



مقدمة عن التبريد وتطبيقاته

مقدمة عن التبريد وتطبيقاته

مقدمة عن التبريد وتطبيقاته

الجذارة :

يجب أن يصل المتدرب إلى الإتقان الكامل وبنسبة ١٠٠٪.

الهدف العام للوحدة :

تعرض هذه الوحدة المفاهيم العامة للحرارة ودرجة الحرارة والضغط كما تعرض تطور صناعة التبريد والتطبيقات المختلفة لهذه الصناعة.

مقدمة الوحدة :

لمعرفة أساسيات التبريد والتكييف لابد من فهم المفاهيم الأساسية للحرارة وطرق انتقالها.

الأهداف السلوكية :

على المتدرب أن يعرف المفاهيم الآتية :

- ♦ الطرق المختلفة لانتقال الحرارة (التوصيل - الحمل - الإشعاع).
- ♦ قياس درجة الحرارة وأنظمة القياس المختلفة.
- ♦ قياس كمية الحرارة.
- ♦ الحرارة المحسوسة والحرارة الكامنة.
- ♦ حالات المادة.
- ♦ الضغط وطرق قياسه.
- ♦ قوانين الديناميكا الحرارية.
- ♦ تطوير صناعة التبريد.
- ♦ التطبيقات المختلفة لصناعة التبريد.

الوقت المتوقع للتدريب : 8 ساعة نظري + 4 ساعة عملي

١- الحرارة وطرق انتقالها

يعرف التبريد بصفة عامة بأنه إجراء إزالة حرارة، ويعرف بصفة خاصة بأنه أحد أفرع العلوم الهندسية التي تختص بخض وحفظ لدرجة حرارة الوسط المراد تبریده (هواء _ سوائل _ مواد صلبة) أقل من درجة حرارة الجو المحيط. وقد عرفت الحضارة الإنسانية التبريد منذ القدم، واستفادت منه بغرض حفظ الأغذية عند توافرها لاستخدامها في أوقات الندرة، أو لتبريد الماء.

ولفهم عملية التبريد لابد من فهم مبادئ الحرارة وطرق انتقالها ويمكن تعريف الحرارة بأنها صورة من صور الطاقة المختلفة في حالة انتقال وسريان. وكمبداً عام يمكن تحويل الطاقة من صورة إلى أخرى (قانون بقاء الطاقة) وجميع المواد في الكون تحتوي على كميات متفاوتة من الحرارة حيث التعبير بالبرد أو الحر هو تعبير نسبي فإذا قلنا الكأس بارد يكون بارداً بالنسبة لأيدينا ولكنه قد يكون حاراً مثلاً بالنسبة لقطعة من الأيس كريم وهكذا.

ونستطيع القول بأن جميع الأجسام لديها قدر من الحرارة إذا كانت درجة حرارتها أعلى من درجة الصفر المطلق (٤٦٠ فهرنهايت أو -٢٧٣ كلفن) أي أنه يمكن التعبير عن درجة الصفر المطلق بأنه درجة الحرارة التي تتعدم عندها الطاقة الحرارية للأجسام.

١-١-١ انتقال الحرارة

تنتقل الحرارة من المادة ذات درجة الحرارة الأكبر إلى المادة ذات درجة الحرارة الأقل وتتوقف عملية الانتقال بين المادتين عندما تتساوى المادتان في درجة الحرارة وتسمى هذه الحالة (حالة الاتزان أو الاستقرار) الحراري ويلاحظ أن عملية انتقال الحرارة لا تعتمد على كمية الحرارة أو (كتلة الجسم) ولكن تعتمد على مستوى الحرارة والذي يعرف بدرجة الحرارة.

ويمكن تعريف درجة الحرارة بأنها المؤشر أو المستوى الذي يبين حالة الجسم الحرارية من حيث انتقال الحرارة منه أو إليه إذا تلامس مع جسم آخر.

ويعتمد معدل انتقال الحرارة بين جسمين على الفرق بين درجتي الحرارة لهما حتى ينعدم الانتقال عند تساوي الجسمين في درجتي الحرارة كما سبق وأن ذكرنا ذلك (حالة الاتزان الحراري). وتنتقل الحرارة بإحدى الطرق التالية (التوصيل - الحمل - الإشعاع).

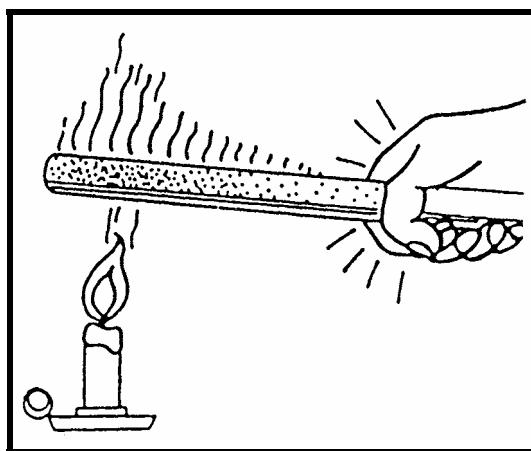
١ - ٢ - طرق انتقال الحرارة**١ - ١ - انتقال الحرارة بالتوسيط**

انتقال الحرارة بالتوسيط هو سريانها خلال جسم أو مادة أو عبر جسم إلى آخر يجاوره ويتم ذلك بين مستويين مختلفين من حيث درجة الحرارة أي أن درجة حرارة أحد المستويين أكبر من الآخر واتجاه سريان الحرارة يكون دائماً من المستوى أو الجسم الأعلى إلى المستوى أو الجسم الأقل في درجة حرارة. وأبسط الأمثلة لانتقال الحرارة بالتوسيط كما هو موضح بالشكل (١ - ١). قضيب معدني سخن أحد طرفيه من مصدر حراري يشعر لامس الطرف الثاني بعد فترة بدء هذا الطرف وارتفاع درجة حرارته نتيجة انتقال الحرارة إليه بالتوسيط ومعدل انتقال الحرارة بالتوسيط بين مستويين داخل مادة صلبة يتأثر بعوامل ثلاثة هي:

معامل التوصيل الحراري (كلما زاد المعامل كلما زاد معدل انتقال الحرارة).

الفرق بين درجتي حرارة المستويين (كلما زاد الفرق كلما زاد معدل سريان الحرارة).

المسافة بين المستويين (كلما زادت المسافة بين المستويين كلما قل معدل سريان الحرارة).



شكل (١ - ١) انتقال الحرارة بالتوسيط

١ - ٢ - ٢ - انتقال الحرارة بالحمل

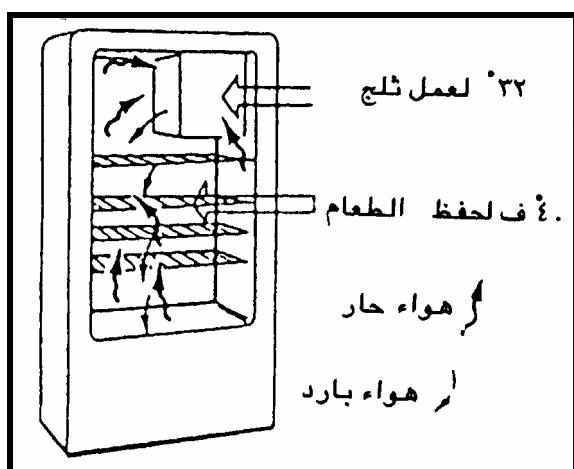
يحدث انتقال الحرارة بالحمل عندما تتحرك الحرارة من مكان إلى آخر بواسطة تيارات الحمل داخل المادة ولا بد أن تكون المادة مائعاً (غاز أو سائل) وتيارات الحمل قد تكون طبيعية أو حرة ويسمى الحمل حراً أو الحمل الحر يكون بسبب أن جزيئات المائع الأبرد تكون كثافتها أكبر فتتجه إلى أسفل بسبب الجاذبية الأرضية وجزيئات المائع الحار تكون كثافتها أقل فترتفع إلى أعلى. أما تيارات الحمل

التي تكون بسبب عامل خارجي بمروحة أو بمضخة يسمى حمل جبلي أو قسري . والحمل هو أكثر طرق انتقال الحرارة في مبخرات دوائر التبريد.

مثال الثلاجة المنزلية عندما يلامس الهواء أنابيب المبخر فإنه يبرد ويحمل البرودة إلى أسفل فيلاقي المنتجات الحارة فيسخن ويرتفع إلى أعلى حتى يلامس الأنابيب مرة أخرى وهكذا. انظر الشكل

(١ - ٢) .ويتوقف معدل انتقال الحرارة بالحمل بين سطح جسم صلب ومائع على العوامل الآتية :

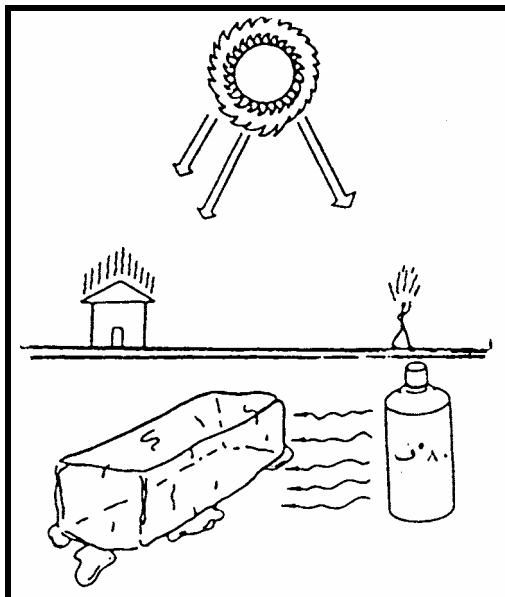
- ١ - فرق درجة الحرارة بين السطح والمائع.
- ٢ - نوع السطح وخصائصه.
- ٣ - نوع المائع وخصائصه.
- ٤ - سرعة تحرك المائع على السطح ملامسته له.
- ٥ - مساحة سطح التبادل الحراري بين المائع والسطح.



شكل (١ - ٢) انتقال الحرارة بالحمل

١ - ٢ - ٣ - انتقال الحرارة بالإشعاع

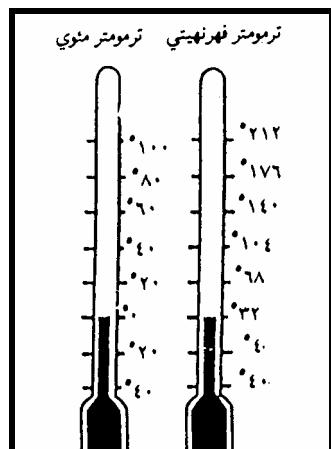
يتم انتقال الحرارة بالإشعاع إذا كان هذا الانتقال من مصدر حراري إلى جسم ما واعتراض طريق الانتقال مادة لم تتأثر بهذه الحرارة أو حتى لم يعترض طريق الانتقال أي مادة . وذلك مثل أشعة الشمس حيث لا توجد مادة تعمل كناقل للحرارة حيث تمر حرارة الإشعاع خلال المواد الشفافة دون أن تسخنها وتنتقل حرارة الإشعاع في خطوط مستقيمة بنفس طريقة انتقال الضوء وكذلك يمكن أن تعكس بواسطة السطوح المصقوله . تستخدم بعض أنظمة التسخين هذه الطريقة مع ملفات التسخين وأنابيب الماء الساخن أو البخار من الجدران والأسقف والأرضيات كما هو موضح بالشكل (١ - ٣)



شكل (١ - ٣) انتقال الحرارة بالإشعاع

١ - قياس درجة الحرارة

درجة الحرارة هي المؤشر على الحالة الحرارية للمادة فإذا كانت درجة الحرارة عالية يقال إن هذه المادة لديها طاقة حرارية عالية الدرجة (الجودة) وتقياس درجة الحرارة بمقاييس درجة الحرارة "ترموومتر" وهناك نوعان من نظام القياس الأول هو النظام البريطاني أو الأمريكي ويقيس درجة الحرارة بدرجة فهرنهايت أما النظام الثاني وهو النظام الدولي ويقيس درجة الحرارة بدرجة مئوية أو سنتجراد ومقاييس الحرارة تعتمد نظرية عملها على خاصية تمدد وانكماش السوائل نتيجة انتقال الحرارة منها أو إليها. والسوائل المستخدمة في الترمومترات هي الكحول والرتبق وذلك بسبب انخفاض درجتي حرارة تجمدهما وثبات معامل تمدهما. والترمومترات الكحولية أوسع انتشاراً لرخصها ولأنها ملونة وبالتالي يسهل القراءة بها كما هو موضح بالشكل (١ - ٤).



