



إدارة المناهج والكتب المدرسية

التكييف والتبريد

العلوم الصناعية الخاصة

والتدريب العملي

الفصل الدراسي الأول

الصف الثاني عشر

الفرع الصناعي



التكييف والتبريد

العلوم الصناعية الخاصة والتدريب العملي

الفصل الدراسي الأول

الصف الثاني عشر

الفرع الصناعي

٢٠١٩/هـ/١٤٤٠م

ISBN 978-9957-84-377-9



مطبعة عمال المطابع
Printers Press



التكليف والتبريد

العلوم الصناعيّة الخاصّة والتدريب العملي

الفصل الدراسي الأول

الصف الثاني عشر

الفرع الصناعي

تأليف

م. حسين عبد المعطي الخطيبات م. حربي طاهر هاشم النونة
طارق حمدي مصطفى الفار

الناشر

وزارة التربية والتعليم

إدارة المناهج والكتب المدرسيّة

يسر إدارة المناهج والكتب المدرسيّة استقبال ملحوظاتكم وآرائكم على هذا الكتاب على العناوين الآتية:

هاتف: ٨-٥-٤/٥٦١٧٣٠٤ فاكس: ٤٦٣٧٥٦٩ ص.ب: (١٩٣٠) الرمز البريدي: ١١١١٨

أو على البريد الإلكتروني: VocSubject.Division@moe.gov.jo

قررت وزارة التربية والتعليم تدرّس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بموجب قرار مجلس التربية والتعليم رقم (٢٠١٣/٧) تاريخ ٢٩/١/٢٠١٣ م بدءاً من العام الدراسي ٢٠١٣/٢٠١٤ م.

حقوق الطبع جميعها محفوظة لوزارة التربية والتعليم
ص.ب (١٩٣٠) عمّان - الأردن

لجنة التوجيه والإشراف على التأليف

د. عامر خليل عابنة (رئيساً) د. سالم داود نجمة
م. خيرالدين قاسم محمد

التحرير العلمي : م. خيرالدين قاسم محمد
التحرير اللغوي : محمد عريف عبيدات
التحرير الفني : نداء فؤاد أبوشنب
التصميم : عائد فؤاد سمّور
الرسوم : إبراهيم شاكر، وخلدون
أبوطالب، وفايزة حداد
التصوير : أديب أحمد عطوان
الإننتاج : سليمان أحمد الخلايلة
دقق الطباعة وراجعها : م. حمد عزات أحمر

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(٢٠١٢ / ٣ / ٩٧٥)

ISBN: 978 - 9957 - 84 - 377 - 9

٢٠١٣ / هـ ١٤٣٤ م

٢٠١٩ - ٢٠١٤ م

الطبعة الأولى

أعيدت طباعته

٧	..... المقدمة
٨	..... إرشادات تطبيقية
٩	الوحدة الأولى: أساسيات تكييف الهواء ومصادر الكسب الحراري
١١	..... أولاً: دورة تكييف الهواء وعملياتها الأساسية
١٣	..... ثانياً: خصائص الهواء الرطب (السيكرومترية)
٢٢	..... ثالثاً: العمليات السيكرومترية
٣٤	..... رابعاً: مصادر الكسب الحراري وحساب حمل التبريد
٤٤	..... التقويم الذاتي
٤٥	..... أسئلة الوحدة
٥١	..... التمارين العملية
٥٢	..... - التمرين (١-١): تحديد خصائص الهواء على المخطط السيكرومترية بمعرفة خاصيتين للهواء
٥٩	..... - التمرين (٢-١): تحديد خصائص الهواء على المخطط السيكرومترية قبل إجراء عملية تسخين محسوس وبعدها
٦٢	..... - التمرين (٣-١): تحديد خصائص الهواء على المخطط السيكرومترية قبل إجراء عملية تبريد محسوس وبعدها
٦٥	..... - التمرين (٤-١): تحديد خصائص الهواء على المخطط السيكرومترية قبل إجراء عملية التبريد وتخفيض الرطوبة وبعدها
٦٨	..... - التمرين (٥-١): تحديد خصائص الهواء على المخطط السيكرومترية قبل إجراء عملية تبريد مع ترطيب (تبريد تبخيري) وبعدها
٧١	..... - التمرين (٦-١): تحديد خصائص الهواء على المخطط السيكرومترية قبل إجراء عملية ترطيب وبعدها

الوحدة الثانية: أجهزة تكييف الهواء المنزلية

٧٣	
٧٦	..... أولاً: مكيف هواء النافذة
١٠١	..... ثانياً: مكيفات الهواء المجزأة
١٣٦	..... ثالثاً: المكيفات ذوات القدرة المتغيرة
١٣٩	..... رابعاً: مكيفات الهواء المنزلية المجمعة المبردة بالهواء
١٤٠	..... خامساً: مكيفات الهواء المنزلية التبخيرية
١٤٢	..... التقويم الذاتي
١٤٤	..... أسئلة الوحدة
١٤٧	..... التمارين العملية
١٤٨	..... - التمرين (٢-١): تركيب مكيف النافذة
١٥٣	..... - التمرين (٢-٢): تفريغ مكيف النافذة وشحنه بطريقة وزن الشحنة
١٥٧	..... - التمرين (٢-٣): الصيانة الوقائية والدورية لمكيف النافذة
١٦٣	..... - التمرين (٢-٤): استبدال محرك المراوح والمراوح الخاصة به لمكيف النافذة
١٦٨	..... - التمرين (٢-٥): تحديد أطراف محرك مروحة ذي ثلاث سرعات
١٧٢	..... - التمرين (٢-٦): فحص منظم إذابة الجليد ذي القرص الحراري واستبداله
١٧٥	..... - التمرين (٢-٧): فحص مرحل الفولط واستبداله
١٧٩	..... - التمرين (٢-٨): فحص مسخن صندوق مرفق الضاغط واستبداله
١٨٢	..... - التمرين (٢-٩): استبدال مجسات المكيف المجزأ
١٨٩	..... - التمرين (٢-١٠): استبدال اللوحة الإلكترونية للوحدة الداخلية للمكيف المجزأ
١٩١	..... - التمرين (٢-١١): فك المبخر للمكيف المجزأ
١٩٣	..... - التمرين (٢-١٢): فك مروحة المبخر ومحركها
١٩٦	..... - التمرين (٢-١٣): فحص الصمام العاكس للمكيف المجزأ واستبداله
٢٠١	..... - التمرين (٢-١٤): فك مروحة المكثف ومحركها للوحدة الخارجية
٢٠٣	..... - التمرين (٢-١٥): تركيب المكيف المجزأ

- ٢١٧ - التمرين (٢-١٦): تركيب وحدة داخلية عمودية
- ٢٢٠ - التمرين (٢-١٧): تركيب وحدة داخلية سقفية
- ٢٢٣ - التمرين (٢-١٨): تركيب مكيف محمول وتشغيله
- ٢٢٧ **الوحدة الثالثة: قنوات (مجاري) الهواء**
- ٢٢٩ أولاً: أشكال قنوات الهواء وأقسامها
- ٢٣٥ ثانياً: المواد المستخدمة في تشكيل قنوات الهواء
- ٢٣٦ ثالثاً: نشر الهواء داخل الحيز المكيف
- ٢٤٢ رابعاً: خواناتق الهواء (Dampers)
- ٢٤٤ خامساً: تمديد مجاري الهواء
- ٢٤٨ سادساً: حمالات مجاري الهواء وداعماته
- ٢٥٠ سابعاً: عزل مجاري الهواء
- ٢٥١ ثامناً: معالجة تسرب الهواء من أفنية الهواء
- ٢٥٢ تاسعاً: نظام توزيع الهواء داخل المبنى
- ٢٥٤ عاشراً: موازنة نظام توزيع الهواء
- ٢٥٦ حادي عشر: ضغط الهواء داخل قنوات الهواء
- ٢٥٩ اثني عشر: أجهزة قياس الضغط
- ٢٦٢ ثالث عشر: أجهزة قياس سرعة الهواء وكميته
- ٢٦٥ رابع عشر: قطع مجاري الهواء
- ٢٦٦ التقويم الذاتي
- ٢٦٧ أسئلة الوحدة
- ٢٦٩ التمارين العملية
- ٢٧٠ - التمرين (٣-١): قياس سرعة الهواء باستخدام جهاز الأنيموميتر ذي الريشة
الدوارة

- ٢٧٢ - التمرين (٣-٢): قياس ضغط الهواء الناشئ عن السرعة باستخدام أنبوبة بيتوت
- ٢٧٤ - التمرين (٣-٣): حساب كمية تدفق الهواء خلال ناشر هواء مركب على مجرى مضلع، باستخدام جهاز قياس السرعة ذي الريشة المنحرفة
- ٢٧٦ - التمرين (٣-٤): تركيب ناشر هواء حائطي وتثبيتته
- ٢٧٨ - التمرين (٣-٥): تركيب ناشر هواء سقفي مربع وتثبيتته، مع خانق تحكم بكمية الهواء (يدوي)
- ٢٨٠ - التمرين (٣-٦): تركيب ناشر هواء سقفي دائري وتثبيتته، مع خانق تحكم بكمية التدفق بمجرى هواء
- ٢٨٣ - التمرين (٣-٧): تركيب شبك (جريل) في فتحات الأبواب الخشبية
- ٢٨٥ - التمرين (٣-٨): عزل مجرى هواء مضلع باستخدام الفائف اللينة من الصوف الزجاجي
- ٢٨٧ - التمرين (٣-٩): تركيب ناشر هواء ذي شق طولي
- ٢٨٩ - قائمة المصطلحات
- ٢٩٥ - قائمة المراجع

المقدمة

إنّ الحمد لله، نحمده ونستعينه، ونستغفره، ونعوذ بالله من شرور أنفسنا وسيئات أعمالنا، من يهده الله فلا مضلّ له ومن يضلّل فلا هادي له، وأشهد أن لا إله الا الله وحده لا شريك له وأنّ محمداً عبده ورسوله. أمّا بعد:

استكمالاً لما تمّ من المادة الدراسية في الفصلين الدراسيين الأول والثاني من أساسيات التبريد والتكييف ومبادئه، وما تمّ من تطبيقات على أجهزة التبريد، جاء الفصل الدراسي الأول للبحث في تكييف الهواء، حيث اشتمل هذا المستوى على ثلاث وحدات متخصصة وضعت فيها المادة النظرية الأساسية لعلم مهنة التكييف، واشتملت على أنشطة تعزّز التفكير العلمي، وتنمي مهارة البحث عن المعلومة الجديدة.

وبعد الانتهاء من المادة النظرية، وضعت التدريبات العملية، وجاءت مدعّمة بالصور التوضيحية؛ لتنمي المهارات العملية، وتركت مساحة لعمليات البحث والتطوير.

ففي الوحدة الأولى، وضعت المبادئ الأساسية لعلم التكييف، من حيث العمليات الأساسية التي تُجرى على الهواء، من خلال التحكم في مجموعة من المتغيّرات وضبطها؛ لتوفّر الراحة اللازمة، وقد مثّلت عمليات التكييف الأساسية على المخطّط السيكرومتري، والذي هو الأساس في عملية التكييف، وتهدف هذه الوحدة أيضاً إلى التعرّف إلى المبادئ الأساسية في كيفية حساب أحمال التبريد لغايات اختيار وحدات التكييف المختلفة.

أمّا الوحدة الثانية، فقد عالجت الأسس الصحيحة لاختيار أجهزة التكييف الصغيرة والأجهزة المنزلية وتركيبها وصيانتها، والتي تشتمل على أجهزة تكييف الهواء المنفصلة، وأجهزة التكييف الصغيرة، كما وعالجت الوحدة أيضاً تفصيل مكّونات هذه الوحدات وكيفية عملها والتحكّم بها.

أمّا الوحدة الثالثة، فجاءت متخصصة لوسائل نقل الهواء المكيف وتوزيعه، والتحكّم في طرق نقله؛ لضمان وصوله إلى الحيز المراد تكييفه بظروف مناسبة لراحة الإنسان.

والله وليّ التوفيق

إرشادات تطبيقية

تتضمن الإرشادات مجالين رئيسيين: يتعلق الأول بالإرشادات العامة التي تجب مراعاتها عند تنفيذ التدريبات العملية، أما المجال الثاني، فيتعلق بالتخطيط لتنفيذ التدريبات والاستفادة من التسهيلات المتاحة في المشغل، على نسق علمي؛ لِيتم تطبيق التدريبات العملية جميعها في الكتاب بشكل سليم آمن.

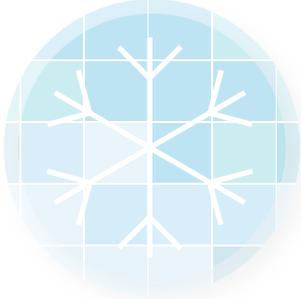
أولاً: إرشادات عامة

عليك مراعاة الأمور الآتية في تنفيذ التدريبات العملية في المشغل:

- ١ - التقيد التام بتعليمات السلامة العامة والصحة المهنية للطلبة.
- ٢ - ارتداء ملابس العمل المناسبة، واستخدام معدّات الوقاية الشخصية اللازمة.
- ٣ - المحافظة على نظافة مكان العمل وترتيبه.
- ٤ - المحافظة على المواد والتجهيزات؛ لتقليل النفقات ما أمكن.
- ٥ - العمل بروح الفريق، والتعاون والمشاركة في التسهيلات التدريبية المتاحة.

ثانياً: إرشادات خاصة

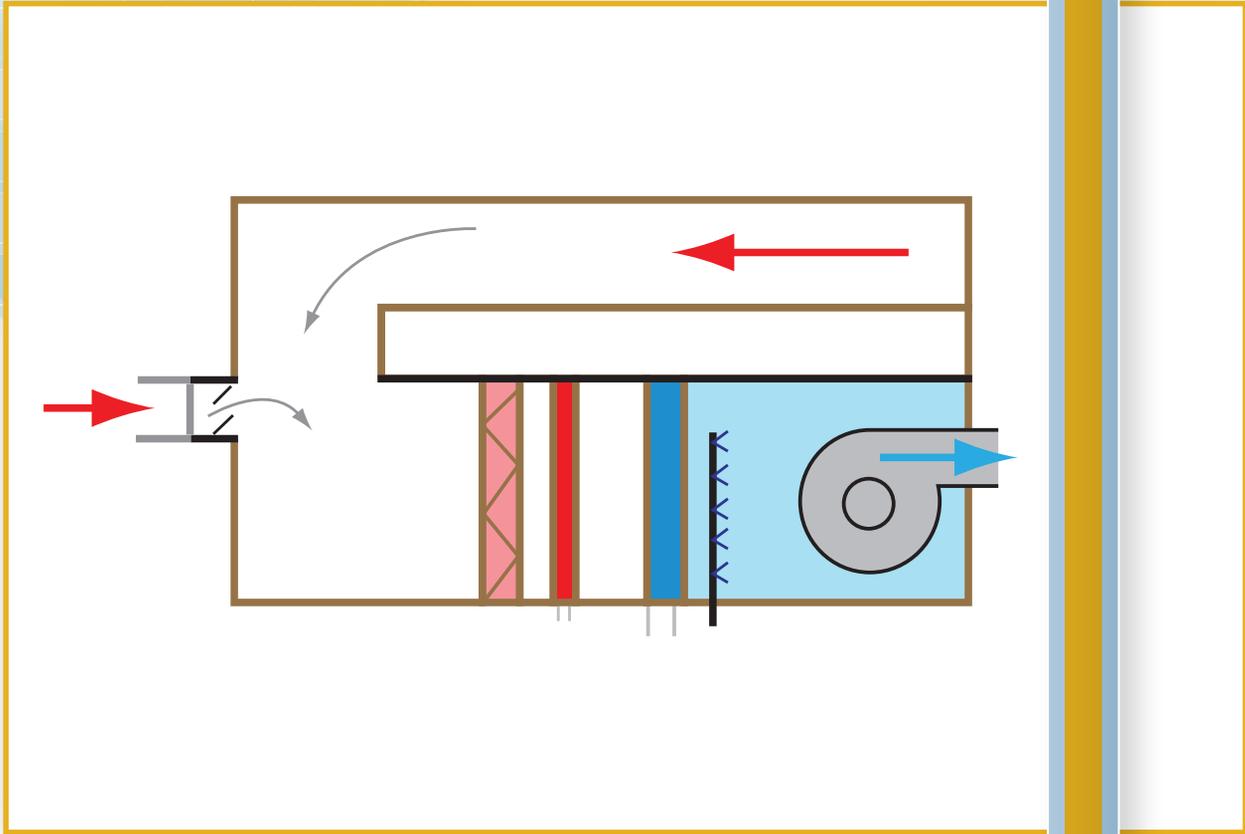
- ١ - استعمل القفّازات اللازمة عند التعامل مع أيّ مصدر حراري.
- ٢ - ضع النظارات والكمّامات اللازمة عند لحام الأنابيب.
- ٣ - رتب القطع حسب تسلسل فكّها كي يتمّ تجميعها بصورة صحيحة.
- ٤ - احذر من الحواف الحادة عند العمل بقنوات الهواء المصنّعة من الصاج.
- ٥ - لا تعبت بأيّ صمّام أو مؤشّر أو جهاز ضبط من الأجهزة المركّبة على وحدات التكييف.
- ٦ - لا تضع أصابعك قرب البكرات والأقشطة الدوّارة عند عملك بأجهزة التكييف.
- ٧ - انتبه عند تنظيف زعانف المبخّرات والمكثّفات من ثني الزعانف كي لا تقلل من كفاءتها.
- ٨ - استخدم جهاز تدوير الغازات ولا تطلق غازات وسيط التبريد إلى الجو.
- ٩ - افصل التيار الكهربائي عن أيّ جهاز قبل عمل أيّ صيانة له.
- ١٠ - ثبت حاملات أجهزة التكييف وأقنية الهواء بشكل جيّد قبل استخدامها.
- ١١ - تعاون مع زملائك عند حمل الأجهزة الثقيلة، مراعيًا الالتزام بالطرق الصحيحة لرفع الأشياء.
- ١٢ - تفقّد المنطقة المحيطة بعمليات الحفر عند تركيب أجهزة التكييف؛ للحفاظ على سلامة الآخرين.
- ١٣ - انتظر بضع دقائق بعد تشغيل جهاز التكييف قبل قراءة ضغوط التشغيل.
- ١٤ - التزم بمخطّط الشركة الصانعة عند وصل خطّي التيار الكهربائي (L/N) لأجهزة التكييف.



الوحدة الأولى

١

أساسيات تكييف الهواء ومصادر الكسب الحراري



- ما فوائد المخطط السيكرومتري؟
- ماذا نعني بمصادر الكسب الحراري؟

تكييف الهواء يعني: تهيئة الظروف الحرارية المناسبة لراحة الإنسان ابتداءً من إشعال المواقف البسيطة وتحريك الهواء إلى استخدام المعدات اللازمة لتوفير الراحة اللازمة، وذلك بالتحكم بمجموعة من العوامل: درجة الحرارة، ورطوبة الهواء، وتزويد المكان بالهواء الخارجي وتنقيته، وحركة الهواء وتوزيعه، وستتمكن بعد الانتهاء من هذه الوحدة من الإجابة عن الأسئلة الآتية: ما معنى تكييف الهواء؟ ما معنى الرطوبة والترطيب؟ ما الأمور الواجب مراعاتها عند تكييف الحيز المراد تكييفه؟ ما مصادر الكسب الحرارية الداخلية والخارجية؟

يتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- تتعرّف الأسباب الرئيسة لتكييف الهواء.
- تتعرّف وظائف نظام تكييف الهواء.
- تتعرّف طريقة تبريد الهواء وتجفيفه في نظام تكييف الهواء.
- تقرأ مخطّط راحة الإنسان في الهواء الساكن.
- تتعرّف مفهوم الهواء المشبع.
- تتعرّف خطوط المخطّط السيكرومتري ومنحنياته (درجة الحرارة الجافة، ودرجة الحرارة، الرطوبة، والرطوبة النسبية، والإنتالبي، والرطوبة النوعية، والحجم النوعي).
- تستعمل المخطّط السيكرومتري؛ لبيان خصائص الهواء الحرارية والعمليات السيكرومتريّة.
- تتعرّف مصادر الكسب الحراري الخارجي وكيفية حسابها.
- تتعرّف مصادر الكسب الحراري الداخلي وكيفية حسابها.

كما ذكرنا سابقاً، فإنّ تكييف الهواء يعني: التحكم بمجموعة من المتغيّرات وهي: درجة الحرارة، والرطوبة، وحركة الهواء ونقاوته. وهناك عمليات ضروريّة لتكييف الحيز المراد تكييفه وأهمّها:

١ تسخين الهواء

وهي عملية إضافة طاقة حراريّة للهواء؛ لزيادة درجة حرارته أو المحافظة عليها.

٢ تبريد الهواء

وهي عملية سحب طاقة حراريّة من الهواء؛ لخفض درجة حرارته أو المحافظة عليها.

٣ ترطيب الهواء

وهي عملية إضافة بخار الماء أو الرذاذ إلى الهواء؛ لزيادة رطوبة الهواء أو المحافظة عليها في المكان المراد تكييفه.

٤ تخفيض الرطوبة

وهي عملية تخفيف الرطوبة (بخار الماء) من الهواء؛ للمحافظة على رطوبة الهواء في مستوى معيّن.

٥ تنقية الهواء

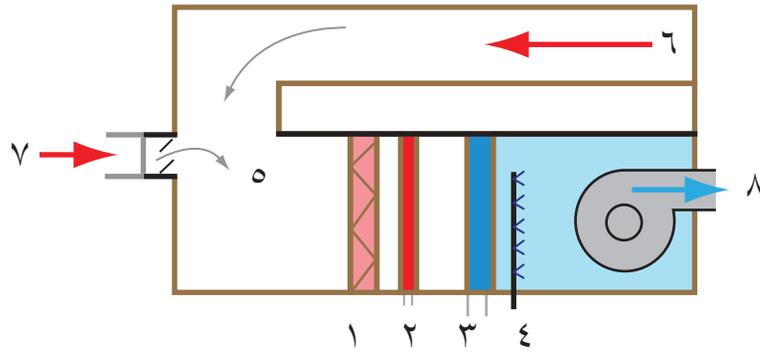
وهي عملية إزالة المواد الضارّة والعالقة، مثل: الغبار، والأتربة، والمواد البيولوجية، مثل: البكتيريا، والروائح.

٦ التهوية

وهي عملية استبدال جزء من الهواء الداخلي بهواء خارجي؛ للمحافظة على نوعيّة الهواء، ويتمّ إمّا بصورة قسريّة باستخدام المراوح أو بصورة طبيعيّة.

٧ تحريك الهواء

وهي العمليات التي تتضمّن تحريك مزيج الهواء في الحيز المراد تكييفه؛ لجعل سرعته مناسبة لراحة الإنسان. ويبيّن الشكل (١-١) نظام تكييف مبسّطاً يُظهر إجراءات التحكم بسرعة الهواء وتدويره داخل الحيز المراد تكييفه بصورة مناسبة لراحة الإنسان.



الرقم	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١
اسم الجهاز	مروحة تزويد	هواء خارجي	هواء معاد	غرفة مزج	جهاز ترطيب	ملف تبريد	ملف تسخين	منق

الشكل (١-١): نظام تكييف مبسّط يظهر العمليات الأساسية.

أسئلة

- ١- ما وظيفة كلّ جهاز من الأجهزة الموضّحة في الشكل (١-١)؟
- ٢- ما الهدف من تخفيض الرطوبة من الهواء المكيف؟
- ٣- ما الجهاز الذي يعمل على تخفيض الرطوبة؟
- ٤- ما الهدف من إضافة الرطوبة للهواء المكيف؟

- العوامل التي يجب أن تؤخذ بالاعتبار عند تكييف المكان وتؤثر في راحة الإنسان:
- ١- الظروف الجوية: وتشمل: درجة الحرارة، وسرعة الهواء وتوزيعه ورطوبته ونوعيته.
 - ٢- الأحمال الحرارية الداخلية والخارجية.
 - ٣- نوع المباني واستخداماتها.
 - ٤- عوامل أخرى، مثل: الضجيج، والإضاءة، والتصميمات المعمارية... إلخ.

نشاط (١-١)

ابحث في المصادر المتوافرة لديك عن عوامل أخرى تؤثر في راحة الإنسان غير التي ذكرت.

يتكوّن الهواء من خليط من الغازات وبخار الماء، حيث يتكوّن الهواء الجاف (خالٍ من الرطوبة) من النيتروجين، والأكسجين، ونسب قليلة من الغازات الأخرى، كما يتميز الهواء الجوي بخصائص طبيعية في كسب بخار الماء أو فقدانه. فإذا تعرّض الهواء إلى ارتفاع في درجة الحرارة عند قيم ثابتة من الضغط، فإنّ مقدّرتَه على اكتساب الرطوبة تزداد، وإذا تعرّض لانخفاض في درجة الحرارة، فإنّ مقدّرتَه على اكتساب الرطوبة تقل.

إنّ انخفاض الرطوبة أو ازديادها تؤثر في راحة الإنسان من حيث مقدّرتَه على فقدان الحرارة، أو من حيث تأثيرها في صحّة الإنسان في نواح كثيرة.

من هنا، كان ضرورياً معرفة كمية بخار الماء المتوافرة في الهواء؛ للاستفادة منها في تصميم أجهزة التكييف؛ لذا تعتمد كمية الرطوبة على خصائص الهواء الحراريّة. ولدراسة خصائص الهواء، يجب التعرّف إلى الخصائص الأساسية للهواء وهي:

- درجة الحرارة الجافة (Dry Bulb Temperature): درجة الحرارة التي تقاس بميزان الحرارة العادي (الجاف).
- درجة الحرارة الرطبة (Wet Bulb Temperature): درجة الحرارة التي تقاس بميزان الحرارة العادي (الجاف) الذي تغطّى بصيقلته بقطعة من القماش المبلّل، ويسمّى ميزان الحرارة المبلّل.
- درجة حرارة نقطة الندى (Dew point): الدرجة التي يبدأ عندها بخار الماء المتوافر في الهواء بالتكاثف.
- الرطوبة النسبية (Relative Humidity): النسبة المئوية لكتلة بخار الماء الفعلي المتوافر في وحدة حجم من الهواء إلى كتلة بخار الماء اللازمة لإشباع هذا الحجم عند الظروف نفسها لدرجات الحرارة والضغط.
- الحجم النوعي (Specific Volume): الحجم الذي يشغله كيلو غرام واحد من الهواء الجاف ووحده م³/كغ هواء جاف.

- المحتوى الحراري (الإنتالبي Enthalpy): محتوى الحرارة الكلية التي اكتسبتها كتلة معينة من الهواء الرطب (وهي مجموع الحرارة المحسوسة والحرارة الكامنة المحتواة في داخله ووحدته كيلوجول/كغ هواء جاف).
- الرطوبة النوعية (Specific Humidity): الكتلة الفعلية لبخار الماء المتوافرة في وحدة الكتلة من الهواء الجاف، ووحدتها قياسها كيلو غرام بخار ماء/كيلو غرام هواء جاف، وتقدر (تقاس) هذه الخصائص الحرارية بالمعادلات الرياضية، أو باستخدام أداة لاستخراج هذه الخصائص تسمى المخطط السيكرومتري.

– الحرارة المحسوسة للهواء الرطب تحدث تغيراً في درجة الحرارة الجافة، مع ثبات في كمية الرطوبة النوعية.

– الحرارة الكامنة للهواء الرطب تعتمد على كمية بخار الماء (الرطوبة النوعية)، مع بقاء درجة الحرارة الجافة ثابتة.

١ المخطط السيكرومتري

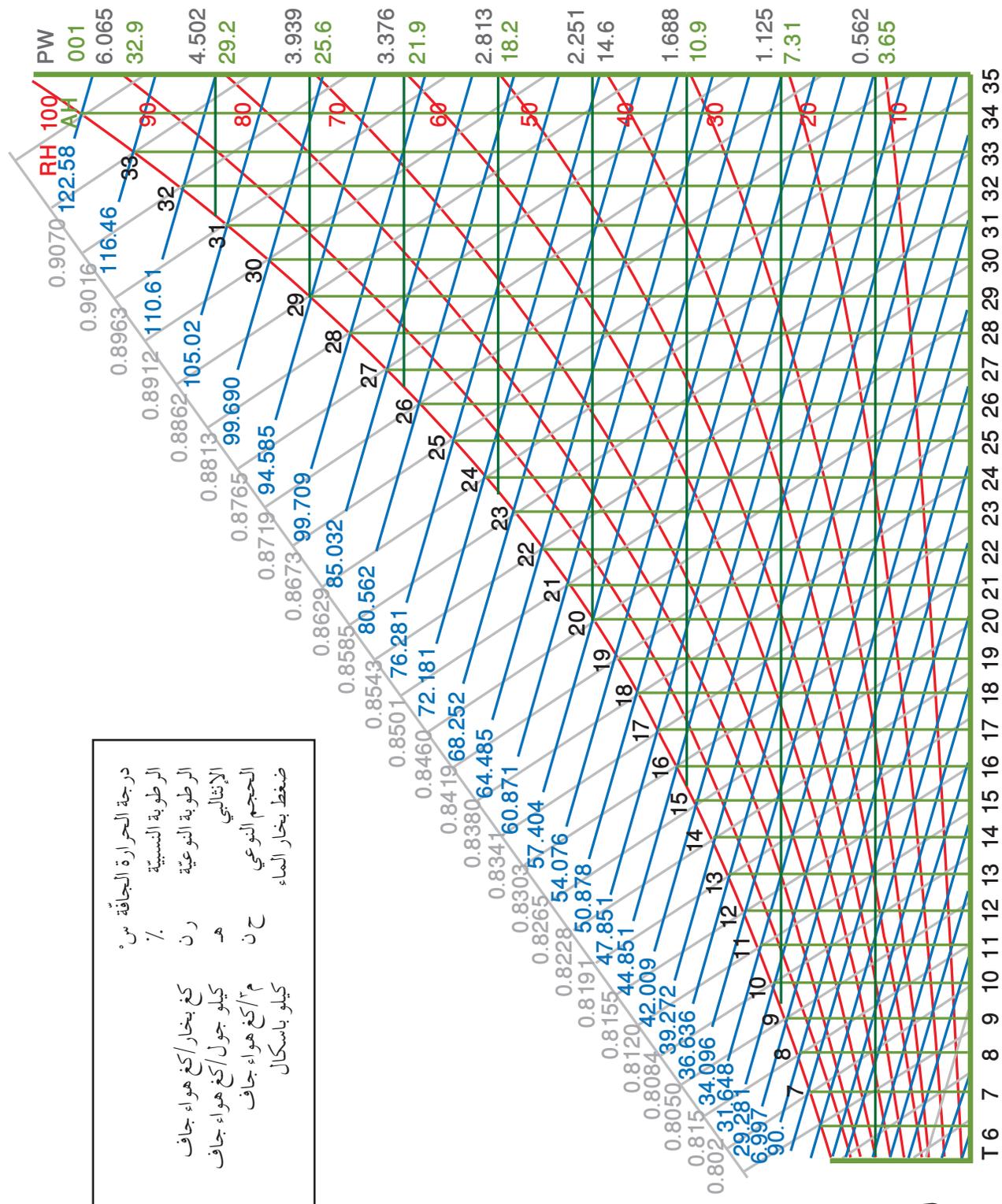
يعدّ المخطط السيكرومتري (Psychrometric Chart) من الأدوات اللازمة لتحديد خصائص الهواء وهو نتاج معادلات وعلاقات رياضية رسمت بخطوط ومنحنيات؛ لتسهيل عملية استخراج خصائص الهواء بمعرفة خاصيتين على الأقل من خصائص الهواء، ويبين الشكل (١-٢) رسماً للمخطط السيكرومتري، ملحقاً به للتوضيح (دليل أو مفتاح) للخطوط والمنحنيات حسب اللون.

ملحوظة

أعطى كل متغير من المتغيرات في المخطط السيكرومتري لوناً محدداً، وقد تمّ توضيحها في الرسوم التفصيلية.

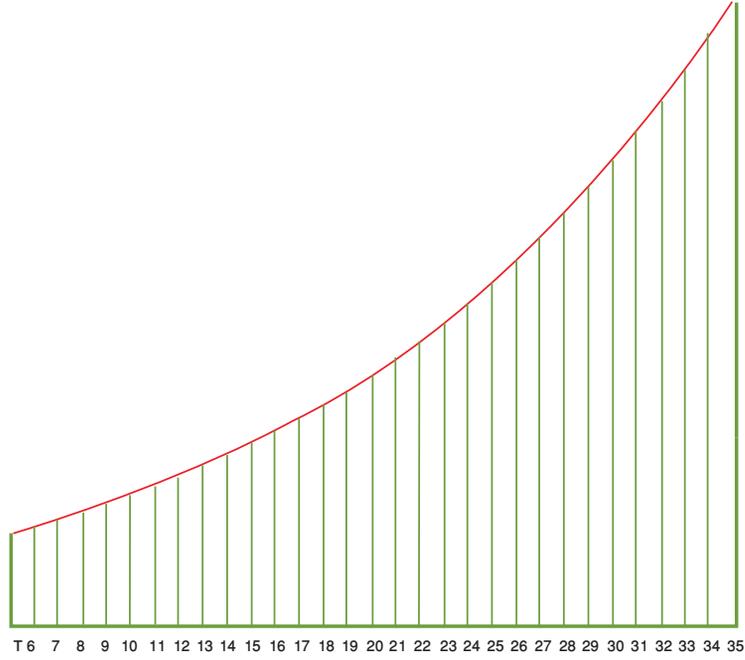
T : degree C
RH : %
AH : kg/kg DA
H : kJ/kg DA
SV : m³/kg DA
Pw : kPa

درجة الحرارة الجافة س°
 الرطوبة النسبية %
 الرطوبة النوعية ر ن
 الإنثالبي هـ
 الحجم النوعي ح ن
 ضغط بخار الماء
 كغ بخار/كغ هواء جاف
 كيلو جول/كغ هواء جاف
 م³/كغ هواء جاف
 كيلو باسكال



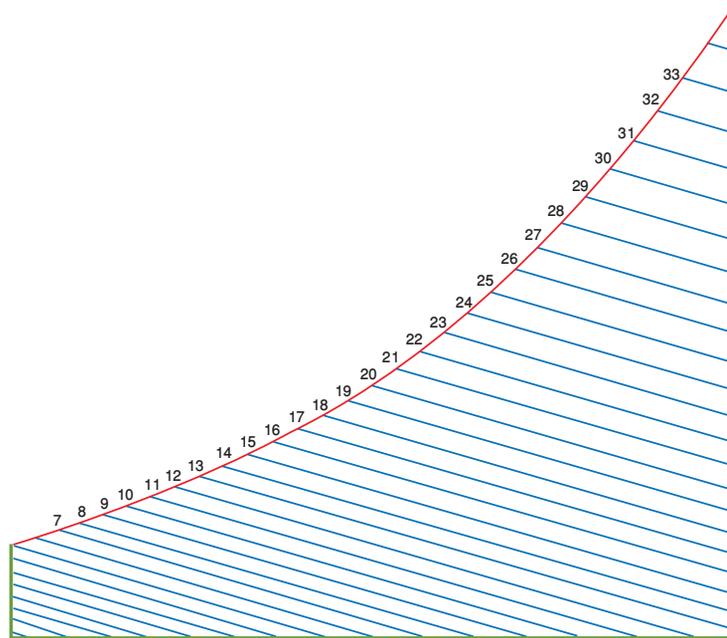
الشكل (٢-١):
 المخطط السيكرومترى.

وفي ما يأتي توضيح لكلّ منحنى وخط من خطوط المخطّط السيكرومتري:
 أ - خطوط درجة الحرارة الجافة: وهي الخطوط العموديّة والمبيّنة في الشكل (٣-١).

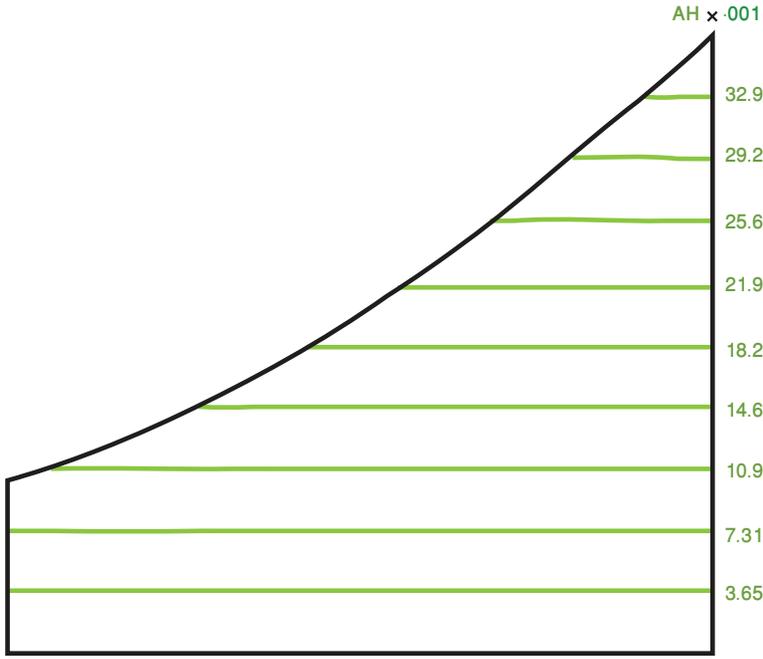


الشكل (٣-١): خطوط درجة الحرارة الجافة.

ب- خطوط درجة الحرارة الرطبة: وهي خطوط مائلة، ويمكن في بعض المخطّطات الاستعانة بخطوط الإنثالبي إذا لم تكن متوافرة كون هذه الخطوط توازي تقريباً خطوط الإنثالبي، ويبيّن الشكل (٤-١) هذه الخطوط.

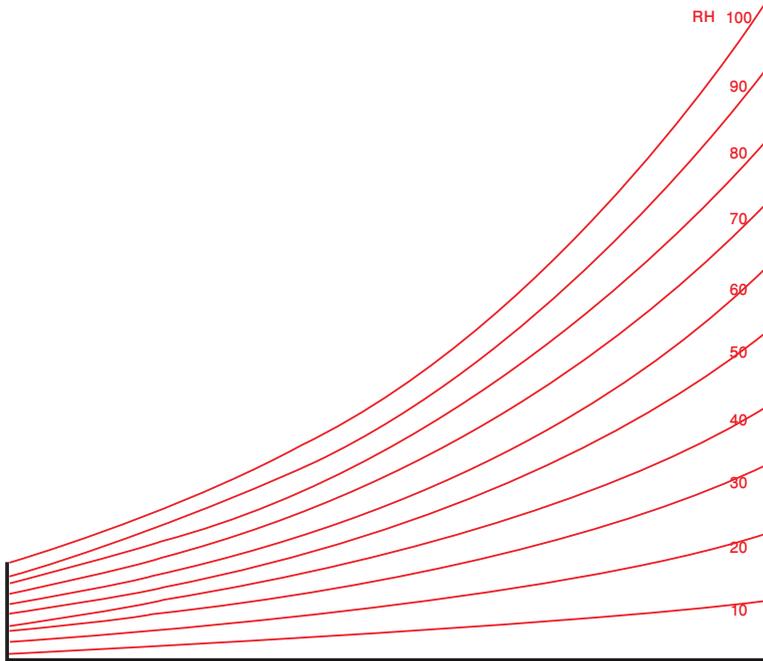


الشكل (٤-١): خطوط درجة الحرارة الرطبة.



الشكل (٥-١): خطوط الرطوبة النوعية.

ج- خطوط الرطوبة النوعية:
ويبين الشكل (٥-١)
خطوط الرطوبة النوعية
وهي خطوط أفقية موازية
للمحور الأفقي.



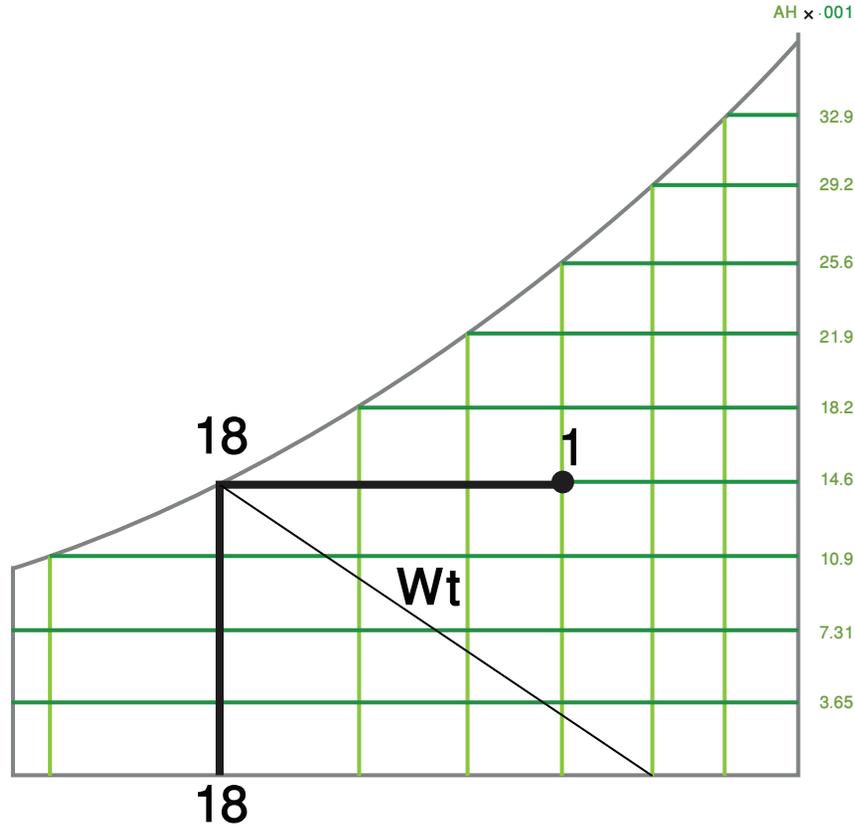
الشكل (٦-١): خطوط الرطوبة النسبية.

د - خطوط الرطوبة النسبية:
يبين الشكل (٦-١)
خطوط الرطوبة النسبية
والتي هي خطوط منحنية
وكل منحنى يبين قيمة
معينة للرطوبة النسبية من
٠ إلى ١٠٠٪.

سؤال

ما أثر الرطوبة النسبية في راحة الإنسان؟

هـ - خطوط درجة حرارة نقطة الندى: ويبيّن الشكل (٧-١) كيفية تحديد درجة حرارة نقطة الندى، حيث هي تقاطع خطوط الرطوبة النوعية مع خط الإشباع وإسقاطها عمودياً على خطوط درجة الحرارة الجافة، ويبيّن الشكل (٧-١) كيفية إيجاد نقطة الندى للحالة (١).

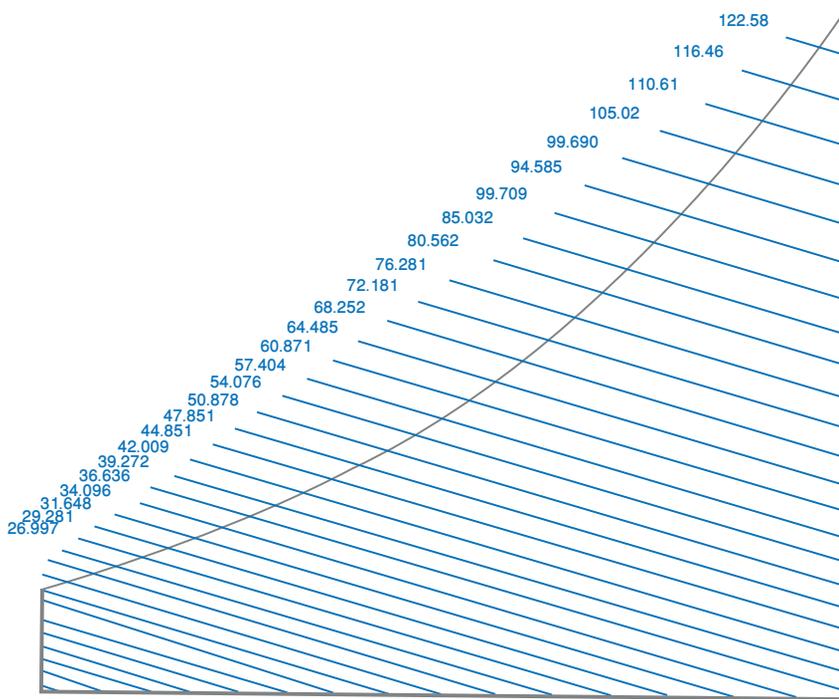


الشكل (٧-١): تحديد درجة حرارة نقطة الندى.

سؤال

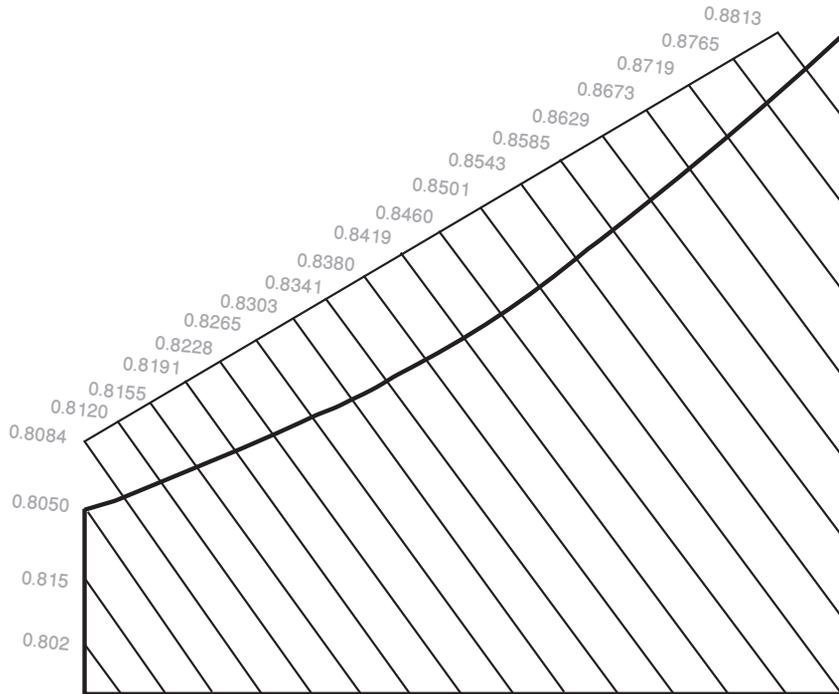
عند أي حالة تتساوى درجة الحرارة الجافة مع درجة الحرارة الرطبة ونقطة الندى؟

و - خطوط محتوى الحرارة (الإنثالي): بيّن الشكل (٨-١) خطوط محتوى الحرارة (الإنثالي).



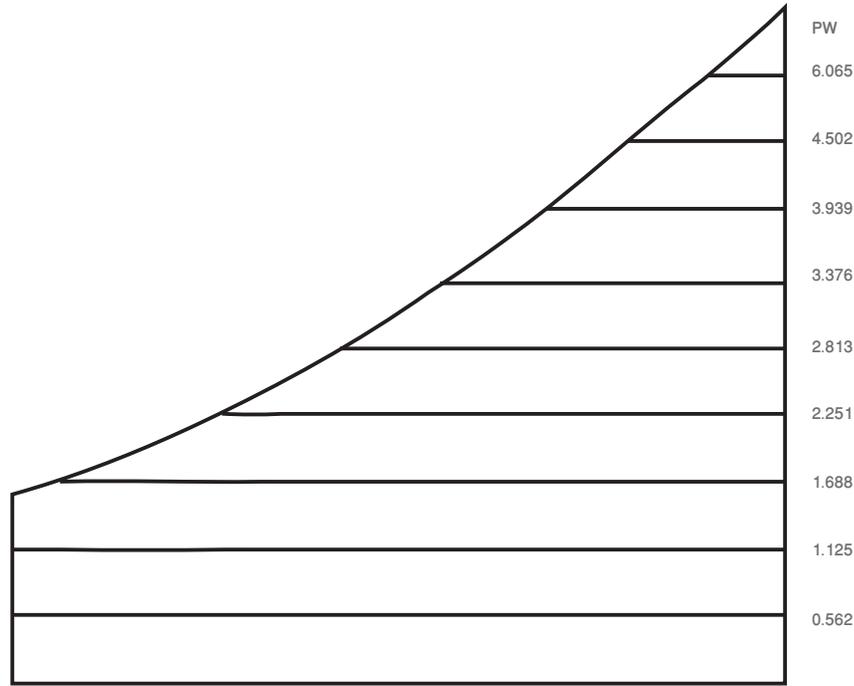
الشكل (٨-١): خطوط محتوى الحرارة الإنثالي.

ز - خطوط الحجم النوعي: وهي خطوط مائلة، ويبيّن الشكل (٩-١) خطوط الحجم النوعي.



الشكل (٩-١): خطوط الحجم النوعي.

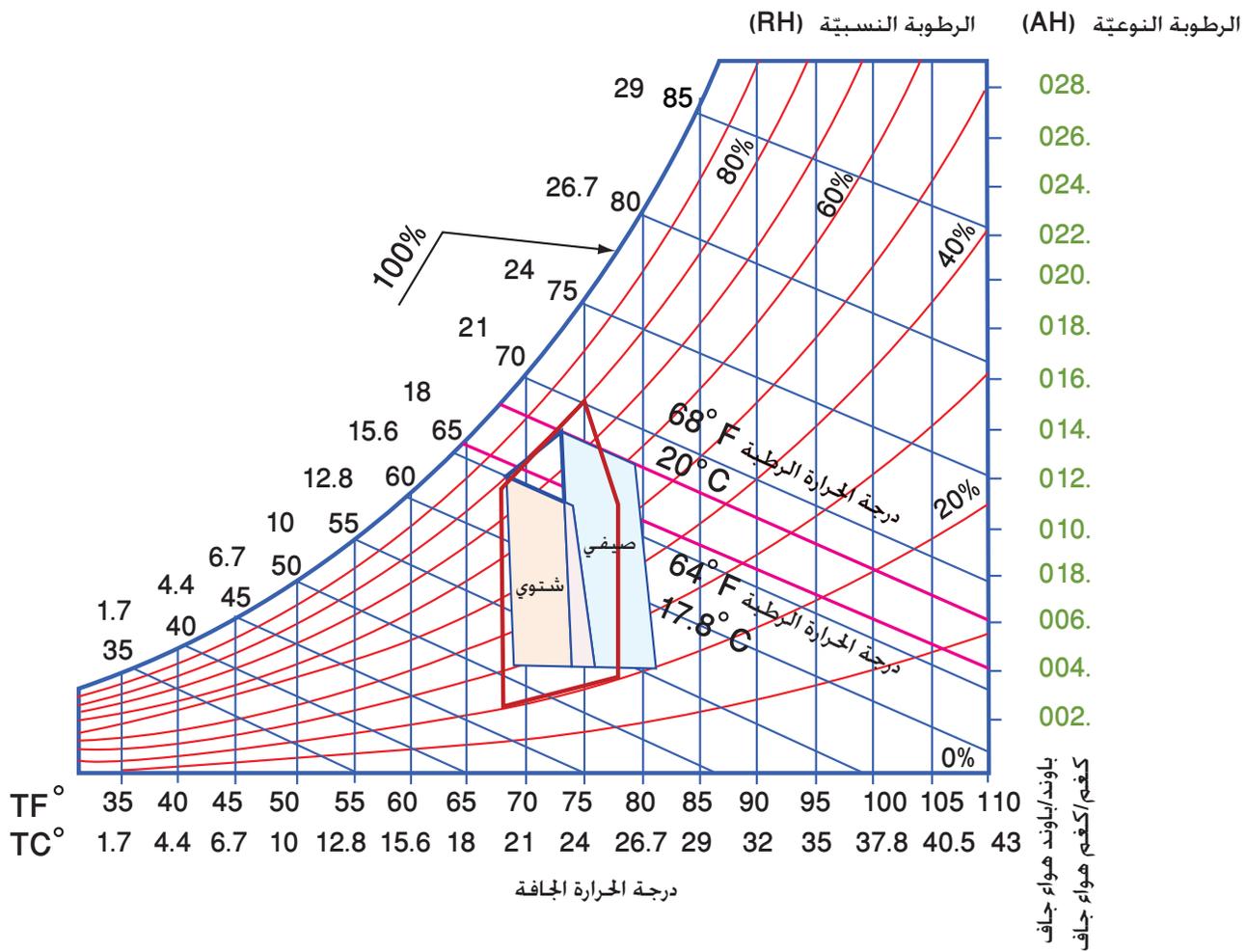
ح- خطوط ضغط بخار الماء: وهو ضغط بخار الماء المتوافر في الهواء الرطب ووحدته كيلوباسكال (Kpa)، ويبيّن الشكل (١٠-١) خطوط ضغط بخار الماء.



الشكل (١٠-١): خطوط ضغط بخار الماء.

الراحة الحرارية للإنسان (Human Thermal Comfort)

يعني مصطلح الراحة الحرارية توفير بيئة مناسبة من درجة الحرارة الجافة، والرطوبة النسبية، وحركة الهواء التي تلائم مختلف فعاليات الأشخاص في هذا المكان. وقد توصلت الدراسات إلى معرفة العلاقة بين درجة الحرارة الجافة والرطوبة النسبية وتمثيلها على المخطط السيكرومتري والذي يسمّى مخطط الراحة للإنسان خلال فصول السنة، ويبيّن الشكل (١١-١) منطقة الراحة الحرارية للإنسان على المخطط السيكرومتري.



الشكل (١ - ١) : مخطط الراحة الحراري للإنسان.

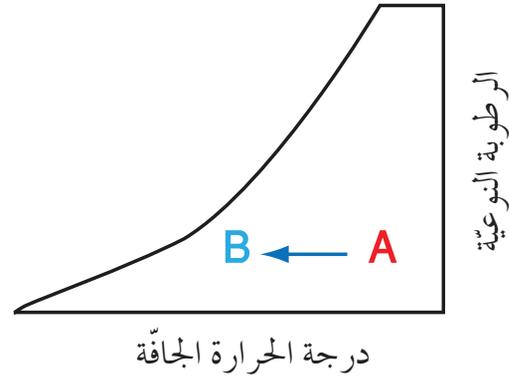
نشاط (١ - ٢)

ابحث في المصادر المتوافرة لديك (كتب، وإترنت) عن الظروف الحرارية المناسبة لراحة الإنسان الحرارية في فصلي الصيف والشتاء، وهل هناك اختلاف في هذه الظروف حسب المنطقة الجغرافية؟ ولماذا؟

العمليات السيكرومترية (Psychrometric processes): وهي العمليات التي تتم على الهواء المكثف من تسخين وتبريد وترطيب، أو تخفيض الرطوبة وخلط الهواء، وفي ما يأتي أهم هذه العمليات:

١ عملية التبريد بتخفيض الحرارة المحسوسة (Sensible Cooling)

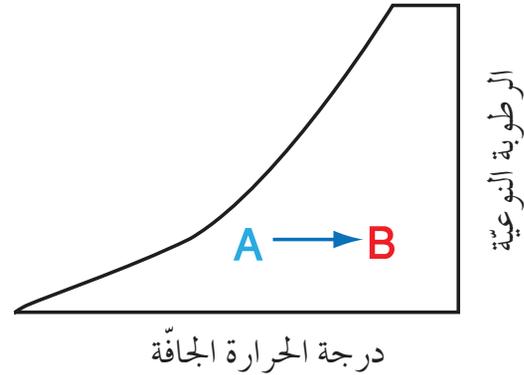
وهي العملية التي يتم فيها تخفيض الحرارة من الهواء من غير حدوث تغيير في الرطوبة النوعية ولا يصل التبريد إلى نقطة الندى، ويبيّن الشكل (١-١٢) تمثيل هذه العملية.



الشكل (١-١٢): تمثيل عملية التبريد المحسوس.

٢ عملية التسخين بإضافة الحرارة المحسوسة (Sensible Heating)

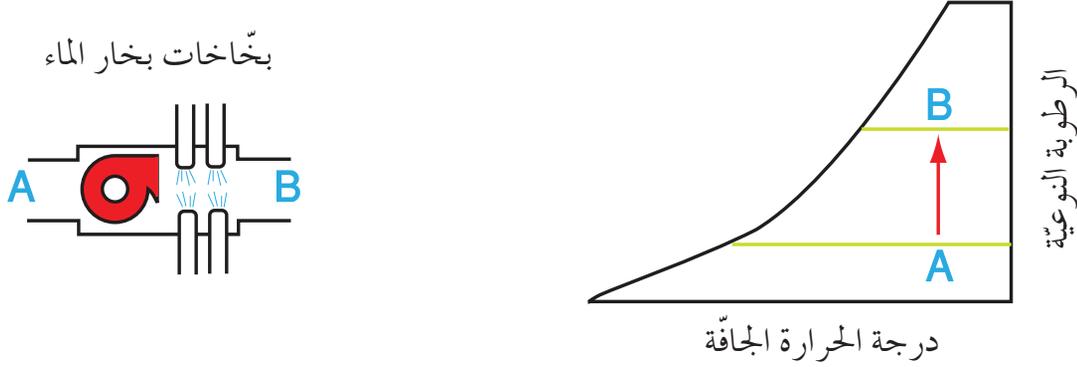
وهي العملية التي يتم فيها إضافة الحرارة إلى الهواء من غير حدوث تغيير في الرطوبة النوعية، ويبيّن الشكل (١-١٣) تمثيل هذه العملية.



الشكل (١-١٣): تمثيل عملية التسخين المحسوس.

٣ عملية إضافة الرطوبة

تتم هذه العملية بثبوت درجة الحرارة الجافة مع زيادة الرطوبة النسبية والنوعية، ويبيّن الشكل (١٤-١) تمثيل هذه العملية.



الشكل (١٤-١): تمثيل عملية إضافة الرطوبة.

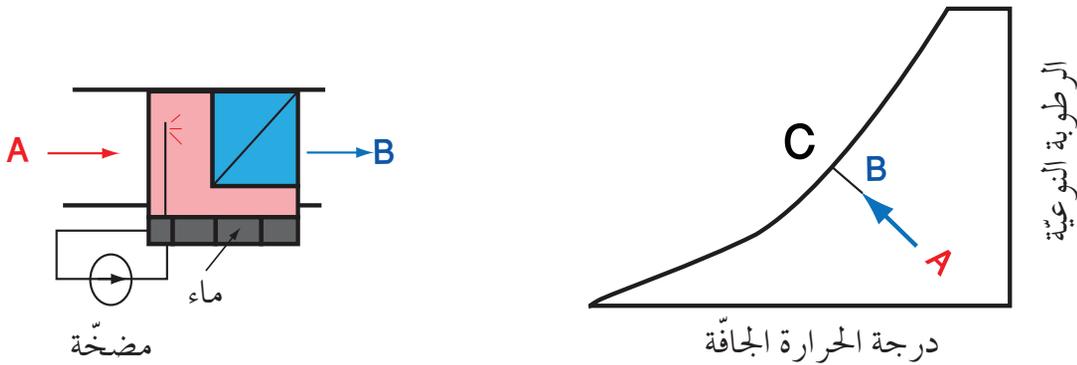
٤ التبريد التبخيري (Evaporative Cooling)

يتم هذا الإجراء بإحدى الطرق الآتية:

أ - تمرير تيار من الهواء مع رشاش ماء.

ب - تمرير تيار من الهواء على سطح مبتل.

حيث يؤدي أي إجراء من هذه الإجراءات إلى امتصاص الحرارة من الهواء عند تبخر الماء، ويُمثل التبريد التبخيري على المخطط السيكرومترى بخط مواز لخطوط ثبات الإنثالبي، وفي العمليات الهندسية، يُمثل على خطوط ثبات درجة الحرارة الرطبة، ويبيّن الشكل (١٥-١) تمثيل هذه العملية على المخطط السيكرومترى، حيث تمثل النقطة C نقطة الإشباع (وهي درجة الحرارة الدنيا التي يمكن الوصول إليها).



الشكل (١٥-١): عملية التبريد التبخيري.

٥ التبريد مع تخفيض الرطوبة (Cooling & Dehumidification)

تتم هذه العملية بتمرير الهواء الرطب على ملف بارد، مما يؤدي إلى تكثيف الرطوبة على ملفات الملف البارد، ويعتمد مقدار الرطوبة المتكاثفة على العوامل الآتية:

أ - رطوبة الهواء المراد تبريده.

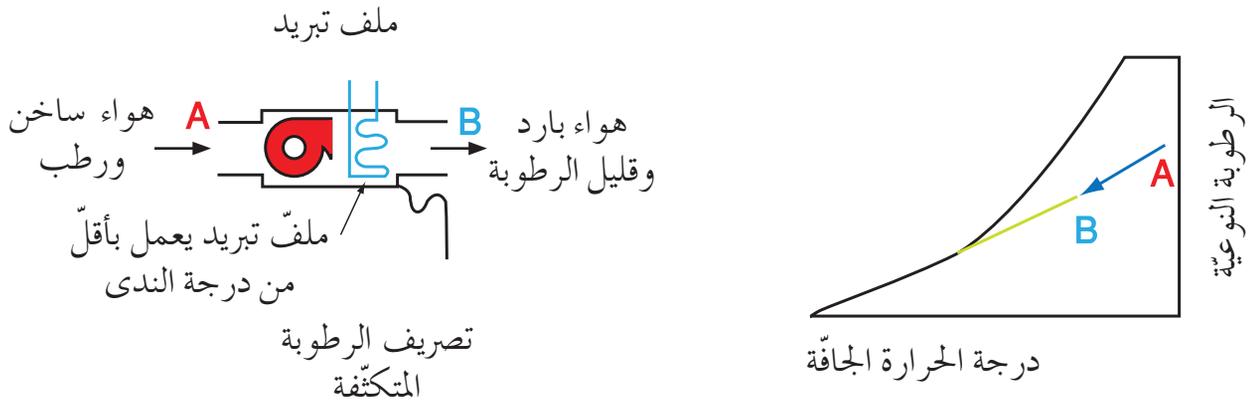
ب- درجة حرارة الملف.

ج- سعة الملف.

د - شكل الزعانف.

هـ - سرعة الهواء حول الملف.

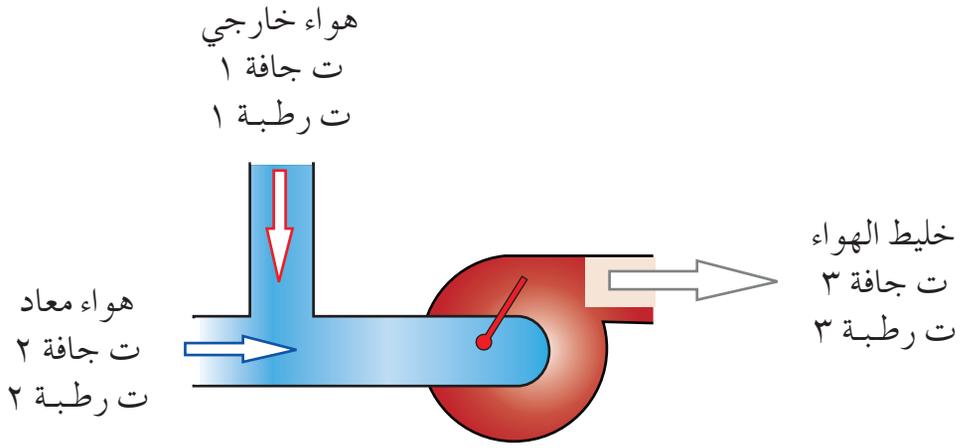
حيث يبرّد الهواء إلى درجة حرارة أقلّ من درجة حرارة الندى للهواء، ويخرج الهواء بمحتوى رطوبة أقلّ، ويبيّن الشكل (١٦-١) تمثيل العمليّة على المخطط السيكروميّ.



الشكل (١٦-١): عملية التبريد مع تخفيض الرطوبة.

٦ عملية الخلط الإديباتي (Adiabatic Mixing)

لتخفيف استهلاك الطاقة ومن أجل جعل أجهزة التكييف أكثر اقتصادية، فإنه يتمّ إرجاع جزء من الهواء المستعمل داخل الحيز المكيف ويخلط مع الهواء الخارجي، ويتمّ الخلط في وحدة مناولة الهواء ومعالجته، وعند عملية الخلط هذه، فإنّ خصائص الهواء سوف تتغير، ويبيّن الشكل (١٧-١) عملية الخلط بين الهواء الخارجي والهواء المعاد، حيث (ت): درجة الحرارة (الجافة والرطوبة س[°])، ويمكن اعتبار هذه العمليّة إديباتيّة نظرًا لتجاهل انتقال الطاقة الحراريّة في وحدة مناولة الهواء.



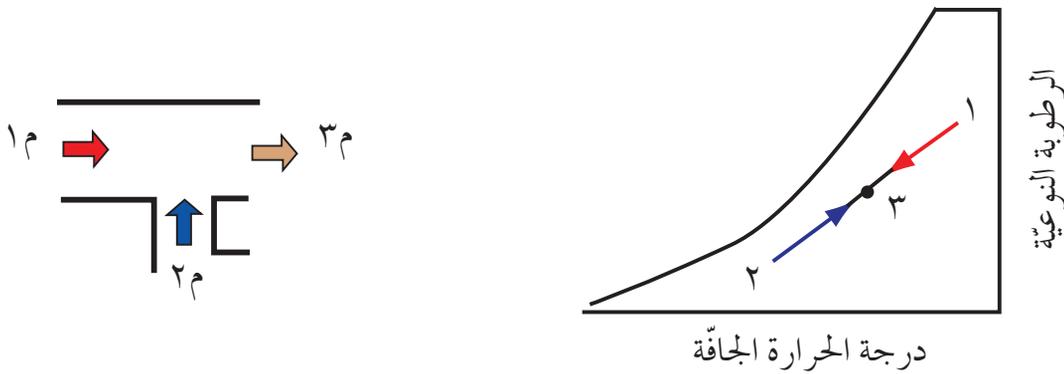
الشكل (١-١٧): خلط تيارين من الهواء.

ويمكن حساب الخصائص الحرارية للخليط بعدة طرق منها:

أ - إذا علم معدّل التدفق الكتلي للهواء الخارجي م ١، ومعدّل التدفق الكتلي للهواء المعاد م ٢. حيث يتمّ تحديد حاليّ كلّ من الهواء الخارجي والهواء المعاد على المخطط السيكرومترى؛ إذ تمثّل الوضعية ١ حالة الهواء الخارجي، والوضعية ٢ حالة الهواء المعاد، ثمّ يوصل بين الحالتين بخط مستقيم، وتحدّد النقطة ٣ بمعرفة النسبة بين معدّلي التدفق وكما يأتي: تكون نقطة الخلط ٣ على الخط الواصل بين الحالتين ١ و ٢، وتقسم هذا الخط بنسبة عكسية لنسبة معدّلي التدفق، كما في المعادلة الآتية:

$$\frac{\text{المسافة من (٣-١)}}{٢م} = \frac{\text{المسافة من (٢-٣)}}{١م}$$

ويبيّن الشكل (١-١٨) تمثيل عملية الخلط على المخطط السيكرومترى.



الشكل (١-١٨): المزج الإديباتي.

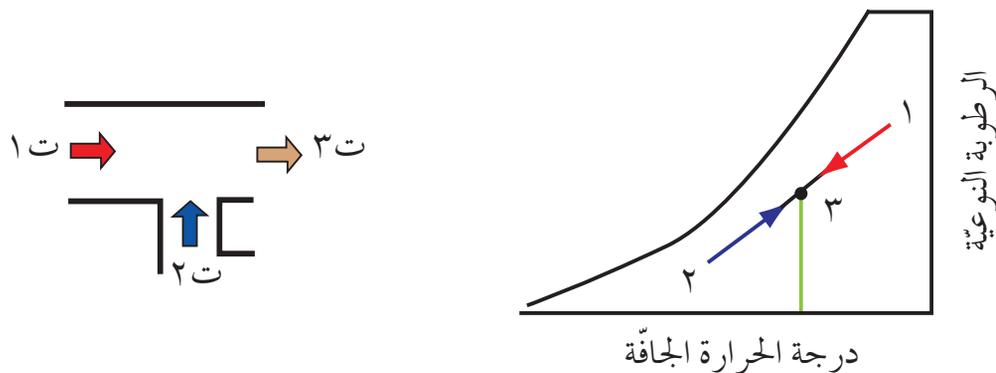
ب- إذا علمت نسبة الخلط للهواء، وفي هذه الحالة، يتم حساب درجة الحرارة الجافة كما يأتي:

درجة الحرارة الجافة للخليط = نسبة التدفق الكتلي للهواء الخارجي × درجة حرارته الجافة + نسبة التدفق الكتلي للهواء المعاد × درجة حرارته الجافة.
وتعني نسبة الخلط ما يأتي:

$$\text{نسبة التدفق الكتلي للهواء الخارجي} = \frac{\text{معدل التدفق الكتلي للهواء الخارجي}}{\text{معدل التدفق الكتلي للهواء الخارجي والمعاد}}$$

$$\text{نسبة التدفق الكتلي للهواء المعاد} = \frac{\text{معدل التدفق الكتلي للهواء المعاد}}{\text{معدل التدفق الكتلي للهواء الخارجي والمعاد}}$$

حيث يتم تعيين حالتي الهواء الخارجي والهواء المعاد بالنقطتين (١، ٢) على التوالي على المخطط السيكروميتر، والوصل بين الحالتين بخط مستقيم ثم إقامة عمود من نقطة درجة الحرارة الجافة المحسوبة للخليط وتقاطعها مع الخط الواصل بين الحالتين، كما في الشكل (١-١٩).



