



## أساسيات التبريد والتكييف

### مكونات دائرة التبريد الأساسية

## مكونات دائرة التبريد الأساسية

### الجذارة :

يجب أن يصل المتدرب إلى الإتقان الكامل وبنسبة ١٠٠٪.

### الهدف العام للوحدة :

تهدف هذه الوحدة إلى التعرف على مكونات دائرة التبريد الأساسية وكيفية عملها.

### مقدمة الوحدة :

تقدم هذه الوحدة الفكرة الأساسية للتبريد الانضغاطي وتعرض أجزاء دائرة التبريد وأنواع المختلفة لهذه الأجزاء.

### الأهداف السلوكية :

يجب أن يكون المتدرب قادرًا على :

- فهم كيفية عمل دائرة التبريد الانضغاطي.
- أنواع الضواغط المستخدمة في أجهزة التبريد والتكييف.
- أنواع المكثفات المستخدمة في أجهزة التبريد والتكييف.
- أنواع صمامات التمدد المستخدمة في أجهزة التبريد والتكييف.
- أنواع المبخرات المستخدمة في أجهزة التبريد والتكييف.
- أنواع مبردات السوائل.

الوقت المتوقع للتدريب : 4 ساعة نظري + 4 ساعة عملي

## ٧ - الأجزاء الأساسية:

ت تكون دائرة التبريد الأساسية من أربعة أجزاء رئيسة هي:

١ - الضاغط    ٢ - المكثف    ٣ - صمام التمدد (الانتشار)    ٤ - المبخر

ويوضح شكل (٧-١) المكونات الأساسية لدائرة التبريد، وتسى هذه الدورة بدورة التبريد الميكانيكي ويتم داخل المكونات الأربع الأساسية لدورة التبريد أربع عمليات على وسيط التبريد (الفريون) ومن المعلوم بأن وسائل التبريد تتميز بدرجة غليانها المنخفضة عند الضغط الجوي ويمكن تلخيص تلك العمليات كالتالي:

١ - عملية التبخير: وتم هذه العملية داخل المبخر، حيث يدخل سائل وسيط التبريد المبخر عند درجة حرارة منخفضة وضغط منخفض فيمتص الحرارة من الحيز المراد تبريه (المبخر) ويتحول إلى بخار (أي يمتص حرارة كامنة) ويتم ذلك عند ضغط منخفض يسمى "ضغط المبخر".

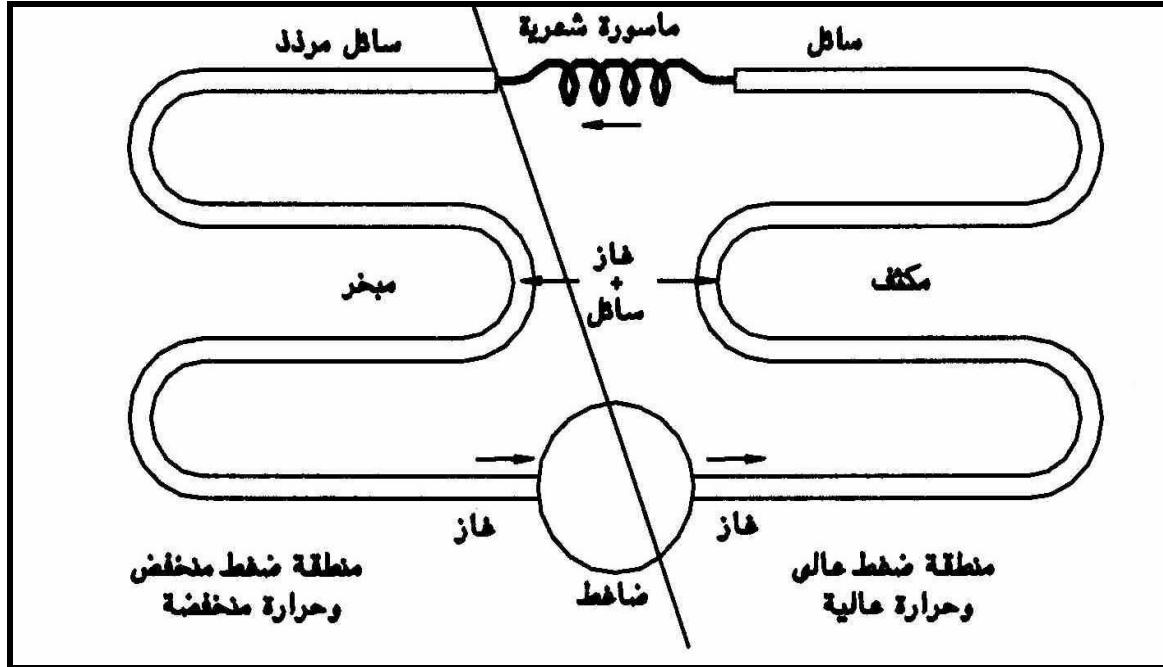
٢ - عملية الانضغاط: وتم هذه العملية بالضاغط حيث يقوم الضاغط بسحب البخار من داخل المبخر ورفع ضغطه وبالتالي درجة حرارته وذلك لأن الطاقة الميكانيكية المبذولة من الضاغط تتحول إلى طاقة حرارية مختزنة بالبخار وهذا هو سبب ارتفاع الضغط ودرجة الحرارة للبخار.

٣ - عملية التكثيف: وتم هذه العملية بالمكثف حيث يدخل البخار المرتفع ضغطه ودرجة حرارته في المكثف ويتم تبادل حرارة بخار وسيط التبريد مع الهواء الجوي (في المكثفات المبردة بالهواء) أو مع الماء (في المكثفات المبردة بالماء)، ونتيجة فقد بخار وسيط التبريد حرارته للهواء أو الماء يتحول إلى الحالة السائلة عند ضغط ثابت وهو الضغط المرتفع "ضغط المكثف" ولا تزال درجة حرارة سائل وسيط التبريد مرتفعة.

٤ - عملية التمدد: وتم هذه العملية في أداة للتمدد أو الانتشار وتسى صمام التمدد أو في دوائر التبريد البسيطة تستخدم أنبوب شعرية ووظيفة هذه العملية أن سائل وسيط التبريد الخارج من المكثف ذو درجة حرارة عالية وضغط عالٍ فلا يستطيع امتصاص حرارة من المكان المراد تبريه إذن لابد من خفض ضغطه وبالتالي درجة حرارته وذلك من خلال مروره بصمام خانق يحدث له انخفاض في الضغط ودرجة الحرارة وأيضا الأنبوية الشعرى ذو القطر الضيق تعمل على انخفاض الضغط وكذلك درجة الحرارة لسائل وسيط التبريد ويلاحظ تبخّر جزء من سائل وسيط التبريد نتيجة مروره في أداة التمدد أو الانتشار.

## ٧-٢ كفاءة عمل دائرة التبريد الأساسية :

أثناء توقف الضاغط يكون مركب التبريد داخل الدائرة كلها في صورة بخار وعند دوران الضاغط يقوم بسحب البخار من المبخر وضغطه إلى المكثف حيث ترتفع درجة حرارة وضغط البخار بفضل الضاغط ثم يدخل هذا البخار في المكثف حيث يتم طرد حرارته ويتكثف البخار داخل المكثف ويتحول إلى سائل درجة حرارته مرتفعة وضغطه مرتفع ولكي يمكن لهذا السائل أن يمتص حرارة من المكان المراد تبریده لابد من خفض ضغطه ويتم ذلك بواسطة الأنبوية الشعرية ويصاحب انخفاض الضغط داخل الأنبوية الشعرية انخفاض لدرجة الحرارة أيضا ثم يدخل هذا السائل المبخر فيمتص الحرارة من المكان المراد تبریده ويتحول إلى بخار الذي يقوم الضاغط بسحبه وضغطه مرة أخرى وهكذا وشكل (١) يوضح دائرة التبريد الأساسية.



شكل (٧-١) دائرة التبريد الأساسية

## ٧-٣ الضواغط المستخدمة في وحدات التبريد والتكييف

يعتبر الضاغط بالنسبة لدائرة التبريد كالقلب بالنسبة لجسم الإنسان فهو الذي يحرك وسيطر التبريد في جميع أجزاء الدائرة. وهناك ثلاثة أنواع أساسية من الضواغط هي: الضواغط الترددية، الدورانية، الطاردة المركزية. والضواغط الدورانية تنقسم بدورها إلى ضواغط حلزونية ولوبيبة ودائيرية.

### ٧-٣-١ الضواغط الترددية

وهي أكثر الضواغط استخداما في مجال التبريد والتكييف ويكون الضاغط من جزأين رئيسيين هما الأسطوانة والمكبس حيث يتحرك المكبس داخل الأسطوانة حركة ترددية ويستخدم هذا

النوع من الضواغط في مجال التبريد للأحمال الصغيرة والمتوسطة والكبيرة وتستعمل مع وسيط التبريد  $12, 22, 502$ ، الأمونيا و تعمل الضواغط التردية عند فروق ضغط بين المبخر والمكثف كبيرة كما تعمل بكفاءة عالية عندما يكون ضغط المبخر أعلى من الضغط الجوي ونتيجة لاتساع انتشارها فهي تتواجد بقدرات تبدأ من  $1/12$  إلى  $100$  حصان بالإضافة إلى كفاءتها العالية خلال مدى واسع من ظروف التشغيل المختلفة.

