الأسس الحديثة
لاختيار الدهون والزيوت لصناعة الصابون

مدخل

أ- لم تعد تكنولوجيا صناعة الصابون واختيار زيوتها حكراً وسراً يتلقاه الأبناء عن الآباء بل أصبح ذلك علماً له قواعده وأسسه وأبحاثه.

ب- حددت معظم المواصفات القياسية العالمية والسورية للصابون بأنواعه:

1- الحد الأعلى المسموح به لكل من: الرطوبة، والقلوي الكلي، والقلوي الحر، والمواد غير القابلة للتصبّن، والدسم غير المتصبن، ومواد الحشو والإضافة.

2- الحد الأدنى للدسم الكلي في الصابون.

إلا أن هذه المواصفات القياسية لم تتعرض لنوعية المادة الدسمة وخواصها الفيزيائية والكيميائية ولنسبة ونوعية الأحماض الدسمة الداخلة في تكوينها،

ج- كما أن عملية اختيار المواد الدسمة لصناعة الصابون تلعب دوراً مهماً في تحديد نوعية الصابون النهائي، وتوجد عدة عوامل فنية واقتصادية يجب أخذها بالحسبان، قبل أن يقرر صانع الصابون نوعية الدهون والزيوت المطلوبة، ومن هذه العوامل ما يلي:

1- سهولة الحصول على المادة الدسمة وبسعر مناسب.

2- الخواص الفيزيائية والكيميائية للمادة الدسمة.

3- الاستعمال النهائي للصابون.

4- الجليسرين المسترجع.

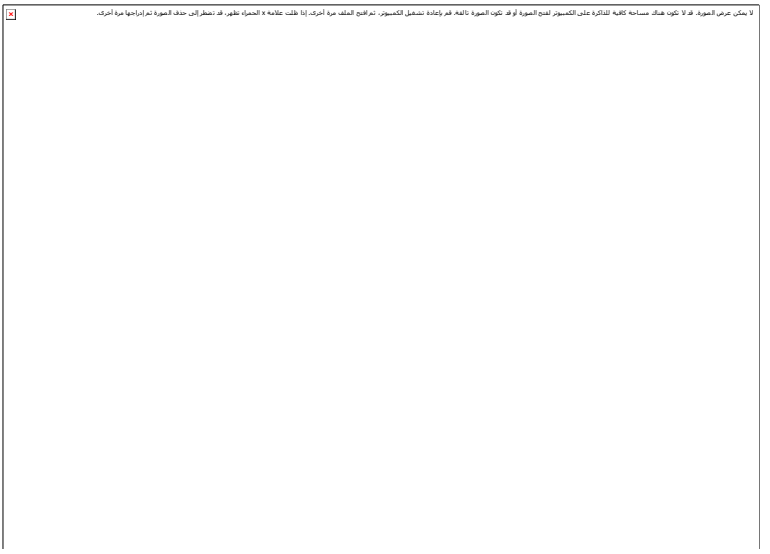
5- نوع الأجهزة المتاحة تحت يد صانع الصابون وطريقة التصنيع المستغلة

6- العوامل التي تؤثر على الخواص الرئيسية للصابون (مثل صلابته ورغوته وقوته التنظيفية وأن لا يستهلك بسرعة... الخ). **والتي من أهمها:**

أولاً- نقطة الانصهار Melting Point (M.P)

تعريفها: «هي درجة الحرارة التي تبدأ عندها المادة الدسمة المتجمدة في الانصهار عند تسخينها تدريجيا».

ولشرح معنى درجة الانصهار - انظر الرسم البياني التالي:



من الرسم البياني نجد ما يلي:

1- عند تسخين الشحم الحيواني الصلب مثلاً (التي تمثله النقطة أ بالشكل) فإن حرارة التسخين تستنفذ في رفع درجة حرارته، حتى تصل إلى درجة حرارة 40°م مع بقائه على الحالة الصلبة.

2- مع استمرار تسخين الشحم الحيواني الصلب فإن درجة حرارته تثبت دون ارتفاع، وتسمى هذه الدرجة الثابتة من الحرارة (وهي في مثالنا الحالي 40°م) بدرجة الانصهار حيث تستنفذ الطاقة الحرارية المكتسبة في تحويل الدهن تماماً من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة. وتسمى الطاقة الحرارية المستنفذة هذه **بالطاقة الكامنة للانصهار**.