الشكل (١-١٩): عملية الخلط الإديباتي بمعرفة درجة حرارة الخليط الجافة.

مثال (١-١)

كمية من الهواء درجة حرارتها الجافة 28°C ، ودرجة حرارتها الرطبة $23,2^{\circ}\text{C}$ ، باستخدام المخطط السيكرومتري أو وجد ما يأتي:

١- خصائص الهواء الآتية:

- أ - الرطوبة النسبية.
ب- درجة حرارة نقطة الندى.
ج- ضغط بخار الماء.
د - الحجم النوعي.
هـ - (الإنتالبي).
و - الرطوبة النوعية.

٢- إذا تم تبريد الهواء إلى درجة حرارة جافة 26°C ، احسب ما يأتي:

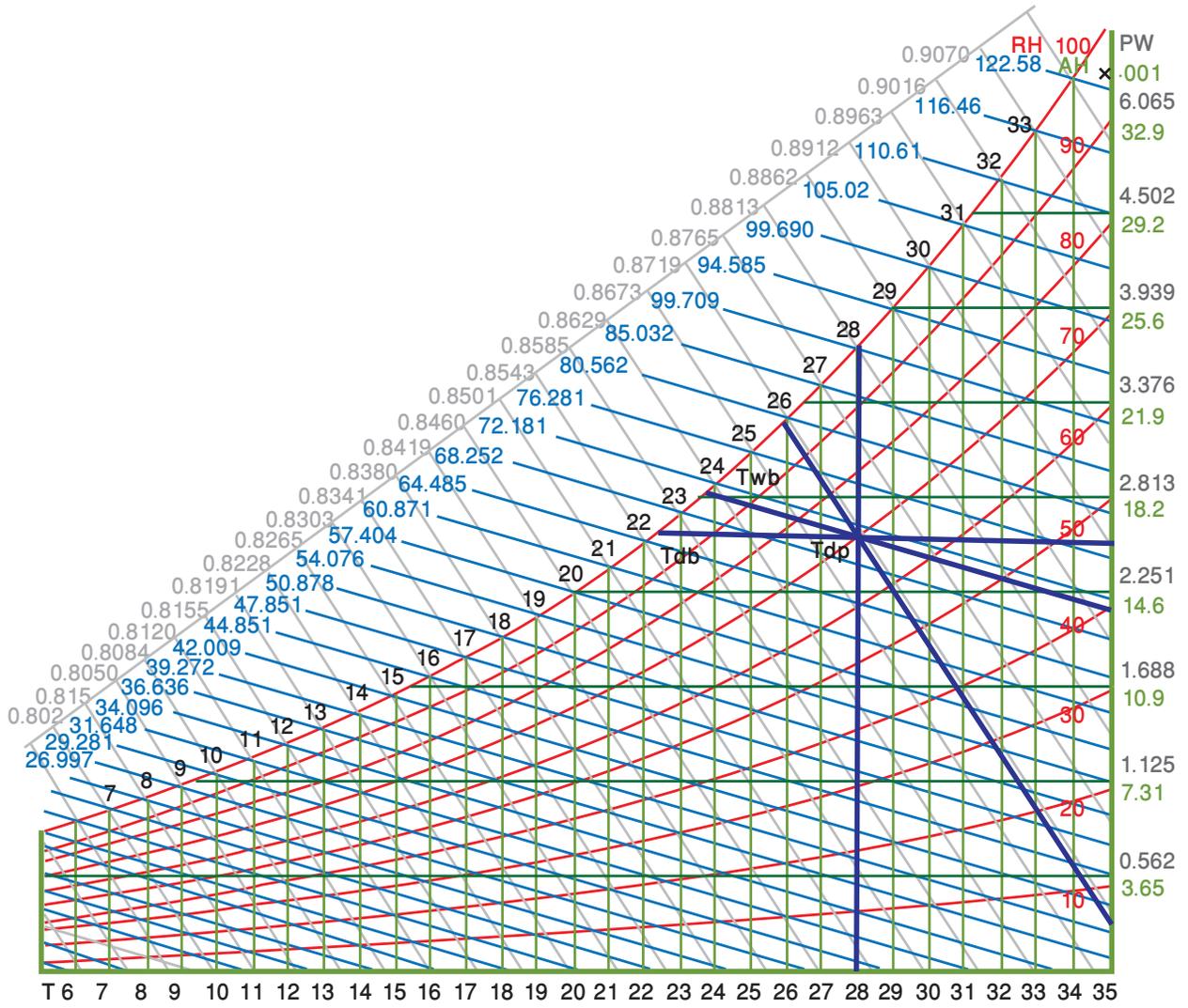
- أ - درجة حرارة نقطة الندى.
ب- درجة الحرارة الرطبة.
ج- الرطوبة النسبية.
د - (الإنتالبي).

٣- احسب كمية الحرارة المزالة لكل كغ هواء جاف عند عملية التبريد.

الحلّ

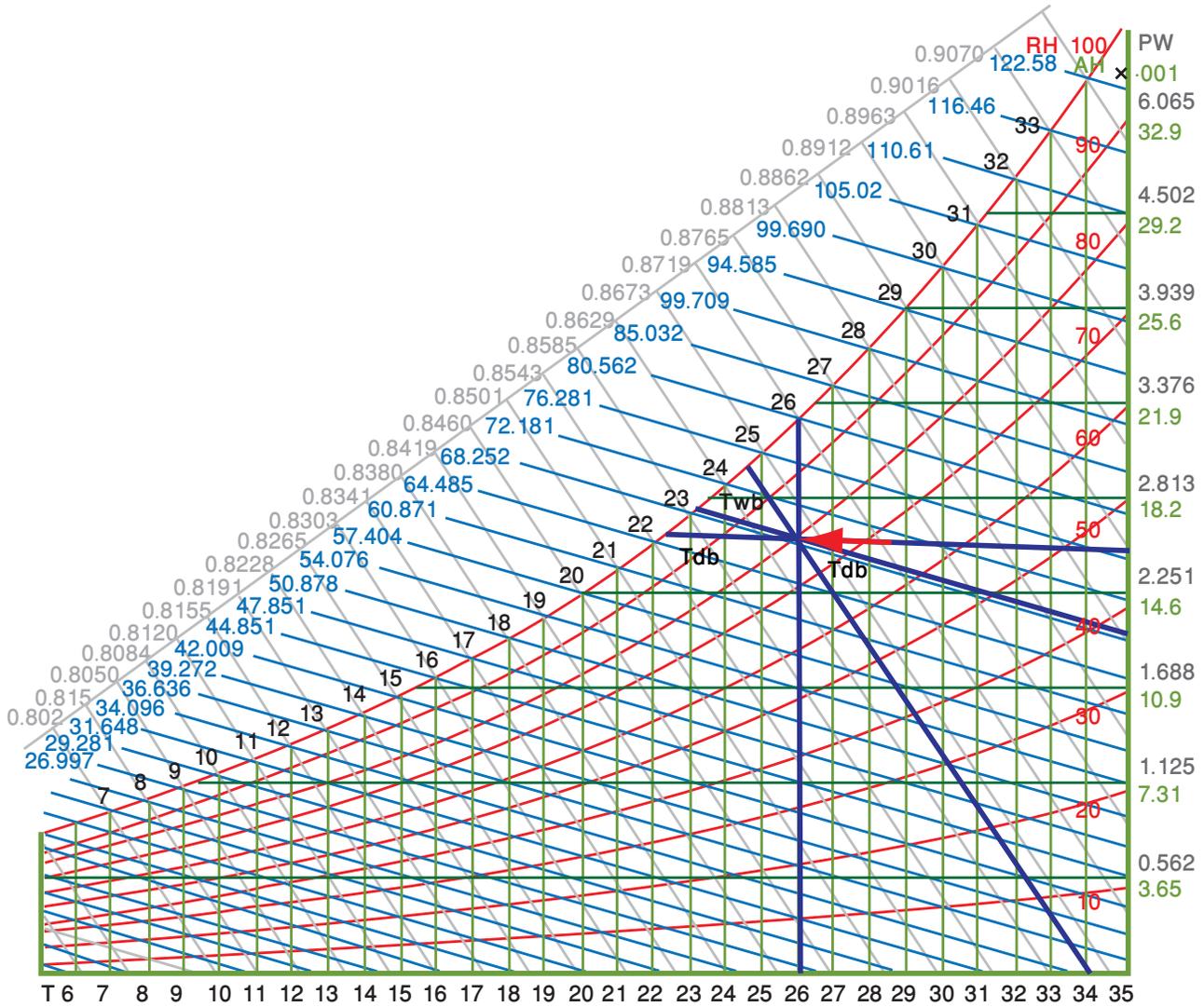
باستخدام الخاصيتين المعومتين للهواء كإحداثيين، يمكن تحديد حالة الهواء بنقطة على المخطط السيكرومتري وكما هو مبين بالشكل (١-٢٠)، ومن هذه النقطة تكون:

- ١- الرطوبة النسبية: ٧٠٪.
٢- درجة حرارة نقطة الندى: $22,3^{\circ}\text{C}$.
٣- ضغط البخار: ٢,٧ كيلو باسكال.
٤- الحجم النوعي: $0,87 \text{ م}^3/\text{كغ هواء جاف}$.
٥- (الإنتالبي): ٧٢ كيلوجول/كغ هواء جاف.
٦- الرطوبة النوعية: ١٧ غم/كغ هواء جاف.



الشكل (٢٠-١): تمثيل الحلّ على المخطط السيكرومترى.

ج- عند تبريد الهواء إلى درجة الحرارة الجافة 26°C ، فإنه لا يبرّد إلى أقلّ من درجة حرارة نقطة الندى الابتدائية، وفي هذه الحالة، لا تزال أيّة كمية من الرطوبة من الهواء؛ أي أنّ الرطوبة النوعيّة ودرجة حرارة نقطة الندى تبقى ثابتة. وبما أنّ الدرجة 26°C أكبر من درجة حرارة نقطة الندى $22,3^{\circ}\text{C}$ ، فإنّ الرطوبة النوعيّة تبقى ثابتة؛ أي لا يوجد تكثيف للرطوبة، وعليه يتمّ أخذ درجة حرارة نقطة الندى ودرجة الحرارة الجافة الجديدة كإحداثيين؛ لتحديد خصائص الهواء وكما هو مبين بالشكل (٢١-١).



الشكل (١-٢١): تمثيل الحل على المخطط السيكرومترى.

من هذه النقطة، نجد الخصائص الحرارية الآتية:

١. درجة حرارة نقطة الندى ٣، ٢٢°س.

٢. درجة الحرارة الرطبة ٢، ٢٣°س.

٣. الرطوبة النسبية ٨٠٪.

٤. (الإنتالبي) = ٦٩ كيلوجول / كغ هواء جاف.

لاحظ الانتقال من الحالة الأولى إلى الحالة الثانية ممثلة بالسهم الأحمر.

د - كمية الحرارة المزالة بإجراء عملية التبريد = الإنتالبي للحالة الأولى - الإنتالبي للحالة الثانية:

٧٢ - ٦٩ = ٣ كيلوجول / كغ هواء جاف.

مثال (١-٢)

هواء رطب عند درجة حرارة جافة 30°C ، ودرجة حرارة رطوبة 25°C ، خلط إدياتيًّا مع هواء رطب عند درجة حرارة جافة 12°C ، ودرجة حرارة رطوبة 12°C ، وإذا كانت نسبة التدفق الكتلي للهواء الخارجي هي 60% ، ونسبة التدفق الكتلي للهواء المعاد 40% ، فأوجد:

١- درجة الحرارة للخليط.

٢- إنثالبي الخليط.

٣- الرطوبة النوعية للخليط.

الحلّ

١- حسب معادلة نسبة الخلط يتم حساب درجة الحرارة الجافة للخليط كما يأتي:

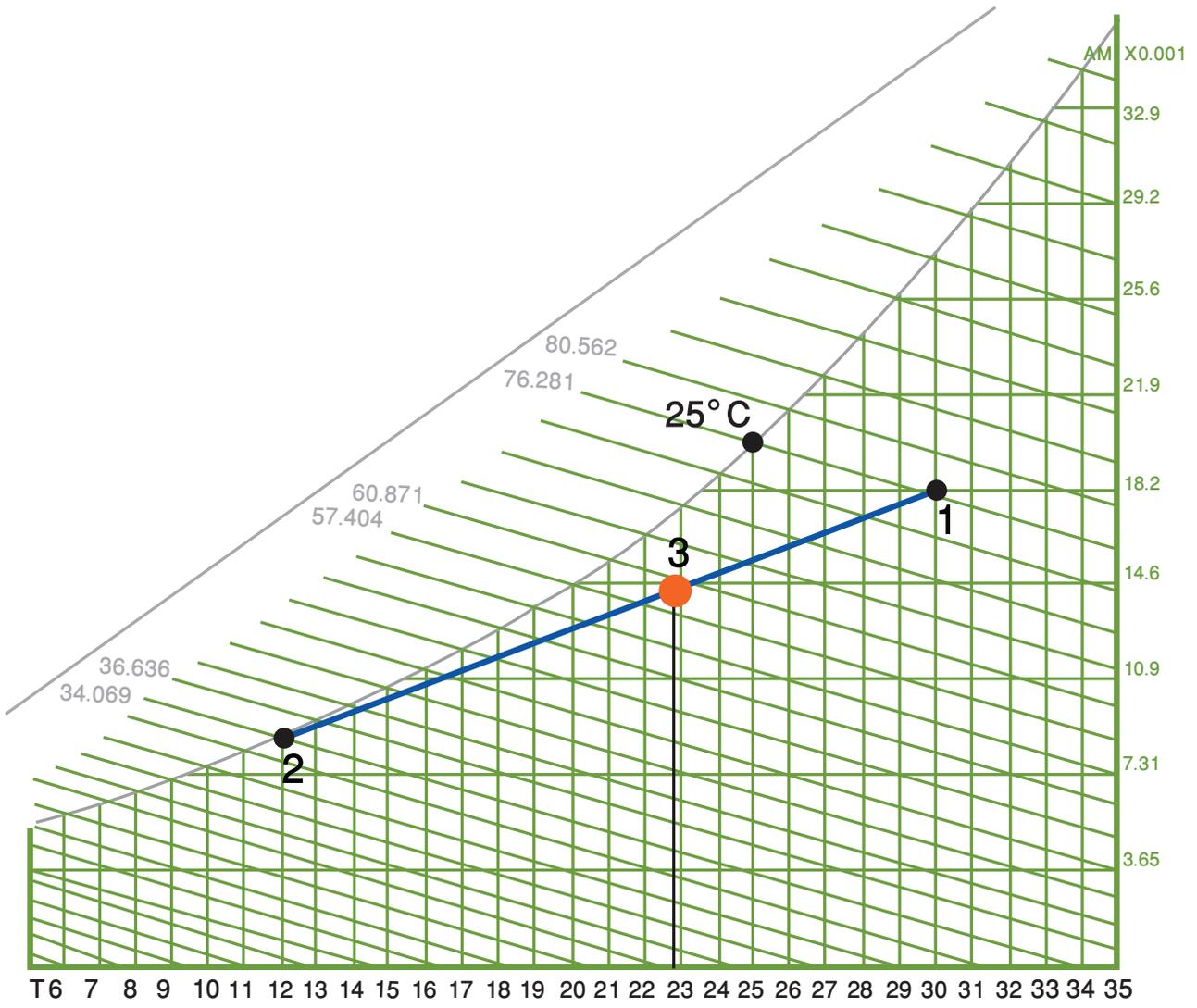
درجة الحرارة الجافة للخليط = نسبة التدفق الكتلي للهواء الخارجي \times درجة حرارته الجافة + نسبة التدفق الكتلي للهواء المعاد \times درجة حرارته الجافة.

درجة الحرارة الجافة للخليط = $(30^{\circ}\text{C} \times 0,6) + (12^{\circ}\text{C} \times 0,4) = 22,8^{\circ}\text{C}$.
من المخطط السيكرومتري، نعيّن النقطتين ١ للهواء الخارجي عند درجة حرارة جافة 30°C ، وعند درجة حرارة رطوبة 25°C .

والنقطة ٢ للهواء المعاد عند درجة حرارة جافة 12°C ، ودرجة حرارة رطوبة 12°C ، ثمّ نصل بين الحالتين بخط مستقيم، ومن الدرجة المحسوبة $22,8^{\circ}\text{C}$ ، نرسم خطًّا عموديًّا يقطع الخط الواصل بين الحالتين فتكون هي نقطة المزج ٣، ومنها نستخرج حالات الهواء الرطب المطلوبة.

٢- الإنثالبي للخليط $h = 58,5$ كيلوجول/كيلوغرام هواء جاف.

٣- الرطوبة النوعية للخليط $r = 3 = 13,6$ غم/كغ هواء جاف، ويبيّن الشكل (١-٢٢) تمثيل هذه العملية.



الشكل (١-٢٢): تمثيل عملية المزج.

الأسئلة

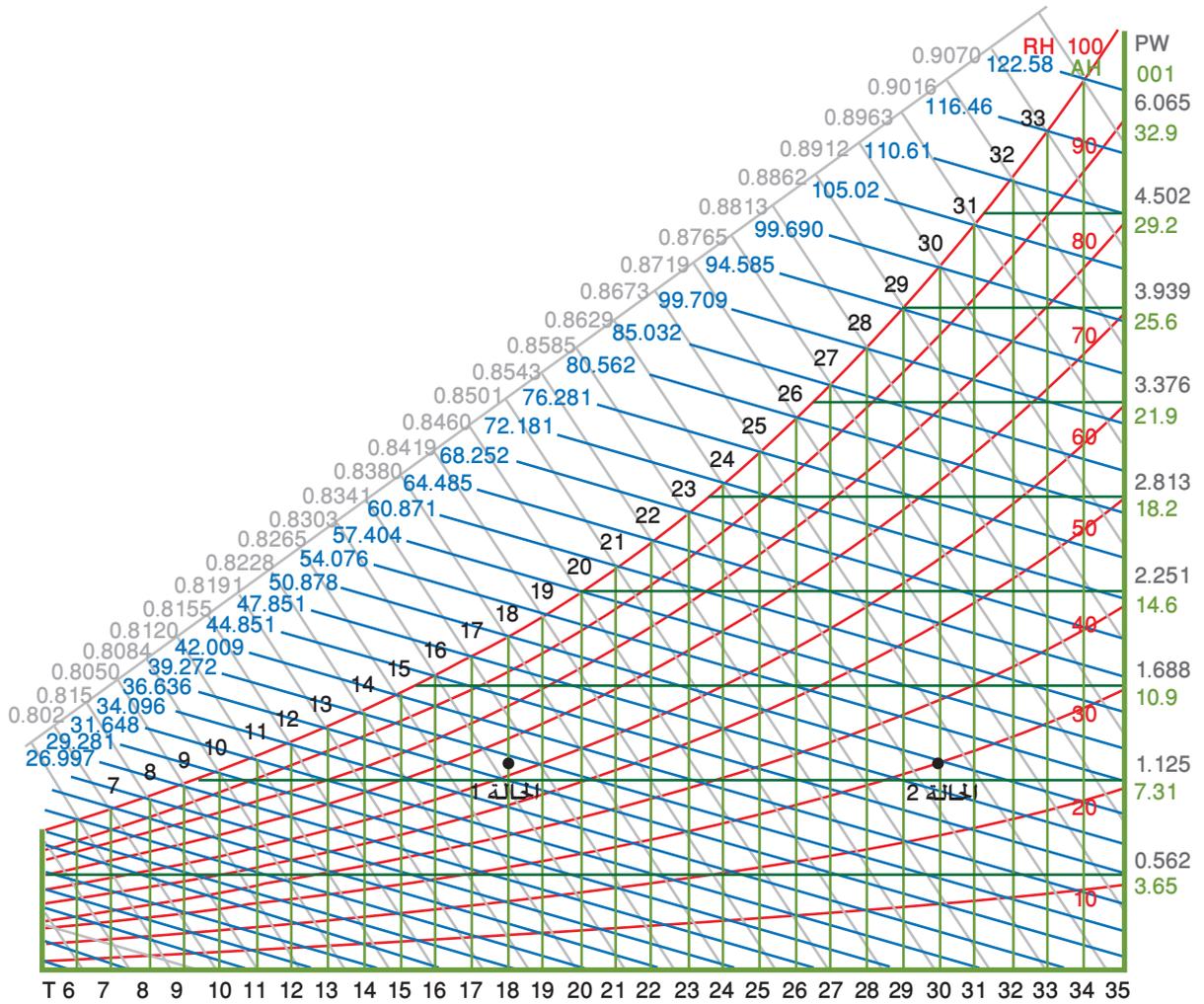
١- يبين الشكل (٢٣-١) إجراء عملية تكييف على كمية من الهواء من النقطة ١ إلى النقطة ٢، والمطلوب هو:

أ - استخراج درجة الحرارة الجافة للحالتين.

ب- استخراج الرطوبة النسبية للحالتين.

ج- ما مقدار التغير في الرطوبة النوعية؟

د - ماذا تسمي هذا الإجراء؟



الشكل (٢٣-١).

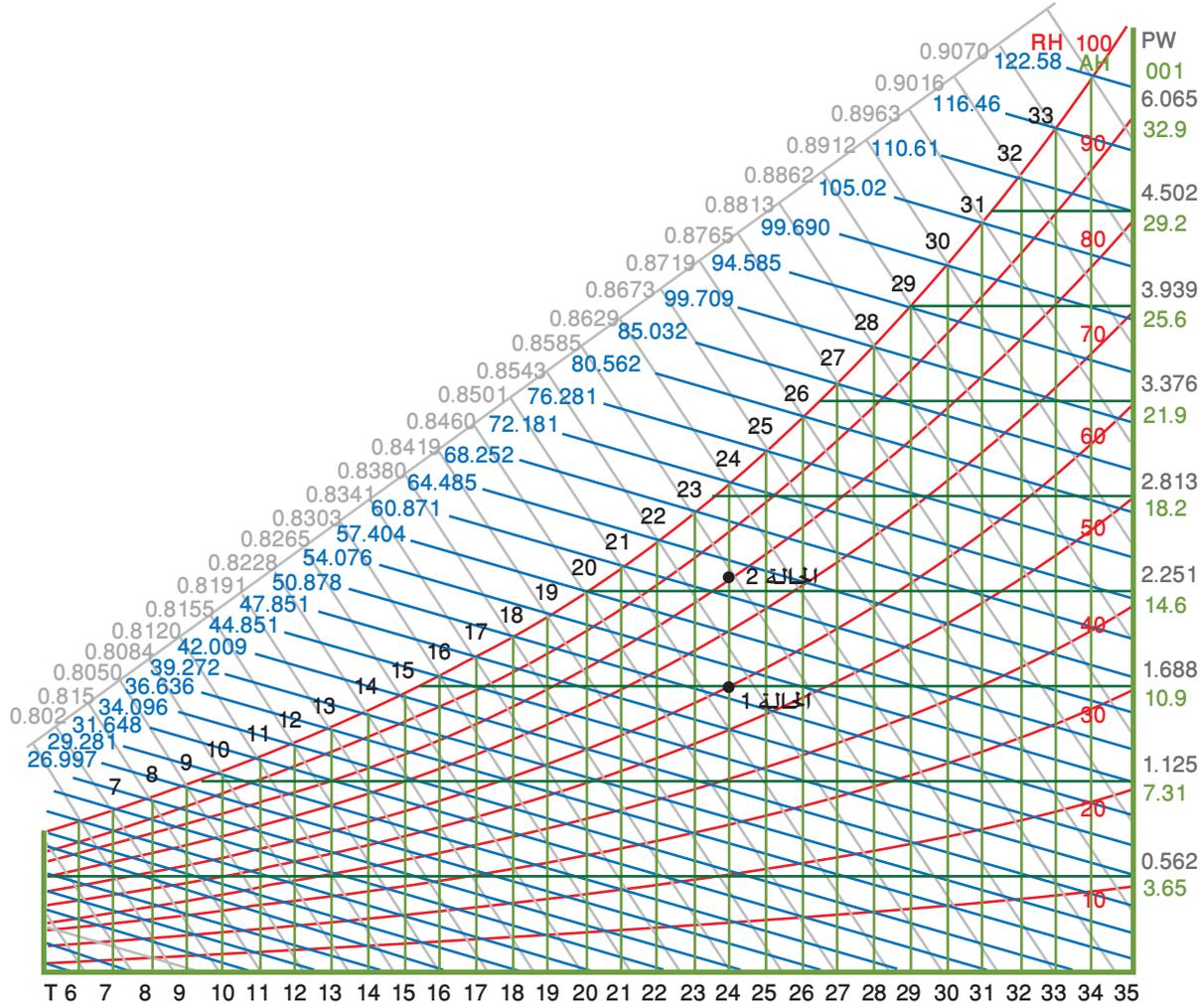
٢- بيّن الشكل (٢٤-١) تمثيلاً لإجراء تكييف للهواء من النقطة ١ إلى النقطة ٢ على

المخطط السيكرومترى، والمطلوب هو:

أ - ما نوع هذا الإجراء؟

ب- أوجد الرطوبة النوعية للحالتين.

ج- أوجد الفرق في الرطوبة النوعية للحالتين.



الشكل (٢٤-١).

1 مصادر حمل التبريد (Cooling Load)

يعتمد حمل التبريد على كمية الحرارة التي يجب إزالتها من المكان المراد تكييفه، ويتكوّن هذا الحمل من كمية الحرارة المحسوسة وكمية الحرارة الكامنة، ومن مصدرين (داخلي وخارجي)، وفي ما يأتي مصادر هذا الحمل:

- أ - مصادر الحمل الحراري الخارجية: وفي ما يأتي مصادر هذا الحمل:
١. الحرارة المكتسبة من الخارج عبر الجدران الخارجية والسقوف وهذا يتضمن تأثير الإشعاع الشمسي.
 ٢. الحرارة المكتسبة عبر الأبواب والنوافذ الخارجية.
 ٣. الإشعاع الشمسي من خلال النوافذ الزجاجية.
 ٤. الحرارة المكتسبة من الأماكن المجاورة عبر السقوف والجدران المجاورة والأرضيات.
 ٥. الحرارة المكتسبة؛ بسبب عمليات التهوية.
- ب- الحمل الحراري الداخلي: وهو كمية الحرارة المكتسبة من الأشخاص، والإضاءة، والأجهزة الداخلية.
- وتقسم كمية الحرارة المكتسبة من المصادر السابقة إلى حرارة محسوسة، وحرارة كامنة، ويبيّن الجدول (١-١) طبيعة الحرارة لهذه المصادر.
- الجدول (١-١): طبيعة الحرارة لمصادر حمل التبريد.

الرقم	مكوّنات الحمل الحراري	حرارة محسوسة	حرارة كامنة
١	الحرارة المكتسبة من الخارج عبر الجدران الخارجية والسقوف، وهذا يتضمّن الحرارة الناتجة عن تأثير الإشعاع الشمسي.	√	
٢	الإشعاع الشمسي من النوافذ الزجاجية.	√	

	√	الحرارة المكتسبة من الأماكن المجاورة عبر السقوف، والجدران المجاورة، والأرضيات.	٣
√	√	الأشخاص.	٤
	√	الإضاءة.	٥
√	√	التسرب والتهوية.	٦
√	√	الحرارة المكتسبة من الأجهزة الداخلية.	٧

ويجب عند حساب حمل التبريد تحديد ساعة الذروة والتي يكون فيها حمل التبريد أكبر ما يمكن، والأخذ بالاعتبار الظروف التصميمية الخارجية، اعتماداً على حالة الطقس وموقع البناء، وفي ما يأتي أمثلة على كيفية حساب الحمل الحراري للمصادر السابقة:

ملحوظة

ساعة الذروة المعتمدة في الأردن الساعة الثالثة عصرًا من شهر آب.

٢ مصادر حمل التبريد الخارجية

تعدّ الشمس في معظم الأحيان هي مصدر هذا الحمل؛ إذ تنتقل عبر الجدران الخارجية بالتوصيل والإشعاع، وعن طريق النوافذ الزجاجية والشقوق، والمناور، والأبواب، وعمليات تبادل الهواء بالتهوية، وفي ما يأتي كيفية حساب حمل التبريد من هذا المصدر:

أ - الحرارة المنتقلة عبر الأسطح المعرضة للإشعاع الشمسي

(Transmission through Sunlight Surfaces)

تتعرض أسطح المباني وجدرانها لأشعة الشمس بصورة مباشرة، أو عن طريق انعكاس الإشعاع الشمسي من الأرض، حيث تخزن هذه الأسطح والجدران والزجاج الحرارة،

ثمّ تنقلها داخل المباني بتأخير زمني حسب مكّونات هذه الأسطح والجدران والزجاج، وسعة تخزينها للحرارة، ولحساب الحمل الحراري لهذه الحالة، يجب تحديد ساعة الذروة التصميمية والتي تُحدّد معاملاً يسمّى فرق درجة الحرارة التصميمية ويقاس بـ (س°)، ويحدّد بجدول خاصّة تعتمد على اتجاه الجدار والزمن ونوعيهما، ويبيّن الجدول (٢-١) أحد هذه الجداول.

ملحوظة

هذه الجداول للاسترشاد وليست للحفظ.

الجدول (٢-١): معامل فرق درجة حرارة لحمل التبريد لأحد الجدران.

Wall Type 9																								
Hour																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N	9	8	7	6	5	4	3	2	2	2	3	4	4	6	7	8	9	11	12	12	13	13	12	11
NE	10	8	7	6	5	4	3	3	3	6	9	11	13	14	14	15	15	16	16	15	14	14	13	11
E	11	9	8	7	6	4	3	3	4	7	11	14	18	20	21	21	21	20	19	18	17	16	14	12
SE	11	9	8	7	6	4	3	3	3	5	7	11	14	17	19	20	21	20	19	19	18	16	14	12
S	12	10	8	7	6	4	3	3	2	2	2	3	6	8	11	14	16	18	19	19	18	17	15	12
SW	17	14	12	10	8	7	5	4	3	3	3	3	4	6	8	11	14	18	22	24	25	24	22	20
W	19	17	14	12	9	8	6	4	4	3	3	4	4	6	7	9	12	17	21	24	27	27	25	23
NW	16	14	12	9	8	6	5	4	3	3	3	3	4	5	6	8	10	12	16	19	21	21	20	18

وتحسب كميّة الحرارة المكتسبة عبر الأسطح المعرّضة للإشعاع الشمسي بالمعادلة الآتية:

$$Q = Y \times M \times S \Delta T \quad (\text{فرق درجات حرارة حمل التبريد})$$

(Cooling Load Temperature Difference).

حيث ك ح: كميّة الحرارة وتقاس بالواط، و (ي): معامل التوصيل الحراري ويقاس بـ واط/م^٢.س°، و (م): مساحة الجدار ويقاس بالمتّر المربّع، وفرق درجات الحرارة ويقاس بالدرجة السيلسيويّة س°.

مثال (١- ٣)

احسب كمية الحرارة المنتقلة عبر سطح جدار مواجه للغرب نتيجة الإشعاع الشمسي إذا علمت أن معامل التوصيل الحراري للجدار ٠,٣٣ واط/م.°س، ومساحة هذا الجدار ٣٦ م^٢، وفرق درجة حرارة حمل التبريد عند الساعة ١٧ يساوي ١٢°س.

الحل

ك ح = ي × م × فرق درجات حرارة حمل التبريد من الجدول (١-٢).

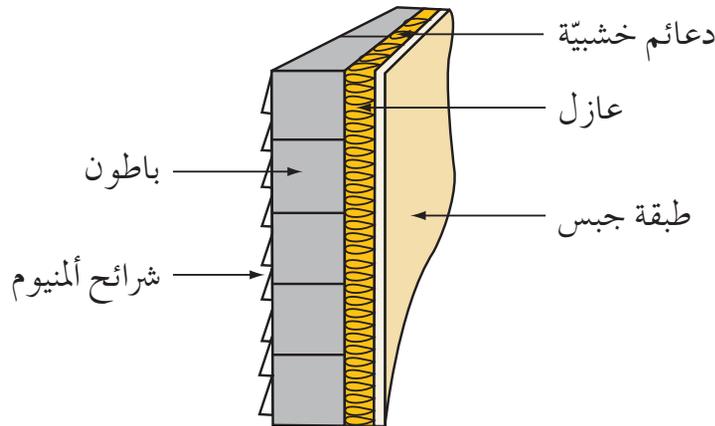
$$ك ح = ٠,٣٣ × ٣٦ × ١٢$$

$$= ١٤٢,٥ \text{ واط}$$

ب- الحرارة المكتسبة من الخارج عبر الجدران الخارجية، والسقوف، والأرضيات غير المعرضة لأشعة الشمس (Heat Conduction Through Surfaces).

$$ك ح = ي × م × (١د - ٢د)$$

ك ح: (كمية الحرارة المنتقلة من الجدران، والسقوف، والأرضيات)، وتقاس بالواط
ي: معامل التوصيل الحراري الإجمالي لـ (الجدران، والسقوف، والأرضيات)،
ويقاس واط/م.°س، والذي يؤخذ بالاعتبار سرعة الهواء الخارجية والداخلية، و (م)
مساحة الجدار متر مربع م^٢، (١د - ٢د) فرق درجات الحرارة بين الوسط الخارجي
والوسط الداخلي، وتقاس بدرجة الحرارة السيلسيوية س°، ويبيّن الشكل (١-٢٥)
العوامل البنائية التي تؤثر في معامل التوصيل الحراري وهي تمثل سمك المادة ونوعها.



الشكل (١-٢٥): العوامل البنائية التي تؤثر في معامل التوصيل الحراري.

مثال (٤ - ١)

احسب كمية الحرارة المكتسبة من جدار مساحته ٣٦ م^٢ إذا كانت درجة الحرارة الجافة الخارجية ٣٥°س، ودرجة الحرارة الجافة الداخلية ٢٥°س، وكان معامل التوصيل الحراري الإجمالي ٠,٣٣ واط/م.س.

الحل

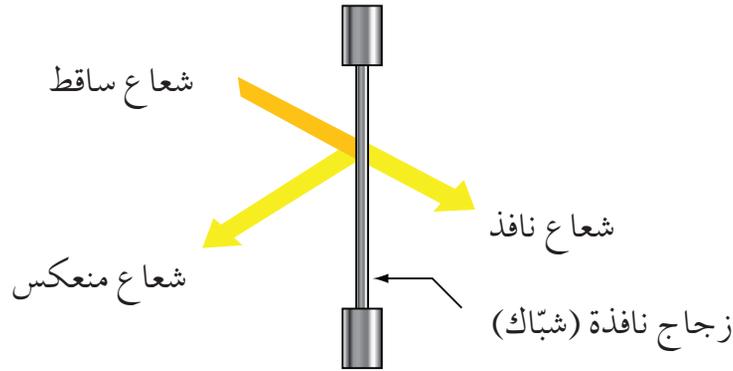
$$Q = U \times A \times (T_o - T_i)$$

$$Q = 0,33 \times 36 \times (25 - 35) = -118,8 \text{ واط}$$

ج- الحرارة المكتسبة من الإشعاع الشمسي من النوافذ الزجاجية

(Transmission of Solar Radiation through Glass).

ينتقل الجزء الأكبر من الحرارة الناتجة عن الإشعاع الشمسي عبر النفاذ من الزجاج، حيث يعتمد هذا الانتقال على مواصفات الزجاج من حيث نفاذ الشعاع الشمسي وانعكاسه، ويبيّن الشكل (١-٢٦) الشعاع الساقط على لوح زجاجي.



الشكل (١-٢٦): الشعاع الساقط على لوح زجاجي.

وتحسب كمية الحرارة بالمعادلة الآتية:

ك ح (واط) = مساحة النوافذ الزجاجية (م^٢) × معامل التظليل للزجاج (Shading Coefficient) × معامل حمل التبريد الشمسي (Solar Cooling Load Factor) (واط/م^٢).

ويأخذ هذا المعامل عاملي التخزين والتأخير.

وتحدّد قيم معامل التظليل للزجاج بجداول خاصّة، حيث يعتمد هذا المعامل على نوع الزجاج (عاكس أو غير مصقول)، وسماكته، وكونه مفرداً أو مزدوجاً أو ثلاثي الطبقات. ويحدّد معامل حمل التبريد الشمسي بجداول خاصّة، ويبيّن الجدول (٣-١) هذا المعامل حسب الزمن، واتجاه الجدار، وخط العرض، وهذا الجدول عند خط العرض ٤٠.

ملحوظة

عمان تقع على خط العرض ٣٢.

الجدول (٣-١): معامل حمل التبريد الشمسي.

Space Type A																								
	Hour																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N	0	0	0	0	3	79	85	88	101	110	120	126	123	113	98	98	113	38	19	9	3	3	0	0
NE	0	0	0	0	6	288	406	422	353	238	173	151	139	128	117	101	82	57	22	9	6	3	0	0
E	0	0	0	0	6	293	495	583	576	485	334	211	167	142	123	104	82	57	22	9	6	3	0	0
SE	0	0	0	0	3	148	299	413	473	473	413	306	198	154	129	107	85	57	22	9	6	3	0	0
S	0	0	0	0	0	28	54	79	129	202	298	306	302	295	198	132	98	63	25	13	6	3	0	0
SW	0	0	0	0	0	28	54	76	95	110	123	202	318	419	476	479	419	293	110	54	25	13	6	3
W	3	0	0	0	0	28	54	76	95	110	120	128	205	359	498	589	605	491	180	85	41	19	9	6
NW	2	0	0	0	0	28	54	76	95	110	120	128	128	158	295	381	450	410	145	69	35	16	9	3
HOR	0	0	0	0	0	76	217	378	532	695	759	810	816	772	684	554	394	221	91	44	22	9	6	3

نشاط (٣ - ١)

اطلع من خلال المصادر المتوفرة لديك، أو الاتصال مع نقابة المهندسين الأردنيين على الجداول التي تخصّ المملكة الأردنية الهاشمية.

مثال (١- ٥)

احسب كمية الحرارة المنتقلة عبر لوح زجاجي مساحته ٤,٤ م^٢، ومعامل التظليل لهذا النوع ٠,٧٤، ومعامل حمل التبريد الشمسي له ٦٠٥ واط/م^٢.

الحلّ

$$ك ح = ٤,٤ \times ٠,٧٤ \times ٦٠٥ = ٦٤٤٧ \text{ واط.}$$

نشاط (٤ - ١)

ابحث في المصادر المتوافرة لديك عن أيّ الجدران له أكبر معامل تبريد شمسي في المملكة الأردنية الهاشمية.
بالرجوع للجدول السابق، احسب كمية الحرارة المكتسبة من واجهة زجاجية جنوبية مساحتها ٣ م^٢، ومعامل التظليل للزجاج ٠,٧، وذلك عند الساعة ١٨.

٣ مصادر حمل التبريد الداخليّة

تتولّد الحرارة الداخليّة من الأشخاص، والإضاءة، وعمليات الطبخ، والمعدّات الداخليّة، مثل: المراوح، والمحرّكات، وأجهزة الطبخ، وتشمل الحرارة بقسميها المحسوسة والكامنة.

أ - كمية الحرارة المكتسبة من الأشخاص: (Heat gain from People)

ينتج من الأشخاص كمية من الحرارة المحسوسة والكامنة: تتوقّف كمّيّتها على نوع النشاط الذي يمارسه الأشخاص داخل المكان المراد تكييفه، ويبيّن الجدول (٤-١) كمية الحرارة الناتجة من الأشخاص في أثناء ممارساتهم للنشاطات المختلفة.

الجدول (٤-١): كمية الحرارة الناتجة من الأشخاص في أثناء ممارساتهم للنشاطات المختلفة.

الرقم	الفعالية	الحرارة المحسوسة (واط)	الحرارة الكامنة (واط)
١	عمل مكتبي (معتدل)	٧٥	٥٥
٢	وقوف (عمل بسيط)	٧٥	٥٥
٣	عمل خفيف (معمل)	١٤٠	٨٠
٤	عمل شاق	١٧٠	٢٥٥
٥	ألعاب رياضية	٢١٠	٣١٥

سؤال

لمّ تكون كمية الحرارة الكامنة الصادرة عن الأشخاص أكبر من كمية الحرارة المحسوسة في حالة العمل الشاق أو الألعاب الرياضية؟

وتحسب كمية الحرارة الناتجة من الأشخاص بالمعادلتين الآتيتين:

١. كمية الحرارة المحسوسة = عدد الأشخاص \times كمية الحرارة المحسوسة للشخص الواحد \times معامل حمل التبريد للشخص.
 ٢. كمية الحرارة الكامنة = عدد الأشخاص \times كمية الحرارة الكامنة للشخص الواحد.
- ك ح: كمية الحرارة الكلية = ك ح المحسوسة + ك ح الكامنة.

مثال (١-٦)

احسب كمية الحرارة الناتجة من ٢٠ شخصاً يشغلون حيزاً (مكاتب) إذا علمت أن مقدار الحرارة المحسوسة ٧٥ واط/شخص، وكمية الحرارة الكامنة ٥٥ واط/شخص، ومعامل حمل التبريد المحسوس للشخص ٠,٩١.

الحلّ

ك ح: كمية الحرارة المحسوسة = $٠,٩١ \times ٧٥ \times ٢٠ = ١٣٦٥$ واط.

ك ح: كمية الحرارة الكامنة = $٥٥ \times ٢٠ = ١١٠٠$ واط.

ك ح: الكليّة = $١٣٦٥ + ١١٠٠ = ٢٤٦٥$ واط.

ب- كمية الحرارة المكتسبة من الإضاءة (Heat Gain from Lighting).

تحوّل كمية من قدرة الإضاءة إلى حرارة تعتمد على نوع الإضاءة المستخدمة، وتحسب كمية الحرارة المكتسبة من الإضاءة بالمعادلة الآتية:

كمية الحرارة المكتسبة من الإضاءة = قدرة المصباح \times عدد المصابيح \times معامل التصحيح \times معامل حمل التبريد للإضاءة.

حيث: معامل نوع الإضاءة (معامل التصحيح): هو معامل لكل نوع من أنواع الإضاءة، فعند استخدام مصابيح الفلورسنت، تضرب بالمعامل ١,٢، وعند استخدام الإضاءة العادية، تضرب بالمعامل ١.

معامل حمل التبريد للإضاءة: والذي يعتمد على مقدار ما يخزن من الحرارة الناتجة عن الإضاءة في الجدران والأثاث.

مثال (٧ - ١)

احسب كمية الحرارة المكتسبة من ٣٠ مصباحًا من الفلورسنت إذا كانت قدرة كل مصباح ٤٠ واط، وإذا علمت أن معامل التصحيح هو ١,٢، ومعامل حمل التبريد للإضاءة ٠,٩.

الحلّ

كمية الحرارة المكتسبة من الإضاءة = قدرة المصباح × عدد المصابيح × معامل التصحيح × معامل حمل التبريد للإضاءة.
 $١٢٩٦ \text{ واط} = ٠,٩ \times ١,٢ \times ٣٠ \times ٤٠$

يتمّ حاليًا تطبيق استخدام المصابيح الموفرة للطاقة؛ إذ يتمّ توفير الطاقة، والتقليل من حمل التكييف.

- ج- كمية الحرارة المكتسبة من المعدات الداخلية (Heat Gain from Equipment). يستعمل الحيز المكيف مجموعة من المعدات الكهربائية يعتمد على نوع البناء، والهدف من استخدامه، ويعتمد كمية الحرارة المكتسبة على قدرة هذه الأجهزة، وعددها، ونوعها (لتحدّد أكانت الحرارة محسوسة أو كامنة).
- د - الحرارة المكتسبة من التسرّب (Infiltration). يدخل الهواء الخارجي للحيز المكيف من الأبواب، والنوافذ، والشقوق الصغيرة وتسمى هذه الحالة التسرّب، وتتوزّع كمية الحرارة المكتسبة من جرّاء التسرّب إلى حرارة كامنة وحرارة محسوسة، وتعتمد كمية الحرارة الناتجة عن التهوية على درجات الحرارة بين الداخل والخارج.

٤ حمل التدفئة (Heating Load)

يعدّ حمل التدفئة هو كمية الحرارة التي يجب أن تضاف إلى المكان المراد تدفئته كي يتم توفير الظروف المناسبة لراحة الأشخاص الذين يشغلون المكان المراد تدفئته، وتعتمد كمية الحرارة الناتجة عن التسرب على كمية الهواء المتسرب، وفرق درجات الحرارة والرطوبة بين الداخل والخارج، ويتم اعتماد أقل درجة حرارة للتصميم مع تجاهل كمية الحرارة المكتسبة من الإشعاع الشمسي عن طرق الزجاج، وكمية الحرارة المكتسبة من الأشخاص، والإضاءة، والمعدات الداخلية.

نشاط (١ - ٥)

- ١- زر أحد المكاتب الهندسيّة، أو أحد المواقع المتخصّصة في التكييف والتبريد، مثل: موقع (ASHRAE)، واستعن بمعلّمك للاطلاع على حسابات حمل التدفئة، مستعيناً بالموصفات الأردنيّة (الكود الأردني).
- ٢- ابحث في المصادر المتوافرة لديك عن درجة الحرارة التصميميّة للصيف والشتاء لمدينة المملكة الأردنيّة الهاشميّة.



ضع إشارة (✓) في المكان الذي تراه مناسباً.
بعد دراسة هذه الوحدة:

المستويات				
بدرجة قليلة	بدرجة متوسطة	بدرجة كبيرة		
			١	أعرّف معنى تكييف الهواء.
			٢	أميّز بين الهواء الجاف والرطب.
			٣	أقرأ مكوثونات المخطط السيكرومتري.
			٤	أعرّف معنى دورة تكييف الهواء.
			٥	أحدّد الإجراءات اللازمة لتكييف الحيز المراد تكييفه.
			٦	أوجد خصائص الهواء من المخطط السيكرومتري.
			٧	أمثّل العمليات الآتية على المخطط السيكرومتري: - التبريد بتخفيض الحرارة المحسوسة. - التسخين بإضافة الحرارة المحسوسة. - التبريد التبخيري. - التسخين وإضافة الرطوبة. - التبريد وتخفيض الرطوبة.
			٨	أحسب حمل التبريد من مصادره المختلفة.
			٩	أقرأ الجداول الخاصّة بالتصميم لحساب أحمال التبريد.
			١٠	أحدّد على المخطط السيكرومتري منطقة الراحة الحراريّة للإنسان.



١- أجب عن الأسئلة الآتية:

أ - حدّد مصادر حمل التبريد.

ب- حدّد على المخطّط السيكرومتري الراحة الحراريّة للإنسان.

ج- علّل ما يأتي:

١. لا يمكن تبريد الهواء إلى درجة أقلّ من درجة حرارة نقطة الندى من غير تغيير كمية الرطوبة.

٢. تتساوى درجة الحرارة الجافة والرطوبة عند الوصول لدرجة حرارة نقطة الندى.

٣. استخدام الهواء المعاد ومزجه مع الهواء الخارجي في عمليات التكييف.

٤. يتمّ ترطيب الهواء اللازم في عمليات التكييف أحياناً.

د - أنشئ جدولاً يبيّن مصادر حمل التبريد، وقسّم كمية الحرارة المكتسبة إلى حرارة محسوسة وحرارة كامنة.

٢- ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في الأسئلة الآتية:

(١) - درجة حرارة نقطة الندى هي:

أ - الدرجة التي يمكن عندها زيادة كمية الرطوبة في الهواء.

ب- الدرجة التي تتساوى فيها الدرجة الجافة والرطوبة.

ج- درجة الحرارة الجافة وهي أعلى من درجة الحرارة الرطبة.

د - درجة الحرارة الجافة وهي أقلّ من درجة الحرارة الرطبة.

(٢) - في إجراء زيادة الحرارة المحسوسة فإنّه:

أ - تزداد درجة الحرارة الرطبة فقط.

ب- تزداد درجة الحرارة الجافة فقط.

ج- تزداد درجتا الحرارة الرطبة والجافة.

د - تنقص درجة الحرارة الجافة.

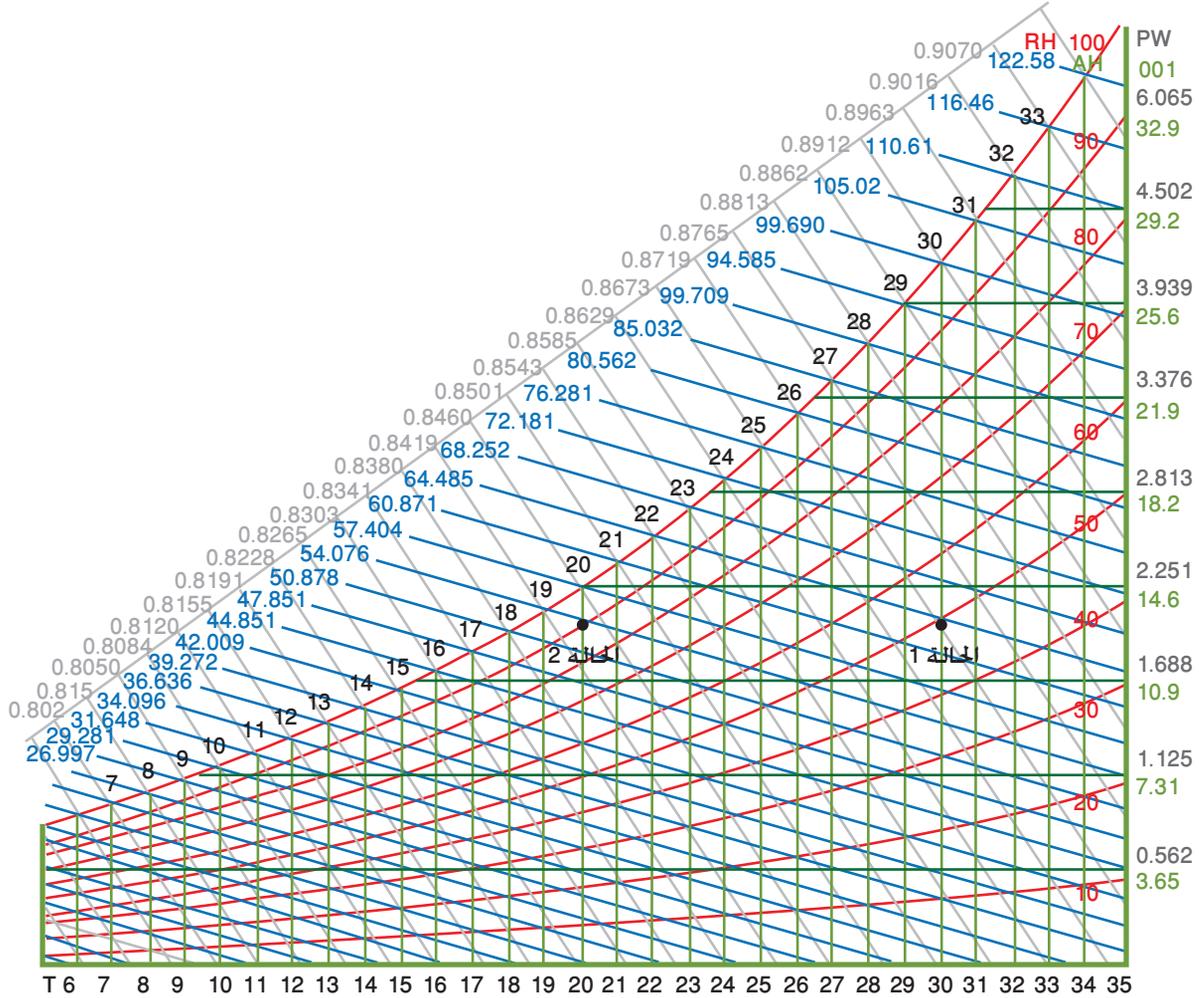
- (٣) - في إجراء عملية التبريد مع تخفيض الرطوبة فإنّه:
- أ - تقلّ درجة الحرارة الرطبة فقط.
 - ب- تقلّ درجة الحرارة الجافة فقط.
 - ج- تقلّ درجة الحرارة الجافة والرطوبة النوعيّة.
 - د - تقلّ درجة الحرارة الرطبة وتزداد درجة الحرارة الجافة.

- (٤) - في إجراء عملية التبريد التبخيري فإنّه:
- أ - تزداد درجة الحرارة الجافة والرطوبة.
 - ب- تزداد درجة الحرارة الجافة فقط.
 - ج- تقلّ درجة الحرارة الجافة فقط.
 - د - تقلّ درجة الحرارة الجافة والرطوبة.

- (٥) - عند حساب حمل التبريد، فإنّ كمّيّة الحرارة المكتسبة من الأشخاص هي:
- أ - الحرارة المحسوسة فقط.
 - ب- الحرارة الكامنة فقط.
 - ج- الحرارة الكامنة والمحسوسة.
 - د - يتمّ تجاهل الحرارة المنبعثة من الأشخاص.

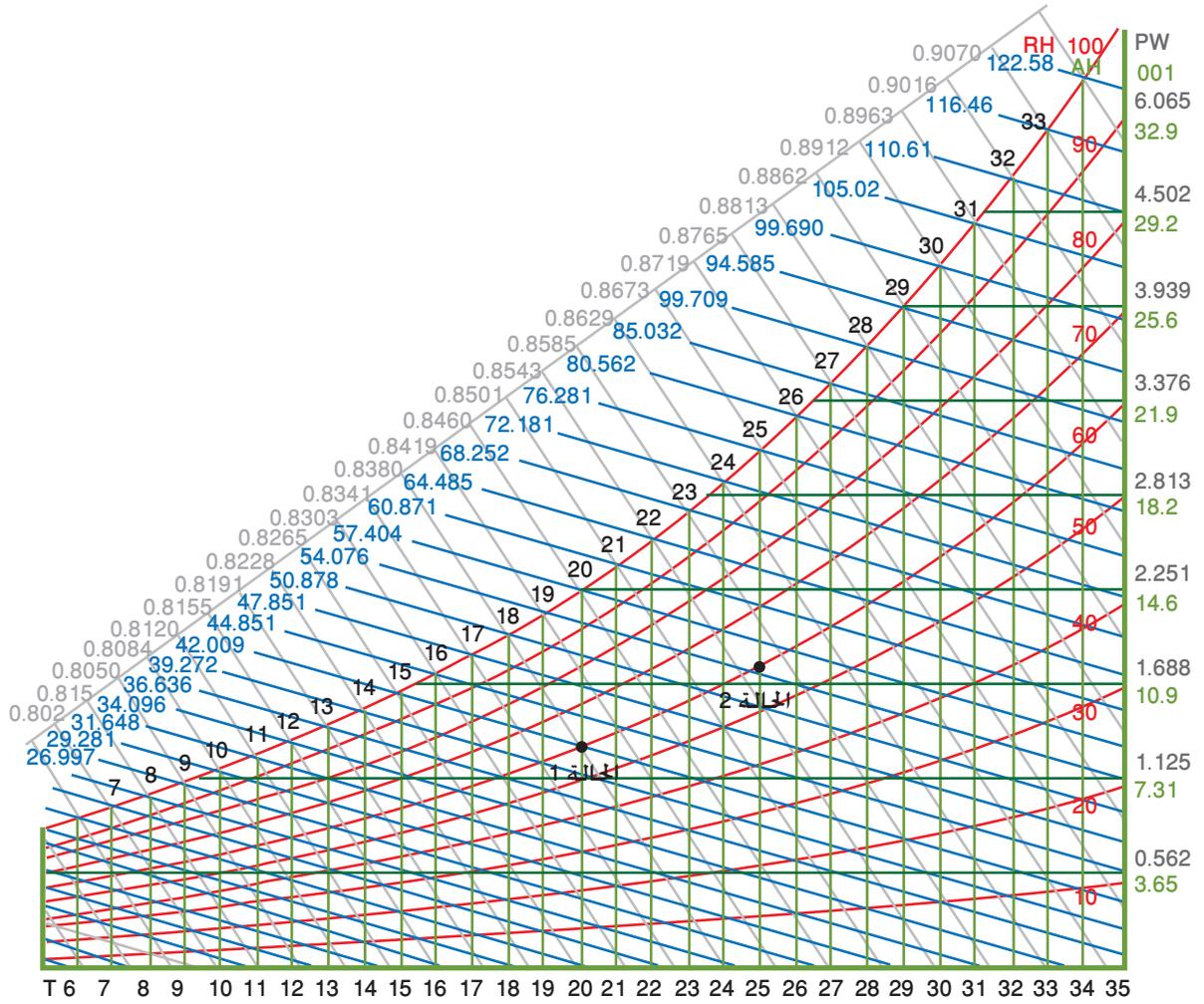
- (٦) - عند حساب حمل التدفئة، يتمّ تجاهل كمّيّة الحرارة المكتسبة من:
- أ - الأشخاص والإضاءة.
 - ب- الجدران الخارجيّة.
 - ج- تسرّب الهواء.

٣- استخراج خصائص الهواء الحراريّ للحالتين (٢، ١)، لكل شكل من الأشكال الآتية، مع ذكر نوع الإجراء وذلك بتعبئة النتائج كما في الجدول الملحق في أسفل كل شكل:



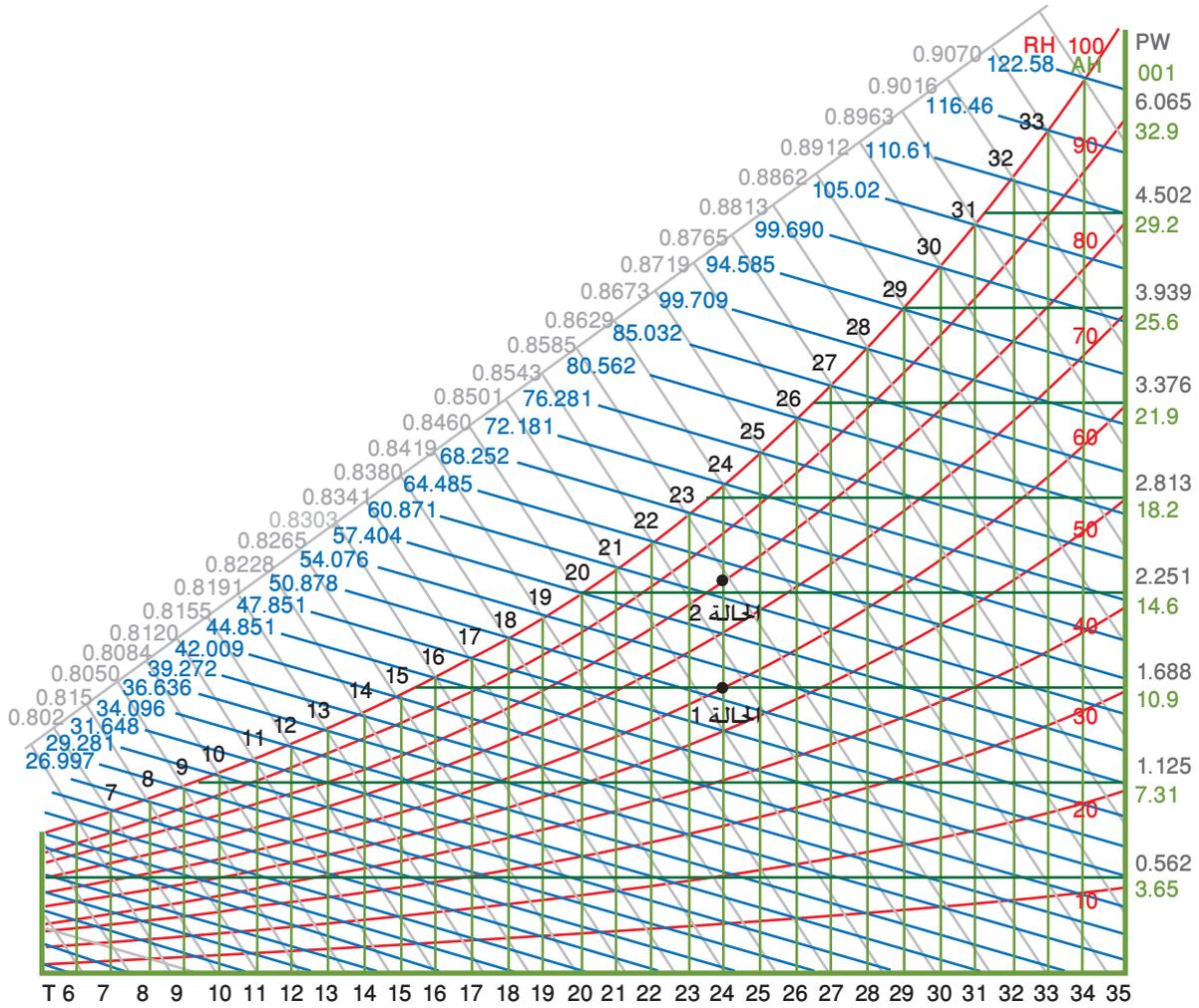
الشكل (١-٢٧): مخطط سيكرومترى.

الخصائص الهواء عند النقطة (١)	الرطوبة النوعيّة	الحجم النوعي	الإنتالبي	درجة حرارة نقطة الندى	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة	الرطوبة النسيّية
الخصائص الهواء عند النقطة (٢)	الرطوبة النوعيّة	الحجم النوعي	الإنتالبي	درجة حرارة نقطة الندى	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة	الرطوبة النسيّية



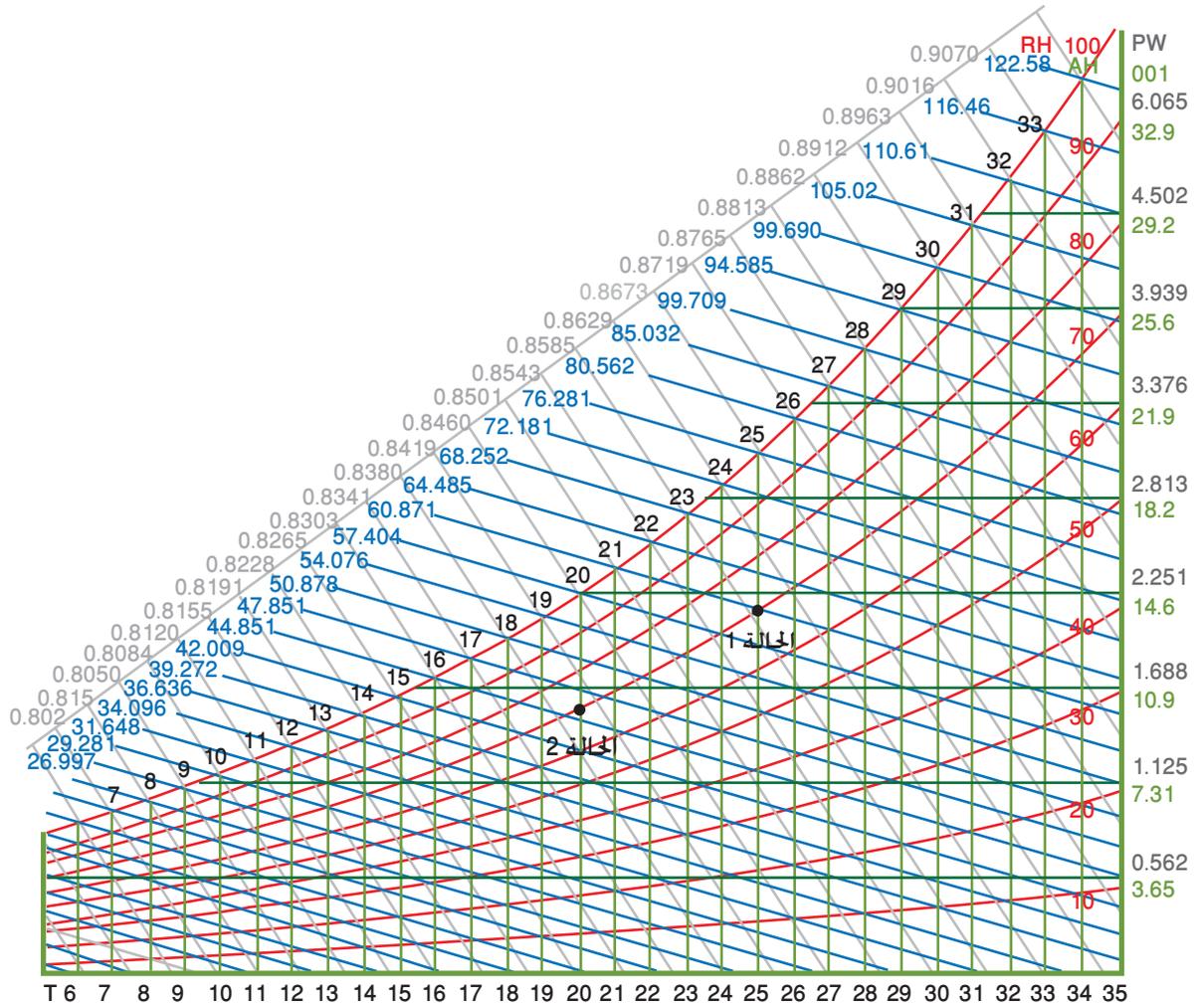
الشكل (١-٢٨): مخطط سيكرومترى.

الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	درجة حرارة نقطة الندى	الإنتالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	خصائص الهواء عند النقطة (١)
الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	درجة حرارة نقطة الندى	الإنتالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	خصائص الهواء عند النقطة (٢)



الشكل (١-٢٩): مخطط سيكرومترى.

الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	درجة حرارة نقطة الندى	الإنتالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	خصائص الهواء عند النقطة (١)
الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	درجة حرارة نقطة الندى	الإنتالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	خصائص الهواء عند النقطة (٢)



الشكل (١-٣٠): مخطط سيكرومترى.

الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	درجة حرارة نقطة الندى	الإنتالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	خصائص الهواء عند النقطة (١)
الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	درجة حرارة نقطة الندى	الإنتالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	خصائص الهواء عند النقطة (٢)

التمارين العمليّة

الوحدة الأولى

نتائج التّمرين: يتوقّع منك بعد تنفيذ هذا التّمرين أن:

– تحدّد كلّ خط ومنحنى من المخطّط السيكرومترى وتعرّفه، وتحديد خصائص الهواء على المخطّط السيكرومترى (الرطوبة النوعيّة، والرطوبة النسبيّة، ودرجة الحرارة الجافّة، ودرجة الحرارة الرطبة، ودرجة حرارة نقطة الندى، والإنتالبي، وضغط بخار الماء، والحجم النوعي).

الموادّ

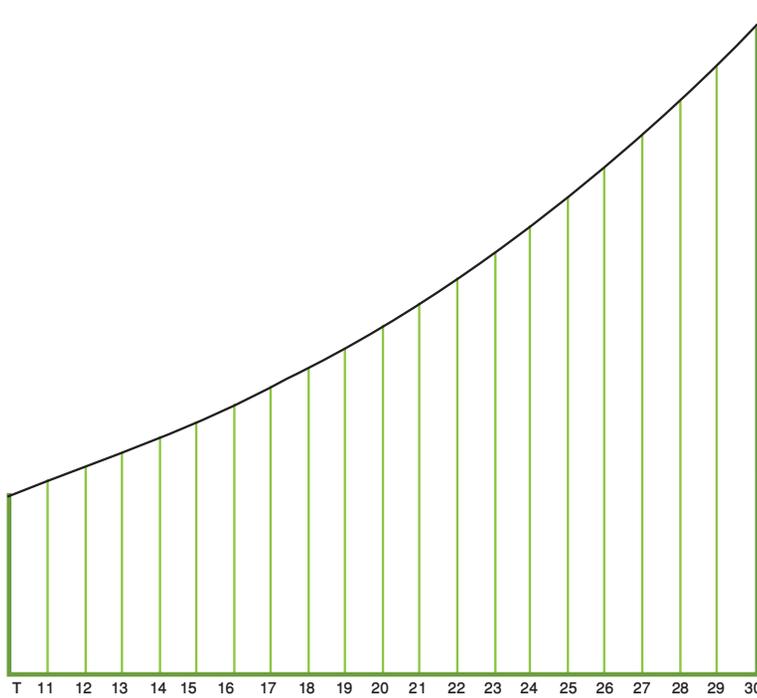
مخطّط سيكرومترى.

