

## الفصل الأول

### طرق قياس تركيز المحاليل

تمثل المحاليل سواء كانت محاليل سكرية أو ملحية أو حامضية أو قلوية أو كحولية ركنا أساسيا في مجال الصناعات الغذائية وذلك لتعدد استعمالاتها وفيما يلي امثلة لبعض استعمالات هذه المحاليل في بعض الصناعات الغذائية :-

- ١ - في صناعة الشراب والجيلي والمرلاد والمربى والمياه الغازية .
- ٢ - في صناعة التخليل حيث تستخدم المحاليل الملحية بتركيزات مختلفة وكذلك لتجهيز المخللات وفيها تستخدم المحاليل الملحية وأحيانا السكرية .
- ٣ - في صناعة الكحول حيث تحضر محاليل سكرية بتركيزات معينة تناسب نمو الخمائر التي تقوم بتخمير السكر وتحويله الى كحول .
- ٤ - في صناعة الخل حيث تحضر محاليل كحولية بتركيزات معينة تناسب نمو البكتريا التي تقوم بأكسدة الكحول وتحويله الى حامض خليك .
- ٥ - في صناعة التعليب وفيها تستعمل المحاليل في عمليات الفسيل - التقشير - التعبئة ... الخ .
- ٦ - في صناعة التجفيف حيث تستعمل المحاليل في عمليات الفسيل - التقشير - الكبرته ... الخ .

مما سبق تتضح أهمية المحاليل في الصناعات الغذائية وسنقوم في هذا المجال بدراسة عن المحاليل السكرية والملحية والكحولية من ناحية تـ نـ سيرها وطرق قياسها .

وتتكون المحاليل المستخدمة في الصناعات الغذائية من مذاب ( مادة صلبة ) قد تكون سكر أو ملح طعام أو قلوى ... الخ مذابة في مذيب ( سائل ) وهو الماء .. وبذلك يمكن تعريف

المحلول بأنه عبارة عن المخلوط المتجانس الناتج عن اذابة مادة صلبة (تعرف بالمذاب أو الذائب) في سائل هو الماء (يعرف بالمذيب) وله طعم المادة المذابة به .

ويمكن تعريف ظاهرة النويان بأنها ظاهرة تلاشى جزيئات المادة الذائبة بين جزيئات المادة المذيبة بحيث يصبح المحلول متجانس .

ويلاحظ انه كلما زادت نسبة المواد الصلبة في الماء كلما قل معدل الاذابة الى ان تقف عملية النويان تماما عند درجة معينة من التركيز تعرف بدرجة التشبع وذلك على درجة حرارة الجو المحيط الا انه يمكن زيادة عملية الاذابة عن درجة التشبع هذه عن طريق رفع درجة حرارة المحلول المشبع ( حتى درجة الغليان كحد أقصى ) ويصبح المحلول في هذه الحالة فوق مشبع ولكن عند رجوعه الى درجة حرارته الاولى التي كان عليها فانه يطرد الكمية المذابة الزائدة والتي ترسب بدورها على هيئة بللورات .

### أهمية قياس توكيز المحاليل :

يعتبر قياس تركيز المحاليل السكرية والمحاليل الملحية المستعملة في عمليات التصنيع الغذائي أولى الخطوات التي يجب ان يعنى بها لاهميتها الكبيرة فعلى سبيل المثال :

١ - نجد ان المصانع تستهلك كميات كبيرة من السكر وحدث اى خطأ في القياس مقدارة ١٪ في تركيز السكر لمصنع يستهلك ١٠٠ طن سكر يسبب خسارة تصل الى ١٠٠٠ كيلوجرام سكر .

٢ - الخطأ في القياس يؤدي الى استخدام محاليل بتركيزات أقل من التركيز الخافض المفروض استعماله مما يؤدي الى فساد المنتجات المصنعة باستخدام هذه المحاليل.

٣ - كذلك نجد أن الخطأ في القياس يؤدي الى ان يصبح المنتج مخالفا للمواصفات القياسية والقوانين الغذائية وبالتالي التعرض الى العقوبات الخاصة بذلك بالاضافة الى انخفاض في درجة جودة المنتجات المصنعة .

### الاساس الذى تقوم عليها طرق التقدير المختلفة :

تعتمد طرق تقدير أو معرفة تركيز المحاليل المختلفة على اساس :

١ - تقدير كثافة المحاليل ويرجع ذلك لوجود علاقة بين كثافة محلول معين وتركيزه . فكثافة المحاليل السكرية أو الملحية تتناسب تناسب طردي مع تركيزها اما في حالة المحاليل الكحولية فان الكثافة تتناسب تناسب عكسى مع تركيزها .

٢ - قياس معامل انكسار الضوء .

## أولاً : الطرق المعتمدة على الكثافة :

قبل الكلام عن الطرق المستخدمة سنذكر كلمة مبسطة عن الكثافة والعلاقة بينها وبين الوزن النوعي حيث يعبر عن الكثافة بأنها كتلة وحدة الحجم وتميز بالجرام /سم<sup>٣</sup> تبعاً للنظام المتري أو رطل/ قدم<sup>٣</sup> تبعاً للنظام الانجليزي .

$$\text{أى أن الكثافة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$$

ونجد أن كثافة الماء = ١ جرام / سم<sup>٣</sup> على درجة حرارة ٤م° وأن كثافة السكر النقي = ١.٥٨٨ جرام/ سم<sup>٣</sup> على درجة حرارة ٢٥م° وكثافة كلوريد الصوديوم النقي = ١.١٦٥ جرام/سم<sup>٣</sup> على درجة حرارة ٢٥م° .

وحيث من الصعب تقدير الكثافة خاصة في حالة المواد الصلبة والغازية لذلك يفضل الاستعاضة عنها بتقدير الوزن النوعي وهو عبارة عن النسبة بين وزن حجم معين من المادة الى وزن نفس الحجم من الماء عند درجة حرارة محددة مع مراعاة ذكر درجة الحرارة التي يتم عندها تقدير الوزن النوعي حيث إن اختلاف درجات الحرارة يؤدي الى اختلاف في الوزن النوعي للمادة .

## العلاقة ما بين الوزن النوعي والكثافة :

الوزن النوعي عبارة عن وزن حجم معين من المادة منسوبا الى وزن نفس الحجم من الماء على درجة حرارة ٤م° أو أى درجة حرارة أخرى .

وزن حجم معين من المادة

$$\frac{\text{وزن حجم معين من المادة}}{\text{وزن نفس الحجم من الماء على درجة حرارة ٤م°}} = \text{الوزن النوعي}$$

حجم المادة × كثافة المادة

حجم الماء × كثافة الماء

$$\frac{ح \times ١}{ح \times ١}$$

$$\frac{ح \times ٢}{ح \times ٢}$$

وحيث أن الحجمين متساويين

$$\therefore \frac{\text{الوزن النوعي}}{\text{كثافة الماء}} = \text{كثافة المادة}$$

وحيث أن كثافة الماء = ١ على درجة حرارة ٤م .

$\therefore$  الوزن النوعي للمادة = كثافة المادة على درجة حرارة ٤م .

وقد وضعت جداول تبين العلاقة ما بين تركيزات المحاليل وكثافتها أو الوزن النوعي لها عند درجات الحرارة المختلفة . لذلك عند استخدامها يلزم تعديل القراءة تبعاً لاختلاف درجة حرارة الجو المحيط عن تلك المحددة في الجدول .

### ١ - قنينة الكثافة : Pycnometer

حيث تستخدم لتقدير كثافة المحلول وذلك عن طريق وزن حجم معين من السائل المراد معرفة كثافته ووزن حجم مماثل من الماء باستخدام قنينة كثافته ثابتة الحجم وذلك على درجة حرارة ثابتة .

### وصف القنينة :

عبارة عن وعاء نوا أحجام مختلفة ٥ سم ٣ ، ١٠ سم ٢ ، ٥٠٠ سم ٢ ، الخ على درجة حرارة معينة وإها غطاء به ثقب يسمح بمرور السائل الزائد عند ملا القنينة تماماً وقفلها ، وتوجد أنواع ذات غطاء مزود بترموتر لقياس درجة حرارة المحلول مباشرة .

ويوضح شكل (١) بعض الأنواع المستخدمة من قنينة الكثافة .

ويراعى عند تقدير الكثافة باستخدام هذه الطريقة ترك القنينة على درجة حرارة المعمل حتى تتساوى درجة حرارتها بمحتوياتها مع درجة حرارته .

ويمكن تلخيص خطوات العمل بها كما يلي :-

١ - وزن القنينة وهي فارغة ونظيفة وجافة (أ)

٢ - ملا القنينة بالماء المقطر مع عدم ترك أى فقائيع هوائية ثم يوضع الغطاء وتجفف من الخارج وتوزن (ب) .

٣ - تفرغ القنينة وتغسل بالسائل أو المحلول المراد معرفة وزنه النوعي عدة مرات ثم تملأ بهذا السائل أو المحلول وتوزن (ج) .

٤ - يحسب الوزن النوعي كما يلي :-

$$\text{الوزن النوعي} = \frac{\text{وزن حجم معين من المحلول}}{\text{وزن نفس الحجم من الماء}} \text{ على درجة حرارة ثابتة .}$$

$$= \frac{\text{(ج-١)}}{\text{(ب-١)}} \text{ على درجة حرارة ثابتة .}$$



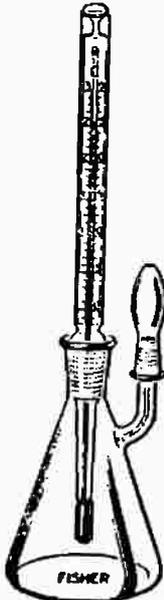
قنينة كثافة ذات

غطاء مشقوب



قنينة كثافة ذات غطاء

خارجي لمنع التبخر



قنينة كثافة مزودة بالترمومتر

وبها ذراع جانبي

شكل (١) انواع مختلفه من قنينة الكثافة

مثال :

فى تجربة لايجاد الوزن النوعى لمحلول سكرى كان وزن القنينة فارغة هو ٢٧٩٦٧١ جرام ووزنها بالماء المقطر هو ٧٨٢٢١٠ جرام ووزنها بالمحلول السكرى هو ٨٢٢٣٥١ جرام على نفس درجة الحرارة . احسب الوزن النوعى للمحلول السكرى .

الحل

$$\text{وزن المحلول السكرى} = ٨٢٢٣٥١ - ٢٧٩٦٧١ = ٥٤٢٦٨٠ \text{ جرام .}$$

$$\text{وزن الماء المقطر} = ٧٨٢٢١٠ - ٢٧٩٦٧١ = ٥٠٢٥٣٩ \text{ جرام .}$$

$$\text{الوزن النوعى} = \frac{٥٤٢٦٨٠}{٥٠٢٥٣٩} = ١٠٠٧٩٨ \text{ على درجة حرارة معينة .}$$

ب - **سيزان ويستفال** : Westphal balance

يعتمد عمل ميزان ويستفال على طريقة الاحلال وهى مبنية على قاعدة ارشميدس التى تقول " اذا غمر جسم فى سائل فثقله يلقى دفعا من أسفل الى اعلى بقوة تساوى وزن السائل المزاح .

أى أن :-

قوة الدفع من أسفل الى اعلى = وزن السائل المزاح .

= حجم السائل المزاح × كثافته .

وعلى هذا الامساس اذا أمكن قياس حجم السائل المزاح وقوة الدفع يمكن معرفة الكثافة

ومن المعلوم ان حجم السائل المزاح يساوى حجم الجسم المغمور .

