

## الفصل الثاني

### تحضير و خلط المحاليل

يمكن تحضير أو خلط المحاليل سواء السكرية أو الملحية عن طريق استخدام احدى الطرق الاتية :

Graphical method: الطريقة البيانية:

وتعتبر من الطرق السهلة في الحساب وقد نكرها العالم Pearson في عام ١٩٠٤ ويمكن تلخيصها في الاتي :-



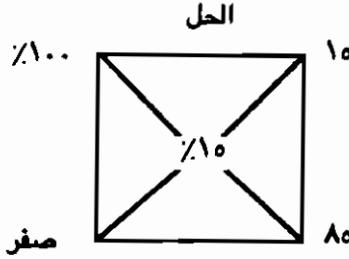
من الرسم السابق نجد ان مكونات المحلول المراد تحضيره يتم توزيعها على الجانب الايسر من المربع بحيث يكون المكون ذو التركيز الاعلى في الركن العلوي ويكتب تركيزه والمكون ذو التركيز الاقل في الركن السفلي ويكتب تركيزه بينما يكتب تركيز المحلول المراد تحضيره في وسط المربع . بعد ذلك تتم عملية طرح ما بين التركيز الاقل والتركيز المطلوب ويوضح ناتج الطرح في الركن الاعلى من الجانب الايمن (أ) وعملية طرح ما بين التركيز الاعلى والتركيز المطلوب ويوضح ناتج الطرح في الركن الاسفل من الجانب الايمن (ب) - يلي ذلك استخدام العلاقة الاتية :

وحدة وزنية من المحلول الاعلى تركيزا مع وحدة وزنية من المحلول الاقل تركيزا تعطى وحدة وزنية من المحلول ذو التركيز المطلوب .

## ١ - تحضير محلول بتركيز معلوم :

مثال :

احسب المكونات اللازمة لتحضير ١٠ كيلو جرام محلول ملحي بتركيز ١٥٪



كل ١٥ كجم ملح مع ٨٥ كجم ماء - ١٠٠ كجم محلول ملحي ١٥٪

س مع ص — ١٠ كجم

$$\text{س (كمية الملح اللازمة)} = \frac{١٠ \times ١٥}{١٠٠} = ١.٥ \text{ كجم}$$

$$\text{ص (كمية الماء اللازمة)} = \frac{١٠ \times ٨٥}{١٠٠} = ٨.٥ \text{ كجم}$$

أو ص = ١٠ - ١.٥ = ٨.٥ كجم .

∴ بإذابة ١.٥ كجم ملح نقي في ٨.٥ كجم ماء والخلط جيدا نحصل على ١٠ كجم محلول ملحي بتركيز ١٥٪

## ب - رفع تركيز محلول :

يمكن رفع أو زيادة تركيز محلول (سكرى أو ملحي) عن طريق اضافة مادة صلبة (سكر أو ملح) أو خلطة بمحلول اعلى تركيزا منه .

مثال :

احسب كمية المادة الصلبة اللازمة لرفع تركيز ١٥ لتر محلول من ٢٠٪ الى ٣٥٪ مع حساب وزن المحلول النهائي .

الحل

نظرا لان المحلول الجديد تركيزه ٣٥٪ فيعتبر ذلك محلول سكرى ولمعرفة وزنه لا بد من معرفة الكثافة .

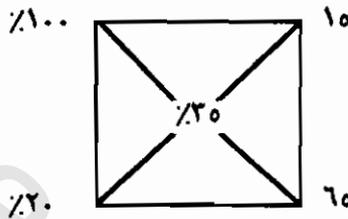
∴ ١ درجة بالنج = ٠.٥٥ درجة بومية

∴ ٢٠ درجة بالنج = بومية

$$١١٠٠ = \frac{٥٥ \times ٢٠}{١٠٠ \times ١} = \text{بومية}$$

$$\text{ث} = \frac{١٤٥}{١١ - ١٤٥} = ١٠.٨٢ \text{ جرام / سم}^٣$$

وزن المحلول الابتدائي =  $١٠.٨٢ \times ١٥ = ١٦٢٣$  كيلو جرام



كل ١٥ كجم سكر مع ٦٥ كجم محلول سكري ٢٠% - ٨٠ كجم محلول سكري ٣٥%

س مع ١٦٢٣ ع

$$\text{س (كمية المادة الصلبة)} = \frac{١٦٢٣ \times ١٥}{٦٥} = ٣٧٥ \text{ كجم سكر}$$

∴ ع (وزن المحلول النهائي) =  $٣٧٥ + ١٦٢٣ = ١٩٩٨$  كجم محلول سكري .

