

دليل  
المعارضات المهنية السليمة لصيانة  
أجهزة التثليج والتكييف لحفظ البيئة  
وطبقة الأوزون  
(مستوى التدريب المهني)



## الأشراف العام

وزارة العمل والشؤون الاجتماعية/ المدير العام لدائرة العمل والتدريب المهني

رائد جبار باهض

## فريق العمل

وزارة العمل والشؤون الاجتماعية/ دائرة العمل والتدريب المهني	هشام جواد كاظم	المشرف
وزارة العمل والشؤون الاجتماعية/ دائرة العمل والتدريب المهني	أحسان فاضل عباس	المصمم
محافظة بابل/ مديرية العمل والشؤون الاجتماعية/ دائرة التدريب المهني/ مركز الأسكندرية للتدريب المهني	عبد صيهد عبود	المصمم

## جدول المحتويات

### Table Of Contents

الصفحة	المحتويات
٣	كيف تستخدم هذا الدليل
٤	العلامات الارشادية
٥	محتويات الدليل
محتويات المحصلة	عنوان المحصلة
٦	المحتويات
٧	دليل التعلم
٨	ورقة المعلومات / ١-١ استنفاد طبقة الأوزون
١٥	التقييم الذاتي / ١-١
١٦	الأجوبة النموذجية / ١-١
١٧	ورقة المعلومات / ٢-١ موائع التثليج
٤٠	التقييم الذاتي / ٢-١
٤١	الأجوبة النموذجية / ٢-١
٤٢	ورقة النشاط / ١-١ تحديد نوع مائع التثليج
٤٦	المحتويات
٤٧	دليل التعلم
٤٩	ورقة المعلومات / ١-٢ تحليل دورة التثليج
٥٦	التقييم الذاتي / ١-٢
٥٧	الأجوبة النموذجية / ١-٢
٥٨	ورقة المعلومات / ٢-٢ الاستعمال الآمن لموائع التثليج
٧٢	التقييم الذاتي / ٢-٢
٧٤	الأجوبة النموذجية / ٢-٢
٧٥	ورقة النشاط / ١-٢ إسترجاع مائع التثليج
٧٩	ورقة النشاط / ٢-٢ إسترجاع مائع التثليج من مكيف هواء
٨٣	ورقة النشاط / ٣-٢ تطهير وحدة الريكري
٨٦	ورقة المعلومات / ٣-٢ طرق كشف التسرب
٨٩	التقييم الذاتي / ٣-٢
٩٠	الأجوبة النموذجية / ٣-٢
٩١	ورقة النشاط / ٤-٢ كشف التسرب ومعالجة
٩٤	ورقة معلومات / ٤-٢ شحن منظومة التكييف
٩٩	التقييم الذاتي / ٤-٢
١٠٠	الأجوبة النموذجية / ٤-٢
١٠١	ورقة النشاط / ٥-٢ شحن منظومة التكييف
١٠٥	ورقة النشاط / ٦-٢ شحن ثلاجة بالمائع R-600a
١١٠	ورقة النشاط / ٧-٢ تغيير وشحن ضاغط يعمل بـ R-600a
١١٤	ورقة العمل / ١-٢ تصليح منظومة التكييف

## كيف تستخدم هذا الدليل

أهلاً وسهلاً بك في التدريب على هذا الدليل المصمم بنظام التدريب المبني على الكفاءة (CBT) حيث أعتمد تصميم محتوى هذه الدليل على إسلوب التعلم الذاتي، ولغرض تحقيق أهدافك واجتيازها بنجاح عليك الاعتماد على نفسك في دراسة محصلات التعلم للوصول إلى الكفاءة المطلوبة من خلال اكتساب المعارف والمهارات والاتجاهات التي تتضمنها.

وتتضمن هذا الدليل مجموعة من الإرشادات الواجب إتباعها:

- ١- التزم بتعليمات الورشة وخاصة تعليمات الصحة السلامة المهنية وتعليمات الحفاظ على بيئة آمنة.
- ٢- يجب استخدام مستلزمات الوقاية الشخصية أثناء التدريب على هذه الوحدة.
- ٣- أكمل محصلات التعلم حسب التفاصيل والتعليمات الواردة في دليل التعلم بداية كل محصلة تعلم.
- ٤- لا تتردد في الاستفسار من المدرب عن أي موضوع أو سؤال لديك.
- ٥- يحتوي الدليل على مجموعة من العلامات الارشادية والتحذيرية، عليك الانتباه إليها.
- ٦- جميع أوراق المعلومات والأنشطة مكتوبة بطريقة تشجع التعلم الذاتي، لذا حاول الاعتماد على نفسك قدر الامكان.
- ٧- لا تتسرع في تنفيذ خطوات العمل.
- ٨- عندما يكون تقييم المدرب لك لبعض خطوات النشاط (غير كفوء) فيجب عليك إعادة تلك الخطوات أمام المدرب، وعندما يكون تقييم المدرب لك (كافء) لجميع خطوات النشاط عندها يمكن انتقالك لأداء النشاط التالي.
- ٩- بعد اكمالك النشاط أعد العدد والأدوات والأجهزة والمواد الأولية إلى مخزن الورشة.
- ١٠- نظف موقع عملك بعد انتهاء الحصة التدريبية.
- ١١- ننصح بالتعامل باحترام مع المدرب وجميع زملائك في الورشة التدريبية.
- ١٢- تجنب الأحاديث الجانبية مع زملائك أثناء الحصة التدريبية.
- ١٣- ضرورة المحافظة على العدد والأدوات والأجهزة والممتلكات.
- ١٤- إختبر مستوى أدائك من خلال التقييم الذاتي ومعايير الاداء الموجودة في أوراق المعلومات والأنشطة والعمل.
- ١٥- يتضمن التقييم النهائي المعارف والمهارات والاتجاهات السلوكية وعليك اجتيازه بكفاءة.
- ١٦- بعد أن تصبح كفوءاً في جميع فقرات التقييم النهائي للدليل يمكنك الانتقال إلى الوحدة التعليمية التالية.

## العلامات الارشادية

أثناء تفريذك الأنشطة، إنتبه للعلامات الإرشادية التالية:

احذر



تحذير يفيد إلى وجوب توخي الحذر في الجوانب الحاسمة والنقاط الحرجة التي يجب مراجعتها من قبل المدرب قبل الانجاز لأنها قد تسبب حادثاً أو ضرراً.

إنتبه



تنبيه يفضل التوقف عنده وتطبيق ملاحظته لأن إهماله يؤدي إلى احتمال حصول مخاطر

راجع



تفيد المراجعة لجدواول أو بيانات أو مصطلحات وغيرها تم توضيحيها سابقاً.

سؤال



تفيد الاستفهام والسؤال لتحفيز الأفكار والعصف الذهني.

تأمل



تفيد التوقف للتأمل والتفكير والملاحظة.

تذكرة



تفيد التذكرة والمراجعة في ربط معلومة سابقة بأخرى لاحقة.

لاحظ



ملاحظة لها أهمية خاصة يفضل التوقف عندها.

### عنوان الدليل: يطبق الممارسات السليمة لحفظ البيئة وطبقة الأوزون

#### وصف الدليل (Module Descriptor):

يمثل هذا الدليل جزء من الوحدات التعليمية لمؤهل صيانة أجهزة التكييف المنزلي المستوى الرابع. يهدف إلى إكسابك المعارف والمهارات والاتجاهات الخاصة بالتعامل مع المواد الضارة للبيئة المستنفدة لطبقة الأوزون واستخدام الممارسات المهنية السليمة باسترجاع ومعالجة وتدوير موائع التثليج الضارة وتقليل وشح المواقع البديلة صديقة البيئة وفق المفاهيم والتوصيات والطرق الحديثة لحفظ على البيئة وطبقة الأوزون المستخدمة في صيانة منظومات التكييف أو التثليج.

يتضمن الدليل عددً من أوراق المعلومات التي تقدم لك المعلومات المتعلقة بالنظريات والمفاهيم وعددًا من أوراق الأنشطة الواجب عليك أداؤها لتطوير مهاراتك.

المدة التخمينية للتدريب (Nominal Duration): (٣٠) ساعة.

محصلات التعلم (Learning Outcomes):  
بعد إكمالك للتدريب على هذه الدليل يجب أن تكون قادرًا على:

- استرجاع ومعالجة مائع التثليج.
- كشف ومعالجة التسرب في المنظومة.
- تقليل وشح تشغيل المنظومة.

معايير التقييم (Assessment Criteria):  
سيتم تقييم أدائك بعد إكمالك لهذا الدليل وفق معايير الإداء التالية:

- تحديد موائع التثليج المستنفدة لطبقة الأوزون ومدى تأثيرها والبدائل المستخدمة عنها حالياً.
- كشف ومعالجة التسرب في الوحدة باستخدام العدد والأدوات والمواد المناسبة.
- استرجاع مائع التثليج ومعالجته وفق البروتوكولات والمعاهدات الدولية في الحفاظ على البيئة.
- تحديد الإجراءات اللازمة لتنمية وإعادة تأهيل المنظومات التي تعمل على موائع التثليج الضارة وإعادة شحنها بموائع تثليج صديقة للبيئة.

## **محصلة التعلم / ١ يصنف المواد حسب تأثيرها على البيئة وطبقة الأوزون Learning outcome/ 1**

### **المحتويات (Contents)**

- ١- طبقة الأوزون وأهميتها وأسباب استنفادها.
- ٢- الأضرار البيئية والصحية الناجمة عن استنفاد طبقة الأوزون.
- ٣- ظاهرة الاحترار العالمي (الاحتباس الحراري).
- ٤- أنواع موائع التثليج.
- ٥- الاتفاقيات الدولية لحماية البيئة وطبقة الأوزون.
- ٦- كشف نوع مائع التثليج بالمنظومة.

### **معايير التقييم (Assessment Criteria)**

- ١- تحديد طبقة الأوزون وأهميتها وأسباب استنفادها.
- ٢- تحديد التأثيرات البيئية الناجمة من استنفاد طبقة الأوزون.
- ٣- تحديد أسباب ظاهرة الاحتباس الحراري.
- ٤- تحديد موائع التثليج المستنفدة لطبقة الأوزون.
- ٥- تحديد الاتفاقيات الدولية لحماية البيئة وطبقة الأوزون.

### **طرق التقييم (Assessment Methods)**

- الملاحظة المباشرة (Observation) أثناء تنفيذ النشاط.
- اختبار مكتوب (Written test).
- اختبار شفهي (Oral test).
- الإختبارات العملية.

### **شروط التدريب (Condition)**

### **الموارد الواجب توفرها لتنفيذ التدريب:**

حقيبة عدة عمل	جهاز كشف المواقع Identifier	نماذج من مائع التثليج	جهاز حاسوب
أفلام	عارض البيانات	سيورة	عرض بور بوينت
اقلام ماجك	لوح قلاب		

تعليمات تفصيلية	الأنشطة
<ul style="list-style-type: none"> <li>• أدرس ورقة المعلومات بعناية.</li> <li>• ركز على عملية استنفاد طبقة الأوزون.</li> <li>• انتبه إلى الأضرار البيئية والصحية الناجمة عن تأكل طبقة الأوزون.</li> <li>• ركز على عملية الاحتضار العالمي (الاحتباس الحراري).</li> </ul>	<p>١) اقرأ ورقة المعلومات ١-١ وعنوانها استنفاد طبقة الأوزون.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• أجب على الأسئلة دون الرجوع إلى ورقة المعلومات الأجرة.</li> <li>• قارن أجوبتك مع الأجرة النموذجية.</li> <li>• أعد مراجعة المعلومات لتصحيح أخطائك.</li> </ul>	<p>٢) أجب على أسئلة التقييم الذاتي ١-١.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• لا تتردد في طرح الأسئلة على المدرب.</li> <li>• لا تتردد في الطلب من المدرب بإعادة المادة التي لم تستوعبها وغير الواضحة في العرض.</li> <li>• إنتبه إلى عرض المدرب.</li> </ul>	<p>٣) في ضوء ورقة المعلومات رقم ١-١ وعنوانها: أنواع مواقع التثليج.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• أدرس ورقة المعلومات بعناية.</li> <li>• ركز على أنواع مواقع التثليج</li> <li>• نسبة تأثير مواقع التثليج على البيئة والغلاف الجوي.</li> <li>• ركز على طريقة تمييز مواقع التثليج.</li> </ul>	<p>٤) اقرأ ورقة المعلومات ١-٢ وعنوانها مواقع التثليج</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• أجب على الأسئلة دون الرجوع إلى ورقة المعلومات الأجرة.</li> <li>• قارن أجوبتك مع الأجرة النموذجية.</li> <li>• أعد مراجعة المعلومات لتصحيح أخطائك.</li> </ul>	<p>٥) أجب على أسئلة التقييم الذاتي ١-٢</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• لا تتردد في طرح الأسئلة على المدرب.</li> <li>• لا تتردد في الطلب من المدرب بإعادة المادة التي لم تستوعبها وغير الواضحة في العرض.</li> </ul>	<p>٦) في ضوء ورقة المعلومات رقم ١-٢ وعنوانها: إسترجاع مائع التثليج.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• اقرأ ونفذ التعليمات وخطوات العمل بدقة.</li> <li>• انتبه إلى طريقة إستخدام جهاز كشف المواقع (Refrigerant Identifier) أثناء تنفيذ النشاط.</li> <li>• انتبه إلى معايير التقييم.</li> <li>• إعلم المدرب عند إكمال النشاط.</li> </ul>	<p>٧) أنجز ما مطلوب منك في ورقة النشاط رقم (١-١)، وعنوانها: تحديد نوع مائع التثليج.</p>

## الأهداف

- بعد دراستك ورقة المعلومات ستصبح قادرًا على:
- ١- تحديد طبقة الأوزون و أهميتها و اسباب استنفادها.
  - ٢- تحديد التأثيرات الناجمة من استنفاد طبقة الأوزون.
  - ٣- تحديد المواد المستنفدة لطبقة الأوزون.
  - ٤- تحديد ظاهرة الاحتباس الحراري.

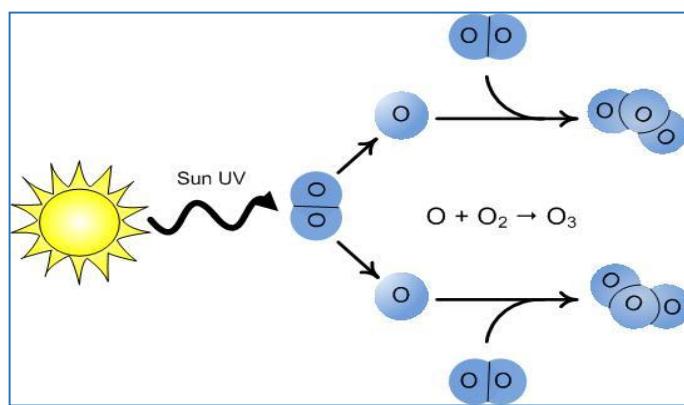
## طبقة الأوزون

- الأوزون هو عبارة عن غاز يتكون من ثلاثة ذرات أوكسجين ( $O_3$ ).
- موقع طبقة الأوزون في طبقات الجو العليا في طبقة (الستراتوسفير)، لاحظ شكل (١).
- يبلغ ارتفاع طبقة الأوزون عن سطح الأرض ما بين (٣٠-١٥) كم و سُمكها تقريرًا من (٨-٢) كم، وتكون أقل سمكًا فوق المدارات الأرضية.



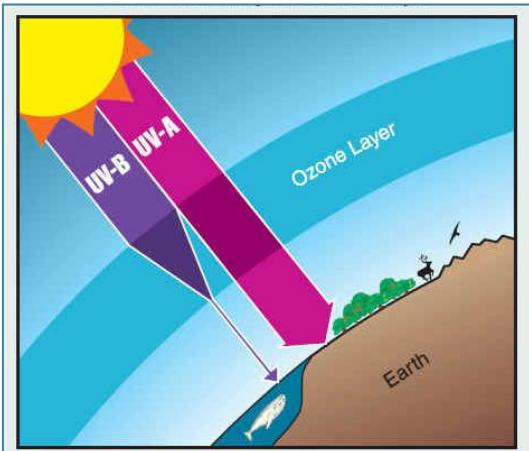
الشكل (١)

- ينتج الأوزون ( $O_3$ ) بعدما أن تنقسم جزيئه الأوكسجين ( $O_2$ ) إلى أوكسجين ذري ( $O$ ) نتيجة تأثير أشعة الشمس فوق البنفسجية وبعدها سرعان ما يتحد الأوكسجين الذري ( $O$ ) مع جزيئه أوكسجين ( $O_2$ ) جديدة لت تكون طبقة الأوزون ( $O_3$ ), كما في شكل (٢):



الشكل (٢)

## أهمية طبقة الأوزون



الشكل (٣)

- تلعب طبقة الأوزون دوراً مهماً في حماية الكره الأرضية من الأشعة فوق البنفسجية الضارة، حيث تقوم بدور المرشح الطبيعي والدرع الواقي الذي يحيط بالأرض ليعتني جميع الكائنات الحية من الجزء الضار من الأشعة فوق البنفسجية ( Ultra Violet UV-B ) ذات الضرر الجسيمة التي تهدد صحة الإنسان وسلامة البيئة.
- تسمح هذه الطبقة بمرور الأشعة فوق البنفسجية ذات المدى الطويل غير الضارة، كما في شكل (٣).
- تساهم طبقة الأوزون في الحفاظ على درجة حرارة معتدلة على الأرض وتحد من ارتفاعها بشكل كبير.

لاحظ

الأوزون من العناصر الضرورية للحياة على سطح الأرض، فهو لا يقل أهمية عن الأوكسجين والماء، لأنّه يقوم بامتصاص معظم الأشعة فوق البنفسجية الضارة التي تصل من الشمس، ويحمي جميع أشكال الحياة على سطح الأرض.

## قياس طبقة الأوزون

- وحدة قياس طبقة الأوزون هي دوبسون Dobson مختصرها (DU)، وهي عبارة عن عدد جزيئات الأوزون الحر اللازم لتكون طبقة اوزون سمكها (0.01mm) من هذا الغاز عند درجة حرارة صفر مئوي وضغط جوي واحد.
- في حالة الاعتيادية، تبلغ كمية الأوزون (260 DU) بالقرب من المناطق المدارية وترتفع في المناطق الأخرى بحدود (300 DU).
- يقيس العلماء نسبة الأوزون في الغلاف الجوي بواسطة معدات في المطارات وأجهزة تحملها الطائرات والبالونات أو بالاقمار الصناعية.

## ثقب الأوزون



الشكل (٤)

يعرف ثقب الأوزون بأنه سطح الأرض المغطى بمساحة تتدنى فيها تركيزات الأوزون إلى أقل من (260) وحدة دوبسون، وتم إطلاق تسمية "الثقب" مجازاً، إنما هو اصطلاح يعبر عن نقص شديد في سمك طبقة الأوزون في الغلاف الجوي الذي تم اكتشافه لأول مرة عام ١٩٨٥ فوق القارة الجنوبية، كما في شكل (٤).

## استنفاد طبقة الأوزون Ozon Depletion Process

ان مصدر التهديد يأتي نتيجة اعمال وتقنيات جديدة ابتدعها الانسان مع تطور الحياة المدنية واستحداث مواد كيميائية جديدة بالإضافة الى مجموعة من الممارسات الاعتبادية في الحياة اليومية للبشر في القرن العشرين مما نتج عنه زيادة انبعاث الغازات من المواد المسماة لتاكل طبقة الأوزون، والجدول (١) يوضح خلاصة بأهم المواد المستنفدة لطبقة الأوزون.

مكافي الاحترا العالمي GWP	مكافي استنفاد طبقة الأوزون ODP	الاستخدامات	المادة
٤٦٧٠ - ١٠٧٢٠	0.6 - 1	موقع التثليج في أجهزة التثليج، مذيبات التنظيف، مادة دافعة، إنتاج الرغوة. وهي مركبات ضارة لأنها تُنتج عناصر تستنفذ الأوزون مثل الكلور، والبروم	مركبات كلوروفلوروكربيون <b>CFCs</b> <b>Chlorofluorocarbons</b>
١٦٢٠ - ٧٠٣٠	3 - 10	طفيات الحريق، والتلقيحات، ومكيفات الهواء، وفي مذيبات التنظيف، ومواد التنظيف الجاف، والتبييض الزراعي، والتغليف المعزول، والمواد الدافعة المستخدمة في الرشاشات. من مسوئتها أنها تطلق البروم إلى الغلاف الجوي	الهالونات <b>CBrCLF<sub>2</sub></b> <b>CBrF<sub>2</sub></b> <b>Halons</b>
١٣٨٠	1.1	طفيات الحريق، المبردات، المنظفات. من أضراره أنه يطلق الكلور / الفلور إلى الغلاف الجوي	رباعي كلوريド الكربون <b>CCL<sub>4</sub></b> <b>Carbon Tetrachloride</b>
١٤٤	0.1	مذيبات التنظيف، الاخبار، سوائل إزالة الأخطاء. ومن سلبياته أنه يحرر الكلور في الغلاف الجوي	كلوروформ الميثيل <b>CH<sub>3</sub>CL<sub>3</sub></b> <b>Methyl Chloroform</b>
٧٦ - ٢٢٧٠	0.1 - 0.5	بديل مؤقت لمركبات كلوروفلوروكربيون، تستخدم كموقع تثليج، مذيبات، إنتاج الرغوة	مركبات الهيدروكلوروفلوروكربيون <b>HCFCs</b> <b>Hydrochlorofluorocarbons</b>

الجدول (١)

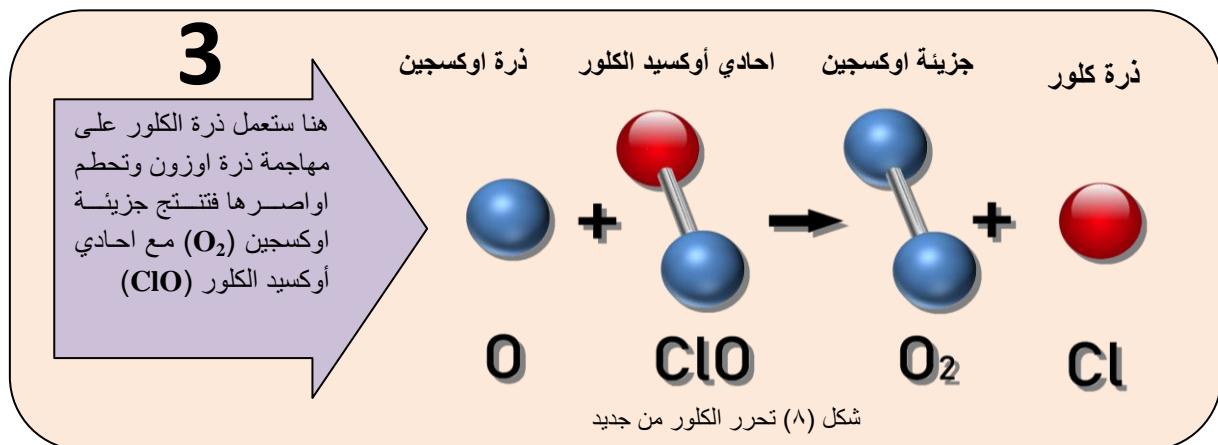
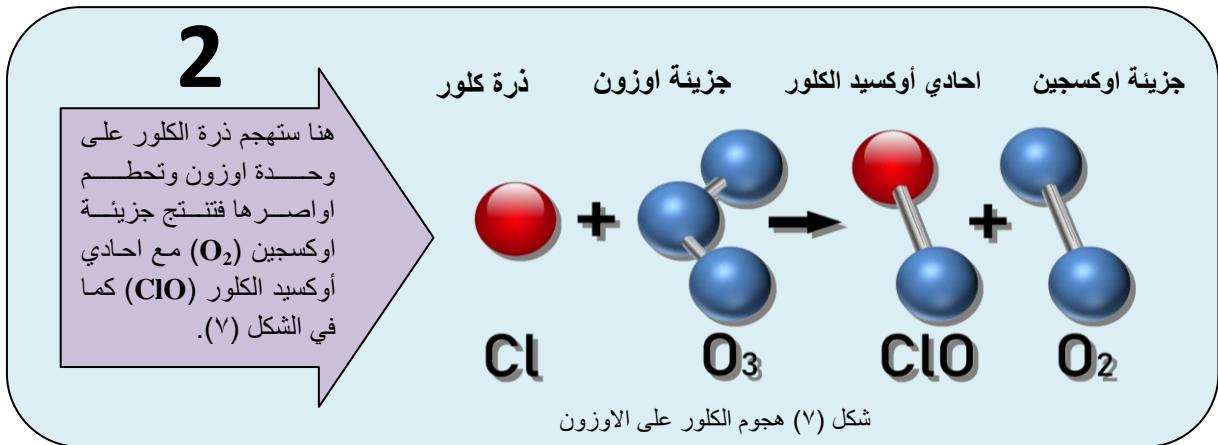
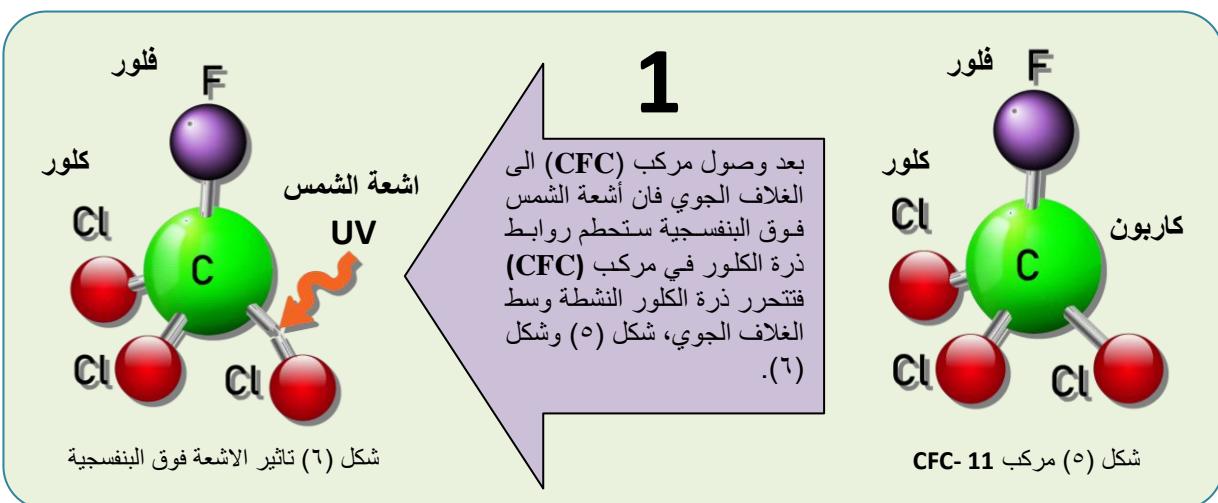
تأمل



**مكافي استنفاد طبقة الأوزون (ODP):** هو النسبة بين تأثير المادة على طبقة الأوزون مقارنة بتأثير نفس الكمية من CFC-11، حيث دالة استنفاد (R-11) تساوي (١) واحد صحيح.

**مكافي الاحترا العالمي (GWP):** هي النسبة بين الاحتراز الذي تسببه المادة مقارنة بالاحتراز الناجم عن نفس الكمية من (CO<sub>2</sub>)، حيث دالة الاحتراز العالمي ل(CO<sub>2</sub>) تساوي (١) واحد

## كيف يتم استنفاذ طبقة الأوزون



بعد تحرر الكلور ستتكرر العملية في شكل (٧) وشكل (٨) فتحدث عملية هدم لملايين المرات في طبقة الأوزون وتؤدي إلى استنفادها وتقليل تركيزها بشكل كبير.



الشكل (٩) خطوات استنفاذ طبقة الاوزون

### الأضرار البيئية والصحية الناجمة عن تأكُل طبقة الأوزون

أنواع الاشعة فوق البنفسجية (UV-B)، الموضحة في الجدول (٢) تسبب:

- إصابة الإنسان بسرطان الجلد وعتمة العين.
- التأثير على عملية التمثيل الضوئي (Photosynthesis) للنباتات الخضراء مما يؤثر على نمو النباتات وإنتاج المحاصيل الزراعية.
- التأثير على نظم البيئة المائية وعمل خلل في توازن النظام العام للطبيعة والحياة على الأرض.
- التأثير على تغيرات المناخ العالمي مما يؤثر سلباً على جهاز مناعة الإنسان ويهدد سلامة البيئة.

النوع	الطاقة التأينية	الطول الموجي	قدرة طبقة الأوزون على احتجازها	الآثار السلبية
UV-A	الأقل طاقة	الأطول طولاً	دائماً تنفذ من طبقة الأوزون	عادية
UV-B	طاقة عالية	طول قصير	تحجز بشكل جزئي	ضاربة
UV-C	الأعلى طاقة	الأقل طولاً	تحجز بشكل كامل	خطيرة جداً

الجدول (٢)

## العلاقة بين استنفاد طبقة الأوزون وتغير المناخ

من الواضح ان ظاهرتي استنفاد طبقة الأوزون وتغير المناخ كلاهما ناتج من تأثير الأنشطة البشرية على الغلاف الجوي، وبالرغم من ان كل واحدة من هاتين المشكلتين البيئيتين تختلف في طبيعتها عن الأخرى الا انهما تلتقيان في بعض الطرائق، كما يلي:

### المواد المستنفدة لطبقة الأوزون (Global Worming) تشارك في ظاهرة الاحترار العالمي

٢- زيادة تعرض سطح الكرة الأرضية الى الاشعة فوق البنفسجية من نوع (UV-B) يعيق من انتاج النباتات الأولية والهائمات البحرية النباتية. ومن المعلوم ان النباتات تمتص ثاني أوكسيد الكاربون في الأحوال الاعتيادية وتطرح الاوكسجين للجو لثناء عملية التمثيل الضوئي ووبعكسه سيتم امتصاص ثاني أوكسيد الكاربون من قبل الغلاف الجوي ويتسرب في زيادة درجة حرارة سطح الكرة الأرضية بسبب الاحتباس الحراري.

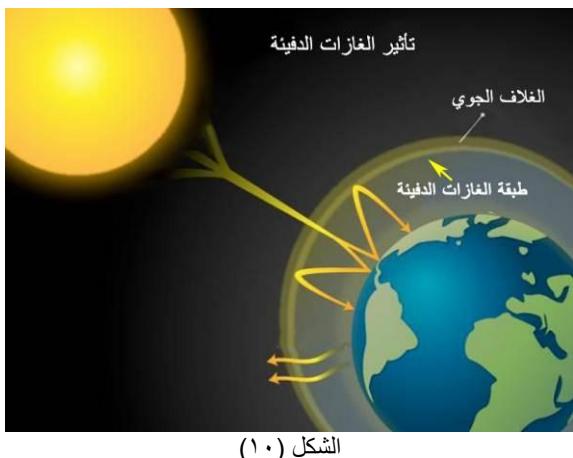
١- مثلاً المائع (R-11) ومائع (R-12) من مرکبات (CFC) لهما مكافى احترار يفوق مكافئ احترار ثاني أوكسيد الكربون بمقدار (4000) و(8500) على التوالي، وبالرغم من ان مرکبات الكلوروفلوروكاربونات (CFC) تم الاستعاضة عنها وتبديلاها بمرکبات الهايدروكلوروفلوروكاربونات (HCFC) الأقل تأثيراً على الاوزون الا ان هذه الأخيرة تعتبر من الغازات الدفيئة أيضاً وتسبب الاحتباس الحراري.

### الاحترار العالمي (Global Worming) يمكن ان يفاقم استنزاف طبقة الأوزون (Ozon Depletion)

٢- مرکبات الكلوروفلوروكاربون (CFC) والهالونات (Halons) ومرکبات الهايدروكلوروفلوروكاربون (HCFC) تسهم في استنفاد طبقة الأوزون وتغير المناخ. بينما مرکبات الهايدروكلوروفلوروكاربون (HFC) والمرکبات الفلوروكربونية المشبعة (PFC) لا تسهم الا في تغيير المناخ وهي من البدائل الممكنة للمواد المستنفدة للأوزون (ODS).