فإذا كان حجم الجسم المغمور ٥سم<sup>٣</sup> يكون حجم السائل المزاح ٥سم<sup>٣</sup> واذا كان حجمالجسم المغمور ١٠سم<sup>٣</sup> يكون حجم السائل المزاح ١٠سم<sup>٣</sup> - وهكذا ولتعيين قوة الدفع من

اسفل الى اعلى يعتمد فى ذلك على قانون الروافع الذى ينص على أن :-

$$\text{القوة} \times \text{ذراعها} = \text{المقاومة} \times \text{ذراعها}$$

تركيب الجهاز :

يوضح شكل (٢) تركيب الجهاز وهو يتكون من :-

- ١ - حامل معدنى مزود بمسامير محواه للضبط الافقى .
- ٢ - عائق أحد طرفيه مقسم الى عشرة أقسام ويتحرك على منشور من العقيق مثبت فى الطرف العلوى للحامل وينتهى هذا الطرف بقلقة يعلق بها غاطس زجاجى ذو حجم معين وهو عادة ٢سم<sup>٣</sup> وبه ترمومتر لقياس درجة حرارة المحلول .
- ٣ - الطرف الاخر من العائق غير مدرج وبه مؤشر يتحرك أمام مؤشر آخر ثابت وعندما يكون المؤشران على خط واحد يكون الجهاز فى حالة اتزان .
- ٤ - خمسة رواكب من المعدن الراكب الاول والثانى وزن كل منهما ٥ جرام والراكب الثالث وزنه ٥ر جرام والراكب الرابع وزنه ٥ر٠٥ جرام اما الراكب الخامس فوزنه ٥ر٠٥٠ جرام .
- ٥ - مخبار يوضع به المحلول المراد تعيين وزنه النوعى أو كثافته وعلى أساس ان الميزان رافعة من النوع الثانى فالقوة فيها عبارة عن الاوزان أو الرواكب التى تعادل هذه القوة وعلى هذا يمكن استخدام قانون الروافع .

$$\text{القوة} \times \text{ذراعها} = \text{المقاومة} \times \text{ذراعها}$$

$$\text{قوة الدفع من أسفل لأعلى} \times \text{الذراع} = \text{المقاومة} \times \text{ذراعها}$$

$$\text{وزن السائل المزاح} \times \text{الذراع} = \text{المقاومة} \times \text{ذراعها}$$

$$\text{حجم السائل المزاح} \times \text{كثافته} \times \text{الذراع} = \text{المقاومة} \times \text{ذراعها}$$

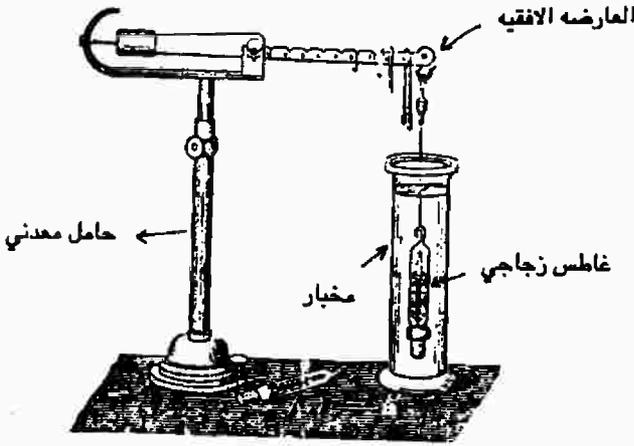
وحيث أن :

$$١ - \text{حجم الغاطس} = ٢سم^٣ \text{ وبالتالي فعند غمره يزيح } ٢سم^٣ \text{ من المحلول .}$$

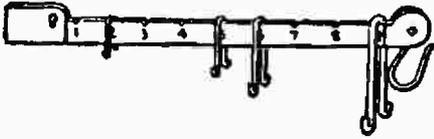
$$٢ - \text{وطول الذراع} = ١٠سم^٢ .$$

٣ - وأن المقاومة تمثل اوزان الرواكب المستعملة .

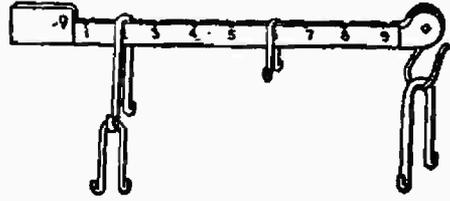
$$٥٠ \times \text{ث} = ١م \times ١ع + ٢م \times ٢ع + \dots + ن \times ن ع$$



شكل (٢) ميزان وستفال



٠,٩٦٥٢



١,٢٢٦٠

شكل (٣) قراءات الكثافة باستخدام ميزان وستفال

### طريقة العمل :

يمكن ذكر خطوات العمل في النقاط الآتية :-

- ١ - توضع العارضة أفقياً في حالة اتزان وذلك بمساعدة المؤشرين الخاصين لذلك .
- ٢ - يملأ المختبر بحجم مناسب من المحلول المختبر مع التأكد من خلو المحلول من أى مواد عالقة .
- ٣ - يعلق الغاطس في طرف العارضة بحيث ينغمر تماماً في المحلول المختبر وتسجل درجة حرارة المحلول ، ومن الطبيعي نجد أن الاتزان الأفقى للعارضة يختل نظراً للقوة التي يدفع بها الغاطس من أسفل الى أعلى ، ويجب التأكد من حرية حركة الميزان .

٤ - تستخدم الرواكب المعدنية وتوضع كلها أو عدد منها حتى تعود العارضة الى حالة الاتزان .

مثال :

أحسب كثافة المحلول باستخدام ميزان ويستقال اذا كان وضع الرواكب عند الاتزان

كما يلي :-

الراكب الاول على التدرج العاشر .

الراكب الثاني لم يستعمل .

الراكب الثالث على التدرج الخامس .

الراكب الرابع على التدرج الثاني .

الراكب الخامس على التدرج الأول .

الحل

∴ القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها

$$\therefore 10 \times 5 = 10 \times 5 + 5 \times 5 + 5 \times 0 + 2 \times 0.5 + 1 \times 0.05$$

$$50 = 50 + 25$$

$$50 = 25$$

$$50 = 25$$

$$\therefore 5 = \frac{25}{5} = 5 \text{ جرام / سم}^3$$

٥٠

كما يمكن ايجاد كثافة المحلول مباشرة نون اجراء العمليات الحسابية السابقة حيث يمكن استنتاج قيمة الكثافة من مواقع الرواكب شكل (٢) ويمكن توضيح ذلك بالنسبة للمثال السابق

كما يلي :-

الراكب الاول ووزنه ٥ جرام عند التدرج العاشر يدل على الرقم الصحيح الاول .

الراكب الثاني ووزنه ٥ جرام لم يستعمل يدل على الرقم العشري الاول .

الراكب الثالث ووزنه ٥ جرام عند التدرج الخامس يدل على الرقم العشري الثاني .

الراكب الرابع ووزنه ٥ ر جرام عند التدرج الثاني يدل على الرقم العشري الثالث .

الراكب الخامس ووزنه ٥٠ ر جرام عند التدرج الاول يدل على الرقم العشري الرابع .

وبالتالى فتكون قيمة الكثافة = ١٠٥٢٦ ر جرام / سم<sup>٣</sup>

والحصول على قيمة الكثافة بهذه الطريقة لابد أن يتبع الاتى فى وضع الراكب .

الراكب الاول لا يستعمل الا على التدرج العاشر اما بقية الراكب (الثانى حتى الخامس)

فتستعمل فى أى موضع من التدرج الاول حتى التدرج التاسع .

ومن معرفة قيمة الكثافة للمحلول يمكن الحصول على تركيزه باستخدام الجداول الخاصة

بذلك .

### ج - الأيدروميترات : Hydrometers

بنى عمل الايدروميترات على أساس قانون الطفو وهو انه اذا طفا جسم فوق سطح

سائل فان وزن الجسم يساوى وزن السائل الذى يزيحه الجزء المغمور من هذا الجسم فى

السائل .

أى أن وزن الجسم = وزن السائل المزاح = حجم السائل المزاح × كثافته .

وعلى ذلك اذا طفا الجسم فى سائلين مختلفين فى الكثافة وكان الحجم المزاح = ح فإن

$$١٢ \times ١٢ = ١٥ \times ٢٢$$

$$\frac{١٢}{١٢} = \frac{١٥}{٢٢} \text{ أو}$$

أى أن الحجم المزاح للسوائل المختلفة تتناسب مع كثافة هذه السوائل ونظراً لأن

الجسم ثابت فان الحجم المزاحه تتناسب مع العمق الذى ينغمر فى السائل وعلى هذا فإذا غمر

هذا الجسم فى سائلين مختلفين فى الكثافة فان مقدار ما ينغمر من الجسم فى كل منهما

يختلف باختلاف كثافة السائل ونظراً لأن كثافة المحاليل السكرية والملحية تتناسب تناسباً

طربياً مع تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية فانه كلما زادت كثافة السائل كلما كان الجزء

المغمور من الايدروميتر أقل والعكس صحيح وتساوى كثافة السائلين يعنى تسوى الجزء

المغمور .

## تركيب الأيدروميتر :

يوضح شكل (٤) تركيب الأيدروميتر وهو عبارة عن انبوبة زجاجية طويلة ملتصمة من الطرف العلوى الذى يحتوى بداخله على ورقة بها تدريج يبدأ من أعلى الى أسفل ( فى حالة المحاليل السكرية والملحية ) ومن أسفل الى أعلى ( فى حالة المحاليل الكحولية ) ويكتب على الورقة درجة حرارة التدرج . وتنتهى الأنبوبة من أسفل بانفتاحين العلوى منها يعرف بانفتاح العوام ( مملوء هواء ) للمساعدة على طفو الأيدروميتر والسفلى بنهاية ثقل من كرات الرصاص أو الزئبق أو أى مادة معدنية أخرى ويعرف بانفتاح الثقل لمساعدة الأيدروميتر على أن يأخذ وضعاً رأسياً فى المحلول المستعمل . ويحتوى الأيدروميتر بداخله على ترمومتر لقياس درجة حرارة المحلول أثناء عملية القياس .

## كيفية تدريج الأيدروميترات :

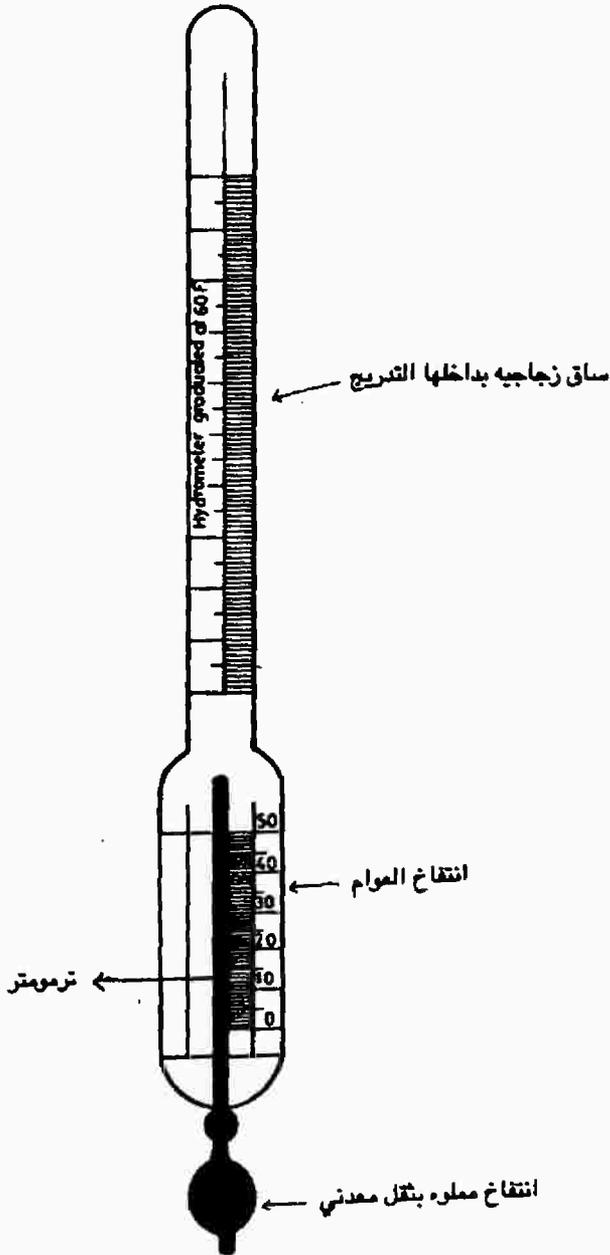
يتم تدريج الأيدروميتر باتباع الخطوات الآتية :

- ١ - يغمر الأيدروميتر فى مخبار بعد ملئه بالماء المقطر ويترك حر الحركة وعندما يثبت الأيدروميتر عن الحركة تعمل علامة الصفر على الساق الزجاجية .
- ٢ - يحضر محلول بتركيز معلوم وليكن ٥٪ بالضبط ويكرر غمر الأيدروميتر داخلة وعندما يثبت عن الحركة تعمل علامة أخرى على الساق الزجاجية .
- ٣ - يكرر العمل السابق ( خطوة ١ ) مع محلول ١٠/١٥ ، ٢٠/٢٠ ، وهكذا حتى آخر تدريج مطلوب .
- ٤ - تقسم المسافة بين كل علامة وما يليها الى أقسام متساوية .
- ٥ - تكون درجة الحرارة أثناء عملية التدرج على ساق الأيدروميتر .

## انواع الأيدروميترات :

هناك انواع عديدة من الأيدروميترات تختلف على حسب الغرض الذى تستخدم من اجله ويوضح شكل (٥) اهم الانواع وهى :

- ١ - ايدروميترات لقياس درجة تركيز المحاليل السكرية وتعرف باسم البالنج أو البركس .
- ٢ - ايدروميترات لقياس درجة تركيز المحاليل الملحية وتعرف باسم البوميه
- ٣ - ايدروميترات لقياس النسبة المئوية لدرجة تشبع المحاليل الملحية وتعرف باسم السالوميتر أو السالينوميتر .



شكل (4) تركيب الابدروميتر

٤ - ايدروميترات لقياس درجة تركيز المحاليل الكحولية وتعرف باسم ترالز .

٥ - ايدروميترات لقياس الوزن النوعي وتنقسم الى :-

أ - ايدروميترات تعطى الوزن النوعي للمحاليل التي كثافتها اكبر من الواحد الصحيح مثل المحاليل السكرية والملحية .

