها الدهانات الناصعة البياض التي لا تصفر، وهي شديد اللمعان والبريق والمركب الأكثر شيوعاً من هذه الراتنجيات الكيد الفتاليك (بلا ماء حمض الفتاليك + غليسرين) والألكيدات الأخرى المتشكلة على طول سلسلة بلا ماء الحموض ثنائية الكربوكسيل المشبعة عموماً وغير المشبعة بصورة خاصة مع الغليسرين التي تنتج عنها الكيدات متعددة لا حصر لها من الراتنجيات المستخدمة في الدهانات الاصطناعية، وعلى العموم فإن هذه الألكيدات تعدل بالزيوت الجافة أو بحموضتها كالكثان والقنب كي تساعد على عملية الجفاف، وتتميز هذه الألكيدات بكونها راتنجيات قابلة للذوبان في الاستون وصالحة لأغراض الاستخدام في الدهانات.

2-1-13-9 الراتنجيات الأمينية (بدون تعديل زيتي):

الراتنجيات الأمينية (يوريا مع فورم الدهيد) هي راتنجيات شرايية (لزجة القوام ويوجد الكحول الايتلي كمحل ينتج راتنج الدهانات، وهو يذوب في الكحول العادي وفي الاستيرات المذيبة كخلات البوثيل، قد يستعمل لوحده كمادة تغطية شفافة (لاكر) نظراً لكونه عديم اللون إلا أنه يمكن تلوينه بسهولة، أو بإضافته إلى نترات السيللوز لتكوين الدهانات السيللوزية.

### 3-1-13-9 راتنج الميلامين:

وهو أعلى ثمناً من الراتنج الأمينية الموافق، يمتاز عنه بإمكانية ذوبانه في الزيوت الجافة وبمقاومته للحرارة والضوء.

### 2-13-9 دهانات مائية:

وهي التي يكون فيها الحامل منحلأ بالماء سواء كان ذلك الحامل مركباً معدنياً أو عضوياً.

تستخدم مستحلبات متعدد الفينيل ومتعدد كلور خلات الفينيل وبصورة عامة الفينيلات في الدهانات المائية كمادة رابطة لمواد الدهان حيث تعرف بمقاومتها للضور والتآكل والرطوبة والأكسدة.

ومما يجدر ذكره أن مجموعة الجذر الفينيل  $\text{CH}_2 = \text{CH} -$  هي أساس عدد كبير من المواد الملدنة التي تعرف باسم لدائن الفينيل ومنها متعدد الستابرين ومثيل ميتا أكريل.

### 3-13-19 دهانات الأفران:

وهي الدهانات التي تتعرض للحرارة للوصول إلى الحالة الكيميائية النهائية الثابتة لها ومنها:



### 19-13-3-1 راتنج الكيد معدل بالزيوت النباتية:

وينتج من بلا ماء حمض الفتاليك مع غليسرين، من خواصه أنه يذوب في الاسيتون وينضج في درجة حرارة 160° م.

### 19-13-3-2 راتنج ايبوكسي ماليك:

وينتج من بلا ماء حمض الماليك مع الغليسرين. ويتصف بأنه دهان أبيض لا يصفر يستخدم على نطاق واسع في الصناعة الالكترونية إذ يستعمل في تعطية صفائح الدارات المطبوعة لعزل صفيحتها الناقلة تجاه فعل الوسطين - الداخلي في تمرير الجهود في خطوط توصيلاتها وتثبيت الوصلات في أماكنها الخارجي الرطوبة والتأثيرات الطبيعية والاصطناعية.

يلجأ أحياناً لاستخدام دهانات الايبوكسي المتعددة (ثنائية أو ثلاثية) للحصول على مواصفات استخدام أفضل وهي دهانات يعتبر فيها راتنج الايبوكسي هو الأساس الحامل ويضاف إليه على سبيل المثال مصلباً لاكسابه القوة والمتانة من راتنجيات أخرى اصطناعية أو طبيعية كما ويمكن أن يضاف إليه نسبة من السيلكون وذلك لإكسابه ميزات أخرى مثل عدم استقرار قطرات الماء عليه وعدم تبلله.

### 9-13-3-3 راتنج الميلامين:

يمزج مع الراتنجيات الألكيدية ويستخدم في دهان الأفران التي تتضج في درجة حرارة 260° م دون أن تغير من لونها وهو من أفضل الدهانات المستخدمة في هذا المجال قاطبة ولا يفوقه إلا دهان المينا.