3- مع استمرار تسخين الشحم الحيواني السائل فإن درجة حرارته ترتفع مرة أخرى من 40°م إلى أعلى من ذلك.

ومما سبق نجد أن الطاقة الحرارية التي تزود بها المادة الدسمة الصلبة تستنفذ في:

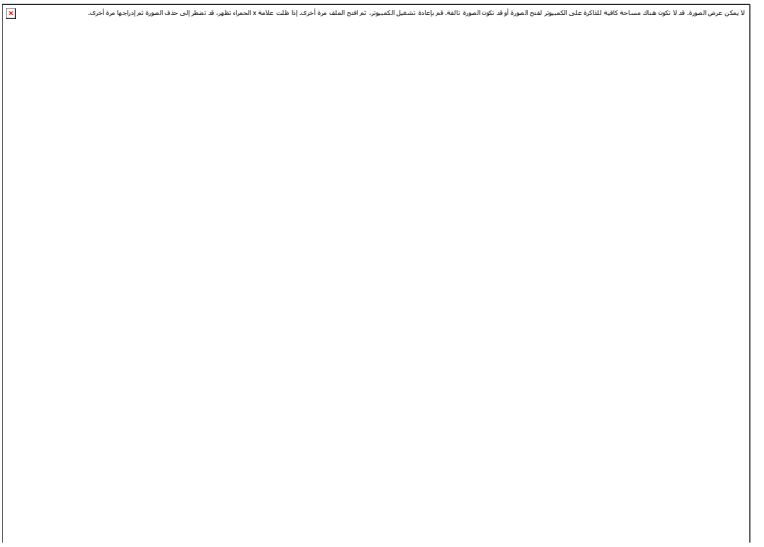
1- رفع درجة حرارتها.

2- تحويلها من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة.

ثانياً- نقطة التجمد أو التتر Titre Point (T.P):

تعريفها: «هي أعلى درجة حرارة تبدأ عندها المادة الدسمة المنصهرة في التجمد عند تبريدها تدريجيا».

ولشرح معنى درجة الصلابة - انظر الرسم البياني التالي:



من الرسم نجد:

1- عند تبريد الشحم السائل في مثالنا السابق (والتي تمثله النقطة ب بالشكل) تنخفض درجة حرارته إلى 40°م مع بقائه في الحالة السائلة.

2- مع استمرار خفض درجة الحرارة يبدأ الشحم في التحول من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة، وعندما تبدأ بلّورات الشحم بالتكوّن تنطلق منها طاقة حرارية تسمى **بطاقة التكوين أو الطاقة الكامنة للتجمد**، فترتفع درجة

حرارة الشحم مرة أخرى بحوالي 2 أو 3°م لتصل إلى 42°م أو 43°م وتسمى هذه الدرجة العالية من الحرارة عندئذ بدرجة التجمد أو التتر.

3- مع استمرار التبريد تبدأ درجة حرارة الشحم في الانخفاض مرة أخرى مع تحوّل الشحم من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة.

وكلما ارتفعت وازدادت درجة التجمد للمادة الدسمة كلما:

1- ازدادت صلابتها.

2- ازدادت نسبة الأحماض المشبعة وقلت نسبة الأحماض غير المشبعة فيها

3- ازدادت صلابة الصابون المصنوع منها.

4- قلت ذوبانية الصابون المصنوع منها.

5- قلت سرعة تكوين الرغوة.

6- قلت فترة ثبات الرغوة.

7- صغر حجم فقاعات الرغوة.

8- قلت قدرة الصابون المصنوع منها للتنظيف.

9- تحسن تأثير الصابون المصنوع منها على الجلد نحو التأثير الألطف.

10- قلت درجة الصابون على إمساك المواد المالئة مثل سلكيات الصوديوم.

وعلى صانع الصابون، الذي يعتمد على درجة التجمد عند اختيار الخليط الدسم لإنتاج صابون، أن يختار الخليط الذي يحتوي على أحماض دهنية مشبعة وغير مشبعة.