ب - ايدروميترات تعطى الوزن النوعي للمحاليل التي كثافتها أقل من الواحد الصحيح مثل المحاليل الكحولية والزيوت .

ومن معرفة الوزن النوعي يمكن معرفة ما يقابلها من درجات التركيز المنوية من الجداول الخاصه بذلك ( جدول ١ ) فمثلا نجد أن الوزن النوعي لمحلول ١٠٪ سكر ومحلول آخر ١٠٪ ملح على درجة حرارة ٢٠م هو ١,٠٣٩٩٨ ، ١,٠٧٤٠٤ ، على التوالي .

وبذلك يتضح انه رغم تساوى تركيز كل من المحلولين ( السكرى والملحى ) الا ان كثافة كل منهما مختلفة عن الاخر وعلى هذا فان الايدروميتر ينغمر فى كل منهما الى مسافة تتوقف على كثافة كل منهما وفى هذا المثال نجد ان المحلول الملحى الذى تركيزه ١٠٪ كثافته اكبر من المحلول السكرى وبناء على ذلك نجد ان انغمار الايدروميتر يكون اقل منه فى المحلول الملحى عن المحلول السكرى .

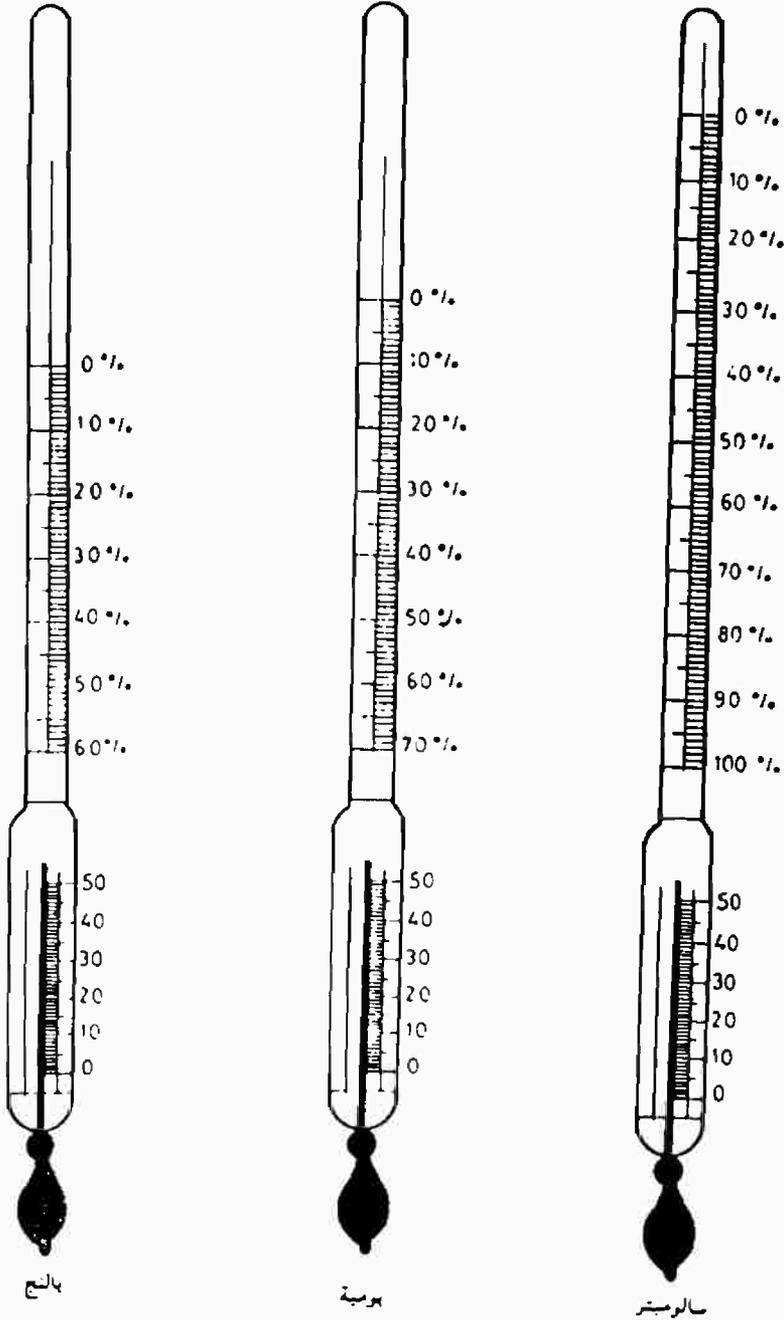
٦- ايدروميترات لقياس التركيز والوزن النوعي معا ويطلق عليها ثرموهيدروميتر Thermohydrometer .

وفيما يلى شرح مبسط لاهم الايدروميترات المستخدمة فى التصنيع الغذائى :-

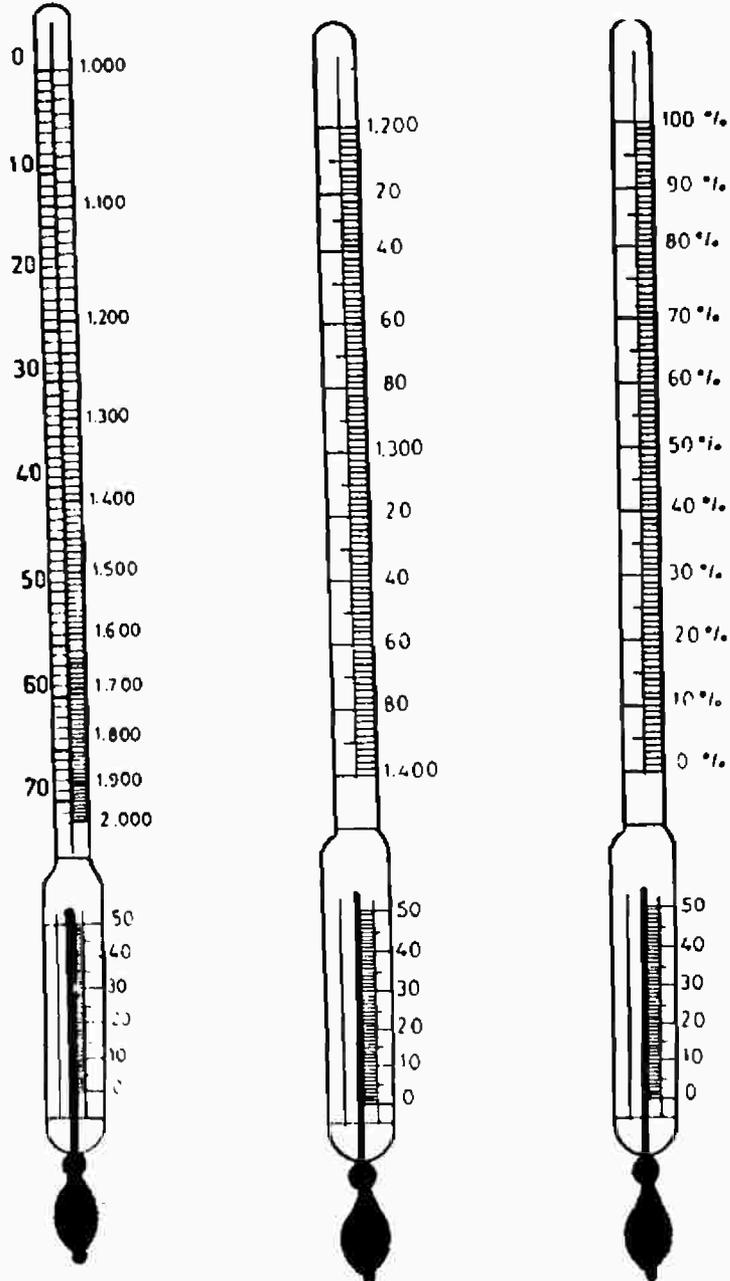
### ١ - ايدروميترات لقياس درجة توكيز المحاليل السكرية :

وتشمل ايدروميتر البالنج او البركس Balling or Brix وهما مستخدمان فى قياس درجة تركيز المحاليل السكرية مباشرة وتبين القراءة النسب المنوية للسكر بالوزن بمعنى ان الدرجة الواحدة من تدريجه تمثل ١ جرام من السكروز النقى مذابة فى ١٠٠ جرام محلول .

وساقه مدرجه من اعلى الى اسفل لانه كلما زاد تركيز المحلول زادت تبعاً له الكثافة مما يؤدي الى ان يطفو الايدروميتر بمعدل اكبر وبالتالي تزداد قراءة الايدروميتر . ويفضل عدم استخدامها فى محاليل سكرية يزيد تركيزها عن ٤٠٪ لزيادة لزوجة المحلول مما يؤدي الى عدم انغماره فيها الى الحد الحقيقى لذلك يجب أن تخفف هذه المحاليل ثم تستخدم



شكل (5) انواع مختلفة من الابدروميترات



الوزن النوعي مع التركيز

الوزن النوعي

تراز

تابع شكل (8) انواع مختلفة من الاهدروميترات

جدول (١) العلاقة بين قراءات أيسنميتري الباناج والبيعية والوزن النوعي لحاميل السكونز على درجة حرارة ٢٠م

قراءة البيعية	الوزن النوعي	قراءة الباناج أو/السكونز بالوزن	قراءة البيعية	الوزن النوعي	قراءة الباناج أو السكونز بالوزن
٧٢٤	١٠٠٥٢٥٢	١٣	٥٦	١٠٠٣٨٩	١
٧٧٨	١٠٠٥١٣٧	١٤	١١٢	١٠٠٧٣٩	٢
٨٢٤	١٠٠٦١٠٤	١٥	١٦٨	١٠٠١١٧٢	٣
٨٧٨	١٠٠٦٥٣٤	١٦	٢٢٤	١٠٠١٥٦٧	٤
٩٤٥	١٠٠٦٩٦٨	١٧	٢٧٩	١٠٠١٩٦٥	٥
١٠٠٠	١٠٠٧٤٠٤	١٨	٣٣٥	١٠٠٢٣٦٦	٦
١٠٠٥٥	١٠٠٧٨٤٤	١٩	٣٩١	١٠٠٢٧٧٠	٧
١١١٠	١٠٠٨٢٨٧	٢٠	٤٤٦	١٠٠٣١٧٩	٨
١١٦٥	١٠٠٨٧٣٣	٢١	٥٠٢	١٠٠٣٥٨١	٩
١٢٢٠	١٠٠٩١٨٣	٢٢	٥٥٧	١٠٠٣٩٩٨	١٠
١٢٧٤	١٠٠٩٦٦٦	٢٣	٦١٣	١٠٠٤٤١٣	١١
١٣٢٩	١٠١٠٠٩٢	٢٤	٦٦٨	١٠٠٤٨٣١	١٢

تابع جدول (١) العلاقة بين قراءات أيدروميترى البالنج والبوية والوزن النوعي لسوائل السكرند على درجة حرارة ٢٠م

قراءة البوية	الوزن النوعي	قراءة البالنج أو/السكرند بالوزن	قراءة البوية	الوزن النوعي	قراءة البالنج أو السكرند بالوزن
٢٠٣٥	١١٦٣٢٩	٢٧	١٣٨٤	١٠٠٥٥١	٢٥
٢٠٣٨٩	١١٦٨٣٣	٢٨	١٤٣٩	١١١٠١٤	٢٦
٢١٢٤٢	١١٧٣٤١	٢٩	١٤٩٣	١١١٤٨٠	٢٧
٢١٩١٧	١١٧٨٥٢	٤٠	١٥٤٨	١١١٩٤٩	٢٨
٢٢٥٠	١١٨٣٦٨	٤١	١٦٠٢	١١٢٤٢٢	٢٩
٢٣٠٤	١١٨٨٨٧	٤٢	١٦٥٧	١١٢٨٩٨	٣٠
٢٣٥٧	١١٩٤١٠	٤٣	١٧١١	١١٣٣٧٨	٣١
٢٤١٠	١١٩٩٣٦	٤٤	١٧٦٥	١١٣٨٦١	٣٢
٢٤٦٣	١٢٠٤٦٧	٤٥	١٨١٩	١١٤٣٤٧	٣٣
٢٥١٧	١٢١٠٠١	٤٦	١٨٧٣	١١٤٨٣٧	٣٤
٢٥٧٠	١٢١٥٢٨	٤٧	١٩٢٨	١١٥٣٢١	٣٥
٢٦٢٣	١٢٢٠٨٠	٤٨	١٩٨١	١١٥٨٢٨	٣٦
٢٦٧٥	١٢٢٦٢٥	٤٩			

تابع جدول (١) العلاقة بين قراءات أيدروميترى البائع والبيعية والوزن الفهمي لمحايل السككوند على درجة حرارة ٢٠م

