الباب السادس
صناعة الصابون

obeikandl.com

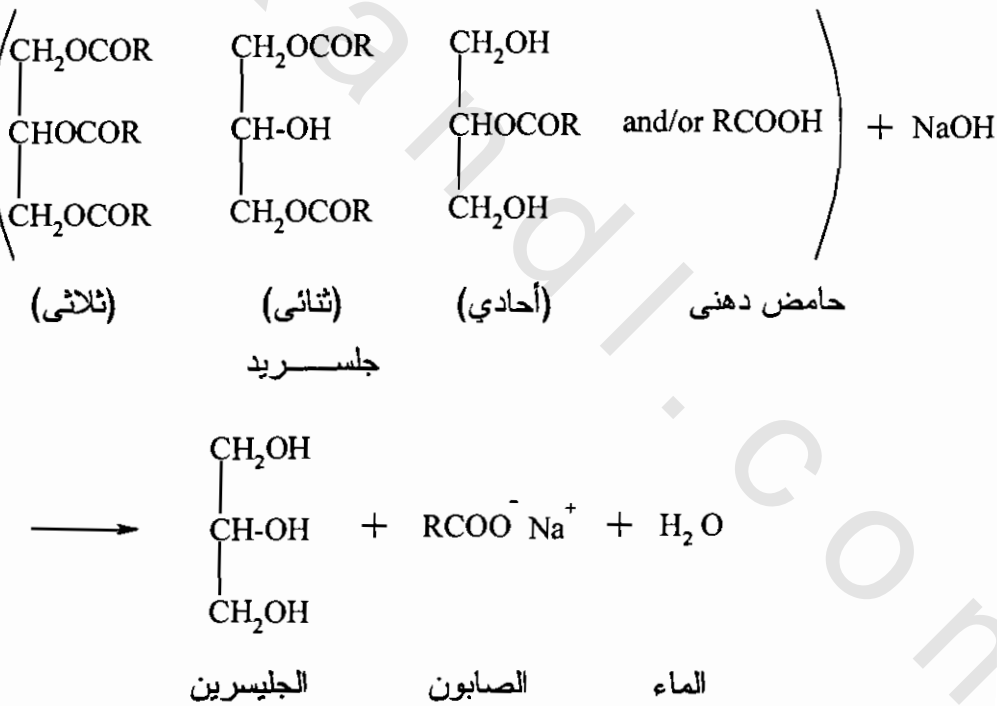
obeikandl.com

الباب السادس

صناعة الصابون

مقدمة :

يحضر الصابون من خلال عملية التصبن للأحماض الدهنية أو جلسريدات الأحماض الدهنية . فكما هو معلوم فإن الدهون والزيوت حيوانية كانت أو نباتية فهي عبارة عن خليط من ثلاثي وثنائي وأحادي جلسريدات الأحماض الدهنية المختلفة بجانب نسبة من الحامض الدهني وبتصبن هذه المركبات ينتج الصابون .



والدهون الطبيعية كمصدر للصابون تعرف على أنها استرات للأحماض الدهنية المختلفة مع الجليسرول . فالدهون الحيوانية عبارة عن

جلسريدات حمض الاستيريك $C_{18}H_{36}O_2$ والبلمتيك $C_{16}H_{32}O_2$ والاوليك $C_{18}H_{34}O_2$. والزيوت والشحوم النباتية مثل زيت النخيل وزيت جوز الهند عبارة عن جلسريدات حمض الكبرليك $C_8H_{16}O_2$ وحمض اللوريك $C_{12}H_{24}O_2$ وحمض الميرستيك $C_{14}H_{28}O_2$ مع حمض البلمتيك والاوليك .

ويوجد العديد من الأحماض الدهنية الأخرى مثل الاراشيديك $C_{20}H_{40}O_2$ واللجنوسيريك $C_{24}H_{48}O_2$ وشائعة الوجود فى الزيوت والدهون ولكن بنسب بسيطة . ونظراً لتنوع الأحماض الدهنية واحتمالات التباديل والتوافيق فى ترتيبها داخل جزئي الجلسريد فإنه يوجد عدد كبير من الزيوت والدهون .