### 9-13-4 الورنيشات:

نذكر منها:

### 9-13-4-1 راتنج (الفينول والفورمول):

هذا الراتنج ذو كتلة بلورية صلبة مقطوعها زجاجي وذات لون عنبري وهي تذوب في الكحول والاسيتون وتستعمل في تصنيع الورنيشات الشفافة وهو على أنواع فالراتنج ذو السلسلة المستقيمة يتصف بعدم قابليته للذوبان في الزيوت الجافة وأما عندما يخلط مع الفلغونة فإنه يصبح غير ذواب بالكحول ولكنه يذوب في الزيوت الجافة وتستخدم الراتنجيات الطبيعية الأخرى معه في إنتاج الورنيشات الزيتية الشفافة أو الملونة.

### 9-3-4-2 راتنج أوكسيد حمض الفتاليك مع الغليسرين:

هذا الراتنج شفاف ويكثر استعماله في الصناعة الكهربائية كمادة ورنيشية عازلة ولاصقة وبصورة عامة تعتبر محلات راتنجيات الايبوكسي غير المتصلة هي البنزول والكحول والتولوين والزايلول.

### 9-13-4-3 راتنج بلا ماء حمض الفتاليك مع الغليسرين وحمض

الزيت:

يستخدم هذا المركب كمادة تغطية حافظة ويستهلك مع مواد الورنيشات واللاكرات وهو ذواب في الاسيتون ويحتاج إلى الحرارة لعملية التصلب التي تتم في درجة حرارة 160° م.

### 9-13-5 دهانات متعدد الايثلين:

تعتبر هذه الأصناف من أحدث الدهانات المستخدمة وهي دهانات تحمل في مواده خواص متعدد الايثيلين اللدن إذ يمكنها تقبل الصدمات وتعود لحالتها الأصلية بعد زوال القوى المؤثرة عليها.

إضافة إلى أنه يمكن تلوينها بعدة ألوان والأصناف المنتجة منها ذات ألوان خفيفة وشديدة التلوين. هذا وقد درج استعمالها في تغطية أثاث الأطفال والمطبخ وبعض الاستعمالات الأخرى حيث قد تصل سماكة طبقة التغطية إلى بضعة ميلترات من الدهان.

المادة الأساسية في هذه الدهانات هو متعدد الايثيلين يضاف إليه المواد الأخرى الداخلة في تركيب الدهان بصورة عامة وذلك بما يناسب نوع هذا الأساس وصفاته ومتعدد الايثيلين الداخل في هذا التركيب يكون عادة من الأنواع ذات الوزن الجزيئي المنخفض وعلى إحدى المستويين التاليين:

- التضاعف الأول : وهو الذي يكون فيه شكل التضاعف حلقياً ذا (4-5-6) جزيئات.

- التضاعف الثاني: ويتم في مرحلة أكثر تقدماً حيث تتفتح الحلقة لتأخذ شكل السلسلة نتيجة لتزايد عدد أفراد الحلقة الواحدة أو لانضمام حلقة أو أكثر هذا ومن الواضح هنا أن الوزن الجزيئي للمركب هو أعلى من سابقه في التضاعف الأول الحلقي.

في حال استخدام مركبات التضاعف الحلقي في الدهان لابد وأن تمر المادة بمرحلة التضاعف الخطي ثم الشبكي لتصل لحالة الجفاف التام وهذا يعني أنه يستغرق زمناً أطول ومواد مجففة أو ملدنة أخرى

إضافية للقيام بهذا العمل، أما عند استخدام مركبات التضاعف الثاني السلسلية في أساس الدهان فإنه للوصول إلى حالة الجفاف سيمر التضاعف بفترة زمنية أقل للوصول إلى التجمع الشبكي أي لحالة التصلب.

### 6-13-9 دهانات السيلكون:

دهانات السيلكون سواء كانت دهانات زيتية أو دهانات اصطناعية أو دهانات راتنجية أو ورنيشات فهي دهانات خاصة وغير عادية وتصنف في زمرة السيليكونات وذلك اعتباراً من نسبة إضافات مئوية بسيطة إلى نسبة عالية من السيلكون فيها حسب نوع وطبيئة وغاية استخدام الطلاء ونوع وطبيعة القطعة المراد تغطيتها.

جميع دهان السيلكون مهما كان نوعها تكسب المزيج القائمة فيه صفات وخواص فريدة وممتازة لا تتواجد فيما عداها منها: عدم تأثرها مع الزمن - صمودها تجاه الماء - تتحمل التأثيرات الكيميائية وتقاوم فعل الأكسدة الجوية دون أن تصفر أو يتغير لونها وننمى بمقاومتها الشديدة للحرارة العالية ومن خواصها عزلها العالي وثباتها إذ أنها يمكن أن تعمل في أوساط حرارتها تزيد عن 300°م وقد تصل حتى 500°م وتعتبر محلاتها التولوين والزايلول.

