إدارة المناهج والكتب المدرسية

التكييف والتبريد

العلوم الصناعية الخاصة والتدريب العملي

الفصل الدراسي الثاني

الصف الحادي عشر

الفرع الصناعي

إعداد

وزارة التربية والتعليم

بالتعاون مع

الوكالة الكورية للتنمية الدولية (KOICA)

والوكالة الألمانية للتعاون الدولي (GIZ)

الناشر

وزارة التربية والتعليم

إدارة المناهج والكتب المدرسية

يسر إدارة المناهج والكتب المدرسية استقبال آرائكم وملاحظاتكم على هذا الكتاب على العناوين الآتية: هاتف: 5-8 / 4617304 فاكس -4637569 ص.ب: (1930) الرمز البريدي: 11118

أو على البريد الإلكتروني: VocSubjects.Division@moe.gov.jo :Email

قررت وزارة التربية والتعليم تدريس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بناءً على قرار مجلس التربية والتعليم رقم (2020/8)، تاريخ 2020/2/11، بدءًا من العام الدراسي 2021/2020م.

حقوق الطبع جميعها محفوظة لوزارة التربية والتعليم

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2020 / 7 / 2369)
ISBN: 978-995-78-49-610

اللجنة الضابطة لتأليف هذا الكتاب

د.محمد سلمان كنانة	د.أسامة كامل جرادات
د.زايد حسن عكور	د.زبيدة حسن أبو شويمة
م.حمد عزات أحمرو	م.باسل محمود غضية
م.عبد الناصر سعيد حماد	بكر صالح عليان
م.عبد المجيد حسين أبو هنيه	م.حماد محمد أبو الرشتة

التحرير العلمي: م. عبد المجيد حسين أبو هنيه
التحرير اللغوي: د. خليل إبراهيم القعيسي
التحرير الفني: نرمين داود العزة
التصميم: فخري موسى الشبول
الإنتاج: د.عبد الرحمن سليمان أبو صيعليك

دقق الطباعة وراجعها: م.ثامر سامي الحلايبة

الطبعة الأولى
أعيدت طباعته

1441هـ/ 2020م
2021 - 2022م

منهاجي
متعة التعليم الهادف

قائمة المحتويات

الفصل الدراسي الثاني

الوحدة الخامسة: وسائط التبريد وعمليتا التفريغ والشحن

الموضوع	الصفحة
وسائط التبريد	9
التمرين العملي (5-1): تنظيف دورة التبريد بغاز النيتروجين، وفحص التسريب	35
التمرين العملي (5-2): تفريغ دورة التبريد وشحنها بوسيط التبريد	38
التمرين العملي (5-3): فحص وسيط التبريد وتحديد نوعه بجهاز فحص العينات.	44
التمرين العملي (5-4): اكتشاف تسرب وسيط التبريد	47
التمرين العملي (5-5): سحب وسيط التبريد من وحدة التبريد بجهاز التدوير RECOVERY	49

الوحدة السادسة: أجهزة التبريد المنزلية

أولًا: الثلاجة المنزلية	59
ثانيًا: الثلاجة المنزلية البسيطة ذات البابين	75
ثالثًا: المجمدة (الفريزر) ذات دورة التبريد البسيط	75
رابعًا: مبردات الماء	76

منهاجي
منصة التعليم الهادف

خامسًا: أعطال الثلاجة الكهربائية المنزلية	80
التمرين العملي (6-1): فك مكونات الدارة الكهربائية في الثلاجة المنزلية (DEFROST) وفحصها وتركيبها	91
التمرين العملي (6-2): تنفيذ الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية (DE-FROST)	107
التمرين العملي (6-3): فك مكونات الدارة الكهربائية في الثلاجة المنزلية (NOFROST) وفحصها وتركيبها	110
التمرين العملي (6-4): تنفيذ الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية (NOFROST)	117
التمرين العملي (6-5): شحن دورة التبريد لمبرد الماء بوسيط التبريد	122
الوحدة السابعة: أجهزة التبريد التجاري	
أولاً: الدارات الميكانيكية لأنظمة التبريد التجاري وملحقاتها	129
ثانيًا: أجهزة التحكم الكهربائية، والكهروميكانيكية، والإلكترونية المستخدمة في أنظمة التبريد التجاري	147
التمرين العملي (7-1): استبدال صمّام التمدد الحراري الخاص بوحدة التبريد	160
التمرين العملي (7-2): فحص صمّام التمدد الحراري خارج دورة التبريد	164
التمرين العملي (7-3): معايرة شحنة وسيط التبريد لدورة التبريد بزجاجة الرؤية.	168

منهاجي
متعة التعليم الهادف

التمرين العملي(7-4): فحص المؤقت الزمني نظام 24 ساعة، وتركيبه ومعايرته.	170
التمرين العملي(7-5): فحص قاطع الضغط العالي، وتركيبه ومعايرته.	173
التمرين العملي(7-6): فحص قاطع الضغط المنخفض وتركيبه ومعايرته.	176
التمرين العملي(7-7): فحص قاطع ضغط الزيت، وتركيبه ومعايرته.	180
مسرد المصطلحات	185
قائمة المراجع	200

الوحدة الخامسة 5

وسائط التبريد وعمليتا التفريغ والشحن

انظر.. وتساءل

اقرأ وتعلم

استكشف

الإثراء.. والتوسع

القياس والتقويم

الخرائط المفاهيمية

النتاجات

يتوقع منك بعد دراستك هذا الدرس أن:

- تتعرف خصائص وسائط التبريد، وتأثيرها في البيئة، والكشف عن تسربها، وعمليات الشحن والتفريغ والاسترجاع.
- تذكر أهم أنواع وسائط التبريد.

شروط السلامة المهنية

- تطبيق شروط السلامة المهنية وقوانينها.
- تطبيق الإجراءات والممارسات المرتبطة بحماية البيئة.
- العمل مع المدرب والزملاء بروح الفريق الواحد.

انظر.. وتساءل

- انظر إلى أسطوانات وسائط التبريد في الصورة، واسأل عن الفروق بينها، وعن دلالات الألوان وعن دلالات الأرقام، المختلفة.

لابد أنك لاحظت أن كل نوع من أنواع وسائط التبريد له أسطوانة لها لون ورقم خاص لتناسب نوعًا محددًا من أنظمة التبريد.

استكشف

تعرف مفهوم وسائط التبريد

لو كان لديك ثلاجة منزلية، وأردت معرفة نوع وسيط التبريد الذي تعمل بواسطته، كيف يمكنك معرفة ذلك، وبماذا يختلف وسيط تبريدها عن وسائط التبريد للمكيفات وأنظمة التبريد الأخرى، وما أهميته؟

لعلك لاحظت أن عملية التبريد تعتمد بصورة كبيرة على وسيط التبريد، وأنه لابد من وجود مواصفات خاصة له تجعله مناسبًا دورة التبريد، ستتعرف عبْر فقرة (اقرأ وتعلّم) إجابات أسئلتك واستفساراتك.

اقرأ وتعلم

أولًا: وسائط التبريد Refrigerants

يعرف وسيط التبريد هو المادة التي تعمل داخل دورة التبريد؛ لتنجز الدورة مهمة التبريد المطلوبة، إذ يعمل وسيط التبريد على نقل الحرارة غير المرغوب فيها من حيز التبريد إلى خارج دورة التبريد والتخلص منها، وقد استعملت أنظمة التبريد في الماضي غاز النشادر (الأمونيا) الذي يعد أحد الغازات السامة، ثم اكتُشفت بعد ذلك مُركّبات الكلوروفلوروكربون (CFCs)، وهي غازات غير سامة، حلت محل غاز الأمونيا بسرعة كبيرة، وعلى الرغم من أن هذه الغازات غير سامة، إلا أنها تشكل خطرًا على البيئة، حيث تتراكم في طبقة الستراتوسفير (الغلاف الجوي العلوي)، فتتسبب في تدمير طبقة الأوزون التي تحمي الأرض، وتعرف طبقة الأوزون أنها: طبقة من غاز الأوزون (O_3) سُمْكها بين (2-3) ملم فقط، تمتص الأشعة فوق البنفسجية الضارة القادمة من الشمس وتمنعها من الوصول إلى بيئة الأرض، والنباتات، والحيوانات، والإنسان؛ نتيجة لذلك أعيد استعمال غاز النشادر من جديد. وقد أقر المجتمع الدولي إتفاقية فينا لحماية طبقة الأوزون عام (1985)، ثم وُقع بروتوكول مونتريال عام 1978 الذي ينص على تخفيض إنتاج المواد الضارّة بطبقة الأوزون، وإيقاف إنتاجها تدريجيًّا واستحداث بدائل صديقة للبيئة، ومنذ توقيع اتفاقية مونتريال، مازال العلماء يجرون الأبحاث والتجارب لإيجاد بدائل آمنة وصديقة للبيئة، وتوصلوا في بادئ الأمر إلى إضافة الهيدروجين إلى مركبات الكلوروفلوروكربون (CFCs) لتصبح تركيبتها الجديدة (HCFCs)؛ لتسهيل تفكك ذراتها قبل وصولها إلى الغلاف الجوي، وقد تبيّن أن تأثيرها أقل خطرًا من (CFCs)، ومن ثَمَّ، اتجه العلماء إلى تطويرها، ثم استبدلوا بها موائع لا تؤثر في طبقة الأوزون تسمى غازات صديقة للبيئة، وهي الموائع الهيدروفلوروكربونية ورمزها الكيميائي (HFCs).

وفي إطار البرنامج الأردني للإسهام في حماية طبقة الأوزون، نُفذت البرامج التدريبية لخطة إدارة غازات التبريد الضّارة بطبقة الأوزون، المستخدمة في قطاع صيانة أجهزة التبريد والتكييف وإصلاحها، وزُودت مراكز الصيانة وورش التبريد وتكييف الهواء بأجهزة تدوير وإعادة استعمال غازات التبريد بعد اجتياز دورة تدريبية خاصة في مجال استرداد تدوير غازات التبريد وإعادة تدويرها. وعُقدت برامج تدريبية عدة على استعمال أجهزة تدوير غازات التبريد وإعادة تدويرها مجانًا، وهي موزعة بين القطاعين الحكومي والخاص، وتشمل مناطق الأردن جميعها.

وسائط التبريد الهيدروفلوروكربونية (HFCs)

هي وسائط للتبريد بديلة عن الموائع الكلوروفلوروكربونية (CFCs) الضارة بطبقة الأوزون، وهي مركبات كيميائية تحتوي الكربون في تركيبها، والهيدروجين، والفلور، ولا تتضمن عنصر الكلور الذي يستنزف الأوزون في الغلاف الجوي، لذا؛ تعدّ وسائط التبريد الهيدروفلوروكربونية صديقة للبيئة، ومن الأمثلة عليها غاز الفريون (R-134a).

1- تطوّر وسائط التبريد

تطورت وسائط التبريد عبر الأزمنة لتناسب التطورات التكنولوجية في علم التبريد، من أشهرها الأنواع الآتية:

أ- **الهـواء (Air)**: استُعمل وسيط تبريد في نظام التبريد الهوائي في السفن التجارية سابقًا، وما يزال يستخدم في الطائرات.

ب- **المـاء (Water)**: استعمل في أنظمة التبريد منذ القدم في المصانع والمستشفيات، وفي دورات التبريد الامتصاصية (ماء + بروميد الليثيوم).

جـ- **ثاني أكسيد الكربون (Carbon dioxide)**: استعمل وسيط تبريد في النظام التبريد الانضغاطي للسفن والمسارح في أوروبا، وحاليًّا، يستخدم لإنتاج الثلج الجاف، وهو غاز عديم الرائحة، وغير سام، وغير قابل للاشتعال والانفجار، ولا يذيب الزيوت ولا يصيب المعادن بالصدأ، لكن وجود الهواء والماء معًا، يعمل على تآكل الحديد والنحاس.

د- **ثاني أكسيد الكبريت (Sulpher dioxide)**: في الماضي استُعمل في الثلاجات المنزلية والتجارية، وثاني أكسيد الكبريت غاز سام جدًّا، لكنه غير قابل للانفجار، ولا يذيب الزيوت، ولا يصيب المعادن بالصدأ، لكن وجود بخار الماء يعمل على تآكل الزنك وسبائك الألمونيوم.

هـ- **الأمونيـا (النشادر) Ammonia**: يعد غاز الأمونيا غازًا سامًّا وخانقًا وقابلًا للانفجار، وبسبب ذلك لا يستخدم في الثلاجات المنزلية، والتجارية، لكنه يستخدم في المجالات الصناعية والتجارية مثل مصانع الثلج، ومخازن التبريد؛ لأن من مزايا الأمونيا أنها لا تؤثر في البيئة، وذات طاقة كبيرة كامنة للتبخير، ولها ضغط متوسط عند التكثيف، وهي متوافرة، ورخيصة الثمن.

و- **الكلوروفلورو كربون (CFC)**: ومن أشهرها غاز الفريون (Freon) حيث بدأ إنتاج الفريون في عام 1920، ثم صار من أكثر وسائط البريد انتشارًا؛ لأن أداءه جيد وهو غير سام وغير قابل للاشتعال، أو الانفجار، ويعدّ أكثر أمانًا من وسائط التبريد الأولية الأخرى (الأمونيا، ثاني أكسيد الكربون، ثاني أكسيد الكبريت وكلوريد الميثيل) إلا أنه ظهر في ما بعد أثره الضار في الغلاف الجوي (طبقة الأوزون)، ما أدى إلى تطوير أنواع جديدة منه ليصبح صديقًا للبيئة.

2- خصائص وسائط التبريد المثالية

يجب معرفة خصائص وسائط التبريد لاختيار وسيط التبريد المناسب، ومن أهم الخصائص التي يجب توافرها في وسيط التبريد المناسب ما يأتي:

أ- الخصائص الكيميائية لوسائط التبريد

1. **السمّية (Toxicity)**: ألا يكون وسيط التبريد سامًّا للإنسان والحيوان، إلا أن بعض هذه الوسائط سامة ويجب تجنب حدوث تسرب في أنظمة التبريد التي تعمل بوسيط تبريد سام مثل الأمونيا(NH_3)، إن معظم وسائط التبريد ليست سامة ولكن تسرب كميات كبيرة منها في حيز مغلق يسبب الاختناق.
2. **قابلية الاشتعال والانفجار (Flammability)**: يفضل أن يكون وسيط التبريد خاملًا كيميائيًّا؛ بحيث لا يتفاعل مع الهواء والزيت والمعادن، وغير قابل للاشتعال والانفجار، ولكن بعض وسائط التبريد الهيدروكربونية لديها قابلية كبيرة للاحتراق والانفجار خصوصًا بوجود الأوكسجين الكافي، مثل الإيثان (R-171)، والبيوتان (R-600)، والبروبان (R-290)؛ لذلك لا يُسمح باستعمالها وسائط تبريد إلا في حالات خاصة وظروف شديدة الاحتياطات، لذا؛ يجب تجنب صيانتها قرب أي مصدر لهب.
3. خصائصه صديقة للبيئة ولا تؤثّر في طبقة الأوزون عند إطلاقها إلى الجو، مثل غاز (R-132a).

ب- خصائص الديناميكا الحرارية لوسائط التبريد

1. **ضغط التبخير (Evaporation pressure)**: يفضل أن يكون ضغط التبخير أكبر من الضغط الجوى؛ منعًا لدخول الهواء الجوي وحدة التبريد.
2. **ضغط التكثيف (Condensation pressure)**: يفضل أن يكون ضغط التكثيف متوسطًا؛ لتقليل كلفة تصنيع المكثف وذلك بتقليل سُمك الأنابيب، ما يؤدي إلى تخفيف وزن المكثف وكلفته.
3. **درجة التجمد (Freezing Temperature)**: يجب أن تكون درجة حرارة التجمد لوسيط التبريد أقل من درجة التبخير الدنيا المطلوب تحقيقها بالمبخر.
4. **درجة الغليان (Boiling Temperature)**: يفضل أن تكون درجة الغليان متدنية؛ لأن ذلك يؤدي إلى إمكانية الوصول إلى درجات تبريد منخفضة.
5. **درجة الحرارة الحرجة (Critical temperature)**: يجب أن تكون درجة الحرارة الحرجة لوسيط التبريد أكبر بكثير من درجة حرارة التكثيف المحتملة، التى تتوقف قيمتها بناء على درجة حرارة الهواء الخارجي.
6. **الحجم النوعي (Specific volume)**: يفضل أن يكون الحجم النوعي لبخار وسيط التبريد صغيرًا لزيادة سعة الضاغط، وخفض إزاحة المكبس، واستعمال وحدات صغيرة.
7. **الطاقة الكامنة للتبخير (Latent heat of evaporation)**: يفضل أن تكون الطاقة الكامنة لتبخير وسائط التبريد كبيرة؛ لزيادة التأثير التبريدي لكل كيلو جرام من وسيط التبريد، وعليه، خفض القدرة اللازمة لسريانه لنفس سعة التبريد.
8. **التأثير التبريدي (Refrigeration Effect)**: مع أن حرارة التبخير الكامنة لوسيط التبريد من الخصائص المهمة جدًّا، إلا أنها تأخذ معنًى أكثر وضوحًا عند تحولّها إلى (التأثير التبريدي)، حيث إن التأثير التبريدي هو الأثر الحقيقي لوسيط التبريد، وهو كمّية الحرارة التي يمتصها سائل التبريد عندما يتبخّر في المبخّر، ما ينتج منه التبريد المفيد.

جـ- الخصائص الفيزيائية لوسائط التبريد

1. **قابلية الامتزاج بالزيت أو إذابة الزيت (Oil misciplity)**: يفضل أن يكون وسيط التبريد غير قابل لتذويب الزيت داخله؛ ليسهل فصله بعد عملية الانضغاط، ثم إعادته إلى الضاغط، وللحفاظ على خصيصة التأثير التبريدي لوسيط التبريد، إلا أنه من حسنات خصيصة الامتزاج بالزيت تسهيل تزييت القطع المتحرّكة في نظام التبريد.
2. **قابلية الامتزاج ببخار الماء (Water vapor)**: يفضل عدم وجود بخار الماء حرًّا داخل التركيب الكيميائي لوسائط التبريد؛ لأن تجمد بخار الماء يؤدى إلى انسداد الأماكن الضيقة مثل الأنبوبة الشعرية وصمام التمدد.
3. **اللزوجة (Viscosity)**: يفضل أن تكون لزوجة وسائط التبريد قليلة؛ لتسهيل مروره، وخفض فاقد الضغط عبْر الأنابيب.
4. **معامل انتقال الحرارة (Heat transfer coefficient)**: يفضل أن يكون معامل انتقال الحرارة كبير؛ لتحسين أداء المبخرات والمكثفات وخفض أبعادها أخيرًا.
5. **المتانة الكهربائية (Dielectric strength)**: يفضل أن تكون وسائط التبريد غير موصلة للكهرباء، خاصة مع الضواغط محكمة القفل، حيث يكاد وسيط التبريد يلامس ملفات المحرك الكهربائي مباشرة.

3- الخلائط الخاصة بوسائط التبريد

أ- **الخلائط الأزيوتروبيكية (Azeotropic mixtures)**: خليط من مائعي تبريد أو أكثر، لكل مائع منها درجة حرارة غليان خاصة به تختلف عن غيره، بحيث يكون للخليط درجة غليان جديدة ومختلفة عن كل الموائع التي تكوّن منها، ومن الأمثلة على هذه الخلائط وسيط التبريد (R-502) الذي يتكون من (R-22) بنسبة 48،8%، و (R115) بنسبة 51،2%.

ب- **الخلائط الزيوتروبيكية (Zeotropic mixtures)**: يتكون الخليط الزيوتروبيكي أيضًا من مائعي تبريد أو أكثر، لكن درجة غليان الخليط تقع بين درجات غليان مكوناته الأصلية، وعند غليان الخليط أو تكثّفه يتغير تكوين السائل والبخار بما يتوافق مع درجات حرارة مكوناته، ومن أشهر الأمثلة على خلائط زيو تروبيكية وسيط التبريد R–404، ووسيط التبريد R–407، يوصى بألا يحضر الفنيون أي نوع من الخلائط الزيوتروبيكية أو الأزيوتروبيكية، بغض النظر عن خبراتهم أو كفاءتهم؛ لتجنب الأخطاء الناتجة من تعقيدات الخلائط. عمومًا، فإن الخلائط الأزيوتروبيكية مرقمة ترقيمًا تسلسليًّا بدءًا من الرقم 500، وأما الخلائط الزيوتروبيكية، فتأخذ الأرقام تسلسلية تبدأ من الرقم 400، وفقًا لجمعية ASHRAE.

4- الأنواع الشائعة لوسائط التبريد

أ- **فريون (R - 11)**: هو وسيط تبريد كلوروفلوروكربون رمزه الكيميائي ($CFCL_3$)، غير قابل للاشتعال، وغير قابل للانفجار، يستخدم مذيبًا أو وسيط تبريد مع بعض أنواع ضواغط الطرد المركزي، ولتكييف هواء المصانع؛ نظرًا لانخفاض ضغطه الفعال ولكبر إزاحة الضاغط المطلوبة، لكنه ضار بطبقة الأوزون، لذا؛ حُظر تصنيعه في البلدان المتقدمة عام 1996، وفي البلدان النامية في عام 2010، يبين الشكل (5-1) شكل أسطوانة فريون (R-11).

الشكل (5-1): فريون (R-11).

ب- **فريون (R - 12)**: هو وسيط تبريد كلوروفلوروكربون رمزه الكيميائي ($CL_2\ CF_2$). درجة غليانه عند الضغط الجوي هي – 29.8°م، لذا؛ يستخدم للحصول على درجات الحرارة المتوسطة في الثلاجات المنزلية والتجارية.

لون أسطوانته أبيض، يستخدم في المكيّفات كبيرة السعة، ووسائل النقل، وهو غير سام، وغير قابل للاشتعال أو الانفجار، لكنه ينتج غازًا سامًّا إذا عُرّض للهب، وهو ضارّ بالبيئة وبطبقة الأوزون، لذا؛ حُظر تصنيعه في البلدان المتقدمة والبلدان النامية كذلك. يبين الشكل (5-2) شكل أسطوانة فريون (R-12).

الشكل (5-2): فريون (R-12).

جـ- فريـون (R-22): هـو وسيـط تبريـد هيدروكلوروفلوروكربـون رمـزه الكيميائـي ($CL\,CHF_2$): خواصـه أفضل مـن خواص فريون R-12، ودرجـة غليانه عند الضغط الجوي (-40.80^{o}) سلسيوس، وحجمه النوعي أقل من فريون R-12 عند درجات الحـرارة المنخفضة، لذا؛ استعمل فريـون R-22 للأغراض الصناعيـة ولمخازن التبريد للحصول علـى درجات حرارة منخفضة، لون أسطوانته أخضـر، ويستخدم أيضًا في المكيفـات ذوات السعـة الكبيرة، ووسائل النقل، وهو غير سـام، وغير قابل للاشتعال وغير قابل للانفجار، ولكنه ينتج غازًا سامًّا إذا عُرّض للهب، وهو ضارّ بطبقة الأوزون أقل بكثير من (R-12)، ومن (R-11)، حظر تصنيعه لما له من تأثير ضار جدًّا في البيئة، إذ إنه من الغازات المتسببة في ظاهرة الدفيئة (ظاهرة الاحتباس الحراري)، وله أضعاف قوة ثاني أكسيد الكربون من حيث التسبب بظاهرة الاحتباس الحراري.

ويبين الشكل (5-3) شكل أسطوانة فريول (R-22).

الشكل (5-3): فريون (R-22).

د- **فريون (R-502)**: هو خليط أزيوتروبيكي يتكون من : فريون (R-22) وفريون (R-115) وقد استُحدث فريون (R-502) ليحل محل فريون (R-22) في بعض استعمالات درجات الحرارة المنخفضة مثل مخازن التبريد، وتعدّ مادة (R-50) غير قابلة للاشتعال في درجات الحرارة المحيطة والظروف الجوية، ومع ذلك قد تصبح هذه المادة قابلة للاشتعال عند خلطها بالهواء تحت الضغط وتعرضها لمصادر اشتعال قوية، وقد تتحلل عند تعرضها للهب أو ملامستها الأسطح المعدنية الساخنة جدًّا لإنتاج منتجات سامة ومُؤذية، زُودت الأسطوانات بصمّام أمان يحول دون انفجارها؛ حيث يفرّغ هذا الصمّام المحتويات المعرضة لدرجات حرارة عالية؛ لأن الأسطوانة قد تنفجر إذا سُخِّنت بسبب ارتفاع الضغط الناتج، ويعدّ فريون (R-502) مادة مستنفدة للأوزون ولا يجب إطلاقها في الجو المحيط، كما في الشكل (5-4).

الشكل (5-4): فريون (R-502).

هـ- **فريون (R-134a)**: لون أسطوانته أزرق سماوي وهو مركب هيدروفلوروكربون (HFC hydrofluorocarbon)، ولا يتضمن عنصر الكلور الذي يستنزف الأوزون في الغلاف الجوي ويعدّ صديقًا للبيئة، ورمزه الكيميائي (C_2H_2F4)، يستخدم عوضًا عن (R12)، وهو غاز غير سام، وهو من أكثر وسائط التبريد الحديثة الذي يستخدم في معظم أجهزة التبريد المنزلية والتجارية حديثًا، كما في الشكل (5-5)، ويبين الجدول (5-1) الآتي بعض خصائص فريون (R-134a):

الشكل (5-5): فريون (R-134a).

الجدول (5-1): بعض خصائص فريون R134a.

الخصيصة	قيمة الخصيصة
درجة الحرارة الحرجة	101.1°C
الضغط الحرج	4.05 Mpa
درجة الغليان عند الضغط الجوي	– (26.1°C)
الوزن الجزيئي	102.03

و- **فريون (R-410a)**:هو خليط زيوتروبيك، وهو غاز صديق للبيئة ويعدّ بديلًا عن الفريون R-22، لون أسطوانته وردي، كما في الشكل (5-6).

الشكل (5-6): فريون (R-410a).

ز- **فريون (R-404)**: هوخليط زيوتروبيك مكون من: R-125، وR-143a، وR-134a وهو وسيط تبريد صديق للبيئة، ويعدّ فريون R-404 بديلًا عن الفريونات: (R-22, R-12,R-502) لون أسطوانته برتقالي داكن، ودرجة الغليان (46.6°c–)، كما في الشكل (5-7).

الشكل (5-7): فريون (R-404).

ح- فريون (R-407c):

يبين الشكل (5-8) خليط لفريون (R-407c)

الشكل (5-8): فريون (R-407c).

الخصيصة	قيمة الخصيصة
خليط زيوتروبيك صديق للبيئة، لون أسطوانته برتقالي	R32 (23%) R125 (25%) R134a (52%)
درجة الغليان عند الضغط الجوي	– 43.8 °C

ط- فريـون (R-717): هو الأمونيا (النشـادر)، ورمزه الكيميائي (NH3)، وهو غاز عديم اللـون، شديد السمّيـة، يستخدم وسيط تبريـد لدرجات الحـرارة المتوسطة والمتدنية، وعلـى الرغم من أنه غاز سام ويسبب الاختناق، إلا أنه لا يتسبب في ظاهرة الاحتباس الحراري Global Warming، ولا يؤثر في طبقة الأوزون، كما في الشكل (5-9).

الشكل (5-9): فريون (R-717).

ي- **فريـون (R-422A)**: يستخـدم فريـون (R-422a) بديلًا عـن الفريونـات: R-502 و R-403، R-402، و R-408 هـو خليـط زيوتروبيك، وهو غـير مستنفد للأوزون، وصديق للبيئة، وغير سام، وغير قابل للاشتعال، كما في الشكل (5-10).

الشكل (5-10): فريون (R-422a).

5- أجهزة استرجاع وسائط التبريد وإعادة تدويرها

يوضح الشكل (5-11) أجهزة خاصة صُنعت للحد من إطلاق غازات التبريد إلى الهواء الجوي لحماية البيئة من أضرار وسائط التبريد، إضافة إلى توفير كلفة الصيانة وإصلاح معدات التبريد وأجهزته عبر تقليل الهدر في وسائط التبريد، والاستفادة منها قدر الإمكان، إذ تحتوي معظم أنواع هذه الأجهزة داخلها ضاغطًا للغازات، يسحب وسيط التبريد سواء أسائلًا كان أم غازًا، ثم ضغطه في أسطوانة خاصة داخل جهاز التدوير،

الشكل (5-11): أجهزة خاصة للحد من إطلاق غازات التبريد.

لتصفية الزيوت والشوائب عنه وفصلها، وتكثيفه، ثم تخزينه في أسطوانة خارجية، لأجهزة استرجاع وسائط التبريد وإعادة تدويرها ثلاث وظائف أساسية، هي:

أ- الاسترجاع: ويقصد به سحب وسيط التبريد من جهاز التبريد وحجزه في أسطوانة.

ب- إعادة التدوير: ويقصد به إعادة استعمال وسيط التبريد كلما أصلح نظام التبريد بعد تنقيته من الزيوت والشوائب.

جـ- الشطف: تنقية وسيط التبريد من الزيوت والرطوبة والشوائب في أثناء عمليتي التدوير والاسترجاع.

6-جهاز فحص وسائط التبريد وتحليلها Refrigerant Analyzer

الشكل (5-12): جهاز فحص وسائط التبريد.

هو جهاز فحص عينات وسيط التبريد لمعرفة مكوناته والتأكد أنه غير مغشوش، إذ وزّعت وزارة البيئة الأردنية أجهزة فحص وسائط التبريد على المؤسسات الحكومية التي تستعمل وسائط التبريد كوزارة التربية، ومؤسسة التدريب المهني، كما زودت دائرة الجمارك العامة بهذه الأجهزة؛ منعًا لتهريب وسائط التبريد المغشوشة إلى الأسواق الأردنية، كما في الشكل (5-12).

تصنيف السلامة لوسائط التبريد، وفقًا للجمعية الأمريكية لمهندسي التبريد والتكييف والتدفئة (ASHRAE)

الجمعية الأمريكية لمهندسي التبريد والتدفئة وتكييف الهواء American Society of Heat-ing, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)، وهي جمعية دولية وتقنية للأفراد والمنظمات المهتمين بالتدفئة والتبريد وتكييف الهواء، هذه الجمعية صنّفت وسائط التبريد بحسب سُميتها إلى مجموعتين:

أ- المجموعة الأولى منخفضة السُمّية، ويرمز إليها بالحرف A.

ب- المجموعة الثانية شديدة السُمّية، ويرمز إليها بالحرف B.

ثم صنّفت الجمعية وسائط التبريد من حيث قابليتها للاشتعال إلى ثلاثة أصناف، هي:

أ– وسائط تبريد غير قابلة للاشتعال، ويرمز إليها بالرقم (1).

ب– وسائط تبريد منخفضة القابلية للاشتعال، ويرمز إليها بالرقم (2).

جـ– وسائط تبريد شديدة القابلية للاشتعال، ويرمز إليها بالرقم (3).

بحيث يشير الرمزان معًا إلى كل مما يأتي:

A1: منخفض السمّية، وغير قابل للاشتعال.

A2: منخفض السمّية، ومنخفض القابلية للاشتعال.

A3: منخفض السمّية، وشديد القابلية للاشتعال.

B1 : شديد السمّية، وغير قابل للاشتعال.

B2: شديد السمّية، ومنخفض القابلية للاشتعال.

B3: شديد السمّية، وشديد القابلية للاشتعال.

ويبين الجدول (5-2) تصنيف السلامة لبعض وسائط التبريد حسب معايير (ASHRAE)

الجدول (5–2)

تصنيف السلامة لبعض وسائط التبريد، حسب معايير (ASHRAE)، وتأثيرها في البيئة		
وسيط التبريد	التركيب الكيميائي	تصنيف جمعية آشري (ASHRAE)
R-11	كلوروفلوروكربون	A1: منخفض السمّية، وغير قابل للاشتعال.
R-12	كلوروفلوروكربون	A1: منخفض السمّية، وغير قابل للاشتعال.
R-22	هيدروكلوروفلوروكربون	A1: منخفض السمّية، وغير قابل للاشتعال.
R-134a	هيدروفلوروكربون	A1: منخفض السمّية، وغير قابل للاشتعال.
R-502	خليط أزيوتروبيك	A1: منخفض السمّية، وغير قابل للاشتعال.
R-507	خليط أزيوتروبيك	A1: منخفض السمّية، وغير قابل للاشتعال.
R-422	خليط زيوتروبيك	A1: منخفض السمّية، وغير قابل للاشتعال.
R-404	خليط زيوتروبيك	A1: منخفض السمّية، وغير قابل للاشتعال.
R-717	أمونيا	B2: شديد السمّية، ومنخفض القابلية للاشتعال.

7- طرائق الكشف عن تسرب وسائط التبريد

أ- **رغوة الصابون:** يكشف تسرب وسيط التبريد عن طريق وضع رغوة الصابون حول نقاط اتصال الأنابيب وقطع التوصيل واللحامات والصواميل، إذا وُجد تسريب من داخل الدارة الميكانيكية إلى الخارج، يظهر ذلك بوضوح عبْر تكوّن فقاقيع الصابون فوق موضع تسرب وسيط التبريد، وتستعمل طريقة الكشف برغوة الصابون والماء إذا كان الضغط داخل دارة التبريد أعلى من الضغط الجوي، لكي لا يدخل الماء والصابون إلى دارة التبريد، أما في حالة نفاد وسيط التبريد من الدارة بالكامل بسبب وجود تسريب في الدارة، فيجب فحص جودة التوصيلات واللحامات والأنابيب بضغط غاز النيتروجين (وهو غاز خامل كيميائيًّا) داخلها بقيمة 10 بار تقريبًا (أي ما يعادل 147PSI) تقريبًا، ثم فحص التوصيلات برغوة الصابون، ثم معالجة العيوب، كما في الشكل (5-13).

الشكل (5-13): كشف تسرب وسيط التبريد بالرغوة.

ب- **كاشف التسرّب الإلكتروني Refrigerant Leak Detector** : جهاز كاشف التسرّب الإلكتروني استعماله سهل للغاية، إذ إن له جذرًا حساسًا يصدر صوتًا متقطّعًا عند تقريبه من مكان تسرب وسيط التبريد، تزداد حدّته كلما اقترب الجذر الحساس من موقع التسرب أكثر، وبعض أنواعه مزود بإشارات ضوئية للدلالة على وجود التسريب. ويبين الشكل (5-14/أ) بعض أنواع كاشف التسرب الإلكتروني.

الشكل (5-14/أ): كاشف التسرّب الإلكتروني.

ويبين الشكل (5-14/ب) كاشف التسرب ذو شو شاشة رقمية موضحًّا عليه أجزاءه.

الشكل (5-14/ب): جهاز كاشف تسرب ذو شاشة رقمية.

جـ- مشعل الهاليد: يتكون جهاز كشف التسرب بمشعل الهاليد من أسطوانة تحتوي غاز البروبان، متصلة برأس المشعل، ويتصل برأس المشعل خرطوم طوله متر واحد تقريبًا، عند إشعال البروبان في الهواء الطلق ينتج لهبًا لونه أزرق، إذا دخل وسيط تبريد هالوجيني من الخرطوم إلى رأس المشعل، يمتزج بالبروبان المشتعل فيتحول لون اللهب إلى اللون الأخضر؛ لذلك يستفاد من هذه الخاصية في الكشف عن تسرب وسيط التبريد عن طريق تمرير طرف الخرطوم أي جزء من دورة التبريد المراد فحصها، فإذا لم يتحول لون اللهب من الأزرق إلى الأخضر، فيدل ذلك على عدم وجود تسرب في تلك الأجزاء، أما إذا تحول اللهب إلى اللون الأخضر، فقد دلّ ذلك على وجود تسرب في ذلك الجزء من الدورة، ويبين الشكل (5-15) مشعل الهاليد وألوان الشعلة.

ويجب التنبه إلى ضرورة تهوية المكان قبل إشعال اللهب؛ لأن وسيط التبريد الهالوجيني يتحوّل إلى غاز سام وضار جدًّا عند تعرضه إلى اللهب، وقد يتسبب في حالات وفاة.