وتعتمد خواص الصابون إلى حد كبير على نوع الدهن المستخدم فى صناعته . فالدهون التى تحتوى على نسبة مرتفعة من حمض اللوريك والميرستيك تعطى صابون سريع الذوبان فى الماء البارد وفير الرغوة ولا يترسب . والصابون المصنوع من زيت الزيتون وزيت القطن وزيت الصويا وزيت الذرة والتى تحتوى على نسبة مرتفعة من الأحماض الدهنية غير المشبعة يذوب فى الماء البارد .

والصابون المصنوع من زيت النخيل . والشحوم الحيوانية الأخرى والتى تحتوى على نسبة مرتفعة من الأحماض الدهنية ذات السلاسل الكربونية الطويلة والغير مشبعة يكون أكثر تنظيفاً عند درجات حرارة مرتفعة أكبر من 80°م . ومن أكثر القواعد استخداماً لإنتاج الصابون هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) ويستخدم (البوتاس) هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) فى إنتاج أنواع من الصابون يستخدم فى الماء العسر . ولا تستخدم كربونات الصوديوم لتقوم بعملية تصبن الدهون وقد تستخدم فى عملية تصبن الأحماض الدهنية أو كمادة مائية عند تحضير صابون الغسيل . والمادة القاعدية المستخدمة فى

صناعة الصابون يجب أن تكون خالية من أيونات الحديد والعناصر الثقيلة الأخرى والتى قد تحدث تغيراً فى اللون وتقلل من مقاومة الصابون للتأكسد والتفتت .

خطوات صناعة الصابون

وتمر صناعة الصابون بخطوتين أساسيتين هما:

أولاً : التحلل المائي للشحوم :

ويقصد بالتحلل المائي للشحوم تفكك الجلسريدات إلى أحماض دهنية وجلسرول باستخدام الماء . ولكون الماء لا يختلط بالزيت والدهون عند درجات الحرارة العادية فلابد من رفع درجة الحرارة إلى حوالي 200-300°م . ويفيد استخدام مادة حافزة فى الإسراع من هذا التفاعل .

أ- **طريقة الأتوكليف :**

وفيها يتم تسخين خليط من الدهون والماء والعامل الحفاز فى إناء مغلق عند درجة حرارة 140-180°م وتستمر عملية التسخين من 5-10 ساعات حيث يتحلل من 85-90% بعدها ينقل الخليط إلى تنكات حتى ينفصل إلى طبقتين . الطبقة العليا عبارة عن الحامض الدهني وبعض من الدهون الغير متحللة والطبقة السفلى عبارة عن الجيسرول ذائب فى الماء . العامل الحفاز المستخدمة فى هذه الطريقة هو أكسيد الزنك أو أكسيد الماغنسيوم أو الكالسيوم .

ب- **الطريقة المستمرة :**

وفيها يتم دفع الدهون من أسفل مفاعل مصنوع من الفولاذ الغير قابل للصدأ ويدفع الماء من أعلى المفاعل . وترفع درجة الحرارة بالتبادل

الحراري فيحدث التحلل المائي للدهون ويجمع الجليسرين من أسفل المفاعل بطريقة مستمرة .

ج- **طريقة توتشل :**

وفيها يتم تفاعل الدهن مع 1-5% حمض الكبريتيك عند درجة 100°م وضغط 1 جو ولمدة 10-40 ساعة فى وجود سلفونات البنزين أو النفثالين مع حمض الاوليك أو الاستيريك كعامل حفاز .

فصل الجليسرين :

ويتم فصل الجليسرين من المحلول المائي المتخلف من صناعة الصابون بإتباع الخطوات الآتية :

1- ترسيب أى صابون ذائب بتحويله إلى ملح الومنيوم غير ذائب يتفاعل مع الزيادة مع هيدروكسيد الصوديوم مكوناً راسب من هيدروكسيد الالومنيوم .
2- التخلص من هيدروكسيد الصوديوم الزائدة بإضافة حامض مناسب .
3- ترشيح الناتج تحت ضغط للتخلص من الشوائب الصلبة .
4- تبخير الرشيح لحوالي 80% جليسرين من أجل التركيز وترسيب الأملاح الذائبة .
5- إزالة اللون والتنقية بالتبادل الأيوني .

