[١١] الباب الحادى عشر :

المخاليط Mixtures

فى هذا الباب سوف نتناول طرق خلط العناصر مع بعضها ويطلق على هذه الطرق بعمليات الخلط Mixing processes ، كما سنتناول طرق فصل المخاليط ويطلق على هذه الطرق Separating processes وعملية الفصل هى العملية العكسية لعملية الخلط .

ويتكون المخلوط من جراء عملية خلط مادتين أو أكثر سواء كانت هذه المواد عناصر (نقية) أو مركبات كيميائية وبأية نسبة كانت وتتوقف خواص أى مخلوط على مجموع خواص المواد الداخلة فى تركيبه وغالباً فإن عملية تكوين المخلوط تكون غير مصحوبة بحرارة أو بضوء مثل بقية التفاعلات الكيميائية الأخرى .

والمخلوط قد يكون متجانساً تماماً مثل محلول كبريتات النحاس الزرقاء فى الماء ، أو بللورات ملح الطعام أو السكر فى الماء (محاليل) .

وقد يكون غير متجانس مثل الرمل مع برادة الحديد أو مسحوق الكبريت مع برادة الحديد وعلى هذا فالمخلوط الغير متجانس ، هو المخلوط الذى لا تختفى جزيئات مكوناته فى بعضها البعض .

بينما المخلوط المتجانس هو الذى لا يمكن تمييز مكوناته عن بعضها البعض وعلى هذا فالهواء الجوى وماء البحر ومحلول الملح أو محلول السكر كلها مخاليط متجانسة .

ومعظم المواد توجد فى الطبيعة فى صورة مخاليط وقد تكون مخاليط بين عنصرين أو أكثر كما سبق مثل الهواء والذى يتكون أساساً من عنصرين وهما النتروجين والأوكسجين .

أو قد يكون الخليط بين مركبات Compounds مثل ماء البحر . فهو يحتوى

على الماء (عبارة عن مركب من عنصرى الهيدروجين والأكسجين) وعلى الأملاح وهى أساساً مركب من (كلوريد الصوديوم) .

والنقطة الهامة التى يجب أخذها فى الاعتبار بالنسبة للمخاليط أن المواد المختلفة بالمخاليط ليست متحدة مع بعضها وهى بهذا الشكل تختلف عن المركبات compounds التى تتحد فيها العناصر سوياً إتحاداً كيميائياً وسوف نتعرف على المركبات فيما بعد إلا أنه يمكن تلخيص الفروق بين المخاليط والمركبات بالجدول التالى ، جدول [١١ ــ ١] .

مسلسل	المركبـــات	المخالـيط
(١)	تنشأ مادة جديدة عند تكون المركب	لا تنشأ مادة جديدة بتكوين المخلوط
(٢)	تحتوى على مادة واحدة	تحتوى على مادتين أو أكثر
(٣)	تختلف خواص المركبات عن خواص المواد الداخلة بالمركب	خواص المخلوط تتوقف على خواص المواد الداخلة فى تركيبه .
(٤)	يتم فصل المواد بالمركبات بواسطة تفاعلات كيميائية فقط	يمكن فصل المواد بسهولة .
(٥)	نسبـة المواد فى المركب ثابتـــة	يمكن تغيير نسبة المواد فى المخلوط

جدول (١١ ـ ١)

إلا أنه جرى الإصطلاح على أن يُسمى المخلوط المتجانس الذى يكون فى حالة فيزيائية سائلة (بالمحلول) ــ محلول حقيقى ــ [هنالك محلول غروى ومحلول معلق أو مستحلب] أى أن المحلول الحقيقى هو خليط متجانس من مادتين أو أكثر ، ويطلق على المادة الموجودة بنسبة أكبر فى المحلول بالمذيب ، بينما يُطلق على المادة (أو المواد) الموجودة بنسبة أقل بالمذاب .

فمحلول السكر خليط متجانس من مادتين وهو محلول حقيقى ونسبة الماء فى المحلول أكبر من نسبة السكر فى نفس المحلول لهذا يُطلق على الماء فى هذا المحلول بالمذيب بينما يُطلق على السكر بالمذاب .

[١١ ـ ١] خلط المواد (العناصر) الصلبة *Mixing solids*

يمكننا خلط الأجسام (المواد) فى صورتها الصلبة ، فقط عندما تكون فى صورة مسحوق أو بودرة أو حبيبات دقيقة .

فإذا أردنا عمل مخلوط من مادتين فى الصورة الصلبة فإنه يلزم طحنها بالمعمل باستخدام (الهاون) ثم يتم الخلط فى جفنة أو فى زجاجة ساعة مع التقليب باستخدام « سكين » أو ملعقة تقليب spatula .

ويحذر طحن المادتين الصلبتين مع بعضهما فى الهاون لأنه قد ينشأ عن ذلك خطورة أو ضرر .

[١١ ـ ٢] التحـلل Dissolving :

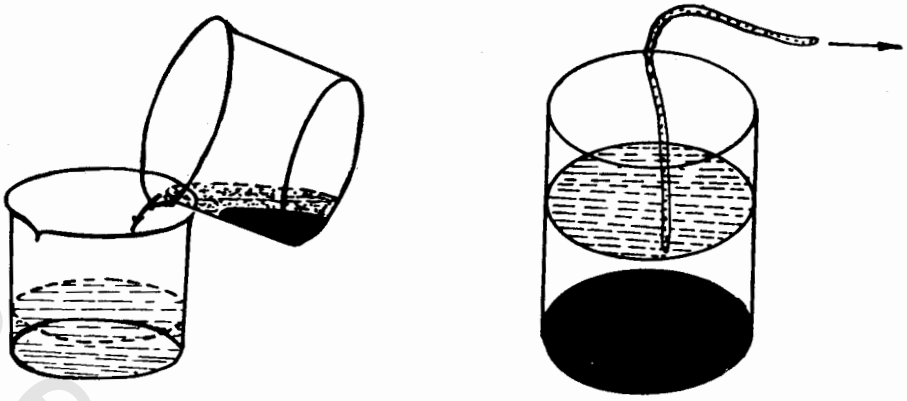
عند إضافة ملعقة من ملح الطعام إلى كمية مناسبة من الماء ، وتقليب المخلوط فإننا سنلاحظ اختفاء بللورات ملح الطعام (أو السكر مثلاً) تدريجياً أى أن الملح قد اختفى إلا أن الماء قد أصبح مذاقه لاذع (ملحى الطعم) .

ويقال هنا أن الملح قد تحلل dissolved ، والمادة التى تتحلل نُطلق عليها المذاب (كما سبق) solute .

فى حين يطلق على المادة التى يتحلل فيها المادة المذابة بالمذيب Solvent ويطلق على الخليط المتكون من المذيب والمذاب بالمحلول Solution ويعتبر الماء من أشهر وأهم المواد المذيبة ومعظم المواد يمكنها أن تتحلل أو تذوب فى الماء بدرجة أكبر من ذوبانها فى أى مذيب أو سائل (نقى) آخر .

ويحدث أحياناً أن لا تتحلل (أو تذوب) المادة تماماً فى المذيب ، والمادة الصلبة التى لا تتحلل ، سوف تستقر نهائياً بالقاع وتكون ما يعرف بالراسب sediment .

ويوضح شكل (١١ ــ ١) ، كيفية فصل محلول متجانس يطفو فوق بعض الرواسب التى لم تتحلل تماماً بواسطة عملية المص والسيفون أو بواسطة عملية السكب من وعاء لوعاء Decanting فى حالة الكميات الصغيرة أنظر الرسم شكل (١١ ــ ١) .



فصل محلول متجانس عن الرواسب الغير ذائبة بظاهرة السيفون والمص

فصل محلول متجانس عن الرواسب الغير ذائبة بالسكب من إناء لآخر

شـــكل (١١ ـ ١)

[١١ ـ ٣] أنواع أخرى من المذيبات غير الماء

Solvents other than water

بالرغم من أن الماء يعتبر أكثر المذيبات انتشاراً وأيسرها وأوفرها إلا أن هذا لا يمنع من وجود مذيبات أخرى يمكن استعمالها :

(١) *الإيثانول Ethanol : (الكحول الإيثيلى)*

يستخدم الكحول الإيثيلى لإذابة عدد كبير من الصبغات النباتية plant dyes والأحبار .