الأدوات والتجهيزات

مقياس درجة الحرارة الرطبة، ومقياس درجة الحرارة الجافّة، وقلم، ودفتر التدريب العملي، ومسطرة.

أولاً: تحديد كل خط ومنحنى من المخطّط السيكرومترى ومعرفته

الصور والرسوم التوضيحية



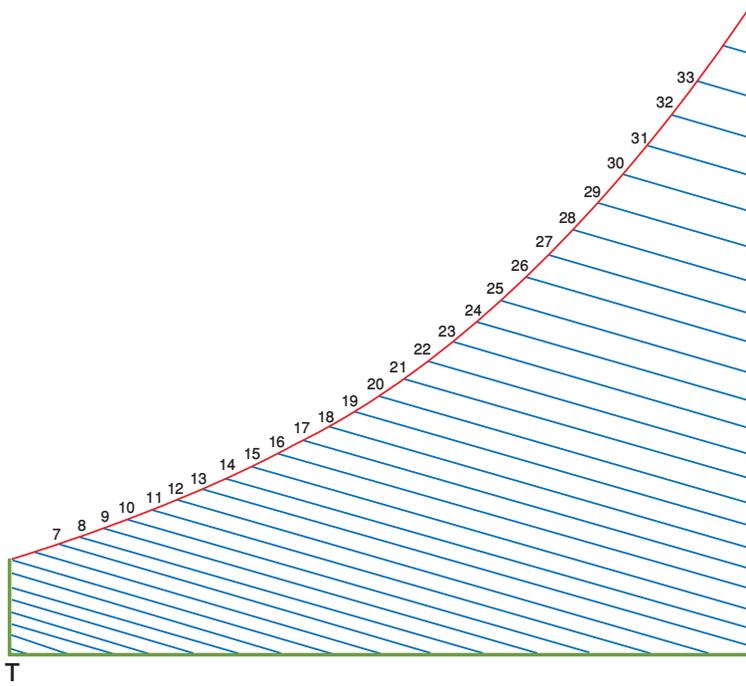
الشكل (١): درجة الحرارة الجافّة.

خطوات التنفيذ

- ١- اقرأ المخطّط السيكرومترى الذي سيوزّعه معلّمك، وتدارس مع زملائك ومعلّمك أهميّة هذا المخطّط.
- ٢- وبمساعدة معلّمك وضمن المجموعة تعرّف كلّ خط ومنحنى لهذه الخريطة.
- ٣- ارسم كلّ جزء من المخطّط وكما هو مبين في الشكل (١): درجة الحرارة الجافّة.

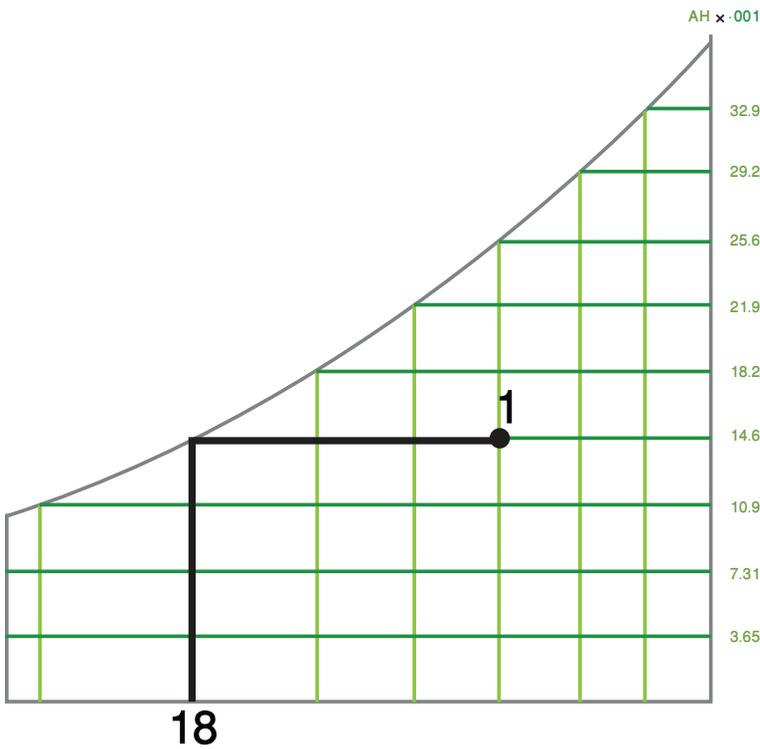
الصور والرسوم التوضيحية

خطوات التنفيذ



الشكل (٢): خطوط درجة الحرارة الرطبة.

يوضح الشكل (٢) خطوط درجة الحرارة الرطبة.



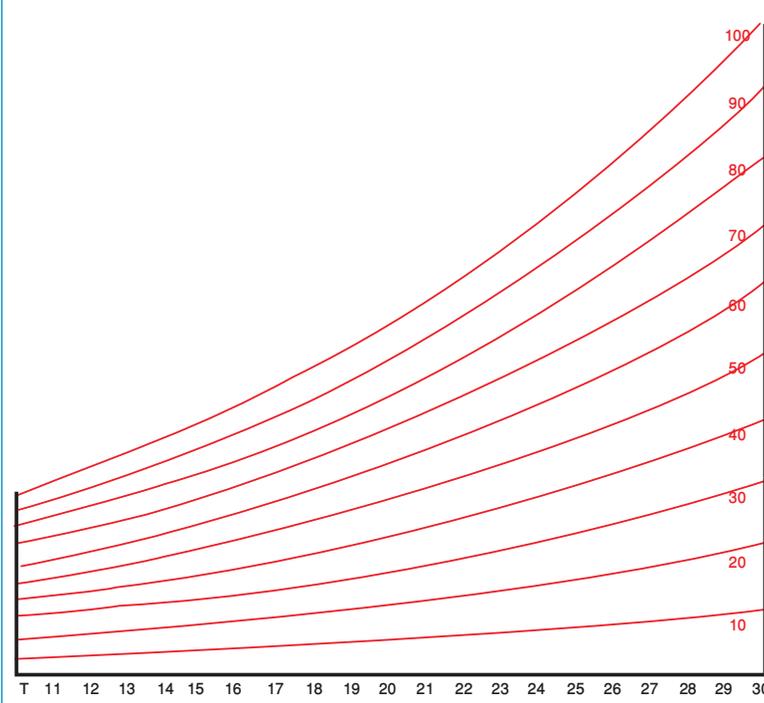
الشكل (٣): درجة حرارة نقطة الندى.

ملحوظة

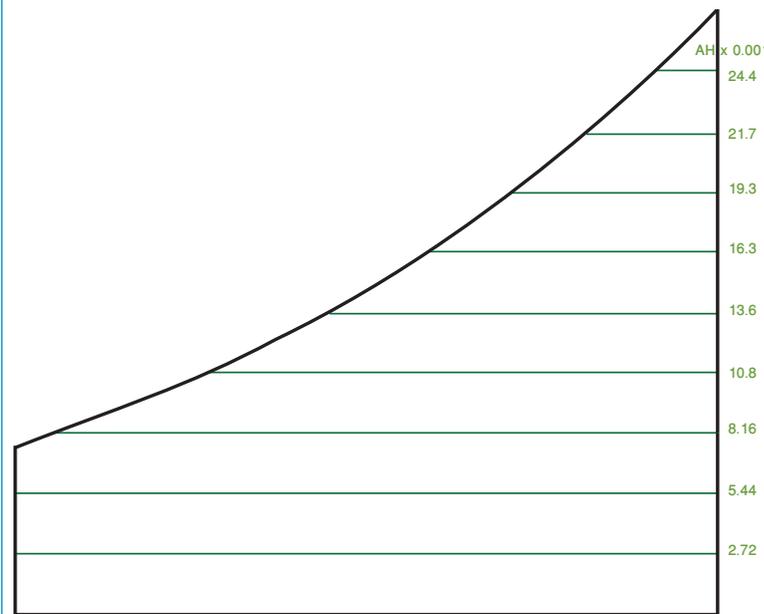
تقاطع الخطوط الأفقية للرطوبة النوعية مع خط الإشباع ويوضح الشكل (٣) درجة حرارة نقطة الندى والتقاؤهما مع خطوط درجة الحرارة الجافة أو الرطبة يحددان درجة حرارة نقطة الندى، وتقرأ من تدريج درجة الحرارة الجافة أو الرطبة.

الصور والرسوم التوضيحية

خطوات التنفيذ



الشكل (٤): خطوط الرطوبة النسبية.



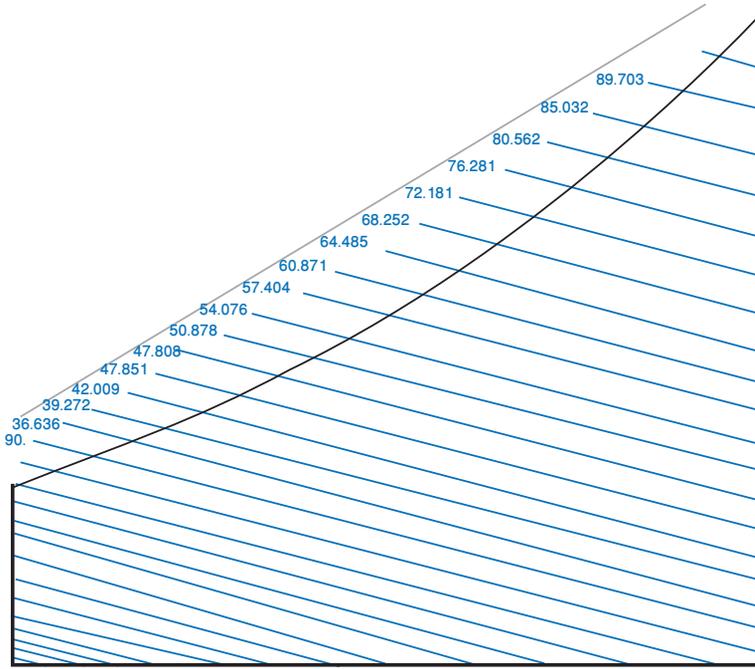
الشكل (٥): خطوط الرطوبة النوعية.

يوضح الشكل (٤) خطوط الرطوبة النسبية.

يوضح الشكل (٥) خطوط الرطوبة النوعية.

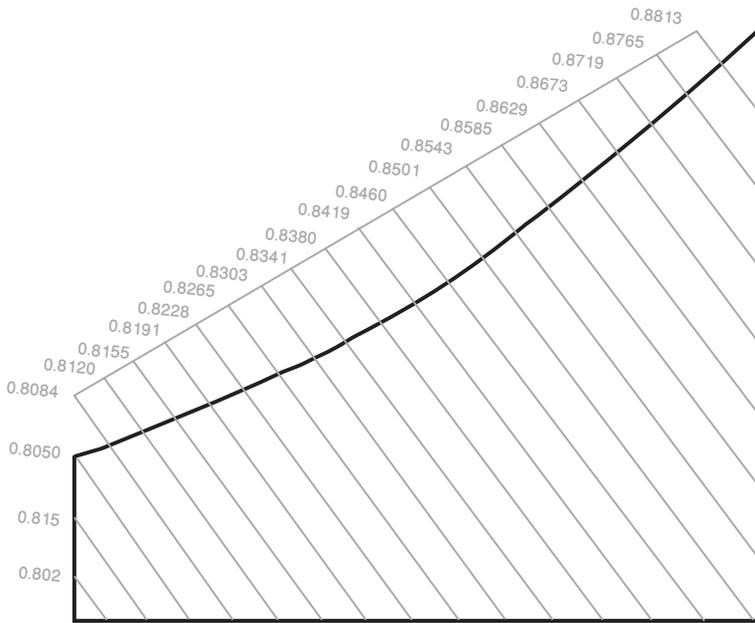
الصور والرسوم التوضيحية

خطوات التنفيذ



الشكل (٦): خطوط الإنشائي.

يوضح الشكل (٦) خطوط الإنشائي.

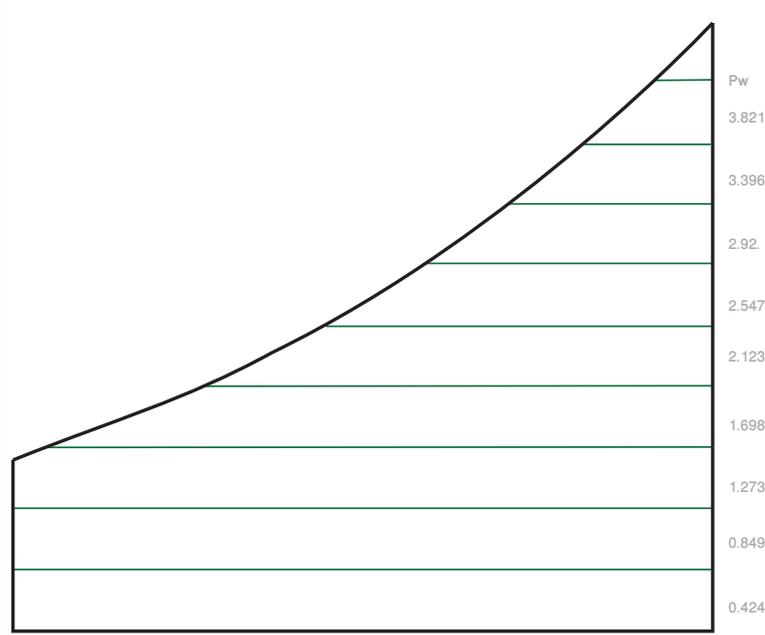


الشكل (٧): خطوط الحجم النوعي.

يوضح الشكل (٧) خطوط الحجم النوعي.

الصور والرسوم التوضيحية

خطوات التنفيذ

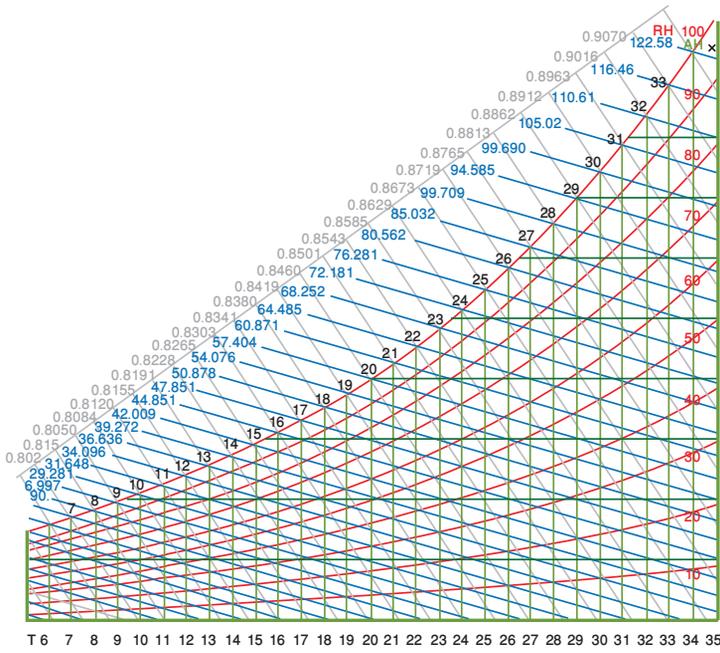


يوضح الشكل (٨) خطوط ضغط بخار الماء.

الشكل (٨): خطوط ضغط بخار الماء.

ثانياً: تحديد خصائص الهواء على المخطط السيكرومترى بمعرفة خاصيتين للهواء

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (٩)

خطوات التنفيذ

- ١- قس درجة الحرارة الجافة في مكان التدريب الموجود فيه، وحددها على المخطط السيكرومترى المبين في الشكل (٩).
- ٢- قس درجة الحرارة الرطبة في مكان التدريب الموجود فيه، وحددها على المخطط السيكرومترى.
- ٣- استخراج خصائص الهواء لنقطة التقاطع، واعمل جدولاً يوضحها، كما في الجدول الآتي:

الرطوبة النسبية	الرطوبة النوعية	الحجم النوعي	الإنتالبي	درجة حرارة	ضغط بخار
كغ/كغ هواء جاف	كغ/كغ هواء جاف	م ^٣ /كغ هواء جاف	كيلوجول/كغ هواء جاف	نقطة الندى س°	الماء كيلو باسكال

تمارين الممارسة

- نفذ التمرين السابق بطريقة العمل الفردي، أو ضمن المجموعة، أو حسب إرشادات المعلم.
- أوجد مواصفات الهواء من المخطط السيكرومتري للحالات الآتية:
 - 1- درجة الحرارة الجافة 25°س، ودرجة الحرارة الرطبة 25°س.
 - 2- الرطوبة النسبية 75٪، والرطوبة النوعية 13 غم/كغ هواء جاف.

التقويم الذاتي

- دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

أولاً: تحديد كل خط ومنحنى من المخطط السيكرومتري ومعرفته		
الرقم	خطوات العمل	نعم لا
1	قرأت المخطط السيكرومتري الذي وزّعه المعلم، وتدارست مع زملائي أهمية هذا المخطط.	
2	عرفت وضمن المجموعة كلّ خط ومنحنى لهذا المخطط ورسمته.	
3	رسمت كلّ جزء من المخطط.	
ثانياً: تحديد خصائص الهواء على المخطط السيكرومتري بمعرفة خاصيتين للهواء		
الرقم	خطوات العمل	نعم لا
1	قست درجة الحرارة الجافة في مكان التدريب المتوافر فيه، وحددتها على المخطط السيكرومتري.	
2	قست درجة الحرارة الرطبة في مكان التدريب المتوافر فيه، وحددتها على المخطط السيكرومتري.	
3	استخرجت خصائص الهواء لنقطة التقاطع، وعملت جدولاً يبيّن هذه الخصائص.	
– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفّ خاص.		

ملحوظة

عزيزي الطالب، يرجى تعبئة جداول التقويم الذاتي للتمارين العملية القادمة على غرار نمط جدول التقويم الذاتي في هذا التمرين.

نتائج التمرين: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تقيس خاصيتين للهواء قبل ملفّ التسخين وبعده.
- تبين على الجدول الخصائص التي تغيرت والخصائص التي بقيت ثابتة.

الأدوات والتجهيزات

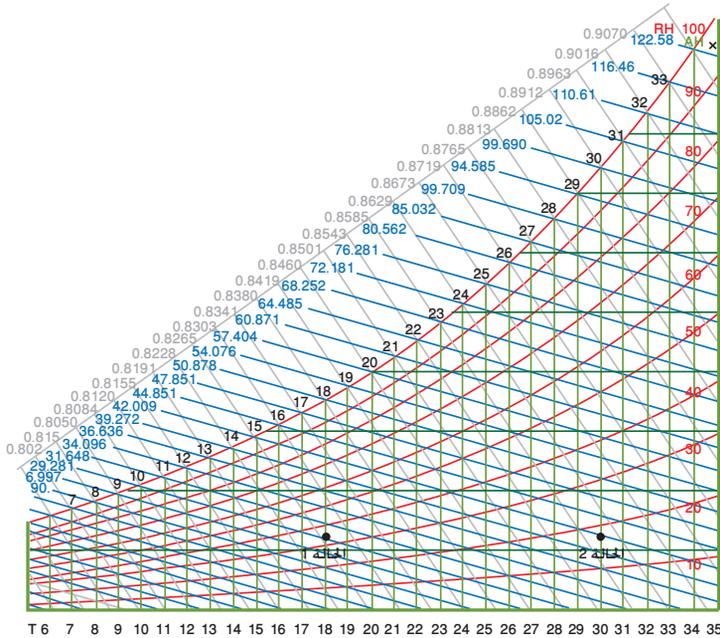
مقياس درجة الحرارة الرطبة، ومقياس درجة الحرارة الجافة، ومقياس الرطوبة النسبية، ووحدة تكييف تدريبيّة (سخان)، ومسطرة.

الموادّ

مخطط سيكرومترى، وقلم.

الصور والرسوم التوضيحية

خطوات التنفيذ



الشكل (١)

- ١- قس خاصيتين من خصائص الهواء في المشغل الذي ستجري فيه التمرين.
- ٢- عيّن هاتين الخاصيتين على المخطط السيكرومترى، كالحالة المبينة في الشكل (١).
- ٣- اطلب إلى معلمك تشغيل وحدة التكييف (السخان).
- ٤- قس خاصيتين من خصائص الهواء عند مخرج الهواء من وحدة التكييف (السخان).

ملحوظة: الحالتان الممثلتان على هذا الشكل والأشكال اللاحقة الأخرى لتوضيح كيفية العمل وليس هي الحل.

الصور والرسوم التوضيحية

خطوات التنفيذ

- ٥- عيّن هاتين الخاصيتين على المخطّط السيكروميّ، كالحالة المبينة في الشكل (١).
- ٦- دوّن النتائج التي حصلت عليها ضمن جدول كالموضّح في الجدول المرفق أدناه.
- ٧- بيّن على الجدول الخصائص التي تغيّرت والخصائص التي بقيت ثابتة.

الخصائص الهواء قبل التشغيل	الرطوبة النوعيّة	الحجم النوعي	الإنثالبي	درجة حرارة نقطة الندى	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة	الرطوبة النسيبة
الخصائص الهواء بعد التشغيل	الرطوبة النوعيّة	الحجم النوعي	الإنثالبي	درجة حرارة نقطة الندى	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة	الرطوبة النسيبة

التقويم الذاتي

– دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
٢	_____		
٣	_____		
_____	_____		
٧	_____		

– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملف خاص.

نشاط (٦-١)

باستخدام إحدى البرمجيات، متقاسماً العمل وأفراد مجموعتك، أعدّ شرائح تمثل خطوات إجراء التسخين بالحرارة المحسوسة على المخطّط السيكروميتر، واستخرج الخصائص الأخرى، واعرض العمل أمام زملائك.

نتائج التمرين: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تقيس خاصيتين للهواء قبل ملف التبريد وبعده.
- تمثل عملية التبريد المحسوس على المخطط السيكرومترى.

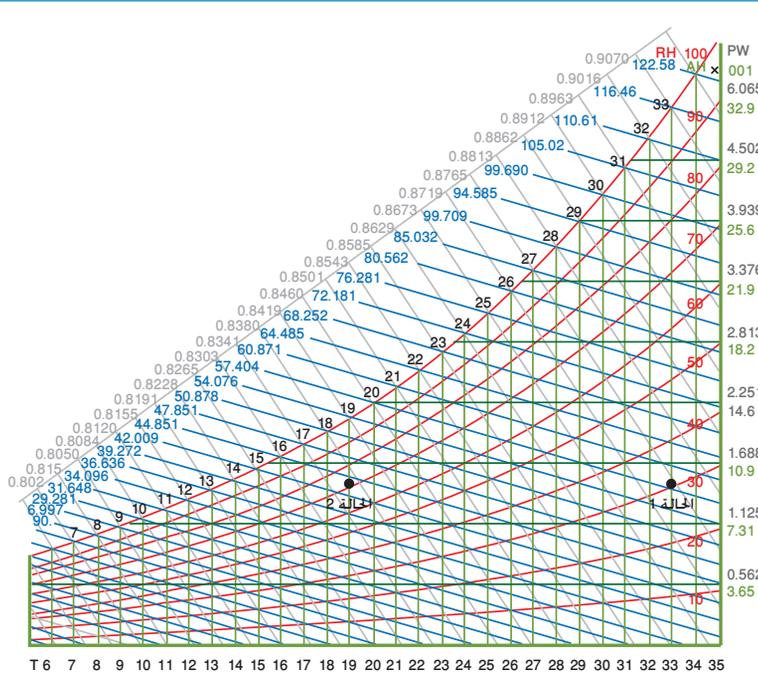
الأدوات والتجهيزات

مقياس درجة الحرارة الرطبة، ومقياس درجة الحرارة الجافة، ومقياس الرطوبة النسبية، ووحدة تكييف تدريبية (تبريد)، ومسطرة، وآلة حاسبة.

المواد

مخطط سيكرومترى، وقلم، ودفتر التدريب العملي.

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (١)

خطوات التنفيذ

- ١- قس خاصيتين من خصائص الهواء في المشغل الذي ستجري فيه التمرين.
- ٢- عين هاتين الخاصيتين على المخطط السيكرومترى، كالحالة المبينة في الشكل (١).
- ٣- اطلب إلى معلمك تشغيل وحدة التكييف (تبريد).
- ٤- قس خاصيتين من خصائص الهواء عند مخرج الهواء من وحدة التكييف (التبريد).

الصور والرسوم التوضيحية

خطوات التنفيذ

٥- عيّن هاتين الخاصيتين على المخطّط السيكرومتري، كالحالة المبينة في الشكل (١).

٦- دوّن النتائج التي حصلت عليها ضمن جدول كالموضّح في المرفق (١) أدناه.

الجدول (١)

الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	درجة حرارة نقطة الندى	الإنثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	خصائص الهواء قبل التشغيل
الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	درجة حرارة نقطة الندى	الإنثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	خصائص الهواء بعد التشغيل

التقويم الذاتي

– دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
٢	_____		
٣	_____		
---	_____		
٦	_____		

– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفّ خاص.

نشاط (١ - ٧)

باستخدام إحدى البرمجيّات، متقاسماً العمل وأفراد مجموعتك، أعدّ شرائح تمثّل خطوات إجراء التبريد بالحرارة المحسوسة على المخطّط السيكروميّ، واستخرج الخصائص الأخرى، واعرض العمل أمام زملائك.

نتائج التمرين: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تقيس خاصيتين للهواء قبل ملف التبريد وبعده.
- تمثل عملية التبريد وتخفيض الرطوبة على المخطط السيكرومترى.

الأدوات والتجهيزات

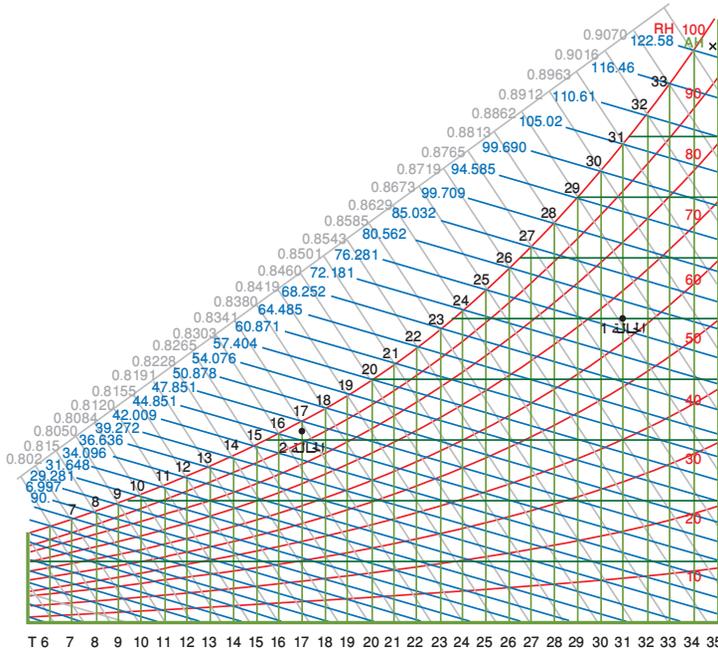
مقياس درجة الحرارة الرطبة، ومقياس درجة الحرارة الجافة، ومقياس الرطوبة النسبية، ووحدة تكييف تدريبيّة (تبريد)، ومسطرة.

المواد

مخطط سيكرومترى، وقلم، ودفتر التدريب العملي.

الصور والرسوم التوضيحية

خطوات التنفيذ



الشكل (١)

- ١- قس خاصيتين من خصائص الهواء في المشغل الذي ستجري فيه التمرين.
- ٢- عيّن هاتين الخاصيتين على المخطط السيكرومترى، كالحالة المبينة في الشكل (١).
- ٣- اطلب من معلّمك تشغيل وحدة التكييف، مع ملاحظة تشكّل الرطوبة على ملف التبريد.
- ٤- قس خاصيتين من خصائص الهواء عند مخرج الهواء من وحدة التكييف.

الصور والرسوم التوضيحية

خطوات التنفيذ

٥- عيّن هاتين الخاصيتين على المخطط السيكرومتري، كالحالة المبينة في الشكل (١).

٦- دوّن النتائج التي حصلت عليها ضمن جدول كالموضح في الجدول المرفق أدناه.

ملحوظة

معنى تشكّل الرطوبة على ملفّ التبريد: نقصان كمية الرطوبة من الهواء الخارج من ملفّ التبريد.

الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	درجة حرارة نقطة الندى	الإنتالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	خصائص الهواء قبل التشغيل
الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	درجة حرارة نقطة الندى	الإنتالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	خصائص الهواء بعد التشغيل

التقويم الذاتي

– دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
٢	_____		
٣	_____		
_____	_____		
٦	_____		

– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملف خاص.

نشاط (١ - ٨)

باستخدام إحدى البرمجيات، متقاسماً العمل وأفراد مجموعتك، أعدّ شرائح تمثل خطوات إجراء التبريد وتخفيض الرطوبة على المخطط السيكرومتري، واستخرج الخصائص الأخرى، واعرض العمل أمام زملائك.

السيكرومترى قبل إجراء عملية تبريد مع ترطيب (تبريد تبخيري) وبعدها

نتائج التمرين: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تقيس خاصيتين للهواء قبل عملية التبريد والترطيب وبعدها.
- تمثل عملية التبريد والترطيب على المخطط السيكرومترى.

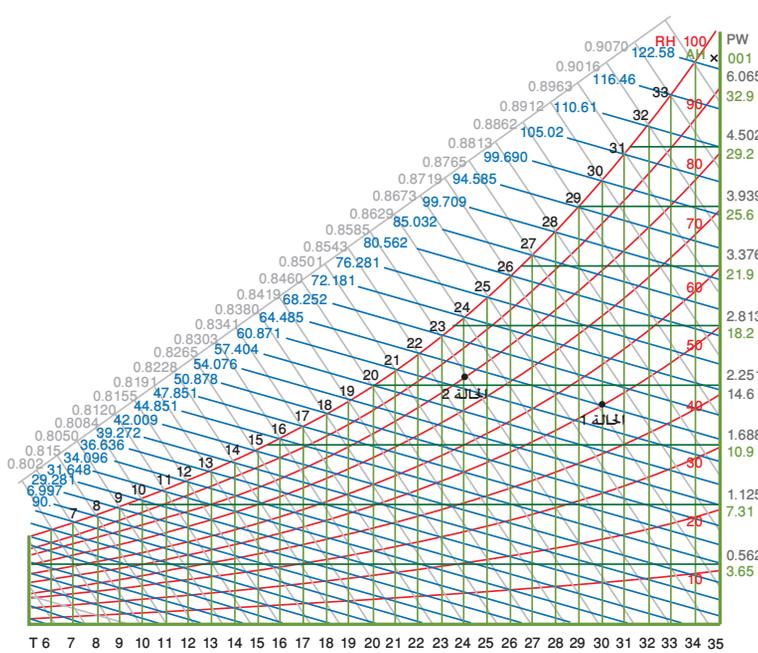
الأدوات والتجهيزات

مقياس درجة الحرارة الرطبة، ومقياس درجة الحرارة الجافة، ومقياس الرطوبة النسبية، ووحدة تكييف تدريبيّة (تبريد) مع مرطبة ووحدة تكييف مكيف صحرأوي، ومسطرة، و آلة حاسبة.

الموادّ

مخطّط سيكرومترى، وقلم، ودفتر التدریب العملي.

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (١)

خطوات التنفيذ

١- قس خاصيتين من خصائص الهواء في المشغل الذي ستجري فيه التمرين.

٢- عيّن هاتين الخاصيتين على المخطّط السيكرومترى كالحالة المبينة في الشكل (١).

٣- اطلب إلى معلّمك تشغيل وحدة التكييف (تبريد).

الصور والرسوم التوضيحية

خطوات التنفيذ

٤- قس خاصيتين من خصائص الهواء عند مخرج الهواء من وحدة التكييف (التبريد) والترطيب.

٥- عين هاتين الخاصيتين على المخطط السيكرومتري، كالحالة المبينة في الشكل (١).

٦- دوّن النتائج التي حصلت عليها ضمن جدول كالموضح في الجدول المرفق أدناه.

الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	درجة حرارة نقطة الندى	الإنثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	خصائص الهواء قبل التشغيل
الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	درجة حرارة نقطة الندى	الإنثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	خصائص الهواء بعد التشغيل

التقويم الذاتي

– دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
٢	_____		
٣	_____		
_____	_____		
٦	_____		

– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملف خاص.

نشاط (١ - ٩)

باستخدام إحدى البرمجيات، متقاسماً العمل وأفراد مجموعتك، أعدّ شرائح تمثل خطوات إجراء التبريد مع الترطيب على المخطط السيكروميتر، واستخرج الخصائص الأخرى، واعرّض العمل أمام زملائك.

نتائج التمرين: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تقيس خاصيتين للهواء قبل ملف التبريد وبعده.
- تمثل عملية الترطيب على المخطط السيكرومترى.

الأدوات والتجهيزات

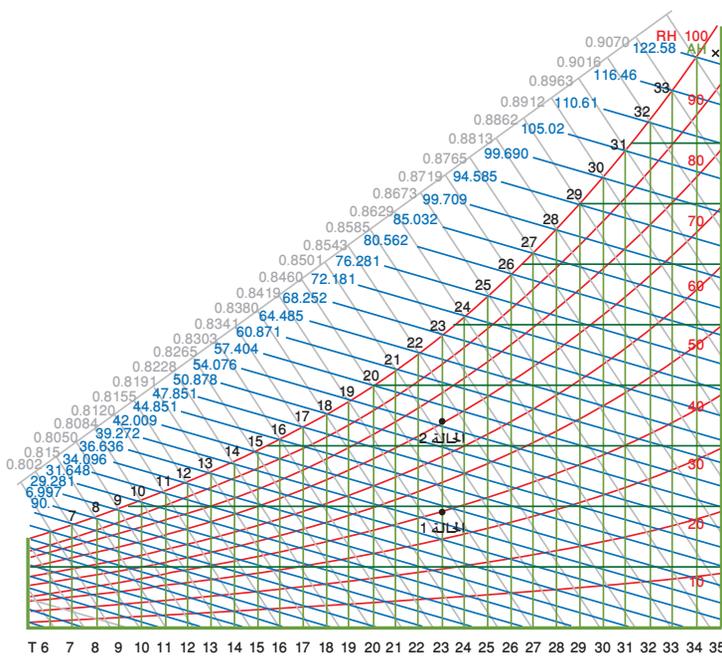
مقياس درجة الحرارة الرطبة، ومقياس درجة الحرارة الجافة، ومقياس الرطوبة النسبية، ووحدة بخاخ بخار، ومسطرة.

المواد

مخطط سيكرومترى، وقلم، ودفتري، التدريب العملي.

الصور والرسوم التوضيحية

خطوات التنفيذ



الشكل (١)

- ١- قس خاصيتين من خصائص الهواء في المشغل الذي ستجري فيه التمرين.
- ٢- عيّن هاتين الخاصيتين على المخطط السيكرومترى، كالحالة المبينة في الشكل (١).
- ٣- اطلب إلى معلمك تشغيل وحدة التكييف المكيف الصحراوي.
- ٤- قس خاصيتين من خصائص الهواء عند مخرج الهواء من وحدة التكييف المكيف الصحراوي.
- ٥- عيّن هاتين الخاصيتين على المخطط السيكرومترى، كالحالة المبينة في الشكل (١).

الصور والرسوم التوضيحية

خطوات التنفيذ

٦- دوّن النتائج التي حصلت عليها ضمن جدول كالموضّح في الجدول المرفق أدناه.

الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	درجة حرارة نقطة الندى	الإنتالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	خصائص الهواء قبل التشغيل
الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	درجة حرارة نقطة الندى	الإنتالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	خصائص الهواء بعد التشغيل

التقويم الذاتي

– دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
٢	_____		
٣	_____		
_____	_____		
٦	_____		

– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفّ خاص.

نشاط (١ - ١٠)

باستخدام إحدى البرمجيّات، متقاسماً العمل وأفراد مجموعتك، أعدّ شرائح تمثّل خطوات إجراء الترطيب الإيدياتي على المخطّط السيكروميتر، واستخرج الخصائص الأخرى، واعرض العمل أمام زملائك.



الوحدة الثانية

٢

أجهزة تكييف الهواء المنزلية



- ما مبدأ عمل أجهزة التكييف المنزلية؟
- كيف تختار النوع المناسب لمكيف الهواء؟

لجأ الإنسان ومنذ أقدم العصور للتحكم بحرارة الوسط المحيط به، فاستخدم النار لرفع درجة الحرارة، واستخدم ستائر الهواء المبللة للتبريد والترطيب.

ومع تقدّم الإنسان وتطوّر الصناعات وازدياد الاكتظاظ السكاني والتلوّث البيئي، برزت الحاجة الماسّة للتحكم بدرجة حرارة الهواء، ورطوبته، ونقاوته، وسريانه خلال مكان معيّن؛ ليوفّر وسطاً مريحاً لشاغل المكان في فصول السنة جميعها.

ومن هنا، كانت ولادة أجهزة التكييف الحديثة التي أصبحت ضرورة ملحة في القطاعات الحياتيّة الخاصّة منها والعامة جميعها، وفي هذه الوحدة، تمّ التركيز على الأجهزة المنزليّة منها؛ لتوفير المعلومة العلميّة والعمليّة، حتى يتمكن الطالب من اكتساب المهارات والقدرات التي تؤهله للانخراط في أسواق العمل بفعالية وكفاءة عالية.

يتوقّع منك عزيزي الطالب، بعد دراسة هذه الوحدة الإجابة عن الأسئلة الآتية:

- كيف تتمّ تنقية الهواء في المكيفات المنزليّة الحديثة؟
- ما أنواع مكيفات الهواء المنزليّة؟
- كيف تتمّ المحافظة على مكيفات الهواء لتعمل بكفاءة؟
- كيف توفّر مكيفات الهواء ذوات القدرة المتغيرة الطاقة؟

يتوقّع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- تعرّف الأشكال والأنواع المختلفة لمكيفات الهواء المنزليّة.
- تقارن بين دورة التبريد الميكانيكيّة للثلاجة ودورات التبريد الميكانيكيّة لأجهزة التكييف المنزليّة المختلفة من حيث المكوّنات الميكانيكيّة الأساسيّة، والضغوط، ودرجات الحرارة، ونوع وسيط التبريد المستخدم، وطرق الشحن والتفريغ.
- تقارن بين الدارة الكهربائيّة للثلاجة المنزليّة والدارة الكهربائيّة لأجهزة التكييف المنزليّة المختلفة من حيث المكوّنات الكهربائيّة الأساسيّة لكلّ منهما.
- تقارن الفروقات بين دورة التبريد الميكانيكيّة للمكيفات المنزليّة ذوات الدورة العاديّة ودورة التبريد الميكانيكيّة للمكيفات المنزليّة ذوات الدورة المعكوسة.

- تقارن الفروقات بين الدارة الكهربائيّة للمكيّف المنزلي ذي الدورة العادية، والدارة الكهربائيّة للمكيّف المنزلي ذي الدورة المعكوسة.
- ترّكّب الأنواع المختلفة لمكيّفات الهواء المنزليّة وبالطرق المختلفة.
- تستبدل مكوّنات الدورة الميكانيكيّة للمكيّفات المنزليّة كلّاً وحده.
- تفكّ مكوّنات الدارة الكهربائيّة للمكيّفات المنزليّة كلّاً وحده وتفحصه.
- تفرّغ المكيّفات المنزليّة بطرق التفريغ المختلفة وتشحنها.
- تحدّد الأعطال الميكانيكيّة والكهربائيّة المختلفة لأجهزة التكييف المنزليّة وتصلحها.
- تجري أعمال الصيانة الوقائيّة للمكيّفات المنزليّة.

يعدّ مكيّف هواء النافذة (Window Air Condition) من أبسط أنظمة التكييف، وهو وحدة مستقلة مجمّعة في صندوق يمكن تركيبه في النوافذ وفتحات الجدران، ويعمل على تكييف هواء الحيز المتوافر فيه من خلال التحكم بدرجة حرارته، وإزالة رطوبته وتنقيته، ويوجد بقدرات صغيرة لا تتجاوز ٣ أطنان تبريد على الأغلب، ويستعمل لتكييف هواء الغرف السكنية، والمكاتب، والقاعات الصغيرة.

وقد قلّ استخدام مكيّف النافذة في الأردن مؤخرًا وذلك لأسباب جمالية تتعلق بالشكل المعماري للمباني، إلا أنه لا يزال يستخدم في الدول الأخرى، وتعدّ دراسة مكيّف النافذة مهمة جدًّا؛ ليمكن الطالب من فهم أنظمة التكييف الأخرى الأكثر تطوّرًا. والشكل (١-٢) يظهر أحد أصناف مكيّفات النافذة.

تعريف

الطن التبريدي: كمية الحرارة اللازمة لصهر واحد طن إنجليزي (٢٢٤٠ رطل) تقريبًا من الثلج خلال ٢٤ ساعة عند درجة حرارة تساوي صفرًا مئويًا.



الشكل (١-٢): مكيّف هواء النافذة.

١ مزايا مكيّف هواء النافذة

- أ - انخفاض الكلفة الأولية.
- ب - سرعة التركيب وسهولته.
- ج - لا يشغل حيزًا كبيرًا في الأماكن التي يركب فيها.
- د - سهولة تجديد هواء الحيز عن طريق خلطه بهواء خارجي جديد.

٢ عيوب مكيّف هواء النافذة

- أ - ارتفاع مستوى الضجيج الناتج عن اهتزاز الضاغط ومحرك المراوح.

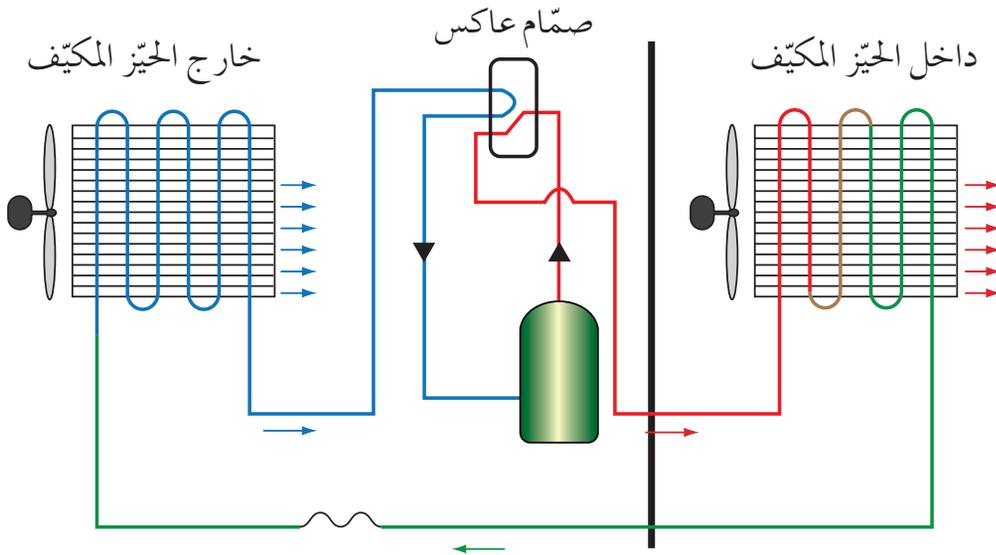
- ب - بروز مؤخره الوحدة من الجدار الخارجي، مما يضرّ بالناحية الجماليّة للمبنى.
- ج - إضعاف القدرة الأمنيّة للمكان المركّب فيه.
- د - صعوبة استخدامه في الأماكن الكبيرة لعدم توافره بقدرات كبيرة.
- هـ - لا يمكن تركيبه على الواجهات الداخليّة للمباني.

قضية للحوار

تُحاور مع معلّمك وزملائك حول كفيّة إضعاف مكيفّ هواء النافذة للقدرة الأمنيّة للمكان المركّب فيه، واقترح حلولاً لذلك.

٣ أنواع وحدات تكييف النافذة

- يمكن تقسيم وحدات تكييف النافذة حسب اتجاه حركة وسيط التبريد إلى:
- أ - المكيفّات ذوات دورة التبريد العاديّة: تستخدم هذه المكيفّات للتبريد فقط (Cooling Only)، ويمكن استخدامها في عملية التدفئة بإضافة مسخّنات كهربائيّة.
 - ب - المضخّات الحراريّة (Heat Pumps): وهي مكيفّات ذوات دورة تبريد عاديّة، مضافاً إليها صمّام عاكس يعمل على عكس الدورة وتغيير اتجاه حركة وسيط التبريد، وذلك لاستخدامها في عملية التدفئة، كما يظهر في الشكل (٢-٢).



الشكل (٢-٢): دورة ميكانيكيّة لمضخّة حراريّة في وضع التدفئة.

راجع دورة التبريد الميكانيكية العادية التي درستها سابقاً، وارسمها في دفترك، ولاحظ الفرق بين اتجاه حركة وسيط التبريد خلالها، واتجاه حركة وسيط التبريد للمضخة الحرارية.

٤ مكونات وحدة تكييف النافذة

تتكوّن هذه الوحدة من دورة تبريد ميكانيكية تشبه نظيرتها في الثلاجة المنزلية، ودورة لسحب الهواء وتنقيته وتوزيعه، بالإضافة إلى دارة كهربائية لتشغيل والتحكم بعمل الوحدة.

وفي ما يأتي شرح موجز لمكونات وحدة تكييف النافذة:

أ - مكونات دورة التبريد الميكانيكية:

١. الضاغط (Compressor): يستخدم النوع المغلق الترددي، أو الدوراني، أو اللولبي، ويمثل عمله في الدورة الميكانيكية لمكيف النافذة عمل الضاغط في الثلاجة المنزلية.

٢. المكثف (Condenser): ويكون من النوع المزعنف المبرّد بالهواء القصري، حيث تستخدم معه المروحة المحورية (Axial Fan)؛ لامتيازها بدفع كميات أكبر من الهواء في الحالات التي يكون فقدان الضغط فيها قليلاً.

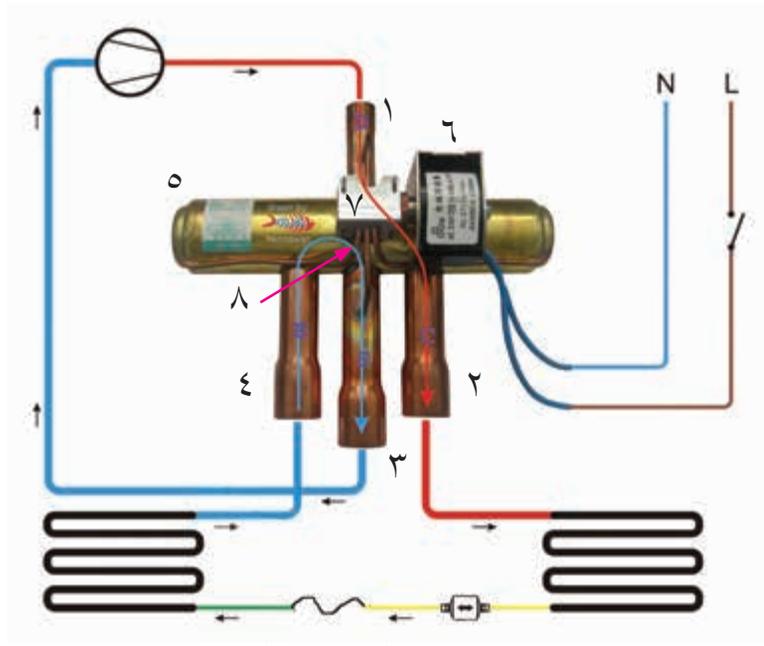
٣. الأنبوبة الشعرية (Capillary Tube): وتستخدم غالباً في مكيفات النافذة؛ نظراً لانخفاض كلفتها، وسهولة تركيبها، وسماحها بموازنة ضغط دورة التبريد بعد توقّف الضاغط عن العمل؛ ليسهل بدء تشغيل الوحدة بعد ذلك.

٤. المبخر (Evaporator): ويكون من النوع المزعنف ذي الهواء القصري، حيث تستخدم معه المروحة الطاردة عن المركز (النفاخ) (Centrifugal Fan)؛ وذلك لامتيازها بالقدرة على إعطاء ضغط هواء وسرعة كبيرين يسمحان بمدى أطول قادر على إيصال الهواء المكيف إلى أبعد أركان الحيز المكيف.

قارن بين مكوّنات دورة التبريد الميكانيكيّة للثلاجة المنزليّة التي تعلّمتها سابقاً ومكوّنات الدورة الميكانيكيّة لمكثّف النافذة من حيث النوع، والشكل.

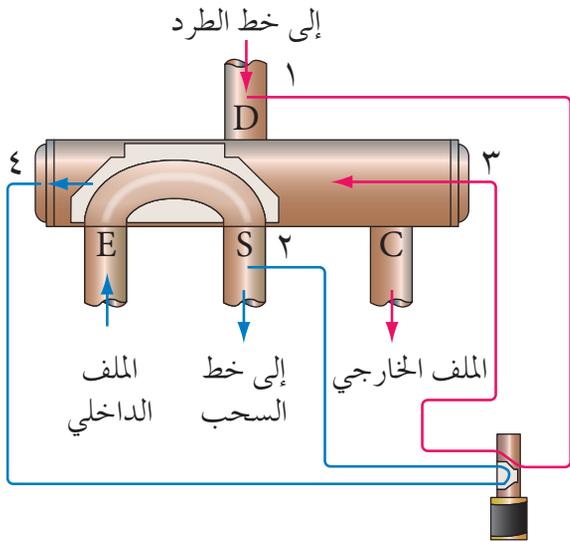
٥. الصّمّام العاكس (Reversing Valve): وهو صّمّام ذو أربعة مسارات يستخدم في المضخّات الحراريّة، حيث يعمل على عكس دورة التبريد العاديّة بتحويل الملفّ الداخلي إلى مكثّف، والملفّ الخارجي إلى مبخر للقيام بعملية التدفئة، وفي وضع التبريد، يعيد الدورة إلى وضعها الطبيعي.

ويتكوّن هذا الصّمّام، كما في الشكل (٢-٣)، من ملفّ كهربائي وصّمّام مرشد، وصّمّام رئيس يحتوي على جزء منزلق، وأربعة أنابيب شعريّة، وأربعة مسارات توجد ثلاثة منها في جهة واحدة، والمسار الرابع يكون منفرداً في الجهة المقابلة، ويرمز له بالرمز (D)، ويتمّ وصله بخط الطرد للضاغط، أمّا خط السحب، فيتّصل بالمسار الأوسط للمسارات الثلاثة، ويرمز لهذا المسار بالرمز (S)، بينما يتصل أحد المسارين الآخرين بالمكثّف، ويرمز له بالرمز (C)، والآخر بالمبخر، ويرمز له بالرمز (E).



خط الطرد	١	٢	إلى المكثف
خط السحب	٣	٤	إلى المبخر
صمام رئيس	٥	٦	ملف كهربائي
صمام مرشد	٧	٨	أربعة أنابيب شعيرية

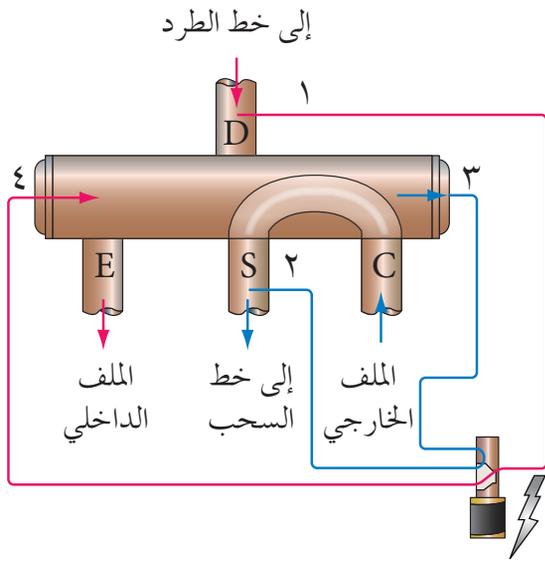
الشكل (٢-٣): صمام عاكس في وضع التبريد.



الشكل (٢-٤): الصمام العاكس في وضع التبريد.

طريقة عمل الصمام العاكس: في عملية التبريد، الشكل (٢-٤)، لا يمر تيار كهربائي في ملف الصمام، وبالتالي يتصل الأنابيب الشعيرية رقم (٢) المتصل بخط السحب للضاغط بالأنبوب الشعيري رقم (٤)، والذي يعمل على تسريب وسيط التبريد المتوافر عند الجهة اليسرى من الصمام الرئيس إلى الضاغط، ويتصل الأنبوب

الشعيري رقم (١) المتصل بخط الطرد بالأنبوب الشعيري رقم (٣)، والذي يعمل على دفع غاز وسيط التبريد من الضاغط باتجاه الجهة اليمنى للصمام الرئيس، وبسبب



الشكل (٥-٢): الصمام العاكس في وضع التدفئة.

يعمل على تسريب وسيط التبريد المتوافر عند الجهة اليمنى من الصمام الرئيس إلى الضاغط، ويتصل الأنبوب الشعري رقم (١) المتصل بخط الطرد بالأنبوب الشعري رقم (٤)، والذي يعمل على دفع غاز وسيط التبريد من الضاغط باتجاه الجهة اليسرى للصمام الرئيس، وبتأثير السحب والطرْد ينزلق الجزء المتحرك نحو اليمين ليصل خط السحب بخط الملف الخارجي، ويتصل عندها خط الطرد بخط الملف الداخلي.

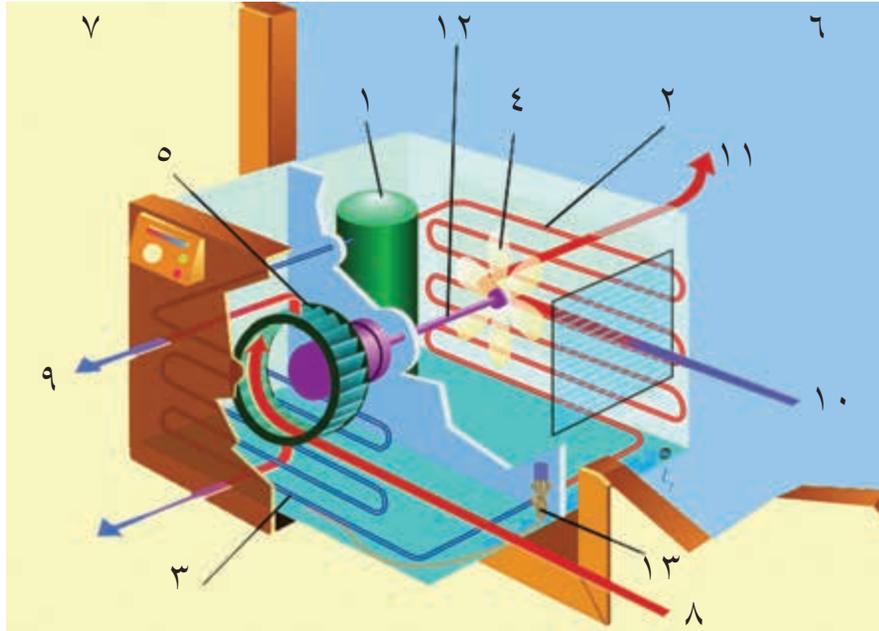
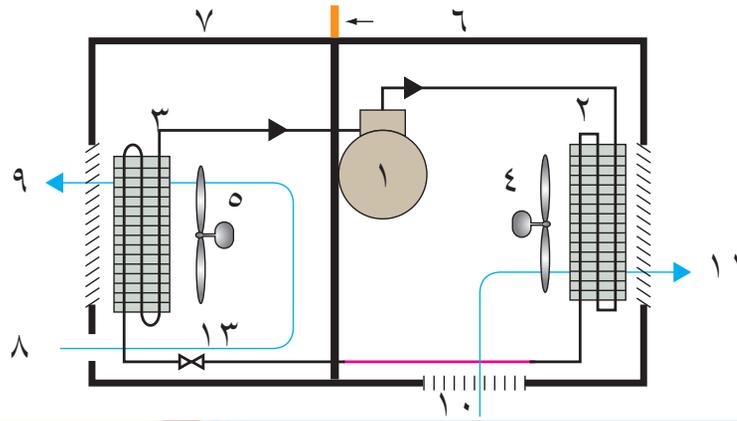
ب- مكونات دورة جريان الهواء وتنقيته وتوزيعه

١. مراوح تحريك الهواء: يبين الشكل (٦-٢) محرك المراوح والذي يعمل على تحريك كل من المروحة المحورية والتي تستخدم لسحب الهواء الخارجي وتمريه عبر ملفات المكثف لتبريده، ومروحة الطرد المركزي المستخدمة لسحب الهواء الحيز المكثف وتمريه عبر المنقيات لتنقيته وإرساله إلى ملفات المبخر؛ لتبريده



الشكل (٦-٢): مروحة طرد مركزي ومروحة محورية ومحركهما.

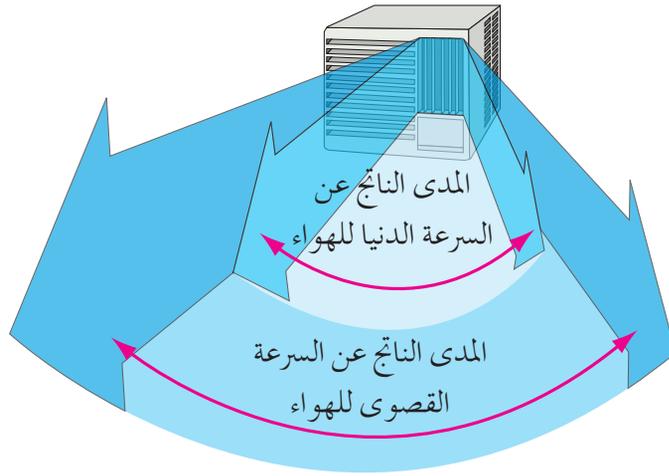
وإعادته إلى الحيز المراد تكييفه، ماراً عبر موجهات الهواء، ويبين الشكل (٧-٢) حركة الهواء لمكيف النافذة.



١	ضاغط	٢	مكثف	٣	مبخر
٤	مروحة المكثف	٥	مروحة المبخر	٦	حيّز خارجي
٧	حيّز داخلي	٨	هواء راجع من الحيّز المكثف	٩	هواء مكثف
١٠	هواء خارجي	١١	هواء مطرود	١٢	عمود الدوران
١٣	صمام تمدد				

الشكل (٧-٢): حركة الهواء في مكثف النافذة وأجزائه.

٢. موجّهات الهواء: وهي مجموعة من الريش المستطيلة أو الدائريّة الشكل، والمركّبة في مخرج الهواء المكثف الخارج من الجهاز، والتي تعمل، كما في الشكل (٨-٢)، على توجيه الهواء وتوزيعه داخل الحيّز المكثف عند تحريكها بطريقة يدويّة أو أوتوماتيكيّة (باستخدام محرّك كهربائي).



الشكل (٢-٨): توزيع الهواء المكثف بواسطة موجّهات الهواء.

نشاط (٢ - ٣)

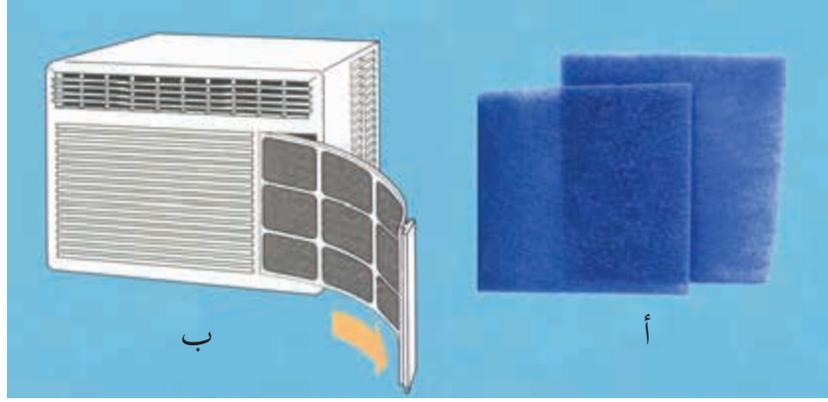
زر أحد معارض بيع أجهزة تكييف النافذة، والتقط صوراً للأشكال المختلفة لريش توجيه الهواء المستخدمة في هذه المكيفات، وباستخدام برنامج العروض الإلكترونية، اعرض ما صوّرت على معلّمك وزملائك.

٣. منقيّات الهواء (Air Filters): تعدّ تنقية الهواء من الأمور المهمّة الواجب مراعاتها قبل دخول الهواء إلى جهاز التكييف؛ لذا تركب منقيّات الهواء عند مدخل الهواء قبل المبخر.

ويستعمل في مكيفات النافذة منقيّات هواء من النوع الذي يلزم استبداله من وقت إلى آخر، كالمبيّن في الشكل (٢-٩/أ)، أو من النوع الدائم الاستعمال، كما هو مبين في الشكل (٢-٩/ب).

ويعدّ المنقيّ الشبكي الجاف (Net Filter) الدائم الاستعمال الأكثر استخداماً في مكيفات النافذة الحديثة، وهو عبارة عن شبكة دقيقة المسام تصنع عادة من البلاستيك وتركب على مدخل الملف الداخلي، حيث تلتقط الأتربة والمواد العالقة بالهواء المارّ من خلالها ولا تسمح بمرورها. هذا ويجب تنظيف هذه المنقيّات بشكل دوري؛ حيث إنّ اتساخها يؤدي إلى تخفيض جودة تبريد جهاز التكييف،

وزيادة الطاقة المستهلكة، وتكوّن طبقة من الثلج على سطح زعانف المبخر وأنابيبه، وتؤدي أيضًا إلى روائح غير مرغوب فيها عند ازدياد نسبة الرطوبة في الهواء.



الشكل (٢-٩): نوعان من منقيات الهواء المستخدمة في مكيفات النافذة.

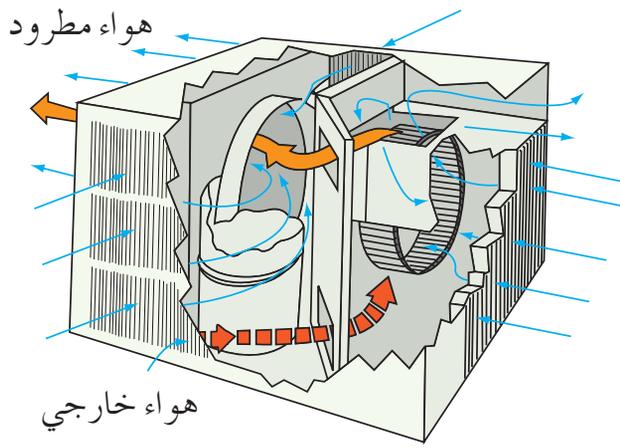
نشاط (٢ - ٤)

ابحث في مصادر المعلومات المتوفرة لديك عن أنواع المنقيات الجافة المستخدمة في مكيف النافذة، والمواد المصنعة منها، وطريقة تنظيفها.

٤ . بوّابة تجديد الهواء (Fresh Air Damper): وهي عبارة عن بوّابة يتم التحكم بها يدويًا بوساطة ذراع متحرّكة ومتصلة بها متوافرة في لوحة التحكم للجهاز، حيث تسمح لكمية من الهواء الخارجي بالدخول والاختلاط مع الهواء المسحوب من الحيّز ثم ترسل مروحة المبخر الهواء المخلوط إلى ملفّات المبخر؛ لتبريده وإرساله إلى الحيّز المكيف، كما في الشكل (٢-١٠).

٥ . بوّابة إخراج الهواء الفاسد (Exhaust Air Damper): وتماثل في شكلها ومبدأ عملها بوّابة دخول الهواء الخارجي إلا أنّها تسمح لجزء من الهواء المسحوب من الحيّز المكيف بالخروج عبر بوابتها؛ لتسحبه مروحة المكثف وتمرّره عبر ملفّات المكثف، كما في الشكل (٢-١٠).

والجدير بالذكر أنّ بوّابة دخول الهواء الخارجي وبوّابة إخراج الهواء الفاسد تعدّان من الإضافات في مكيف النافذة وقد لا تتوافران في أجهزة تكييف النافذة جميعها.



الشكل (٢-١٠): بوّابات تجديد الهواء وحركة الهواء لمكّيف النافذة.

فكر، ثمّ أجب

ما تأثير بوّابات تجديد الهواء في كفاءة جهاز التكييف؟

ج- مكوّنات الدارة الكهربائيّة لمكّيف النافذة

١. محرّك الضاغط: وهو من النوع التأثيري ذي الوجه المشطور أحادي الطور والمرّكب مع الضاغط داخل غلاف واحد محكم القفل، وتتمّ حماية ملفّات المحرّك من ارتفاع درجات الحرارة، وزيادة التيّار الكهربائي المسحوب لأي سبب كان بوساطة قاطع وقاية من زيادة الحمل، يوضع غالبًا داخل جسم الضاغط أو قد يكون ملامسًا للغلاف الخارجي له.

ويستخدم النوعان الآتيان لمحرّكات ضواغط مكيفات النافذة:

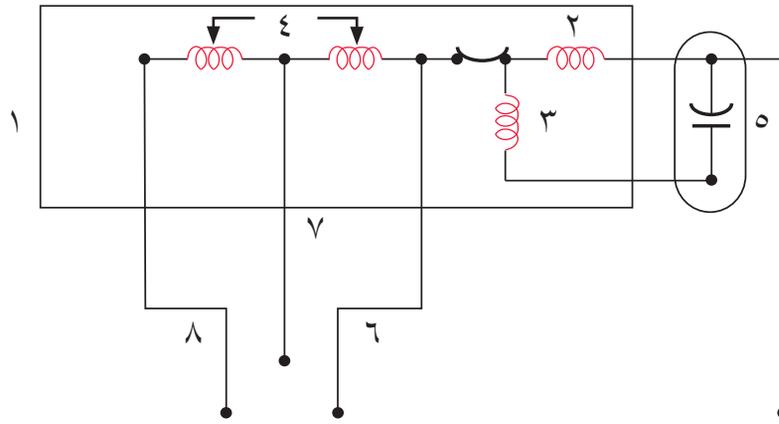
أ. محرّكات موصل مع ملفّات تقويمها ودورانها مواسع واحد بصفة دائمة، حيث يعمل كمواسع بدء ودوران في الوقت ذاته. ويكون ذا عزم تقويم منخفض، ويستعمل لدوائر التبريد التي تحتوي على أنبوب شعري، أو التي يحدث بها تعادل تلقائي في الضغط بين ناحية الضغط العالي والضغط المنخفض من الدائرة.

ب. محرّكات تستخدم مرّحل فولط ومواسعي تقويم ودوران، ويمتاز هذا النوع من المحرّكات بعزم تقويم عال، وجودة دوران جيّدة.

نشاط (٢ - ٥)

راجع ما تعلمته في المستوى الأول عن المحرّكات الحثّية أحاديّة الطور، وقاطع الوقاية من زيادة الحمل، والمواسعات، والمرحلات المستخدمة معها.

٢. محرّك مروحتي المكيف (Fan Motor): ويستخدم غالبًا محرّك حثّي أحادي الطور ذو مواسع واحد كما في محرّك الضاغط، ويكون هذا المحرّك بسرعة واحدة أو متعدّد السرعات، كما في الشكل (٢-١١)، وبوساطته يتمّ تحريك كلّ من المروحة المحوريّة والمروحة الطاردة عن المركز.