دهانات السيلكون من الدهانات الحديثة والمميزة والسيلكون المضاف يمكن أن يكون على شكل سليكات سائلة أو سيليكاً ناعمة طيارة أو بشكل سيليكاً كريم ويشترط في كافة أحوال الإضافة الحصول على الحالة المتجانسة بين مادة الإضافة والمادة المضيفة. وكثيراً ما

تمزج السيليكونات مع الراتنجيات الأخرى كالفينولية واليوريا والميلامين وإما مع الايبوكسي ومتعدد الاستر وفي هذه الحالة فإن حرارة الأفران هي التي لنضجها أي أنها لا تصبح جاهزة للإستخدام إلا بعد تسخين مخلوطها المتجانس بالحرارة مما يسبب دخول السيليكون والراتنجيات في بناء موحد. هذا ويمكن إضافتها للزيوت الجافة والنصف جافة المستخدمة في الدهانات الزيتية.

من المعروف أن السيليكونات لدائن يدخل في تركيبها المركبات الكربوهيدروجينية إضافة للسيليكون الذي يرتبط مع الأوكسجين من ناحية ومن الجذر العضوي من ناحية ثانية وتظهر الصيغة التركيبية لها أن السيليكون قد حل جزئياً محل الكربون الذي يشكل في الجزيئة المتضاعفة الهيكل الرئيسي:

وبتغيير التركيب ونوع وعدد الجذر العضوي المفتوح يمكن تغيير الخواص الطبيعية والكيميائية والميكانيكية على نطاق واسع للمتضاعفات الناتجة إذ يستحصل عليها اعتباراً من أشكال الموائع السائلة ذات اللزوجة المتباينة ابتداءً من زيوت طيارة إلى كثيفة ولزجة ومواد مطاطية إلى مركبات بحالة الصلابة جزيئاتها طويلة أو شبكية الارتباط.

وعلى هذا فإن الصناعة بدأت تستغل استعمال هذه الدهانات في الحالات التي تتطلب ميزات خاصة يحققها السيليكون، فقد استخدمت حديثاً في تغطية سطوح ألواح المعادن كالحديد والألمنيوم لمنعها من التآكل كما في الثلجات وفي الأفران واستخدمت في تغطية السطوح

الاسمنتية والنباتية لحمايتها من الرطوبة كما واستخدمت في الصناعة الكهربائية إذ تغطي بها سطوح المنتجات من الآلات والأجهزة الخاصة ولعزل بعض السطوح الالكترونية كما في تغطية أجزاء صفائح الدارات المطبوعة غير المعدة للحام حيث أنها تصبح مقاومة للحام والأعراض الجوية.

7-13-9 دهانات متعدد الاسترات:

استخدمت في إنتاج مركبات متعدد الاستر الكحولات ثنائية الهيدروكسيل مثل الفيلكول مع الحموض متعددة الكربوكسيل (الثنائية خصوصاً) المشبعة وغير المشبعة خاصة.

لدهانات متعدد الاسترات أنواع متعددة وأصناف مختلفة النوع والشكل والاستخدام وقد لاقت هذه المنتجات رواجاً جيداً في صناعة الأثاث الخشبي وهياكل وأحياء أجهزة الراديو والتلفزيون وغيرها.

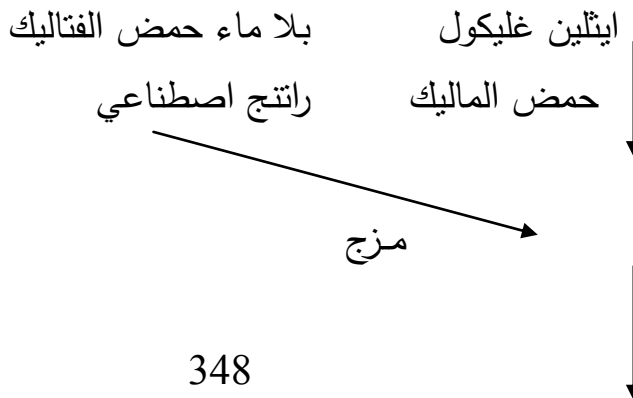
تنتج مواد دهانات متعدد الاسترات على مرحلتين:

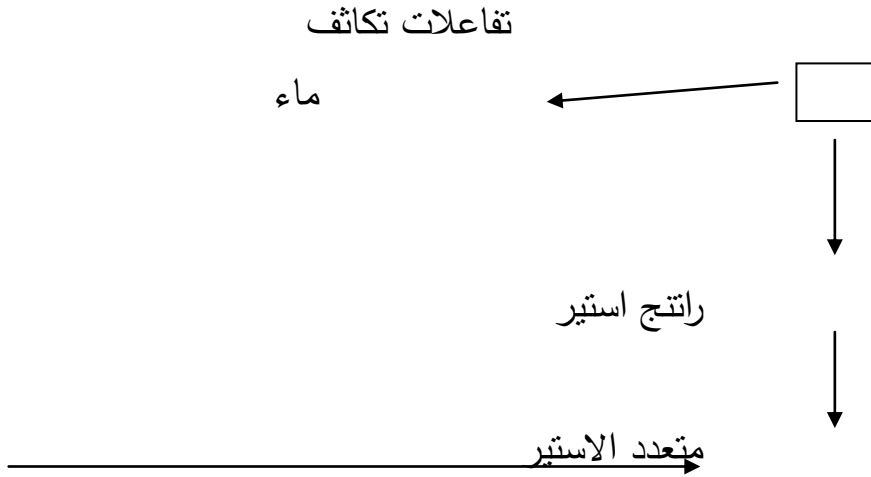
- في المرحلة الأولى: تتكون مواد راتنجيات الاستر التي تنتجها مصانع إنتاج هذه الدهانات وتتميز هذه المواد المتشكلة بكونها مركبات ذات سلاسل جزيئية وغير مشبعة وهي تتصف بكونها مواد متكاثفة لمتعدد الاستر وفي مراحل ابتدائية من تسلسل التفاعلات التضاعفية وذلك مثل استير حمض الفثاليك، استير حمض المالك، استير حمض أريبيك، استير حمض طرطريك... والمواد المتشكلة مركبات غير مستقرة أو ثابتة لكونها مركبات ابتدائية روابطها سلسلية خطية لم تصل إلى مرحلة النضج والاستقرار المتميزة بالصلابة لارتباطها الشبكي.

- وفي مرحلة ثانية : تجري فيها عملية إضافة مواد إلى بعضها بعضاً فيضاف إلى راتنج الاستير المنوه عنه في المرحلة الأولى مواد متضاعفة سابقاً أو مواد مثل متعدد الستايرين، متعدد الايثلين، راتنجيات أمينية وباختصار راتنجيات اصطناعية أو طبيعية حيث تقوم المواد المضافة بعملية إشباع روابط السلاسل الطولية وتحويلها إلى التشكيلات والتجمعات الشبكية الثابتة والصلبة وبهذا يكون متعدد الاستير قد وصل إلى الحالة النهائية من التفاعلات وعمليات هذه المرحلة تجري في مصانع تشغيل دهانات متعدد الاستير حيث يجري خلطها قبل الاستخدام أو أثناءه.

يمكن اعتبار أن التفاعلات الجارية في المرحلة الأولى هي تفاعلات تكاثف بينما يمكن أن تعتبر تفاعلات المرحلة الثانية هي تفاعلات تكاثف متتابع أو بالتضاعف الذي يتلو تفاعلات المتكاثف الأولي.

وعليه فإن استعمال بلا ماءات الحموض عوضاً عن الحموض كمواد أولية في التصنيع يسرع تفاعلات التكاثف لاستبعاد الماء عن النواتج النهائية.





يصدر المصنع إذن راتنجيات الاستير التي هي مركبات تأخذ شكل الحالة السائلة ذات فترة تخزين محدودة من قبل الصانع، تخلط هذه المادة (الأساس) بالمادة التي تسمى المصلب أو المقسي مع أو بدون راتنج مثبت الروابط عرضياً وذلك حسب نوع المركب وخطته حيث ترد هذه المواد مفردة أو مجتمعة وكمايلي :

- إما مباشرة قبل الاستخدام منفردة أو مجتمعة ومن ثم تصب أو ترش بالهواء المضغوط.
- أو تخلط حين الاستخدام مع المكونات بنسب معينة وترش بالهواء المضغوط وهي أفضل الحالات.
- أما في حالة استخدام الخشب الطبيعي فإنه يغطي أولاً بالحموض المستخدمة ثم يغطي بالجليكول فالراتنج أو بمزيجها معاً وبوجود الحرارة يتم التصلب.



## الفصل العاشر

- 10- صناعة الأصبغة
- 1-10 مقدمة
- 10-2 ثبات الأصبغة
- 10-3 تصنيف الأصبغة
- 10-3-1 الأصبغة الأزوتية
- 10-3-1-1 المراحل التكنولوجية لإنتاج الأصبغة الأزوتية
- 10-3-1-2 إنتاج أصفر الكروم الحمضي
- 10-3-2 الأصبغة الكبريتية
- 10-3-2-1 قاعدة إنتاج الأصبغة الكبريتية
- 10-3-2-2 إنتاج أسود الكبريت
- 10-4 استعمالات الأصبغة

## 10- صناعة الأصبغة

1-10 مقدمة :

الأصبغة هي مركبات عضوية تمتص نوع معين من الأشعة المرئية وبذا تتلون، ولها قدرة على تلوين مواد مختلفة. وتختلف الأصبغة عن الملونات أنها تنحل في الماء أو المحلات العضوية، وتعتمد المركبات العضوية الملونة على وجود الزمر الكروموفورية في جزيئاتها والتي هي عبارة عن مجموعة ذرات تحتوي على روابط ثنائية .



