تصنيع الأغذية – الجزء العملي (١)

المرحلة الرابعة (كافة الشُعب)

Sari Ali Hussein

المحتويات

الأسبوع	الموضوع
١	تحضير المحاليل
٢	الحفظ بالتعليب
٣	الحفظ بالحرارة المنخفضة أ- الحفظ بالتبريد
٤	ب- الحفظ بالتجميد
٥	حفظ المواد الغذائية بالتجفيف
٦	الحفظ بالسكر أ- صناعة الجلي
٧	ب- صناعة المربيات
٨	ج- صناعة المرملاد
٩	د- صناعة تسكير و تركيز الفواكهه
١٠	صناعة العصائر و الشرابت
١١	صناعة المشروبات الغازية

الدرس العملي الأول – تحضير المحاليل

تمثل المحاليل ركناً اساسياً في مجال الصناعات الغذائية و ذلك لتعدد إستعمالاتها في معظم عمليت التصنيع الغذائي التي تعتمد على إستخدام المحاليل سواء كانت المحاليل سكرية ، ملحية ، حامضية ، قلوية أو كحولية.

١. المحاليل السكرية تدخل في صناعة الشرابت و الجيلى و المياه الغازية و المربى و الفواكهه المسكرة و المرملاد.
٢. المحاليل الملحية تدخل في التخمرات اللاكتيكية (صناعة الطرشي و المخللات) و تمليح اللحوم و الأسماك .
٣. المحاليل الملحية التي تحضر في معامل تعليب الخضروات و تضاف إلى العلب بعد وضع الخضار فيها.
٤. تعتبر وسيلة لنقل درجات الحرارة في حالات التعقيم .
٥. تعطي الطعم المطلوب .
٦. تحافظ على المادة الغذائية من الفساد الميكروبي .
٧. تملئ الفراغات الموجودة في العلبة .

عادة يستعمل سكر المائدة (السكروز) في عمل المحاليل السكرية و يستخدم ملح الطعام في عمل المحاليل الملحية .

كيفية تحضير المحاليل (الملحية و السكرية)

يمزج السكر أو الملح مع الماء و يستمر المزج لحين الذوبان الكامل في حالة تحضير المحاليل بتراكيز عالية ، يفضل أجراء التسخين لتسهيل الذوبان ، و في المعامل الكبيرة تحضر المحاليل السكرية بتراكيز (٦٠-٦٧%) و المحاليل الملحية بتركيز(٢٠-٢٥%) و يسمى Stock solution و يفضل تحضير المحاليل مباشرة قبل البدء بعمليات التصنيع و عند الضرورة . و تحفظ في خزانات فولاذية و في أماكن ليست باردة جداً لتجنب ترسيب السكر .

أهمية قياس تركيز المحاليل :-

١. الناحية الاقتصادية :- نجد ان المصانع تستهلك كميات كبيرة من السكر وحدوث اي خطـأ بسيط في القياس مقدارة (١%) في تركيز السكر لمصنع يستهلك (١٠) طن سكر يسبب خسارة تصل الى (١٠٠٠) كغم سكر.
٢. الناحية الفنية :- عند استعمال تركيز اقل يعطى فرصة للنمو الميكروبي للمحلول (الفاسد) وعند استعمال تركيز اعلى يعطى عدم قبول المنتوج.
٣. الناحية القانونية :- يقع تحت طائلة مخالفة القوانين والتشريعات القانونية الغذائية ويصبح المنتج مخالفاً للمواصفات القياسية والقوانين الغذائية وبالتالي يتعرض الى عقوبات الخاصة بذلك فضلا عن انخفاض في درجة جودة المنتجات المنصعة.