∴ باضافة ٣٧٥ كجم سكر نقى الى المحلول الابتدائي والازابة جيدا نحصل على ١٩٩٨

كجم محلول سكري بتركيز ٣٥%

### ج - خفض تركيز محلول :

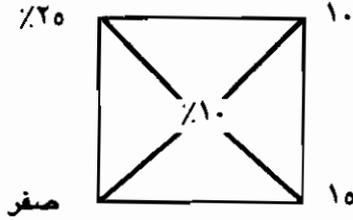
يمكن خفض تركيز محلول (سكري أو ملحي) عن طريق إضافة ماء أو خلطة بمحلول أقل

منه في التركيز .

مثال :

أحسب كمية الماء اللازمة لخفض تركيز ٥٠ كيلوجرام محلول ملحي من ٢٥٪ الى ١٠٪

الحل



كل ١٠ كجم محلول ملحي ٢٥٪ مع ١٥ كجم ماء - ٢٥ كجم محلول ملحي ١٠٪

٥٠ مع ص \_\_\_\_\_ ع

$$\text{ص (كمية الماء)} = \frac{10 \times 50}{10} = 70 \text{ كجم ماء .}$$

∴ بإضافة ٧٥ كجم ماء الى ٥٠ كجم محلول ملحي بتركيز ٢٥٪ والخلط الجيد نحصل على

محلول بتركيز ١٠٪

**د - خلط محلولين :**

توجد حالتين لخلط المحاليل الاولى خلط محلولين للحصول على محلول جديد بتركيز معلوم والثانية خلط محلولين والمطلوب معرفة التركيز النهائي الناتج من عملية الخلط ، ويمكن ايضاح ذلك بالاتي :

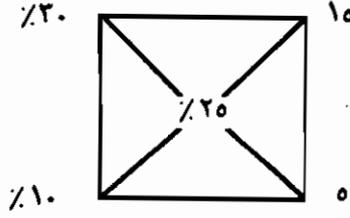
(١) خلط محلولين للحصول على محلول جديد معلوم التركيز :-

مثال :

أحسب الكمية اللازم خلطها من محلولين تركيزهما ١٠٪ ، ٢٠٪ لتحضير ١٥ كيلوجرام

محلول بتركيز ٢٥٪ .

الحل



كل 10 كجم محلول 20% مع 0 كجم محلول 10% - 20 كجم محلول 20%  
س مع ص 10

$$\text{س (كمية المحلول بتركيز 20\%)} = \frac{10 \times 10}{20} = 11.25 \text{ كجم محلول}$$

$$\text{ص (كمية المحلول بتركيز 10\%)} = \frac{10 \times 0}{20} = 2.75 \text{ كجم محلول}$$

∴ بخلط 11.25 كجم من محلول 20% مع 2.75 كجم من محلول 10% والمزج الجيد

نحصل على 10 كجم محلول 20%

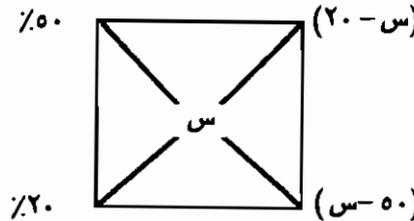
(2) خلط محلولين ویراد معرفة التركيز النهائي :

مثال :

إحسب التركيز النهائي للمحلول السكري الناتج من خلط 500 كيلو جرام بتركيز 20% مع

1000 كيلو جرام محلول بتركيز 50% .

الحل



كل (س - ٢٠) كجم مطول ٥٠٪ مع (٥٠ - س) كجم مطول ٢٠٪

$$(س - ٢٠) + (٥٠ - س) \text{ كجم مطول } \%$$

١٠٠٠ مع ٥٠٠ — ١٥٠٠ كجم مطول س٪

$$\frac{٥٠٠ \times (٢٠ - س)}{(س - ٥٠)} = ١٠٠٠$$

$$(س - ٥٠) ١٠٠٠ = ٥٠٠ \times (٢٠ - س)$$

$$\therefore س = ٤٠ \%$$

∴ بخلط ٥٠٠ كيلو جرام مطول بتركيز ٢٠٪ مع ١٠٠٠ كيلو جرام مطول بتركيز ٥٠٪

نحصل على ١٥٠٠ كيلو جرام مطول بتركيز ٤٠٪

## ثانياً : الطريقة الجبرية : Algebraic Method

في هذه الطريقة تستخدم المعادلات الرياضية في حساب ومعرفة المواد اللازمة لتحضير أو خلط المحاليل سواء باستخدام الأوزان أو الأحجام . ويمكن ايضاح ذلك في الحالات الآتية :

## أ - رفع توكيز محلول :

١ - رفع التركيز باستخدام الوزن :

يمكن معرفة وزن المادة الصلبة ( سكر أو ملح ) الواجب اضافتها الى وزن محلول معلوم التركيز لرفع تركيزه بواسطة تلك المعادلة .

$$W = \frac{(A - B)}{(100 - B)}$$

حيث أن :

و = وزن المادة الصلبة بالكيلو جرام الواجب اضافتها الى المحلول الابتدائي للوصول الى التركيز النهائي .