1	أسطوانة البروبان	3	رأس المشعل
2	صمّام الأسطوانة	4	خرطوم الفحص

الشكل (5-15): الكشف عن تسرب وسائط التبريد بوساطة مشعل الهاليد.

8- شحن أنظمة التبريد

يقصد به تعبئة دورة التبريد الميكانيكية بوسيط التبريد المناسب الذي يتمم عملها عن طريق الانتقال بين عناصر الدورة؛ لينقل الحرارة من حيّز التبريد إلى المحيط الخارجي، ويتخلص منها خارج الدورة، لذا؛ من الضروري أن يكون وسيط التبريد مناسبًا تمامًا لقدرة دورة التبريد وحجمها من حيث الكمية والنوعية، إذا نقصت كمية وسيط التبريد، فإن دورة التبريد لا يمكنها أن تؤدي وظيفتها بصورة سليمة، وإذا استبدل بوسيط تبريد آخر غير مناسب، فإن دورة التبريد لا يمكنها أيضًا أن تؤدي وظيفتها بصورة سليمة.

ومن طرائق شحن وسيط التبريد:

أ- **الشحن بالساعة ذات المؤشر أو الساعة الرقمية:** تُستعمل ساعة الشحن ذات المؤشر أو الرقمية بكثرة في عمليات صيانة أنظمة التكييف والتبريد المنزلي وتركيبها، كما في الشكل (5-16)، وهي مكونة من موزع مثبت عليه ساعة قراءة الضغط العالي، وتتميز بلون أحمر، وساعة قراءة الضغط المنخفض تتميز بلون أزرق، ولهذا الموزع ثلاث فتحات فرعية إحداها متصلة بمقياس الضغط العالي ويوصل بها خرطوم لونه أحمر، ويتصل بها صمام لحجز جانب الضغط العالي عن بقية الفتحات الفرعية، وكذلك فتحة فرعية متصلة بالساعة الزرقاء (مقياس الضغط المنخفض) وصمّام لونه أزرق على الغالب؛ ليحجز جانب الضغط المنخفض عن بقية الفتحات، وفتحة متوسطة بين الفتحتين تتصل وتنفصل عن الفتحتين بتغيير وضعية الصّمامات حسب الحاجة، يبين الشكل الآتي هذا المقياس:

ساعة الشحن ذات المؤشر.

ساعة الشحن الرقمية.

الشكل (5-16): ساعات شحن وسيط التبريد.

ب- **الشحن بوساطة وزن الشحنة**: تستعمل هذه الطريقة لتعبئة دورة التبريد بكمية وسيط التبريد المناسبة بناءً على كتلته المحددة من قبل الشركة الصانعة، وتكون مدونة في لوحة معلومات نظام التبريد، ويكون وزن أسطوانة وسيط التبريد الكلي مدونًا عليها، ومن السهل تحديد كتلة وسيط التبريد باستعمال ميزان مناسب، وإذا لم تكن أسطوانة وسيط التبريد ممتلئة تمامًا (أي أنه استُهلك جزء من محتواها)، نزن الأسطوانة قبل عملية الشحن، ثم طرح الكمية المناسبة من وزن الأسطوانة، وتعد هذه الطريقة من أدق طرائق الشحن عندما تكون دورة التبريد فارغة تمامًا من أية كمية وسيط تبريد، ويبين الشكل (5-17) ميزان الشحن.

الشكل (5-17): ميزان الشحن.

جـ- **الشحن بوساطة خرائط الشحن**: تعرف خرائط الشحن بأنها جداول القيم المعيارية (المثالية) التي تعمل عندها دارات التبريد بكفاءة، مثل قيمة ضغط الغاز وقيمة الأمبير، ونوع وسيط التبريد، حيث تزود الشركات الصانعة كل نظام تبريد بهذه الخرائط؛ للاستدلال ولتصميم الدورة حسب المخطط لها، وعند إجراء الصيانة والتشغيل وعند عملية شحن وسيط التبريد، وقد تسبب الظروف المحيطة بنظام التبريد اختلافًا في القيم العملية عن القيم المعيارية للشركة الصانعة، مثل: معدل درجات الحرارة، والتهوية، وجودة وسيط التبريد.

د- **الشحن وفقًا لاداء النظام**: تتم هذه الطريقة عبْر مراقبة خط السحب، وخط السائل ودرجة حرارة حيز التبريد، ففي حالة أن شحنة وسيط تامة، فإن خط السحب تظهر عليه قطرات من الندى وتشعر ببرودته عند لمسه باليد، ويكون خط السائل دافئًا عند لمسه باليد، أي أنّ درجة حرارته أعلى بقليل من درجة حرارة اليد، وتصل درجة الحرارة داخل منطقة التبريد التبريد إلى الدرجة المحدد عليها الثيرموستات، ويتوقف الضاغط عن العمل عند تحقق درجة الحرارة المطلوبة، ويعود الضاغط إلى العمل عندما ترتفع درجة حرارة الحيز المبرد.

أما إذا كانت شحنة وسيط التبريد زائدة عن الحاجة، فستتكون طبقة من الصقيع (الثلج) على الخط الراجع (السحب).

ويجدر بالذكر أن هذه الطريقة تعتمد على خبرة العامل فقط وقدرته على الملاحظة والتقدير.

بالتعاون مع زميلك بالصف، صمم لوحة جدارية وقارن فيها بين جميع أنواع وسائط التبريد الموجودة في الكتاب، ثم ابحث في الإنترنت عن أنواع أخرى لوسائط التبريد، مثل R32 , R290 , R600 وغيرها. واكتب تقريرًا عنها وناقش زملاءك فيه.

ظاهرة الاحتباس الحراري Global Warming

يُمكن تشبيه ظاهرة الاحتباس الحراريّ بما يحدث في البيت البلاستيكيّ، إذ تدخل أشعة الشّمس إلى داخل البيت البلاستيكيّ وترفع درجة حرارته في الداخل، إلا أنّ البلاستيك يمنع نفاذها مرّة أخرى أو رجوعها ومُعادلتها بالجوّ الخارجيّ، حيث تبعث الشمس أشعتها إلى الأرض، وتنفذ عبْر طبقات الغلاف الجويّ أشعة مرئيّة قصيرة الموجات وأشعة غير مرئية طويلة الموجات، وهي الأشعة تحت الحمراء وبعض الأشعة فوق البنفسجيّة، بعض هذه الأشعة تمتصّها طبقات الغلاف الجويّ، لكن الأشعة طويلة الموجات يمتصّها سطح الأرض فترتفع درجة حرارة الأرض، ثم تَبعث الأرض هذه الحرارة مرّة أخرى إلى طبقات الغلاف الجويّ موجات طويلة، فتمتصّها غازات الغلاف الجويّ ولا تسمح بنفاذها إلى الفضاء الخارجيّ، فترتفع درجة حرارة البحار، والمحيطات، وسطح الكرة الأرضية عمومًا عن المُعدَّل الطبيعي، تعدّ مشكلة الاحتباس الحراريّ إحدى المشكلات التي تُواجه العالم في هذا الوقت، ومن أهم الأضرار الناتجة من الاحتباس الحراري ما يأتي:

- ارتفاع درجة حرارة كوكب الأرض، ما يُسبّب تمدّد المياه وذوبان الجليد في القُطبين، الأمر الذي يُهدّد بارتفاع مُستوى مياه البحار والمحيطات، وغرق الجزر المائيّة، والمدن الساحليّة، وحدوث الفيضانات.

– ارتفاع درجة حرارة الجوّ في فصل الشّتاء .
– تصحر الأراضي الزراعيّة، وفُقدان المحاصيل الزراعيّة، ونتيجةً لذلك تحدث موجات الجفاف، والتصحر، وانقراض الكائنات الحيّة، وهذا يسبّب انتشار الأمراض المعدية.
– حدوث الحالات المتطرّفة في المناخ، مثل أيام شديدة الحرارة، وأيام شديدة الجفاف، وزيادة العواصف والأعاصير وشدتها، وسرعة الرّياح.
– تلوّث الهواء، ما يؤدي إلى زيادة نسبة الوفيات النّاتجة من أمراض الرّئة، وتفشّي الميكروبات الهوائيّة.

الغازات الدفيئة

هي غازات تتراكم في الغلاف الجوي، تؤدي إلى تسخين جو الأرض، فتسهم في ظاهرة الاحتباس الحراري والاحترار العالمي، المشكلة الرئيسة تكمن في زيادة غازات الاحتباس الحراري، وأهمها غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج من احتراق مليارات الأطنان من الوقود، سواء من المنشآت الصناعية أو محطات الطاقة أو وسائل المواصلات، حيث ينطلق كل عام ما يزيد على 20 مليار طن CO_2 وهي تمثل 0.7% من كمية الغاز الطبيعي الموجود في الهواء، على الرغم من أن بعض وسائط التبريد أخطر من ثاني أكسيد الكربون من حيث التسبب بالاحتباس الحراري، إلا أن كمية ثاني أكسيد الكربون هي الأكثر تراكمًا في الغلاف الجوي.

أسئلة الوحدة

1- عرّف المفاهيم الآتية:

أ- الخلائط الأزيوتروبيكية:.....

ب- الخلائط الزيوتروبيكية:.....

جـ- غازات الدفيئة:.....

د- وسيط التبريد:.....

هـ- الأمونيا (النشادر):.....

2- أجب العبارات الآتية بـ(نعم) أو بـ(لا):

العبارة	نعم	لا
جهاز التدوير هو جهاز لفحص عينات وسيط التبريد لمعرفة مكوناته والتأكد أنه غير مغشوش.		
الأمونيا أو النشادر رمزها الكيميائي (NH_3) هي غاز سام وخانق وقابل للانفجار.		
غازات الدفيئة، هي غازات تتراكم في الغلاف الجوي ترفع حرارة جو الأرض، فتسهم في ظاهرة الاحتباس الحراري والاحترار العالمي.		
R-502 هو خليط أزيوتروبيكي.		
يفضل أن يكون وسيط التبريد غير قابل لتذويب الزيت داخله؛ ليسهل فصله بعد عملية الانضغاط.		

3- اذكر طرائق شحن وسيط التبريد.

.....

.....

.....

.....

4- اذكر خصائص الديناميكا الحرارية لوسيط التبريد.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5- اذكر ثلاثة أنواع من وسائط التبريد الضارة بالبيئة، واذكر بدائلها غير الضارة.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

التمارين العملية

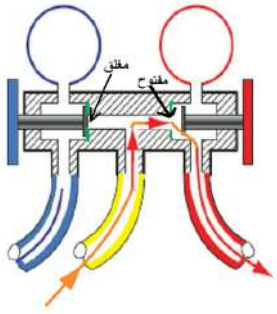
التمرين العملي (5-1): تنظيف دورة التبريد بغاز النيتروجين، وفحص التسرب.

النتاجات

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تنظّف دورة التبريد بالهواء (أو النيتروجين).
- تفحص تسرب دورة التبريد.

الأجهزة والعُدد والأدوات والمواد الأولية حسب المعايير المهنية (تتناسب مع أعداد المتدربين في كل نشاط)	
الأجهزة والعُدد والأدوات	المواد
– مقاييس ضغط وسيط التبريد (ساعات الشحن والتفريغ).	– دورة تبريد
– مفتاح سداسي (Allen Key).	
– مفتاح شق قابل للمعايرة (موليت).	
– أسطوانة نيتروجين / أو ضاغط.	

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية	
1	أعدّ خطة عمل بسيطة، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد. ملاحظة: في حال وجود أي استفسار أو نقص في المعلومات، عليك مراجعة المعلم. تنبيه: تأكد أن الأسطوانة تحتوي غاز النيتروجين وليس غاز الأوكسجين؛ لأن غاز الأوكسجين يتفاعل مع زيوت التبريد وقد يؤدي إلى انفجار الضاغط أو أي عنصر من عناصر الدارة الميكانيكية.	
2	افصل مصدر الكهرباء عن دورة التبريد.	
3	اختر ساعة قراءة الضغط المناسبة لعملية الضغط والتفريغ.	
4	أمّن منطقة العمل جيدًا، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.	
5	أغلق الصمّام الأزرق لساعات قراءة الضغط، تاركًا الصمّام الأحمر مفتوحًا على خط الخدمة الأوسط.	
6	صل الخرطوم الأحمر بساعة قراءة جانب الضغط المرتفع (الحمراء) من جهة وبخط الخدمة لدورة التبريد من الجهة الأخرى، وصل الخرطوم الأصفر (الأوسط) بمنظم ضغط أسطوانة النيتروجين، وتأكد أن الصمّام الأزرق مغلق ثم افتح الصمّام الأحمر فقط. ملاحظة: في أثناء عملية الضغط بالهواء أو النيتروجين يجب أن يكون جهاز التكييف مفصولًا عن الكهرباء.	

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية	
7	افتح صمام خط الخدمة لجهاز التبريد.	
8	افتح صمّام أسطوانة النيتروجين ربع لفة فقط تدريجيًّا، وراقب ارتفاع مؤشر ساعة قراءة الضغط في الساعة الحمراء، وتوقف عندما يصبح المؤشر عند قيمة 200 psi، وذلك بإغلاق الصمّام.	
9	افحص نقاط التوصيل برغوة صابون، ثم عالج التسريب بالإجراء المناسب إن وجد ، ثم كرر ضغط الهواء إلى قيمة ضغط الفحص 200 psi، ثم امسح رغوة الصابون بقطعة قماش نظيفة، ثم راقب ثبات القيمة لمدة ساعة تقريبًا، ملاحظة: عملية ضغط دارة التبريد بالنيتروجين تفيد أيضًا في تنظيف دورة التبريد وإزالة الرطوبة من دورة التبريد.	
10	نظّف موقع العمل ، ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها واحفظها في مكانها المخصص.	

التمرين العملي (5-2): تفريغ دورة التبريد وشحنها بوسيط التبريد

النتاجات

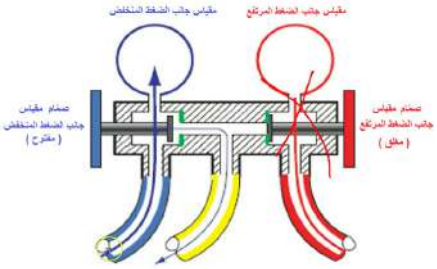
يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تفرّغ دورة التبريد باستخدام مضخة التبريد.
- تشحن دورة التبريد باستعمال ساعة الشحن.
- تشحن دورة التبريد ببخار وسيط التبريد بطريقة وزن الشحنة.
- تشحن دورة التبريد بسائل وسيط التبريد بطريقة وزن الشحنة.

الأجهزة والعُدد والأدوات والمواد الأولية حسب المعايير المهنية
(تتناسب مع أعداد المتدربين في كل نشاط)

الأجهزة والعُدد والأدوات	المواد
– مقاييس ضغط وسيط التبريد (ساعات الشحن والتفريغ).	– زيت تبريد مضخة الفاكيوم.
– مضخة فاكيوم.	– أسطوانة وسيط تبريد.
– طقم مفاتيح سداسي.	
– طقم مفكات.	
– مفتاحان قابلان للمعايرة (موليت).	

الرقم	خطوات الأداء العملي و الأشكال التوضيحية
	أعدّ خطة عمل بسيطة، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد. ملاحظة: في حال وجود أي استفسار أو نقص في المعلومات، عليك مراجعة المعلم.
	عملية التفريغ باستعمال مضخة تفريغ
1	فرغ دورة التبريد بعد ضغط دورة التبريد وتنظيفها بغاز النيتروجين، وفحص التسريب ثم تصليح العيوب.
2	صل ساعة قراءة ضغط الفاكيوم (الزرقاء) بالخرطوم الأزرق ثمّ صله بخط الخدمة لضاغط دورة التبريد، ثم صل الخرطوم الأصفر (الأوسط) بفتحة السحب في مضخة التفريغ (الفاكيوم).
3	تأكد من وجود زيت كافٍ داخل مضخة التفريغ قبل تشغيلها، وإذا نقص الزيت، فأضف كمية مناسبة من الزيت الخاص بمضخة التفريغ (الفاكيوم)، على أن يكون مستوى الزيت أعلى من علامة (MIN)، وأقل من علامة (MAX) الظاهرة على زجاجة رؤية زيت مضخة التفريغ (الفاكيوم) المبينة في الشكل المجاور.

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية	
4	افتح الصمّام الأزرق (صمّام مقياس جانب الضغط المنخفض)، وأغلق الصمّام الأحمر بإحكام (صمّام مقياس جانب الضغط المرتفع).	
5	افتح صمّام خط الخدمة المخصص للشحن والتفريغ.	
6	صل مضخة التفريغ بالمصدر الكهربائي وشغلها، وراقب خروج الهواء من فتحة التفريغ، وراقب مؤشر مقياس الضغط المنخفض، حيث يقيس ضغط التفريغ قيمة تتراوح بين (25 IN HG) وبين (29 IN HG) تحت الصفر، د ع المضخة تعمل لمدة لا تقل عن ربع ساعة؛ لضمان التخلّص من الرطوبة في دورة التبريد، ثم أغلق صمّام مقياس الضغط، ثم افصل مصدر الكهرباء عن مضخة الضغط، إذ يجب أن تثبت القراءة لمدة ساعة تقريبًا، وإذا ارتفع المؤشر، فإن هذا يدل على وجود تنفيس يجب معالجته ثم إعادة عملية التفريغ. ملاحظة: يمنع استعمال رغوة الصابون للفحص في أثناء التفريغ؛ لأن هذا يؤدي إلى دخول الرطوبة إلى دارة التبريد في حال وجود تنفيس.	

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية
	شحن نظام التبريد بوسيط التبريد باستعمال ساعة الشحن.
	تبدأ عملية شحن (تعبئة) دورة التبريد بوسيط التبريد بعد التفريغ حسب الخطوات السابقة بنجاح، ثم اتباع خطوات الشحن الآتية:
1	صل خرطوم الخدمة الأصفر بأسطوانة وسيط التبريد من جهة، ثم بالفتحة الوسطى لساعة الشحن من الجهة الأخرى.
2	افتح صمّام الأسطوانة؛ للسماح لوسيط التبريد بطرد الهواء من خراطيم الشحن، ثم نفّس الهواء.
3	افتح صمّام ساعة الشحن مدة خمس دقائق ثم أغلقه ؛ لإعطاء نظام التبريد دفعة من وسيط التبريد، ثمّ شغّل النظام وانتظر خمس دقائق أخرى حتى تتعادل ضغوط نظام التبريد، لتصريف وسيط التبريد انسيابيًّا من جانب الضغط المرتفع إلى جانب الضغط المنخفض.
4	افتح صمّام ساعة الشحن تدريجيًّا متنبهًا إلى صوت البخ في المبخّر، وراقب مؤشر الضغط حتى يثبت عند القيمة المحددة.
5	تأكد من امتداد طبقة رقيقة من الجليد على ملفات المبخّر كله، وتحسس برودة خط السحب (دون تكون جليد عليه)، وتحسس حرارة خط السائل الذي يجب أن يكون دافئًا، ثم أغلق صمّام ساعة الشحن، اترك نظام التبريد يعمل لمدة ساعتين وراقب كفاءته، ثمّ فك ساعة الشحن، ثم أغلق خط الخدمة جيدًا مستعملًا سدادة مناسبة، أو بالختامة.
6	نظّف موقع العمل، ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها واحفظها في مكانها المخصص.

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية
	شحن نظام التبريد ببخار وسيط التبريد (غاز التبريد) بطريقة وزن الشحنة
1	حدّد وزن شحنة وسيط التبريد اللازمة للنظام، إمّا بوساطة لوحة المعلومات الملصقة غالبًا على هيكل وحدة التكثيف، وإما بوساطة كتيب صيانة النظام الذي تصدره الشركة الصانعة.
2	صل خرطوم الخدمة الأصفر بأسطوانة وسيط التبريد من جهة، ثم بالفتحة الوسطى لساعة الشحن.
3	افتح صمّام الأسطوانة؛ للسماح لوسيط التبريد بطرد الهواء من خراطيم الشحن، ثم نفّس الهواء كما في التمرين السابق.
4	صل الخرطوم الأزرق بساعة الشحن الزرقاء من جهة، وبخط خدمة الضاغط من الجهة الأخرى.
5	ملاحظة: إذا كان خط الخدمة له بلف، فيجب اختيار جهة الخرطوم المزوّد بأظفر داخلي؛ ليفتح البلف عند ربط الخرطوم مع البلف.
6	ضع الأسطوانة على ميزان الكتلة، وسجل وزنها؛ لمعرفة كمية الشحنة ستحسب بالغرامات، ثم راقب انخفاض وزن الأسطوانة طيلة مدة شحن الجهاز بوسيط التبريد، حتى تثبت عند القيمة المطلوبة.
7	نظّف موقع العمل، ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها واحفظها في مكانها المخصص.

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية
	شحن نظام التبريد بسائل وسيط التبريد باستخدام طريقة وزن الشحنة.
1	حدّد وزن شحنة وسيط التبريد اللازمة للنظام، إمّا بوساطة لوحة المعلومات الملصقة غالبًا على هيكل وحدة التكثيف، وإما بوساطة كتيب صيانة النظام الذي تصدره الشركة الصانعة.
2	صل خرطوم الخدمة الأصفر بأسطوانة وسيط التبريد من جهة، ثم بالفتحة الوسطى لساعة الشحن.
3	صل الخرطوم الأزرق بساعة الشحن الزرقاء من جهة، وبخط خدمة السائل الموجود بعد المكثّف مباشرة من جهة أخرى، أو بأي نقطة بين مخرج المكثف وبين صمّام التمدد (بأي نقطة تقع في خط السائل). ملاحظة: إذا كان خط الخدمة له بلف، فيجب اختيار جهة الخرطوم المزوّد بأظفر داخلي؛ ليفتح البلف عند ربط الخرطوم بالبلف.
4	افتح صمّام الأسطوانة؛ للسماح لوسيط التبريد بطرد الهواء من خراطيم الشحن، ثم نفّس الهواء كما في التمرين السابق.
5	اقلب الأسطوانة ثم ضعها على ميزان الكتلة، وسجل وزنها؛ لمعرفة كمية الشحنة التي ستُحسب بالغرامات، ثم راقب انخفاض وزن الأسطوانة طيلة مدة شحن الجهاز بوسيط التبريد، حتى تثبت عند القيمة المطلوبة.
6	نظّف موقع العمل، ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها واحفظها في مكانها المخصص.

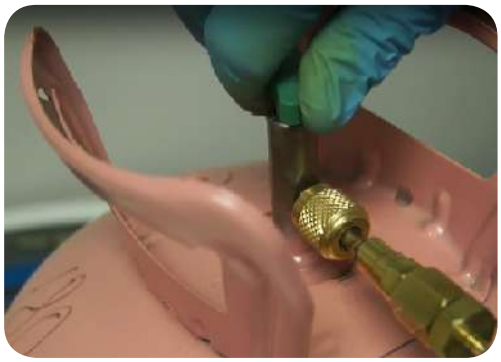
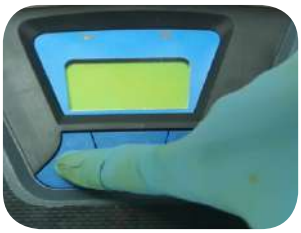
التمرين العملي (5-3): فحص وسيط التبريد وتحديد نوعه بجهاز فحص العينات

النتاجات

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تفحص وسيط التبريد وتحدد نوعه بجهاز فحص العينات.

الأجهزة والعُدد والأدوات والمواد الأولية حسب المعايير المهنية (تتناسب مع أعداد المتدربين في كل نشاط)	
الأجهزة والعُدد والأدوات	المواد
– جهاز فحص عينات وسائط التبريد.	– أسطوانة وسيط التبريد (R - 410).

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية	
1	أعدّ خطة عمل بسيطة، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد. ملاحظة: في حال وجود أي استفسار أو نقص في المعلومات، عليك مراجعة المعلم.	
2	صل خرطوم الفحص بجهاز فحص العينات.	
3	صل الطرف الآخر لخرطوم الفحص بأسطوانة وسيط التبريد المراد فحصه، واقلب الأسطوانة لرصد القراءات الصحيحة .	
4	شغّل جهاز فحص العينات بالضغط على زر التشغيل.	
5	اضغط على زر بدء معايرة الجهاز، تستغرق معايرة الجهاز 130 ثانية، وعندما تكتمل المعايرة، يصبح جهاز الفحص جاهزًا لفحص وسيط التبريد.	

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية	
6	افتح صمّام أسطوانة وسيط التبريد، ولاحظ قراءة الجهاز التي تشير إلى نسب مكونات وسيط التبريد ونوعه.	
7	نظّف موقع العمل، ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها واحفظها في مكانها المخصص.	

التمرين العملي (5-4): اكتشاف تسرب وسيط التبريد.

النتاجات

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تكتشف تسرب وسيط التبريد مستخدمًا:
  - رغوة الماء والصابون.
  - كاشف التسرب الإلكتروني.

الأجهزة والعُدد والأدوات والمواد الأولية حسب المعايير المهنية
(تتناسب مع أعداد المتدربين في كل نشاط)

الأجهزة والعُدد والأدوات	المواد
– جهاز تبريد.	– صابون، وماء، وقطعة إسفنج، وقطعة قماش نظيفة.
– جهاز كاشف التسرب الإلكتروني.	– طقم مفكات.

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية
1	أعدّ خطة عمل بسيطة، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المدرب والزملاء بروح الفريق الواحد. ملاحظة: في حال وجود أي استفسار أو نقص في المعلومات، عليك مراجعة المدرب.
2	نفّس أحد صمّامات الخدمة لجهاز التبريد بإشراف المدرب؛ لإحداث تسريب متعمد إن لم يكن هناك تهريب فعلي.
3	ضع رغوة الصابون على مواقع عدة من ضمنها موقع التسريب، ولاحظ تكوّن الفقاقيع الدالة على مكان التسريب إن وجدت.
4	افحص التسريب بوساطة كاشف التسرب الإلكتروني، ولاحظ تغير شدة الصوت، والإشارات الضوئية التي يصدرها جهاز الفحص كلّما اقترب مجس الجهاز من موقع التسريب.
5	أغلق صمّام الخدمة الذي نفّسته في الخطوة رقم 2 لمنعًا للتسريب.
6	نظّف موقع العمل، ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها واحفظها في مكانها المخصص.

التمرين العملي (5-5): سحب وسيط التبريد من وحدة التبريد بجهاز التدوير (RECOVERY).

النتاجات

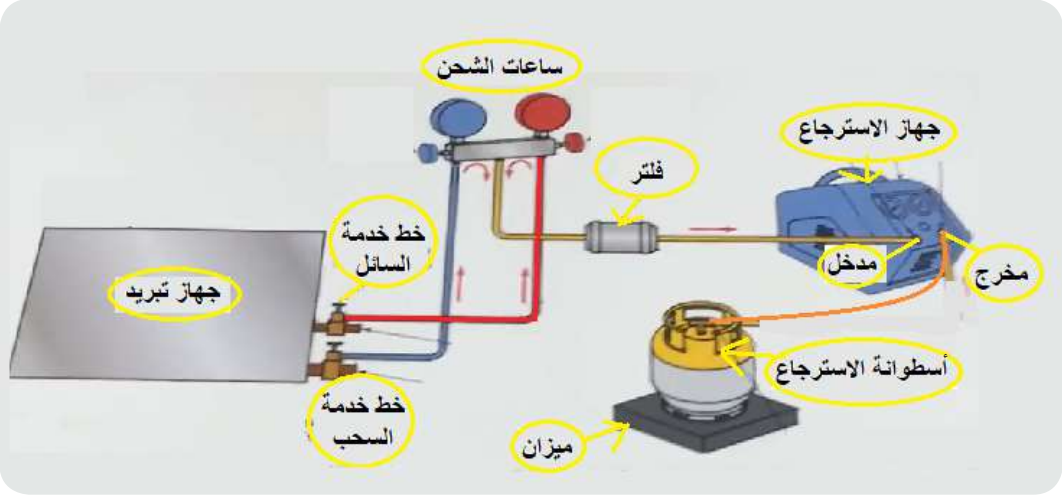
يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

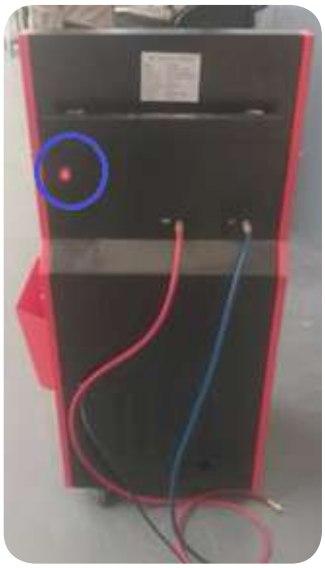
- تسحب وسيط التبريد من وحدة التبريد بجهاز التدوير.

الأجهزة والعُدد والأدوات والمواد الأولية حسب المعايير المهنية
(تتناسب مع أعداد المتدربين في كل نشاط)

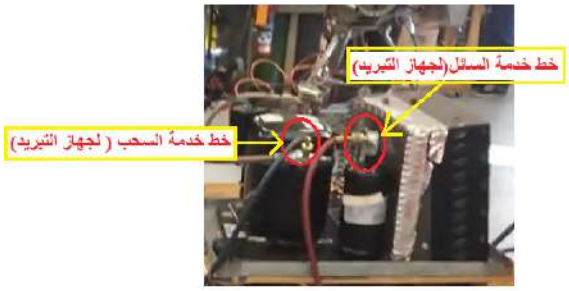
الأجهزة والعُدد والأدوات

- جهاز تبريد أو ثلاجة منزلية أو أي نموذج تدريبي لدورة التبريد.
- جهاز استرجاع وسيط التبريد، (مزود بفلتر وسيط تبريد، وأسطوانة استرجاع).
- ساعات شحن وسيط التبريد.
- صندوق عُدة التبريد.

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية
1	أعدّ خطة عمل بسيطة، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المدرب والزملاء بروح الفريق الواحد. ملاحظة: في حال وجود أي استفسار أو نقص في المعلومات، عليك مراجعة المدرب.
2	اقرأ كتيب تعليمات الشركة الصانعة واتبع تعليمات التشغيل، ثمّ تتبع مخطط التوصيلات المرفق بجهاز الاسترجاع كما في الشكل (1)، الذي يحتوي ما يأتي: أ- مخرج جهاز الاسترجاع متصل بمدخل أسطوانة الاسترجاع. ب- مدخل جهاز الاسترجاع متصل بخط الخدمة الأوسط لساعات الشحن (بوساطة فلتر؛ لحماية جهاز الاسترجاع). جـ- الساعة الحمراء (ساعة الضغط العالي) متصلة بخط خدمة جهاز التبريد (خط السائل). د- الساعة الزرقاء (ساعة الضغط المنخفض) متصلة بخط خدمة جهاز التبريد (خط السحب لجهاز التبريد).  مخطط توصيلات جهاز الاسترجاع بجهاز التبريد.

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية	
3	افصل التيّار الكهربائي عن جهاز التبريد.	
4	ضع مفتاح الاختيار لجهاز الاسترجاع الموجود خلف الجهاز (نوع FLT -380) على وضعية (off)، ثم صله بمصدر كهرباء مناسب من حيث الفولتية 220V.	
5	صل جهازي الاسترجاع والتبريد وأسطوانة الاسترجاع وساعات الشحن بالخراطيم المناسبة، وفقًا للمخطط المبين في الشكل (1).	
6	ملاحظة: أسطوانة الاسترجاع مزودة بصمّامين متجاورين مثبتين في أعلى الأسطوانة، بحيث يتصل أحدهما داخل الأسطوانة بأنبوب طويل يصل إلى قاعها، والصمّام الآخر يتصل داخل الأسطوانة بأنبوب قصير يصل إلى أعلاها، حيث يكون أحدهما مخصصًا للغاز وهو الصمّام المتصل بأعلى الأسطوانة، والصمّام الآخر مخصصًا للسائل، وهو الصمّام المتصل بقاع الأسطوانة؛ لأن السائل يستقر أسفل الأسطوانة والغاز أعلاها.	

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية	
7	ضع أسطوانة الاسترجاع على ميزان الكتلة، وسجّل وزنها في سجل الملاحظات، ثم اقرأ قيمة وزنها المكتوب على جسم أسطوانة الاسترجاع، ثم احسب كتلة وسيط التبريد المراد استرجاعها عبْر المعادلة الآتية: كتلة وسيط التبريد المسترجع = كتلة الأسطوانة بعد الاسترجاع – كتلة الأسطوانة قبل الاسترجاع.	
8	لمعرفة وظيفة أزرار لوحة التشغيل والتحكم، ارجع إلى كتيب التشغيل.	

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية	
9	أغلق صمّامات الضغط العالي والمنخفض ولاحظ أن مؤشر قراءة كل من: الضغط العالي والمنخفض والراجع عند قيمة صفر (قبل التشغيل).	
10	افتح الصمّامات (صمّامات جهاز الاسترجاع، وصمّامات جهاز التبريد، وصمّامات ساعات الشحن والتفريغ)، ثمّ شغّل جهاز الاسترجاع، وراقب مقياسي الضغط المرتفع والمنخفض.	
11	لاسترجاع وسيط التبريد السائل، اختر من لوحة التحكم الإلكترونية كلمة (LIQUID)، ثم افتح صمّام ساعة قياس الضغط العالي (الحمراء)، وافتح صمّام السائل لجهاز التبريد، ثمّ شغّل جهاز الاسترجاع حتى يضيء مصباح الإشارة المكتوب فوقه (RECOVERY COMPLETE)	
12	لاسترجاع وسيط التبريد الغازي (البخار)، اختر كلمة vapour، ثمّ افتح صمّام ساعة قياس الضغط المنخفض(الزرقاء)، وافتح صمام خط السحب لجهاز التبريد.	
13	ضع مفتاح الاختيار على كلمة (PURGE) لتطهير جهاز الاسترجاع وتنظيفه بعد كل عملية استرجاع .	
14	نظّف موقع العمل، ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها واحفظها في مكانها المخصص.	

التقويـم الذاتـي

أضع إشارة (√) إزاء الدرجة المناسبة

الرقم	الهدف	درجة تحقق الهدف		
		بإتقان	بدرجة متوسطة	في حاجة إلى تحسين
1	أميز بين معاني المفاهيم المختلفة للحرارة: وسيط التبريد، طبقة الأوزون، الاحتباس الحراري، الموائع: الكلوروفلوروكربونية، والهيدروفلوروكربونية، والهيدروكلوروفلوروكربونية، الخلائط الأزيوتروبيكية، والزيوتروبيكية.			
2	أفرّغ وسيط التبريد من نظام التبريد بمضخة التفريغ.			
3	أسترجع وسيط التبريد من نظام التبريد بجهاز الاسترجاع.			
4	أشحن نظام التبريد بوسيط التبريد بأنظمة الشحن المختلفة .			
5	أقدّر أهمية الحفاظ على البيئة من مخاطر غازات الدفيئة ووسائط التبريد الضارة بطبقة الأوزون.			

وسائط التبريد

- كلوروفلوروكربون
- هيدروفلوروكربون
- خليط أزيوتروبيك
- خليط زيوتروبيك

الوحدة السادسة 6

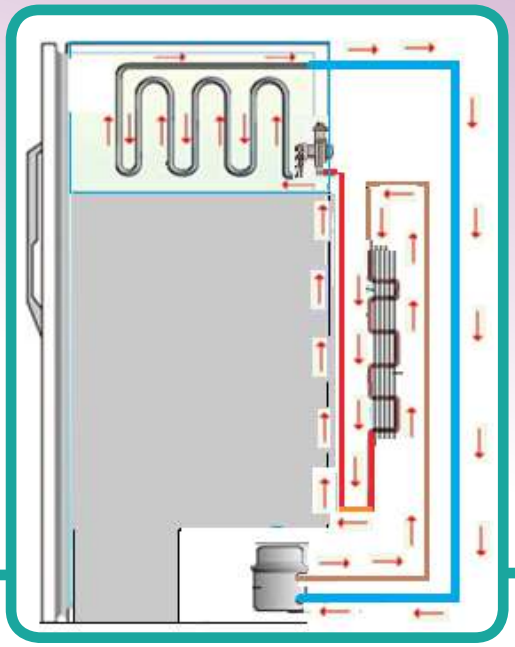
أجهزة التبريد المنزلية

القياس والتقويم

النتاجات

يتوقع منك بعد دراستك هذا الدرس أن:

- تتعرّف الدورة الميكانيكية البسيطة للثلاجة المنزلية.
- تتعرف الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية.
- تُميز أنواع أجهزة التبريد المنزلية المختلفة.
- تشخص أعطال الثلاجة المنزلية وأهم طرائق إصلاحها.