- وتقسم الضواغط التردية المستخدمة في مجال التبريد والتكييف إلى ثلاثة أنواع هي:

**أ - ضواغط مفتوحة:**

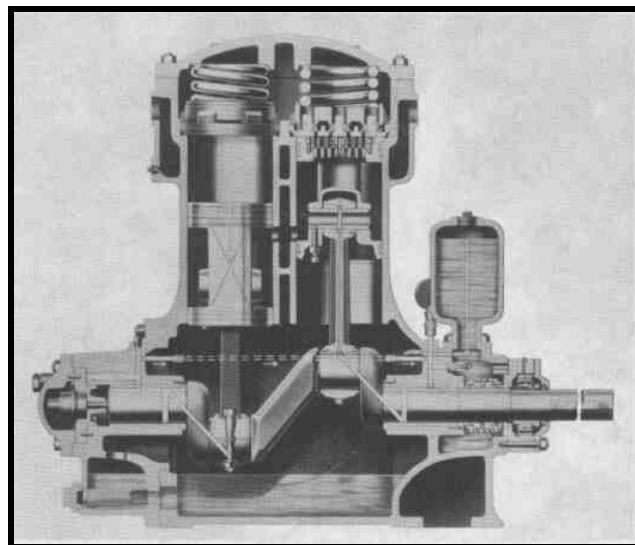
يكون الضواغط منفصلاً تماماً عن المحرك و تتم إدارة الضواغط بواسطة السيور، أو البكرات أو من المحرك مباشرةً عن طريق وصلة مرنّة كما هو موضح بشكل (٧-٢-٤).

**ب - ضواغط محكمة القفل:**

ويتصل الضواغط بعمود إدارة المحرك مباشرةً، ويوضع الاشنان داخل جسم من الصاج محكم القفل ويملاً الجسم الموجود به المحرك والضواغط بالمقدار الكافي من زيت التزييت كما هو موضح بشكل (٧-٥).

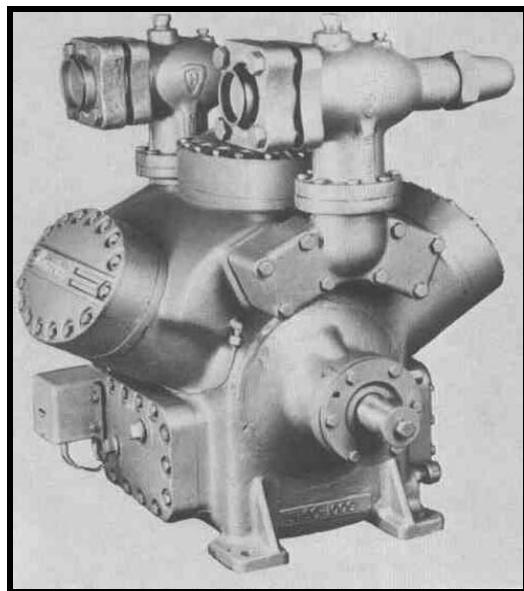
**ج - ضواغط نصف مغلقة:**

وبكون المحرك منفصلاً عن الضواغط ول يكن في حيز واحد ويغلق الحيز بواسطة مسامير ونقل الحركة عن طريق مباشر بين المحرك والضواغط كما هو موضح بشكل (٧-٣).

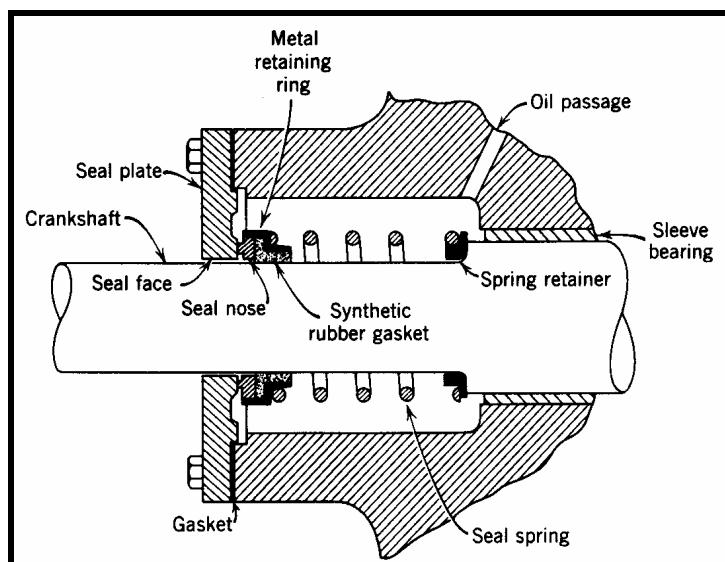


شكل (٧-٢) ضواغط ترددية ذو أسطوانة رئيسية مع صندوق المرفق

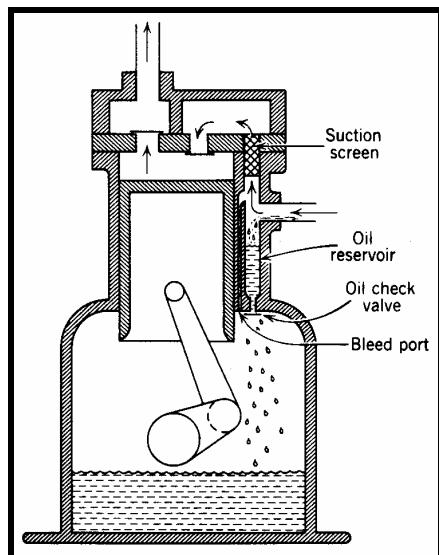
الشركة المصنعة: Vilter



شكل (٧ - ٣) ضاغط ترددی متعدد الأسطوانات على شكل V/W من النظام المفتوح والإدارة المباشرة  
الشركة المصنعة : Carrier



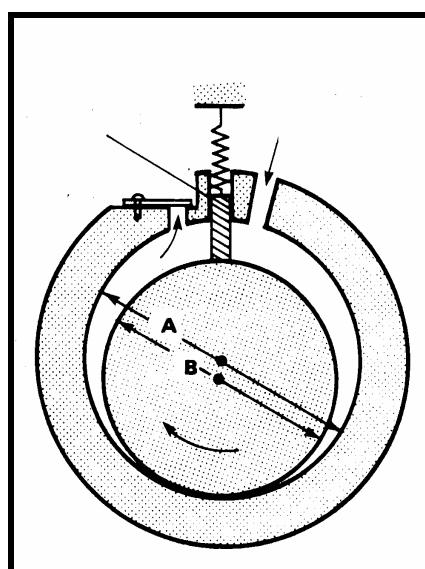
شكل (٧ - ٤) إحكام عمود الإدارة



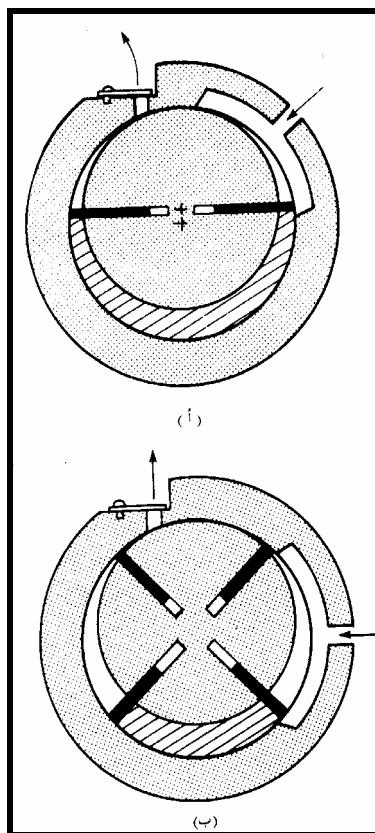
شكل (٧ - ٥) التزييت بالطرطشة

## ٧ - ٣ - ٢ الضواغط الدورانية

هذه الضواغط من الأنواع كثيرة الاستعمال في مجال التبريد. وتستعمل عند الحاجة لإزاحة كميات كبيرة من وسيط التبريد عند فروق صغيرة أو متوسطة في الضغط وتقسم هذه المجموعة إلى ثلاثة أنواع هي: الدورانية ذات الريش (ريشة واحدة أو أكثر)، الحلزونية، واللولبية كما هو موضح في الأشكال (٧ - ٦) إلى (٧ - ٩).