١ = وزن المحلول الابتدائي بالكيلو جرام

أ = التركيز الابتدائي للمحلول

ب = التركيز النهائي للمحلول

مثال :

احسب كمية السكر الواجب اضافتها الى ١٠٠ كيلو جرام محلول سكري بتركيز ٢٥٪ لرفع تركيزه الى ٧٠٪

الحل

$$W = \frac{(70 - 25) 100}{(100 - 70)} = 150.00 \text{ كيلو جرام}$$

٢ - رفع التركيز باستخدام الحجم :

يمكن حساب كمية المادة الصلبة ( سكر أو ملح ) الواجب اضافتها الى حجم محلول معلوم

التركيز عن طريق استخدام المعادلة الآتية :

$$و = ح \frac{(ب - ١)}{(١٠٠ - ب)}$$

حيث أن:

و = وزن المادة الصلبة بالكيلوجرام اللازم اضافتها الى المحلول الابتدائي للوصول الى التركيز النهائي .

ح = حجم المحلول الابتدائي باللتر .

ث = كثافة المحلول الابتدائي جرام / سم<sup>٣</sup> .

١ = التركيز الابتدائي للمحلول .

ب = التركيز النهائي للمحلول .

مثال :

احسب كمية الملح الواجب اضافتها الى ٤٠ لتر محلول ملحي بتركيز ١٥٪ وكثافة ١.٠٧٤٠ جرام / سم<sup>٣</sup> للوصول الى تركيز ٢٥٪

الحل

$$و = \frac{٤٠ \times ١.٠٧٤ (٢٥ - ١٥)}{(١٠٠ - ٢٥)} = ٧٣ \text{ كيلوجرام .}$$

ب - خفض تركيز محلول :

١ - خفض التركيز باستخدام الوزن :

يمكن حساب كمية الماء اللازم اضافتها لاجراء عملية تخفيف المحاليل باستخدام تلك المعادلة .

$$w = \frac{(a-b)}{b} \quad ١٥$$

حيث أن :

و = وزن الماء بالكيلو جرام اللازم اضافته الى المحلول الابتدائي للوصول الى التركيز النهائي

١٥ = وزن المحلول الابتدائي بالكيلو جرام .

أ = التركيز الابتدائي للمحلول .

ب = التركيز النهائي للمحلول .

مثال :

احسب كمية الماء اللازم اضافتها الى ٢٠ كيلو جرام محلول ملحي بتركيز ١٥٪ للوصول الى تركيز ١٠٪

الحل

$$w = \frac{(10-15)}{10} \quad 20 = ١٠ \text{ كيلو جرام}$$

٢ - خفض التركيز باستخدام الحجم :

يمكن حساب حجم الماء اللازم اضافته لإجراء عملية تخفيف المحاليل باستخدام تلك المعادلة .

$$C = \frac{(a-b)}{b} \quad ١٢$$

حيث أن :

١٢ = حجم الماء بالتر اللازم اضافته الى المحلول الابتدائي للوصول الى التركيز النهائي

ح = حجم المحلول الابتدائي بالتر

ث = كثافة المحلول الابتدائي جرام/سم<sup>٣</sup>

أ = التركيز الابتدائي للمحلول .

ب = التركيز النهائي للمحلول .

مثال :

احسب حجم الماء اللازم اضافته الى ٥٠ لتر محلول سكري بتركيز ٢٥٪ كثافته ١.٠٤٧ جرام/سم<sup>٣</sup> للوصول الى تركيز ١٥٪

الحل

$$ح = \frac{(١٥ - ٢٥) ١.٠٤٧ \times ٥٠}{١٥} = ٣٦.٨ \text{ لتر}$$

ج - خلط محلولين :

١ - خلط محلولين للحصول على محلول جديد معلوم التركيز :

عندما يراد معرفة وزن كل محلول من المحلولين المستخدمين في عملية الخلط ويكون لدينا الوزن والتركيز النهائي للخليط كذلك تركيز كل محلول نستخدم الاتي :

$$س + ص = ع$$

$$س = \frac{ع \times (ب - ١)}{(ب - أ)}$$

حيث أن :

س = وزن المحلول الاول .

ص = وزن المحلول الثاني .

ع = وزن الخليط ( المحلول الاول + المحلول الثاني )

أ = تركيز المحلول الاول .

ب = تركيز المحلول الثاني .

ج = تركيز الخليط .

مثال :

إذا كان لديك محلول بتركيز ٢٠٪ ومحلول آخر بتركيز ٥٠٪ ویراد تحضير ٤٠٠ كيلو جرام محلول بتركيز ٣٠٪ فاحسب الكمية من المحلول الاول والثاني اللازمه لاتمام عملية الخلط .