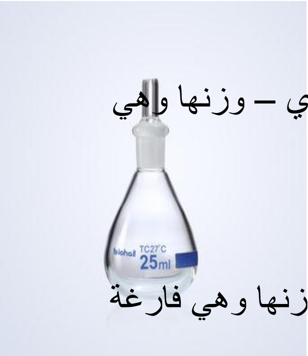
الأسس العملية المعتمدة في طرائق قياس تركيز المحاليل :-

١. على اساس الكثافة :- (توجد علاقة طردية بين تركيز اي محلول وكثافته) تأخذ كدليل في (المحاليل الملحية والسكرية) وتكون علاقه عكسية في المحاليل الكحولية. ومن الاجهزة المستعملة في هذا المجال قنينة الكثافو و ميزان وستفال و الهيدرومترات.
٢. على أساس معامل الأنكسار Refractive index والاجهزة المستعملة فيها الرفركتوميتر اليدوي وابيرفركتوميتر.

أولا :- قنينة الكثافة Pycnometer

وهي وسيلة سريعة لأخذ العينة تعتمد على دقة الموازين المستخدمة وهي عبارة عن قنينة زجاجية تحوي على غطاء فيه ثقب لخروج الزائد من السائل المفحوص.

لمعرفة الكثافة النوعية توزن القنينة وهي فارغة ثم توزن وهي مملوءة بالماء وثم هي مملوءة بالمحلول السكري وتطبق المعادلة الاتية:-



الكثافة النوعية للمحلول = (وزن القنينة وهي مملوءة بالمحلول السكري – وزنها وهي فارغة) / (وزن القنينة وهي مملوءة بالماء – وزنها وهي فارغة)

ثانياً :- ميزان وستفال Westphal balance :-

وهو مبنى على أساس قاعدة ارخميدس (اذا غمر الجسم في سائل فانه يلقى دفعا من اسفل الى اعلى بقوة تساوى وزن السائل المزاح) القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها .

ثالثاً :- المكاثيف (الهايدروميترات) Hydrometer:-

ان عمل الهايدروميتر مبنى على اساس قانون ارخميدس

{ اذا طفى جسم فوق سطح سائل فان وزن الجسم = وزن السائل الذي يزيحه الجزء المغمور من هذا الجسم }

- كلما زاد تركيز المحلول كلما زادت مقاومة السائل للجسم الموضوع بداخله .
- في المحاليل السكرية والملحية يتم التدريج من اعلى للأسفل بينما الكحولية مدرجه من أسفل المغمور الى الاعلى .
- تدريج هايدروميترات الملح بقياسات أكبر من هايدروميترات السكر لان {كثافة ملح الطعام النقي (كلوريدالصوديوم)

هي ٢.١٦٥ غم/سم^{٣} وهي اعلى من كثافة السكر { ١.٥٨٨ غم/سم^{٣} } لذا يقل الجزء المغمور وتزداد القراءة في المحاليل الملحية .

ومن مميزاتها : أنها سهلة وسريعه ولا تحتاج الى خبرة و تفي بالغرض المطلوب في كثير من العمليات التصنيعية ، و يمكن استخدام هيدروميتر واحد لقياس تركيز المحاليل السكرية و الملحية .

ومن عيوبها : ليست هي الادق الطرائق المستخدمة وتحتاج الى كمية كبيرة من السائل المختبر

وفيما يلي شرح مبسط لأهم الهايدروميترات المستخدمة في التصنيع الغذائي :

١- هيدروميترات لقياس درجة المحاليل السكرية :-

وتشمل هيدروميتر البالنج او البركس وهما مستخدمان في قياس درجة تركيز المحاليل السكرية مباشرة وتبين القراءة النسب المئوية للسكر بالوزن بمعنى ان الدرجة الواحدة من تدريجه تمثل ١ غرام من السكروز النقي مذابة في ١٠٠ غرام محلول { درجة واحدة بركس = ١% سكر } عند درجة حرارة ٢٠مْ لذلك تقاس درجة حرارة المحلول قبل قياس التراكيز وخلافا لذلك تصحح القراءات حسب ما يلي