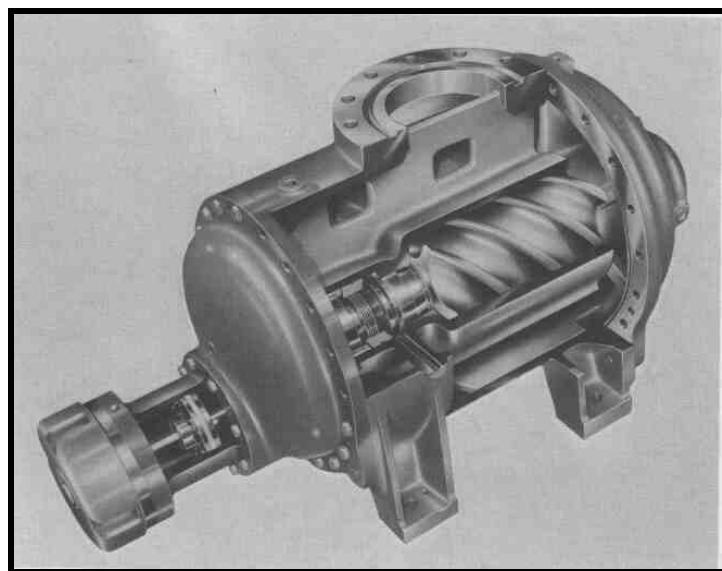


شكل (٧ - ٦) ضاغط دوار ذو ريشة واحدة ثابتة



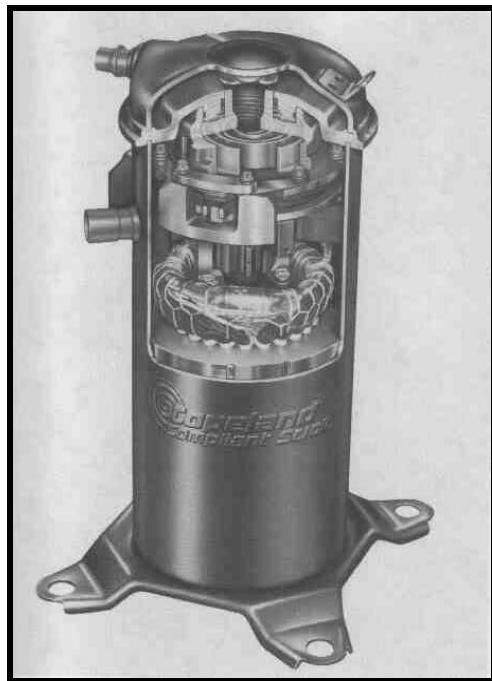
شكل (٧ - ٧) ضاغط دوار متعدد الريش

(أ - ذو ريشتين، ب - ذو أربع ريش)



شكل (٧ - ٨) الضاغط الحلزوني (شائي الحلزون)

الشركة المصنعة York Corporation

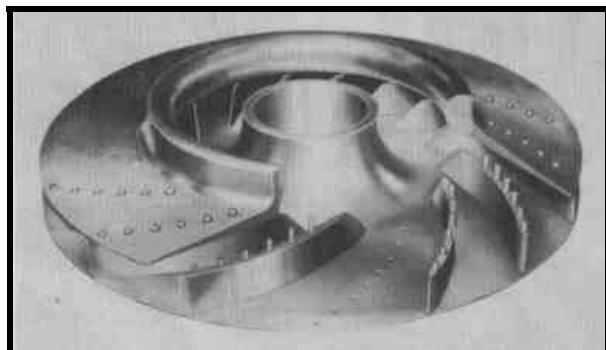


شكل (٧) ضاغط لوبي مغلب بمحركه

الشركة المصنعة: Copeland Corporation

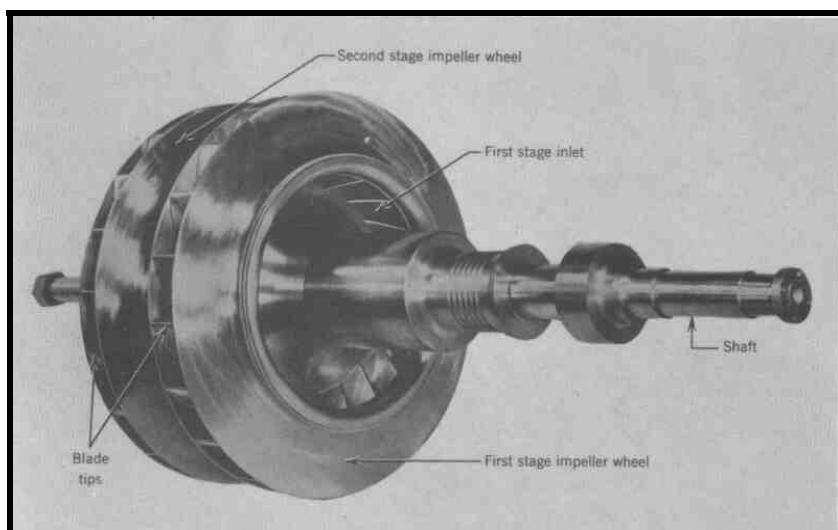
### ٧- ٣- الضاغط الطارد المركزية

إن فكرة تشغيل الضاغط الطارد المركزي تشبه تماما تشغيل مضخة أو مروحة تعمل بنظام الطرد المركزي. يسحب بخار وسيط التبريد من المبخر من خلال خط السحب إلى فتحة الدخول الموجودة في دفاعة المروحة والموضحة بشكل (٧-١٠) وفي اتجاه عمود الدوران. ويطرد البخار جريا إلى الخارج في اتجاه الريش المثبتة وتم هذه العملية بفعل قوة الطرد المركزي التي تنشأ من دوران الدفاعة بسرعة عالية حيث يطرد البخار من أطراف الريش إلى غلاف الضاغط وذلك بعد زيادة سرعته وضغطه ودرجة حرارته. ويمكن أن يكون الضاغط من مرحلة واحدة أو عدة مراحل انظر شكل (٧-١١).



شكل (٧ - ١٠) دفاعة ضاغط طرد مركزي

الشركة المصنعة : York



شكل (٧ - ١١) الجزء الدوار لضاغط طرد مركزي ذي مرحلتين

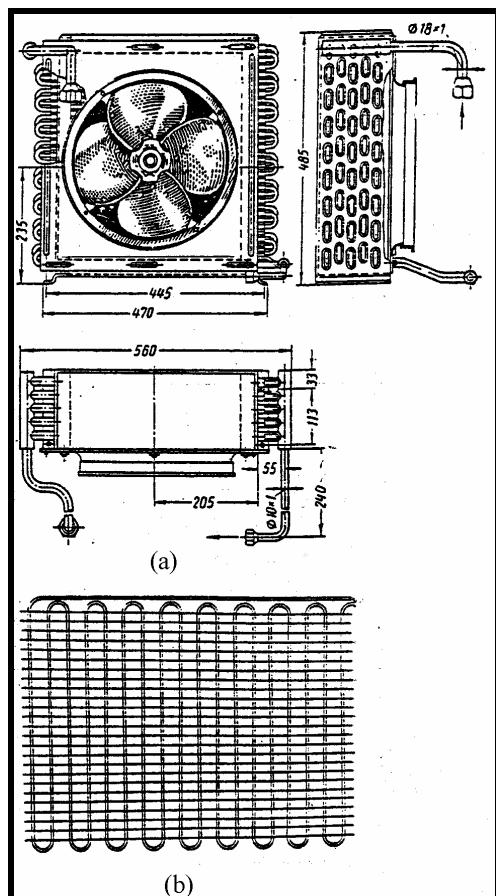
#### ٧ - ٤ المكثفات المستخدمة في وحدات التبريد والتكييف

لكي تتم الدورة لوسيط التبريد ويمتص مزيداً من الحرارة من الحيز المراد تبریده فلابد له من طرد الحرارة التي تم امتصاصها من المبخر وأيضاً الحرارة المكافئة لشغل الضاغط عليه وهذه الحرارة تطرد في الجو المحيط بجهاز التبريد أو التكييف عن طريق الهواء أو الماء ويتم ذلك بالمكثف حيث يدخل بخار وسيط التبريد الخارج من الضاغط إلى المكثف إلى خلال خط الطرد فيفقد الحرارة المحسوسة (صغيرة) والحرارة الكامنة (كبيرة) ويكتفى متحولاً إلى الحالة السائلة. وعليه تصنف المكثفات حسب نوع وسيط الذي يتبادل الحرارة مع وسيط التبريد:

- أ - مكثفات مبردة بالهواء، ب - مكثفات مبردة بالماء، ج - مكثفات مبردة بالماء والهواء ويطلق عليها اسم "المكثفات التبخيرية".