قراءة البيعية	الوزن الفهمي	قراءة البائع أو/السككوند بالوزن	قراءة البيعية	الوزن الفهمي	قراءة البائع أو /السككوند بالوزن
٢٤ر٠٢	١٢٠٠٥٧	٦٣	٢٧ر٢٨	١٢٣١٧٤	٥٠
٢٤ر٥٢	١٢١١٢٦٠	٦٤	٢٧ر٨١	١٢٣٢٧٧	٥١
٢٥ر٠٤	١٢١٨٦٦١	٦٥	٢٨ر٢٣	١٢٤٢٨٤	٥٢
٢٥ر٥٥	١٢٢٤٧٩	٦٦	٢٨ر٨٩	١٢٤٨٤٤	٥٣
٢٦ر٠٥	١٢٣٠٩٠	٦٧	٢٩ر٢٨	١٢٥٤٠٨	٥٤
٢٦ر٥٥	١٢٣٧٠٨	٦٨	٢٩ر٩٠	١٢٥٩١٦	٥٥
٢٧ر٠٦	١٢٤٣٣٠	٦٩	٣٠ر٤٢	١٢٦٥٤٨	٥٦
٢٧ر٥٦	١٢٤٩٥٦	٧٠	٣٠ر٩٤	١٢٧١٢٣	٥٧
٢٨ر٠٦	١٢٥٥٥٥	٧١	٣١ر٤٩	١٢٧٧٠٣	٥٨
٢٨ر٥٥	١٢٦٢١٨	٧٢	٣١ر٩٧	١٢٨٢٨٦	٥٩
٢٩ر٠٥	١٢٦٨٥٦	٧٣	٣٢ر٤٩	١٢٨٨٨٣	٦٠
٢٩ر٥٤	١٢٧٤٩٦	٧٤	٣٣ر٠٠	١٢٩٤٦٤	٦١
٤٠ر٠٣	١٢٨١٤١	٧٥	٣٣ر٥١	١٣٠٠٥٩	٦٢

تابع جدول (١) العلاقة بين قراءات أيدروميترى البائع والبيعية والوزن النوعي لحايل السكوكز على درجة حرارة ٢٠م

قراءة البيعية	الوزن النوعي	قراءة البائع أو /السكوكز بالوزن	قراءة البيعية	الوزن النوعي	قراءة البائع أو /السكوكز بالوزن
٤٩٧٣	١٤٧٥٥٩	٨٩	٤٠٥٣	١٣٨٧٩٠	٧٦
٤٧٣٠	١٤٨٣٥٩	٩٠	٤١٠١	١٣٩٤٤٣	٧٧
٤٧٦٦	١٤٨٩١٣	٩١	٤١٥٠	١٤٠٠٩٨	٧٨
٤٨١٢	١٤٩٦٧١	٩٢	٤١٩٩	١٤٠٧٥٨	٧٩
٤٨٥٨	١٥٠٣٨١	٩٣	٤٢٤٧	١٤١٤٣١	٨٠
٤٩٠٣	١٥١٠٩٦	٩٤	٤٢٩٥	١٤٢٠٨٨	٨١
٤٩٤٩	١٥١٨١٤	٩٥	٤٣٤٣	١٤٢٧٥٩	٨٢
٤٩٩٤	١٥٢٥٣٥	٩٦	٤٣٩١	١٤٣٤٣٤	٨٣
٥٠٣٩	١٥٣٢٦٠	٩٧	٤٤٤٤	١٤٤١١٢	٨٤
٥٠٨٤	١٥٣٩٨٨	٩٨	٤٤٨٦	١٤٤٧٩٤	٨٥
٥١٢٨	١٥٤٧١٩	٩٩	٤٥٣٣	١٤٥٤٨٠	٨٦
٥١٧٣	١٥٥٤٥٤	١٠٠	٤٥٨٠	١٤٦١٧٠	٨٧
			٤٦٢٧	١٤٦٨٦٢	٨٨

الايدروميترات في القياس وتضرب قيمة القراءة المتحصل عليها في معامل التخفيف للحصول على التركيز الحقيقي .

ويختلف ايدروميتر البالنج عن ايدروميتر البركس في أن الاول مدرج على درجة حرارة ١٧م أما الثاني مدرج على درجة حرارة ٦٠ف .

من المعلوم ان الكثافة تتأثر بنسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية الموجودة في المحلول وعلى ذلك فان استخدام الايدروميتر في قياس تركيز السكر في عصائر الفاكهة أو الخضروات لا يدل على النسبة المئوية الصحيحة لان درجة التركيز الناتجة تدل على درجة تركيز محلول سكري مكون من السكروز النقي والماء تتساوى كثافته مع كثافة العصير ولكنها لا تدل على درجة تركيز المواد السكرية الموجودة بالعصير على حدة نظراً لاحتواء العصير الى جانب المواد السكرية على املاح ذائبة واحماض عضوية كحامض ستريك وفيتامينات ٠٠ الخ مثل هذه المواد تؤثر على كثافة المحلول ولزوجته وبالتالي على قراءة الايدروميتر اى ان قراءة الايدروميتر في هذه الحالة لا تمثل المواد السكرية فقط وانما المواد الصلبة الذائبة السكرية وغير السكرية وعلى ذلك يجب طرح نسبة المواد الصلبة الذائبة غير السكرية من قراءة الايدروميتر وعادة تصل نسبة المواد الصلبة الذائبة غير السكرية في عصير الموالح الى حوالي ٢٪ .

## ٢ - ايدروميترات قياس درجة تركيز المحاليل الملحية :

وهذه تشمل ايدروميتر البومية Baume حيث يعطى النسبة المئوية مباشرة ، ومدرج على درجة حرارة ٦٠ف وتدرجة من اعلى الى اسفل . وتعبّر كل درجة من البومية عن ١ جرام من كلوريد الصوديوم النقي مذابة في ١٠٠ جرام محلول ملحي وعلى الرغم من ان اقصى درجة تركيز يصل اليها المحلول الملحي هي ٢٦.٥٪ على درجة حرارة ٢٥م وتزداد بالقلبان الى ان تصل ٢٩٪ نجد ان ايدروميترات البومية مدرجة من صفر الى ٧٠ بومية حيث تستعمل في مصانع الزيوت والدهون وذلك لقياس درجة تركيز محاليل الصودا الكاوية اثناء اجراء عمليات المعادلة للاحماض الدهنية المنفردة من الزيت الخام .

ويمكن حساب قيمة الوزن النوعي من قراءة البومية باستخدام المعادلة الاتية مع المحاليل التي كثافتها اكبر من ١

١٤٥

$$\frac{145}{\text{الوزن النوعي على درجة حرارة } 60\text{ف}} - 145 =$$

اما في حالة المحاليل التي كثافتها أقل من ١

$$\text{البومية} = \frac{١٤٠}{١٣٠} = \text{الوزن النوعي على درجة حرارة } ٦٠\text{ف}$$

### ٣ - ايدروميترات قياس النسبة المئوية لدرجة تشبع المحاليل الملحية :

وهذه تشمل ايدروميتر السالوميتر او السالينوميتر Salometer or Salinometer ويستخدم في قياس النسبة المئوية لدرجة تشبع المحاليل الملحية وهو مدرج على درجة حرارة ٦٠ف وساقه مدرجة من صفر الى ١٠٠ ويدل صفر تدريجه على ان السائل المختبر هو الماء المقطر كما تدل قراءة ١٠٠ على ان السائل المختبر هو محول ملحي مشبع .

∴ درجة تركيز المحلول المشبع للملح هي ٢٦٫٥٪

∴ ١٠٠ درجة سالوميتر = ٢٦٫٥ بومية

**العلاقة ما بين قراءات ايدروميتر البومية و ايدروميتر السالوميتر :**

∴ ٢٦٫٥ درجة بومية = ١٠٠ درجة سالوميتر

∴ ١ درجة بومية = x

$$\therefore x = \frac{١ \times ١٠٠}{٢٦٫٥} = ٣٫٧٧$$

الا أنه تجوزنا نعتبر أن :

كل ١ درجة بومية = ٤ درجة سالوميتر

**العلاقة ما بين قراءات ايدروميترات المحاليل السكرية والملحية :**

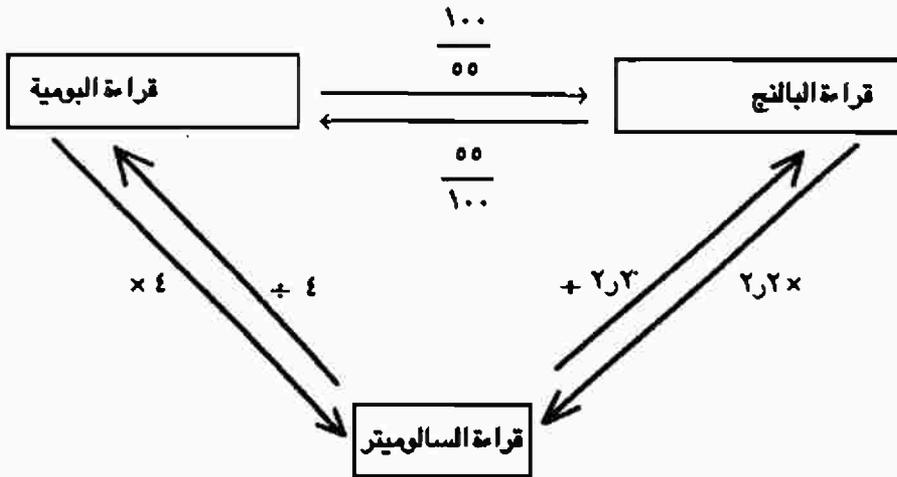
يمكن معرفة تركيز المحاليل السكرية عن طريق استخدام ايدروميتر البومية أو السالوميتر

كما يمكن معرفة تركيز المحاليل الملحية باستخدام ايدروميتر البائع وذلك باستخدام العلاقات

بين قراءات الايدروميترات التي تلخص فيما يلي :

كل ١ درجة بالنج = ٥٥ درجة بومية = ٢٫٢ درجة سالوميتر

كل ١ درجة بومية =  $\frac{١٠٠}{٥٥}$  درجة بالنج = ٤ درجة سالوميتر



#### ٤ - ايدروميترات قياس درجة تركيز المحاليل الكحولية :

وهذه تشمل ايدروميتر ترالز Tralz وتدل قراءته على عدد الاجزاء من الكحول المطلق الموجودة بالسائل الكحولى ونظراً لان كثافة المحاليل الكحولية تتناسب تناسبا عكسيا مع تركيزها أى كلما زاد تركيز المحلول الكحولى كلما قلت كثافته وعلى هذا فان الايدروميتر يزداد انغماره فى المحاليل الكحوليه كلما زاد تركيزها . لذلك يتم تدريج الايدروميتر من اسفل الى اعلى . وساقه مدرجة من صفر الى ١٠٠ .

#### التصحيح الحرارى :

تعتبر درجة الحرارة من اهم العوامل المؤثرة على قراءة الايدروميتر حيث يتأثر الوزن النوعى للسوائل بدرجة حرارتها لذلك يجرى التصحيح الحرارى لقراءة الايدروميترات فى حالة استخدامها فى القياس على درجات حرارة غير المدرجة عليها ويرجع ذلك الى انه فى حالة القياس على درجة حرارة اعلى من الدرجة التى درج عليها (ارتفاع فى درجة الحرارة) يؤدى هذا الى زيادة الحجم وقلّة الكثافة وبالتالي انخفاض فى اللزوجة مما يؤدى الى زيادة الجزء المغمور من الايدروميتر وانخفاض فى قيمة القراءة عن القراءه الحقيقية ومن هنا نرى انه للحصول على القراءه الصحيحه لا بد من اضافة قيمة التصحيح الحرارى . اما فى حالة القياس على درجة حرارة اقل من الدرجة التى درج عليها (انخفاض فى درجة الحرارة) يؤدى هذا الى نقص الحجم وزيادة الكثافة وبالتالي زيادة اللزوجة مما يؤدى الى قلّة الجزء المغمور من الايدروميتر وبالتالي زيادة فى قيمة القراءة عن القراءه الحقيقية . ومن هذا نرى انه للحصول على القراءه الصحيحه لا بد من طرح قيمه التصحيح الحرارى .

كما تتأثر قيمة التصحيح الحرارى باختلاف تركيز المحلول المقاس . لذلك وضعت جداول يمكن استخدامها لتحديد قيمة التصحيح الحرارى او التركيز الحقيقى للمحلول عند قياس تركيزه على درجات حرارة اعلى او اقل من التى تم تدريج الايدروميتر عليها ، يوضح هذا الكلام جدول (٢) فمثلا محلول سكرى تركيزه ١٠٪ على درجة الحرارة القياسيه (٦٢ف) عند قياس تركيزه على درجة حرارة اخرى (٩٠ف) نجد ان القراءة فى هذه الحالة تنخفض الى ٩٠.٢٪ لذلك لا بد من اضافة قيمة التصحيح الحرارى ومقدارها ٩٨ر للحصول على التركيز الحقيقى للمحلول ولتوضيح تأثير اختلاف التركيز نجد ان المحلول السكرى تركيزه ٢٥٪ عند قياسه على نفس درجات الحرارة السابقة تكون قيمة التعديل الحرارى له ١٠٨ر .