قياس التراكيز وخلافاً لذلك تصحح القراءات حسب ما يلي :-

كل ارتفاع في درجة الحرارة بمقدر ٥.٥ ن ٢٠مْ تضاف ٠.٣ Brix

كل انخفاض في درجة الحرارة بمقدر ٥.٥ ن ٢٠مْ تضاف ٠.٣ Brix

٢- هيدروميترات لقياس درجة تركيز المحاليل الملحية :-

وهذه تشمل هيدروميتر البومية حيث يعطي النسبة المئوية مباشرة ومدرج على درجة حرارة ٦٠ف (١٥.٦م) وتدريجه من اعلى الى اسفل وتمثل كل درجة من البومية ١ غرام من كلوريد الصوديوم النقي مذابة في ١٠٠ غرام محلول على الرغم من اقصى درجة تركيز يصل اليها المحلول هي ٢٦.٥% على درجة حرارة (٢٥مْ وتزداد بالغليان الى ان تصل ٢٩% وعادة نجد ان الهايدروميترات البومية مدرجة من (صفر – ٧٠) بومية حيث تستعمل في مصانع الزيوت و الدهون وذلك لقياس درجة محاليل الصودا الكاوية في اثناء اجراء عمليات المعادلة للاحماض الدهنية المنفردة من الزيت الخام .

٣- هيدروميترات لقياس النسبة المئوية لدرجة تشبع المحاليل الملحية :-

وهذه تشمل هيدروميتر السالوميتر او السالينونميتر ويستخدم في قياس النسبة المئوية لدرجة تشبع المحاليل الملحية وهو مدرج على درجة ٦٠ف (١٥.٦مْ) وساقه مدرجة من (صفر-١٠٠) ويدل (صفر) تدريجه على ان السائل المختبر هو الماء المقطر كما تدل قراءة (١٠٠) على ان السائل المحلول المشبع هي ٢٦.٥%وكل اربعة اجزاء منه تعادل نسبة مئوية واحدة مثلا:

أذا كان المحلول الملحي قراءته ٨٠ سالوميتر فـأن تركيزه يكون ٤/٨٠ = ٢٠%

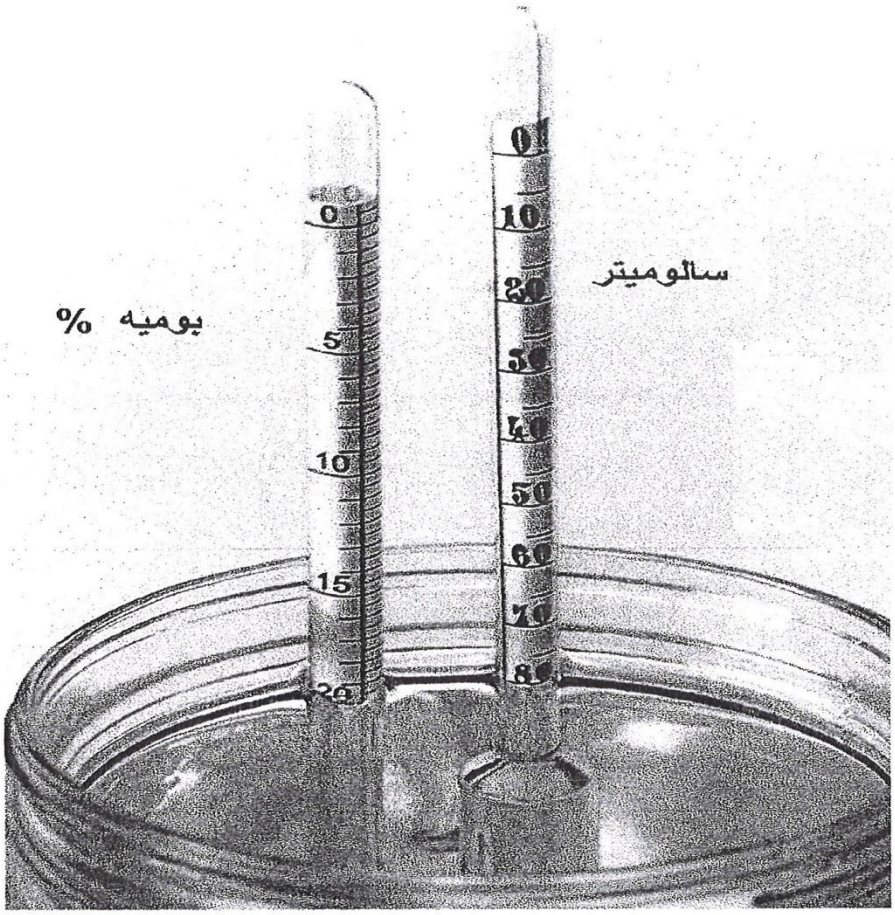
ملاحظة : توجد انواع من السالوميتر كما في الشكل :