## ٧ - ٤ - المكثفات المبردة بالهواء

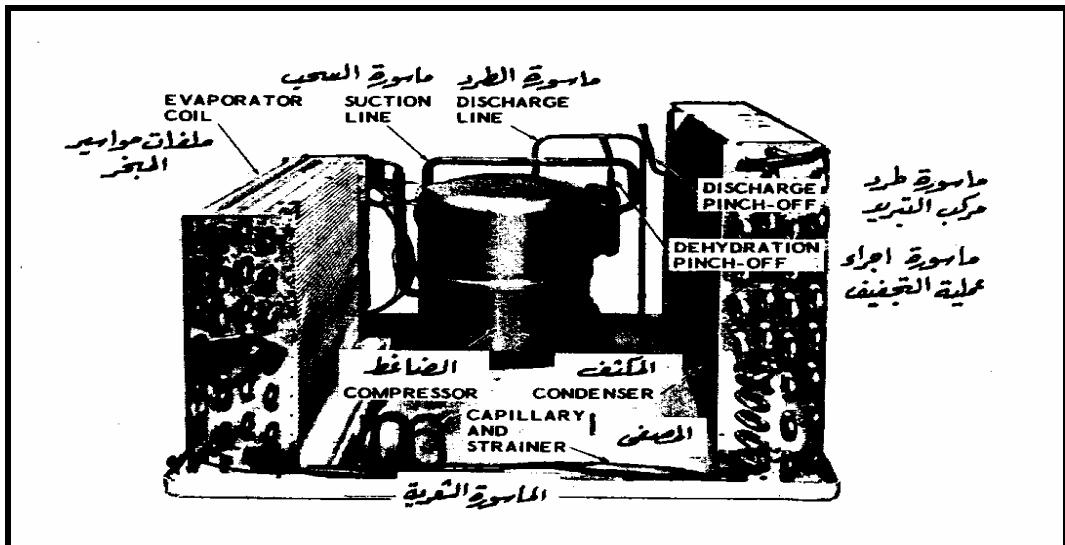
استعملت هذه المكثفات في أول الأمر في وحدات التبريد وكذلك الثلاجات المنزلية وأجهزة الهواء الصغيرة السعة، ولكن في وقتنا الحاضر انتشر استخدامها في وحدات تكييف الهواء المركزية التي تصل سعتها التبريدية إلى أكثر من ١٠٠ طن تبريد وخاصة في المناطق التي لا يتوفّر فيها الماء بكثرة كالمملكة العربية السعودية وأيضاً لسهولة صيانة المكثفات المبردة بالهواء. ويصنع المكثف من مجموعة من أنابيب نحاس ذات زعانف مصنوعة من النحاس أو الألuminium. وينقسم هذا النوع من المكثفات حسب حرقة الهواء إلى نوعين هما مكثفات حمل حر (استاتيك) كما هو موضح في شكل (٧-١٢ب) حيث يتحرك الهواء بطريقة طبيعية نتيجة اختلاف الكثافة ومكثفات حمل جبri (ديناميكية) حيث يتحرك الهواء على المكثف عن طريق دفعه أو سحبه بواسطة مروحة كما هو موضح في شكل (٧-١٢أ).



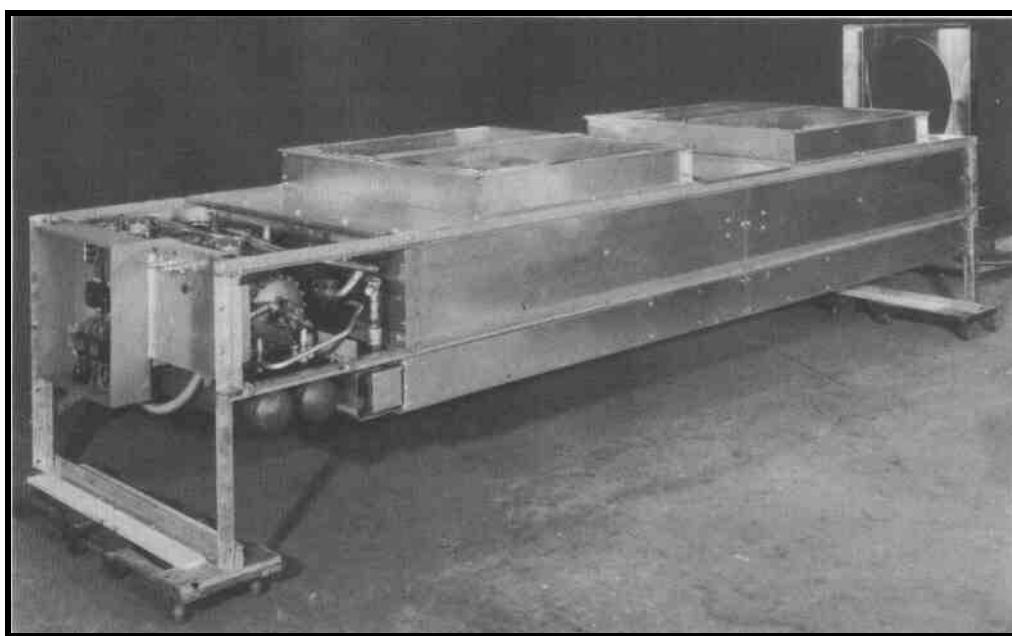
شكل (٧-١٢) مكثفات مبردة بالهواء

(أ) حمل جبri    (ب) حمل حر

والمكثفات قد ترکب على قاعدة كما هو الحال في مكيفات الغرف والموضحة بشكل (٧) والشكل (٨) يبيّن المكثفات كبيرة الحجم



شكل (٧) مكثف مركب على قاعدة



شكل (٨) وحدة تكييف مبردة بالهواء كبيرة الحجم

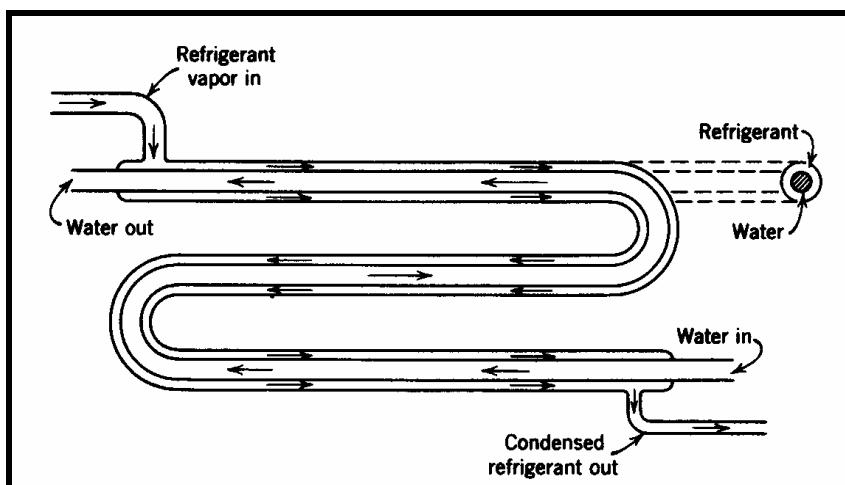
الشركة المصنعة: Kramer Trenton

#### ٤- ٢- المكثفات المبردة بالماء

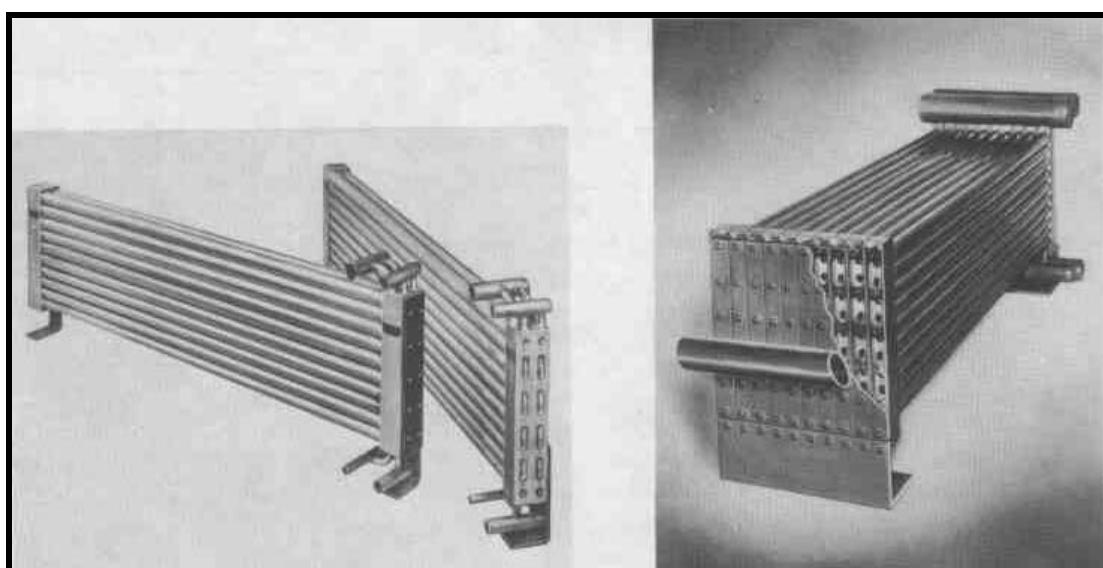
يعتبر الماء إذا أمكن الحصول عليه بسهولة وبسعر رخيص من أحسن الوسائل لتبديد بخار وسائل التبريد المختلفة، وذلك لأن درجة حرارة الماء تكون دائمًا أقل من درجة حرارة الهواء الخارجي في فترة

الحمل الأقصى، كما أن سعته الحرارية تزيد على أربع أمثال السعة الحرارية للهواء مما يجعل حجم المكثف المبرد بالماء أصغر بكثير من المكثف المبرد بالهواء. ونظراً لأهمية الماء منع الحكومات تصريف الماء إلى البيالوعات وإنما يعاد تبريد الماء باستخدام أبراج التبريد. والمكثفات المبردة بالماء والتي تستخدم في وحدات التبريد والتكييف تصنع بأشكال مختلفة وهي كالتالي:

- أ - مكثف غلاف وأنابيب كما هو موضح بشكل (٧-١٥) - (٧-١٦) - (٧-١٧).
- ب - مكثف غلاف وملف كما هو موضح بشكل (٧-١٨).
- ج - مكثف أنبوب داخل أنبوب كما هو موضح بشكل (٧-١٩).