شكل (١ - ٤) مقاييس درجة الحرارة

١- ٢- ١- المقياس المئوي (الستيجراد °C)

وهذا المقياس تستعمله أكثر دول العالم حيث تكون درجة حرارة تجمد الماء النقي عند الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر هو الصفر المئوي ودرجة غليانه هي ١٠٠ درجة مئوية وبين هاتين الدرجتين يقسم التدرج إلى مائة درجة وقد تمتد تقسيم المقياس إلى ما تحت الصفر لقياس درجات الحرارة المنخفضة أو إلى ما فوق المائة لقياس درجات الحرارة المرتفعة.

١- ٢- ٢- المقياس الفهرنهايت (°F)

وهذا المقياس يستعمل في البلاد التي تتكلم الإنجليزية ويعتبر نقطة تجمد الماء النقي عند الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر هي ٣٢ فهرنهايت ودرجة غليانه ٢١٢ فهرنهايت وتقسم المسافة بين هاتين الدرجتين إلى ١٨٠ قسم وقد تمتد تقسيم المقياس إلى ما تحت ٣٢ فهرنهايت لقياس درجة الحرارة المنخفضة أو إلى ما فوق ٢١٢ لقياس درجات الحرارة المرتفعة.

١- ٢- ٣- تحويل درجات الحرارة

وطريقة التحويل لدرجات الحرارة من النظام الدولي (مئوي) إلى النظام البريطاني (فهرنهايت) والعكس يوضح بالعلاقات الآتية:

$$\text{الدرجة الفهرنهايتية} = \text{الدرجة المئوية} \times (1,8) + 32$$

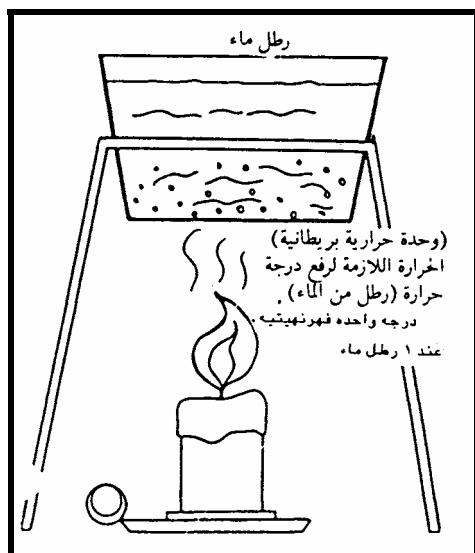
$$\text{الدرجة المئوية} = (\text{الدرجة الفهرنهايتية} - 32) / (1,8)$$

١- ٣- قياس كمية الحرارة

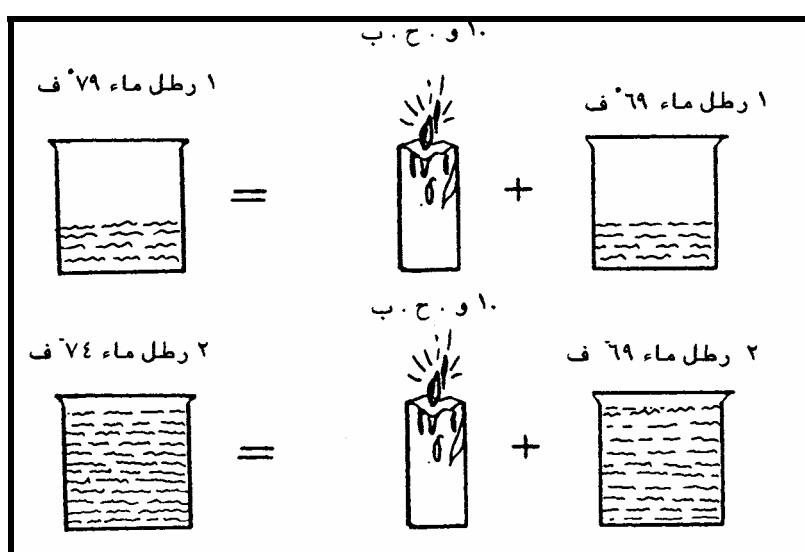
تقدر كمية الحرارة في جسم ما بالوحدات الحرارية البريطانية ويرمز لها (و.ج.ب) أو Btu في نظام التفاصي البريطاني ويعرف بأنه كمية الحرارة اللازمة لرفع كتلة من الماء قدرها رطل درجة واحدة فهرنهايتية انظر شكل (١-٥). وت TAS كذلك بالسعر الحراري (كالوري) في النظام المتري وأخيرا جميع أنواع الطاقات تفاصي بالجول في النظام الدولي . ويجب التذكر دائماً الفرق بين الحرارة ودرجة الحرارة، فالحرارة نوع من أنواع الطاقة في حالة سريان أما درجة الحرارة فهي مؤشر لمعرفة اتجاه سريان هذه الطاقة . في الشكل (١-٦) يوضح أنه إذا أضيفت كمية من الحرارة إلى كتلة ما من الماء فإنها تسبب ارتفاع معين في درجة الحرارة وإذا تضاعفت الكتلة انخفض الارتفاع في درجة الحرارة إلى النصف. وعلى ذلك فإن كمية الحرارة تعتمد على كتلة الجسم وفرق درجات الحرارة ونوع مادة الجسم . والوحدة

الحرارية البريطانية Btu وحدة قياسية معيارية. ويمكن تعريفها بأنها كمية الحرارة اللازمة لرفع أو خفض رطل ماء واحد درجة واحدة فهرنهايت، انظر (شكل ١-٧).

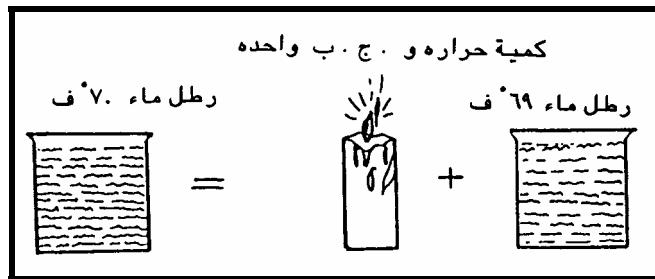
السعر الحراري : يستخدم كوحدة قياس الحرارة في النظام المترى وهي وحدة قياس معيارية وتعرف بأنها كمية الحرارة اللازمة لرفع أو خفض واحد جرام من الماء واحد درجة مئوية. أما في النظام الدولي الآن فأصبحت وحدة قياس الطاقة بكافة أنواعها هي الجول . والسعر الحراري = ٤,٢ جول .



شكل (١-٥) الوحدة الحرارية البريطانية



شكل (١-٦)



شكل (١ - ٧)

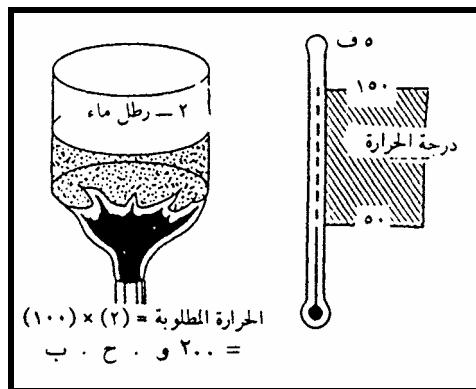
١ - ٤ الحرارة النوعية لمادة ما

وقد لوحظ أن كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل من الماء واحد درجة فهرنهايت هي واحد (وج.ب) أو Btu اانظر شكل (١ - ٨) . وتسمى الحرارة النوعية للماء. وبالتالي تعرف الحرارة النوعية لمادة ما بأنها كمية الحرارة اللازمة لرفع أو خفض وحدة الكتل من المادة واحد درجة. مما سبق يمكن حساب كمية الحرارة المنتقلة من أو إلى جسم من ثلاثة معلومات هي: -

- كتلة الجسم (k)
- الحرارة النوعية للجسم (n)
- فرق درجتي الحرارة ($d_1 - d_2$)

وبالتالي تحسب كمية الحرارة من العلاقة:

$$ح = k \cdot n \cdot (d_1 - d_2)$$

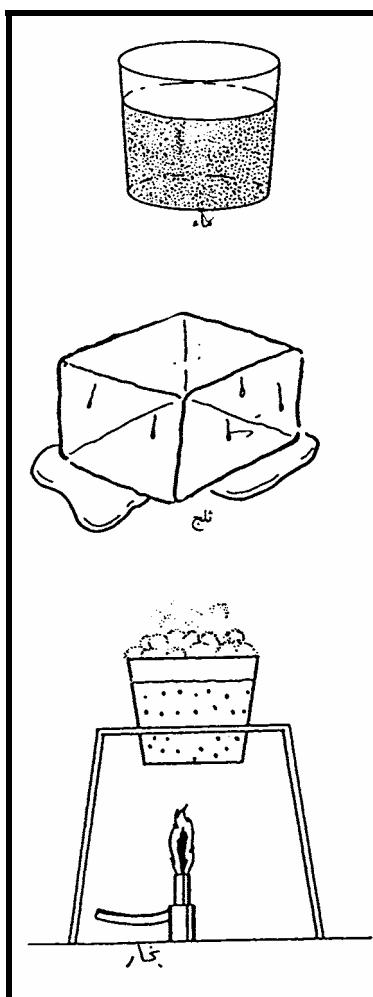


شكل (١ - ٨)

وللتحويل من الوحدات السعرية الحرارية للوحدات الحرارية البريطانية تستخدم العلاقة: -
١ كيلو (سعر) كالوري = ٣٩٦٨ وحدة حرارية بريطانية

١ - ٥ حالات المادة

توجد المادة في ثلاثة حالات أو أشكال أو في ثلاثة أطوار مختلفة وهي الصلبة والسائلة والغازية فمثلاً الماء يعتبر حالة سائلة ويمكن أن يوجد كثلاج وتصبح حالتها جامدة أو صلبة أو يوجد في صورة بخار ماء وهي الحالة الغازية. والحالة التي توجد عليها المادة تعتمد على الضغط ودرجة الحرارة فالثلج من الماء عندما تسحب منه الحرارة وتتحفظ إلى درجة التجمد ٣٢ فهرنهايت وبخار الماء من الماء عندما تضاف له الحرارة ويصل إلى درجة الغليان ٢١٢ فهرنهايت وكل هذا عند الضغط الجوي. ويمكن تقسيم الحرارة إلى نوعين الأول يصاحبها تغير في درجة حرارة المادة مع ثبوت حالتها وهذه الحرارة تسمى الحرارة المحسوسة (لأنها تحس بزيادة أو نقص درجة الحرارة) والنوع الآخر لا يصاحبها تغير في درجة حرارة المادة وإنما تتحول المادة من صورة إلى أخرى وتسمى الحرارة الكامنة، انظر شكل (١ - ٩).



شكل (١ - ٩) الحالات الثلاث للماء

ويمكن تقديم التعريف الآتية: -

الحرارة المحسوسة: هي كمية الحرارة التي تكتسبها أو تفقد她 المادة وتتغير درجة حرارتها دون تغير حالتها.