الحل

$$س = ٤٠٠ \times \frac{(٥٠ - ٣٠)}{(٥٠ - ٢٠)} = ٣٦٦,٦٦ \text{ كيلو جرام}$$

$$ص = ٤٠٠ - ٣٦٦,٦٦ = ١٣٣,٣٣ \text{ كيلو جرام .}$$

٢ - خلط محلولين ویراد معرفة التركيز النهائي :

ويمكن معرفة التركيز النهائي الناتج من عملية خلط محلولين معلومی التركيز عن طريق هذه المعادلة .

$$\frac{س \times ١}{١٠٠} = \frac{ص \times ب}{١٠٠} + \frac{ع \times ج}{١٠٠}$$

حيث أن :

س = وزن المحلول الاول

ب = تركيز المحلول الاول

ص = وزن المحلول الثاني

ج = تركيز المحلول الثاني

ع = وزن الخليط

ج = تركيز الخليط

مثال :

أحسب التركيز النهائي الناتج من خلط ٥٠٠ كيلو جرام محلول ٤٥٪ مع ٨٠٠ كيلو جرام محلول ٣٠٪ .

الحل

$$\frac{ج \times ١٣٠٠}{١٠٠} = \frac{٣٠ \times ٨٠٠}{١٠٠} + \frac{٤٥ \times ٥٠٠}{١٠٠}$$

$$\therefore ج = ٣٥٧٧٪$$

وعند الرغبة في معرفة نسبة الخلط من كل محلول للوصول الى المحلول النهائي يمكن استخدام هذه المعادلة .

$$\frac{س}{ص} = \frac{(ج - ب)}{(١ - ج)}$$

ومن المثال السابق يمكن معرفة نسبة المخلوط كما يلي :

$$\frac{٥٧٧}{٩٢٣} = \frac{(٣٠ - ٣٥٧٧)}{(٤٥ - ٣٥٧٧)} = \frac{س}{ص}$$

أى تتم عملية الخلط باستخدام ٥٧٧ جزء من المحلول الأول مع ٩٢٣ جزء من المحلول الثانى .

### ثالثا : طريقة الرسومات البيانية : Alignment charts method

يطلق على هذه الطريقة اسم النوموجرامات nomograms وهي طريقة سهلة وتتلخص في حساب كمية المادة الصلبة أو كمية الماء اللازمة لإجراء عمليات التحضير أو التخفيف أو التركيز من الرسم مباشرة دون الحاجة الى إجراء عمليات حسابية ويمكن ذكر الحالات الآتية على سبيل المثال وليس الحصر .

#### أ - تحضير محلول بتركيز معلوم :

يوضح الشكل (١٨) كميات السكر وحجم الماء اللازمين لتحضير المحاليل السكرية بتركيزات مختلفة حتى ٦٥٪ .

مثال :

احسب كمية السكر والماء اللازمة لتحضير ١٠٠ جالون محلول سكري بتركيز ١٠٪

الحل

يتضح من الشكل (١٨) اننا نحتاج الى ٨٧ رطل سكر مع ٩٢ر٥ جالون ماء ثم الخلط جيدا للحصول على ١٠٠ جالون محلول سكري بتركيز ١٠٪

#### ب - تخفيف تركيز محلول :

عند الرغبة في إجراء عملية تخفيف للمحاليل المركزة باستخدام الماء يمكن الاستعانة بشكل (١٩) حيث يظهر كميات الماء التي تضاف الى المحاليل المركزة حتى ٧٠٪ لتخفيفها الى التركيز النهائي المطلوب .

مثال :