١- نوع مقسم من صفر – ١٠٠ وهاذا النوع يقرأ درجة التشبع
٢- نوع مكتوب عله % وهذا النوع يعطي قراءة النسبة المئوية للمحلول الملحي لان كل ١٠٠ غم من الماء تتشبع بمقدار ٣٦ غم ملح

محلول ملحي	ملح
١٣٦	٣٦
١٠٠	س

س= ٢٦.٥

وعلى هاذا الاساس قسم السالوميتر (البومية) الذي يقرأ النسبة المئوية



رابعاً: الرفركتوميتر:

لقياس معامل انكسار السوائل المختلفة يستعمل Abbe Refracto meter ويقيس تراكيز المواد الصلبة الذائبة في المحاليل ايضاً. ومن مميزاتها انها طريقة سهلة وسريعة و الكمية المطلوبة لقياس تركيز المحلول قليلة .

الإستخدام:-

١- قياس تركيز المواد الصلبة الذائبة مثل (الشراب – منتجات الطماطة – المخللات)
٢- قياس درجة نقاوة الزيوت
٣- متابعة عمليات التصنيع لهدرجة الزيوت (كلما زادت درجة الهدرجة كلما قل معامل الأنكسار)ز

* المواد الصلبة الكلية = مواد صلبة ذائبة + مواد صلبة غير ذائبة

أنواع الرفراكتوميترات : Refractometer

توجد انواع عديدة من الرفراكتوميتر حيث تحتوي بعض الانواع على تدريج يقيس معامل الانكسار فقط و انواع اخرى تدريجها يقيس معامل الانكسار والنسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة هذا فضلا عن اختلاف مدى قياس بين الانواع ومن هذه الانواع على سبيل المثال ما يأتي :-

١- **رافراكتوميتر زايس :** ويعطي معامل الانكسار ما بين ١.٣٠٠ – ١.٥٤٠ بدقة مقدارها ٠.٠٠١ ويقيس تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية من صفر الى ٩٥% .
٢- **رافراكتوميتر ابيAbbe Refract meter :** وهو اكثر إنتشار ما بين ١.٣٣٠ – ١.٥٣٠ بدقة مقدارها ٠.٠٠١ ويقيس المواد الصلبة الذائبة الكلية بتركيزات تصل الى ٩٥%.
٣- **رافراكتوميتر اليدوي : Hand Refract meter:** يمتاز هذا النوع بخفة وزنه ودقة قراءته لذلك يستعمل في الحقل او على خطوط الانتاج لقياس تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية وتوجد منه انواع يختلف تدريجيا تبعا للغرض الذي تستخدم فيه حيث نجد منه ما يعطي تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية من صفر الى ٣٠% وانواع اخرى تعطي تركيزات من ٣٠ – ٧٥% وهكذا.