الحرارة الكامنة: هي كمية الحرارة التي تكتسبها أو تفقد她 المادة وتتغير حالتها دون التغير في درجة حرارتها.

الحرارة الكامنة للانصهار: هي كمية الحرارة الالازمة لتحويل وحدة الكتل من المادة من حالة الصلابة إلى حالة السائلة عند نفس درجة الحرارة.

الحرارة الكامنة للتجمد: هي كمية الحرارة الالازمة لتحويل وحدة الكتل من المادة من حالة السائلة إلى حالة الصلابة عند نفس درجة الحرارة وهي تساوي الحرارة الكامنة للانصهار لنفس المادة.

الحرارة الكامنة للتبخير: هي كمية الحرارة الالازمة لتحويل وحدة الكتل من المادة من حالة السائلة إلى الحالة الغازية (بخار) عند نفس درجة الحرارة.

الحرارة الكامنة للتكاثف: هي كمية الحرارة الالازمة لتحويل وحدة الكتل من المادة من الحالة البخارية إلى الحالة السائلة عند نفس درجة الحرارة وهي تعادل الحرارة الكامنة للتبخير لنفس المادة.

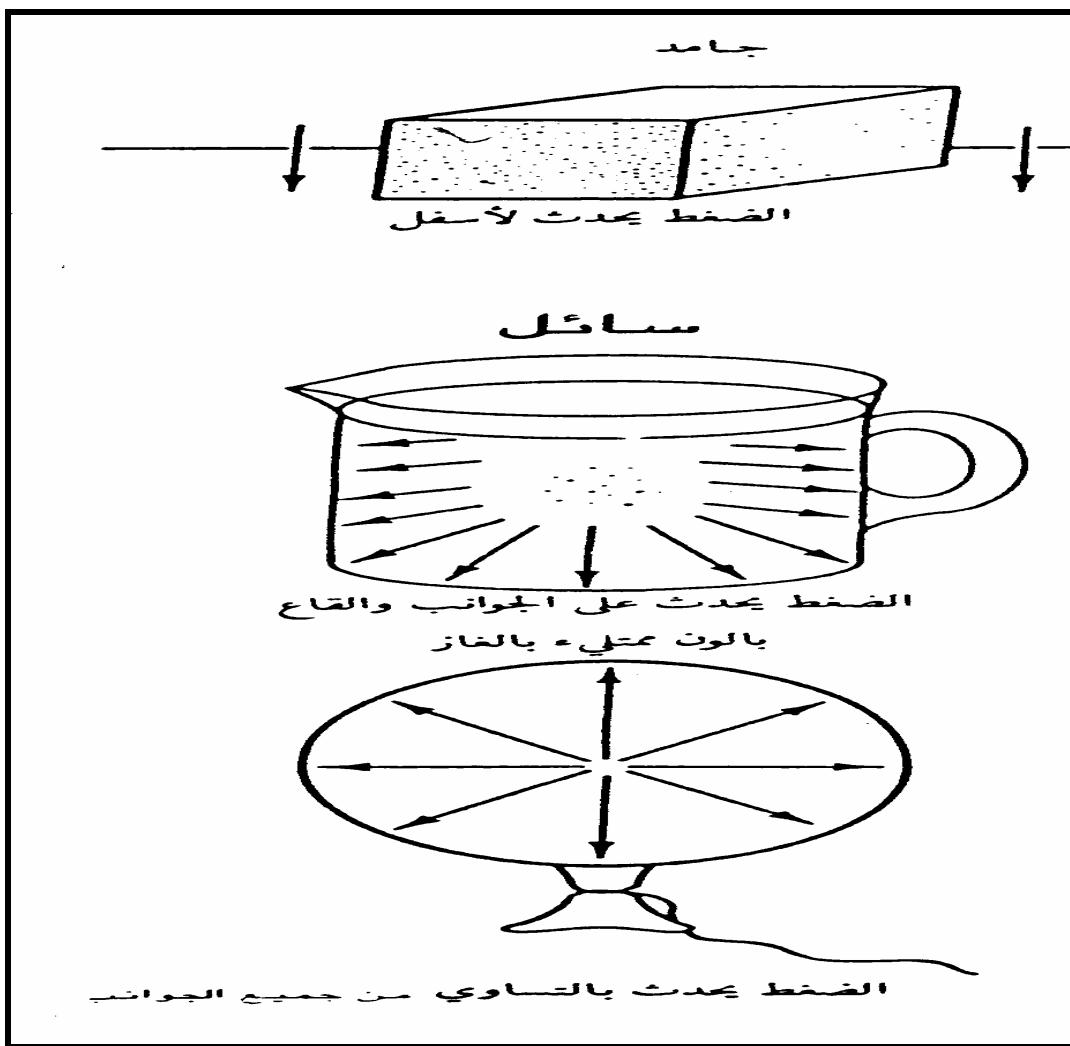
٦- الضغط

هو القوة التي يؤثر بها وسيط معين على وحدة المساحة الواقع عليها.

الضغط (ض) = القوة المبذولة (ق) / المساحة الكلية (س)

ويعبر عنه في الوحدات البريطانية بالرطل/بوصة المربعة أو رطل/قدم المربع. أما الوحدات المتريك فيعبر عنها بالكيلوجرام / سم² والوحدات الدولية فيعبر عنها باليوتون/المتر المربع (بسکال) $\text{Pa} = \text{N/m}^2$.

والضغط الجوي عند مستوى سطح البحر يبلغ 14,7 رطل/بوصة المربعة (واحد بار) ويلاحظ أن الأجسام الصلبة تولد ضغطاً لأسفل على السطح التي ترتكز عليه. أما السوائل والغازات فإن الضغط يكون على قاع وجدان الوعاء الحاوي لها، انظر شكل (١٠-).

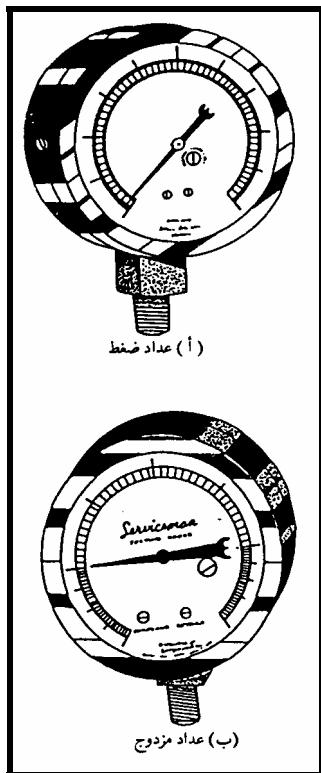


شكل (١٠- الضغط

والأجهزة التي تستخدم في قياس الضغط في مجال التبريد والتكييف هي العدادات والتي تسمى بأنبوب بوردون، انظر الشكل (١١- ١٢). وعدادات الضغط تقرأ الفرق بين المقياس والضغط الجوي أي أنها تعتبر الضغط الجوي يساوي صفرًا. وتسمى القراءة من العداد باسم بضغط المقياس أو ضغط العداد.

الضغط المطلق :

هو الضغط المقصود من العداد بالإضافة إلى الضغط الجوي إذا كان الضغط المقصود أكبر من الضغط الجوي. وعندما يكون الضغط المقصود أقل من الضغط الجوي يحدد الضغط المطلق بطرح الضغط المقصود من الضغط الجوي.



شكل (١-١١) عدادات الضغط

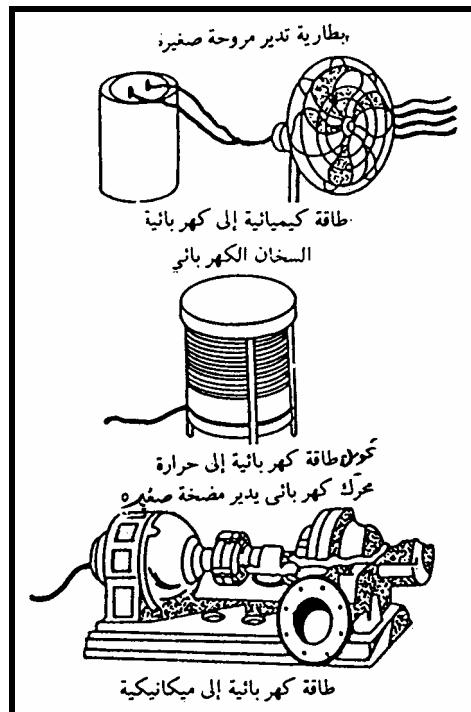
١-٧ الديناميكا الحرارية

هو العلم الذي يبحث في الطاقة وتحولاتها. والمبادئ الأساسية اللذان يعتمد عليهما هذا العلم يعرّفان بقانوني الديناميكا الحرارية.

القانون الأول للديناميكا الحرارية: ينص هذا القانون على أن الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم وإنما تحول من صورة إلى أخرى. انظر شكل (١-١٢).

القانون الثاني للديناميكا الحرارية: ينص هذا القانون على أن الطاقة الحرارية تنتقل من جسم أعلى في درجة الحرارة إلى الجسم الأقل في درجة الحرارة حيث إن الانتقال يتاثر طردياً بزيادة الفرق في درجة الحرارة.

ويوجد نص آخر للقانون الثاني: لا يمكن أن تنتقل الحرارة من جسم درجة حرارته أقل إلى جسم درجة حرارته أعلى بدون عامل خارجي (بذل شغل).



شكل (١-١٢) تحولات الطاقة

١ - نبذة تاريخية عن التبريد

حقيقة لم يسجل أي شيء عن تاريخ التبريد حتى بدأ الجنس البشري في الأقلمة داخل مساكن دائمة وقيام الحضارة الإنسانية. وقبل ذلك كان الإنسان ينتقل من مكان إلى آخر، ويحصل على طعامه الطازج يومياً بتصيده للحيوانات والأسماك. وعندما بدأ في الاستقرار والإقامة بصفة دائمة في موقع محددة وأخذ يستهلك اللحوم والأسماك الطازجة، كان من الضروري له أن يعمل على تخزين هذه المأكولات في أماكن إقامته، ونتيجة لذلك ظهرت الحاجة والضرورة لإيجاد بعض الوسائل المختلفة للمحافظة على هذه المأكولات من التلف.

فمن حوالي ١٥٠٠ سنة قبل الميلاد تمكن قدماء المصريين من الحصول على تأثير تبريدي بدرجات متفاوتة وذلك بالتبخير والتبادل الحراري بالإشعاع بين سطح الماء أو بعض الأطعمة، والسماء أثناء الليل. ثم عرف الإنسان الأول أيضاً الفخار وصنع منه أواني عديدة (القلل) يوضع بداخلها الماء فيتم تبريده بتبخير جزء منه من سطح هذه الأواني الفخارية، وتمكن من زيادة التأثير التبريدي والحصول على تبخير المياه بصورة أسرع بواسطة لف الليف المبلل بالماء حول الأواني الفخارية ووضعها فوق أسطح البيوت المعرضة لتيارات الهواء.

أما في الأماكن التي بها ثلج في بعض فصول السنة فقد استطاع الإنسان تخزين هذا الثلج في الكهوف لفترات طويلة، وعندما كان نيرون إمبراطوراً على روما استخدم مئات من العبيد في إحضار الثلج الطبيعي من قمم جبال الابنين، حيث كانوا يقومون بتخزينه في حفر ضخمة في الأرض مخروطية الشكل وبطنه مغطاة بورق الشجر والرمل. وبعد ذلك كان يستخدم هذا الثلج في تبريد النبيذ والفاكه والأسماك والحلويات التي كانت تستخدم في حفلات الرومان.