- كيف تعمل الثلاجة المنزلية ؟
- ما مكونات الدارات الكهربائية لها؟ وما مكونات دورة التبريد الميكانيكية فيها ؟

استكشف

لو كان لديك ثلاجة منزلية وأردت أن تجري لها صيانة وتستبدل أي قطعة غير صالحة فيها، فبأي عناصر الثلاجة تهتم أكثر، ولماذا؟

لعلك لاحظت أن عناصر الدارة الكهربائية وعناصر الدورة الميكانيكية وملحقاتها جميعها، لها أهمية في عمل الثلاجة المنزلية والرفع من كفاءتها.

ماذا تتوقع أن تكون إجابة استفساراتك في فقرة (اقرأ وتعلّم) الآتية؟

اقرأ وتعلم

أولًا: الثلاجة المنزلية

تعدّ الثلاجة المنزلية من أهم الأجهزة المنزلية التي يحتاج إليها الإنسان في العصر الحديث، إذ لا يمكنه الاستغناء عنها؛ لأنها تحفظ له الطعام والشراب والماء والدواء من التعرض للتلف بسبب ارتفاع حرارة الجو، وبسبب الغبار والأتربة والملوثات الموجودة في الهواء، وهي من أكثرالأجهزة استعمالًا، إذ تعمل بصورة متواصلة يوميًّا، على خلاف الأجهزة الكهربائية الأخرى، وتوفر الثلاجة المنزلية بيئة نظيفة وباردة ومناسبة لحفظ المواد الغذائية وتخزينها مدة طويلة في درجات حرارة منخفضة نسبيًّا، إذ يبطئ التبريد نشاط البكتيريا التي توجد في أنواع الغذاء كلها، وتتوافر الثلاجات المنزلية بأنواع وأشكال متعددة، وتزود الثلاجة بحيز مستقل للتجميد، يسمى المجمدة (Freezer)؛ لتخزين المواد الغذائية مدة أطول بفعل التجميد، وتُصنع الثلاجة المنزلية بسعات مختلفة تتراوح بين (6، و8، و12 قدمًا مكعبًا، وغيرها)، ويمكن تقسيم درجات الحرارة الموزعة في الثلاجة المنزلية على النحو الآتي:

- درجات الحرارة ذوات القيمة الصغرى، وتقع أعلى نقطة في الثلاجة.
- درجات الحرارة ذوات القيمة الكبرى وتقع أسفل نقطة في الثلاجة.
- درجات الحرارة المتوسطة، وتقع في منتصف الثلاجة.

تتكون الثلاجة المنزلية من حجرتين

1- حجرة المأكولات الطازجة: التي يجب أن تتراوح درجة حرارتها الداخلية بين (4-10) درجات سيليسيوس، لحفظ معظم الأغذية الطازجة من ثلاثة أيام إلى أسبوع.

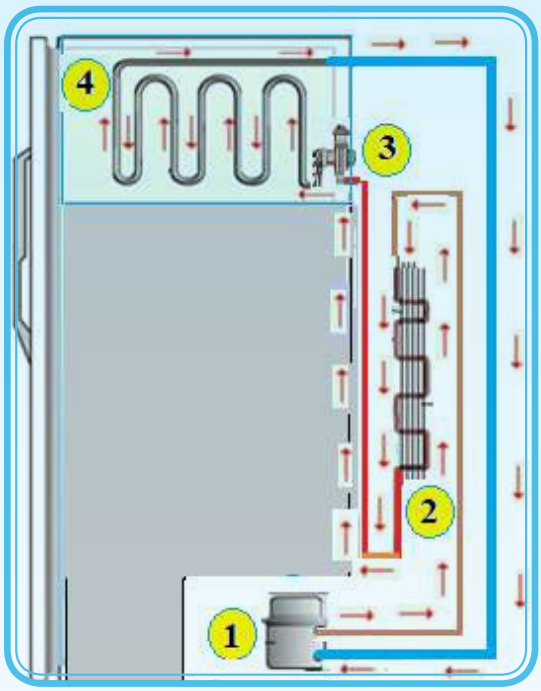
2- حجرة التجميد: التي تتراوح درجة حرارتها الداخلية من 12 درجة تحت الصفر سليسيوس إلى 26 درجة تحت الصفر سيليسيوس؛ للحفاظ على الأغذية المجمدة أسابيع عدة فأكثر.

1- مكونات دورة التبريد الميكانيكية البسيطة في الثلاجة المنزلية

تتكون دورة التبريد الميكانيكية في الثلاجة المنزلية من أربعة عناصر رئيسة، هي: الضاغط محكم الإغلاق، والمكثف، وجهاز التحكم بسير وسيط التبريد (صمّام انتشار أو أنبوب شعري)، والمبخّر، بالإضافة إلى المكونات الميكانيكية المساعدة كالمجفف (الفلتر)، والمبادل الحراري.

تتصل هذه العناصر بأنابيب يسير داخلها وسيط التبريد، لتبرد الثلاجة محتوياتها الداخلية، وعند تشغيل الثلاجة، يضغط الضاغط وسيط التبريد بعد سحبه من المبخر، ما يؤدي إلى رفع ضغطه وحرارته، وإرساله إلى المكثف، فيعمل المكثف على تكثيف وسيط التبريد وتحويله من غاز إلى سائل، ثم يرسل إلى المبخر مرورًا بالأنبوبة الشعرية (أو صمّام التمدد) التي تخفض ضغط وسيط التبريد وحرارته، وبعد وصول وسيط التبريد إلى المبخر، يبرد التبادل الحراري بين سطح المبخر والهواء الساخن داخل الثلاجة، ما يؤدي إلى تبخر وسيط التبريد وعودته إلى الضاغط، وتستمر هذه العملية ويستمر انخفاض درجات حرارة الثلاجة إلى أن تصل الحرارة إلى الدرجة المناسبة لتخزين المواد الغذائية وحفظها، فيتوقف الضاغط عن العمل تلقائيًّا بوساطة جهاز تنظيم درجات الحرارة (الثيرموستات) الذي يفصل التيار الكهربائي عن الضاغط فتتوقف عملية التبريد.

يبين الشكل (6-1) عناصر دورة التبريد الميكانيكية للثلاجة المنزلية واتجاه سير وسيط التبريد:



1	الضاغط	3	جهاز التحكم في سير وسيط التبريد (صمّام تمدد)
2	المكثف	4	المبخّر

الشكل (6-1): عناصر دورة التبريد الميكانيكية البسيطة واتجاه سير وسيط التبريد.

تتكون الدارة الميكانيكية في الثلاجة المنزلية من أربعة عناصر أساسية، هي:

أ – **الضاغط (Compressor)**: يعدّ الضاغط أحد أهم العناصر الأساسية لدورة التبريد في الثلاجة المنزلية؛ فهو كالقلب في نظام التبريد، إذ يعمل الضاغط على سحب وسيط التبريد من المبخر وضغطه ودفعه إلى المكثف، ففي هذه العملية تتحول حالة وسيط التبريد من بخار جاف مشبع في المبخر إلى غاز ساخن (محمص) ذي ضغط مرتفع وحرارة مرتفعة، وهذه العملية تؤدي إلى تكون منطقتين متباينتين من حيث قيمة ضغط وسيط التبريد فتصبح الدورة بعد الضاغط ذات ضغط عالٍ وتسمى جانب الضغط العالي (أو المرتفع)، والدارة ما قبل الضاغط ذات ضغط منخفض وتسمى جانب الضغط المنخفض، وغالبًا ما يثبت الضاغط بالجزء السفلي من الثلاجة المنزلية، ويزود الضاغط بخط خدمة موصول مع جانب الضغط المنخفض وظيفته تفريغ الدارة بوسيط وشحنها التبريد، وغالبًا ما تكون ضواغط الثلاجات المنزلية من النوع المغلق

(محكم الإغلاق) والمبين في الشكل (6-2)، ويكون الضاغط والمحرك موصولين مباشرة على عمود المرفق نفسه، ويكونان معًا داخل غلاف واحد مغلق بإحكام بحيث لا ينفذ إليهما الهواء، أو الغبار، أو البخار، ولا يتسرب غاز التبريد أو الزيت خارج الغلاف. يعمل المحرك على فولتية كهربائية أحادية الطور (230V)، وتردد 50Hz في الأردن، وسرعة دوران تصل إلى 3450 دورة في الدقيقة، وهو محرك أحادي الطور له ملف بدء وملف دوران (ملف التشغيل)، ونتيجة للتطور في صناعة المحركات الكهربائية أصبح بالإمكان الآن التحكم في سرعة دوران محرك الضاغط عن طريق تغيير التردد الكهربائي بحيث يعمل ضاغط الثلاجة حسب الحاجة وبسرعات مختلفة، للتقليل من استهلاك الكهرباء (Inverter)، يبين الشكل (6-2) ضاغط الثلاجة:

الضاغط من الخارج.

الضاغط من الداخل.

الشكل (6-2): الضاغط (Compressor).

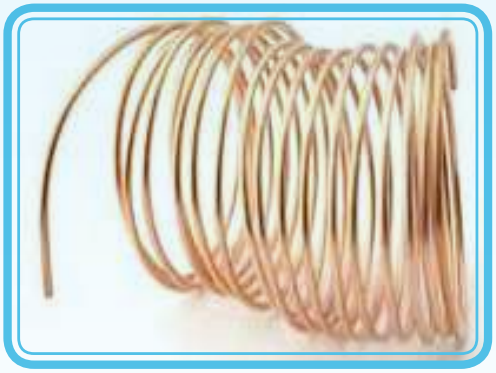
ب- **المكثف (Condenser)**: لا تقل أهمية المكثف في الثلاجة المنزلية عن أهمية الضاغط، فهو أحد العناصر الأساسية في دورة التبريد، إذ يكثف المكثف وسيط التبريد القادم من الضاغط، فيحوّل حالة وسيط التبريد من غاز ساخن (محمص) إلى سائل عند تنفيس الضغط، وتتم عملية التكثيف هذه في المكثف عن طريق التبادل الحراري مع الوسط المحيط بالمكثف، إذ تنتقل الحرارة من وسيط التبريد الساخن إلى الوسط المحيط بالحمل الطبيعي دون وجود مراوح، وفي حالة تزويد المكثف بمروحة لزيادة كفاءة التكثيف يسمى انتقال الحرارة في هذه الحالة الحمل الإجباري (القصري)، ويتوافر بنوعين خارجي وداخلي على جوانب جسم الثلاجة أو خلفه مباشرة (غير ظاهر)، ويبين الشكل (6-3) مكثفًا بالحمل الطبيعي وآخر بالحمل القصري.

مكثف بالحمل الطبيعي (ظاهر).

مكثف بالحمل القصري.

الشكل (6-3): المكثف (Condenser).

جـ- **الأنبوب الشعري أو صمام التمدد**: الأنبوب الشعري يعمل على تمدد وسيط التبريد وتحويل حالته من سائل ذي ضغط عالٍ (وهو القادم من المكثف) إلى سائل ذي ضغط منخفض ما يجعله جاهزًا للتبخر، والأنبوب الشعري هو أنبوب رفيع من النحاس يسير وسيط التبريد داخله، وعند خروج وسيط التبريد منه إلى الأنابيب ذات الأقطار الكبرى تبدأ عملية تبخر وسيط التبريد، يحدث الأنبوب الشعري فرقًا في الضغط بين المكثف والمبخر، وينظم مرور وسيط التبريد إلى المبخر، ويعمل صمام التمدد عمل الأنبوب الشعري، ويبين الشكل (6-4) الأنبوب الشعري.



الشكل (6-4): الأنبوب الشعري.

د- **مبخر الثلاجة**: المبخر هو مبادل حراري مكون من ملف من الأنابيب، يسير داخلها وسيط التبريد ينقل الحرارة من داخل الثلاجة إلى وسيط التبريد الذي ينقلها إلى المكثف ثم تطرح خارج الثلاجة، وقد يزود المبخر بزعانف ومروحة لزيادة سطح التبادل الحراري، (وتنتقل الحرارة داخل كابينة الثلاجة عبْر المواد المراد حفظها أو من الهواء الخارجي عند فتح باب الثلاجة) وغالبًا ما يصنع المبخر من مادة الألمنيوم، يبين الشكل (6-5) مبخرًا سطحيًّا وآخر مزعنفًا.

مبخر مزود بزعانف.

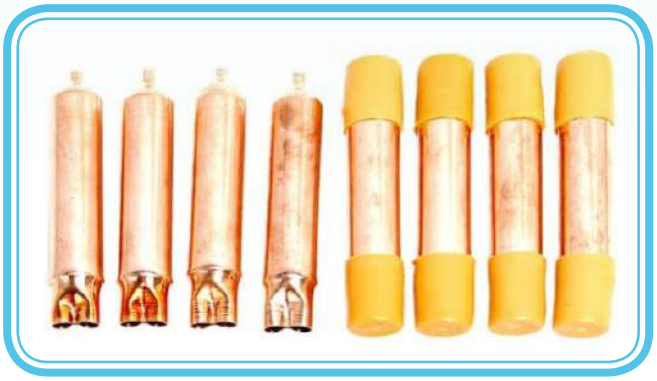
مبخر بلا زعانف (سطحي).

الشكل (6-5): المبخر

ويضاف إلى هذه العناصر الرئيسة الأربعة، عناصر ثانوية تكمل مهمات الدورة، منها:

– المجفف (Dryer)

يثبت المجفف بعد المكثف مباشرة، وينقي سائل مركب التبريد من الشوائب والرطوبة قبل دخوله الأنبوب الشعري؛ حتى لا ينسد الأنبوب الشعري أو صمام التمدد؛ لأن قطر المجرى دقيق جدًّا، إذ يصل المجفف ما بين المكثف والأنبوب الشعري، ويبين الشكل (6-6) أشكالًا مختلفة للمجفف.



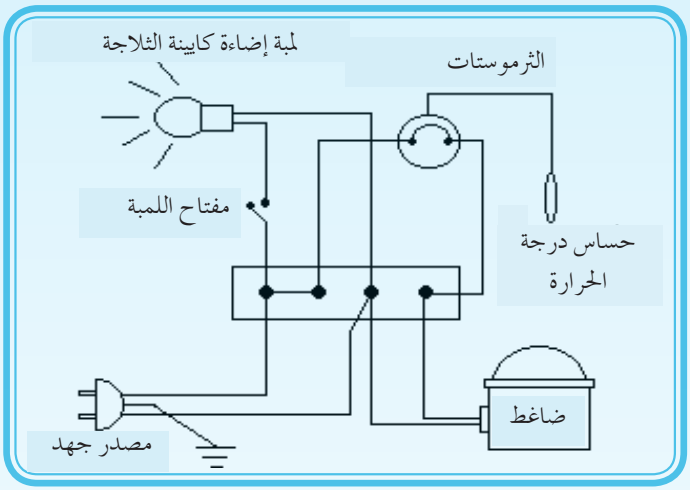
الشكل (6-6): المجفف.

2- الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية

سوف نتناول في الشرح الأجزاء الرئيسة في الثلاجات الشائعة الاستعمال التي يُذاب فيها الثلج المتكون على المبخر يدويًّا، والطرائق الآلية لإذابة الثلج المتراكم على أسطح أنابيب المبخر المستخدمة في دارات التبريد البسيطة والمركبة، والجدير بالذكر أن الاختلاف في طريقة إذابة الثلج تعتمد على المكونات الكهربائية للثلاجة نفسها.

أ- **الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية DEFROST التي يذاب الثلج فيها يدويًّا**: تتكون الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية (DEFROST) من محرك الضاغط، ومفتاح كهربائي، ومنظم لدرجة الحرارة (ثيرموستات) ولمبة إضاءة لحجرة التبريد (كابينة التبريد) ومرحل كهربائي (RELAY) وواقٍ من زيادة الحمل الكهربائي (OVER LOAD).

يتصل الضاغط الكهربائي بالثيرموستات على التوالي؛ لكي يفصل التيار الكهربائي عن الضاغط عندما تنخفض درجة الحرارة داخل حجرة الثلاجة إلى الدرجة المطلوبة،أما لمبة إضاءة حجرة الثلاجة، فتوصل على التوازي مع الضاغط والثيرموستات وتتصل أيضًا بمفتاح فصل وتوصيل مثبت على أحد أطراف أو جوانب باب الثلاجة، للتحكم في تشغيل اللمبة عند إغلاق باب الثلاجة وفتحه، ويُشغل الضاغط بمحرك كهربائي يحتوي عضوًا ثابتًا فيه ملفات للدوران (Running Winding)، وملفات التقويم (Starting Winding)، إذ تستعمل ملفات التقويم لثوانٍ معدودة عند توصيل التيار الكهربائي، ثم تفصل عندما يصل الضاغط إلى 75% من سرعته، يبين الشكل (6-7) الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية (Defrost):



الشكل (6–7): الدارة الكهربائية للثلاجة (Defrost).

ويذاب الثلج في هذا النوع من الثلاجات بطريقتين حسب نوع منظم درجة الحرارة، فقد يكون منظم درجة الحرارة ثنائيًّا وهنا يذاب الثلج يدويًّا (عن طريق فصل الكهرباء عن الثلاجة كليًّا)،وقد يكون منظم درجة الحرارة ثلاثيًّا (أوتوماتيكيًّا) وفي هذا النوع تحتوي الثلاجة مسخنًا يتصل على التوازي مع منظم درجات الحرارة ويذاب الثلج على سطح المبخر عندما يمر تيار كهربائي عبر المسخن نتيجة وصول درجة حرارة كابينة الثلاجة للدرجة المطلوبة وفصل منظم درجة الحرارة (الثيرموستات)، وهذا السخان قدرته الكهربائية منخفضة، والتيار الذي يمر فيه صغير وغير كافٍ لتشغيل الضاغط في أثناء مدة فصل الثيرموستات للتيار الكهربائي عن الضاغط.

وتتكون الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية DEFROST من :

1. منظم درجات الحرارة (الثيرموستات): هو مفتاح يركب على التوالي في الدارة الكهربائية ومتصل به جذر حساس داخله غاز له خاصية التمدد والتقلص إذ يتمدد بالحرارة ويتقلص (ينكمش) بالبرودة ويركب على المنظم على الثلث الأخير من المبخر ويصل هذا المنظم التيار الكهربائي ويفصله عن محرك الضاغط (أتوماتيكيًّا) عند وصول

الحرارة إلى الدرجة المطلوبة (القيمة المعاير عليها الثيرموستات)، حيث ينظم عمل الضاغط، وهناك نوع آخر من الثيرموستات يسمى ثيرموستات هوائي وهو نوعان: خاص بالتبريد، وخاص بالتفريز، للحصول على تبريد كامل في المبخر. يبين الشكل (6-8) أحد أنواع منظمات درجات الحرارة.

الشكل (6-8): منظم درجات الحرارة.

2. **قاطع الوقاية من زيادة الحمل (Overload)**: وظيفته: يفصل التيار الكهربائي عن ملفات محرك الضاغط عند وجود حمل حراري أو كهربائي أعلى من القيمة المحدد عليها من قبل الشركة الصانعة.

وهو قرص من البلاستيك المقوى .بمادة البكلايت وداخله صفيحة معدنية مكونة من معدنين، مقاومتهما الحرارية مختلفة ونقاط تلامس (توصيل) ومقاومة كهربائية. فعند ارتفاع حرارة جسم الضاغط أو زيادة شدة التيار أكثر من اللازم عن القيمة المحدد عليها تتمدد الصفيحة المعدنية وتتقوس، ما يؤدي إلى فصل نقاط التلامس عن بعضها فتفصل التيار الكهربائي عن ملفات محرك الضاغط. وعندما تنخفض حرارته يرجع إلى وضعه الطبيعي فيعمل الضاغط.

ويبين الشكل (6-9) بعض أنواع قاطع الوقاية من زيادة الحمل:

الشكل (6–9): بعض أنواع قاطع الوقاية من زيادة الحمل.

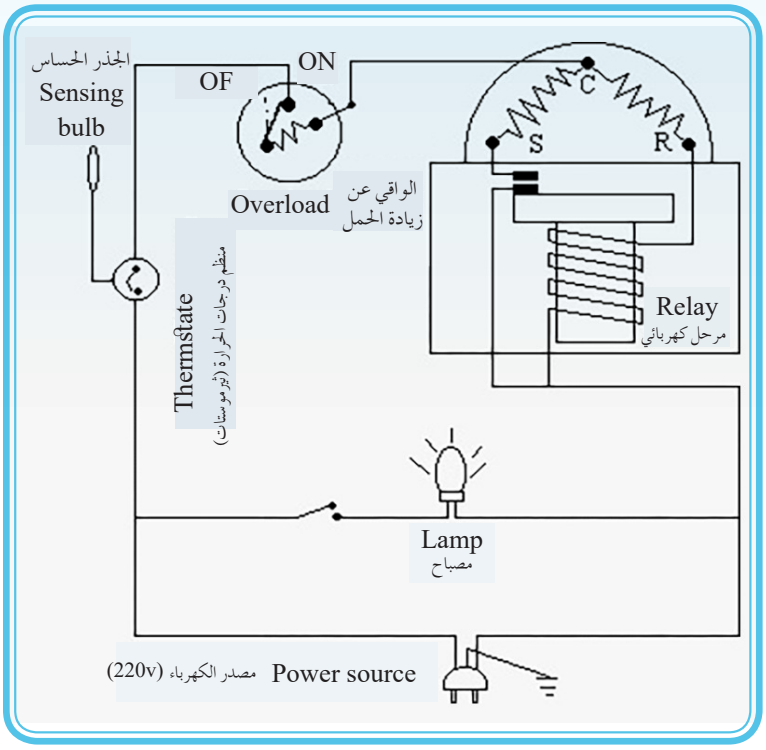
3. **المرحل الكهربائي (Relay)**: يعتمد المرحل في عمله على ملف مغناطيسي يجذب نقاط التلامس المتحركة لتفصل التيار أو توصله، ويتصل على التوالي بملفات الدوران في العضو الثابت للمحرك، عند بداية عمل الضاغط يعمل المرحل على توصيل التيار الكهربائي إلى ملفات التقويم وملفات الدوران، ثم يفصل المرحل التيار الكهربائي عن ملفات التقويم فقط عندما تصل سرعة المحرك إلى ما يقارب 75% من سرعته العادية، وتستغرق عملية تقويم الضاغط من ثلاثة أرباع إلى واحد وربع من الثانية.

والنوع الآخر من المرحلات عبارة عن ثيرموستر (thermistor) ويتكون من مادة نصف موصلة لها معامل حراري موجب متصلة بملفات التقويم للضاغط، فعند بدء تشغيل الضاغط، يمر التيار الكهربائي في الثيرموستر فترتفع درجة حرارته وكذلك تزيد مقاومته الكهربائية إلى 1000 ضعف بعد ما يقارب الثانية فيفصل ملفات التقويم عن الدارة الكهربائية، ثم يقل التيار الكهربائي المار في الثيرموستر إلى بضع ملي أمبير؛ لكي يحافظ على دفء الثيرموستر والمحافظة على مقاومة كهربائية مرتفعة لمرور التيار في ملفات التقويم، بحيث إن شدة التيار تكون غير كافية لتشغيل ملفات التقويم في أثناء دوران الضاغط وقت التشغيل العادي.

يبين الشكل (6-10) أحد أنواع مرحلات التيار الكهربائي.

الشكل (6-10): بعض أنواع مرحلات التيار الكهربائي.

والشكل (6-11) يبين الدارة الكهربائية للثلاجة، ويوضح مرحل التيار الكهربائي وقاطع الوقاية من زيادة الحمل.



الشكل (6-11): الدارة الكهربائية للثلاجة ومرحل التيار الكهربائي وقاطع الوقاية من زيادة الحمل.

4. مفتاح لمبة الثلاجة.
5. لمبة الثلاجة.
6. أسلاك التوصيل أو الربط بين الأجزاء.
7. الخط الأرضي للثلاجة.

ب– الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية NOFROST التي يذاب فيها الثلج آليًّا: هي دارة كهربائية تتكون من ضاغط كهربائي، ومنظم لدرجة الحرارة (ثيرموستات)، ولمبة إضاءة لحجرة التبريد (كابينة التبريد)، ومرحل كهربائي (RELAY)، وواقٍ من زيادة الحمل الكهربائي (OVER LOAD) كما في الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية (DEFROST)، بالإضافة إلى مؤقت زمني (Defrost Timer) يتحكم في إذابة الجليد عن طريق مذيب الثلج (De-frost heater) الذي يتصل بالمؤقت لإذابة الجليد عن سطح المبخر آليًّا (أوتوماتيكيًّا) ويوجد أيضًا في بعض الأنواع مسخن لمنع تكوّن الجليد على باب المجمدة (Freezer Door Trim heater) وأيضًا– مصهر (Fuse)، طبلة ديفروست.

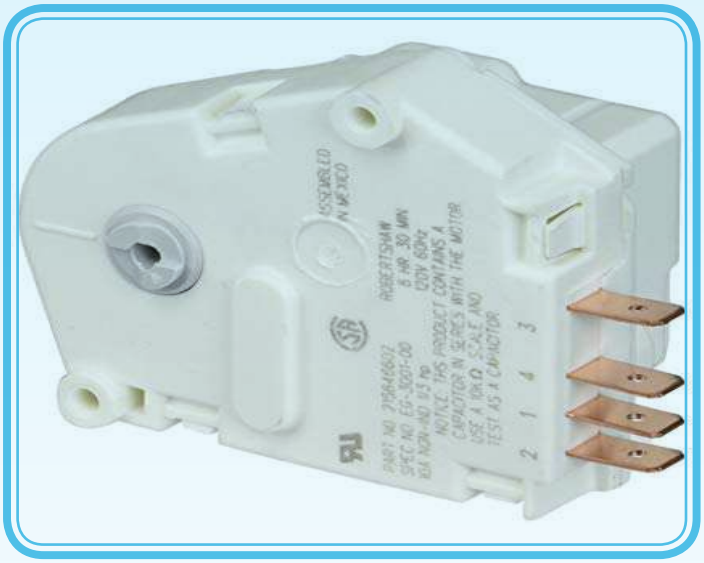
1. **المؤقت زمني (Defrost Timer)**: يتحكم المؤقت الزمني في تشغيل دورة إذابة الجليد عند الزمن المحدد لها، وإيقافها عند انتهاء مدة الإذابة، ويتحكم في تشغيل دورة إذابة الجليد وإيقافها بالتناوب مع دورة التبريد، ويتكون المؤقت الزمني من محرك ذي قدرة صغيرة يغذى بالتيار الكهربائي، إذ تنتقل الحركة عن طريق مجموعة تروس.

ولعمله دورتان:

دورة التبريد: مدتها 6 - 8 ساعات، حسب نوع المؤقت الزمني، وتشمل تشغيل الضاغط ومروحة المبخر.

دورة التسخين: مدتها من 15-25 دقيقة وقد تصل إلى 45 دقيقة، أيضًا حسب نوع المؤقت الزمني، وتشمل توصيل التيار الكهربائي إلى المسخن وفصله بعد إذابة الجليد.

يبين الشكل (6-12) المؤقت الزمني .



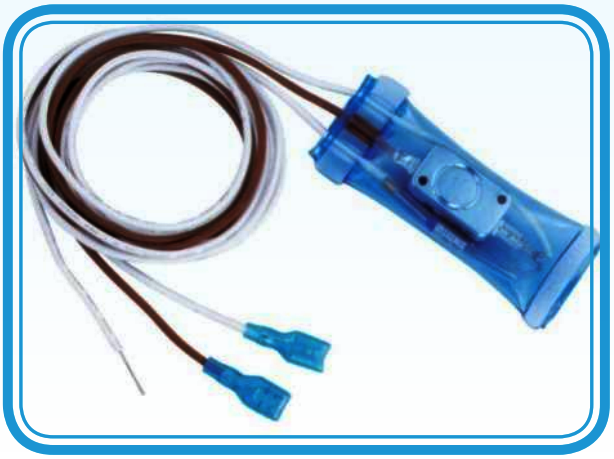
الشكل (6-12): المؤقت الزمني.

2. **مسخن لإذابة الجليد (Defrost heater)**: يذاب الجليد بوساطة مسخن من نوع مقاومة كهربائية مشع للحرارة، فعند مرور التيار الكهربائي في المسخن، تتحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية تذيب الجليد على سطح المبخر، ويركب غالبًا على زعانف المبخر، وقد تصل مدة إذابة الجليد إلى 45 دقيقة حسب نوع الثلاجة، يبين الشكل (6-13) بعض أنواع المسخنات.

الشكل (6-13) بعض أنواع المسخنات.

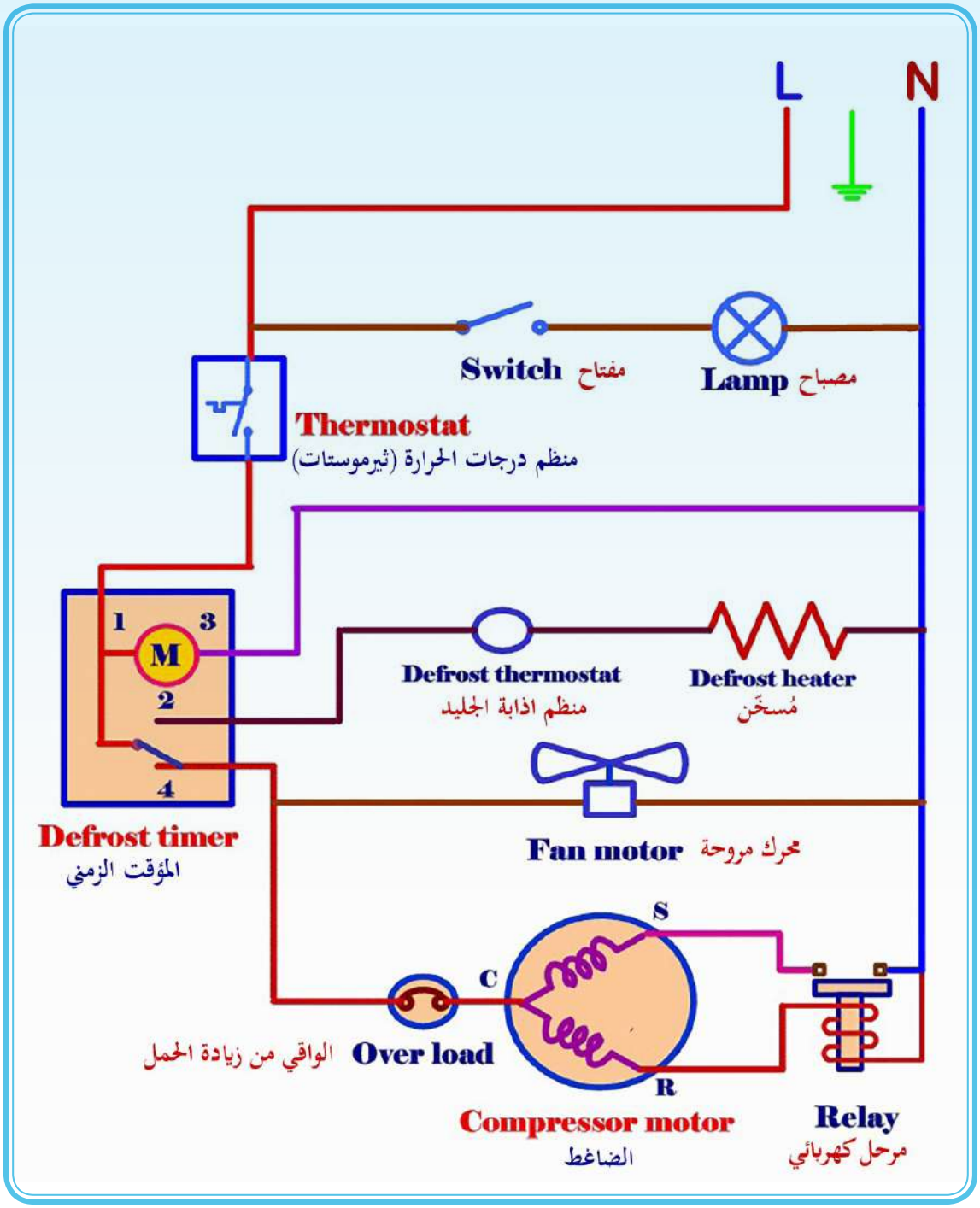
3. **منظم درجات حرارة إذابة الجليد (Defrost Thermostat)**: يقوم المنظم بالوصل عند انخفاض درجة حرارة المبخر، وتكون الثلج على الزعانف، ما يؤدي إلى إغلاق دارة المسخن من أحد الأطراف حتى يصل إلى وقت التسخين، عندها يعمل المسخن.

يستخدم المنظم الحراري لحماية المبخر من ارتفاع درجة الحرارة نتيجة عملية التسخين اللازمة لإذابة الجليد، إذ يتصل المنظم الحراري على التوالي بالمسخن الكهربائي ويركب على سطح المبخر، وعند ارتفاع درجة حرارة المبخر إلى ما يقارب (5) درجات مئوية، يفصل المنظم الحراري التيار الكهربائي عن المسخن حتى قبل انتهاء مدة الإذابة، يبين الشكل (6-14) منظم درجات حرارة إذابة الجليد.



الشكل (6-14): أحد أنواع منظم درجات حرارة إذابة الجليد.

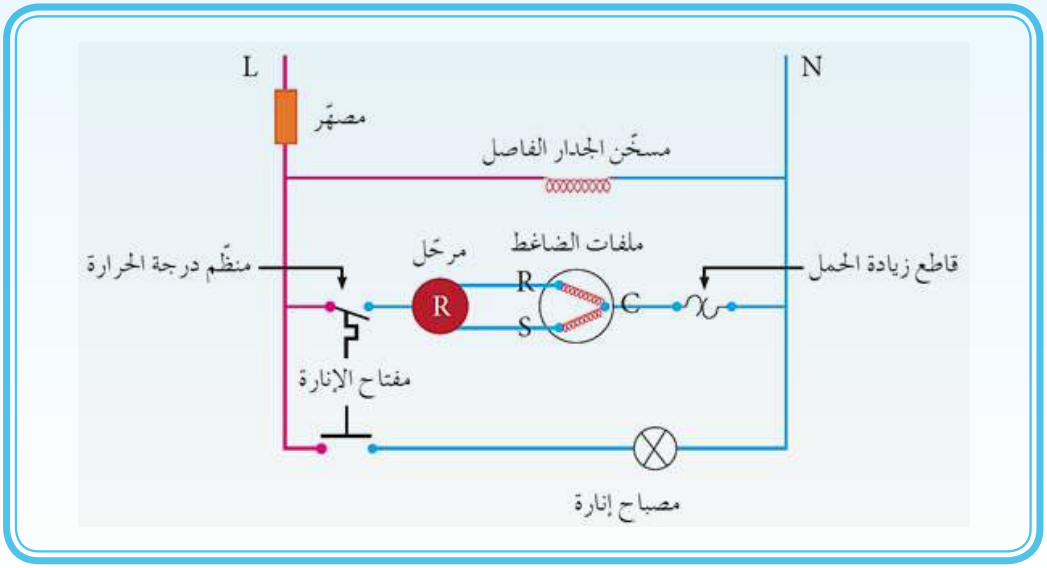
يوضح الشكل (6-15) الدارة الكهربائية للثلاجة No frost



الشكل (6-15): الدارة الكهربائية للثلاجة Nofrost.