### الاحتياطات الواجب مراعاتها عند استخدام الايدروميترات فى قياس تركيز المحاليل او الوزن النوعى لها :

يمكن تلخيص اهم الاحتياطات الواجب مراعاتها عند اجراء عملية القياس باستخدام الايدروميتر فى النقاط الاتية :

- ١ - التأكد من ان الايدروميتر مضبوط التدريج . وذلك باستخدامه فى قياس الماء المقطر لبيان صفر تدريجه .
- ٢ - التأكد من صفاء المحلول المختبر وخلوه من الشوائب أو المواد العالقه الصلبة .
- ٣ - مزج المحلول جيداً قبل اخذ عينة الاختبار منه .
- ٤ - استخدام مخبر نظيف وجاف وبطول مناسب لوضع العينة به .
- ٥ - امالة المخبار حوالى ٤٥ درجة وملئه بالعينة ببطء بحيث يسيل المحلول على جوانب المخبار الداخلية وحتى لا تتكون فقاعات هوائية ترفع الايدروميتر وبالتالي تغير من القراءة ولا تكون مطابقة للواقع .
- ٦ - يجب ملاء المخبار لقرب نهايته واسقاط الايدروميتر باحتراس وبحركة دائرية بسيطة.

جدول (٢) التصحيح الموزع لمعايير السكن

التوزيع الحقيقي لمعايير السكن بين الناتج										
درجة المصارفة	٧٥	٧٠	٦٠	٥٠	٤٠	٣٠	٢٥	٢٠	١٥	١٠
درجة	مقايير الناتج على درجة حرارة القياس									
٣٢	٧٦٢٢٩	٧١٢٥	٦١٢٢٢	١١١٥١	٤٠٦١٨	٢٠٦٨٢	٢٥٦٧٢	٢٠٦١٢	١٥٥٥٣	١٠٤٤١
٤١	٧٥٦٩٤	٧٠٦٩١	٦٠٦٨٨	٥٠٦٨٠	٤٠٦٧٥	٢٠٦٥٥	٢٥٥٥٩	٢٠٥٥٢	١٥٤٤٩	١٠٦٣٧
٥٠	٧٥٦١١	٧٠٥٥٨	٦٠٥٥٤	٥٠٥٥٠	٤٠٦٤٩	٢٠٦٤٢	٢٥٦٣٩	٢٠٦٣٦	١٥٦٣٣	١٠٦٢٩
٥٤	٧٥٤٤٦	٧٠٤٤٢	٦٠٤٤٠	٥٠٦٣٦	٤٠٦٣٤	٢٠٦٢١	٢٥٦٢٩	٢٠٦٢٦	١٥٦٢٤	١٠٦٢٢
٥٧	٧٥٦٣٢	٧٠٦٢٨	٦٠٦٢٦	٥٠٦٢٣	٤٠٦٢٢	٢٠٦٢١	٢٥٦١٩	٢٠٦١٨	١٥٦١٧	١٠٦١٦
٦١	٧٥٦١٨	٧٠٦١٦	٦٠٦١٤	٥٠٦١٢	٤٠٦١٢	٢٠٦١١	٢٥٦١٠	٢٠٦١٠	١٥٦١٩	١٠٦٠٨
٦٢	٧٥٦٠٦	٧٠٦٠٥	٦٠٦٠٥	٥٠٦٠٤	٤٠٦٠٤	٢٠٦٠٤	٢٥٦٠٤	٢٠٦٠٣	١٥٦٠٣	١٠٦٠٣
٦٣	٧٥٥٠٠	٧٠٥٠٠	٦٠٥٠٠	٥٠٥٠٠	٤٠٥٠٠	٢٠٥٠٠	٢٥٥٠٠	٢٠٥٠٠	١٥٥٠٠	١٠٥٠٠

تابع جدول (٢) التصحيح الحراري لمعايير السكون

التوزيع الحقيقي لمعايير السكون بالبنائج										
درجة الحرارة	١٠	١٥	٢٠	٢٥	٣٠	٤٠	٥٠	٦٠	٧٠	٧٥
درجة الحرارة	١٠	١٥	٢٠	٢٥	٣٠	٤٠	٥٠	٦٠	٧٠	٧٥
متراصة البنائج على درجة حرارة القياس	٩٠٢	٩١٧	٩١٧	٩١٧	٩١٧	٩١٧	٩١٧	٩١٧	٩١٧	٩١٨
٦٤	٩١٧	٩١٧	٩١٧	٩١٧	٩١٧	٩١٧	٩١٧	٩١٧	٩١٧	٩١٨
٦٨	٩١٢	٩١١	٩١١	٩١٠	٩١٠	٩١٠	٩١٠	٩١٠	٩١٢	٩١٤
٧٢	٩٧١	٩٦٩	٩٦٩	٩٦٨	٩٦٨	٩٦٧	٩٦٦	٩٦٨	٩٧١	٩٧٥
٧٥	٩٥٩	٩٥٧	٩٥٦	٩٥٤	٩٥٤	٩٥٣	٩٥٠	٩٥٤	٩٥٧	٩٦٠
٧٩	٩٤٦	٩٤٤	٩٤٢	٩٤٠	٩٣٩	٩٣٨	٩٣٤	٩٣٨	٩٤٢	٩٤٥
٨٢	٩٣٢	٩٣٠	٩٢٨	٩٢٤	٩٢٤	٩٢٢	٩١٨	٩٢٢	٩٢٨	٩٣٩
٨٦	٩١٨	٩١٣	٩١٨	٩١٨	٩١٦	٩١٢	٩١٠	٩١٢	٩١٢	٩١٤
٩٠	٩٠٢	٩١١	٩١٧	٩١٢	٩١٢	٩١٠	٩٠٨	٩١٠	٩١٧	٩٢٠

تابع جدول (٢) التمسح المراري لحايل السكونز

التركيز الحقيقي لحايل السكونز بالنانج										درجة الحرارة
٧٥	٧٠	٦٠	٥٠	٤٠	٣٠	٢٥	٢٠	١٥	١٠	
ملاحظة: قراءة النانج على درجة حرارة القياس										فت
٣٣٨٣	٦٨٨١	٣٧٧٤	٤٨٧٠	٣٨٧٢	٢٨٨٦	٢٣٣٦	١٨٧٩	١٣٨٤	٨٨٦	٩٣
٣٣٦٧	٦٨٦٥	٥٨٥٨	٤٨٥٣	٣٨٥٤	٢٨٥٩	٢٣٥٩	١٨٦٢	١٣٦٧	٨٦٨	٩٧
٣٣٥١	٦٨٤٩	٥٨٤٠	٤٨٣٥	٣٨٣٦	٢٨٤١	٢٣٤١	١٨٤٥	١٣٤٩	٨٥١	١٠٠
٣٣٣٥	٦٨٣١	٥٨٢٢	٤٨١٧	٣٨١٨	٢٨٢١	٢٣٢١	١٨٢٧	١٣٢٩	٨٣٣	١٠٤
٣٣١٩	٦٨١٥	٥٨٠٤	٤٧٩٩	٣٨٠٠	٢٨٠١	٢٣٠١	١٨٠٧	١٣١١	٨١٤	١٠٨
٣٣١١	٦٨٠٧	٥٧٩٥	٤٧٩٠	٣٧٩٠	٢٧٩١	٢٢٩١	١٧٩٧	١٣٠١	٨٠٤	١١٠
٣٣٠٣	٦٧٩٨	٥٧٨٦	٤٧٨١	٣٧٨٠	٢٧٨١	٢٢٨١	١٧٨٧	١٢٩٩	٧٩٤	١١٢
٣٢٩٧	٦٧٩٠	٥٧٦٨	٤٧٦١	٣٧٦٠	٢٧٦١	٢٢٦١	١٧٦٦	١٢٧٠	٧٨٣	١١٥

تابع جدول (٢) التجميع المرادى لحايل السكنى

التركيز الحقيقي لحايل السكنى بالياتج										درجة السرارة
٧٥	٧٠	٦٠	٥٠	٤٠	٣٠	٢٥	٢٠	١٥	١٠	
قراءة الياتج على درجة حرارة القياس										ق
٧٢٢٦	٦٧٧١	٥٧٥٩	٤٧٥١	٣٧٥٠	٢٧٥١	٢٢٥١	١٧٥٥	١٢٥٩	٧٦٢	١١٧
٧٢٧٥	٦٧٦٢	٥٧٥٠	٤٧٤١	٣٧٤٠	٢٧٤١	٢٢٤١	١٧٤٦	١٢٤٨	٧٥١	١١٩
٧٢٥٨	٦٧٥٣	٥٧٤٠	٤٧٣١	٣٧٣٠	٢٧٣١	٢٢٣١	١٧٣٣	١٢٣٧	٧٤٠	١٢١
٧٢٤٩	٦٧٤٤	٥٧٣٠	٤٧٢١	٣٧٢٠	٢٧٢٠	٢٢٢٠	١٧٢٢	١٢٣٦	٧٢٩	١٢٢
٧٢٤٠	٦٧٣٥	٥٧٢٠	٤٧١١	٣٧٠٩	٢٧١٠	٢٢١٠	١٧١١	١٢١٦	٧١٩	١٢٤
٧٢٣١	٦٧٢٦	٥٧١٠	٤٧٠١	٣٦٩٨	٢٦٩٩	٢١٩٩	١٧٠٠	١٢٠٦	٧٠٨	١٢٦
٧٢٢٢	٦٧١٧	٥٧٠٠	٤٦٩١	٣٦٨٧	٢٦٨٨	٢١٨٨	١٦٨٩	١١٩٦	٦٩٧	١٢٨
٧٢١٣	٦٧٠٨	٥٦٩٠	٤٦٨١	٣٦٧٦	٢٦٧٧	٢١٧٧	١٦٧٨	١١٨٥	٦٨٦	١٣٠

تابع جدول (٢) التصحيح المرادى لحايل السكوند

التكرير الحقيقي لحايل السكوند بالبالغ										درجة
قراءة البالنج على درجة حرارة القياس										المرارة
٧٥	٧٠	٦٠	٥٠	٤٠	٣٠	٢٥	٢٠	١٥	١٠	ف
٧٢٣٠٤	٦٧٣٠٠	٥٦٨٠	٤٦٧٠	٣٦٧١	٢٦٦٧	٢١٦٧	١٦٦٧	١١٧٤	٦٧٤	١٣١
٧١٩٥	٦٦٩١١	٥٦٧٠	٤٦٦١١	٣٦٥٤	٢٦٥٦	٢١٥٦	١٦٥٦	١١٦١١	٦٦١	١٣٣
٧١٨٦	٦٦٨٨٢	٥٦٦٠	٤٦٥٧	٣٦٤٣	٢٦٤٥	٢١٤٥	١٦٤٥	١١٤٨	٦٤٨	١٣٥
٧١٧٧	٦٦٧٣٣	٥٦٥٦	٤٦٤٠	٣٦٣٢	٢٦٣٤	٢١٣٤	١٦٣٤	١١٣٦	٦٣٦	١٣٧
٧١٦٨	٦٦٦٥	٥٦٤٠	٤٦٣٩	٣٦٢١	٢٦٢٣	٢١٢٣	١٦٢٣	١١٢٤	٦٢٤	١٣٩
٧١٥٩	٦٦٥٥٧	٥٦٣٠	٤٦١٨	٣٦١٠	٢٦١٢	٢١١٢	١٦١٢	١١١٢	٦١٨	١٤٠
٧١١٢	٦٦٣٠٥	٥٥٣٩	٤٥٦٤	٣٥٥٢	٢٥٥١	٢٠٤٩	١٥٤٩	١٠٤٦	٥٤٧	١٤٩

تابع جدول (٧) التصحيح الحراري لمخابيل السكنون

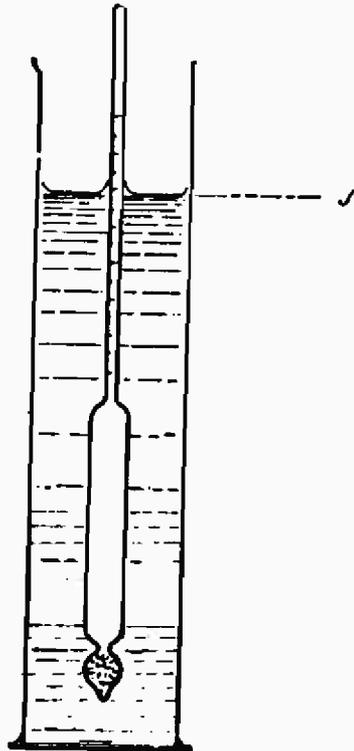
التوزيع الحقيقي لمخابيل السكنون بالمناطق										
درجة الحرارة	٧٥	٧٠	٦٠	٥٠	٤٠	٣٠	٢٥	٢٠	١٥	١٠
°	قراءة البالنج على درجة حرارة القياس									
١٥٨	٦٥٧٣	٥٥٤٦٨	٤٤٥١٠	٣٤٤٩٤	٢٤٤٩٠	١٩٤٨٧	١٤٤٨٦	٩٤٨٠	٤٤٨٢	١٥٨
١٦٧	٦٥٤٠١	٥٤٤٧٣	٤٤٤٥٧	٣٤٤٣٤	٢٤٤٣٦	١٩٤٢١	١٤٤١٦	٩٤١٠	٤٤٠٠	١٦٧
١٧٦	٦٤٤٥٠	٥٣٤٦١	٤٣٤٩٤	٣٣٤٧٤	٢٣٤٦٢	١٨٤٥٤	١٣٤٤٦	٨٤٦١	٣٤٢٨	١٧٦
١٨٥	٦٣٤٩٦	٥٣٤١٨	٤٣٤٣٢	٣٣٤٠٨	٢٣٤٩٠	١٧٤٧٩	١٢٤٧٠	٧٤٦٢	٢٤٥٦	١٨٥
١٩٤	٦٣٤٤٢	٥٣٤٠٤	٤٣٤٧٠	٣٣٤٤٢	٢٣٤١٥	١٧٤٠٢	١١٤٩٤	٦٤٨٤	١٧٤٤	١٩٤
٢٠٣	٦٢٤٨٣	٥٣٤٤١	٤٣٤٠٣	٣١٤٦٥	٢١٤٢٩	١٦٤٣٣	١١٤١١	٥٤٩٨	١٠٤٨٦	٢٠٣
٢١٢	٦١٤٥٨	٥٣٤٧٨	٤١٤٢٦	٣٠٤١٧	٢٠٤٦١	١٥٤٤٦	١٠٤٣٨	٥٤١٢	١٠٤٠١	٢١٢

٧ - يجب ان يكون الايدروميتر حرا فى حركته بالمحلول وغير ملتصق بجوانب المخبار اثنا-  
القراءة .