تركيب الجهاز

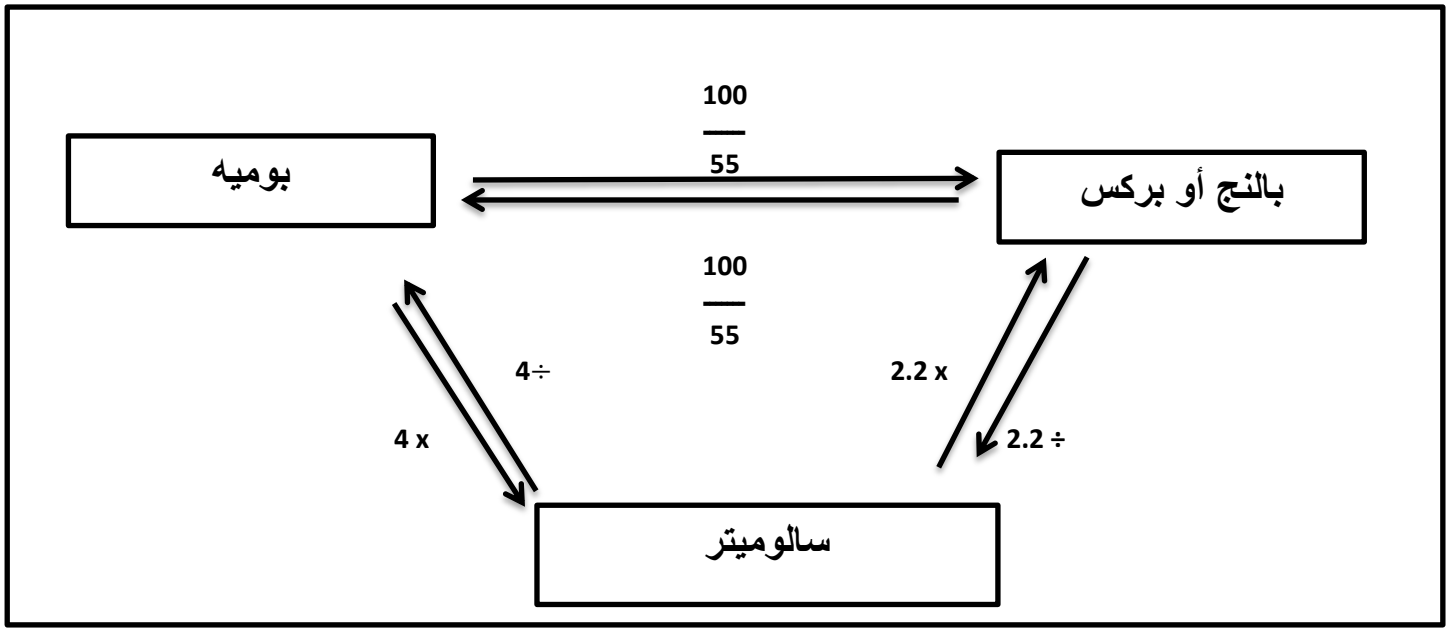
يتكون الرافراكتوميتر اليدوي من الاتي :-

١- منشورين زجاجيين السفلي ثابت والعلوي متحرك توضع بينهما العينة .
٢- عدسة عينية يمكن بها تحديد المنطقة المظلمة والمنطقة المضيئة ويظهر بها تدريج رأسي مقسم بحيث يعطي تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية .

استخدامات الرافراكتوميترات

١- في المنازل او المعامل الصغيرة : لتحضير كميات محدودة ذات درجة تركيز مطابقة لحاجة العمل اليومي.
٢- في المعامل الكبيرة و المصانع : لتحضير محاليل ذات تركيز مرتفع لاستعمالها في تحضير محاليل اخرى اقل تركيزا منها تبعا لحاجة العمل وعلى وجه الخصوص في حالة تعدد اوجه الانتاج .

العلاقة بين السالوميتر و البوميه و البركس



الاستفادة من الاجهزة المتوفرة في المعمل لايجاد تراكيز المحاليل %

قد لاتتوفر في المختبر او المصنع جميع أجهزة القياس المذكورة اعلاه لذلك يمكن الاستفادة من العلاقات التالية لمعرفة تراكيز أو كثافة المحاليل المختلفة ومنها :-

اولاً – كل ٤ سالوميتر = ١ بوميه = % تركيز المحلول الملحي

وهذا يعني ان السالوميتر لا يقيس النسبة المئوية وانما يقيس درجة التشبع بالملح وبعد التقسيم على النسبة المئوية (بوميه).