ثانيًا: الثلاجة المنزلية البسيطة ذات البابين

تتشابه الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية البسيطة ذات البابين والدارة الكهربائية للثلاجة ذات الباب الواحد، وتختلف الدارتان في وجود مسخن حراري عند الحد الفاصل بين البابين لزيادة الكفاءة التبريدية، وتحتوي أيضًا بعض الأنواع مسخنًا مُثبَّتًا خلف لوحة التبريد في حجرة التبريد؛ لإذابة الثلج على لوحة التبريد عند فصل التيار الكهربائي عن الضاغط، وذلك عن طريق منظم درجة الحرارة ذي ثلاثة الخطوط، يبين الشكل (6-16) الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية البسيطة ذات البابين.



الشكل (6-16): الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية البسيطة ذات البابين.

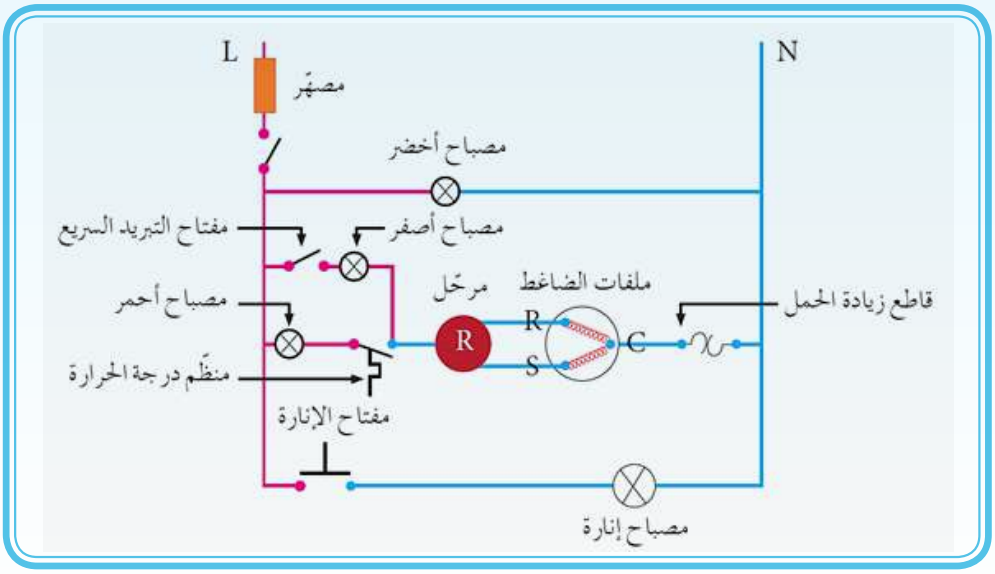
ثالثًا: المجمدة (الفريزر) ذات دورة التبريد البسيطة

تتشابه الدارة الكهربائية للمجمدة البسيطة والدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية، وتختلفان في وجود ثلاثة مصابيح في معظم المجمدات، ولكل مصباح عمله ودلالته، وألوان المصابيح في معظم المجمدات هي (الأخضر، والأحمر، والأصفر).

المصباح الأخضر: يكون متصلًا بالتيار الرئيس، ويدل على أن التيار يصل الى المجمدة.

المصباح الأحمر: يتصل على التوالي بمنظم درجة الحرارة (الثيرموستات) ويدل في حالة الإضاءة على أن دورة التبريد تعمل، أما في حالة انطفاء المصباح، فيدل ذلك على أن منظم درجة الحرارة مفصول، أي وصول درجة الحرارة إلى الدرجة المطلوبة (الدرجة المعاير وفقها منظم درجة الحرارة).

المصباح الأصفر: يوصل قبل منظم درجة الحرارة، ويتم التحكم فيه عن طريق مفتاح خاص يسمى مفتاح التبريد السريع، حيث يلغي هذا المفتاح عمل منظم درجة الحرارة ويشغل الضاغط مباشرة دون فصل التيار الكهربائي؛ للحصول على تبريد سريع طوال ساعات، أي يوصل التيار الكهربائي إلى الضاغط مباشرة دون المرور عبر منظم درجة الحرارة، يبين الشكل (6-17) دارة كهربائية لمجمدة منزلية.

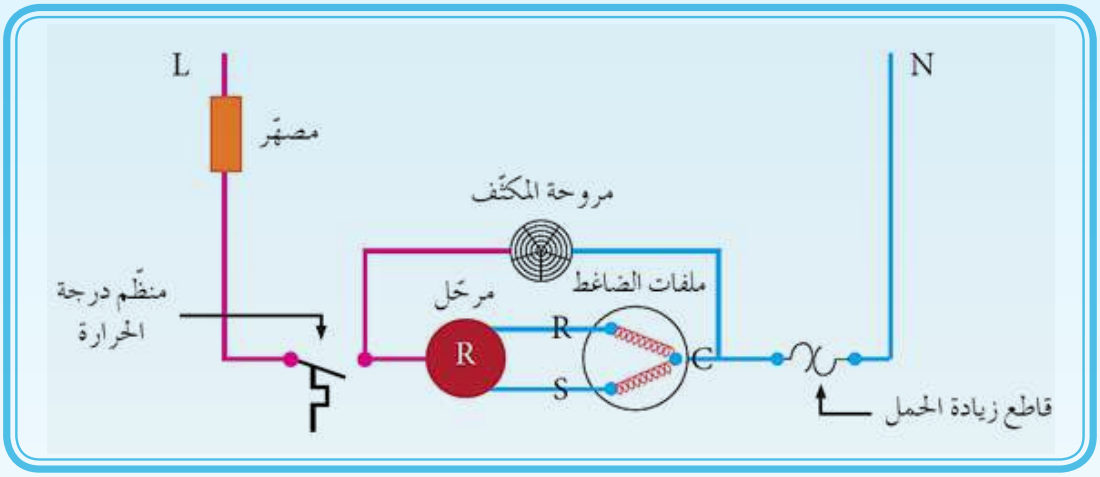


الشكل (6–17): دارة كهربائية لمجمدة منزلية.

رابعًا: مبردات الماء Water coolers

تبرد مبردات الماء المياه داخل المبرد لدرجة حرارة تصل إلى (5°س) تقريبًا، توصل المياه إلى حوض المبرد المحاط بأنابيب المبخر، وتصرف من الحوض عبر حنفية متصلة بالحوض، والدارة الكهربائية لمبرد الماء تشبه الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية ذات الباب الواحد، لكن الاختلاف هو نوع منظم درجة الحرارة حيث يفصل منظم مبرد الماء التيار الكهربائي عن الضاغط عند درجة حرارة أعلى

من الصفر المئوي بحدود (4– 8) درجات مئوية، يبين الشكل (6-18) دارة كهربائية لمبرد ماء.



الشكل (6-18): دارة كهربائية لمبرد ماء.

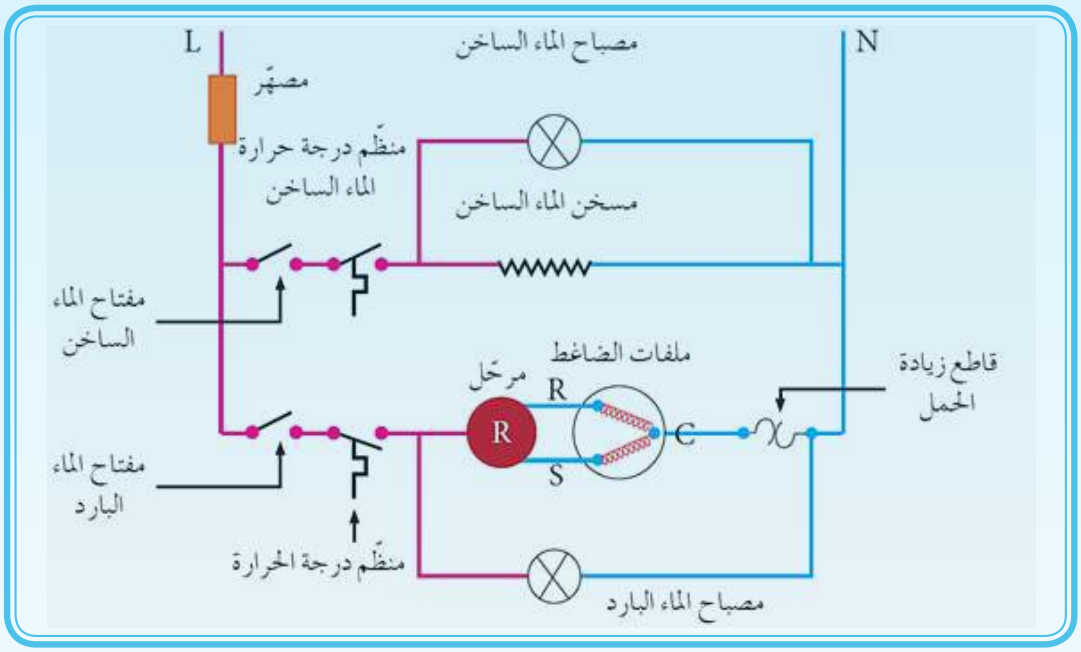
تصمم مبردات الماء بأنواع كما في الشكل (6-19)؛ حيث يزود بالمياه من شبكة المياه أو من جهاز فلترة الماء، وتركب عوامة داخل الحوض للتحكم في مستوى الماء، وتصرف المياه الباردة عبر حنفية أو أكثر، وتصرف المياه المنسكبة عبر حوض التصريف إلى شبكة التصريف الصحي.

الشكل (6-19): بعض أشكال مبردات الماء.

وهناك نوع آخر من مبردات الماء يسمى المبرد ذا القارورة كما في الشكل (6-20)، تُزود بالماء عبر قارورة ماء تستبدل عندما تفرغ، ويحتوى حوضين للماء، الأول لغاية تبريد الماء كما في النوع السابق، والحوض الثاني لتسخين الماء عبر مسخن حراري يسخن الماء إلى درجة حرارة تصل إلى (93°س) تقريبًا، ويتم التحكم في المسخن الحراري بمنظم حراري خاص، وتصرف المياه الساخنة من هذا الحوض عبر حنفية الماء الساخن، وعند حدوث عطل في دورة التبريد أو التسخين، فإن ذلك لا يؤثر في عمل الدورة الأخرى.

الشكل (6-20): مبرد الماء ذو القارورة.

والدارة الكهربائية لمبرد الماء ذي التبريد والتسخين، تشبه الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية ذات الباب الواحد، مضافًا إليها مسخن كهربائي ومنظم حرارة للماء الساخن، بالإضافة إلى مفتاح كهربائي ذي مصباح إشارة لتشغيل دورة التبريد، ومصباح كهربائي ذي مصباح إشارة لتشغيل لمسخن. يبين الشكل (6-21) دارة كهربائية لمبرد ماء ذي قارورة مع مسخن كهربائي.



الشكل (6-21): دارة كهربائية لمبرد ماء ذي قارورة مع مسخن كهربائي.

خامسًا: أعطال الثلاجة الكهربائية المنزلية

يبين الجدول الآتي أهم الأعطال الأكثر شيوعًا في الثلاجات المنزلية:

العطل أو العارض	السبب	الاختبار أو العلاج
1- ضاغط الثلاجة لا يعمل مع عدم وجود إضاءة في حجرة الثلاجة	• انقطاع التيار الكهربائي من المصدر: قابس (فيش) الثلاجة غير مركب بصورة صحيحة، أو هناك قطع في الأسلاك.	- يفحص القابس فحصًا جيدًا، ويركبه بالشكل الصحيح، ويتفقد قاطع الكهرباء الرئيس.
	• فصل في الكابل الرئيس للثلاجة.	- يفحص الكبل ويستبدل بالتالف آخر جديدًا.
	• احتراق المصهر الكهربائي.	- البحث عن سبب احتراق المصهر، ويعالج العطل، ثم يستبدل بالمصهر المحترق آخر جديدًا بالقدرة نفسها.
	• مرحل التيار ليس في مكانه الصحيح.	- يركب مرحل التيار في مكانه الصحيح.
2- ضاغط الثلاجة لا يعمل مع وجود إضاءة في حجرة الثلاجة	• منظم درجة الحرارة (الثيرموستات) في وضع فتح.	- ضبط عيار منظّم درجات الحرارة (الثيرموستات).
	• منظم درجة الحرارة تالف.	- يفحص منظم درجات الحرارة، ويستبدل بالتالف آخر جديدًا.
	• تلف في ملفات محرك الضاغط.	- يفحص ملفات المحرك، ويستبدل بالضاغط التالف آخر جديدًا.
	• تلف في المرحل، أو المواسع، أو قاطع وقاية حمل الضاغط.	- فحص المرحل والمواسع والأوفرلود، ويستبدل بالتالف منها آخر جديدًا.

العطل أو العارض	السبب	الاختبار أو العلاج
3–ضاغط الثلاجة لا يعمل مع وجود إضاءة في حجرة الثلاجة	• تلف في منظم إذابة الثلج، أو في المسخن (في بعض أنواع من الأنظمة، يؤدي تلف منظم إذابة الثلج، أو المسخن إلى توقف عمل مؤقت إذابة الثلج، خلال دورة إذابة الثلج، في أثناء ذلك يكون الضاغط متوقفًا عن العمل).	– يفحص المسخن والمنظم، ويستبدل بالتالف آخر جديدًا.
	• تلف في مؤقت إذابة الثلج.	– يفحص مؤقت إذابة الثلج، ويستبدل بالتالف آخر جديدًا.

العطل أو العارض	السبب	الاختبار أو العلاج
4- الضاغط لا يدور مع وجود صوت طنين، ثم يفصل قاطع وقاية الحمل (Over Load).	• تلف في المرحل أو المكثف الكهربائي.	- يفحص الريليه والكابستور، ويستبدل بالتالف آخر جديدًا.
	• زيادة كبيرة في شحنة غاز التبريد (على وجه الخصوص الثلاجة التي تعمل بفريون R-600-A)	- يضبط شحنة وسيط التبريد.
	• انسداد في منطقة الضغط العالي، مثل: انسداد الفلتر، أو انسداد الأنبوب الشعري.	- ينظف الدارة الميكانيكية ويستبدل العنصر المسدود، ويستبدل بالمجفف التالف آخر جديدًا عند فتح الدارة الميكانيكية للصيانة.
	• تكرار فصل التيار الكهربائي ووصله من المصدر بصورة متتالية.	- يفصل التيار الكهربائي عن الثلاجة مدة لا تقل عن ٥ دقائق ثم تشغلها.
	• احتكاك قوي بين مكبس الضاغط وأسطوانته، ما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الضاغط.	- يتفقد زيت التبريد ويضبط كميته، أو يغير الزيت بكمية مناسبة من حيث الكم والنوع، إذا استمر الخلل، فيجب استبدال الضاغط.
	• كربجة مكبس الضاغط داخل أسطوانته (توقف تام للمكبس داخل أسطوانته).	- يفك الكربجة بالطرق على الضاغط مرات عدة، ثم تفقد زيت التبريد ويضبط كميته، أو يغير الزيت بكمية مناسبة من حيث الكم والنوع، إذا استمر الخلل، فيجب استبدال الضاغط.
	• تلف أحد الملفات الكهربائية للضاغط أو فصلها.	- يستبدل الضاغط التالف.

العطل أو العارض	السبب	الاختبار أو العلاج
5- الضاغط يدور مدة زمنية قصيرة، ثم يفصل قاطع وقاية حمل الضاغط.	• تلف في قاطع زيادة حمل الضاغط.	- يفحص قاطع زيادة حمل الضاغط، ويستبدل بالتالف آخر جديدًا.
	• تلف في مواسع البدء.	- يفحص المواسع ويستبدل بالتالف آخر جديدًا.
	• عدم وجود تكثيف جيد لوسيط التبريد ما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الضاغط ارتفاعًا شديدًا، أو زيادة شحنة وسيط التبريد.	- يبحث عن سبب ارتفاع درجة حرارة الضاغط، مثل: توقف مروحة المكثف، أو وضع الثلاجة في مكان درجة حرارته مرتفعة، أو تراكم الغبار والأتربة على المكثف، ويعالج السبب ثم الانتظار حتى يبرد الضاغط، ثم يعاد تشغيله.
	• تحميص ملفات الضاغط (ضعف العازل).	- يفحص ملفات الضاغط ويستبدل بالتالف آخر جديدًا.
	• انخفاض في الفولتية أو ارتفاعها.	- يفحص الفولتية، ويركب منظم فولتية.

العطل أو العارض	السبب	الاختبار أو العلاج
6- يدور الضاغط بلا توقف ولا يوجد تبريد.	• تسرب وسيط التبريد من دورة التبريد.	- يبحث عن سبب التسرب ويصلحه، ثم شحن دورة التبريد بوسيط التبريد المناسب.
	• ضعف كبير في ضغط الضاغط.	- يفحص ضغط الضاغط، ويستبدل بالتالف آخر جديدًا.
	• انسداد جزئي في دورة وسيط التبريد.	- يبحث عن سبب الانسداد ويصلحه، ثم تُشحن الثلاجة بوسيط التبريد المناسب.
7- تماس قوي جدًّا عند ملامسة الثلاجة.	• وجود أسلاك غير معزولة ملامسة جسم الثلاجة.	- يبحث عن الأسلاك غير المعزولة، ويعزلها جيدًا.
	• انهيار في العزل الكهربائي لملفات الضاغط، أو احتراق ملفات الضاغط وملامستها جسم الضاغط من الداخل، أو احتراق أحد المكونات الكهربائية لدورة التبريد وملامستها جسم الثلاجة.	- يفحص ملفات الضاغط، ويستبدل بالتالف آخر جديدًا، وتستبدل بالقطع الكهربائية التالفة الملامسة جسم الثلاجة أخرى جديدة.
	• وجود رطوبة (ماء) حول عناصر الدارة الكهربائية.	- يعالج الرطوبة.
	• خطأ في توصيلات الدارة الكهربائية.	- يتأكد من التوصيلات الكهربائية ويصلح الخلل.
8- تماس بسيط عند ملامسة جسم الثلاجة.	• وجود رطوبة في الدارة الكهربائية، تؤدي إلى ضعف العزل الكهربائي.	- يبحث عن سبب الرطوبة، ويحفظها، ثم يوصل الخط الأرضي بالثلاجة.
	• ضعف جودة التأريض الكهربائي.	- يصلح توصيلات التأريض.

العطل أو العارض	السبب	الاختبار أو العلاج
9- درجة حرارة حجرة حيز التجميد مرتفعة نسبيًّا (تبريد خفيف)	• منظم درجة الحرارة في وضع تبريد قليل.	– يعدّل وضعية المنظم على درجة تبريد مناسبة.
	• وجود تلف في منظم درجة الحرارة (يفصل عند درجة حرارة أعلى من المعاير عليها).	– يفحص منظم درجة الحرارة، ويستبدل به منظمًا جديدًا.
	• وجود تسريب هواء إلى داخل الثلاجة.	– يفحص الإطار الجلدي، ويستبدل به إطارًا جديدًا.
	• عدم وجود تكثيف مناسب لوسيط التبريد.	– يبحث عن سبب ذلك، ويصلحه، مثل (ضعف التهوية حول المكثف، أو وجود أتربة على المكثف).
	• مروحة المبخر لا تعمل.	– يفحص مروحة المبخر ومفتاح المروحة، ويستبدل بالتالف آخر جديدًا.
	• تلف في المسخن الكهربائي.	– يفحص المسخن، ويستبدل بالتالف آخر جديدًا.
	• تلف في مؤقت إذابة الثلج	– يفحص المؤقت، ويستبدل بالتالف آخر جديدًا
	• تلف في منظم إذابة الثلج (طبلة الديفروست).	– يفحص المنظم ويستبدل بالتالف آخر جديدًا.
	• تلف في المصهر الحراري.	– يفحص المصهر، ويستبدل بالتالف آخر جديدًا.
	• عطل في اللوحة الإلكترونية في الثلاجات التي تحتوي لوحة إلكترونية، أو في الحساسات (السناسر).	– يفحص اللوحة الالكترونية وتستبدل بالتالفة أخرى جديدة.
	• نقص في كمية وسيط التبريد داخل الدارة.	– يفحص دورة التبريد ويصلح مكان التسريب، ثم يشحن الدورة بوسيط التبريد المناسب.

العطل أو العارض	السبب	الاختبار أو العلاج
10- باب الثلاجة لا يغلق جيدًا.	• الثلاجة ليست ثابتة على الأرض جيدًا.	- يثبت الثلاجة جيدًا.
	• تلف في فصالات الباب .	- يعاير الفصالات معايرة جيدة، ويستبدل بالتالفة منها أخرى جديدة.
	• الإطار الجلدي حول الباب تالف.	- يفحص الإطار الجلدي، ويستبدل بالتالف آخر جديدًا.
	• محتويات الثلاجة غير مرتبة جيدًا، أو عدم تركيب رفوف الثلاجة في أماكنها الصحيحة، ما يعيق إغلاق باب الثلاجة.	- يرتب المحتويات ترتيبًا جيدًا، ويضع الرفوف في أماكنها بصورة صحيحة.
11- تراكم طبقة سميكة من الثلج على سطح المبخر في الثلاجات المنزلية البسيطة من نوع (Defrost)	• تلف في منظم درجة الحرارة (المنظم لا يفصل).	- يعاير منظم درجة الحرارة، ويضبطها جيدًا، أو يستبدل بالتالف آخر جديدًا.
	• الإطار الجلدي حول الباب تالف.	- يفحص الإطار الجلدي، ويستبدل بالتالف آخر جديدًا.
	• البصيلة الحساسة لمنظم درجة الحرارة غير مثبته في مكانها الصحيح على سطح المبخر.	- يثبت البصيلة في مكانها الصحيح بصورة جيدة.
12- يتجمد الماء في حوض تصريف الماء الناتج من عملية إذابة الثلج، أو يتجمد في خط التصريف.	• تلف في مسخن حوض تصريف المياه.	- يفحص المسخن، ويستبدل بالتالف آخر جديدًا.
	• انسداد في خط التصريف.	- ينظف خط التصريف جيدًا.

العطل أو العارض	السبب	الاختبار أو العلاج
13- وجود مياه أسفل الثلاجة.	• خرطوم تصريف المياه غير مركب مكانه في حوض التصريف.	- يركب الخرطوم جيدًا في مكانه الصحيح.
	• تلف في حوض تجميع المياه.	- يستبدل بحوض تجميع الماء التالف آخر جديدًا.
14- تسرب المياه داخل حجرة التبريد (تعرق في السقف العلوي لغرفة التبريد).	• انسداد في فتحة تصريف المياه.	- يبحث عن سبب انسداد فتحة التصريف ويصلحه.
	• تراكم (الثلج) داخل مجاري الهواء.	- يذيب الثلج وينظف مجاري الهواء.
15- تجمد المواد داخل حجرة التبريد.	• منظم درجات الحرارة (الثيرموستات) لا يفصل (يعمل باستمرار).	- يفحص الثيرموستات أو يعايره جيدًا أو يستبدل به.
	• منظم مجاري الهواء (دامبر الهواء) مفتوح فتحة كاملة دائمًا (لا يغلق عند انخفاض درجات الحرارة).	- يفحصه ويعايره وينظفه، أو يستبدله إذا تعرض للتلف.

استعن بمعلمك ومجموعة من زملائك للبحث عن أنواع أخرى من أجهزة التبريد المنزلية، وتعرّف على الدارة الكهربائية والدورة الميكانيكة لها.

- ابحث في المراجع المختلفة عن صيانة وخدمة الثلاجة المنزلية، ثم أعدّ تقريرًا بذلك، وناقش المعلم والزملاء فيه ثم سجل ملاحظاتك في سِجل التدريب.

أسئلة الوحدة

1- سمِّ كلًّا مما يأتي مبينًا وظيفته:

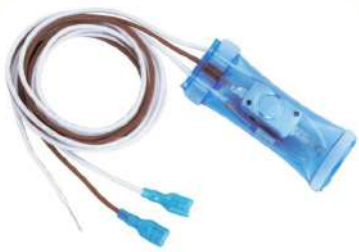
.....

.....

.....

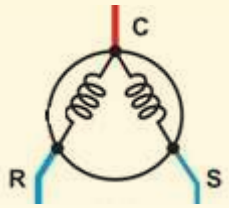
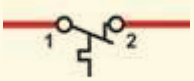
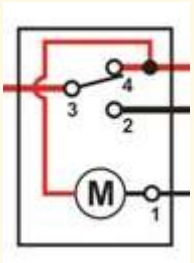
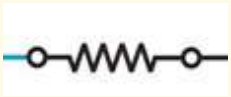
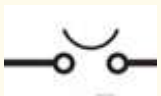
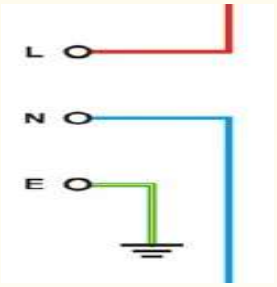
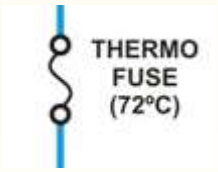
.....

.....



.....

2- اذكر دلالة كل رمز من الرموز الآتية:

3- اذكر خطوات عملية شحن المبرد المنزلي بوسيط التبريد.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

أجهزة التبريد المنزلية

- الثلاجة المنزلية
- الثلاجة المنزلية البسيطة ذات البابين
- المجمدة (الفريزر)
- مبردات الماء

التمارين العملية

التمرين العملي (6-1): فك مكونات الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية Defrost وفحصها وتركيبها.

النتاجات:

يُتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

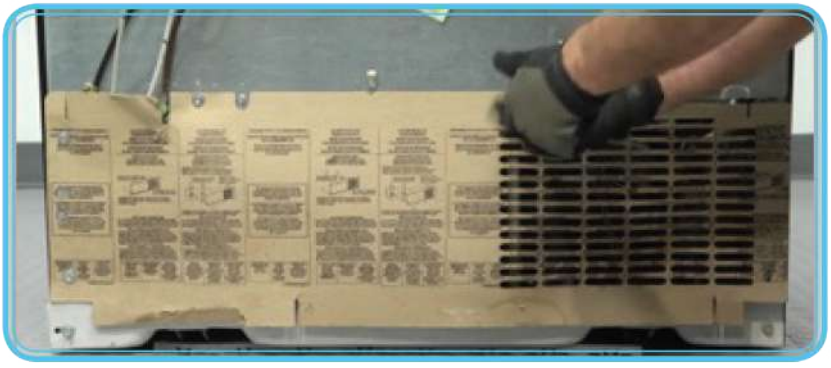
- تفك مكونات الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية Defrost وتفحصها وتركبها.

التجهيزات المطلوبة:

- ثلاجة منزلية.
- صندوق عدة.
- جهاز قياس متعدد الأغراض (Multi Meter).
- جهاز قياس تيار حلقي (Clamp Meter).
- مضخة شفط (Vacuum).
- خرطوم شحن وسيط التبريد.
- قلم وسجل ملاحظات

المواد المطلوبة:

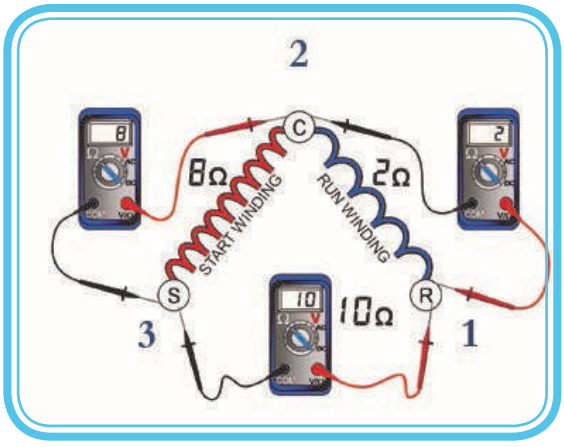
- أسطوانة غاز.

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية
	فك الضاغط الكهربائي وتنظيفه وفحصه
1	أعدّ خطة عمل بسيطة، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد. ملاحظة: في حال وجود أي استفسار أو نقص في المعلومات، عليك مراجعة المعلم.
2	تأمين منطقة العمل جيدًا، وإزالة العوائق من منطقة العمل، وتفقد سلامة التوصيلات الكهربائية، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.
3	فصل التيار الكهربائي من المصدر.
4	فك الغطاء الخارجي الخلفي مستعملًا المفك المناسب، وحفظ البراغي في علبة خاصة، كما في الشكل الآتي:  فك الغطاء الخارجي الخلفي.
5	قراءة لوحة المعلومات الملصقة على الضاغط، كما في الشكل الآتي: لوحة المعلومات.

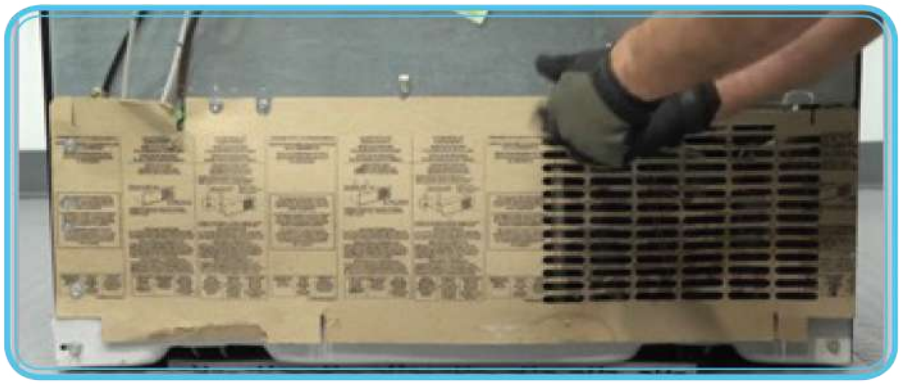
الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية
6	تنظيف الجسم الخارجي للضاغط من الغبار مستعملاً فرشاة التنظيف، كما في الشكل الآتي. تنظيف الضاغط.
7	وصل التيار الكهربائي، وقياس التيار المسحوب من الضاغط بجهاز (Clamp Meter) قياس التيار الحلقي (الملقط)، كما في الشكل الآتي. قياس التيار المسحوب من الضاغط.

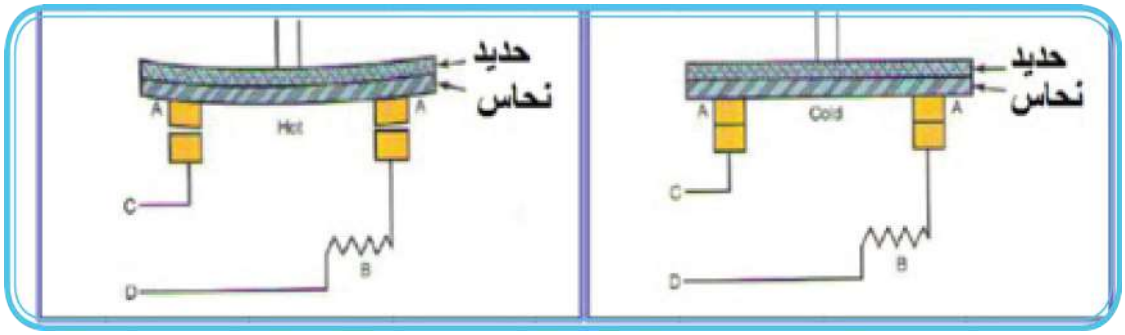
الرقم	خطوات الأداء العملي و الأشكال التوضيحية
8	فحص ضغط الثلاجة بساعة ضغط الغاز كما في الشكل الآتي: فحص الضغط.
9	فصل التوصيلات الكهربائية عن الضاغط كما في الشكل الآتي: فصل التوصيلات الكهربائية.

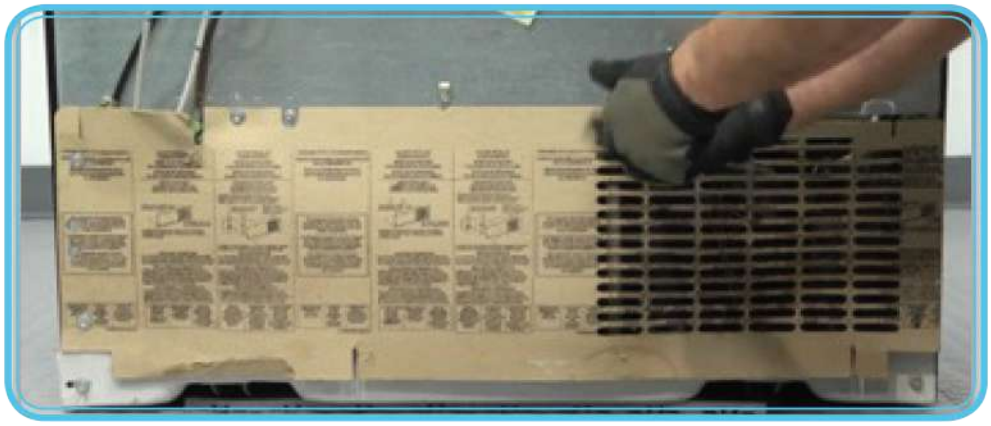
الرقم	خطوات الأداء العملي و الأشكال التوضيحية
10	تفريغ وسيط التبريد بمضخة التفريغ (Vacuum)، كما في الشكل الآتي: تفريغ وسيط التبريد.
11	فصل الأنابيب النحاسية بوحدة لحام الأكسي أستيلين، كما في الشكل الآتي: فصل الأنابيب النحاسية.

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية
12	فك براغي التثبيت لتغيير الضاغط بمفتاح مناسب، كما في الشكل الآتي: فك براغي تثبيت الضاغط.
13	فحص نقاط التلامس (R،C،S) بجهاز الأوميتر، وقياس المقاومة بين النقاط الثلاث وترقيم أطراف الضاغط بالأرقام 1، 2، 3 كما في الشكل الآتي:
14	حدّد مقدار المقاومة بين الأطراف 2+1، 3+1، 2+3، بالأوميتر. أ– أكبر مقاومة تكون بين R+S. ب– المقاومة الوسطى تكون بين S+C. جـ– أصغر مقاومة تكون بين R+C. د– مقابل أكبر مقاومة (بين R+S) يكون الطرف C. هـ– بعد تحديد الطرف C، يكون الرقم الثاني في المقاومة (المقاومة الوسطى) هو الطرف S. و– تلقائيًا يكون الرقم الثالث (أصغر المقاومة) هو الطرف R.  ترقيم أطراف الضاغط بالأرقام:(1، 2، 3)، وتحديد أطراف الضاغط.

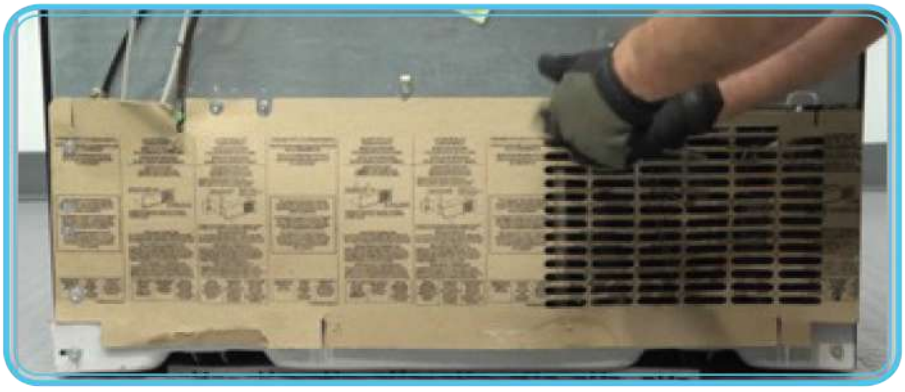
الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية
	فحص الضاغط باستخدام جهاز الأوميتر
1	أعدّ خطة عمل بسيطة، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد. ملاحظة: في حال وجود أي استفسار أو نقص في المعلومات، عليك مراجعة المعلم.
2	فحص القصر (Short) في ملف الضاغط بجهاز الأوميتر، بحيث تكون قراءة المؤشر (صفرًا أو منخفضة)، يبين الشكل الآتي طريقة فحص القصر في ملف الضاغط، حيث يلامس أحد أسلاك جهاز الأوميتر أحد أقطاب الضاغط، وملامسة السلك الآخر جسم الضاغط، فإذا كانت قراءة جهاز الأوميتر (صفرًا)، فيدل ذلك على عدم وجود (قصر) وتكرار ذلك على بقية أقطاب الضاغط. طريقة فحص القصرفي ملف الضاغط.
3	فحص ملفات الضاغط للتأكد من عدم وجود قطع فيها، بجهاز الأوميتر، فإذا كانت قراءة جهاز الفحص (∞) (مالانهاية)، فيدل ذلك على أن الملف تالف كما في الشكل الآتي: فحص ملفات الضاغط للتأكد من عدم وجود قطع فيها.
4	عند فحص الضاغط والتأكد من وجود عطل داخلي، يجب أن يستبدل بالتالف آخر جديدًا، له النوع نفسه والمواصفات نفسها.