١- زيادة ارتفاع درجة حرارة الأرض الناتج عن ظاهرة الاحترار العالمي يؤدي الى زيادة درجات الحرارة في الغلاف الجوي القريب من سطح الأرض ولكنه من الممكن أيضاً وفي نفس الوقت ان تبرد طبقة الستراتوسفير وهذا الوضع ممكن ان يزيد من استنزاف طبقة الأوزون بدون زيادة تراكيز المواد الكيميائية الوالصة الى طبقة الستراتوسفير، لأن درجات الحرارة المنخفضة تساعد على بدء التفاعلات الخاصة التي تؤدي الى تفكك الأوزون بصورة اسرع.

## ظاهرة الاحترار العالمي (الاحتباس الحراري) Global warming

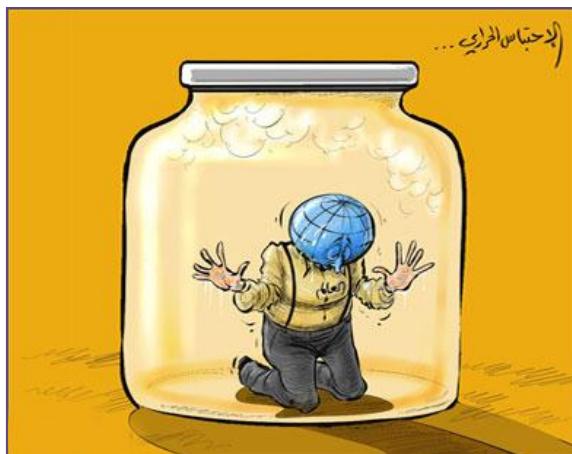


الشكل (١٠)

تصل الحرارة إلى سطح الأرض عن طريق الشمس التي تعمل بالطبع على تدفتها، وب مجرد ان ترتفع درجة الحرارة تبدأ الحرارة الزائدة في الانبعاث على صورة اشعة تحت الحمراء مثل الاناء الساخن الذي تتباعد منه الحرارة حتى بعد ابعاده عن الموقف، يحتجز الغلاف الجوي بعضا من هذه الحرارة والباقي ينفذ إلى الفضاء الخارجي، تساعد الغازات المنبعثة (التي تدعى الغازات الدفيئة) في احتجاز كمية أكبر من هذه الاشعاعات وإعاده انكساراتها إلى سطح الأرض، كما موضح في شكل (١٠)، وبالتالي تعمل على زيادة درجة حرارة سطح الأرض. من امثلة الغازات الدفيئة:

### • غازات طبيعية مثل:

- بخار الماء ( $H_2O$ ).
- ثاني أوكسيد الكاربون ( $CO_2$ ).
- غاز الميثان ( $C_2H_4$ ).
- غاز الأوزون ( $O_3$ ).
- غاز أوكسيد النترويك ( $NO$ ).



الشكل (١١)

### • غازات غير طبيعية (كيميائية صناعية) مثل:

- الكلوروفلوركاربون (CFC).
- الهايدروكلوروفلوركاربون (HCFC).
- الهالونات (Halons) وغيرها.

تأمل



ان مثل الاحترار العالمي الناتج من تأثير الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية هو كمثل كائن محاصر وسط جدران قنينة زجاجية تحيط به من كل جانب، كما في الشكل (١١)، فتأمل الى أي مدى يمكن ان ترتفع درجات الحرارة داخل فضاء القنينة كلما زادت سماكة جدران الزجاجة (الغازات الدفيئة) محيطة به.

لذا فالاحترار العالمي Global warming: هو ظاهرة عالمية تمثل في ازدياد حرارة الغلاف الجوي للكرة الأرضية نتيجة ارتفاع مفرط للغازات الدفيئة المحصور بين الغلاف الجوي وسطح الأرض، ويعرف مكافئاً لاحترار العالمي (GWP) بأنه دليل يقارن التأثير المناخي لأنبعاث غاز دفيء نسبة إلى الانبعاثات الصادرة عن كمية مماثلة من ثاني أوكسيد الكاربون ( $CO_2$ ), حيث  $GWP(CO_2) = 1$ .

**س ١ - املأ الفراغات التالية بما يناسبها؟**

- ١- ..... عبارة عن غاز يتكون من ثلات ذرات اوكسجين ( $O_3$ ) تشكل طبقة تدخل في تكوين طبقات الغلاف الجوي للكرة الأرضية.
- ٢- المتهم الرئيسي في تدمير طبقة الأوزون هي ..... المستخدمة في الثلاجات والمكيفات.
- ٣- إصابة الإنسان بسرطان الجلد وعتمة العين من الأضرار الصحية الناجمة عن تسرب ..... عند تأكل طبقة الأوزون.
- ٤- ..... هو ظاهرة عالمية تتمثل في ازدياد حرارة الغلاف الجوي للكرة الأرضية نتيجة ارتفاع مفرط للغازات الدفيئة.
- ٥- بعد وصول مركب (CFC) إلى الغلاف الجوي فان اشعة الشمس ..... ستحطم الاصرة بين ..... في مركب (CFC) فيتحرر ..... الذي سيهجم على الأوزون ويحطم او اصره.
- ٦- تقع طبقة الأوزون في طبقات الغلاف الجوي العليا التي تدعى طبقة ..... .
- ٧- ..... هو النسبة بين تأثير المادة على طبقة الأوزون مقارنة بتاثير نفس الكمية من CFC-11.
- ٨- ..... ويرمز له ..... هي النسبة بين الاحترار الذي تسببه المادة مقارنة بالاحترار الناجم عن نفس الكمية من  $(CO_2)$ .

**س ٢ - وضح عملية استنفاد طبقة الأوزون في الغلاف الجوي بشكل خطوات او مخطط؟**

**س ٣ - ما هي الغازات الدفيئة؟ وما هو تأثيرها، اذكر امثلة من كل نوع منها؟**

ج / ١

- ١- طبقة الأوزون.
- ٢- مركبات الكلوروفلوروكاربون (CFC).
- ٣- الاشعة فوق البنفسجية (B-UVA).
- ٤- الاحترار العالمي او الاحتباس الحراري.
- ٥- فوق البنفسجية، ذرة الكلور والكاربون، الكلور.
- ٦- الستراتوسفير.
- ٧- مكافئ استنفاذ الأوزون، ODP.
- ٨- مكافي الاحتثار العالمي، GWP.

ج / ٢



ج ٣- تساعد الغازات الدفيئة المنبعثة إلى الغلاف الجوي في احتجاز كمية أكبر من أشعة الشمس تحت الحمراء وتبعيد انكسارها إلى سطح الأرض، وبالتالي تعمل على زيادة درجة حرارة سطح الأرض.

ومن أمثلة الغازات الدفيئة:

• **الغازات الطبيعية مثل:**

- بخار الماء ( $H_2O$ ).
- ثاني أوكسيد الكاربون ( $CO_2$ ).
- غاز الميثان ( $C_2H_4$ ).
- غاز الأوزون ( $O_3$ ).
- غاز أوكسيد النتريل (NO).

• **الغازات غير الطبيعية (كيميائية صناعية) مثل:**

- الكلوروفلوروكاربون (CFC).
- الهايدروكلوروفلوروكاربون (HCFC).
- الهالونات (Halons) وغيرها.

## الأهداف

بعد دراستك ورقة المعلومات ستصبح قادراً على:

١. تحديد أنواع موائع التثليج.
٢. تحديد خصائص موائع التثليج.
٣. تحديد نسبة تأثير موائع التثليج على البيئة والغلاف الجوي.
٤. ترميز موائع التثليج.

## موائع التثليج Refrigerants

**موائع التثليج:** هي مائع يعمل في دورة تثليج على امتصاص الحرارة من داخل الحيز المكيف او المبرد (المبخر) عند درجة حرارة واطنة ثم يطرح هذه الحرارة الى حيز اخر في الخارج (المكثف) عند درجة حرارة اعلى، الشكل (١) يبين نماذج من موائع التثليج.



(الشكل ١)

## لاحظ

ليس هناك مائع تثليج مثالي، ولا يستطيع مائع تثليج واحد ان يغطي كافة مجالات الاستخدام، انما هناك أنواع لكل منها محسن ومساوي وهناك ما يتلائم مع استخدام معين أكثر من غيره، ويتم اختيار المائع الذي تتوفر فيه أكثر المحسن وأدنى قدر من المساوى.

يمكن اجمال خواص مائع التثليج المراد استخدامه لتطبيق محدد بالخواص الحرارية، الفيزيائية، البيئية والأمان، فضلاً عن الخواص المهمة الأخرى مثل الجانب الاقتصادي وغيرها، وفيما يلي توضيح لهذه الخواص وتأثيراتها:

### ١- ضغط السحب (Pe): Suction Pressure

يجب ان يكون ضغط بخار مائع التثليج المسحوب من الضاغط (ضغط التشبع) اعلى من الضغط الجوي وذلك:

- لمنع تسرب الهواء الجوي والرطوبة الى داخل المنظومة.
- لتسهيل اكتشاف تسرب مائع التثليج من المنظومة.

ارتفاع ضغط السحب يؤدي الى تقليل ازاحة الضاغط وبالتالي صغر حجم الضاغط المستخدم في المنظومة.

### ٢- ضغط التصريف (Pc): Discharge Pressure

يفضل ان يكون ضغط بخار مائع التثليج الخارج من الضاغط بعد عملية الانضغاط (ضغط المكثف) اقل ما يمكن وذلك لتقليل الجهد الميكانيكي على أجزاء منظومة التثليج التي تشمل الضاغط والمكثف.

### ٣- نسبة الانضغاط :Compression Ratio (Pc /Pe)

تعرف نسبة الانضغاط بانها النسبة بين ضغط التصريف (Pc) الى ضغط السحب (Pe) وتكتب (Pc /Pe) وتكون قيمتها اكبر من واحد دائماً، وهذه النسبة يجب ان تكون اصغر ما يمكن للحصول على كفاءة حجمية عالية للضاغط وبالتالي التقليل من الطاقة المصروفة للضاغط.

### ٤- الحرارة الكامنة للتبخّر (hfg): Latent Heat Of Vaporization

تعرف الحرارة الكامنة للتبخّر بانها الحرارة اللازمة لتحويل ١ كغم من مائع التثليج عند ضغط ودرجة حرارة معينة الى بخار عند نفس قيمة الضغط ودرجة الحرارة. ويفضل ان تكون الحرارة الكامنة للتبخّر لموائع التثليج اكبر ما يمكن وذلك لتقليل كتلة مائع التثليج في الدورة.

### ٥- درجة حرارة الانجماد :Freezing Temperature

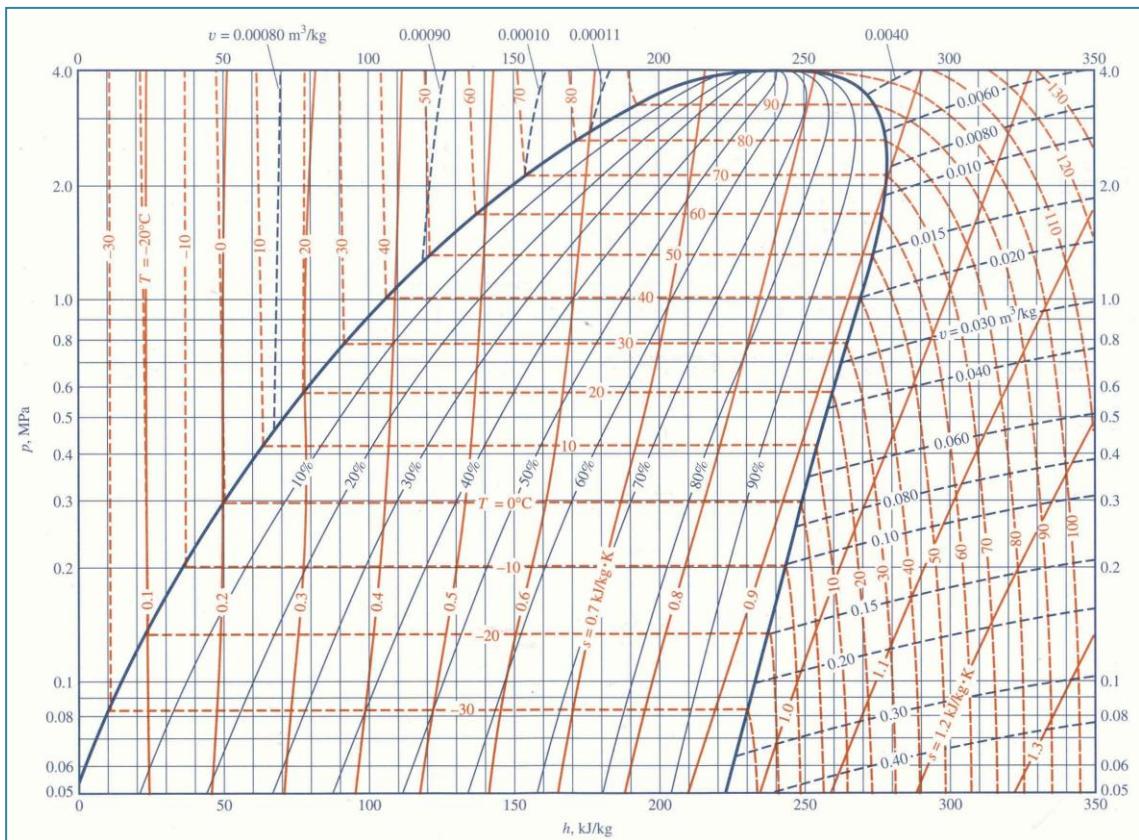
يجب ان تكون درجة انجماد مائع التثليج منخفضة لتلقي انجامد مائع التثليج داخل منظومة التثليج، وبتعبير اخر يجب ان تكون درجة انجماد مائع التثليج اقل بكثير من اقل درجة حرارة يمكن ان تصل اليها منظومة التثليج.

### ٦- درجة حرارة الغليان :Boiling Temperature

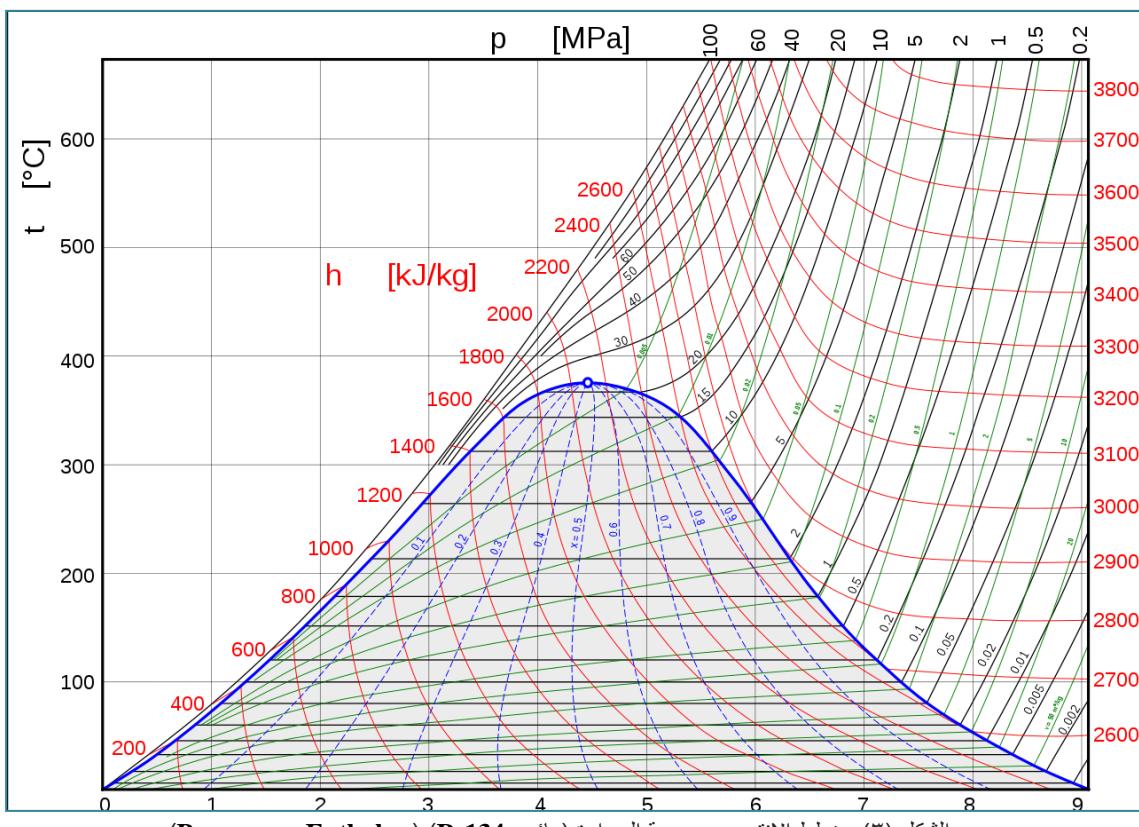
وهي درجة الحرارة التي يتم فيها تحويل سائل مائع التثليج الى بخار في المبخر، وللحصول على كفاءة جيدة لدورة التثليج يفضل ان يتم استخدام مائع تثليج ذو درجة حرارة غليان منخفضة عند الضغط الجوي، اما إذا كانت درجة الغليان عالية فانها تتطلب استخدام ضاغط بضغط سحب كبير للحصول على درجة حرارة منخفضة في المبخر وهذا يقلل من سعة التثليج للمنظومة وكذلك كفاءة التشغيل.

### ٧- مخطط الضغط - الانثالبي :Pressure - Enthalpy

تم وضع الخواص термодинамическая لموائع التثليج في مخططات وجداول لتوضيح العلاقة بينها ولاعطاء صورة واضحة للاطوار التي يمر بها مائع التثليج داخل أجزاء منظومة التثليج ومن اهم هذه المخططات التي يجب التركيز على أهميتها مخطط الضغط - الانثالبي، كما في الشكل (٢) والشكل (٣).



الشكل (٢)



الشكل (٣) مخطط الانترافي- درجة الحرارة (مائع R-134a)

## المواصفات المرغوبة في مائع التثليج

مقارنة بيانات وسائل التبريد			
وسittel التبريد	R600a	R134a	R12
الاسم	Isobutane	1,1,1,2-Tetrafluoro-ethane	Dichloro-di-fluoro-methane
الصيغة	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH CH <sub>3</sub>	CF <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> F	FC <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>
درجة الحرارة الحرجة °C	135	101	112
الوزن الجزيئي kg/kmol	58.1	102	120.9
درجة الغليان الطبيعية °C	-11.6	-26.5	-29.8
الضغط عند درجة حرارة C°20	0.58	1.07	1.24
-25 °C كثافة السائل /kg عند	0.60	1.37	1.47
4 °C-25/+32 كثافة البخار عند kg/m <sup>3</sup>	1.3	4.4	6.0
الاستطاعة الحرمية عند kJ/m <sup>3</sup> 25/55/32 °C	373	658	727
C° 25- انتلبي التبخر عند kJ/kg	376	216	163
الضغط عند +20°C kJ/kg	3.0	5.7	5.7






الشكل (٤)

- ١- غير سام .Non-Toxic
- ٢- غير قابل للاشتعال .Non-Flammable
- ٣- غير قابل للاحتجاج .Non-Explosive
- ٤- لا يسبب التآكل .Non-Corrosive to metal
- ٥- قليل الكلفة .Low cost
- ٦- غير ضار بالجسم عند التلامس .
- ٧- سهل الكشف والتحديد عند التسرب .Easy to locating leak
- ٨- درجة حرارة حرجة عالية .High Critical temprature
- ٩- أن يكون مستقر في الحالة الغازية .
- ١٠- الحرارة الكامنة للتباخر عالية . High Latent heat of vaporization
- ١١- الحجم النوعي لبخار الماء صغير .Low specific volume of vapour
- ١٢- الفرق بين ضغط المكثف والمبخر يجب ان يكون قليل لتسهيل عملية الانضغاط .
- ١٣- نقطة غليان واطئة Low boiling point ، لاحظ الشكل (٤) .
- ١٤- سهل الامتزاج مع الزيت . Mixes well with oil
- ١٥- درجة جهد استنفاد الأوزون (ODP) واطئة جدا (من الشروط البيئية المطلوبة) .
- ١٦- درجة جهد الاحترار العالمي (GWP) واطئة جدا، لاحظ الشكل (٥) .

### REFRIGERANT CHOICES

		Low Pressure			Medium Pressure				High Pressure					
		R-123	R-1233zd	R-514A	R-134a	R-513A	R-1234ze	R-1234yf	R-22	R-410A	R-466A	R-452B	R-454B	R-32
Flammability	ASHRAE Class	1	1	1	1	1	2L	2L	1	1	1	2L	2L	2L
Toxicity <sup>1</sup>	ASHRAE Class	Higher (B)	Lower (A)	Higher (B)	Lower (A)	Lower (A)	Lower (A)	Lower (A)	Lower (A)	Lower (A)	Lower (A)	Lower (A)	Lower (A)	Lower (A)
	OEL	50	800	320	1000	650	800	500	1000	1000	860	870	850	1000
Efficiency (COP)		8.95	8.85	8.91	8.47	8.28	8.45	8.17	8.48	7.99	8.14	8.14	8.15	8.22
Capacity Change		baseline	~35% gain	~5% loss	baseline	similar	~25% loss	~5% loss		baseline	~1% loss	~2% loss	~3% loss	~9% gain
GWP <sup>2</sup>		79	1	2	1300	573	1	1	1760	1924	703	675	466	677
Atmospheric Life		1.3 years	26 days	22 days	13.4 years	5.9 years	16 days	11 days	11.9 years	17 years	5.6 years	5.5 years	3.6 years	5.2 years

<sup>1</sup> None of the refrigerants shown in the table are considered "toxic" or "highly toxic" as defined by the IFC, UFC, NFPA 1 or OSHA regulations.

<sup>2</sup> GWP values reported are per the Fifth Assessment Report (AR5) of the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).

الشكل (٥)

## ترميز موائع التثليج



الشكل (٦)

بدلاً من تسمية كل مركب باسمه الكيميائي، والذي هو معقد نوعاً ما، وضعت جمعية ASHRAE والمعهد الوطني الأميركي للتقييس ANSI نظاماً رقمياً لترميز جميع موائع التثليج، لاحظ الشكل (٦).

يبدأ هذا النظام بالحرف **R** الذي هو مختصر كلمة **Refrigerant** متبوعاً بثلاثة أرقام، وادناء معادلة ترميز موائع التثليج وكما يلي:

$$R (m-1) (n+1) (p)$$

$$C_m H_n Cl_q F_p$$

$$n + p + q = 2m + 2$$

حيث تشير الرموز إلى:

**m** = عدد ذرات الكاربون

**n** = عدد ذرات الهيدروجين

**p** = عدد ذرات الفلور

**q** = عدد ذات الكلور

### Example/1

مثال ١

$$m=2, n=0, p=4$$

- المائع يكون رقم المائع فيه: **(C<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>F<sub>4</sub>)**

$$R (m-1) (n+1) (p)$$

$$R (2 - 1) (0 + 1) (4) = \boxed{R - 114}$$

$$m=1, n=1, p=2$$

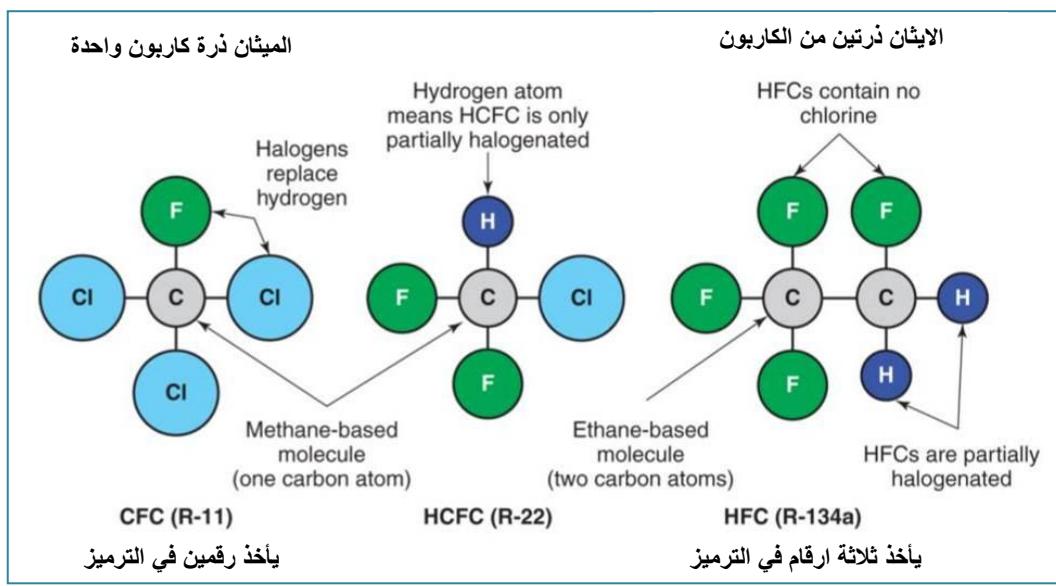
$$R (m-1) (n+1) (p)$$

- وكذلك المائع يكون رقم المائع فيه: **(CHClF<sub>2</sub>)**

$$R (1 - 1) (1 + 1) (2) = R - 022 = \boxed{R - 22}$$

## ملاحظات حول ترميز موائع التثليج

- يأخذ الميثان  $\text{CH}_4$  ومشتقاته المهلجة رقمين فقط، مثل R-11 و R-22، لاحظ الشكل (٧).
- يأخذ الايثان  $\text{C}_2\text{H}_6$  و مشتقاته المهلجة ثلاثة أرقام تبدأ كلها بالرقم 1 أي بمئة واحدة فقط، لأن عدد ذات الكاربون اثنان فقط مثل R-111 و R-113 ... وهكذا، لاحظ الشكل (٧).
- عند وجود ذرة أو أكثر من البروم Br يكتب الرمز B مع عدد ذراته بعد رقم الماء، مثل R-114B2 و R-13B1 ... وهكذا.



- تأخذ مجموعة البروبان (ثلاث ذرات كاربون) مجموعة ارقام المنتين.
- تأخذ مجموعة البيوتان (اربع ذرات كاربون) مجموعة ارقام الستمائة.
- والخلائط الزيوتربوية zeotropes تأخذ مجموعة ارقام الأربعمانة.
- والخلائط الازيوتربوية مجموعة ارقام الخمسمانة.
- أما موائع التثليج اللاعضوية (الطبيعية) فتأخذ مجموعة ارقام السبعمائة متبرعة بالوزن الجزيئي للمركب مثل الماء ( $\text{H}_2\text{O}$ ) الذي يكون رمزه (R-718) والامونيا ( $\text{NH}_3$ ) الذي يكون رمزه (R-717).
- وتأخذ المركبات العضوية غير المشبعة أرقاماً تبدأ بالالف متبرعاً بثلاث ارقام على وفق نظام الترقيم الموصوف اعلاه مثل الايثيلين  $\text{C}_2\text{H}_4$  الذي يأخذ الرقم R-1150، والبروبيلين (البروبين)  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$  الذي يأخذ الرقم R-1270، رباعي فلوروبروبين ( $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2$ ) الذي يأخذ الرقم R- 1234yf 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propene.

هناك تقسيم آخر أكثر شيوعاً تصنف فيه موائع التثليج إلى أربعة أصناف هي:

- ١- الهيدرو كاربونات المهلجة . Halogenated Hydrocarbons
- ٢- الهيدروكاربونات الطبيعية . Natural Hydrocarbons
- ٣- موائع التثليج اللاعضوية . inorganic Refrigerants
- ٤- الخلائط . Azeotropes and Zeotropes

ويضم هذا التصنيف جميع موائع التثليج التقليدية والحديثة وموائع التثليج البديلة وكل من هذه الموائع تركيبته الكيميائية بعدد ذرات معين من الكarbon والهيدروجين والهالوجينات وغير ذلك.

### لاحظ



يطلق على مجموعة عناصر الفلور (F)، والكلور (Cl)، والبروم (Br)، واليود (I) بالهالوجينات وسميت بهذا الاسم (هالوجين) نسبة إلى التسمية الإغريقية المكونة من مقطعين (Halo) وتعني ملح (gen) وتعني المنتج أي "منتج الملح"، إذ تشتهر هذه العناصر بخاصية قدرتها على تكوين الأملاح اثناء التفاعل، ولعل أبرزها كلوريد الصوديوم (ملح الطعام)، لذلك عندما نقول هيدروكاربونات مهلجة أي انه تم استبدال بعض ذرات الهيدروجين في هذه الموائع بذرات من الهالوجينات (الكلور والفلور والبروم).

### Halogenated Hydrocarbons

### ١- الهيدروكاربونات المهلجة

الهيدروكاربونات المهلجة موائع تثليج مصنعة من مركبي الميثان  $\text{CH}_4$  والإيثان  $\text{C}_2\text{H}_6$  وذلك باستبدال بعض ذرات الهيدروجين أو جميعها بذرات مماثل من واحد أو أكثر من الهالوجينات كالكلور والفلور والبروم. وتغير ذرات الهيدروجين غالباً بذرات الكلور والفلور ونادرًا ما تحل ذرات البروم محلها. وتسمى الهيدروكاربونات المهلجة بالهالوكاربونات halocarbons اختصاراً.

- تأخذ مشتقات الميثان رقمين بعد حرف R بمائع التثليج ابتداء من R-11 وانتهاء بالميثان R-50.
- تأخذ مشتقات الإيثان ثلاثة أرقام تبدأ كلها بالرقم 1 ابتداء من R-113 وانتهاء بالإيثان R-170.
- الهالوكاربونات هي أكثر موائع التثليج انتاجاً واستعمالاً في موقع صغيرة ومتعددة وكبيرة جداً.

### Natural Hydrocarbons

### ٢- الهيدروكاربونات الطبيعية

تستعمل الهيدروكاربونات الطبيعية غالباً في المنظومات الصناعية والتجارية الكبيرة، وهي ذات خواص فизيائية وحرارية جيدة ولكنها قابلة للاشتعال وللانفجار، وتستعمل بصورة خاصة في منظومات التثليج ذات درجة الحرارة الواطنة ( $50^{\circ}\text{C}$ ) فما دون، وأكثرها استعمالاً الإيثان والميثان والبروبان والبيوتان، وقد قلل استعمالها في النصف الثاني من القرن الماضي لتوفير الهالوكاربونات الآمنة غير القابلة للاشتعال ولكن هناك عودة لها حالياً بسبب الأضرار البيئية مثل الاحترار العالمي واستنفاد الأوزون.

### ٣- موائع التثليج اللاعضوية

#### Inorganic Refrigerants

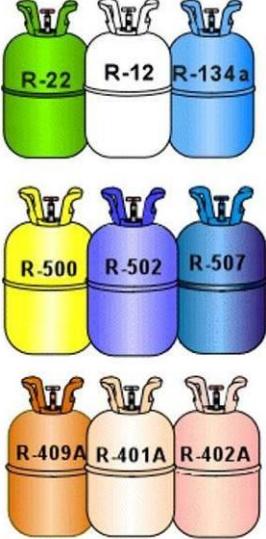
إن موائع التثليج اللاعضوية هي مركبات طبيعية لا تحتوي في تركيبها الكيميائي على الكarbon مثل الماء والهواء والأمونيا وثنائي اوكسيد الكاربون وكانت موائع التثليج هذه شائعة الاستعمال في التطبيقات الصناعية الاولى مطلع القرن العشرين ولكن بعد صناعة الهالوكاربونات في الثلاثينات من القرن الماضي قل استعمالها بصورة كبيرة، ولكن بسبب أزمة استنفاد طبقة الأوزون والاحترار العالمي حصل توجه عام للعودة الى هذه المركبات ومن أبرزها الأمونيا وثنائي اوكسيد الكاربون.