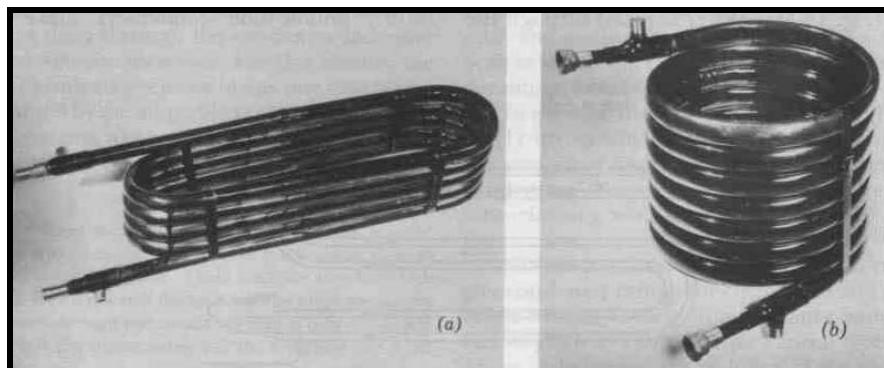


شكل (٧-١٥) مكثف أنبوب داخل أنبوب



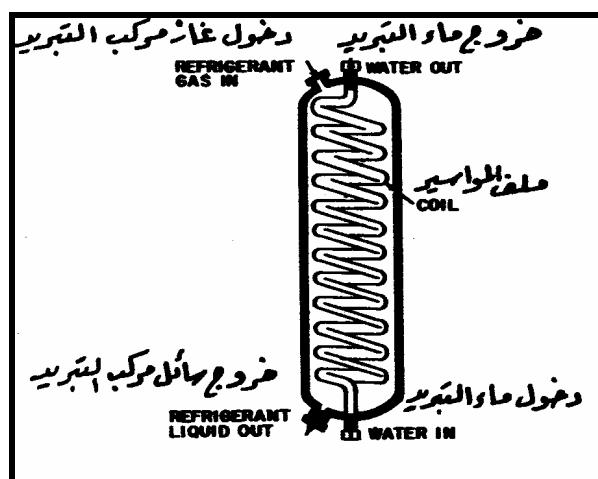
شكل (٧-١٦) مكثفات مزدوجة الأنابيب

الشركة المصنعة: Halstead and Mitchell

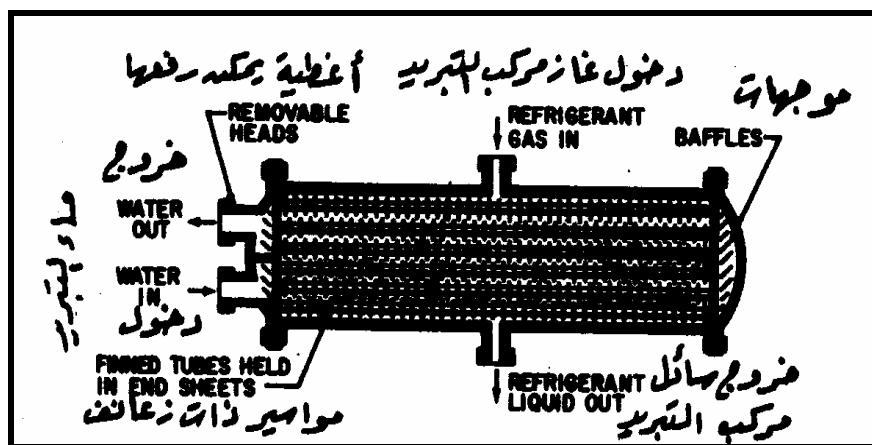


شكل (٧) مكثفات مزدوجة الأنابيب

الشركة المصنعة: Edwards Engineering



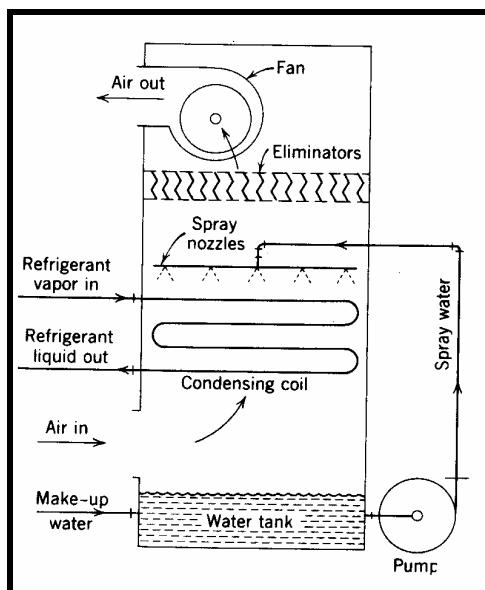
شكل (٨) مكثف ملف وغلاف



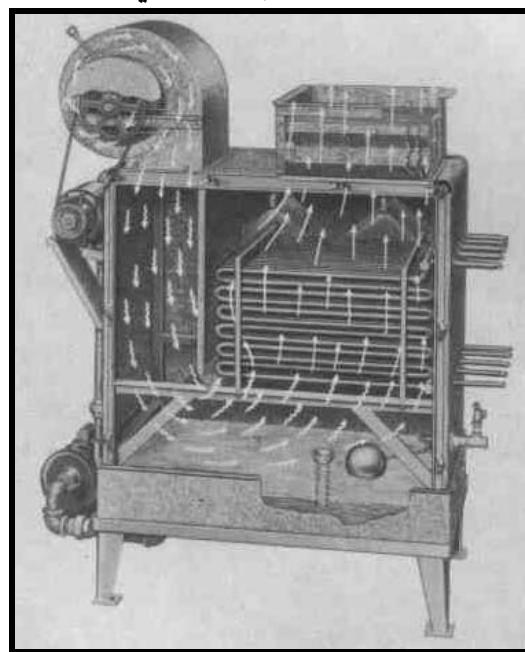
شكل (٩) مكثفات غلاف وأنابيب

### ٧ - ٤ - ٣ المكثفات التبخيرية

هي مكثفات يستعمل فيها الماء والهواء كوسطيطين لتكثيف بخار وسيط التبريد داخل أنابيب المكثف، وبالتالي يمكن اعتباره مكثف مائي وبرج تبريد مجتمعين في حيز واحد. ويكون المكثف التبخيري من مكثف يبرد بالماء الهاابط إلى أسفل وأثناء مرور الهواء إلى أعلى يتبخّر جزء من الماء مما يبرد الباقي من الماء وبالتالي تسحب الحرارة من وسيط التبريد المار داخل أنابيب المكثف، لاحظ شكل (٧) و(٢٠).



شكل (٧ - ٢٠) رسم تخطيطي لمكثف تبخيري



شكل (٧ - ٢١) قطاع لمكثف تبخيري

الشركة المصنعة: Refrigeration Engineering Inc

## ٧ - ٥ صمامات التمدد المستخدمة في وحدات التبريد والتكييف

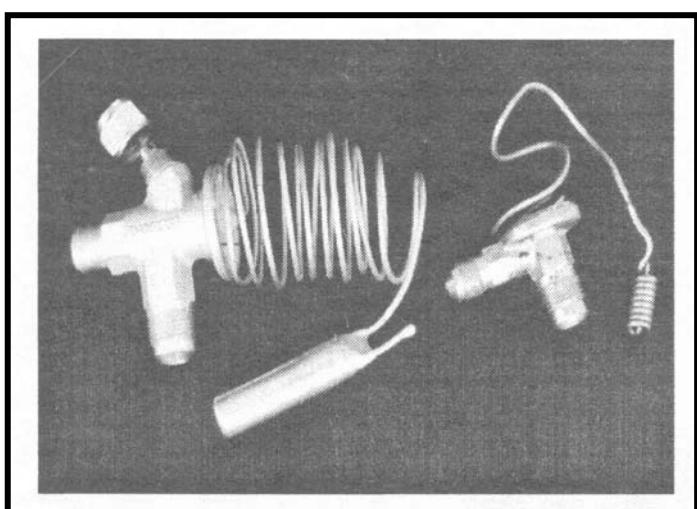
تحكم صمامات التمدد أو الانتشار أو الخنق في تدفق وسيط التبريد وانتشاره في المبخر. وتتقسم إلى نوعين الأول من طراز العوامة والثاني من طراز الخنق. وتستخدم سبعة أنواع من الصمامات تختلف عن بعضها حسب نظرية عمل كل منها وهذه الصمامات هي:

- ١ - صمام التمدد اليدوي
- ٢ - صمام التمدد الأوتوماتيكي
- ٣ - صمام التمدد الحراري
- ٤ - الأنبوة الشعرية
- ٥ - صمام عوامة الضغط المنخفض
- ٦ - صمام عوامة الضغط العالي
- ٧ - صمام التمدد الكهروحراري

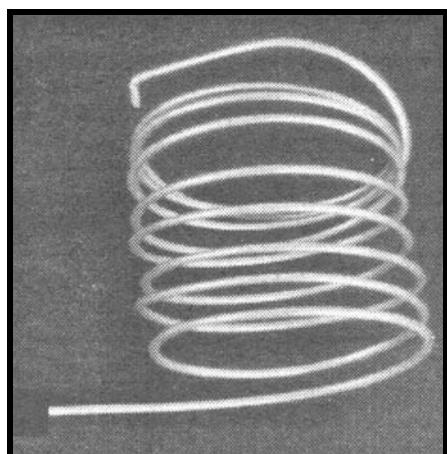
وفي هذا البند سينتicipate بدراسة الأنابيب الشعرية

### الأنبوبة الشعرية

الأنبوب الشعرية وسيلة انتشار بديلة عن صمامات الانتشار أو التمدد المختلفة وهي بسيطة في أدائها ورخيصة في ثمنها وموضحة بشكل (٧-٢٢). وهي عبارة عن أنبوب صغير القطر ذات طول محدد يتذبذب خلالها وسيط التبريد بعد خروجه من المكثف من خلال خط السائل حيث ينتهي طرفها عند مدخل المبخر.