١	محرّك المروحة	٢	ملفات الدوران	٣	ملفات البدء
٤	ملفات سرعة	٥	مواسع	٦	خط السرعة العالية
٧	خط السرعة المتوسطة	٨	خط السرعة المنخفضة		

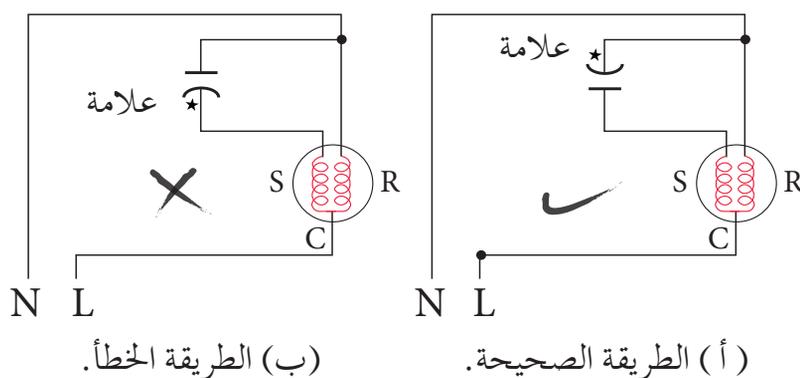
الشكل (٢-١١): دائرة كهربائية لمحرّك مروحة من ثلاث سرعات.

فكر، ثمّ أجب

ما الفائدة من استخدام محرّك متعدّد السرعات لتحريك مروحتي مكيف النافذة؟

٣. مواسع الدوران (Run Capacitor): عند تركيب مواسع الدوران في الدارات

الكهربائية، يجب التأكد من تركيبه بطريقة صحيحة، كما في الشكل (٢-١٢)، حيث إن لمواسع الدوران طرفاً مميزاً متصلًا بطبقة الألواح المعدنية التي يحتوي عليها المواسع، ويتم توصيل الطرف المميز بخط التغذية الكهربائية، وفي حال حدوث قصر بين الطبقة الخارجية للألواح المعدنية داخل المواسع والعلبة المعدنية الخارجية، ينصهر المصهر المركب على خط التغذية الكهربائية، أما في حال عكس تركيب طرفي المواسع وحدث قصر، فإن المصهر الراكب في الخط لا ينصهر ولا يدور الضاغط وترتفع درجة حرارة ملفاته.



الشكل (٢-١٢): طريقة توصيل مواسع الدوران بالمحرك.

ويستخدم في الدارات الكهربائية لمكثفات النافذة مواسع دوران؛ أحدهما لمحرك الضاغط ويكون ذا سعة كبيرة نسبياً، والآخر لمحرك المراوح ويكون ذا سعة صغيرة نسبياً، وفي كثير من الأحيان، يستخدم مواسع دوران مزدوج، حيث يتم توصيل هذين المواسعين على التوالي ووضعهما داخل علبة واحدة ذات ثلاثة أطراف، كما يظهر في الشكل (٢-١٣) وهي:



الطرف المشترك ويرمز له بالرمز (C)، ويتم توصيله بخط التغذية الكهربائية وخط ملفات الدوران لكل من محرك الضاغط ومحرك المراوح.

الطرف الخاص بمحرك الضاغط ويرمز له بالرمز (H)، ويتم توصيله بخط ملفات البدء لمحرك الضاغط.

الطرف الخاص بمحرك المراوح ويرمز له بالرمز (F)، ويتم توصيله بخط ملفات البدء لمحرك المراوح.

الشكل (٢-١٣): مواسع مزدوج.

٤. منظم درجة الحرارة (Thermostat): مفتاح كهربائي يعمل على فتح الدارة الكهربائية وغلقتها تبعاً للتغير في درجات الحرارة، ويعتمد في عمله على نظرية تمدد المواع، حيث يتكوّن من مخزن مرّن قابل للتقلّص والتمدّد يحتوي على مائع وأنبوبة شعريّة منتهية بانتفاخ حسّاس، ويتّصل المخزن بنقطة تلامس متّصلة بمفتاح يعمل على توصيل الدارة الكهربائيّة وغلقتها، وفي مكيفّ النافذة، يتحكّم منظمّ درجة الحرارة بتشغيل محرّك الضاغط وملفّ الصمام العاكس فقط وإيقافها. ويستخدم في أجهزة المضخّات الحراريّة منظمّ درجة حرارة ذو وضعيّتين؛ واحدة للتبريد، وأخرى للتدفئة. ويراعى عند تركيب الانتفاخ الحساس للمنظمّ أن يركّب بشكل مائل باتجاه



الشكل (٢-١٤): منظمّ درجة حرارة.

الأنبوبة الشعريّة؛ وذلك لضمان وصول المائع المتوافر في المنظمّ لفتحة الماسورة الشعريّة الخاصّة بالمنظمّ. ويبيّن الشكل (٢-١٤) الشكل الخارجي لمنظمّ درجة حرارة مستخدم في مكيفّ النافذة.

فكر، ثمّ أجب

هل يمكن استخدام منظمّ درجة الحرارة المستخدم في الثلاجة المنزليّة في مكيفّ النافذة؟



الشكل (٢-١٥): مسخّن علبة مرفق الضاغط.

٥. مسخّن صندوق مرفق الضاغط (Crankcase Heater): مقاومة حراريّة ذات قدرة منخفضة، تركّب عادة على شكل حزام حول علبة مرفق الضاغط، كما في الشكل (٢-١٥)، أو في داخل تجويف خاص في جسم الضاغط، ويتمّ تشغيله في أثناء فترة توقّف الضاغط عن

العمل، حيث يعمل على الحفاظ على لزوجة الزيت، ومنع توافر وسيط التبريد بحالة السيولة وخلطه مع زيت التزييت، وبالتالي منع حدوث تلف بصمّامات الضاغط عند التشغيل.

قضية للبحث

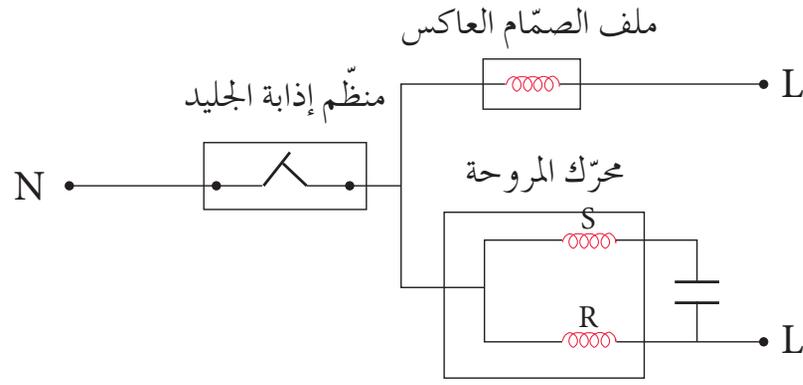
ابحث في مصادر المعلومات المتوافرة لديك عن أشكال مسخّن علبة مرفق الضاغط وقدراته، واكتب تقريرًا بذلك.

٦. منظم إذابة الجليد ذو القرص الحراري (Deicer Control with Thermal Disk):

في حالة تدني درجة الحرارة الخارجية شتاءً، يتكوّن ثلج على ملفّ الأنابيب الخارجي لمكثّف النافذة في حالة الدورة المعكوسة، وذلك في أثناء قيام الجهاز بعملية التدفئة، ويشكّل هذا الثلج عازلاً حرارياً يعمل على خفض قدرة الملفّ على انتقال الحرارة، وبالتالي انخفاض قدرة المبخر على تبخير سائل وسيط التبريد، ممّا يعرّض الضاغط لخطر سحب وسيط التبريد بالحالة السائلة، ولتغلّب على هذه المشكلة، يستخدم منظم إذابة الجليد ذو القرص الحراري، الذي يعمل على فصل التيار الكهربائي عن كلّ من الصمّام العاكس ومحرك المراوح عند تكوّن الجليد على الملفّ الخارجي، وبذلك تعود الدورة للوضع العادي (الملفّ الداخلي مبخر، والملفّ الخارجي مكثّف)، مع عدم السماح بتبريد الغرفة نظراً لتوقف محرك المراوح عن العمل.

بعد إذابة الجليد عن سطح الملفّ الخارجي وارتفاع درجة حرارته، يعيد المنظم إيصال التيار الكهربائي لكلّ من الصمّام العاكس ومحرك المراوح، لتعود الدورة العكسيّة للعمل كالمعتاد.

ويركّب هذا المنظم عادة على الثلث الأخير من مواسير الملفّ الخارجي، ويبيّن الشكل (٢-١٦) طريقة توصيل الدارة الكهربائيّة للمنظم مع كلّ من ملفّ الصمّام العاكس ومحرك المراوح.

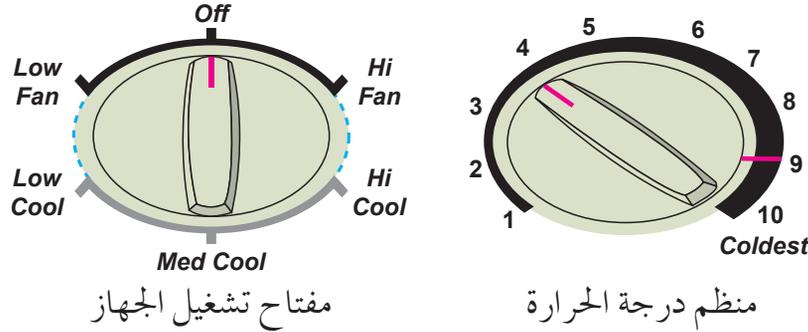


الشكل (٢-١٦): دائرة كهربائية لمنظم إذابة الجليد.

نشاط (٦-٢)

قارن بين منظم إذابة الجليد في الثلاجة المنزلية ومنظم إذابة الجليد ذي القرص الحراري.

٧. مفتاح تشغيل الجهاز واختيار السرعات: وهو مفتاح كهربائي متعدد الاختيار (Selector Switch) يعمل على تشغيل محرك الضاغط واختيار السرعة المطلوبة لمحرك المروحة، ويستخدم منه نوعان عادة؛ الأول قرصي كالمبين في الشكل (٢-١٧)، والثاني عبارة عن مجموعة من الأزرار.



الشكل (٢-١٧): لوحة تحكم بمكيّف نافذة.

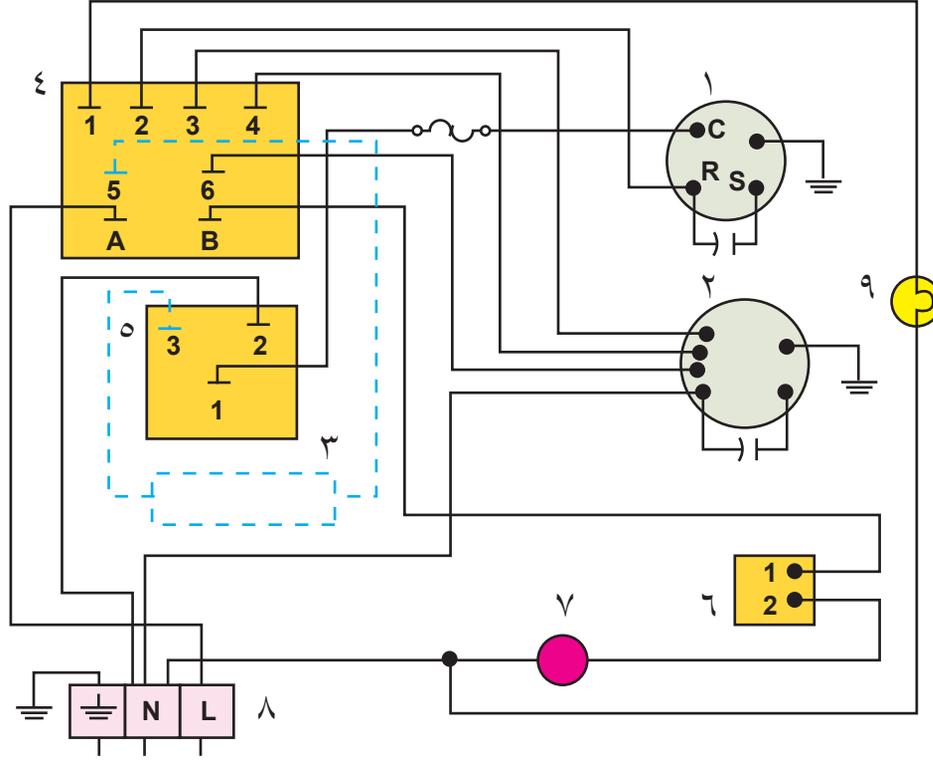
نشاط (٧-٢)

بالاستعانة بمعلّمك، شغل مكيّف النافذة المتوافر في مشغلك بالوضعيات المختلفة المتوافرة على مفتاح تشغيله، وسجل في دفتر ملحوظاتك الفرق بين كلّ وضعيّة وأخرى.

٥ مخططات الدارة الكهربائية لمكيف النافذة

وتحتوي هذه المخططات على المكونات الكهربائية المذكورة سابقاً والتي تعمل على تشغيل مكيف النافذة والتحكم به.

أ - مخطط دائرة كهربائية لمكيف نافذة ذي دورة تبريد عادية ومسخنات كهربائية



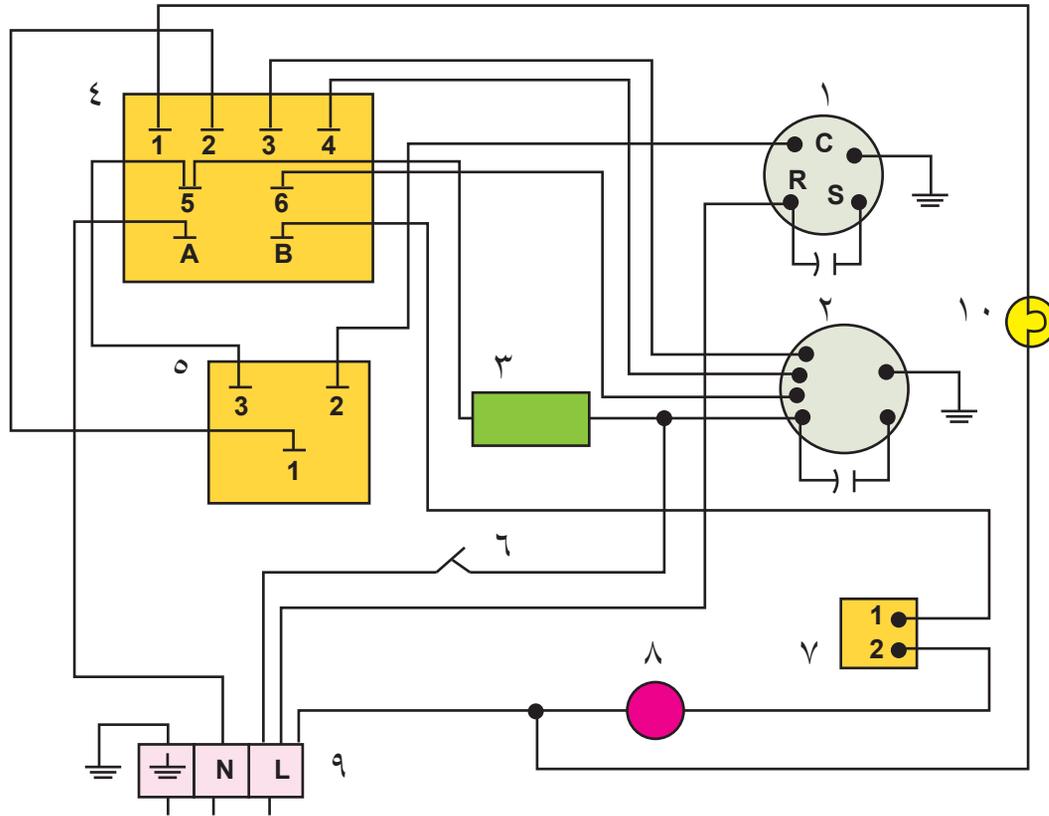
١	محرك الضاغط	٢	محرك المراوح	٣	مسخنات كهربائية
٤	مفتاح التشغيل	٥	منظم درجة الحرارة	٦	مفتاح تشغيل محرك الموجهات
٧	محرك موجهات الهواء	٨	مصدر كهربائي	٩	مصباح إشارة

الشكل (٢-١٨): مخطط دائرة كهربائية لمكيف نافذة ذي دورة تبريد عادية ومسخنات كهربائية.

نشاط (٢ - ٨)

تتبع الدارة الكهربائية لمكيف النافذة ذي دورة التبريد العادية، وقارنها بالدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية التي درستها سابقاً.

ب- مخطط دائرة كهربائية لمضخة حرارية



١	محرك الضاغط	٢	محرك المراوح	٣	الصمام العاكس
٤	مفتاح التشغيل	٥	منظم درجة الحرارة	٦	منظم إذابة الجليد
٧	مفتاح تشغيل محرك الموجهات	٨	محرك الموجهات	٩	مصدر كهربائي
١٠	مصباح إشارة				

الشكل (٢-١٩): مخطط الدارة الكهربائية لمضخة حرارية.

نشاط (٢-٩)

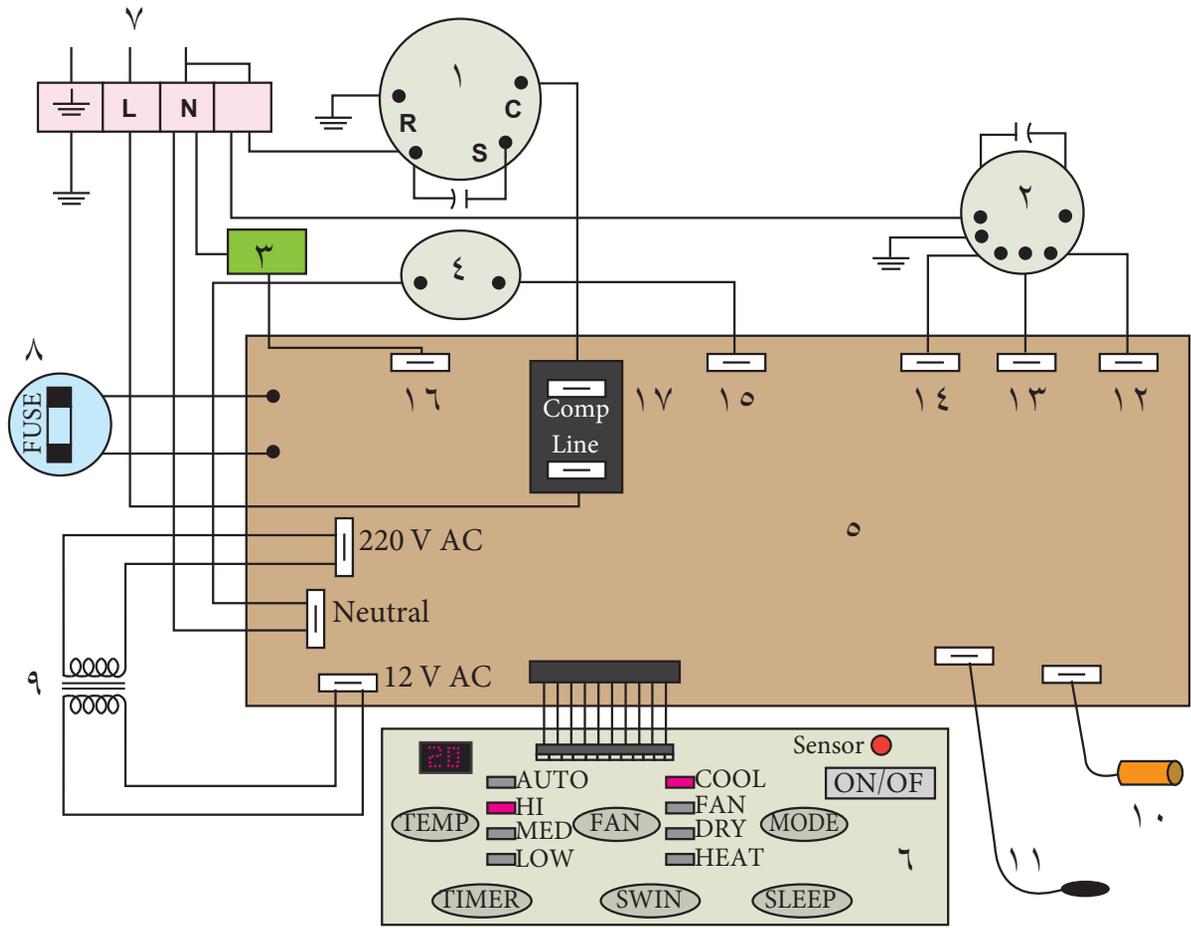
قارن بين دورة التبريد العادية التي تستخدم المسخنات الكهربائية للتدفئة ودورة التبريد المعكوسة من حيث المكونات، وطريقة العمل.

ج - مخطط دائرة كهربائية لمضخة حرارية تستخدم التحكم الإلكتروني: في الآونة الأخيرة، تم استبدال أجهزة التحكم التقليدية (منظم درجة الحرارة، ومنظم إذابة الجليد، ومفاتيح التشغيل والتحكم) بأنظمة تحكم إلكترونية (Electronic Control System) تحتوي مجسات لدرجات الحرارة، ولوحات تحكم إلكترونية مبرمجة، وتمتاز هذه الأنظمة بما يأتي:

١. سهولة التحكم والتشغيل من قبل المستخدم.
 ٢. توفير معدل أعلى من الحماية والأمان للجهاز والمستخدم.
 ٣. رفع كفاءة النظام، وتخفيض كلفة التشغيل.
- والشكل (٢-٢٠) يبين مخططاً كهربائياً لمضخة حرارية تستخدم التحكم الإلكتروني الحديث.

قضية للبحث

ابحث في مصادر المعلومات المتوافرة لديك عن أنظمة التحكم الإلكتروني بمكثف النافذة، وبيّن كيف تؤدي هذه الأنظمة إلى رفع كفاءة المكثف وجعله أكثر أماناً واقتصاداً.

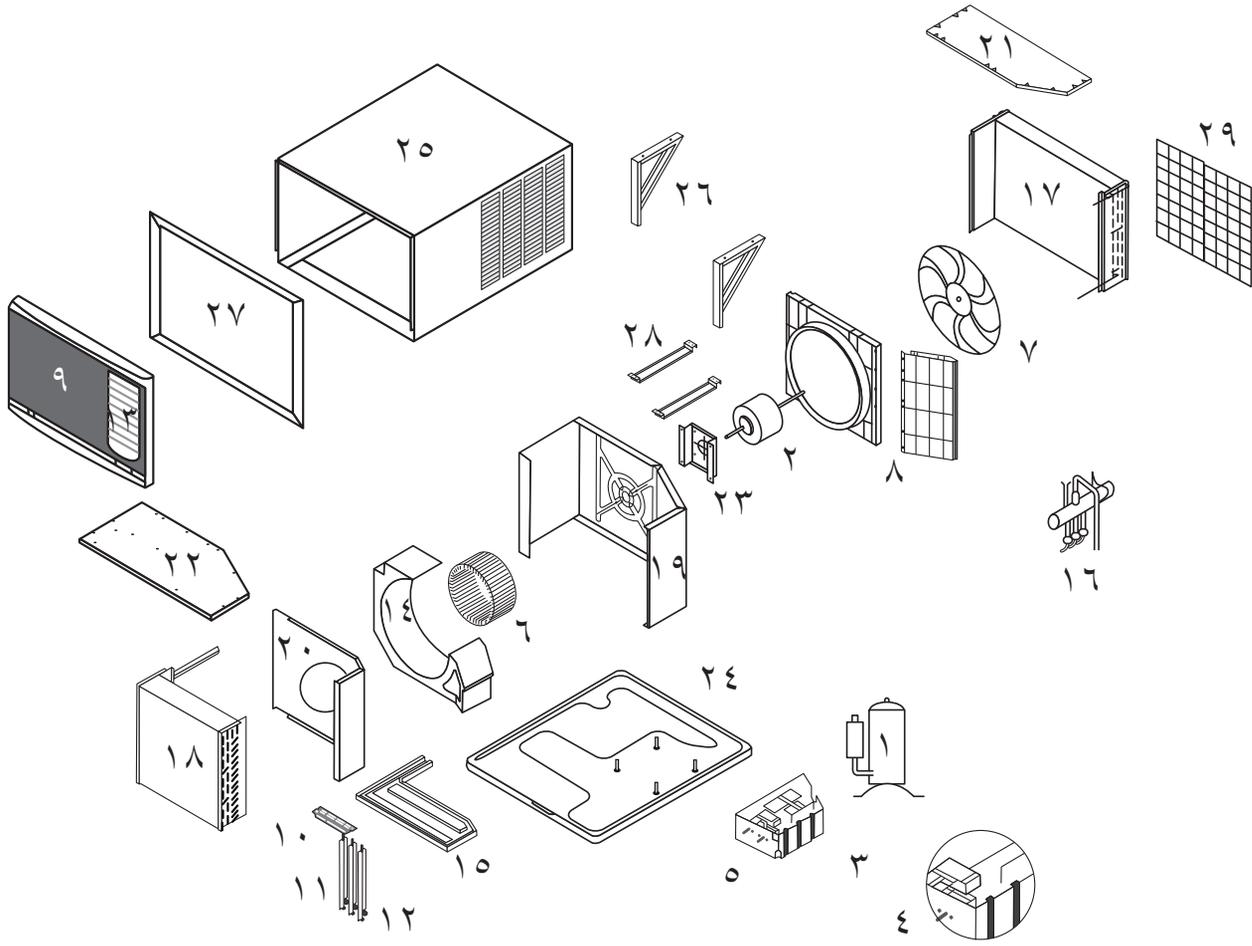


١	محرك الضاغط	٢	محرك المراوح	٣	ملف الصمام العاكس
٤	محرك الموجّهات	٥	لوحة إلكترونية	٦	جهاز التحكم والتشغيل
٧	المصدر الكهربائي	٨	مصهر	٩	محول كهربائي
١٠	حساس درجة حرارة الملف الداخلي	١١	حساس درجة حرارة الحيز المكيف	١٢	خط السرعة المنخفضة
١٣	خط السرعة المتوسطة	١٤	خط السرعة العالية	١٥	خط تغذية محرك الموجّهات
١٦	خط تغذية ملف الصمام العاكس	١٧	خط تغذية محرك الضاغط		

الشكل (٢-٢٠): مخطط كهربائي لمضخة حرارية تستخدم تحكماً إلكترونياً.

٦ منظور تفصيلي لمكيف النافذة

لفك أجزاء مكيف النافذة ومكوناتها وتركيبها، وتسهيل طلب قطع الغيار المناسبة، يتوجب عليك إجادّة التعامل مع المناظير التفصيلية للأجهزة، والشكل (٢-٢١) يبيّن أحد هذه المناظير.



الضاغط	١	محرك المراوح	٢	صندوق التحكم	٣
مفتاح التشغيل	٤	منظم درجة الحرارة	٥	النفّاح	٦
المروحة المحوريّة	٧	حاضنة المكثّف	٨	وجه الجهاز الأمامي	٩
حاملة موجّهات الهواء	١٠	موجّهات الهواء العموديّة	١١	ذراع تحريك الموجّهات	١٢
موجّهات هواء أفقيّة	١٣	مادة عازلة لتخفيض الصوت	١٤	مجرى التصريف	١٥
الصمام العاكس	١٦	ملفّ المكثّف	١٧	ملفّ المبخر	١٨
حاجز معدني معزول	١٩	حاضنة المبخر	٢٠	الغطاء العلوي للمكثّف	٢١
غطاء علوي للمبخر	٢٢	قاعدة محرك المراوح	٢٣	قاعدة الجهاز الرئيسيّة	٢٤
الغلاف الخارجي	٢٥	حاملات وحدة التكييف	٢٦	إطار مطاطي	٢٧
دعامات تقوية	٢٨	شبكة حماية المكثّف	٢٩		

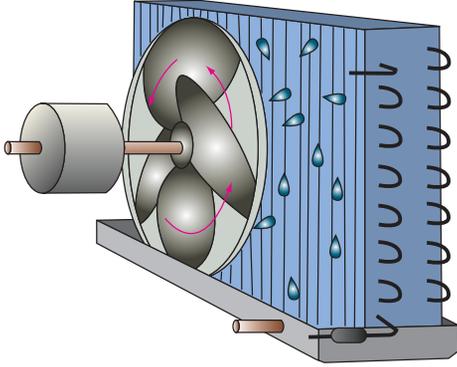
الشكل (٢-٢١): منظور تفصيلي لمكثّف نافذة.

V التشغيل ومبدأ العمل لمكثف النافذة

أ - نضع مفتاح التشغيل على الوضعية المطلوبة (تبريد أو تدفئة)، ونختار السرعة المطلوبة لمحرك المروحة.

ب - نضبط منظم درجة الحرارة على درجة الحرارة المطلوبة للحيث المكثف.

ج - عند تشغيل الجهاز على وضعية التبريد، يبدأ الضاغط ومحرك المراوح بالعمل.



الشكل (٢-٢٢): زيادة كفاءة المكثف باستخدام الرطوبة المتكاثفة.

د - تسحب مروحة المكثف الهواء من المحيط الخارجي وتمرّره عبر ملفات المكثف لتبريد غاز وسيط التبريد، كما ترشّ المروحة وبوساطة إطار حلقي حول شفراتها الماء المتجمّع في حوض الرطوبة المتكاثفة على سطح المكثف؛ لزيادة كفاءة التكييف، كما في الشكل (٢-٢٢).

هـ - تسحب مروحة المبخر (النفّاخ) الهواء من حيث المكثف وتمرّره عبر المنقي؛ لتخليصه من الأتربة والمواد العالقة، ومن ثمّ يتمّ طرد جزء من هذا الهواء من خلال فتحة الهواء العادم (لا توجد هذه الميزة في أنواع مكثفات النافذة كلّها)، وخلط الهواء المتبقي وحسب الحاجة بهواء خارجي، حيث يتمّ التحكم بكمية الهواء الخارجي بوساطة بوابة فتحة الهواء الخارجي (لا توجد هذه الميزة في أنواع مكثفات النافذة كلّها)، ومن ثمّ ترسل الهواء المخلوط إلى ملفات المبخر، حيث يفقد الهواء جزءاً من حرارته بفعل التبادل الحراري مع سائل وسيط التبريد، ويتكاثف بخار الماء المتوافر في الهواء على ملفات المبخر وينساب إلى فتحة التصريف خارجاً.

وبعد تبريد الهواء، يرسله النفّاخ إلى حيث المكثف عبر موجهات الهواء.

و - تستمرّ عملية نقل الحرارة من داخل الغرفة إلى خارجها حتى تصل درجة حرارة حيث إلى الدرجة المضبوط عليها منظم درجة الحرارة، الذي يعمل عندها على إيقاف الضاغط عن العمل، وتستمرّ المروحة في عملها كالمعتاد، ولا يعود الضاغط للعمل مرّة أخرى إلا عند ارتفاع درجة حرارة حيث المكثف مرّة ثانية.

ز - عند اختيار وضع التدفئة باستخدام مفتاح التشغيل، يعمل الصمام العاكس على عكس اتجاه الدورة فيصبح الملف الداخلي هو المكثف ليقوم بعملية التدفئة، والملف الخارجي هو المبخر، وتستمر الدورة في عملها كالمعتاد.

نشاط (٢ - ١٠)

شغل مكيف نافذة على وضعيّة التبريد مدّة ساعة، وراقبه، وسجّل فترات التوقف للضاغط.

فكر، ثمّ أجب

لِمَ ترتفع كفاءة المكثّف عند رشّ الماء المتكاثف عليه بوساطة الإطار الحلقي للمروحة المحوريّة؟

٨ عمليات الشحن والتفريغ لمكثف النافذة

يفرّغ المصنّع لجهاز تكييف النافذة الجهاز ويشحنه بالكميّة المناسبة من وسيط التبريد والتي لا تحتاج إلى أي زيادة أو تغيير طوال فترة عمل الجهاز بشكل طبيعي، وعند حدوث أي عطل في الدورة الميكانيكيّة، فإننا نحتاج وبعد إصلاح العطل إلى إعادة شحن الجهاز بوسيط التبريد.

تمثال عملية تفريغ دورة التبريد لمكثف النافذة وشحنها نظيرتها للثلاجة المنزليّة، وتستخدم مكثفات النافذة وسيط التبريد (R22) والذي استبدل حديثاً بوسيط التبريد (R407A)، أو وسيط تبريد (R410A). ويجب التأكد من جودة عملية التفريغ، خصوصاً للدوائر التي تستخدم وسيط التبريد (R407A)؛ نظراً لقابليته العالية للاختلاط بالماء والزيت، والأخطر أنّ الزيت إذا اختلط بالرطوبة فإنّه يصعب التخلص منها بعملية التفريغ، ويتمّ استخدام مجفّف بدلاً من ذلك؛ لذا يجب عمل الاحتياطات الممكنة كلّها؛ لعدم وصول الرطوبة إلى دورة التبريد.

ملحوظة

يتم شحن المكيف بالغازات المخلوطة بوضع سائل وليس غاز.

سؤال

لم يتم استبدال وسيط التبريد (R22) بوسائط تبريد أخرى؟

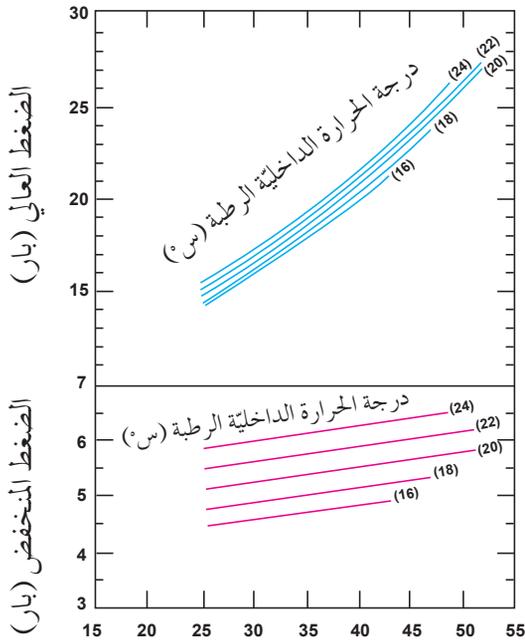
وتتم معايرة شحنة وسيط التبريد بعدة طرق أهمها:

أ - وزن الشحنة: حيث يكتب على كل وحدة تبريد وزن الشحنة المناسب لها.

ب - مخططات الشحن: لاستخدام هذه الطريقة، عليك القيام بما يأتي:

1. اشحن الوحدة بجرعات من غاز وسيط التبريد حتى يتساوى ضغط الوحدة مع ضغط أسطوانة وسيط التبريد.

وسيط التبريد R22



درجة الحرارة الخارجية الجافة (س°)

الشكل (٢-٢٣): مخطط شحن

لوسيط تبريد R22.

2. شغل الوحدة لعشر دقائق.

3. قس درجة حرارة الهواء الخارجي

بوساطة ميزان درجة الحرارة الجافة.

4. بوساطة ميزان درجة الحرارة الرطبة،

قس درجة الحرارة الرطبة للهواء

داخل الحيز المكيف.

5. قس الضغط العالي والمنخفض لدورة

التبريد.

6. استخدم مخطط شحن (Charging

Chart) يتناسب مع وسيط التبريد

المستخدم في وحدة التبريد كالمبين

في الشكل (٢-٢٣)، وأوجد من

خلاله قيمة الضغط العالي والضغط

المنخفض المثاليين، وقارنهما

بضغوط وحدة التكييف، وعاير الشحنة للوصول للضغوط المثالية.

٩ تركيب مكيف النافذة

أ - وضعيات تركيب مكيف النافذة: يمكن تركيب مكيفات الهواء في النوافذ بعدة وضعيات أهمها:



١. تركيب متسطح داخلياً: تركب الوحدة بحيث يكون وجهها الأمامي الداخلي في مستوى سطح الجدار الداخلي، كما في الشكل (٢-٢٤).

٢. التركيب التوازني (داخلياً وخارجياً): تركب الوحدة بحيث يكون نصفها داخل النافذة، ونصفها الآخر خارج النافذة.

الشكل (٢-٢٤): التركيب المتسطح داخلياً لمكيف نافذة.

ملحوظة

بعض التصاميم لمكيفات هواء النافذة لا يمكن تركيبها بأكثر من وضعيّة، وذلك حسب تصميم فتحات سحب الهواء فيها ومكانها.

ب - الأمور الواجب مراعاتها عند تركيب مكيف النافذة

١. اختيار موقع مناسب داخل الغرفة، بحيث يسمح بإيصال الهواء إلى أنحاء الغرفة جميعها.
٢. اختيار موقع الجهاز، بحيث يتعرّض لأقلّ أشعة شمس مباشرة.
٣. اختيار قدرة المكيف، بحيث تتناسب مع الحمل الحراري للحيّز المكيف.
٤. التأكّد من عدم وجود معيقات لحركة الهواء للمكيف.
٥. تركيب الوحدة بشكل مائل قليلاً للخلف؛ للتخلّص من الرطوبة المتكاثفة.
٦. التثبيت الجيّد للوحدة؛ لمنع الاهتزازات والضجيج.

١٠ أعمال الصيانة الوقائية لمكيف النافذة

- يعدّ مكيف النافذة من الأجهزة المعمّرة والتي لا تحتاج إلى الكثير من أعمال الصيانة، لكن لا بدّ من إجراء بعض أعمال الصيانة الدورية الوقائية لهذه الأجهزة مثل:
- أ - تنظيف منقيات الهواء بشكل دوري.
 - ب - تنظيف ملفّات المكثّف والمبخر وزعانفهما بالهواء المضغوط وتمشيّطها - إذا لزم الأمر.
 - ج - التأكّد من سلامة التوصيلات الكهربائيّة ومتانتها.
 - د - التأكّد من عمل فتحات تجديد الهواء من حيث الفتح، والقفل.
 - هـ - تزييت كراسي تحميل عمود المراوح.

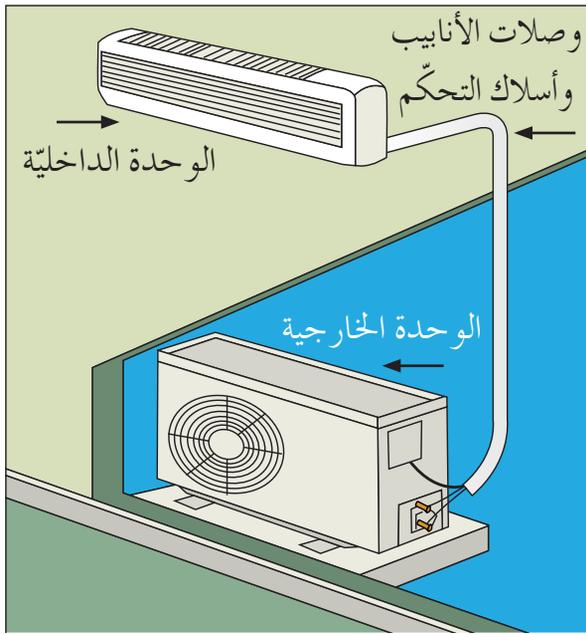
سؤال

ما أهميّة تزييت كراسي تحميل عمود المراوح؟

نشاط (٢ - ١١)

زر إحدى الورش المتخصّصة بصيانة المكيفات المنزليّة، وشاهد أعمال الصيانة الدورية لمكيف نافذة وصورها، وباستخدام برنامج العروض الإلكترونيّة، اعرض ما التقطت من صور على معلّمك وزملائك.

تصنع مكيفات الهواء المجزأة (Split Units Conditioners)، الشكل (٢-٢٥)، طبقاً لدورة وسيط التبريد؛ إذ توضع وحدة التبخير داخل الحيز المكيف وتسمى الوحدة الداخلية (Indoor Unit)، وتوضع وحدة التكثيف خارج الحيز المكيف وتسمى الوحدة الخارجية (Outdoor Unit)، ويتم الربط بينهما بوساطة وصلات كهربائية للتشغيل والتحكم، بالإضافة



الشكل (٢-٢٥): وحدتا مكيف هواء مجزأ.

إلى أنبوبي وسيط تبريد معزولين جيّداً وهما:

- أنبوب غاز وسيط التبريد؛ ويصل مخرج المبخر بخط السحب للضاغط.
- أنبوب سائل وسيط التبريد؛ ويصل سائل وسيط التبريد القادم من المكثف بمدخل المبخر.

وتوجد هذه المكيفات في النوع ذي دورة التبريد العادية والنوع ذي دورة التبريد المعكوسة (المضخة الحرارية)، وبقدرات مختلفة تصل إلى ٣ أطنان تبريد للوحدات أحادية الطور.

١ | مزايا نظام التكييف المجزأ

- أ - بساطة التركيب وجمال الشكل.
- ب - انخفاض مستوى الضجيج داخل الحيز المكيف.
- ج - لا يضرّ بالقدرة الأمنية للمكان المركب فيه.
- د - إمكانية تركيب الوحدة الخارجية في المناور والأماكن الضيقة.
- هـ - لا يشترط وجود واجهة خارجية للحيز المكيف.

فكر، ثمّ أجب

لم يفضل تركيب مكيف النظام المجزأ عن مكيف النافذة في البنوك ومحلات المجوهرات؟

٢ عيوب نظام التكييف المجزأ

أ - قد تنتج عدّة مشكلات عن سوء التركيب، ومن أكثر هذه المشكلات شيوعاً حدوث خفس في أنابيب الوصل، وحدوث تهريب لوسيط التبريد، وتصريف سيء للماء المتكاثف.

ب - عدم تجديد الهواء المكيف.

ج - محدوديّة مسافة التوصيل بين الوحدة الداخليّة والخارجيّة.

د - صعوبة صيانة الوحدة الخارجيّة عند تركيبها في المناور والأماكن الضيّقة.

نشاط (١٢-٢)

قارن بين مكيف النافذة والمكيف المجزأ من حيث المزايا، والعيوب.

٣ الوحدة الداخليّة للنظام المجزأ ومكوّناتها

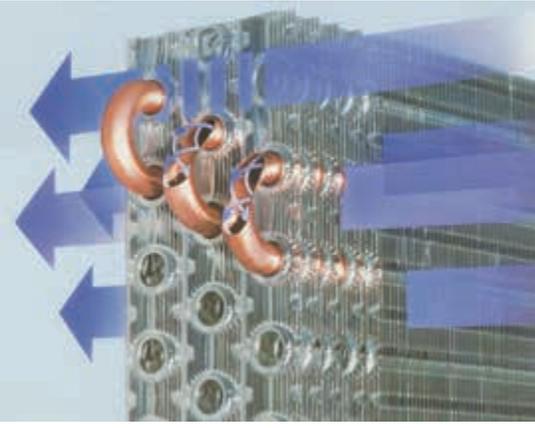


تتكوّن الوحدة الداخليّة من ملفّ المبخر، وحوض الرطوبة المتكاثفة، ومروحة طاردة عن المركز (نفاخ)، ونظام تحكّم إلكتروني، ومنقيّات وموجّهات للهواء، والشكل (٢-٢٦) يبيّن الشكل الخارجي لوحدة داخليّة لمكيف مجزأ.

الشكل (٢-٢٦): الوحدة الداخليّة لمكيف هواء مجزأ.

وفي ما يأتي شرح موجز لأهم مكوّنات الوحدة الداخليّة:

أ - المبخر: مبادل حراري يعمل على تبريد الهواء وإزالة رطوبته، ويتكوّن من مجموعة من الأنابيب النحاسيّة المزعنفة والمتّصلة معاً بوساطة وصلات نحاسيّة على شكل حرف (U)، كما في الشكل (٢-٢٧).



الشكل (٢-٢٧): المبخّر المزعنف.

ب- مروحة المبخّر: وهي من النوع الطارد عن المركز، وتعمل على سحب الهواء من الحيز وتمريه عبر ملفات المبخّر؛ لتبريده وإرساله إلى الحيز المكيف عبر موجّهات الهواء التي تعمل على توجيه الهواء داخل الحيز المكيف.

ج- نظام التحكم الإلكتروني وجهاز التحكم عن بعد: تمّ استبدال أجهزة التحكم التقليدية بلوحة تحكم إلكترونية وجهاز تحكم عن بعد للتحكم بمكوّنات الجهاز جميعها، والشكل (٢-٢٨) يظهر لوحة تحكم إلكترونية، وجهاز تحكم عن بعد.



الشكل (٢-٢٨): لوحة تحكم إلكترونية وجهاز تحكم عن بعد لمكيف مجزأ.

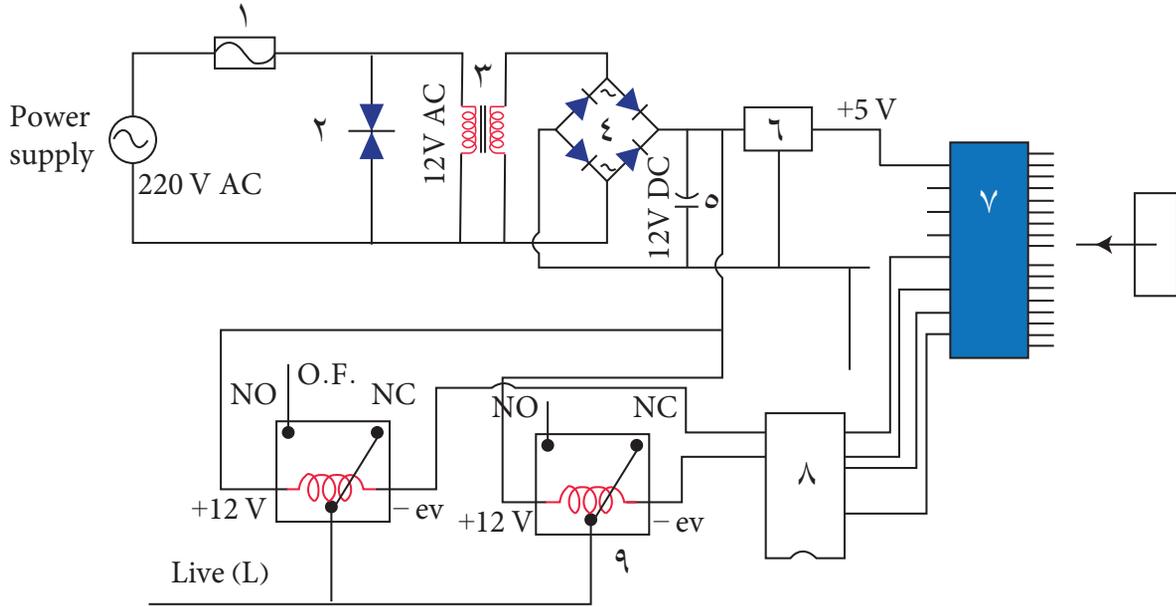
١. اللوحة الإلكترونية وأجزائها: في ما يأتي شرح مبسّط للمكوّنات الرئيسة للوحة الإلكترونية، وذلك لفهم كيفية عملها، وتحكمها في الأجزاء المختلفة لوحدة التكييف. والشكل (٢-٢٩) يظهر مخططاً مبسّطاً للمكوّنات الرئيسة للوحة تحكم إلكترونية.

أ. مصهر: يعمل على حماية الدارة من ارتفاع التيار الكهربائي.

ب. مقاومة متغيرة بتأثير فرق الجهد (Virestor): وتعمل على حماية الدارة من ارتفاع فرق الجهد عن طريق انخفاض مقاومتها، والذي يؤدي إلى ارتفاع شدّة التيار الكهربائي وانصهار مصهر الحماية، وعندها تكون المقاومة المتغيرة قد تلفت ويجب استبدالها.

ج. محوّل كهربائي خافض للجهد.

- د . دائرة التقويم: وتستخدم لتحويل التيار المتناوب إلى تيار مباشر نبضي.
- هـ . مواسع تنعيم للحصول على تيار مستمر ١٠٠٪.
- و . منظم فولطيّة (Regulator): ويعمل على توفير فولطيّة منتظمة لتغذية وحدة المعالجة.
- ح . وحدة المعالجة: وتحتوي على برنامج التحكم بالجهاز، حيث تستقبل المعلومات القادمة من جهاز التحكم عن بعد عبر المستقبل ومن المجسّات، والتصرّف على أساسها تبعاً للبرنامج المخزّن.
- ط . وحدة التحكم: وتعمل على استقبال الإشارات من وحدة المعالجة وإيصال التيار الكهربائي لملفّ المرحل.
- ك . المرحل: ويتكوّن من ملفّ كهربائي يتحكّم بفصل قطع تماس كهربائيّة ووصلها وتتحكّم بتشغيل أحد مكوّنات وحدة التكييف، كمحرّك الضاغط، أو مروحة الوحدة الخارجيّة، أو مروحة الوحدة الداخليّة، أو الصمام العاكس.



١	مصهر	٢	مقاومة متغيّرة	٣	محوّل كهربائي
٤	دائرة توحيد	٥	مواسع	٦	منظم جهد
٧	وحدة المعالجة	٨	وحدة التحكم	٩	مرحل

الشكل (٢-٢٩): مخطّط لوحة إلكترونيّة لمكثف مجزأ.

ابحث في مصادر التعلم المتوافرة لديك عن مزايا التحكم الإلكتروني بالمكيفات المجزأة.

٢. المجسّات: مقاومات متغيّرة القيمة بتغيّر درجات الحرارة، وتستخدم لنقل درجات الحرارة التي تظهرها إلى وحدة المعالجة لكي تستطيع التحكم بالجهاز. ويوجد نوعان من هذه المجسّات (Thermistors)؛ في أحدهما العلاقة بين درجة الحرارة والمقاومة طردية (كلّما ارتفعت درجة الحرارة زادت المقاومة وبالعكس)، وهذا يستخدم في أجهزة التكييف، وفي الآخر العلاقة عكسية (كلّما ارتفعت درجة الحرارة قلت المقاومة). يظهر الشكل (٢-٣٠) المجسّات التي تستخدم عادة في التحكم بالمكيف المجزأ وهي:

أ. مجسّ الغرفة (Room Sensor): يركّب في طريق الهواء الراجع إلى جهاز التكييف، ويثبت في حامل من البلاستيك على المبخر بحيث يكون معزولاً عن أنابيب المبخر وزعانفه، ويعمل عمل منظم درجة الحرارة في الأجهزة التقليدية، حيث يتحسّس درجة الحرارة، ويرسل الإشارة إلى وحدة المعالجة التي تعمل وفقاً لذلك ووفقاً لدرجة الحرارة المطلوبة بواسطة جهاز التحكم عن بعد بتشغيل الضاغط أو إيقافه عن العمل.

ب. مجسّ الوحدة الداخلية (Indoor Sensor): يركّب في بداية ملفّ الوحدة الداخلية ويكون ملائماً له، حيث يعمل على تحسّس حرارة الملفّ وإرسال الإشارات إلى وحدة المعالجة تبعاً لذلك؛ ويقوم بالمهمّات الآتية:

- في وضع التبريد وفي حال عمل الجهاز لفترة محدّدة (تختلف حسب التصميم من جهاز إلى آخر) ولم تنخفض درجة حرارة المبخر عن ٢٤ درجة مئوية تقريباً لأي سبب كان، فإنّه يعمل على إيقاف النظام وتسجيل إشارة خطأ على شاشة النظام، أو ظهور ضوء متقطّع في حال عدم وجود شاشة في النظام.

- في وضع التبريد وفي حال سجّل المجسّ درجة حرارة صفراً مئويّاً أو أقلّ لأي سبب كان (نقصّ الشحنة، أو تعطلّ مروحة المبخّر، أو تعطلّ حسّاس الغرفة) فإنّه يفصل النظام، ويسجّل إشارة خطأ.
 - في وضع التدفئة، لا يسمح لمروحة المبخّر بالعمل إلا إذا سجّل المجسّ درجة حرارة ٣٠ درجة مئوية تقريباً، وذلك لكي لا تدفع هواء بارداً في بدء التشغيل، وللتأكد من عمل النظام وكفاية شحنة وسيط التبريد. وإذا استمرّ النظام في العمل لفترة طويلة من غير وصول درجة حرارة الملفّ الداخلي إلى ٢٠ درجة مئوية يتمّ إيقاف النظام، وتسجيل إشارة خطأ.
 - في وضع التدفئة وفي حال سجّل المجسّ درجة حرارة ٦٨ درجة مئوية لأي سبب كان (تعطلّ مروحة الوحدة الداخليّة، أو تعطلّ حسّاس الغرفة، أو انسداد المنقي)، يفصل النظام، ويسجّل إشارة خطأ.
 - في وضع التبريد أو التدفئة وفي حال اختيار وضع التحكم الآلي لمروحة المبخّر، يغيّر المجسّ سرعة المروحة تبعاً لتغيّر درجة حرارة الهواء المكيف.
- ج. مجسّ الوحدة الخارجيّة (Outdoor Sensor): يركّب في بداية الثلث الأخير من الملفّ الخارجي، ويعمل على التحكم بسرعة مروحة الوحدة الخارجيّة، وتشغيلها وإيقافها، كما يعمل عمل منظم إذابة الجليد؛ بإعادة الدورة عند تكوّن الجليد على الملفّ الخارجي، وعكس الدورة للتدفئة بعد إذابة الجليد.



(أ) مجسّ الغرفة. (ب) مجسّ الوحدة الداخليّة أو الخارجيّة.

الشكل (٢-٣٠): مجسّات مكيف مجزّأ.

فكر، ثم أجب

ما الأسباب المحتملة لعمل نظام التبريد مدّة خمسين دقيقة من غير انخفاض قراءة مجسّ الوحدة الداخليّة عن ٢٤ درجة مئوية؟

ملحوظة

قد تختلف درجات الحرارة والأوقات اللازمة للمجسّات لتسجيل إشارة خطأ حسب نوع الجهاز والشركة الصانعة، كما أنّ بعض الأجهزة لا تحتوي على مجسّ للوحدة الخارجيّة، ويقوم مجسّ الوحدة الداخليّة بوظائفه.

جهاز التحكم عن بعد (Remote Control): جهاز إلكتروني يعمل على تحويل الأوامر التي يقوم بها المستخدم من خلال الضغط على أزرار الجهاز إلى إشارات لاسلكيّة يرسلها إلى وحدة الاستقبال في اللوحة الإلكترونيّة، وهذه الإشارات اللاسلكيّة عبارة عن نبضات من الأشعّة تحت الحمراء والتي لا يمكن رؤيتها بالعين المجرّدة نظرًا لوقوعها ضمن مجال الطيف غير المرئي، ولكن يمكن رؤيتها باستخدام عدسة آلة التصوير.

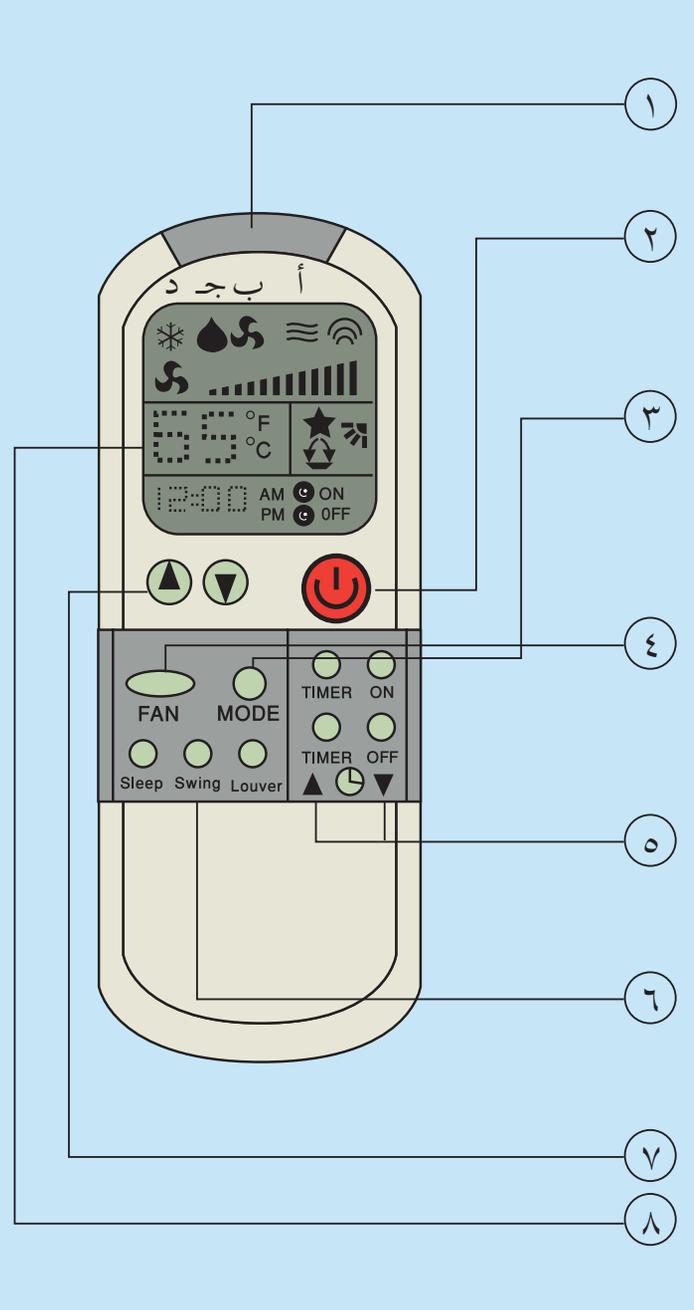
هذا ويجب أن تكون قريبًا من الجهاز المراد تشغيله عند استخدام جهاز التحكم، حيث إنّ هذه الأشعّة لا تخترق الجدران أو الحواجز، ولكي لا يحصل تداخل في الإشارات الخاصّة بالأجهزة المتعدّدة، يستخدم المصنّعون ترددات تختلف من جهاز لآخر؛ لمنع التداخل في عمل الأجهزة.

وتوجد في الأسواق أجهزة تحكم عن بعد قادرة على إرسال باقة متنوّعة من الترددات المختلفة والمتنوّعة للتحكم بأكثر من جهاز.

وتختلف أشكال أجهزة التحكم عن بعد الخاصّة بأجهزة تكييف الهواء وأوامرها من جهاز إلى آخر وحسب التصميم، إلا أنّها تتشابه في الأوامر الرئيسيّة، والشكل (٢-٣١) يظهر أحد أجهزة التحكم عن بعد، والأوامر المتاحة به.

نشاط (٢ - ١٣)

قارن بين أجهزة التحكم التقليدية وأجهزة التحكم الإلكترونية الحديثة من حيث المزايا والعيوب لكل منهما.

	<p>منطقة إرسال الإشارات اللاسلكية إلى المستقبل في اللوحة الإلكترونية</p>	<p>١</p>
	<p>زر التشغيل والإيقاف</p>	<p>٢</p>
	<p>زر اختيار الوضعيات المختلفة (أ - التدفئة ب - مروحة فقط ج - التجفيف د - التبريد)</p>	<p>٣</p>
	<p>زر اختيار سرعة المروحة (منخفضة/ متوسطة/ عالية/ آلي)</p>	<p>٤</p>
	<p>أزرار ضبط التوقيت و التحكم ب ضبط توقيت ساعة النظام</p>	<p>٥</p>
	<p>أزرار التحكم في موجّهات الهواء</p>	<p>٦</p>
	<p>أزرار التحكم بدرجة الحرارة المطلوبة للحيز المكيف</p>	<p>٧</p>
	<p>شاشة عرض الأوامر</p>	<p>٨</p>

الشكل (٢-٣١): أحد أنواع أجهزة التحكم عن بعد.

د - منقيّات الهواء: انتشر في الآونة الأخيرة استخدام أنواع مختلفة من منقيّات الهواء (Air

Filters) في مكيف الهواء المجزأ، ومن أهمّ هذه المنقيّات وأكثرها انتشاراً:

١. المنقيّ الشبكي الجاف: يماثل نظيره المستخدم في مكيف النافذة والذي تمّ شرحه سابقاً.

٢. المنقيّ الكربوني (Carbon Filter): حاوية كربونيّة (مشبعة بعنصر الكربون أو الفحم النباتي)، كما يظهر في الشكل (٢-٣٢)، ويعتمد في عمله على قدرة مادّة الكربون على امتصاص الأبخرة التي تسبّب الروائح الكريهة، ويستطيع هذا المنقيّ امتصاص ٥٠ ٪ من وزنه، ولا يحتاج هذا النوع من المنقيّات للاستبدال



الشكل (٢-٣٢): منقّ كربوني.

وإنما يكفي لعملية تنشيطه وإعادة فعاليته بوضعه تحت أشعة الشمس المباشرة لفترة لا تقلّ عن ساعتين تقريباً.

مراجعة

راجع ما تعلّمته سابقاً عن المنقيّ الشبكي.

٣. المنقيّ الأيوني (Ionic Filter): يحتوي هذا المنقيّ المبين في الشكل (٢-٣٣)

على مولّد فرق جهد عالٍ يحلّل جزيئات الماء التي يحملها الهواء في أثناء مروره



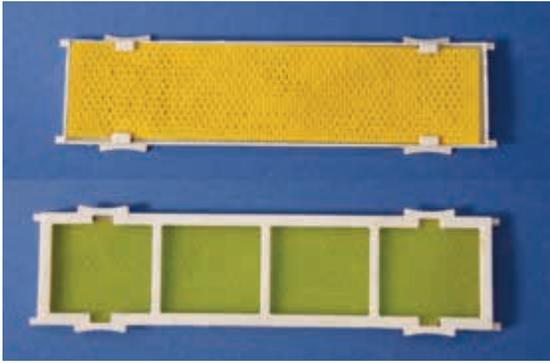
الشكل (٢-٣٣): منقّ أيوني.

بالمنقيّ إلى أيونات (H^{+1}) موجبة، وأيونات (O^{-2}) سالبة، حيث تكوّن سلاسل أيونيّة.

تنتشر هذه الأيونات في أنحاء الغرفة جميعها، وتجذب

إليها الفيروسات والجراثيم عن طريق شحنتها الكهربائية وتدمر جدارها وتقضي عليها، فبعد ساعة من العمل، يكون قد تمّ القضاء على نسبة كبيرة من الميكروبات والفيروسات المتوافرة في الغرفة، كما يعمل هذا المنقي على زيادة نسبة الأكسجين في جو الغرفة وحفظ هواء الغرفة نظيفاً ومنعشاً، كذلك يعمل على تحليل الغازات إلى عناصرها الأولية مما يقلل من الروائح المزعجة، مثل: دخان السجائر، والروائح الكريهة الصادرة من دورات المياه وروائح العفن.

٤. المنقي البيولوجي (Bio Filter): يحتوي هذا المنقي المبين في الشكل

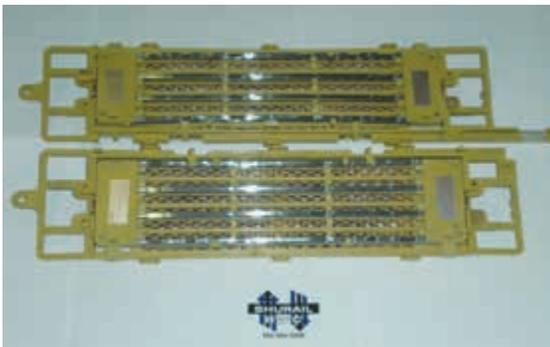


الشكل (٢-٣٤): منقّ بيولوجي.

(٢-٣٤) على أنزيم بيولوجي خاص يقضي على البكتيريا والميكروبات والفطريات، ويلتقط ذرات الغبار الصغيرة، وهو مصنع من موادّ عضويّة طبيعيّة تعمل بشكل متوافق مع البيئة حتى يعطينا هواء صحياً ونظيفاً.

٥. منقي البلازما (Plasma Filter): عند مرور الهواء به، يعمل هذا المنقي المبين

في الشكل (٢-٣٥) على شحن الملوّثات بشحنة موجبة بوساطة سلك متأين بفعل مرور البلازما من خلاله، ثمّ تنجذب هذه الملوّثات نحو لوح تجميع الغبار المشحون بشحنة سالبة، ويتمّ إزالة الميكروبات وذرات الغبار الدقيقة، بالإضافة إلى أنّه يلتقط العثّ وحبوب اللقاح التي تسبّب أمراض الحساسية كالربو،



الشكل (٢-٣٥): منقي بلازما.

كما يتمّ إزالة الروائح الكريهة؛ بسبب التخلص من جزيئات هذه الروائح. ويمكن استخدام هذا النظام مراراً وتكراراً، كما يمكن تنظيفه بسهولة بوساطة غسله في الماء.



الشكل (٣٦-٢): منقي هواء باستخدام مصباح الأشعة فوق البنفسجية.

٦. منقي الأشعة فوق البنفسجية: يستخدم هذا النظام مصابيح الأشعة فوق البنفسجية (Ultra Violet Ray Lamp) والتي تنتج غاز الأوزون الذي يعمل على القضاء على البكتيريا. ويبيّن الشكل (٣٦-٢) أحد أشكال هذه المنقيات.

قضية للبحث

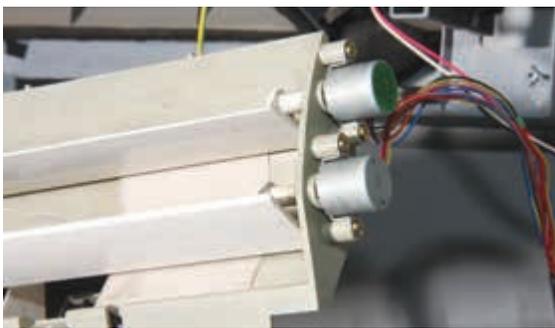
باستخدام مصادر المعلومات المتوفرة لديك، أعد بحثاً موسّعاً عن المنقيات وأنواعها، وقارن بينها.

هـ - حوض تصريف الرطوبة المتكاثفة: تحتوي الوحدة الداخلية للمكيف المجزأ على حوض،



الشكل (٣٧-٢): حوض تصريف الرطوبة لوحدة داخلية للمكيف المجزأ.

كما يظهر في الشكل (٣٧-٢)، وذلك لتجميع الرطوبة المتكاثفة من المبخّر وتصريفها بالجريان الطبيعي أو القصري (باستخدام مضخة) عبر خرطوم التصريف إلى خارج الحيز المكيف، حيث يوضع حوض التصريف أسفل المبخّر.



الشكل (٣٨-٢): موجّهات الهواء.

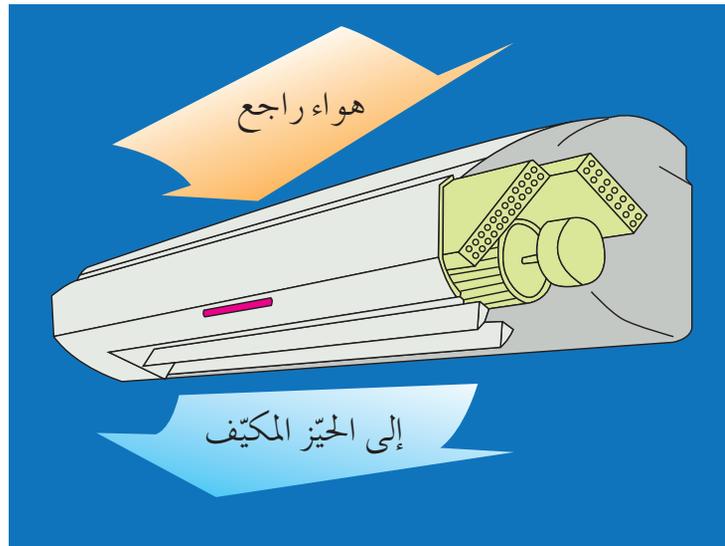
و- موجّهات الهواء: مجموعة من الريش الأفقية والعمودية والتي يتم تحريكها بطريقة يدوية أو أوتوماتيكية بوساطة محرّكات كهربائية، كما في الشكل (٣٨-٢)، وتعمل على توزيع الهواء داخل الحيز المكيف.

٤ أشكال الوحدات الداخلية للمكيف المجزأ

تقسم الوحدات الداخلية للمكيف المجزأ حسب شكلها ومكان تركيبها إلى:
أ - الوحدات الجدارية: تتركب على الجدران، كما في الشكل (٢-٣٩)، وتعدّ الأكثر شيوعاً نظراً لانخفاض كلفتها، وجمال شكلها، وسهولة تركيبها.
وتكون حركة الهواء للوحدات الجدارية، كما هو مبين في الشكل (٢-٤٠).