ولقد استمر استعمال الناس للثلج الطبيعي كوسيلة فقط لتبريد المشروبات المختلفة التي كانوا يتلذذون بشربها مدة طويلة من الزمان لم يفكر أحد منهم خلالها في استخدامه في غرض آخر، كتبريد المأكولات المختلفة لحفظها لفترة مدد طويلة حيث استخدمت طرق أخرى لحفظ الأطعمة يمكن إيجازها فيما يلي:

أ - التجفيف

إن تجفيف الأطعمة لمنعها من التلف تعتبر بلا شك أول طريقة استخدمها الإنسان هذا والتاريخ يوضح لنا أن هذه الطريقة قد نشأت في مصر وذلك قبل العصر الميلادي ولقد حدث تقدم طفيف في طرق تجفيف الأطعمة منذ ذلك الوقت وحتى سنين قليلة مضت عندما قام الهند الأمريكيةون بتجفيف الأسماك واللحوم والفاكه في الشمس أو فوق النار.

ب - الحفظ

إن استعمال المأكولات المحفوظة يرجع أيضاً إلى الأزمنة القديمة، هذا وأقدم السجلات التاريخية تشير إلى استعمال التوابل في الحفظ التي كانت تجلب من الهند الشرقية والبلاد العربية. وعندما نزل كولومبس في سان سلفادور أثناء رحلته الاستكشافية عام ١٤٩٢ م كان في الحقيقة يبحث عن أقصر طريق إلى بلاد الهند الشرقية على أمل تحسين عملية استيراد هذه التوابل إلى بلاد القارة الأوربية.

ج - التعليب

إن التعليب ظهر لأول مرة أثناء حروب القائد الفرنسي نابليون بونابرت حيث رصدت الحكومة الفرنسية في ذلك الوقت جائزة قدرها ١٢٠٠٠ فرنك لاكتشاف أحسن طريقة لحفظ المأكولات بحالتها الطازجة، ولقد فاز بهذه الجائزة صانع حلوي فرنسي يدعى فرنسوا أبيرت وذلك بتقديمه طريقة أدت إلى الوصول إلى صناعة التعليب الحديثة وتتلخص هذه الطريقة في وضع الأطعمة في برطمانات زجاجية مغطاة وغمرها في حوض به ماء يغلي. وبعد أن تقتل البكتيريا الموجودة في المأكولات بتأثير الحرارة يحكم قفل البرطمانات لمنع المأكولات الموجودة بداخليها من التلف.

إلى أن جاء عام ١٦٢٦ م حين فكر لورد فرانسيس باكون (Francis Bacon) في ذبح دجاجة وبعد أن أفرغ أحشاءها ملأها بالثلج الطبيعي ليرى ما إذا كان بهذه الطريقة يمكن حفظها طازجة لمدة طويلة، ولكن مع الأسف لم يتمكن من الاستمرار في تكملة تجاربها حيث وافته الميتة.

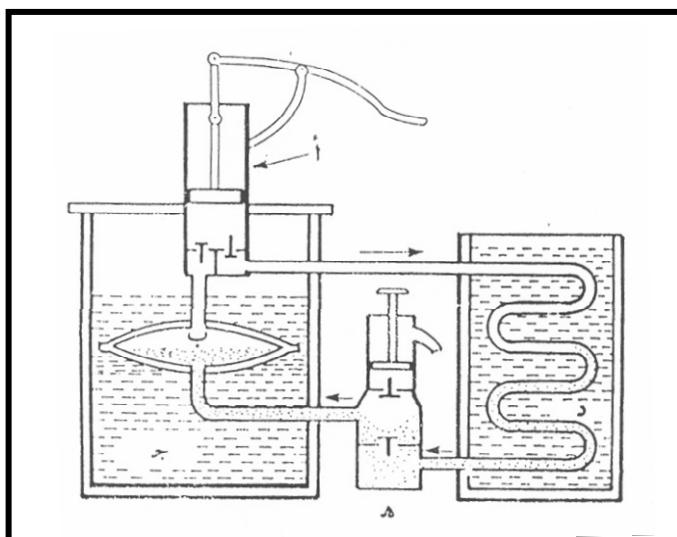
وفي عام ١٧٩٩ م استخدم الثلج الطبيعي في مدينة نيويورك، وهذه في الحقيقة تعتبر أول خطوة في طريق الحصول على التبريد الذي نعرفه اليوم. إذ بواسطة هذا الثلج الطبيعي أمكن الحصول لأول مرة على درجة حرارة منخفضة نسبياً خلال شهور الصيف الحارة. ولكن مع ذلك لم يمكن الاعتماد على هذه الطريقة، إذ إن بعض فصول الشتاء في ذلك الوقت لم تكن باردة بدرجة تكفي لإعطاء هذا الثلج بالكميات المطلوبة. ومع ذلك كانت عملية التبريد باستعمال الثلج الطبيعي تعتبر ناجحة نسبياً ولكن ليست عملية.

وقد بدأ الإنسان بعد ذلك يخطو خطوات واسعة في مجال توليد الثلج معملياً أو صناعياً على الرغم من أنه لا يمكن الجزم بدقة متى استطاع الإنسان توليد الثلج معملياً أو صناعياً وإن كانت الوثائق العملية تدل على أن البروفيسور كيلن (Callen) أستاذ الكيمياء بجامعة إيدنبرج، هو أول من استطاع عمل ذلك. ففي عام ١٧٥٥ م تقريباً استخدم كيلن تطاير الإثير لتبريد الماء، ثم استطاع أيضاً الإسراع بعملية تبخير الإثير وخفض درجة حرارة تبخيره، باستخدام مضخة لخفض ضغطه، مما ساعد على تحويل الماء المبرد إلى ثلج.

في هذه الأثناء وطول النصف الثاني من القرن الثامن عشر ظهرت فكرة إسالة الغازات برفع ضغطها ثم تبريدها، فمثلاً استطاع كلوت (Clouet) ومونج (Monge) إسالة ثاني أكسيد الكبريت في عام ١٧٨٠ م، واستطاع فإن موريم (Van Morum) وفان تروستفجييك (Van Troastvijk) إسالة بخار الأمونيا عام ١٧٨٧ م. ولقد ساعدت فكرة إسالة الغازات على ظهور فكرة التبريد بالت BXIR، ثم الانضغاط والإسالة مرة أخرى (وهي فكرة دورة التبريد بانضغاط البخار المعروفة حالياً). ويعتقد أن أوليفر ايفانز (Oliver Evans) بمدينة فلايدليفييا الأمريكية هو أول من أشار إلى هذه الفكرة في عام ١٨٠٥ م. وفي عام ١٨٣٤ م أعطي مهندس أمريكي يدعى جاكوب بيركنز (Jacob Perkins) وصفاً لدورة التبريد لانضغاط البخار باستخدام الإثير.

ويبين شكل (١ - ١٣) رسمياً تخطيطياً لهذه الدورة كما اقترحها بيركنز، وتعمل هذه الدورة باستخدام ضاغط يدوبي (أ) لخفض الضغط في المبخر (ب) الذي يحوي سائل الإثير. ونظراً لانتقال الحرارة من حمام الماء (ج) المحاط بالمبخر، يتطاير الإثير مسبباً تبريد الماء. ويعمل الضاغط على سحب بخار الإثير من المبخر ورفع ضغطه ودفعه إلى المكثف (د). في المكثف يمر بخار الإثير المرتفع الضغط

داخل أنابيب محاطة بالماء فيكتشف بخار الإتير داخل هذه الأنابيب. يسري سائل الإتير بعد ذلك خلال صمام التمدد (هـ) فينخفض الضغط إلى ضغط المبخر (بـ)، ثم تستمر الدورة مرة أخرى. يقوم الجزء العلوي لصمام التمدد بشحن النظام مبدئياً بالإتير.



شكل (١٣-١) رسم تخطيطيلدورة انضغاط البخار باستخدام الإتير

وفي أستراليا استطاع هاريسون (Harrison) عام ١٨٥٦ م تصنيع آلة لإنتاج الثلج بنفس التصميم الذي اقترحه بيركنز ولكن باستخدام إتير كبريتى بدلاً من استخدام الإتير ومن غير المعروف إذا كان هاريسون قد علم بتصميم بيركنز أم لا. في نفس الوقت قام آخرون ببناء آلات تبريد مماثلة، بطريقة مستقلة في أجزاء أخرى من العالم.

وبالرغم من النجاح الكبير الذي صادف العلماء والمخترعين في ذلك الوقت في ميدان صناعة آلات التبريد، مع الأسف لم يكن هذا النوع من الثلج يلقى إقبالاً شديداً من الناس كما كان متوقعاً ذلك لاعتقادهم بأنه غير مضمون من الوجهة الصحية عند الاستعمال. وكانت الكميات التي توزع منه قليلة جداً إذا قورنت بالكميات التي كانت توزع من الثلج الطبيعي.

ولكن حدث فجأة حادثين من شأنهما أن بدأ الناس في الإقبال على استعمال الصناعي:

- الأول: هو نشوب الحرب المدنية في أمريكا التي نتج عنها صعوبة حصول الناس على حاجاتهم من الثلج الطبيعي من الجهات الشمالية.

- الثاني: حدث بالضبط في شتاء عام ١٨٩٠ م حيث كان هذا الفصل دافئاً كغير عادته في الأعوام السابقة بدرجة لم يتكون معها ثلج طبيعي في الجهات الشمالية.

ولقد تسببت هذه الحالة في انتشار كثیر من أنواع الحمیات المختلفة بين الناس نتيجة لتناولهم أطعمة أفسدتها الجو الحار، مما اضطر الأطباء إلى وصف الثلوج الصناعي لتخفيف هذه الحمیات. وللظروف القاهرة استعمل الناس هذا النوع من الثلوج ولكنهم بعد ذلك وجدوه يفوق الثلوج الطبيعي في كثیر من النواحي وابتداوا يفكرون في الطرق التي بها يحصلون عليه بانتظام وبطرق سهلة وأسعار معقولة، ومن ذلك بدأ انتشار الثلوج الصناعي وأخذ العلماء يخطون خططاً كبيرة نحو استحداث المعدات المنتجة للثلوج الصناعي والأجزاء المكونة لها وتطورت موانئ التبريد كثيراً وتم استعمالها بدلاً من الإيتير، وذلك نظراً لتطاير الإيتير في الضغط الجوى عند درجة حرارة (- ٣٤,٥ م) وهي درجة مرتفعة نسبياً لذا يجب خفض الضغط بالبخار للحصول على التبريد المطلوب، مما يعرض البخار إلى الانفجار إذا تسرب هواء إلى داخل البخار. من هنا عمل بعض العلماء والمخترعين في أواخر القرن التاسع عشر على استعمال مواد أخرى تتبعر عند درجات حرارة منخفضة نسبياً بالقرب من الضغط الجوى. ففي عام ١٨٧٠ م قدم كارل فان ليند (Carl Van Linde) في ألمانيا استخدام الأمونيا بدلاً من الإيتير حيث تتبعر الأمونيا في الضغط الجوى عند درجة حرارة قدرها (- ٣٣,٢ م).

منذ ذلك الحين أصبحت الأمونيا ولسنوات طويلة من المواقع المستخدمة كمبردات، وإن كان عيبها ارتفاع الضغط بالمكثف إلى حوالي ١٠ ضغط جوى، مما يعني زيادة التكلفة الأولية لتصنيع المكثف. ولم يفضل البعض استخدام الأمونيا في بعض التطبيقات، نظراً لخطورتها إذا حدث تسرب من آلة التبريد. لهذا السبب قام ليند (Linde) بألمانيا، ولو (Lowe) بالولايات المتحدة الأمريكية، و ويندهوزن (Winhausen) بألمانيا، باستخدام ثاني أكسيد الكربون. ويمتاز ثاني أكسيد الكربون بالأمان في استخدامه وإن كان من أهم عيوبه ارتفاع الضغط بالمكثف إلى حوالي ٨٠ ضغط جوى.