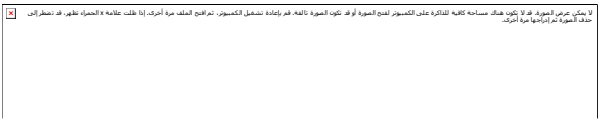
ويفضل أن تكون درجة التجمد:

أ- لصابون **التواليت** بين: 40-44°م.

ب- ولصابون **الغسيل** بين: 38-40°م.

ثالثاً- الرقم اليودي أو قيمة اليود Iodine Number (I.N) - or - Iodine Value (I.V)

من المعروف أن اليود يتفاعل مع ذرات الكربون ذات الروابط الثنائية غير المشبعة الموجودة في السلسلة الكربونية الدهنية كما يلي:



ويعرف الرقم اليودي بأنه هو: «عدد الغرامات من اليود الممتص بواسطة 100 غرام من الدهن أو الزيت أو الحمض الدهني».

ويدل الرقم اليودي المنخفض على أن المادة الدسمة غنية بالأحماض الدهنية المشبعة مثل حمض الستياريك وبالتالي على أن الصابون أكثر صلابة.

ويدل الرقم اليودي المرتفع على أن المادة الدسمة غنية بالأحماض الدهنية غير المشبعة مثل حمض الأوليك واللينوليك واللينولينيك، وبالتالي يدل على صلابة معينة للصابون.

وارتفاع الرقم اليودي في حالة دهن أو زيت منفرد يدل على أن:

1- المادة الدسمة تحتوي على نسبة عالية من الأحماض الدهنية الغير مشبعة.

2- المادة الدسمة معرضة للأكسدة بسرعة.

3- الصابون أكثر طراوة، ونعومةً، وذوباناً.

أما في حالة خليط من الدهون والزيوت:

فإنه لا يمكن الاعتماد على الرقم اليودي وحده كدليل على صلابة الصابون المحتملة، فقد توجد خلطات دهنية مختلفة لها رقم يودي واحد، ولكن صابونها له صلابة مختلفة. وبذلك لا يمكن أن يدل الرقم اليودي وحده على الطبيعة الحقيقية للأحماض الدسمة. وبخاصة عندما يحتوي الخليط على زيت جوز هند أو زيت نوى النخيل.

من ذلك نستنتج أن الرقم اليودي يعطي نصف الحقيقة

والنصف الآخر يوجد في رقم التصبن.

رابعاً- رقم التصبن (S.N) Saponification Number

يدل رقم التصبن على الوزن الجزيئي للأحماض الدهنية. فمن المعروف أن القلوي الكاوي (البوتاس والصود) يتفاعل مع المادة الدهنية أو الحمض الدهني مكوناً الصابون.

ويعرف رقم التصبن بأنه: عدد غرامات البوتاس الكاوي اللازمة للتصبن الكامل لمئة غرام من المادة الدهنية.

وبمعرفة رقم التصبن يمكن استنتاج ما يلي:

1- كمية القلوي اللازمة لتصبن المادة الدهنية.

2- كمية الصابون الناتج.

3- كمية الجليسرين الموجودة في المادة الدهنية.

4- متوسط الوزن الجزيئي للمادة الدهنية ومن ثم متوسط طول السلسلة الكربونية الدهنية لخليط الأحماض الدهنية المكونة للمادة الدسمة.

ويلاحظ أن رقم تصبن معظم المواد الدسمة التي يصنع منها الصابون متقاربة، ومتوسط رقم تصبينها هو 190 بسبب احتوائها على أحماض دهنية C_{18} مشبعة كحمض الستياريك، وغير مشبعة وهي حمض الأوليك وحمض اللينوليك - (فيما عدا زيت جوز الهند وزيت نوى النخيل).

يدل رقم التصبن المرتفع على وجود أحماض دهنية منخفضة الوزن الجزيئي وتنتج الأحماض الدهنية منخفضة الوزن الجزيئي صابونا له الخواص التالية:

1- صلب متماسك النسيج.

2- يذوب بسهولة كبيرة بالماء.

3- سهل الترغية.

4- غزير الرغوة ولكن لا تستمر طويلاً.