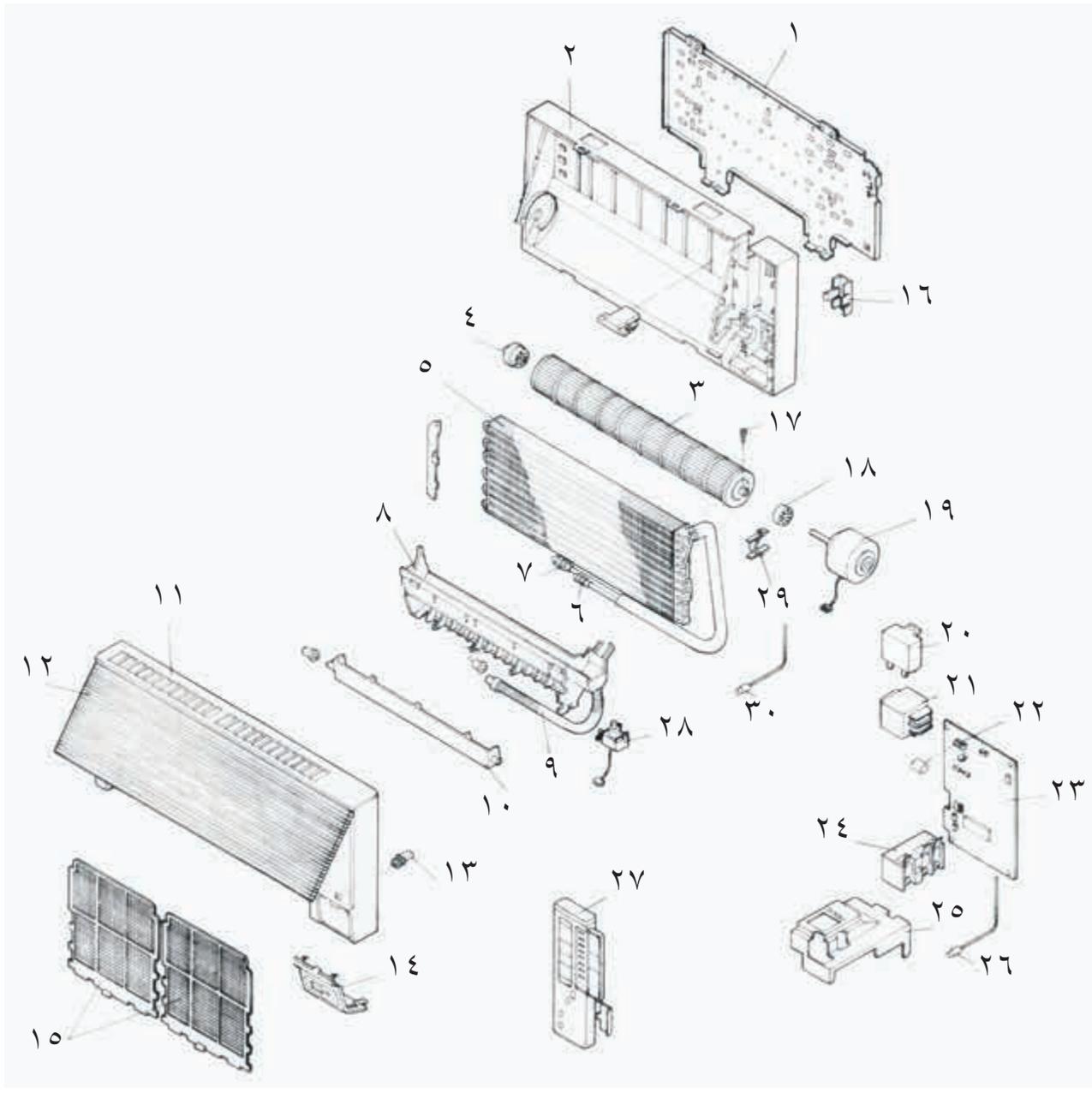


الشكل (٢-٣٩): وحدة تكييف جدارية.



الشكل (٢-٤٠): حركة الهواء للوحدات الجدارية.

والشكل (٢-٤١): يبين وحدة تكييف جدارية مفككة وأجزاءها الداخلية.



١	حاملة الوحدة	٢	الهيكل الحاضن للوحدة	٣	النفّاخ
٤	حاملة النفّاخ المرنة	٥	المبخر	٦	أنبوب غاز وسيط التبريد
٧	أنبوب سائل وسيط التبريد	٨	حوض التصريف	٩	خرطوم التصريف
١٠	موجّه الهواء	١١	غطاء الوحدة الخارجي	١٢	غطاء منقيّات الهواء
١٣	قفل باب المنقيّات	١٤	لوحة تشغيل الإشارات واستقبالها	١٥	منقيّات الهواء
١٦	فتحة علويّة لخروج الأنابيب	١٧	برغي تثبيت النفّاخ	١٨	وصلة الربط بين المحرك والنفّاخ

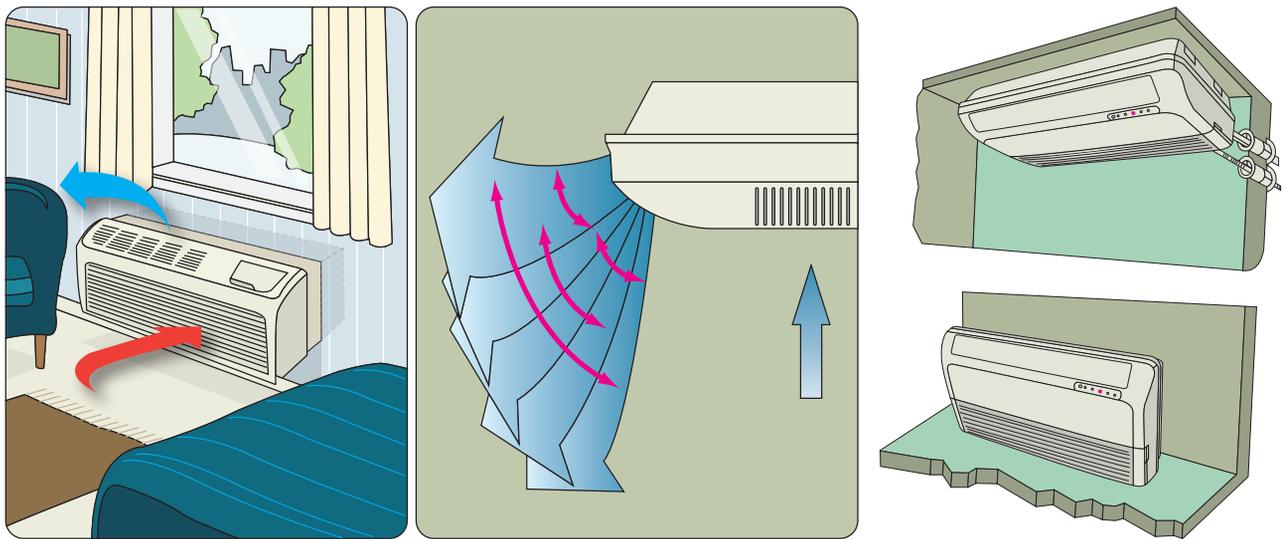
١٩	محرك المروحة	٢٠	موسع محرك المروحة	٢١	محول خافض للجهد
٢٢	مصهر	٢٣	لوحة تحكم إلكترونية	٢٤	علبة توصيلات كهربائية
٢٥	غطاء لوحة التحكم	٢٦	حساس درجة حرارة الغرفة	٢٧	جهاز التحكم عن بعد
٢٨	محرك موجّهات الهواء	٢٩	دعامة تثبيت النفاخ	٣٠	حساس الوحدة الداخلية

الشكل (٢-٤١): وحدة داخلية مفككة.

نشاط (٢ - ١٤)

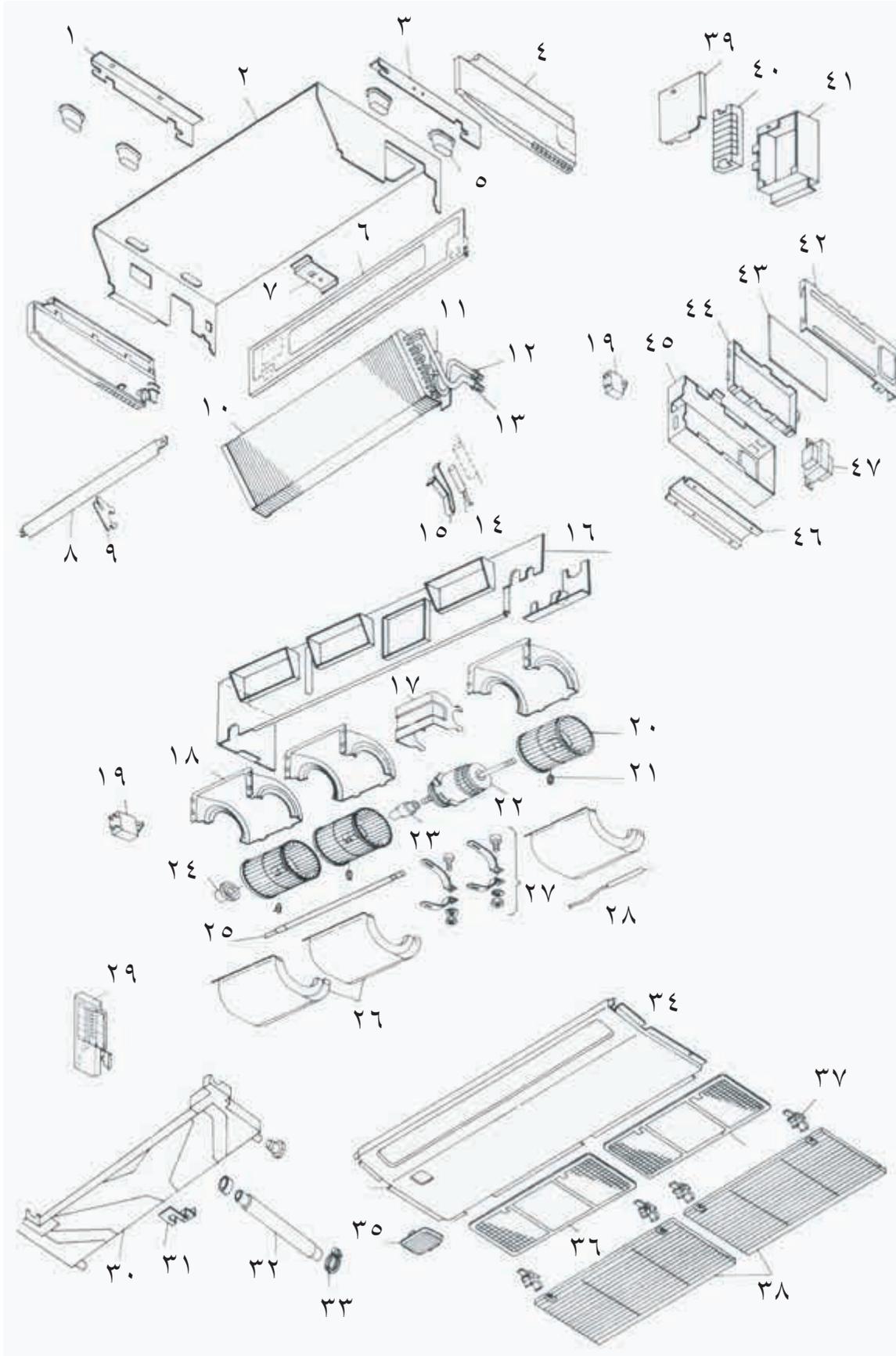
زر أحد المعارض المتخصصة بأجهزة التكييف المنزلي، وشاهد الأشكال المختلفة للوحدات الجدارية وصورها، واعرض ما صورت على معلمك وزملائك.

ب- الوحدة السقفية/ الأرضية (Ceiling /Floor Unit): وتركب معلقة على السقف، أو مثبتة على الجدار بالقرب من الأرض، كما يظهر في الشكل (٢-٤٢)، وتمتاز هذه الوحدات عند تركيبها بالأسقف بأنها لا تشغل مساحة جدارية داخل الحيز المكيف، ولذلك تستعمل غالبًا في المحلات التجارية، حيث تمتلئ الجدران بالمعروضات. وتكون حركة الهواء لهذه الوحدات، كما هو مبين في الشكل (٢-٤٣).



الشكل (٢-٤٢): وحدة داخلية سقفية/ أرضية. الشكل (٢-٤٣): حركة الهواء للوحدات السقفية/ أرضية.

والشكل (٢-٤٤): يبين وحدة سقفية مفككة وتظهر أجزاؤها الداخلية.



الحاملة المعدنية اليسرى للوحة	٣	الغلاف العلوي للوحدة	٢	الحاملة المعدنية اليسرى للوحة	١
الواجهة الأمامية للوحدة	٦	غطاء برغي التثبيت	٥	الغطاء الجانبي للوحدة	٤
حاملة موجّهات الهواء	٩	موجّه الهواء الأفقي	٨	دعامة التثبيت	٧
أنبوب السائل	١٢	المجفّف	١١	المبخر	١٠
مثبت مجسّ الوحدة الداخلية	١٥	مجسّ الوحدة الداخلية	١٤	أنبوب الغاز	١٣
حاضنة النفاخ العلوية	١٨	دعامة تثبيت المحرّك	١٧	مخرج الهواء	١٦
برغي تثبيت النفاخ	٢١	النفاخ	٢٠	مواسع محرّك النفاخات	١٩
حاملة النفاخ المرنة	٢٤	وصلة ربط عمود المحرّك بعمود دوران النفاخات	٢٣	محرّك النفاخ	٢٢
مرابط تثبيت محرّك النفاخات	٢٧	حاضنة النفاخ السفلية	٢٦	عمود دوران النفاخات	٢٥
حوض التصريف	٣٠	جهاز التحكم عن بعد	٢٩	مجسّ درجة حرارة الغرفة	٢٨
مربط خرطوم التصريف	٣٣	خرطوم التصريف	٣٢	حامل حوض التصريف	٣١
منقيّات الهواء	٣٦	غطاء مستقبل الإشارات	٣٥	الواجهة السفلية للوحدة	٣٤
غطاء علبة توصيل الأسلاك	٣٩	غطاء منقيّ الهواء	٣٨	حاملة باب منقيّ الهواء	٣٧
غطاء صندوق التحكم	٤٢	علبة توصيل الأسلاك	٤١	قاعدة علبة توصيل الأسلاك	٤٠
صندوق التحكم	٤٥	حاملة اللوحة الإلكترونية	٤٤	لوحة التحكم الإلكترونية	٤٣
		محوّل خافض للجهد	٤٧	دعامة تثبيت صندوق التحكم	٤٦

الشكل (٢-٤٤): وحدة سقفية مفكّكة.

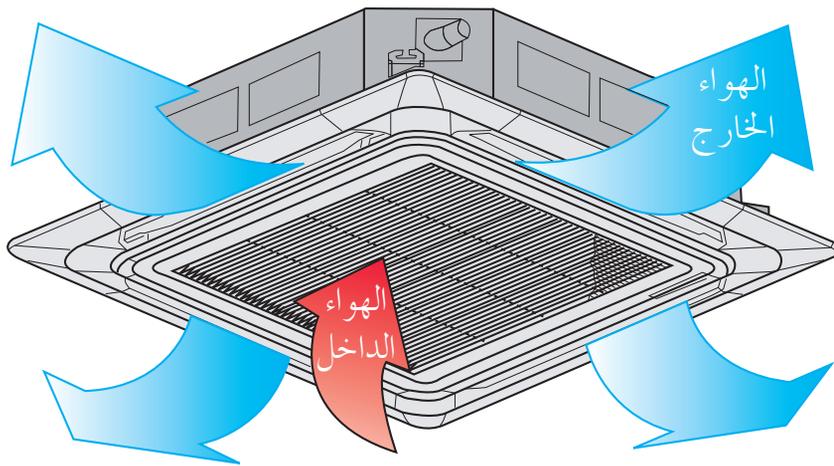
نشاط (٢ - ١٥)

باستخدام مصادر المعلومات المتوافرة لديك، اكتب تقريرًا تقارن فيه بين الوحدة الجدارية والسقفية من حيث الشكل، ومكان التركيب.

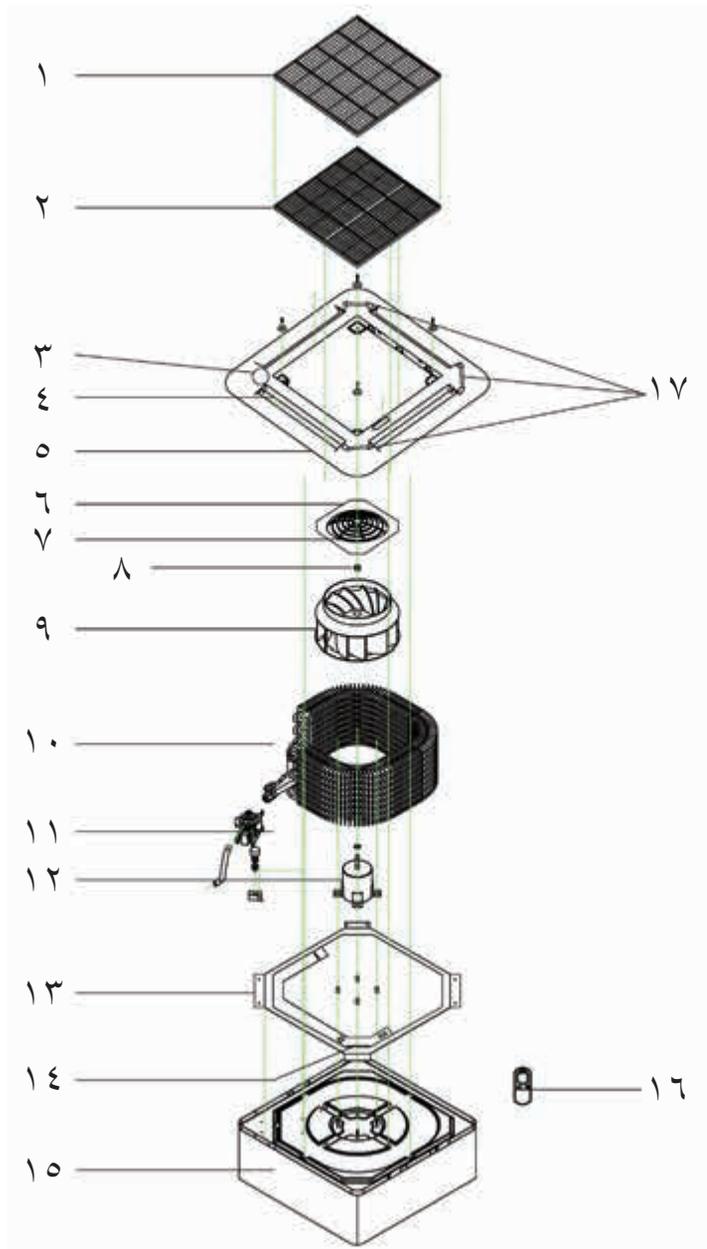
ج- الوحدة الشبه مخفية خلف السقف (Cassette Unit): تستخدم هذه الوحدة في المباني التي تستخدم الأسقف المعلقة، حيث لا يظهر من هذه الوحدة سوى وجهها، كما في الشكل (٢-٤٥)، وتمتاز هذه الوحدة بجمال منظرها، وسهولة التخلص من الرطوبة المتكاثفة نظراً لوجود مضخة خاصة لذلك، وأنها لا تشغل مساحة جدارية، كما تمتاز بكفاءة توزيع الهواء، حيث توجد هذه الوحدات بفتحات خروج متعددة للهواء. وتكون حركة الهواء للوحدات الشبه مخفية، كما هو مبين في الشكل (٢-٤٦). والشكل (٢-٤٧) يظهر وحدة شبه مخفية مفككة.



الشكل (٢-٤٥): وحدة شبه مخفية مركبة في سقف معلق.



الشكل (٢-٤٦): حركة الهواء لوحدة شبه مخفية.



١	غطاء منقيّات الهواء	٢	منقيّات الهواء	٣	محرك موجّهات الهواء
٤	موجّهات الهواء	٥	الواجهة الأمامية للوحدة	٦	غطاء النفّاخ
٧	شبكة حماية النفّاخ	٨	صمّولة تثبيت المحرك بالنفّاخ	٩	النفّاخ
١٠	المبخر	١١	مضخّة تصريف الماء	١٢	محرك النفّاخ
١٣	حوض التصريف	١٤	اللوحة الإلكترونيّة ومستقبل الإشارة	١٥	الهيكل الخارجي للوحدة
١٦	جهاز التحكم عن بعد	١٧	إطار مطّاطي مرن		

الشكل (٢-٤٧): وحدة تكييف شبه مخفية مفكّكة.

د - الوحدات العمودية (Free Stand): وتمتاز هذه الوحدات كالظاهرة في الشكل (٤٨-٢) بقوة دفع الهواء، وتركب عادة في الأماكن والصالات الكبيرة، كما أنّها تناسب الأماكن ذوات الأسقف المرتفعة.



الشكل (٤٨-٢): وحدات داخلية عمودية.

نشاط (٢ - ١٦)

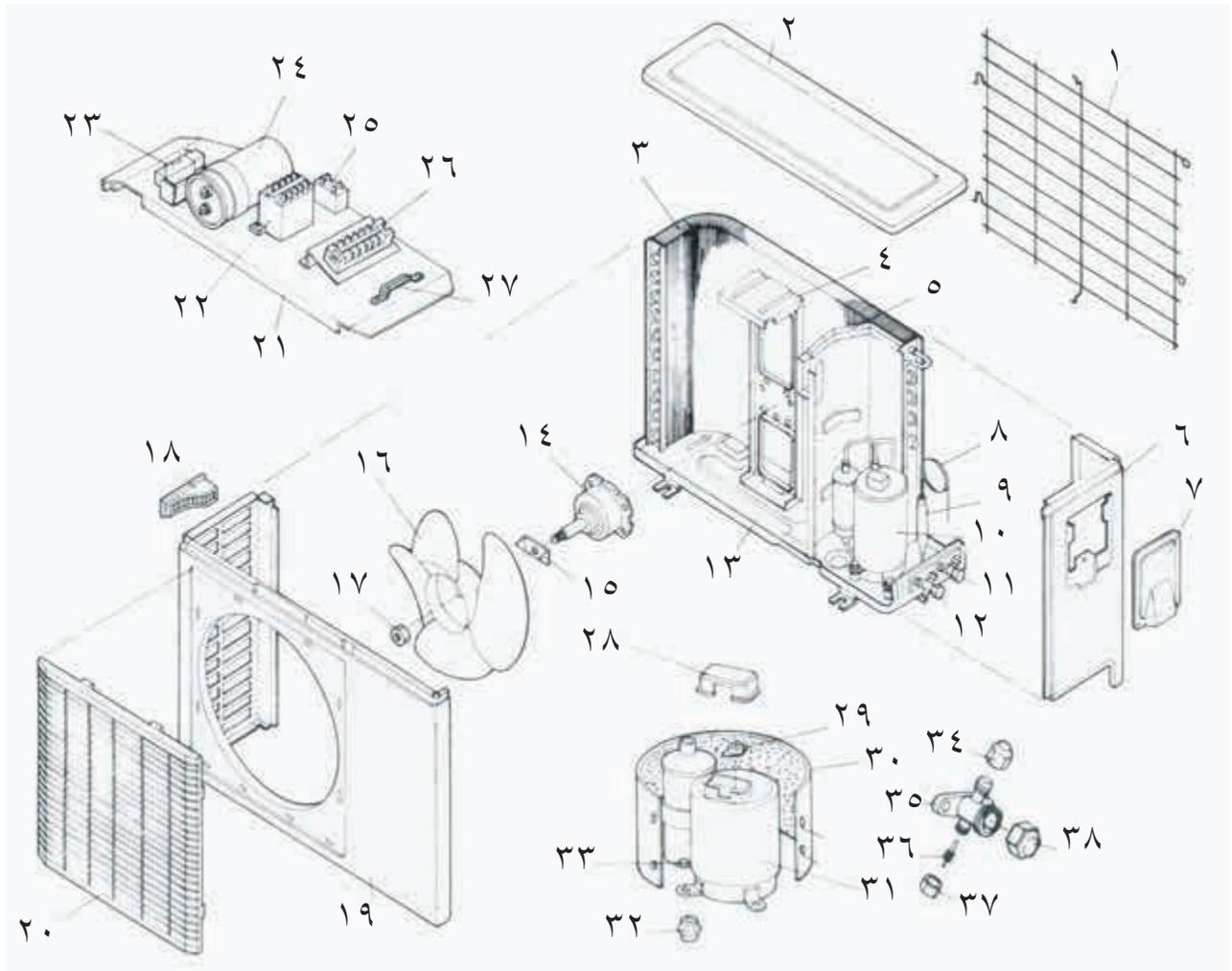
زر أحد معارض بيع أجهزة تكييف الهواء، وشاهد الأشكال المختلفة للوحدات الداخلية للمكيف المجزأ وصورها، واعرضها على زملائك باستخدام برنامج العروض الإلكترونية.

٥ الوحدة الخارجية للنظام المجزأ ومكوناتها



تتكوّن الوحدة الخارجية، كما في الشكل (٤٩-٢)، من ضاغط، ومكثف، والمروحة الخاصة به، وصمام تمدد، وصمامات الخدمة، والدارة الكهربائية الخاصة بهذه المكونات، وتحتوي المضخات الحرارية على صمام عاكس وصمام عدم رجوع. والشكل (٥٠-٢) يظهر وحدة خارجية مفككة، ويبيّن أجزاءها.

الشكل (٤٩-٢): وحدة خارجية لمكيف مجزأ.



المكثف	٣	الغطاء العلوي	٢	شبكة حماية المكثف	١
الغطاء الجانبي الأيمن	٦	حاجز فصل الضاغط عن المكثف	٥	حامل محرك المروحة	٤
المجفف	٩	الأنبوب الشعري	٨	غطاء علبة التوصيلات الكهربائية	٧
صمام خدمة خط الغاز	١٢	صمام خدمة خط السائل	١١	الضاغط	١٠
أداة ربط المروحة بالمحرك	١٥	محرك المراوح	١٤	قاعدة الجهاز	١٣
تجويف لحمل الجهاز	١٨	صمولة تثبيت المروحة	١٧	المروحة المحورية	١٦
حاملة أجهزة التحكم	٢١	شبكة حماية المروحة	٢٠	الواجهة الأمامية للجهاز	١٩
موسع محرك الضاغط	٢٤	مصهر	٢٣	مرحل تشغيل الضاغط	٢٢
مربط الكيبل الكهربائي	٢٧	علبة التوصيلات الكهربائية	٢٦	موسع محرك المروحة	٢٥
عازل حراري	٣٠	قاطع الوقاية من زيادة الحمل	٢٩	غطاء علبة توصيل محرك الضاغط	٢٨

الضابط	٣١	لحم مطاطية مانعة للاهتزاز	٣٢	خزان السائل	٣٣
غطاء صمام الخدمة	٣٤	صمام الخدمة	٣٥	إبرة بلف صمام الخدمة	٣٦
غطاء بلف الخدمة	٣٧	غطاء يد صمام الخدمة	٣٨		

الشكل (٢-٥٠): وحدة خارجية مفككة.

نشاط (٢ - ١٧)

بالاستعانة بمعلم المشغل، فكّ وحدة مكيف هواء مجزأ خارجية، وتعرّف إلى أجزائها.

وفي ما يأتي شرح موجز لمكوّنات الوحدة الخارجية:

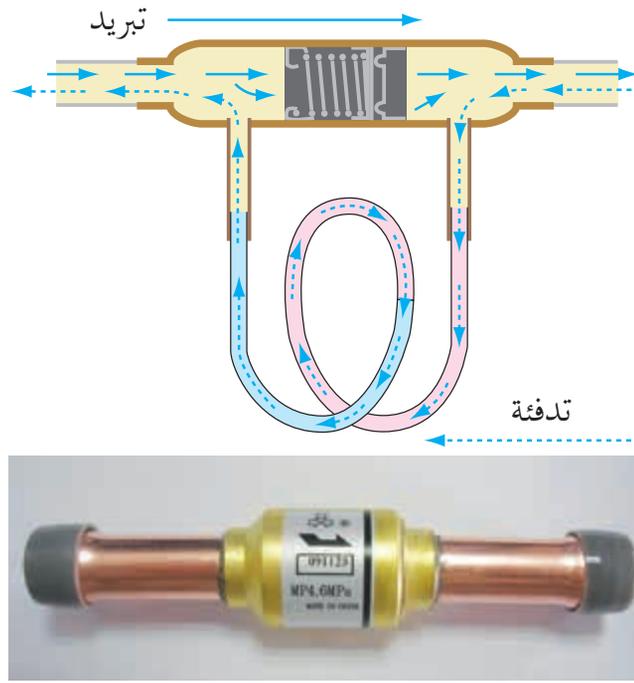
أ - يتشابه الضابط، والمكثف، ومروحة المكثف، والصمام العاكس، مع نظرائهم لمكيف النافذة.

مراجعة

راجع ما تعلمته سابقاً عن الضواغط، والمكثفات المزعفة، والصمام العاكس المستخدمة في مكيف النافذة.

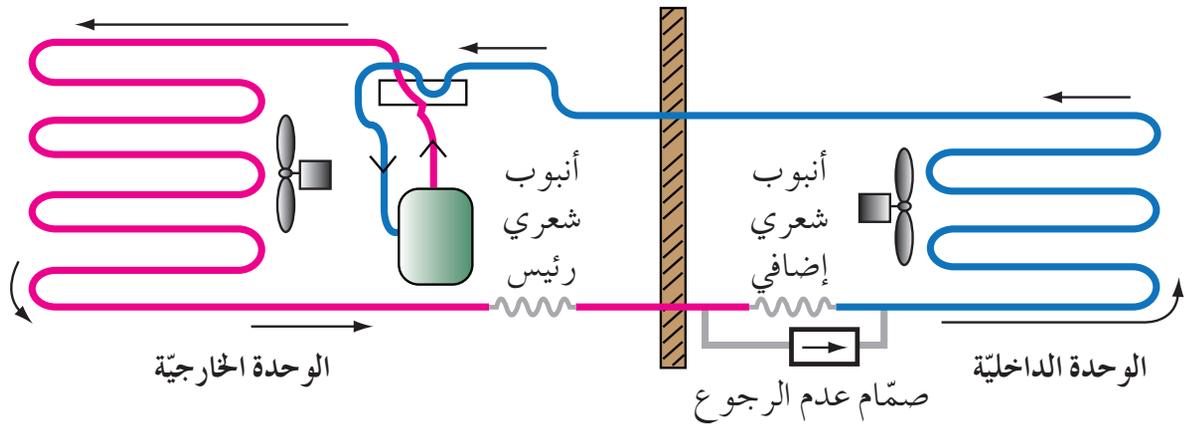
ب- الأنبوبة الشعرية: تشبه نظيرتها لمكيف النافذة، وفي الأجهزة القديمة كانت توضع ضمن الوحدة الداخلية؛ لزيادة الكفاءة وإعطاء تأثير تبريدي مباشر، إلا أنّ الأصوات العالية الناتجة عن اهتزاز الأنبوبة الشعرية وعملية البخ جعلت المصنعين يتجهون إلى وضعها في الوحدة الخارجية.

ج- صمام عدم الرجوع (Check Valve): وهو صمام يسمح لوسيط التبريد بالمرور باتجاه واحد، ويستخدم في المضخة الحرارية، ويتصل على التوازي مع أنبوب شعري إضافي، كما في الشكل (٢-٥١)، ويبيّن الشكل (٢-٥٢) الدورة الميكانيكية لمضخة حرارية، حيث يسمح صمام عدم الرجوع في دورة التبريد العادية لوسيط التبريد القادم من الأنبوب الشعري الرئيس بالمرور إلى ملفّ الوحدة الداخلية (المبخر).



الشكل (٢-٥١): صمام عدم الرجوع.

أما في الدورة العكسيّة، فيعمل هذا الصمام على منع مرور سائل وسيط التبريد القادم من ملفّ الوحدة الداخليّة (المكثّف في هذه الحالة)، فيمرّ سائل وسيط التبريد عبر الأنبوب الشعري الإضافي، حيث ينخفض ضغطه ثم يمرّ في الأنبوب الشعري الرئيس فينخفض ضغطه مرّة أخرى، وبالتالي تنخفض درجة الحرارة اللازمة لتبخير سائل وسيط التبريد، حيث تكون درجة حرارة الوسط الخارجي منخفضة وبالتالي ترتفع كفاءة الجهاز، وتتمّ حماية الضاغط من احتمال عودة وسيط التبريد بالحالة السائلة إلى الضاغط.

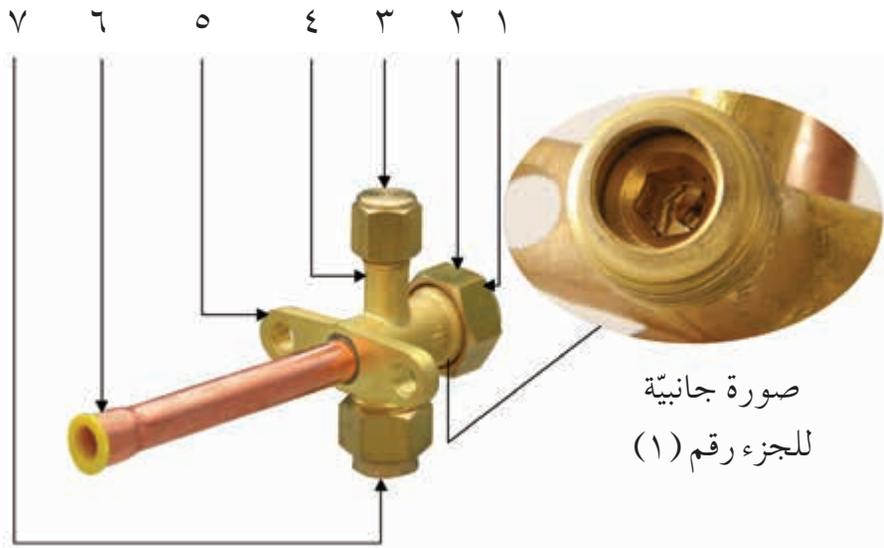


الشكل (٢-٥٢): صمام عدم الرجوع في دورة ميكانيكيّة لمضخة حراريّة.

فكر، ثم أجب

لم لا يستخدم صمام عدم الرجوع في أجهزة التكييف ذوات دورة التبريد العادية؟

د - صمامات الخدمة (Service Valves): يبين الشكل (٢-٥٣) أحد صمامات الخدمة والتي تتركب على مدخل وحدة التكييف ومخرجها؛ لوصلها مع وحدة التبخير، ولتسهيل عمليات التفريغ والشحن والصيانة للمكيف المجزأ.



١	يد الصمام ويتم تحريكها بواسطة مفتاح سداسي	٢	غطاء يد الصمام	٣	غطاء صمام الخدمة
٤	صمام الخدمة	٥	جسم الصمام	٦	خط وحدة التكييف
٧	خط وحدة التبخير				

الشكل (٢-٥٣): صمام خدمة لمكيف مجزأ.

ويستخدم صماما خدمة في المكيف المجزأ وهما:

١. صمام خط السائل: يشبه صمام خدمة الضاغط الذي درسته سابقاً، حيث يحتوي هذا الصمام عادة على ثلاثة خطوط هي: الخط الأول وهو خط وحدة التبخير ويتصل مع بداية ملف الوحدة الداخلية، والخط الثاني وهو صمام

الخدمة وقياس الضغوط، حيث يكون هذان الخطان متصلين معًا بشكل دائم، أما الخط الثالث، فهو خط وحدة التكثيف ويتصل بالأنبوبة الشعرية في الوحدة الخارجية، ويتصل مع الخطين السابقين عند تحريك يد الصمام عكس عقارب الساعة بواسطة مفتاح سداسي الشكل، ويفصل عنهما عند إغلاق يد الصمام باتجاه عقارب الساعة.

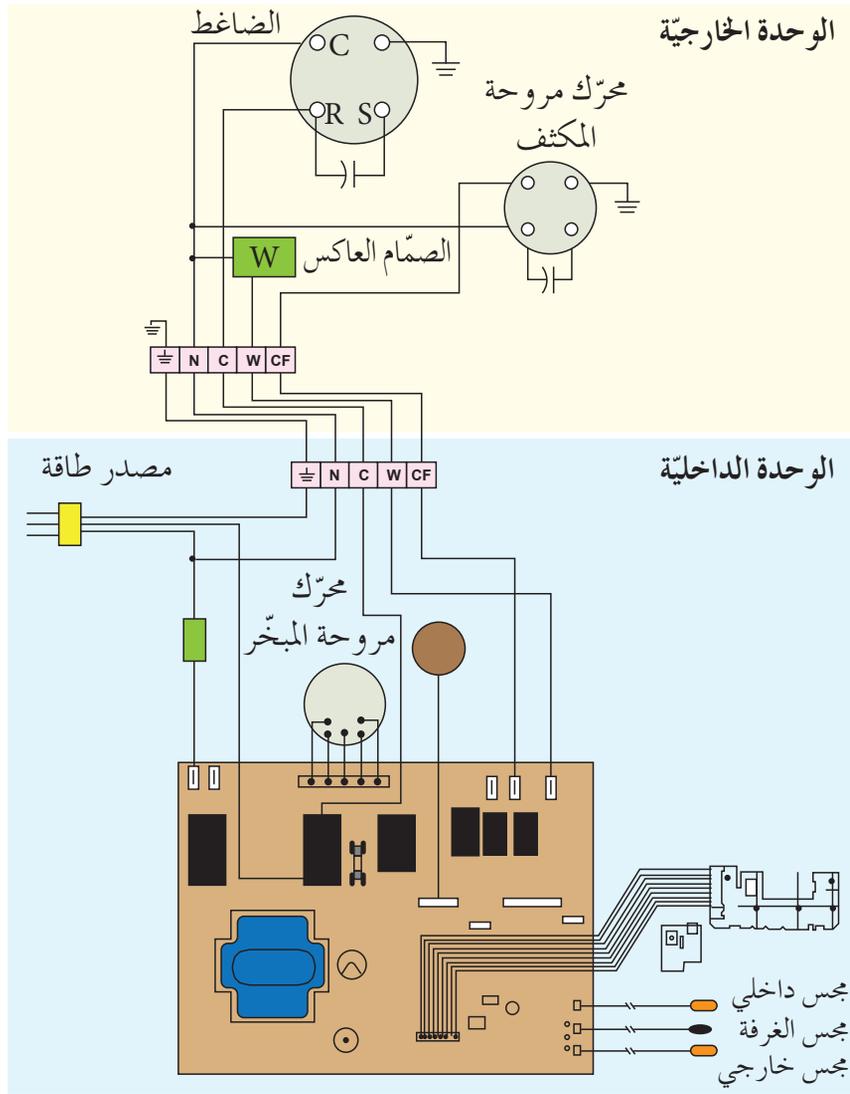
٢. صمام خط الغاز: يتشابه من حيث التركيب والفتح والإغلاق مع صمام خط السائل إلا أنه أكبر حجمًا، ويتصل الخط الأول له بمخرج المبخر، والخط الثاني صمام الخدمة وقياس الضغوط، ويتصل الخط الثالث بخط السحب للضاغط. ويبيّن الشكل (٢-٥٤) الأجزاء الداخلية لصمام خدمة.



الشكل (٢-٥٤): الأجزاء الداخلية لصمام خدمة.

٦ الدارة الكهربائية للمكيف المجزأ

تحتوي الوحدة الداخلية على أجزاء كهربائية متصلة باللوحة الإلكترونية وعلبة توصيل كهربائية معدة لإيصال التيار الكهربائي لأجزاء الوحدة الخارجية، حيث تكون هذه العلبات عادة مرقمة ليسهل توصيلها بعلبة مشابهة في الوحدة الخارجية. وتحتوي الوحدة الخارجية على أجزاء كهربائية متصلة بوساطة علبة توصيل مماثلة لنظيرتها في الوحدة الداخلية من حيث الشكل، والترقيم، وعند تركيب المكيف، يتم التوصيل بين علبة الوحدة الداخلية والوحدة الخارجية لتكتمل الدارة الكهربائية للمكيف، كما هو مبين في الشكل (٢-٥٥).

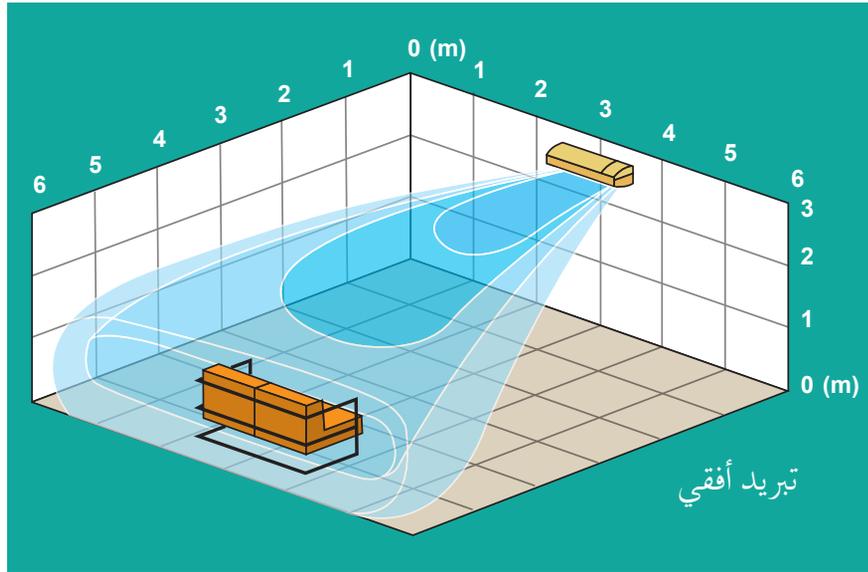


الشكل (٢-٥٥): دائرة كهربائية لمكثف مجزأ.

V تركيب المكثف المجزأ

- أ - عند اختيار جهاز التكييف وتركيبه، يجب عليك مراعاة الأمور الآتية:
١. تأكد من تناسب قدرة الجهاز مع أقصى حمل حراري للحيز المكثف.
 ٢. تأكد من وجود مصدر كهربائي يتناسب مع قدرة الجهاز.
 ٣. تأكد من سلامة مكونات الجهاز وعدم تعرضها للكسر قبل البدء بتركيب الجهاز.
- ب - يراعى عند اختيار الوحدة الداخلية وتركيبها ما يأتي:
١. اختيار شكل الوحدة ولونها الأكثر تناسبا مع الحيز؛ لضمان عدم تشويه الشكل الجمالي للحيز، وعدم إشغال الوحدة لحيز كبير.

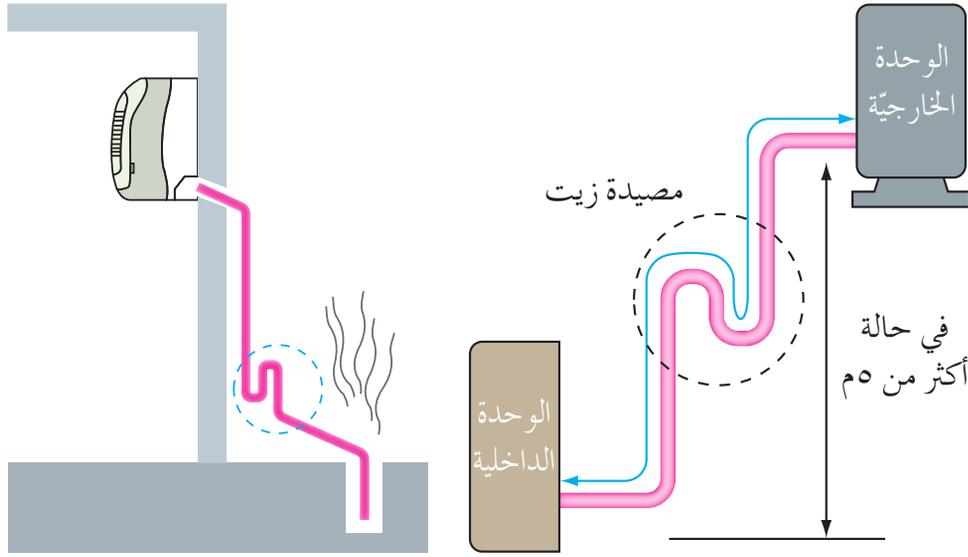
٢. اختيار المكان المناسب لوضع الوحدة، بحيث تستطيع سحب الهواء وتوزيعه بشكل متكافئ إلى أركان الحيز جميعها، كما في الشكل (٢-٥٦).
٣. تثبيت الوحدة بشكل جيّد ومتوازن؛ لمنع حدوث أصوات مزعجة، ولتصريف الرطوبة المتكاثفة بشكل صحيح.
٤. اختيار مكان قريب من مصدر الطاقة الكهربائيّة.
٥. اختيار مكان يسهل تصريف الماء المتكاثف من خلاله.



الشكل (٢-٥٦): توزيع الهواء بشكل متكافئ للحيز.

- ج - يراعى عند تركيب الوحدة الخارجية ما يأتي:
 ١. اختيار المكان المناسب لوضع الوحدة، بحيث تستطيع سحب الهواء ودفعه بحريّة ومن غير أيّ إعاقات، وأن تكون بعيدة عن أشعة الشمس المباشرة.
 ٢. اختيار مكان التركيب، بحيث يسمح بسهولة الصيانة للوحدة.
 ٣. التثبيت الجيّد والمتوازن للوحدة.
 ٤. أن تكون بعيدة عن الحيز وغرف النوم ما أمكن لتجنّب الإزعاج والضجيج.
- د - يراعى عند تركيب خطوط الوصل ما يأتي:
 ١. أن تكون المسافة بين الوحدات أقلّ ما يمكن، والرجوع لتعليمات الشركة الصانعة بخصوص الأطوال المسموحة، بحيث لا تزيد عادة المسافة العموديّة

- بين الوحدين على (٥) أمتار، ومجموع المسافة العمودية والأفقية على (١٥) مترًا لمعظم أنواع المكيفات المنزلية.
٢. عمل مصيدة للزيت، كما في الشكل (٢-٥٧)؛ لضمان عودة زيت التزييت للضاغط في حال كانت المسافة العمودية بين الوحدين أكثر من (٥) أمتار.
٣. تقليل عدد الوصلات والأكواع ما أمكن.
٤. ترتيب الخطوط بشكل جيّد؛ لتسهيل أعمال الصيانة.
٥. عزل خطوط الوصل بشكل جيّد خصوصًا الخطوط المتوافرة داخل الحيز المكيف، لمنع تكاثف الماء وتقطيره داخل الحيز المكيف.
٦. تثبيت الوصلات الكهربائية بشكل جيّد ومحكم.
٧. عمل سيفون لخط التصريف؛ لمنع دخول الروائح الكريهة للحيز المكيف، كما في الشكل (٢-٥٨).



الشكل (٢-٥٧): مصيدة زيت. الشكل (٢-٥٨): سيفون خط التصريف.

هـ - اختبارات التشغيل:

١. تأكد من سلامة التركيب، وعزل الأنابيب، وتثبيتها بشكل جيّد.
٢. تأكد من عدم وجود تسرب لوسيط التبريد.
٣. شغل الجهاز، وقس ضغوط التشغيل والتيار الكهربائي المسحوب.
٤. تأكد من سلامة جهاز التحكم عن بعد، واختبر وظائفه جميعها.

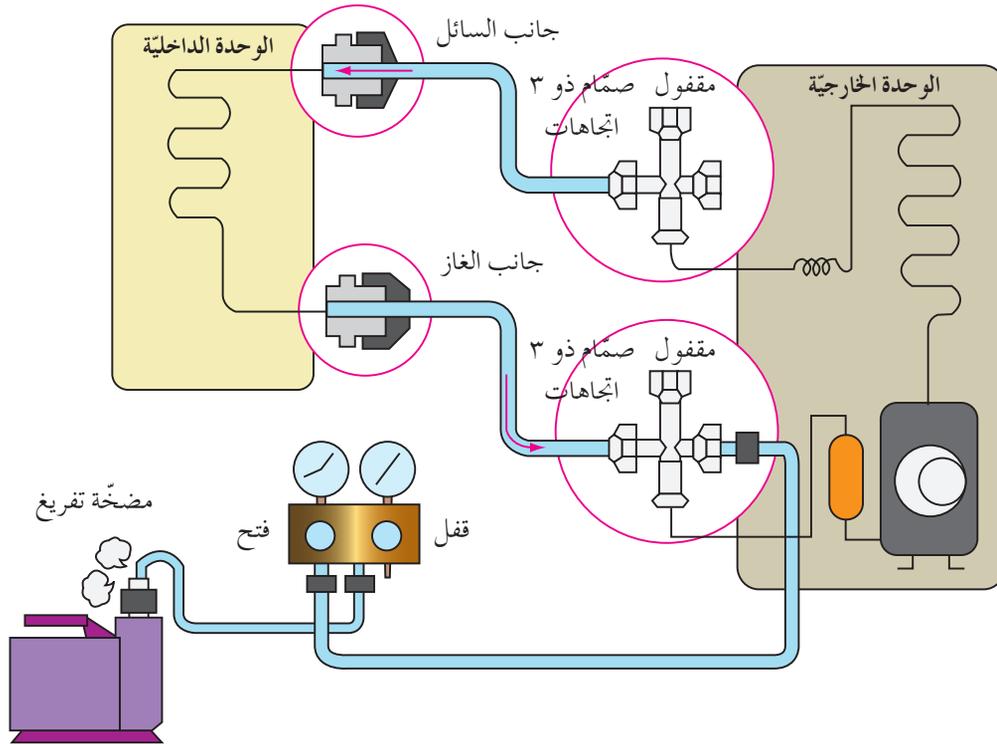
ملحوظة

يتم عزل خطوط الوصل كلاً وحده عندما يكون صمام التمديد متوافر داخل الوحدة الخارجية، أمّا في حال وجود وحدة التمديد داخل الوحدة الداخلية، فيفضل عزل خطوط التوصيل معاً في خرطوم عازل واحد؛ وذلك لزيادة كفاءة التبريد.

٨ عمليات التفريغ والشحن للمكيف المجزأ

تملأ الشركات المصنّعة لأجهزة تكييف الهواء الوحدة الخارجية بالكمية اللازمة من وسيط التبريد، وعند توصيل الوحدة الداخلية بالخارجية، يجب التخلص من الهواء والرطوبة المتوافرة في الوحدة الداخلية وأنابيب التوصيل، ولعمل ذلك، تستخدم إحدى الطرق الآتية:

أ - باستخدام مضخة تفريغ، يتم وصلها مع صمام الخدمة، مع إبقاء صمام السائل وصمام الغاز مغلقين لحين الانتهاء من عملية التفريغ، ثم يتم فتح الصمامين، كما في الشكل (٥٩-٢).

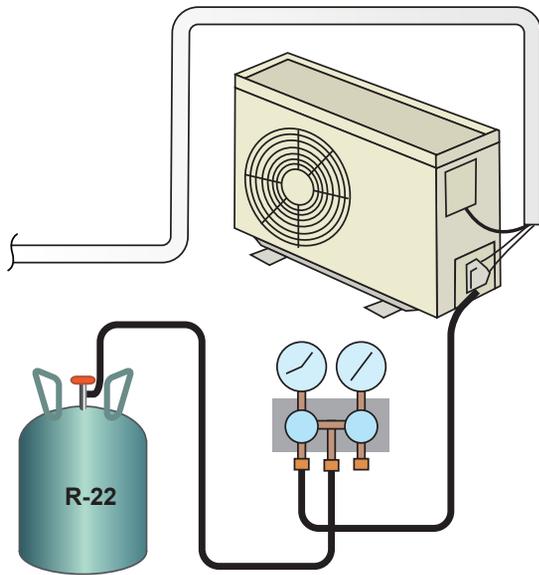


الشكل (٥٩-٢): تفريغ أنابيب الوحدة الداخلية وأنبوبي الوصل لمكيف مجزأ.

ب - باستخدام عملية طرد الهواء (Air purge) والتي تتم بطريقتين:

١ . باستخدام أسطوانة وسيط تبريد يتم وصلها على صمام الخدمة لصمام الغاز، مع ترك الصمّولة الموصولة مع صمام السائل مرتخية قليلاً، وبذلك يعمل وسيط التبريد على طرد الهواء المتوافر داخل أنابيب التوصيل والمبخر، ومن ثم، يتم إحكام ربط صمّولة خط السائل وفتح محابس الصمامين.

٢ . باستخدام وسيط التبريد المخزن داخل الوحدة الخارجية؛ حيث تترك الصمّولة الموصولة مع صمام السائل مرتخية قليلاً، ويتم فتح محبس خط السحب قليلاً فيندفع وسيط التبريد طارداً الهواء المتوافر داخل الوحدة الداخلية وأنابيب التوصيل، ومن ثم، يتم إحكام ربط صمّولة خط السائل وفتح محابس الصمامين. وعندما يكون مكيف الهواء المجزأ فارغاً تماماً من شحنة وسيط التبريد، يتوجب عليك القيام بعملية تفريغ لكامل الجهاز (الوحدة الداخلية والخارجية، وأنابيب الوصل)، وذلك بإحكام شدّ



الشكل (٢-٦٠): شحن المكيف المجزأ.

الوصلات بين الوحدات، وفتح صمام السائل وصمام الغاز، ووصل مضخة التفريغ على خط الخدمة. أمّا شحن المكيف المجزأ، فإنّ طرق شحنه تتشابه مع طرق شحن مكيف النافذة التي درستها سابقاً. والشكل (٢-٦٠) يبيّن طريقة توصيل أسطوانة وسيط التبريد مع المكيف المجزأ لغاية الشحن.

نشاط (٢ - ١٨)

راجع ما تعلمته سابقاً حول طرق شحن المكيف.

٩ المواصفات الفنية للمكيف المجزأ

قبل شراء جهاز التكييف، يجب معرفة المواصفات الفنية للجهاز، والتأكد من توافقها مع المواصفات المطلوبة داخل الحيز المكيف، كما يجب الرجوع إليها قبل عمل أي صيانة للجهاز أو طلب قطع الغيار، والجدول (١-٢) يبين المواصفات الفنية المسجلة على أحد أجهزة التكييف المجزأة.

الجدول (١-٢): مواصفات فنية مسجلة على أحد أجهزة التكييف المجزأ.

النوع - (Type)	جداري - (Wall)
رقم النوع - (Model No.)	ASH10A
سعة التبريد - (Cooling Capacity)	٦,٧ (كيلو واط) - (KW) ٢٢٨٠٠ (وح ب/س) - (BTU/h)
سعة التدفئة - (Heating Capacity)	٧,٩ (كيلو واط) - (KW) ٢٦٩٠٠ (وح ب/س) - (BTU/h)
فرق الجهد - (Voltage Difference)	٢٢٠ (فولط) - (V)
(الطور - التردد) - (Phase - Frequency)	٥٠ هيرتز (HZ) - (Phase ١)
تيار تشغيل التبريد - (Running Current of Cooling)	(١٢,٩ - ١٣,٦) أمبير - (A)
تيار تشغيل التدفئة - (Running Current of Heating)	(١٢,٥ - ١٣,٥) أمبير - (A)
إزالة الرطوبة - (Moisture Removal)	٢,٥ (لتر/س) - (L/h)
تدفق هواء - (Air Circulation)	٨٥٠ (م ^٣ /س) - (m ³ /h)
استهلاك الطاقة للتبريد - (Power Consumption Cooling)	(٢,٦٨ - ٢,٨٤) كيلوواط - (KW)
استهلاك الطاقة للتدفئة - (Power Consumption Heating)	(٢,٨٣ - ٢,٦٤) كيلوواط - (KW)
أبعاد الوحدة الداخلية - (Dimensions of The Indoor Unit) (عرض X ارتفاع X عمق) - (Height X Depth Width X) ملم - (mm)	(١١٠٠ X ٣٣٠ X ١٩٥)

(297 X 800 X 637) ملم - (mm)	أبعاد الوحدة الخارجية - (Dimensions of The Outdoor Unit) (عرض X ارتفاع X عمق) - (Height X Depth) (Width X
١٤ كغم - (kg)	الوزن الصافي للوحدة الداخلية - (Net Weight of The Indoor Unit)
٥٩ كغم - (kg)	الوزن الصافي للوحدة الخارجية - (Net Weight of The Outdoor Unit)
(٤٦ - ٤١) ديسبل - (DB)	مستوى الضجيج للوحدة الداخلية - (Noise Level of The Indoor Unit)
٥٦ ديسبل - (DB)	مستوى الضجيج للوحدة الخارجية - (Noise Level of The Outdoor Unit)
R ٢٢	وسيط التبريد المستخدم - (Refrigerant)
١٧٠٠ غرام - (gm)	شحنة وسيط التبريد - (Refrigerant Charge (R٢٢))

نشاط (٢ - ١٩)

زر أنت وزملاؤك أحد معارض بيع أجهزة التكييف المنزلية، ودون في دفترك المواصفات الفنية لأحد أجهزة التكييف التي تستخدم وسيط التبريد R410.

نشاط (٢ - ٢٠)

تعلمت سابقاً بأن الطنّ التبريدي، والوحدة الحرارية البريطانية، والكيلو واط هي وحدات تستعمل لقياس سعة التبريد لأجهزة التكييف، والمطلوب منك الرجوع إلى المراجع المعتمدة والبحث عن وحدات أخرى لقياس سعة التبريد، ثمّ نظّم جدولاً في دفترك، وبيّن فيه العلاقة بين هذه الوحدات.

١٠ الصيانة الدورية وتحليل الأعطال

تعدّ عملية التركيب الصحيح للمكيّف مهمّة جداً بالنسبة للصيانة، حيث إنّ معظم المشكلات والأعطال تنجم عن التركيب الخطأ. ومن أهمّ أعمال الصيانة الوقائيّة للمكيّف المجزأ: عملية تنظيف المنقيّات بشكل دوري، وتنظيف ملفّ الوحدة الخارجيّة وزعانفه من الأوساخ والأتربة العالقة، وبيّن الجدول (٢-٢) أكثر أعطال أجهزة التكييف شيوعاً، وأسبابها، وطرائق علاجها.

الجدول (٢-٢): أعطال أجهزة التكييف، وأسبابها، وطرائق علاجها.

المشكلة	الأسباب	طريقة العلاج
الجهاز لا يعمل	عدم وصول التيار الكهربائي للجهاز	تأكد من وصول التيار الكهربائي للجهاز.
	انصهار مصهر اللوحة الإلكترونيّة	استبدل مصهر اللوحة الإلكترونيّة بعد التأكد من سبب انصهار المصهر السابق ومعالجة السبب.
	اللوحة الإلكترونيّة معطّلة	استبدل اللوحة الإلكترونيّة.
انخفاض كفاءة الجهاز	تهوية الحيز المكيّف أكثر من اللازم	أغلق الأبواب والنوافذ، وأسدل الستائر.
	منقيّات الهواء متسخة	نظّف منقيّات الهواء.
	نقص في شحنة وسيط التبريد	عاير شحنة وسيط التبريد، وتأكد من عدم وجود تسريب لوسيط التبريد في النظام.
	خطأ في ضبط درجة الحرارة	اضبط درجة الحرارة المناسبة.
	عوائق في مداخل الهواء للوحدة الداخليّة والخارجيّة ومخارجه	أزل أيّ عوائق لمداخل الهواء ومخارجه.
	وجود مصادر حراريّة في الحيز المكيّف	أزل أي مصادر حراريّة في الحيز المكيّف.
	موقع مجسّ درجة الحرارة غير صحيح	ثبّت مجسّ درجة الحرارة في المكان الصحيح.
	موجّهات الهواء في وضع غير صحيح	اضبط موجّهات الهواء بشكل صحيح.
	تعرّض الوحدة الخارجيّة لأشعّة الشمس المباشرة	ضع مظلة لحماية الوحدة الخارجيّة من أشعّة الشمس المباشرة.

تأكد من وصول التيار الكهربائي لملف الصمام من اللوحة الإلكترونية وعبر أسلاك التوصيل بين الوحدة الداخلية والخارجية.	الصمام العاكس غير مغذى بالتيار الكهربائي	الجهاز لا يعمل على وضع التدفئة
استبدل ملف الصمام العاكس.	قطع في ملف الصمام العاكس	
استبدل الصمام العاكس.	الصمام العاكس عالق على وضع التبريد	
تأكد من وصول التيار الكهربائي للضاغط من اللوحة الإلكترونية وعبر أسلاك التوصيل بين الوحدة الداخلية والخارجية. تأكد من سلامة قاطع الوقاية من زيادة الحمل. تأكد من سلامة المواسع ومرحل القولط.	محرك الضاغط غير مغذى بالتيار الكهربائي	الجهاز يعمل ولا يوجد تبريد أو تدفئة
استبدل الضاغط بعد معالجة سبب تعطل الضاغط السابق.	الضاغط معطل	
عالج مكان التسرب، واشحن الجهاز بالشحنة المناسبة من وسيط التبريد.	شحنة وسيط التبريد تسربت من الجهاز	
استبدل الصمام العاكس.	الصمام العاكس معطل	
عاير شحنة وسيط التبريد.	شحنة زائدة من وسيط التبريد	
نظف الدورة الميكانيكية.	انسداد في الدورة الميكانيكية	
استبدل الضاغط.	وجود قصر جزئي أو أرضي بملفات المحرك	الضاغط يعمل لفترات قصيرة ويتوقف عن العمل
استبدل مواسع الدوران.	وجود تسرب كهربائي أو قصر جزئي بمواسع الدوران	
استبدل قاطع الوقاية من زيادة الحمل.	عطل في قاطع الوقاية من زيادة الحمل	
تأكد من قيمة القولطية الكهربائية.	انخفاض القولطية الكهربائية	
تأكد من سلامة مروحة المكثف.	مروحة تبريد المكثف لا تعمل	

الوحدة غير مثبتة بشكل جيّد	ثبتت الوحدة بشكل جيّد.	صوت مرتفع في أثناء تشغيل الوحدة الداخليّة
باب المنقيّات غير مغلق بشكل صحيح	أغلق باب المنقيّات بإحكام.	
الوحدة مائلة	وازن الوحدة، وتأكد من استوائها.	
اتساخ النفاخ	نظّف النفاخ.	
انحناء في جسم النفاخ أو كسره	استبدل النفاخ.	
تلف في الأجزاء الميكانيكيّة لمحرّك النفاخ	استبدل محرّك النفاخ.	
شحنة زائدة لوسيط التبريد	عاير شحنة ووسيط التبريد.	
حاملة الوحدة غير مثبتة بشكل جيّد	ثبتت حاملة الوحدة بشكل جيّد.	صوت مرتفع في أثناء تشغيل الوحدة الخارجيّة
الوحدة مائلة	وازن الوحدة.	
اتساخ فراشات المروحة	نظّف فراشات المروحة.	
انحناء أو كسر في فراشات المروحة	استبدل المروحة.	
تلف ميكانيكي في محرّك المروحة	صن المحرّك أو استبدله.	
شحنة زائدة لوسيط التبريد	عاير شحنة ووسيط التبريد.	
ارتخاء براغي التثبيت للوحدة ومكوّناتها الداخليّة	اشدد براغي التثبيت للوحدة ومكوّناتها الداخليّة.	
أنابيب وسيط التبريد غير مثبتة بشكل صحيح	ثبتت أنابيب وسيط التبريد بشكل جيّد.	احتكاك بين بعض الأجزاء الداخليّة للوحدة
احتكاك بين بعض الأجزاء الداخليّة للوحدة	تأكد من خامدات الصدمات المركّبة على الأنابيب الداخليّة للوحدة، والمبيّنة في الشكل (٢-٦١).	
اتساخ منقيّات الهواء	نظّف منقيّات الهواء.	
انبعاث رائحة كريهة عند تشغيل الجهاز	خط التصريف مربوط مع خط التصريف الصحي	انبعاث رائحة كريهة عند تشغيل الجهاز
لا يوجد تجديد للهواء داخل الحيز	تأكد من مكان ربط خط التصريف، ومن عمل السيفون في خط التصريف؛ لمنع الروائح.	
	اعمل على تهوية الحيز.	

رطوبة عالية داخل الحيز المكيف	ضع نفاخ الوحدة الداخلية على السرعة القصوى، وارفح درجات الحرارة.	تسرّب الماء من الوحدة الداخلية
الوحدة الداخلية مركبة بشكل مائل	وازن الوحدة الداخلية.	
اتساخ حوض التصريف	نظّف حوض التصريف.	
ثقب خرطوم التصريف أو اهتراؤه	استبدل خرطوم التصريف.	
انسداد خرطوم التصريف	نظّف خرطوم التصريف.	
نقص شحنة وسيط التبريد	تأكد من عدم وجود تسريب لشحنة وسيط التبريد، وعالجه إن وجد، وعاير شحنة وسيط التبريد.	
تكاثف بخار الماء على أنابيب التبريد غير المعزولة	اعزل أنابيب التبريد بشكل جيّد.	



الشكل (٢-٦١): خامدات الصدمات.

نشاط (٢-٢١)

اطلب إلى معلّمك تنفيذ أعطال في أجهزة التكييف المجزأة التدريبية المتوافرة في مشغلك، وبالإستعانة بالجدول السابق حلّ الأعطال وعالجها.

كما درست سابقاً، يحسب المصمّم الأحمال الحراريّة للحيّز المكثّف تحت أقصى ظروف تشغيل، مع إضافة سعة إضافية كعامل أمان وذلك لاختيار القدرة المناسبة للمكثّف لذلك الحيّز. ونظراً لوجود سعة إضافية في جهاز التكيف لأغلب ظروف التشغيل، يعمل المكثّف على الوصول إلى درجة الحرارة المطلوبة بسرعة، حيث يعمل منظّم درجة الحرارة على إيقاف الضاغط عن العمل، وعند تغيّر درجة حرارة الحيّز (درجتان تقريباً)، يعود الضاغط للعمل مرّة أخرى وهكذا.

وبما أنّ عملية إقلاع محرّك الضاغط عملية مجهدّة تؤدّي إلى تقليل العمر الافتراضي للضاغط، وإلى رفع درجة حرارة الضاغط، بالإضافة إلى استهلاك كبير للتيار الكهربائي، فقد تمّ تصميم مكثّف هواء ذي قدرة متغيّرة (Inverter conditioner) تبعاً لتغيّر ظروف التشغيل.

١ مزايا المكثّف ذي القدرة المتغيرة

- أ - انخفاض الكلفة التشغيليّة.
- ب- ثبات درجات الحرارة للحيّز المكثّف.
- ج- ارتفاع العمر الافتراضي للضاغط المستخدم في هذا النظام.
- د - لا يشكل عبئاً على القواطع الكهربائيّة، أو الأجهزة المتوافرة في الحيّز نظراً لانخفاض تيار الإقلاع.

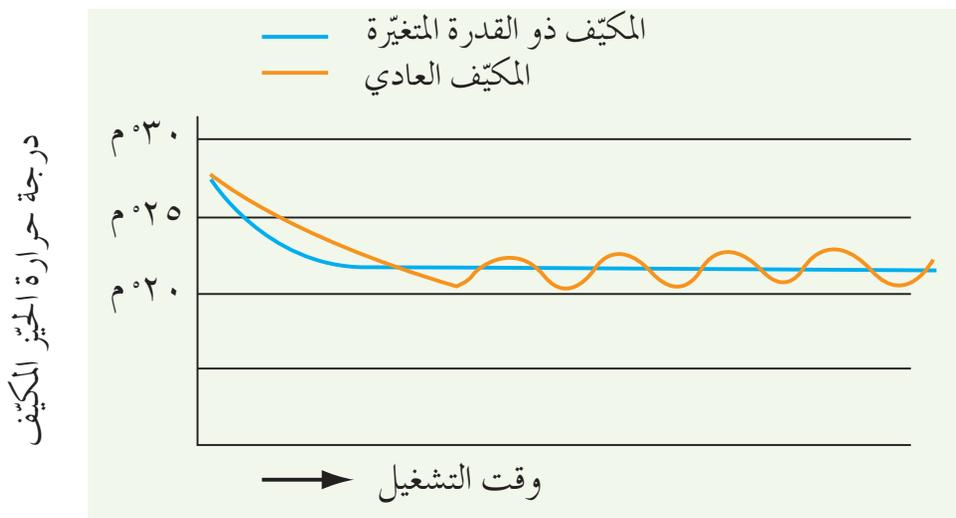
٢ عيوب المكثّف ذي القدرة المتغيرة

- أ - ارتفاع كلفة شراء الجهاز مقارنة بالأجهزة العادية.
- ب- صعوبة صيانة الجهاز؛ لاحتوائه على عدّة دوائر إلكترونيّة.

٣ مبدأ العمل

عند تشغيل المكثّف وضبطه على درجة الحرارة المطلوبة، يبدأ الضاغط بالعمل بقدرة منخفضة؛ لضمان عدم سحب تيار عال في بدء التشغيل، ومن ثمّ تزداد قدرة الضاغط تدريجيّاً وصولاً لأعلى قدرة، ثمّ يعمل مجسّ درجة الحرارة للوحدة الداخليّة على إرسال إشارات إلى اللوحة الإلكترونيّة والتي تتحكّم تبعاً لذلك بقدرة الضاغط.