### Mixtures (Azeotropes and Zeotropes)

### ٤- الخلائط

الخلائط نوعان:

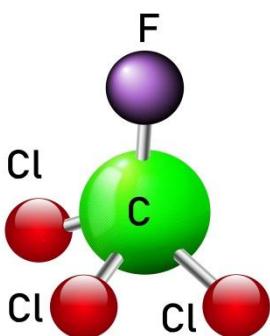
- الاول هو الاقدم و يسمى الايزوتروب Azeotrope وهو خليط متجانس من اثنين أو اكثر من موائع التثليج ذات درجات حرارة غليان مختلفة بحيث لا تتغير نسبة الخليط عند تبخره أو تكتفه تحت ضغط ثابت أي ان الخليط لا يتجزأ لمكوناته عند التبخر والتكتف وإنما يتbxر ويتكتف كمادة واحدة، ويرمز لخليط الايزوتروب بالأرقام R-500 فما فوق، لاحظ الشكل (٨).
- الثاني وهو الزيوتروب Zeotrope وفيه غالبية الخلائط الجديدة البديلة لموائع التثليج المسيبة لاستنفاد الأوزون أو الاحتراز العالمي، وهو مزيج يتألف من اثنين أو اكثر من مواد مختلفة التطابير volatile التي يتباين تركيبها (نسب الخلط) عند تبخرها (غليانها) أو تكتفها (تسبيلها) عند ضغط معين، ويرمز لخليط الزيوتروب بالأرقام R-400 فما فوق، لاحظ الشكل (٨)، ومكونات خليط أيزوتروب هي موائع تثليج أصلًا والزيوتروب البديل لا يحتوي عادة على ذرات كلور في مكوناته.

Refrigerants	موائع التثليج
<ul style="list-style-type: none"><li>• The different refrigerants<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Pure Refrigerants <b>مائع تثليج نقى</b><ul style="list-style-type: none"><li>– It has <b>one molecule</b> type and does not change composition when boiling or condensing</li></ul></li><li>▪ Azeotropic Refrigerants <b>مائع ايزوتروب</b><ul style="list-style-type: none"><li>– It is a <b>mixture of two pure refrigerants</b> having its own individual characteristics</li></ul></li><li>▪ Zeotropic Refrigerants <b>مائع زيوتروب</b><ul style="list-style-type: none"><li>– It <b>is a blend</b> of two or three different refrigerants that do not form an azeotropic mixture</li><li>– They exhibit both fractionation and temperature glide</li></ul></li></ul></li></ul>	

الشكل (٨)

## ١- الكلورفلوروكاربونات CFCs

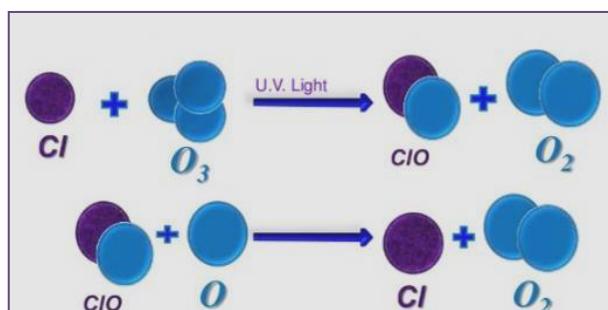
هي المركبات الكيميائية التي تتكون من العناصر: الكarbon (C)، الفلور (F)، الكلور (CL)، لاحظ الشكل (٩). مثل الموائع: R-11، R-12، R-113، R-114.



(CFC) من أخطر موائع التثليج تأثيراً على طبقة الأوزون ( $O_3$ ) في الغلاف الجوي، ومن شدة تأثيرها تم تحديد مكافئ استنفاذ طبقة الأوزون (ODP) للمواد الأخرى نسبة إليها، حيث تم اعتبار دالة استنفاذ CFC-11 تساوي واحد صحيح.

الشكل (٩)

وبسبب تأثير هذه المركبات على غاز الأوزون هو نتيجة احتواها على عناصر الفلور والكلور التي تعتبر من العناصر النشطة التي تمثل بشدة إلى اشباع غلافها الخارجي لذلك تهاجم غاز الأوزون عندما تقترب منه وتقوم بتكسير او اصره حيث تقوم كل ذرة كلور بتكسير او اصر (١٠٠٠٠) ذرة أوزون وتحوليه من ( $O_3$ ) إلى ( $ClO$ ) وإلى ( $O_2$ )، لاحظ الشكل (١٠).



الشكل (١٠)

انتبه

**ODP (R11) = 1.0**  
**GWP(R11) = 14400**

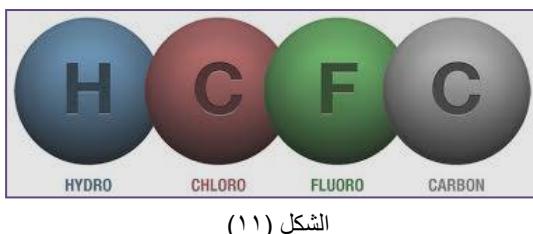
تأثير (CFC-11) على غلاف الأوزون (الإعلى تأثير)  
تأثير (CFC-11) على الاحتباس الحراري

تذكر



تم سحب الـ CFCs تدريجياً وبشكل رسمي من المنتجات حول العالم ومنعها نهائياً في العام ٢٠١٠ وتم الاستعاضة عنه بمركبات (HCFCs) ومركبات (HFCs).

## ٢- الهايدروكلورفلوروكاربونات Hydrochlorofluorocarbons or HCFCs



الشكل (١١)

هي المركبات الكيميائية التي تتكون من ذرات الكاربون (C)، الفلور (F)، الكلور (Cl)، الهايدروجين (H)، ومختراتها يوضحها الشكل (١١).

مثل الموائع: R-124، R-123، R-22، اما الحرف (R) فهو مختصر كلمة (Refrigerant) وتعني مائع التبريد.

ورغم ان مركبات الـ HCFCs تحتوي على ذرات الكلور او الفلور، إلا أنها أقل ضرراً لطبقة الأوزون بسبب احتواها على ذرات الهايدروجين التي تجعلها أكثر استقرارية وتحد من فاعلية ذرات الكلور، لاحظ التركيبة الكيميائية لمائع (R-133a) في الشكل (١٢).

والعمل جاري على السحب التدريجي للحد من استخدام وتداول مركبات الهايدروكلورفلوروكاربون (HCFCs) حالياً واستبدالها بمركبات الهايدروفلوروكاربون (HFCs) التي لا تحتوي على الكلور.

الشكل (١٢)

انتبه

**ODP (R11) = 0.05  
GWP(R11) = 1810**

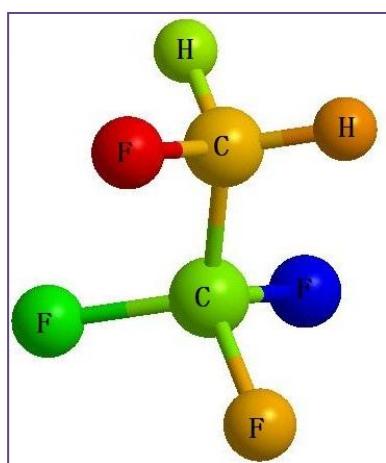
تأثير (CFC-22) على غلاف الاوزون  
تأثير (CFC-22) على الاحتباس الحراري

تذكر



سيتم سحب الهايدروكلورفلوروكاربونات HCFCs تدريجياً ومنع التداول حول العالم في عام ٢٠٣٠ وسيتم الاستعاضة عنها بمركبات الهايدروفلوروكاربونات (HFCs).

### ٣- الهيدروفلوروكاربونات HFCs



الشكل (١٣)

تم صناعة مركبات الـ HFCs كبدائل عن الكلوروفلوروكرbones (CFC) والهيدروكلوروفلوروكرbon في الثلاجات وفي المكيفات المنزلية والمركبات.

ورغم ان الهيدروفلوروكاربونات (HFCs) هي مركبات صديقة للبيئة لا تؤثر على طبقة الأوزون لخلوها من الكلور لكنها تؤثر على ظاهرة الاحترار العالمي لأنها من الغازات الدفيئة.

هذه الموائع تكون خالية من ذرات الكلور (CL)، ومن أمثلتها الموائع: R-23، R-12، R-134a، كما في الشكل (١٣).

• المائع (R-134a) من عائلة (HFC) هو بديل R-22 و R-12.

○ خواصه термодинамическая مشابهة لخواص R-12.

○ في بعض التطبيقات يمكن استخدامه كبدائل لـ R-22.

○ سعته الحجمية أكبر من R-22، تحت نفس سعة التثليج لذلك يحتاج إلى ضاغط ذو ازاحة أكبر.

○ درجة حرارة الدفع والتزييت أقل من R-12 و R-22.

إنتبه

ODP (R134a) = 0

GWP = 1430

تأثير (R134a) على غلاف الأوزون

تأثير (R134a) على الاحتباس الحراري

والجدول رقم (٢) يوضح مقارنة بين مكافئ استنفاد الأوزون ومكافئ الاحترار العالمي لبعض الموائع.

(نوع المركب)	(الرمز)	(ODP)	(GWP)
CFC	R11	1	4750
	R12	1	10900
	R502	0.334	4520
HCFC	R22	0.055	1810
	R123	0.02	77
HFC	R32	0	675
	R134a	0	1430
	R407C	0	1770
	R410A	0	2090

جدول (٢)

## Hydrofluoroolefins HFOs

هي مركبات هيدروكربونية أثيلينية غير مشبعة تحتوي على زوج او أكثر من ذرات الكربون ذات الرابطة المزدوجة. والنوع الاكثر شيوعا في حقل التثليج هو الاوليفين الاحادي Olefin mono ومعادلته الكيميائية  $CnH2n$  حيث  $n$  عدد الاوليفينات في أثناء عملية تكرير النفط الى البنزين واكثر الاوليفينات استعمالا هو الايثيلين Ethylene والبروبيلين Propylene والبيوتيلين Butylene ويرمز للاثيلين برقم R-1150 والبروبيلين برقم R-1270.

وتمتاز الاوليفينات أن مكافئ استفاد الأوزون يساوي صفر لأنها لا تحتوي على الكلور وهناك توجه لايجاد استعمالات لها في خلائق موائع تثليج بديلة، وظهر في الآونة الأخيرة النوعان R-1234yf و R-1234ze كمائي تثليج قابلين للاستعمال في منظومات تكييف هواء المركبات، لاحظ الشكل (١٤).

تأخذ الاوليفينات أرقاماً تبدأ بـ **الآلاف** متبعاً بـ **ثلال** ارقام مثل رباعي فلوروبروبين **2,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (CF<sub>3</sub>CF=CH<sub>2</sub>)** الذي يأخذ الرقم R-1234yf، وينطبق عليها نفس نظام الرميز سابق الذكر باستثناء إضافة (1000) في نهاية الرقم.

- **مائع التثليج (R-1234yf):** من عائلة (HFO) الجديدة وهو بديل R-134a.

### R-1234yf

ODP = 0  
GWP = 4

- يستخدم كبديل R-134a في أجهزة تكييف هواء المركبات وفي أنظمة التثليج الخاصة بالمناطق الصناعية والتطبيقات الجديدة.
- قابلية الاشتعال منخفضة.
- كفاءة أداء أفضل من HFC-134a.
- كلفة عالية.

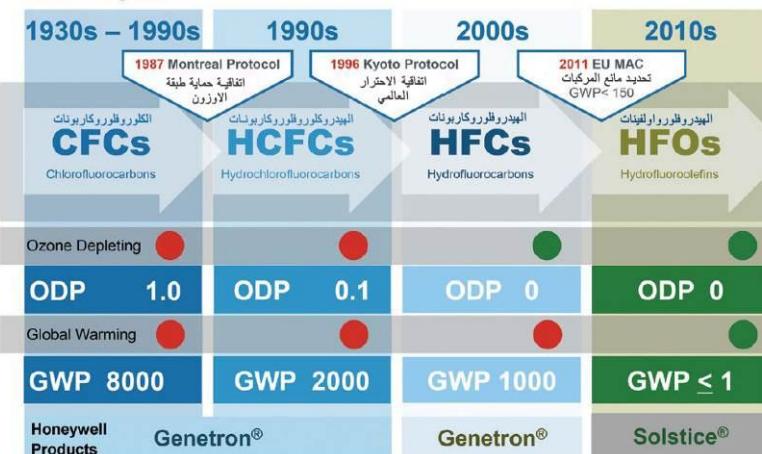
- **مائع التثليج (R-1234ze):** من عائلة (HFO) الجديدة وهو بديل R-134a.

### R-1234ze

ODP = 0  
GWP = 6

- هو نفس مواصفات مائع التثليج السابق (R-1234yf).
- يستخدم كبديل R-134a في الأجهزة المنزلية والتطبيقات التجارية والصناعية.
- قابلية للاشتعال تكون خطرة عند درجات الحرارة العالية.

### A History of Innovation

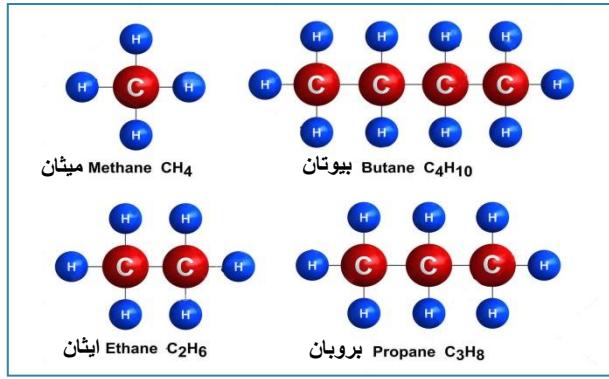


الشكل (١٤)

**Honeywell**

**- الهيدروكربونات HC**

الهيدروكربونات (HC)، لاحظ الشكل (١٥) تكون خالية من ذرات الكلور (CL) او الفلور، مثل الموائع: R-600، R-290، R-600a.



الشكل (١٥)

- توجه العالم في الاونة الاخيرة الى استخدام الهيدروكربونات كبدائل لمركبات الكلوروفلوروكاربون والهايدروكلوروفلوروكاربون ومركبات الهيدروفلوروكاربون.

- موائع التثليج (HC) تتوفّر فيها جميع الخصائص والمميزات المطلوبة لكفاءة التثليج، باستثناء ان هذه المركبات قابلة للاشتعال ولا بد من التعامل معها بحذر شديد.

**• مائع التثليج البروبان (R-290):**

- من عائلة الهيدروكربونات (HC) هو بديل مناسب للمركبات R-404A، R-134a، R-22

**R-290**  
ODP = 0  
GWP = 3

- هو غاز طبيعي قابل للاشتعال ينتج من الصناعات النفطية.

- يستخدم في التطبيقات الصناعية ذات الشحنات القليلة (اقل من 200 غم) مثل مكيفات الهواء للحد من خطورته في قابلية الاشتعال.

**• مائع التثليج البيوتان (R-600)، ايزوبيوتان (R-600a):**

- من عائلة الهيدروكربونات (HC) هو بديل مناسب للمركبات R-404A، R-134a

- بسبب قابليته العالية للاشتعال يتم استخدامه بشكل محدود في انظمة التجميد المنزلية.

- اغلب دول العالم الصناعية (اليابان وامريكا والصين ودول امريكا اللاتينية) قامت باستخدام (R-134a) بدلا من (R-600a) في صناعاتها وتطبيقاتها.

**R-1270**  
ODP = 0  
GWP = 2

**• مائع التثليج البروبلين (R-1270): من عائلة (HC).**

- يستخدم في شحن منظمات التثليج التجاري والتجميد الصناعي والغرف المبردة وكذلك مكيفات الهواء الصغيرة والكبيرة والجلرات المبردة بالماء في التكييف المركزي.

- يستخدم كبدائل R-22 و R-502

## • مركبات الهيدروكاربونات الشائعة الاستخدام:

- ايزوبوتان Isobutane - الرمز الكيميائي R-600a، شكل (١٦).
- بيوتان (N) Butane - الرمز الكيميائي R-600، شكل (١٦).
- بروبان propane - الرمز الكيميائي R-290، شكل (١٧).
- بروبيلين Propylene - الرمز الكيميائي R-1270، شكل (١٨).



الشكل (١٨)



الشكل (١٧)



الشكل (١٦)

### تذكرة



مواقع التثليج (HC) صديقة للبيئة، لا تؤثر على الاوزون او الاحتباس الحراري وخطورتها الوحيدة بانها قابلة للاشتعال وتكون سامة إذا تجاوز وجودها الحد الطبيعي المسموح.

### تأمل



لا تزال عملية اختبار و اختيار مواقع التثليج البديلة الصديقة للاوزون والبيئة جارية، وليس هناك إجماع عالمي على أي منها الأفضل بديلاً عن مواقع CFC، سوى R-134a بديلاً لمائع التثليج CFC-12 ونظراً لكون مائع التثليج R-134a ذو مكافئ احترار عالمي مرتفع، لذا فهو في طريقه الى الاستبدال ويطلق عليه في الوقت الحاضر مائع تثليج انتقالى.

## Inorganic Refrigerants

## مواقع التثليج اللاعضوية

إن مواقع التثليج اللاعضوية هي مركبات طبيعية لاتحتوي في تركيبها الكيميائي على الكarbon، وكانت تستخدم سابقاً قبل اكتشاف الفريونات، ومن امثلتها الماء والاوكسجين والأمونيا وثنائي اوكسيد الكاربون وثاني اكسيد الكبريت وغيرها. وعادة ما تأخذ مجموعة ارقام (700)، اما الرقمين الآخرين فهما يمثلان حساب الوزن الجزيئي للمركب.

مثلاً رمز الامونيا R717، اما الماء R718 ... وهكذا. ويوضح الجدول (٣) والجدول (٤)، بعض موائع التثليج اللاعضوية المعتمدة حسب جمعية ANSI/ASHRAE ومقارنة بين تأثير موائع تثليج لاعضوية وموائع أخرى على الاحتباس الحراري.

الصيغة الكيميائية	الاسم الكيميائي	الرمز	ت
H <sub>2</sub>	الهيدروجين	702	١
He	الهيليوم	704	٢
NH <sub>3</sub>	الامونيا	717	٣
H <sub>2</sub> O	الماء	718	٤
Ne	نيون	720	٥
N <sub>2</sub>	النيتروجين	728	٦
O <sub>2</sub>	الاوكسجين	732	٧
Ar	الاركون	740	٨
CO <sub>2</sub>	ثاني أوكسيد الكاربون	744	٩
N <sub>2</sub> O	أوكسيد النتروز	744A	١٠
SO <sub>2</sub>	ثاني أوكسيد الكبريت	764	١١

جدول (٣)

Refrigerant Data Including Global Warming Potential (GWP)			
Refrigerant Number	Type	Chemical Formula	Approx. GWP
R-12	CFC	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	10900
R-11	CFC	CCl <sub>3</sub> F	4750
R-114	CFC	CClF <sub>2</sub> CClF <sub>2</sub>	10000
R-113	CFC	CCl <sub>2</sub> FCClF <sub>2</sub>	6130
R-22	HCFC	CHClF <sub>2</sub>	1810
R-134a	HFC	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	1430
R-1234yf	HFC	CF <sub>3</sub> CF=CH <sub>2</sub>	4
R-410A	HFC blend	R-32, R-125 (50/50 Weight %)	1725
R-407C	HFC blend	R-32, R-125, R-134a (23/25/52 Weight %)	1526
R-744 (carbon dioxide)	Natural	CO <sub>2</sub>	1
R-717 (ammonia)	Natural	NH <sub>3</sub>	0
R-290 (propane)	Natural	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	10
R-50 (methane)	Natural	CH <sub>4</sub>	25
R-600 (butane)	Natural	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	10

جدول (٤)

## الخلائط (١ - الازيوتروب)

### Mixtures (1- Azeotropes)

الازيوتروب Azeotrope : وهو خليط متجانس من اثنين أو اكثر من موائع التثليج ذات درجات حرارة غليان مختلفة بحيث لا تتغير نسبة الخلائط عند تبخره أو تكثفه تحت ضغط ثابت.



شكل (١٩)

تأخذ هذه الموائع مجموعة ارقام (٥٠٠) ومن امثالها: R-502 , R-507 , R-50 .

مثلاً: مائع التثليج (R-502) هو مزيج من:

- المائع (22 - R) من عائلة (HCFC) ذو التركيبة الكيميائية ( $\text{CHClF}_2$ ) بنسبة (48.8 %).
- المائع (115 - R) من عائلة (CFC) ذو التركيبة الكيميائية ( $\text{C}_2\text{F}_5\text{Cl}$ ) بنسبة (51.2%).



شكل (٢٠)

ومائع التثليج (R-507)، لاحظ الشكل (٢٠) هو مزيج من:

- المائع (R-125) من عائلة (HFC) ذو التركيبة الكيميائية ( $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{H}$ , pentafluoroethane) بنسبة (50.0 %).
- المائع (R-143a) من عائلة (HFC) ذو التركيبة الكيميائية ( $\text{C}_2\text{H}_3\text{F}_3$ , Trifluoroethane) بنسبة (50.0%).

نذكر



ان مخاليط مائع تثليج (الازيوتروب Azeotrope ) لا تتجزأ لمكوناتها عند التبخر والتكتف في دورة التثليج وانما تتبخر وتكتف كمادة واحدة ومانع واحد وليس بخليل وهذه الخاصية تجعل منه مائع ذو كفاءة أداء عالية.

## الخلانط (٢- الزيوتروب)

الزيوتروب **zeotrope**: وهو خليط يتكون من اثنين أو أكثر من مواد مختلفة التطابير التي يتباين تركيبها (نسبة الخلط) عند تبخرها (غليانها) أو تكثفها (تسبيلها) عند ضغط معين.

تأخذ هذه المواقع مجموعة أرقام (400) ومن أمثلتها: **R410 , R407 , R404**

**R-417A**  
ODP = 0  
GWP = 1950

**R-410A**  
ODP = 0  
GWP = 1725

• مائع التثليج (**R-417A**): من عائلة (HFC) هو بديل **R-22**.

○ هو مزيج من المركبات (**R-600a , R-134a , R-125**).

○ متوافق مع الزيوت المركبة والزيوت المعدنية ولا حاجة للتغيير في الزيت عند إجراء تغيير مائع التثليج.

○ يتميز بالضغط الواطئ وسعة الحجمية أقل (5-20%).

• مائع التثليج (**R-410A**): من عائلة (HFC) هو بديل **R-22**.

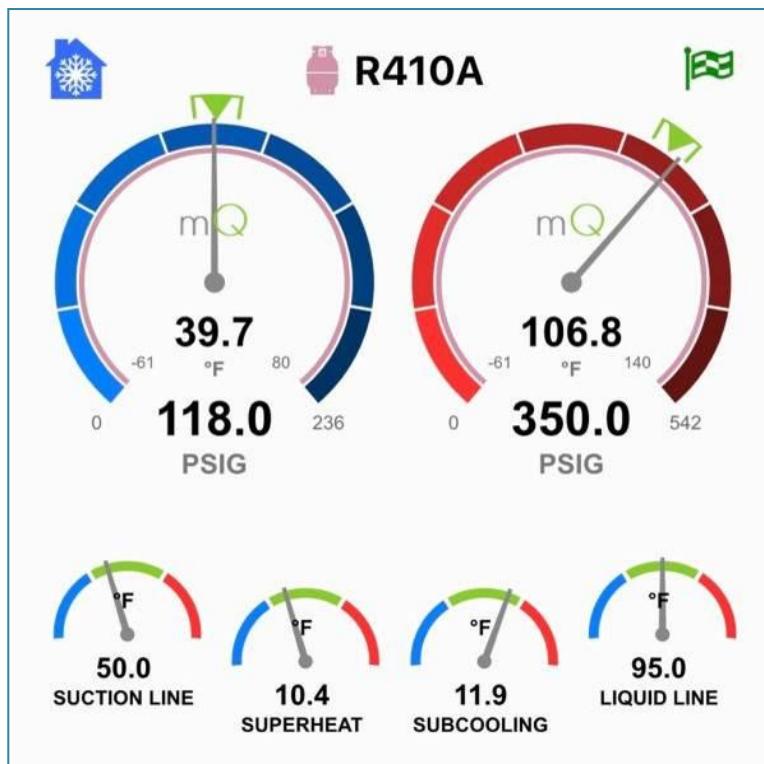
○ هو مزيج من المركبات (**R-125 , R-32**).

○ يتلاءم مع التطبيقات الجديدة في التكييف والتثليج.

○ سعة تبريد أعلى بنسبة (50%) من سعة **R-22**.

○ قدرة داخلة أقل مع ضغط تكثيف واطي.

○ ضغوط تشغيل عالية، كما موضح في الشكل (٢١).



شكل (٢١)

هناك خصائص فيزيائية أخرى تشمل قابلية مائع التثليج على الاشتعال والانفجار وعلى السمية للبشر وتسمى هذه بخصائص الأمان، لاحظ الشكل (٢٢):

معايير آشري القياسية- 34-1992 ... ASHRAE Standard 34-1992 ... Refrigerant Safety Classifications			
شديد الاشتعال higher flammability	قليل الاشتعال lower flammability	Group A3	Group B3
عديم الاشتعال no flame propagation	Group A2	Group B2	Group A1
lower toxicity سمومية قليلة	higher toxicity سمومية عالية		

شكل (٢٢)

- الحرف A يعني المائع قليل السمية.

- الحرف B يعني المائع أكثر سمية.

أما قابلية الاشتعال والانفجار flammability فيرمز لها بالأرقام:

- الرقم 1 يعني انعدام انتشار اللهب.

- الرقم 2 يعني اتفادية واطئة.

- الرقم 3 يعني اتفادية عالية.

وكذلك توضع علامة تحذير على الضواغط التي تستخدم مائع تثليج قابل للاشتعال، لاحظ الشكل (٢٣).



شكل (٢٣)

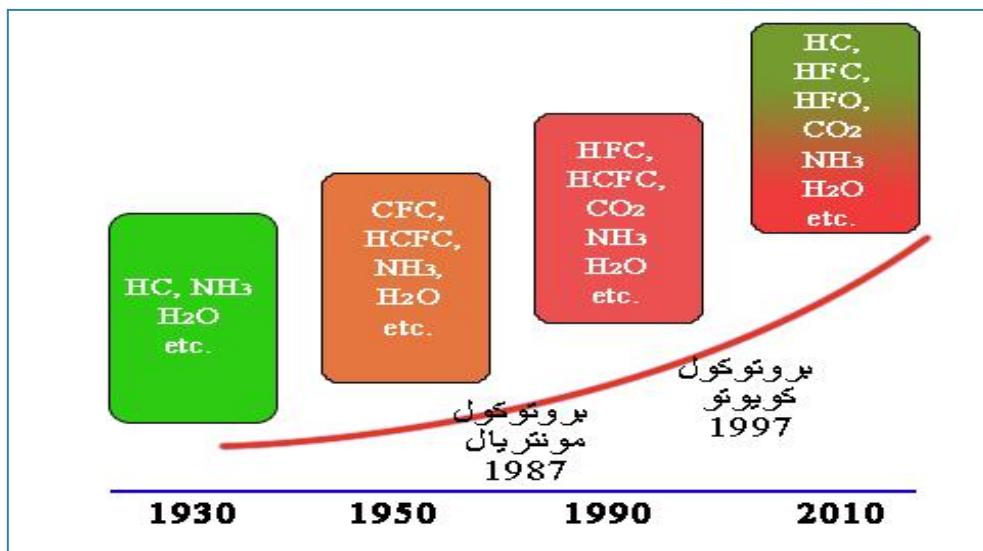
واستنادا إلى ذلك تصنف موائع التثليج بوحد من ستة أصناف أمان تبعاً لسميتها واتفاقها وذلك بالحرف A أو B متبعاً بوحد من الأرقام الثلاثة ويستند هذا التصنيف إلى مواصفات أمان عالمية ووطنية متعددة ويبين الشكل (٢٢) هذه التصانيف الستة على وفق مواصفة آشري ASHRAE المرقمة 34 وتم إضافة تقسيم للموائع واطئة الاشتعال (باللون الأصفر) وتقسيمها إلى قسمين حسب مواصفة آشري- ٢٤، لاحظ الجدول رقم (٥)

(٥)

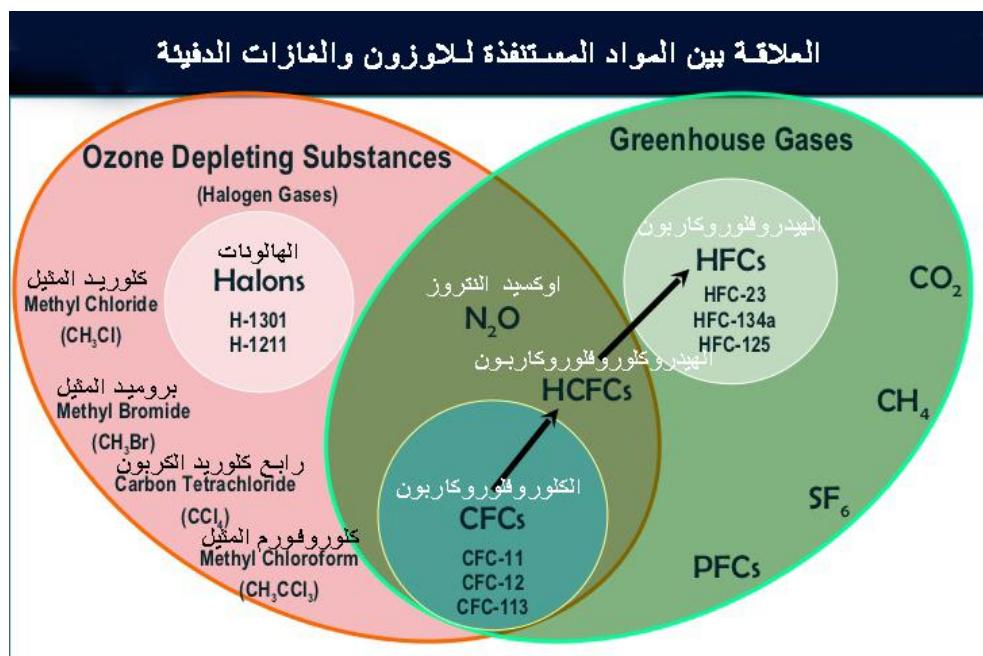
High Flammability (3)	R-290/R-600a A3	R-40 B3
Low Flammability (2)	R-152a A2	R-611 B2
Lower Flammability (2L)	R-32/R-1234yf A2L	R-717 B2L
No Flame Propagation (1)	R-22/R-410A A1	R-123 B1
Lower Toxicity (A)		Higher Toxicity (B)

جدول (٥)

طلب بروتوكول مونتريال الوقف التدريجي لاستعمال موائع التثليج من النوعين (الكلورفلوروكاربون - CFC) و(الهيدروكلورفلوروكاربون - HCFC)، لاحظ تاريخ تطور صناعة الموائع في الشكل (٢٤)، ولذلك دأبت صناعة التثليج وتكييف الهواء خلال العقود الثلاثة الماضية على ايجاد موائع التثليج البديلة الصديقة للأوزون والبيئة وكانت النتائج الاولى انتاج خلائق مع مائع التثليج- HCFC- 22 ومن ثم خلائق بين موائع التثليج من النوع (الهيدروفلوروكاربون - HFC) الخالية تماماً من الكلور وكان البديل R-134a أكثرها استعمالاً كبديل لمائع التثليج CFC-12، لاحظ الشكل (٢٥)، ثم ظهرت الخلائق الزيوتوبية R-404 وR-410 بدأية الامر واتسعت أنواعها بعد ذلك.



شكل (٢٤)



شكل (٢٥)

## تصنيف موائع التثليج البديلة

- مائع تثليج استيعاضي drop in : وهو المائع البديل الذي يمكن استعماله في منظومات قائمة بدون الحاجة إلى تغيير أجزاء في المنظومة، ولكن قد يتطلب الأمر تبديل المرشح المgef في المنظومة فقط.
- مائع تثليج اعادة تهيئة Retrofit: وهو المائع البديل الذي يمكن استعماله في منظومات قائمة بعد اجراء تغييرات معينة، مثل استبدال الزيت بنوع جديد وتغيير سرعة دوران الضاغط
- مائع تثليج غير قابل لاعادة التهيئة Retrofittable-non: وهي موائع التثليج التي لا يمكن استعمالها في منظومات قائمة حتى لو أجريت تعديلات كبيرة على المنظومة، وذلك بسبب اختلاف ضغوط التكثيف والتباخر بين المائع الاصل والبديل واحتمال عدم التوافق مع المعادن المكونة للمنظومة ومشاكل اخرى محتملة.