٨ - يجب ان يوضع المخبار فوق سطح أفقى تماما وعدم أخذ القراءة الا بعد سكون حركة  
الايدروميتر ويقرأ التدرج المقابل للقاع المقعر من سطح السائل وفى مستوى النظر تماما.  
(شكل ٦).

٩ - عند استخدام الايدروميترات فى محاليل محتوية على غازات كالمياه الغازية يراعى تسخين  
المحلول لطرد الغازات حيث أن وجودها يعمل على رفع الايدروميتر عن وضعه المناسب ثم  
تؤخذ القراءة بعد ان يبرد المحلول .

١٠ - قياس درجة حرارة المحلول واجراء التعديل الحرارى اذا لزم الامر .



شكل (٦) موضع القراءة الصحيحه عند القياس باستخدام الايدروميتر (ر)

### مميزات استعمال طريقة الايدرو هيترات :

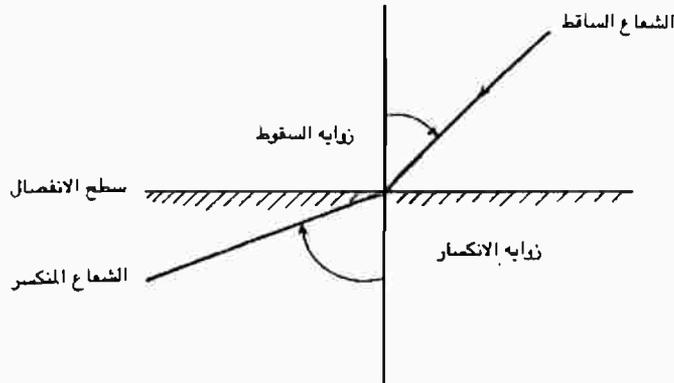
- ١ - سهولة وسريمة ولا تحتاج الى خبرة .
- ٢ - تقى بالفرض المطلوب فى كثير من العمليات التصنيعية .
- ٣ - يمكن استخدام ايدروميتر واحد لقياس تركيز المحاليل السكرية والملحية كما يمكن تقدير الوزن النوعى لها بعد عمليات التحويل السابق شرحها أو استخدام جداول خاصة لذلك .

### عيوب استعمال طريقة الايدرو هيترات :

- ١ - ليست أبق الطرق المستخمة .
  - ٢ - تحتاج الى كمية كبيرة من السائل المختبر .
- ### ثانيا : الطرق المعتمدة على انكسار الضوء

فى هذا الجزء سوف نتعرف على أجهزة الرفراكتوميترات وكيفية استخدامها لقياس معامل انكسار المحاليل وكذلك تركيزها .

ويعتمد إستخدام الرفراكتوميترات على قوانين الانكسار الطبيعية للضوء حيث انه عند مرور شعاع ضوئى من وسط الى وسط آخر يختلف عنه فى الكثافة الضوئية يحدث له انكسار عند سطح الانفصال ، فإذا مر الشعاع الضوئى من وسط أكبر كثافة ضوئية الى وسط آخر أقل كثافة ضوئية فان زاوية السقوط ( الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود المقام على سطح الانفصال ) تكون أقل من زاوية الانكسار ( الزاوية المحصورة بين الشعاع المنكسر والعمود المقام على سطح الانفصال ) يوضح ذلك شكل (٧) .



شكل (٧) مسار شعاع ضوئى خلال وسطين مختلفى الكثافة .

ونحصل على قيمة معامل الانكسار من ناتج قسمة جيب زاوية السقوط على جيب زاوية الانكسار عند درجة حرارة معينة .

$$\text{جيب زاوية السقوط (أ)} \\ \text{جيب زاوية الانكسار (ب)} = \text{أى أن معامل الانكسار}$$

ويقوم جهاز الرفراكتوميتر بقياس الوزن النوعى لمادة عن طريق قياس معامل الانكسار لها . ويقاس معامل الانكسار النسبة بين سرعة مرور الضوء فى الهواء مقارنة بسرعة مروره فى المادة . فمثلا معامل انكسار الماء = ١.٣٣٣ على درجة حرارة ٢٠م° فإن هذا يعنى ان سرعة مرور الضوء فى الماء أقل من سرعة مرور الضوء فى الهواء بنسبة ١.٣٣٣ أى انه اذا كان سرعة مرور الضوء فى العينة = ١.٠ فان سرعة مرور الضوء فى الهواء تحت نفس الظروف = ١.٣٣٣ فمثلا اذا كان معامل انكسار محلول سكرى = ١.٣٤٤٦ فان هذا يعنى ان سرعة مرور الضوء فى المحلول السكرى أقل من سرعة مرور الضوء فى الهواء بنسبة ١.٣٤٤٦ :

وقيمة معامل الانكسار تعتبر صفة مميزة للمواد حيث يمكن استخدامها للدلالة على درجة نقاوة المادة . وتعتمد قيمة معامل الانكسار على طول الموجه الضوئية وبعادة يؤخذ معامل الانكسار لكل مادة أو محلول بالنسبة لضوء الصوديوم الموحّد الموجات عند موجه ضوئية طولها ٥٨٩ ملليمكرون على درجة حرارة ٢٠م° . وتقل قيمة معامل الانكسار للمواد بازدياد طول الموجه الضوئية المستخدمة كما يتضح من الجدول الآتى :-

جدول (٣) العلاقة ما بين معامل الانكسار للماء وطول الموجه الضوئية على درجة حرارة ٢٠م°

معامل الانكسار للماء على درجة حرارة ٢٠م°	طول الموجه الضوئية المستخدمة بالملليمكرون
١.٣٣٧١	٤٨٦
١.٣٣٣٠	٥٨٩
١.٣٣١١	٦٥٢

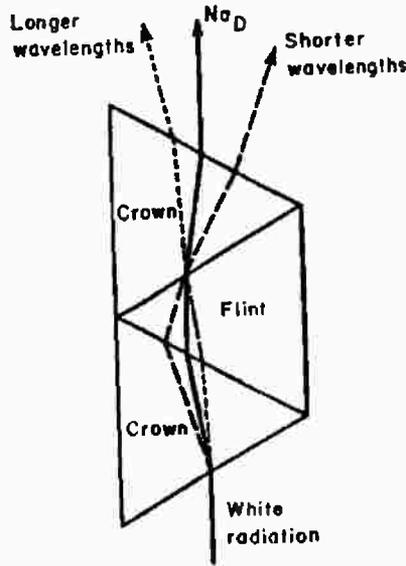
ويعبر عن معامل الانكسار بالرمز  $(n_D^t)$  حيث أن :-

$n$  = معامل الانكسار

$t$  = درجة حرارة القياس

$D$  = ضوء الصوديوم

واستخدام الضوء العادي في عملية القياس يؤدي الى اختلاف معامل الانكسار المقاس عنه في حالة استخدام ضوء الصوديوم لذلك يفضل استخدام ضوء الصوديوم أو العمل على استخدام ضوء ذو موجة ضوئية طولها ٥٨٩ ملليمكرون عن طريق تزويد الاجهزة بمناشير خاصة Amici Prisms للحصول على هذا الضوء كما يتضح في الشكل (٨) حيث نجد ان الشعاع الضوئي عند مروره خلال المنشور يتحلل الى اشعة ذات أطوال موجية مختلفة وفي النهاية نحصل من المنشور على الضوء بالطول الموجي المطلوب .



شكل (٨) منشور أميكي

الشعاع الحرج والزاوية الحرجة :

وكما سبق ذكره فانه بمرور الشعاع الضوئي من وسط اكبر كثافة ضوئية الى وسط أقل كثافة ضوئية فان زاوية السقوط تكون أقل من زاوية الانكسار وعلى ذلك فعند زيادة زاوية

السقوط تزداد تبعا لذلك زاوية الانكسار وعند زاوية سقوط معينة أقل من ٩٠ درجة تكون زاوية الانكسار مساوية ٩٠ وينطبق الشعاع المنكسر على سطح الانفصال ويسمى الشعاع الضوئي الساقط في هذه الحالة باسم الشعاع الحرج وزاوية السقوط باسم الزاوية الحرجة وعند زيادة زاوية السقوط عن ذلك فإن الشعاع ينعكس انعكاسا كليا .

معامل الانكسار =  $\frac{\text{جيب زاوية السقوط}}{\text{جيب زاوية الانكسار}}$

جيب زاوية الانكسار

معامل الانكسار =  $\frac{\text{جيب زاوية السقوط}}{\text{جيب زاوية الانكسار}}$

جا ٩٠

معامل الانكسار =  $\frac{\text{جيب زاوية السقوط}}{\text{جيب زاوية الانكسار}}$

١

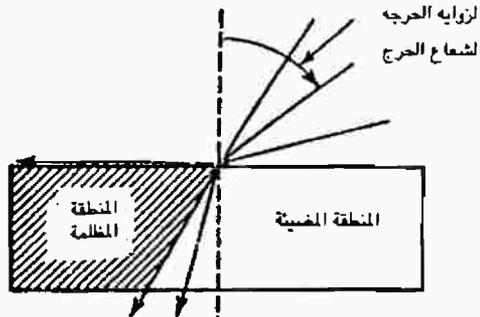
∴ معامل الانكسار = جيب الزاوية الحرجة

وهذه العلاقة السابقة تكون صحيحة عندما يمر الضوء خلال الهواء ولكن في حالة عدم وجود الهواء كأحد الوسيطين مثل مرور الضوء من الزجاج الى السائل تكون العلاقة :-

معامل الانكسار = معامل الانكسار للزجاج بالنسبة للهواء × جيب زاوية السقوط

وعلى ذلك فان اجهزة الرفراكتوميترات المستخدمة في التصنيع الغذائي تعتمد على قياس الزاوية الحرجة للضوء الساقط بزاوية حادة على السطح الامامي للمنشور .

ويمكن ايضا ح الزاوية الحرجة والشعاع الحرج في الشكل الاتي :-



شكل (٩) الشعاع الحرج والزاوية الحرجة

من الشكل رقم (٩) يمكن توضيح أنواع الأشعة كما يلي :

١ - اشعة تسقط بزواوية سقوط أقل من الزاوية الحرجة وهذه تنكسر وتعطى المنطقة المضيئة  
Light Field

٢ - اشعة تسقط بزواوية سقوط مساوية أو أكبر من الزاوية الحرجة وهذه تعطى المنطقة المظلمة .  
Dark Field

### أنواع الرفراكتوميترات :

توجد أنواع عديدة من الرفراكتوميترات حيث تحتوى بعض الأنواع على تدريج يقيس معامل الانكسار فقط وأنواع أخرى تدريجها يقيس معامل الانكسار والنسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة . هذا بالإضافة الى اختلاف مدى القياس بين نفس الأنواع ومن هذه الأنواع على سبيل المثال وليس الحصر ما يلي :

#### أ - رفراكتوميتر آبي : Abbe refractometer

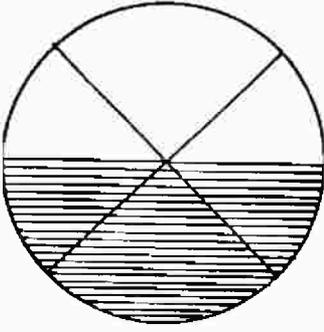
وهو أكثر الأنواع انتشارا ويعطى معامل انكسار ما بين ١.٢٢٠ - ١.٥٢٠ بيقه مقدارها ٠.٠٠١ ويقيس المواد الصلبة الذائبة الكلية بتركيزات تصل الى ٩٥٪.