أي حوالي عام ١٩٢٠ م أمكن زيادة سرعة الضاغط من ١٠٠ إلى ٣٠٠ لفة / دقيقة وبين بنجاح ضاغط شائي المرحلة.

١- الصعوبات التي واجهت التبريد الميكانيكي في بدايته :

يمكن تلخيص الصعوبات التي واجهت نظام التبريد الميكانيكي في العوامل الآتية:

- ١ - عدم الوثوق في الثلج الصناعي من الناحية الصحية.
- ٢ - كبر حجم المعدات وارتفاع تكلفتها بالرغم من عدم كفايتها بدرجة كبيرة.
- ٣ - طبيعة المعدات تستلزم وجود مهندس أو فني تشغيل ليكون مكلفاً بالعمل في جميع الأوقات.
- ٤ - عدم ظهور الكهرباء إلا من فترة قليلة وارتفاع تكلفتها أي يمكننا القول بعدم توافر القوى المحركة المناسبة وذات التكلفة القليلة.
- ٥ - استخدام بعض مركبات التبريد الضارة بالصحة والتي تتبع التسمم للأفراد.
- ٦ - عدم توافر طرق وعمليات التصنيع الدقيق.

١٠- أسباب نمو وازدهار صناعة التبريد :

يمكن حصر هذه الأسباب كما يلي:

- ١ - توفر القوى المحركة للمعدات بتكلفة مناسبة وهي الكهرباء.
- ٢ - تطوير واستحداث طرق التصنيع الدقيق.
- ٣ - إمكان إنتاج معدات أصغر حجماً وأكثر كفاءة.
- ٤ - تطور إنتاج وسائل التبريد المأمونة.
- ٥ - ابتكار المحركات الكهربائية والتي تصل قدرتها لأجزاء من الحصان.
- ٦ - التقلبات المناخية (الطقس) حيث أدى ذلك بزيادة الإقناع بأهمية التبريد للمواءمة مع هذه الظروف الطقسية غير الملائمة.

من هذه المقدمة عن التبريد نرى منها أن العلم قد استطاع إيجاد التبريد في أي وقت وفي أي مكان عندما يطلبه الإنسان. حتى أنه لا يخلو تقريباً منزل في هذا الوقت من ثلاجة كهربائية.

فقد ساهم التبريد بجهد كبير في الحياة السهلة والمفضلة لملايين من الناس في العالم أجمع. حيث توفرت كميات هائلة من الأطعمة والمواد الغذائية بفضل التبريد وإطالة عمر التخزين لأصناف عديدة متنوعة لا تتوفر في جميع المواسم كما ساعد التبريد في ميادين عديدة علمية وصناعية وطبية. وفي الأجزاء

التي تتأثر بدرجات حرارة غير ملائمة، لقد وفر التبريد الوسائل لجعل العمل والحياة في المصانع والمتاجر والمنازل مريحة، كما فتح التبريد مجالاً جديداً كاملاً من التنمية الاقتصادية والتشغيل الاقتصادي. وأصبح تطبيق هذا العلم للاءمة الظروف المعيشية ضرورة ملحة من ضرورات الحياة ويمكننا الاستشهاد على ذلك ب مجالات الاستخدام الواسعة النطاق والتي سوف يلي ذكرها بالتفصيل.

١١- تطبيقات التبريد

Applications Of Refrigeration

يدخل التبريد بطريقة أو بأخرى في غالبية الأنشطة الإنسانية حيث أصبح الآن متعدد الصور وأكثر انتشاراً من ذي قبل وسوف يتم عرض مجالات استخدام التبريد حسب التصنيف التالي :

أ - التبريد في المنازل Domestic Applications

يختص التبريد في المنازل "التبريد المنزلي" أساساً بالثلاجات المنزلية والمجمدات في البيوت، ومع هذا فإنه بسبب أن عدد الوحدات التي في الخدمة كبير جداً، فإن التبريد المنزلي يمثل جزءاً مهماً من صناعة التبريد. وتكون الوحدات المنزلية عادةً صغيرة الحجم، وذات مقدرات قدرة بالحصان تتراوح بين ٢٠/١ حصان، وهما من النوع المحكم الغلق، ويستخدم غالباً دوائر انضغاط البخار وأحياناً دوائر امتصاص البخار.

ب - التبريد في الأماكن التجارية Commercial Applications

يختص التبريد في الأماكن التجارية "التبريد التجاري" بالتصميم والتركيب والصيانة لثلاجات العرض والحفظ والتجميد الخاصة بتخزين وتصنيع وتوزيع السلع القابلة للتلف من جميع الأنواع، ويشمل هذا المجال كلاً من السوبر ماركت Supper Market، والفنادق Hotels، والمطاعم Restaurants، ومنشآت تخزين وعرض وتوزيع المنتجات، ويستخدم غالباً دوائر انضغاط البخار وبعض الأحياناً دوائر امتصاص البخار.

ج - التبريد في الصناعة Industrial Applications

كثيراً ما يختلط الأمر بين التبريد في الصناعة والتبريد في الأماكن التجارية، لأن الفصل بين هذين القسمين غير محدد، كقاعدة عامة فإن الاستخدامات في الصناعة تكون أكبر حجماً من الأماكن التجارية، كما أن الظاهرة التي تميزها هي الحاجة إلى تواجد ملاحظين وفنيين ومهندسين بصفة دائمة لمتابعة العمليات الصناعية المختلفة، ويشمل في هذا المجال عدة تطبيقات نوجزها فيما يلي :

١ - محطات الثلج Ice Plant

يصنع الثلج بتجميد الماء النقي الذي يوضع في علب مصنوعة من ألواح الصلب المجلفن والتي توضع في حوض مملوء بمحلول البراين البارد ويتم تبريد محلول البراين بدرجة تبلغ (-٩٠م) بواسطة وحدة تبريد ميكانيكية تعمل عادةً مع مركب تبريد الأمونيا، ويتم في هذه الحالة إنتاج ألواح الثلج الشفاف عديم اللون والطعم وذلك في حالة استخدام مياه نقاء ونظيفة ومقطرة، ويكون لون ألواح الثلج أبيض وغير شفاف إذا استعملنا الماء العادي ولكن يفضل دائمًا استخدام الثلج البلوري الشفاف. ويمكن صناعة الثلج الم gioش بالسماح بتكونه في طبقات رقيقة على سطح أسطوانة المبخر، ثم تتم إزالته ميكانيكياً بعد الوصول إلى السمك المطلوب. وقد تكون حركة الدوران إما في الأسطوانة أو الريش الكاشطة. وتسقط قشور الثلج المتكونة نتيجة تلك العملية المتصلة مباشرة على المنتج، أو داخل صندوق تخزين موجود أسفل الماكينة. وتصنع الوحدات الصغيرة في صورة وحدات كاملة مقلدة بالصندوق كجزء منها، ويتم تبریدها بجزء من خط السحب على شكل ملف، أو بواسطة مبخر مستقل. ويمكن صناعة الثلج على شكل أسطوانات أو أهرامات داخل مجاري لها نفس الشكل في وضع رأسى. ويوضح الماء ليغطي الأسطح، ويتجدد بالسمك والشكل المطلوب. وتحول الأنابيب بعد ذلك للصهر، حيث ينزلق منها الثلج ليقطع إلى أجزاء قصيرة بواسطة قاطع دوار. وتصنع الماكينة كوحدة واحدة، وتشتمل الأحجام الصغيرة على وحدة تكتيف.

٢ - الصناعات الكيميائية Chemical Industry

تتطلب العمليات في الصناعات الكيميائية التحكم في درجة حرارة التفاعلات التي تنتج عنها حرارة. لذلك تستخدم مبادلات حرارية بالمحلول الملحي أو الماء المثلج لاحتمال وجود خطورة في استخدام ملفات تبريد ذات تمدد جاف. وينتشر استخدام تلك المبردات في كل فروع الصناعات الكيميائية. ولضمان تحقيق الأمان واستمرارية العمليات الكيميائية، تستخدم مجموعة أخرى مماثلة من أجزاء أجهزة التبريد تعمل بصفة احتياطية حتى لا يتسبب العطل المؤقت (للإصلاح والصيانة) في خفض سعة التبريد.

٣ - الصناعات الغذائية Food Industry

أصبحت في الوقت الحاضر الصناعات الغذائية أكبر أهمية مما كان عليه من ذي قبل في تاريخ الإنسانية. نظراً لأنها توفر للإنسان أحد مكونات الحياة الرئيسية (الطعام والشراب) وتتعدد الصناعات الغذائية وتحتلت نسب متساوية العمليات التبريدية المختلفة بهما على حسب نوعية الصناعة ذاتها والعمليات الإنتاجية التي بها. وسوف نوضح هنا بعض الصناعات والعمليات التبريدية المستخدمة بها :

أ - صناعة اللحوم والخضروات المجمدة

ب - صناعة البطاطس المقطعة شرائح والمقلية

ج - صناعة الألبان ومنتجاتها

د - صناعة المشروبات

هـ - صناعة الأسماك

وـ - صناعة الحلويات

ز - المخابز

د - التبريد في السفن (التبريد البحري) ووسائل النقل Marine Transport

من الممكن إدراج الاستخدامات الواقعة في هذا القسم جزئياً تحت التبريد في الأماكن التجارية، وجزئياً تحت التبريد في الصناعة، ومع ذلك فإن كلتا هاتين المنطقتين من التخصص قد نمتا إلى حجم كاف بحيث يستحق ذكرها خاصاً.

التبريد البحري، طبعاً ينبع إلى التبريد المستخدم على سطح السفن البحرية، ويشمل مثلاً، التبريد لمراكب الصيد، وللسفن التي تنقل شحنات قابلة للتلف، وكذلك التبريد لمخازن السفينة على ظهر المراكب والسفين من شتى الأنواع. ويختص التبريد في وسائل النقل بمعدات التبريد، مثل التي تستخدم في عربة النقل وما كان منها معداً للنقل لمسافات طويلة، أو للتوزيع المحلي وفي عربات السكك الحديدية المبردة ويستخدم دوائر التبريد بانضغاط البخار.