شكل (٧-٢٣) صمامات التمدد



شكل (٧-٢٢) الأنابيب الشعرية

## ٧ - ٦ المبخرات المستخدمة في وحدات التبريد والتكييف

المبخر هو الجزء الموجود بناحية الضغط المنخفض من دائرة التبريد حيث يمتص وسيط التبريد الحر من حيز المبخر (الحيز المراد تبريده) ويتحول من الحالة السائلة إلى الحالة البخارية ويعرف المبخر أيضا "ملف التبريد" أو "ملف - مروحة" أو "وحدة التثليج". وتنقسم المبخرات من حيث طريقة تغذية وسيط التبريد لها إلى نوعين هما:

١ - مبخرات تمدد جاف - شكل (٧ - ٢٤).

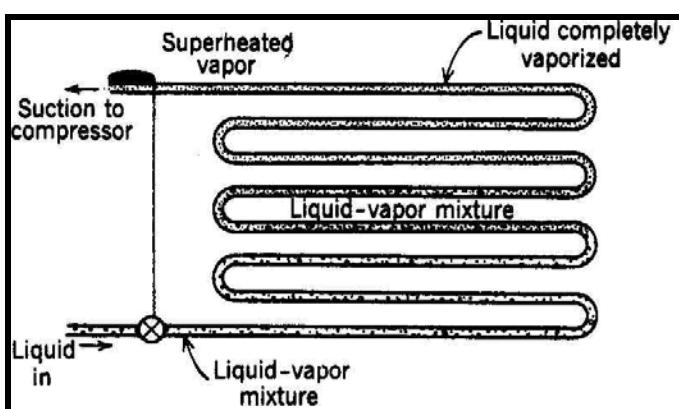
٢ - مبخرات مغمورة - شكل (٧ - ٢٥).

وتنقسم المبخرات من حيث هيئتها الإنشائية (شكالها وتركيبها) إلى ثلاثة أنواع:

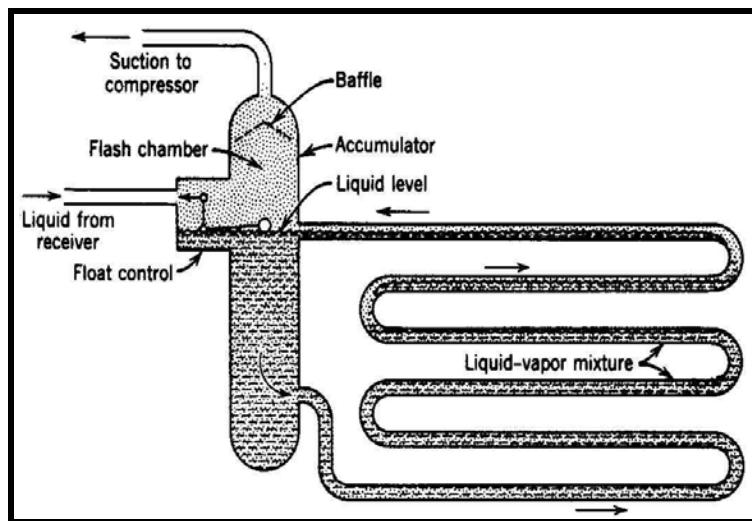
١ - مبخرات الأنابيب العارية - شكل (٧ - ٢٦).

٢ - مبخرات الأنابيب ذات الزعانف شكل (٣ - ٣٢).

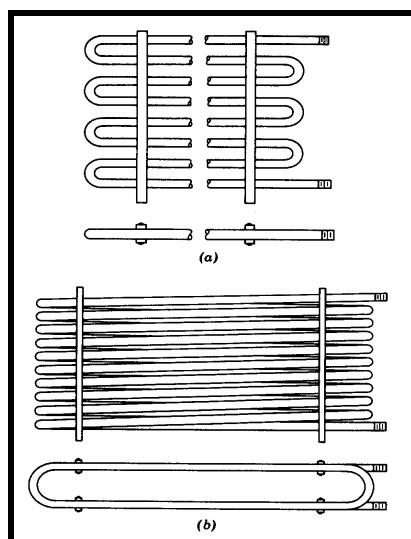
٣ - مبخرات ذات سطح لوحى الأشكال (٧ - ٢٧)، (٧ - ٢٨)، (٧ - ٢٩)، (٧ - ٣٠)، (٧ - ٣١).



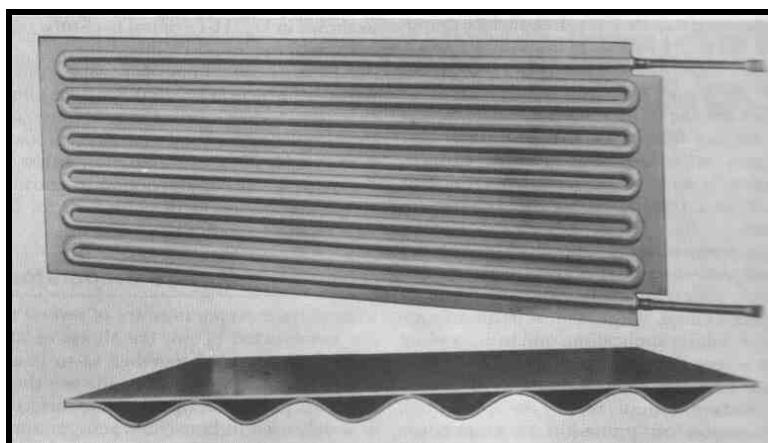
شكل (٧ - ٢٤) مبخر تمدد جاف



شكل (٧ - ٢٥) مبخر مغمور

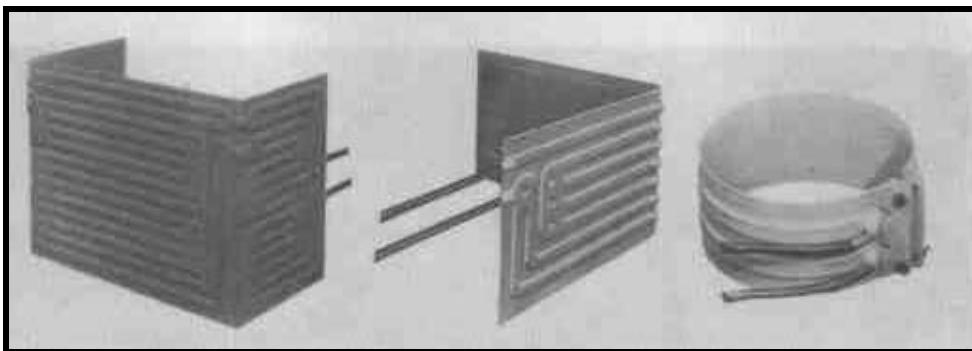


شكل (٧ - ٢٦) مبخرات ذات أنابيب عارية



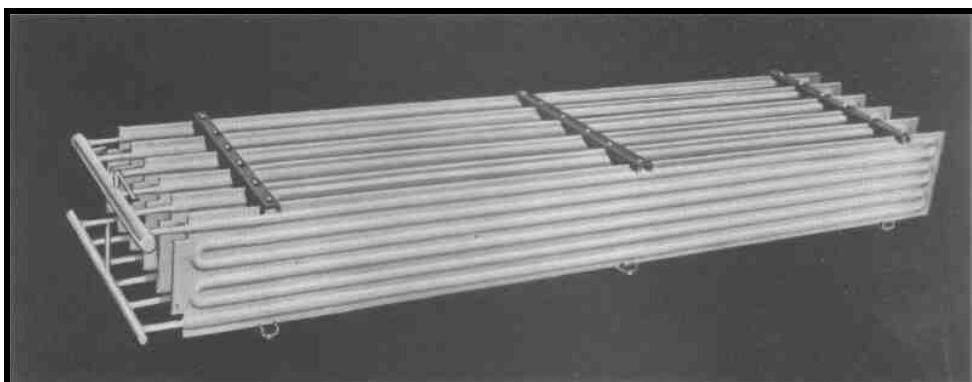
شكل (٧ - ٢٧) مبخر سرينتينة ذات السطح اللوحي

**Tranter Manufacturing Inc. الشركة المصنعة:**



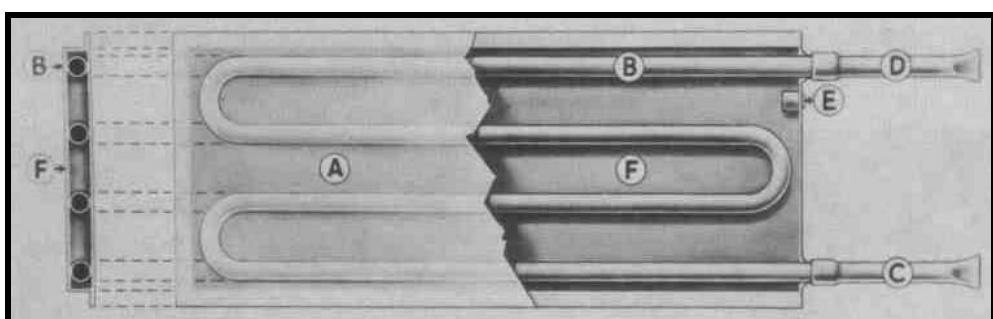
شكل (٧ - ٢٨) أنواع مختلفة من المبخرات ذات أسطح لوحيّة

