

## المحاضرة التاسعة

### المبخر الدوراني (Rotary evaporator):

جهاز يستخدم لإزالة المذيبات من العينات بكفاءة ولطف بواسطة التبخير، عندما يذكر المبخر الدوراني قد يتضمن استخدام جملة "المبخر الدوراني" ولكن غالبا ما يوصف بطريقة أخرى (بخرت العينة تحت ضغط منخفض). الشكل (2-9)



الشكل (2-9) المبخر الدوراني

اخترع أول نظام تبخير دوراني بسيط بواسطة لي مان كريج .وسوق تجاريا لأول مرة بواسطة الشركة السويسرية بوتشي في 1957، وسجلت براءة اختراعه في 1964 ما زال جهاز Rotavapor من بوتشي أكثر المبخرات الدورانية استخداما حتى أن كلمة "Rotavap" أصبحت مرادفة لهذه الأجهزة. ،

### المكونات الرئيسية للمبخر الدوراني:

1. وحدة موتور والتي تعمل على دوران دورق التبخير أو الزجاجية المحتوية على العينة.

2. أنبوية بخار ولها وظيفتين: تعمل كمحور لدوران العينة وأنبوية محكمة التفريغ للبخار الذي يسحب من العينة.
  3. نظام تفريغ، وذلك لتقليل الضغط بصورة كبيرة داخل نظام التبخير.
  4. حمام سائل ساخن، وعادة ما يكون ماء وذلك لتسخين العينة التي يتم تبخيرها.
  5. مكثف ويمكن استعمال طريقتين: أما أن يوضع لولب يجري من خلاله المادة المبردة أو "إصبع بارد" وهو مكان توضع به مخاليط مبردة مثل الثلج الجاف والأسيتون.
  6. دورق تجميع التكاثف ويكون في أسفل المكثف وذلك للحصول على المذيب المقطر بعد تكثيفه.
  7. ميكانيكية لرفع دورق التبخير بسرعة من حمام التسخين.
- يمكن أن يكون نظام التفريغ المستخدم مع المبخرات الدورانية بسيط مثل شفاط مياه يصاحبه فخ مغموسا في حمام بارد (للمذيبات غير السامة)، أو أن يكون معقداً كاستعمال مضخة تفريغ ميكانيكية منظمة يصاحبها فخ مبرد.
- الزجاجيات المستخدمة في تيار البخار والمكثف يمكن أن تكون ضعيفة أو معقدة، وذلك حسب أهداف التبخير وأي نزعات قد تعطيها المركبات المذابة للخليط (مثال: تكون رغاوي).
- طريقة العمل:**

تعمل مبخرات التفريغ لأن خفض الضغط فوق خليط سائل يخفض نقاط غليان كل مكون سائل داخله. عموماً، المكونات السائلة المهمة في تطبيقات التبخير الدوراني هي مذيبات الأبحاث التي يجب إزالتها من العينة بعد الاستخلاص، فمثلاً بعد عزل مركب طبيعي أو خطوة في اصطناع عضوي. استعمال "روتافاب" يسمح للمذيبات السائلة بأن تزال بدون تسخين زائد لمخاليط مذيب-مذاب التي عادة ما تكون معقدة وحساسة.

عادة ما يستعمل التبخير الدوراني لفصل المذيبات منخفضة الغليان مثل ن-هكسان أو خلات الإيثايل من المركبات الصلبة على درجة حرارة الغرفة والضغط العادي. ولكن يمكن، بالتطبيق

الحريص، أن يزال مذيب من عينة تحتوي مركب سائل إذا كان التبخير المشترك أدنى ما يكون وفرق كافي في درجات الغليان عند درجات الحرارة والضغط المختارة.

يمكن أيضا تبخير المذيبات مرتفعة درجة الغليان مثل الماء (100 سيلزيوس عند الضغط الجوي القياسي وداي ميثايل فورماميد (153) DMF وداي ميثايل سالفواكسيد (189) DMSO إذا استطاع النظام توفير الضغط المنخفض الازم لتبخيرهم. (كمثال: سوف يغلي كلا من دمف ودمسو تحت 50 سيلزيوس إذا خفض التفريغ من 760 تور إلى 5 تور).

غير أنه تطبق تطورات الحديثة في هذه الحالات (مثال: التبخير وعمل طرد مركزي أو الرج الدوامي بسرعات عالية). عادة ما يكون استخدام التبخير الدوراني للمذيبات عالية درجة الغليان والتي تكون روابط هيدروجينية الملاذ الأخير وذلك لتوفر طرق تبخير أخرى مثل التجفيد. ويعزى ذلك جزئيا إلى حقيقة أن في مثل هذه المذيبات، والميل إلى "الضرب" يشدد عليه هنا (انظر أدناه). تظهر أهمية تقانة التبخير بواسطة الطرد المركزي عند الرغبة في عمل الكثير من العينات في نفس الوقت، حيث يجري التوسع في الاصطناع عالي الإنتاج في الصناعة والأوساط الأكاديمية.

يمكن إجراء التبخير تحت تفريغ بدون دوران العينة.