#### تركيب الجهاز :

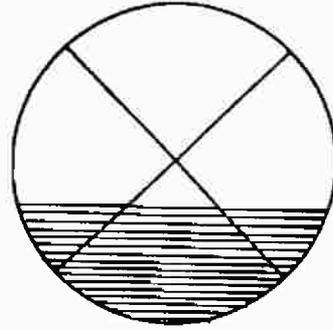
يتكون رفراكتوميتر آبي من الآتى :

- ١ - منشوران زجاجيان متحركان احدهما علوى والاخر سفلى توضع بينهما العينة .
- ٢ - عدسة عينية بها خطين متعامدين يمكن بهما تعيين الحد الفاصل ما بين المنطقة المضيئة والمنطقة المظلمة شكل (١٠)
- ٣ - تدريج افقى مقسم بحيث يعطى معامل الانكسار للعينة مباشرة منسويا للهواء ويقابل هذا التدريج آخر يعطى النسبة المئوية لتركيز المواد الصلبة الذائبة وتحدد القراءة بواسطة خط رأسى متعامد مع التدريج شكل (١١) .
- ٤ - مصدر اضاءة .

ويوزد الجهاز بفتحتين لدخول وخروج ماء نو درجة حرارة ثابتة لضبط درجة الحرارة حول المنشوران أثناء عملية القياس . كما يوجد ترمومتر لقياس درجة الحرارة المستخدمة .

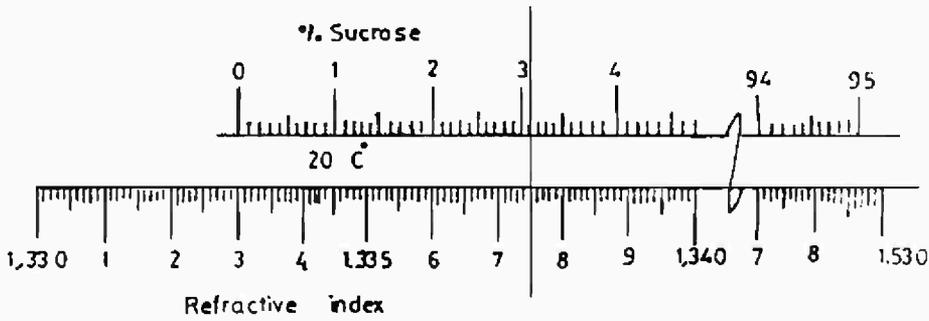


ضبط دقيق ق



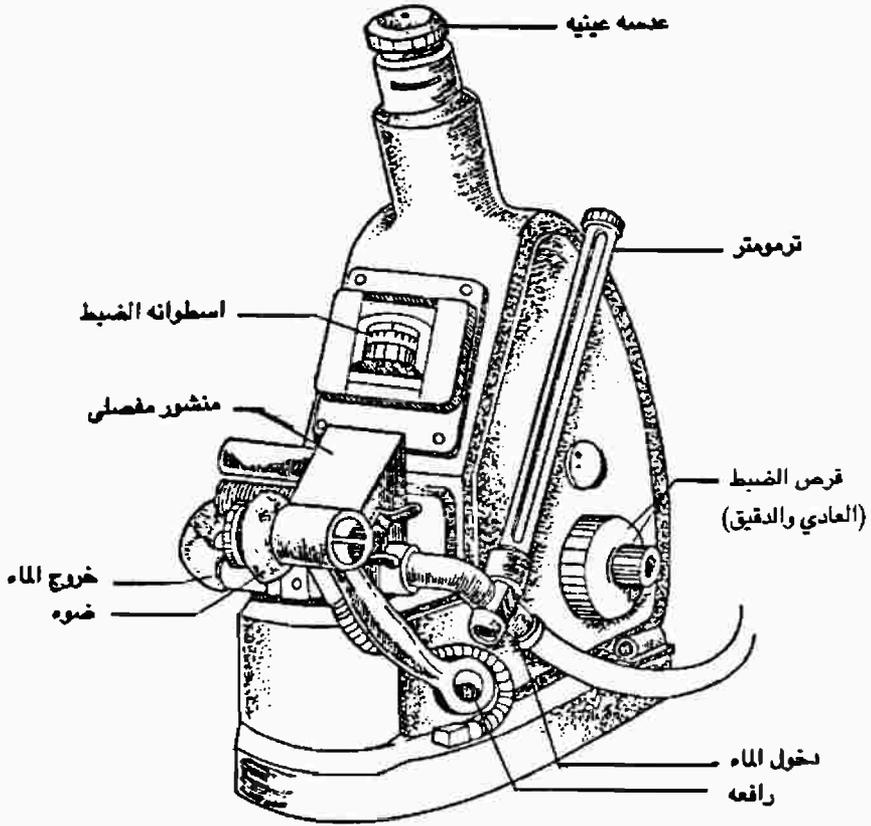
ضبط غير دقيق

شكل (١٠) المنطقة الضيقة والمنطقة المظلمة في رفاكثوميتر آبي



% لتركيز محلول السكروز ٣ر١ ومعامل الانكسار له ١ر٣٣٧٥ على درجة حرارة ٢٠م

شكل (١١) قراءات رفاكثوميتر آبي



شكل (١٢) رافراكتوميتر آبي .



ويوضح شكل (١٢) احد أنواع رفرأكتوميتر أبى كذلك يوضح شكل (١٣) مسار الضوء خلال رفرأكتوميتر أبى .

### ب - رفرأكتوميتر زاييس : Ziess refractometer

ويعطى معامل انكسار ما بين ١.٢٠٠ - ١.٥٤٠ بدقة مقدارها ٠.٠١ رويقيس تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية من صفر الى ٩٥ ٪

### تركيب الجهاز :

يتكون الرفرأكتوميتر من الآتى :

- ١ - منشوران زجاجيان السفلى ثابت والعلوى متحرك توضع بينهما العينة.
- ٢ - عدسة عينية بها ثلاث خطوط أفقية متجاورة لتحديد الحد الفاصل ما بين المنطقة المضيئة والمنطقة المظلمة .
- ٣ - تدريج رأسى مقسم بحيث يعطى معامل الانكسار للعينة مباشرة منسوباً للهواء ويقابل هذا التدرج تدريج اخر يعطى النسبة المئوية لتركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية . شكل (١٤) .
- ٤ - مصيراضاءة .

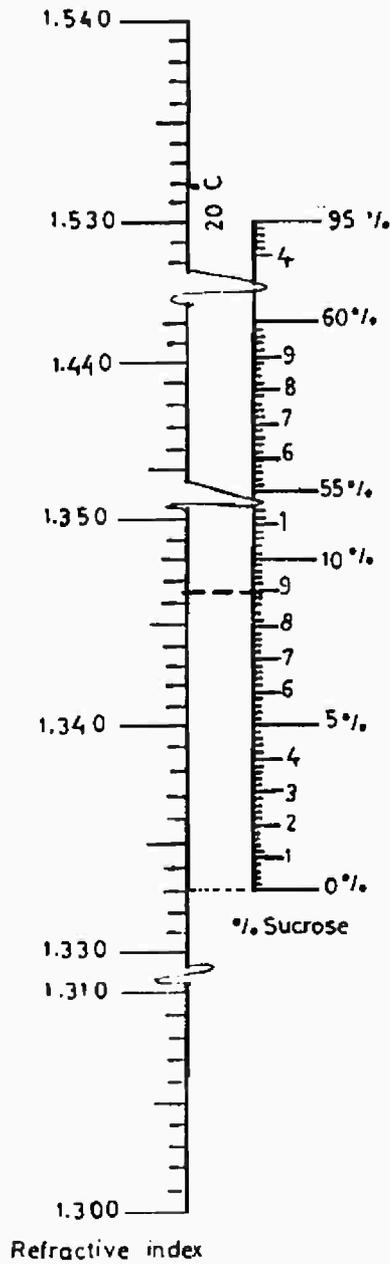
ويزود الجهاز بفتحتين لدخول وخروج ماء نو درجة حرارة ثابتة لضبط درجة الحرارة حول المنشوران أثناء عملية القياس . كما يوجد ترمومتر لقياس درجة الحرارة المستخدمة

### ج - الرفرأكتوميتر اليدوى :

ويمتاز هذا النوع بخفة وزنه ودقة قراءته لذلك يستعمل فى الحقل أو على خطوط الانتاج . ويستخدم لقياس تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية . ويوجد منه أنواع يختلف تدرجها تبعاً للغرض الذى تستخدم فيه حيث نجد منه ما يعطى تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية من صفر الى ٢٠ ٪ وأنواع أخرى تعطى تركيزات من ٣٠ ٪ الى ٧٥ ٪ .

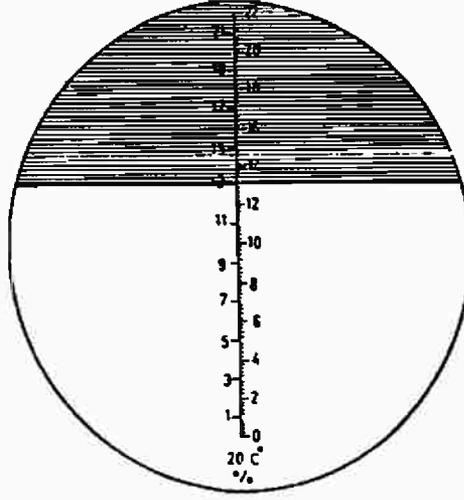
### تركيب الجهاز :

- ١ - منشوران زجاجيان السفلى ثابت والعلوى متحرك توضع بينهما العينة.
- ٢ - عدسة عينية يمكن بها تحديد المنطقة المظلمة والمنطقة المضيئة ويظهر بها تدريج رأسى مقسم بحيث يعطى تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية شكل (١٥)



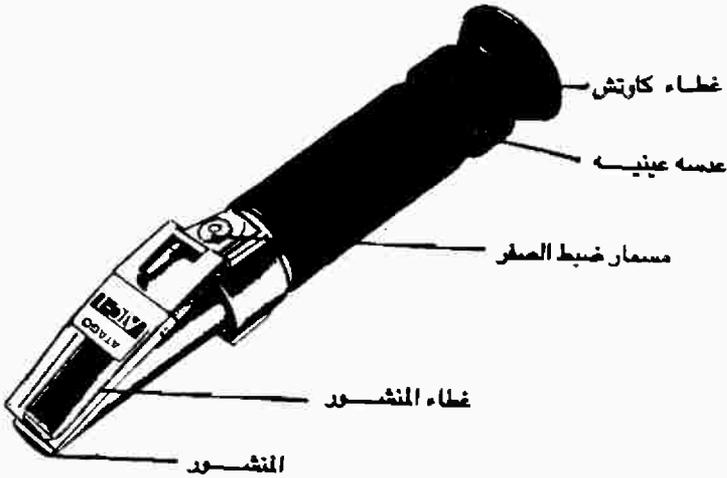
٪ لتركيبة محلول السكر ٩ ومعامل الانكسار له ١.٣٤٦٥ على درجة حرارة ٢٠م

شكل (١٤) قراءات رفاكتميتريزيس



% لتركيز محلول كلوريد الصوديوم ١٢ر٥ على درجة حرارة ٢٠م

شكل (١٥) قراءات الرفرأكتوميتر اليدوي



شكل (١٦) قراءات الرفرأكتوميتر اليدوي

ويوضح شكل (١٦) أحد الرفراكتوميترات اليدوية ويوجد حاليا أنواع حديثة تمتاز بالدقة والسهولة في أخذ القراءة وتعرف باسم Digital refractometers .

### طريقة العمل بأجهزة الرفراكتوميترات :

للحصول على ادى النتائج لا بد من اتباع الاتى عند استخدام الرفراكتوميتر فى القياس .

١ - تنظيف المنشورين جيدا ثم تجفيفهما ويفضل استخدام أحد المنىبات العضوية فى عملية التنظيف مثل كحول الايثانول .

٢ - ضبط درجة حرارة القياس بإمرار تيار من الماء على درجة الحرارة المناسبه خلال المنشورين .

٣ - تتم عملية ضبط لقراءة الرفراكتوميتر قبل الاستخدام وذلك بقياس معامل انكسار الماء المقطر على درجة حرارة ٢٠م حيث يجب ان يكون ١.٣٢٢٣. كذلك قياس معامل انكسار مادة أورثوبروموناثالين Orthobromo naphthalene على نفس درجة الحرارة السابقة حيث يجب أن يكون ١.٦٥٨٠ .

٤ - توضع العينة المراد معرفة تركيزها أو معامل انكسارها ما بين المنشورين ويجب أن لا تحتوى على مواد عالقة .