خامساً- رقم أو قرينة I.N.S

لكي يسهل الاستفادة من كل من الرقم اليودي **I.N** ورقم التصبن **S.N** عند اختيار مكونات الخليط الدسم اللازم لإنتاج صابون جيد النوعية، أصبح من الضروري تبسيط استخدامها في دليل أو رقم واحد يشتمل عليها، وهذا الرقم هو حاصل طرحهما من بعض ويسمى برقم **I.N.S**.

رقم I.N.S = رقم التصبن S.N - الرقم اليودي I.N

وبواسطة هذا الرقم يمكن التنبؤ بصلاحية الصابون الناتج من استخدام دسم منفرد أو خليط دسم، كذلك يمكن التحكم بصلابة الصابون عملياً.

ومما سبق نجد ما يلي:

آ- زيت جوز الهند وزيت نوى النخيل لهما أعلى رقم **I.N.S** ويعني هذا:

1- احتواؤهما على نسب كبيرة من الأحماض الدهنية المشبعة.

2- متوسط الأوزان الجزيئية لأحماضهما منخفض.

3- مجموعة الأحماض الدهنية ذات الوزن الجزيئي الأقل في وزنها عن الوزن الجزيئي لحمض البالم تصل إلى 80%.

4- صابون هذين الزيتين صلب بسبب الوزن الجزيئي المنخفض لأحماضهما

ب- يلي ذلك في القيمة رقم **I.N.S** للدهون الصلبة التي تحتوي على نسبة كبيرة من حمض الستياريك، كالشحم الحيواني، وزيت النخيل، وستيارين النخيل وزيت الغار، ويكون صابونها:

1- صلباً جداً. 2- ضعيف الرغوة.

ج- يستمر الانخفاض في قيمة رقم **I.N.S** للزيوت السائلة، كلما زاد ما يحتويه الزيت من أحماض دهنية غير مشبعة، ويكون صابونها:

1- ليناً. 2- سريع الرغوة.

د- كلما انخفض الرقم اليودي كلما ارتفعت بانتظام قيمة رقم **I.N.S**.

وقد وجد أنه كلما ارتفعت قيمة رقم I.N.S تحدث التغيرات الآتية:

1- تزداد صلابة المادة الدهنية.

2- تزداد صلابة الصابون الناتج.

3- يقل احتمال التزنخ بمضي الوقت.

4- يزداد ثبات رغوة الصابون.

5- تقل درجة ذوبان الصابون (ماعدا صابون زيت جوز الهند وصابون زيت نوى النخيل).

6- تقل نوعية الترغية (ماعدا صابون زيت جوز الهند وصابون زيت نوى النخيل).

7- تقل قوة التنظيف للصابون (ماعدا صابون زيت جوز الهند وصابون زيت نوى النخيل).

8- يتحسن لون الصابون.

9- تزداد قوة الصابون على احتواء كميات أكبر من المواد المالئة المضافة.

وقد ثبت علمياً أن أغلب المواد الدسمة لها أكثر من رقم يودي وأكثر من رقم تصبن، حسب ظروف طبيعية عديدة، ليس هنا مجال مناقشتها، ولذلك يكون لها أكثر من رقم I.N.S وأهمها في هذا المجال الشحم الحيواني.

الفائدة من تطبيق رقم I.N.S في صناعة الصابون:

1- يمكن تكوين الخليط الدسم المناسب من الدهون والزيوت المتوفرة.

2- إمكانية التحكم في صلابة الصابون.

3- إمكانية التحكم في صفات الصابون ونوعيته من حيث المظهر، وسرعة تكوين الرغوة في أي نوع من أنواع المياه وتماسكها وثباتها.

وقبل تطبيق رقم I.N.S عملياً يجب مراعاة ما يلي:

1- عدم استخدام الدهون والزيوت ذات قيمة رقم **I.N.S** المتطرفة (العالية جداً والمنخفضة جداً) في نفس الخليط، فهي غير مناسبة لإنتاج صابون منزلي جيد النوعية.

2- الشحم الحيواني وزيت النخيل لهما رقم **I.N.S** متوسط، وهما أكثر المواد الدسمة المناسبة والأساسية لكل خلطات تصنيع الصابون الصلب.

3- الزيوت ذات رقم **I.N.S** المنخفض تنتج صابوناً رخواً جداً.