المزايا الرئيسية في استخدام المبخر الدوراني هي:

1. تتسبب قوتي الطرد المركزي والاحتكاك بين جدار الدورق الدوار والعينة السائلة في تكوين فيلم رقيق من المذيب الدافئ ينشر على سطح واسع.
2. القوى الناتجة عن الدوران تكبح الغليان العنيف وغير المتوقع (الضربات). هذا الخليط من هذه الخواص والتسهيلات المبنية في المبخرات الدورانية الحديثة تسمح بالتبخير السريع واللطيف للمذيبات من معظم العينات، حتى إذا كان مستخدم الجهاز يفتقر للخبرة. يمكن إزالة المذيب المتبقي بعد التبخير الدوراني بتعريض العينة لتفريغ أشد، في نظام تفريغ محكم الغلق على درجة الحرارة المحيطة أو درجة حرارة أعلى (خط شلنك أو داخل فرن تفريغ).

العيب الرئيسي في المبخرات الدورانية، بخلاف طبيعة العينة المنفردة، هو قدرة بعض أنواع العينات على أن تضرب (مثال: [الإيثانول](#) والماء)، الأمر الذي قد يؤدي لفقدان جزء من المواد المراد الاحتفاظ بها. ، خصوصا الضربات (الفوران)، عادة ما يكون المستخدم المتمرس على علم بنزعة بعض المخاليط للفوران أو تكوين رغاوي ويأخذ احتياطاته لتجنب هذه المشاكل. على وجه الخصوص، غالبا ما يمكن تجنب الضربات بتبخير الأطوار المتجانسة، عن طريق ضبط قوة التفرغ بحرص (أو درجة حرارة الحمام المائي) حتى يتوفر معدل تبخير متساوي أو في حالات نادرة، من خلال استعمال عوامل مضافة مثل شرائح الغليان (لجعل خطوة التتوية للتبخير أكثر انتظاما). يمكن أن تزود أيضا المبخرات الدورانية بأفخاخ خاصة ومصفوفات تكثيف والتي تكون مناسبة أكثر لأنواع العينات الصعبة خصوصا تلك العينات التي لها القدرة على تكوين رغاوي أو ضربات.

## السلامة

هناك مخاطر مصاحبة حتى للعمليات البسيطة مثل التبخير. هذه المخاطر تتضمن الانسحاقات الناتجة من استعمال زجاجيات بها عيوب مثل الكسور النجمية. قد تحدث انفجارات نتيجة تركيز الشوائب غير المستقرة أثناء التبخير، كمثال عند تبخير محلول إيثري يحتوي بيروكسيدات. هذا قد يحدث أيضا عند تجفيف مركبات غير مستقرة معينة مثل الأزيدات العضوية والأسيتيليدات والمركبات المحتوية مجاميع نيترو والجزئيات ذات طاقة الشد.

### 9-5. تجفيف المواد العضوية الصلبة:

من الممكن تجفيف المواد العضوية الصلبة بطرق كثيرة ويعتمد اختيار الطريقة بالدرجة الأولى على خواص المركب العنصوب المطلوب تجفيفه ، ونذكر من هذه الطرق:

9-5-1. **التجفيف بواسطة الهواء:** حيث يغطي الناتج الموضوع على ورقة ترشيح أو على زجاجة ساعة بقمع مقلوب يعمل هذا القمع على منع الغيار من تلويث المركب الصلب ولكنه يسمح للهواء بالمرور إليه وتتطلب هذه الطريقة وقتاً طويلاً.

9-5-2. **التجفيف بالأفران:** توضع المادة على زجاجة أو جفنة خزفية أو أي طبق زجاجي أو معدني لا يؤثر على المادة بعد وزنها داخل الفرن الشكل (9-3) حيث يمكن ضبط حرارته عند

درجة معينة (100-105 C) إذا كان المذيب ماء ، وتترك المادة العضوية داخل الفرن لمدة كافية ، ثم توزن ، ثم تعاد مرة أخرى للفرن ونتركها قليلاً ثم نخرجها ونزنها ، نكرر العملية السابقة حتى نحصل على وزنين متطابقين.

من الممكن ان تتحلل بعض المركبات العضوية او تتفكك إذا عرضت لدرجة حرارة عالية تحت الضغط الجوي العادي ، لذا يجب في هذه الحالة تجفيف المادة تحت ضغط منخفض عند درجة حرارة غير مرتفعة ، ويمكن باستخدام انواع خاصة من الافران التي ترتبط بمضخة تفرغ تعمل على تخفيض الضغط داخل الفرن ، وهكذا يمكن ضبط الحرارة والضغط.



الشكل (9-3) فرن التجفيف

**9-5-3. التجفيف بالمجففة الزجاجية:** تستخدم المجففات الزجاجية الشكل (9-4) لتجفيف المركبات العضوية بحضور عامل تجفيف قوي التأثير مثل حمض الكبريت المركز او خماسي أكسيد الفوسفور أو أي مادة تستطيع انتزاع أبخرة المذيب (هلام السيلكا ، كلور الكالسيوم) ، حيث توضع المادة العضوية في القسم العلوي من المجففة ويفصل بين القسمين طبقة من البورسلان المنقّب ، من الممكن استخدام المجففات الزجاجية عند درجة الحرارة العادية والضغط الجوي أو تحت ضغط منخفض ، إذ يمكن وصل بعض المجففات الزجاجية بمضخة تفرغ بعد وضع ما يراد تجفيفه في جفنة داخلها.



الشكل (9-4) المجففات الزجاجية