وقد يُسوق تجارياً ككحول إيثيلى ممزوج بكحول الميثيل السام methylated spirit وهو يُفيد فى إزالة لطخات أو صبغات الحشائش أو بقع الحبر من على الملابس . وهو قابل للإشتعال بدرجة كبيرة .

(٢) *الإيثيلين ثلاثى الكلور Trichlorethane :*

وهو يحمل اسماً طويلاً وهو مشتق أسيتيلينى يستعمل فى التخدير وفى عمليات

التنظيف على الناشف (الجاف) للملابس كما فى محلات غسل الملابس ، بدون غسل الملابس .

(٣) البرافين الهيدروكربونى ، هكسين *Hexane* :

ويشبه إلى حد كبير البنزين **petrol** وهو شديد الاشتعال وهو مذيب ممتاز للمواد الدهنية مثل الشمع **.Candle wax**.

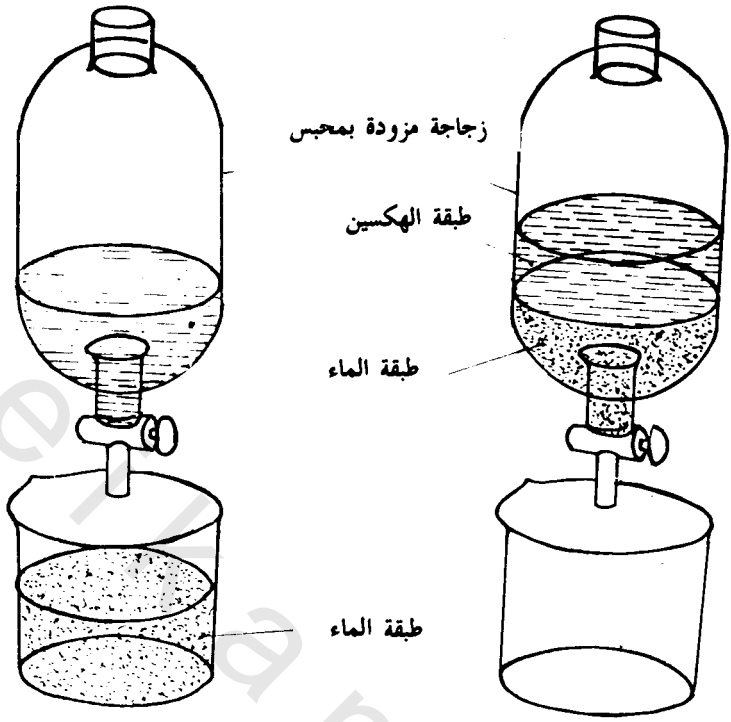
[١١ ـ ٤] خلط السوائل *Mixing liquids* :

تختلط بعض السوائل مع بعضها البعض بصورة جيدة وكمثال لهذا ، خلط الكحول الإيثيلى بالماء ، حيث يكون اختلاطهم جيداً مكوناً محلولاً متجانساً فى كل أجزاء المحلول ويطلق على مثل هذه السوائل بالمخلوط ـ قابل للإمتزاج **miscible** .

فى حين أن سائل مثل الهكسين **Hexane** ، غير قابل للإختلاط بالماء ويكون طبقتين منفصلتين عند خلطهما سوياً حيث تكون الطبقة العليا من الهكسين الصافى تماماً من الماء بينما تكون الطبقة السفلية من الماء الخالص ويطلق هنا على السائلين بسوائل غير قابلة للإمتزاج **immiscible** .

ويكون السائل السفلى ذو الكثافة الأكبر وفى حالة الهكسين والماء فإن الماء يكون بالأسفل لإرتفاع كثافته عن كثافة الهكسين ويمكن فصل السوائل الغير قابلة للإمتزاج باستخدام زجاجة مزودة بمحبس حيث يوضع الخليط الغير قابل للإمتزاج بالزجاجة ثم الانتظار لفترة لحين تمام استقرار السوائل ثم نقوم بفتح المحبس تدريجياً فيبدأ الماء فى الهبوط خارجاً من المحبس وتكون عملية فصل السوائل القابلة للإمتزاج أكثر صعوبة وسوف نتعرض لها فيما بعد .

، انظر الرسم شكل [١١ ــ ٢] وهو يوضح طريقة فصل سائلين غير قابلين للامتزاج .

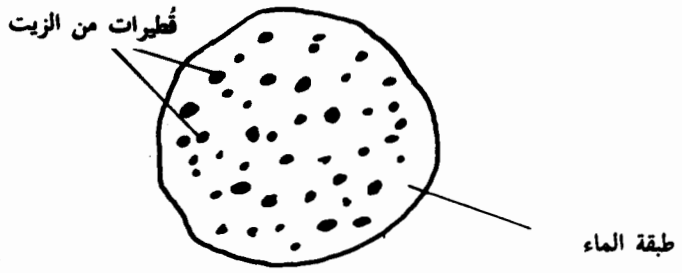


شـكل (١١ ـ ٢)
فصل سائلين غير قابلين للإمتزاج
(ماء وهكسين)

[١١ ـ ٥] المعلق ، المستحلب *Emulsions*

عند خلط سائلين غير قابلين للإمتزاج كلية فإنه لا يحدث أن ينفصلا إلى طبقتين منفصلتين تماماً ويكونا ما يعرف بالمستحلب والمستحلب هو الذى تتجزأ فيه المادة المذابة إلى دقائق كبيرة يمكن رؤيتها بالعين المجردة ، تنتشر فى السائل الآخر .

ويوضح شكل (١١ ــ ٣) ما يتم رؤيته إذا نظرنا إلى مستحلب من نقطة زيت فى ماء من خلال ميكروسكوب .



شـــكل (١١ ـ ٣)
مستحلب زيت فى ماء

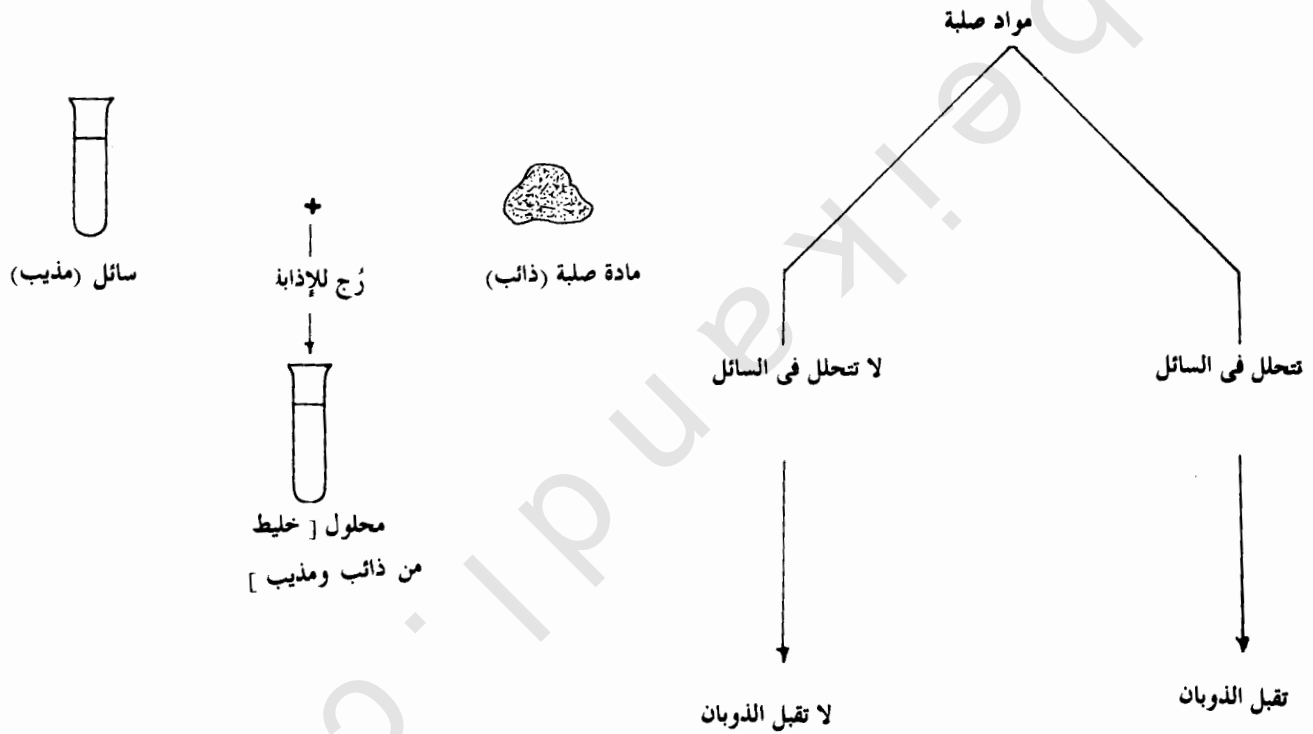
حيث يشاهد قطرات دقيقة من الزيت تنتشر فى المحلول المائى ويؤدى عامل الاستحلاب **emulsifying** إلى منع قطرات الزيت من الالتقاء والتجمع .