أن معظم الخلط من سلسلة أربععماة وخمسمائة ذات مكافئ احترار عالمي عالي وهذا غير ملائم للبيئة وظاهرة الاحتضار العالمي، كما مبين في الجدول (٦) والجدول (٧)، لذا تستمر الجهود البحثية والصناعية لابحاث موائع تثليج صديقة للاوزون في وقت واحد وهذا هو سبب التوجه إلى الهيدروكاربونات HC وموائع التثليج الطبيعية من سلسلة سبععماة.

الاستعمال	منظومات تقليدية	مائع تثليج اعادة تهيئة/ مائع تثليج استيعاضي		موائع تثليج حديثة
		انتقالية	طويلة الأمد	
التثليج المنزلي	R12	R401A, R401C, R405A, R406A, R414A, R414B, R415B	R426A, R430A, R435A, R436A*, R436B*, R437A	R134a, R600a*
عارضة مواد غذائية مستقلة تستعمل للبيع بالتجزئة	R12	R401A, R401C, R405A, R406A, R409A (HT), R414A, R414B, R415B, R416A (HT), R420A (HT)	R426A, R429A (HT), R430A, R435A, R436A*, R436B*, R437A (LT)	R600a*, R134a, R423A, R435A, R436A*, R436B*, R510A
	R22, R502	R408A (HT), R411A, R411B, R412A, R415A, R418A	R290*, R417A, R419A (HT), R422B, R422D, R424A, R431A, R438A	R290*, R404A, R407A/B/D/E, R421A, R421B, R427A, R433A/B/C, R507A, R744
وحدة تكثيف	R502	R408A (HT), R411A, R411B, R412A, R415A, R418A	R417A, R419A (HT), R422B, R422D, R424A, R431A, R438A	R404A, R407A/B/D/E, R421A, R421B, R427A, R433A/B/C, R507A, R744
منظومات كبيرة تستعمل في الاسواق المركزية	R22 R502	R408A (HT), R411A, R411B, R412A, R415A, R418A	R417A, R419A (HT), R422B, R422D, R424A, R431A, R438A	R404A, R407A/B/D/E, R421A, R421B, R427A, R433A/B/C, R507A, R744, Indirect systems (using R290*, R1270*, R717*)

جدول (٦)

الاستعمال	منظومات تقليدية	مائع تثليج اعادة تهيئة / مائع تثليج استيعاضي		مائع تثليج حديثة
		انتقالية	طويلة الأمد	
مخازن مبردة	R502 R22 R717	R408A (HT), R411A, R411B, R412A, R415A, R418A	R417A, R419A (HT), R422B, R422D, R424A, R431A, R438A	R404A, R407A/B/D/E, R421A, R421B, R427A, R433A/B/C, R507A, R744, Indirect systems (using R290*, R1270*), R717*
التثليج في العمليات الصناعية	R22 R502 R717 R290/ R1270	R408A (HT), R411A, R411B, R412A, R415A, R418A	R417A, R419A (HT), R422B, R422D, R424A, R431A, R438A	R404A, R407A/B/D/E, R421A, R421B, R427A, R433A/B/C, R507A, R744, Indirect systems (using R290*, R1270*), R717*
النقل المثلث	R12	R401A, R401C, R405A, R406A, R409A (HT), R414A, R414B, R415B, R416A (HT), R420A (HT)	R426A, R429A (HT), R430A, R435A, R436A*, R436B*, R437A (LT)	R134a, R423A, R435A, R436A*, R436B*, R510A
	R502, R22	R408A (HT), R411A, R411B, R412A, R415A, R418A	R290*, R417A, R419A (HT), R422B, R422D, R424A, R431A, R438A	R404A, R407A/B/D/E, R421A, R421B, R427A, R433A/B/C, R507A, R744, R290*, R1270*
منظومات تكييف منفصلة أو مركزية	R22	R408A, R411A, R411B, R412A, R415A, R418A	R290*, R417A, R419A, R422B, R422D, R424A, R431A, R438A	R407A/C/D/E, R421A, R427A, R433A/B/C, R290*, R1270*, R410A
منظومات تكييف شبك او المكيفات المحمولة	R22	R408A, R411A, R411B, R412A, R415A, R418A	R290*, R417A, R419A, R422B, R422D, R424A, R431A, R438	R407A/C/D/E, R421A, R427A, R433A/B/C, R290*, R1270*, R410A
مضخات حرارية	R22	R408A, R411A, R411B, R412A, R415A, R418A	R290*, R417A, R419A, R422B, R422D, R424A, R431A, R438A	R407A/C/D/E, R421A, R427A, R433A/B/C, R744, R290*, R1270*, R410A
مثلاجات ماء	R11 R123	None	None	R236ea, R236fa, R245fa
	R12	R401A, R401C, R405A, R406A, R409A, R414A, R414B, R415B, R416A, R420A	R426A, R429A, R430A, R435A	R134a, R423A, R435A
	R22	R408A, R411A, R411B, R412A, R415A, R418A	R290*, R417A, R419A, R422B, R422D, R424A, R431A, R438A	R407A/C/D/E, R421A, R427A, R433A/B/C, R744, R290*, R1270*, R410A
R407A/C/D /E, R421A, R427A, R433A/B/C , R744, R290*, R1270*, R410A	R12	R401A, R401C, R405A, R406A, R409A, R414A, R414B, R415B, R416A, R420A	R426A, R429A, R430A, R435A, R436A*, R436B	R134a, R744

\*مائع قابل للانبعاث

جدول (V)

## الاتفاقيات والبروتوكولات الدولية

وقع العديد من دول العالم على اتفاقية فيينا لحماية طبقة الأوزون في عام (١٩٨٥) ومن ثم تم التوقيع على بروتوكول مونتريال في عام (١٩٨٧)، إدراكاً من العالم بأهمية المحافظة على طبقة الأوزون، وفي ٢٢ مارس من عام ١٩٨٥ وافق عدد من الدول الصناعية والدول النامية على اتفاقية فيينا لحماية طبقة الأوزون ووافقت عليها ٥٨ دولة وكانت هذه الاتفاقية بمثابة إطار للتعاون الدولي لإنقاذ طبقة الأوزون حيث ان زيادة معدل حجم استهلاك الحكومات بمدى الحاجة الملحة لبدء جهد دولي للإقلال من انتاج واستهلاك الكيميائيات المدمرة لطبقة الأوزون ونصت اتفاقية فيينا على ضرورة اتخاذ خطوات فعالة لمنع اطلاق المواد المستنفدة لطبقة الأوزون مع خفض وتحديد الأنشطة البشرية التي لها اثار ضارة على طبقة الأوزون، وضرورة تقديم المساعدات الفنية للدول النامية حتى تتمكن من استخدام المواد والتكنولوجيا والمعرفة للدول النامية.

تعد اتفاقية فيينا اتفاقية متبادلة بين الدول المتقدمة والدول النامية من ضمن بنودها العديدة، اذ تقوم الدول النامية بموجبها بالتخليص من المواد المستنفدة لطبقة الأوزون مقابل قيام الدول المتقدمة بتقديم المساعدات المالية والفنية للدول النامية لتمكنها من الإيفاء بالتزاماتها.

ومن اهم اهداف هذه الاتفاقية ما يلي:

- ١- المحافظة على طبقة الأوزون.
- ٢- تسهيل نقل وتوطين التكنولوجيا السليمة في الدول النامية.
- ٣- تعزيز الوعي بقضايا الأوزون لدى كافة شرائح المجتمع.
- ٤- بناء القدرات الوطنية.

تم توقيع بروتوكول مونتريال في ١٦ سبتمبر عام ١٩٨٧ الخاص بحماية طبقة الأوزون من المواد المستنفدة لها ويحتفل العالم كل عام بهذا اليوم والذي يسمى يوم الأوزون العالمي، وقد التزمت أكثر من ١٩٧ دولة صادقت على البروتوكول.

وينص بروتوكول مونتريال بشأن المواد المستنفدة لطبقة الأوزون على التخلص التدريجي من انتاج واستخدام موائع التثليج الكلوروفلوروكرbone (CFCs) وكما يلي:

- ١- التخلص من انتاج موائع التثليج (R-11 & R-12) حتى عام ٢٠١٠.
- ٢- التخلص من موائع التثليج (HCFCs) للفترة ما بين (٢٠١٥ - ٢٠٣٠) وخاصة (R-22).
- ٣- إعادة استعمال موائع التثليج مرة أخرى بعد تنقيتها وتنظيفها.

انضم العراق الى اتفاقية فيينا ببروكول مونتريال بتاريخ (٢٠٠٨/٦/٢٠) ليصبح البلد رقم ١٩٣ بين دول العالم.

وادناه مراحل التخلص من مواد الهيدروكلوروفلوروکربون (HCFCs) حيث تم حساب خط الأساس من متوسط عامي (٢٠٠٩ و ٢٠١٠):

- ١- تجميد الاستهلاك عام ٢٠١٣.
- ٢- التخفيض بنسبة ١٥٪ عام ٢٠١٥.
- ٣- التخفيض بنسبة ٣٥٪ عام ٢٠٢٠.
- ٤- التخفيض بنسبة ٦٧.٥٪ عام ٢٠٢٥.
- ٥- الازالة الكاملة عام ٢٠٣٠ مع بقاء نسبة ٢.٥٪ من خط الأساس لغاية عام ٢٠٤٠ لأغراض الصيانة.

وتم تغيير هذه النسب حسب تعديل كيكالي:

- اتفقت الدول المنضمة الى بروتوكول مونتريال والتي عددها ١٩٧ دولة في أكتوبر عام ٢٠١٦ في الاجتماع ٢٨ المنعقد في كيكالي عاصمة رواندا على التخفيض التدريجي لاستهلاك المواد الهيدروكلوروفلوروکربون (HCFCs) ببدا من كانون الثاني عام ٢٠١٩ الى ٢٠٥٠.
- ينص تعديل كيكالي على ان تخفيض الدول الكبرى او المتقدمة وتسمى دول المادة (الثانية) ٨٥٪ بين عامي (٢٠١٩-٢٠٣٦) لغاية ٢٠٣٦.
- اما دول البلدان النامية المعرفة بدول المادة (الخامسة) تخفض ٨٥٪ بين عامي (٢٠٢٤-٢٠٤٧) مع استثناء البلدان ذات الدرجات الحرارة العالية ومن ضمنها العراق.

#### موقف العراق من تعديل كيكالي:

بما ان العراق من الدول ذات الدرجات الحرارة العالمية وخاصة في فصل الصيف، وضع ضمن (دول المادة ٥) المجموعة الثانية مع عشر دول من ضمنها دول الخليج العربي والتي ببدا وضع خط الأساس للتخلص التدريجي من موائع الهيدروفلوروکربون (HFCs) اعتباراً من (٢٠٢٤-٢٠٢٦).

س/ ضع علامة (✓) امام العبارة الصحيحة وعلامة (✗) امام العبارة الخاطئة، ثم صح الخطأ ان وجد:

- ١- موائع التثليج التي تحتوي على ذرات الكلور (CL) او الفلور في تركيبتها الكيميائية هي الهايدروكاربونات.
- ٢- من أخطر انواع موائع التثليج على الأوزون هي مركبات الهايدروفلوروكاربون.
- ٣- يرمز الى جهد استنفاد الأوزون (GWP)، بينما يرمز الى تأثير المواد على جهد الاحتراز العالمي بالرمز (ODP).
- ٤- مائع التثليج مائع يعمل على نقل الحرارة من خارج الحيز المكيف الى الداخل.
- ٥- جميع موائع التثليج تشتراك في خاصية كونها غير قابلة للانفجار.
- ٦- يعتبر مائع التثليج (R11) هو اقل نسبة تأثير على طبقة الأوزون بقيمة (1.0).
- ٧- HCFC هي رمز مختصر لمركبات الكلوروفلوروكاربونات.
- ٨- الرمز الكيميائي لمائع البروبيلين هو (R-600a).
- ٩- يستخدم مائع التثليج (R-1234yf) كبديل R-134a في تكييف السيارات.
- ١٠- لتمييز مائع التثليج بسهولة تم طلاء الاسطوانة التي تحتويه بلون خاص به.
- ١١- مائع التثليج (A) المائع البديل لـ (R-22) هو من عائلة (HFO).
- ١٢- من رموز خصائص الأمان للموائع، الحرف **B** يعني المائع قليل السمية والحرف **A** يعني المائع أكثر سمية.
- ١٣- عند استبدال بعض ذرات الهايدروجين بعدد ذرات مماثل من الكلور والفلور والبروم يطلق على الموائع بالهايدروكاربونات المهلجة.
- ١٤- الازيوتروب **Azeotrope** هو خليط متجانس من اثنين أو أكثر من موائع التثليج ذات درجات حرارة غليان مختلفة بحيث لا تتغير نسبة الخلائط عند تبخره أو تكتفه تحت ضغط ثابت.
- ١٥- في معادلة ترميز موائع التثليج  $\{ (p) (m-1) (n+1) R \}$  فان الحرف (m) يشير الى عدد ذرات الهايدروجين والحرف (n) يشير الى عدد ذرات الفلور والحرف (p) يشير الى عدد ذرات الكاربون.

ج/

- ١- ✗، مركبات الكلوروفلوروكاربونات هي التي تحتوي على ذرات الكلور والفلور.
- ٢- ✗، مركبات الكلوروفلوروكاربونات هي الاخطر على طبقة الأوزون.
- ٣- ✗، رمز جهد استفاده الأوزون (ODP)، جهد الاحتراق العالمي (GWP).
- ٤- ✗، على العكس تماماً، المائع يعمل على نقل الحرارة من داخل الحيز المكيف إلى الخارج.
- ٥- ✗، مركبات الهايدروكاربون من المركبات القابلة للاشتعال والانفجار.
- ٦- ✗، هو الاعلى نسبة في التأثير.
- ٧- ✗، الهايدروفلوروكاربون.
- ٨- ✗، الرمز الكيميائي للايزوبيوتان هو (R-600a)، أو الرمز الكيميائي للبروبيلين R-1270.
- ٩- ✓.
- ١٠- ✓.
- ١١- ✗، من عائلة (HFC).
- ١٢- ✗، بالعكس تماماً.
- ١٣- ✓.
- ١٤- ✗، الازيوتروب **Azeotrope** هو خليط متجانس من اثنين أو أكثر من موائع التثليج ذات درجات حرارة غليان مختلفة بحيث لا تتغير نسبة الخلائط عند تبخره أو تكتفه تحت ضغط ثابت والزيوتروب **Zeotrope** هو خليط يتتألف من اثنين أو أكثر من مواد مختلفة التطابير التي يتباين تركيبها (نسب الخلط) عند تبخرها (غليانها) أو تكتفها (تسيلها) عند ضغط معين.
- ١٥- ✗، الحرف (m) يشير إلى عدد ذرات الكاربون والحرف (n) يشير إلى عدد ذرات الهايدروجين والحرف (p) يشير إلى عدد ذرات الفلور.

## الأهداف

بعد إكمالك لهذا النشاط ستصبح قادراً على:

- ١- استخدام جهاز كشف الموائع (Refrigerant Identifier).
- ٢- تحديد نوع المائع ونسبة نقاوته.

## قائمة بالأجهزة والمعدات والمواد المستخدمة

الكمية	المادة الأولية	الكمية	العدد والأدوات	الكمية	الأجهزة والمعدات
١	أسطوانة مائع تثليج	١	مصدر كهربائي ٢٢٠ فولت	١	جهاز Refrigerant Identifier

## خطوات النشاط



الشكل (١)

- ١- حضر جهاز كشف الموائع على الطاولة، كما في الشكل (١).



الشكل (٢)

- ٢- شغل الجهاز بضغط زر (ON/OFF)، ثم اضغط زر (OK) كما مبين في الشكل (٢) ليبدأ الجهاز بالتسخين.

انتبه



يجب التأكد من سلامة شحن بطاريات الجهاز أثناء الفحص من أجل أن تكون المعايرة دقيقة ويفضل ربط الجهاز على المصدر الكهربائي إذا كان المصدر متوفراً داخل موقع الفحص.

لاحظ



بعد الضغط على الزر (OK) سيبدأ الجهاز بتهيئة نفسه بالتسخين والاستعداد للفحص وهذا يتطلب وقت للانتظار بحدود ٣٠ ثانية - ٢٠ ثانية حسب متطلبات وحالة الجهاز، وبعد الانتهاء ستظهر خيارات جديدة أمام الأزرار الثلاثة لتحديد الخطوة المطلوبة القادمة.

٣- اضغط على زر المعايرة (CAL) مختصر (Calibrate)، كما في الشكل (٣).



الشكل (٣)

لاحظ

يطلب الجهاز المعايرة لتطهير ومعاييره نفسه من الهواء وبقایا الغازات، وهنا يجب ان يكون الطرف الثاني لأنبوبة الفحص مفصول وغير مرکب باسطوانة المائع المراد فحصه.



الشكل (٤)

٤- انتظر الجهاز لغاية اكماله فترة المعايرة البالغة (٣٠ ثانية)، كما في الشكل (٤).



الشكل (٥)

٥- اقرأ وأفهم الخطوات الظاهرة على شاشة الجهاز من اجل تنفيذها حسب التسلسل، كما في الشكل (٥).



الشكل (٦)

لاحظ

بعد انتهاء فترة المعايرة تظهر على الشاشة بعض التعليمات ويطلب الجهاز تنفيذ الخطوات التالية: ١- ركب أنبوبة الفحص. ٢- افتح الصمام. ٣- اضغط زر الفحص (Test)، كما في الشكل (٦)، ويجب تنفيذها حسب التسلسل.



الشكل (٧)

٧- افتح صمام الأسطوانة، كما في الشكل (٧) لأخذ عينة الفحص.

٨- اضغط زر الفحص (Test)، كما في الشكل (٨) للبدء بعملية الفحص.



الشكل (٨)

٩- انتظر (60) ثانية حتى تكمل عملية التحليل والفحص، كما في الشكل (٩).



الشكل (٩)

١٠- اطبع نتيجة الفحص بالضغط على الزر الوسطي (Print)، كما في الشكل (١٠).



الشكل (١٠)

١١- اقرأ وسجل نتيجة الفحص الواضحة بالتقدير، كما في الشكل (١١).



الشكل (١١)

١٢- إغلاق الجهاز وارفع التوصيات الكهربائية وتوصيات الانابيب.

١٣- أعد العدد والأدوات إلى مكانها.

١٤- نظف ورتب مكان العمل.

قبل أن تخبر المدرب بإكمال النشاط ... قيم نفسك من خلال الإجابة على الأسئلة التالية:

كلا	نعم	هل قمت بـ
		تطبيق اجراءات الصحة والسلامة المهنية؟ - ١
		تحضير الأدوات والأجهزة والمعدات؟ - ٢
		تركيب انبيب الفحص وتوصيلات الجهاز؟ - ٣
		نفذ خطوات معايرة الجهاز؟ - ٤
		افحص المائع؟ - ٥
		سجل نتائج الفحص؟ - ٦
		تنظيف مكان العمل؟ - ٧
		خزن العدد والأدوات في مكانها المناسب؟ - ٨

يجب أن يكون إجابة مستوى الأداء لجميع الفقرات (نعم) وفي حالة الإجابة بـ (كلا) يجب إعادة التدريب مرة أخرى على هذه المهارة لغاية إتقانها.

المحتويات (Contents):

- ١- تحليل دورة التثليج.
- ٢- التقنيات الحديثة للتخلص من موائع التثليج الضارة.
- ٣- استرجاع واحتواء مائع التثليج.
- ٤- كشف ومعالجة التسرب.
- ٥- شحن أجهزة التكييف والتثليج وفق الممارسات السليمة.

معايير التقييم (Assessment Criteria):

- ١- تم تحليل دورة التثليج الانضغاطية وتحديد أجزائها الأساسية.
- ٢- تم تحديد التقنيات الحديثة للتخلص من موائع التثليج الضارة.
- ٣- تم استرجاع واحتواء مائع التثليج وفق الممارسات السليمة التي تحافظ على البيئة وطبقة الأوزون.
- ٤- تم كشف ومعالجة التسرب باستخدام العدد والأدوات المناسبة.
- ٥- تم صيانة جهاز تكييف وفق الممارسات السليمة التي تحافظ على البيئة وطبقة الأوزون.
- ٦- تم صيانة جهاز ثلوج يستخدم مائع قابل للاشتعال وفق الممارسات السليمة.

طرق التقييم (Assessment Methods):

- الملاحظة المباشرة (Observation) أثناء تنفيذ النشاط.
- اختبار مكتوب (Written test).
- اختبار شفهي (Oral test).

• شروط التدريب (Condition):

الموارد الواجب توفرها لتنفيذ التدريب:

المستلزمات التدريبية	المواد والخامات	الأجهزة والمعدات	العدد والأدوات
افلام تدريبية	مواد وخامات اللحام	جهاز كشف الموائع Identifier	العدد والأدوات الكهربائية
الموقع التدريبي	مائع التثليج	جهاز اللحام الغازي	مقاييس الضغط
سبورة	انابيب	جهاز الريكمي	معدات كشف التسرب
لوح قلاب	اسلاك الكهربائية	جهاز الفاكيوم	حقيقة عدة عمل
افلام ماجاكس	وصلة شحن	جهاز تكييف او تثليج	خراطيم مقاييس
عارض البيانات	فلتر دراير	الميزان الالكتروني	اسطوانة استرجاع
جهاز حاسوب	غاز نيتروجين		حقيقة عدة عمل

تعليمات تفصيلية	الأنشطة
<ul style="list-style-type: none"> <li>• أدرس ورقة المعلومات بعناية.</li> <li>• ركز على مفاهيم ومصطلحات دورة التثليج.</li> <li>• ركز على تحليل عمليات دورة التثليج.</li> </ul>	<p>١) اقرأ ورقة المعلومات ١-٢، وعنوانها: تحليل دورة التثليج</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• أجب على الأسئلة دون الرجوع إلى ورقة المعلومات الأوجبة.</li> <li>• قارن أجوبتك مع الأوجبة النموذجية.</li> <li>• أعد مراجعة المعلومات لتصحيح أخطائك.</li> </ul>	<p>٢) أجب على أسئلة التقييم الذاتي ١-٢.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• لا تتردد في طرح الأسئلة على المدرب.</li> <li>• لا تتردد في الطلب من المدرب بإعادة المادة التي لم تستوعبها وغير الواضحة في العرض.</li> </ul>	<p>٣) في ضوء ورقة المعلومات رقم ١-٢، وعنوانها: طرق كشف التسرب.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• أدرس ورقة المعلومات بعناية.</li> <li>• ركز على التقنيات الحديثة المستخدمة للتخلص من موائع التثليج الضار.</li> <li>• الطرق الآمنة لخزن ونقل المائع.</li> </ul>	<p>٤) اقرأ ورقة المعلومات ٢-٢، وعنوانها: الأستعمال الآمن لموائع التثليج.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• أجب على الأسئلة دون الرجوع إلى ورقة المعلومات الأوجبة.</li> <li>• قارن أجوبتك مع الأوجبة النموذجية.</li> <li>• أعد مراجعة المعلومات لتصحيح أخطائك.</li> </ul>	<p>٥) أجب على أسئلة التقييم الذاتي ١-٢.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• اقرأ ونفذ التعليمات وخطوات العمل بدقة.</li> <li>• اثناء تنفيذك النشاط، انتبه الى طريقة إسترجاع مائع التثليج وخزنه في إسطوانة الإسترجاع.</li> <li>• انتبه الى معايير التقييم.</li> <li>• إعلم المدرب عند إكمالك النشاط.</li> </ul>	<p>٦) أجز ما مطلوب منك في ورقة النشاط رقم (١-٢)، وعنوانها: إسترجاع مائع التثليج.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• اقرأ ونفذ التعليمات وخطوات العمل بدقة.</li> <li>• انتبه الى خطوات إسترجاع مائع التثليج.</li> <li>• انتبه الى معايير التقييم.</li> <li>• إعلم المدرب عند إكمالك النشاط.</li> </ul>	<p>٧) أجز ما مطلوب منك في ورقة النشاط رقم (٢-٢)، وعنوانها: إسترجاع مائع التثليج من مكيف هواء.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• أدرس ورقة المعلومات بعناية.</li> <li>• ركز على طرق كشف التسرب.</li> <li>• ركز على الاسلوب المناسب لعلاج التسرب.</li> <li>• الطرق الآمنة لخزن ونقل المائع.</li> </ul>	<p>٨) اقرأ ورقة المعلومات ٤-٤، وعنوانها: كشف التسرب.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• أجب على الأسئلة دون الرجوع إلى ورقة المعلومات الأوجبة.</li> <li>• قارن أجوبتك مع الأوجبة النموذجية.</li> <li>• أعد مراجعة المعلومات لتصحيح أخطائك.</li> </ul>	<p>٩) أجب على أسئلة التقييم الذاتي ٤-٤.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• اقرأ ونفذ التعليمات وخطوات العمل بدقة.</li> <li>• اثناء تنفيذك النشاط، انتبه الى طريقة كشف التسرب في</li> </ul>	<p>١٠) أجز ما مطلوب منك في ورقة النشاط رقم (٣-٢)،</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>منظومة التكيف.</li> <li>● أنتبه الى معايير التقييم.</li> <li>● إعلم المدرب عند اكمالك النشاط.</li> </ul>	<p>و عنوانها: كشف التسرب.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● أقرأ ونفذ التعليمات وخطوات العمل بدقة.</li> <li>● اثناء تفريذك النشاط، انتبه الى معالجة التسرب في أنابيب منظومة التكيف.</li> <li>● أنتبه الى معايير التقييم.</li> <li>● إعلم المدرب عند اكمالك النشاط.</li> </ul>	<p>٩) أنجز ما مطلوب منك في ورقة النشاط رقم (٤-٢)، و عنوانها: معالجة التسرب.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● أدرس ورقة المعلومات بعناية.</li> <li>● ركز على طريقة شحن منظومة التكيف التقليدية.</li> <li>● ركز على طريقة شحن منظومة التكيف بالوزن.</li> <li>● الطرق الآمنة لخزن ونقل المائع.</li> </ul>	<p>١٠) أقرأ ورقة المعلومات /٤-٢، و عنوانها: شحن منظومة التكيف.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● أجب على الأسئلة دون الرجوع الى ورقة المعلومات الأوجبة.</li> <li>● قارن أجوبتك مع الأوجبة النموذجية.</li> <li>● أعد مراجعة المعلومات لتصحيح أخطائك.</li> </ul>	<p>١١) أجب على اسئلة التقييم الذاتي ٤-٢.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● أقرأ ونفذ التعليمات وخطوات العمل بدقة.</li> <li>● اثناء تفريذك النشاط، انتبه الى شحن المنظومة بمائع التثليج حسب التوصيات الموضحة في لوحة البيانات.</li> <li>● أنتبه الى معايير التقييم.</li> <li>● إعلم المدرب عند اكمالك النشاط.</li> </ul>	<p>١٢) أنجز ما مطلوب منك في ورقة النشاط رقم (٥-٢)، و عنوانها: شحن منظومة التكيف.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● أقرأ ونفذ التعليمات وخطوات العمل بدقة.</li> <li>● اثناء تفريذك النشاط، انتبه الى شحن المنظومة بمائع التثليج حسب التوصيات الموضحة في لوحة البيانات.</li> <li>● أنتبه الى معايير التقييم.</li> <li>● إعلم المدرب عند اكمالك النشاط.</li> </ul>	<p>١٣) أنجز ما مطلوب منك في ورقة النشاط رقم (٦-٢)، و عنوانها: شحن ثلاثة بالمائع R-600a.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● أقرأ ونفذ التعليمات وخطوات العمل بدقة.</li> <li>● اثناء تفريذك النشاط، انتبه الى شحن المنظومة بمائع التثليج حسب التوصيات الموضحة في لوحة البيانات.</li> <li>● أنتبه الى معايير التقييم.</li> <li>● إعلم المدرب عند اكمالك النشاط.</li> </ul>	<p>١٤) أنجز ما مطلوب منك في ورقة النشاط رقم (٦-٢)، و عنوانها: تغيير وشحن ضاغط يعمل بـ R-600a.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● أقرأ ونفذ التعليمات وخطوات العمل بدقة.</li> <li>● اثناء تفريذك النشاط، انتبه الى تفكك وتجميع الوحدة.</li> <li>● استبدال صمام الخدمة ولحام إنبوبة الصمام</li> <li>● أنتبه الى معايير التقييم.</li> <li>● إعلم المدرب عند اكمالك النشاط.</li> </ul>	<p>١٥) أنجز ما مطلوب منك في ورقة العمل رقم (١-٢)، و عنوانها: تصليح منظومة التكيف.</p>

## الأهداف

بعد دراستك ورقة المعلومات ستصبح قادراً على:

١. تحديد مفاهيم ومصطلحات دورة التثليج.
٢. تحليل عمليات دورة التثليج الترموديناميكية.

دورة التثليج ومصطلحاتها **Refrigeration Cycle**

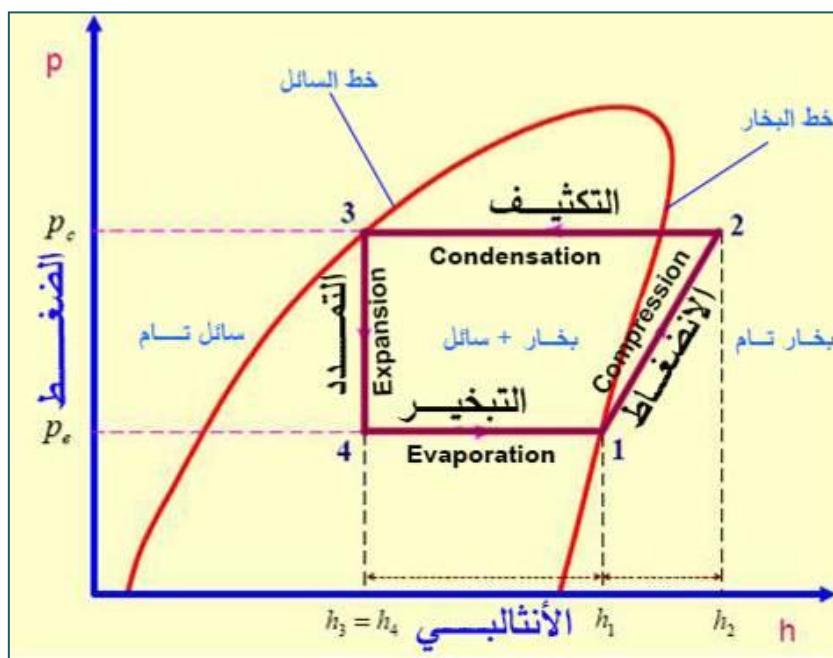
ت تكون دورة التثليج (**Refrigeration Cycle**) من أربع عمليات أساسية وهي:

## ١. عملية الانضغاط (Compression Process)

يدخل مائع التثليج الضاغط عن طريق خط السحب بحالة بخار عند النقطة (١)، ويتم ضغطه داخل اسطوانة الضاغط فيصبح بحالة بخار تام تحت ضغط عالي ودرجة حرارة عالية عند النقطة (٢) ويدفع الى انباب المكثف، كما في الشكل (١).

## ٢. عملية التكثيف (Condensation Process)

يدخل البخار القادر من الضاغط انباب المكثف بضغط عالي ودرجة حرارة عالية عند النقطة (٢)، فيبدأ بفقد حرارته الى المحيط نتيجة التبادل الحراري بين الهواء ومائع التثليج عبر انباب المكثف فيؤدي ذلك الى تكثف البخار وتحوله الى سائل عند النقطة (٣)، كما في الشكل (٢).