ثانياً : معادلة الأحماض الدهنية :

ولتحضير الصابون تضاف المادة القاعدية فى محلولها المائي إلى المادة الدهنية أو الحامض الدهني الناتج من أولاً وترفع درجة الحرارة مع

التقليب حتى الحصول على عجينة متماسكة ويكون المحلول المائي لا يتعكر بالتبريد بعدها يوقف التفاعل ويبرد المزيج وتضاف كمية معلومة من ملح الطعام فى محلول مائي ويستمر التسخين لفترة صغيرة . وبإضافة ملح الطعام ينفصل المزيج إلى طبقة عليا عبارة عن كتلة الصابون وهى الأقل كثافة وطبقة سفلى عبارة عن محلول مائي للجليسرين مع بعض الشوائب والأملاح. يقشط الصابون ويغسل بإمرار تيار من بخار الماء للتخلص من الجليسرين والشوائب الأخرى ثم يعامل الناتج حسب نوعية الصابون المطلوب .

وتعتمد فكرة التنظيف للصابون على خفض التوتر السطحي للماء من خلال جزئيه الذي يحتوى على رأس مستقطبة محبة للماء وزيل من سلسلة هيدروكربونية غير مستقطبة كارهة للماء . فعند إذابة الصابون فى الماء تنتشر جزيئاته ومع زيادة التركيز تكون جزيئات الصابون ما يشبه الدوائر الصغيرة بأن تصف الجزيئات بحيث تكون أطرافها الغير محبة للماء الداخل ورؤوسها المحبة للماء للخارج .

وعند وجود الأوساخ لا تذوب فى الماء مثل المواد الدهنية والهيدروكربونية فإنها تدخل فى هذه الدوائر وتصبح ذائبة فى الماء . ويسهل خفض الصابون للتوتر السطحي للماء عملية اختراق وتخلل أليـاف النسيج المغسول وتعمل الحركة الميكانيكية والتقليب على سرعة وتسهيل تجزئيه الأوساخ وفصلها عن النسيج . وعند استخدام ماء عسر يحتوى على أيونات الكالسيوم والماغنسيوم يكون الصابون أملاح غير ذائبة معهم ترنو إلى السطح وتلتصق بجدار إناء الغسيل ونحتاج عندئذ إلى كميات إضافية من الصابون لمعادلة هذه الأملاح المسببة لعسر الماء .

طرق تصنيع الصابون :

أ- الطريقة الباردة :

وتستخدم هذه الطريقة للدهون النقية حيث لا تتضمن غسيل للصابون للتخلص من الشوائب . وفيها يبقى كل الجلسرين المتحرر داخل عجينه الصابون وتستخدم هذه الطريقة مع الصابون المحضر من زيت جوز الهند وزيت النخيل . حيث تخلط الدهون مع محلول مركز من هيدروكسيد الصوديوم عند درجة حرارة أعلى من درجة إنصهار الدهون . ويراعي فيها استخدام كمية أقل من الكمية المحسوبة بواسطة قيمة التصبن لضمان عدم وجود زيادة من هيدروكسيد الصوديوم . وبمجرد الخلط والتقليب تتكون عجينة متجانسة تصب فوراً فى قوالب مبردة وعادة ما يصاحب عملية التصبن ارتفاع فى درجة الحرارة وتحفظ القوالب عند درجة 30°م . وعلى الرغم من أن عملية التصبن تستغرق ساعات قليلة ألا أن القوالب لابد أن تبقى عدة أيام لتجف وتتجمد .

وتنزع بعد ذلك جوانب القالب ثم يقطع الصابون باستخدام سلك معدني ومن مزايا هذه الطريقة رخص كلفة التجهيزات وسرعة عملية التصنيع وتوفير الطاقة . ولكون الجلسرين لا ينفصل من هذه الطريقة وهو ذو قيمة اقتصادية فإن كميات قليلة فقط من الصابون تحضر بهذه الطريقة ويمكن تتبع هذا التفاعل بتعيين كمية هيدروكسيد الصوديوم المتبقي من التفاعل . ويكون التفاعل أسرع فى حالة استخدام (البوتاس) هيدروكسيد البوتاسيوم .