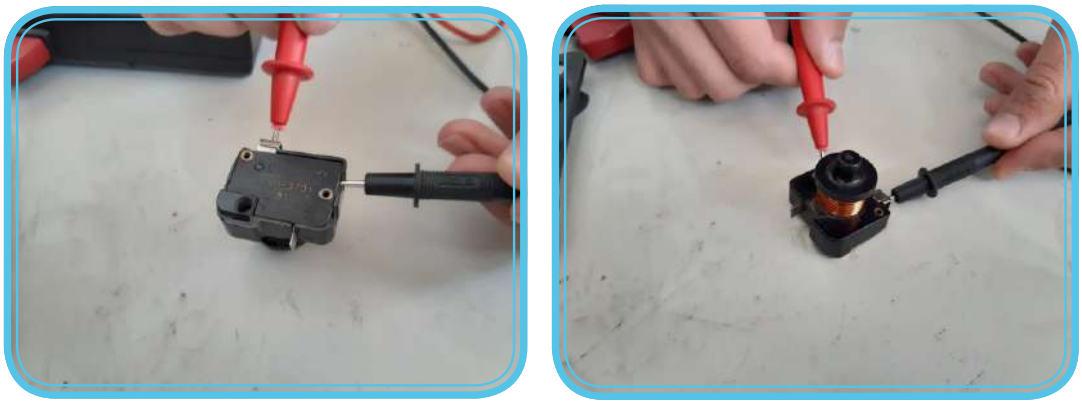
الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية
	فك الواقي من زيادة الحمل (Over Load) وفحصه
1	أعدّ خطة عمل بسيطة، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد. ملاحظة: في حال وجود أي استفسار أو نقص في المعلومات، عليك مراجعة المعلم.
2	تأمين منطقة العمل جيدًا، وإزالة العوائق من منطقة العمل، وتفقد سلامة التوصيلات الكهربائية، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.
3	فصل التيار الكهربائي من المصدر.
4	فك الغطاء الخارجي الخلفي مستعملًا المفك المناسب، وحفظ البراغي في علبة خاصة، كما في الشكل الآتي:  فك الغطاء الخارجي الخلفي.
5	فصل الأوفرلود عن جسم الضاغط بمفك عادي كما في الشكل الآتي: فصل الأوفرلود عن جسم الضاغط بمفك عادي.

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية
6	فصل التوصيلات الكهربائية عن الأوفرلود كما في الشكل الآتي: فصل التوصيلات عن الأوفرلود.
7	ويفحص الواقي من زيادة الحمل (Overload) كما يأتي: عن طريق تسخين الصفيحة المعدنية ثم فحص طرفي الأوفرلود بالأوميتر. أ – إذا ظهرت إشارة، فالأوفرلود معطل ويحتاج إلى تغيير. ب – إذا لم تظهر إشارة، فالأوفرلود سليم. جـ – إذا فُحص الأوفرلود وهو بارد، فإنه يجب أن يكون موصلًا بين طرفيه.  الأوفرلود في حالة التوصيل. الأوفرلود في حالة الفصل.

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية
	فك المواسع الكهربائي (المكثف الكهربائي) وفحصه
1	أعدّ خطة عمل بسيطة، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد. ملاحظة: في حال وجود أي استفسار أو نقص في المعلومات، عليك مراجعة المعلم.
2	تأمين منطقة العمل جيدًا، وإزالة العوائق من منطقة العمل، وتفقد سلامة التوصيلات الكهربائية، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.
3	فصل التيار الكهربائي من المصدر.
4	فك الغطاء الخارجي الخلفي مستعملًا المفك المناسب، وحفظ البراغي في علبة خاصة، كما في الشكل الآتي:  فك الغطاء الخارجي الخلفي.
5	يجب تفريغ شحنة المكثف بوساطة مقاومة كهربائية لتجنب الصدمات الكهربائية ثم فصل المكثف عن الضاغط كما في الشكل المجاور: فصل المكثف عن الضاغط.

الرقم	خطوات الأداء العملي و الأشكال التوضيحية
6	فحص المكثف الكهربائي بجهاز الأوميتر عن طريق وضع أطراف أسلاك الجهاز عند نهاية المكثف كما في الشكل الآتي: معتمدًا ما يأتي: أ– إذا تحرك مؤشر الجهاز باتجاه الصفر «0» ورجع ببطء إلى مالا نهاية، فإن ذلك يدل على أن المكثف بحالة جيدة. ب– إذا لم يتحرك مؤشر الجهاز، فإن ذلك يدل على أن المكثف فيه فتح ويجب استبدال مكثف آخر له القيمة نفسها بالمكثف الذي فيه فتح. جـ– إذا تحرك مؤشر الجهاز باتجاه الصفر «0» وبقي على هذا الوضع، فإن ذلك يدل على أن المكثف فيه قصر (Short) ويجب استبدال مكثف آخر جديد بالمكثف التالف. فحص المكثف الكهربائي بجهاز الأوميتر.
7	وهناك جهاز خاص لفحص المكثفات هو جهاز قياس السعة ويبين الشكل الآتي جهاز قياس السعة لفحص أحد المكثفات. جهاز قياس السعة لفحص المكثفات

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية
	فك مرحل التيار الكهربائي Relay وفحصه، أقوم بما يأتي:
1	أعدّ خطة عمل بسيطة، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد. ملاحظة: في حال وجود أي استفسار أو نقص في المعلومات، عليك مراجعة المعلم.
2	تأمين منطقة العمل جيدًا، وإزالة العوائق من منطقة العمل، وتفقد سلامة التوصيلات الكهربائية، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.
3	فصل التيار الكهربائي من المصدر.
4	فك الغطاء الخارجي الخلفي مستعملًا المفك المناسب، وحفظ البراغي في علبة خاصة كما في الشكل الآتي:  فك الغطاء الخارجي الخلفي.
5	فصل المرحل عن جسم الضاغط بمفك عادي.

الرقم	خطوات الأداء العملي و الأشكال التوضيحية
6	فحص أطراف المرحل (M،L) بالأوميتر. – إذا لم يعطِ المرحل إشارة، فسيكون متعطلًا ويجب استبداله.
7	فحص الطرفين (L،S)، بالأوميتر، كما في الشكل الآتي: – المرحل في وضعه الطبيعي، لا تصدر عنه أية إشارة. – قلب المرحل وفحص الأطراف. وإذا لم يعطِ المرحل إشارة، فسيكون متعطلًا ويجب استبداله.  فحص أطراف المرحل الكهربائي.

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية
	فك منظم درجة الحرارة للثلاجة (الثيرموستات) وفحصه
1	أعدّ خطة عمل بسيطة، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد. ملاحظة: في حال وجود أي استفسار أو نقص في المعلومات، عليك مراجعة المعلم.
2	تأمين منطقة العمل جيدًا، وإزالة العوائق من منطقة العمل، وتفقد سلامة التوصيلات الكهربائية، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.
3	فصل التيار الكهربائي من المصدر.
4	فتح باب الثلاجة وإزالة الرفوف للتمكن من الحركة بحرية كما في الشكل الآتي: فتح باب الثلاجة وإزالة الرفوف.
5	فك مفتاح المنظم يدويًّا ثم سحبه إلى الخارج كما في الشكل الآتي: فك مفتاح المنظم باليد.

الرقم	خطوات الأداء العملي و الأشكال التوضيحية
6	فك الغطاء الخارجي الذي يغطي منظم درجة الحرارة مستعملًا مفكًّا مناسبًا كما في الشكل الآتي: فك الغطاء الخارجي الذي يغطي منظم درجة الحرارة.
7	فك الحساس المثبت على المبخر ثم فك الأسلاك الكهربائية عن جسم المنظم كما في الشكل الآتي: فك الأسلاك الكهربائية عن جسم المنظم.

الرقم	خطوات الأداء العملي و الأشكال التوضيحية
8	فحص طرفي توصيل الثيرموستات بالأوميتر كما في الشكل الآتي: فحص طرفي توصيل الثيرموستات.
9	إذا أعطى الأوميتر إشارة، فيكون الثيرموستات موصلًا.
10	وضع البصيلة الحساسة المتصلة بالثيرموستات، داخل كأس يحوي مكعبات ثلجية، ليتم فحص أطراف الثيروستات.
11	فحص طرفي الثيرموستات بعد تبريد الحساس. أ– إذا أعطى الأوميتر إشارة، فيكون الثيرموستات في حالة توصيل ويكون معطلًا. ب – إذا لم يعطِ إشارة، فيكون الثيرموستات في حالة فصل بتأثير البرودة ويكون سليمًا.

التمرين العملي (6-2): اسم التمرين: تنفيذ الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية De-frost.

النتاجات

يُتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تنفذ الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية Defrost.

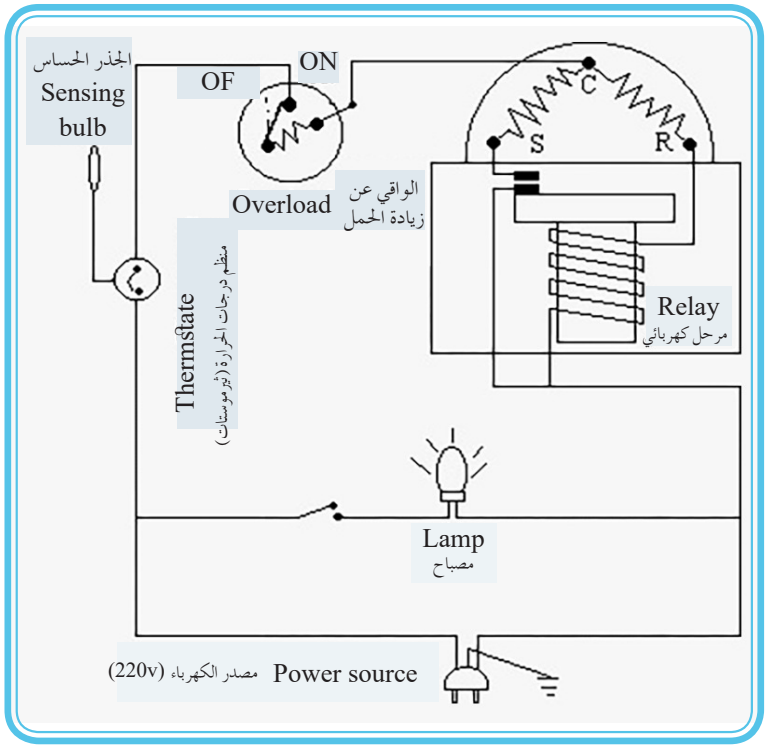
التجهيزات المطلوبة:

– ثلاجة منزلية.

– صندوق عدة.

المواد المطلوبة:

– أسلاك كهربائية.



الدارة الكهربائية للثلاجة ومرحل التيار الكهربائي وقاطع الوقاية من زيادة الحمل.

الرقم	خطوات الأداء العملي و الأشكال التوضيحية
1	أعدّ خطة عمل بسيطة، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد. ملاحظة: في حال وجود أي استفسار أو نقص في المعلومات، عليك مراجعة المعلم.
2	ارسم الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية Defrost.
3	تأكد من نزع الأسلاك كلها عن الثلاجة النموذجية، كما في الشكل المجاور. نزع الأسلاك كلها عن الثلاجة النموذجية.
4	مدد الدارة الكهربائية للثلاجة حسب المخطط الكهربائي وبحسب إرشادات المعلم. وصّل الأسلاك الكهربائية إلى منظم درجات الحرارة (الثيرموستات) كما في الشكل المجاور. توصيل الأسلاك الكهربائية إلى منظم درجات الحرارة.

الرقم	خطوات الأداء العملي و الأشكال التوضيحية	
	أ– وصّل الأسلاك الكهربائية للأوفرلود وثبته على جسم الضاغط في المكان الصحيح كما في الشكل المجاور.	 توصيل الأسلاك الكهربائية للأوفرلود.
	ب– وصّل الأسلاك الكهربائية لمرحلة التيار وثبته على جسم الضاغط كما في الشكل المجاور.	 توصيل الأسلاك الكهربائية لمرحل التيار وتثبيته على جسم الضاغط.
5	عاين العمل من قبل المدرب قبل توصيل الثلاجة بمصدر الكهرباء.	
6	شغل الثلاجة وتأكد من سلامة عمل كل جزء فيها.	

التمرين العملي (6-3): فك مكونات الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية No frost وفحصها وتركيبها.

الزمن المخصص للتمرين: 4 ساعات

النتاجات

يُتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تفك مكونات الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية No frost وتفحصها وتركبها.

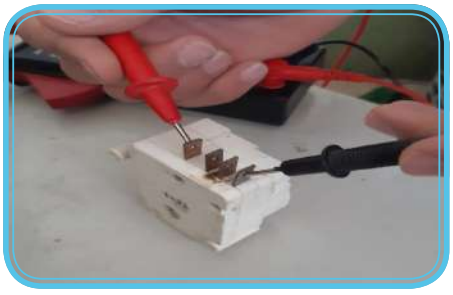
التجهيزات المطلوبة:

- ثلاجة منزلية.
- صندوق عدة.
- جهاز قياس متعدد الأغراض (Multi Meter).
- جهاز قياس تيار حلقي (Clamp Meter).
- وحدة لحام أكسي أستا لين.
- مضخة شفط (Vacuum).
- خرطوم شحن وسيط التبريد.

المواد المطلوبة:

- أسطوانة غاز.

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية
	فك المؤقت الزمني (Defrost Timer) وفحصه
1	أعدّ خطة عمل بسيطة، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد. ملاحظة: في حال وجود أي استفسار أو نقص في المعلومات، عليك مراجعة المعلم.
2	أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق من منطقة العمل، وتفقد سلامة التوصيلات الكهربائية، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.
3	افصل التيار الكهربائي من المصدر.
4	افتح باب الثلاجة، وأزل الرفوف للتمكن من الحركة بحرية كما في الشكل الآتي: فتح باب الثلاجة وإزالة الرفوف.
5	فك الغطاء الخارجي الذي يغطي المؤقت الزمني .بمفك مناسب، كما في الشكل الآتي: فك الغطاء الخارجي الذي يغطي المؤقت الزمني.

الرقم	خطوات الأداء العملي و الأشكال التوضيحية
6	فك التوصيلات الكهربائية عن المؤقت الزمني بمفك عادي كما في الشكل الآتي: فك التوصيلات الكهربائية عن المؤقت الزمني.
7	وصل أطراف الأوميتر بالأطراف المبينة على المؤقت الزمني، بعد فصل المؤقت الزمني عن الثلاجة كما في الشكل الآتي:
8	تأكد من وجود نقطتين لهما أعلى قراءة في جهاز الأوميتر، بعد فحص الأطراف جميعها، هاتان النقطتان هما نقطتا محرك المؤقت الزمني.
9	لاحظ وجود نقطة مشتركة في نقاط محرك المؤقت بين نقطتي الضاغط والمسخن.
10	حرك المسننات (التروس) يدويًّا في اتجاه عقارب الساعة، ومُلاحظًا وجود مدتين (مدة طويلة لها صوت تكة منخفضة، ومدة قصيرة لها صوت تكة مرتفع قليلًا).
11	افحص النقاط مع النقطة المشتركة خلال المدة الطويلة (النقطة التي تعطي قراءة في المدة الطويلة، تكون نقطة الضاغط).
12	النقطة الأخيرة تكون نقطة المسخن (وللتأكد من سلامة المؤقت يجب تحريك المسننات خلال المدة القصيرة للتأكد من ملامستها النقطة المشتركة).  فحص المؤقت الزمني.

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية
	فك المسخن الحراري (Defrost Heater) وفحصه
1	أعدّ خطة عمل بسيطة، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد. ملاحظة: في حال وجود أي استفسار أو نقص في المعلومات، عليك مراجعة المعلم.
2	أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق من منطقة العمل، وتفقد سلامة التوصيلات الكهربائية، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.
3	افصل التيار الكهربائي من المصدر.
4	افتح باب الثلاجة، وأزل الرفوف للتحرك بحرية كما في الشكل الآتي: فتح باب الثلاجة وإزالة الرفوف.
5	فك غطاء المسخن الخارجي كما في الشكل الآتي: فك غطاء المسخن الخارجي.

الرقم	خطوات الأداء العملي و الأشكال التوضيحية
6	حرك المبخر قليلًا للتمكن من فصل توصيلات المسخن (إن لزم) كما في الشكل الآتي: تحريك المبخر للتمكن من فصل توصيلات المسخن.
7	افصل توصيلات المسخن وإخراجه من مكانه، أو حدد أسلاكه دون تحريكه؛ ليُفحص ويعاد تركيبه أو تغييره كما في الشكل الآتي: فصل توصيلات المسخن.

الرقم	خطوات الأداء العملي و الأشكال التوضيحية
8	ضع المسخن على طاولة العمل.
9	وصل أطراف جهاز الأوميتر بأطراف المسخن. –عند وجود توصيل بين أطراف المسخن، يدل ذلك على أن المسخن يعمل بطريقة صحيحة. – عند عدم وجود توصيل بين أطراف المسخن، فإن ذلك يدل على أن المسخن تالف.
*يجب تثبيت المسخن أسفل المبخر ملاصقًا له أو قريبًا منه، متأكدين من عدم ملامسته أي جزء قابل للاشتعال.	

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية
	فك منظم إذابة الثلج عن سطح المبخر (Defrost Heater) وفحصه
1	أعدّ خطة عمل بسيطة، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها، والحفاظ على البيئة، والعمل مع والزملاء بروح الفريق الواحد. ملاحظة: في حال وجود أي استفسار أو نقص في المعلومات، عليك مراجعة المعلم.
2	أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق من منطقة العمل، وتفقد سلامة التوصيلات الكهربائية، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.
3	افصل التيار الكهربائي.
4	افتح باب الثلاجة وأزل الرفوف للتحرك بحرية.
5	ضع منظم إذابة الثلج في وعاء فيه ثلج، ثم انتظر دقيقتين تقريبًا، أو اقلب أسطوانة الغاز وسلط الغاز مباشرة على المنظم.
6	وصَل أطراف جهاز الأوميتر بأطراف منظم إذابة الثلج (المنظم موجود في الثلج).
7	عند عدم وجود توصيل بين أطراف منظم إذابة الثلج، فإن ذلك يدل على أن المنظم يعمل بطريقة صحيحة.
*عند تغيير المنظم، يجب إحضار منظم آخر من النوع نفسه أو مكافئ له، ويجب تثبيته بحيث يكون ملاصقًا لأنابيب المبخر وبعيدًا عن المسخن.	

التمرين العملي (6-4): تنفيذ الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية No frost.

النتاجات

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تنفذ الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية No frost.

التجهيزات المطلوبة:

– ثلاجة منزلية.

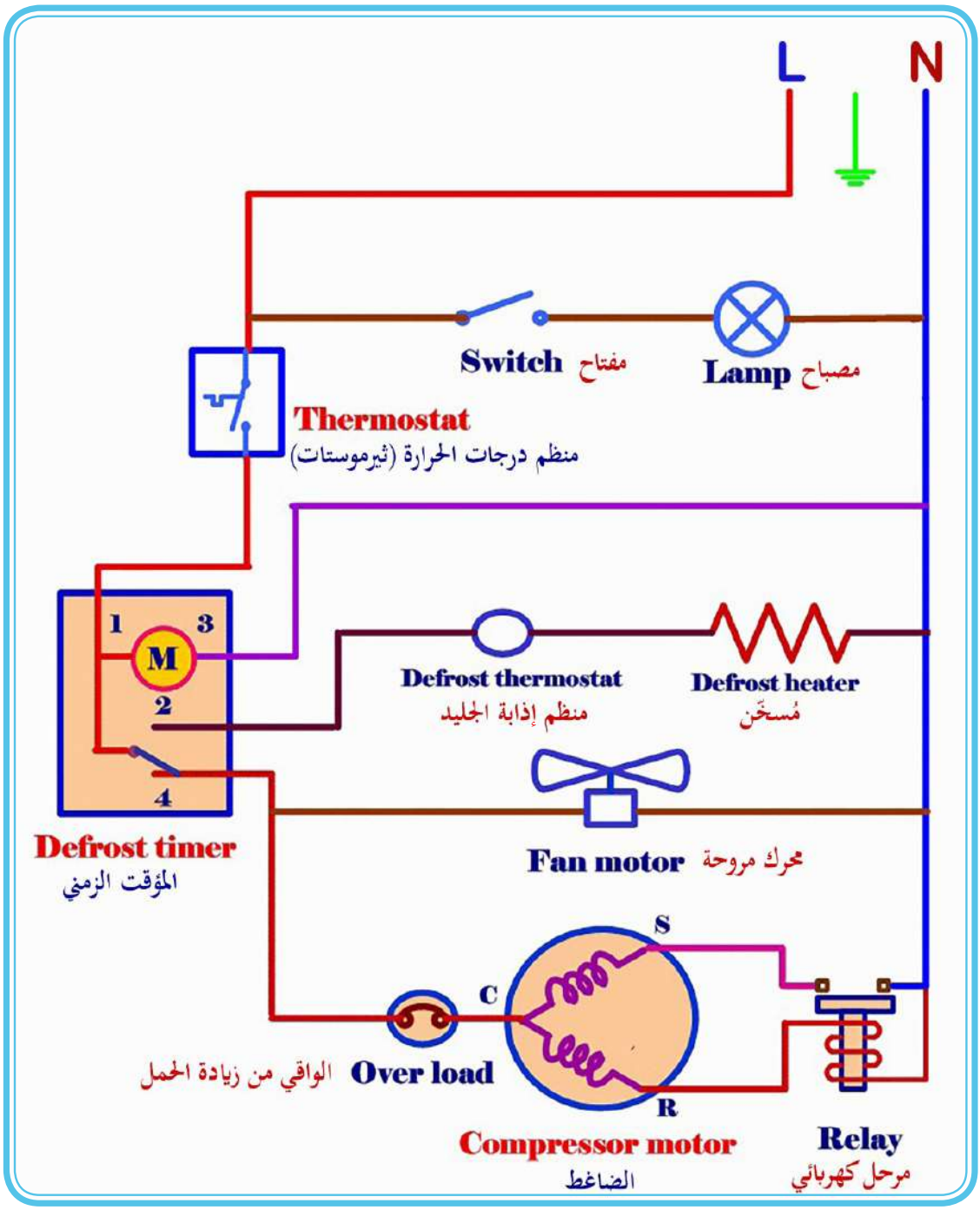
– صندوق عدة.

المواد المطلوبة:

– أسلاك كهربائية

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية
	رسم الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية من نوع No frost
1	أعدّ خطة عمل بسيطة، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المدرب والزملاء بروح الفريق الواحد. ملاحظة: في حال وجود أي استفسار أو نقص في المعلومات، عليك مراجعة المدرب.
2	تأكد من سحب الأسلاك كلها من الثلاجة النموذجية كما في الشكل الآتي: نزع الأسلاك عن الثلاجة كلها.

الرقم	خطوات الأداء العملي و الأشكال التوضيحية
3	مدد الدارة الكهربائية للثلاجة حسب المخطط الكهربائي وبحسب إرشادات المدرب وفقًا الشكل الآتي:



المخطط الكهربائي للثلاجة.

الرقم	خطوات الأداء العملي و الأشكال التوضيحية

أ– وصل الأسلاك الكهربائية إلى منظم درجات الحرارة (الثيرموستات)، كما في الآتي:

توصيل الأسلاك الكهربائية إلى منظم درجات الحرارة (ثيرموستات).

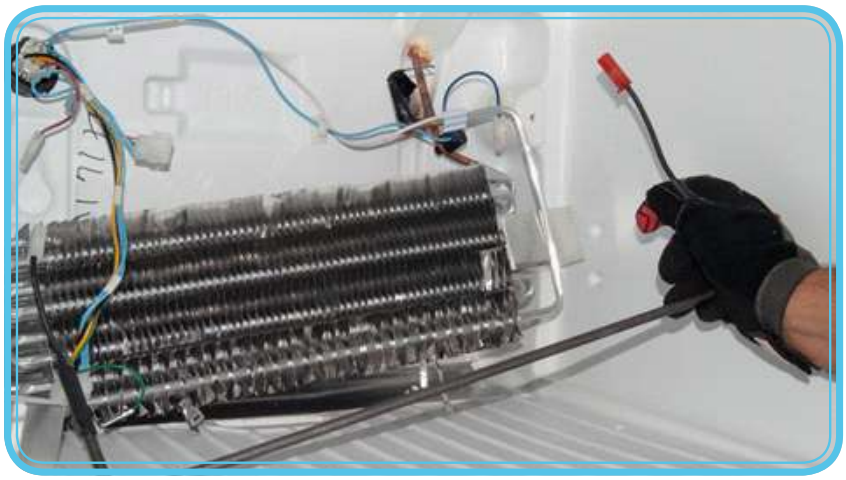
ب– وصل الأسلاك الكهربائية للأوفرلود ومرحل التيار، ثم ثبته على جسم الضاغط في المكان الصحيح كما في الشكل الآتي:

توصيل الأسلاك الكهربائية للأوفرلود ومرحل التيار وتثبيته على جسم الضاغط.

جـ- وصل أسلاك المؤقت الزمني، ثم ثبته في مكانه المناسب كما في الشكل الآتي:

توصيل أسلاك المؤقت الزمني.

د- وصل أجزاء المسخن، ثم ثبته في مكانه المناسب كما في الشكل الآتي:



توصيل أجزاء المسخن.

الرقم	خطوات الأداء العملي و الأشكال التوضيحية

هـ– وصل أسلاك منظم إذابة الثلج، ثم ثبته في مكانه المناسب كما في الشكل الآتي:

توصيل أسلاك منظم إذابة الثلج.

و– وصل أسلاك مروحة المبخر، ثم ثبته المروحة في مكانها المناسب، كما في الآتي:

توصيل أسلاك مروحة المبخر وتركيب المروحة في مكانها.

– معاينة العمل من قبل المدرب قبل توصيل الثلاجة بمصدر الكهرباء.

– تشغيل الثلاجة والتأكد من سلامة عمل كل جزء فيها.

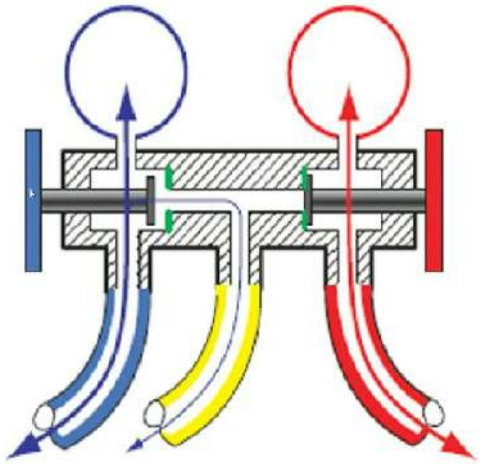
التمرين العملي (6-5): شحن دورة التبريد لمبرد الماء بوسيط التبريد.

النتاجات

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تشحن دورة التبريد المنزلي لمبرد الماء المنزلي بوسيط التبريد.

الأجهزة والعُدد والأدوات والمواد الأولية حسب المعايير المهنية (تتناسب مع أعداد المتدربين في كل نشاط)	
الأجهزة والعُدد والأدوات	المواد
– ساعة الشحن والتفريغ	– أسطوانة وسيط تبريد R-134a
– صندوق عدة متكامل	
– طقم مفكات	
– مبرد ماء منزلي	
– مضخة فاكيوم	

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية
1	أعدّ خطة عمل بسيطة، لتنفيذ التمرين تتضمن تحضير المواد و الأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها. ملاحظة: في حال وجود أي استفسار أو نقص في المعلومات، عليك مراجعة المعلم.
2	أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق من منطقة العمل، وتفقد سلامة التوصيلات الكهربائية، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.
3	صل الخرطوم الأزرق بمقياس الضغط المنخفض من جهة وبخط الخدمة المرفق مع جسم الضاغط المخصص لشحن دورة التبريد وتفريغها من جهة أخرى، صل الخرطوم الأصفر (الأوسط) بمضخة الفاكيوم. 
4	أغلق صمّام جانب الضغط المرتفع (الصمّام الأحمر)، وافتح صمّام جانب الضغط المنخفض (الصمّام الأزرق).

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية	
5	فرّغ دورة التبريد كما تعلمت في التمارين السابقة، كالآتي: وصل مضخة التفريغ بالمصدر الكهربائي وشغلها، وراقب خروج الهواء من فتحة التفريغ، وراقب مؤشر مقياس الضغط المنخفض، إذ يقيس ضغط التفريغ قيمة تتراوح بين (25 IN HG) وبين (29 IN HG) تحت الصفر، ثم دع المضخة تعمل ربع ساعة؛ لضمان التخلّص من الرطوبة في دورة التبريد، ثم أغلق صمّام مقياس الضغط، ثم افصل مصدر الكهرباء عن مضخة الضغط، إذ يجب أن تثبت القراءة ساعة تقريبًا، إذا ارتفع المؤشر، فإن هذا يدل على وجود تنفيس يجب معالجته ثم إعادة عملية التفريغ. ملاحظة: يمنع استعمال رغوة الصابون للفحص في أثناء التفريغ؛ لأن هذا يؤدي إلى دخول الرطوبة دارة التبريد في حال وجود تنفيس.	
6	نظّف موقع العمل، ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها واحفظها في مكانها المخصص.	

الوحدة السابعة

7 أجهزة التبريد التجاري

النتاجات

يتوقع منك بعد دراستك هذا الدرس أن:

- تتعرف الملحقات الميكانيكية المضافة إلى دورة التبريد الميكانيكية البسيطة وتطبيقاتها التجارية.
- تتعرف أجهزة التحكم الكهربائية والإلكترونية المستخدمة في أنظمة التبريد التجاري.

القياس والتقويم

شروط السلامة المهنية

- تطبيق شروط السلامة المهنية وقوانينها.
- تطبيق الإجراءات والممارسات المرتبطة بحماية البيئة.
- العمل مع المدرب والزملاء بروح الفريق الواحد.

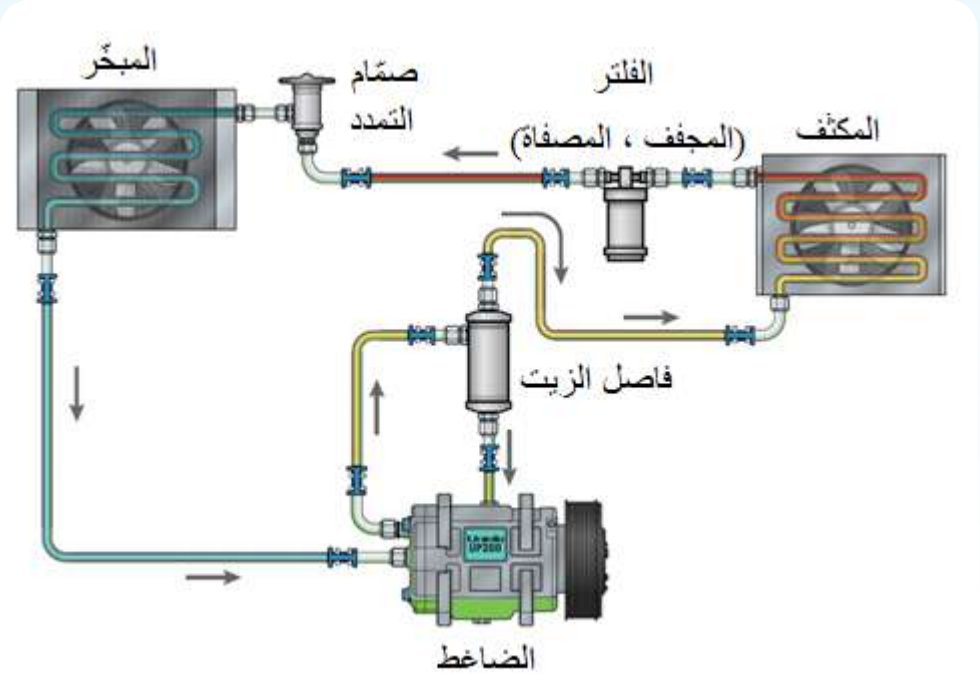
انظر.. وتساءل

- أنظرُ إلى الشكل المجاور الذي يبين وحدة التكثيف في دورة تبريد تجاري، وأسأل: ما وجه الشبه والاختلاف بينها وبين دورة التبريد المنزلي؟

استكشف

ملحقات دورة التبريد الميكانيكية الأساسية

لو كانت لديك دورة تبريد ميكانيكية بسيطة مكونة من: ضاغط، ومكثف، وصمّام تمدد، ومبخّر، وقارنتها بدورة ميكانيكية لنظام تبريد تجاري تشتمل على عناصر أخرى مضافة إلى الدورة الأساسية كما في الشكل (7-1)، ماذا تتوقع أن تكون وظائف هذه الملحقات، وما أهميتها؟



الشكل (7-1): الدورة الميكانيكية لنظام تبريد تجاري.

لعلك لاحظت أن هذه الملحقات تحسّن أداء الدورة وترفع كفاءتها، فهل تؤدي الملحقات كلها المهمات نفسها؟ أم أن هناك خصوصية لكل منها؟

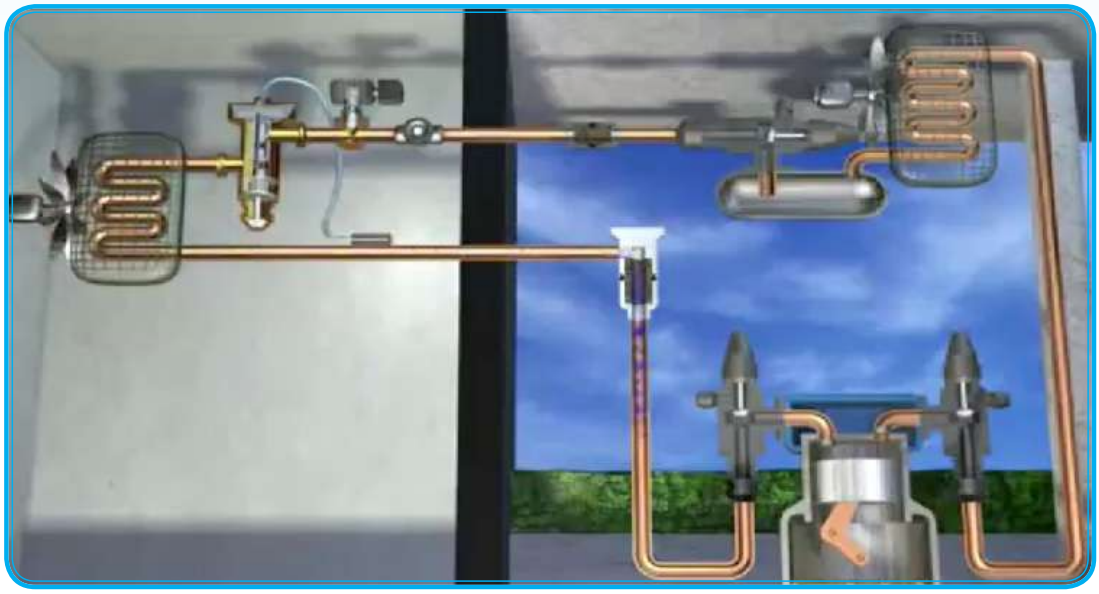
ستتعرف في فقرة (أقرأ وأتعلم) الآتية إجابة هذه الأسئلة.