وعند تكوين الخليط الدسم يجب تنظيم قيمة الرقم I.N.S باستخدام ما يلي:

1- مواد دسمة ذات رقم **I.N.S** مرتفع مثل زيت جوز الهند أو زيت نوى النخيل، تستخدم هذه الزيوت للمحافظة على صلابة الصابون.

2- مواد دسمة ذات رقم **I.N.S** متوسط مثل الشحم الحيواني أو زيت النخيل أو ستيارين النخيل. ويمكن أن تتراوح نسبتها في الخليط الدسم من 50 - 80% فإذا كان الصابون المطلوب سريع الترغية وجيد الذوبان كانت الكمية بسيطة، أما إذا كان المطلوب عكس ذلك كانت الكمية عالية.

3- مواد دسمة ذات رقم **I.N.S** منخفض مثل زيت بذرة القطن أو زيت الفول السوداني، وتعتمد كميتها على نسب الشحم الحيواني وزيت النخيل ...الخ. وحسب صلابة الصابون المطلوب.

وللحصول على صابون جيد النوعية يجب أن تكون قيمة الرقم **I.N.S**

آ- لصابون **الغسيل** بين: 132-146.

ب- ولصابون **التواليت** بين: 165-172.

وقد وجد أن صابون الخليط الدسم الذي له نفس رقم **I.N.S** تكون له نفس الصلابة بغض النظر عن مكونات الخليط. ولهذا يستطيع صانع الصابون أن يقوم بإحلال واستعاضة بعض المكونات من خلطاته الدسمة، مع علمه التام بتأثير هذه التغيرات على النوعية النهائية للصابون.

ومن ثمّ يمكن عمل عدة أنواع من الصابون لها رقم **I.N.S** واحد (أي ذات درجة واحدة من الصلابة)، ولكن لكل منها صفات تختلف اختلافاً واسعاً.

سادساً- نسبة أو قرينة الذوبان للصابون Soap Solubility Ratio (S.S.R) :

هو رقم يعبر عن الخواص المميزة للصابون من حيث القدرة على الذوبان وتكوين الرغوة، وتحسب قرينة الذوبان لصابون مصنوع من خليط مواد دسمة بقسمة حاصل جمع أرقام **I.N.S** لكل مكونات الخليط الدسم على حاصل جمع أرقام **I.N.S** لمكونات الخليط الأكبر من 130 فيما عدا أرقام **I.N.S** لزيت جوز الهند وزيت نوى النخيل.

ومن المفضل أن تكون قيمة قرينة الذوبان النسبي:

أ- لصابون **التواليت** = 2-3

ب- ولصابون **الغسيل** = 1.5- 2.5

وكلما ارتفعت قيمة قرينة الذوبان كلما تحسنت خاصية الذوبان والرغاء للصابون.

الاستفادة من قيمتي (S.S.R) و(I.N.S)

1- يمكّنان معاً من التنبؤ بصفات الصابون من حيث الصلابة والذوبان والرغوة.. الخ.

2- يمكّنان صانع الصابون من إنتاج صابون موحد الصفات حتى لو اضطر إلى تغيير أو استبدال تركيب الخليط.

التطبيق العملي للاستفادة منهما:

يجب على صانع الصابون أن يقرر ما يلي:

1- صلابة الصابون المطلوبة (أي رقم **I.N.S**).

2- خواص الترغية المطلوبة (أي رقم **S.S.R**).

والتمعن في قيمتي هذين الرقمين أو القرينتين يوضحان أهمية زيت نوى النخيل وزيت بذرة القطن في صناعة الصابون المنزلي. وفي الحقيقة من المستحيل تكرار الحصول على صابون له خواص عامة جيدة بدون استخدام هذين الزيتين.

ومن المعروف أن الزيوت التي لها رقم **I.N.S** منخفض يكون تأثيرها على تطرية الصابون أكثر وضوحاً عن ذوبانيته. وقبل أن نحصل على الذوبانية يكون قد حدث للصابون تطرية كبيرة.

وما سبق يؤكد أهمية وجود زيت جوز الهند أو زيت نوى النخيل في مكونات الصابون، أما في حالة عدم وجود أي منهما فإن الحصول على ذوبانية جيدة للصابون سوف تكون على حساب صلابته. أو يكون الحصول على صلابة الصابون على حساب الذوبانية والترغية.