تقسيم الأصبغة حسب مصدرها :

أ- أصبغة طبيعية: وهي مستخرجة من النباتات (فقدت استعمالها في الصناعة، لعدم مقاومتها للضوء والماء والمواد الكيميائية).

ب- صناعة: ويستعمل بشكل واسع منذ بداية القرن التاسع عشر وأزاحت بانتشارها الأصبغة النباتية لمقاومتها عند استعمالها للمؤثرات الخارجية. وقد تنوعت طرق صناعتها ومصادرها وأنواعها.

يبلغ حالياً الإنتاج العالمي أكثر من 500/ ألف طن أصبغة صناعية سنوياً، وتستعمل في مجالات متعددة ولكن القسم الأكبر منها يستعمل في صناعة النسيج والتلوين والصناعات البلاستيكية والمطاطية والجلدية والدهانات .

10-2 ثبات الصباغ :

تقدر قيمة نوع معين من الصباغ بقدرته على إعطاء مادة ما لون محدد وثابت.

ثبات اللون يعني مقاومته للمؤثرات الخارجية من فيزيائية وكيميائية (كالاحتكاك- والضوء والحرارة والماء والمواد الكيميائية- كالمنظفات).

ويعتمد ثبات اللون على نوع الصباغ وطريقة الصبغ وقابلية المادة المراد صبغها ويمتاز الصباغ الجيد بالتجانس والوضوح في اللون والقدرة على إعطاء اللون بأقل كمية ممكنة.

10-3 تصنيف الأصبغة:

يستخدم نوعان من التصنيف :

التصنيف الأول: ويعتمد على التركيب الكيميائي للأصبغة، ويضم

الأصبغة التالية :

AZO	- الأصبغة الأزوتية :
Nitro -	- الأصبغة النيتريتية
Nitroso -	- الأصبغة النيترونية
Antraquinone	- أصبغة انثراكينون
Quinoline	- أصبغة كينولين
Sulphore	- الأصبغة الكبريتية
Indygoide	- أصبغة انديكويد

التصنيف الثاني : وتعتمد على الخواص التي تبديها الأصبغة في

الاستعمال وتقسم إلى :

- أصبغة مساعدة .

- أصبغة مباشرة .

- أصبغة أساسية (حمضية- قاعدية) .

- ملونات Pigment .

10-3-1 الأصبغة الآزوتية :

تعتبر الأصبغة الآزوتية من أهم الأصبغة في الصناعة، نظراً لتعددتها وكثرة استعمالاتها في مختلف الصناعات، تحتوي جزئية الصباغ على زمرة واحدة من  $N = N -$  أو عدة زمر. تنتج الأصبغة الآزوتية خامياً بالتفاعل بين ديازامين الأروماتي (يسمى بالمركب الفعال) مع مركب حامل (كالمركبات الفينولية+ فينولات، امينوفينولات الأمينات الأروماتية).

10-1-3-1 المراحل التكنولوجية لإنتاج الأصبغة الآزوتية :

يمر إنتاج الأصبغة الآزوتية بثلاث مراحل :

1- الحصول على المركبات الفعالة بعملية التضاعف الآزوتي

لمركبات أحادية الأمين الأرومانية وتشكل

2- تفاعل المركبات الفعالة مع الخاملة وتسمى بمرحلة الاتصال.

3- تشكل الأصبغة الآزوتية .

وكمثال للأصبغة الآزوتية نعرض هنا إنتاج أصفر الكروم

الحمضي.

10-1-3-2 إنتاج أصفر الكروم الحمضي :

يتم التفاعل في جهاز بسيط، حيث تتم عملية التضاعف الآزوتية

Diazo والاتصاف في درجات حرارة منخفضة وتركيز معتدل للحمض.

وهذان التفاعلات يجريان في أوعية خشبية تسمى Vat مجهزة بخلاط ذو ذراعين ومغطاة من الداخل بطبقة مقاومة لتأثير الأحماض. ويتألف جهاز التصنيع عادة من عدة أوعية خشبية متوضعة فوق بعضها البعض:

الأول : لتحضير محاليل المركبات الداخلة في التفاعل.

الثاني: تتم فيه عملية التضاعف الآزوتية .

الثالث: وتتم فيه عملية الاتصال.

وأخيراً يليه أوعية لتحضير ناتج الصباغ النهائي.

ويعتبر أصفر الكروم الحمضي نموذجاً للأصبغة الآزوتية.

ويستحصل عليه بالتفاعل بين م- نيتروانيلين مع سلسيلات الصوديوم:

ويجري تحضير الصباغ وفق المراحل التالية في الوعاء الخشبي

الأول يحصر محلول م- نيتروانيلين ونيترت الصوديوم. ثم ينقل

المحلول على دفعات إلى الوعاء الثاني المبرد بالتلج والحاوي على

حمض كلور الماء وفيه تتم عملية التضاعف الآزوتية.