اقرأ وتعلم

أجهزة التبريد التجاري

بسبب الثورة الصناعية والتطور السريع في التكنولوجيا في المجالات الصناعية والتجارية كلها، ازداد الطلب على المنتجات الغذائية الطازجة والنضرة، وازدادت الحاجة إلى تطوير مستودعات التبريد ومخازنه لتواكب التطورات التكنولوجية، وتحتاج معظم المنتجات الغذائية إلى التبريد؛ لحفظها في أثناء النقل من مصدر الإنتاج إلى المستهلكين، وبعض أنواع الأغذية تحتاج إلى تجميد عند درجات منخفضة مددًا زمنية طويلة، مثل تجميد اللحوم والأسماك وغيرها عديد من منتجات المصانع الغذائية، لذا؛ سنركز في هذه الوحدة التدريبية على المهارات المعرفية والأدائية اللازمة، وكذلك استعراض الملحقات الميكانيكية المضافة إلى دورة التبريد الميكانيكية البسيطة وتطبيقاتها التجارية.

أولًا: الدارات الميكانيكية لأنظمة التبريد التجاري وملحقاتها



تتكون دورة التبريد الميكانيكية الانضغاطية الأساسية من أربعة عناصر رئيسة، هي: الضاغط، والمكثف، وجهاز التحكم بمرور وسيط التبريد (صمّام التمدد أو الأنبوب الشعري)، والمبخّر.

إضافة إلى عناصر مساعدة لتحسين أداء الدورة، مثل: المبادلات الحرارية، والصمّام الكهرومغناطيسي، وزجاجة بيان خط السائل، وفاصل الزيت، وخزّان السائل، والمصفاة أو الفلتر، وستتعرف في الدروس الآتية العناصر المساعدة وملحقات دورة التبريد الميكانيكية.

1- صمّامات التمدد المستخدمة في أنظمة التبريد التجاري

لقد مرّ بك في الوحدة الدراسية الرابعة شرح تفصيلي لصمّامات التمدد، تحت عنوان: أجهزة التحكم في جريان وسيط التبريد، التي تبين أنواع صمامات التمدد ومبدأ عملها عمومًا. وهي نفسها الأنواع الرئيسة المستخدمة في أنظمة التبريد التجاري.

ولكي تؤدي دورة التبريد عملها بكفاءة، ينبغي للضغط في المبخر أن يكون منخفضًا؛ لأن وسيط التبريد يتبخّر عند درجة حرارة منخفضة، ويكون وسيط التبريد القادم من المكثف ذا ضغط عالٍ نسبيًّا في حالة سيولة؛ لذلك يجب وضع جهاز خاص للتحكم في تدفق وسيط التبريد بين خط السائل وبين المبخّر، فيُخفِّض ضغط وسيط التبريد (أي أنه يعمل على تمدد وسيط التبريد أو انتشاره) عند دخوله المبخّر، وعملية التمدد عملية معاكسة تمامًا لعملية الانضغاط التي أجراها الضاغط، إضافة إلى أن جهاز التحكم في التدفق ينظم مرور وسيط التبريد بما يتناسب ومعدل التبخير في المبخّر، وتوجد أنواع عدّة من أجهزة التحكم في تدفق وسيط التبريد من المكثف إلى المبخّر، وهي:

أ- صمّام التمدد اليدوي (Hand Operated Expansion Valve).

ب- الأنبوب الشعري (Capillary Tube).

جـ- صمّام التمدد الأوتوماتيكي ذو الضغط الثابت (Automatic Expansion Valve: AEV).

د- صمّام التمدد الحراري (الثيرموستاتي) (Thermostatic Expansion Valve: TEV).

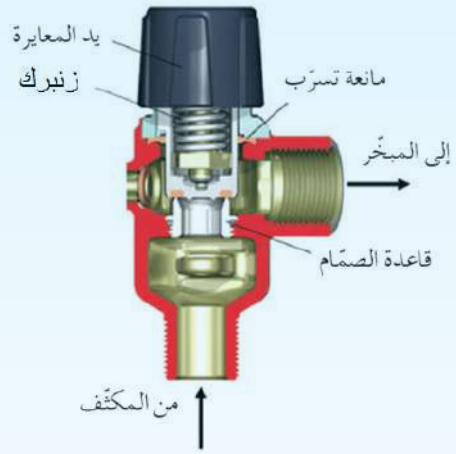
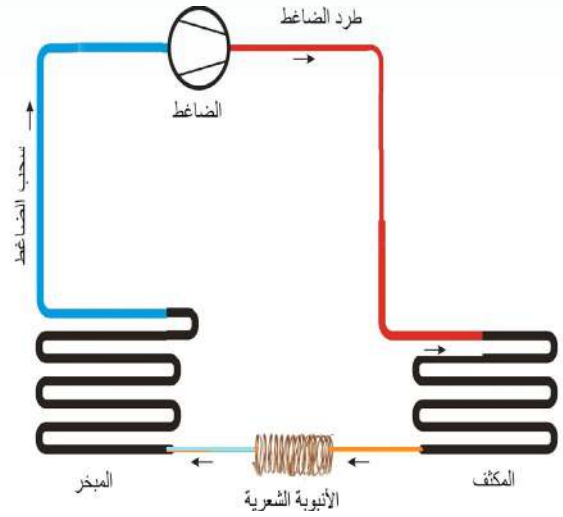
هـ- صمّام عوامة جانب الضغط المنخفض (Low Side Float: LSF).

و- صمّام عوامة جانب الضغط المرتفع (High Side Float: HSF).

ز- صمّام التمدد الإلكتروني.

يبين الجدول (7-1) أنواع صمامات التمدد المستخدمة للتحكم في تدفق وسيط التبريد وعمل كل منها.

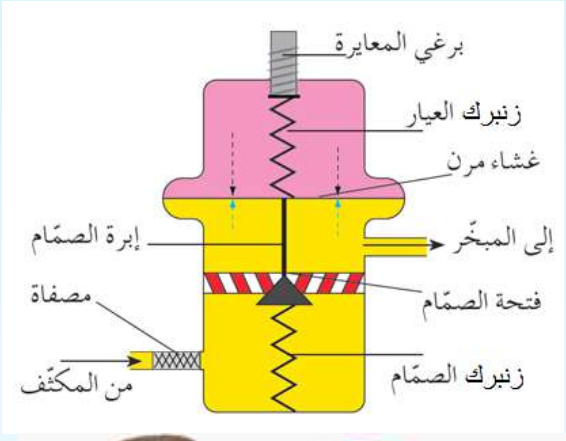
الجدول (7-1): أنواع صمامات التمدد المستخدمة للتحكم في تدفق وسيط التبريد.

الصمام	الشكل
أ- صمام التمدد اليدوي - تُضبط فتحة الصمام وتعدل يدويًّا وفقًا لأحمال التبريد. - يستخدم في وحدات التبريد الكبيرة التي يكون حمل التبريد فيها ثابتًا مثل مستودعات التبريد ومنشآت صنع الثلج.	 صمام التمدد اليدوي
ب- الأنبوبة الشعرية لا تتجاوب مع تغيرات الأحمال الحرارية بسبب ثبات طولها وقطرها، وعليه، تستخدم في وحدات التبريد الصغيرة كالثلاجة المنزلية، حيث تكون الأحمال الحرارية ثابتة تقريبًا. تكون الأنبوبة مفتوحة دائمًا، لا تغلق عند توقف الضاغط، ما يسهل إعادة تشغيل الضاغط ثانية.	 الأنبوبة الشعرية  موقع تركيب صمام التمدد الحراري في الدورة الميكانيكية

جـ- صمام التمدد الأوتوماتيكي ذو الضغط الثابت.

ينظم تدفق وسيط التبريد إلى المبخر تلقائيًّا عند الضغط المطلوب بصرف النظر عن تغير حمل التبريد.

يسمى النظام الذي يستخدم هذا النوع من الصمامات النظام الجاف.



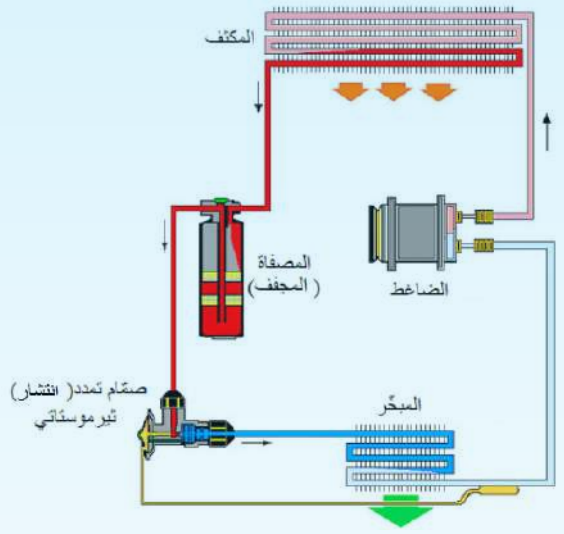
صمام التمدد الأوتوماتيكي ذو الضغط الثابت

د- صمام التمدد الحراري (الثيرموستاتي)

يستخدم بكثرة في أنظمة التبريد التجارية وأنظمة تكييف الهواء؛ نظرًا لتجاوبه مع تغيرات الحمل الحراري.

عند زيادة الحمل الحراري، ترتفع حرارة خط السحب فيزيد صمام التمدد تدفق وسيط التبريد نحو المبخر؛ ليتجاوب مع الحمل الكبير، وإذا انخفض الحمل الحراري، فيقلل الصمام تدفق وسيط التبريد ليتجاوب مع الحمل القليل.

صمام التمدد الحراري (الثيرموستاتي)

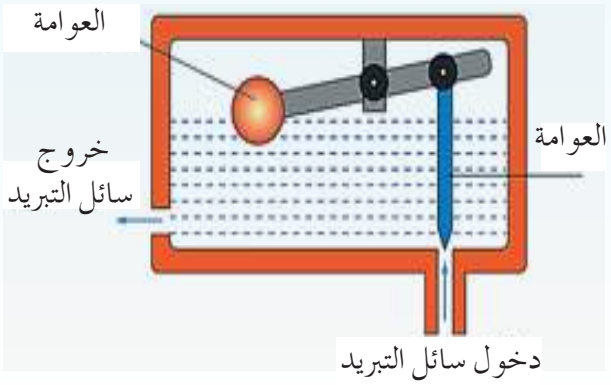


موقع تركيب صمام التمدد الحراري في الدورة الميكانيكية

هـ- صمام عوامة جانب الضغط المنخفض

يستخدم للتحكم في انسياب وسيط التبريد في المبخرات المغمورة؛ حيث يتطلب ثبات منسوب سطح سائل وسيط التبريد حتى تبقى الأنابيب مبتلة ومملوءة بسائل وسيط التبريد.

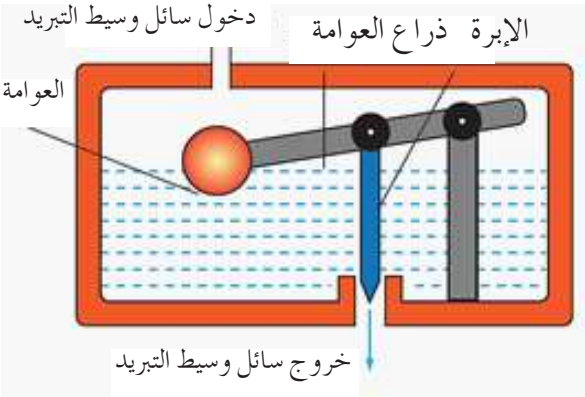
يستخدم بكثرة في وحدات التبريد الكبيرة، وتكون عوامته في جهة الضغط المنخفض لنظام التبريد.



و- صمام عوامة جانب الضغط المرتفع

يغذي المبخر بسائل وسيط التبريد معدل تبخره نفسه في المبخر بصرف النظر عن مقدار الحمل الحراري.

عوامته في جهة الضغط المرتفع لنظام التبريد.



ز- صمام التمدد الإلكتروني يكون متصلًا باللوحة الإلكترونية لنظام التبريد، ويعمل عن طريق مجسين أحدهما لتحسس درجة الحرارة والآخر للضغط. يتم عبره التحكم في درجة تحميص وسيط التبريد بدقة.	

- أعطال صمامات التمدد

تتنوع أعطال صمامات التمدد حسب نوع الصمام، في ما يأتي الأعطال المتوقعة لأنواع الصمامات:

1. **الأنبوب الشعري**: قد يحدث انسداد جزئي أو كلي بسبب تجمع قطرات من الزيت داخل الأنبوب الشعري، ويحدد هذا العطل بسماع صوت خفيف للبخ في المبخر، ومن أعطال الأنبوب الشعري حدوث خفس في الأنبوب، والمؤشر لهذا العطل عدم وجود البخ.
2. **صمام العوامة ذو الضغطتين المرتفعة والمنخفضة**، ومن أكثر أعطالهما، حدوث تسرب فيها، أو التصاق إبرة الصمام وانغلاقه.

3. صمام التمدد الحراري: يبين الجدول (7-2) أعطال صمام التمدد الحراري.

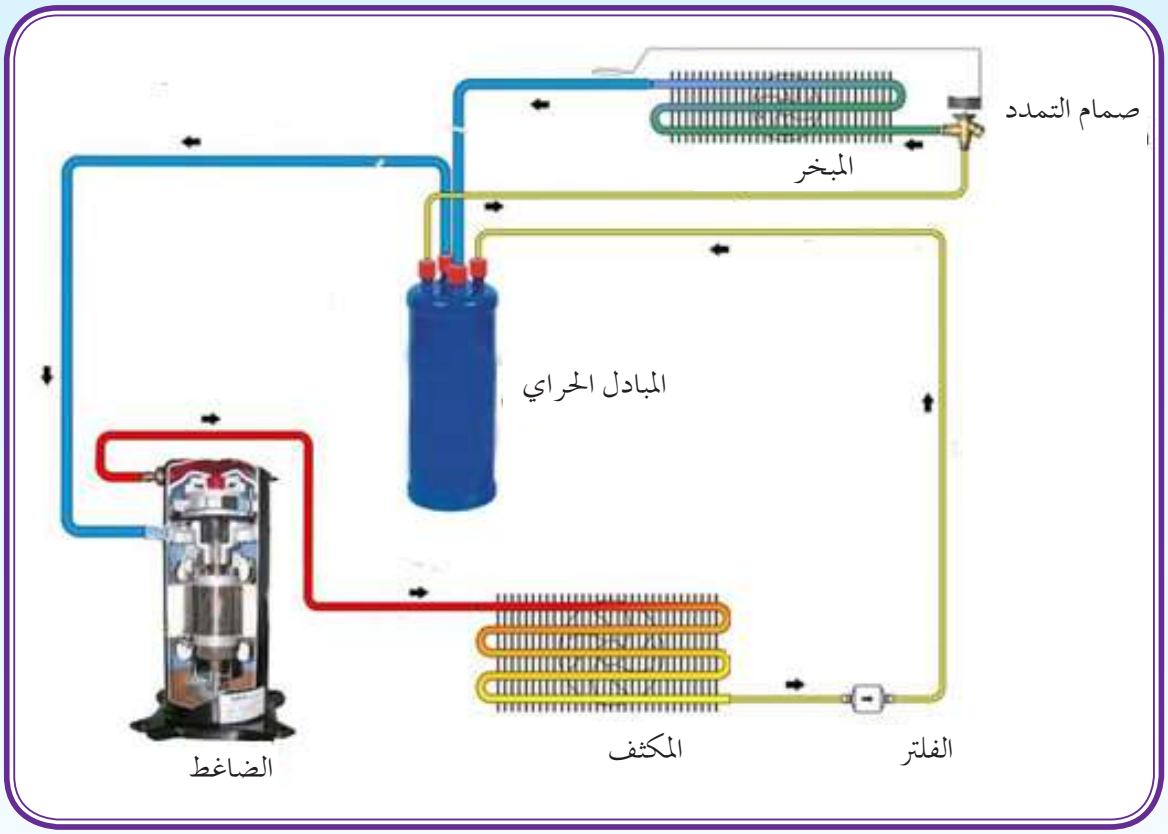
الجدول (7-2): أعطال صمام التمدد الحراري.

العطل	الأسباب
التغذية الزائدة لملفات المبخر	– موضع غير مناسب لبصيلة صمام التمدد على خط السحب. – عدم تناسب نوع الصمام مع نوع وسيط التبريد المستخدم في النظام. – عدم إحكام شد البصيلة الحرارية. – عطل ميكانيكي في صمام التمدد.
التغذية الناقصة لملفات المبخر	– عدم تناسب نوع الصمام مع نوع وسيط التبريد. – انسداد في المجفف (الفلتر). – موضع غير مناسب لبصيلة صمام التمدد على خط السحب.
التغذية غير المنتظمة لملفات المبخر	– كبر سعة صمام التمدد. – استخدام مبخر لا تتناسب قدرته ودورة التبريد.

2- المبادلات الحرارية Heat Exchanger

تستخدم المبادلات الحرارية في أنظمة التكييف والتبريد، بهدف تبادل الحرارة بين مائعين بينهما فرق في درجات الحرارة دون اختلاطهما؛ بحيث يفقد المائع ذو درجة الحرارة الأعلى من طاقته الحرارية لصالح المائع ذي درجة الحرارة الأقل؛ للوصول إلى الاتزان الحراري قدر الاستطاعة، علمًا أن مصطلح الموائع يعني السوائل والغازات معًا، وترفع المبادلات الحرارية المستخدمة في دورة التبريد كفاءة نظام التبريد عن طريق التبادل الحراري بين سائل وسيط التبريد الخارج من المكثف وبين بخار وسيط التبريد الخارج من المبخّر، إذ يكتسب بخار وسيط التبريد حرارة إضافية من سائل وسيط التبريد الأكثر سخونة، ما يساعد على التخلص من أية كمية لم تتبخر بصورة كاملة قبل دخوله الضاغط، وكذلك تساعد الحرارة التي فقدها سائل وسيط التبريد الخارج من المكثف على إتمام عملية التكثيف والتخلص من أية فقاقيع غازية قبل دخوله صمّام التمدد، يبين الشكل (7-2) المبادل الحراري، ويبين الشكل (7-3) موقع تركيب المبادل الحراري في دورة التبريد.

الشكل (7-2): مبادل حراري.



الشكل (7-3): موقع تركيب المبادل الحراري في دورة التبريد.

وتُصنف المبادلات بناءً على اعتبارات كثيرة، منها ما يصنّف حسب طريقة المرور، ومنها حسب عدد الموائع المستخدمة في التبادل، ومنها حسب طريقة الإنشاء وسطح التبادل، ومنها حسب آلية التبادل الحراري.

هنالك أربعة أنواع من المبادلات الحرارية صنفت وفقًا لطريقة مرور المائع الساخن و البارد خلالها:

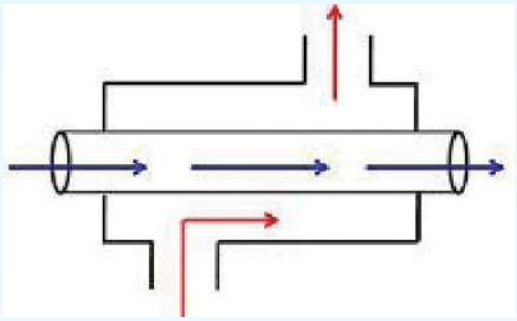
أ- المبادل الحراري ذو المرور المتوازي.

ب- المبادل الحراري ذو المرور المتعاكس.

جـ- المبادل الحراري ذو المرور المتعامـد.

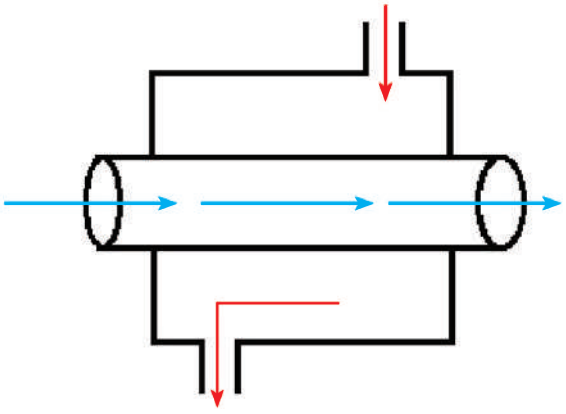
د- المبادل الحراري ذو الغلاف والأنابيب.

أ- **المبادل الحراري ذو المرور المتوازي Parallel Flow Heat Exchanger**: يتكون من أنبوبتين متداخلتين بحيث يمر أحد المائعين في الأنبوبة الداخلية، ويمر الآخر في الفراغ بين الأنبوبتين، وهو أبسط أنواع المبادلات، إذ يتحرك المائعان الساخن والبارد في هذا النوع من المبادلات في الاتجاه نفسه (اتجاه واحد) من بداية دخول المبادل الحراري وحتى الخروج منه كما هو مبين في الشكل (7-4).



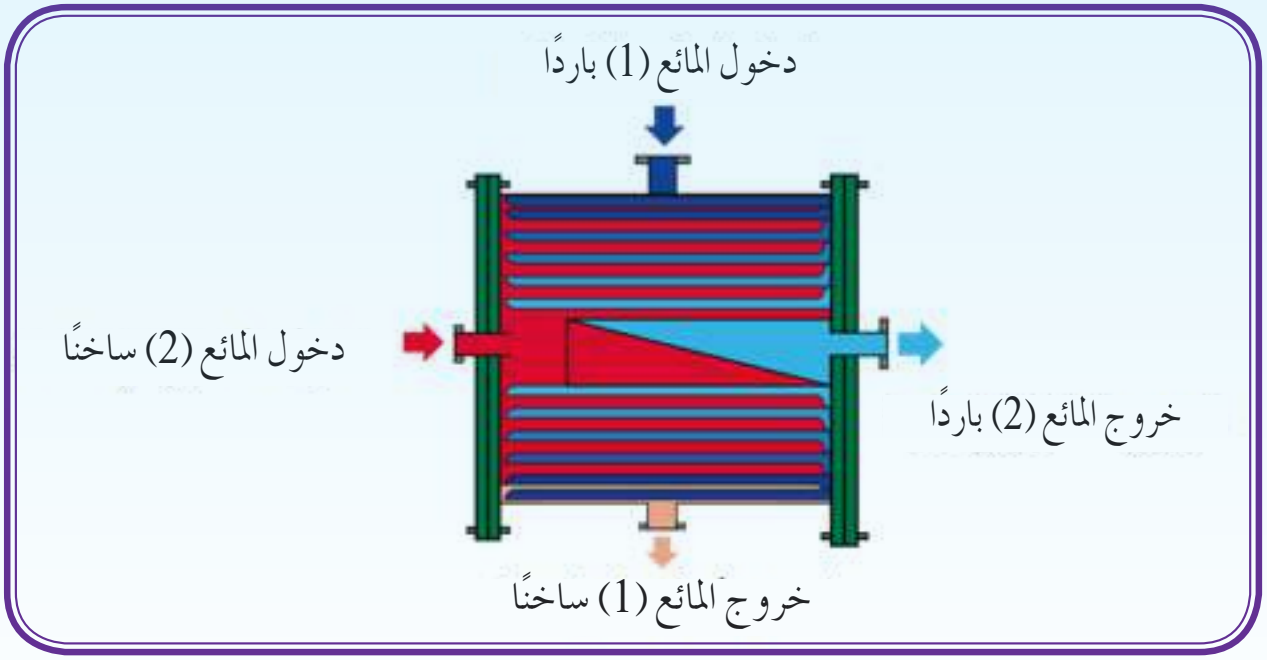
الشكل (7-4): المبادل الحراري ذو المرور المتوازي.

ب- المبادل الحراري ذو المرور المتعاكس Counter Flow Heat Exchanger: يتكون من أنبوبتين متداخلتين، حيث يمر أحد المائعين في الأنبوبة الداخلية، ويمر الآخر في الفراغ بين الأنبوبتين، ويتحرك المائعان الساخن والبارد في هذا النوع من المبادلات في اتجاهين متضادين (عكس بعضهما) من بداية دخول المبادل الحراري وحتى الخروج من المبادل، كما هو مبين الشكل (7-5).



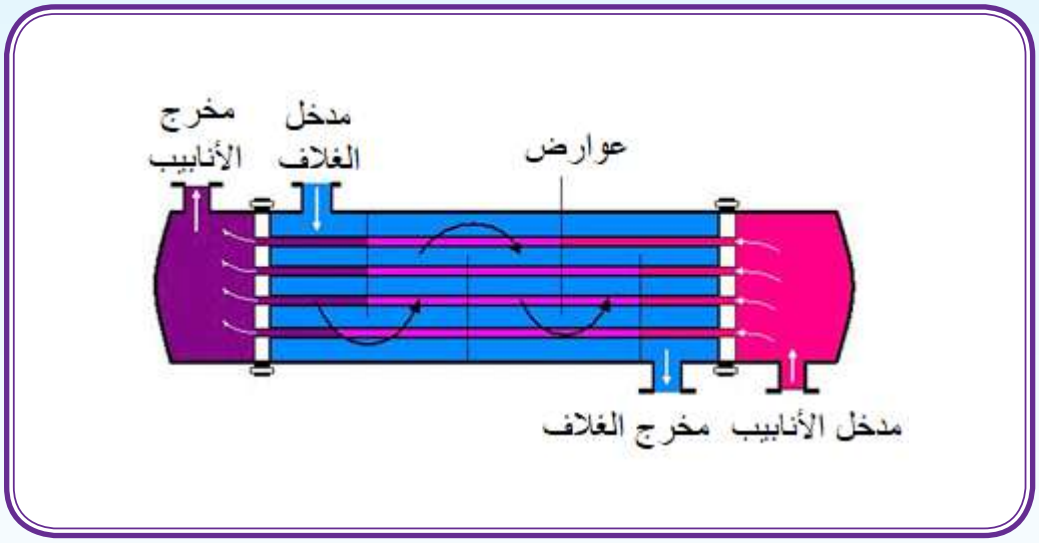
الشكل (7-5): المبادل الحراري ذو المرور المتعاكس.

جـ- **المبادل الحراري ذو المرور المتعامد**: يتحرك المائعان الساخن والبارد في هذا النوع من المبادلات في اتجاهين متعامدين من بداية دخول المبادل الحراري وحتى الخروج منه، يبين الشكل (7-6) المبادل الحراري ذا المرور المتعامد.



الشكل (7-6): المبادل الحراري ذو المرور المتعامد.

د – **المبادل الحراري ذو الغلاف والأنابيب**: المبادلات من نوع الأنبوب والغلاف (Tube&Shell) يسمى المائع الذي يمر داخل أنابيب المبادل الحراري مائع الأنبوب (Tube fluid)، ويسمى المائع المار خارج مواسير المبادل الحراري مائع الغلاف (Shell fluid)، يبين الشكل (7-7) المبادل الحراري ذا الغلاف والأنابيب.



الشكل (7-7): المبادل الحراري ذو الغلاف والأنابيب.

تنتقل الحرارة في المبادلات الحرارية الأربعة الآنفة الذكر عبْر المساحة السطحية الفاصلة بين المائعين، لذا؛ فإن اختيار نوع المبادل الحراري يعدّ أحد أهم العوامل التي تتحكم في معدل انتقال الحرارة من المائع الساخن إلى المائع البارد، فإذا كانت كمية الحرارة المطلوب نقلها من المائع الساخن إلى المائع البارد كبيرة، فإن هذا يتطلب مبادلًا حراريًّا ذا سطح مساحته كبيرة، و يمكن زيادة مساحة سطح التبادل الحراري عن طريق زيادة عدد أنابيب المبادل الحراري وطولها.

3- زجاجة بيان السائل (زجاجة الرؤية) SIGHT GLASS

هي قطعة وصل تُركّب على خط السائل، مزودة بزجاجة شفّافة تسمح برؤية مرور وسيط التبريد المتدفق في خط السائل، فعند حدوث نقص في كمية وسيط التبريد في دورة التبريد، تظهر فقاقيع غازية تشبه الرغوة، وعندما يُزود نظام التبريد بالكمية الكافية من وسيط التبريد، فإن الفقاقيع تختفي تمامًا فتظهر الزجاجة صافية، ولكن ظهور الفقاقيع عبْر زجاجة البيان قد يدل أيضًا على وجود انسداد جزئي في أحد عناصر الدورة الميكانيكية، كذلك تظهر زجاجة الرؤية صافية عندما يتدفق وسيط التبريد بخارًا، أمّا مؤشر الرطوبة، فهو شبيه بزجاجة الرؤية ويقوم بعملها، إلّا أنه يحتوي وسطه مادة كيميائية تكشف الرطوبة في سائل وسيط التبريد المتدفق عبرها. وذلك عبر تغير لون المادة الكيميائية، فإذا زادت نسبة الرطوبة، فيتغير لونها، ما يتطلب سحب الرطوبة من النظام؛ حيث إن وجود الرطوبة في دورة التبريد يؤدي إلى:

أ – انسداد الأنبوبة الشعرية كليًّا أو جزئيًّا.

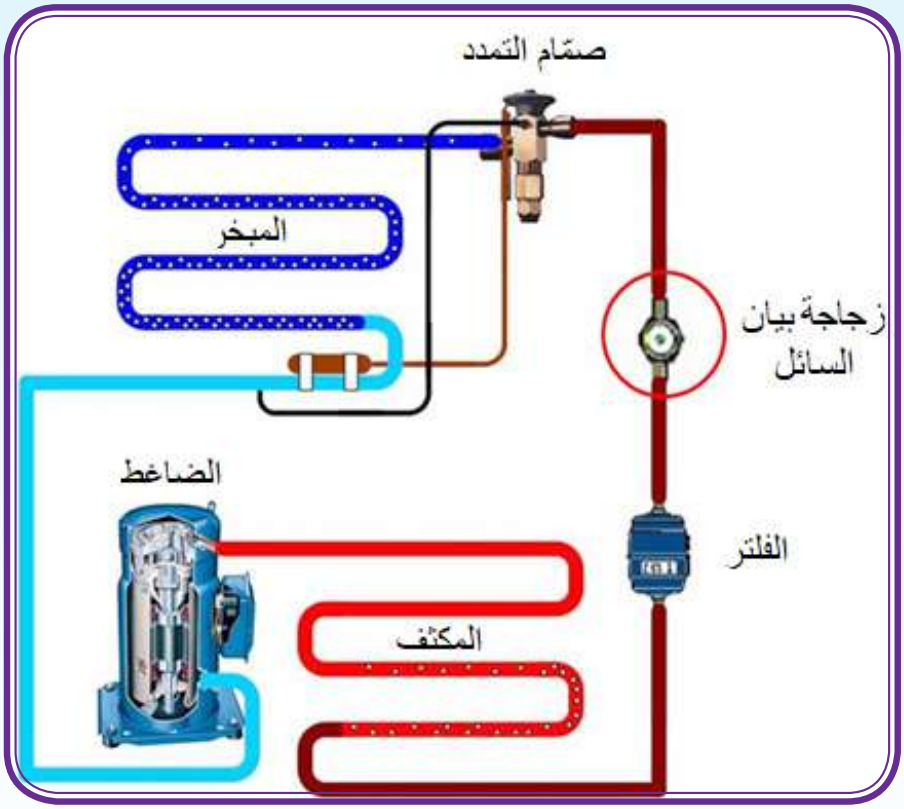
ب– تلف الضاغط خصوصًا إذا كان من النوع المعلق.

جـ– إظهار قراءات غير صحيحة لساعة ضغط وسيط التبريد.

يبين الشكل (7-8) زجاجة بيان السائل (زجاجة الرؤية) SIGHT GLASS مع مؤشر الرطوبة.

الشكل (7-8): زجاجة بيان السائل (زجاجة الرؤية) SIGHT GLASS مع مؤشر الرطوبة.

كما يبين الشكل (7-9) موقع تركيب زجاجة بيان السائل في دورة التبريد.



الشكل (7-9) :موقع تركيب زجاجة بيان السائل في دورة التبريد.

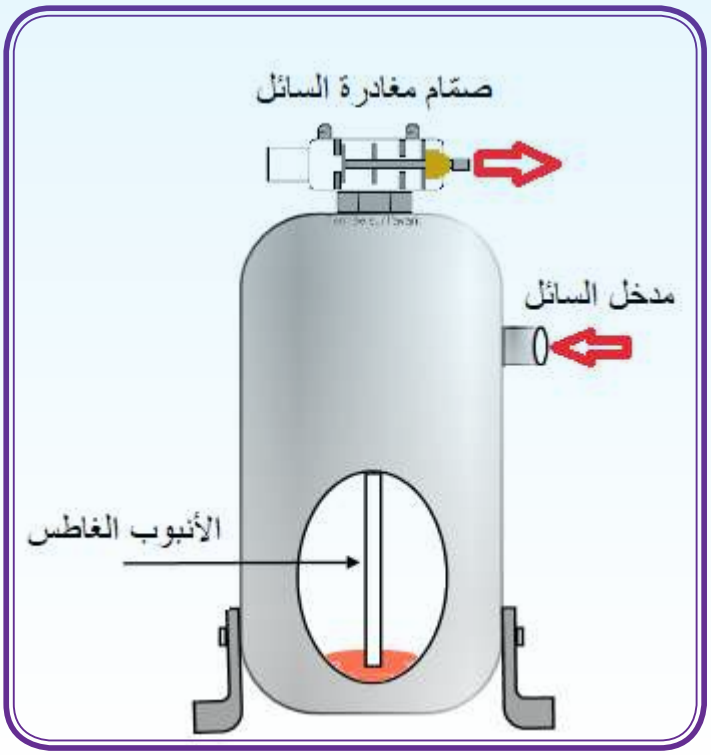
4- خزّان السائل Liquid Reservoir

خزان معدني أسطواني الشكل، كما في الشكل (7-10)، وغالبًا ما يكون مصنوعًا من الحديد الصلب؛ بحيث يمكن تخزين كمية وسيط التبريد كلها داخله عند اللزوم، ويُثَبَّت في الوحدة الخارجية لدورة التبريد مباشرة بعد المكثف على خط السائل، بحيث يمر سائل التبريد القادم من المكثف عبْر هذا الخزّان قبل خروجه إلى صمّام التمدد مرورًا بالفلتر ثم إلى

المبخر، لذا؛ يقوم هذا الخزّان بوظيفتين مهمتين لدورة التبريد، هما:

أ- توفير كميات كافية من وسيط التبريد السائل في الدورة، لاستعماله عند تغيير الحمل في نظام التبريد.

ب- تخزين كمية وسيط التبريد كلها داخله؛ لإجراء عمليات الصيانة من فك وتركيب للدورة الميكانيكية دون هدر لوسيط التبريد.



الشكل (7-10) : خزّان السائل Liquid Reservoir.

ملحوظة: يجب أن يتناسب حجم الخزان مع كمية وسيط التبريد الموجود في الوحدة.

5- مجمع خط السحب (مجمع الغاز) SUCTION LINE ACCUMULATOR

خزّان معدني أسطواني الشكل، له مدخل واحد يوصل بخط السحب بعد المبخّر مباشرة، وله مخـرج واحد فقط؛ ليخرج منه وسيط التبريد غازًا فقط إلى الضاغط، وهو خالٍ من أية نسبة من السائل؛ لأن دخول وسيط التبريد سائلًا إلى الضاغط، يؤدي إلى تلف الضاغط، أي أن هـذا الخزّان يُعدّ مصيدة للسائل، حيث يتجمع السائل داخله حتى يُبخَّر كليًّا قبل ذهابه إلى الضاغط، لذا؛ فهو يحمي الضاغط، يبين الشكل (7-11) مجمع الغاز في الثلاجات المنزلية، ويبين الشكل (7-12)، مجمّع الغاز لأنظمة التبريد الكبيرة (التبريد التجاري والصناعي).

الشكل (7-11) : مجمع الغاز في الثلاجات المنزلية.

الشكل (7-12) :مجمّع الغاز لأنظمة التبريد الكبيرة (التبريد التجاري والصناعي).

6- صمّامات الخدمة

غالبًا ما تكون مثبتة بجسم الضاغط، أحدها على خط الطرد والآخر على خط السحب، غالبًا ما يتم التحكم في صمّامات خدمة الضواغط يدويًّا فقط بغية الصيانة، وتكون في أثناء التشغيل، وهي مزودة بمدخل لخدمة الضاغط، مثل: قياس الضغط، والشحن والتفريغ، يبين الشكل (7-13) صمّامات الخدمة.