سابعاً- رقم الصلابة Hardness Number (H.N)

هو رقم يجمع بين كل من رقم **I.N.S** ورقم التتر **T.N** ويحدد بالمعادلة التالية:

$$T.N \times 3.7 + I.N.S = H.N$$

بمعنى أن رقم الصلابة لأي خليط دسم =

مجموع أرقام I.N.S للمزيج + (3.7 × درجة التجمد).

وقد وجد أن رقم الصلابة المثلى:

- لصابون التواليت هو بحدود 275
- ولصابون الغسيل هو بحدود 236

ومن الشرح السابق كله يمكن استنتاج ما يلي:

1- لابد من استخدام رقم **I.N.S** ورقم **S.S.R** لتقدير نسبة الدهون والزيوت المختلفة المطلوبة لإنتاج صابون جيد.

2- إن الدهن أو الزيت الذي له رقم **I.N.S** يتراوح بين 130-160 المنفرد (غير المخلوط مع غيره) لا يصلح وحده في إنتاج صابون بسبب ضعفه في إنتاج الرغوة، كزيت الغار، والشحم، وزيت وأولين وستيارين النخيل.

3- أن الدهن أو الزيت الذي له رقم **I.N.S** منخفض يخفض صلابة الصابون، ويزيد من ذوبانه ورغوته، ولكن لسوء الحظ تكون الزيادة في معدل التطرية أكبر من معدل الزيادة في الذوبانية، ولكي نحصل على الذوبانية المطلوبة يجب أن تكون كمية الزيت الواجب إضافتها كافية لجعل الصابون رخواً جداً.

4- في الحالات التي تكون فيها أرقام **I.N.S** متساوية لأكثر من مادة دهنية واحدة كما في الحالة التالية:

- زيت بذرة القطن له رقم **I.N.S** = 85 (درجة التجمد 32)
- زيت السمسم له رقم **I.N.S** = 85 (درجة التجمد 26)

فإن أفضل طريقة للتفرقة بين صلابة صابونهما هو استخدام درجة التجمد، حيث توضح لنا أن الصابون الأول أكثر صلابة من الصابون الثاني.

5- للحصول على صابون ذي نوعية واحدة وجيدة، يجب أن تكون قيمة القرائن: رقم (**T.P**) ورقم (**I.N.S**) ورقم (**S.S.R**) في حدود معينة مهما كان نوع الخليط الدسم.

6- والصابون الجيد يجب أن يحقق مزيج المواد الدسمة المصنوع منها ما يلي:

استعمال الصابون	T.P	I.N.S	S.S.R	H.N
أ- للتواليت	44-40 °م	172-165	3-2	375
ب- للغسيل	40-38 °م	146-132	2.5-1.5	236

ويجب أن نلاحظ ما يلي:

1- لا يحسب رقم **I.N.S**، وقرينة الذوبان للصابون **S.S.R**، ورقم الصلابة **H.N** لكل وجبة ترسل إلى حلة التصبن، ولكن تحسب فقط عند تغير نسب المكونات للخليط ولتكوين خليط جديد.

2- تطبق هذه القرائن الثلاث على صابون الأساس ولا ترتبط بتأثير المواد المالئة أو البناءة أو أي معالجة ميكانيكية.

3- إن الاختيار الصحيح للدهون والزيوت المعتمدة على هذه العوامل يعتبر بداية الاجتهاد الصحيح لإنتاج صابون جيد ، أما التصبن غير المناسب للخليط وغير السليم للصابون سوف يعطي منتجاً أقل جودة بالرغم من العناية المبذولة في اختيار مكونات المزيج.

4- إن للهرس والعجن العالي الضغط والمتكرر لكتلة الصابون القدرة على رفع كفاءة الصابون إلى مدى مستقل عن العوامل الثلاثة السابقة. ولذلك تتحسن نوعية الصابون من حيث الرغوة والذوبانية كلما هرست وعجنت كتلة الصابون.

معامل I.N.S لأغلب الزيوت والدهون

دهن الضأن 155، دهن البقر 150، زيت النخيل 146، دهن العظم 143، شحم الخنزير 137، زيت الزيتون 108، زيت الفول السوداني 102، زيت بذور القطن 85، زيت الذرة 79، زيت فول الصويا 54، زيت بذور الكتان 15.