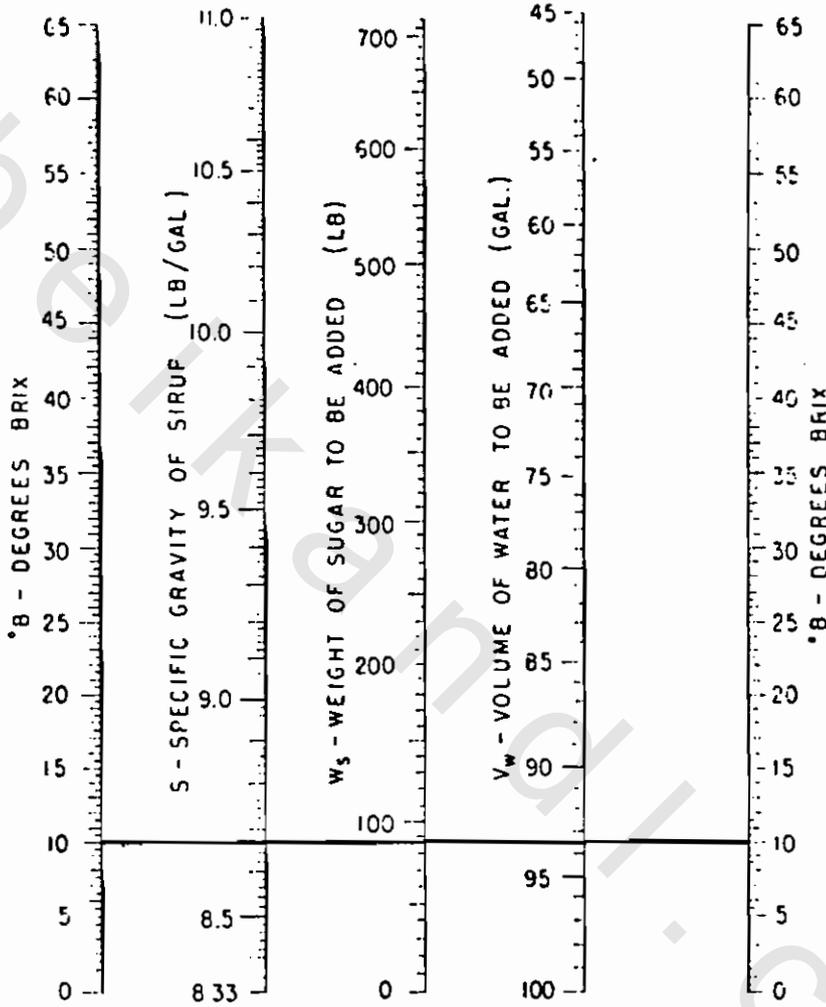
احسب كمية الماء الواجب اضافتها الى واحد جالون محلول سكري بتركيز ٦٠٪ لتخفيفه