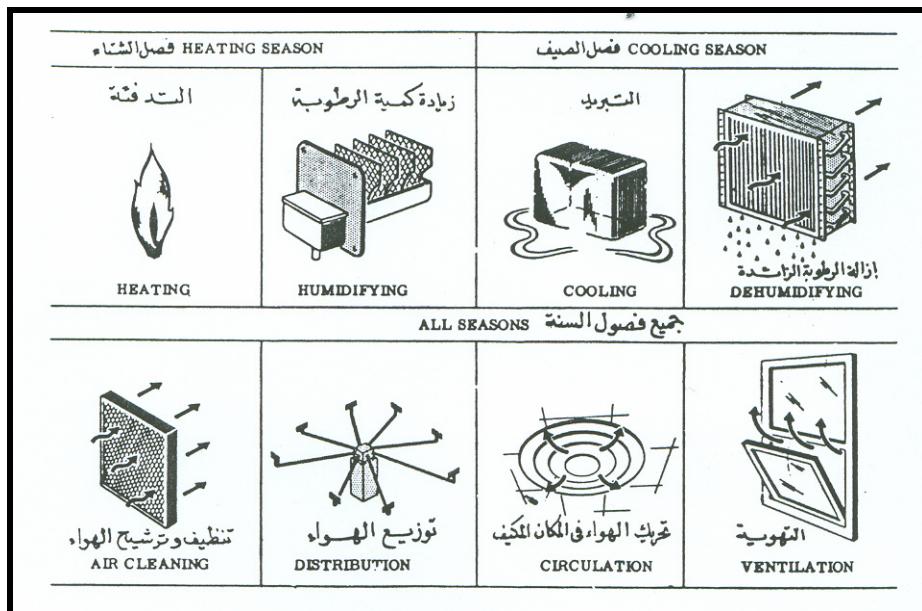
هـ - تكييف الهواء Air Conditioning

لدراسة تكييف الهواء يجب أن نعرف بالضبط أولاً ما هو المقصود بتكييف الهواء؟ وماذا قام الإنسان بعمله في الماضي لجعل جسمه يشعر براحة أكثر خلال فصول السنة الأربع؟ فمثلاً كلنا نعرف أن الإنسان قد استعمل النار منذ عصور ما قبل التاريخ لغرض التدفئة. وبمرور الوقت تعلم كيف يستعملها في الدفايات والمواقد والأفران ومراجل المياه الساخنة والبخار بعد أن كان يستعملها فقط في الخلاء، وفيما مضى قام الرومان وكذلك الهند الحمر الذين كانوا يقطنون الجزء الشرقي من الولايات المتحدة الأمريكية بامرار الأدخنة الساخنة التي كانت تتبع من أفراهم تحت الأرضية وبين جدران منازلهم للحصول على التدفئة الالزمة لأجسامهم خلال فصل الشتاء. وبعد ذلك عندما صنعت المراجل التجارية لتشغيل الآلات البخارية ابتدأ الإنسان يستغل هذا البخار في عمليات التدفئة وذلك بامراره داخل مواسير. وفي خلال أيام الصيف الحارة كان الهند يقومون في أنحاء مختلفة من بلاد الهند بتعليق ستائر مبللة بالماء البارد على فتحات نوافذ وأبواب حجرات منازلهم خصوصاً الموجودة منها في اتجاه الريح وذلك لتبريد الهواء

الذي يدخل هذه الحجرات. وفي خلال عام ١٨٥٠ م جهز البرلمان الإنجليزي بوسائل التهوية الميكانيكية، وفي نفس الوقت قاموا كذلك بتركيب مواسير يمر بها البخار الساخن وبخاخات يتتساقط منها الماء المثلج وذلك لتدفئة وتبريد الهواء الذي تقوم بدفعه مراوح التهوية. وفي عام ١٩٠٠ م قامت شركة " ايستمان كوداك " الأمريكية باستعمال أجهزة التبريد في تجفيف الهواء داخل مصانعها وذلك لتحسين صناعة الأفلام التي كانت تتتجها. وفي عام ١٩١٠ م قدم ويليام كاريلر لجمعية المهندسين الميكانيكيين الأمريكية بحثين عن أجهزة تكييف الهواء وعن المعادلات السيكرومترية، وفي الحقيقة فإن هذين البحثين يعتبران البداية الحقيقية لعلم تكييف الهواء الذي نعرفه في وقتنا هذا. وفي عام ١٩٢٠ م بدأ في استخدام التبريد في عمليات تكييف الهواء أولاً في المسارح وبعد ذلك في بعض المباني العامة والمكاتب وال محلات التجارية، ومنذ ذلك الوقت ابتدأ تكييف الهواء يستولي انتباه الناس وانتشر استعماله أولاً لراحة الإنسان وثانياً في النواحي الصناعية المختلفة.

لقد قامت جمعية مهندسي التدفئة والتبريد وتكييف الهواء الأمريكية (ASHRAE) بتعريف تكييف الهواء بأنه العملية التي يعالج بها الهواء لكي يتم في نفس الوقت تنظيم كل من درجة حرارته، ونسبة رطوبته، وتنظيفه، وتوزيعه بطريقة معينة وذلك ليفي باحتياجات الحيز المكيف. وتبعاً لذلك فإن جهاز تكييف الهواء المصمم بطريقة عملية صحيحة يجب أن يقوم بتأدية العمليات الثمانية المبينة بشكل

١- (١٤) خلال فصول السنة الأربع.



شكل (١٤-١) عمليات تكييف الهواء

وكلما يظهر من هذا الشكل فإن الجهاز يقوم بعملية التدفئة وزيادة كمية الرطوبة للهواء خلال فصل الشتاء، والتبريد وإزالة الرطوبة الزائدة الموجودة في الهواء خلال فصل الصيف، بينما يقوم بالعمليات الأربع الآتية في جميع فصول السنة وهي:

تنظيف وترشيح الهواء وتوزيعه وتحريكه داخل المكان المكيف بطريقة منتظمة وأخيراً القيام بإدخال الكمية الكافية من الهواء النقي اللازم لعملية التهوية للمكان المراد تكييفه.

و - التبريد في العمليات التكنولوجية والكيميائية Chemical and Technology

يستخدم التبريد في العمليات الآتية:

١ - أجهزة إزالة الرطوبة ومجففات الهواء

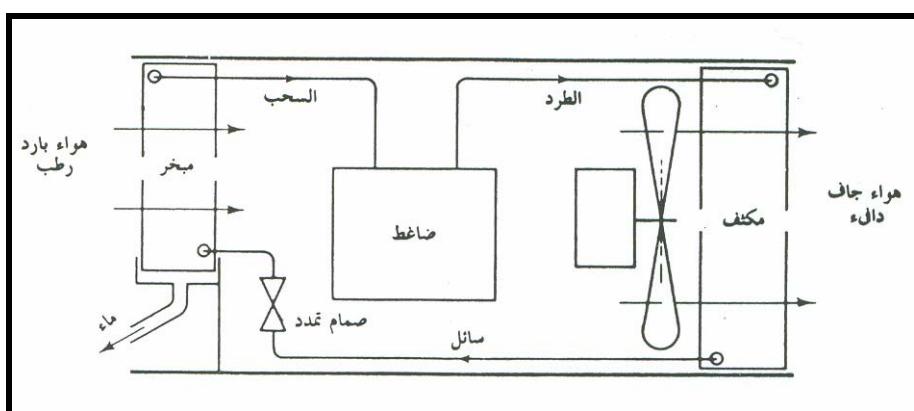
يستخدم الهواء الجاف عند الضغط الجوي لإنقاص الرطوبة الزائدة من بعض المنتجات، يمر الهواء أولاً فوق المبخر ليكتسح جزءاً من بخار الماء الموجود، ثم يعاد تسخينه بامراره فوق المكثف، ونظراً لأن تلك الوحدات تكون قائمة بذاتها ومقفلة دون وجود وصلات خارجية غير وصلات تغذية الكهرباء، فلا توجد قيود بالنسبة لمكان وضعها. وتصنع في صورة وحدات مجمعة بالمصنع، وتستخدم في التطبيقات التالية:

أ - الحفاظ على جو جاف لخزن الصلب والكرتون والكتب والأخشاب الخ، وأي منتج يفضل تخزينه عند رطوبة منخفضة.

ب - إزالة الرطوبة من المباني الحديثة الإناء للإسراع في عمليات التشطيب قبل بدء إسكانها.

ج - إزالة الرطوبة الزائدة من الجو المحيط بحمامات السباحة المغطاة.

و شكل (١٥-١) يوضح وحدة تجفيف هواء.



شكل (١٥-١) وحدة تجفيف هواء

٢ - فصل الغازات عند التبريد وإسالة الهواء

٣ - تكثيف الغازات

٤ - حفظ السوائل عند الضغوط المختلفة

٥ - تبريد العمليات التكنولوجية

ز - الاستخدامات الخاصة Special Applications

يستخدم التبريد في العمليات الآتية:

أ - حلقات الانزلاق على الجليد

ب - تبريد الخرسانة

ج - تجميد الأرض

د - استعادة المذيبات

اختبار الوحدة

- س^١ : ما هو الفرق بين الحرارة ودرجة الحرارة ؟
- س^٢ : اذكر الطرق المختلفة لانتقال الحرارة ؟
- س^٣ : عرف الحرارة الكامنة - الحرارة المحسوسة - الحرارة النوعية لمادة ما ؟
- س^٤ : كيف يمكن قياس كل من الضغط ودرجة الحرارة ؟
- س^٥ : اذكر القانون الأول والقانون الثاني للديناميكا الحرارية ؟
- س^٦ : عرف التبريد ؟
- س^٧ : ما هو سبب اتجاه الناس في الإقبال على استعمال الثلج الصناعي ؟
- س^٨ : اذكر الصعوبات التي واجهت التبريد الميكانيكي في الأيام المبكرة ؟
- س^٩ : ما هي الأسباب في نمو وازدهار آلات التبريد ؟
- س^{١٠} : يدخل التبريد في غالبية الأنشطة والخدمات الإنسانية، اذكر تلك المجالات ؟



أساسيات التبريد والتكييف

أدوات قياس الطول

أدوات قياس الطول

الجذارة :

يجب أن يصل المتدرب إلى الإتقان الكامل وبنسبة ١٠٠٪.

الهدف العام للوحدة :

تعرض هذه الوحدة الأدوات وأجهزة القياس المختلفة لقياس الطول.

مقدمة الوحدة :

تعرض هذه الوحدة الأدوات المختلفة لقياس الطول في كل من النظمتين البريطاني والدولي.

الأهداف السلوكية :

على المتدرب أن يكون قادرًا على قياس الأطوال باستخدام الأدوات الآتية:

- ◆ المساطر.
- ◆ بكرات القياس.
- ◆ الفرجار.
- ◆ الميكرومتر.
- ◆ القدمة ذات الورنية.

الوقت المتوقع للتدريب : 4 ساعة نظري + 12 ساعة عملي

٢- ١- الأنواع الأساسية لقياسات الطول

يوجد نوعان من تدريجات أدوات القياس وهي كالتالي:

- ١ - النظام الإنجليزي ووحدته الأساسية (القدم) ووحداتها هي:

البوصة وتعادل $1/12$ من القدم

القدم = ١٢ بوصة

الياردة = ٣ قدم

الياردة = ٣٦ بوصة

- ٢ - النظام الدولي (الفرنسي) ووحدته الأساسية (المتر) ووحداته هي:

المليمتر وهي أصغر وحدة لقياس = ٠,٠٠١ متر

السنتيمتر (سم) = ١٠ مليمتر (ملم)

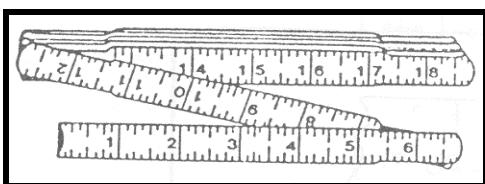
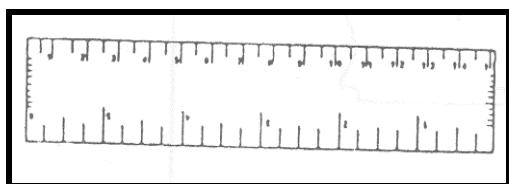
المتر (م) = ١٠٠ سنتيمتر (سم)

الكيلومتر (كم) = ١٠٠٠ متر (م)

٢- ٢- أدوات القياس الأساسية واستعمالاتها

٢- ٢- ١- المساطر

تعتبر المساطر من أبسط وأكثر أجهزة القياس انتشاراً، والشكل (٢- ١) يوضح مسطرة من النوع القابل للطي وتكون عادةً مصنوعة من المعدن أو الخشب ومسطرة من الفولاذ ويمكن أن تكون مرنة أو غير مرنة. والمساطر تكون مدرجة بالنظامين الإنجليزي والدولي (الفرنسي).