مزيج التفاعل بعد تعادله يؤخذ إلى الوعاء الثالث المحضر فيه

مسبقاً سلسيلات الصوديوم (بالتفاعل بين حمض السلسال وماءات

الصوديوم) وفيه يتم الاتصال بين سلسيلات الصوديوم والآزوت الثاني لـ

م- نيتروانيلين. وتتم العملية ببطء مما يؤدي ذلك إلى ارتفاع مفاجيء

في درجة الحرارة.

ويجري الاتصال في درجة 5-8°م لذا يضاف إلى الوعاء من وقت لآخر كمية من الثلج.

يترك ناتج التفاعل لعدة ساعات وبعد ذلك يسخن إلى الدرجة 50°م وبعد التمليح (إضافة ملح NaCl) والخلط تذهب محتويات الوعاء الأخير إلى المصافي تحت الضغط، والعجينة الناتجة من التصفية تخلط في وعاء الخلط مع كبريتات الأمونيوم وبعدها تؤخذ إلى المجففات التي تعمل بالتفريغ.

10-3-2 الأصبغة الكبريتية :

10-3-2-1 قاعدة إنتاج الأصبغة الكبريتية :

وتسمى الأصبغة الكبريتية أيضاً بالأصبغة الغير ذوابة في الماء، والتي تتشكل من أملاح صودية غير ذائبة في الماء.

التركيب الكيميائي للأصبغة الكبريتية غير معروف على وجه الدقة ويمكن الحصول على هذه الأصبغة بصهر النواتج نصف المصنعة للمركبات التالية (امينوفينولات، مشتقات النفثالين الأمينية والنيترينية) مع كبريت الصوديوم والكبريت الحر، أو بتسخينهم في محلول متعدد الكبريت.

وبالاعتماد على اختيار المركبات نصف المصنعة يمكن الحصول على أصبغة مختلفة اللون من الأصفر وحتى الأسود (باستثناء الأحمر).

10-3-2-2 إنتاج أسود الكبريت :

يُنتج أسود الكبريت من تفاعل 1- كلور2، 4- ثنائي نيتروبنزن وذلك على مرحلتين الأولى تشكل م- ثنائي نيتروفينولات الصوديوم كما هو التفاعل التالي :

بعدها يضاف إليه المحلول متعدد كبريت الصوديوم ويعرض المزيج للحرارة لعدة ساعات بدرجة (100°م) وأثناء التشكيل تتشكل مركبات مختلفة.

وأغلب الأصبغة الكبريتية ذات تركيب مختلط وغير معروف. ويجري تحضير الصباغ وفق المراحل التالية: 1- كور 2،4 ثنائي نيتروبنزن إلى وعاء الخلط، حيث يصهر بالتسخين بواسطة البخار مباشرة. بعد فصل الماء من المركب في وعاء الترقيد، يؤخذ 1- كلور2،4- ثنائي نيتروبنزن من وعاء القياس إلى المفاعل، وعاء القياس ووعاء الترقيد مجهزان بأنسوبيان حلزونيان للتسخين بالبخار وبذا يبقى المركب منصهراً.

في المفاعل يسخن المركب إلى الدرجة 70°م ويخلط مع 30% NaOH ويحدث تفاعل ناشر للحرارة، وعندما تبدأ حرارة التفاعل بالارتفاع يجب تبريد المفاعل بحرر باستخدام ماء حرارته 50°م بدلاً من البخار المستخدم في السابق.

ومن جهة أخرى يرافق العمليات السابقة تحضير بمحلول متعدد كبريت الصوديوم في مفاعل آخر وإلى هذا المفاعل يضاف 25% محلول كبريت الصوديوم، ويضاف إليه الكبريت أثناء التفاعل بكميات

محددة للحصول على متعدد الكبريت  $Na_2S_x$  والمفاعل المذكور ذو غلاف مسخن بالبخار.

بعد تحضير محلول متعدد الكبريت يسخن للدرجة  $95^\circ$  م وينقل مع ثنائي نيترو فينولات الصوديوم إلى مفاعل ثالث. في هذا المفاعل يسخن المزيج لعدة 10 ساعات في الدرجة حوالي  $110^\circ$  م ثم يؤخذ الناتج إلى وعاء خلط، حيث يمدد الناتج بالماء وينفخ فيه الهواء ليتشكل الصباغ بالأكسدة.

يفصل الصباغ من المحلول بالتصفية تحت الضغط ويرسل بعدها إلى المجفف.

#### 4-10 استعمالات الأصبغة:

1- الأصبغة المباشرة: وتستعمل للأنسجة التي هي من أصل نباتي وتستعمل في وسط معتد أو قلوي خفيف. وتستعمل أيضاً لصباغ الصوف والكتان الطبيعي والجلود.