واللبن يعتبر مستحلب غائم **cloudy** ويتكون اللبن من دقائق دقيقة جداً من الدهن منتشر خلال السائل المائى .

وفى المستحلب فإنه يمكن فصل المادةالمذابة عن المذيب بالطفو أو بالترسيب فزيت الطعام يطفو فوق سطح الماء ، حبيبات الرمل عند وضعها فى الماء ، تترسب بفعل الجاذبية .

انظر شكل (١١ ــ ٤) ، وهو يعتبر بمثابة موجز لما سبق شرحه عن المخاليط .

، تعرضنا فيما سبق لعملية فصل الأجسام الصلبة التى لا تقبل الذوبان فى السوائل [ارجع لشكل (١١ ــ ١)] ، وقد وجدنا أنها عملية سهلة . وفى الواقع فإن هنالك ٣ طرق مختلفة لفصل الأجسام الصلبة التى لا تذوب فى السوائل ، تعرضنا لطريقة منها وفيما يلى الطريقتان الأخريتان وهما الترشيح والطرد المركزى :

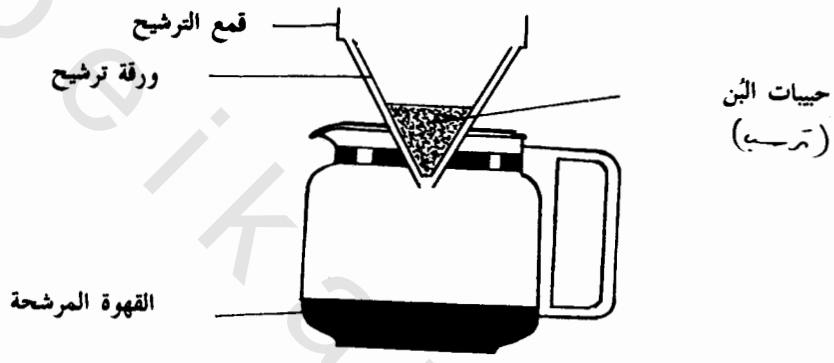


شـكل (١١ ـ ٤)

obeikandl.com

[١١ ـ ٦] الترشيح Filtering :

وتستخدم هذه الطريقة عندما تكون جزيئات المادة الصلبة ناعمة وصغيرة فمثلاً تستخدم طريقة الترشيح فى ترشيح حبيبات القهوة انظر الشكل (١١ ــ ٥) ولترشيح الرواسب الدقيقة من المياه فى مرشحات المياه كالمستخدمة فى المنازل مثلاً :



شـكل (١١ ـ ٥)
عملية ترشيح البُن

ومثلما يستخدم المنخل فى المطبخ لنخل الدقيق لإزالة أى كتل أو رواسب كبيرة نسبياً عن حبيبات الدقيق ، وذلك بمرور الدقيق من الثقوب الدقيقة للشبكة بدون أى صعوبة .

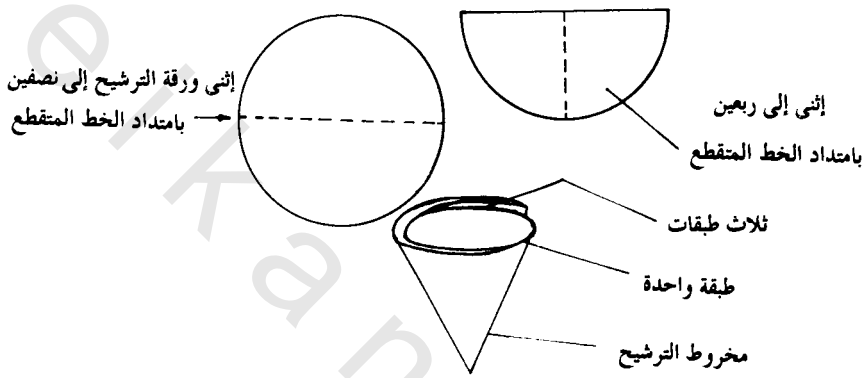
فإن عملية الترشيح ، كذلك تشبه عملية النخل للدقيق ، ولكن مع استخدام ثقوب دقيقة جداً لا ترى بالعين المجردة .

حيث نجد أن ورق الترشيح وهوورق من نوعية خاصة . يحتوى على ثقوب صغيرة جداً (يقدر بالآلاف فى السنتيمتر المربع الواحد) .

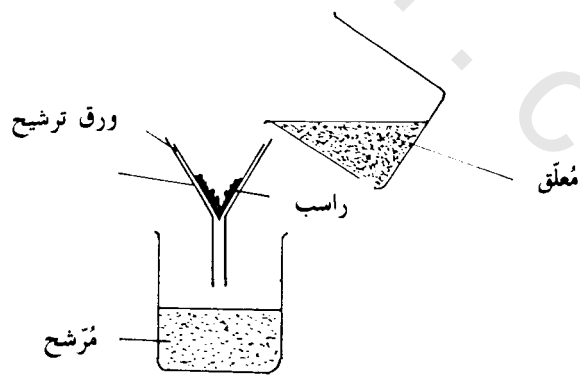
ويمر المحلول أو السائل عبر هذه الثقوب إلا أن الجزيئات الكبيرة والرواسب مثل الرمل مثلاً لا يمكنها المرور حيث يتم اصطيادها عبر هذه الثقوب الدقيقة.

ويتم ثنى ورقة الترشيح بحيث تُصبح مخروطية الشكل وتوضع فى القمع بحيث تأخذ الشكل القمعى .

فإذا ما قمنا بصب مُعلّق من الماء والرمل فى القمع فإن الماء يمر من ثقوب ورق الترشيح ويتجمع فى الكأس بينما يبقى الرمل على ورق الترشيح ويطلق على السائل الذى يمر من ورق الترشيح بالمُرّشح filtrate ، انظر الرسم شكل [١١ ــ ٦] ، شكل [١١ ــ ٧] .



شــكل (١١ ـ ٦)
ورق الترشيح



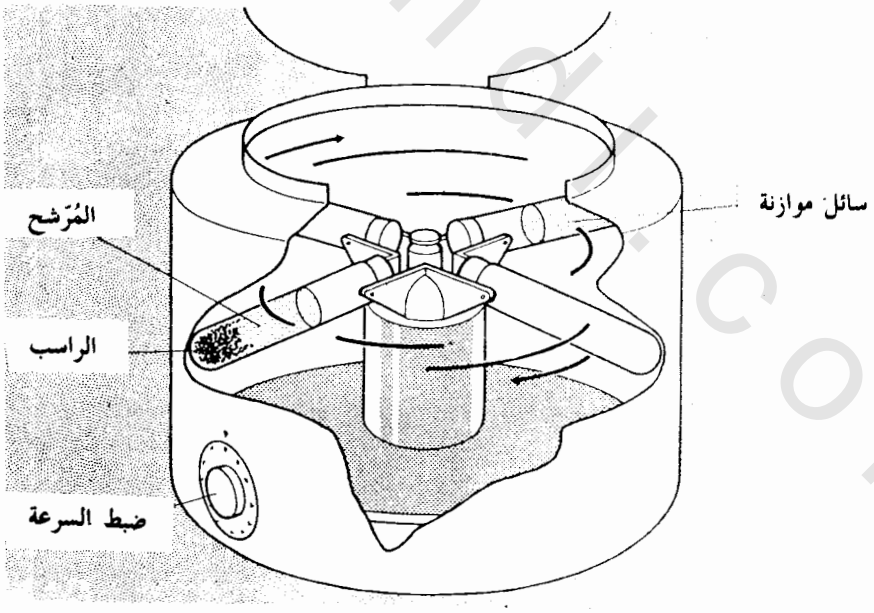
شــكل (١١ ـ ٧)
عملية ترشيح مُعلق

[١١ ـ ٧] الترشيح بالطرد المركزى Centrifuging :

يعتبر الترشيح بهذه الطريقة هو البديل لعملية الترشيح خاصة إذا كانت كمية المحلول صغيرة . وهى الطريقة الثالثة لفصل الأجسام الصلبة من السوائل وتفضل هذه الطريقة عندما تكون الجزيئات صغيرة جداً مما يؤدى إلى طفوها فى السائل مكونة مُعلّق غائم **Cloudy suspension** .