**Tranter Manufacturing Inc. الشركة المصنعة:**



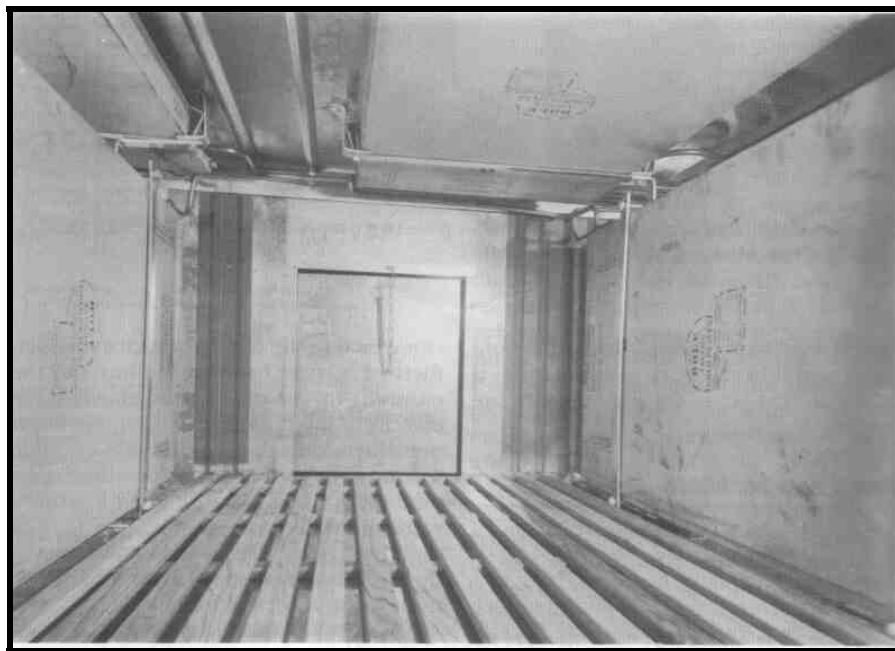
شكل (٧ - ٢٩) حزمة من الملفات السطحية التي يمكن توصيلها على التوالي أو التوازي

**Tranter Manufacturing Inc. الشركة المصنعة:**



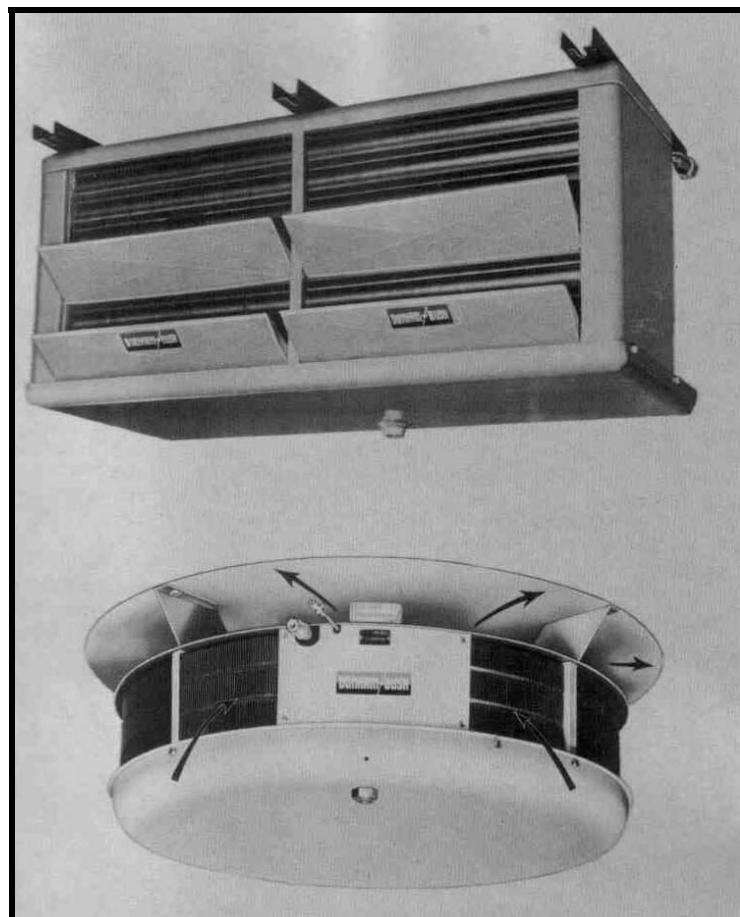
شكل (٧ - ٣٠) مبخر ذو سطح لوحي

**Dole Refrigeration Inc. الشركة المصنعة:**



شكل (٧ - ٣١) مجمد لوحى مركب في جسم حافلة للأيس كريم

الشركة المصنعة : Dole Refrigeration Company

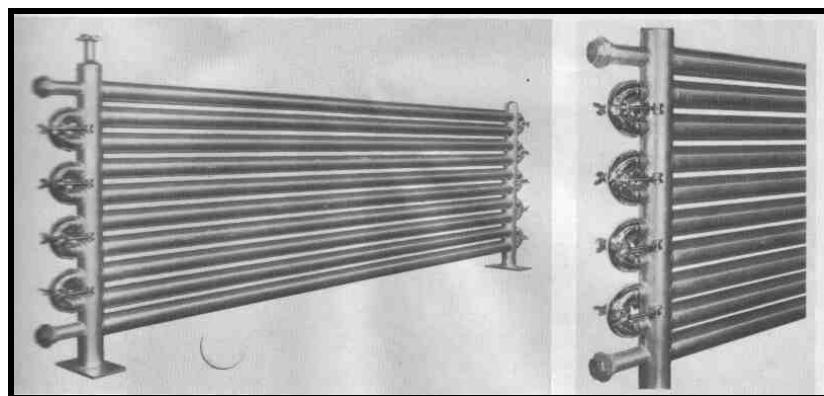


شكل (٧ - ٣٢) مبخرات الحمل الجبري ( وحدات ملف - مروحة )

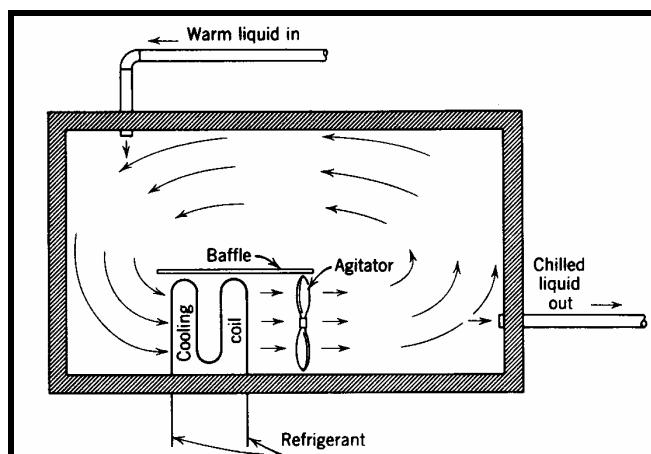
الشركة المصنعة : Dunham- Bush Inc.

## مبردات السوائل

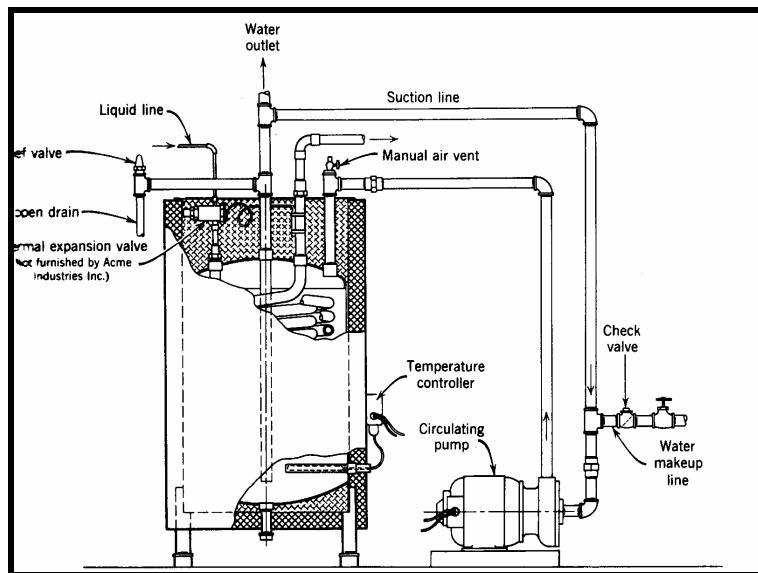
الأشكال الآتية من (٧ - ٣٣) إلى (٧ - ٣٩) توضح الأنواع المختلفة لمبردات السوائل وهي مبرد ذو الأنبوبين، مبرد الخزان، مبرد غلاف وملف، مبرد غلاف وأنابيب وجميعها قد تكون ذات تمدد جاف أو مغمورة.