ثانياً – 1 Brix =0.55 بوميه Bume

ثالثاً – تستخرج الكثافة النوعية { Specific gravity } للمحاليل من القانون الاتي :-

$$\text{الكثافة النوعية} = \frac{145}{Be\_145}$$

رابعاً – توجد علاقة بين الكثافة النوعية ومعامل الانكسار

$$\text{الكثافة النوعية} = \frac{1^{-}(R.1)2}{0.20614 \times (2+(R.1)2}$$

تحضير المحاليل بواسطة مربع بيرسون

لتحضير محلول بتركيز معين سواء كان سكري او ملحي يمزج السكر او الملح مع الماء وتتم الحسابات على اساس ان :

- الملح و السكر تركيزه
- الماء تركيزه صفر

١-تحضير محلول ذو تركيز معين :

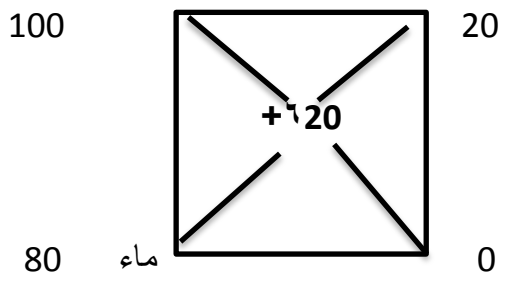
عندما يقال محلول سكري تركيزه ١٠% فان ذلك يعني ان كل ١٠٠ كغم من المحلول مكونة من ١٠ كغم سكر + ٩٠كغم ماء او بمعنى اخر بمعنى ان كل ٩٠ كغم ماء مضافا لها ١٠ كغم سكر فان الناتج يكون ١٠٠٠ هذا التركيز يعبر عنه بالنسبة الوزنية (وزن/وزن) فعند تحضير ١٠٠ كغم من محلول تركيزه ٢٠% سكر فانه يخلط ٢٠ كغم سكر من ٨٠ كغم ما.

وهناك طريقة اخرى للتعبير عن التركيز بالنسبة المئوية ، هي النسبة المئوية وزنا في حجم (وزن/حجم) او (و/ح) وهي الاكثر شيوعاً في تحضير محاليل التنصيع الغذائي ، فمثلاً لتحضير ١٠٠ لتر ماء . ويمكن ايضاً التعبير عن التركيز للمحاليل بالنسبة المئوية الحجمية (حجم/حجم) او (ح/ح)

وللاستفادة من مربع بيرسون

يمكن تحضير المحاليل السكرية و الملحية بطريقة مربع بيرسون وحسب المتوفر من المواد الخام كما يلي :

١- توضع النسب العليا في اعلى يسار المربع ويمثل السكر او الملح % (١٠٠%).
٢- توضع النسب الصغرى في اسفل يسار المربع .
٣- جهة اليمين تمثل الحالية الوزنية
٤- وسط المربع توضع فيه النسب المراد تحضيرها .
٥- فمثلا لتحضير محلول ٢٠٠غم (سكري او ملحي) بنسبة ٢٠%



في هذه الحالة يوجد ٢٠ غم من السكر تذاب في ٨٠غم من السكر فتحصل على ١٠٠ غم محلول سكري بتركيز ٢٠%

محلول٢٠%	سكر
١٠٠	٢٠
٢٠٠	س

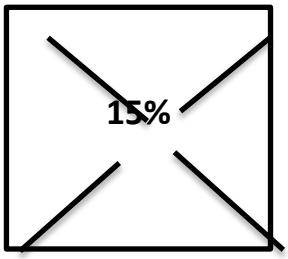
س = ٤٠ غم (سكر او ملح) لتحضير ٢٠٠ غم محلول (سكري او ملحي) ٢٠٠-٤٠ = ١٦٠ غم ماء

٢- تحضير محلول (سكري أو ملحي) من محلول عالي التركيز (التخفيف بالماء)

تستخدم طريقة مربع بيرسون لهذا الغرض إذ يوضع التركيز المطلوب الوصول إليه في مركز المربع ثم يوضع التركيز العالي في أعلى الضلع الأيسر ثم يوضع التركيز الواطئ اسفل الضلع الأيسر .

١- فلو نفرض أنه مطلوب تحضير محلول تركيزه ١٥% ووزنه ٨٠ كغم من محلول تركيزه ٥٠% تجرى عملية طرح للقيمة الصغرى من القيمة الكبرى في أتجاه قطرى المربع و توضع النتيجة في الجهة المقابلة على الضلع الأيمن للمربع .