الجدير بالذكر أن حوالي 15% من الدهون غير المتصبنه تبقى ذائبة فى الصابون وتكون عبارة عن أحادي وثنائي الجليسريد لأحماض دهنية صغيرة السلسلة الكربونية تقبل الذوبان فى الماء .

ب- طريقة شبه الغليان :

وفيها يتم تحضير الصابون بنفس الطريقة الباردة غير أن درجة تسخين الدهون ترتفع لتصل إلى 70-80°م وفى وجود كمية من القلفونية . وبمجرد إضافة هيدروكسيد الصوديوم يتم التقليب عند درجة لا تقل عن 70°م ويمكن معادلة ألا زيادة من هيدروكسيد الصوديوم بإضافة كمية محسوبة من أحماض دهنية .

ويضاف حوالي 0.05% كلوريد صوديوم أو بوتاسيوم لتقليل لزوجة الصابون قبل صبه فى القوالب . ويمكن أيضاً إضافة المواد المالئة إلى الصابون مثل كربونات الصوديوم وسليكات الصوديوم لتقليل الرغوة . وبمجرد الحصول على عجينة متجانسة تترك العجينة لمدة ساعة عند نفس درجة الحرارة بعدها تقلب العجينة مرة أخرى وتصب فى القوالب .

جـ- طريقة الغليان :

وتختلف هذه الطريقة عن الطريقتين السابقتين فى أن الجليسرين يتم فصله كمنتج ثانوي لذا أصبحت هذه الطريقة يحضر بها معظم أنواع الصابون وفىهذه الطريقة يتم إدخال الدهون إلى المفاعل مع محلول مخفف من هيدروكسيد الصوديوم 7% بعدها يمرر تيار من البخار ثم يضاف محلول مركز من هيدروكسيد الصوديوم بالتدريج وحتى إنتهاء عملية التصبن ثم يضاف محول ملح الطعام ليساعد على فصل الصابون وطفوه على السطح .

د- الطريقة المستمرة :

وفيها يتم إدخال الدهون ومحلول 50% هيدروكسيد الصوديوم و20% كلوريد الصوديوم والماء إلى مفاعل سخن ويسحب بمضخة إلى مفاعل مجاورة يعمل تحت ضغط وحتى تمام 98% من عملية التصبن .

وهذا التفاعل باعث للحرارة ودورة الحرارة هنا أنها تعمل على ذوبان الصابون فى محلول التصبن . وبعدها يسحب إلى مقلب بارد ويخفض الضغط لتفصل العجينة إلى الصابون والماء المحتوى على الجليسرين .

ويتم فصل الصابون وسحب الماء المحتوى على الجليسرين إلى وحدة فصل الجليسرين ويضخ الصابون ليغسل بغرض فصل الشوائب منه ويميز هذه الطريقة أنها تعمل بطريقة مستمرة أتوماتيكياً وينتج عنها صابون ذات مواصفات موحدة بعيداً عن الاختلافات التى قد تنشأ فى الطرق الأخرى . ويمكن فيها فصل الجليسرين من الصابون فضلاً عن أنها تصلح لجميع أنواع المواد الدهنية .

أنواع الصابون :

أ- صابون الحمام :

تستخدم الأنواع الجيدة فقط من الزيوت والشحوم لإنتاج صابون الحمام وينتج على صور وأشكال متعددة وبأسعار تتناسب مع جودتها ونوعية العطور المضافة إليها . ويراعى فيه أن لا تزيد نسبة المادة القاعدية عن 0.3% وألا تزيد نسبة الدهون عن 1% وألا تزيد نسبة ملح الطعام عن 0.1% لتجنب التهاب الجلد وتهيجه أو تفتت الصابون .

ويحضر من الصابون النقي بعد تجفيفه وتحويله إلى حبيبات أو رقائق ويضاف إليه الروائح والألوان ويمرر خلال عجانات للتأكد من تمام تجانسه ثم يسحب ليصب إلى قوالب تقطع إلى قطع وتغلف بعد تجفيفها فى أفران خاصة .