2- الأصبغة الحمضية: وتستعمل لصباغ الأنسجة من أصل حيواني (الشعر - الصوف - الجلد) في وسط حمضي أو معتدل.

3- الأصبغة: الكرومو - حمضية: هي أصبغة حمضية ذات تركيب معين ولا تعطي اللون إلا بوجود شوارد الكروم. تستعمل لصباغ الصوف بطريقة مطابقة للطريقة السابقة.

تضاف أملاح الكروم لتشكيل اللون (ثاني كرومات الصوديوم) (أو البوتاسيوم).



4- الأصبغة المعدنية المتعددة: وتستعمل للأنسجة الحيوانية (الصوف - الشعر - الجلد) وتحتوي الأصبغة في جزيئاتها على عناصر معدنية كالكروم والحديد والنحاس وإلى هذه المجموعة تنتمي الأصبغة المشهورة (النيولان - أركالان - سييلان - وغيرها) وطريقة استعمالها مشابه للأصبغة الحمضية.

5- الأصبغة المساعدة: تصلح للصوف والقطن لكن استعمالها في الصناعة الآن قليلة.

6- الأصبغة القاعدية: وتستعمل لصبغ القطن وتعطي ألوان براقية بكميات قليلة، لكنها غير ثابتة على تأثير الضوء وتستعمل لإعطاء ظل لبعض الألوان فقط.

7- الأصبغة الكبريتية: وتستعمل لصبغ الأنسجة النباتية. واستعمال هذا النوع من الأصبغة الغير ذائبة في الماء يتطلب تحويلهم إلى أصبغة منحلة بمعالجتهم بكبريت الصوديوم. ويعتبر هذا الصباغ ثابتاً ومقاوماً للضوء والغسيل.

8- الأصبغة المؤكسدة: تستعمل غالباً لصبغ الأنسجة النباتية (قطن - كتان) وتمتاز هذه الأصبغة بمقاومتها العالية للمؤثرات الخارجية وحيوتها الشديدة. هذه الأصبغة غير ذوابة في الماء وتتطلب كما في الأصبغة الكبريتية تحويلها إلى أصبغة ذائبة بتسخينها مع ماءات الصوديوم وهيدروسولفيت الصوديوم. ثم بأكسدتها على النسيج نحصل على اللون.

9- الأصبغة المعلقة: وتستخدم للأنسجة الصناعية من نوع (البولي أميد - بولي أكريلونيتريل- بولي استر - بولي استيك) هذه الأصبغة غير ذوابة في الماء، متوفرة في الأسواق بشكل مسحوق يحتوي على عامل توزيع (dyspersing agent) الذي يفضله يمكن في الماء الساخن الحصول على معلق للصبغ.

10- الأصبغة النشيطة: وهي مركبات لتلوين الأنسجة السيلولوزية والبروتينية بتفاعلها مع الأنسجة كيميائياً وبالنتيجة تعطي صبغ على مستوى عالي من الثبات على تأثير الغسيل والتعرق والضوء.

11- الأصبغة الجامدة: وهي أصبغة آزوتية تتشكل على الأنسجة النباتية بالتكثير Liguors بمحلول النفтол ثم غمرها في محلول أمين ثنائي الأزوت.

(الفصل الحادي عشر)

11- الأدوية والفيتامينات

1-11 مقدمة

2-11 الأدوية

1-2-11 المضادات الحيوية الصناعية

آ- مركب سولفازول

ب- البنسلين

2-2-11 الاسبيرين

3-2-11 السكرين

3-11 الفيتامينات

1-3-11 فيتامين C

2-3-11 فيتامين B<sub>1</sub>

## 11- الأدوية والفيتامينات

### 1-11 مقدمة عامة:

صناعة الأدوية من أقدم الصناعات التي مارسها الإنسان منذ نشأته بدليل أن كثيراً من المعلومات عن الأدوية المذكورة في الكتب الطبية مأخوذة من مستوطني المناطق التي توجد فيها تل كشفها بعدة قرون.

وبما أنه من الصعب التفرقة بين المواد الغذائية والعلاجية إذ أن من بينها ما يستعمل للغرضين معاً كزيت السمك والكبد وبعض الخضراوات والفاكهة وغيرها من الأغذية والفيتامينات لذلك أطلقت كلمة دواء على كل مادة أو عامل يلزم لبقاء الكائنات الحية في حالة صحية وبما أن هذه المواد والعوامل هي من الكثرة بحيث يصعب حصرها فقد اصطلح على أن الدواء هو كل مادة تستعمل في التشخيص أو العلاج أو الوقاية من الأمراض التي تصيب الإنسان والحيوان دون النبات.