الشكل (7-13): صمّامات الخدمة.

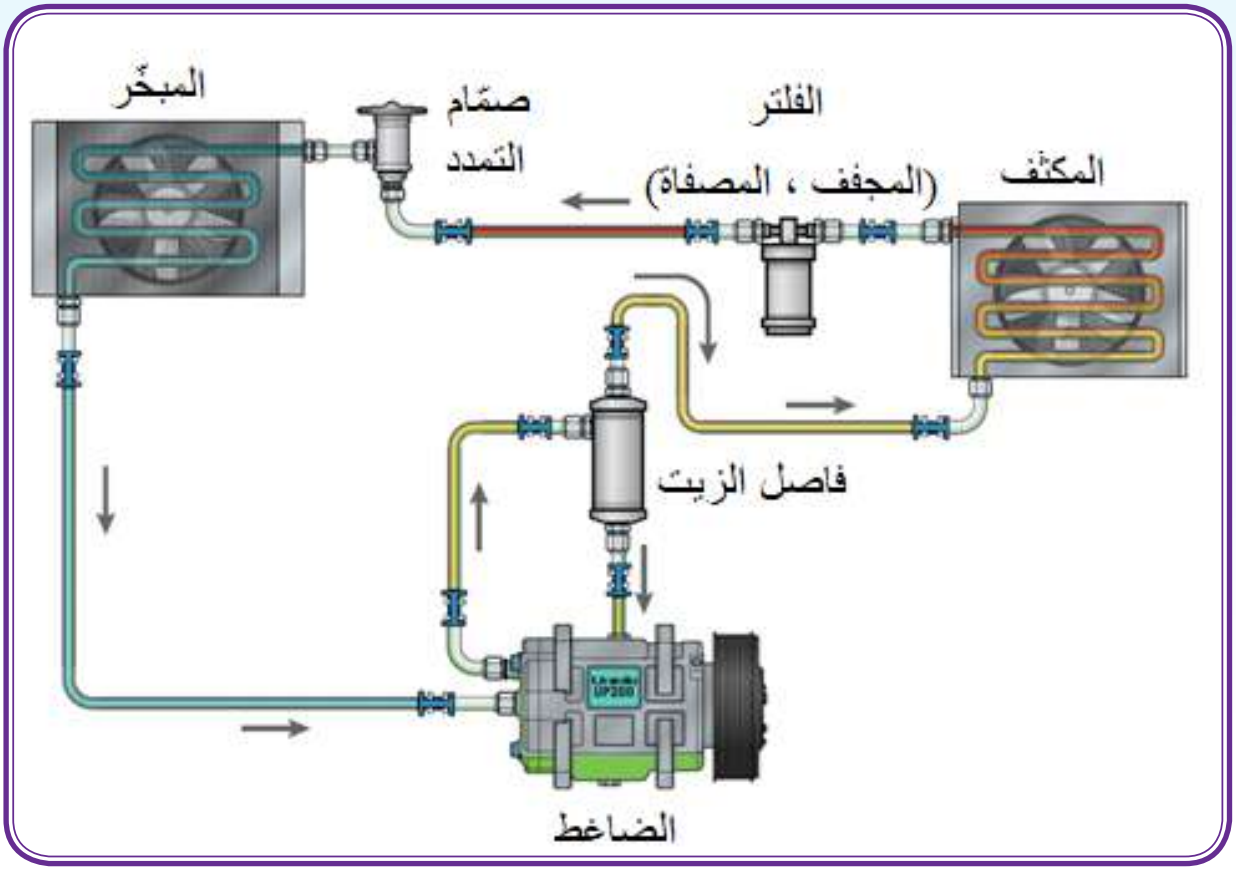
7- فاصل الزيت Oil Separator

يُركّب فاصل الزيت بين خط طرد الضاغط وبين المكثف، والغرض الأساسي من فاصل الزيت، تخليص بخار وسيط التبريد الساخن ذي الضغط العالي من الزيت الزائد وغير المرغوب فيه بالنسبة إلى أجزاء الدورة الأخرى، مثل: المكثف، والمبخر، وصمّام التمدد، حيث يُفصل الزيت ويعاد إلى الضاغط.

الشكل (7-14): فاصل الزيت.

فعند خروج الزيت مع بخار وسيط التبريد من خط طرد الضاغط، فإن الزيت يصطدم بالحواجز الموجـودة داخل فاصل الزيت، ليتجمـع الزيت أسفل فاصل الزيت، وعندما يرتفع الزيت إلى مستوًى معـين، فإن العوامة الموجودة داخل حجرة فاصل الزيـت ترتفع وتفتح إبرة العوامة، ليتدفق الزيت مُتجهًا إلى الضاغط.

يبين الشكل (7-14) فاصل الزيت، ويبين الشكل (7-15) موقع تركيب فاصل الزيت في دورة التبريد.



الشكل (7-15) موقع تركيب فاصل الزيت في دورة التبريد.

ثانيًا: أجهزة التحكم الكهربائية، والكهروميكانيكية، والإلكترونية المستخدمة في أنظمة التبريد التجاري

1- الصّمام الكهرومغناطيسي Solenoid valve

يُركّب الصمّام الكهرومغناطيسي على خط السائل بعد المجمّع (خزان السائل) وقبل صمّام التمدد ليتحكم في تدفق وسيط التبريد وإيقاف جريانه عند اللزوم، ويستخدم على خط الغاز الساخن لإذابة الجليد في بعض أنظمة مستودعات التبريد.

الشكل (7-16): الصّمام الكهرومغناطيسي Solenoid valve .

يوصل ملفه الكهربائي على التوالي بمنظّم درجات الحرارة، فعندما تصل درجة حرارة الحيز المراد تبريده إلى الدرجة المطلوبة، يفصل منظم درجات الحرارة ويفتح الدارة الكهربائية، ما يؤدي إلى إغلاق الصمّام الكهرومغناطيسي مع استمرارية عمل الضاغط مدة بسيطة، وعندما يغلق الصمّام الكهرومغناطيسي، فإن تدفق وسيط التبريد السائل يتوقف عند الصمّام، ما يؤدي إلى تجمّع كمية مناسبة من سائل وسيط التبريد في المجمّع قبل الصمّام، ويؤدي ذلك إلى انخفاض ضغط وسيط التبريد في جانب الضغط المنخفض، ما يؤدي إلى فصل قاطع الضغط المنخفض وإيقاف الضاغط، وتستمر هذه الحالة إلى حين ارتفاع درجة حرارة حيز التبريد إلى درجة إعادة تشغيل منظم درجات الحرارة، فيؤدي إلى توصيل ملف الصمّام الكهرومغناطيسي في الدارة الكهربائية من جديد، فيفتح الصّمام ويسمح بمرور سائل وسيط التبريد من المجّمع إلى صمّام التمدد ثم إلى المبخّر، فيرتفع ضغط جانب الضغط المنخفض، ما يؤدي إلى إعادة تشغيل الضاغط من جديد لتتكرر العملية بهدف الحفاظ على درجة البرودة المناسبة في مستودعات التبريد وغرفه، يبين الشكل (7-16) الصّمام الكهرومغناطيسي.

من أهم الأعطال المحتملة للصّمام الكهرومغناطيسي ما يأتي:

أ – التصاق قلب الصّمام داخل الصّمام.

ب– انخفاض جهد التشغيل للصّمام.

جـ– عدم الإغلاق التام للصّمام، ما يؤدي إلى تسريب كميات من سائل التبريد عبْره على الرغم من إغلاقه. ويمكن تحديد هذا العطل عبْر تحسس حرارة مدخله ومخرجه، حيث تنخفض درجة حرارة مخرج الصمام في حال وجود تسرب.

2- المؤقت الزمني نظام 24 ساعة

يستخدم المؤقت الزمني نظام 24 ساعة في أنظمة التبريد التجاري لتنظيم زمن تشغيل نظام التبريد وتوقفه، ويحتوي هذا المؤقت الزمني محرّكًا صغيرًا 220 فولت؛ لتدوير الساعة الزمنية، التي تُضبط بالتزامن مع توقيت المدينة التي يعمل بها نظام التبريد، بعد ذلك يُضبط المؤقت الزمني لتحديد أوقات عمل النظام وتوقفه، غالبًا مايكون المؤقت الزمني مقسمًا 24 ساعة، وكل ساعة مقسمة أربعة أرباع، وعليه، يكون أقل مدة زمنية يمكن أن يتحكم فيها هذا النوع هي ربع ساعة فقط، وكذلك فإنه يعمل ويفصل أضعاف الربع الساعة، وستُشرح طريقة تركيب هذا النوع من المؤقتات الزمنية ومعايرتها في تمرين لاحق من هذه الوحدة، يبين الشكل (7-17) المؤقت الزمني نظام 24 ساعة.

الشكل (7–17): المؤقت الزمني نظام 24 ساعة.

3- قاطع الضغط المنخفض Low Pressure Switch

يرمز إليه بالرمز LP، يستخدم هذا القاطع (المفتاح) الكهربائي في أنظمة التبريد التجارية والصناعية، وأنظمة تكييف الهواء المركزية؛ وظيفته حماية الضاغط عند اختلاف الضغط عن القيمة المحددة لجانب الضغط المنخفض في دورة التبريد، لذا؛ يكون الجذر الحساس له متصلًا بخط السحب للضاغط، وقد يستفاد منه لتنظيم درجات حرارة الحيز المبرّد والتحكم فيها؛ وذلك لقدرته على إيقاف عمل دورة التبريد عند انخفاض ضغط وسيط التبريد عن القيمة المطلوبة، ويوجد منه نوع قابل للضبط والمعايرة، ونوع آخر غير قابل للضبط والمعايرة، إذ يضبط ويعاير مرة واحدة من قبل الشركة الصانعة عند قيمة الضغط الاسمية، ويوصل قاطع الضغط المنخفض على التوالي بملف الكونتاكتور الخاص بتشغيل الضاغط، يبين الشكل (7-18) قاطع الضغط المنخفض، يبين الشكل (7-19) دلالات عناصر قاطع الضغط المنخفض ورموزه.

الشكل (7-18): قاطع الضغط المنخفض Low Pressure Switch.

الشكل (7–19): دلالات عناصر قاطع الضغط المنخفض ورموزه.

الرقم	الدلالة
1	القيمة الدنيا للتدريج (قيمة بداية التدريج) = 0bar = 0psi
2	القيمة العليا للتدريج (قيمة نهاية التدريج) = 2bar=29psi
3	تدريج الضغط RANGE (المدى)
4	فرق الضغط (DIFF) بين الفصل والتشغيل

– مبدأ عمل قاطع الضغط المنخفض Low Pressure Switch

عندما ينخفض ضغط وسيط التبريد في جانب الضغط المنخفض عن الحد المضبوط عنده قاطع الضغط المنخفض، فإن المنفاخ الداخلي ينكمش، ما يؤدي إلى فتح الدارة الكهربائية عن نقاط التماس الداخلية للقاطع، وعندما يفصل، لا يعود إلى وضعية التشغيل من تلقاء نفسه، إنما يُضغط على زر إعادة التشغيل يدويًّا (RESET)، لكن النوع المقفل تكون إعادة التشغيل فيه أوتوماتيكيًّا، بعد عودة الضغط إلى وضعه الطبيعي وهذا النوع غالبًا ما يكتب عليه AUTO RESET، وتُعاير قيم ضغط التشغيل وتُضبط للنوع القابل للمعايرة وفقًا للقاعدة الآتية:

4- قاطع الضغط العالي High Pressure Switch (HP)

يستخدم قاطع الضغط العالي في أنظمة التبريد التجاري وأنظمة تكييف الهواء لحمايتها من زيادة الضغط على الحد المأمون في جانب الضغط العالي لدورة التبريد، فعندما يرتفع ضغط وسيط التبريد عن القيم المعيارية المحددة، فإن قاطع الضغط المرتفع يفصل دورة التبريد، حيث يكون جذره متصلًا بأية نقطة من جانب الضغط المرتفع، وغالبًا ما تكون فتحة مخصصة على جسم صمّام خط الطرد مخصصة لهذه الغاية، وهناك نوع حديث إلكتروني أكثر دقة، وتوصل قواطع الضغط العالي والمنخفض في دارة التحكم في أنظمة التبريد التجارية والصناعية على التوالي، يبين الشكل (7-20) قاطع الضغط العالي.

الشكل (7-20) : قاطع الضغط العالي.

5- قاطع الضغط المزدوج Dual Pressure Control (HP/LP)

قاطع كهربائي يتحكم في تنظيم الضغط المنخفض والمرتفع معًا في جهاز واحد يجمع النظامين السابقين معًا، حيث يحتوي منفاخين حساسين، يتصل الأول بدارة الضغط العالي، ويتصل الثاني بدارة الضغط المنخفض، يبين الشكل (7-21): قاطع الضغط المزدوج .

الشكل (7-21): قاطع الضغط المزدوج Dual Pressure Control (HP/LP).

6- قاطع ضغط الزيت Oil Pressure Safety Switch

جهاز كهروميكانيكي يُوصل كهربائيًّا على التوالي مع دارة تشغيل الضاغط الكهربائية، وظيفته حماية الضاغط عند حدوث خلل في عملية التزييت للأجزاء المتحركة داخل الضاغط أو تعطل مضخة الزيت، حيث تسحب مضخة الزيت زيت التبريد من حوض الزيت وتضخه إلى الأجزاء الميكانيكية المتحركة داخل الضاغط، فتعمل على تدوير الزيت في مجارٍ وثقوب مخصصة في الأجزاء الميكانيكية للضاغط؛ لتقليل الاحتكاك، ومنع ارتفاع درجة حرارة هذه الأجزاء، وحمايتها من التلف، وبسبب وجود الزيت في صندوق مرفق الضاغط، فإن الضغط بعد المضخة يساوي مجموع ضغط الزيت وضغط وسيط التبريد معًا (في جانب الضغط المنخفض لدورة التبريد)، وأن قاطع ضغط الزيت يتأثر فقط بضغط الزيت، فقد صُمِّم هذا القاطع بحيث يعمل بقوتي ضغط متضادتين على مفتاح كهربائي، لذا؛ فإن

قاطع ضغط الزيت له جذران، يتصل أحدهما بخط سحب المضخة، ويتصل الآخر بخط الطرد للمضخة، وظيفة هذين الجذرين تحسس الفرق بين ضغط خط سحب مضخة الزيت، وبين ضغط خط الطرد لها الذي يقارب 40psi، وإذا وُجد خلل ما في عملية التزييت، فإن هذه القيمة ستتغير، فيوقف قاطع ضغط الزيت دورة التبريد؛ وذلك لأهمية التزييت المستمر للأجزاء المتحركة في أثناء تشغيل الضاغط، يزود هذا القاطع بمفتاح إعادة التشغيل يسمى RESET، يُركّب قاطع الزيت ويُضبط ويعاير من قِبَل الشركة الصانعة، وتختم الشركة مفتاح المعايرة بالشمع الأحمر؛ منعًا للعبث في العيارات؛ لأن أي عبث غير مدروس يسبب تلف الضاغط، وإذا تلف، فيُستبدل به مفتاحًا جديدًا معايرًا ومضبوطًا ووفقًا لقيم الشركة الصانعة، ولا ينصح بصيانته أو معايرته إلا من قبل الخبراء ووفقًا لقيم الشركة الصانعة، يبين الشكل (7-22) قاطع ضغط الزيت.

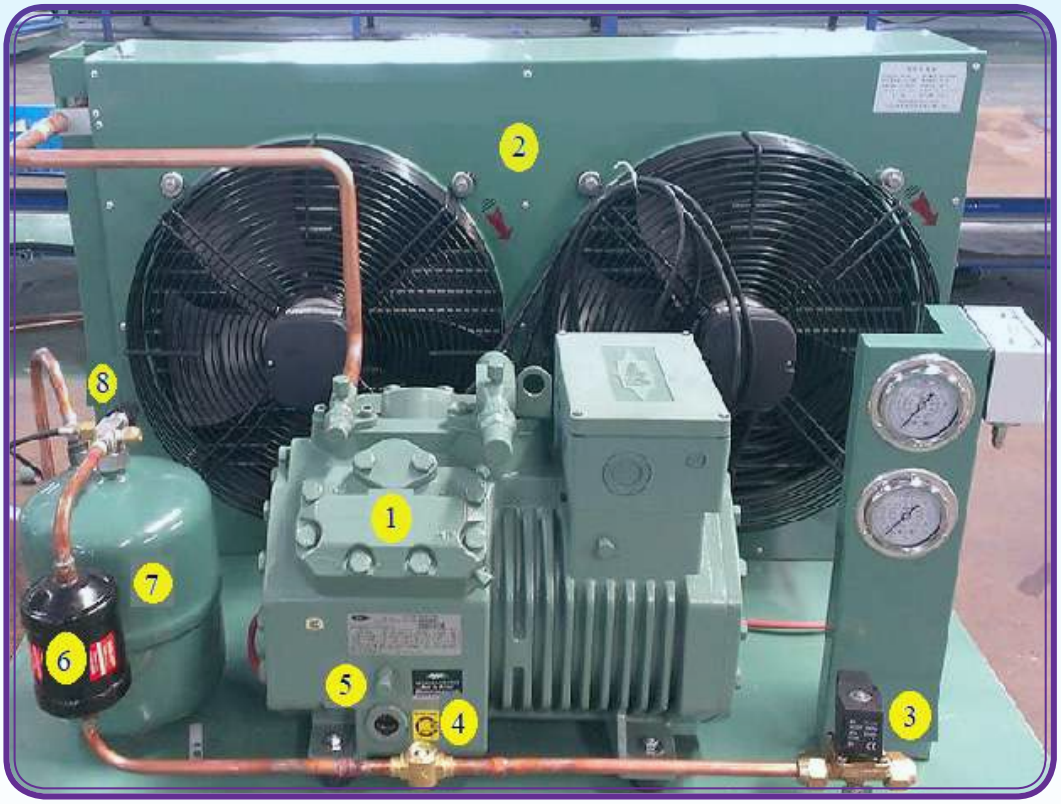
الشكل (7-22): قاطع ضغط الزيت.

ملاحظة: عند تشغيل نظام التبريد، تبدأ عملية تسخين الزيت داخل الضاغط تلقائيًّا حتى يكتسب الزيت الخصائص المناسبة للتزييت قبل بدء دوران المحرّك بمدة زمنية كافية، يبين الشكل (22) المزدوج الحراري بين نقاط التلامس الداخلية لقاطع ضغط الزيت التي تفصل في حالة اختلال ضغط الزيت، وتعيد التوصيل عند الضغط على مفتاح إعادة التشغيل RESET.

نشاط: بإشراف معلمك، اذكر الأجزاء الرئيسية للمزدوج الحراري مُبينًا هذه الأجزاء على الشكل السابق.

الشكل (7-23): المزدوج الحراري بين نقاط التلامس الداخلية لقاطع ضغط الزيت.

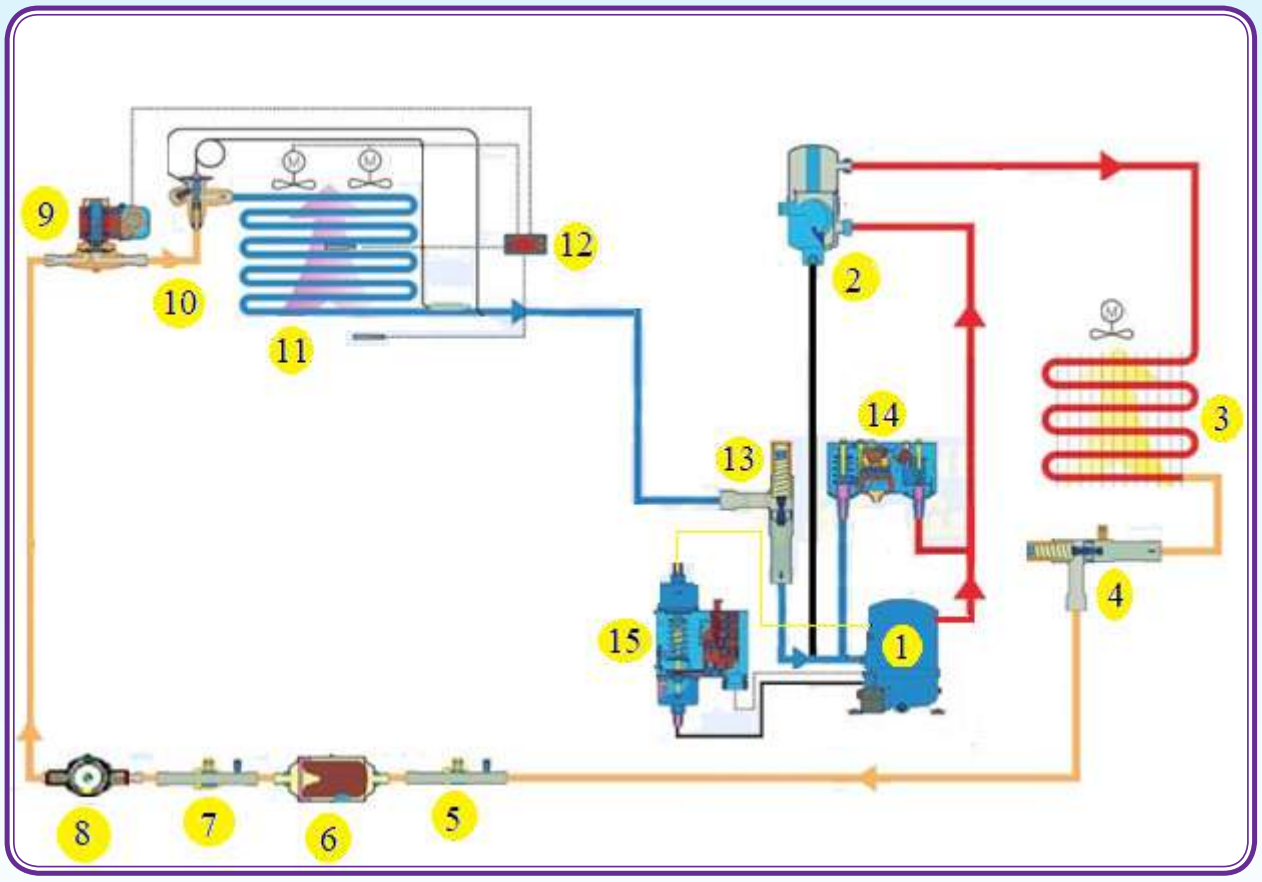
يبين الشكل (7-24) بعض عناصر دورة التبريد الميكانيكية وملحقاتها.



الشكل (7-24): بعض عناصر دورة التبريد الميكانيكية وملحقاتها.

1-	الضاغط	3-	صمام كهرومغناطيسي (السولينويد)	5-	زجاجة بيان مستوى زيت الضاغط	7-	خزّان السائل
2-	مكثف مبرّد المروحة	4-	زجاجة بيان خط السائل (زجاجة الرؤية)	6-	الفلتر	8-	صمّام خزّان السائل

يبين الشكل (7-25): مخطط دورة تبريد ميكانيكية وملحقاتها من الأجهزة الكهروميكانيكية.



الشكل (7-25): مخطط دورة تبريد ميكانيكية وملحقاتها من الأجهزة الكهروميكانيكية.

1-	الضاغط	6-	الفلتر	11-	مبخر مبرّد المروحة
2-	فاصل الزيت	7-	صمّام يدوي	12-	ساعة إلكترونية للتحكم في درجات الحرارة
3-	مكثف مبرّد المروحة	8-	زجاجة بيان السائل (زجاجة الرؤية)	13-	منظّم ضغط
4-	منظم ضغط	9-	صمّام كهرومغناطيسي (سولينويد)	14-	قاطع ضغط مزدوج (للضغط العالي والمنخفض)
5-	صمّام يدوي	10-	صمّام تمدد حراري	15-	قاطع ضغط الزيت

– ابحث في الإنترنت عن أنظمة التبريد التجاري وشاهد بعض الفيديوهات التي تبين الدورة الميكانيكية وملحقاتها .

– ابحث عن القاطع الإلكتروني المستخدم في أنظمة التحكم الكهربائية في أجهزة التبريد التجاري، واكتب تقريرًا مفصلًا عن مبدأ عمله ومكوناته وناقش زملاءك فيه بإشراف معلمك.

أسئلة الوحدة

1- وضّح أهمية ملحقات دورة التبريد الميكانيكية الآتية:

أ- زجاجة الرؤية:

.....

.....

ب- فاصل الزيت:

.....

.....

جـ- قاطع ضغط الزيت:

.....

.....

د- الصمّام الكهرومغناطيسي:

.....

.....

هـ- قاطع الضغط المزدوج:

.....

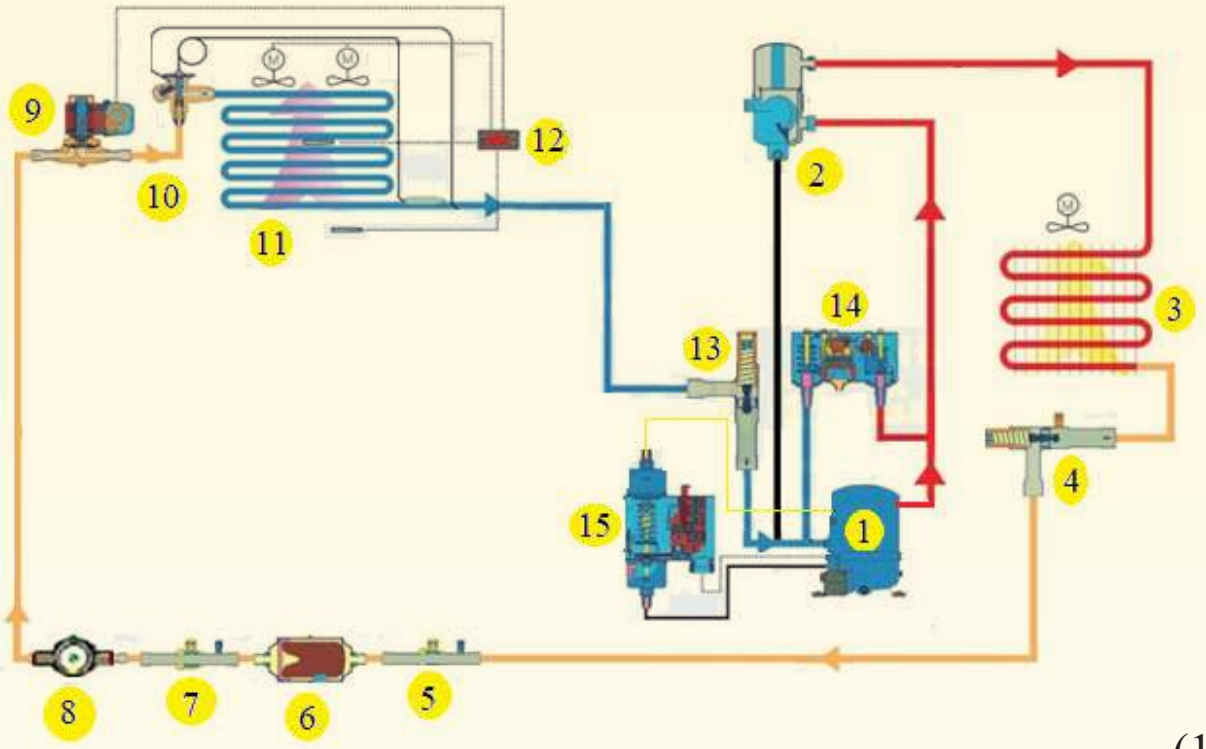
.....

2- أجب العبارات الآتية بـ(نعم) أو بـ(لا):

رقم	العبارة	نعم	لا
1	قاطع ضغط الزيت هو جهاز كهروميكانيكي يوصل على التوالي بدارة تشغيل الضاغط.		
2	عند حدوث نقص في كمية وسيط التبريد في دورة التبريد، تظهر فقاقيع غازية تشبه الرغوة عبْر زجاجة الرؤية.		
3	يستطيع خزّان السائل تخزين كمية وسيط التبريد كلها داخله.		
4	مجمع الغاز يعمل مصيدة للسائل، حيث يتجمع السائل داخله حتى يتبخر كليًّا قبل ذهابه إلى الضاغط.		

3- فسّر سبب تركيب فاصل الزيت بين خط طرد الضاغط وبين المكثف في دورة التبريد الميكانيكية.

4- اذكر اسم كل عنصر ووظيفته من عناصر دورة التبريد المشار إليها بالأرقام في الشكل الآتي:



(1) .....

(2) .....

(3) .....

(4) .....

(5) .....

(6) .....

(7) .....

(8) .....

(9) .....

(10) .....

(11) .....

(12) .....

(13) .....

(14) .....

(15) .....

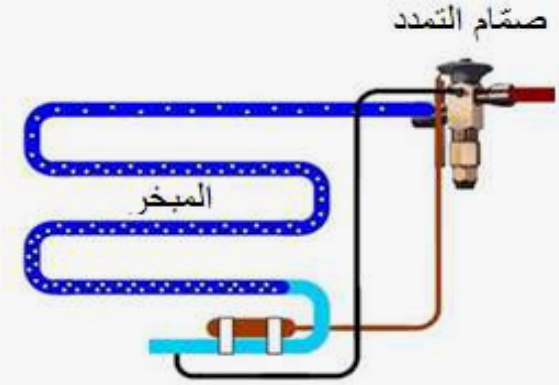
التمارين العملية

التمرين العملي (7-1): استبدال صمّام التمدد الحراري الخاص بوحدة التبريد

النتاجات

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تستبدل صمّام التمدد الحراري الخاص بوحدة التبريد.



الأجهزة والعُدد والأدوات والمواد الأولية حسب المعايير المهنية (تتناسب مع أعداد المتدربين في كل نشاط)	
الأجهزة والعُدد والأدوات	المواد
– مفتاح شق مناسب، أو قابل للضبط والمعايرة	– صمّام تمدد جديد مكافئ لقيمة الصمام المراد استبداله
– طقطيقة خاصة بصمامات التبريد	
– ساعة شحن وسيط التبريد	
– طقم مفكات	

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية	
1	أعدّ خطة عمل بسيطة، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المدرب والزملاء بروح الفريق الواحد. ملاحظة: في حال وجود أي استفسار أو نقص في المعلومات، عليك مراجعة المعلم.	
2	أمّن منطقة العمل جيدًا ، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.	
3	أغلق صمّام خزّان السائل، ثم شغّل نظام التبريد إلى أن يصبح الضغط في خط السحب صفرًا تقريبًا بساعة الشحن كما تعلمت سابقًا.	
4	أغلق صمّام طرد الضاغط؛ ليبقى وسيط التبريد محصورًا في منطقة الضغط العالي.	
5	فك صمولتي صمّام التمدد الحراري عن نظام التبريد.	

الرقم	خطوات الأداء العملي و الأشكال التوضيحية	
6	فك جذر صمّام التمدد .بمفك يدوي مناسب.	
7	سجّل معلومات (بيانات) صمّام التمدد المراد استبداله والمكتوبة بوضوح على جسم الصّمام؛ لشراء صمّام آخر مطابق للقديم لاستبداله، ومن أهم هذه المعلومات (البيانات): أ– درجة الحرارة التي يعمل عندها الصمام. ب– نوع وسيط التبريد.	
8	فك إبرة الصمّام وسجل الرقم المدون عليها (وهذه مهمة جدًّا لاستبدال الإبرة وحدها دون جسم الصمّام، وهي مهمة أيضًا لاستبدال الصمّام كله). ملاحظة: الرقم المدون على الإبرة يدل على قدرة وحدة التبريد بالطن التبريدي.	

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية
9	ركّب صمّام التمدد الجديد بالرجوع إلى خطوات فك الصمام القديم: شد الصمولتين، ثم تثبيت الجذر، ثم فتح صمام خط الطرد للضاغط، ثم فتح صمّام مجمع وسيط التبريد، مع تنفيس الهواء قليلًا من الصمولتين صمّام التمدد، ثم إحكام شد الصمولات، ثم تشغيل النظام ومراقبة أدائه.
10	نظّف موقع العمل، ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها واحفظها في مكانها المخصص.

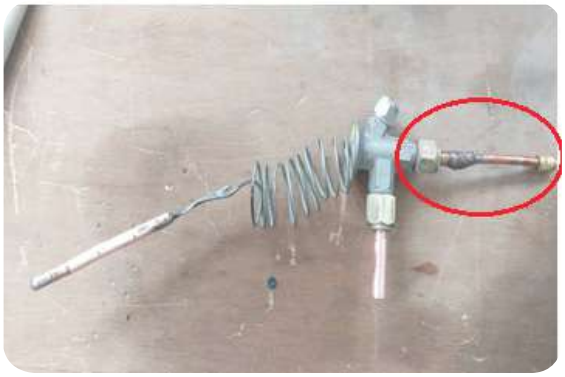
العملي (7-2): فحص صمّام التمدد الحراري خارج دورة التبريد

النتاجات

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تفحص صمام التمدد الحراري خارج دورة التبريد.

الأجهزة والعُدد والأدوات والمواد الأولية حسب المعايير المهنية (تتناسب مع أعداد المتدربين في كل نشاط)	
الأجهزة والعُدد والأدوات	المواد
– مفتاح شق مناسب، أو قابل للضبط والمعايرة. – طقطيقة خاصة بصمامات التبريد. – ساعة شحن وسيط التبريد. – طقم مفكات.	– صمّام تمدد جديد مكافئ لقيمة الصمام المراد استبداله. – أسطوانة وسيط تبريد مطابقة لما هو مدون على صمّام التمدد.

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية	
1	أعدّ خطة عمل بسيطة، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية، والحفاظ على البيئة وقوانينها كلها، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد. ملاحظة : في حال وجود أي استفسار أو نقص في المعلومات، عليك مراجعة المعلم.	
2	أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق من منطقة العمل، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.	
3	فك صمّام التمدد عن دورة التبريد بنفس الخطوات في التمرين السابق.	
4	ركّب بلف خدمة على مدخل الصمّام؛ بحيث يصبح لديك بلف موصول بأنبوب نحاسي من طرف، ومثبت عليه شد وصل يطابق مسننات الصمّام (حيث بإمكانك استعمال هذه الوصلة في كل عملية فحص قادمة).	
5	ركّب خرطوم أسطوانة وسيط التبريد على مدخل الصمام.	

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية	
6	اقلب الأسطوانة ليخرج منها وسيط التبريد إلى صمّام التمدد سائلًا، إذا فُتحت.	
7	اقبض على جذر صمّام التمدد بيدك ليبقى دافئًا، افتح صمّام الأسطوانة وراقب خروج وسيط التبريد رذاذًا من فوهة صمّام التمدد.	

الرقم	خطوات الأداء العملي و الأشكال التوضيحية	
8	ضع جذر صمّام التمدد في مواجهة الرذاذ البارد، وراقب كمية الرذاذ، فإذا تناقصت، فيدل ذلك على أن الصمّام يعمل جيدًا.	
9	تفقد مصفاة الصمّام، إذا وُجدت شوائب عالقة فيها، فنظفها بمادة تنظيف خاصة بأنظمة التبريد مثل الميثانول.	
10	أعِد تركيب صمّام التمدد بعد فحصه بالرجوع إلى خطوات فك الصمام القديم: شد الصمولتين، ثم الجذر، ثم افتح صمام خط الطرد للضاغط، ثم افتح صمّام مجمع وسيط التبريد، مع تنفيس الهواء قليلًا من صمولة صمّام التمدد، ثم إحكام شد الصمولات، ثم تشغيل النظام ومراقبة أدائه.	
11	نظّف موقع العمل، ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها واحفظها في مكانها المخصص.	

التمرين العملي (7-3): معايرة شحنة وسيط التبريد لدورة تبريد بزجاجة الرؤية.

النتاجات

يتوقع منك بعد إنهاء هذا التمرين أن:

- تعاير شحنة وسيط التبريد لدورة تبريد مستعينًا بزجاجة الرؤية.

الأجهزة والعُدد والأدوات والمواد الأولية حسب المعايير المهنية
(تتناسب مع أعداد المتدربين في كل نشاط)

الأجهزة والعُدد والأدوات	المواد
– نظام تبريد تجاري فيه زجاجة رؤية.	– أسطوانة وسيط تبريد.
– ساعة شحن وسيط التبريد.	