٥ - تستخدم العدسة العينية لتحديد الخط الفاصل ما بين المنطقة المضيئة والمنطقة المظلمة ثم ينظر الى التدريج وتؤخذ القراءة .

٦ - يجرى التعديل الحرارى اذا كان هناك اختلاف فى درجة الحرارة المقاسة عليها العينة عن الدرجة القياسية .

ويوضح شكل (١٧) خطوات العمل باستخدام الرفراكتوميتر اليدوى .



شكل (١٧) خطوات العمل لقياس تركيز محلول باستخدام الرفراكتوميتر اليدوي

## تأثير درجة الحرارة على قراءات معامل الانكسار والتركيز للمحاليل :

تعتبر درجة الحرارة من أهم العوامل المؤثرة على معامل الانكسار والتركيز للمحاليل حيث تنخفض قراءات معامل الانكسار وتركيز المحاليل مع ارتفاع درجة حرارة القياس عن الدرجة القياسية ، لذلك لا بد من الاهتمام بضبط درجة الحرارة اثناء اجراء الاختبار .

ويمكن ايضا ما سبق بالنسبة لمعامل الانكسار من الجدول رقم (٤) حيث يظهر انخفاض قيمة الانكسار للماء المقطر بارتفاع درجة حرارة القياس .

جدول (٤) العلاقة ما بين درجة الحرارة ومعامل الانكسار للماء المقطر باستخدام رفراكتوميتر أبى

معامل الانكسار	درجة الحرارة بالمتوى
١,٣٣٣٠	٢٠
١,٣٣٢٨	٢٢
١,٣٣٢٦	٢٤
١,٣٣٢٤	٢٦

ولكل مادة درجة حرارة يجب قياس معامل الانكسار عليها فمثلاً يقاس معامل الانكسار للزيوت على درجة حرارة ٢٥مً اما فى حالة الدهون فيتم على درجة حرارة ٤٠مً . وعند اجراء القياس على درجة حرارة غير القياسية يجرى التعديل الحرارى للقراءات باستخدام المعادلة الاتية :

$$M = M' + (C - C')$$

حيث أن :

M = قيمة معامل الانكسار الحقيقية

M' = قيمة معامل الانكسار على درجة حرارة القياس

C = درجة حرارة القياس

ع = درجة الحرارة القياسية

ث = رقم ثابت (٠.٠٠٣٦٥) في حالة الزيوت اما في حالة الدهون (٠.٠٢٨٥).

أما بالنسبة لقياس تركيز المحاليل فيتم على درجة حرارة ٢٠م وعند تغير درجة الحرارة عن ذلك بالانخفاض أو الارتفاع يمكن الاستعانة بجدول (هـ) في حالة محاليل السكروز الذي يبين التعديل الحرارى لمحلول سكر السكروز سواء بطرح قيمة التعديل في حالة انخفاض درجة الحرارة عن ٢٠م أو إضافة التعديل الحرارى في حالة ارتفاع درجة الحرارة عن ٢٠م فمثلاً اذا كان قراءة الجهاز ٢٥٧٪ على درجة حرارة ٢٤م فان القراءة المعدلة تكون  $٢٥٧ + ٣ = ٢٦٠$  على درجة حرارة ٢٠م.

جدول (هـ) التعديل الحرارى لقراءات محاليل سكر السكروز عند القياس على درجات حرارة تختلف عن ٢٠م باستخدام الرفراكتوميتر .

النسبة المئوية لتركيز محلول السكروز										درجة حرارة القياس	
٧٠	٦٠	٥٠	٤٠	٣٠	٢٥	٢٠	١٥	١٠	٥	صفر	
يطرح من قيمة القراءة										بالمئوى	
٧٩	٧٦	٧٤	٧٢	٦٨	٦٦	٦٤	٦١	٥٨	٥٤	٥٠	١٠
٧١	٦٩	٦٧	٦٥	٦٢	٦٠	٥٨	٥٥	٥٣	٤٩	٤٦	١١
٦٣	٦١	٦٠	٥٨	٥٦	٥٤	٥٢	٥٠	٤٨	٤٥	٤٢	١٢
٥٥	٥٤	٥٣	٥١	٤٩	٤٨	٤٦	٤٤	٤٢	٤٠	٣٧	١٣
٤٨	٤٦	٤٥	٤٤	٤٢	٤١	٤٠	٣٩	٣٧	٣٥	٣٣	١٤
٤٠	٣٩	٣٨	٣٧	٣٥	٣٤	٣٤	٣٣	٣١	٢٩	٢٧	١٥
٣٢	٣١	٣٠	٣٠	٢٨	٢٨	٢٧	٢٦	٢٥	٢٤	٢٢	١٦
٢٤	٢٣	٢٣	٢٢	٢١	٢١	٢١	٢٠	١٩	١٨	١٧	١٧
١٦	١٦	١٥	١٥	١٤	١٤	١٤	١٤	١٣	١٣	١٢	١٨
٠.٨	٠.٨	٠.٨	٠.٨	٠.٧	٠.٧	٠.٧	٠.٧	٠.٦	٠.٦	٠.٦	١٩

تابع جدول (٥) التعديل الحرارى لقراءات محاليل سكر السكروز عند القياس على درجات حرارة تختلف عن ٢٠م باستخدام الرفراكتوميتر .

النسبة المئوية لتركيز محلول السكروز											درجة حرارة القياس بالمئوى
٧٠	٦٠	٥٠	٤٠	٣٠	٢٥	٢٠	١٥	١٠	٥	صفر	
يضاف الى قيمة القراءة											
٠.٨	٠.٨	٠.٨	٠.٨	٠.٨	٠.٨	٠.٧	٠.٧	٠.٧	٠.٦	٠.٦	٢١
١.٦	١.٦	١.٦	١.٥	١.٥	١.٥	١.٥	١.٤	١.٤	١.٣	١.٣	٢٢
٢.٤	٢.٤	٢.٤	٢.٣	٢.٣	٢.٣	٢.٢	٢.٢	٢.١	٢.٠	١.٩	٢٣
٣.٢	٣.٢	٣.١	٣.١	٣.١	٣.٠	٣.٠	٢.٩	٢.٨	٢.٧	٢.٦	٢٤
٤.٠	٤.٠	٤.٠	٤.٠	٤.٠	٣.٩	٣.٨	٣.٧	٣.٦	٣.٦	٣.٣	٢٥
٤.٨	٤.٨	٤.٨	٤.٨	٤.٧	٤.٦	٤.٥	٤.٤	٤.٣	٤.٢	٤.٠	٢٦
٥.٦	٥.٦	٥.٦	٥.٦	٥.٥	٥.٥	٥.٤	٥.٣	٥.٢	٥.٠	٤.٨	٢٧
٦.٤	٦.٤	٦.٤	٦.٤	٦.٣	٦.٣	٦.٢	٦.١	٦.٠	٥.٧	٥.٦	٢٨
٧.٢	٧.٢	٧.٢	٧.٢	٧.٢	٧.٢	٧.١	٦.٩	٦.٨	٦.٦	٦.٤	٢٩
٨.١	٨.١	٨.١	٨.١	٨.٠	٨.٠	٧.٩	٧.٨	٧.٧	٧.٤	٧.٢	٣٠

### استخدامات الرفراكتوميترات :

يعتبر الرفراكتوميتر من افضل الطرق المستخدمه لتقدير المواد الصلبة الذائبة الكلية او معامل الانكسار فى العينات مقارنة بالطرق الاخرى وذلك لدقته وسرعته وقلة الكمية المطلوبة لاجراء عملية التقدير حيث انها لا تزيد عن بضع نقط ويمكن حصر اهم استخداماته فى مجال التصنيع الغذائى فيما يلى :

١ - في تقدير المواد الصلبة الذائبة الكلية في المحاليل السكرية أو عصائر الفاكهة والخضروات كذلك الشراب والمرببات كذلك المحاليل الملحية كما هو الحال اثناء عمليات التخليل او التعبئة في محاليل في حالة الاغذية المعلبة .

الا انه في حالة عصائر الفاكهة والخضروات ومركزاتها توجد بعض المواد الصلبة غير الذائبة وهذه تؤثر على التركيز النهائي للمواد الصلبة الكلية ولا يمكن قياسها بالرفراكتوميترات لذلك عند الرغبة في معرفة المواد الصلبة الكلية ( الذائبة وغير الذائبة ) يتم ذلك عن طريق تقديرها باستخدام فرن التجفيف تحت تفريغ ويمكن ايضا ذلك من المقارنة التالية .

جدول (٦) المواد الصلبة الكلية المقدرة باستخدام طريقة التجفيف تحت تفريغ وطريقة الرفراكتوميتر .

المواد الصلبة الكلية		العينة
بطريقة الرفراكتوميتر	بطريقة الفرن	
٥١١٠	٥١٣٣	سكروز وحامض الطرطريك وماء ٤٨٧٨ ١١٣ ٥٠
٤٩٩٠	٥٠٤١	٥٠٠٧ ٩٠ ٤٩٠٣
٥٠٢٥	٥٠٥٢	٤٩٤٨ ٣٠ ٤٩٦٦
٦٣٨٧	٦٤٦١	جيلي التفاح
٧١٠٦	٧١٦٠	مربى التفاح

من الجدول السابق يتضح لنا انخفاض قيمة قراءة لرفراكتوميتر من القيمة المتحصل عليها باستخدام الفرن . ويرجع ذلك لوجود المواد الصلبة غير الذائبة .

٢ - في قياس معامل الانكسار لعصير الطماطم ومنتجاتها ومن قيمة معامل الانكسار المقاس في الراشح للمنتج يمكن معرفة النسبة المئوية للمواد الصلبة الكلية باستخدام المعادلات

أ - إذا كانت النسبة المئوية للمواد الصلبة الكلية تتراوح ما بين ٤ - ١٣ر٤ .

النسبة المئوية للمواد الصلبة الكلية بدون ملح

$$= ٧١٤ر٣ \text{ (معامل الانكسار على درجة حرارة } ٢٠\text{م}^{\circ} - ١٣٣٢٢٩)$$

ب - إذا كانت النسبة المئوية للمواد الصلبة الكلية تتراوح ما بين ١٣ر٤ - ٢٠ر٦ .

النسبة المئوية للمواد الصلبة الكلية بدون ملح

$$= ٦٧٠ر٢ \text{ (معامل الانكسار على درجة حرارة } ٢٠\text{م}^{\circ} - ١٣٣١٦)$$

ج - إذا كانت النسبة المئوية للمواد الصلبة الكلية تتراوح ما بين ٢٠ر٦ - ٢٥ .

النسبة المئوية للمواد الصلبة الكلية بدون ملح

$$= ٦١٨ر٠ \text{ (معامل الانكسار على درجة حرارة } ٢٠\text{م}^{\circ} - ١٣٢٩٠)$$

أما بالنسبة للصلصة الحريفة ( الكاتشب )

النسبة المئوية للمواد الصلبة الكلية = ٢ر٢٥ + ٢٠٤ (الكثافة على درجة حرارة

$$٢٠\text{م}^{\circ} - ١٠٠٠)$$

٣ - يمكن الحصول على كثافة المحاليل السكرية ( سكروز ) عن طريق معرفة معامل الانكسار

لها باستخدام المعادلة الآتية :

$$= \frac{(١ - ٢م)}{٢٠.٦١٤ \times (٢ + ٢م)}$$

حيث أن :

ث = كثافة المحلول السكرى

م = معامل الانكسار للمحلول السكرى

٢٠.٦١٤ = رقم ثابت لمحلول السكروز Lorentz - Lorentz constant

٤ - فى معرفة درجة نقاوة الزيوت والدهون حيث ان قيمة معامل الانكسار للزيوت والدهون ثابتة

على درجة حرارة معينة لذلك فان التغير فى قيمة معامل الانكسار على نفس درجة الحرارة

يدل على حدوث غش للزيت أو الدهن بمواد اخرى وفيما يلى مدى معامل الانكسار لبعض

انواع الزيوت على درجة حرارة ٢٥م<sup>٠</sup> والدهن على درجة حرارة ٤٠م<sup>٠</sup> .

زيت القطن ١٤٦٥ر - ١٤٧٣ر زيت فول الصويا ١٤٧٣ر - ١٤٧٧ر زيت النرة ١٤٧٢ر -  
١٤٧٥ر زيت الكتان ١٤٧٩ر - ١٤٨٤ر زيت الزيتون ١٤٦٨ر - ١٤٧٠ر السمن البلدى  
١٤٥٣ر - ١٤٥٧ر .

٥ - يمكن استخدام التغيير فى قيمة معامل الانكسار اثناء اجراء عملية هدرجة الزيوت الغذائية  
لاننتاج المسلى الصناعى كوسيلة سريعة وبقيقة لتتبع عملية الهدرجة وتحديد نهايتها وذلك  
بدلا من قياس درجة الانصهار للزيت المهرج حيث تحتاج الى وقت طويل لاجراء عملية  
القياس .