الشكل (١)

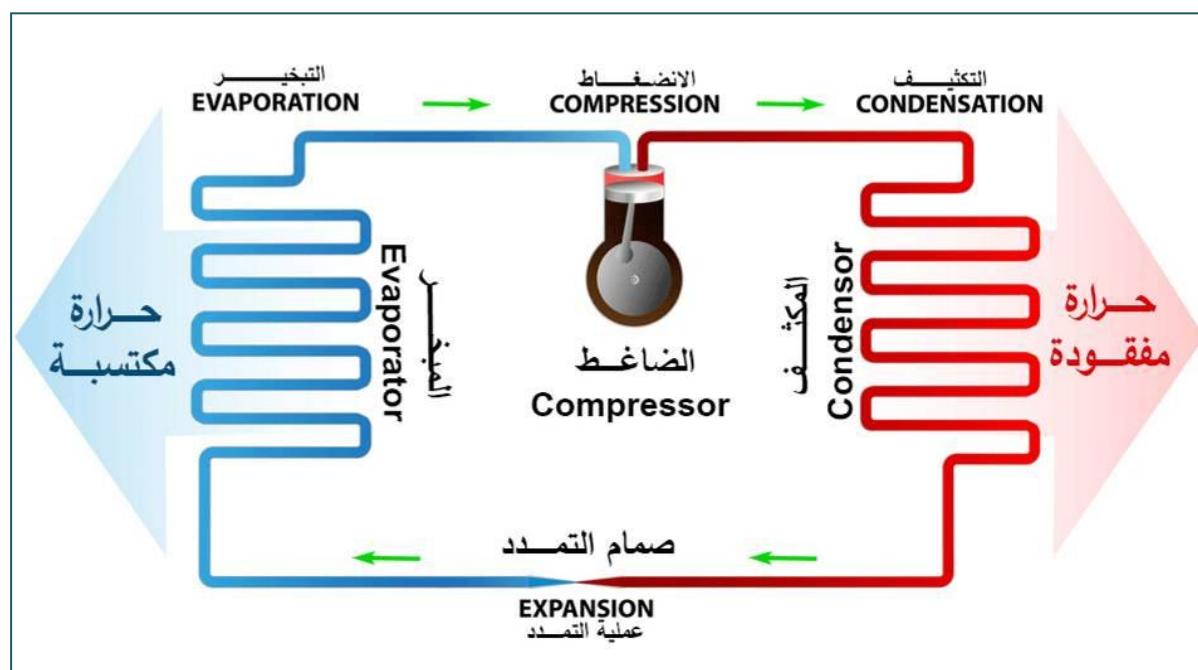
### ٣. عملية التمدد (Expansion Process):

يدفع السائل عبر جهاز او صمام التمدد تحت ضغط عالي ودرجة حرارة المحيط الخارجي عند النقطة (٣) في الشكل (١)، فيحدث هبوط عالي في الضغط نتيجة عملية الخنق وبذلك تهبط قيمة الضغط العالي الى الضغط الواطئ عند مدخل المبخر في النقطة (٤).

### ٤. عملية التبخير (Evaporation Process):

يدخل مائع التثليج الى المبخر عند النقطة (٤) فتتمدد قطرات السائل وتنتشر بشكل مفاجئ في انباب المبخر فتسحب الحرارة الكامنة للتبخر من محيط المبخر حتى يصبح مائع التثليج بحالة بخار عند النقطة (١) في نهاية المبخر، كما في الشكل (١).

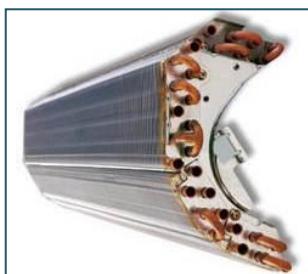
ثم تعاد الدورة الميكانيكية (الترموديناميكية) من جديد بتكرار العمليات الاربعة ويستمر اكتساب الحرارة من الحيز المكيف عن طريق المبخر، وطرحها الى الخارج عن طريق المكثف، كما موضح في الشكل (٢).



الشكل (٢)

لاحظ

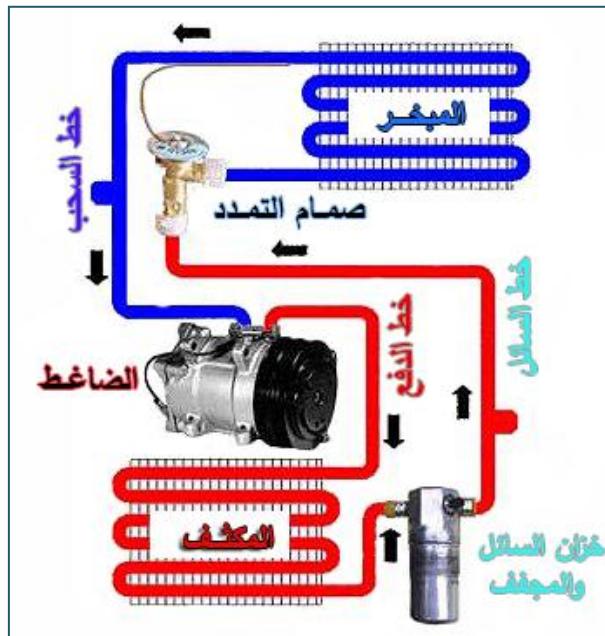
يتم استخدام صمام التمدد في الاجهزه ذات السعات الكبيرة وفي تكييف السيارات لعملية التمدد، ولكن في اجهزة التكييف والتبريد المنزلي يتم استخدام الانبوبة الشعرية بدلاً عن صمام التمدد وهي تؤدي نفس الغرض.



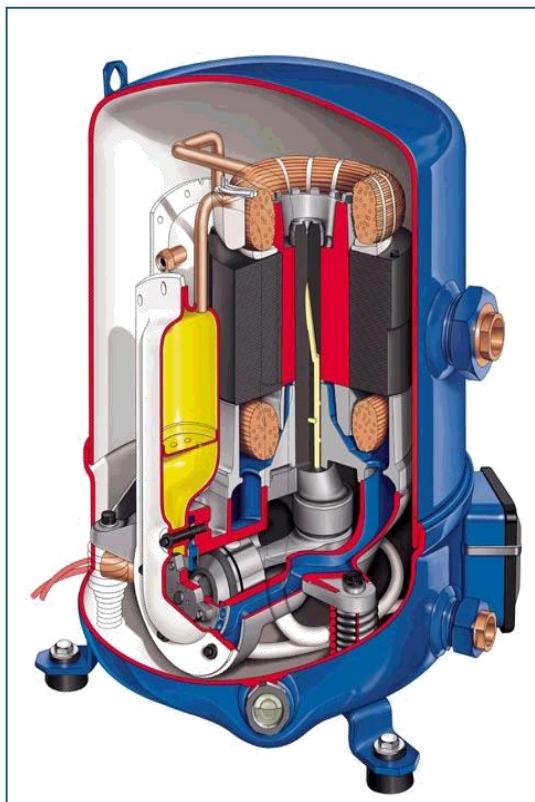
الشكل (٣)

**١- المبخر :Evaporator**

هو الجزء الذي يجعل سائل مائع التثليج يغلي عند درجات حرارة واطئة مما يجعله يمتص الحرارة اللازمة للتبخر، لاحظ شكل (٣).



الشكل (٤)



الشكل (٥)

**٣- الضاغط :Compressor**

يعلم الضاغط بجميع انواعه على:

- رفع ضغط بخار مائع التثليج من الضغط الواطئ إلى الضغط العالي.
  - رفع درجة حرارة بخار مائع التثليج.
  - المحافظة على جعل نقطة الغليان في المبخر واطئة، بسبب السحب المستمر للبخار.
- الشكل (٥)، يوضح مقطعاً في ضاغط من النوع التردد (مكبس واسطوانة).

#### ٤- خط الدفع :discharge line

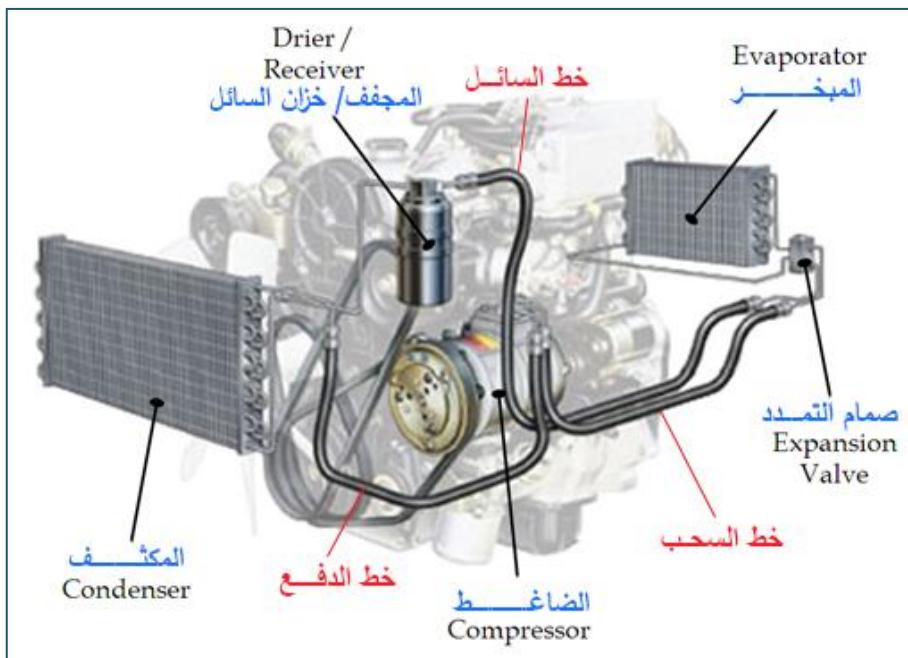
هو الانبوب الواصل بين الضاغط والمكثف، بعدهما يدفع الضاغط مائع التثليج بضغط عالي ودرجة حرارة عالية، يحمل هذا الانبوب الغاز الساخن إلى المكثف، لاحظ الشكل (٦).

#### ٥- المكثف :Condensor

هو مشابه للمبخر من ناحية التصميم، لكنه يعكس الحرارة ولا يمتصها، فيغير حالة مائع التثليج من بخار محمص إلى سائل.

#### ٦- خط السائل :Liquid line

هو الخط الواصل بين المكثف وصمام التمدد ويحمل مائع التثليج بحالة سائل فقط، لاحظ الشكل (٦).

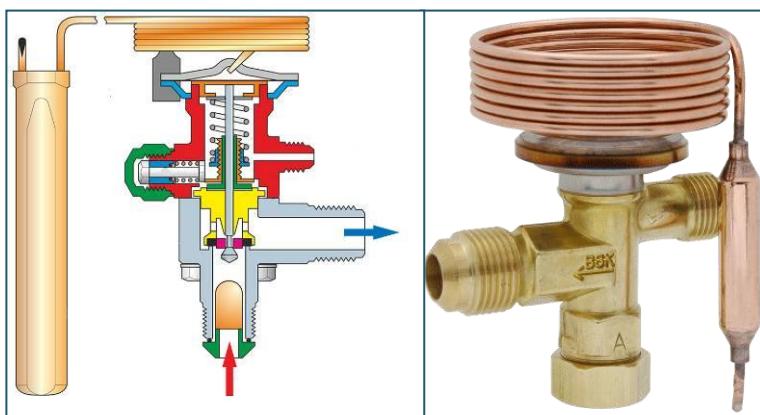


الشكل (٦)

#### ٧- صمام التمدد :Expansion Valve

يقوم الصمام بخنق سائل مائع التثليج فيحدث هبوط في الضغط من (ضغط المكثف) إلى (ضغط المبخر).

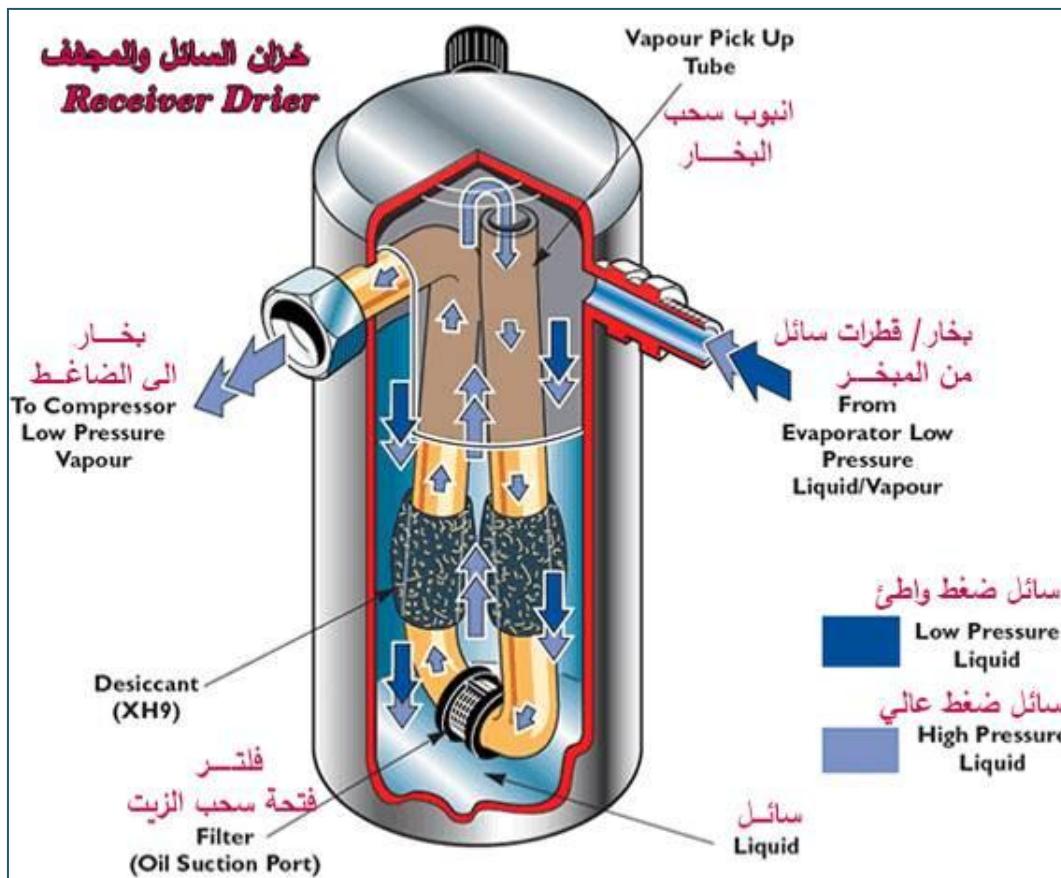
يوضح الشكل (٧) صمام التمدد ومقطع عرضي لتصميمه الداخلي.



الشكل (٧)

## ٨- خزان السائل :Liquid receiver

يعتبر من الاجزاء الثانوية، ويركب على خط السائل مهمته ضمان تحويل ماتبقى قطرات سائل مائع التثليج الذي لم يغلي في المبخر الى بخار، لاحظ الشكل (٨).



الشكل (٨)

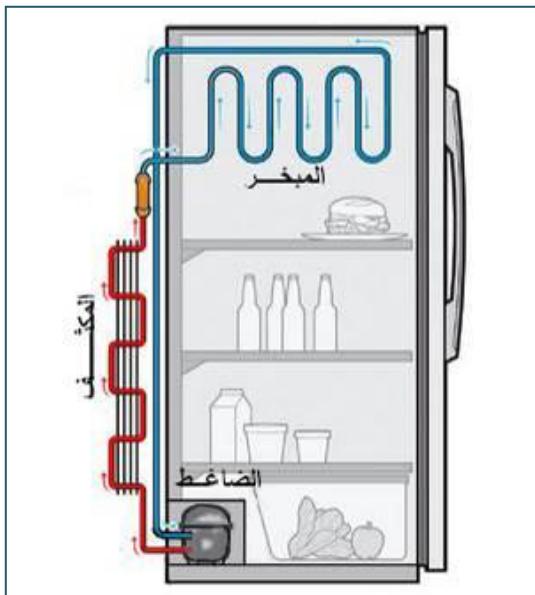
## ٩- صمامات الخدمة :Service valves



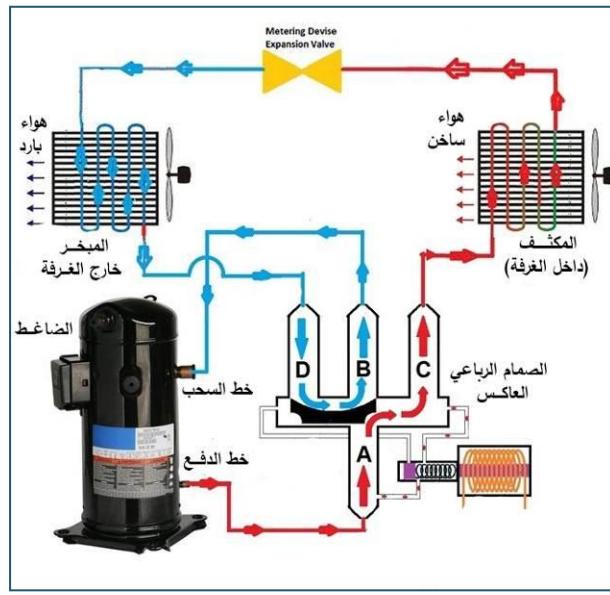
الشكل (٩)

هذه الصمامات من الاجزاء الثانوية ايضا، تستخدم اثناء التركيب او اجراء الفحوصات والصيانة كصمامات غلق مفاصل المنظومة، لاحظ الشكل (٩).

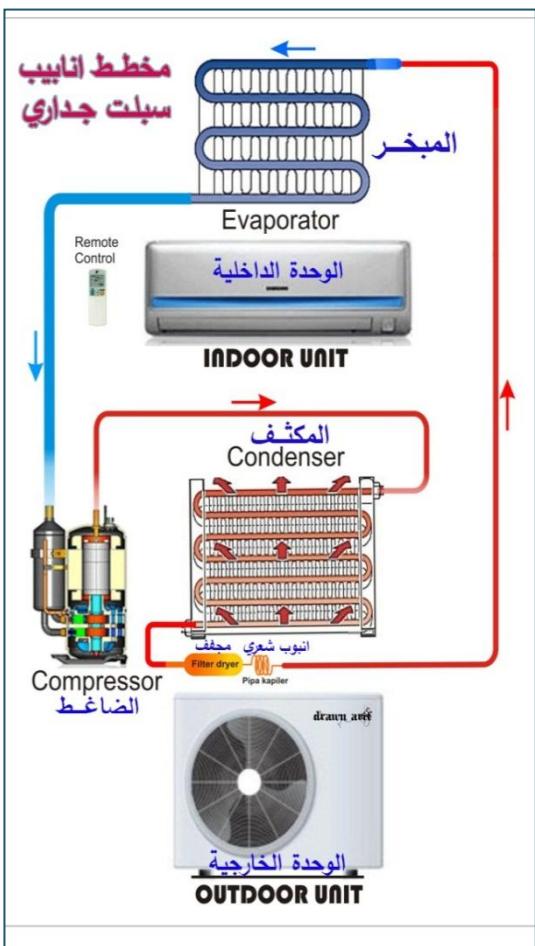
## نماذج مخططات منظومات التكييف والتبريد



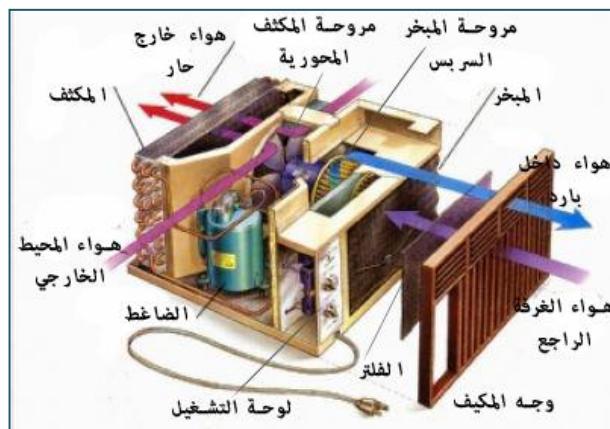
الشكل (١١) مخطط دورة ثلاجة



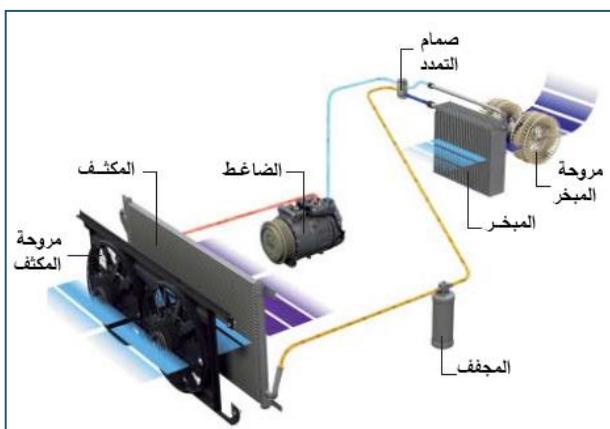
الشكل (١٠) مخطط جهاز تكييف هواء (وضع التدفئة)



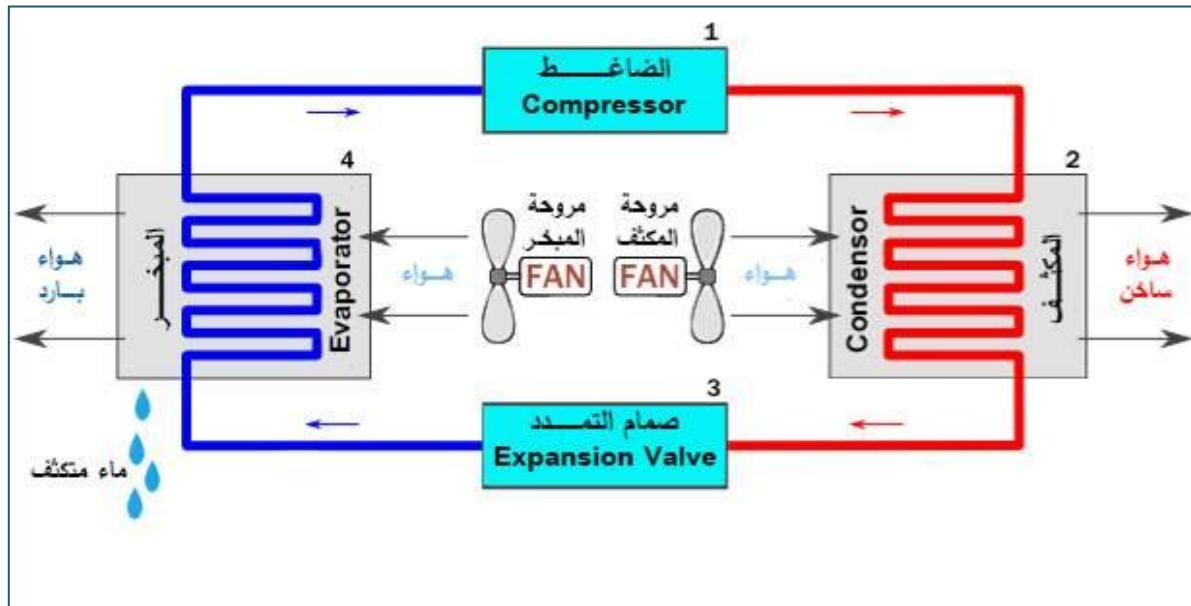
الشكل (١٤) مخطط دورة سبلت جداري منزلي



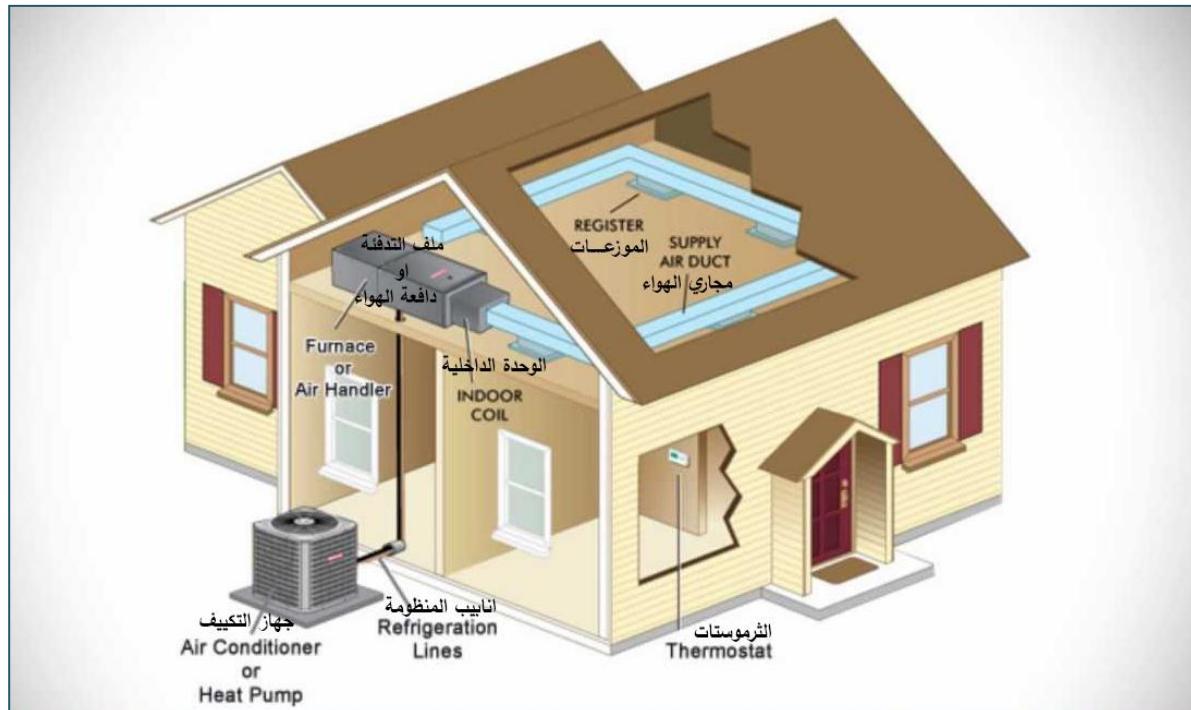
الشكل (١٢) نموذج مكيف هواء شبكي



الشكل (١٣) مخطط دورة تكييف السيارة



الشكل (١٥) مخطط عام لمنظومة تكييف



الشكل (١٦) مخطط منظومة تكييف مركزي منزلي

كما لاحظت النماذج والمخططات في الاشكال من شكل (١٠) ولغاية شكل (١٦)، فان انظمة التكييف والتثبيج تتماثل من ناحية الاجزاء الاساسية للدورة الميكانيكية وطريقة عملها مع بعض الاختلافات البسيطة حسب خصوصية النظام.

س ١ - ماذا تعني لك المصلحات الفنية التالية:

- ١ - عملية التبخير .Evaporating Process
- ٢ - عملية التكثيف .Condensation Process
- ٣ - عملية الانضغاط .Compression Process
- ٤ - عملية التمدد .Expantion Process

س ٢ - أجب بعبارة (صح) أو (خطأ) عن العبارات التالية، وصحح العبارة الخاطئة:

- ١ - خط السائل هو الخط الواصل بين المبخر والضاغط.
- ٢ - وظيفة المكثف هو تحويل سائل مائع التثليج إلى بخار.
- ٣ - يقوم الضاغط برفع الضغط من ضغط المكثف إلى ضغط المبخر.
- ٤ - خط الدفع هو الخط الواصل بين دفع الضاغط وبداية المكثف.
- ٥ - في عملية التمدد يهبط الضغط فقط بثبوت درجة الحرارة.

س ٣ - املأ الفراغات التالية بالكلمات المناسبة:

- ١ ..... هو الجزء الذي يضمن تحويل ما تبقى من قطرات سائل ماء التثليج إلى بخار.
- ٢ ..... الخط الواصل بين المكثف وبين صمام التمدد هو .....
- ٣ - الجزء الذي يجعل سائل ماء التثليج يغلي عند درجات حرارة واطئة ويمتص الحرارة هو .....
- ٤ - يقوم ..... بخنق سائل ماء التثليج فيحدث هبوط عالي في الضغط.
- ٥ - ..... تستخدم اثناء غلق مقاطع المنظومة واجراء الفحوصات والصيانة كصمامات.

ج : ١

- ١- هي تحول حالة مائع التثليج من سائل إلى بخار.
- ٢- هي تحول حالة مائع التثليج من بخار إلى سائل.
- ٣- رفع ضغط مائع التثليج من الضغط الواطي إلى الضغط العالي.
- ٤- هبوط ضغط مائع التثليج من الضغط العالي إلى الضغط الواطي.

ج : ٢

- ١- خط السائل هو الخط الواصل بين المكثف وصمام التمدد.
- ٢- خطأ. وظيفة المكثف هو فقد حرارة مائع التثليج وتحويله من حالة بخار إلى سائل.
- ٣- خطأ. يقوم الضاغط برفع الضغط من ضغط المبخر إلى ضغط المكثف.
- ٤- صح.
- ٥- صح.

ج : ٣

- ١- خزان السائل.
- ٢- خط السائل.
- ٣- المبخر.
- ٤- صمام التمدد (الأنبوب الشعري).
- ٥- صمامات الخدمة.

## الأهداف

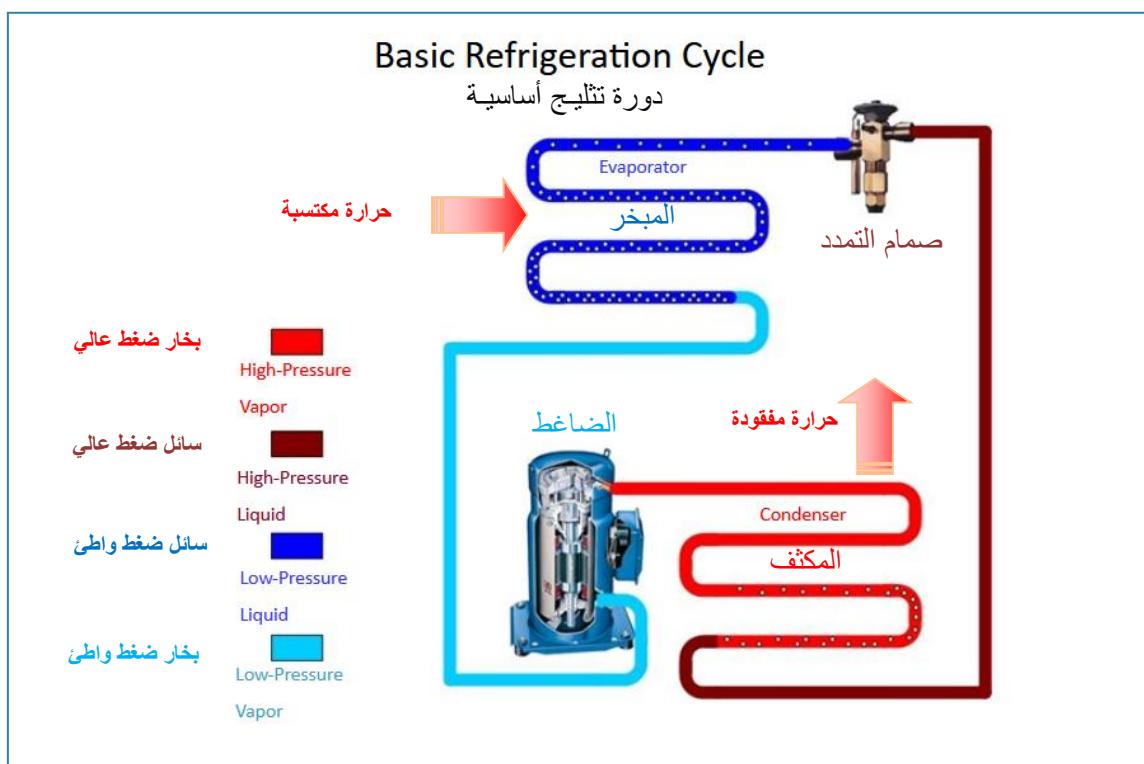
بعد دراستك ورقة المعلومات ستصبح قادراً على:

- ١- تحديد التقنيات الحديثة المستخدمة للتخلص من موائع التثليج الضارة.
- ٢- تحديد المخاطر المحتملة من الاستخدام السيء للموائع.
- ٣- تحديد الطرق الآمنة لخزن ونقل الماء.
- ٤- طرق تفريغ وإسترجاع ماء التثليج.