وعند الوصول إلى درجة الحرارة المطلوبة داخل الحيز، تنخفض قدرة الضاغط لأقل قيمة ممكنة وذلك للحفاظ على ثبات درجة الحرارة، والمخطّط (٢-٦٢) يقارن بين المكيف ذي القدرة المتغيرة والذي يحافظ على ثبات درجة حرارة الحيز المكيف والممثل بالمنحنى ذي اللون الأزرق، وبين المكيف العادي والذي يؤدي إلى تذبذب درجات الحرارة نتيجة تكرار عملية التوقف والتشغيل والممثلة بالمنحنى ذي اللون الأحمر.



الشكل (٢-٦٢): مخطّط تغيير درجة الحرارة مع الزمن لكل من المكيف العادي والمكيف ذي القدرة المتغيرة.

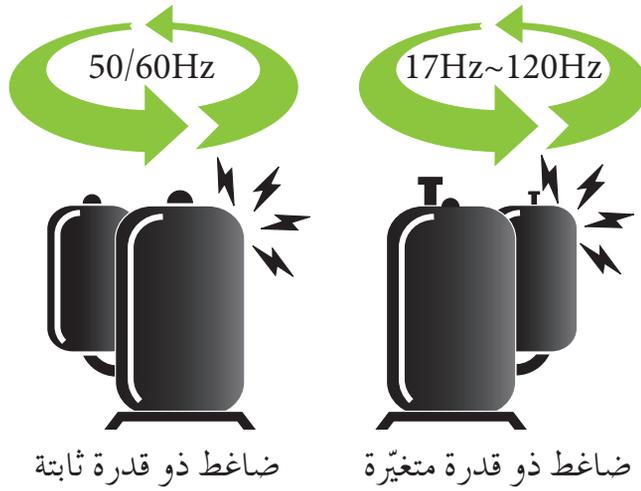
٤ التحكم بقدرة المكيف ذي القدرة المتغيرة

يتمّ التحكم بقدرة المكيف عن طريق التحكم بسرعة محرّك الضاغط المستعمل مع هذا النظام، وتستخدم غالبًا مع هذه الأنظمة المحرّكات ثلاثية الطور نظرًا لسهولة التحكم بسرعتها، ويتمّ حساب سرعة هذه المحرّكات بالمعادلة الآتية:

$$\text{سرعة المجال المغناطيسي في الدقيقة} = \frac{\text{الذبذبة } X \text{ ثانية}}{\frac{1}{4} \times \text{عدد الأقطاب}}$$

حيث إنّ الذبذبة هي تردّد المصدر المغذّي - دورة / ثانية - (Hertz).

وبالتالي يمكن التحكم بسرعة محرّك الضاغط عن طريق تغيير تردّد التيار المغذي له، هذا وتحدّد الشركات المصنّعة للضواغط الترددات التي تعمل عليها، والشكل (٢-٦٣) يظهر الترددات التي يعمل عليها ضاغط ذو قدرة ثابتة، والترددات التي يعمل عليها ضاغط ذو قدرة متغيرة.



الشكل (٢-٦٣): ضاغط ذو قدرة متغيرة وضاغط ذو قدرة ثابتة.

مثال

احسب سرعة محرك ضاغط ذي قدرة متغيرة يعمل على تيار متردد مقداره ١٧ دورة/ثانية إذا علمت أن عدد أقطاب المحرك ٤ أقطاب.

الحل

$$\text{سرعة المحرك} = \frac{\text{الذبذبة } 60 \times \text{ثانية}}{\text{عدد الأقطاب} \times \frac{1}{4}} = \frac{60 \times 17}{4 \times \frac{1}{4}} = 510 \text{ دورة / دقيقة}$$

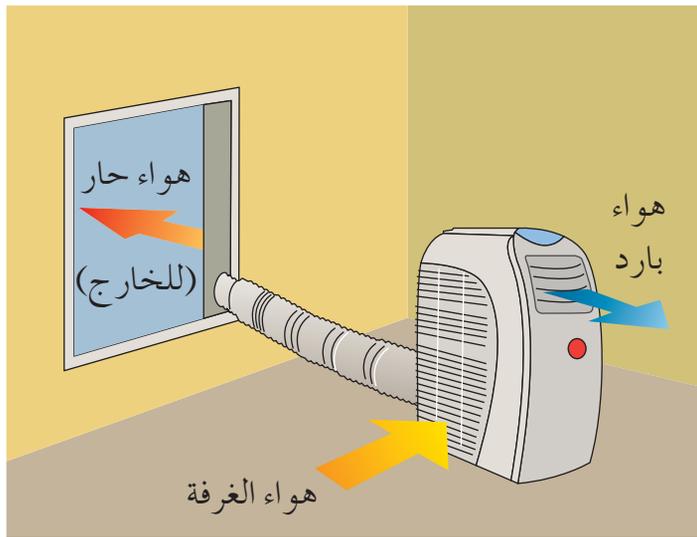
٥ دوائر التحكم الإلكترونية في المكيف ذي القدرة المتغيرة

- أ - تحوّل دائرة إلكترونية التيار المتردد ذا الطور الواحد إلى تيار مستمر؛ لتسهيل عملية التحكم، حيث إن التحكم بدوائر التيار المستمر أسهل من التحكم بدوائر التيار المتردد.
- ب- تحوّل دائرة إلكترونية التيار المستمر إلى تيار ذي تردد متغير ثلاثي الطور.
- ج- ترسل مجسّات الحرارة المتوافرة في الوحدة الداخلية ومن خلال لوحة التحكم الإلكترونية للوحدة الداخلية الإشارات الكهربائية وفق تغيير درجات الحرارة داخل الحيز المكيف، ووفق درجة الحرارة المضبوط عليها الجهاز إلى دائرة الذبذبة الإلكترونية والتي تتحكم بتشغيل كلّ من محرك الضاغط ومروحة المكثف.
- د - تغيير دائرة الذبذبة الإلكترونية تردد التيار المغذي للمحرك الضاغط ومروحة المكثف تبعاً للإشارات الإلكترونية المرسلة من اللوحة الإلكترونية للوحدة الداخلية.

قارن بين المكيف العادي والمكيف ذي القدرة المتغيرة من حيث المزايا، والعيوب، واستهلاك الطاقة.

رابعًا مكيفات الهواء المنزلية المجمّعة المبرّدة بالهواء

وحدات مجمّعة ذات أحجام وقدرات صغيرة وتسمّى بالأجهزة المحمولة (Portable)، وتكون عادة مزوّدة بعجلات؛ ليسهل نقلها وحملها، وتوضع داخل الحيزّ المكيف، ويتمّ التخلّص من هواء تبريد المكثّف عبر خرطوم مرن يتمّ إخراجه خارج الحيزّ المكيف، والشكل (٦٤-٢) يظهر الشكل الخارجي لوحدة من هذا النوع، وتنشابه الدارة والمكوّنات الكهربائيّة والميكانيكيّة لهذا الجهاز مع أجهزة تكييف النافذة إلا أنّ هذا الجهاز يحتوي على محرّكين كهربائيين منفصلين، لتحريك كلّ من مروحة المكثّف ومروحة المبخّر، ويتمّ الاستفادة من الرطوبة المتكاثفة؛ للمساعدة في تبريد المكثّف، حيث تتساقط من المبخّر على أنابيب المكثّف وصولاً إلى حوض الرطوبة المتكاثفة المتوافر أسفل الجهاز، بحيث يجب تفرّغه من وقت إلى آخر. وتكون دورة الهواء لهذه المكيفات، كما هو في الشكل (٦٥-٢).



الشكل (٦٥-٢): دورة الهواء للمكيف المحمول.



الشكل (٦٤-٢): مكيف مجّع متنقل.

أجهزة بسيطة تعمل على سحب الحرارة من الهواء وترطبيه بفعل التبخر؛ لذا تسمى هذه الأجهزة بالمبرّدات التبخيرية (Evaporative Coolers)، وتقوم فكرة التبريد التبخيري المطبّقة في هذه الأجهزة على تلامس تيار من الهواء الحارّ والجافّ مع الماء؛ إذ يتبخّر جزء من هذا الماء وبذلك تنخفض درجة حرارة الهواء بفعل التبخر وتزداد رطوبته.

ونظرًا لأنّ فعالية الجهاز تعتمد على الهواء الجافّ، فإنّ استخدام هذا النوع من المكيفات يقتصر على الأماكن الحارّة والجافة.

وتتوافر هذه الأجهزة بأحجام مختلفة؛ فمنها ما يوضع خارج الحيز المراد تكييفه، كما في الشكل (٢-٦٦)؛ ليسحب الهواء خارجيًا بالكامل، ويزوّد الحيز بالهواء البارد والرطب، من خلال مجرى هواء ممتدّ إلى داخل الحيز، ومنها الصغير المتنقل والذي يوضع داخل الحيز المكيف، كما في الشكل (٢-٦٧)، ويكون أقلّ فاعلية.



الشكل (٢-٦٧): مكيف تبخيري متنقل.



الشكل (٢-٦٦): مكيف هواء تبخيري موضوع خارج الحيز المكيف.

١ مزايا المكيف التبخيري

- أ - استهلاك منخفض للطاقة.
- ب - انخفاض ثمنه مقارنة بأجهزة التكييف الأخرى.

ج- يناسب الأجواء الجافة.

د - يناسب الأماكن المفتوحة.

هـ - إمكانية تجديد المستمر للهواء الحيز المراد تكييفه.

و - خلوه من المواد الملوثة للجو والبيئة.

٢ عيوب المكيف التبخيري

أ - تنحصر فعاليته في الأماكن الجافة فقط.

ب- لا يتناسب مع الأماكن المغلقة نظراً لتسببه بارتفاع رطوبة الهواء إلى أكثر من الحدود الملائمة لراحة الإنسان.

ج- صعوبة التحكم بدرجة حرارة الحيز المكيف.

٣ مكونات المكيف التبخيري و مبدأ عمله

يتكوّن المكيف التبخيري من:

أ - مروحة ومحركها: تسحب هذه المروحة الهواء الخارجي الجاف وتدفعه بعد خلطه بالماء إلى الحيز المكيف.

ب- مضخة ماء: تعمل على سحب الماء من أسفل حوض الجهاز وتمريه؛ ليتلامس مع الهواء الخارجي الجاف.

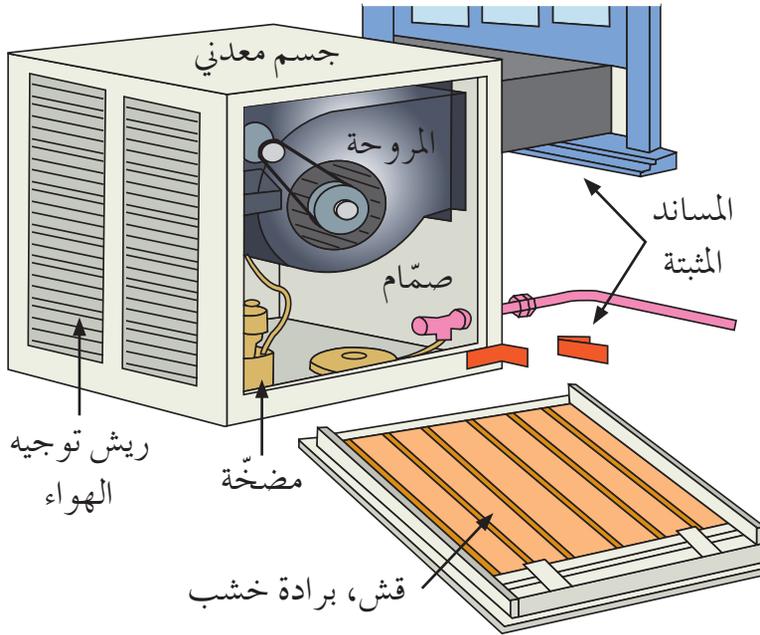
ج- حشوات مبللة بالماء:

وتعمل على زيادة نسبة الماء المختلط بالهواء.

د - صمام عوامة: يعمل على تعويض الماء المتبخّر.

والشكل (٢-٦٨) يظهر

المكونات الداخلية لمكيف تبخيري.



الشكل (٢-٦٨): مكونات مكيف تبخيري.



ضع إشارة (✓) في المكان الذي تراه مناسباً.

بعد دراسة هذه الوحدة:

المستويات			
بدرجة قليلة	بدرجة متوسطة	بدرجة كبيرة	
			١ أعرف مبدأ عمل مكيف النافذة، وأماكن تركيبه.
			٢ أعرف مزايا مكيف النافذة وعيوبه.
			٣ أقارن بين الدورة الميكانيكية للثلاجة المنزلية والدورة الميكانيكية لمكيف النافذة.
			٤ أقارن بين المكيفات ذوات دورة التبريد العادية والمكيفات ذوات دورة التبريد المعكوسة.
			٥ أعرف دورة تحريك الهواء في مكيف النافذة.
			٦ أقارن بين الدارة الكهربائية للثلاجة المنزلية والدارة الكهربائية للمكيف المجزأ.
			٧ أقارن بين الدارة الكهربائية لمكيف النافذة ذي دورة التبريد العادية ومكيف النافذة ذي دورة التبريد المعكوسة.
			٨ أشحن مكيف النافذة باستخدام خرائط الشحن.
			٩ أركب مكيف النافذة بالطرق المختلفة.
			١٠ أقارن بين مكيف النافذة والمكيف المجزأ من حيث المزايا، والعيوب.
			١١ أقارن بين أجهزة التحكم التقليدية وأجهزة التحكم الإلكترونية.
			١٢ أعرف الطرق الحديثة لتنقية الهواء في المكيف المجزأ.
			١٣ أعرف الأشكال المختلفة للوحدات الداخلية للمكيف المجزأ.

ضع إشارة (✓) في المكان الذي تراه مناسباً.

بعد دراسة هذه الوحدة:

المستويات

بدرجة
قليلة

بدرجة
متوسطة

بدرجة
كبيرة

- | | |
|----|--|
| ١٤ | أعرف المكوّنات الميكانيكيّة والكهربائيّة للوحدة الداخليّة للمكيّف المجزّأ. |
| ١٥ | أعرف المكوّنات الميكانيكيّة والكهربائيّة للوحدة الخارجيّة للمكيّف المجزّأ. |
| ١٦ | أقارن بين الدارة الكهربائيّة لمكيّف النافذة والدارة الكهربائيّة للمكيّف المجزّأ. |
| ١٧ | أركّب المكيّف المجزّأ بالطرق المختلفة. |
| ١٨ | أعرف المواصفات الفنيّة لأجهزة التكييف. |
| ١٩ | أعرف طرائق علاج المشكلات المختلفة لأجهزة التكييف. |
| ٢٠ | أعرف مبدأ عمل المكيّف المجزّأ ذي القدرة المتغيّرة. |
| ٢١ | أقارن بين المكيّفات ذوات القدرة الثابتة والمكيّفات ذوات القدرة المتغيّرة من حيث المزايا والعيوب. |
| ٢٢ | أقارن بين المكيّف المجمع المتنقل ومكيّف النافذة من حيث المكوّنات الكهربائيّة. |
| ٢٣ | أعرف مبدأ عمل المكيّف التبخيري. |



أجب عن الأسئلة الآتية بإيجاز ووضوح:

- ١ - ما المقصود بما يأتي:
 - أ - الطن التبريدي.
 - ب- المضخة الحرارية.
 - ج- الصمام العاكس.
- ٢ - كيف تعمل أجهزة تكييف الهواء على توفير وسط مريح للإنسان؟
- ٣ - عدد ثلاثة من المضار التي قد تلحق بجهاز التكييف نتيجة الاتساخ الشديد لمنقيات الهواء.
- ٤ - كيف تتم عملية تنشيط المنقي الكربوني؟
- ٥ - كيف يتم التحكم بسرعة الضاغط للمكيف ذي القدرة المتغيرة؟
- ٦ - عدد ثلاثاً من المزايا للمكيف ذي القدرة المتغيرة.
- ٧ - علل ما يأتي:
 - أ - تستخدم مروحة المحورية في تبريد مكثف مكيف الهواء.
 - ب- يستخدم المحرك المتعدد السرعات لتحريك مراوح مكيف النافذة.
 - ج- في وضعية التبريد، يعمل مكيف الهواء على نقل الحرارة من داخل الحيز إلى خارجه.
 - د - لا يستخدم صمام عدم الرجوع في الدوائر الميكانيكية للمكيفات ذوات الدورة العادية.
- ٨ - ارسم دورة التبريد الميكانيكية لمكيف هواء النافذة في وضعية التدفئة.
- ٩ - ارسم الدارة الكهربائية لمكيف نافذة ذي دورة تبريد معكوسة.
- ١٠ - ارسم الدارة الكهربائية لمحرك مروحة من ثلاث سرعات.
- ١١ - اشرح طريقة شحن مكيف النافذة باستخدام خرائط الشحن.

- ١٢ - اشرح مبدأ عمل مجسّات درجات الحرارة للمكيّف المجزّأ.
- ١٣ - اشرح مبدأ عمل المكيّف ذي القدرة المتغيّرة.
- ١٤ - قارن بين الدورة الميكانيكيّة للثلاجة المنزليّة ومكيّف النافذة.
- ١٥ - قارن بين الدارة الكهربائيّة للمكيّف المجزّأ ذي دورة التبريد العاديّة والمكيّف المجزّأ ذي دورة التبريد المعكوسة.
- ١٦ - قارن بين الأشكال المتعدّدة للوحدات الداخليّة للمكيّف المجزّأ، و أماكن تركيبها.
- ١٧ - ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة.
- (١) يمكن استخدام المكيّفات ذوات دورة التبريد العاديّة للتدفئة بإضافة:
- أ - مسخّنات كهربائيّة
- ب- مرّحل فولط
- ج- مواسع دوران
- (٢) تتمّ حماية ملفات محرّك الضاغظ من ارتفاع درجات الحرارة وزيادة التّيّار الكهربائي المسحوب بوساطة:
- أ - المسخّنات الكهربائيّة
- ب- قاطع الوقاية من زيادة الحمل
- ج- مرّحل التّيّار
- (٣) عند تكوّن الجليد على الملفّ الخارجي لمكيّف النافذة، يعمل منظمّ إذابة الجليد على فصل التّيّار الكهربائي عن كلّ من:
- أ - الضاغظ والصّمّام العاكس
- ب- الضاغظ ومحرّك المراوح
- ج- الصّمّام العاكس ومحرّك المراوح

٢

التمارين العمليّة

الوحدة الثانية

نتائج التمرين: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تركيب مكيف النافذة في جدار غرفة.

المواد

إطار خشبي، ومسامير فولاذية، وبراغي تثبيت، وبراغي تمدد، ورقائق إسفنجية، أو مادة رغوية، أو مادة السيلكون، وخلطة إسمنتية.

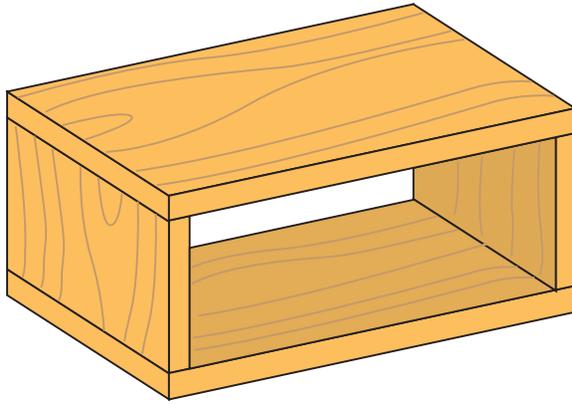
الأدوات والتجهيزات

مكيف نافذة، وأداة حفر، ومطرقة، وإزميل، وأداة ثقب، وقاعدة تثبيت الجهاز، وأداة قياس المسافات، وقلم رسم على الحائط، ومفكات متنوعة، وجهاز ضبط المستوى (ميزان ماء).

أولاً: تركيب مكيف النافذة

خطوات التنفيذ

١- اصنع إطاراً خشبياً بسماكة الجدار، أبعاده الداخلية مطابقة لأبعاد صندوق المكيف الخارجي، مع إضافة (١) سم لكل بعد، كما في الشكل (١).



الشكل (١)

٢- ارسم على الجدار وفي المكان المحدد لتركيب الجهاز مستطيلاً مساوياً للإطار الخشبي، كما في الشكل (٢).



الشكل (٢)



الشكل (٣)



الشكل (٤)



الشكل (٥)



الشكل (٦)

٣- اعمل فتحة في الجدار مطابقة للمستطيل المرسوم باستخدام أدوات الحفر المناسبة، كما في الشكل (٣).

٤- ركب الإطار الخشبي في فتحة الجدار بشكل مستو باستخدام جهاز ضبط المستوى (ميزان ماء)، كما في الشكل (٤).

٥- ثبت الإطار الخشبي بالجدار من جهاته الأربع، مستعملاً مسامير فولاذية مناسبة، كما في الشكل (٥).

٦- املاً الفراغات والشقوق بين الجدار والإطار الخشبي باستخدام خلطة إسمنتية حتى تتخلص من أي تشوهات في المنظر العام، وأي تسريب للهواء من الحيز المكيف وإليه، كما في الشكل (٦).

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (٧)



الشكل (٨)



الشكل (٩)

خطوات التنفيذ

٧- تثبت القاعدة الحديدية المعدة لحمل الجهاز من الخارج بالحائط باستخدام براغي تمدد بالشدد (Expansion Bolts)، كما في الشكل (٧)، بحيث تنخفض القاعدة عن مستوى الإطار الخشبي (١,٥) سم تقريباً.

٨- أدخل صندوق المكيف من خلال الإطار الخشبي، كما في الشكل (٨)، حتى يرتكز على قاعدة التثبيت الخارجية.

٩- تثبت صندوق المكيف بالقاعدة الحديدية والإطار الخشبي بوساطة براغي التثبيت ومساميره، ثم استخدم رقائق الإسفنج، أو مادة رغوية، أو مادة مطاطية لملء الفراغ بين الإطار الخشبي وصندوق المكيف، كما في الشكل (٩).

الصور والرسوم التوضيحية

خطوات التنفيذ



الشكل (١٠)



الشكل (١١)



الشكل (١٢)

١٠- أدخل جهاز التكييف في صندوقه، متجنبًا استخدام القوة في إدخاله، ثم ركب الوجه الأمامي للمكيف، وثبته بالبراغي المخصصة لذلك، كما في الشكل (١٠).

١١- تأكد من ارتكاز المكيف على الحاملة الخارجية، كما في الشكل (١١).

١٢- تأكد من تركيب منقي الهواء في مكانه، كما في الشكل (١٢).

١٣- صل المكيف بمصدر التغذية الكهربائية.

١٤- شغل المكيف، وتأكد من أنه يعمل بشكل صحيح.

تمارين الممارسة

- بالاستعانة بتوجيهات معلّمك، نفّذ تمرين تركيب مكيف في نافذة من الألمنيوم.
- سجّل خطوات العمل للتمرين السابق مدعّمة بالرسم في دفتر التدريب العملي.

التقويم الذاتي

- دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثمّ قيّم تنفيذك لكلّ خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
---	_____		
١٥	_____		

– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفّ خاص.

نتائج التمرين: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تفرغ مكيف النافذة.
- شحن مكيف النافذة.

الأدوات والتجهيزات

مكيف نافذة، ومضخة تفريغ، وميزان، وصمام شحن $\frac{1}{4}$ بوصة، وساعات الضغط، ولحام أكسي - ستالين، ومقص مواسير، وأداة خفس الأنابيب.

المواد

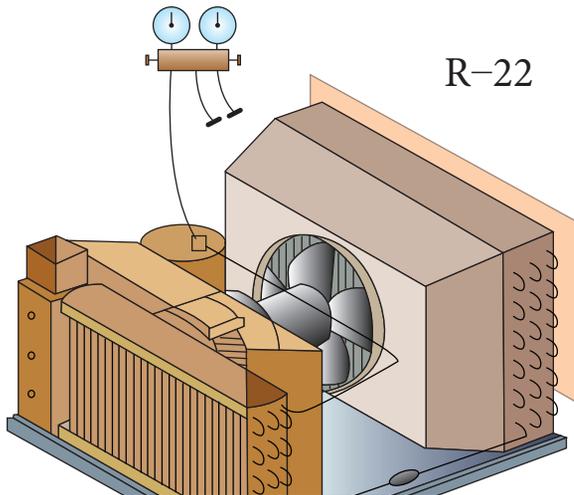
أسلاك لحام، ووسيط تبريد.

أولاً: عملية التفريغ

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (١)



الشكل (٢)

خطوات التنفيذ

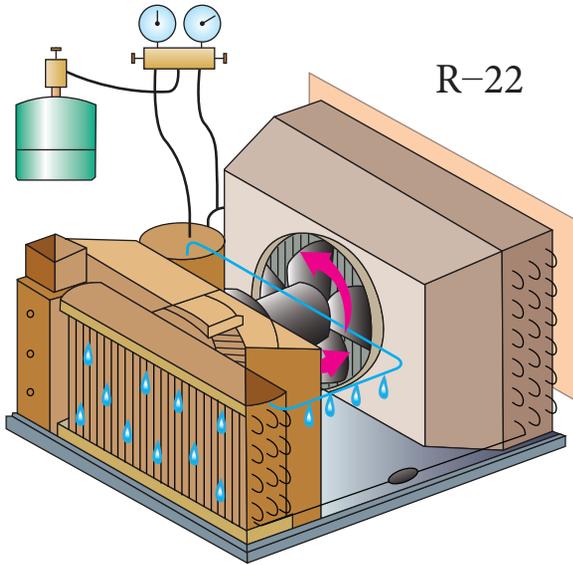
- ١- اقطع أنبوبة التفريغ والشحن الملحومة بجسم الضاغط من أقرب مكان من نهايتها المخفوسة، وذلك لترك مسافة كافية لعمل خفس فيها عند الانتهاء من عمليتي التفريغ والشحن، أو ركب صمام شحن $\frac{1}{4}$ إنش، كما في الشكل (١).
- ٢- صل صمام التفريغ والشحن، بمقياس الضغط المنخفض لمشعب الساعات، انظر الشكل (٢).
- ٣- فرغ الجهاز، كما تعلمت سابقاً، مستخدماً مضخة تفريغ مناسبة.

ثانيًا: عملية الشحن

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (٣)



الشكل (٤)

خطوات التنفيذ

- ١- حدّد نوع وسيط التبريد المستخدم لشحن المكيف، من خلال لوحة مواصفات الجهاز المثبتة عليه.
- ٢- باستخدام ميزان دقيق، قس وزن أسطوانة وسيط التبريد، كما في الشكل (٣).
- ٣- صل أسطوانة التبريد بمشعب الساعات، كما في الشكل (٤).
- ٤- افتح أسطوانة وسيط التبريد حتى يتساوى الضغط بين الأسطوانة ووحدة التكييف.
- ٥- شغل الوحدة، واستمرّ بإعطاء جرعات وسيط التبريد حتى انخفاض وزن أسطوانة وسيط التبريد بمقدار وزن الشحنة المطلوبة لوحدة التكييف، والمسجلة على لوحة بياناتها.

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (٥)



الشكل (٦)

خطوات التنفيذ

٦- انزع ساعة الشحن عن صمام الشحن والتفريغ، وفي حالة عدم استخدام صمام شحن، اخفس أنبوبة الشحن والتفريغ باستخدام أداة خفس الأنابيب، وأغلق فوهتها باستخدام سبيكة لحام الفضة، كما في الشكل (٥).

٧- قس درجة حرارة الهواء الداخل إلى المبخر والهواء الراجع، كما في الشكل (٦)، وتأكد من أن الفرق بينهما لا يقل عن ٨ درجات مئوية.

٨- قس التيار الكهربائي المسحوب، وقارنه بالقيمة المسجلة على لوحة بيانات المكيف.

تمارين الممارسة

- نفذ تمرين شحن المكيف باستخدام خرائط الشحن.
• سجّل خطوات العمل للتمرين السابق مدعّمة بالرسم في دفتر التدريب العملي.

التقويم الذاتي

- دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثمّ قيّم تنفيذك لكلّ خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

أولاً: عملية التفريغ		
الرقم	خطوات العمل	نعم لا
١	_____	
—	_____	
٣	_____	
ثانياً: عملية الشحن		
الرقم	خطوات العمل	نعم لا
١	_____	
—	_____	
٨	_____	

– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفّ خاص.

نتائج التمرين: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تفكّ منقيّات الهواء وتنظّفها.
- تنظّف ملفّات المكثّف والمبخّر وزعانفهما.
- تتأكّد من ثبات الأجزاء المختلفة للمكيف.
- تتفكّد الوصلات الكهربائيّة للجهاز.

الأدوات والتجهيزات

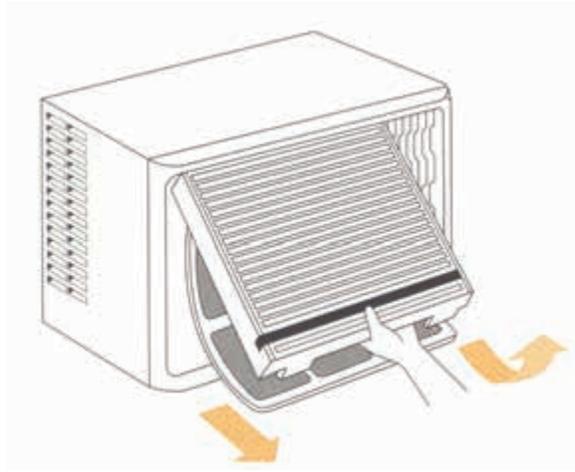
مكيف نافذة، وهواء مضغوط، ومضخة ماء، ومنقيّ هواء، وجهاز الأشعة فوق البنفسجية، وأداة تمشيط الزعانف، ومفكّات متنوّعة، ومفاتيح شدّ متنوّعة.

الموادّ

أكياس مصنوعة من اللدائن، وماء، وموادّ تنظيف مذيبة للشحوم.

أولاً: تنظيف منقيّات الهواء

الصور والرسوم التوضيحية

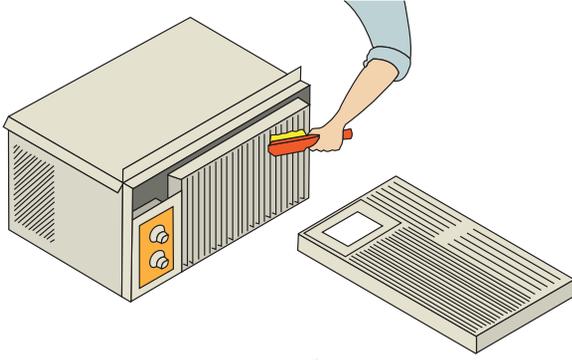


الشكل (١)

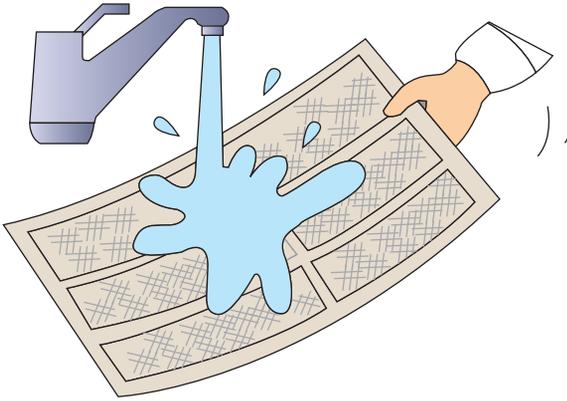
خطوات التنفيذ

- ١- اسحب منقيّ الهواء الشبكي من مجراه في مقدّمة الجهاز، كما في الشكل (١).
- ٢- استبدل منقيّ الهواء إذا كان من النوع الذي يستخدم لمرة واحدة فقط بآخر جديد مطابق للمنقيّ القديم.
- ٣- أزل الأتربة والأوساخ العالقة بالمنقيّ إذا كان من النوع الذي

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (٢)



الشكل (٣)

خطوات التنفيذ

يستخدم لأكثر من مرّة باستخدام الفرشاة، كما في الشكل (٢)، مع مراعاة لبس كمامة للسلامة العامة.

- ٤- اغسل المنقي باستخدام الماء النظيف، كما في الشكل (٣).
- ٥- جفّف المنقي بالهواء المضغوط أو وضعه تحت أشعة الشمس حتى يجفّف.
- ٦- يفضّل وضع المنقي بعد تجفيفه داخل جهاز الأشعة فوق البنفسجية لتعقيمه.
- ٧- أعد تركيب المنقي في مكانه.

ثانياً: تنظيف ملفات المكثف والمبخر وزعانفهما

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (٤)

خطوات التنفيذ

- ١- فكّ أغطية المكثف والمبخر، كما في الشكل (٤).
- ٢- ضع قطعة ارتكاز تحت الجهاز بحيث يميل الجهاز باتجاه المبخر.
- ٣- باستخدام الهواء المضغوط، نظّف المكثف للتخلص من الأتربة والمواد العالقة.
- ٤- رشّ ملفّ المكثف بمادة مذيبة



الشكل (٥)



الشكل (٦)



الشكل (٧)

للسحوم، واتركها لفترة من الوقت لتتفاعل مع الأوساخ، كما في الشكل (٥).

٥- لف محرك المراوح، ولوحة التحكم الإلكترونية، والأجزاء الكهربائية بغطاء لدائني؛ لمنع وصول ماء التنظيف إليها.

٦- نظف المكثف باستخدام الماء، كما في الشكل (٦)، حيث يتم رش الماء بشكل عمودي من الأسفل إلى الأعلى وبالعكس، مع الحرص على عدم إلحاق الأذى بزعانف المكثف حتى يتم التخلص من الأتربة والأوساخ المترسبة على زعانف المكثف جميعها، واحرص على تنظيف قاعدة الجهاز الرئيسة.

٧- جفف المكثف بالهواء المضغوط، واتركه فترة تحت أشعة الشمس؛ ليجف تمامًا.

٨- لتنظيف المبخر، اتبع الخطوات المتبعة لتنظيف المكثف نفسها.

٩- مشط زعانف المكثف والمبخر التي تحتاج إلى تمشيط باستخدام أداة تمشيط الزعانف، كما في الشكل (٧).

ثالثًا: التأكد من ثبات أجزاء الوحدة جميعها

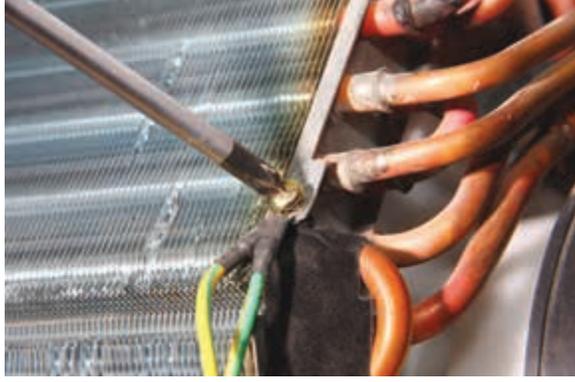
الصور والرسوم التوضيحية	خطوات التنفيذ
 <p>الشكل (٨)</p>	<p>١- تفقد كراسي الضاغط المطاطية، واستبدل التالف منها، كما في الشكل (٨).</p> <p>٢- تفقد محرك المراوح، وتأكد من إحكام براغي تثبيته.</p> <p>٣- تأكد من ثبات المروحة المركزية والمروحة الطاردة عن المركز في مكانهما على عمود دوران المحرك، وتأكد من شدّ براغي التثبيت، كما في الشكل (٩).</p> <p>٤- تفقد براغي التثبيت لمكونات الجهاز جميعها.</p>

رابعًا: تفقد الوصلات الكهربائية

الصور والرسوم التوضيحية	خطوات التنفيذ
 <p>الشكل (١٠)</p>	<p>١- افحص الوصلات الكهربائية جميعها، وتأكد من سلامتها، وعدم ارتخاء أيّ منها، وعدم ملامستها للأجزاء المعدنية، كما في الشكل (١٠).</p>

الصور والرسوم التوضيحية

خطوات التنفيذ



الشكل (١١)

٢- تأكد من التأريض الجيد للجهاز، كما في الشكل (١١).

التقويم الذاتي

- دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

أولاً: تنظيف منقيات الهواء

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
—	_____		
٧	أركب المنقي في مكانه.		

ثانياً: تنظيف ملفات المكثف والمبخر وزعانفهما

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
—	_____		
٩	_____		

ثالثاً: التأكّد من ثبات أجزاء الوحدة جميعها

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
---	_____		
٤	_____		

رابعاً: تفقّد الوصلات الكهربائيّة

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
٢	_____		

– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفّ خاص.

استبدال محرّك المراوح والمراوح الخاصّة به لمكّيّف نافذة

نتائج التمرين: يتوقّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تستبدل المروحة المحوريّة.
- تستبدل مروحة الطرد المركزي (النفّاخ).
- تستبدل محرّك المراوح.

الموادّ

الأدوات والتجهيزات

مكّيّف نافذة، وطقم مفكّات، وطقم مفاتيح شقّ رنج، وطقم مفاتيح سداسيّة.

أولاً: استبدال المروحة المحوريّة

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (١)

خطوات التنفيذ

- ١- فكّ المكّيّف، وأعدّه لعمل الصيانة له.
- ٢- فكّ براغي تثبيت الغطاء العلوي للمكثّف، وانزعه من مكانه.
- ٣- فكّ براغي تثبيت المكثّف، واسحبه بعناية ولطف باتجاه عقارب الساعة، مع رفعه قليلاً، كما في الشكل (١).

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (٢)



الشكل (٣)

خطوات التنفيذ

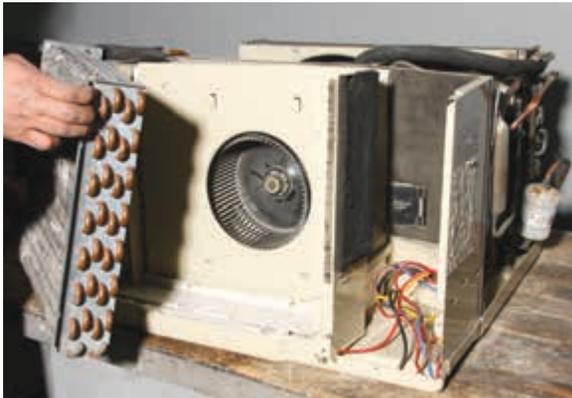
٤- فكّ برغي تثبيت المروحة المحوريّة بعمود دوران المحرّك بوساطة مفتاح سداسي، كما في الشكل (٢).

٥- اسحب المروحة المحوريّة حتى تنفصل عن عمود دوران المحرّك، وانزعها من مكانها، كما في الشكل (٣).

٦- أدخل المروحة الجديدة في مكانها على عمود دوران المحرّك، واشدها بإحكام.

ثانيًا: استبدال مروحة الطرد المركزي

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (٤)

خطوات التنفيذ

١- فكّ براغي تثبيت الغطاء العلوي للمبخر، وانزعه من مكانه.

٢- فكّ براغي تثبيت المبخر.

٣- اسحب المبخر بعناية ولطف نحو الخارج باتجاه عقارب الساعة مع رفعه قليلاً، كما في الشكل (٤).



الشكل (٥)



الشكل (٦)



الشكل (٧)

٤- فك براغي تثبيت حاضنة المبخر، وانزعها من مكانها، كما في الشكل (٥).

٥- فك برغي ربط النفاخ بعمود دوران المحرك بواسطة مفتاح سداسي، كما يظهر في الشكل (٦).

٦- اسحب النفاخ حتى ينفصل عن عمود دوران المحرك بحذر وعناية، كما في الشكل (٧).

٧- أدخل النفاخ الجديد داخل عمود الدوران للمحرك مكان القديم، واشدد برغي التثبيت بإحكام.

ثالثاً: استبدال محرّك المراوح

الصور والرسوم التوضيحية

خطوات التنفيذ



الشكل (٨)



الشكل (٩)



الشكل (١٠)

- ١- انزع النفاخ من مكانه حسب ما تعلّمت سابقاً.
- ٢- فكّ المروحة المحوريّة من مكانها حسب ما تعلّمت سابقاً، ثمّ فكّ دعامة التثبيت، كما في الشكل (٨).
- ٣- فكّ براغي تثبيت المكثّف، واسحبه بعناية ولطف باتجاه عقارب الساعة مع رفعه قليلاً.
- ٤- فكّ صواميل تثبيت محرّك المراوح، كما في الشكل (٩).
- ٥- اسحب محرّك المراوح باتجاه المكثّف، وأخرجه من مكانه، كما في الشكل (١٠).
- ٦- ثبّت المحرّك الجديد مكان المحرّك القديم، وأعدّ تثبيت كلّ من النفاخ ومروحة الطرد المركزي.

التقويم الذاتي

– دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

أولاً: استبدال مروحة المحورية			
الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
—	_____		
٥	_____		

ثانياً: استبدال مروحة الطرد المركزي			
الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
—	_____		
٧	_____		

ثالثاً: فكّ محرّك المراوح			
الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
—	_____		
٦	_____		

– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفّ خاص.

نتائج التمرين: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

– تحدّد أطراف محرّك مروحة ذي ثلاث سرعات.

الأدوات والتجهيزات

محرّك مروحة كهربائي ذو ثلاث سرعات،
وجهاز قياس المقاومة، وقطّاعة كهربائية
معزولة، وزرّادية كهربائية معزولة، وطقم
مفكّات.

الموادّ

أسلاك كهربائية بأقطار مناسبة.

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (١)

خطوات التنفيذ

١- سجّل ألوان أطراف المحرّك الخمسة
في دفتر ملحوظاتك، وهي في هذا
المثال:

أ - الأسود

ب- الأحمر

ج- الأزرق

د - الأصفر

هـ - البني

انظر الشكل (١).

ملحوظة

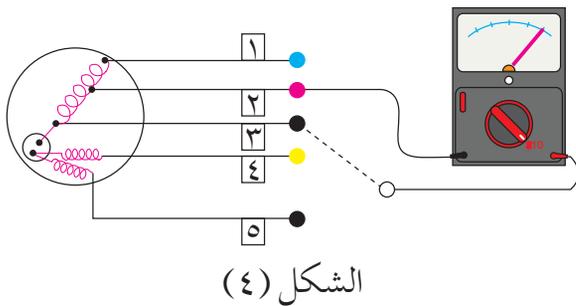
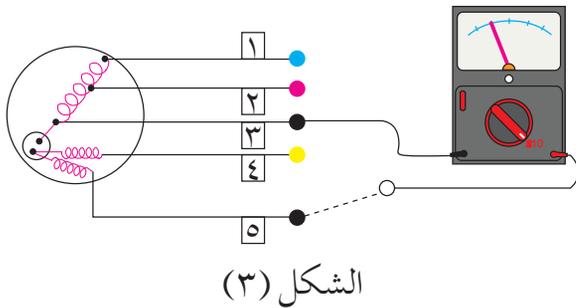
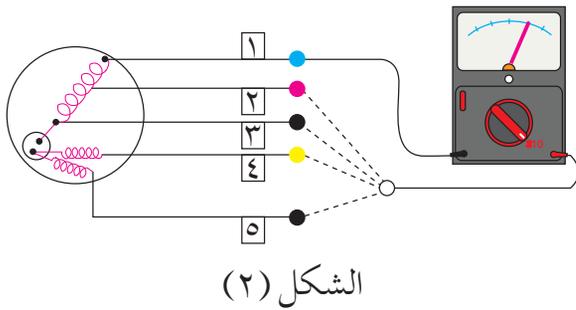
(لا يتم احتساب سلك التأريض).

خطوات التنفيذ

الصور والرسوم التوضيحية

٢- نَظِّمْ جدولاً للفحص، بحيث تفحص كل طرف مع الأطراف الأخرى بواسطة جهاز قياس المقاومة، كما في الشكل (٢)، وسجّل النتائج في الجدول كما يأتي:

اللون	الأسود	الأحمر	الأزرق	الأصفر	البنّي
الأسود	٠	٥	١٠	١٠	٣٠
الأحمر	٥	٠	٠	١٥	٣٥
الأزرق	١٠	٥	٠	٢٠	٤٠
الأصفر	١٠	١٥	٢٠	٠	٤٠
البنّي	٣٠	٣٥	٤٠	٤٠	٠
المجموع	٥٥	٦٠	٧٠	٨٥	١٤٥



٣- في خانة المجموع، اجمع القراءات لكل لون بشكل عمودي، كما في الجدول السابق.

٤- يكون اللون الذي يحقق أقل مجموع لقراءة المقاومات هو الطرف المشترك لمحرك المراوح (خط السرعة العالية للمحرك)، وهو في هذا المثال اللون الأسود.

٥- يكون اللون الذي يحقق أعلى مقاومة مع اللون الأسود (الخط المشترك) هو خط ملف البدء وهو في هذا التمرين اللون البنّي، كما يظهر في الشكل (٣).

٦- يكون اللون الذي يحقق أقل مقاومة مع اللون الأسود (الخط المشترك) هو خط السرعة المتوسطة، وهو في هذا التمرين اللون الأحمر، كما يظهر في الشكل (٤).

خطوات التنفيذ

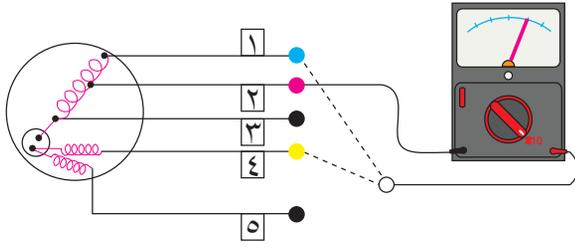
٧- عند التمعّن بقيم القراءات المتبقية (الأسود مع الأصفر)، و (الأسود مع الأزرق)، تجد أنّها متساوية أو متقاربة، لذلك عليك الانتقال إلى المجموعة الآتية وهي المجموعة ذات المجموع الأكبر مباشرة بعد المجموعة الصغرى، وهي في هذا التمرين مجموعة اللون الأحمر ومجموعها (٦٠). انظر الشكل (٥).

٨- نأخذ قراءة المقاومات بين خط السرعة المتوسطة (اللون الأحمر) وخطوط الألوان المجهولة، وهي هنا اللون الأصفر واللون الأزرق.

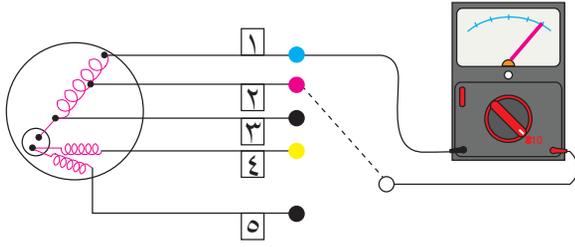
٩- يكون اللون الذي يعطي أقل مقاومة مع خط السرعة المتوسطة هو خط السرعة المنخفضة، وهو في هذا التمرين اللون الأزرق، كما يظهر في الشكل (٦).

١٠- يكون اللون الذي يعطي أعلى مقاومة مع خط السرعة المتوسطة (اللون الأحمر) هو خط ملفات التشغيل، وهو في هذا التمرين اللون الأصفر، كما يظهر في الشكل (٧).

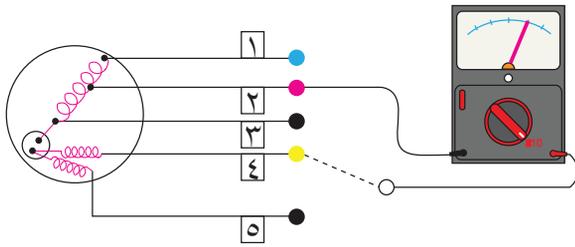
الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (٥)



الشكل (٦)



الشكل (٧)

التقويم الذاتي

– دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
---	_____		
١٠	_____		

– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفّ خاص.

نتائج التمرين: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تفحص منظم إذابة الجليد ذا القرص الحراري.
- تستبدل منظم إذابة الجليد ذا القرص الحراري.

الأدوات والتجهيزات

مكيّف نافذة، ومنظم إذابة الجليد ذو القرص الحراري، وجهاز قياس المقاومة، وقطّاعة أسلاك، ومفكّات متنوّعة.

الموادّ

أسطوانة وسيط تبريد.

أولاً: فحص منظم إذابة الجليد ذي القرص الحراري

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (١)



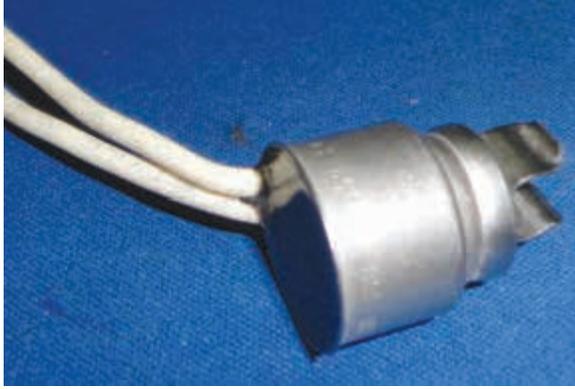
الشكل (٢)

خطوات التنفيذ

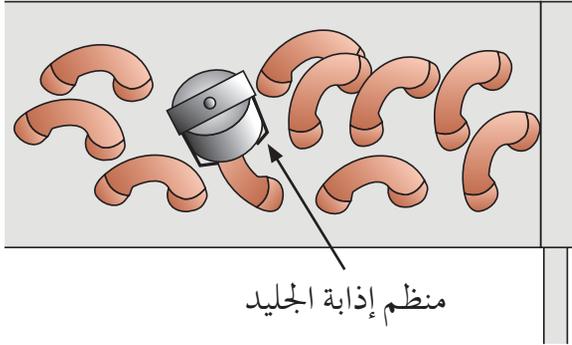
- ١- باستخدام جهاز قياس المقاومة، قس المقاومة بين طرفي منظم إذابة الجليد والتي يجب أن تكون منخفضة، كما في الشكل (١).
- ٢- اعرض الجزء الحساس لمنظم إذابة الجليد لسائل وسيط التبريد، ولاحظ القراءة العالية للمقاومة المسجّلة على جهاز قياس المقاومة. انظر الشكل (٢).
- ٣- في حال الحصول على قراءات تختلف عمّا ورد سابقاً، يدلّ ذلك على تلف منظم إذابة الجليد.

ثانيًا: استبدال منظّم إذابة الجليد ذي القرص الحراري

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (٣)



الشكل (٤)

خطوات التنفيذ

١- افصل خطّي التوصيل الكهربائي للمنظّم، كما في الشكل (٣).

٢- فكّ ملقط تثبيت المنظّم، وانزعه من مكانه.

٣- ركب المنظّم الجديد والمطابق للمنظّم القديم من حيث الشكل، ومدى درجات الحرارة التي يعمل عليها المنظّم، بحيث يكون ملائمًا لأنابيب الثلث الأخير من الملفّ الخارجي.

انظر الشكل (٤).

٤- أعد توصيل المنظّم بالدائرة الكهربائيّة لجهاز التكييف.

التقويم الذاتي

– دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

أولاً: فحص منظّم إذابة الجليد ذي القرص الحراري		
الرقم	خطوات العمل	نعم لا
١	_____	
—	_____	
٣	_____	
ثانياً: استبدال منظّم إذابة الجليد ذي القرص الحراري		
الرقم	خطوات العمل	نعم لا
١	_____	
—	_____	
٤	_____	
– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفّ خاص.		

نتائج التمرين: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تفحص مرّحلّ الثولط باستخدام جهاز قياس المقاومة.
- تفحص مرّحلّ الثولط باستخدام جهاز قياس فرق الجهد.
- تستبدل مرّحلّ الثولط.

الموادّ

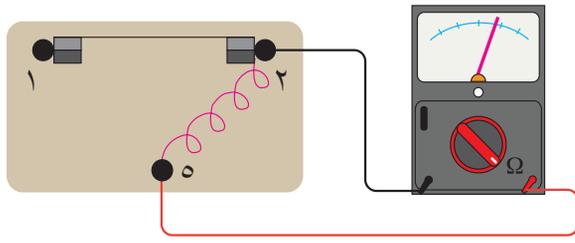
أسلاك كهربائية ذوات أقطار مختلفة.

الأدوات والتجهيزات

مرّحلّ فولط، وجهاز قياس المقاومة، وجهاز قياس الفولطية، ومفكّات متنوّعة.

أولاً: فحص مرّحلّ الثولط باستخدام جهاز قياس المقاومة

الصور والرسوم التوضيحية

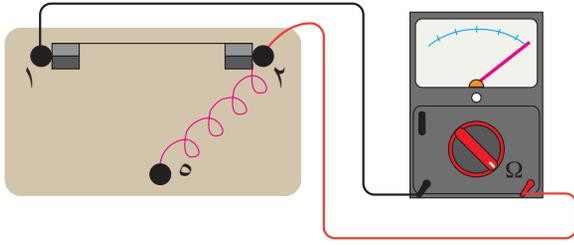


الشكل (١)

خطوات التنفيذ

- ١- ضع سلّكي جهاز فحص المقاومة على طرفي ملفّ المرّحلّ وهما: الرقم (٢)، والرقم (٥)، حيث يجب أن يقرأ الجهاز قيمة مقاومة هذا الملفّ، أمّا في حال قراءة الجهاز لمقاومة منخفضة جداً (صفر) أوم، فيدلّ ذلك على وجود قصر في الملفّ الكهربائي، وفي حال قراءة مقاومة عالية جداً (ما لا نهاية) دلّ ذلك على وجود قطع في ملفّ المرّحلّ.
انظر الشكل (١).

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (٢)

خطوات التنفيذ

- ٢- ضع سلكي جهاز فحص المقاومة على طرفي نقاط الاتصال وهي الرقم (٢)، والرقم (١)، حيث يجب أن يقرأ الجهاز مقاومة منخفضة جداً (صفر) أوم. انظر الشكل (٢).

ثانياً: فحص مرحل الثولط باستخدام جهاز قياس القولطية

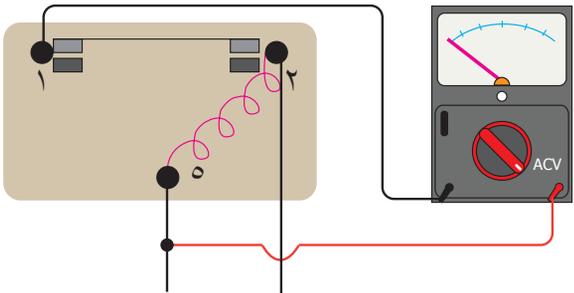
الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (٣)

خطوات التنفيذ

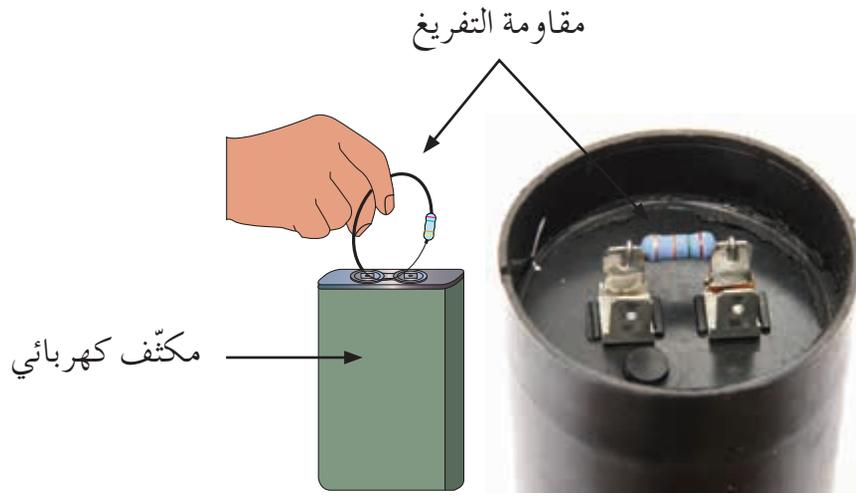
- ١- ضع المرحل بالوضعية نفسها المتوافر عليها داخل جهاز التكييف، كما يظهر في الشكل (٣).
- ٢- صل قولطية على أطراف ملف المرحل مساوية للقولطية التي يعمل عليها محرك الضاغط.
- ٣- باستخدام جهاز القولتمتر، قس فرق الجهد بين النقطة (٥) والنقطة (١)، كما في الشكل (٤)، حيث يجب ألا يقرأ الجهاز أي قيمة، أما في حال قراءة الجهاز لأي قيمة، فيدل ذلك على تلف مرحل الجهد والتحام نقاط التماس له.



الشكل (٤)

ملحوظات مهمّة حول فكّ مرّحلّ القوّلت وتركيبه:

- ١- عند استبدال مرّحلّ القوّلت، يجب مراعاة تركيب مرّحلّ آخر مماثل من حيث القدرة للمرّحلّ القديم.
- ٢- قبل فكّ أسلاك أطراف مرّحلّ القوّلت، يجب تفريغ شحنة مكثّف البدء (في حال عدم وجود مقاومة تفريغ كهربائيّة ملحومة على أطرافه) باستخدام مقاومة تفريغ مقاومتها (٢٠٠٠) أوم، وقدرتها (٢) واط، وذلك بملامسة أطرافها لأطراف المواسع؛ لتجنّب الصدمات الكهربائيّة، كما في الشكل (٥).



الشكل (٥)

- ٣- عند استبدال المرّحلّ، تأكّد من وضع المرّحلّ الجديد مكان القديم بدقة عالية، وثبّته جيّدًا، حيث إنّ عمل هذا المرّحلّ يتأثّر كثيرًا بطريقة وضعه وثبّيته.

تمارين الممارسة

- نفذ التمرين السابق باستخدام مرحل تيار.
- سجّل خطوات العمل مدعّمة بالرسم في دفتر التدريب العملي.

التقويم الذاتي

- دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثمّ قيّم تنفيذك لكلّ خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

أولاً: فحص مرحل الثولط باستخدام جهاز قياس المقاومة		
الرقم	خطوات العمل	نعم لا
١	_____	
٢	_____	
ثانياً: فحص مرحل الثولط باستخدام جهاز قياس فرق الجهد		
الرقم	خطوات العمل	نعم لا
١	_____	
---	_____	
٣	_____	
– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفّ خاص.		

نتائج التمرين: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تفحص مسخّن صندوق مرفق الضاغط.
- تستبدل مسخّن صندوق مرفق الضاغط.

الأدوات والتجهيزات

مكيّف نافذة، ومسخّن صندوق مرفق الضاغط، وجهاز قياس المقاومة، وأداة فكّ الملاقط المعدنية، ومفكات متنوّعة.

الموادّ

أسلاك كهربائية ذوات أقطار مختلفة.

أولاً: فحص مسخّن صندوق مرفق الضاغط

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (١)

خطوات التنفيذ

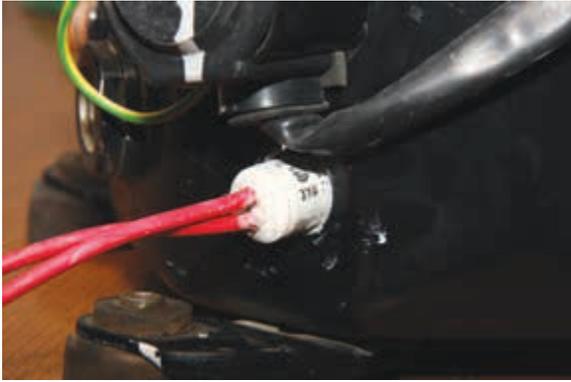
- ضع سلّكي جهاز فحص المقاومة على طرفي ملفّ مسخّن صندوق المرفق، بحيث يجب أن يقرأ الجهاز قيمة مقاومة هذا المسخّن (٢) كيلو أوم تقريباً (يجب الاطلاع على كتيّب الشركة الصانعة لمعرفة قيمة مقاومة المسخّن)، أمّا في حال قراءة الجهاز لمقاومة منخفضة جداً، فيدلّ ذلك على وجود قصر في المقاومة الحراريّة للمسخّن الكهربائي، وفي حال قراءة مقاومة عالية جداً، دلّ ذلك على وجود قطع في مقاومة السخّان. انظر الشكل (١).

ثانيًا: استبدال مسخن صندوق المرفق للنوع المركب داخل تجويف الضاغط

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (٢)



الشكل (٣)



الشكل (٤)

خطوات التنفيذ

- ١- تأكد من فصل أسلاك التوصيل الكهربائية لمسخن صندوق مرفق الضاغط.
- ٢- فك الملقط المعدني المثبت لمسخن صندوق المرفق بواسطة أداة فك خاصة، وانزعه من مكانه، كما في الشكل (٢).
- ٣- اسحب المسخن نحو الخارج، كما في الشكل (٣).
- ٤- أدخل المسخن الجديد المطابق من حيث الشكل والقدرة للمسخن القديم داخل التجويف المعدل لذلك، وأعد تركيب الملقط المعدني باستخدام أداة خاصة، كما في الشكل (٤)، وصل أطراف المسخن الجديد مكان القديم.

تمارين الممارسة

- نفذ التمرين السابق على ضاغط مكيف نافذة يستخدم مسخن صندوق مرفق من النوع الملتف على شكل حزام حول صندوق مرفق الضاغط.
- سجّل خطوات العمل للتمرين السابق مدعّمة بالرسم في دفتر التدريب العملي.

التقويم الذاتي

- دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

أولاً: فحص مسخن صندوق المرفق			
الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
ثانياً: استبدال مسخن صندوق المرفق			
الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
---	_____		
٤	_____		
– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفّ خاص.			

نتائج التمرين: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تستبدل مجسّ درجة حرارة الغرفة.
- تستبدل مجسّ ملفّ الوحدة الداخلية.
- تستبدل مجسّ ملفّ الوحدة الخارجية.

الأدوات والتجهيزات

وحدة داخلية لمكيف مجزّاً، ووحدة خارجية لمكيف مجزّاً، ومفكات متنوّعة، وقطّاعة أسلاك كهربائية.

الموادّ

أولاً: استبدال مجسّ درجة حرارة الغرفة

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (١)



الشكل (٢)

خطوات التنفيذ

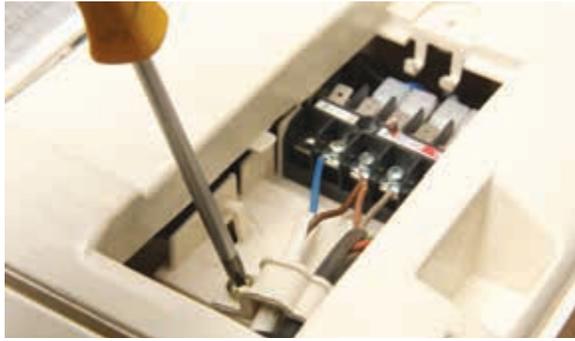
- ١- تأكد من فصل التيار الكهربائي عن الجهاز.
- ٢- افتح غطاء منقيّات الهواء، واسحب المنقيّات من مكانها، كما في الشكل (١).
- ٣- فكّ غطاء علبة التوصيلات الكهربائيّة، كما في الشكل (٢).

الصور والرسوم التوضيحية

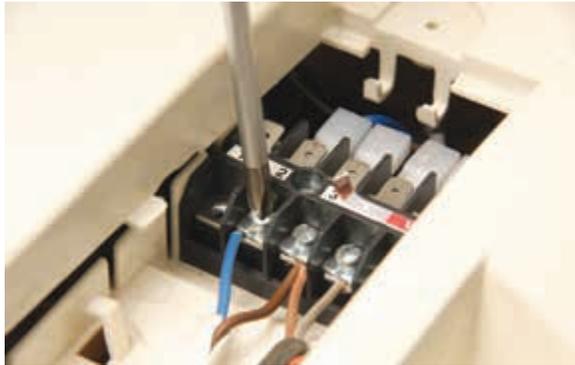
خطوات التنفيذ



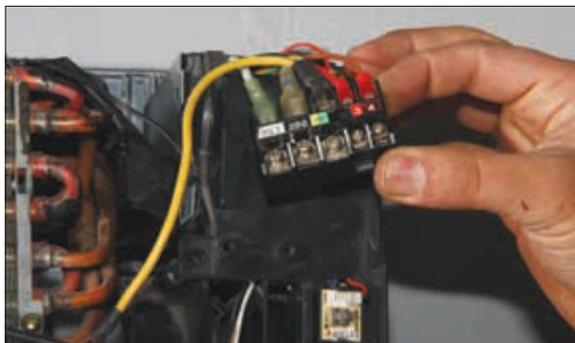
الشكل (٣)



الشكل (٤)



الشكل (٥)



الشكل (٦)

٤- فك براغي تثبيت الغلاف الخارجي للوحدة الداخلية، واسحب الجزء السفلي للغلاف نحوك تدريجيًا للأعلى ثم انزعه من مكانه، كما في الشكل (٣).

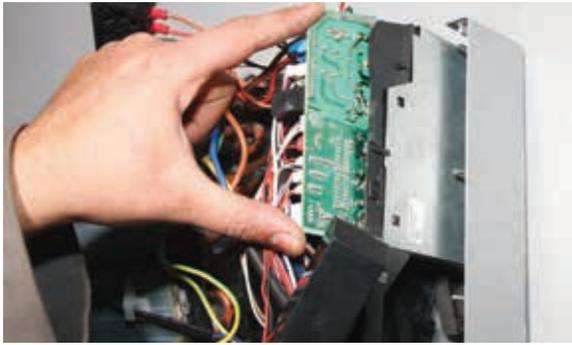
٥- فكّ مربط كابل التوصيلات الكهربائية الواصل بين الوحدة الداخلية والوحدة الخارجية، كما في الشكل (٤).

٦- فكّ براغي تثبيت أسلاك كابل التوصيلات، وانزع الأسلاك من مكانها، كما في الشكل (٥).

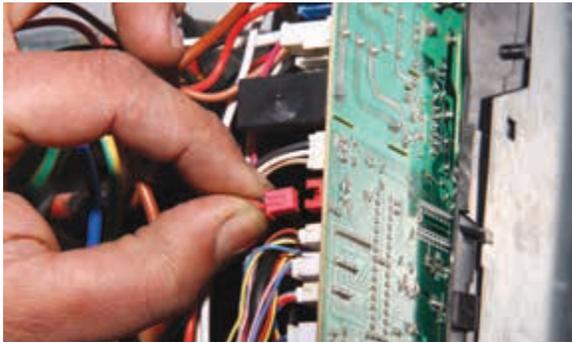
٧- فكّ برغي تثبيت علبة التوصيلات الكهربائية، وأبعدها من مكانها، كما في الشكل (٦).



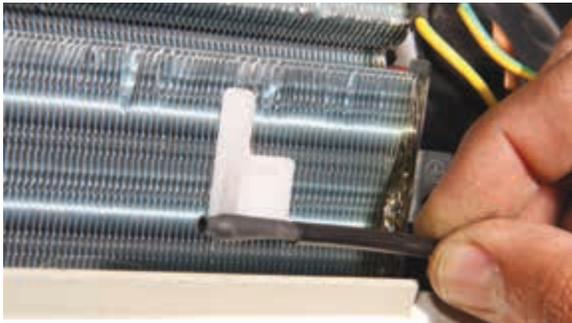
الشكل (٧)



الشكل (٨)



الشكل (٩)



الشكل (١٠)

٨- فكّ غطاء لوحة التحكم الإلكترونية، كما في الشكل (٧).

٩- اضغط اللسان اللدائني المرن المثبت للوحة الإلكترونية إلى الخلف، واسحب اللوحة الإلكترونية من مجراها برفق وعناية، كما في الشكل (٨).

١٠- فكّ كلبس مجسّ درجة الحرارة من مكانه في اللوحة الإلكترونية، كما في الشكل (٩).

١١- افصل مجسّ درجة الحرارة عن الحامل اللدائني المثبت على سطح المبخر، كما في الشكل (١٠)، واسحب أسلاك توصيله بعناية ورفق، وأخرجه من مكانه.

١٢- ركّب المجسّ الجديد في مكانه، وأوصله باللوحة الإلكترونية.

ثانياً: استبدال مجسّ ملفّ الوحدة الداخليّة

الصور والرسوم التوضيحية

خطوات التنفيذ



الشكل (١١)



الشكل (١٢)

١- اتبع الخطوات السابقة من (١-٩).

٢- فكّ كلبس مجسّ الملفّ الداخلي من مكانها في اللوحة الإلكترونيّة.