الى ٢٤٪

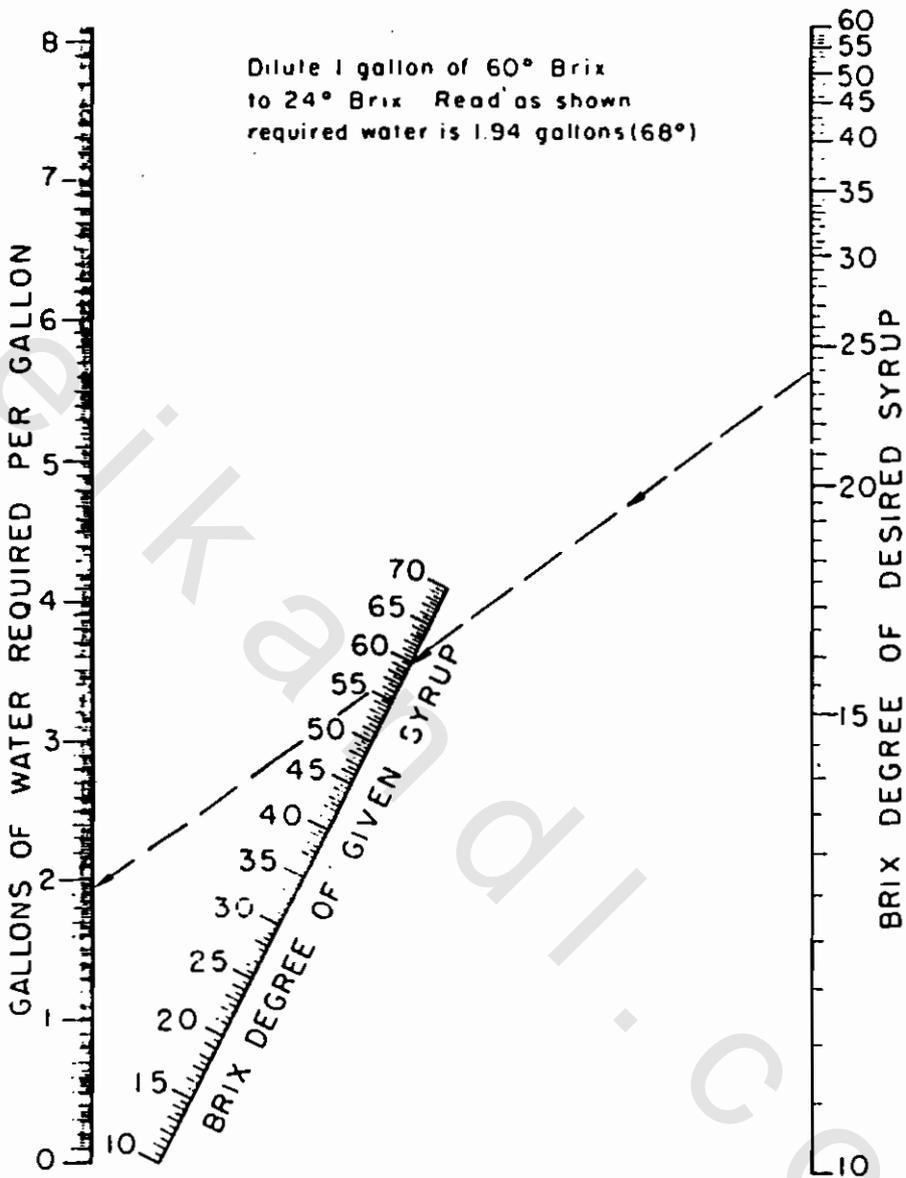
الحل

من الشكل (١٩) يتضح اننا نحتاج ١ر٩٤ جالون ماء واطافته الى واحد جالون محلول

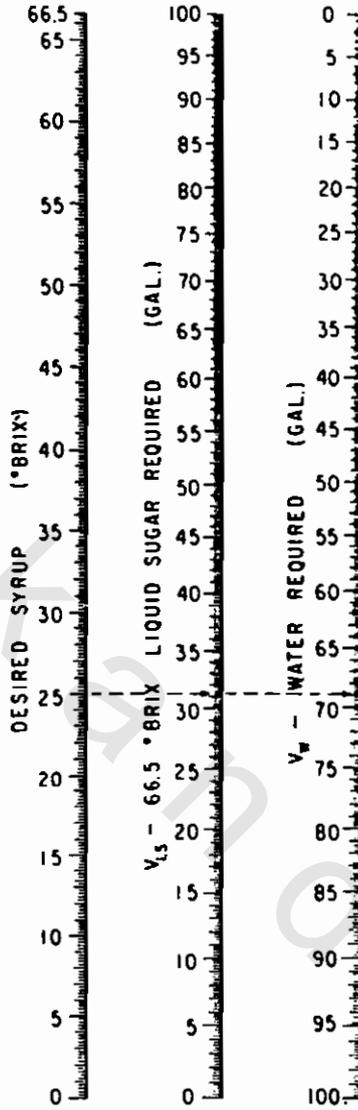
سكري بتركيز ٦٠٪ مع الرج الجيد للحصول على محلول بتركيز ٢٤٪



شكل (١٨) نوموجرام لوزن السكر وحجم الماء اللازمين لتحضير ١٠٠ جالون محلول سكري بالتركيز المطلوب



شكل (١٩) نـومـوجـرام لـحـمـم الـمـاء المـضـاف الـى وـاحـد جـالـون مـحـلـول سـكـرى لـتـحـضـير مـحـلـول سـكـرى بـالـتـركـيز المـطـلـوب



Gallons of 66.5°B liquid sugar and gallons of water required to yield 100 gallons of syrup (At 68°F)

شكل (٢٠) نوموجرام لحجمى الماء والمحلول السكرى اللازمين  
لتحضير ١٠٠ جالون محلول سكرى بالتركيز المطلوب

## ب - تحضير محلول بتركيز معلوم باستخدام محلول ثابت التركيز :

في هذه الحالة يوجد لدينا محلول سكري ثابت التركيز حيث تستخدم كميات منه في تحضير المحاليل تبعاً للتركيزات المطلوبة ويمكن إجراء هذه العملية عن طريق استخدام شكل (٢٠) حيث نجد أن المحلول الذي يستخدم في التحضيرات هو محلول سكري بتركيز ٦٦.٥٪ .

مثال :

احسب الكمية اللازم استخدامها من محلول سكري بتركيز ٦٦.٥٪ لتحضير ١٠٠ جالون محلول سكري بتركيز ٢٥٪ مع حساب كمية الماء اللازمة لذلك .

الحل

من الشكل (٢٠) يتضح لنا لتحضير ١٠٠ جالون محلول سكري بتركيز ٢٥٪ يلزم إضافة ٦٩ جالون ماء إلى ٣١.٢٥ جالون محلول سكري بتركيز ٦٦.٥٪ مع الرج الجيد للحصول على المحلول الجديد .

## رابعاً : الطريقة المباشرة : Direct method

ذكر العالمان Zapsalis and Beek عام (١٩٨٥) أن هناك طريقة مباشرة يمكن استخدامها في تحضير المحاليل وذلك للحصول علي ١٠٠ وحدة وزنية من المحلول النهائي بالتركيز المطلوب نون الحاجة الي اجراء عمليات حسابية . ويستخدم في هذه الطريقة ورق الرسم البياني العادي حيث يتم رسم احداثيان رأسيان الايمن منهما يمثل المكون الاقل تركيزا أو المذيب بينما الاحداثى الايسر يمثل المكون الاعلي تركيزا أو المادة المذابة ويصل بينهما احداثى يستخدم في معرفة مكونات المحلول النهائى المطلوبة ويبدء صفر تدريجة عند التقائه بالاحداثى الايمن . ويمكن ايضا ذلك بالامثلة التالية :