## Introduction

## مقدمة

يطلق على موائع التثليج في منظومات التثليج بالمادة الفعالة أو الشغالة (Working Substance) ويسمى أيضاً ماء التثليج الأساسي، وماء التثليج الأساسي هو وسيط لنقل الحرارة من المبخر (الحيز المراد تبریده) حيث تتم عملية نقل الحرارة عن طريق تبخر ماء التثليج في المبخر عند ضغط واطئ مما يؤدي إلى امتصاص الحرارة من الحيز المراد تثليجه، بعد ذلك يضغط بخار ماء التثليج المحمel بالحرارة وينقل إلى المكثف، حيث يتم طرح الحرارة إلى المحيط الخارجي وبسبب طرحه للحرارة يتحول جميع بخار ماء التثليج إلى سائل في نهاية المكثف، لاحظ الشكل رقم (١).



شكل (١)

وبشكل عام لا يوجد ماء تثليج مثالي يستطيع تغطية جميع تطبيقات التثليج المختلفة، لهذا هناك أنواع مختلفة من موائع التثليج لكل منها محاسنه ومساوئه ومدى ملائمته لتطبيق معين دون غيره.

## إدارة التخلص من موائع التثليج

ان الهدف الأساسي للتخلص من موائع التثليج الضارة هو للحفاظ على البيئة وطبقة الأوزون، لذا يجب وضع خطة شاملة للتخلص من المواد المستفيدة لطبقة الأوزون ووضع البديل لها وعمل تشريعات وقوانين وتنفيذها.

- **متطلبات نجاح الإدارية:** نشر الوعي الثقافي والصحي من خلال الاعلام والمجلات والصحف حول التخلص من هذه المواد، ويعد هذا واجب انساني ووطني.
- **التنظيم والسيطرة على تجارة المائع:** يتم ذلك من خلال التنسيق مع الكمارك والمنافذ الحدودية لاستيراد المواد البديلة من قبل التجار مع اخذ موافقة وزارة البيئة (وحدة الأوزون) مسبقاً وعمل مسح ميداني بالكمية المطلوبة من هذه المواد.
- **دعم أصحاب الورش:** تشجيع أصحاب الورش والمعامل ووضع تسهيلات وحوافز وتزويدهم بالأجهزة والمعدات اللازمة للتعامل الامن مع هذه المواد.
- **إعداد برامج جيدة لكادر الصيانة:**

١. صيانة المتوفر من موائع التثليج المحظورة عن طريق الاسترجاع الامن والفعال لها في منظومات التثليج وتكييف الهواء.
٢. تدريب مناسب للتقنيين العاملين في مجال استرجاع ومناولة وسائل التثليج.
٣. صيانة أنظمة التثليج وتكييف الهواء بشكل دوري.
٤. اجراء اختبار تحليل دوري لموائع التثليج والزيوت المدوره في أنظمة التشغيل.
٥. تنقية موائع التثليج المعاد استخدامها حسب المعايير الدولية.
٦. تدوير دقيق ومحكم لموائع التثليج المعاد استخدامها والمستصلحة Reclaimed.

- **إعداد برامج جيدة للعملاء:** عمل ندوات خاصة للعملاء وتزويدهم بالمعرفة والقوانين والأنظمة، وعمل دورات توعية للتنفيذ ولتحديث المعلومات.
- **إنشاء مراكز إعادة تدوير لموائع التثليج:** إنشاء مراكز إعادة تدوير موائع التثليج المسترجعة من قبل أصحاب الورش وتزويد أصحاب الورش بالأجهزة والمعدات اللازمة لاسترجاع المائع (وحدة استرجاع، أسطوانات تخزين، ميزان، ... الخ).
- **تنفيذ الوعي العام:** نشر سياسة الوعي والتنفيذ العام من خلال وسائل الاعلام وعمل بوسترات وزيارة المدارس للتنقيف حول هذا الموضوع.
- **اعتماد سياسة الدعم:** تقديم الدعم اللازم لنجاح هذه التجربة وتذليل كافة الصعوبات من ذوي العلاقة ورفدهم بالمعلومات المطلوبة.
- **إنشاء وتطوير قاعدة بيانات خاصة بموضوع الأوزون:** عمل مسح ميداني لإنشاء قاعدة بيانات خاصة بموضوع الأوزون وعمل برامج ودراسات وبحث في هذا المجال.

## التقنيات الحديثة للتخلص من موائع التثليج الضارة

ان تطبيق التقنيات الحديثة للتخلص من موائع التثليج الضارة وعدم إطلاق هذه الموائع الضارة الى الجو تتم من خلال الطرق التالية:

### ١- الاحتواء Containment



الشكل (٢)

هي طريقة الحزن لأجهزة التثليج وتكييف الهواء واسطوانات الموائع بطريقة صحيحة للحفظ عليها، وتسمى أسطوانة حزن مائع التثليج كما في الشكل (٢).

- ان تتمكن من صيانة الجهاز وان كان هناك نقص في التجهيز، أي ان يبقى مائع التثليج مخزون في المنظومة.
- خزن مائع التثليج باسطوانات امنة.

### ٢- الاسترجاع Recovery

ان مصطلح الاسترجاع يعني نقل مائع التثليج من المنظومة الى اسطوانات التخزين وعدم اطلاقه الى الجو مطلقاً، لاحظ الشكل (٣)، وتحتاج عملية الاسترجاع الى العناصر ادناه:



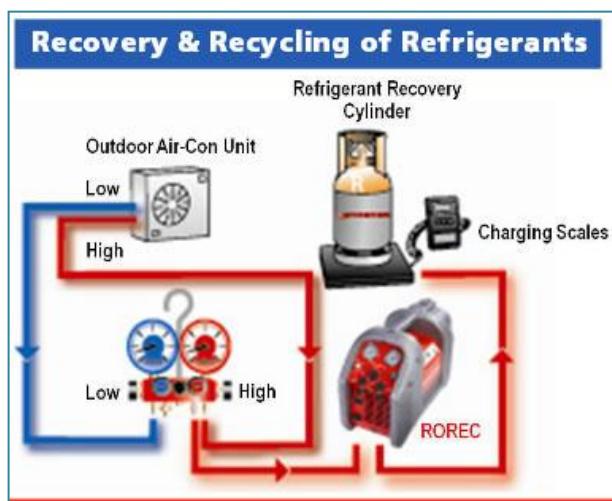
الشكل (٣)



الشكل (٤)

- منظومة تثليج مجهزة بالمائع.
- شخص فني متخصص.
- جهاز تحديد موائع التثليج، كما في الشكل (٤).
- اسطوانة لاسترجاع مائع التثليج.
- وحدة الاسترجاع.
- مقاييس ضغط وخراطيم مطاطية.
- ميزان شحن الكتروني.

## ٣- التدوير Recycling



الشكل (٥)

ان عملية التدوير تعني إعادة استخدام مائع التثليج القديم والمسحوب من جهاز معين وشحن جهاز اخر به او نفس الجهاز الذي تمت عليه الصيانة او التصليح وتجري العملية باستخدام وحدة التدوير المشابهة من حيث الشكل والأداء لوحدة الاسترجاع، كما في الشكل (٥)، ولكن يضاف اليها عدد من الفلاتر والمصففات لتنقية مائع التثليج من الرطوبة والشوائب التي قد تكون مصاحبة له.

## ٤- إعادة تهيئة المنظومة Retrofitting

ان عملية إعادة تهيئة المنظومات من العمليات المهمة في موضوع الاستفادة من الأجهزة والمعدات الصالحة للاستعمال والتي لها عمر تشغيلي جيد بحيث تكون متوافقة مع موائع التثليج صديقة الأوزون، تتم العملية بتغيير بعض أجزاء المنظومة وزيت الضاغط، وغالبا ما تجري على منظومة تكييف وسائط النقل ومنها السيارات الصغيرة والكبيرة القديمة التي تعمل على موائع تثليج محضورة بموجب بروتوكول مونتريال، وذلك بتغيير الماء من (R-12) الى (R-134a)، لاحظ الشكل (٦).



الشكل (٦)

## مثال: إعادة تهيئة تكييف مركبة تعمل بمانع (R-12) إلى المائع (R-134a)

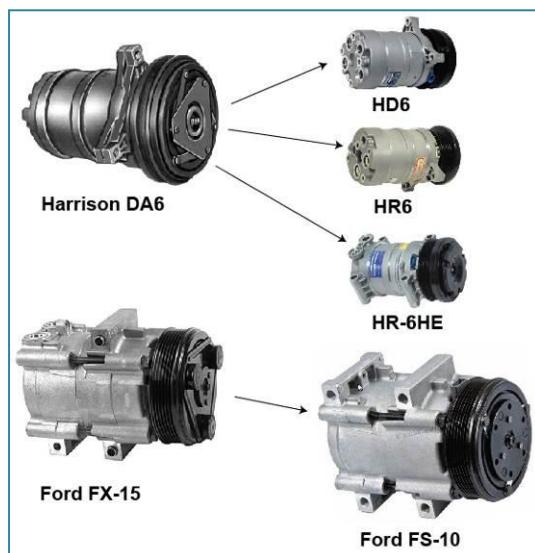
هناك طريقتان لتحويل منظومة تكييف المركبة من المائع المحضور (R-12) إلى المائع (R-134a) وهما:

- الطريقة الصناعية (Factory method)
- الطريقة السهلة (Easy method).

وبالتاكيد فإن الطريقة الصناعية هي الخيار المثالي لأنها تعطي أداءً أفضل للمنظومة ولكنها بالتأكيد ستكون مكلفة وتحتاج وقتاً أكثر في العمل.

### • الطريقة الصناعية (Factory method):

**الخطوة الأولى/ تغيير الضاغط:** بما أن ضغط التصريف (ضغط المكثف) للمائع (R-134a) هو أعلى من ضغط (R-12) فإن ذلك يسبب زيادة في الحمل على الضاغط، وعليه فإن الضاغط القديم لن يستطيع تحمل هذه الزيادة وبالتالي يكون من الأفضل تغييره بضاغط جديد ذو قدرة أعلى.



الشكل (٧)

- فعلى سبيل المثال إذا كانت السيارة نوع امريكي/ فورد والضاغط المستخدم فيها هو (Ford FX-15)، ينصح بتغييره إلى (Ford FS-10)، كما موضح في الشكل (٧).



الشكل (٨)

### الخطوة الثانية/ تغيير الأجزاء:

الطريقة الصناعية توصي بتغيير الأجزاء التالية الموضح نماذج منها في الشكل (٨).

- ١- عدة غسل .AC flush kit
- ٢- سيت واشرات حلقة .O-ring kit
- ٣- زيت، أغطية، قطع غيار.
- ٤- جوزات ضغط .Pressure switches
- ٥- أنبوبة الاورفوس تيوب .Orifice tube
- ٦- أنابيب المنظومة (صوندات) .Hoses
- ٧- مجمع ومحف .Accumulator/ Dryer

### الخطوة الثالثة/ خطوات التنفيذ:

- ١- استرجع المائع (R-12) من المنظومة.
- ٢- اغسل المبخر والمكثف باستخدام عدة الغسل لازالة الزيت (mineral oil) من الانابيب.
- ٣- اغسل انابيب خطى السحب والسائل لإزالة الزيت.
- ٤- فرغ الزيت من الضاغط.
- ٥- أضف الزيت المتواافق مع المائع (R-134a) للضاغط مع إضافة نسبة لانابيب المكثف والمبخر.
- ٦- ركب جوزات حماية الضغط العالي والواطئ الجديدة.
- ٧- ركب المجمع/ المجفف الجديد.
- ٨- ركب أنبوبة التمدد الاوروفس تيوب الجديدة.
- ٩- ركب الانابيب (الصوندات) الجديدة.
- ١٠- ركب الواشرات الحلقة (O-ring) الجديدة في جميع الانابيب.
- ١١- افحص المنظومة من التسرب بضغطها بالنيتروجين.
- ١٢- فرغ المنظومة لمدة (٤٥-٣٠) دقيقة.
- ١٣- اشحن المنظومة بالمائع (R-134a)، لاحظ الجدول (١).
- ١٤- ضع ملصقات توضح بان المنظومة تم إعادة تهيئتها وشحنها بالمائع (R-134a).

### تعليمات حول عملية الشحن عند إعادة تهيئة المنظومة بالمائع (R- 134a)

Pounds of R12	Pounds of R134a	Pounds of R12	Pounds of R134a
1.50 → 1.10	3.00 → 2.45		
1.60 → 1.19	3.10 → 2.54		
1.70 → 1.28	3.20 → 2.63		
1.80 → 1.37	3.30 → 2.72		
1.90 → 1.46	3.40 → 2.81		
2.00 → 1.55	3.50 → 2.90		
2.10 → 1.64	3.60 → 2.99		
2.20 → 1.73	3.70 → 3.08		
2.30 → 1.82	3.80 → 3.17		
2.40 → 1.91	3.90 → 3.26		
2.50 → 2.00	4.00 → 3.35		
2.60 → 2.09	4.25 → 3.57		
2.70 → 2.18	4.50 → 3.80		
2.80 → 2.27	4.75 → 4.02		
2.90 → 2.36	5.00 → 4.25		

الجدول (١)

معامل التحويل:  $1 \text{ lb} = 0.454 \text{ Kg}$  او  $1 \text{ kg} = 2.2 \text{ lb}$

- كفاءة تثليج (R-12) اعلى من (R-134a) حتى وان كانت الشحنة الجديدة ملائمة للمنظومة، كذلك فإن الزيادة المفرطة او النقصان في شحنة مائع (R-134a) تكون نتائجها سلبية على أداء المنظومة وليس كما في (R-12).

- اما الطريقة السهلة (Easy method): فهي تتم بتغيير الزيت ووصلات الشحن وتغيير جوزات حماية الضغط العالي والواطئ فقط ثم اجراء عملية استرجاع للمائع (R-12) وتقييم وشحن (R-134a) حسب الجدول (١).

## ٥- إعادة التأهيل (الاستصلاح) Reclamation

يقصد بعملية إعادة التأهيل هو سحب مائع التثليج الضار بطبقة الأوزون من المنظومة بطريقة آمنة، مثل مركبات (CFC) ومركبات (HCFC) وحتى مركبات (HFC) والموائع الصديقة لطبقة الأوزون والبيئة من الأجهزة والمنظومات العاطلة او التي تحتاج الى تصليح او صيانة، ومن ثم استصلاح تلك الموائع وتنقيتها من الرطوبة والزيوت والشوائب، او إعادة انتاجها من مركبات ضارة الى مركبات غير مشمولة بالضرر الذي اقره بروتوكول مونتريال والملحقات لهذا البروتوكول.

### التعامل الآمن مع موائع التثليج

• **المخاطر المحتملة من الاستخدام السيء للموائع:** الاستخدام السيء للموائع له تأثير سلبي على طبقة الأوزون والبيئة وكما هو معلوم بان طبقة الأوزون تحمي الأرض من تسرب الاشعة فوق البنفسجية وان تسرب هذه الاشعة الى الأرض وخاصة الاشعة ذات الاطوال الموجية القصيرة جداً يسبب ما يأتي:



الشكل (٩)

- ١- التأثير على الجلد مما يسبب سرطان الجلد، كما موضح في الشكل (٩).
- ٢- اعتام عدسة عين الإنسان.
- ٣- ضعف نظام المناعة عند الكائنات الحية.
- ٤- التقليل من إنتاجية المحاصيل الزراعية.
- ٥- التأثير على الكائنات البحرية.



الشكل (١٠)

• **خزن الموائع بضغط عالي:** يجب ان يدرك جميع الفنيين والعاملين في أجهزة التثليج وتكييف الهواء الذين يتعاملون مع موائع التثليج بان خزن تلك الموائع بضغط عالي في حاوياتها غير صحيح ويمكن ان يسبب خطورة عالية وحدوث انفجار في حاوية الماء، لاحظ الشكل (١٠)، لذا يجب تطبيق قواعد السلامة والامان بشكل تام.



الشكل (١١)

• **تأثيرات الموائع السمية:** ان التسمم بمواد التثليج يعتمد بشكل اساسي على نسبة تركيزها في الهواء، لذا فان السمية عامل نسبي يعتمد على تركيز المادة السامة ومقدار زمن التعرض لها، وبهذا فان بعض الموائع تكون سامة رغم قلة تركيزها وبعض الاخر متوسط السمية حيث تكون خطورتها معتمدة على زيادة تركيزها وطول فترة التعرض لها، الشكل (١١)، يشير الى علامة التحذير من السمية.

مركبات الكلوروفلوروکربون والهیدروکلوروفلورکربون غير سامة عند اختلاطها مع الهواء بالظروف الاعتيادية لكنها تصبح عالية السمية عند تعرضها لشعاع اللحام او أي مسكن كهربائي وذلك لتحللها الى عناصر عالية السمية.



الشكل (١٢)

	<b>HIGHER FLAMMABILITY</b>	<b>A3</b> R-50, R-170, R-290, R-600a, R-441a, R-1270	<b>B3</b> R-1140
	<b>LOWER FLAMMABILITY</b>	<b>A2</b> R-142b, R-152a	<b>B2</b> R-30, R-40, R-611, R-717
	<b>A2L</b> HFO-1234yf, HFO-1234ze		
	<b>A1</b> R-11-R-14, R-22, R-113, R-114, R-115, R-134a, R-410A, R-449B, R-1234zd	<b>B1</b> R-10, R-21, R-123, R-764	
<b>NO FLAME PROPAGATION</b>		<b>LOWER TOXICITY</b>	<b>HIGHER TOXICITY</b>

الشكل (١٣)

- قابلية الموائع على الاشتعال: يفضل ان تكون موائع التثليج غير قابلة للاشتعال او الانفجار وبخلافه يجب ان تكون هناك احتياطات امان خاصة لتجنب الحوادث، ان غالبية الموائع المستعملة حاليا غير قابلة للانفجار او الاشتعال باستثناء الامونيا والهيدروكاربونات وان خليط الامونيا مع الهواء بنسبة (0.16-25%) له قابلية الاشتعال، وكذلك الهيدروكاربونات التي زاد استخدامها كموائع تثليج وخصوصا في اوروبا ومنها الماء (R-600a) والماء (R-290)، لاحظ الشكل (١٢)، والتي لها قابلية كبيرة للاشتعال والانفجار. عادة يتم وضع علامة التحذير والرموز الخاصة بالاشتعال والسمية على الضواغط او في لوحة بيانات الوحدة من اجل الحذر اثناء التعامل معها، لاحظ الشكل (١٣).

## حمل ونقل موائع التثليج

يجب ان تصنع اسطوانات الموائع من مواد ذات مثانة عالية وتنتقل اياضا بطريقة امنة لتجنب المخاطر التي قد تسبب من تسرب تلك الموائع الى الجو مما يؤدي الى استنفاد طبقة الأوزون وزيادة في الاحترار العالمي، كذلك يجب ان تحمل ضغوط وحرارة عالية وان لا تزيد نسبة كمية مائع التثليج المخزون بالحاوية او الفنية (80%) من السعة التصميمية للحاوية او الاسطوانة، لاحظ الشكل (٤).



الشكل (٤)

## أسطوانات خزن موائع التثليج

تحفظ موائع التثليج في أسطوانات تميز حسب الألوان المتفق عليها عالمياً، منعاً للاشتباه أثناء العمل بها ويبين الشكل (١٥) بعض موائع التثليج الشائعة ولون الأسطوانة التي يحفظ فيها ذلك المائع.



الشكل (١٥)

هناك نوعان من أسطوانات حفظ موائع التثليج:

- أسطوانات غير قابلة للملئ.
- أسطوانات قابلة للملئ.

ويوضح الشكل (١٦) بعض الصور لأسطوانات خزن مائة التثليج غير القابلة للملئ والقابلة للملئ ومنها أسطوانات استرجاع موائع التثليج.

مع العلم ان جميع الأسطوانات الكبيرة لخزن موائع التثليج هي قابلة للملئ حالها حالها الحال أسطوانات الغازات مثل أسطوانة غاز الاوكسجين او أسطوانة غاز ثاني اوكسيد الكربون.



الشكل (١٦)

هناك العديد من الحالات التي تتطلب استرجاع مائع التثليج من المنظومة قبل البدء بعملية التصليح المطلوبة ومن هذه الحالات:

- عطب الضاغط او توقفه عن العمل.
- وجود تسرب في المنظومة.
- وجود تكلسات وانسداد في الانابيب.
- إعادة تهيئة او تأهيل المنظومة.

عند الحاجة الى استرجاع مائع التثليج يجب عدم استخدام مضخة التفريغ لانها تسحب مائع التثليج وتطرده الى الفضاء ولما في ذلك تأثير على:

- ١- ظاهرة الاحتباس الحراري.
- ٢- استفاد طبقة الأوزون.



الشكل (١٧)

لذا يتوجب على العاملين في مجال التكييف والتثليج ان يقوموا بسحب موائع التثليج من الأجهزة العاطلة وخرزتها في اسطوانات خاصة، لاحظ الشكل (١٧)، وعدم اطلاقها الى الجو من خلال استخدام وحدة الاسترجاع (Recovery Unit).

من المهام الرئيسية التي تقوم بها وحدة الاسترجاع هي:

- استرجاع المائع بشكل سائل او بخار.
- استرجاع المائع مع فصل الزيت.
- استرجاع المائع بدون فصل الزيت.
- معالجة المائع من خلال تنقيته من الهواء والرطوبة والشوائب وخرزه في الاسطوانة لإعادة استخدامه مرة أخرى بالإضافة الى شحن المنظومة بالزيت، لاحظ الشكل (١٨).



الشكل (١٨)

## ملاحظات مهمة حول استخدام وحدة الريکفري

- لا تستخدم وحدة الريکفري مالم تكن تدربت عليها بشكل جيد ولديك المام بقواعد السلامة.
- يجب تفريغ وتطهير الريکفري من مائع التثليج السابق قبل البدء باسترجاع المائع الجديد.



الشكل (١٩)

- تغيير المجف (Filter dryer) قبل العمل.
- تحديد اسم المائع المسحوب ومدى نقاوته باستخدام جهاز كشف نوع المائع (Refrigerant Identifier).
- كتابة اسم المائع المسحوب على اسطوانة الإسترجاع لغرض عدم خلطها.

- عدم استخدام اسطوانة مائع التثليج العادية كاسطوانة تخزين لأنها غير مصممة لذلك.
- تحتوي لوحة تشغيل الريکفري على بعض المصلحات المهمة التي يجب ان واصحة بالنسبة لل الفني قبل العمل:

▪ Start وتعني بدء التشغيل.

▪ Stop وتعني إيقاف التشغيل.

▪ Recovery وتعني استرجاع.

▪ Purge وتعني تطهير.

▪ Vacumme وتعني تفريغ.

▪ Charge وتعني شحن.

▪ In Oil وتعني (Inject Oil) إضافة زيت جديد.

▪ Menu وتعني قائمة الخيارات.

(٠٢٩) ازرار ادخال بيانات الارقام مثل الزمن، وزن الشحنة...الخ.

▪ Drain Oil وتعني سحب او تصريف الزيت.

▪ Input وتعني فتحة الدخول او السحب.

▪ Output وتعني فتحة الخروج او التصريف.

▪ Open وتعني الصمام مفتوح.

▪ Close وتعني الصمام مغلق.

▪ Vapour وتعني بخار.

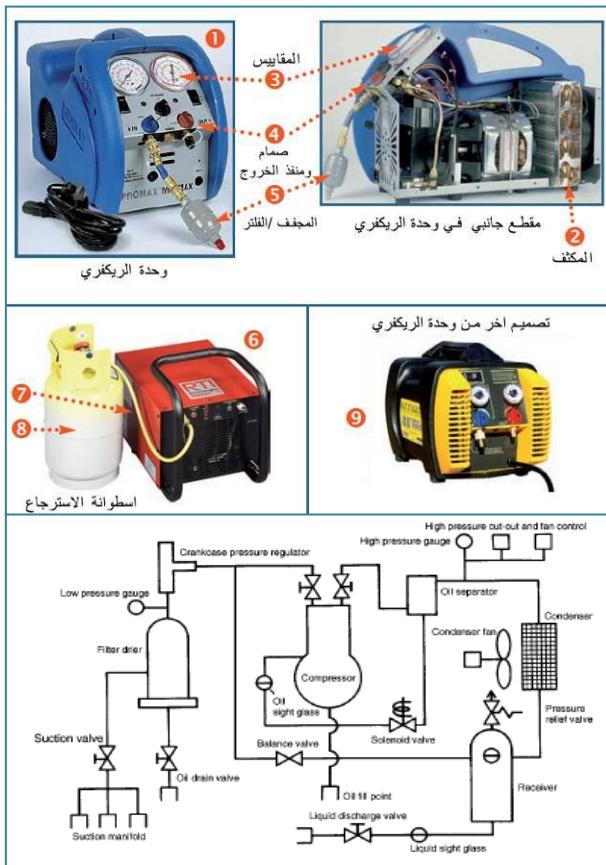
▪ Liquid وتعني سائل.

- يوضح الشكل (١٩) والشكل (٢٠) نوعين من وحدة الاسترجاع المستخدمة حالياً لاسترجاع ومعالجة مائع التثليج.



الشكل (٢٠)

## ملاحظات حول وحدة الريكفرى واسطوانة الاسترجاع



الشكل (٢١)

- تكون الريكفرى من مضخة تفريغ دورانية (فلاكيوم) ووحدة تكثيف (ضاغط ومكثف ومرورحة) ومجموعة أنابيب وصمامات خاصة ومفتاح اختيار مقاييس ضغط ولوحة سيطرة كهربائية، كما موضح في الشكل (٢١).

- لاحظ ان الملفت المجفف يركب على خط سحب الريكفرى (input).

- تكون أسطوانة الاسترجاع من حاوية معدنية صلبة تتحمل ضغوط ودرجة حرارة عالية، تحتوي على صمامين مركبة بقطعة واحدة بلونين أحمر وازرق. الأحمر يشير الى صمام السائل والازرق يشير الى صمام البخار.

- لاحظ أنبوبة السائل تتدلى من فعر الأسطوانة وأنبوبة البخار الاعلى، كما في الشكل (٢٢).

- تحتوي أسطوانات الاسترجاع على طوافة مثبتة على أنبوبة السائل ترتبط بحساس كهربائي لحماية الأسطوانة من زيادة خزن المائع أكثر من (٨٠٪). كما في الشكل (٢٣).

- تحتوي الأسطوانة على صمام امان داخلي ضمن قطعة الصمامين المدمجة ويكون اتجاهه عكس اتجاه فتحة الصمامات للخلف.



الشكل (٢٣)



الشكل (٢٢)

## استرجاع المائع بحالة سائلة من المنظومة باستخدام الريكفرى

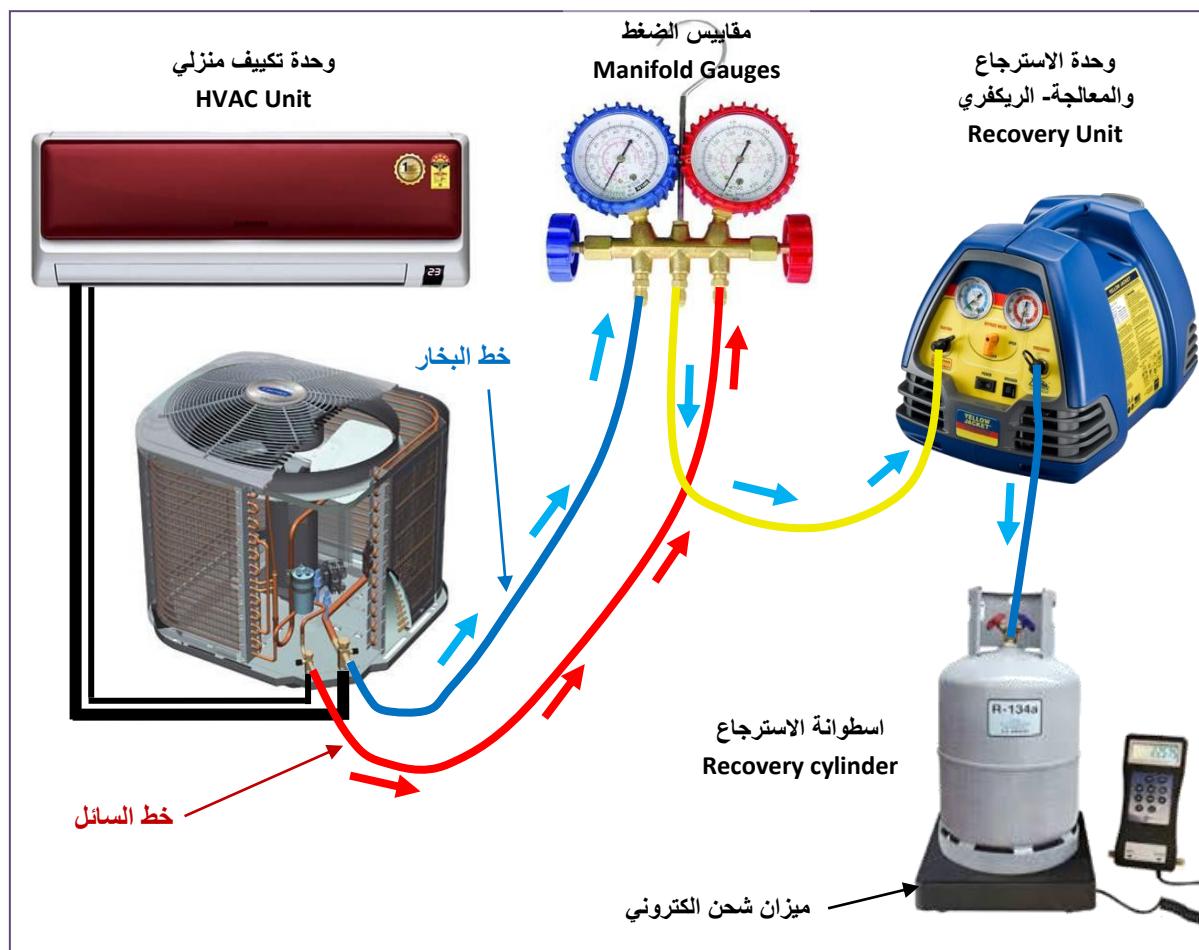
**الخطوة الأولى:** تأكد من اتخاذ تدابير السلامة وارتداء مستلزمات الوقاية الشخصية قبل العمل.

**الخطوة الثانية:** حضر العدد والأدوات والأجهزة التالية:

- وحدة الاسترجاع الريكفرى Recovery.
- أسطوانة استرجاع.
- مقاييس الضغط مع أربعة خراطيم.
- وحدة تكييف مشحونة بالمائع.
- ميزان شحن عدد ١.

**الخطوة الثالثة:** تأكد من اطفاء منظومة التكييف، واغلاق صمامات (المقاييس، الريكفرى، الاسطوانة).

**الخطوة الرابعة:** اربط خراطيم مقاييس الضغط بين الريكفرى وبين وحدة التكييف، كما في الشكل (٢٤).



الشكل (٢٤)

• خرطوم الضغط العالى (الاحمر) على خط السائل في المنظومة.

• خرطوم الضغط الواطى (الازرق) على خط البخار في المنظومة.

• اربط الخرطوم الوسطى (الاصفر) على فتحة الدخول (Input) في الريكفرى.

**الخطوة الخامسة:** اربط خرطوم بين فتحة دفع الريكفرى وبين صمام السائل في اسطوانة الاسترجاع.

**الخطوة السادسة:** تأكيد من ربط المجف على فتحة سحب الريكفرى لتنقية مائع التثليج من الشوائب العالقة به.

**الخطوة السابعة:** تأكيد من إغلاق صمامات المقاييس والخراطيم.

**الخطوة الثامنة:** طهر الخراطيم من الغازات غير المتكثفة بتشغيل الريكفرى على وضع التطهير (Purge).

**الخطوة التاسعة:** صفر الميزان بعد ربط أسطوانة الاسترجاع.

**الخطوة العاشرة:** حول صمام الاختيار الموضح في شكل (٢٥)، على وضع استرجاع السائل (Recovery- Liquid).

**الخطوة الحادية عشر:** افتح صمام السائل في أسطوانة الإسترجاع، الموضح في شكل (٢٦).

**الخطوة الثانية عشر:** افتح صمام الضغط العالى في مقاييس الضغط، وصمام الخرطومه الوسطية.

**الخطوة الثالثة عشر:** راقب عملية إسترجاع مائع التثليج، من المنظومة إلى الأسطوانة لغاية اكمال العمل.

الشكل (٢٥)



الشكل (٢٦)

تذكرة



بعد انتهاء أي عملية استخدام للريكفرى استرجاع او معالجة او غيرها لا بد من عمل (تطهير Purge) لأنابيب الريكفرى من الغازات المتكتفة فيها وضخها الى أسطوانة الاسترجاع قبل غلق الصمامات وانهاء من العمل.