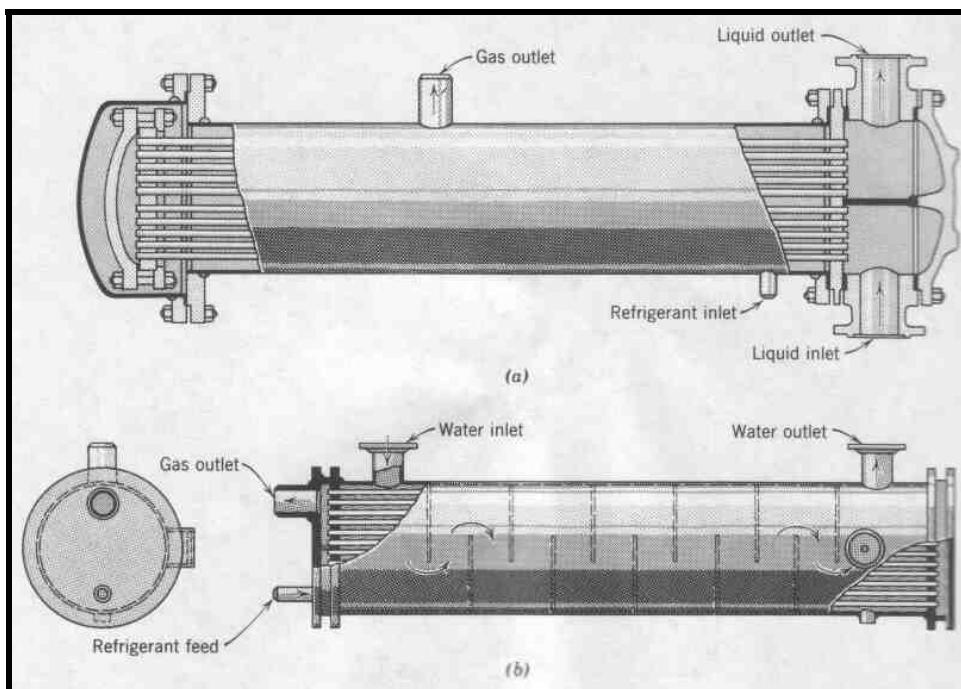
شكل (٧ - ٣٣) مبرد ذو أنبوبين



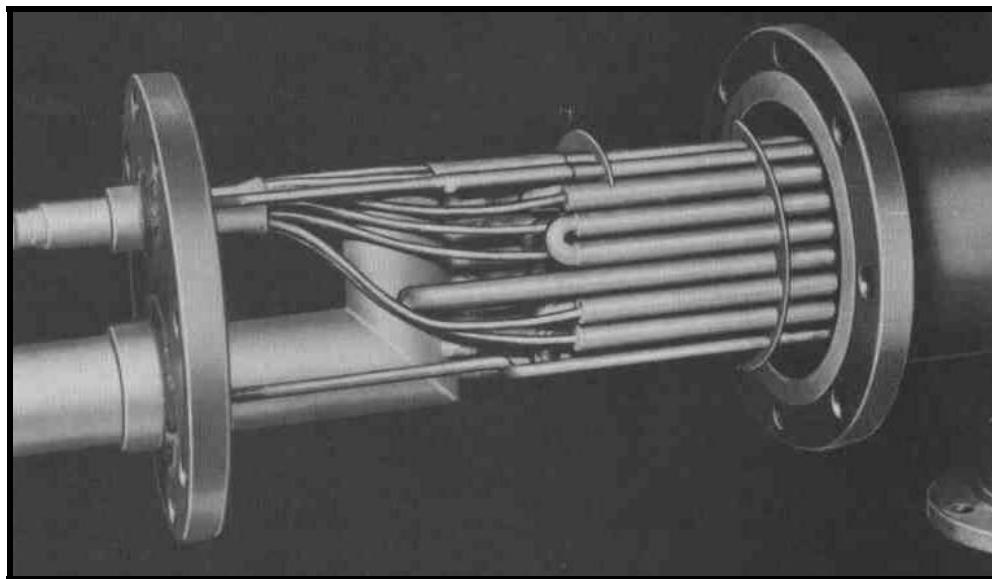
شكل (٧ - ٣٤) مبرد الخزان



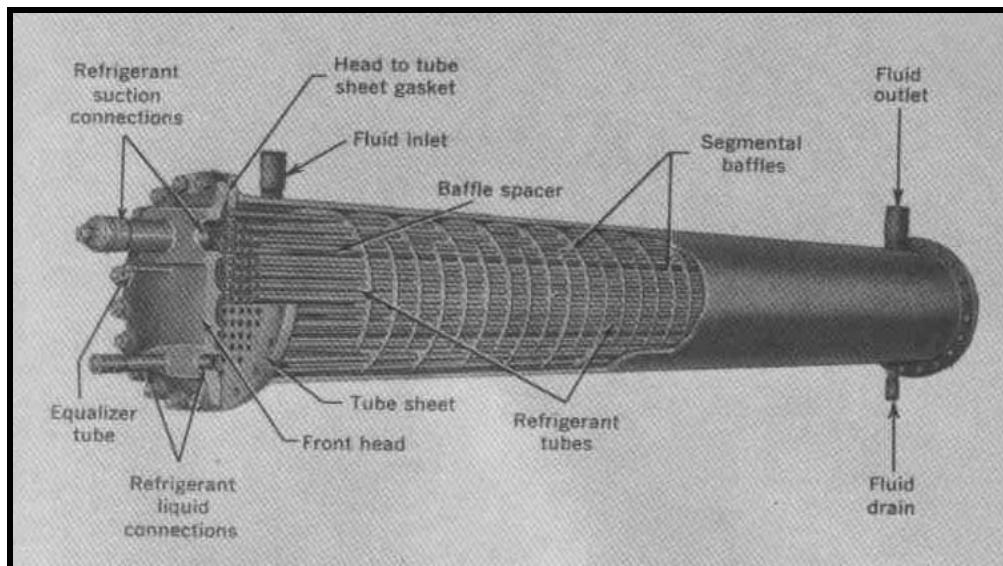
شكل (٧-٣٥) مبرد غلاف وملف



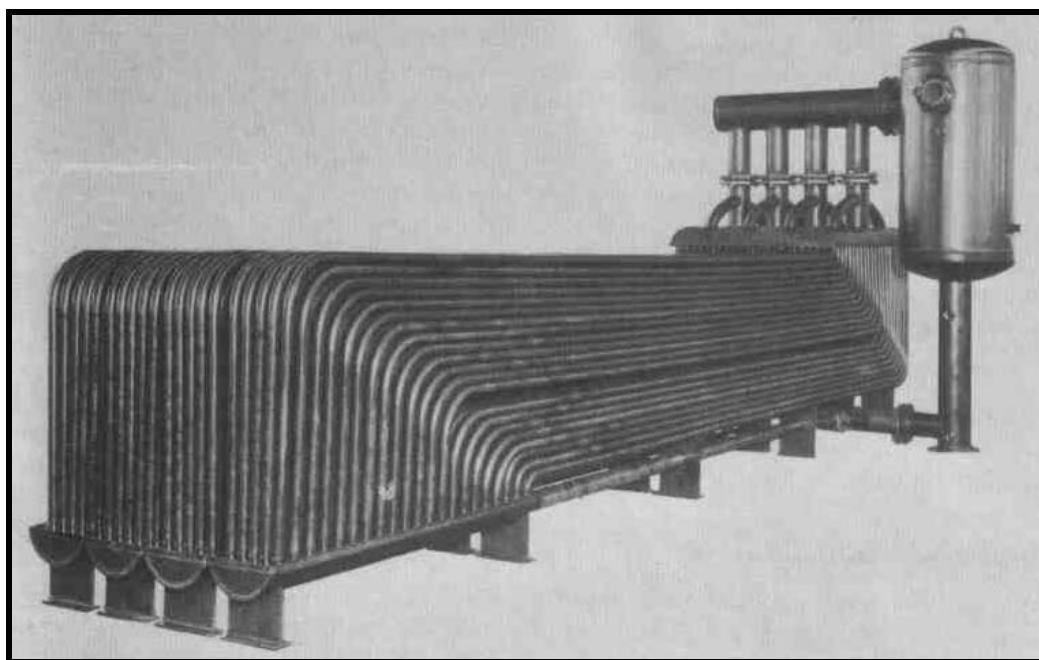
شكل (٧-٣٦) مبرد غلاف وأنابيب



شكل (٧- ٣٧) مبرد تمدد جاف



شكل (٧- ٣٨) مبرد تمدد جاف



شكل (٧ - ٣٩) مبرد مغمور

## اختبار الوحدة

- س١: تكلم عن الأجزاء الرئيسية بدائرة التبريد الأساسية والعمليات التي تتم بداخلها ؟
- س٢: اشرح مع الرسم كيفية عمل دائرة التبريد الأساسية ؟
- س٣: اذكر أنواع الضواحي المستخدمة في وحدات التبريد والتكييف ؟
- س٤: اذكر أنواع المكثفات المستخدمة في وحدات التبريد والتكييف ؟
- س٥: اذكر أنواع صمامات التمدد المستخدمة في وحدات التبريد والتكييف ؟
- س٦: اذكر أنواع المبخرات المستخدمة في وحدات التبريد والتكييف ؟