ب- صابون الغسيل :

ويستخدم فى المنازل للغسيل اليدوي للملابس وأواني الطهي وترتفع فيه نسبة الأحماض الدهنية وتستخدم الأنواع الرئيسية من الدهون فى إنتاجه . وقد استبدل بالصابون السائل والمنظفات الصناعية وبودرة الصابون .

جـ- بودرة الصابون :

كانت تحضر سابقاً بطحن الجاف أو فرمه وتحضر الآن بدفع محلول الصابون تحت ضغط من خلال ثقب صغير داخل غرفة مسخنة فيتبخر الماء ويبقى الصابون على صورة بودرة ناعمة ويمكن التحكم فى درجة الرطوبة وحجم الحبيبات بالتحكم فى درجة الحرارة وقطر الثقب الذي يندفع من خلاله محلول الصابون .

وبعد الحصول على بودرة الصابون تنقى بالنخل لاستبعاد الحبيبات الكبيرة ويضاف القطر المناسب وتخلط بمواد مالئه مثل كربونات الصوديوم بغرض خفض التكلفة . ويميز بودرة الصابون عن قطع الصابون زيادة مساحة السطح لنفس الوزن مما يساعد على سرعة ذوبان الصابون وبالتالي قدرته على التنظيف .

د- رقائق الصابون :

يحضر الصابون أولاً من الأنواع الجيدة من شحوم الحيوان ثم تصب عجينه الصابون على عجانه ذات خمسة درفيلات والتى تعمل على تجانس الصابون وتحويله إلى شريحة رقيقة جافة تكسر إلى رقائق مربعة أو مستطيلة وتصلح الرقائق لغسيل الصوف والحرير والأنسجة المصنوعة من خيوط

صناعية وبالمقارنة لصابون القطع فإن رقائق الصابون تعطى مساحة سطح أكبر لنفس الوزن وبالتالي تذوب أسرع .

هـ- الصابون الطبي :

يحضر من الأنواع الجيدة من صابون الحمام بعد إضافة مواد قاتلة للميكروبات والجراثيم بغرض وقاية الجلد وتطهيره أو علاج بعض العدوى الجلدية . ومن أشهر هذه الأنواع ذلك الصابون المضاف إليه 5% فينول أوكريزول ولكن بسبب الرائحة وتتفوق على الفينول فى قدرتها على قتل الميكروبات والجراثيم مثل البارامثوكسي فينول والباراكلوروميتازيلين والهكاكلوروفين وعلى الرغم من أن الصابون يقلل من قدرة هذه المواد على قتل الميكروبات إلا أن نسبة 2% فقط من إحدها يكفى لتطهير الجلد . وتوجد بعض المواد الأخرى التى لها تأثير علاجي ويمكن إضافتها إلى الصابون مثل حمض البكريك وزيت اللوز وحمض السلسليك .

المنظفات الصناعية Detergents :

بعد ازدياد الطلب على الصابون وعدم كفاية الموارد الطبيعية من الشحوم الحيوانية والنباتية لمتطلبات هذه الصناعة والصناعات الأخرى . وبالإضافة إلى ضعف كفاءة الصابون وترسبه فى المحاليل الحمضية والماء العسر وعجزه فى إزالة بعض الملوثات . فقد أصبح من الضروري استحداث مواد تنظيف أخرى تحل محل الصابون وتعمل على تسهيل اختراق الماء وتغلغله داخل الأوساخ وتطويقها وحملها بعيداً عن السطوح المتسخة إلى الوسط المائي وبقائها هناك . وكان أول إنتاج لمنظف صناعي فى عام 1932م .

وتتكون المنظفات من خلطة كبيرة من مواد مختلفة عن تلك المستخدمة فى صناعة الصابون ولكل مادة دور فى عملية التنظيف .

1- المواد الخافضة للتوتر السطحي للماء (Surfactants) :

وهى تشبه جزئي الصابون فى كونها تتكون من طرف غير مستقطب من سلسلة هيدروكربونية قد يكون حلقة البنزين جزء منها وعادة ما تحتوى على 8-10 ذرة كربون ، أما طرفها المستقطب المحب للماء فيكون واحد مما يأتي :

أ- أنيوني Anionic مثل السلفونات SO_3^- والكبريتات SO_4^- .