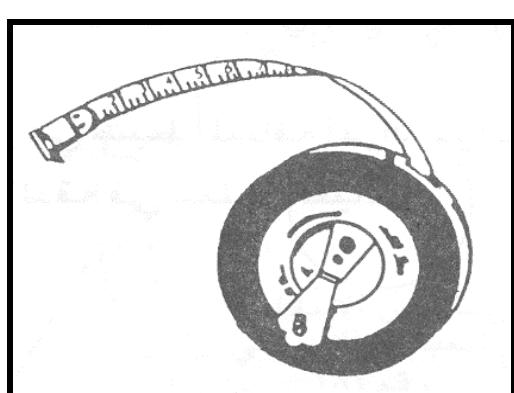
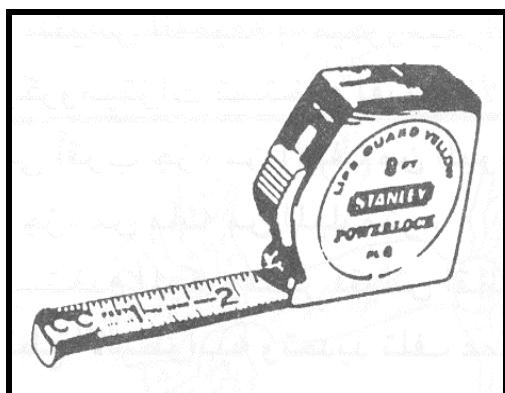
ب - المسطرة الفولاذية

أ - المسطرة القابلة للطي

شكل (٢- ١)

٢- ٢- بكرات القياس (الأشرطة)

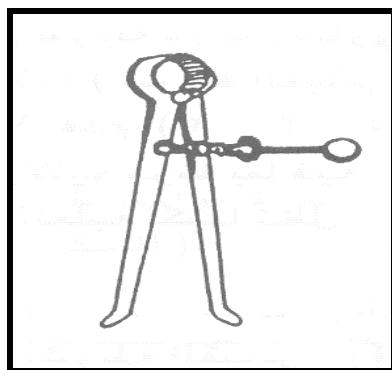
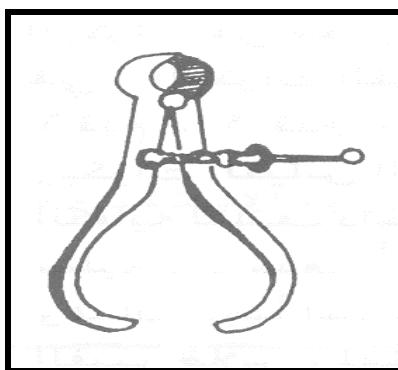
البكرات عبارة عن مقاييس طويلة مرنة تطوي داخل علبة معدنية وأكثرها انتشاراً شريط القياس الفولاذي ويكون مرنًا بما فيه الكفاية لتلتف داخل العلبة لكنها تظل صلبة عند مدتها. وهناك أيضاً أشرطة أكثر مرونة كأشرطة الفيبر جلاس والشكل (٢- ٢) يوضح هذه الأشرطة المستخدمة في القياس.



أ - شريط قياس فولاذي
ب - شريط قياس من الفيبر جلاس
شكل (٢- ٢)

٢- ٣- الفرجار

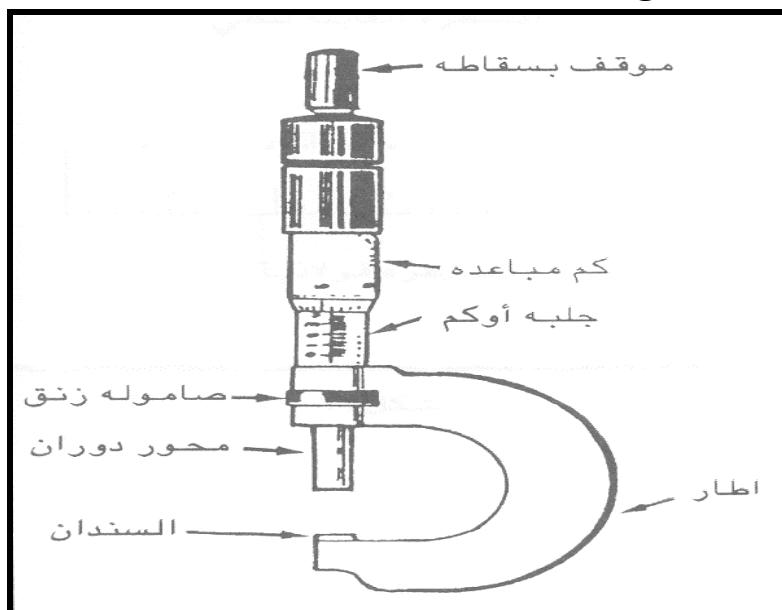
يوجد نوعان من الفرجار أحدهما لقياس الداخلي والأخر لقياس الخارجي ويستعمل مع المسطرة أو شريط القياس، انظر شكل (٢- ٣) الذي يوضح فرجار القياس الداخلي والخارجي.



أ - فرجار قياس داخلي
ب - فرجار قياس خارجي
شكل (٢- ٣)

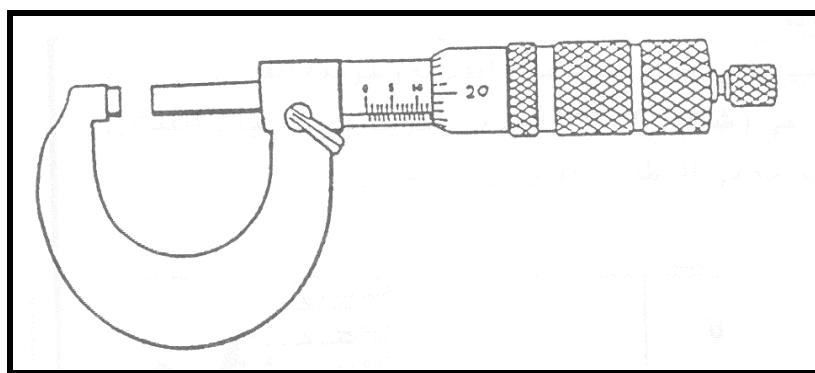
٢-٤ الميكرومتر

وهو من أدوات القياس الدقيقة ويستخدم الميكرومتر لقياس الأبعاد حتى أقرب جزء من ألف من البوصة أو جزء من مائة من المليمتر، وكذلك لقياس أقطار القطع الأسطوانية وتحديد تلف عمود الضاغط والشكل (٢-٤) يوضح أجزاء الميكرومتر.



شكل (٢-٤) أجزاء الميكرومتر

والأشكال الآتية (٢-٥)، (٢-٦) توضح بعض القياسات باستخدام الميكرومتر سواء بالنظام الإنجليزي أو النظام الدولي.



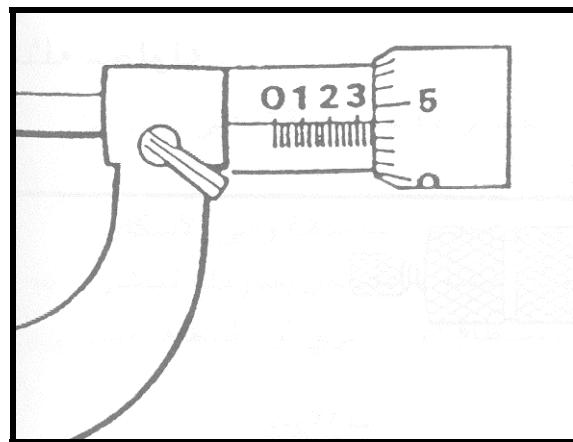
شكل (٢-٥)

$$12,00 \text{ مم}$$

$$+ 0,18 \text{ مم}$$

$$+ 0,50 \text{ مم}$$

$$\text{المجموع الكلي} = 12,68 \text{ مم}$$



شكل (٢-٦)

٠,٣٠٠ بوصة

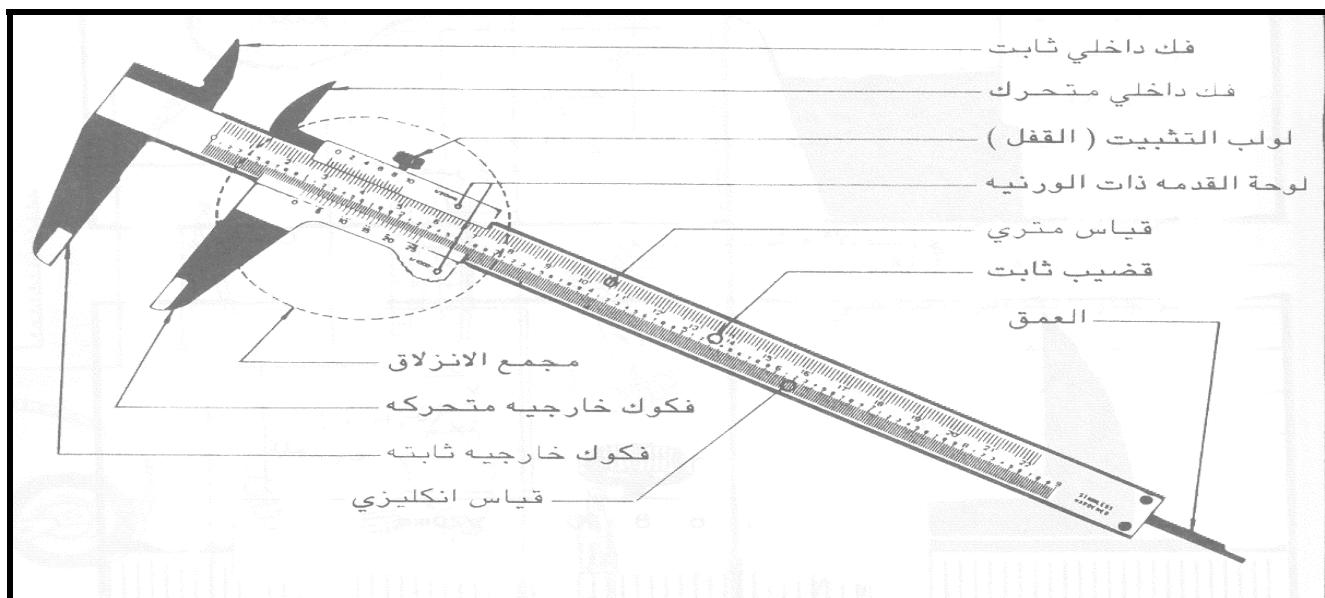
+ ٠,٠٥٠ بوصة

+ ٠,٠٠٤ بوصة

المجموع الكلي = ٠,٣٥٤ بوصة

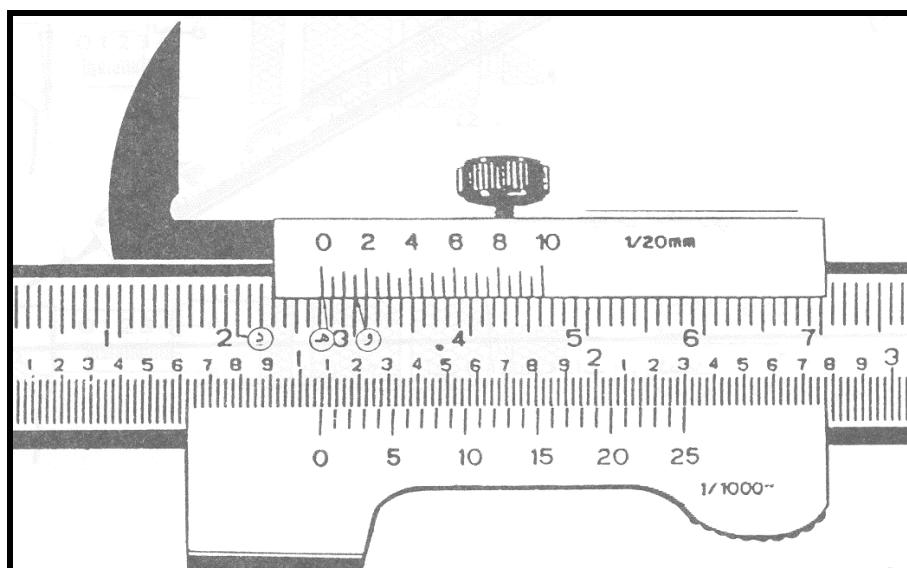
٢-٥ القدمة ذات الورنية

تعتبر القدمة أحد أهم أجهزة القياس التي تستعمل لقياس الأبعاد الداخلية والخارجية والأعمق وتستخدم في مهنة التبريد والتكييف بكثرة لقياس الأبعاد التي تتطلب دقة، وتتراوح دقة القياس للقدمه ما بين (١٠) ملم إلى (٥٠) ملم، ويبين الشكل (٢-٧) أجزاء القدمة ذات الورنية.