حيث يوضع المعلق فى ماكينة خاصة (ماكينة الطرد المركزى) centrifuge ويتوقف حجم هذه الماكينة وطريقة إدارتها على حجم السائل المعلق ونوعيته . وتقوم هذه الآلة بإدارة المعلق بسرعة عالية جداً ما يؤدى لاندفاع الجزيئات المتماسكة الصلبة وذات الكثافة الأكبر إلى القاع بالوعاء الحاوى ويمكن بعد ذلك فصل السائل المعلق بسهولة . وتستخدم هذه الطريقة لفصل القشرة عن اللبن (كثافة اللبن أكبر من كثافة القشدة) .

ويتم هذا (فى حالة المعامل) بوضع المُعلق فى إنبوبة إختبار ثم تُثبت الأنبوبة فى أحد أذرع الجهاز كما هو مبين بشكل (١١ ــ ٨) .



شـكل (١١ ـ ٨)
الترشيح بالطرد المركزى

ويوضع فى الذراع المقابل لهذه الذراع إنبوبة أخرى بها كمية من الماء لها نفس حجم السائل المعلق (المستحلب) وذلك لضمان إتزان الماكينة أثناء دورانها بسرعة عالية .

وبتشغيل الماكينة ، فإنها تبدأ فى الدوران بسرعة عالية وتؤدى هذه السرعة العالية إلى أن تصبح الأنابيب فى وضع أفقى حيث أن الأنابيب يتم وضعها فى الوضع الرأسى عندما تكون الماكينة متوقفة عن الدوران . وتتجه الجزيئات ذات الكثافة الأكبر إلى الخارج (أى إلى قاع الأنبوبة) .

ويمكن بعد ذلك فصل المحلول النقى بواسطة ماصة teat pipette وتستخدم هذه الطريقة فى فصل خلايا الدم الحمراء فى عينات الدم بمعامل التحاليل الطبية ، حيث ترسب خلايا الدم الحمراء فى قاع الإنبوبة .

كما تستخدم هذه الطريقة فى ترشيح زيوت محركات السيارات والمعدات الثقيلة لتنقية زيوت هذه المحركات من الشوائب وبرادة المعادن وخلافه ويعرف هذا الجهاز فى محركات السيارات (النقل والمعدات) بفلتر الترشيح الطارد المركزى
centrifugal oil filter

[١١ ـ ٨] فصل المحاليل *Separating Solutions* :

يعتبر الماء الموجود بالمنازل ماءً نظيفاً إلا أنه ليس نقياً فهو يحتوى على غازات ذائبة مثل الأوكسجين بالإضافة إلى احتمال وجود أجسام صلبة ذائبة به مما يجعل الماء عسراً إلى حد ما **hard water** .

وطبعاً فإنه يمكن اعتبار ماء الصنبور بالمنزل محلولاً ، وماء البحر الرائق يمكن اعتباره كذلك ، محلولاً ، فهو يحتوى على أملاح (كلوريد الصوديوم) ذائبة فى الماء ، وبالطبع فإنه لا يمكننا أن نرى الملح فى ماء البحر ولكنه موجود بلا شك بدليل مذاقه المميز (ملحى الطعم) ، حيث يتكسر الملح إلى جزيئات صغيرة لا يمكن رؤيتها بالعين لشدة صغرها ، حتى بالميكروسكوب ويبلغ صغرها لدرجة أنها يمكن أن تمر بسهولة عبر ثغور وفتحات ورق الترشيح إذا ماحاولنا استخلاصها بطريقة الترشيح .

[١١ ـ ٩] التبخير Evaporation :

تستخدم هذه الطريقة لفصل الأجسام الصلبة الذائبة فى مذيب .

إذا ما تركنا محلولاً ملحياً فى وعاء مناسب فى حجرة دافئة فإن الماء يتبخر بعيداً ويبقى الملح ونفس الشىء يحدث بالنسبة لماء البحر فإذا ما تركناه فى الشمس فإن الماء يتبخر ويبقى جسم صلب أبيض اللون إلا أن هذه العملية بطيئة جداً .

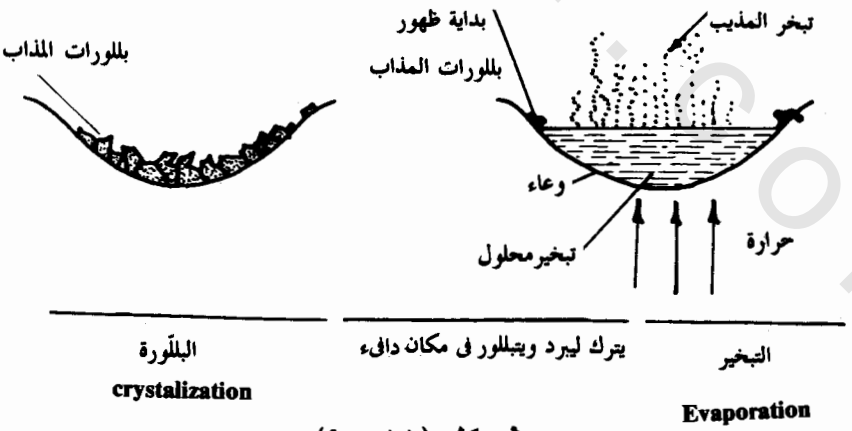
والتبخير هو عملية تحود السائل إلى بخار ، ولبطء عملية التبخير السابقة فإنه يمكننا الإسراع منها إذا ما قمنا بتسخين المحلول فى حوض خاص صغير Evaporating basin .

[١١ ـ ١٠] التبلّور Crystalization :

فإذا تمت عملية التبخير ببطء بحيث يتبقى كمية صغيرة من المحلول وتُترك إلى أن تبرد فإن المادة الصلبة المذابة تنفصل فى صورة بللورات Crystals .

ويطلق على عملية تكوين البللورات بالتبخير للمذيب بالمحلول بعملية البللورة Crystallization .

ويوضح شكل [١١ ــ ٩] عملية تكون البللورات بالتبخير .



شـكل (١١ ـ ٩)
التبخير والبلّورة

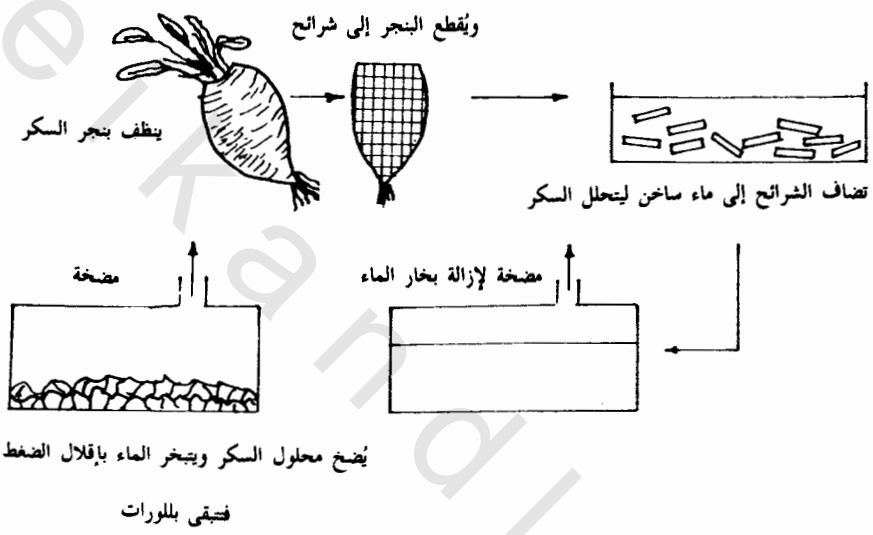
وعليه ، فإن عملية التبخير تكون ضرورية فى الآتى :

١ ــ الحصول على الملح من مياه البحار فى البلادة الحارة .