15 50% التركيز العالي



35 صفر% التركيز الواطئ (ماء)

50 محلول تركيز 15 %

أذا كان وزن المحلول المطلوب معلوم (٨٠كغم) نجمع نواتج عملية طرح التركيز في الجهة اليمنى . و يتم حساب الكمية الواجب إستخدامها من المحلول السكري ذو التركيز العالي ٥٠% و الماء (تركيزه صفر) عن طريق علاقة النسبة و التناسب و كما يلي :

أولاً : لحساب وزن المحلول الذي تركيزه ٥٠% الذي يخفف بالماء للحصول على محلول تركيزه ١٥% .

وهذا يعني أنه لتحضير ٥٠ كغم من المحلول السكري ١٥% نحتاج إلى ١٥كغم من المحلول السكري ٥٠% ، فإذا أردنا حساب حمية المحلول الواجب أضافته للحصول على ٨٠ كغم تكون العلاقة كما يلي :

محلول تركيزه **15**%	محلول تركيزه **50**%
50	**15**
80	س

س= $\frac{15*80}{50}$ = 24 كغم محلول تركيزه ٥٠%

ثانياً : لحساب وزن الماء المضاف

محلول تركيزه **15**%	ماء
50	**35**
80	ص

ص= $\frac{80*35}{50}$ = ٥٦ كغم ماء

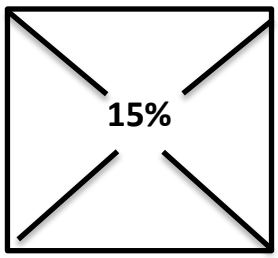
و يمكن الإستعاضة عن الخطوة الأخيرة بعملية طرح بسيطة

٨٠ ــ ٢٤ = ٥٦ كغم م=كمية الماء المطلوبة

٣- أما أذا كان التخفيف بأستخدام محلول مخفف تركيزه 10% في هذا المثال أيضاً الوزن النهائي للمحلول معلوم لذا نجمع ناتج طرح التراكيز (كما في المثال السابق) و يبطق مربع بيرسون كالأتي :

ناتج الطرح التركيز العالي الموجود 50%

5 50%



0

35

40

10% التركيز الواطئ الموجود

وهذا يعني انه كل ٤٠ كغم من المحلول الذي تركيزه ١٥% يحتاج ٥% من المحلول السكري ٥٠%

وعليه يمكن حساب الكميات الواجب اضافتها من المحاليل السكريو ٥٠% و ١٠% ايضا باتباع قاعدة النسب والتناسب وكا يلي

محلول سكري **15%**	محلول سكري **50%**
40	**5**
80	س

س= $\frac{80*5}{40}$ = 10 كغم محلول تركيزه ٥٠%

ولحساب كمية المحلول السكري ١٠% كل ٤٠ كغم من المحلول السكري ١٥% يحتاج ٣٥ كغم محلول سكري ١٠% فاذا كان لدينا ٨٢كغم ، كم هي كمية المحلول السكري (س)

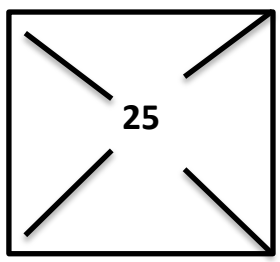
محلول سكري 15%	محلول سكري 10%
40	35
80	ص

س= $\frac{35*80}{40}$ = 10 كغم محلول تركيزه ٥٠%

٤- تركيز محلول مخفف (ملحي او سكري) باضافة ملح و سكر او محلول مركز:

لتحضير محلول سكري مركز من محلول اقل منه تركيزا فانه يلزم اضافة السكر اليه او اضافة محلول سكري تركيزه اعلى من التركيز المطلوب وفي حاله استخدام السكر يتم حساب كمية السكر المطلوب باستخدام مربع بيرسون ايضا كما في حالة التخفيف مع استخدام السكر بدلا من الماء وسيكون تركيزه ١٠٠% وتكتب في الركن الذي كان يكتب فيه تركيز الماء (صفر%) وتجري الحسابات باستخدام مربع بيرسون وعلاقات النسبة والتناسب كما في الامثلة السابقة .