٣- اضغط بإصبعك على كلبس المجسّ المركّب داخل تجويف مثبت على أنابيب الملفّ الداخلي، واسحبه من مكانه برفق، كما في الشكل (١١).

٤- انزع كلبس التثبيت المعدنيّة للمجسّ من مكانها، كما في الشكل (١٢)، واسحب أسلاك التوصيل للمجسّ بعناية ورفق، وانزعه خارجاً.

٥- ثبت المجسّ الجديد في مكانه.

ثالثاً: استبدال مجسّ الوحدة الخارجيّة

الصور والرسوم التوضيحية

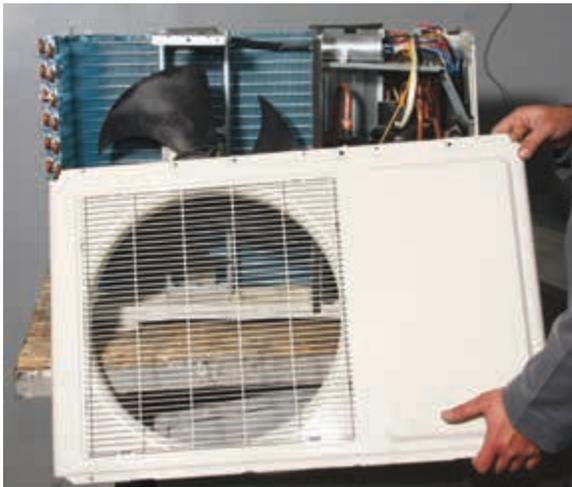
خطوات التنفيذ



الشكل (١٣)



الشكل (١٤)



الشكل (١٥)

١- تأكد من فصل التيار الكهربائي عن الجهاز.

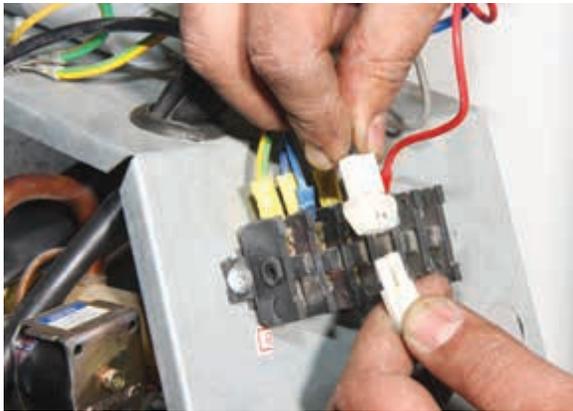
٢- فكّ غطاء علبة التوصيلات الكهربائيّة للوحدة الخارجيّة، كما في الشكل (١٣).

٣- فكّ الغطاء العلوي للوحدة الخارجيّة، كما في الشكل (١٤).

٤- فكّ الغطاء الجانبي الأيمن للوحدة، كما في الشكل (١٥).



الشكل (١٦)



الشكل (١٧)



الشكل (١٨)

٥- فكّ الغطاء الجانبي الأيمن للوحدة، كما في الشكل (١٦).

٦- فكّ الملقط اللدائني لتوصيل أسلاك المجسّ، كما في الشكل (١٧).

٧- اضغط بإصبعك على الملقط المعدني المثبت للمجسّ، وانزع المجسّ تدريجيّاً من الأنبوبة النحاسيّة الملاصقة لأنابيب الملفّ الخارجي، كما في الشكل (١٨).

٨- انزع المجسّ من مكانه، وضع مكانه المجسّ الجديد.

التقويم الذاتي

– دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

أولاً: استبدال مجسّ درجة حرارة الغرفة

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
---	_____		
١٢	_____		

ثانياً: استبدال مجسّ ملفّ الوحدة الداخليّة

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
---	_____		
٥	_____		

ثالثاً: استبدال مجسّ الوحدة الخارجيّة

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
---	_____		
٨	_____		

– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفّ خاص.

استبدال اللوحة الإلكترونية للوحة الداخلية للمكيّف المجرّأ

نتائج التمرين: يتوقّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:
- تستبدل اللوحة الإلكترونية للوحدة الداخلية للمكيّف المجرّأ.

الموادّ

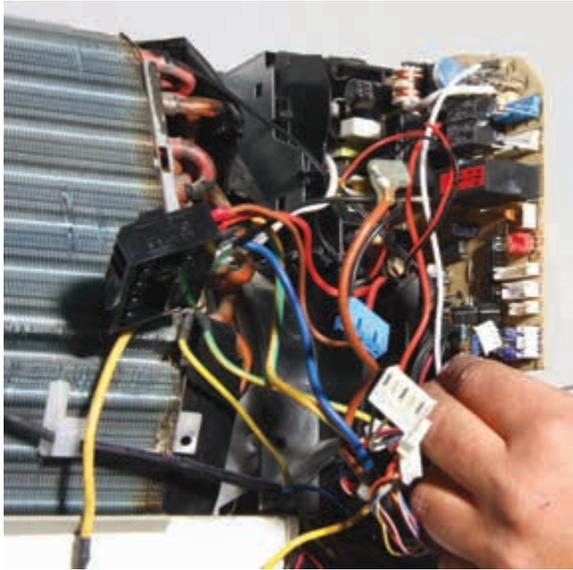
الأدوات والتجهيزات

وحدة داخلية لمكيّف مجرّأ، و لوحة إلكترونية،
ومفكّات متنوّعة، وزراديّة، وقطّاعة أسلاك
كهربائيّة.

استبدال اللوحة الإلكترونية للوحدة الداخلية للمكيّف المجرّأ

الصور والرسوم التوضيحية

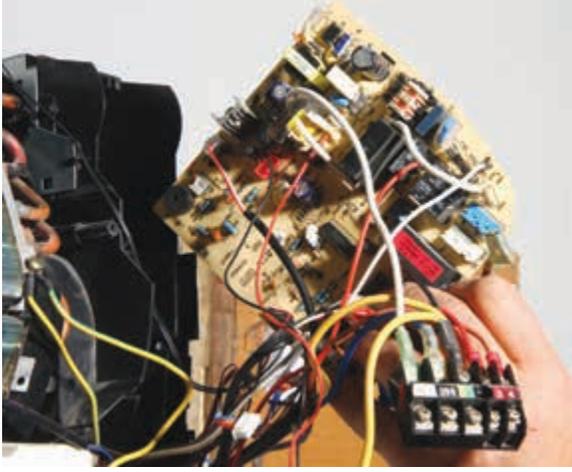
خطوات التنفيذ



الشكل (١)

- ١- اتبع الخطوات من (١-٧) للتمرين رقم (٢-٩).
- ٢- اسحب اللوحة الإلكترونية بعناية تامّة، وافصل كلبسات التوصيلات الكهربائيّة، مراعيًا تسجيل موقع كلّ كلبس في دفتر ملحوظاتك للرجوع إليه عند تركيب اللوحة الجديدة، كما في الشكل (١).

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (٢)

خطوات التنفيذ

٣- فك أسلاك التوصيلات الكهربائية بعناية، وانزع اللوحة من مكانها، وركب اللوحة الجديدة، وصل الوصلات الكهربائية جميعها إليها، كما في الشكل (٢).

التقويم الذاتي

– دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
٢	_____		

– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملف خاص.

نتائج التمرين: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تفكّ مبخر الوحدة الداخليّة.

الموادّ

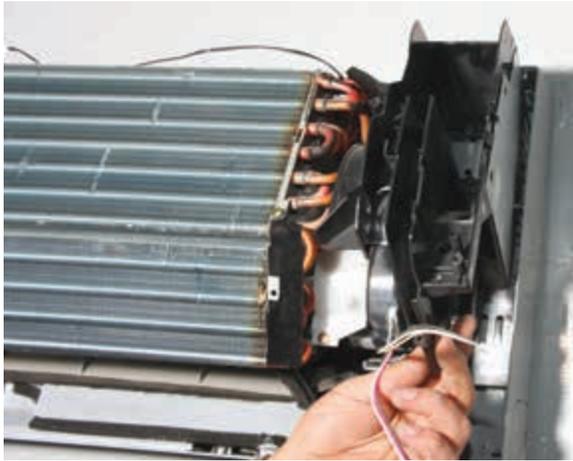
الأدوات والتجهيزات
وحدة داخلية لمكيّف مجزّأ، ومفكّات متنوّعة،
وزراديّة، وقطّاعة أسلاك كهربائيّة.

فكّ مبخر الوحدة الداخليّة

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (١)



الشكل (٢)

خطوات التنفيذ

١- فكّ أغطية الوحدة الداخليّة ولوحة التحكم الإلكترونيّة، كما تعلّمت سابقاً.

٢- فكّ مربوط تثبيت أنوبي السائل والغاز من الجهة الخلفيّة للوحدة الداخليّة، كما في الشكل (١).

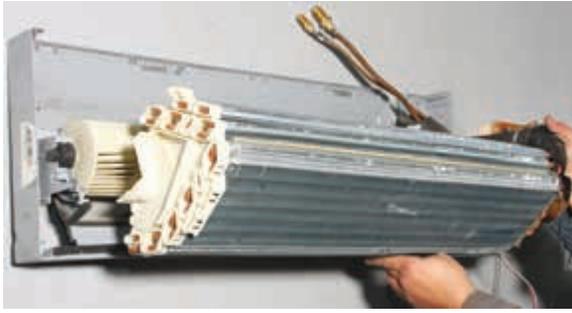
٣- فكّ براغي تثبيت حاضنة اللوحة الإلكترونيّة، وانزعها من مكانها، كما في الشكل (٢).

الصور والرسوم التوضيحية

خطوات التنفيذ



الشكل (٣)



الشكل (٤)

٤- فكّ ملاقط تثبيت حوض التصريف،
واسحبه تدريجيًا وبناية من مكانه،
كما في الشكل (٣).

٥- فكّ براغي تثبيت المبخر.

٦- حرّك المبخر نحو الأعلى والأسفل،
واسحبه نحوك تدريجيًا، مراعيًا
انحناءات أنابيب المبخر، كما في
الشكل (٤).

٧- انزع المبخر من مكانه.

التقويم الذاتي

– دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثمّ قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
٢	_____		
٧	_____		

– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفّ خاص.

نتائج التمرين: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تفك مروحة المبخّر.
- تفك محرك المروحة.

المواد

الأدوات والتجهيزات

وحدة داخلية لمكيّف مجزأ، ومفكات متنوعة، وزرادية، وقطاعة أسلاك كهربائية.

أولاً: فك مروحة المبخّر

الصور والرسوم التوضيحية

خطوات التنفيذ



الشكل (١)



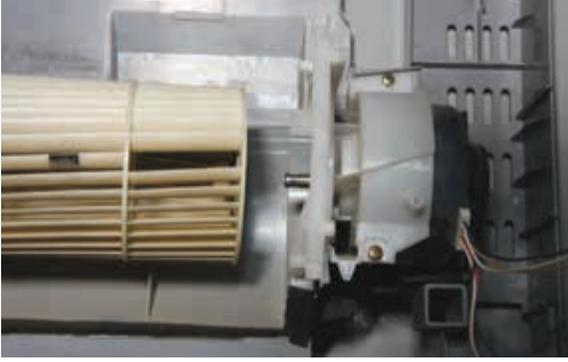
الشكل (٢)

١- فكّ أغطية الوحدة الداخلية وحوض التصريف، ويفضّل فكّ المبخّر أو فكّ براغي تثبيت المبخّر ورفع قليلاً نحو الأعلى.

٢- فكّ مربوط الجانب الأيسر المثبت للنفاخ، كما في الشكل (١).

٣- من الجهة اليمنى وباستخدام مفتاح سداسي أو مفكّ، فكّ برغي تثبيت النفاخ بالمحرك الكهربائي، كما في الشكل (٢).

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (٣)

خطوات التنفيذ

- ٤- حرّك النفاخ من الجهة اليسرى نحو الأعلى قليلاً، ثم اسحبه من مكانه، كما في الشكل (٣).

ثانياً: فكّ محرّك المروحة

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (٤)

خطوات التنفيذ

- ١- فكّ النفاخ حسب ما تعلّمت سابقاً.
- ٢- فكّ غطاء محرّك المروحة، كما في الشكل (٤).
- ٣- فكّ مربوط تثبيت الجهة اليمنى للمحرّك، وانزعه من مكانه، كما في الشكل (٥).



الشكل (٥)

التقويم الذاتي

– دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

أولاً: فكّ مروحة المبخّر			
الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
—	_____		
٤	_____		
ثانياً: فكّ محرك المروحة			
الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
—	_____		
٣	_____		
– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفّ خاص.			

نتائج التّمرين: يتوقّع منك بعد تنفيذ هذا التّمرين أن:

- تفكّ ملفّ الصمّام العاكس.
- تفحص ملفّ الصمّام العاكس.
- تستبدل الصمّام العاكس.

الأدوات والتجهيزات

مكّيّف نافذة، وصمّام عاكس، ولحام أكسي - ستالين، ومشعل لحام خاص بالصمّام العاكس، وطقم مفكّات مختلفة.

الموادّ

أسلاك لحام، وشاش مبلّل.

أولاً: فكّ ملفّ الصمّام العاكس

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (١)



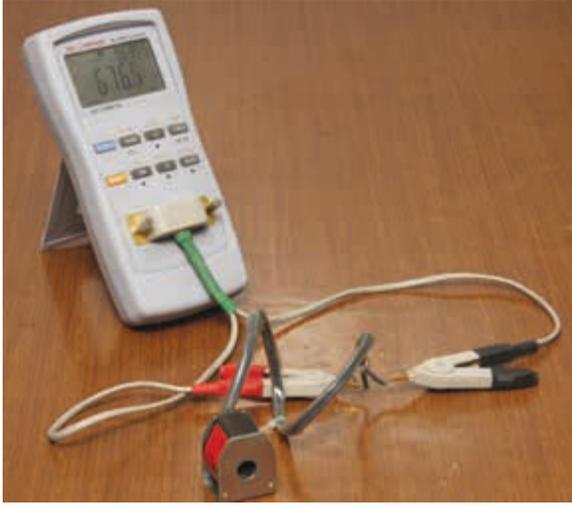
الشكل (٢)

خطوات التنفيذ

- ١- فكّ أغطية الوحدة الخارجية، كما تعلّمت سابقاً.
- ٢- فكّ أسلاك التوصيل لملفّ الصمّام العاكس، كما في الشكل (١).
- ٣- فكّ برغي تثبيت ملفّ الصمّام، كما في الشكل (٢)، وانزعه من مكانه.

ثانيًا: فحص ملف الصمام العاكس

الصور والرسوم التوضيحية



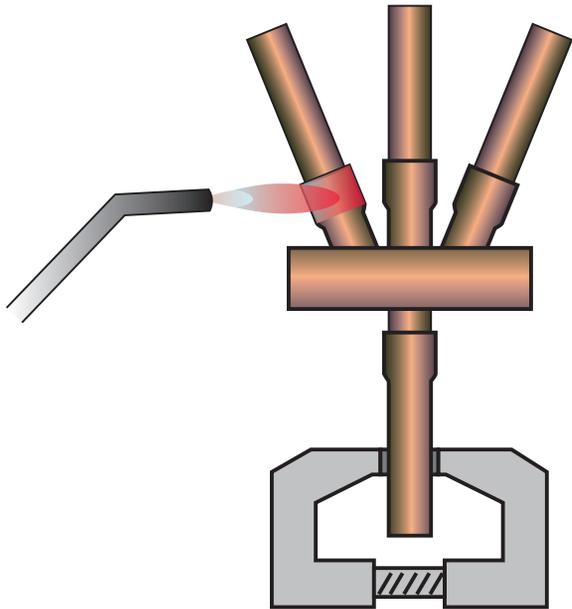
الشكل (٣)

خطوات التنفيذ

- 1- ضع أطراف جهاز فحص المقاومة على أطراف الملف، واقرأ قيمة مقاومة الملف، كما في الشكل (٣).

ثالثًا: استبدال الصمام العاكس

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (٤)

خطوات التنفيذ

- 1- فكّ ملف الصمام العاكس.
- 2- باستخدام حرارة لحام الأكسي ستالين، فكّ المسارات الأربعة للصمام العاكس المراد تبديله، وانزعه من مكانه. انظر الشكل (٤).



الشكل (٥)

٣- لفّ الصمّام الرئيس للصمّام العاكس الجديد بقماش رطب، كما في الشكل (٥)؛ لمنع ارتفاع درجة حرارته في أثناء عملية اللحام، حيث يجب ألا تزيد درجة حرارة جسم الصمّام على ١٥٠ درجة مئوية.



الشكل (٦)

٤- ثبت الصمّام الجديد مكان القديم، وثبت الملف الكهربائي في مكانه، وصله بالدارة الكهربائيّة للجهاز، كما في الشكل (٦).

تمارين الممارسة

- نفذ التمرين السابق باستخدام مكيف نافذة ذي دورة معكوسة.
- سجّل خطوات العمل للتمرين السابق مدعّمة بالرسم في دفتر التدريب العملي.

التقويم الذاتي

- دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

أولاً: فكّ ملفّ الصمّام العاكس			
الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
—	_____		
٣	_____		
ثانياً: فحص ملفّ الصمّام العاكس			
الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
ثالثاً: استبدال الصمّام العاكس			
الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
—	_____		
٤	_____		
– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفّ خاص.			

ملحوظة

لتجنّب التسخين الزائد للصمّام العاكس في أثناء اللحام، يتمّ استخدام مشعلّ لحام خاص بالصمّام العاكس، كما هو مبين في الشكل (٧).



الشكل (٧)

نتائج التمرين: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تفك مروحة المكثف.
- تفك محرك مروحة المكثف.

المواد

الأدوات والتجهيزات

وحدة خارجية لمكيف مجزأ، ومفكات متنوعة، وزرادية، وقطاعة أسلاك كهربائية، وطقم مفاتيح شد.

أولاً: فك مروحة المكثف

الصور والرسوم التوضيحية

خطوات التنفيذ



الشكل (١)



الشكل (٢)

- ١- فك أغشية الوحدة الخارجية، كما تعلمت سابقاً.
- ٢- باستخدام أداة فك مناسبة، فك صمولة تثبيت المروحة المحورية بعمود الدوران للمحرك، كما في الشكل (١).
- ٣- اسحب المروحة المحورية حتى تتحرر عن عمود دوران المحرك، كما في الشكل (٢).

ثانياً: فكّ محرّك المروحة

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (٣)

خطوات التنفيذ

- ١- فكّ المروحة المحوريّة، حسب ما تعلّمت سابقاً.
- ٢- فكّ براغي تثبيت محرّك المروحة بالحامل المعدني، وانزعه من مكانه، كما في الشكل (٣).

التقويم الذاتي

– دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثمّ قيّم تنفيذك لكلّ خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

أولاً: فكّ مروحة المكثّف		
الرقم	خطوات العمل	نعم لا
١	_____	
---	_____	
٤	_____	
ثانياً: فكّ محرّك المروحة		
الرقم	خطوات العمل	نعم لا
١	_____	

– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفّ خاص.

نتائج التمرين: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تركيب الوحدة الداخلية للمكيف المجزأ.
- تركيب الوحدة الخارجية للمكيف المجزأ.

المواد

براغ وخوابير، وبراغي تمدد بالشد، وشريط ربط، وعازل حراري، ومسامير فولاذية، وشريط لاصق مطاطي، وكم لدائني.

الأدوات والتجهيزات

مكيف مجزأ مع ملحقاته، ومثقب كهربائي، وأداة حفر، ومفاتيح ربط، وطقم مفاتيح شد، وقطاعة أسلاك كهربائية، ومفكات متنوعة، ومتر، وجهاز ضبط المستوى، وميزان حرارة، ومقص مواسير، وملزمة مواسير، وذكر تفليج، وطقم مفاتيح سداسية، وساعات ضغط، ومضخة تفريغ، وجهاز قياس التيار الكهربائي.

أولاً: التحضير للعمل

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (١)

خطوات التنفيذ

- ١- حدّد المكان المناسب لتركيب الوحدة الداخلية والخارجية وأنايب الربط وتصريف الماء.
- ٢- تأكد من توافق الجهاز مع المواصفات المطلوبة للحيّز المراد تكييفه.
- ٣- أخرج الوحدة الداخلية والخارجية من صناديق التغليف، وتأكد بالنظر من سلامتهما، كما في الشكل (١).

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (٢)



الشكل (٣)

خطوات التنفيذ

- ٤- بالاستعانة بكتيب الشركة الصانعة، تأكد من وجود القطع الملحقة بالجهاز جميعها، والشكل (٢) يظهر ملحقات الوحدة الخارجية لأحد الأجهزة، والشكل (٣) يظهر ملحقات الوحدة الداخلية لأحد الأجهزة.
- ٥- تأكد من وجود أنابيب الربط المعزولة ضمن ملحقات الجهاز، وفي حال عدم وجودها، قس المسافة المطلوبة بين الوحدة الداخلية والخارجية، وبناء على ذلك، جهّز أنابيب الربط، واعزلها، وثبت صواميل التفليج عليها.

ثانياً: تركيب الوحدة الداخلية

الصور والرسوم التوضيحية

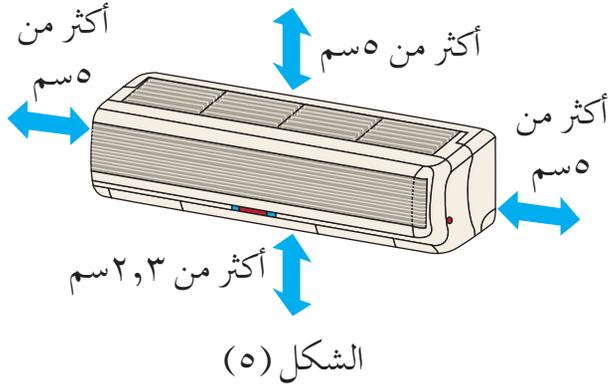


الشكل (٤)

خطوات التنفيذ

- ١- قس المسافة بين لوحة التثبيت للوحدة الداخلية وأنابيبها؛ لتحديد مكان الثقب اللازم لخروج أنابيب الوحدة إلى الخارج (في حال خروج الأنابيب من المنطقة الخلفية للوحدة الداخلية)، كما في الشكل (٤).

الصور والرسوم التوضيحية



خطوات التنفيذ

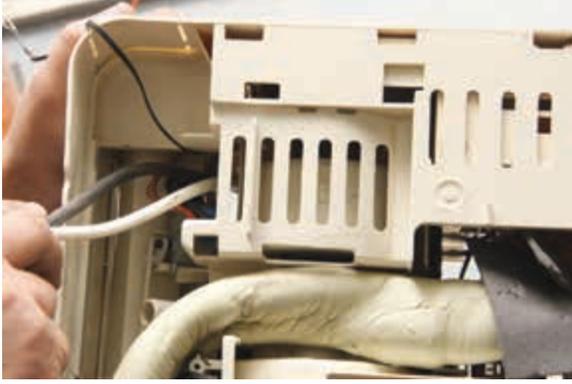
٢- قبل تركيب لوحة التثبيت، تأكد من أن المسافة حول الجانب الأيمن والأيسر من الوحدة أكثر من (٥) سم، والمسافة بين الوحدة والسقف أكثر من (٥) سم، والمسافة بين أسفل الوحدة والأرض أكثر من (٢,٣) م، كما في الشكل (٥).

٣- وفق القياس في النقطة (١) وباستخدام الأدوات المناسبة، اثقب الجدار وبشكل مائل للأسفل بقطر (٧٠) مم، أو حسب تعليمات الشركة الصانعة للجهاز، كما في الشكل (٦).

٤- ركب الكم المناسب لتمرير تجمّع الأنابيب، والوصلات الكهربائية، وخرطوم الماء في الثقب، كما في الشكل (٧).

٥- ثبت لوحة التثبيت على الجدار بواسطة مسامير فولاذية أو براغ وخوابير، مراعيًا اتزان اللوحة أفقيًا بواسطة جهاز ضبط المستوى، ومراعيًا الثبات المحكم للوحة؛ لمنع الاهتزاز، كما في الشكل (٨).

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (٩)



الشكل (١٠)



الشكل (١١)

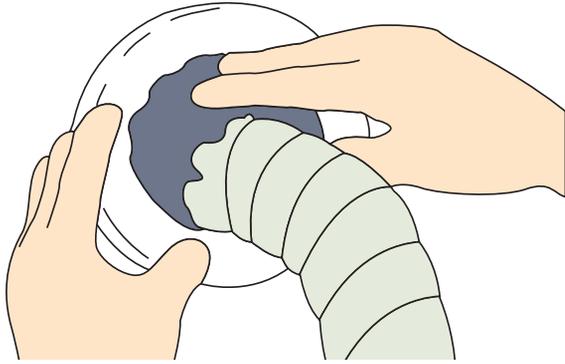
خطوات التنفيذ

- ٦- افتح غطاء منقيات الهواء، وفكّ برغي تثبيت غطاء علبة التوصيلات الكهربائية، وانزعه من مكانه.
- ٧- أدخل أسلاك التوصيلات الكهربائية من المنطقة الخلفية للوحدة الداخلية، كما في الشكل (٩)، إلى علبة التوصيلات الكهربائية، واشدها بإحكام في أماكنها الصحيحة، حسب تعليمات الشركة الصانعة.
- ٨- أعد تثبيت غطاء علبة التوصيلات الكهربائية، وأغلق باب منقيات الهواء.
- ٩- عدّل أنابيب الوحدة الداخلية وخرطوم التصريف تدريجيًا باتجاه عكس عقارب الساعة حتى تشكل زاوية ٩٠ درجة مع السطح الخلفي للوحدة، كما هو مبين في الشكل (١٠).
- ١٠- لفّ بالشريط العازل أنابيب الوحدة، وخرطوم التصريف، وأسلاك التحكم، مراعيًا وضع خرطوم التصريف في موضع منخفض من الحزمة.
- انظر الشكل (١١).

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (١٢)



الشكل (١٣)



الشكل (١٤)



الشكل (١٥)

خطوات التنفيذ

١١- أخرج حزمة أنابيب الوحدة الداخلية من الثقب، مراعيًا إغلاق أطراف أنابيب التبريد؛ لمنع دخول الأتربة، كما في الشكل (١٢).

١٢- املاً الفجوة بين حزمة الأنابيب والثقب من الجهة الخارجية بمعجونة خاصة، كما في الشكل (١٣).

١٣- ضع الوحدة الداخلية بشكل مائل للأعلى على الحافة العليا للوحة التثبيت، مراعيًا انزلاق تجويف الوحدة داخل بروز لوحة التثبيت، كما في الشكل (١٤).

١٤- اضغط الجانب السفلي للوحدة الداخلية في اتجاه لوحة التثبيت حتى يتم تثبيت الوحدة مع حافة لوحة التثبيت، ثم تأكد من اتزان الوحدة بواسطة جهاز ضبط المستوى، كما في الشكل (١٥).

ثالثاً: توصيل الأنابيب وخرطوم التصريف للوحدة الداخليّة

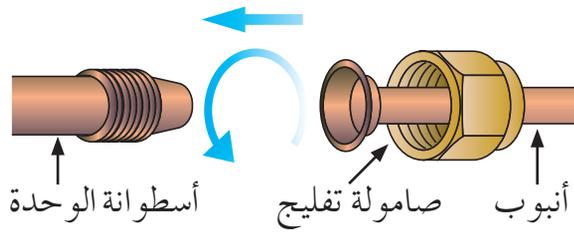
الصور والرسوم التوضيحية



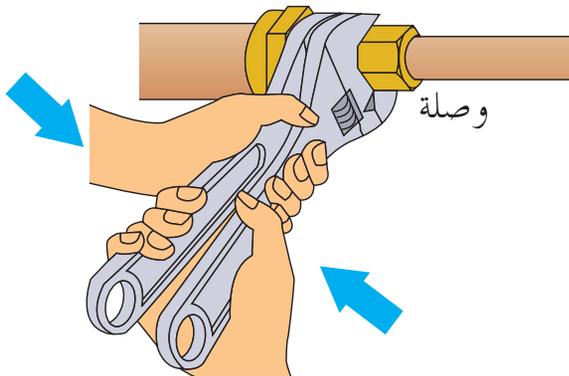
الشكل (١٦)



الشكل (١٧)



الشكل (١٨)



الشكل (١٩)

خطوات التنفيذ

١- فك صواميل إغلاق أنابيب الوحدة تدريجيّاً للسماح بتطهير شحنة غاز الاختبار بشكل تدريجي، كما في الشكل (١٦).

٢- تأكد من سلامة تفليج أنابيب الربط والصواميل، كما في الشكل (١٧).

٣- باستخدام اليد، اربط خطوط الأنابيب للوحدة الداخليّة كلّاً وحده بصواميل التفليج لأنابيب الربط. انظر الشكل (١٨).

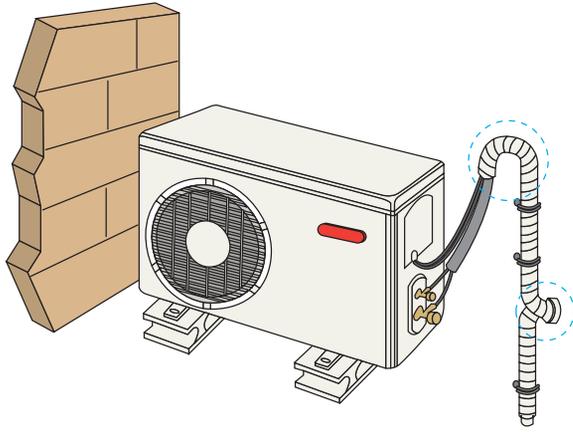
٤- أحكم ربط صواميل التفليج لأنبوبي الوحدة بمفتاحي ربط، كما في الشكل (١٩).

٥- تأكد من عزل منطقة التوصيل، وأنابيب الوحدة الداخليّة، وأنابيب الربط.

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (٢٠)



الشكل (٢١)

خطوات التنفيذ

٦- لف شريط الربط على الحزمة المكوّنة من أنابيب التبريد، وخرطوم التصريف، وأسلاك التحكم، كما في الشكل (٢٠) من الأسفل إلى الأعلى في حال تركيب الوحدة الخارجية في وضع أقلّ انخفاضاً من الوحدة الداخلية، ومن الأعلى إلى الأسفل في حال تركيب الوحدة الخارجية في وضع أعلى من الوحدة الداخلية، مراعيًا في هذه الحالة عدم وضع خرطوم التصريف ضمن الحزمة لضمان ميلانه للأسفل؛ لتصريف الرطوبة المتكاثفة، كما في الشكل (٢١).

رابعًا: تركيب الوحدة الخارجية

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (٢٢)

خطوات التنفيذ

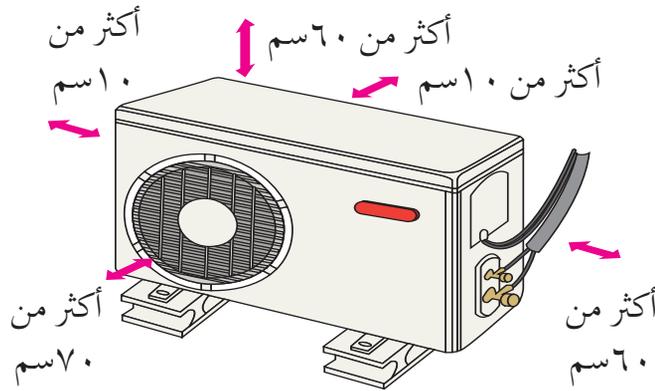
١- تثبت حاملة الوحدة الخارجية كالمبيّنة في الشكل (٢٢) بوساطة براغي تثبيت مناسبة، مراعيًا اتزانها.

الصور والرسوم التوضيحية

خطوات التنفيذ



الشكل (٢٣)



الشكل (٢٤)



الشكل (٢٥)



الشكل (٢٦)

٢- تثبت الوحدة الخارجية على قاعدة التثبيت، مراعيًا وضع قواعد مطاطية مانعة للاهتزاز، كما في الشكل (٢٣).

٣- تأكد من وجود فراغات كافية حول الوحدة الخارجية؛ لضمان جريان الهواء بحرية، كما في الشكل (٢٤).

٤- فك أغطية منطقة التحكم بصمامات الخدمة للوحدة الخارجية، كما في الشكل (٢٥).

٥- ركب خط السائل وخط الغاز على محابس الخدمة للوحدة الخارجية بواسطة مفتاح الربط، كما في الشكل (٢٦).



الشكل (٢٧)



الشكل (٢٨)



الشكل (٢٩)

٦- فكّ صمّولة إغلاق خط الخدمة
لصمّام الخدمة، وصل مشعّب
الساعات ومضخّة التفريغ، وفرّغ
أنابيب الربط والمبخر، كما هو مبين
في الشكل (٢٧).

٧- انزع مشعّب الساعات ومضخّة
التفريغ، وافتح محابس الخدمة
(السائل والغاز) باستخدام مفتاح
سداسي، بحيث يتمّ تحريك المفتاح
باتجاه عكس عقارب الساعة، كما
في الشكل (٢٨).

٨- أعد أغطية محابس الخدمة، واشدد
عليها بإحكام باستخدام مفتاح
الربط، كما في الشكل (٢٩).

الصور والرسوم التوضيحية

خطوات التنفيذ



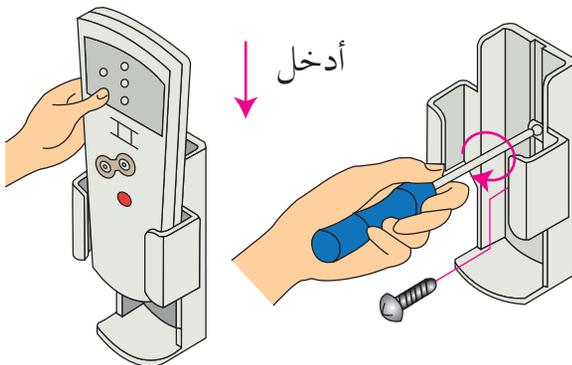
الشكل (٣٠)



الشكل (٣١)



الشكل (٣٢)



الشكل (٣٣)

٩- فكّ غطاء علبة التوصيلات الكهربائية للوحدة الخارجية، كما في الشكل (٣٠).

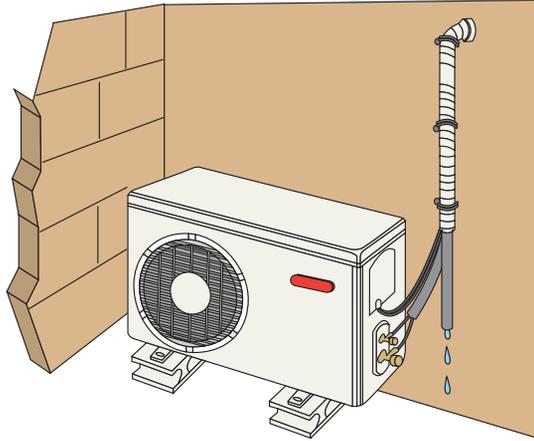
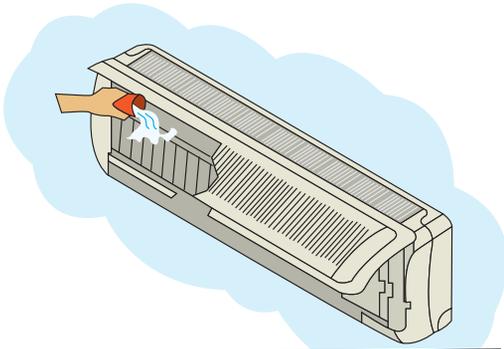
١٠- ثبت أسلاك التوصيلات الكهربائية في أماكنها المخصصة على علبة التوصيل الكهربائي، كما في الشكل (٣١)، مستعيناً بمخططات الشركة الصانعة.

١١- ثبت كوابل التوصيلات الكهربائية بالمرابط المعدة لذلك، كما في الشكل (٣٢)، ثم أعد تركيب غطاء علبة التوصيلات الكهربائية.

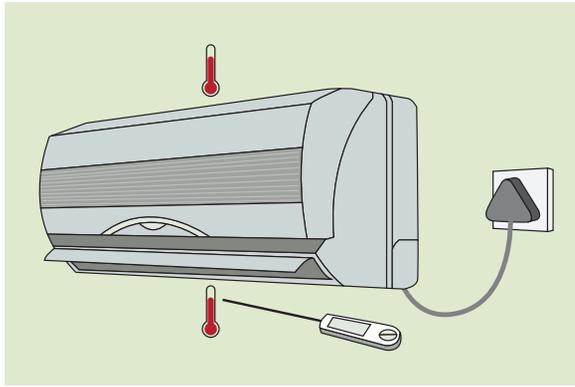
١٢- ثبت حاملة جهاز التحكم عن بعد، كما في الشكل (٣٣)، وضع البطاريات داخله بشكل صحيح.

الصور والرسوم التوضيحية

خطوات التنفيذ



الشكل (٣٤)



الشكل (٣٥)

١٣- اسكب الماء داخل حوض التصريف للجهاز، وتأكد من تدفقه من خلال خط التصريف، كما في الشكل (٣٤).

١٤- صل الجهاز بالتيار الكهربائي، وشغله، وقس التيار الكهربائي له، وقارنه بلوحة معلومات الجهاز، وقس درجة حرارة الهواء الراجع ودرجة حرارة الهواء الخارج من الجهاز، بحيث يجب ألا يقل الفرق بينهما عن ٨ درجات مئوية. انظر الشكل (٣٥).

تمارين الممارسة

- بالاستعانة بمدربك، نفذ التمرين السابق باستخدام أشكال أخرى من الوحدات الداخلية.
- بالاستعانة بمدربك، افحص المكونات الكهربائية للوحدة الداخلية لمكيّف مجزّأ، واعمل التوصيلات الكهربائية اللازمة لها.
- بالاستعانة بمدربك، افحص المكونات الكهربائية للوحدة الخارجية لمكيّف مجزّأ، واعمل التوصيلات الكهربائية اللازمة لها.
- بالاستعانة بمدربك، صل الوحدة الداخلية مع الخارجية، وشغل الجهاز، وتأكد منه.
- بالاستعانة بمدربك، ركّب مكيفاً ذا قدرة متغيرة، وشغله، وقس التيار الكهربائي، مع ملاحظة التغيير في التيار الكهربائي المسحوب، وتغيّر سرعة مروحة الوحدة الخارجية.
- سجّل خطوات العمل للتمارين السابقة مدعّمة بالرسم في دفتر التدريب العملي.

التقويم الذاتي

- دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثمّ قيم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

أولاً: التحضير للعمل		
الرقم	خطوات العمل	نعم لا
١	_____	
—	_____	
٥	_____	
ثانياً: تركيب الوحدة الداخلية		
الرقم	خطوات العمل	نعم لا
١	_____	
—	_____	
١٤	_____	

ثالثاً: توصيل الأنابيب وخرطوم التصريف للوحدة الداخلية

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
---	_____		
٦	_____		

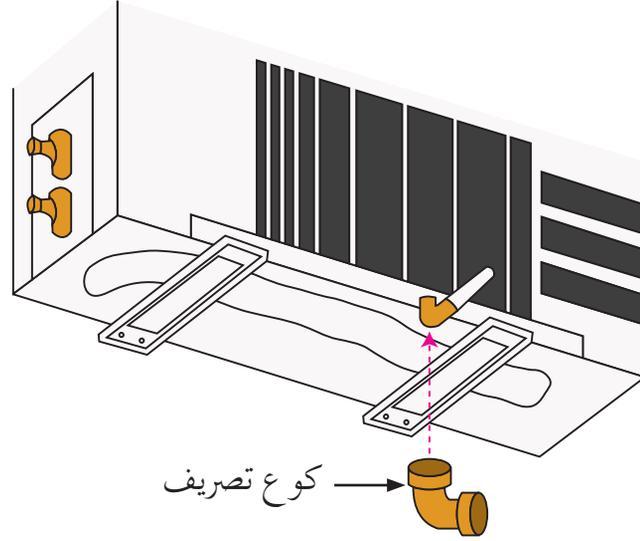
رابعاً: تركيب الوحدة الخارجية

١	_____		
---	_____		
١٤	_____		

– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفّ خاص.

ملحوظة

يراعى عند تركيب المضخات الحرارية تركيب خرطوم للتصريف أسفل الوحدة الخارجية، خصوصاً عند تركيبها فوق المداخل والممرات، كما في الشكل (٦٣).



الشكل (٣٦)

نتائج التمرين: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تركيب وحدة داخلية عمودية.

المواد

براغ وخوابير، وبراغي تمدد بالشد،
وشريط ربط، وعازل حراري، ومسامير
فولاذية، وشريط لاصق مطاطي، وكم
لدائني.

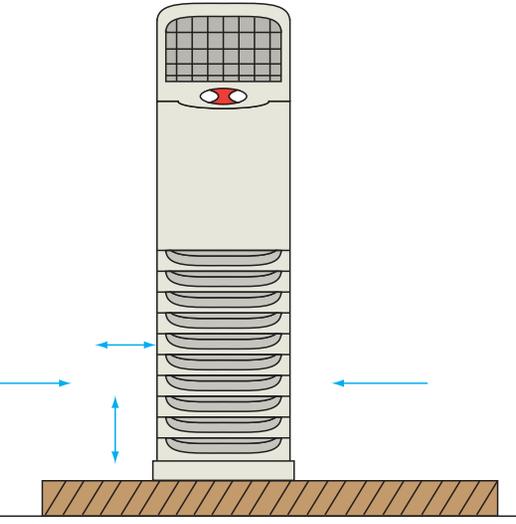
الأدوات والتجهيزات

مكيّف مجزأ، ومثقب كهربائي، وأداة حفر،
ومفاتيح ربط، وطقم مفاتيح شد، وقطاعة
أسلاك كهربائية، ومفكات متنوعة، ومتر،
وجهاز ضبط المستوى، وميزان حرارة.

خطوات التنفيذ

١- حدّد المكان المناسب لتركيب
الوحدة الداخلية، بحيث تكون
أرضية التثبيت قوية ومستوية؛
لحماية الجهاز من الاهتزاز في أثناء
التشغيل.

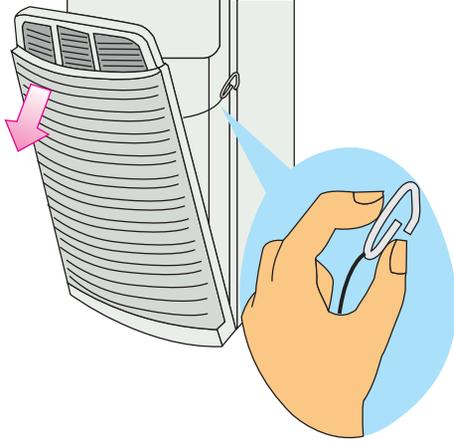
٢- اثقب من الجهة اليمنى أو اليسرى
خلف الوحدة العمودية بارتفاع
ينخفض قليلاً عن أنابيب الوحدة،
كما في الشكل (١).



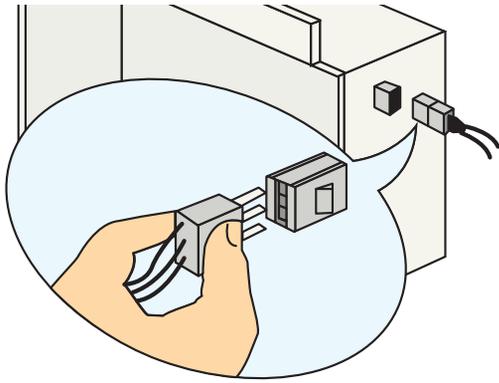
الشكل (١)

الصور والرسوم التوضيحية

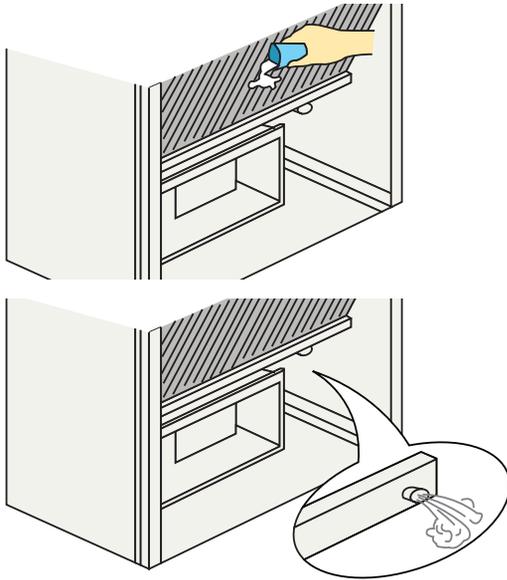
خطوات التنفيذ



الشكل (٢)



الشكل (٣)



الشكل (٤)

٣- افتح الشبكة السفلية للجهاز، كما في الشكل (٢).

٤- أحكم شدّ أنابيب الربط مع أنابيب الوحدة الداخلية، وصل خرطوم التصريف، وأخرجه من الثقب.

٥- صل أسلاك التحكم بالمكان المخصّص داخل الوحدة الداخلية، كما في الشكل (٣).

٦- أغلق الشبكة السفلية، وأكمل توصيل الوحدة الداخلية مع الوحدة الخارجية، كما تعلمت في التمرين السابق.

٧- بعد انتهائك من تركيب الجهاز، شغله، وتأكد من عمله بشكل صحيح، وتأكد من سلامة خط التصريف وعدم انسداده بصّب الماء داخل حوض الجهاز، كما في الشكل (٤).

التقويم الذاتي

– دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
—	_____		
٧	_____		

– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفّ خاص.

نتائج التمرين: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تركيب وحدة داخلية سقفية.

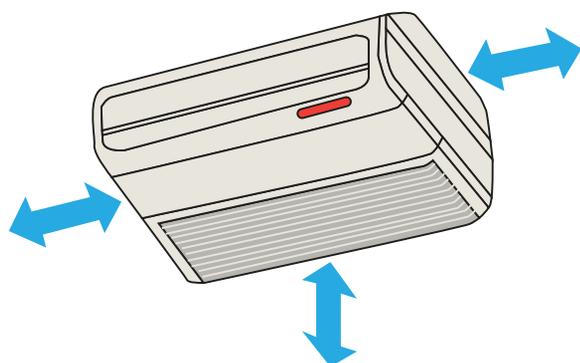
الأدوات والتجهيزات

وحدة داخلية سقفية، وأداة حفر، ومفاتيح ربط، ومفاتيح ربط، وقطاعة أسلاك كهربائية، ومفكات متنوعة، ومتر، وجهاز ضبط المستوى، وميزان حرارة.

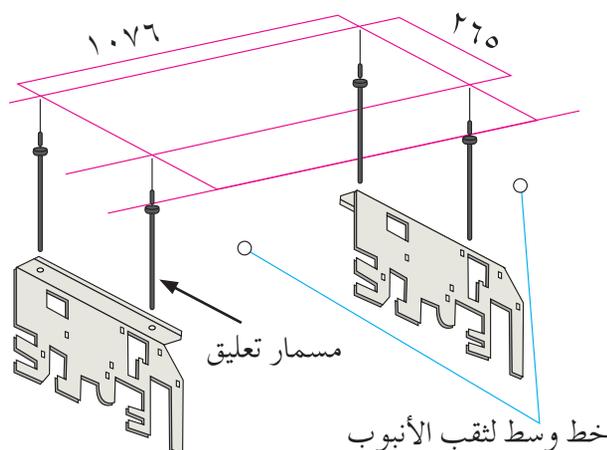
المواد

براغ وخوابير، وبراغي تمدد بالشد، وشريط ربط، وعازل حراري، ومسامير فولاذية، وشريط لاصق مطاطي، وكم لدائني.

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (١)



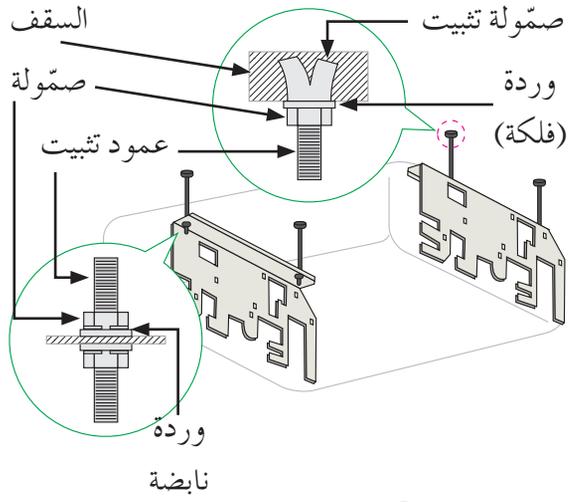
الشكل (٢)

خطوات التنفيذ

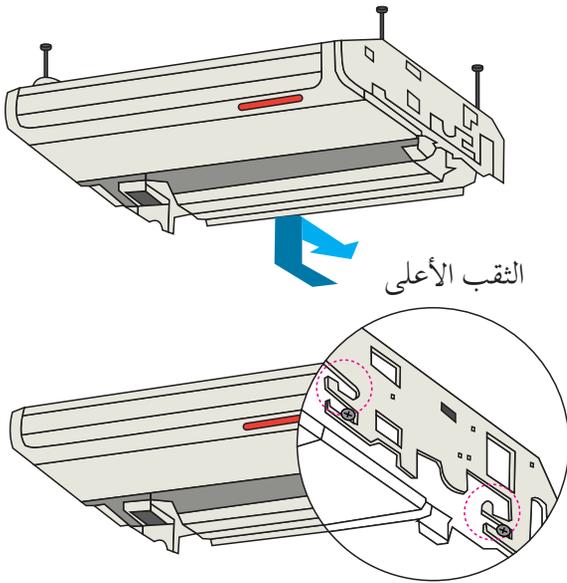
١- حدّد المكان المناسب لتركيب الوحدة الداخلية، بحيث تكون ثابتة وبعيدة عن الجدران، كما في الشكل (١).

٢- انزع الأغطية الجانبية للدائنية للوحدة، وقس المسافة بين لوحتي التثبيت المعدنيتين، وحدّد مكان الثقب، كما في الشكل (٢).

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (٣)



الشكل (٤)

خطوات التنفيذ

٣- تثبت الحاملات المعدنية باستخدام براغي تثبيت خاصة كالمبيّنة في الشكل (٣).

٤- أثقب في المكان المحدد سابقاً.

٥- علق الوحدة، كما في الشكل (٤).

٦- تثبت الوحدة مع الحاملة المعدنية بوساطة براغي التثبيت.

٧- صل أنابيب الربط، وخرطوم التصريف، والوصلات الكهربائيّة، كما تعلّمت سابقاً.

التقويم الذاتي

– دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
—	_____		
٧	_____		

– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفّ خاص.

نتائج التمرين: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تركيب مكيفاً محمولاً وتشغيله.

المواد

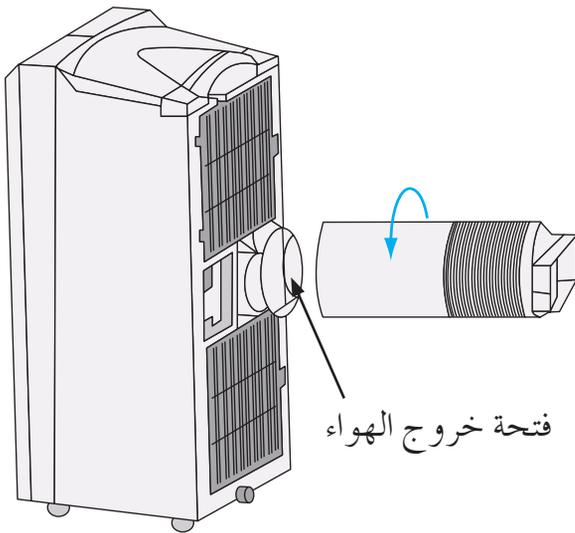
الأدوات والتجهيزات
مكيف محمول، ومفكات متنوعة، وزرادية،
وقطاعة أسلاك كهربائية.

خطوات التنفيذ

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (١)



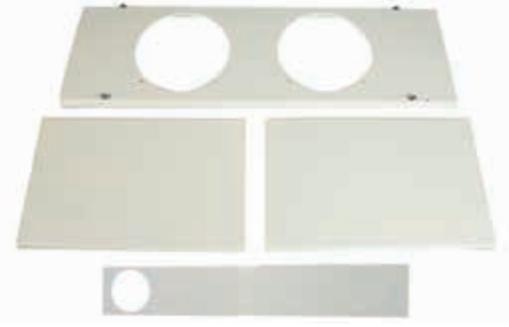
الشكل (٢)

١- أخرج الجهاز وملحقاته من صندوق التغليف، وتأكد من وجود ملحقات التركيب كالمبيّنة في الشكل (١).

٢- ثبت نقاصة مجرى الهواء المضلّعة الدائريّة على فتحة خروج الهواء للجهاز، ثمّ ثبت عليها الخرطوم المرن، كما في الشكل (٢).

الصور والرسوم التوضيحية

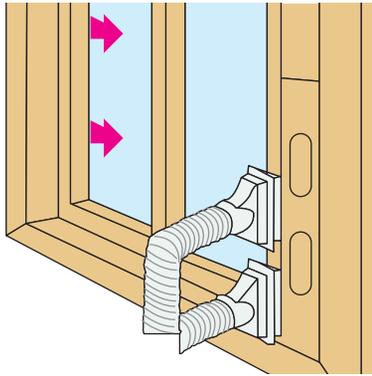
خطوات التنفيذ



الشكل (٣)



الشكل (٤)



الشكل (٥)



الشكل (٦)

٣- في حال كانت حركة نافذة الحيز المراد تكييفه عمودية، خذ القياس الأفقي له، أما إذا كانت حركته أفقية، فخذ القياس العمودي له.

٤- جمّع القطع المبينة في الشكل (٣) حسب قياس النافذة.

٥- ضع القطع التي جمعتها على النافذة، وأغلقها، كما في الشكل (٤)، للوضع الأفقي، والشكل (٥) للوضع العمودي.

٦- ثبّت خرطوم الجهاز أو خرطومي الجهاز حسب ملحقاته بفتحة القطعة المثبتة على النافذة، كما في الشكل (٦).

٧- صل الجهاز بمصدر للتيار الكهربائي، وشغله؛ وتأكد من عمله.

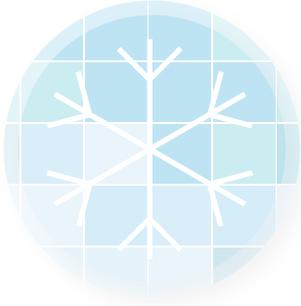
التقويم الذاتي

– دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
—	_____		
٧	_____		

– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفّ خاص.

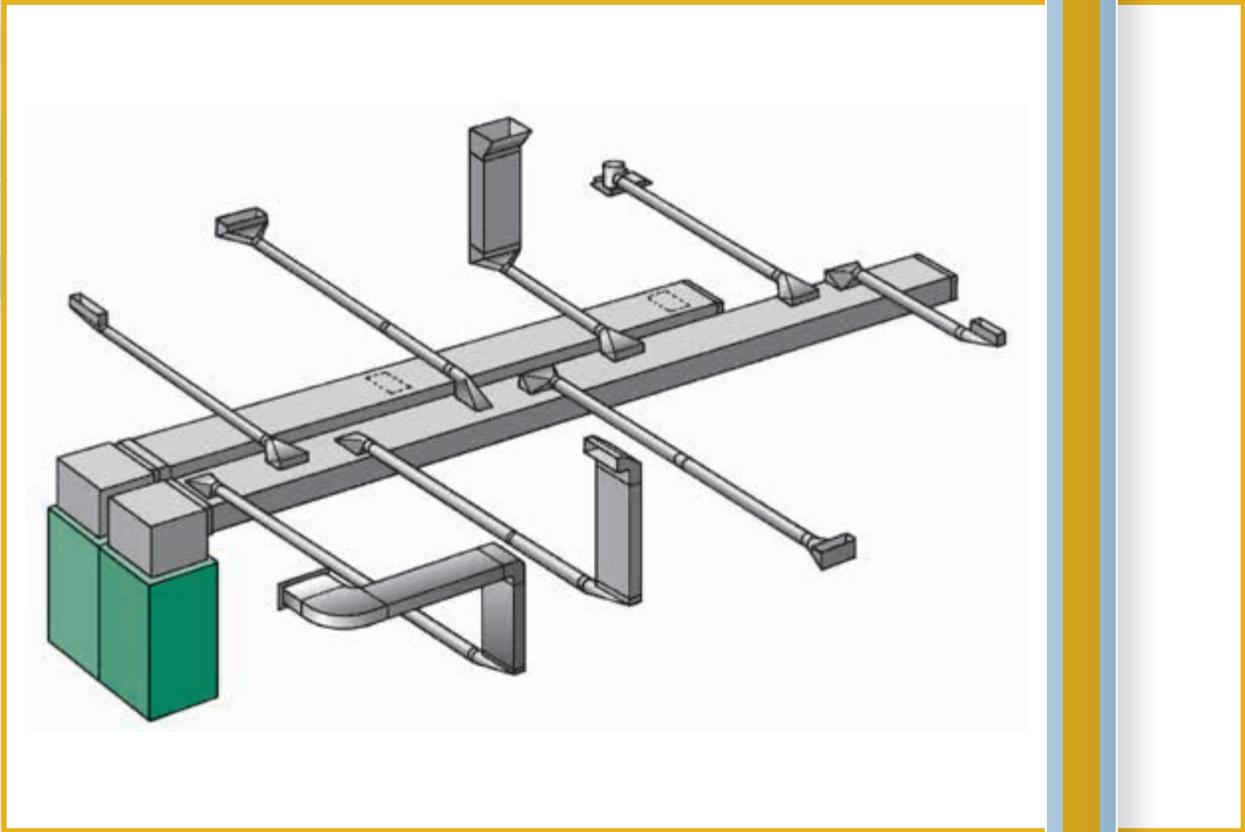




الوحدة الثالثة

٣

قنوات (مجاري) الهواء



- ما أشكال قنوات الهواء واستخداماتها؟
- ما أهميّة دراسة قنوات الهواء؟

تعدّ قنوات الهواء الجزء الرئيس في منظومة تكييف الهواء الذي يربط جهاز التكييف بالحيّز المراد تكييفه، حيث تستخدم في أنظمة التكييف المركزيّة؛ لنقل الهواء المرّ وتوزيعه عبرها بواسطة المراوح.

وللحصول على جودة نقل عالية للهواء المكيف، وتصميم جيّد لقنوات الهواء، يتمّ دراسة قنوات الهواء من حيث أنواعها، وخصائص كلّ نوع، وأسس اختيارها، والمتغيّرات المؤثّرة في تصميم قنوات الهواء، والأسس المتبّعة في توزيع الهواء.

إنّ التصميم الجيّد لمنظومة تكييف الهواء يتطلّب معرفة الأجهزة المستخدمة في قياس خصائص الهواء الجاري في قنوات الهواء، ومن هذه الأجهزة: أجهزة قياس الضغط، وأجهزة قياس السرعة، والطرق المتبّعة في موازنة الهواء في القنوات الرئيسيّة والفرعيّة.

كما أنّ دراسة المؤثّرات على نشر الهواء في الغرفة المكيفة ومعرفتها يؤدي إلى النشر الجيّد، والشعور بالارتياح، في الوقت الذي يؤدي فيه النشر السيء إلى عدم الشعور بالراحة.

ما أنواع قنوات الهواء وخصائصها؟ كيف يتمّ تحديد التصميم الجيّد لقنوات الهواء؟ عزيزي الطالب، هذه الأسئلة وغيرها سيتمّ الإجابة عنها خلال هذه الوحدة.

يتوقّع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- تعرف أهميّة قنوات الهواء.
- تميّز أشكال قنوات الهواء.
- تحدّد طرق توصيل قنوات الهواء، وتعزلها، وتركبها.
- تحدّد أنواع أجهزة توزيع الهواء، والخوانق، واستخداماتها.
- تستخدم أجهزة قياس الضغط داخل قناة الهواء.
- تستخدم أجهزة قياس سرعة الهواء.
- تعرف أهميّة موازنة الهواء.
- تجري عملية موازنة الهواء.

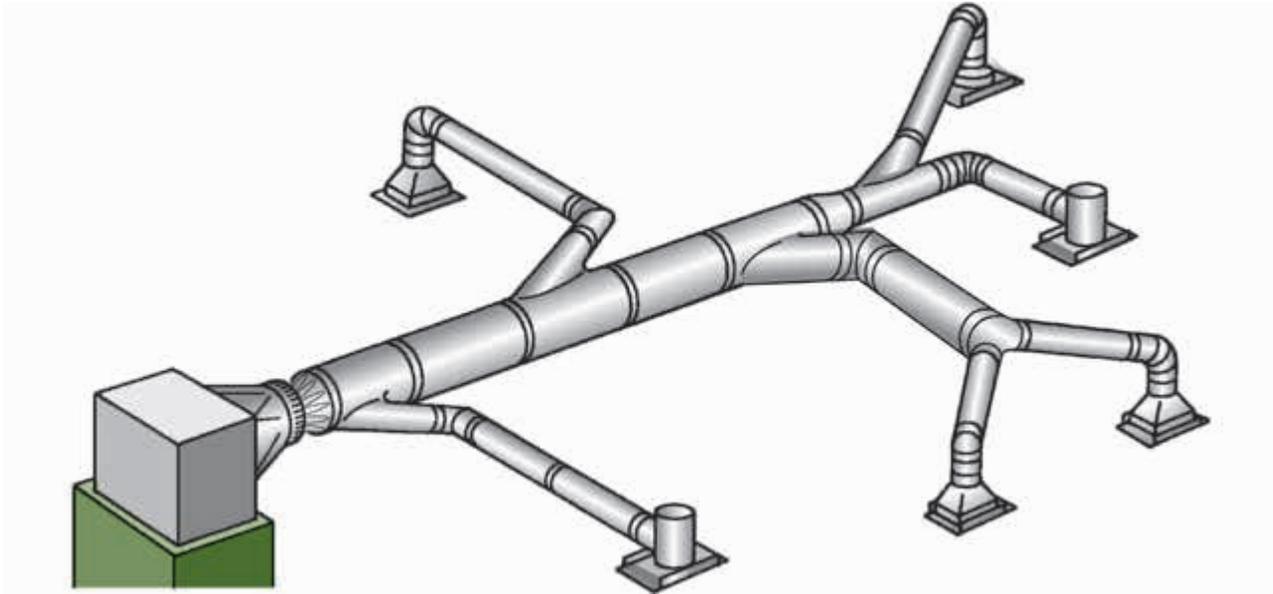
يتمّ تصنيع قنوات الهواء بعدّة أشكال، وتختلف هذه الأشكال من حيث الخصائص والميّزات، بحيث تعطي مرونة بالاستخدام والتصنيع والتركيب. وتصنّف هذه القنوات حسب الآتي:

1 حساب المقطع

حيث يتمّ تصنيفها حسب المقطع العرضي للقناة إلى:

أ - قنوات هواء دائرية المقطع (Round Ducts): ويستعمل هذا النوع غالبًا لنقل الهواء ذي السرعات العالية والمتوسطة، وتمتاز المجاري دائرية المقطع عن مجاري الهواء المضلّعة بتمريرها لكمية أكبر من الهواء بفواقد ضغط وضجيج أقل نظرًا لقلّة المقاومة فيها، وكذلك تمتاز باستهلاك أقلّ لموادّ التصنيع، ومن سلبيّاتها: صعوبة التجميع والتركيب، وصعوبة ملاءمتها للحيز المتوافر.

ويبيّن الشكل (٣-١) نظام قنوات هواء دائري المقطع مجمّع من عدّة أجزاء.



الشكل (٣-١): نظام قنوات هواء دائرية.

ب- قنوات هواء مضلّعة (Rectangular Ducts): وتكون قطع مجاري الهواء جميعها ذوات مقاطع مربعة أو مستطيلة الشكل. تستخدم هذه المجاري بكثرة نظرًا لسهولة

تصنيعها وتركيبها، إضافة إلى إمكانية تركيبها فوق الأسقف المستعارة، حيث يمكن تقليل ارتفاعها وزيادة عرضها أو العكس، حسب ملاءمة الحيز الذي تمرّ به مجاري الهواء من غير أن تؤثر في كمية الهواء المارّة من خلال مقاطع مجاري الهواء. كما أنّها سهلة الربط، ويبيّن الشكل (٣-٢) قنوات هواء ذوات شكل مضلّع.



الشكل (٣-٢): قنوات هواء مضلّعة.

نشاط (٣ - ١)

زر أحد مشاريع التكييف القريبة، واحصِ أيّ الأنواع السابقة أكثر استخداماً.

٢ حسب الاستخدام

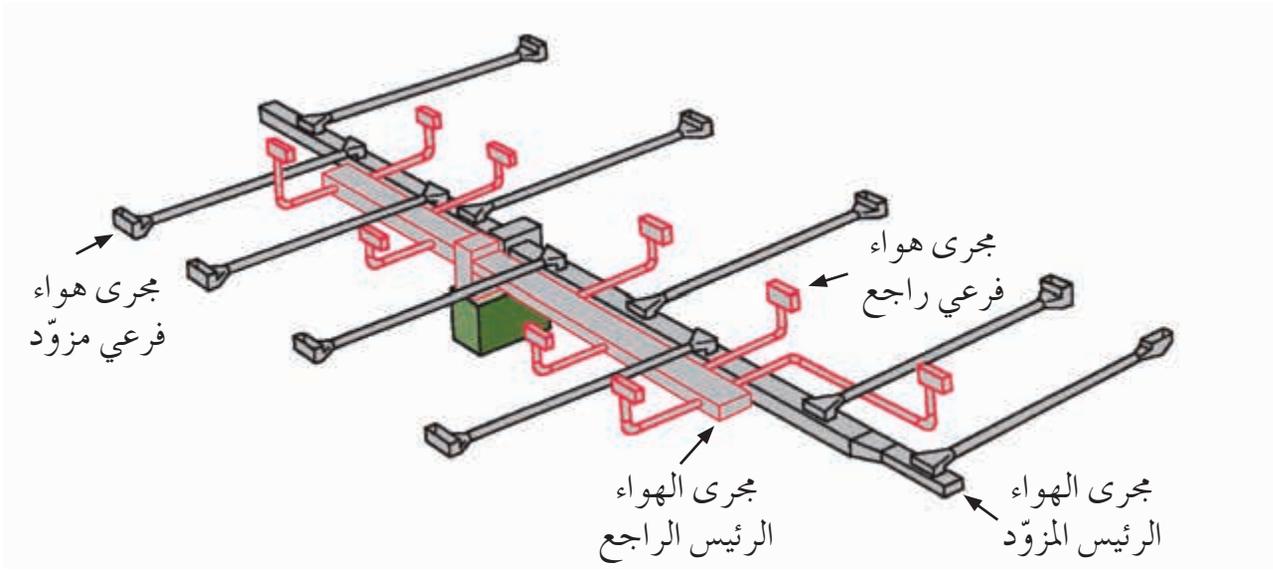
تقسم مجاري الهواء حسب الاستخدام إلى:
أ - مجاري تزويد رئيسية: تنقل هواء التغذية الرئيس من وحدة مناولة الهواء إلى الأفرع، وتكون كمية تدفق الهواء و سرعته خلالها أعلى ما يمكن.

ب- مجاري تزويد فرعية: تنقل الهواء بكميات أقل، وسرعات أقل من مجاري التزويد الرئيسة إلى الحيز المكيف.

ج- مجاري سحب هواء راجع رئيسة: وهي تنقل الهواء الراجع من الفروع إلى وحدة مناولة الهواء.

د - مجاري سحب هواء راجع فرعية: تنقل الهواء الراجع من الحيز المكيف إلى المجرى الرئيس.

ويبين الشكل (٣-٣) الأنواع الأربعة السابقة، وكيفية وصلها بالنظام.



الشكل (٣-٣): نظام مجاري هواء.