٢ ــ تجفيف الملابس المبتلة .

٣ ــ الحصول على السكر من قصب السكر والبنجر .

انظر شكل (١١ ــ ١٠) وهو يوضح الحصول على السكر من البنجر .



شــكل (١١ ـ ١٠)
الحصول على بللورات السكر من نبات البنجر بالتبخير

[١١ ـ ١١] التقطير Distillation :

عرفنا فيما سبق كيفية الحصول على المادة المذابة Solute من المحلول بطريقة التبخير ؛ فالملح يمكن الحصول عليه بتسخين محلول الملح حتى نتخلص من الماء أما التقطير فهو عملية الحصول على المُذيب Solvent من المحلول أى الحصول على الماء من محلول الملح .

وعملية التقطير مكلفة حيث أنه يلزم طاقة حرارية كبيرة لغلى المحلول إلا أنه فى بعض البلاد مثل الشرق الأوسط والمنطقة العربية بوجه خاص حيث تتوفر الطاقة الرخيصة نسبياً فإنه تستخدم طريقة التقطير للحصول على الماء النقى للشرب من مياه البحر .

فعند تسخين ماء البحر فإن البخار يهرب إلى الهواء ، فإذا ما قمنا بإمراره إلى وعاء ثانى وتركناه ليبرد فإنه يتكثف ويتحول إلى ماء بدون أملاح أى أن عملية التقطير هى عملية تبخير يعقبها عملية تكثيف للبخار .

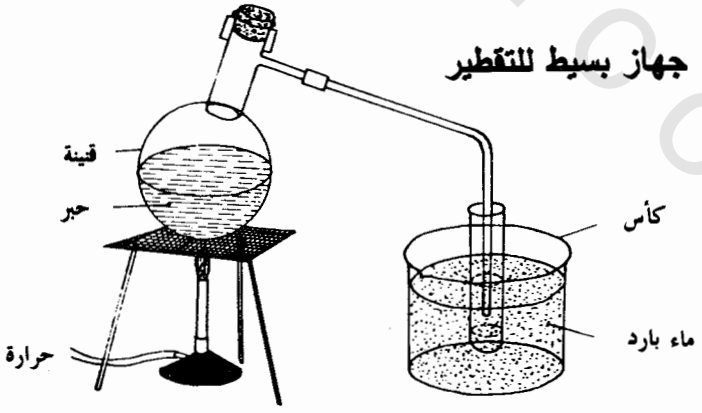
التقطير = تبخير + تكثيف

ويوضح شكل (١١ ــ ١١) جهاز بسيط يُستخدم فى الحصول على الماء من حبر (حبر أزرق) ؛ حيث يتم تسخين القنينة إلى أن يغلى الحبر ويلاحظ أن البخار الناتج يكون عديم اللون وليس أزرق .

ثم يمر البخار خلال إنبوبة توصيل ، وعندما يبرد البخار بالأسفل فإنه يتكثف ويتحول إلى سائل وهو الماء .

وعند تكثف البخار فإن هنالك كمية من الحرارة يتم طردها لا يُستهان بها ويساعد الماء البارد فى الكأس على التكثف ، وبالرغم من وجود هذا الماء البارد فإنه لا يتم تكثيف كل البخار وتخرج سحب من البخار إلى هواء الغرفة .

والتكثيف بهذه الطريقة لا يكون بكفاءة تامة لعدم تكثف كل البخار .



شـــكل (١١ ـ ١١)

ويوضح شكل [١١ ــ ١٢] جهازاً مُعدّلاً للحصول على الماء النقى من بعض من الحبر الأزرق حيث يتم استخدام جهاز بسيط لتكثيف الماء يعرف بمكثف ليبيج Liebig نسبة إلى العالم الألمانى الذى اكتشفه وهو البارون جوستس فون ليبيج

[Baron Justus Von Liebig (١٨٠٣ ــ ١٨٧٣)]

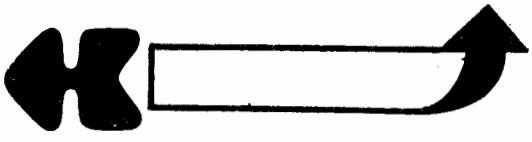
وباستخدام هذا المكثف فإنه يتم ضمان تكثيف كل البخار الناتج من غليان الحبر وتحوله إلى ماء ويجب ملاحظة الآتى :

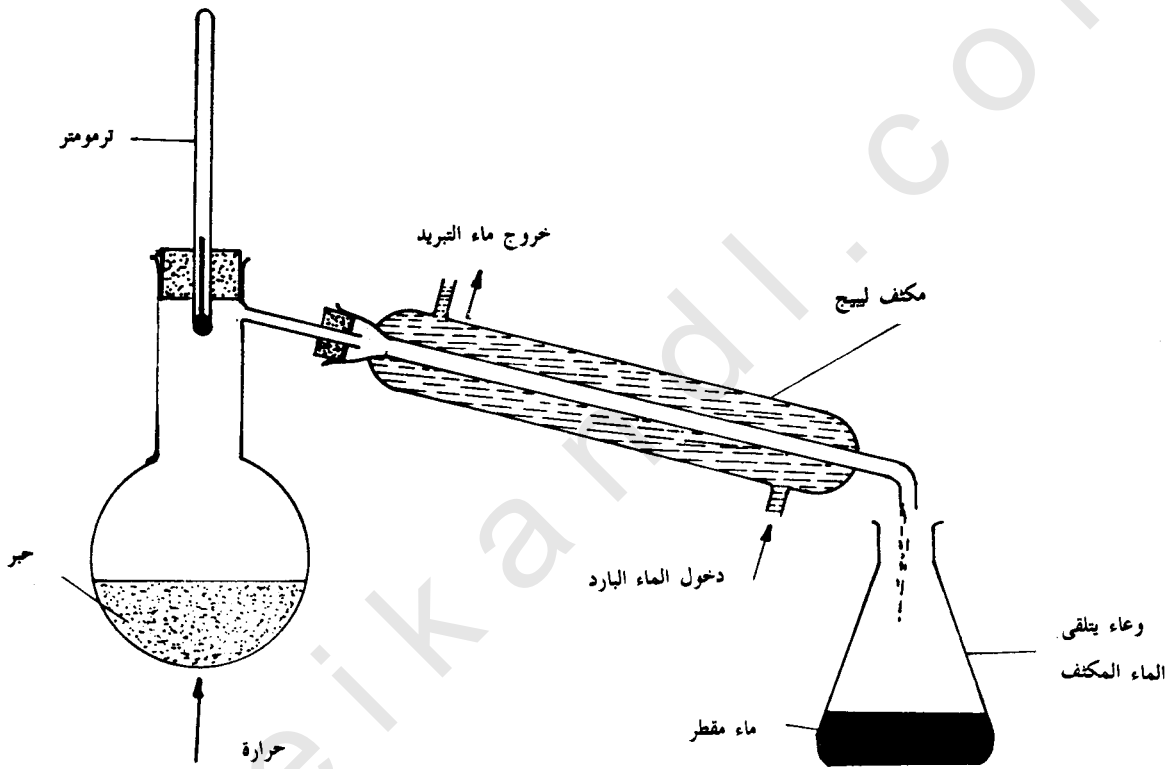
١ ــ يخرج من القنينة ، البخار فقط فى حين يبقى بها أى مادة أُخرى بالحبر .

٢ ــ الترمومتر يستخدم لقياس درجة حرارة البخار ولذلك فإنه يجب وضعه بحيث يكون انتفاخه فى مقابل فتحة إنبوبة التوصيل (أو فى مقابل فتحة القنينة) ، وليس مغموراً فى الحبر ذاته ويجب أن لا تتعدى أقصى درجة يسجلها الترمومتر عن ١٠٠°م .