### 2-11 الأدوية:

الأدوية عبارة عن مركبات لها تأثير كبير في حياة الإنسان ولهذا تتخذ في صناعته أشد الاحتياطات وبالغ الدقة المتناهية. تخضع تكنولوجيا الأدوية لعوامل خاصة منها دراسة بعض النواحي الفيزيولوجية للإنسان وخواص وتأثير المواد المكونة للأدوية عليه بحيث لا يتسع المجال لحصرها أو التنويه عنها ولهذا سيقترن بحثنا على أهم الأدوية المتداولة.

## 11-2-1 المضادات الحيوية الصناعية:

لقد كان لاكتشاف هذه المضادات أثر كبير في تقدم الطب وسلامة الملايين من البشر لما لها من مفعول كبير في القضاء على الجراثيم والفيروسات التي تصيب جسم الإنسان وتسبب له الالتهابات بكافة أنواعها.

من أوائل هذه المضادات الحيوية نذكر:

آ- مركب أولتر اسينل أو سولفازول ذو الصيغة الكيميائية التالية المشتملة على مجموعة التيازول.

### ب- البنسلين:

اكتشف البنسلين عام 1928 من قبل العالم الانكليزي الكسندر فليمغ وازداد الطلب عليه بعد قيام الحرب العالمية الثانية لما كان له من أثر كبير في معالجة الالتهابات والقضاء على الجراثيم. للبنسلين ستة أنواع لها هيكل كيميائي واحد، تختلف عن بعضها باختلاف جذر الاكليل المرتبط بها.

يتفكك البنسلين من تأثير القلويات أو الأنزيمات ويتحول إلى بنسليناز لحمض بنسيلوين ذو الصيغة الكيميائية التالية:

## 11-2-2 الاسبرين (حمض استيل ساليسيليك):

يحصل على الاسبرين من تفاعل حمض الساليسيليك  
(الصفصاف) مع بل ماء حمض الخل.

يستخدم الاسبرين كدواء للرشح وألم الرأس والروماتيزم وخفض  
الحرارة، إلا أن له تأثير ضار على الجهاز الهضمي لكونه يشتمل على  
جذر كريكسيل (حمضي) في تركيبه.

11-2-3 السكرين:

هو أيميد حمض أورتوسلفونيزوين وهو مركب يستخدم لإكساب  
المأكولات والمشروبات الطعم الحلو وهو أكثر حلاوة من السكر العادي  
بـ 750 مرة ولذا يستخدم كبديل عنه من قبل الأشخاص المصابين  
بمرض السكري، ليس له أي قيمة غذائية كبقية المواد السكرية، إذ أن  
الجسم يطرحه مع الفضلات، لذا يستخدم أيضاً من قبل الأشخاص الذي  
يودون تخفيف وزنهم. اكتشف مؤخراً أنه قد يكون أحد العوامل المسببة  
لأمراض السرطان ولا تزال التجارب جارية بخصوص ذلك.

يحصل على السكرين صناعياً من تفاعل التولوين مع حمض  
كلور السلفون الذي يتحول إلى تولوين سلفو كلوريد الذي يتفاعل بدوره  
مع النشادر فيتحول إلى تولوين سلفو أيميد وبأكسدة الأخيرة بواسطة  
برمنغات البوتاسيوم في وسط معتدل يتحول إلى حمض سلفو أيميد بنزن.  
وينزع جزئ ماء منه بواسطة حمض معدني يحصل على السكرين:

والحبوب التي تباع في الأسواق هي مشتقة الصودي ذي الصيغة  
التالية:

### 11-3 الفيتامينات:

توجد الفيتامينات في الخضار والفواكه واللحوم الطازجة، نقصها في جسم الإنسان عن حدها الطبيعي يؤدي إلى إصابته بأمراض كثيرة تختلف باختلافها يمكن تعويض النقص هذا بتناول الفيتامينات المركبة أو المصنعة.  
من أهمها:

#### 11-3-1 فيتامين C (اسكوربيك أسيد):

يوجد فيتامين ث في الخضراوات والحمضيات، من خواصه أنه سهل الذوبان في الماء، ينتج عن نقصه في جسم الإنسان أمراض كثيرة منها الاسقربوط (داء الحفر وأمراض جلدية وضعف في القلب).  
حاجة الإنسان اليومية لهذا الفيتامين تقدر بحدود 15-50 ملغ  
أمكن الحصول عليه صناعياً من الغلوكوز.

#### 11-3-2 فيتامين B<sub>1</sub> :

هذا النوع من الفيتامين له أهمية خاصة حيث أن نقصه في جسم الإنسان يؤثر على الجملة العصبية، يوجد في قشور الرز والحبوب والحليب والخضار والفواكه واللحوم.

يحصل عليه صناعياً من تفاعل تيازول الكحول مع 2،5 ثنائي  
ميثيل - 4 أمينو بيريميدين وبوجود حمض السلفون.