شكل (٢-٧) أجزاء القدمة ذات الورنية

والشكل الآتي (٢-٨) يوضح القياس باستخدام القدم ذات الورنية سواء بالنظام الدولي (المتر).



شكل (٢-٨)

$$20,00 \text{ مم}$$

$$+ 7,00 \text{ مم}$$

$$+ 0,15 \text{ مم}$$

$$\text{المجموع الكلي} = 27,15 \text{ مم}$$

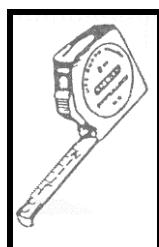
* على المدرب التأكد من قدرة المتدربين على إتقان استخدام أجهزة القياس وأخذ القراءات الصحيحة بها

اختبار الوحدة

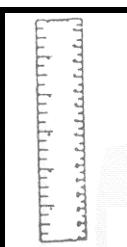
س١ : حدد أجهزة القياس الشائعة الاستخدام. واتكتب رقم كل جهاز أو أداة القياس الموضحة بالشكل

(٢-٩) بجانب اسمها الصحيح ؟

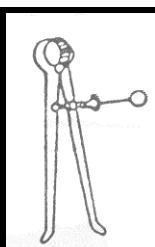
- أ - القدماء ذات الورنية ()
- ب - مسطرة فولاذية ()
- ج - شريط قياس فولاذی ()
- د - شريط قياس من الفيبر قلاس ()
- ه - فرجال القياس الداخلي ()
- و - مسطرة قابلة للطي ()
- ز - ميكرومتر ()
- ح - فرجار القياس الخارجي ()



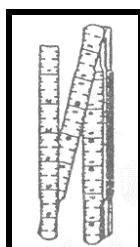
(٦)



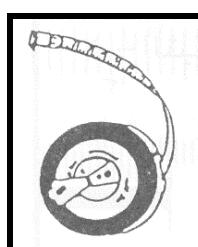
(٥)



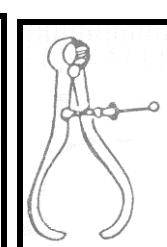
(٤)



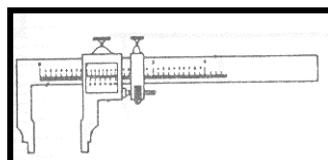
(٣)



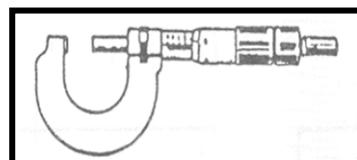
(٢)



(١)



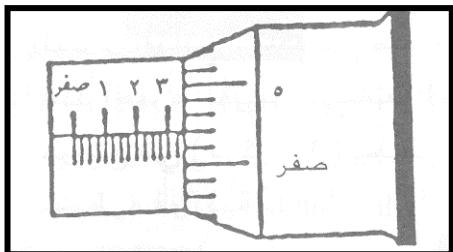
(٨)



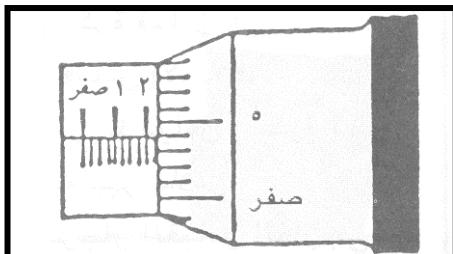
(٧)

شكل (٢-٩)

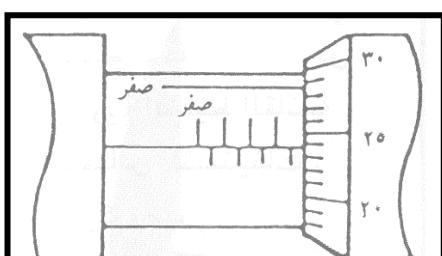
س٢: انظر شكل (٢ - ١٠) ثم اقرأ عبارات الميكرومتر واصنف قياساتك في الفراغات المخصصة؟



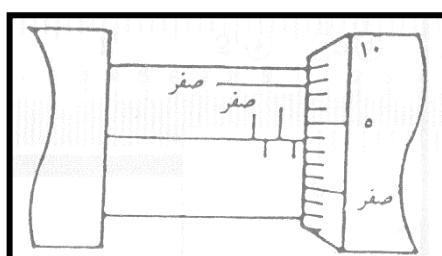
..... ١ - القياس



..... ٢ - القياس



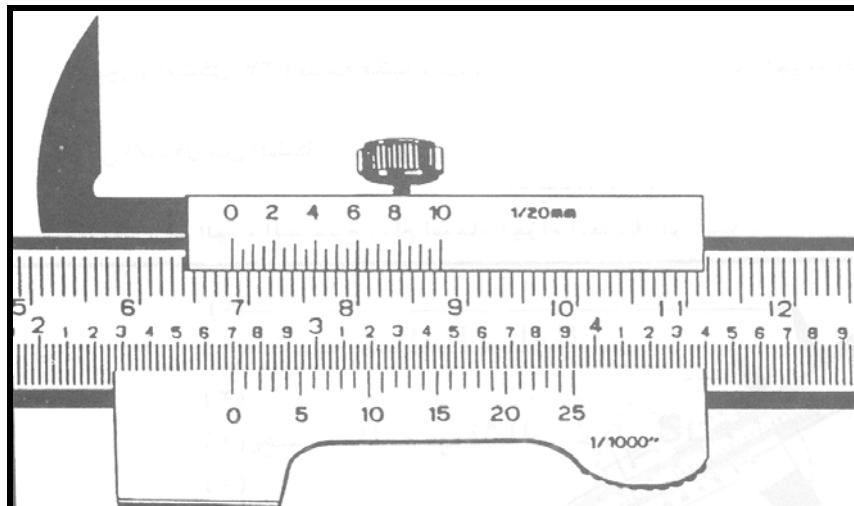
..... ٣ - القياس



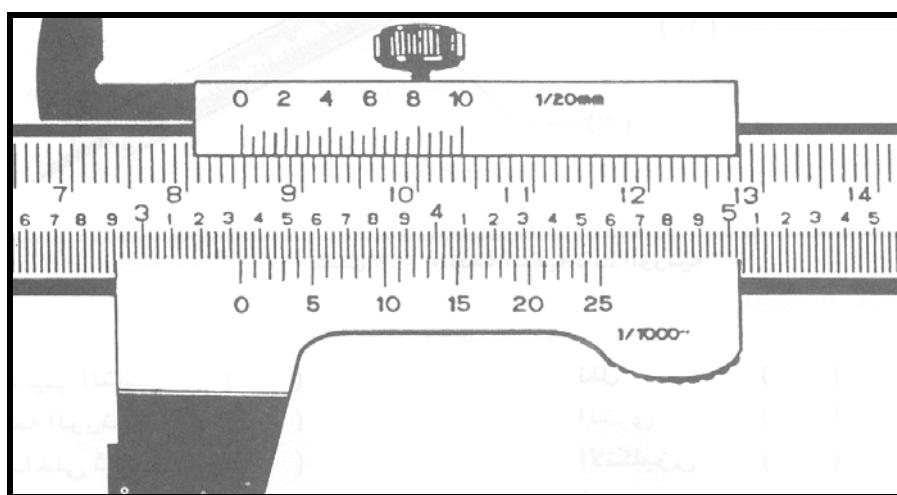
..... ٤ - القياس

شكل (٢ - ١٠)

س٣: انظر شكل (٢ - ١١) ثم سجل القراءة للقدمه ذات الورنية؟



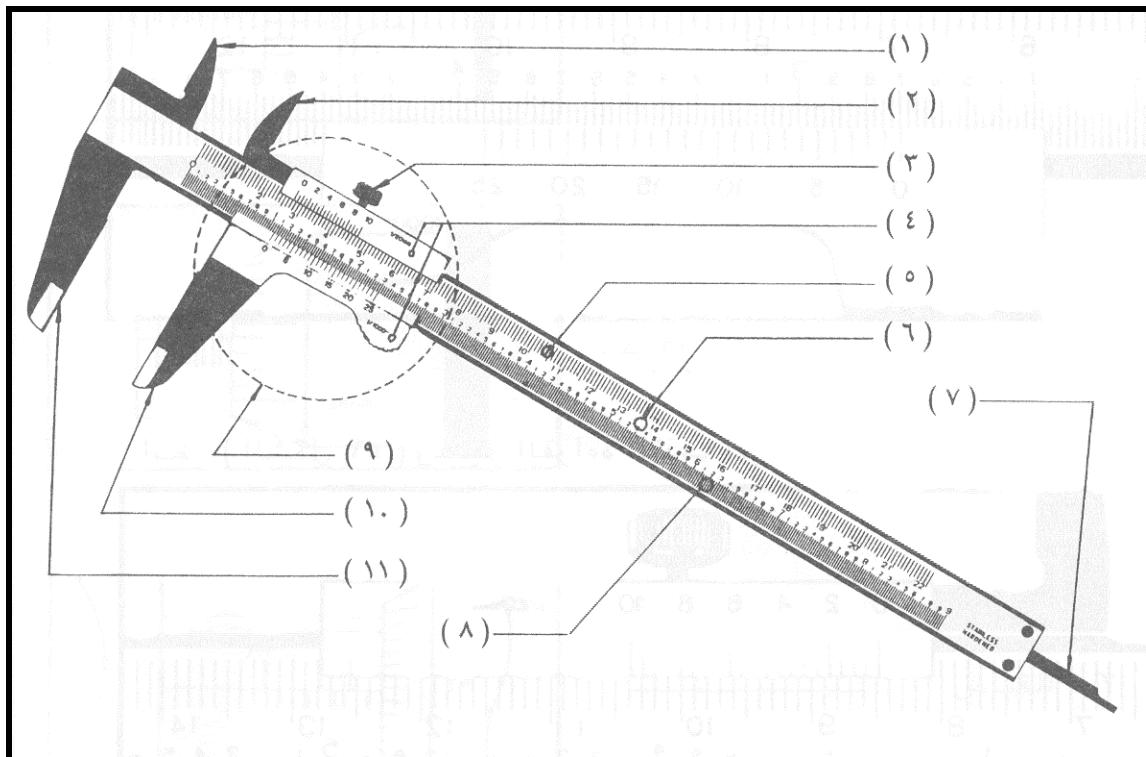
$$\begin{array}{r}
 \\
 + \\
 + \\
 \hline
 \text{المجموع الكلي} = \text{مم}
 \end{array}$$



$$\begin{array}{r}
 \\
 + \\
 + \\
 \hline
 \text{المجموع الكلي} = \text{مم}
 \end{array}$$

شكل (٢ - ١١)

س٤ : يبين الشكل (٢) قدمة ذات ورنية وقد أدرجت أسماء الأجزاء إلى الأسفل من الشكل اكتب رقم الجزء الصحيح أمام أسماء أجزاء القدمة الورنية ؟



شكل (٢)

- | | | | |
|-----|----------------------------|-----|--------------------|
| () | و - لولب القفل | () | أ - القضيب الثابت |
| () | ز - المقياس الدولي (المتر) | () | ب - لوحة الورنية |
| () | ح - المقياس الإنجليزي | () | ج - فك داخلي ثابت |
| () | ط - مقياس الفمق | () | د - فك خارجي ثابت |
| () | ي - مجمع الانزلاق | () | ه - فك داخلي متحرك |
| () | ك - الفك الخارجي المتحرك | () | |