ب- كاتيوني Cationic مثل الأمينات $N^+(CH_3)_3$.

ج- ثنائي التأين Zwitterionic مثل الأحماض الأمينية $(CH_3)_2N^+---COO^-$.

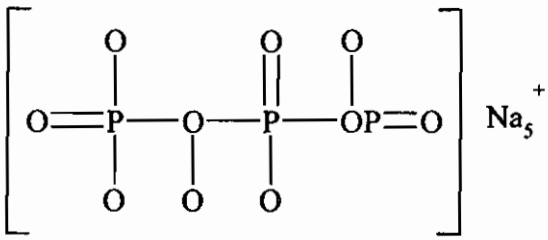
د- شبه مستقطب Semipolar مثل أكسيد الأمين $O\leftarrow N(CH_3)_3$.

ه- لا أيوني Non-ionic مثل الكحولات الاثيرية العالية $CH_2(CH_2)_n(OH)-O-$.

ومن أكثر خافضات التوتر السطحي استخداماً فى خلطات المنظفات الصناعية ذلك المخفض الأيوني (سلفونات الكيل البنزين) Alkyl Benzene Sulfonat او (ABS) ويتم تحضير من سلفنة الكيلات البنزين باستخدام حمض الكبريتيك المركز ومعاجلة الناتج بهيدروكسيد الصوديوم .

2- المنشطات Builders :

وتعمل على رفع كفاءة المادة الخافضة للتوتر السطحي . من أمثلتها الثلاثي متعدد فوسفات الصوديوم Sodium Tri Poly Phosphate أو (STPP) وصيغته الكيميائية $Na_5P_3O_{10}$ ورمزه الكيميائي .



ومن أهم وظائف المنشطات حجز أيونات العسرة (Mg^{+2}, Ca^{2+}) وبذلك تفسح المجال للمادة الخافضة للتوتر السطحي للقيام بعملية التنظيف . هذا بجانب دورها فى منع عودة الأوساخ إلى النسيج وجعل وسط الغسيل قاعدياً مما ينشط من عملية التنظيف . ويعتبر اختيار المنشط الفوسفاتي المناسب العامل الأول المسؤول عن نجاح المنظف الصناعي .

3- منظمات الرغوة Suds Regulators:

وتعمل أحياناً على تثبيت الرغوة Suds stabilizers أو حجب الرغوة Suds surpressors وليس لها تركيب كيميائي مشترك ويعتمد اختيارها على طبيعة المادة الخافضة للتوتر السطحي . ومن أمثلة مثبتات الرغوة اميدات حامض اللوريك مع سلفونات الكيل بنزين ومن أمثلة محجبات الرغوة الأحماض الدهنية ذات السلاسل الطويلة مع مخفضات التوتر السطحي اللاأيونية .

4- الإضافات Additives :

وتعمل الإضافات على اختلاف أنواعها على إضافة صفات مرغوبة أو تحسين صفات موجودة لأغراض المنافسة فى الأسواق . ومن أمثلة الإضافات:

أ- **سليكات الصوديوم :**

وتعمل على منع تآكل الأسطح المعدنية ولها فعل تنشيطي .

ب- **كاربوكسي مثيل سليلوز :**

ويعمل على منع إعادة التصاق الأوساخ بالنسيج .

ج- **صبغات باعثة للإشعاع :**

وتعمل على زيادة بريق الألوان .

د- **ألوان وروائح :**

وتعمل على تحسين الشكل والرائحة لجذب المشترى.

obeikandl.com

الأسئلة

1- أشرح بالمعادلات تفاعل تحضير الصابون ؟

2- تمر صناعة الصابون بخطوتين أساسيتين فأذكرهما مع الشرح والتحليل.

3- تكلم عن خطوات فصل الجلسرين .

4- أشرح بالتفصيل كيف يمكن معادلة الأحماض الدهنية .

5- وضح بالشرح طرق تصنيع الصابون .

6- أذكر الأنواع المختلفة للصابون .

obeikandl.com