### استرجاع المائع بحالة بخار من المنظومة باستخدام الريكفرى

خطوات إسترجاع مائع التثليج بشكل بخار من المنظومة هي نفس خطوات إسترجاع السائل بإستثناء:

- غلق صمام الضغط العالى لمقاييس الضغط كما في شكل (٢٧).
- فتح صمام الضغط الواطئ.
- تحويل صمام الاختيار على الوضع (Recovery- Vapor).

ستقوم الوحدة بسحب بخار مائع التثليج من المنظومة وتكتفه بداخلها الى سائل ثم تضغطه الى أسطوانة الإسترجاع بحالة السائل.



الشكل (٢٧)

س ١/ المطلوب هو استرجاع مائع التثليج من وحدة التكييف العاطلة في الجزء (٥) أدناه.

- وصل بين الأجزاء التالية بخطوط بدلاً من الخراطيم لتوضيح طريقة الربط.
- اكتب أسماء الأجزاء فوق كل جزء.
- سجل الملاحظات الضرورية حول العملية إن وجدت.



1



2



3



4

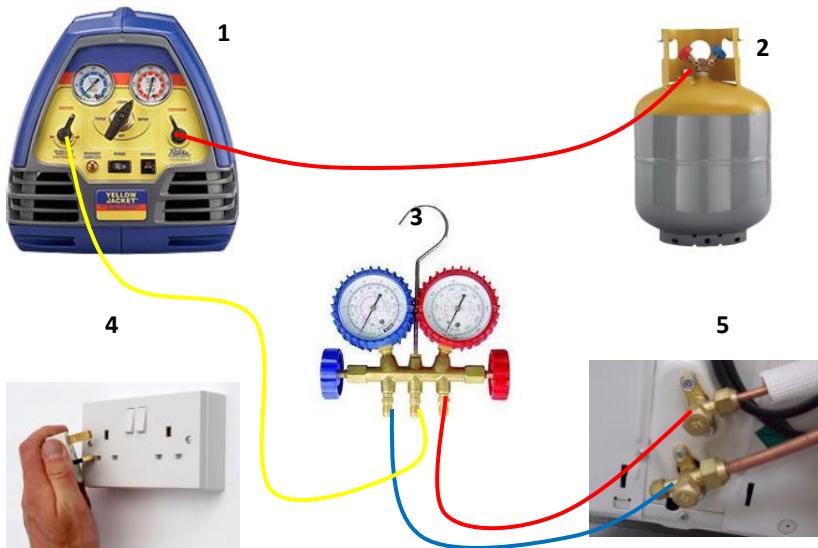


5

**س٢- اجب عن الاسئلة التالية باختيار الأجابة الصحيحة:**

- ١- يتم استرجاع مائع التثليج من المنظومة في حالة .....  
أ - كسر أنابيب المنظومة.      ب - عطب المروحة.      ج - عطب الضاغط.
- ٢- عدم استرجاع موائع التثليج المحظورة واطلاقها للجو يسبب المساعدة على .....  
أ - استفاد طبقة الأوزون.      ب - زيادة الاحتراق العالمي.      ج - عطل منظومة التثليج.
- ٣- تعمل الطوافة المثبتة على انبوبة السائل داخل أسطوانة الاسترجاع كوسيلة حماية لمنع زيادة خزن المائع فيها أكثر من ..... من الطاقة الاستيعابية لها.  
ج - (100%).      ب - (80%).      أ - (50%).
- ٤- عند الحاجة الى إسترجاع ومعالجة وتدوير مائع التثليج يجب استخدام .....  
أ - وحدة الريكفرى.      ب - جهاز الفاكيوم.      ج - ضاغط دورانى.
- ٥- الطريقة السريعة لاسترجاع موائع التثليج هي بإسترجاعه بشكل .....  
ج - سائل.      ب - غاز.      أ - بخار
- ٦- لغرض التخلص من بقايا مائع التثليج داخل الريكفرى والحفاظ عليها من التاكل يجب عمل ..... بعد الانتهاء من كل عملية.  
ج - غسل الوحدة.      ب - تطهير للوحدة.      أ - ريكفرى مرة اخرى
- ٧- يمكن فحص مستوى الزيت في الفاكيوم وملحوظته من خلال ..... في جانب المضخة.  
ج - صوت المضخة.      ب - لون الزيت.      أ - زجاجة البيان
- ٨- ينصح بترك المضخة تعمل على وضع التفريغ لمدة ..... على الاقل.  
ج - نصف ساعة.      ب - ساعة كاملة.      أ - ربع ساعة
- ٩- يتم تركيب الفلتر المجفف على ..... من أجل حماية وحدة الريكفرى من الغازات والرطوبة التي ربما تكون مرفقة لمائع التثليج اثناء استرجاعه.  
أ - فتحة الدخول في الريكفرى      ب - فتحة الخروج في الريكفرى      ج - أسطوانة الاسترجاع.
- ١٠- ..... العملية التي تتم بتغيير بعض أجزاء المنظومة وزيت الضاغط، غالباً ما تجري على منظومة تكييف المركبات التي تعمل على موائع تثليج محضورة بموجب بروتوكول مونتريال.  
ج - عملية تدوير.      ب - عملية استرجاع      أ - عملية إعادة تهيئة

جـ - طريقة الربط:



• جـ - ٢

١. جـ.
٢. أـ، بـ.
٣. بـ.
٤. أـ.
٥. جـ.
٦. بـ.
٧. أـ.
٨. جـ.
٩. أـ.
١٠. أـ.

## الأهداف

بعد إكمالك لهذا النشاط ستصبح قادرًا على:

١. استخدام وحدة الإسترجاع (الريكفرى Recovery Machine).
٢. إسترجاع مائع التثليج وخرزنه في إسطوانة الإسترجاع.
٣. المساهمة في الحفاظ على بيئة سلية من تأثيرات موائع التثليج الضارة.

## قائمة بالأجهزة والمعدات والمواد المستخدمة

الكمية	المواد الأولية	العدد والأدوات	الأجهزة والمعدات
١	قطعة قماش تنظيف	مقاييس الضغط	وحدة ريكفرى
٥		خراطيم مقاييس	نمودج وحدة تكييف
١		اسطوانة إسترجاع	ميزان شحن

## خطوات النشاط



الشكل (١)

- ١- حضر معدات الإسترجاع، وركب خراطيم الضغط (العلالي والواطي)، كما في الأشكال (١).



الشكل (٢)

- ٢- ركب الخرطوم الوسطي على فتحة السحب في الريكفرى، لاحظ الشكل (٢).



الشكل (٣)

- ٣- ركب خرطوم آخر بين اسطوانة الإسترجاع وفتحة دفع الريكفرى، كما في الشكل (٣).

٤- ضع الاسطوانة على الميزان الالكتروني، وتأكد من تركيب جميع الخراطيم باحكام، كما في الشكل (٤).



الشكل (٤)

٥- افتح قليلا صاملة الخرطوم الصفراء من جهة الريكفرى واطرد الهواء والرطوبة منها واعد شدتها باحكام، كما في الشكل (٥).



الشكل (٥)

٦- صفر قراءة الميزان الالكتروني لتحديد كمية مائع التثليج المسترجعة في الاسطوانة، كما في الشكل (٦).



الشكل (٦)

٧- شغل جهاز الريكفرى بوضع مفتاح التشغيل على الوضع (ON).



الشكل (٧)

٨- حول صمام الاختيار على وضع البخار (Vapor)، كما في الشكل (٨).



الشكل (٨)

٩- أفتح صمامات مقاييس الضغط (العالى والواطئ) للسماح بمرور مائع التثليج من المنظومة الى الريكفرى، كما في الشكل (٩).

- ١٠ - راقب عملية إسترجاع مائع التثليج حتى انتهائها، من خلال أنخفاض المؤشرات تدريجياً حتى انطفاء الجهاز، كما في الشكل (٩).



الشكل (٩)



الشكل (١٤)

- ١١ - سجل كمية مائع التثليج المسترجعة من المنظومة (بالكيلوغرام)، كما في الشكل (١٤).
- ١٢ - أستدعا المدرب.
- ١٣ - أعد العدد والأدوات إلى مكانها.
- ١٤ - نظف ورتب مكان العمل.

انتبه

- ١ - لا تنسى كتابة نوع المائع ودرجة نقاوته على أسطوانة الاسترجاع من خلال لصق الورقة على جسم الأسطوانة وكتابة المعلومات عليها حتى تستفيد منها في المستقبل.
- ٢ - بعد كل عملية إسترجاع (Recovery) للمائع يجب عمل تطهير (Purge) لمنظومة الريکفري للحفاظ على أجزائها من التآكل والتلف.

تذكر



يجب عدم ملأ أسطوانة الاسترجاع أكثر من (٨٠٪) من طاقتها الاستيعابية لمنع التسرب في انفجار الأسطوانة أثناء تغيرات درجة الحرارة.

قبل أن تخبر المدرب بإكمال النشاط ... قيم نفسك من خلال الإجابة على الأسئلة التالية:

كلا	نعم	هل قمت بـ
		تطبيق اجراءات الصحة والسلامة المهنية؟ - ١
		تحضير الأدوات والأجهزة والمعدات؟ - ٢
		تركيب الخراطيم في المنظومة؟ - ٣
		تركيب الخراطيم في الريكفرى؟ - ٤
		تركيب الخراطيم في إسطوانة الإسترجاع؟ - ٥
		تصفيه الميزان؟ - ٦
		إسترجاع مائع التثليج؟ - ٧
		تنظيف مكان العمل؟ - ٨
		خزن العدد والأدوات في مكانها المناسب؟ - ٩

يجب أن يكون إجابة مستوى الأداء لجميع الفقرات (نعم) وفي حالة الإجابة بـ (كلا) يجب إعادة التدريب مرة أخرى على هذه المهارة لغاية إنقانها.

## الأهداف

بعد إكمالك لهذا النشاط ستصبح قادرًا على:

١. إسترجاع مائع التثليج أجهزة التكييف وخرزنه في إسطوانة الإسترجاع.
٢. تطهير وحدة الريكفرى بعد الإسترجاع وفق التعليمات الفنية.
٣. المساهمة في الحفاظ على بيئة سليةة من تأثيرات موائع التثليج الضارة.

## قائمة بالأجهزة والمعدات والمواد المستخدمة

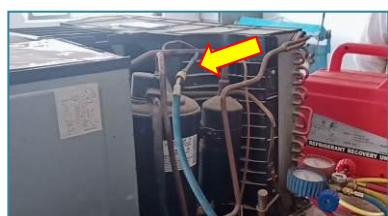
الكمية	المواد الأولية	الكمية	العدد والأدوات	الكمية	الأجهزة والمعدات
١	قطعة قماش تنظيف	١	مقاييس الضغط	١	وحدة ريكفرى
		٥	خراطيم مقاييس	١	نموذج مكيف هواء
		١	andestوانة إسترجاع	١	ميزان شحن

## خطوات النشاط



الشكل (١)

- ١- حضر وحدة الإسترجاع والاسطوانة والمكيف والمقاييس، كما في الأشكال (١).



الشكل (٢)

- ٢- ركب خرطوم مقاييس الضغط الواطئ (اللون الأزرق) على أنبوبة خط البخار (خط السحب) للمكيف، لاحظ الشكل (٢).



الشكل (٣)

- ٣- ركب خرطوم مقاييس الضغط العالى (اللون الأحمر) على أنبوبة خط السائل للمكيف (نهاية المكثف)، لاحظ الشكل (٣).

٤- ركب الخرطوم (اللون الاصفر) الخاص بالمقاييس على فتحة سحب الريكفي (عن طريق الفلتر)، الشكل (٤).



الشكل (٤)

لاحظ

فائدة الفلتر المجفف في الخطوة السابقة من اجل حماية أجزاء وحدة الاسترجاع (الريكفي) الداخلية وتنقية المائع من الرطوبة والمواد الغريبة الاخرى في حالة وجودها داخل الجهاز.



الشكل (٥)

٥- ركب حساس الحماية على أسطوانة الاسترجاع، لاحظ الشكل (٥).



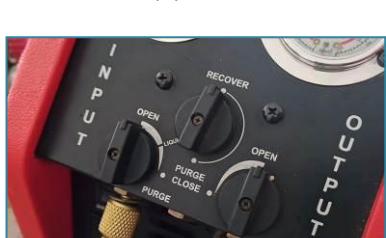
الشكل (٦)

٦- ركب الخرطوم الرابع من فتحة خروج الريكفي الى صمام أسطوانة الاسترجاع (باللون الازرق)، لاحظ الشكل (٦).



الشكل (٧)

٧- ضع الأسطوانة على الميزان وسجل وزن المائع الذي تحتويه، كما في الشكل (٧).



الشكل (٨)

٨- اضبط صمام الريكفي على الوضع (Recover) والصمامات البقية على الوضع (Open)، لاحظ الشكل (٨).



الشكل (٩)

٩- افتح صمامات مقاييس الضغط ولاحظ ارتفاع الضغط على مؤشرات المقاييس، لاحظ الشكل (٩).

- ١٠- شغل الريکفري، بوضع مفتاح التشغيل على الوضع (ON)،  
لاحظ الشكل (١٠).



الشكل (١٠)

- ١١- راقب عملية استرجاع المائع الى الاسطوانة، لاحظ  
الشكل (١١).



الشكل (١١)

لـاحظ



يمكنك مراقبة استرجاع المائع من المكيف الى الاسطوانة من خلال متابعة هبوط قراءة مقياس الضغط الواطئ والعلوي ومقاييس الريکفري وزيادة القراءة في شاشة ميزان الشحن.

- ١٢- اغلق جميع الصمامات والمقاييس بعد الانتهاء من عملية الاسترجاع.
- ١٣- اطفئ الريکفري، واغلق مصدر الطاقة الكهربائية.
- ١٤- ضع علامة على الاسطوانة توضح كمية ونوعية المائع المسترجع.
- ١٥- أعد العدد والأدوات الى مكانها.
- ١٦- نظف ورتب مكان العمل.

قبل أن تخبر المدرب بإكمال النشاط ... قيم نفسك من خلال الإجابة على الأسئلة التالية:

كلا	نعم	هل قمت بـ
		تطبيق اجراءات الصحة والسلامة المهنية؟ - ١
		تحضير الأدوات والأجهزة والمعدات؟ - ٢
		تركيب الخراطيم في المنظومة؟ - ٣
		تركيب الخراطيم في الريكفر؟ - ٤
		تركيب الخراطيم في إسطوانة الإسترجاج؟ - ٥
		ضبط الميزان؟ - ٦
		إسترجاج مائع التثليج؟ - ٧
		تنظيف مكان العمل؟ - ٨
		خزن العدد والأدوات في مكانها المناسب؟ - ٩

يجب أن يكون إجابة مستوى الأداء لجميع الفقرات (نعم) وفي حالة الإجابة بـ (كلا) يجب إعادة التدريب مرة أخرى على هذه المهارة لغاية إنقانها.

## الأهداف

بعد إكمالك لهذا النشاط ستصبح قادرًا على:

١. استخدام وحدة الإسترجاع (الريكفرى Recovery Machine).
٢. تطهير وحدة الريكفرى بعد الإسترجاع وفق التعليمات الفنية.
٣. المساهمة في الحفاظ على البيئة من تأثيرات موائع التثليج الضارة.

## قائمة بالأجهزة والمعدات والمواد المستخدمة

الكمية	المواد الأولية	الكمية	العدد والأدوات	الكمية	الأجهزة والمعدات
١	قطعة قماش تنظيف	١	مقاييس الضغط	١	وحدة ريكفرى
		٥	خراطيم مقاييس	١	نمذج وحدة تكييف
		١	اسطوانة إسترجاع	١	ميزان شحن

## خطوات النشاط



الشكل (١)

- ١- عند أكمل عملية الإسترجاع أطفئ الريكفرى، لاحظ الشكل (١).



الشكل (٢)

- ٣- أختر وضع التطهير (Purge)، لاحظ الشكل (٢).
- ٤- شغل الريكفرى.

٥- تأكد من فتح صمامات المقاييس.

٦- تأكد من فتح صمام اسطوانة الإسترجاع.

٧- اغلق صمام اسطوانة الإسترجاع بعد الانتهاء.

٨- أطفئ الريكفرى.

٩- أرفع التوصيلات الكهربائية والخراطيم والتركيبات، بعد اكتمال التطهير.

١٠-أغلق فتحات السحب والدفع في الريكفرى، لاحظ الشكل .(٣).



الشكل (٣)

١١-أعد العدد والأدوات إلى مكانها.

١٢-نظف ورتب مكان العمل.

قبل أن تخبر المدرب بإكمال النشاط ... قيم نفسك من خلال الإجابة على الأسئلة التالية:

هل قمت بـ	نعم	كلا
تطبيق اجراءات الصحة والسلامة المهنية؟		١
تحضير الأدوات والأجهزة والمعدات؟		٢
تركيب الخراطيم في المنظومة؟		٣
تركيب الخراطيم في الريكفر؟		٤
تركيب الخراطيم في إسطوانة الإسترجاع؟		٥
تطهير الريكفر؟		٦
تنظيف مكان العمل؟		٧
خزن العدد والأدوات في مكانها المناسب؟		٨

يجب أن يكون إجابة مستوى الأداء لجميع الفقرات (نعم) وفي حالة الإجابة بـ (كلا) يجب إعادة التدريب مرة أخرى على هذه المهارة لغاية إتقانها.

**الأهداف**

بعد دراستك ورقة المعلومات ستصبح قادراً على:

- ١- تحديد طرق كشف التسرب في أنابيب وأجزاء منظومة التكييف بشكل واضح.
- ٢- تحديد الأسلوب المناسب لعلاج التسرب والعدد والأدوات المناسبة للتنفيذ.

**Leak Detection****اكتشاف التسرب**

يعتبر مائع التثليج جزءاً حيوياً في دورة التثليج، فعند تسربه من الدورة تتوقف عن العمل تماماً. لذلك فإن التسرب يعتبر من المشاكل التي تمثل نسبة كبيرة من اعطال وحدات التكييف والتثليج ويمكن ان يكون سبباً لاعطال جسيمة في الوحدة.



الشكل (١)

يحدث التسرب عادة في التوصيلات ومناطق اللحام او مناطق التقليح او عند كسر أحد الانابيب بسبب الاهتزازات، كما في الشكل (١).

يجب ان تكون دائرة التثليج محكمة ولا يوجد فيها اي منطقة ضعف يمكن ان يتسرّب منها مائع التثليج اضافة الى القيام بإجراءات فحص الوحدة من التسرب قبل البدء بشحنها بمائع التثليج.

**دلائل التسرب**

الشكل (٢)

يمكن الاستدلال على وجود التسرب في الوحدة من ملاحظة الامور التالية:

- نقص في الشحنة.
- انخفاض ضغط السحب والدفع.
- انخفاض في كفاءة التثليج.
- وجود بقع من الزيت بين التوصيلات (حول منطقة التسرب)، لاحظ الشكل (٢).

## طرق الكشف عن التسرب

### ١- الكشف عن التسرب بالضغط:

- تستخدم هذه الطريقة للكشف عن التسرب عندما تكون الوحدة كاملة او جزء منها مفرغا من مائع التثليج بهدف اصلاحها.
- أضغط المنظومة باستخدام النيتروجين ومقاييس الضغط العالي الى قيمة ضغط الفحص (150 psi).
- أترك الوحدة تحت الضغط لفترة زمنية مناسبة.
- سجل قراءة الضغط مع الزمن اثناء هذه الفترة، وفي حالة هبوط الضغط دل ذلك على وجود تسرب.

### ٢- الكشف عن التسرب بالتفريغ:

يمكن الكشف عن التسرب بتفريغ الوحدة باستخدام مضخة التفريغ (Hg in 30) ثم تسجيل قراءة مقاييس ضغط التفريغ مع الزمن فإذا ارتفع مؤشر المقياس واستمر بالارتفاع فهذا يعني وجود تسرب في الانابيب اما إذا ارتفع قليلا ثم استقر ولم يتحرك بعدها فهذا يعني وجود رطوبة.

## كاشفات التسرب



الشكل (٣)

هناك ثلات طرق شائعة لكشف تسرب موائع التثليج وهي:

#### ١. الكشف برغوة الصابون (Bubble test):

- أضغط انابيب المنظومة بالنيتروجين (N2)، لغاية (150 psi).
- حضر رغوة الصابون (تايد + ماء) في إناء صغير.
- ضع على المنطقة بواسطة قطعة اسفنج صغيرة.
- لاحظ التسرب من خلال ظهور فقاعات الصابون، كما في الشكل (٣).

#### ٢. الكشف بصبغة الاشعة فوق البنفسجية (Ultraviolet Dyes-UV):

- أحقن قليلا من صبغة (Dye) الى المنظومة مع مائع التثليج.
- شغل المنظومة لكي تسمح للصبغة ان تدور لدقائق في الانابيب.
- مرر المصباح على الاماكن المتوقع وجود التسرب فيها.
- ستتوهج الصبغة الفلورية (Fluorescen) عند سقوط الاشعة فوق البنفسجية عليها، كما في الشكل (٤) والشكل (٥).



الشكل (٤)



الشكل (٥)

### ٣. الفحص بالكافش الإلكتروني (Electronic Detection Methods)



الشكل (٦)

يحتوي هذا الجهاز على خرطوم معدني في نهايته عنصر حساس تتغير حواسه تبعاً لشدة التسرب، يربط هذا الحساس بدائرة الكترونية تقوم باصدار صوت متقطع مع اشعال مصابيح اشاره، لاحظ الشكل (٦).

يجب اختيار نوعية كافش الكتروني توفر الفوائد التالية:

- سرعة الكشف، توفر الجهد والوقت والكلفة.
- تحسس مجال واسع من مركبات التثليج (HFC,CFC, HCFC).
- لضمان تنوع العمل.
- ضمان العمل الكفؤ والأمن.



### ٤. الكافش الإلكتروني/ ذو حساس الダイايد الساخن:

- هو أفضل كافشات التسرب من الناحية التقنية والتكنولوجية.
- يسمح بالكشف عن جميع أنواع مواطن التثليج ومزاجها.
- مزود بشاشة ضوئية ومنبه صوتي، كما موضح في الشكل (٧).

#### • طريقة العمل:

- ١- شغل الجهاز من مفتاح (ON/OFF).
- ٢- انتظر (٣٠) ثانية بعد التشغيل.
- ٣- افتح خرطوم الفحص باستقامة، الشكل (٨).
- ٤- حرك الحساس حول أنابيب الوحدة، الشكل (٩).
- ٥- حدد مكان التسرب عند سماع المنبه وتوجه الشاشة، كما في الشكل (١٠).



الشكل (١٠)



الشكل (٩)



الشكل (٨)

س ١ - وصل بين الصورة في العمود (أ) والتعريف الموضح في العمود (ب)، او اكتب رقم التسلسل والحرف الذي يمثل الاجابة الصحيحة.

العمود (ب)	العمود (أ)	رقم التسلسل
A يستخدم لضغط المنظومة عند الحاجة للكشف عن التسرب.		١
B كاشف تسرب الكتروني ذو حساس الديايد الساخن يستخدم للكشف عن تسرب موائع التثليج.		٢
C تسرب مائع التثليج خارج المنظومة بسبب انفجار الانبوب نتيجة ارتفاع الضغط.		٣
D صمام خدمة الشحن والتفريغ يقع على خط السحب في المنظومة		٤
E فحص التسرب من المنظومة باستخدام الاشعة فوق البنفسجية		٥
F رغوة الصابون هي الطريقة التقليدية لكشف التسرب		٦

: ج ١

.C - ١

.A - ٢

.E - ٣

.B - ٤

.F - ٥

.D - ٦

## الأهداف

بعد إكمالك لهذا النشاط ستصبح قادرًا على:

- ١- ضغط المنظومة باستخدام النيتروجين بسلامة وامان.
- ٢- كشف التسرب في منظومة التكييف.
- ٣- معالجة التسرب في أنابيب منظومة التكييف باستخدام اللحام الغازي.

## قائمة بالأجهزة والمعدات والمواد المستخدمة

الكمية	المواد الاولية
١	قطعة قماش تنظيف
١ عبوة	رغوة الصابون
١	سلك لحام سلفر
١ علبة	مساعد لحام

الكمية	العدد والأدوات
١	مقاييس الضغط
٥	خراطيم مقاييس
١	اسطوانة نيتروجين
١	صندوق عدة العمل

الكمية	الأجهزة والمعدات
١	جهاز اللحام الغازي
١	نموذج وحدة تكييف

## خطوات النشاط

- ١- ركب الخرطوم الحمراء على صمام السحب في المنظومة، كما في الأشكال (١).



الشكل (١)

- ٢- ركب الخرطوم الوسطي (الاصلف) على إسطوانة النيتروجين، لاحظ الشكل (٢).



الشكل (٢)

- ٣- أضغط المنظومة بالنيتروجين لغاية (150 psi) ثمأغلق صمام الاسطوانة، كما في الشكل (٣).



الشكل (٣)

٤- فتش عن ظهور فقاعات في أنابيب المبخر والمكثف والضاغط بإستخدام رغوة الصابون، كما في الشكل (٤).



الشكل (٤)

٥- أستدعا المدرب.

٦- حدد مكان التسرب في الأنابيب، كما في الشكل (٥).



الشكل (٥)

٧- سخن الانبوب المتقوّب، لاحظ الشكل (٦).



الشكل (٦)

٨- ألحّ مكان التسرب في الانبوب، لاحظ الشكل (٧).



الشكل (٧)

٩- أضغط المنظومة بالنيدروجين وافحص سلامة اللحام، كما في الشكل (٨).



الشكل (٨)

١٠- أعد العدد والأدوات إلى مكانها.

١١- نظف ورتب مكان العمل.

قبل أن تخبر المدرب بإكمال النشاط ... قيم نفسك من خلال الإجابة على الأسئلة التالية:

هل قمت بـ	نعم	كلا
تطبيق اجراءات الصحة والسلامة المهنية؟		١
تحضير الأدوات والأجهزة والمعدات؟		٢
تركيب المقاييس والخراطيم؟		٣
ضغط المنظومة بالنتروجين؟		٤
كشف التسرب؟		٥
تحديد مكان التسرب؟		٦
لحام مكان التسرب؟		٧
ضغط المنظومة؟		٨
التأكد من سلامية اللحام؟		٩
استخدام أدوات الفحص المناسبة؟		١٠
تنظيف مكان العمل؟		١١
خزن العدد والأدوات في مكانها المناسب؟		١٢

يجب أن يكون إجابة مستوى الأداء لجميع الفقرات (نعم) وفي حالة الإجابة بـ (كلا) يجب إعادة التدريب مرة أخرى على هذه المهارة لغاية إتقانها.

**الأهداف**

بعد دراستك ورقة المعلومات ستصبح قادراً على:

- ١- تحديد التعليمات الفنية الازمة لشحن منظومة التكييف بمائع التثليج.
- ٢- تحديد طريقة شحن منظومة التكييف التقليدية.
- ٣- تحديد طريقة شحن منظومة التكييف باستخدام الوزن.

**الشحن Charching**

عمل اي منظومة يتوقف على كمية شحنة مائع التثليج المشحونة داخل الوحدة، ولا بد من اتقان عملية الشحن بالشكل الصحيح.

**١- النقصان في الشحنة:** النقصان في شحنة المائع يؤدي الى:

- عدم توفر التغذية الكافية للمبخر مما يقلل من كفاءة التثليج، لاحظ الشكل (١) والشكل (٢).
- انخفاض الضغط في خط السحب يزيد من احتمال عطل الضاغط بسبب عدم توفر تبريد كافي لملفاته.
- قلة الشحنة تؤدي الى زيادة التشغيل وما لذلك من تبعات اقتصادية في صرفيات الطاقة الكهربائية او فساد الاغذية او عدم الشعور بالراحة.

**٢- الزيادة في الشحنة:** الزيادة في شحنة المائع تؤدي الى:

- وجود كمية كبيرة من السائل في المكثف ينتج عنها ارتفاع في الضغط.
- حمل عالي على الضاغط نتيجة ارتفاع درجة حرارة الدفع لمائع التثليج.
- زيادة في تكالفة التشغيل بسبب استمرارية اشتغال الضاغط بدون انقطاع.

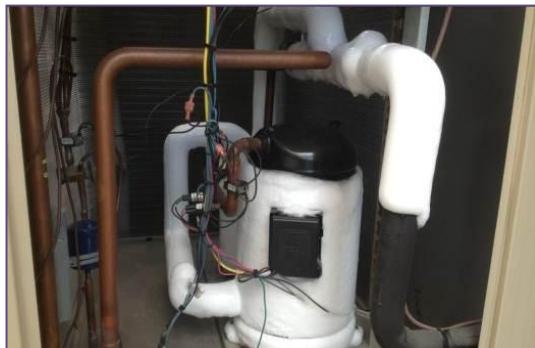


الشكل (٢) شحنة قليلة في براد اطعمة



الشكل (١) شحنة قليلة في وحدة تكييف جداري

- استمرار رجوع مائع التثليج إلى الضاغط بشكل سائل يؤدي إلى تلف صمامات السحب والدفع لأنها مصممة لضغط الماء بشكل بخار وليس لضغط السائل.
- لاحظ الأشكال (٣) و (٤) و (٥) و (٦).



الشكل (٤) زيادة شحنة في وحدة تكييف



الشكل (٣) زيادة شحنة في ثلاجة منزليه



الشكل (٦) زيادة شحنة في وحدة تبريد



الشكل (٥) زيادة شحنة في وحدة تكييف جداري

انتبه

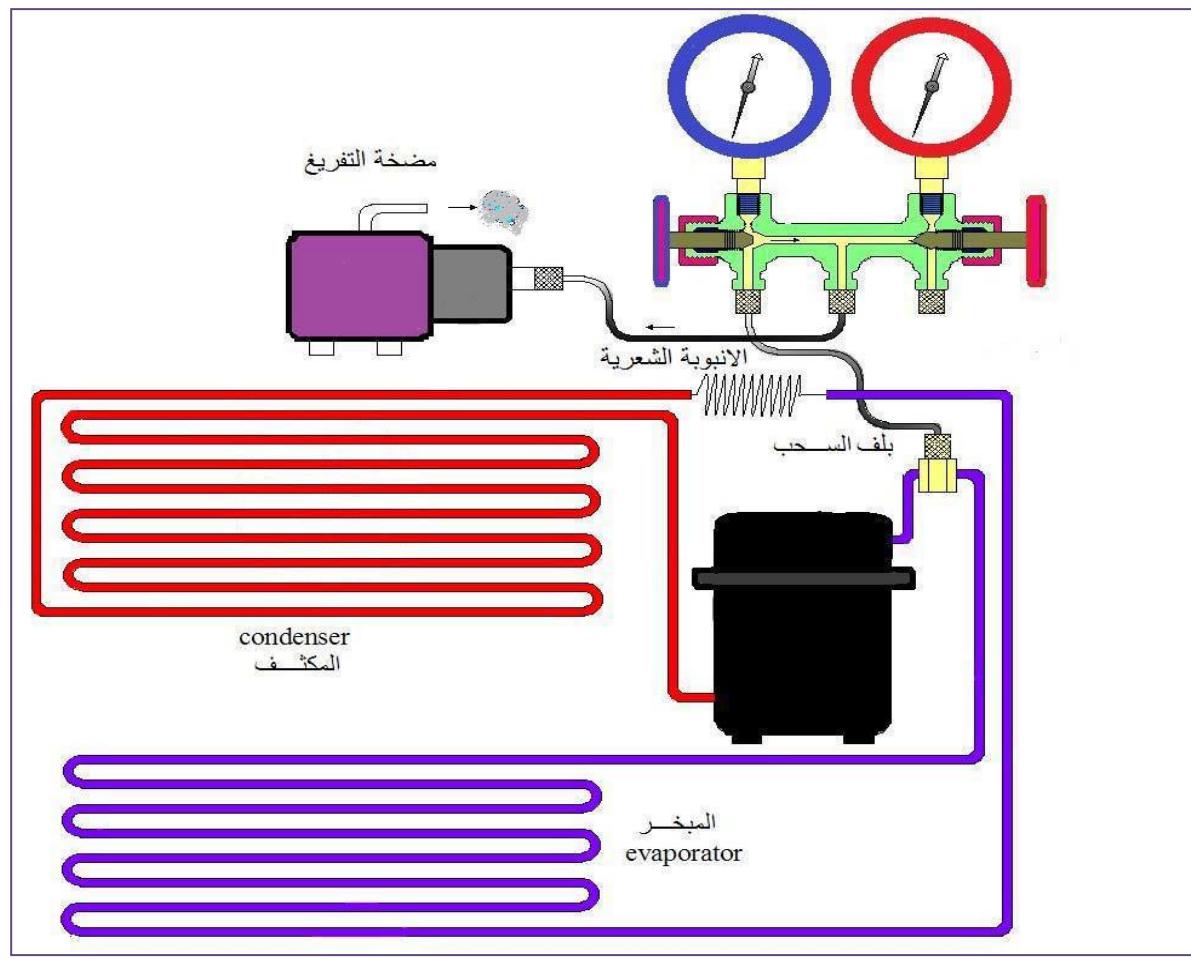
تجنب الشحنة الزائدة لجهاز التكييف او التبريد لأن عودة مركب التبريد بشكل سائل سوف يضر بـصمامات الدفع والسحب داخل ميكانيكية الضاغط خصوصا وأنها مصممة لضغط البخار ذو الكثافة الاقل وليس السائل.