## ١ - خفض تركيز محلول :

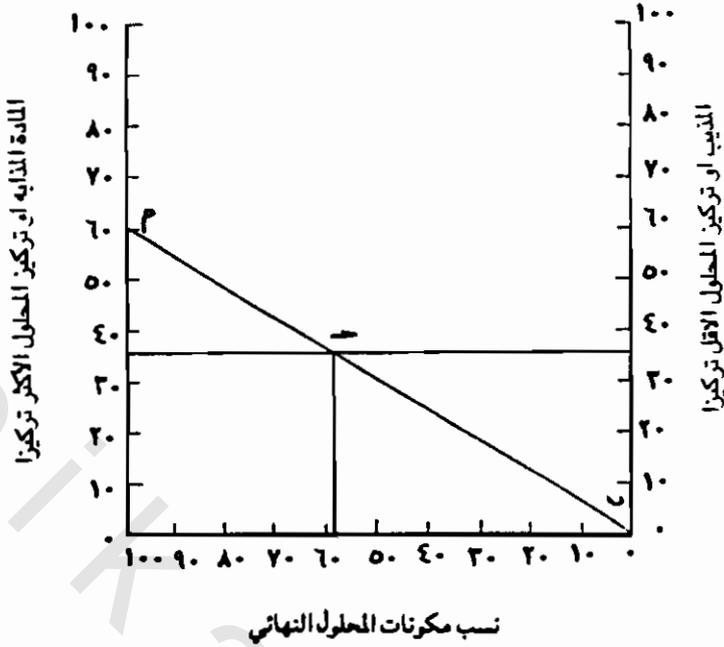
مثال :

احسب كمية الماء اللازم اضافتها الي محلول تركيزه ٦٠٪ لتحضير ١٠٠ وحدة وزنية من محلول ٣٥٪ .

الحل

يتم الحل باتباع الخطوات الاتية :

- ١ - نرسم خط افقي بين الاحداثيين الرأسيين عند التركيز النهائي المطلوب وهو ٣٥٪ .
- ٢ - يحدد علي الاحداثى الرأسى الايسر نقطة (أ) وهي تركيز المحلول المركز (٦٠٪) .
- ٣ - يحدد علي الاحداثى الرأسى الايمن نقطة (ب) وهي تركيز المذيب (صفر٪) .
- ٤ - نصل ما بين النقطتين ( أ ، ب ) بخط مستقيم حيث يقطع الخط الذي يمثل التركيز المطلوب في المحلول النهائي في النقطة (ج) .
- ٥ - نسقط من نقطة التقاطع (ج) عمود رأسى يقابل الاحداثى الافقي في نقطة يمكن منها معرفة نسب المكونات اللازمة لتحضير ١٠٠ وحدة وزنية من المحلول النهائي بالتركيز المطلوب حيث يمثل الجانب الايمن من الخط نسبة المكون الاكبر تركيزا اما الجانب الايسر منه يمثل نسبة المكون الاقل تركيزا ويتضح لنا من الشكل (٢١) انه يلزم ٥٨ وحدة وزنية من المحلول ٦٠٪ مع ٤٢ وحدة من الماء لنحصل علي ١٠٠ وحدة وزنية من محلول تركيزه ٣٥٪ .



شكل (٢١) خفض تركيز محلول باستخدام الطريقة المباشرة .

### ب - رفع تركيز محلول :

مثال :

احسب كمية المادة الصلبة اللازم اضافتها لمحلول تركيزه ٤٠٪ لتحضير ١٠٠ وحدة وزنية من محلول تركيزه ٦٠٪

الحل

يتم الحل باتباع الخطوات الآتية

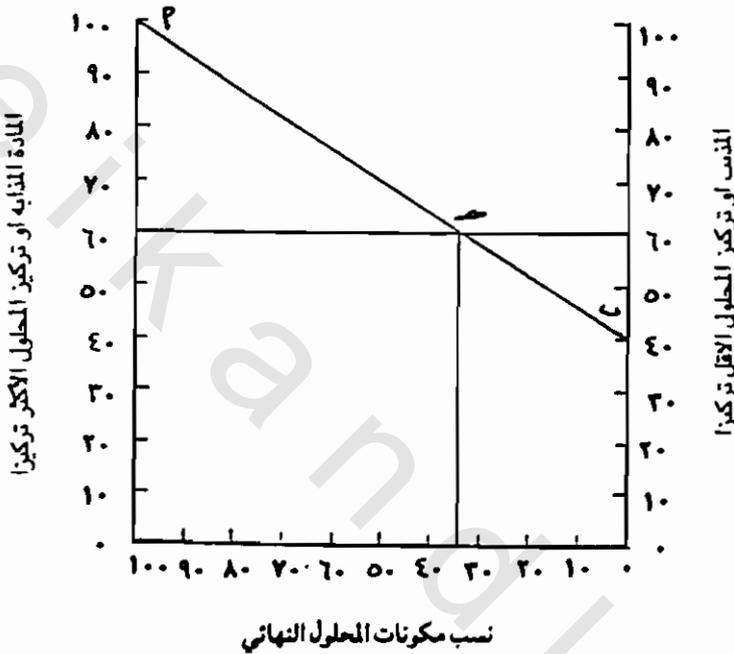
١ - نرسم خط أفقي يصل بين الاحداثيين الرأسيين عند تركيز ٦٠٪ وهو التركيز المطلوب النهائي .