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية
1	أعدّ خطة عمل بسيطة، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية، والحفاظ على البيئة وقوانينها كلها، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد. ملاحظة: في حال وجود أي استفسار أو نقص في المعلومات، عليك مراجعة المعلم.
2	أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق من منطقة العمل، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.
3	راقب أداء زجاجة الرؤية في وحدة عرض جهاز التبريد لديك، لمعرفة كمية وسيط التبريد فيها.
4	لاحظ وجود فقاقيع في زجاجة الرؤية قبل عملية الشحن، ما يدل على نقص شحنة وسيط التبريد أو انسداد جزئي في دورة وسيط التبريد.
5	اشحن وحدة التبريد كما درست في التمارين السابقة، وراقب زجاجة الرؤية حتى تصبح صافية تمامًا، فتكون شحنة وسيط التبريد كافية.
6	نظّف موقع العمل، ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها واحفظها في مكانها المخصص.

التمرين العملي (7-4): فحص المؤقت الزمني نظام 24 ساعة، وتركيبه ومعايرته.

النتاجات

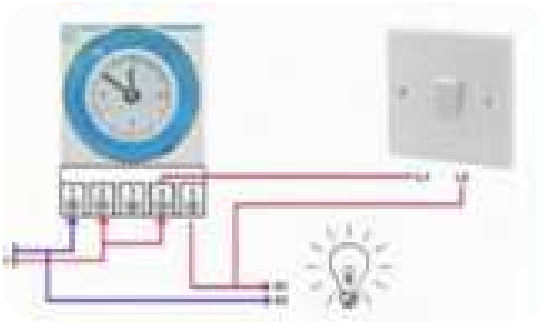
يتوقع منك بعد إنهاء هذا التمرين أن:

- تفحص المؤقت الزمني نظام 24 ساعة، وتركبه وتعايره.

الأجهزة والعُدد والأدوات والمواد الأولية حسب المعايير المهنية

(تتناسب مع أعداد المتدربين في كل نشاط)

الأجهزة والعُدد والأدوات	المواد
– طقم مفكات	– مؤقت الزمني نظام 24 ساعة (تايمر)
– جهاز أوم ميتر	– أسلاك كهربائية
– مفك فحص الكهرباء	– دارة تبريد كهربائية
– قطاعة أسلاك الكهرباء	

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية	
1	أعدّ خطة عمل بسيطة، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية، والحفاظ على البيئة وقوانينها كلها، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد. ملاحظة: في حال وجود أي استفسار أو نقص في المعلومات، عليك مراجعة المعلم.	
2	أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق من منطقة العمل، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.	
3	افصل التيار الكهربائي عن التايمر وأخرجه من الدارة الكهربائية.	
4	اقرأ مخطط الدارة الكهربائية للمؤقت الزمني، وعليه، حدد طرفي ملف المحرك، وحدد نقاط التلامس المفتوحة والمغلقة، والنقطة المشتركة.	
5	فك غطاء المؤقت عند اللزوم (للتأكد من سلامة أجزائه الداخلية).	

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية	
6	افحص طرفي الملف بجهاز الأوميتر، ونقاط التلامس الثلاث سواء أمفكوكًا الغطاء كان أم مثبتًا.	
7	اضبط زمن التشغيل والفصل وفقًا لحاجة نظام التبريد، حيث إن المؤقت الزمني مقسم 24 ساعة تشغيلية، وكل ساعة مجزأة أربعة أجزاء وكل جزء يعادل 15 دقيقة، وكل جزء له أظفر واحد صغير تستطيع ضغطه إلى الداخل ليعطي 15 دقيقة تشغيلية، أو إلى الخارج لفصل الدارة الكهربائية عن لوحة التحكم الكهربائي في التبريد لمدة 15 دقيقة، وتستطيع زيادة مدد الفصل والتشغيل حسب عدد الأظفار التي تبرزها أو تضغطها في المؤقت الزمني.	
8	اضبط وقت المؤقت الزمني وفقًا لتوقيت المدينة التي يعمل بها نظام التبريد، ولاحظ وجود سهم صغير على جسم المؤقت الزمني يحدد نقطة الفصل والتشغيل. ملاحظة: لا تعمل على تدوير المؤقت عكس عقارب الساعة.	
9	أعِد توصيل المؤقت الزمني بالدارة الكهربائية وفقًا لمخطط الدارة الكهربائية للمؤقت الزمني.	
10	نظّف موقع العمل، ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها واحفظها في مكانها المخصص.	

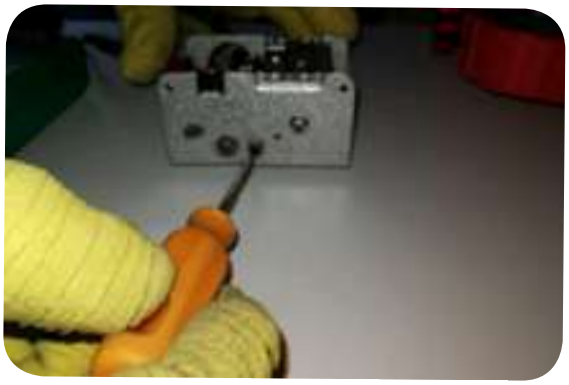
التمرين العملي (7-5): فحص قاطع الضغط العالي، وتركيبه ومعايرته.

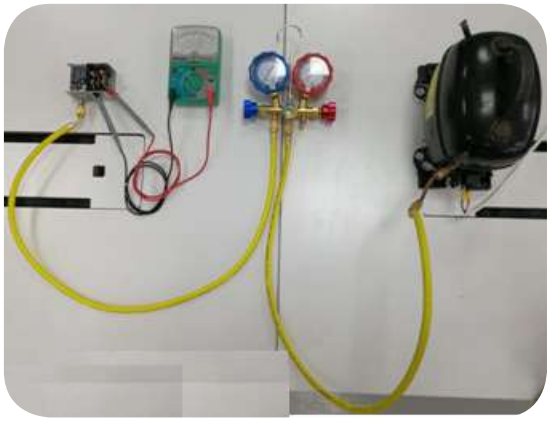
النتاجات

يتوقع منك بعد إنهاء هذا التمرين أن:

- تفحص قاطع الضغط العالي وتركبه وتعايره.

الأجهزة والعُدد والأدوات والمواد الأولية حسب المعايير المهنية (تتناسب مع أعداد المتدربين في كل نشاط)	
الأجهزة والعُدد والأدوات	المواد
– ضاغط هواء	– أسطوانة غاز نيتروجين
– طقم مفكات	
– دارة مصباح كهربائي	
– ساعة قراءة ضغط منخفض (ساعة الشحن الزرقاء)	
– قاطع الضغط العالي	

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية	
1	أعدّ خطة عمل بسيطة، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية، والحفاظ على البيئة وقوانينها كلها، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد. ملاحظة : في حال وجود أي استفسار أو نقص في المعلومات، عليك مراجعة المعلم.	
2	أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق من منطقة العمل، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.	
	ضبط قاطع الضغط المنخفض ومعايرته	
3	فك الغطاء العلوي لقاطع الضغط المنخفض.	
4	حدّد قيمة فرق الضغط من المعادلة المذكورة في الدرس سابقًا، مثلًا: إذا كانت قيمة ضغط التشغيل المطلوبة في جانب الضغط العالي 300PSI، وكانت قيمة الإيقاف المطلوبة 350PSI، فهذا يعني أن فرق الضغط المطلوب هو 50PSI.	
5	لف برغي معايرة ضغط التشغيل مع عقارب الساعة لزيادة قيمة الضغط المطلوبة، وعكس عقارب الساعة لتقليل قيمة الضغط المطلوبة، مثلًا: حدد قيمة ضغط التشغيل في جانب الضغط العالي بقيمة 300PSI.	
6	لف يرغي معايرة فرق الضغط مع عقارب الساعة لزيادة قيمة الضغط المطلوبة، وعكس عقارب الساعة لتقليل قيمة الضغط المطلوبة، فمثلًا:حدد قيمة فرق ضغط 50PSI للحصول على ضغط إيقاف قيمته 350PSI.	

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية	
7	لفحص قاطع الضغط العالي، صل جذر قاطع الضغط العالي بأسطوانة غاز النيتروجين (أو بخط الطرد لضاغط هواء) مرورًا بساعة قراءة الضغط، ثم ارفع الضغط داخل الجذر تدريجيًّا حتى يصل إلى قيمة ضغط التشغيل 300PSI في هذا التمرين، فإذا كان القاطع سليمًا، فيجب أن يضيء المصباح في هذه الحالة أو يعطي جهاز الأوميتر قيمة صفر.	
8	نظّف موقع العمل، ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها واحفظها في مكانها المخصص.	

التمرين العملي (7-6): فحص قاطع الضغط المنخفض وتركيبه ومعايرته.

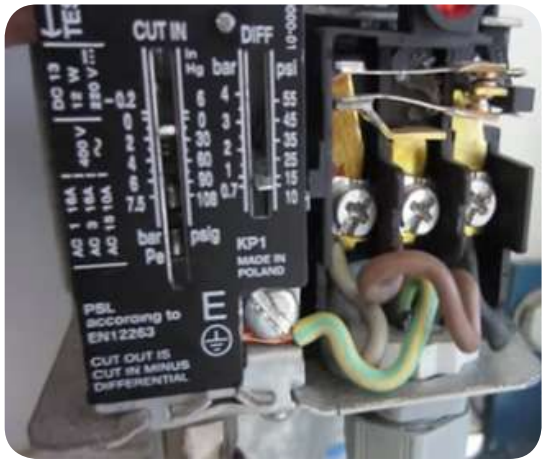
النتاجات

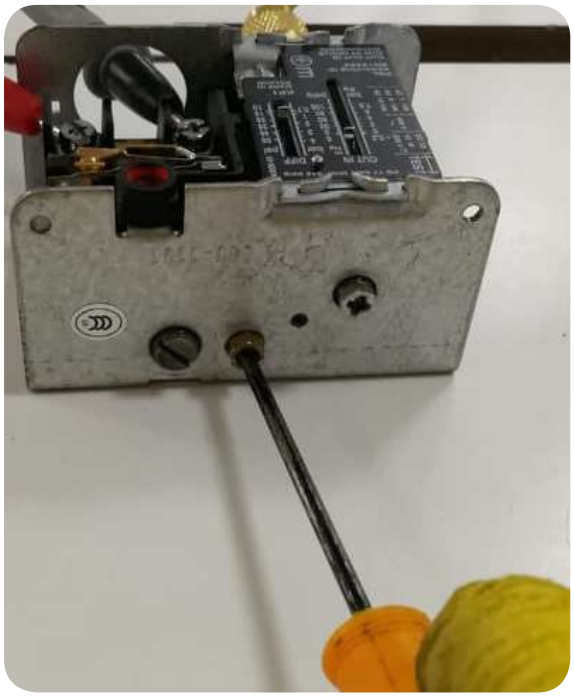
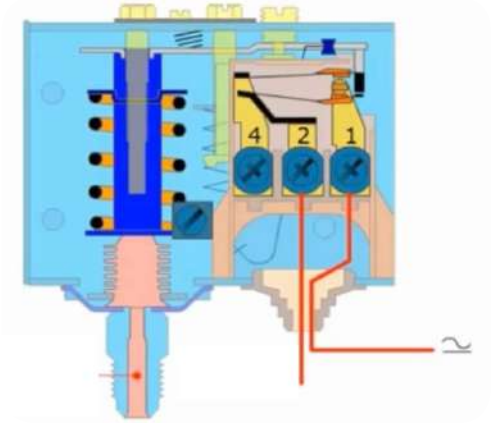
يتوقع منك بعد إنهاء هذا التمرين أن:

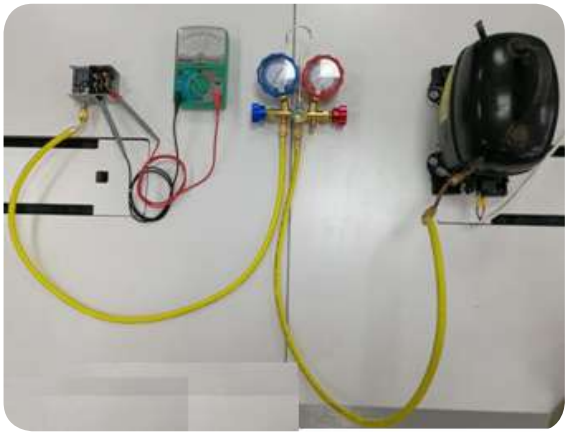
- تفحص قاطع الضغط المنخفض وتركبه وتعايره.

الأجهزة والعُدد والأدوات والمواد الأولية حسب المعايير المهنية
(تتناسب مع أعداد المتدربين في كل نشاط)

الأجهزة والعُدد والأدوات	المواد
– ضاغط هواء	– أسطوانة غاز نيتروجين
– طقم مفكات	
– دارة مصباح كهربائي أو جهاز أوم ميتر	
– ساعة قراءة ضغط منخفض (ساعة الشحن الزرقاء)	
– قاطع الضغط المنخفض	

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية
1	أعدّ خطة عمل بسيطة، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية، والحفاظ على البيئة وقوانينها كلها، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد. ملاحظة : في حال وجود أي استفسار أو نقص في المعلومات، عليك مراجعة المعلم.
2	أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق من منطقة العمل، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.
3	اقرأ تعليمات الشركة الصانعة الخاصة بضبط ومعايرة قاطع الضغط المنخفض
	ضبط قاطع الضغط المنخفض ومعايرته
1	فك الغطاء الخارجي لقاطع الضغط المنخفض. 
2	حدّد قيمة فرق الضغط من المعادلة المذكورة في الدرس سابقًا، فمثلًا: إذا كانت قيمة ضغط التشغيل المطلوبة 50PSI، وكانت قيمة الإيقاف المطلوبة 30PSI، فهذا يعني أن فرق الضغط المطلوب هو 20PSI.

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية	
3	لف برغي معايرة ضغط التشغيل باتجاه عقارب الساعة لزيادة قيمة الضغط المطلوبة، وعكس عقارب الساعة لتقليل قيمة الضغط المطلوبة، فمثلًا: حدد قيمة 50 PSI لضغط التشغيل.	
4	لف يرغي معايرة فرق الضغط باتجاه عقارب الساعة لزيادة قيمة الضغط المطلوبة، وعكس عقارب الساعة لتقليل قيمة الضغط المطلوبة، فمثلا:حدد قيمة فرق ضغط 20 PSI للحصول على ضغط إيقاف قيمته 30 PSI.	
	فحص قاطع الضغط المنخفض	
1	صل نقطتي التلامس لقاطع الضغط المنخفض رقم (1)، ورقم (4) على التوالي بدارة المصباح الكهربائي (أو مع جهاز أوم ميتر بدلًا من المصباح) بخط الكهرباء الحامي L، وصل النقطة المشتركة 2 بخط الكهرباء البارد N.	

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية	
2	صل جذر قاطع الضغط المنخفض بأسطوانة غاز النيتروجين (أو بخط الطرد لضاغط هواء) مرورًا بساعة قراءة الضغط، ثم ارفع الضغط داخل الجذر تدريجيًّا حتى يصل إلى قيمة ضغط التشغيل 50 PSI في هذا التمرين، فإذا كان القاطع سليمًا، فيجب أن يضيء المصباح في هذه الحالة أو يعطي جهاز الأوميتر قيمة صفر.	
3	خفّض الضغط إلى ما دون ضغط الإيقاف بقليل 30 PSI، فيجب أن ينطفئ المصباح أو تصبح قيمة جهاز الأوميتر ما لانهاية إذا كان القاطع سليمًا.	
4	نظّف موقع العمل، ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها واحفظها في مكانها المخصص.	

التمرين العملي (7-7): فحص قاطع ضغط الزيت، وتركيبه ومعايرته.

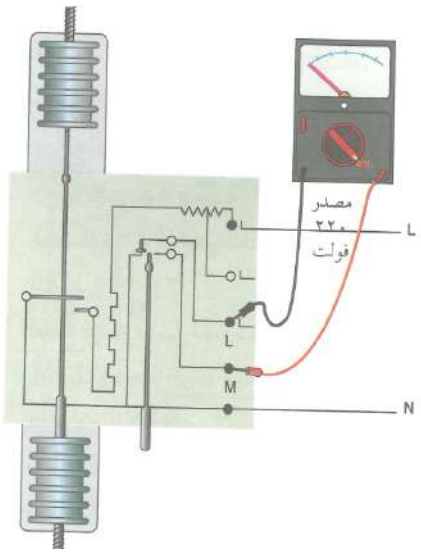
النتاجات

يتوقع منك بعد إنهاء هذا التمرين أن:

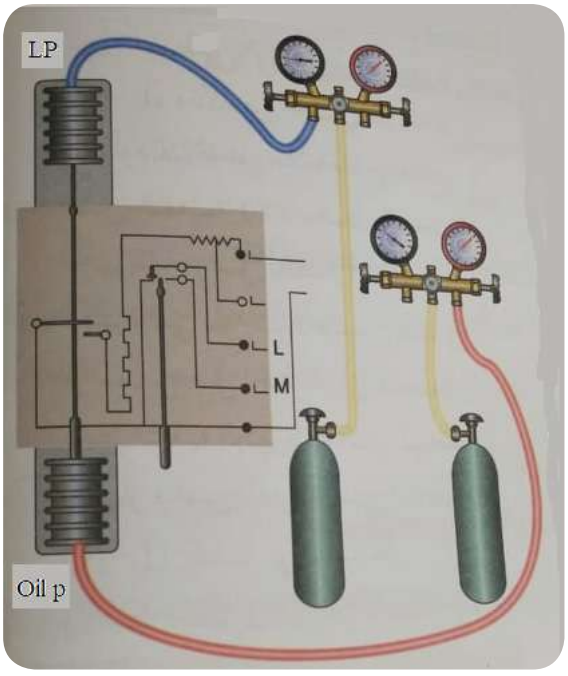
- تفحص قاطع ضغط الزيت، وتركبه وتعايره.

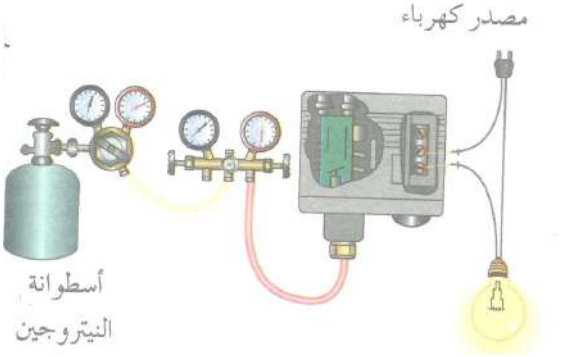
الأجهزة والعُدد والأدوات والمواد الأولية حسب المعايير المهنية
(تتناسب مع أعداد المتدربين في كل نشاط)

الأجهزة والعُدد والأدوات	المواد
– ضاغطا هواء	– أسطوانتا غاز نيتروجين
– طقم مفكات	
– دارة مصباح كهربائي	
– ساعة قراءة ضغط منخفض (ساعة الشحن الزرقاء)	
– قاطع ضغط الزيت	

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية
1	أعدّ خطة عمل بسيطة، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية، والحفاظ على البيئة وقوانينها كلها، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد. ملاحظة : في حال وجود أي استفسار أو نقص في المعلومات، عليك مراجعة المعلم.
2	أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق من منطقة العمل، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.
3	اقرأ تعليمات الشركة الصانعة الخاصة بضبط قاطع الضغط المنخفض ومعايرته.
4	فك غطاء قاطع الزيت.
5	صل النقطة رقم (1) بخط التغذية الكهربائية، ثم صل النقطة (2) بالمسخن الكهربائي.
6	صل أحد أطراف المسخّن الكهربائي بالنقطة (2) من جهة، والطرف الآخر بخط التغذية الكهربائي الثاني.
7	صل طرفي جهاز قياس المقاومة الكهربائية بين نقطتي المزدوج المعدني L – M وتأكد من الحصول على قراءة صفر أوم في البداية، ثم بعد دقيقتين تقريبًا تصبح القراءة ما لانهاية، للدلالة على سلامة القاطع. 

الرقم	خطوات الأداء العملي والأشكال التوضيحية
8	صل ساعة قراءة الضغط بطرف مدخل قاطع ضغط الزيت، ثم صل ساعتي قراءة أخرى بالطرف الآخر لقاطع ضغط الزيت، ثم صل ساعتي القراءة بأسطوانتي نيتروجين (ويجوز استخدام ضاغط هواء)، ثم صل طرفي الفحص لجهاز الأوميتر بالنقطتين L – M ثم ارفع ضغط مدخل الضغط المنخفض (LP) إلى 25PSI تقريبًا. ثم ارفع ضغط المدخل الآخر (مدخل ضغط الزيت (Oil P) إلى ما يقارب 65PSI، أي أن الفرق بين الضغطين يقارب 40PSI. في هذه الحالة يعطي جهاز الأوميتر في البداية صفرًا. ثم اخفض الضغط في مدخل ضغط الزيت (بتسريب الهواء منه) لتتغير قيمة فرق الضغط، يجب أن تعود قراءة الأوميتر إلى ما لانهاية، ليدل ذلك على سلامة قاطع ضغط الزيت. ملاحظة: يمكنك استعمال مصباح كهربائي للفحص بدلًا من جهاز الأوميتر، كما في الشكل المجاور.
9	نظّف موقع العمل، ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها واحفظها في مكانها المخصص.





أجهزة التبريد التجاري

- ملحقات الدورة الميكانيكية
  - فاصل الزيت
  - صمّامات الخدمة
  - خزّان السائل
  - زجاجة الرؤية
  - المبادل الحراري
- أجهزة التحكم الكهربائية، والكهروميكانيكية والإلكترونية
  - قاطع الزيت
  - قاطع الضغط المنخفض
  - قاطع الضغط العالي
  - المؤقت الزمني

التقويـم الذاتـي

أضع إشارة (✓) إزاء الدرجة المناسبة

الرقم	الهدف	درجة تحقق الهدف		
		بإتقان	بدرجة متوسطة	بحاجة إلى تحسين
1	أفهم مبدأ عمل الملحقات الميكانيكية وأماكن تركيبها في دورة التبريد التجاري الآتية: المبادل الحراري، زجاجة الرؤية، خزّان السائل، مجمع الغاز، صمّامات الخدمة، فاصل الزيت.			
2	أميز أجهزة التحكم الكهربائية، والكهروميكانيكية، والإلكترونية المستخدمة في أنظمة التبريد التجاري الآتية : المؤقت الزمني 24 ساعة، قاطع الضغط العالي، قاطع الضغط المنخفض، قاطع ضغط الزيت.			
3	أفحص صمّام التمدد الحراري خارج الدورة.			
4	أستبدل وحدة التبريد بصمّام التمدد الحراري الخاص.			

مسرد المصطلحات

ENGLISH	المصطلح باللغة العربية
ABSOLUTE PRESSURE	الضغط المطلق
ACETYLENE CYLINDER	أسطوانة الأستلين
ACETYLENE GAS REGULATOR	منظم غاز الأستلين
AIR CONDITIONSYSTEM	نظام تكييف الهواء
AIR DUCTS	أقنية الهواء
ALUMINUM TUBES	أنابيب الألمنيوم
ALTERNATING CURRENT	التيّار المتناوب
ANNEALED COPPER TUBING	أنابيب النحاس الملدنة
ANALOG	تناظري (ذو مؤشر)
AVO METER	جهاز القياس الكهربائي متعدد الاستعمالات
ACCUMULATOR	المجمع
ARC WELDING	لحام القوس الكهربائي
AC POWER SUPPLY	مصدر فولتية متردد
ATOMOSPHERE PRESSURE	الضغط الجوي

ENGLISH	المصطلح باللغة العربية
AMPERE	الأمبير
AMPERE METER	جهاز قياس شدة التيار الكهربائي
ANGLE VALVE	صمّام زاوية
AUTOMATIC EXPANSION VALVE(AEV)	صمّام التمدد الأوتوماتيكي
BASIC REFRIGERATION SYCLE	دورة التبريد الأساسية
BENDING	الثني
BEND	كوع
BELLOW	جهاز التحكم في درجة الحرارة (ذو المنفاخ)
BENCH YOKE VISE	ملزمة الطاولة
BIMETAL TYPE	جهاز التحكم في درجة الحرارة (ذو الزوج المعدني)
BIMETAL TYPE	الزوج المعدني
BOURDON TUBE TYPE	جهاز التحكم (ذو أنبوب بوردن)
BUSH HEXAGON	نقَاصة سداسية

ENGLISH	المصطلح باللغة العربية
BYPASS VALVE	صمام فرعي
CORROSION	تآكل
CAPACITOR ANALYZER	جهاز محلل السعة الكهربائي
CAPACITORS	المواسعات الكهربائية
CAPACITOR-START CAPACITOR-RUN INDUCTION MOTOR	المحرك التأثيري ذو مواسع البدء ومواسع الحركة
CENTRIFUGAL SWITCH	مفتاح الطرد المركزي
CIRCUIT BREAKER	القاطع الآلي
CIRCUIT BREAKER	القاطع الكهربائي
CONSUMED ELECTRICAL ENERGY	الطاقة الكهربائية المستهلكة
CONTACTOR	المفتاح الكهرومغناطيسي
CURRENT ELECTRIC	تيار كهربائي
CAPILLARY TUBE	الأنبوب الشَّعري
CARBONIZATION	التفحم
CONDENSER FAN	مروحة المكثف
CONDUCTORS	موصلات كهربائية

ENGLISH	المصطلح باللغة العربية
COIL	ملف كهربائي
CRANKCASE HEATER	مسخن صندوق عمود المرفق
CLUTCH	قابض
COUNTER –FLOW	مرور متعاكس
CURRENT RELAY	مرحل التيار
COMPRESSOR	الضاغط
CONDENSER	المكثف
CARBUNIZING FLAME	اللهب المكربن
CAST IRON	حديد الزهر
COPPER TUBES	أنابيب نحاسية
(XLPE) CROSS LINKED POLY- ETHYLENE	مادة البولى أثيلين التشابكى

ENGLISH	المصطلح باللغة العربية
COUNTER FLOW HEAT EXCHANGER	المبادل الحراري ذو المرور المتعاكس
DIGITAL	رقمي
DIRECT CURRENT	التيار الكهربائي المباشر
DC GENERATORS	مولدات التيّار المباشر
DC POWER SUPPLY	مصدر فولتية مستمر
DEEP FREEZE	تبريد عال عميق
DEFROST THERMOSTAT	منظم إذابة الجليد
DEGREE	درجة
DENSITY	كثافة
DIELECTRIC STRENGTH	شدة العزل
DUAL PRESSURE CONTROL(HP/LP)	قاطع الضغط المزدوج
DRYER	المجفف
ELECTRIC SHOCK	الصدمة الكهربائية
ELECTRONS	الإلكترونات
EQUIPMENT	المعدات

ENGLISH	المصطلح باللغة العربية
EXCESS HEAT	الحرارة الزائدة
EJECTOR BLADES	شفرات الطرد
ELECTRIC RESISTANCE	مقاومة كهربائية
ELECTRICAL CIRCUIT	الدارة الكهربائية
ELECTRICAL SOURCE	مصدر كهربائي
ELECTRO MOTIVE FORCE	القوة الدافعة الكهربائية
ELECTRICAL RELAYS	المرحلات الكهربائية
ELECTRICAL LOAD	الحمل الكهربائي
ELECTRIC CURRENT	التيّار الكهربائي
ELECTRIC RESISTANCE	المقاومة الكهربائية
ELBOW	وصلة الكوع
ENERGY	الطاقة
ELECTRIC HEATER	المسخن الكهربائي
EVAPORATING UNIT	وحدة التبخير
EVAPORATOR FAN	مروحة المبخر

ENGLISH	المصطلح باللغة العربية
EFFICIENCY	كفاءة
EXTENSION LADDER	سلم قابل لزيادة الطول
FIBER GLASS	الصوف الصخري
FLAKE ICEMAKER	صانعة مكعبات الثلج المجروش
FLOC POINT	نقطة التشمع
FUSE	المصهر الكهربائي
FILE	المبرد
FLUX	بودرة
GATE VALVE	محبس البوابة
GLOP VALVE	محبس جلدة
GROUNDED	الدارات المتماسة أرضيًّا
GROUNDS	التماسات أرضية
GAS HOSES	خراطيم الغاز
GAS WELDING	اللحام الغازي
HAND SAW	المنشار اليدوي

ENGLISH	المصطلح باللغة العربية
HAND TOOLS	العُدد اليدوية
HARD DRAWN COPPER TUBING	أنابيب النحاس المقسّاة
HERTZ	هيرتز (ذبذبة / ثانية)
HIGH PRESSURE CUT-OUT	قاطع الضغط العالي
HORSE POWER	الحصان الميكانيكي
HOME ICE MAKER	صانعة الثلج المنزلية
(HP) HIGH PRESSURE SWITCH	قاطع الضغط العالي
HAND OPERATED EXPANSION VALVE (HEV)	صمّام التمدد اليدوي
HELMET	خوذة الرأس
ICE CRUSHER	كاسر الجليد
INDICATOR	مؤشر
INTERNATIONAL SYSTEM OF UNIT	النظام الدولي للوحدات
INSULATING MATERIALS	المواد العازلة للكهرباء

ENGLISH	المصطلح باللغة العربية
KILOGRAM	كيلوغرام
LENGTH	الطول
LATENT HEAT	الحرارة الكامنة
LOW PRESSURE SWITCH	قاطع الضغط المنخفض
LAMP	مصباح
LIQUID RESERVOIR	خزّان السائل
LOW SIDE FLOAT(LSF)	عوامة جانب الضغط المنخفض
MAGNETIC CIRCUIT BREAKER	القاطع المغناطيسي
MANUAL BOLT THREADER	تختاية يدوية
MASS	الكتلة
MACHINE	آلة
METER	متر
MAINTENANCE	الصيانة
MANUAL	يدوي
MANUAL METAL ARC WELDING	لحام القوس الكهربائي اليدوي

ENGLISH	المصطلح باللغة العربية
MAINTENANCE	الصيانة
MOTOR	محرّك
NEUTRAL FLAME	اللهب المتعادل
NUT	صمّولة
NIPPLE HEXAGON	نبل مجوز سداسي
NORMALLY OPEN	دائم الفتح
OPEN – END SPANNERS	مفتاح شقّ
OXYGEN HOSE	خرطوم الأوكسجين
OIL SAFETY SWITCH	مفتاح أمان الزيت
OIL SEPARATOR	فاصل الزيت

ENGLISH	المصطلح باللغة العربية
OIL PRESSURE SAFETY SWITCH	قاطع ضغط الزيت
PRESSURE GAS REGULATORS	منظّمات ضغط الغاز
PRESSURIZED OXYGEN	أوكسجين مضغوط
OHM	أوم (وحدة المقاومة)
OHM,S LAW	قانون أوم
OHMMETER	جهاز قياس المقاومة
OPEN CIRCUIT	الدارة الكهربائية المفتوحة
OVERLOAD	واقي محرك الضاغط
OXIDATION STABILITY	ثبات التأكسد
OXY-ACETYLENE WELDING	لحام أوكسي أستلين
OXYGEN	أكسجين
OXYGEN CYLINDER	أسطوانة الأوكسجين
OXYGEN GAS REGULATOR	منظم غاز الأوكسجين
POLYURETHANE FOAM	البولي يوريثان الرغوي
POLY VINYL CHLORIDE(P V C)	بولي ڤينيل كلوريد

ENGLISH	المصطلح باللغة العربية
POLYSTYRENE	البوليسترين
PARALLEL CIRCUITS	دارات التوازي
PARALLEL FLOW HEAT EXCHANGER	المبادل الحراري ذو المرور المتوازي
PHASE	طور
PRESSURE CONTROLS	أجهزة التحكم بالضغط
PUSH BUTTONS	كباسات التشغيل والإيقاف الانضغاطية اليدوية
PIPE	أنبوب/ أنبوبة
PIPE CUTTER	مقص أنابيب
PIPE FITTINGS	قطع وصل الأنابيب
PIPE NIPPLE	نبل أنبوبي
PIPE VISE	ملزمة أنابيب

ENGLISH	المصطلح باللغة العربية
PIPE WRENCH	مفتاح أنابيب
POTENTIAL RELAY	مرحل الجهد
POWER	القدرة
POWER THREADING	ماكينة تسنين كهربائية
PRESSURE	الضغط
PUMPS	المضخات
PUSH BUTTON	مفتاح ضاغط
PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT	معدات حماية شخصية
PIPE WELDING	لحام الأنابيب
POLLUTION	التلوث
PRESSURE	الضغط
PREVENTIVE MAINTENANCE	الصيانة الوقائية
PURE GAS	غاز نقي
PRESSURE ADJUSTING SCREW	برغي معايرة الضغط
REFRIGERATED CONTAINERS	حاويات تبريد

ENGLISH	المصطلح باللغة العربية
RUBBER	مطّاط
RESISTANCE	المقاومة
ROLLER BEARINGS	المحامل المتدحرجة
ROTOR	دوّار
RUST	صدأ
RESISTOR	مقاومة كهربائية متغيرة
RECTIFICATION	التقويم (التوحيد)
SAFETY	سلامة
SAFETY PRECAUTUINS	احتياطات السلامة
SAFETY SHOES	أحذية السلامة
SCREW	برغي
SCREWDRIVERS	مفكّ
SATURATED TEMPERATURE	درجة حرارة التشبع
STRAIGHT LADDER	السلّم المستقيم

ENGLISH	المصطلح باللغة العربية
SENSIBLE HEAT	الحرارة المحسوسة
SIGHT GLASS	زجاجة بيان السائل (زجاجة الرؤية)
STEP LADDER	سلم الدرج
SUPERHEATED TEMPERATURE	درجة حرارة التحميص
SUCTION LINE ACCUMULATOR	مجمع خط السحب (مجمع الغاز)
SINGLE PHASE	أحادي الطور
SOLENOID VALVE	الصّمام الكهرومغناطيسي
THERMOMETER	مقياس درجات الحرارة
THERMOSTATIC EXPANSION VALVE (TEV)	صمّام التمدد الحراري (الثيرموستاتي)
THREADING	تسنين
VISE	ملزمة
VOLTAGE	فرق الجهد الكهربائي
VOLTMETER	فولتميتر (جهاز قياس الفولتية الكهربائية)

قائمة المراجع

أولا: المراجع العربية

1- أحمد مصطفى وشركاه، العلوم الصناعية الخاصة، التكييف والتبريد للصف الأول الثانوي الشامل المهني، الفرع الصناعي.

2- خولة الشيخ، ميكانيك التبريد وتكييف الهواء المركزي للسيدات وفقًا لمنهجية التدريب المبني على أساس الكفايات **CBT**.

3- ماضي الجغبير، دليل مفتشي العمل للسلامة والصحة المهنية الخاص بعمل الأطفال، مكتب منظمة العمل الدولية **ILO**، عمّان، الأردن، 2015 م.

4- ميسون شفيق الريماوي، وزارة العمل، مديرية التفتيش، قسم السلامة والصحة المهنية، (السلامة في مواقع العمل دليلك إلى سلامتك،) ط(2).

5- العلوم الصناعية الخاصة والتدريب العملي، التكييف والتبريد، الأول الثانوي، وزارة التربية والتعليم.

ثانيًا: المراجع الأجنبية

1 - Althouse, Turnquist and Bracciano, **Modern Refrigeration and Air – Conditioning,** 2015.

2 - Andrew D. Althouse, Carl H. Turnquist F. Bracciano, Daniel C. Bracciano, Gloria M. Bracciano, **Modern Refrigeration and Air Conditioning- e Book**, 20th Edition.

3 - **Designer's Guide to Ceiling-Based Air Diffusion**, Rock and Zhu, Inc., Atlanta, GA, USA, 2002.

4 - Ventilation and Infiltration chapter, **Fundamentals volume of the -ASHRAE Handbook**, ASHRAE, Inc. , Atlanta, GA, 2005.

تم بحمد اللّٰه تعالى