٣ ــ يتكون مكثف ليبيج من إنبوبتين مُتداخلتين ، إحداهما بداخل الأخرى ، حيث يمر البخار بالإنبوبة الداخلية ، فى حين يمر ماء التبريد بالإنبوبة الخارجية ؛ مع مراعاة أن يدخل ماء التبريد إلى المكثف من الفتحة السفلية ويخرج من الفتحة العلوية له ، ويجب وضع المكثف فى هذا الوضع المائل للمساعدة على جريان الماء المتكثف فى المكثف .

٤ ــ يجب أن يكون الوعاء الذى يستقبل الماء المتكثف مفتوحاً من أعلى على الهواء الجوى ، أى لا يتم وضع سدادة بأعلى الكأس . ويُطلق على السائل المتجمع بالكأس بناتج التقطير distillate وعندما يكون الماء هو المادة المذيبة كما هو الحال فى حالتنا هذه ، فإن السائل المتجمع يكون ماءً صافياً ويُطلق عليه بالماء المقطر distilled water .





شـــكل (١١ ـ ١٢)

التقطير باستخدام مكثف ليبيج

obeikandl.com

ويكون استخدام الماء المقطر مفيداً بل وضرورياً أحياناً فى الحالات التالية :

(أ) مكواة البخار *steam irons* :

تحتوى مكواة البخار على تنك مياه صغير يخرج منه الماء إلى لوح ساخن يتم تسخينه كهربياً حيث يتحول الماء إلى بخار ، ويمر هذا البخار عبر فتحات صغيرة بأسفل المكواة (بالقاعدة) ، ويعمل البخار على إزالة تجاعيد القماش (الكرمشة) .

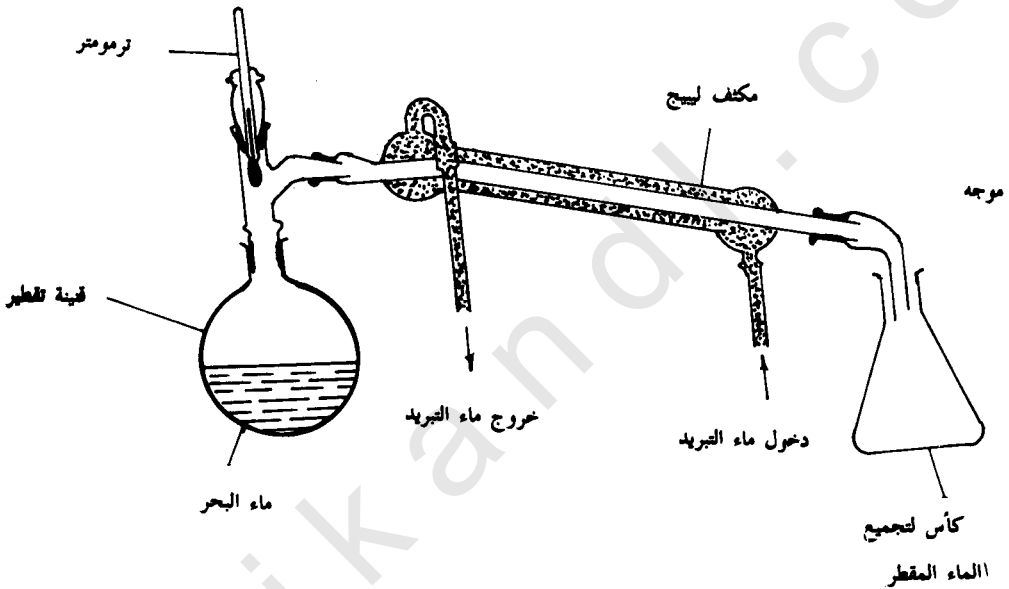
ويجب وضع ماء مقطر فى المكواة حتى لا يترك أى رواسب عند غليانه تعمل على تلف المكواة بعد فترة ، ويلاحظ أن استخدام ماء الصنبور بالمنزل يعمل على تلف المكواة .

(ب) *بطاريات السيارات* :

تحتوى بطارية السيارة على حمض كبريتيك ، ومع الاستخدام يتبخر الماء الموجود بحمض البطارية (أثناء عمليات الشحن) ، ولذلك يجب تعويض ما تفقده البطارية بماء مقطر فقط (وليس بحامض حتى لا يزداد تركيزه عن ١,٣ جم/سم^{٣}) ولما كان ماء الصنبور محتوياً على شوائب تعمل على تلف الألواح الرصاصية للبطارية .

وتوجد حالياً بطاريات حديثة للسيارات محكمة ضد تسرب الماء ولا تحتاج إلى إعادة تزويدها ؛ كما تتم صناعة بعض الخمور باستخدام عمليات التقطير .

ويوضح شكل (١١ ــ ١٣) جهاز تقطير للحصول على مياه نقية من ماء البحر .

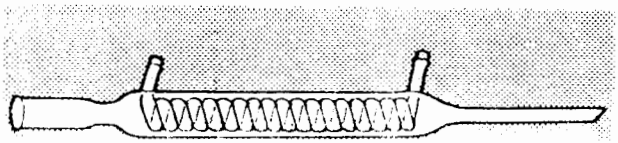


شـــكل (١١ ـ ١٣)

الحصول على الماء النقى من ماء البحر بالتقطير

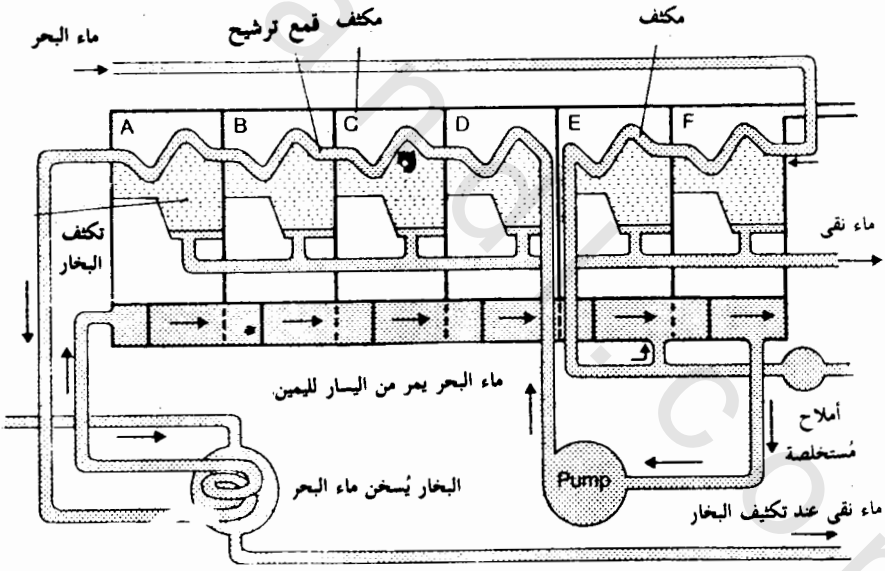
obeikandl.com

وفى شكل (١١ ــ ١٤) أحد المكثفات ويطلق عليه مكثف جراهام Graham Condenser وهو أكفأ من مكثف ليبيج السابق ذكره .



شـــكل (١١ ـ ١٤)
مُكثف جراهام

وفى شكل (١١ ــ ١٥) ، رسم تخطيطى يوضح وحدة تقطير مياه .



شـــكل (١١ ـ ١٥)
وحدة تقطير مياه

[١١ ـ ١٢] فصل السوائل والتقطير الجزئى :

Separating Liquids and fractional distillation :

علمنا فيما سبق أن عملية التقطير تستخدم لفصل السائل المذيب من المادة الصلبة المذابة ، وفى عملية التسخين فإن المذيب وحده يغلى ويخرج ويقال عن المادة الصلبة المتبقية بأنها غير متطايرة involatile :

فإذا كان لدينا خليط من سائلين قابلين للإمتزاج miscible فإنه يمكن فصلها بعملية تعرف بالتقطير الجزئى أو التقطير التجزيئى Fractional distillation إلا أنه يجب أن تكون نقطة غليان كل من السائلين بعيدة نسبياً وليست متقاربة .

وعند تسخين خليط السوائل أو السائلين فإن السوائل الداخلة بالخليط تبدأ فى الغليان عند درجات حرارة مختلفة تتوقف على نقطة غليان كل سائل وبذلك يمكن تكثيف الأبخرة المتصاعدة كُل على حدة .