مثال :- ما كمية الملح المضافة الى ٥٠٠ غرام محلول تركيزه ١٠% ليصبح تركيزه ٢٥% ؟



ملح 100

محلول 10

في هذه الحالة وزن المحلول الناتج غير معلوم لذا لا تجمع النسب ونقوم بعمل نسبة وتناسب كما يلي:

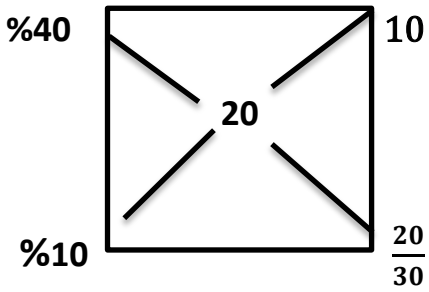
ان لكل ٧٥ غرام من المحلول املحي ١٠% يضاف ١٥ غرام ملح ليصبح تركيز ٢٥% ، اذن ماكمية الملح (س) الواجب اضافتها الى ٥٠٠ غرام محلول ١٠% ليصبح تركيزه ٢٥%.

ملح	محلول ملحي 10%
15	75
س	500

100غرام الملح يضاف الى المحلول ١٠% ليصبح تركيزه ٢٥%

س= $\frac{500*15}{75}$ =

مثال :- يراد تحضير ٣٠٠ غم محلول سكري بتركيز ٢٠% من محلولين سكريين احدهما بتركيز ١٠% والاخر بتركيز ٤٠% احسب وزن المحلولين الواجب خلطهما للحصول على التركيز المطلوب؟



م. سكري**40**%	م. سكري**20**%
10	**30**
X	**300**

X= $\frac{10*300}{30}$ = **100غرام من المحلول ٤٠%**

٣٠٠ – ١٠٠ = ٢٠٠ غرام نحتاج من المحلول السكري ١٠ %

<u>مسائل</u>

١- إذا علمت إن كثافة محلول هي ١.١٠٣٧ غم/سم٣ أحسب تركيزه بكل من بوميه – بالبركس – سالوميتر

ث = ١٤٥/ ١٤٥ – بوميه ١.١٠٣٧ = ١٤٥/١٤٥ – بوميه

١.١٠٣٧ X بوميه = ١٤٥ – (١.١٠٣٧X ١٤٥)

بوميه = ٠.١٣

بركس	بوميه
١	٠.٥٥
س	١٣.٦

س = ١٣.٦ X ١ ÷ ٠.٥٥ = ٢٤.٢٧ بركس

سالوميتر = بوميه X ٤

سالوميتر = ١٣.٦ X ٤ = ٥٤.٤

٢- في تجربة لقياس تركيز محلول ما كانت قراءة الهيتروميتر له ٣٧ بركس أحسب الوزن النوعي له .

ث = ١٤٥ ــ ١٤٥/بوميه

بوميه = ٣٧ x ٠.٥٥ = ٢٠.٣٥

ث = ١٤٥/١٤٥ ــ ٢٠.٣٥

ث = ١.١٦٣٢ غم / سم٣

<u>مسائل للتدريب</u>

١- حضر ٨٠ كغم من محلول سكري بتركيز ١٢% من محلول سكري بتركيز ٥٥%
٢- ما هي كميه الماء المضافة إلى ٥٠٠ غم محلول ملحي بتركيز ٤٠ سالوميتر ليصبح تركيزه ٣ %
٣- حضر طن محلول ملحي تركيزه ٦٠ سالوميتر من محلول تركيزه ٢٠ سالوميتر
٤- لديك محلول سكري تركيزه ٦ % ووزنه ٢ طن . ماهي كميه السكر الواجب أضافتها ليصبح تركيزه ٢٠ %
٥- لديك عصير برتقال حجمه ١٠٠ لتر تركيزه ٨ بركس يراد رفع تركيزه إلى ٥٠ بركس . ما وزن السكر الواجب إضافته للحصول على التركيز المطلوب ؟