كذلك فان عملية التفريغ التي تسبق عملية الشحن من العمليات الضرورية جداً من أجل التخلص من:

- الرطوبة (بخار الماء) الداخلة الى أنابيب المنظومة.
- التخلص من الشوائب التي تدخل الى الدائرة نتيجة اعمال الصيانة.

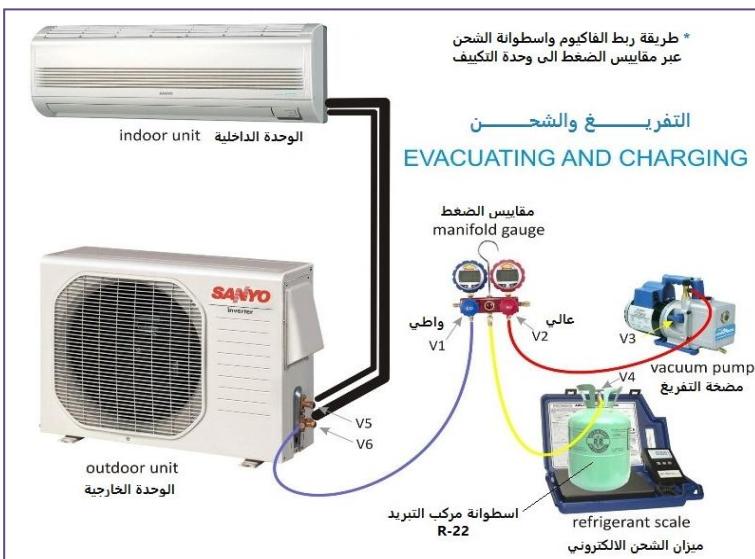
يجب مراعاة الامور التالية اثناء عملية التفريغ ما يلي:

- التأكد من الوصول الى ضغط التفريغ (30 in Hg).
- تشغيل مضخة التفريغ لمدة نصف ساعة على الاقل.
- تدريجات ضغط التفريغ مطبوعة بلون مميز تحت الصفر على مقاييس الضغط الواطي، لاحظ الشكل (٧).
- طريقة ربط مضخة التفريغ على وحدة التكييف او التثليج كما موضحة في الشكل (٨).



الشكل (٨)

## خطوات التفريغ والشحن



الشكل (٩)

- ١- حدد نوع مائع التثليج المناسب وكميته من لوحة بيانات الجهاز.
- ٢- اربط خراطيم مقاييس الضغط كما في الشكل (٩).
- ٣- افتح صمام الضغط الواطي وصمام الضغط العالي.
- ٤- تأكد من غلق صمام اسطوانة مائع التثليج.
- ٥- شغل الفاكيوم لمدة نصف ساعة على الاقل.
- ٦-أغلق صمام الضغط العالي، وأطفئ الفاكيوم.
- ٧- أفتح صمام أسطوانة الشحن لدفع مائع التثليج إلى داخل الوحدة حتى يرتفع مؤشر مقياس الضغط الواطي ويتعادل الضغط، ثمأغلق الصمام.

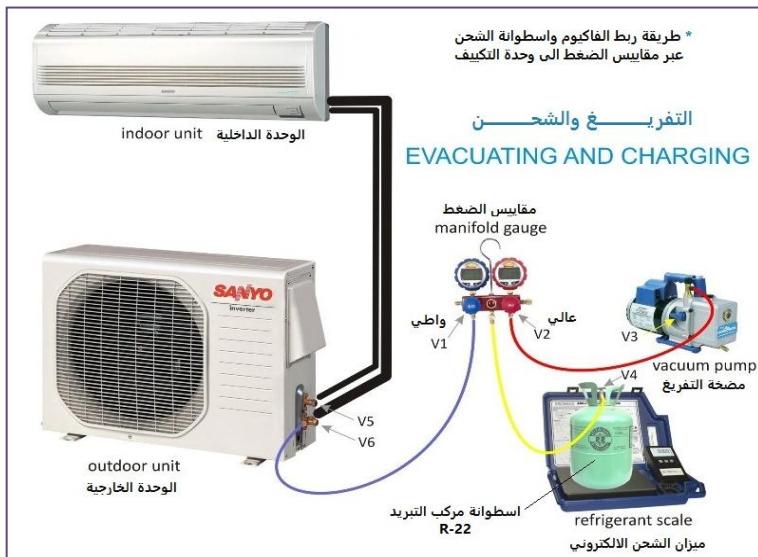
- ٨- شغل الوحدة وتتأكد من أشتغال الضاغط، يمكن ملاحظة ذلك من مقياس الضغط الواطي من خلال سحبه الغاز ونزول المؤشر.
- ٩- أدفع كمية جديدة من مائع التثليج عبر فتح صمام الاسطوانة ثم اغلق الصمام.
- ١٠- كرر الخطوة السابقة بين فترات متباينة كلما إستقر مؤشر مقياس الضغط الواطي.
- ١١- بعد كل دفعية تحسس برودة الخط الراجع وتتأكد من بدء التثليج في الوحدة.



الشكل (١٠)

- ١٢- القيمة الافتراضية لاكمال الشحن هي عند وصول ضغط السحب قيمة (psi 60-65)، لاحظ شكل (١٠).
- ١٣- يستمر بمراقبة عمل المكيف حتى تلاحظ أكمال عملية الشحن.
- ١٤- عند اكتمال عملية الشحن، تأكد من اغلاق صمامات المقاييس والاسطوانة.
- ١٥- أترك الجهاز يعمل، تأكد من ضغوط التشغيل وأنه يعمل بشكل جيد.
- ١٦- أقصص أنبوب الخدمة إن وجد.
- ١٧- إرفع خراطيم المقاييس من الوحدة.

## طريقة الشحن باستخدام الميزان الالكتروني



- ١- نفذ الخطوات السابقة من (١) إلى (٦) لتفريغ وشحن مركب التبريد ، كما في شكل (١١).
- ٢- ضع أسطوانة الشحن على الميزان الالكتروني.
- ٣- صفر الميزان، وأبدأ بعمية الشحن.
- ٤- شغل الوحدة.
- ٥- كرر عملية الشحن على شكل دفعات متقطعة.
- ٦- راقب عمل الجهاز وشاشة الميزان الالكتروني.
- ٧- كرر العملية حتى تصل الى كمية الشحنة المطلوبة بالضبط.
- ٨- عند اكتمال عملية الشحن، اغلق صمام الاسطوانة.
- ٩- أقرص انبوب الخدمة ان وجد.
- ١٠- أرفع خراطيم المقاييس من الوحدة.
- ١١- اعد العدد والأدوات ونظف موقع عملك.

انتبه

عند شحن موائع خلائط الزيوتربوك المكونة من مائعين مثل (R-410A)، يجب شحن المائع بحالة سائل وعدم الشحن الجهاز بحالة البخار لأن ذلك يسبب في نفاذ كمية أحد الخلائط الأقل كثافة على حساب النوع الآخر مما يؤدي إلى عدم تكافؤ في النسبة المقرر شحنها للجهاز وبالتالي تؤثر على كفاءة أداء الجهاز إضافة إلى عدم تساوي النسب في المائع المتبقى أسطوانة الشحن.

ومن أجل شحن المائع بحالة سائل اقلب الأسطوانة لحظة بداية عملية الشحن وحتى نهايتها.

## Self – check \ 2-4

س ١ - أستنتاج الاجابة المناسبة من العمود (ب) لملأ الفراغات في العمود (أ):

العمود / ب	العمود / أ
 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• مكيف هواء (سبلت يوتن) 1.5 طن:</li> <li>◦ نوع مائع التثليج = .....</li> <li>◦ كمية شحنة مائع التثليج = .....</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• مكيف هواء (سبلت يوتن) 2 طن يعمل طبيعي:</li> <li>◦ انجماد خط السحب يعني = .....</li> <li>◦ علاج هذه الحالة = .....</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ربط فاكيوم لتفريغ وحدة تكييف:</li> <li>◦ الزمن اللازم للتفرغ كحد أدنى = .....</li> <li>◦ ضغط التفريغ المطلوب = .....</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• مكيف هواء تبريد ضعيف ولكن عدد قليل من أنابيب المبخر مغطاة بالثلج تماماً:</li> <li>◦ انجماد بعض الأنابيب يعني = .....</li> <li>◦ سبب هذه الحالة = .....</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ربط فاكيوم واسطوانة مائع على ميزان عبر مقاييس ضغط الى وحدة تكييف:</li> <li>◦ فائدة الميزان = .....</li> <li>◦ فائدة الاسطوانة = .....</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• جهاز تكييف تم شحنه حديثا، ظهرت فيه حالة توقف التثليج بشكل مفاجئ مع انجماد الانبوب الشعري:</li> <li>◦ التوقف المفاجئ للتبريد مع استمرار عمل الضاغط = .....</li> <li>◦ انجماد الانبوب الشعري = .....</li> <li>◦ السبب الرئيسي لهذه الحالة = .....</li> </ul>

ج ١:

• **الحالة الاولى:** نوع مائع التثليج = R-22، كمية الشحنة = 0.760 غرام.

• **الحالة الثانية:** زيادة في الشحنة، العلاج هو تقليلها.

• **الحالة الثالثة:** نصف ساعة، ضغط القرص 30 in Hg.

• **الحالة الرابعة:** نقص شحنة في المبخر.

سبب ذلك احتمال مما يلي:

شحنة قليلة.

وجود تسرب في مائع التثليج.

وجود انسداد.

• **الحالة الخامسة:** تحديد كمية شحنة مائع التثليج المطلوبة، شحن مائع التثليج.

• **الحالة السادسة:** وجود انسداد بانابيب الدورة، يعني ان الانسداد في نهاية الانبوب الشعري، وجود رطوبة في الدورة والتقرير لم يكن جيدا، يجب اعادة عملية التقرير والشحن.

## الأهداف

بعد إكمالك لهذا النشاط ستصبح قادرًا على:

- ١- اختيار مائع التثليج المناسب حسب لوحة بيانات وحدة التكييف.
- ٢- التأكد من تفريغ المنظومة وفق التعليمات وشروط البيئة والسلامة المهنية.
- ٣- شحن المنظومة بمائع التثليج حسب التوصيات الموضحة في لوحة البيانات.

## قائمة بالأجهزة والمعدات والمواد المستخدمة

الكمية	المواد الأولية
١	قطعة قماش تنظيف

الكمية	العدد والأدوات
١	مقاييس الضغط
٥	خراطيم مقاييس
	حقيبة العدد اليدوية

الأجهزة والمعدات
مضخة التفريغ
نموذج وحدة تكييف

## خطوات النشاط



الشكل (١)

- ١- حضر مضخة التفريغ (الفاكيوم) ومقاييس الضغط، كما في الشكل (١).



الشكل (٢)

- ٢- ركب خراطيم مقاييس الضغط على لف الخدمة وعلى الفاكيوم، كما موضح في الشكل (٢).



الشكل (٣)

- ٣- افتح صمام الضغط الواطي لمقاييس الضغط وشغل الفاكيوم لفراغ المنظومة ولمدة ٣٠ دقيقة حتى ضغط تفريغ (30 inHg)، كما في الشكل (٣).

٤- اغلق صمام الضغط الواطئ وأطفئ الفاكبيوم مباشرة، كما في الشكل (٤).



الشكل (٤)

٥- حول الخرطوم الوسطية لقياس الضغط من مضخة التفريغ إلى إسطوانة شحن المائع، كما في الأشكال (٥).



الشكل (٥)

٦- اطرد الهواء المحصور بخرطوم الخدمة الاصفر.

٧- أفتح صمام القبينة وصمام الضغط الواطئ، للبدء بشحن الجهاز، كما في الشكل (٦).



الشكل (٦)

٨- أغلق صمام إسطوانة مائع التثليج.



الشكل (٧)

٩- شغل المنظومة على وضع (Cool)، وأختار سرعة مروحة ودرجة حرارة مناسبة، كما في الشكل (٧).



الشكل (٨) مراقبة عملية الشحن

١٠- كرر الشحن بدفعتات متقطعة وراقب مقياس الضغط الواطئ، كما في الشكل (٨).

١١- توقف عن الشحن حتى وصول المقياس الى قيمة (60-65 psi)،  
كما في الشكل (٩).



الشكل (٩) مراقبة مقياس الضغط الواطي

١٢- اغلق الصمامات وارفع الخراطيم بعد التأكد من عمل الجهاز بشكل جيد.

١٣- أعد العدد والأدوات الى مكانها.

١٤- نظف ورتب مكان العمل.

قبل أن تخبر المدرب بإكمال النشاط ... قيم نفسك من خلال الإجابة على الأسئلة التالية:

كلا	نعم	هل قمت بـ	
		تطبيق اجراءات الصحة والسلامة المهنية؟	١
		تحضير العدد والادوات والمواد؟	٢
		تركيب خرطوم الضغط الواطئ على الاسطوانة؟	٣
		طرد الهواء من المنظومة؟	٤
		شحن المنظومة؟	٥
		تشغيل المنظومة؟	٦
		مراقبة عمل المنظومة؟	٧
		اكمال عملية الشحن؟	٨
		تنظيف موقع العمل؟	٩
		خزن العدد والادوات في مكانها المناسب؟	١٠
يجب أن يكون إجابة مستوى الأداء لجميع الفقرات (نعم) وفي حالة إلإجابة بـ (كلا) يجب إعادة التدريب مرة أخرى على هذه المهارة لغاية إتقانها.			

## الأهداف

بعد إكمالك لهذا النشاط ستصبح قادرًا على:

- ١- التعامل السليم مع الأجهزة التي تعمل بالموائع القابلة للاشتعال.
- ٢- تفريغ المائع R-600a من جهاز التثليج وفق الممارسات السليمة للبيئة والصحة والسلامة.
- ٣- شحن المنظومة بمائع التثليج حسب التوصيات الموضحة في لوحة البيانات.
- ٤- استخدام الطرق الحديثة في توصيل الانابيب بدون لحام.

## قائمة بالأجهزة والمعدات والمواد المستخدمة

الكمية	المواد الأولية	الكمية	العدد والأدوات	الكمية	الأجهزة والمعدات
١	قطعة قماش تنظيف	١	مقاييس الضغط	١	مضخة التفريغ
١	علبة المائع R-600a	١	صوندة تفريغ ٥ متر	١	نموذج جهاز تثليج
١	توصيات مختلفة	١	عدة كبس صديقة للبيئة	١	ميزان شحن

## خطوات النشاط

- ١- حضر الجهاز والأدوات المناسبة للعمل، كما في الشكل (١).



الشكل (١)



الشكل (٢)

- ٢- تأكد من ان نوع المائع R-600a على الضاغط، كما في الشكل (٢).



الشكل (٣)

- ٣- اثقب الفلتر باستخدام قارصة الولف الثاقب ثم ركب صوندة التفريغ عليها، كما في الشكل (٣).

٤- فرغ المائع (R-600a) خارج فضاء موقع العمل تماماً من خلال فتح صمام الولف الثاقب ، كما في الشكل (٤).



الشكل (٤)



الشكل (٥)

٥- نظف سطح الانابيب المراد توصيلها جيدا، كما في الشكل (٥).



الشكل (٦)

٦- اقطع انابيب الضاغط من منطقة مناسبة، كما في الشكل (٦).



الشكل (٧)

٧- اقطع الانابيب المتصلة بالفلتر، كما في الشكل (٧).



الشكل (٨)

٨- تركيب التوصيلة على الانبوب باستخدام مادة التهيئة، كما في الشكل (٨).

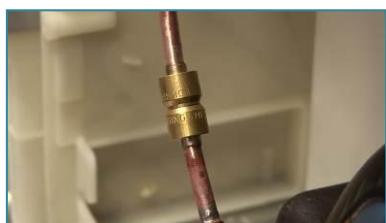


الشكل (٩)

٩- اكبس التوصيلة حتى الاغلاق التام على الانبوب، كما في الشكل (٩).



لاحظ



الشكل (١٠)

يتم تكرار عملية الكبس حتى يتم الاغلاق التام على الانبوب، كما في الشكل (١٠).



الشكل (١١)

١٠- ركب توصيلة الفلتر واكبس التوصيلة على أنبوبة المكثف باستخدام مادة التهيئة، كما في الشكل (١١).



الشكل (١٢)

١١- ركب توصيلة الانبوب الشعري واكبس التوصيلة على انبوة الفلتر، كما في الشكل (١٢).



الشكل (١٣)

١٢- تركيب توصيلة الخدمة على الانبوب، كما في الشكل (١٣).



الشكاوى

١٣- تركيب خرطوم التفريغ على توصيلة الخدمة لتفريغ المنظومة،  
كما في الشكل (١٤).



الشكل (١٥)



٦٣

يتم تفريغ المنظومة لمدة ٣٠ دقيقة ، كما في الشكل . (١٥)

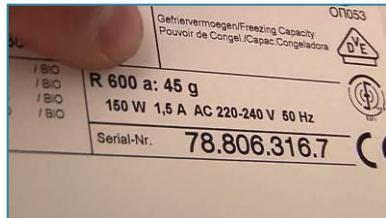
١٤- ركب أسطوانة الشحن على الميزان وابدا عملية الشحن، كما في الشكل (١٦).



الشكل (١٦)

لاحظ

تأكد من كمية الشحنة المطلوبة للشحن من خلال العلامة الموجودة في الجهاز، كما في الشكل (١٧).



الشكل (١٧)

١٥- استمر بضخ الماء للثلاجة حتى تصل إلى وزن الشحنة المطلوب ثم اغلق الصمام وشغل الجهاز، كما في الشكل (١٨).



الشكل (١٨) غلق صمام المقاييس

١٦- تشغيل الجهاز وفحص التبريد، كما في الشكل (١٩).



الشكل (١٩)

١٧- اقرص أنبوب الخدمة وركب توصيلة القرص، كما في الشكل (٢٠).



الشكل (٢٠)

١٨- فتش عن التسرب في مناطق الربط باستخدام رغوة الصابون، كما في الشكل (٢١).



الشكل (٢١)

١٩- أعد العدد والأدوات إلى مكانها.  
٢٠- نظف ورتب مكان العمل.

قبل أن تخبر المدرب بإكمال النشاط ... قيم نفسك من خلال الإجابة على الأسئلة التالية:

كلا	نعم	هل قمت بـ	
		تطبيق اجراءات الصحة والسلامة المهنية؟	١
		تحضير العدد والادوات والأجهزة؟	٢
		التأكد من مواصفات المائع؟	٣
		تركيب القارصنة ذات الولف الثاقب؟	٤
		طرد المائع خارج فضاء موقع العمل؟	٥
		قطع الانابيب وتنظيف منطقة كبس التوصيلات؟	٦
		كبس التوصيلات باستخدام العدة المناسبة؟	٧
		شحن المائع باستخدام الميزان؟	٨
		تنظيف موقع العمل؟	٩
		خزن العدد والادوات في مكانها المناسب؟	١٠
يجب أن يكون إجابة مستوى الأداء لجميع الفقرات (نعم) وفي حالة إلإجابة بـ (كلا) يجب إعادة التدريب مرة أخرى على هذه المهارة لغاية إتقانها.			

## الأهداف

بعد إكمالك لهذا النشاط ستصبح قادرًا على:

- ١- التعامل السليم مع الأجهزة التي تعمل بالمواقع القابلة للاشتعال.
- ٢- تفريغ المائع R-600a من جهاز التثليج وفق الممارسات السليمة للبيئة والصحة والسلامة.
- ٣- شحن المنظومة بمائع التثليج R-600a .
- ٤- تغيير الضاغط ولحام الأنابيب وفق الممارسات السليمة.

## قائمة بالأجهزة والمعدات والمواد المستخدمة

الكمية	المواد الأولية
١	قطعة قماش تنظيف
١	اسطوانة R-600a
١	توصيلات أنابيب

الكمية	العدد والأدوات
١	مقاييس الضغط
١	عدة اللحام الغازي
١	عدة العمل

الأجهزة والمعدات
مضخة التفريغ
نموذج جهاز تثليج
ضاغط جديد R-600a

## خطوات النشاط

- ١- افتح التوصيلات الكهربائية من الضاغط، لاحظ الشكل (١).



الشكل (١)



الشكل (٢)

- ٢- ثقب الفلتر باستخدام قارصة الولف الثاقب لتفريغ المائع خارج الموقع، كما في الشكل (٢).



الشكل (٣)

- ٣- اقطع الانبوب الشعري من منطقة اتصاله بالفلتر في نهاية المكثف، كما في الشكل (٣).

٤- افتح الانابيب المتصلة بالضاغط باستخدام شعلة الحام، كما في الشكل (٤).



الشكل (٤)

٥- افتح اتصال الفلتر بالانبوب باستخدام شعلة اللحام، كما في الشكل (٥).



الشكل (٥)

٦- افتح مثبتات الضاغط وارفعه من القاعدة، كما في الشكل (٦).



الشكل (٦)

٧- ركب الضاغط الجديد وتأكد من تثبيته جيدا، كما في الشكل (٧).



الشكل (٧)

٨- إلحم انابيب الضاغط وتأكد من جودة اللحام، كما في الشكل (٨).



الشكل (٨)

٩- ركب والحام انابيب الفلتر، كما في الشكل (٩).



الشكل (٩)

١٠- فرغ المنظومة لمدة (٣٠ دقيقة) بعد تركيب ولف الخدمة الجاهز، كما في الشكل (١٠).



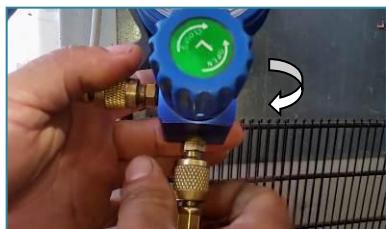
الشكل (١٠)

تذكرة



بعد انتهاء فترة التفريغ، اغلق صمام المقياس واطفى الفاكيم ثم افتح الخرطوم من الفاكيم وركبه على أسطوانة المائع (R-600a). اطرد الهواء المحصور في الخرطوم من خلال فتح صمام الأسطوانة وارضاء صاملة المقياس.

١١- ركب خرطوم الخدمة على أسطوانة المائع واطرد الهواء المحصور فيه، كما في الشكل (١١).



الشكل (١١)

١٢- اشحن بدفعات متقطعة، مع تشغيل الجهاز بعد اول دفعه، كما في الشكل (١٢).



الشكل (١٢)

١٣- افحص درجة حرارة الضاغط ودرجة حرارة المبخر اثناء العمل، كما في الشكل (١٣).



الشكل (١٣)

١٤- ارفع الخرطوم من ولف الخدمة الجاهز بعد انتهاء عملية الشحن.

١٥- أعد العدد والأدوات الى مكانها.

١٦- نظف ورتب مكان العمل.

قبل أن تخبر المدرب بإكمال النشاط ... قيم نفسك من خلال الإجابة على الأسئلة التالية:

كلا	نعم	هل قمت بـ	
		تطبيق اجراءات الصحة والسلامة المهنية؟	١
		تحضير العدد والادوات والأجهزة؟	٢
		التأكد من مواصفات المائع؟	٣
		تركيب القارصنة ذات الولف الثاقب؟	٤
		طرد المائع خارج فضاء موقع العمل؟	٥
		فتح الانابيب من الضاغط؟	٦
		تغيير وتركيب الضاغط؟	٧
		شحن المائع للجهاز؟	٨
		تنظيف موقع العمل؟	٩
		خزن العدد والادوات في مكانها المناسب؟	١٠
يجب أن يكون إجابة مستوى الأداء لجميع الفقرات (نعم) وفي حالة إلإجابة بـ (كلا) يجب إعادة التدريب مرة أخرى على هذه المهارة لغاية إتقانها.			

## الأهداف

بعد إكمالك لورقة العمل هذه ستصبح قادرًا على:

- ١- تفكيك وتجميع الوحدة الخارجية.
- ٢- استبدال صمام الخدمة (خط السائل) ولحام إنبوبة الصمام.
- ٣- شحن وحدة التكييف بمائع التثليج.
- ٤- تشغيل ومراقبة وفحص تيار وحدة التكييف.

## قائمة بالأجهزة والمعدات والمواد المستخدمة

الكمية	المواد الأولية	الكمية	العدد والأدوات	الكمية	الأجهزة والمعدات
١	قطعة قماش تنظيف	١	مقاييس الضغط	١	مضخة التفريغ
١	اسلاك لحام	٥	خراطيم مقاييس	١	نمزوج وحدة تكييف
١ علبة	مساعد لحام		حقيقة العدد اليدوية	١	جهاز اللحام الغازى
		١	مفك كهربائي	١	ميزان الشحن
				١	جهاز كشف التسرب

تأمل



اثناء الكشف الموقعي على سبلت يونت ١.٥ طن حار بارد في منزل زبون تبين ما يلي:

- تبريد هواء الوحدة ضعيف جداً.

- درجة حرارة الخط الراجع غير بارد.

- نضوح زيت وتنفس من صمام الخدمة.

وبعد التأكد تبين ان الوحدة بحاجة الى إستبدال صمام جديد ومن ثم تفريغها وشحنها بمركب التبريد (R-22).

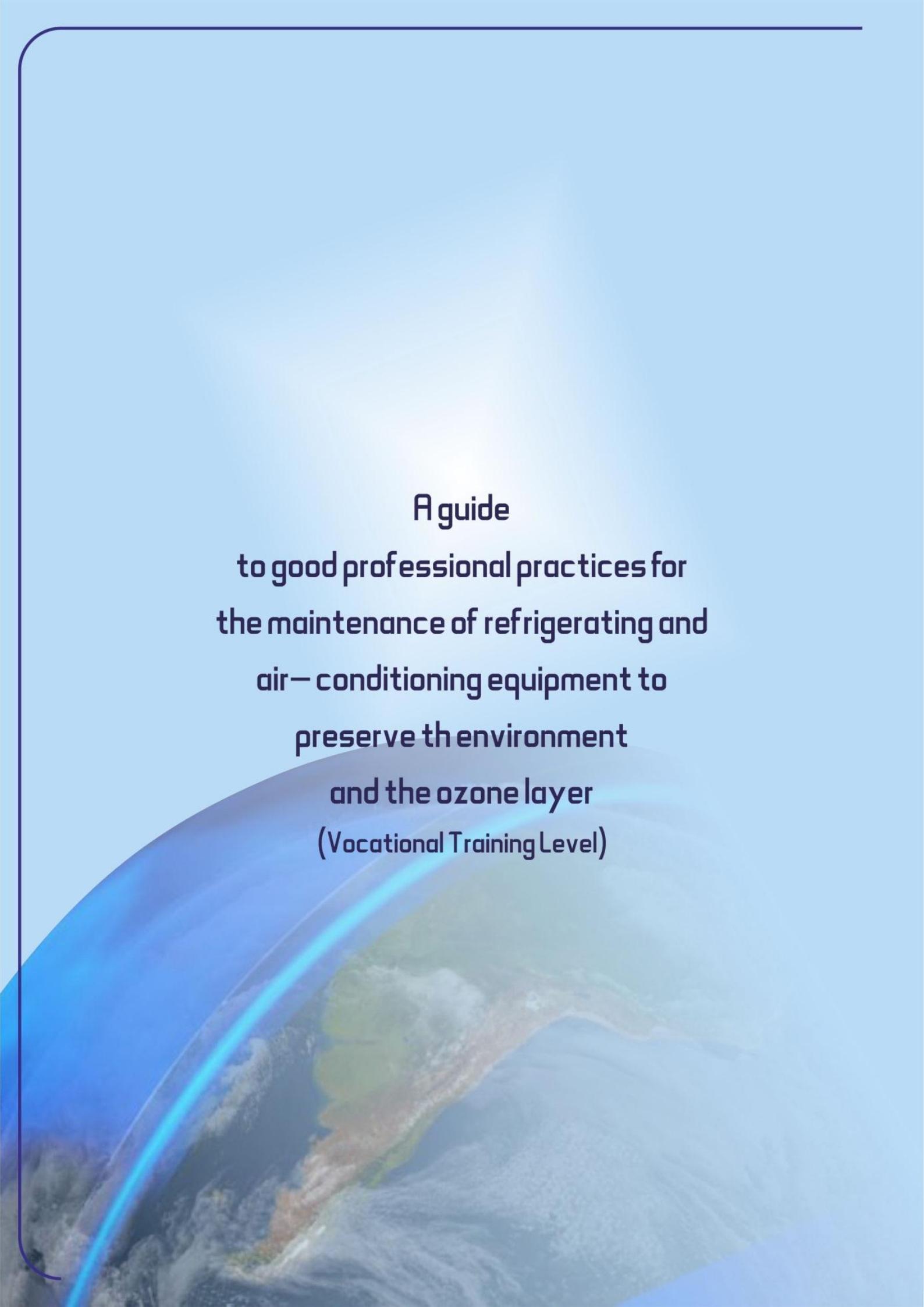
## خطوات النشاط

- ١- ارفع التوصيلات الكهربائية وفك أغطية الوحدة الخارجية.
- ٢- أرفع الصمام العاطل من وحدة التكييف.
- ٣- ركب الصمام الجديد في وحدة التكييف.
- ٤- ركب الأغطية وشد توصيلات الانابيب.
- ٥- اربط الاسلاك الكهربائية.
- ٦- فرغ المنظومة.

- ٧- حضر الميزان الإلكتروني وضع الأسطوانة عليه.
- ٨- أبدء الشحن حتى الوصول إلى الكمية المطلوبة.
- ٩- افحص التيار الكهربائي المسحوب للمنظومة.
- ١٠- ارفع المقاييس واقتصر على الخراطيم.
- ١١- أعد العدد والأدوات إلى مكانها.
- ١٢- نظف ورتب مكان العمل.

قبل أن تخبر المدرب بإكمال النشاط ... قيم نفسك من خلال الإجابة على الأسئلة التالية:

كلا	نعم	هل قمت بـ	
		تطبيق اجراءات الصحة والسلامة المهنية؟	١
		تحضير واستخدام العدد والادوات والمواد؟	٢
		فحص المنظومة؟	٣
		تفكيك وتجميع الاجزاء؟	٤
		استبدال الصمام العاطل؟	٥
		لحام الانابيب؟	٦
		تغريغ المنظومة؟	٧
		شحن المنظومة؟	٨
		تنظيف موقع العمل؟	٩
		خزن العدد والادوات في مكانها المناسب؟	١٠
يجب أن يكون إجابة مستوى الأداء لجميع الفقرات (نعم) وفي حالة إلإجابة بـ (كلا) يجب إعادة التدريب مرة أخرى على هذه المهارة لغاية إتقانها.			



A guide  
to good professional practices for  
the maintenance of refrigerating and  
air-conditioning equipment to  
preserve the environment  
and the ozone layer  
(Vocational Training Level)