فإذا كان لدينا خليط من الإيثانول Ethanol ــ الكحول الإيثيلى ــ والذى تبلغ نقطة غليانه boiling point ــ ٧٨°م ، ومن الماء والذى تبلغ درجة غليانه ١٠٠°م . فإنه يمكن فصلهما بعملية التقطير الجُزئى .

ويوضح شكل (١١ ــ ١٦) ، جهازاً ملائماً للتقطير الجزئى بالمعامل حيث يوضع مخلوط السائلين القابلين للامتزاج فى قنينة مناسبة ويتم تسخينها ببطء ثم نضع الدورق الأول رقم (١) فى وضع استقبال المُقطر الأول (الإيثانول) .

، يبدأ الإيثانول فى الغليان أولاً ويمر البخار خارجاً من جهاز التقطير (برج التقطير) ، فإذا ما خرجت مع الإيثانول أى كمية من بخار الماء عبر برج التقطير فإنها تتكثف وتعود ثانية إلى حالتها السائلة (الماء) وتهبط لأسفل بالقنينة .

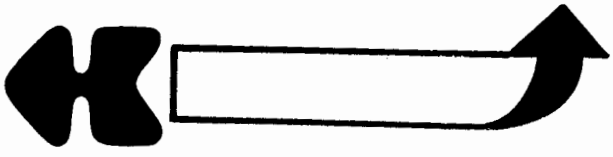
ويجب أن يتم تثبيت درجة الحرارة تحت ٨٠°م (غليان الإيثانول عند ٧٨°م) وإلا فإنه ستخرج أبخرة مياه ويصعب تكثيفها وإعادتها إليه مرة ثانية إذا زدات درجة الحرارة عن هذا الحد . ويخرج بخار الإيثانول ويتجمع بالدورق الأول ويُطلق عليه بالمُقّطّر الأول .

وعندما تصل درجة الحرارة إلى ٨٠°م ، نقوم بوضع الدورق الثانى رقم (٢) لاستقبال المقطر الثانى وتُرفع درجة الحرارة سريعاً إلى ٩٥°م فيتم جمع المقطر الثانى .

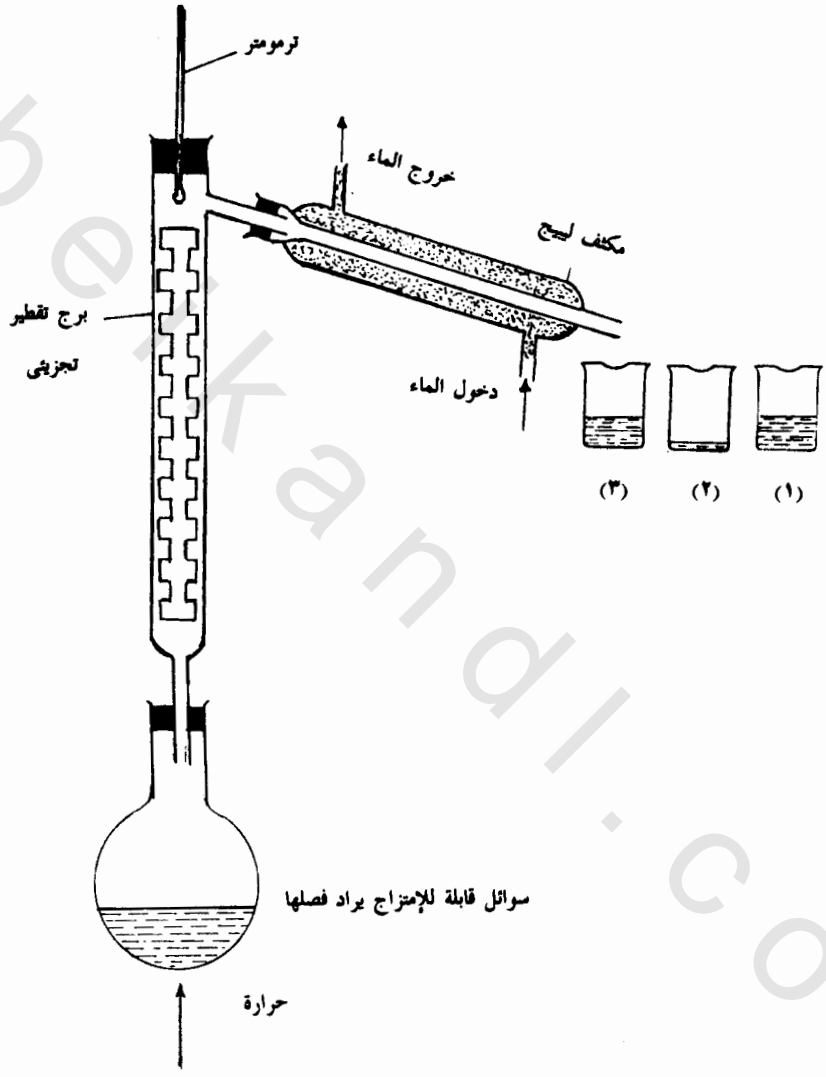
وعندما تصل درجة الحرارة إلى ٩٥°م ، نقوم بوضع الدورق الثالث رقم (٣) لاستقبال كمية كبيرة من المقطر الثالث وهو الماء ويمكن تلخيص نتائج هذه التجربة فى جدول كالتالى :

المقطر المتجمع فى الدورق رقم :	نقطة الغليان °م	الحجم المتجمع	سهولة الاشتعال
١	تحت ٨٠	حجم كبير	يشتعل سريعاً
٢	٨٠ ــ ٩٥	حجم صغير جداً	ــ
٣	فوق ٩٥	حجم كبير	لا يشتعل

جدول [١١ ـ ٢]



obeikandl.com



شـــكل (١١ ـ ١٦)

فصل سوائل ممزوجة بالتقطير التجزيئى

obeikandl.com

[١١ ـ ١٣] تكرير البترول Oil Refining :

يتم تجزئة الزيت الخام فى معامل البترول إلى مشتقات ومنتجات مختلفة ويلاحظ أن الزيت الخام هو خليط معقد من عدد كبير من السوائل القابلة للذوبان فى بعضها البعض ولها نقط غليان مختلفة .

ويلاحظ أن المشتقات المنتجة بهذه الطريقة ليست نقية تماماً ، حيث يحتوى كل منتج على مواد لها نفس نقطة الغليان .

وتباع هذه المشتقات لأغراض عديدة مختلفة فى الصناعة والطاقة وغيرها .

وهنالك طريقة أخرى بسيطة لفصل مخاليط مواد تقبل الذوبان فى المذيب وتعرف هذه الطريقة بطريقة الفصل الكروماتوغرافى chromatography (أى الفصل بطبقات الألوان المختلفة) .

وهنالك عدة أنواع من أنواع الفصل الكروماتوغرافى وأبسطها هى الفصل الكروماتوغرافى بالورق .