٢ - يحدد علي الاحداثي الرأسى الايسر نقطة (أ) وهي تركيز المادة الصلبة (١٠٠٪)

٣ - يحدد علي الاحداثي الرأسى الايمن نقطة (ب) وهي تركيز المحلول (٤٠٪)

٤ - نصل ما بين النقطتين ( أ ، ب ) بخط مستقيم فيقطع الخط الذي يمثل التركيز المطلوب في المحلول النهائي في النقطة (ج) .

٥ - نسقط من نقطة التقاطع (ج) عمود رأسى يقابل الاحداثى الافقى في نقطة يمكن عندها معرفة المكونات اللازمة لتحضير ١٠٠ وحدة وزنية من المحلول النهائى بالتركيز المطلوب حيث يمثل الجانب الايمن من الخط نسبة المكون الاكبر تركيزاً اما الجانب الايسر منه يمثل نسبة المكون الاقل تركيزاً . حيث نجد انه لتحضير ١٠٠ وحدة وزنية من المحلول نو التركيز ٦٠٪ نحتاج الي ٢٢ وحدة وزنية من المادة الصلبة ( سكر ) مع ٦٧ وحدة وزنية من المحلول ٤٠٪ ويظهر ما سبق فى شكل (٢٢)



شكل (٢٢) رفع تركيز محلول باستخدام الطريقة المباشرة .

### ج - خلط محلولين :

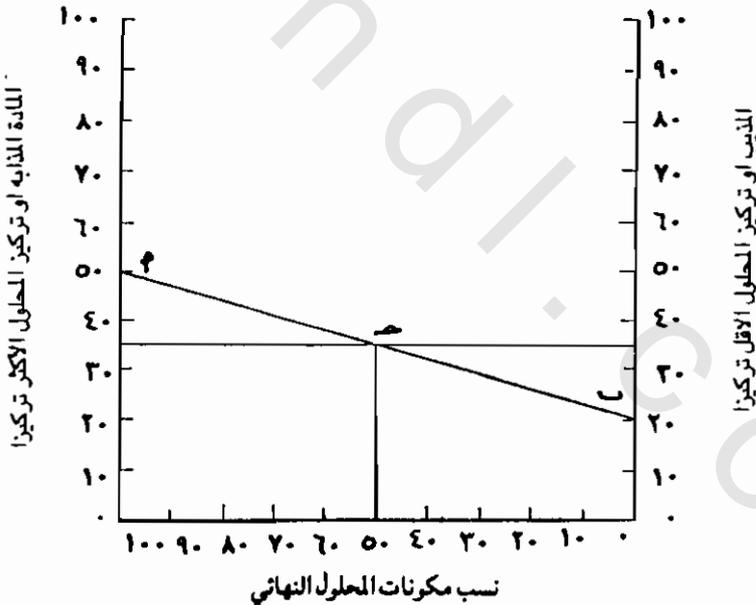
مثال :

احسب الكمية اللازمة من كل من المحلولين ٢٠٪ و ٥٠٪ لتحضير ١٠٠ وحدة وزنية من محلول ٣٥٪ .

## الحل

يتم الحل باتتباع الخطوات الآتية :

- ١ - نرسم خط أفقى يصل بين الاحداثيين الرأسيين عند تركيز ٣٥٪ وهو التركيز النهائى المطلوب .
- ٢ - يحدد علي الاحداثى الرأسى الايسر نقطة (أ) وهي تركيز المحلول المركز ٥٠٪
- ٣ - يحدد علي الاحداثى الرأسى الايمن نقطة (ب) وهي تركيز المحلول المخفف ٢٠٪
- ٤ - نمد خط بين الاحداثيين الرأسيين يصل بين النقطتين (أ ب) حيث يقابل الخط الذي يمثل التركيز المطلوب للمحلول النهائى في النقطة (ج) .
- ٥ - نسقط من النقطة (ج) خط عمودى علي الاحداثى الافقى في نقطة يمكن منها معرفة نسب المكونات اللازمة لتحضير ١٠٠ وحدة وزنية من المحلول النهائى بالتركيز المطلوب حيث يمثل الجانب الايمن من الخط نسبة المكون الاكبر تركيزا اما الجانب الايسر منه فيمثل المكون الاقل تركيزا حيث يتضح اننا نحتاج الي مزج ٥٠ وحدة وزنية من المحلول ٥٠٪ مع ٥٠ وحدة وزنية من المحلول ٢٠٪ لنحصل علي ١٠٠ وحدة وزنية من المحلول ٣٥٪ ويمكن ايضاح ما سبق في شكل (٢٣) .



شكل (٢٣) خلط محلولين باستخدام الطريقة المباشرة .