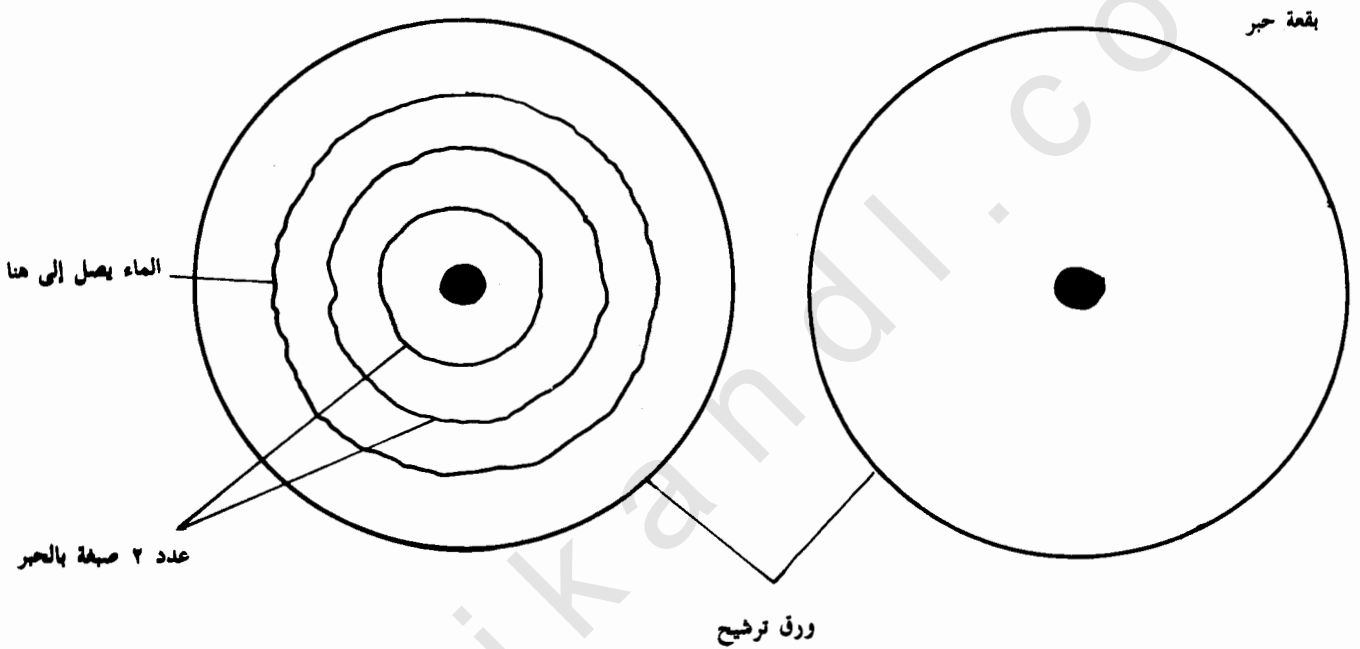
فالحبر المستخدم فى أقلام الحبر مثلاً عبارة عن خليط من الصبغات المتحللة فى الماء وقد رأينا سابقاً كيفية فصل الماء من الحبر . والحبر الذى يتبقى عبارة عن عدة صبغات ، يمكن فصلها بورق الفصل الكروماتوغرافى .

فإذا ما وضعنا نقطة من الحبر فى مركز دائرة ورقة الترشيح ثم تركناها لتجف ، ثم نُقّطر قطرة ماء باستخدام قطارة فى مركز دائرة بقعة الحبر ، فإذا ما تمت هذه العملية ببطء وحرص فإننا سنلاحظ أن بقعة الحبر قد ازدادت حجماً .

وسنجد أن الصبغات المختلفة فى الحبر قد انتشرت للخارج بمعدلات مختلفة ، حيث تكون كل صبغة حلقة منفصلة دائرية الشكل تقريباً .

وكمثال ، إذا كان الحبر مكوناً من صبغتين وماء ، وباتباع خطوات التجربة كما سبق سنلاحظ تكون حلقتين لصبغتى الحبر ، انظر الرسم شكل (١١ ــ ١٧) .

ويلاحظ أن إضافة الماء بالقطارة تحتاج يد ثابتة جداً لمنع الاهتزاز ولعدم سقوط الماء خارج مركز دائرة الحبر .



شـــكل (١١ ـ ١٧)

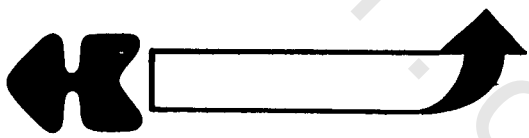
الطريقة البسيطة لفصل الألوان الكروماتوغرافى

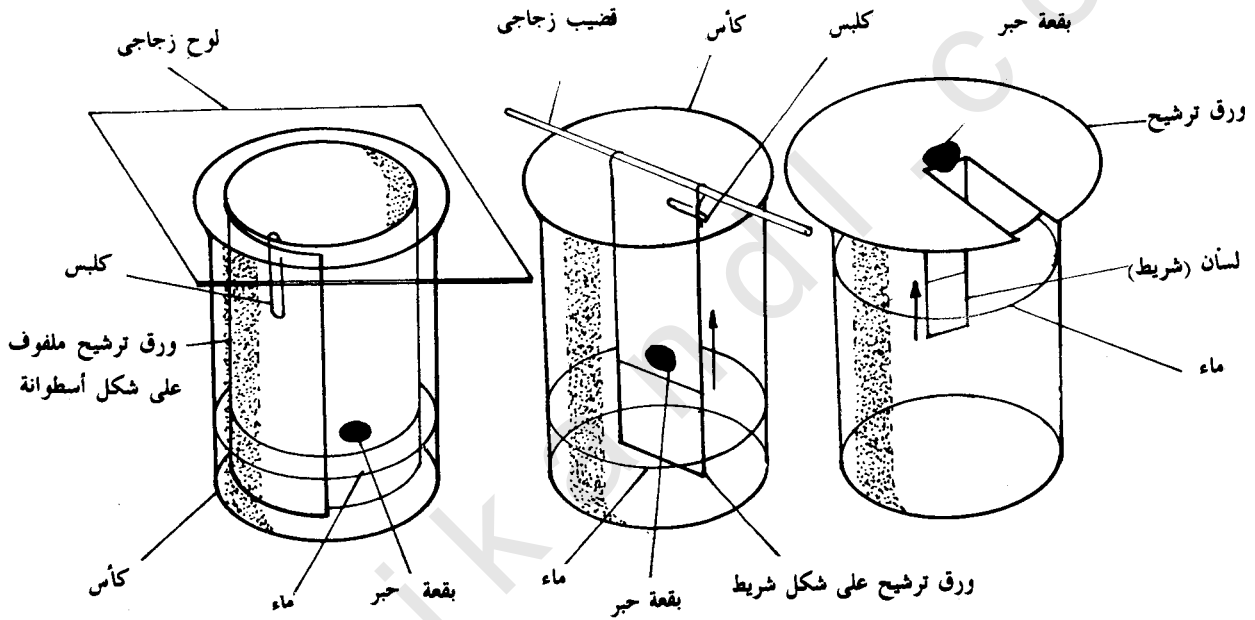
obeikandl.com

ويمكن الحصول على نفس النتائج باستخدام طُرق أُخرى ؛ ويوضح شكل (١١ ــ ١٨) ثلاث طرق مختلفة يمكن استخدامها (وهنالك عدة طرق أخرى) .

ففى الشكل (أ) ، يتم قطع شريط أو لسان بورقة الترشيح بحيث يتدلى بكأس به ماء ، حيث يرتفع الماء تدريجياً فى اللسان وإلى أعلا ببطء حتى يصل إلى بقعة الحبر بوسط الورقة ثم ينتشر كما سبق .

وفى الشكل (ب) ، (جـ) ، يتم استخدام شريحة من ورق الترشيح بشكل مستطيل ومدلاة رأسياً كما بالشكل (ب) أو فى صورة اسطوانة ملتفة كما فى الشكل (جـ) وفى كلتا الحالتين فإن الماء يصعد لأعلى وتنفصل الصبغات مكونة بقع دائرية على ورق الترشيح منفصلة كل منهما عن الأخرى وتكون هذه البقع بالقرب من أسفل ورقة الترشيح ، ويطلق على فصل الألوان أو الصبغات بهذه الطريقة بالفصل الكروماتوغرافى التصاعدى Ascending Chromatography ويطلق على الشريحة الورقية حينئذ بمقياس لدرجة التلون Chromatogram .





شـــكل (١١ ـ ١٨)

طرق أخرى لفصل الألوان الكروماتوغرافى

obeikandl.com

وعلى حسب لون الصبغة الأصلية بالحبر تتكون بقع دائرية بنفس الألوان أما إذا كانت المحاليل عبارة عن مواد عديمة اللون ، فإنه يمكن فصل ألوانها باستخدام نفس الطريقة أو الطرق ، فبعد الانتهاء لن يمكنك ملاحظة وتمييز الألوان على ورق الترشيح ولن تشاهد دوائر أو بقع للمواد لأنها عديمة اللون .

إلا أنه باستخدام بعض المواد الكيميائية ، ورشها على الورق فإنها تعمل على إظهار البقع والحلقات الدائرية .

وتعرف هذه العملية بعملية الإظهار أو الكشف developing وهى تشبه إلى حد كبير استخدام الأحماض فى تحميض الأفلام المأخوذة بواسطة الكاميرات .

obeikandl.com