نشاط (٣ - ٢)

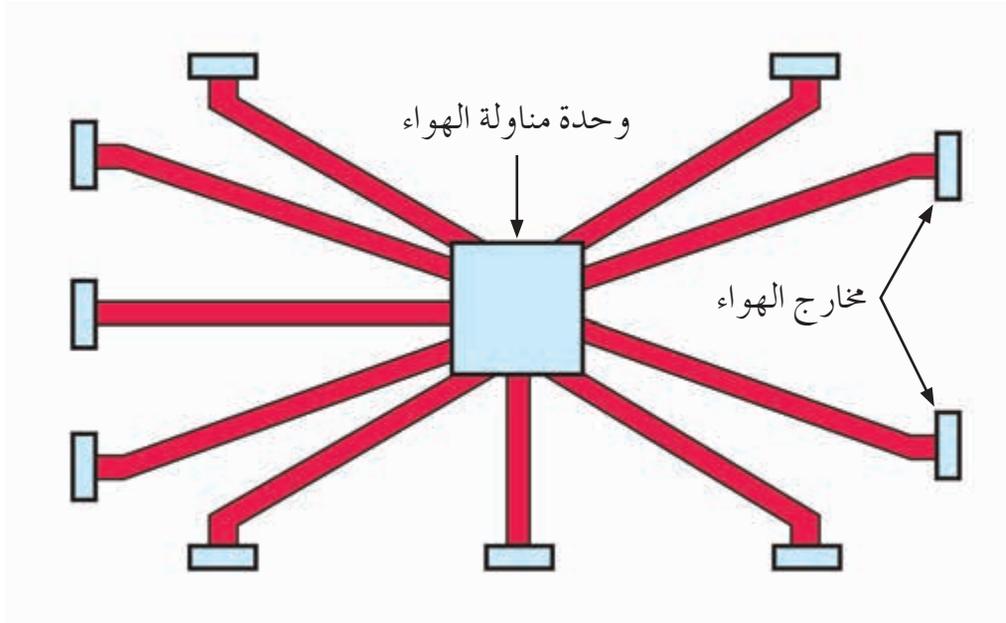
من خلال أحد المواقع الإلكترونية المتخصصة في التكييف، قارن بين خصائص الهواء في مجرى الراجع ومجرى التغذية.

٣ حسب نظام التوزيع بين الحيز المبرّد ووحدات مناولة الهواء

تقسم هذه القنوات إلى:

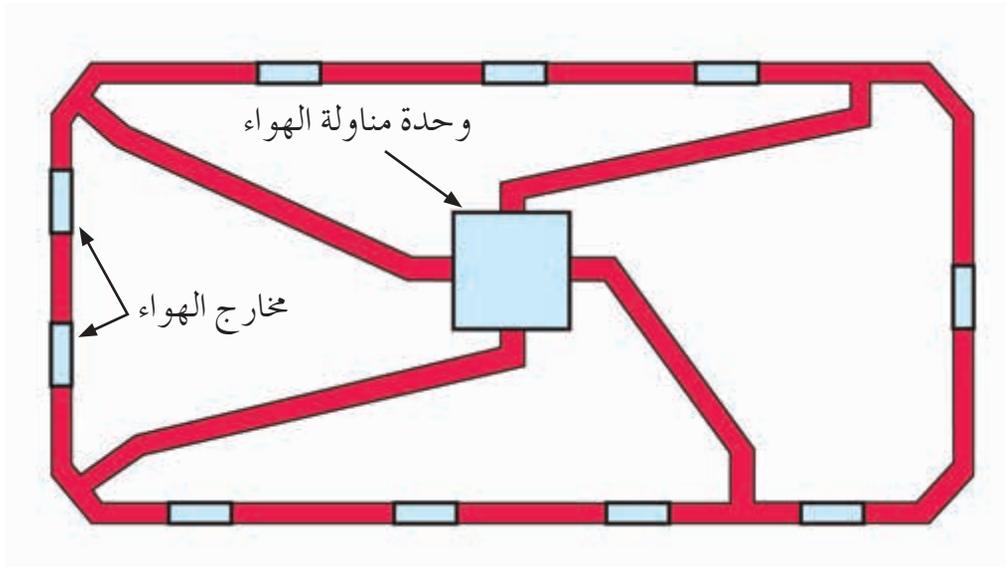
أ - نظام توزيع قطري: وفيه يتم إيصال هواء المكيف من مجرى التوزيع الرئيس إلى المجاري

الفرعية بشكل قطري، ويصلح هذا النظام للأبنية الواسعة وغالبًا ما يستعمل في التطبيقات السكنية، كما هو مبين في الشكل (٤-٣).



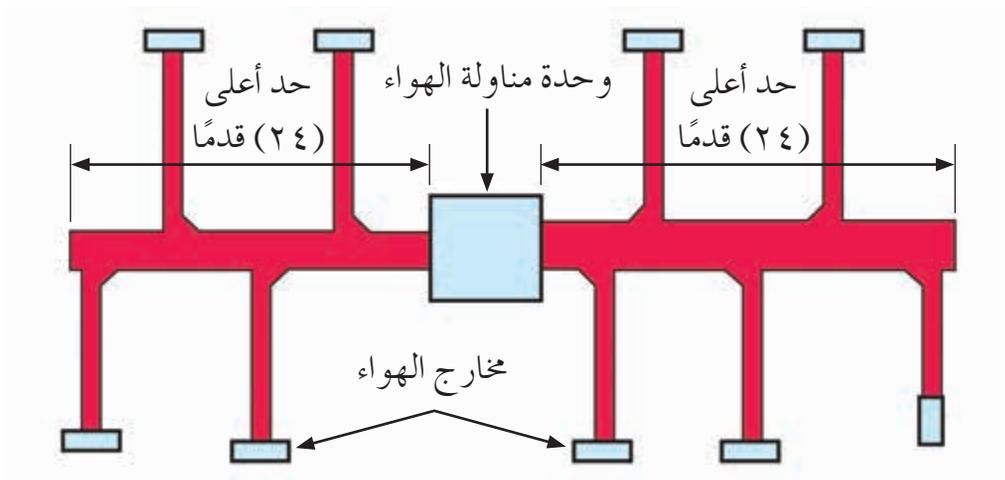
الشكل (٤-٣): نظام توزيع قطري.

ب- نظام توزيع حلقي: يكون التوزيع بشكل حلقي، ويكون ضغط الهواء ثابتًا خلال الحلقة، كما ويكون ضغط الهواء عند مخارج توزيع الهواء متساويًا، ويبيّن الشكل (٥-٣) هذا النوع من التوزيع.



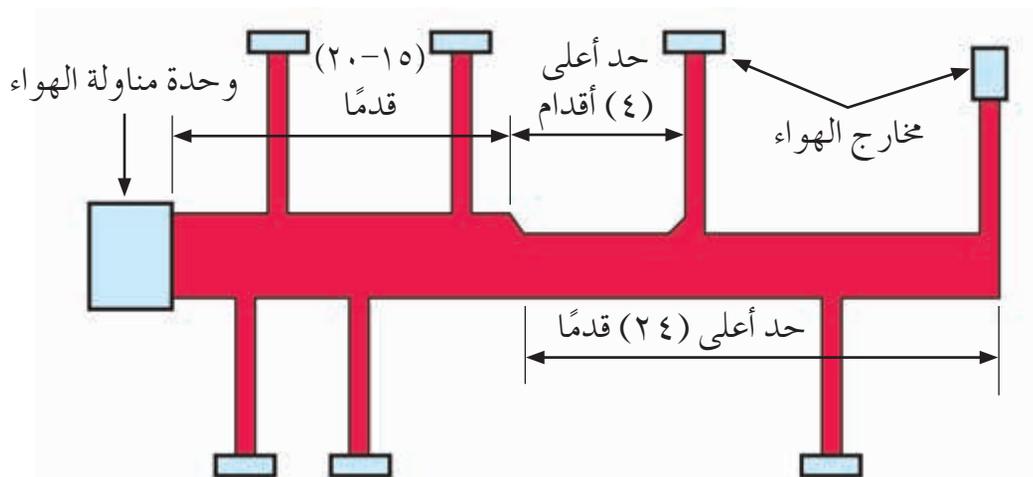
الشكل (٥-٣): نظام توزيع حلقي.

ج - نظام توزيع ممتد: يستخدم في حالات القنوات الطويلة، ويمكن استخدامه مع الدائري والمضلع، وتكون خلالها كمية التدفق والسرعة متغيرة، ويبيّن الشكل (٣-٦) هذا النوع من التوزيع، ويستخدم في التطبيقات السكنية والتجارية، ويوضع المجرى الرئيس عادة على امتداد الجسر المركزي للبناء، ويتفرّع إلى مجارٍ فرعية على طول المجرى الرئيس في السقف، وفي هذا النظام، يخصّص لكلّ مخرج هواء مجرى توزيع خاصّ به.



الشكل (٣-٦): نظام توزيع ممتد.

د - نظام توزيع ممتد منقّص: حيث يتمّ تنقيص حجم القنوات وذلك لإبقاء السرعة ضمن مدى معيّن، من مميزاتهما: توفير المواد، ويبيّن الشكل (٣-٧) هذا النوع من التوزيع.



الشكل (٣-٧): نظام توزيع ممتد منقّص.

٤ مجاري الهواء المرنة (Flexible Duct)

تصنع على شكل نابض من الصلب ومغلف بغلاف من الفينيل (المشمع) المقاوم للهب، مع عازل من الصوف الزجاجي، وتُصنع أيضًا من الفولاذ المجلفن أو الألمنيوم، والأوسع انتشارًا هو الفولاذ المجلفن؛ لتكلفة التصنيع المنخفضة وسهولة التصنيع، كما تُصنع المجاري من مواد غير معدنية (اللدائن) أيضًا، وتكون معزولة أو غير معزولة، حسب مادة الصنع.

وتعتبر سهلة التشكيل، والثني، وتمتص الصوت، والاهتزازات، وتستخدم لوصل ناشر الهواء بقناة الهواء، ويجب أن يكون طول مجاري الهواء المرنة أقصر ما يمكن، وألا يتجاوز ٤ أمتار.

ويبين الشكل (٣-٨) مجرى هواء مرن معزول.



الشكل (٣-٨): مجرى هواء مرن معزول.

نشاط (٣ - ٣)

زر مكتبة المدرسة، وبيّن استخدامات مادة الفينيل، وماهيّتها، واعرّض ذلك أمام زملائك.

هناك عدّة موادّ تستخدم في تصنيع مجاري الهواء وتشكيلها ومنها:

١ ألواح الصلب المجلفن (Galvanized Steel Sheets)

وهي ألواح من الصلب المعالج، وتمتاز بأنّها مقاومة للتآكل الكيميائي، والرطوبة، والصدأ، وتصنع أيضًا بسموك صغيرة.

٢ ألواح الألمونيوم (Aluminum Sheets)

تمتاز هذه الألواح بأنّها خفيفة الوزن، وسهلة الثني والتشكيل، ومقاومتها العالية للتآكل، ومن سلبيّاتها: مقاومتها لقوى الشدّ ضعيفة، وتكلفتها عالية.

٣ ألواح الصلب غير القابل للصدأ (Stainless Steel Sheets)

تمتاز هذه الألواح بمقاومة التآكل الكيميائي نظرًا لاحتوائه على نسبة من الكروم إلا أنّها ذوات كلفة عالية؛ لذا يندر استخدامها.

٤ ألواح الألمنيوم المعزول (Sheets Pre – Insulation Aluminum)

تصنع من ألواح الألمنيوم ذوات السموك القليلة، وتغطّى بمادّة عازلة مقوّاة بألياف زجاجيّة (Reinforced Fiber Glass)؛ لتعمل كعازل وكتقوية، ومن ميّزاتها خفة الوزن، وسهولة التشكيل، وسرعة التركيب، وسهولة النقل، ويمكن استخدامها كعازل للصوت.

سؤال

- ١- بيّن من خلال زيارة إلى السوق المحلي أي المواد السابقة أرخص ثمنًا.
- ٢- بيّن من خلال المواقع الإلكترونيّة موادّ أخرى مستخدمة في تصنيع قنوات الهواء.

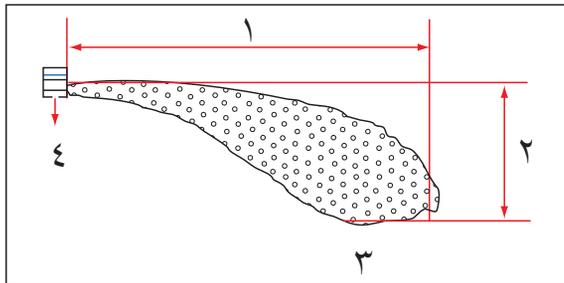
المقصود بنشر الهواء داخل الأماكن المكيفة هو تحريك الهواء داخل الحيّز، بحيث يصل الهواء بدرجات حرارة ورطوبة وسرعة كافية تتوافق مع الشروط التصميمية للحيّز المراد تكييفه. يعدّ النشر الجيد للهواء داخل الغرف عاملاً أساسياً في تحديد درجة الراحة للإنسان، ويتطلّب ذلك ألا يكون التغيير في درجة الحرارة داخل الغرفة كبيراً (أي في حدود $\pm 1^\circ\text{C}$) من درجة التصميم، وتكون سرعة الهواء داخل المنطقة المراد تكييفها (السرعة المتبقية) بين (٠,١٣ - ٠,١٨) مترًا لكل ثانية للتطبيقات التي يوجد فيها الأشخاص في حالة جلوس، وبين (٠,٤٠ - ٠,٢٥) مترًا لكل ثانية للتطبيقات التي يتحرّك فيها الأشخاص لفترات قصيرة. كما أنّ النشر السيئ يؤدي إلى ركود هواء الغرفة، ويؤدي إلى توزيع غير متماثل لحرارة الغرفة، ممّا سيؤثّر في ظروف الراحة لمستخدمي المكان.

إنّ عملية الخلط الجيد للهواء مهمّة؛ للمساعدة في التخلص من الملوثات التي يمكن أن تتولّد داخل الحيّز، ويجب أن يتم ذلك من غير حدوث تغييرات في تصميم الحيّز. والتصميم الجيد لعملية نشر الهواء يجب أن يشمل اختيار أجهزة نشر الهواء داخل الحيّز، بحيث يراعى مستوى الضوضاء، وهبوط الضغط المسموح بهما.

وللتعرّف إلى نشر الهواء داخل الحيّز المكيف، يجب دراسة الأمور الآتية:

١ أنماط نشر الهواء (Air Diffusion Patterns)

تتطلّب دراسة نشر الهواء داخل الغرفة الفهم الصحيح لحركة الهواء الذي تتم تغذيته للغرفة، وكذلك معرفة المصطلحات المستخدمة في نشر الهواء، كما هو موضّح في الشكل (٣-٩)، الذي يبيّن المتغيّرات في نمط نشر الهواء.



٤	٣	٢	١
ناشر الهواء	السرعة الطرفية	الانخفاض	المدى

الشكل (٣-٩): متغيّرات في نمط نشر الهواء.

أ - المدى (Throw): المسافة الأفقيّة التي يقطعها الهواء قبل أن يصل إلى سرعة صغيرة نسبياً (يطلق عليها السرعة الطرفيّة).

ب - السرعة الطرفيّة (Terminal Velocity): هي السرعة عند نهاية المدى.

ج - السرعة المتبقية (Residual Velocity): هي السرعة النهائيّة التي يصل بها الهواء للأشخاص.

د - الانخفاض (Drop): هو المسافة الرأسيّة التي ينخفض بها الهواء البارد عند نهاية المدى.

هـ - تفاوت درجة الحرارة (Temperature Differential): هو الفرق بين درجتي حرارة هواء الحيز المبرّد و هواء التغذية.

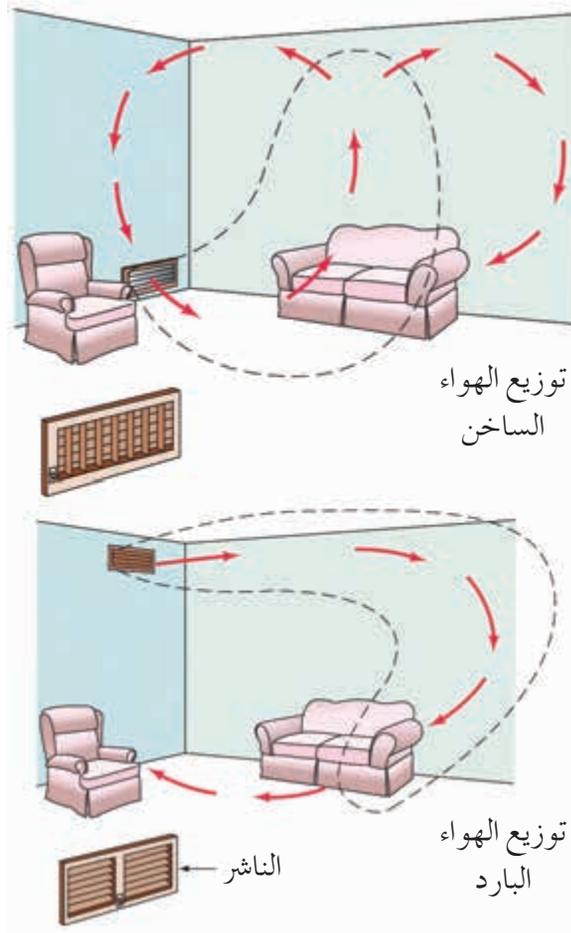
ح - الانتشار (Spread): هو عبارة عن التباعد الأفقي لتيار الهواء.

ط - الموقع (Location): يعدّ موقع ناشر الهواء في الحيز المكيف ذا أهميّة قصوى من أجل الحصول على توزيع جيّد للهواء.

وعند توزيع هواء بارد، فإنّ النواشر توضع دائماً في الأسقف أو أعلى الجدران الجانبية. الأمر الذي يساعد على خلط الهواء البارد مع هواء الحيز المبرّد بصورة جيّدة (لاحظ أنّ كثافة الهواء تزيد بانخفاض درجة حرارته).

وفي محيط المبنى حيث يتمّ تصريف الهواء رأسياً من أسفل النوافذ، فإنّ وضع الراجع يعدّ ذا أهميّة فيجب أن يكون على ارتفاع منخفض من داخل الحيز المبرّد؛ إذ يجب وضع شبكات الهواء الراجع بعيداً عن المخارج مع التأكّد من عدم حدوث دائرة مقصورة للهواء. وإذا كانت شبكات الهواء الراجع في الممرّات أو قريبة من بعضها، فيجب تركيب شبكات (Grilles) انتقال، أو فتحات توضع في الفواصل، أو الأبواب، وتجنّب الحجب بالستائر أو الأثاث، وتجنّب المواقع الأرضية؛ لأنها تلتقط الأوساخ، كما وتعدّ سرعة الهواء المقبولة (٢,٥ - ٥) م/ث.

وفي حالة التدفئة: يتمّ وضع نواشر الهواء أسفل الشبابيك وحول المحيط؛ إذ تصرّف الهواء الساخن رأسياً إلى أعلى، ممّا يجعلها تناسب الأجواء الباردة، بالإضافة إلى ميزة تكاليف الإنشاء القليلة، ويوضح الشكل (٣-١٠) نشر الهواء بطريقة صحيحة لبعض مواقع نواشر الهواء داخل الحيز المكيف.



الشكل (٣-١٠): نشر الهواء بطريقة صحيحة داخل الحيّز المكيف.

٢ اختيار نواشر تغذية الهواء

يؤخذ بعين الاعتبار عند اختيار نواشر تغذية الهواء ما يأتي:

أ - تحديد مستوى الصوت المسموح به في المكان.

ب- تحديد مدى الانتشار.

ج- كمية التدفق المناسبة.

وتستخدم الجداول الخاصة لاختيار نوع الناشر، أو الراجع المناسب بناء على الاعتبارات السابقة.

علّل

عدم الشعور بالراحة داخل المكان المكيف.

٣ أنواع أجهزة نشر الهواء

تستخدم النواشر لتوزيع الهواء داخل الحيز المراد تكييفه بصورة جيّدة، وتوجد منها أربعة أنواع هي:

أ - الشبكات (الجريلات) والشبكات المحكمة: هي تصاميم خاصّة تتكوّن من إطار وريش متوازية ثابتة أو متحرّكة تعمل على التحكم في توزيع الهواء؛ أي ضبط المدى والانتشار. الشبكات (Grilles): هي الأكثر استخداماً لرخص ثمنها، ويمكن تركيبها في أي مكان داخل الحيز المكيف. ولكن تستخدم غالباً في مجاري الهواء الراجع، وتكون أسفل الحوائط. ونادراً ما تستخدم الشبكات في الأسقف؛ بسبب مظهرها غير المقبول، ويطلق على الشبكات التي تحتوي على خوانق تحكّم مثبتة من الخلف شبكات محكمة (Registers).

ويبين الشكل (٣-١١) شبكة وشبكة محكمة.



شبكة محكمة

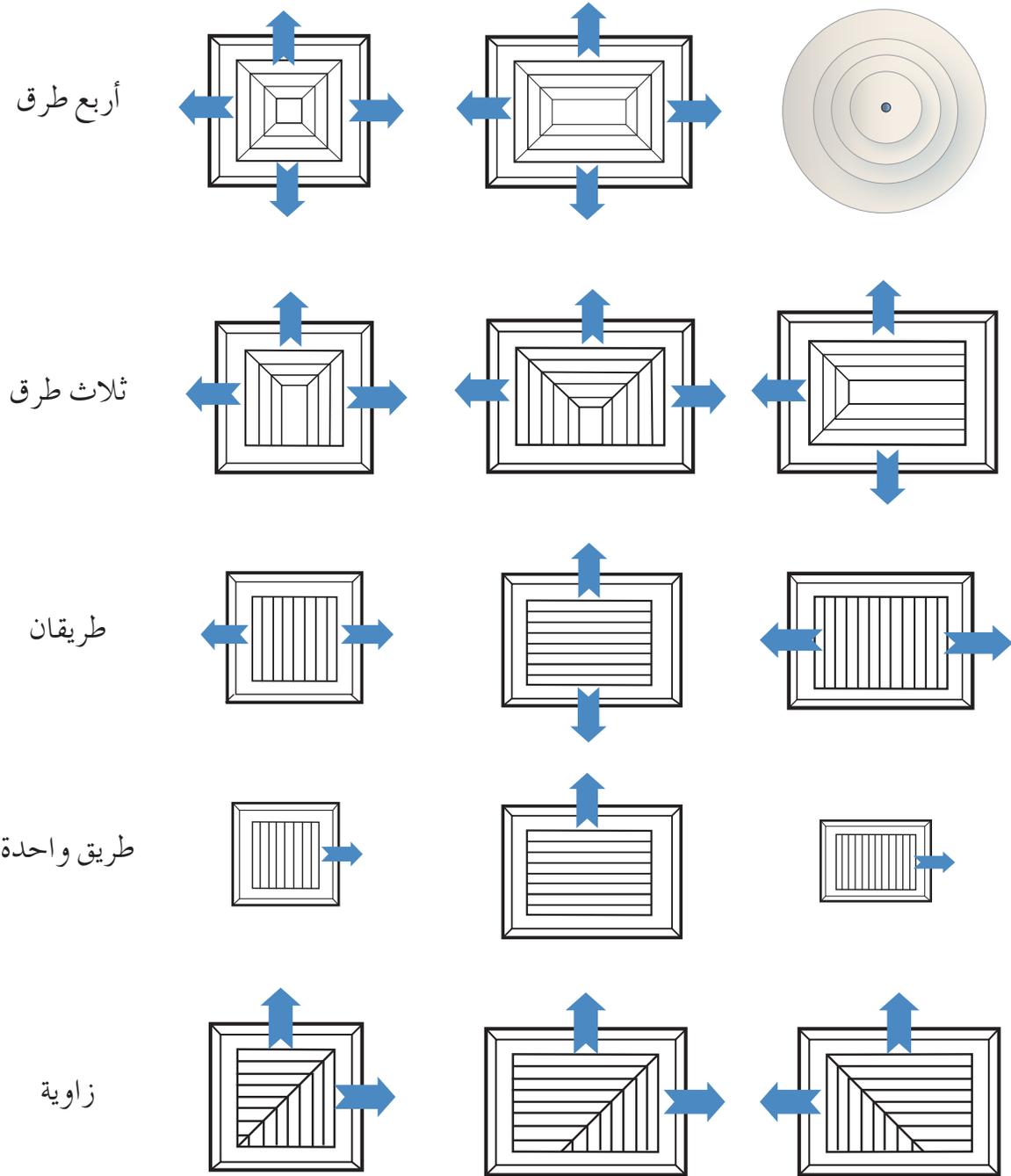


شبكة

الشكل (٣-١١): شبكة وشبكة محكمة.

ب- النواشر السقفية (Ceiling Diffusers): تحتوي عادة هذه الأجهزة على واجهة دائرية أو مربعة تغطي فتحة تغذية الهواء في الأسقف، وهي تتكوّن من حلقات متداخلة تسمح بخروج الهواء في طبقات متعدّدة. يجب أن يتّفق منظر النواشر السقفية مع تأثيث المبنى ومعدات الإضاءة، وأن توضع في مراكز المساحات المخصّصة لها. ومن ميّزات النواشر السقفية: أنّها ملائمة عند توافر فرق كبير بين درجتي حرارة التغذية والحيز المكيف وتمتاز بنسبة حثّ عالية للهواء.

ويتم تركيبها دائماً في الأسقف، ويصرف الهواء أفقيًا إذا استخدمت في التبريد. والنواشر السقفية الدائرية أو المربعة لها فتحات متساوية، وتستخدم لتغطية حيز التبريد المربع. بعض أنواع نواشر السقف تستخدم في التدفئة، ويتم تصريف الهواء رأسياً إلى أسفل وبسرعة عالية، وهذا أكثر شيوعاً في التطبيقات الصناعية. ويبيّن الشكل (٣-١٢) نواشر سقفية دائرية ومربعة ومستطيلة.



الشكل (٣-١٢): نواشر سقفية.

ج- النواشر المشقوقة الخطية (Slot Diffusers): وهي شقوق طويلة ومتوازية، وتتوافر بأشكال تسمح باستخدامها في الأسقف وجوانب النوافذ، ويبيّن الشكل (٣-١٣) ناشرًا خطيًا مشقوقًا.



الشكل (٣-١٣): ناشر خطي مشقوق.

د - أسقف التخزين (Plenum Ceilings): أسقف معلقة توجد فيها فتحات أو ثقوب خلال السقف كله تقريبًا تعمل كمخارج لتغذية الهواء، ويستخدم الحيز فوق السقف كوعاء أو خزان كبير للهواء يتم من خلاله توزيع الهواء. وبهذه الطريقة، يمكن توزيع الهواء بصورة منتظمة للمكان المراد تكييفه، كما ويمكن استخدام الأسقف للهواء الراجع.

وتستخدم أسقف التخزين في التطبيقات التي تحتاج إلى كميات كبيرة من الهواء داخل الحيز المراد تكييفه، مع درجات حرارة منخفضة، وحركة قليلة للهواء؛ أي تغذية الهواء بسرعة منخفضة، وعليه، فإنه يلزم الحيلة للحصول على حركة كافية للهواء إذا قلت سرعة الهواء الداخل عن (٠,٠٨ م/ث).

نشاط (٣ - ٤)

زر إحدى شركات تصنيع النواشر الهوائية، واجمع معلومات تتعلق بتصنيع هذه النواشر.

وهي أجهزة تستخدم للتحكم في جريان الهواء، ويمكن تصنيفها إلى:

١ | خانق الحريق

تتكوّن خانق الحريق من ريش متحرّكة، يتمّ تصنيعها وتركيبها مع إطار مصنوع غالبًا من الفولاذ المجلفن بسماكة ١,٥ مم. وتكون الريش المتحرّكة مفتوحة، وعندما تصل درجة الحرارة إلى ٧٠°س، تغلق الوصلات المتحرّكة وتقطع تغذية الهواء.



الشكل (٣-١٤): خانق حريق.

وتتوافر خانق تعمل بمحرك كهربائي، حيث تكون ريش الخامد من الصلب غير القابل للصدأ متداخلة وعلى شكل ستارة، ويجهّز الخامد بمحرك كهربائي، وقابض (Clutch) لإغلاق آن، ووصلة ربط بريش الخامد، ودعامة تركيب للمحرك الكهربائي، حيث يغلق بصورة أوتوماتيكية. ويبيّن الشكل (٣-١٤) خانق حريق كهربائيًا.

٢ | خانق التحكم بالحجم (Volume Control Damper)

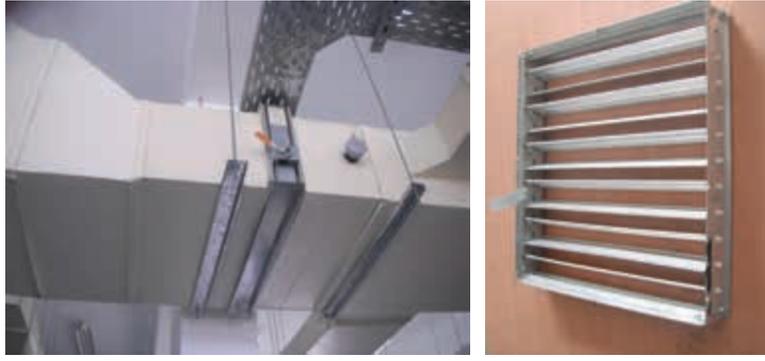
جهاز التحكم بالحجم (VCD): وهي ريش متحرّكة مع أدوات إغلاق يتمّ تركيبها على كل فرع تزويد؛ للتأكد من توزيع مناسب ومتوازن لتدفق الهواء، وتتوافر أيضًا على كلّ موزّع لضبط معدّلات تدفق الهواء. وهي مقسّمة



الشكل (٣-١٥/ أ): خانق تحكّم

بالحجم آليًا.

إلى نوعين:
أ - ريش متوازية.
ب- ريش متعاكسة.
وهي إمّا دائريّة، أو مستطيلة، أو مربّعة الشكل يتمّ التحكم بها يدويًا أو آليًا باستخدام محرك. ويبيّن الشكل (٣-١٥) أحد أنواع هذه الخوانق.



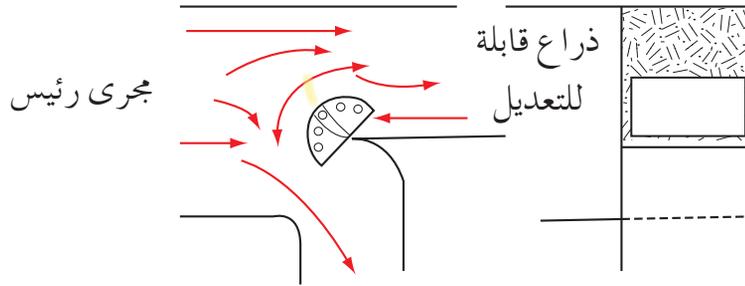
(أ) خوانق تركب داخل ناشر. (ب) خوانق تركب على مجرى هواء.
الشكل (٣-١٥ / ب): خوانق تحكّم بالحجم يدويّاً.

٣ خانق باتجاه واحد (عدم الرجوع)

يستخدم للتحكّم بمرور الهواء باتجاه واحد، ويعمل كصمام عدم رجوع للتأكد من عدم رجوع الهواء بالاتجاه المعاكس.

٤ جهاز الخانق المجزّأ

يركّب جهاز الخانق المجزّأ على المجرى الرئيس؛ إذ إنه يجزّأ الهواء من المجرى الرئيس إلى الفروع. ويبيّن الشكل (٣-١٦) جهاز خانق مجزّأ.

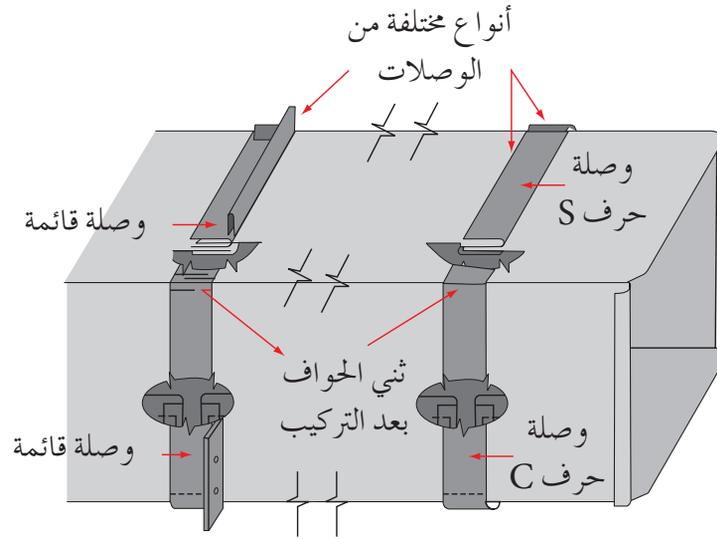


الشكل (٣-١٦): جهاز خانق مجزّأ.

سؤال

بيّن من خلال أحد المواقع الإلكترونية أنواع خوانق الحريق الأتوماتيكية الأخرى.

يتم استخدام قطع الوصل الميكانيكية ذوات الأشكال والأنواع المختلفة لوصل أجزاء مجاري الهواء المصنوعة غالباً من الصاج المجلفن مع بعضها البعض. ويعتمد اختيار نوع قطع الوصل على مقطع مجاري الهواء المراد وصلها، إضافة لذلك فإن أشكال قطع الوصل تحدّد طريقة تشكيل أطراف مجاري الهواء؛ ويبيّن الشكل (٣-١٧) أجزاء مجاري هواء متّصلة معاً باستخدام نوع معيّن من قطع الوصل الميكانيكية.

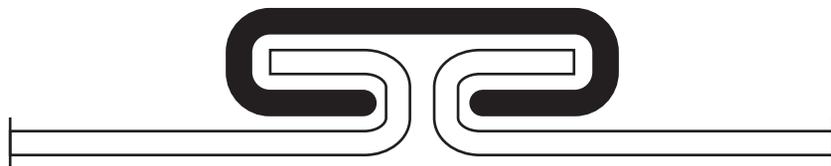


الشكل (٣-١٧): أجزاء مجاري هواء متّصلة معاً باستخدام نوع معيّن من قطع الوصل الميكانيكية.

وتصنع الوصلات الميكانيكية بعدّة أشكال ومنها:

١ | الوصلة المنزلقة حرف (C)

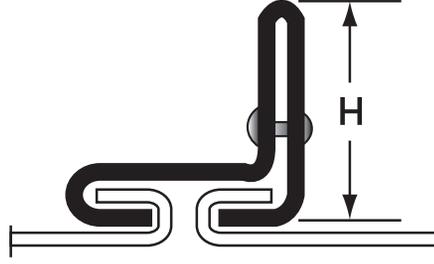
والشكل (٣-١٨) يبيّن هذه الوصلة، وهي شائعة الاستخدام في وصل أجزاء مجاري الهواء.



الشكل (٣-١٨): وصلة منزلقة حرف C.

٢ الوصلة المنزلقة القائمة حرف (C)

ويبين الشكل (١٩-٣) هذه الوصلة.



الشكل (١٩-٣): وصلة منزلقة قائمة حرف C.

٣ وصلة حرف (S)

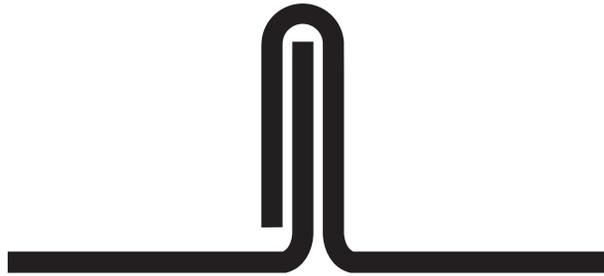
ويبين الشكل (٢٠-٣) هذه الوصلة.



الشكل (٢٠-٣): وصلة حرف S.

٤ وصلة الثني القائمة المفردة

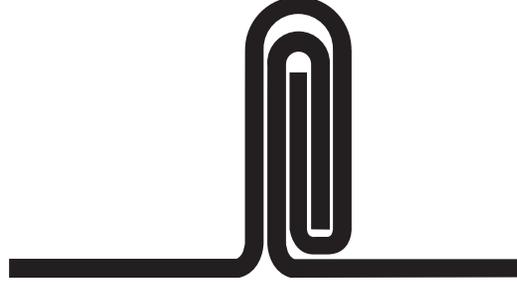
ويبين الشكل (٢١-٣) هذه الوصلة.



الشكل (٢١-٣): وصلة الثني القائمة المفردة.

٥ وصلة الثني القائمة المزدوجة

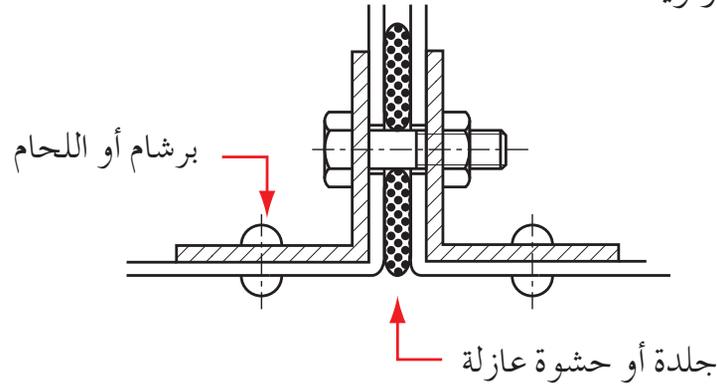
ويبين الشكل (٢٢-٣) هذه الوصلة.



الشكل (٢٢-٣): وصلة الثني القائمة المزدوجة.

٦ وصلات الزوايا (Angle - Flange Joint)

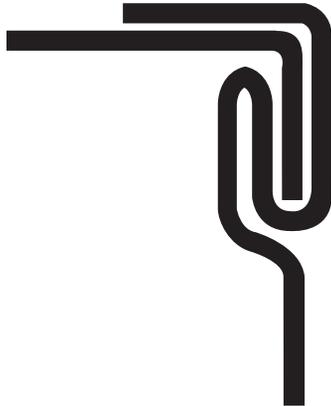
تشكل هذه الوصلات من الزوايا الحديدية، وتتم عملية توصيلها مع مجاري الهواء بوساطة البرشام، أو البراغي، أو اللحام، كما تستخدم الحشوات العازلة، مثل: الجلد، ويبين الشكل (٢٣-٣) وصلة الزاوية.



الشكل (٢٣-٣): وصلة الزوايا.

٧ وصلة بيتسبرغ

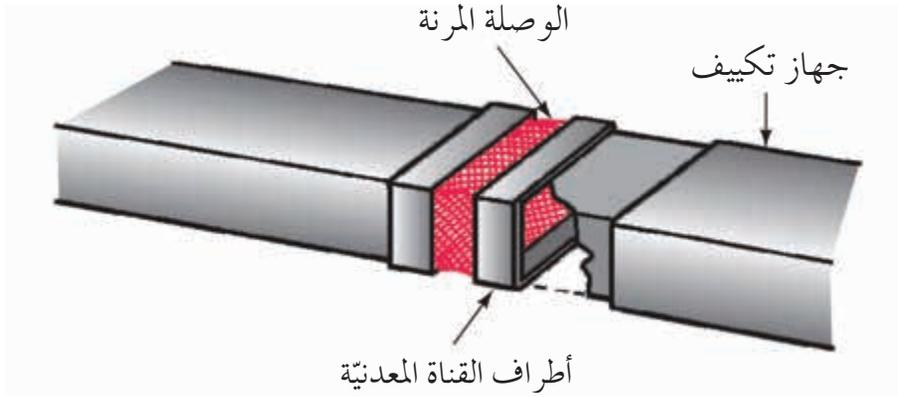
ويبين الشكل (٢٤-٣) هذا النوع من الوصلات.



الشكل (٢٤-٣): وصلة بيتسبرغ.

٨ الوصلات المرنة

تصنع من قماش متين مغطى بالصوف الزجاجي المقاوم للحريق والمطلي بمادة (Actinobrin)، أو من مواد أخرى معتمدة متّصلة إلى شفاه مجرى الهواء، لوصلها بمجري الهواء أو أجهزة أخرى، يجب أن تكون الوصلات مانعة للتسرّب وذوات ليونة كافية تسمح للحركات الناتجة عن التمدد والتقلص في اختلاف درجات الحرارة، والحركات المحورية، والعرضية، والالتوائية، كما تكون قادرة على امتصاص الاهتزازات من الأجهزة الموصولة بها، ويبيّن الشكل (٣-٢٥) الوصلة المرنة.

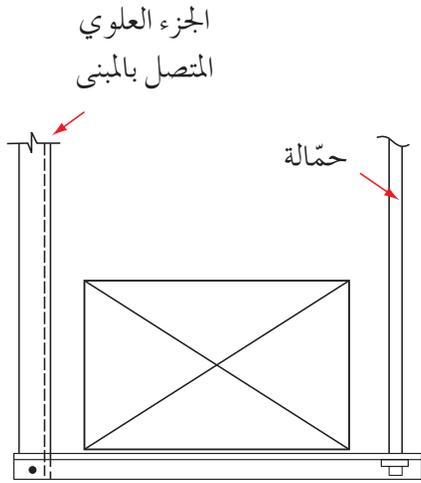


الشكل (٣-٢٥): وصلة مرنة.

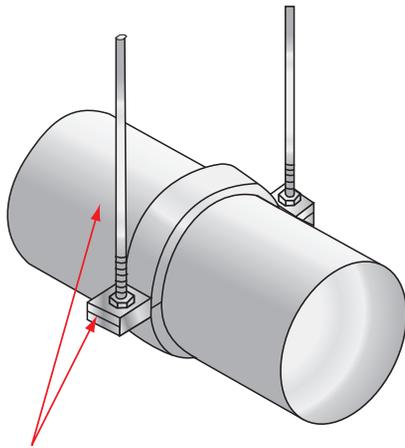
ويوجد أنواع أخرى من أنواع الوصلات.

نشاط (٣ - ٥)

زرأحد المواقع الإلكترونية المتخصصة بالتكييف، وبين الأنواع الأخرى للوصلات.



الجزء السفلي المتصل بالمجرى
الشكل (٣-٢٦): نظام تعليق مجرى الهواء.



دعامة تعليق لقناة دائرية
الشكل (٣-٢٧): حمّالة تعليق قناة دائرية.

يتمّ استخدام الحمّالات والداعمات في حمل مجاري الهواء والأجهزة وتعليقها، ويجب اختيار الحمّالة حسب المعلومات التطبيقية للأجهزة والموادّ جميعها، ويتكوّن نظام تعليق مجاري الهواء من الأجزاء الموضّحة في الشكل (٣-٢٦).

ويتمّ تشكيل الحمّالات المستخدمة في تعليق قنوات الهواء والأجهزة بالأشكال الآتية:

١ حمّالات مصنوعة من الحديد المبسط

تستخدم لتعليق مجاري الهواء الأفقية التي لا يزيد طول ضلعها الأفقي على ٦٠ سنتيمترًا، وتثبت هذه الحمّالات بواسطة مسامير من الفولاذ، ويمكن استخدامها مع القنوات الدائرية، ويبيّن الشكل (٣-٢٧) حمّالة دائرية مصنوعة من الحديد المبسط؛ لتعليق قناة دائرية.

٢ حمّالات مصنوعة من زوايا فولاذية شكل

حرف (U)

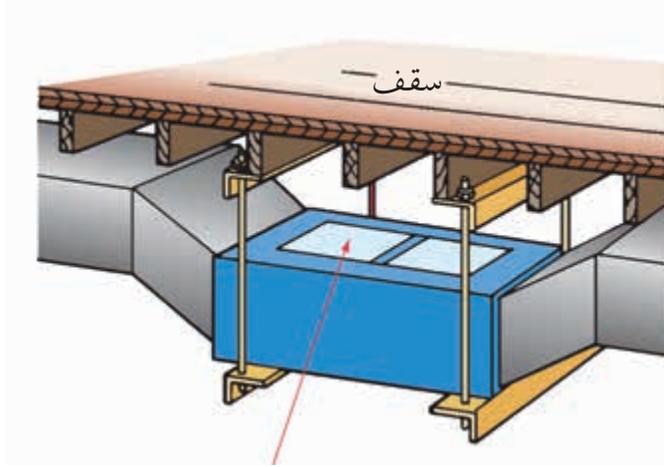
تستخدم لتعليق مجاري الهواء الأفقية والكبيرة الحجم، ويعتمد قياسها على قياس مجاري الهواء المراد تعليقها وحجومها.

٣ حمّالات مصنوعة من زوايا حديدية مع

قضبان مسنّنة

تستخدم زوايا حديدية غالبًا من قياس ٣ سم × ٣ سم تثبت بالسقف بواسطة قضبان مسنّنة وصواميل، وتستخدم لتعليق مجاري الهواء الأفقية التي لا يزيد طول ضلعها الأفقي على

١٠٠ سنتيمتر، ويبيّن الشكل (٣-٢٨) طريقة تعليق قناة باستخدام حمّالات مصنوعة من زوايا حديدية وقضبان مسنّنة.

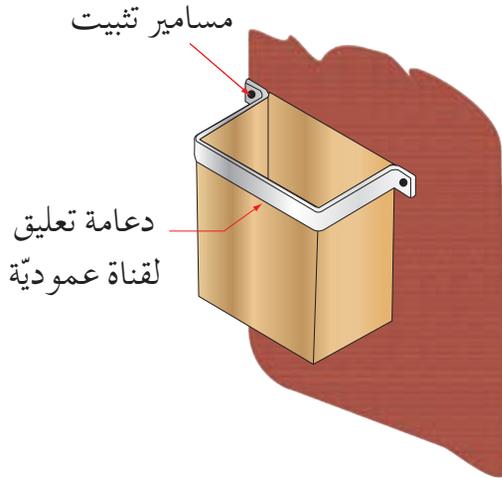


الشكل (٣-٢٨): طريقة تعليق بوساطة زوايا مع قضبان مسنّنة.

٤ حمّالات مجاري الهواء ذات مسار

عمودي

تصنع هذه الحمّالات من زوايا حديدية وخشب، وتستخدم لتثبيت مجاري الهواء العموديّة، ويبيّن الشكل (٣-٢٩) حمّالة لمجرى عمودي.



الشكل (٣-٢٩): حمّالة مجرى عمودي.

تنبيه

استخدم وسائل السلامة العامّة عند تعليق المجاري خوفاً من السقوط.

تستخدم العوازل الحرارية للمجاري التي تحمل هواء ساخنًا أو باردًا، ولتقليل انتقال الحرارة، بالإضافة إلى أنّ العازل يتمّ تغطيته عادةً برقائق الألمنيوم (Aluminum Foil)؛ لمنع وصول الرطوبة للعازل. ويكون العازل دائمًا بشكل بطانة أو ألواح صلبة، وتستخدم الألواح الصلبة عندما تكون مجاري الهواء مكشوفة؛ لإعطائها المظهر الخارجي الجيد، والمتانة اللازمة لمقاومة العوامل الخارجية.

كما ويتمّ عادةً تزويد مجاري الهواء ببطانة من الداخل لامتصاص الصوت، وفي هذه الحالة، فإنّ البطانة الصوتية تعمل أيضًا كعازل للحرارة.

ومن العوازل المستخدمة:

- ١- الليف الزجاجي (Fiber Glass).
- ٢- ألواح الصوف الزجاجي المقوّى (Fiber Glass Boards. Reinforced).
- ٣- ألواح البولسترين.
- ٤- الفوم.
- ٥- الصوف الصخري.

سؤال

بيّن من خلال السوق المحلي أي أنواع العوازل أكثر استخدامًا، وأسباب الاستخدام.

لمنع تسربّ الهواء من الوصلات في مجاري الهواء، يستخدم لذلك شريط منسوج من الألياف، أو تستخدم معاجين خاصّة من الأكريليك (Acrylic)، أو اللدائن المرنة المتوافرة داخل عبوات، وتوضع هذه العبوات داخل أسطوانة أداة حقن (فرد) خاصّ لعملية توزيع معجون معالجة تسربّ الهواء، بشكل صحيح ومنتظم على طول خطوط توصيل مجاري الهواء، بحيث يشكّل مانعاً محكماً للتسرب. وتكون مانعات التسربّ غير قابلة للتصلّد، كما تكون ذوات مقاومة للقصّ، وغير القابل للارتخاء.

كما وتصنع مخمّدات الصوت (حشوة منع الصوت) من الصوف الزجاجي، أو من موادّ معدنيّة غير عضويّة مقاومة للحشرات والرطوبة وذوات كثافة كافية لتؤدي عملها المحدّد في عزل الصوت، كما يجب تعبئتها تحت ضغط كاف لكي تقضي على الفراغات.

كما وتركّب مخمّدات الصوت بين الغرف في القواطع، أو فوق الأسقف المستعارة بين الغرف المتجاورة.

تنبيه

عند التعامل مع الصوف الزجاجي، يجب استخدام الكفوف المناسبة، والكمّامات.

وظيفة مجارى الهواء: نقل الهواء المكيف من وحدة مناولة الهواء إلى وحدة نشر الهواء المتوافرة داخل الأماكن المراد تكييفها؛ لذا فإنّ نظام مجرى الهواء المثالي هو الذي ينقل الكميّة المطلوبة من الهواء المكيف إلى الحيز المكيف وإعادته مرّة أخرى إلى وحدة مناولة الهواء، وكذلك طرد جزء منه إلى الخارج بأقلّ كميّة فقدان للضغط.

من الأمور التي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار عند تصميم أنظمة توزيع الهواء:

١ سرعة الهواء التصميميّة (Design Velocity)

وهي سرعة جريان الهواء التصميميّة داخل قنوات الهواء، ويبيّن الجدول (٣-١) تصنيف أنظمة توزيع الهواء بناء على سرعة الهواء داخل القناة.

الجدول (٣-١): سرعات تصميمه للهواء في بعض التطبيقات (للإرشاد فقط).

التطبيقات التجارية	التطبيقات الصناعيّة
السرعات المنخفضة تتراوح بين (٦-١١) م/ث	السرعات المنخفضة تتراوح بين (١٠-١٢) م/ث
السرعات العالية تكون < (١٢) م/ث	السرعات العالية تتراوح بين (١٢-٢٥) م/ث
سرعات تتراوح بين (٧-٩) م/ث لأنظمة الهواء الراجع	سرعات تتراوح بين (٩-١١) م/ث لأنظمة الهواء الراجع

٢ موازنة النظام (System Balance)

وينتج عن موازنة النظام أن تكون قيم معدّل تدفق الهواء في القنوات المختلفة مساوية لقيم التصميم.

٣ أطول مسار (Critical Path)

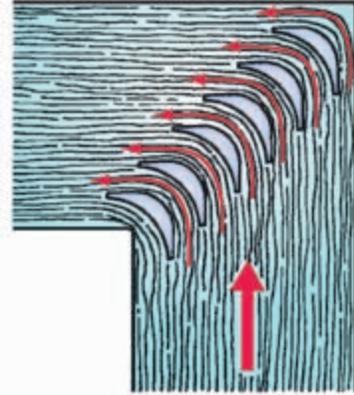
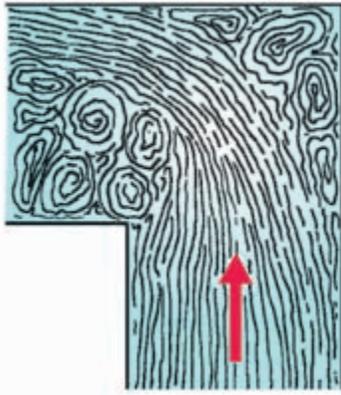
يقصد به مسار مجرى الهواء ذو أعلى مقاومة (أكبر هبوط ضغط).

٤ نوع مجرى الهواء ومواد التصنيع

حيث تمّ سابقاً شرح أنواع القنوات، وأشكالها، ومواد تصنيعها. وهناك نقاط أخرى تؤخذ بعين الاعتبار في التصميم كتسرّب الهواء، وخوانق الحريق، كما يتمّ تركيب ريش موجهة (Duct Turns) مركّبة في أكواع مجاري الهواء المربّعة أو المستطيلة؛ لتعطي جريان هواء منتظماً خلال الكوع، كما هو موضّح في الشكل (٣-٣٠/أ)، وتساعد على خروج الهواء من الموزّع المركّب بالقرب منه بطريقة صحيحة، بينما عدم تركيبها يسبّب دوّامات هوائيّة داخل الكوع، كما هو موضّح في الشكل (٣-٣٠/ب).

سؤال

لِمَ تكون السرعات في التطبيقات الصناعيّة أعلى منها في التطبيقات المنزليّة؟



الشكل (٣-٣٠/ب): كوع بلا ريش موجهة.

الشكل (٣-٣٠/أ): كوع بريش موجهة.

سؤال

ما تأثير التوزيع السيء لنظام الهواء في التكلفة الاقتصادية لمشروع تكييف الهواء؟

هو ضبط نظام توزيع الهواء بالمبنى لكي يعمل حسب التصميم، وبالتالي نحصل على الكمية الصحيحة من الهواء المكيف لكل حيز مشغول من المبنى، ونحصل أيضاً على الجو الهادئ، والتهوية الكافية الخالية من التيارات الهوائية الضارة، والجو النظيف، ودرجات الحرارة والرطوبة المناسبة. ويتم تأمين ثقب اختبار في مجاري الهواء عند مدخل المروحة ومخرجها، وفي الأماكن المحددة على المخططات جميعها، وتتكوّن من شق صغير ضيق، وغطاء لإدخال أجهزة الاختبار، ويجب أن يكون التصنيع وإحكام السدّ ضدّ تسرب الهواء ملائماً لمستوى ضغط مجرى الهواء.

أهمية موازنة النظام

إنّ كمية الهواء غير الصحيحة التي تخرج من خلال بعض النواشر تجعل جوّ المكان غير ملائم، وبالتالي تسبّب عدم شعور الإنسان بالراحة المطلوبة، كما أنّ كمية الهواء الكبيرة التي تخرج من النواشر تؤدي إلى حدوث إزعاج؛ بسبب التيارات الهوائية الضارّة، أو سماع صوت غير مقبول.

نظرياً يمكن تصميم عملية توزيع هواء بحيث لا تحتاج إلى إجراء موازنة لها، ولكن من الناحية العملية نجد أنّ كثيراً من التصميمات لا يصل إلى الحالة المثالية؛ بسبب محدودية دقة التصنيع وتكلفته؛ لذا تجرى سلسلة من عمليات القياس والضبط من خلال الخوانق حتى يمكن جعل الكمية الصحيحة من الهواء تخرج من خلال كلّ مجرى، وبذلك يمكن الحصول على عملية هواء متزنة.

إنّ مروحة جهاز تكييف الهواء تعطي القوّة اللازمة لتحريك كمية الهواء المطلوبة خلال عملية توزيع الهواء، ويجب أن تحدث هذه المروحة ضغط هواء كافياً؛ ليتغلّب على مقاومة توزيع الهواء، وفي الوقت نفسه أيضاً تعطي كمية الهواء المطلوبة من كل ناشر، وعموماً ترتّب خوانق (Dampers)، أو أجزاء أخرى لضبط الضغط في مجاري الهواء الفرعية؛ للتحكّم بالمقاومة المطلوبة لعملية التوازن.

ولكي نضمن التصميم الجيد يجب العمل على تحقيق المتطلبات الآتية:

- ١- أن يتم تصميم مخطط مثالي لنظام مجرى الهواء.
- ٢- ضرورة الحصول على عملية موازنة سليمة للنظام بوساطة موازنة الضغط للمسارات والفروع المختلفة لمجرى الهواء، وذلك بتغيير أحجام القنوات باستخدام وصلات (Fittings) مختلفة.
- ٣- المحافظة على مستويات مقبولة للضوضاء داخل الحيز.
- ٤- التقليل من استهلاك الطاقة والتكلفة الابتدائية لإنشاء المجرى.
- ٥- تزويد نظام المجرى بالأجهزة اللازمة لإجراء عملية الموازنة، مثل: الخوانق (Volume Control Dampers)، وغيرها.
- ٦- الالتزام بالضوابط والقوانين الموضوعة بوساطة المنظمات العالمية المتخصصة في مجال تكييف الهواء والمتعلقة بإنشاء مجاري الهواء وعزلها، والحماية من الحريق... إلخ.

نشاط (٦-٣)

بين من خلال المواقع الإلكترونية أهمية موازنة الهواء في غرف العمليات في المستشفيات.

ضغط الهواء من الخصائص المهمّة للهواء، حيث يستخدم في عملية موازنة الهواء، كما يستخدم عند تحديد قدرة المروحة، ويقاس بوحدة الباسكال، أو متر ماء، أو إنش زئبق. هناك ثلاثة أنواع من الضغوط العاملة داخل قنوات الهواء هي:

١ الضغط الكلي (PT)

يقاس بصورة مباشرة لوجه الجريان، كما هو مبين في الشكل (٣-٣١)، وهو يعكس كمية الطاقة في الهواء عند أي نقطة في النظام.

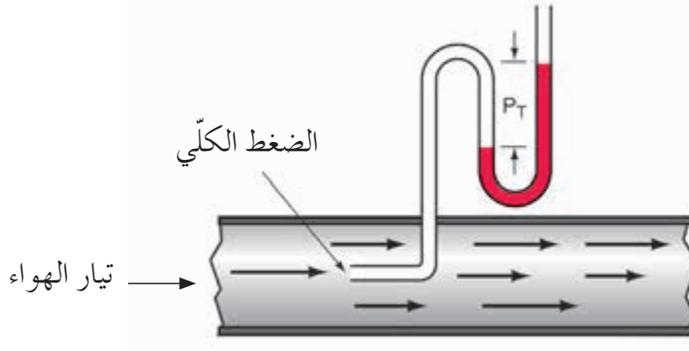
الضغط الكلي (Total Pressure) في قناة هواء هو:

(الضغط الإستاتيكي + ضغط السرعة) $(Pt = Ps + Pv)$ حيث:

Pt الضغط الكلي (بالباسكال)

Ps الضغط الإستاتيكي (بالباسكال)

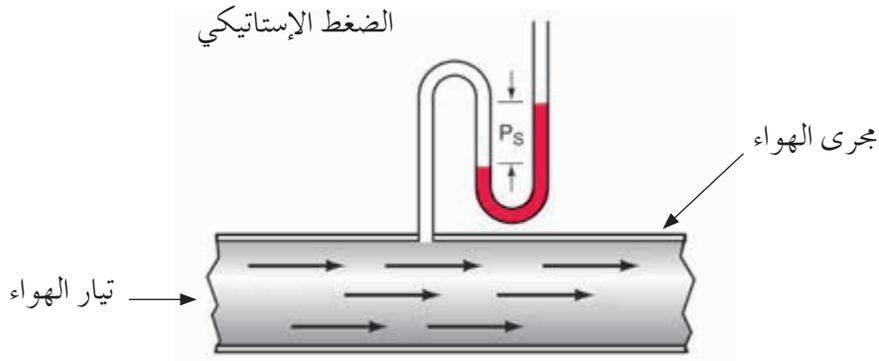
Pv ضغط السرعة (بالباسكال)



الشكل (٣-٣١): طريقة قياس الضغط الكلي.

٢ الضغط الإستاتيكي (Static Pressure)

هو الضغط الواقع على أنحاء المقطع العرضي لمجرى الهواء جميعها في الاتجاهات كلّها عند أي نقطة وعادة يعطى بقيم الضغط المقاس؛ لذا يمكن أن يكون سالبا أو موجبا بالنسبة للضغط الجوي، وهو يؤثر في دفع الهواء خارج مجرى الهواء، ويبيّن الشكل (٣-٣٢) طريقة قياس هذا الضغط باستخدام المانوميتر.



الشكل (٣-٣٢): طريقة قياس الضغط الإستاتيكي.

٣ ضغط السرعة (Velocity Pressure)

ويمثل مقياساً لطاقة الحركة الناتجة عن الجريان، ويمكن قياسه بصورة مباشرة باستخدام أنبوب بيتوت، وكذلك يمكن معرفته من حساب الفرق بين الضغط الكلي والضغط الإستاتيكي.

$$P_v = P_t - P_s$$

ويبين الشكل (٣-٣٣) مقياس ضغط السرعة باستخدام مانوميتر حرف U. ويمكن حساب السرعة بدلالة ضغط السرعة بالمعادلة التقريبية الآتية:

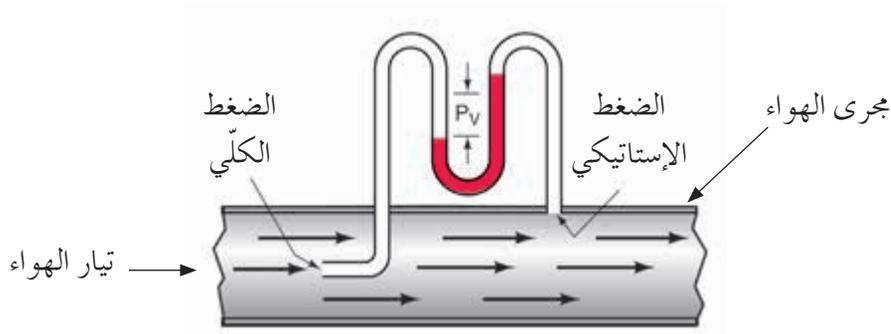
$$P_v = \frac{V^2}{1,66}$$

حيث:

V: هي السرعة داخل القناة (m/s) (متر لكل ثانية).

Pv: هي ضغط السرعة (Pa) باسكال.

ضغط السرعة



الشكل (٣-٣٣): طريقة قياس ضغط السرعة.

مثال

مجري هواء أبعاده 1200×400 مم يتدفق فيه هواء بمعدل تدفق 50.30 لتر/ثانية عند ضغط إستاتيكي 575 باسكال، احسب الضغط الكلي داخل مجري الهواء.

الحل

معدل التدفق $Q =$ سرعة الهواء \times مساحة مقطع مجري الهواء

$$\frac{\text{معدل التدفق}}{\text{مساحة المقطع}} = \text{السرعة}$$

مساحة المقطع = الطول \times العرض

تحويل الأبعاد من ملم إلى متر

$$1.2 = \frac{1200}{1000} \text{ متر}$$

$$0.4 = \frac{400}{1000} \text{ متر}$$

$$\text{المساحة} = 1.2 \times 0.4 = 0.48 \text{ م}^2$$

تحويل من لتر إلى متر مكعب

$$\text{معدل التدفق} = \frac{50.30}{1000} = 0.0503 \text{ م}^3/\text{ث}$$

$$\text{السرعة} = \frac{0.0503}{0.48} = 0.105 \text{ م/ث}$$

$$P_v = \frac{V^2}{1.66} \dots \dots \dots \text{من المعادلة}$$

$$1.66 / (0.105 \times 0.105) = \text{ضغط السرعة}$$

$$P_v = 66.4 \text{ باسكال}$$

$$P_t = P_s + P_v \dots \dots \dots \text{من المعادلة}$$

$$\text{الضغط الكلي} = 575 + 66.4 = 641.4 \text{ باسكال}$$

نشاط (٣ - ٧)

زر أحد المكاتب الهندسية المتخصصة بالتكييف، وبين تأثير الضغط على اختيار المروحة.

وهي أجهزة تستخدم لقياس الضغط، وتقسم حسب نوع الضغط وقيمتها إلى:

١ جهاز قياس المانوميتر الإلكتروني (Digital Manometer)



وهو مصمّم لإعطاء دقة في القراءة عند فروق ضغط منخفضة جدًا، وهناك بعض الأنواع التي تعمل عند فروق تتراوح من (٢٥٠ باسكال إلى ١٥٠٠٠ باسكال)، وهو يعمل بطريقة عمل المانوميتر التقليدي إلا أن القراءة تظهر مباشرة بصورة رقمية على شاشة الجهاز، وهناك بعض الأجهزة التي يتمّ تزويد بها؛ لتقوم بوظائف أخرى كقياس درجة الحرارة، ويبيّن الشكل (٣-٣٤) نوعًا من هذه الأجهزة.

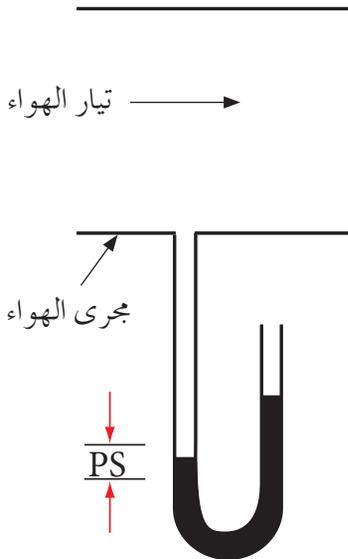
الشكل (٣-٣٤): جهاز مانوميتر إلكتروني.

٢ جهاز المانوميتر ذو الساقين

يتكوّن من أنبوب بشكل حرف U يعبأ الأنبوب بسائل مثل ماء زئبق أو زيت، ويوصل بقناة الهواء، كما هو مبين في الشكل (٣-٣٥).

يرتفع السائل إلى مستوى معيّن، ويمثّل مقدار ارتفاع الضغط الإستاتيكي.

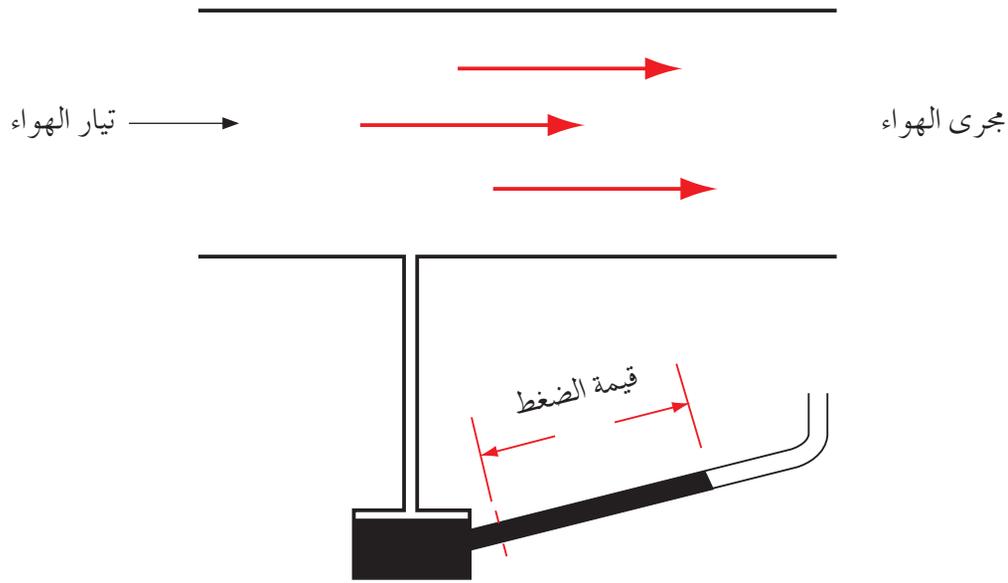
يستخدم لقياس ضغوط جريان الغازات أو الهواء المنخفضة نسبيًا؛ أي فوق (٢٥٠ باسكال)، ويجب ألاّ يستخدم مع ضغط أقلّ من (٢٥٠ باسكال).



الشكل (٣-٣٥): جهاز مانوميتر ذو ساقين.

٣ مانوميتر ذو ساق مائلة

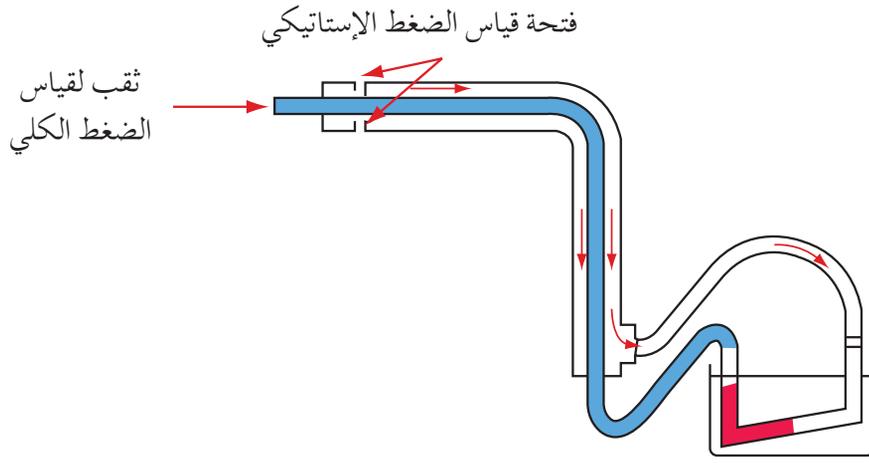
يستخدم لقياس ضغط الغازات أو الهواء فوق (٥) باسكال، ويستخدم في العادة مع أنبوب بيتوت لحساب ضغط السرعة عن طريق قياس الفرق بين الضغط الكلي والضغط الإستاتيكي، حيث يستخدم لقياس الضغوط القليلة جداً، ويحتاج إلى المعايرة والضبط قبل الاستخدام، ويعبأ أنبوب المانوميتر بسائل (ماء، أو زيت، أو زئبق)، ويكون أحد أطراف المانوميتر مائلاً. ويبيّن الشكل (٣-٣٦) المانوميتر ذا الساق المائلة.



الشكل (٣-٣٦): المانوميتر ذو الساق المائلة.

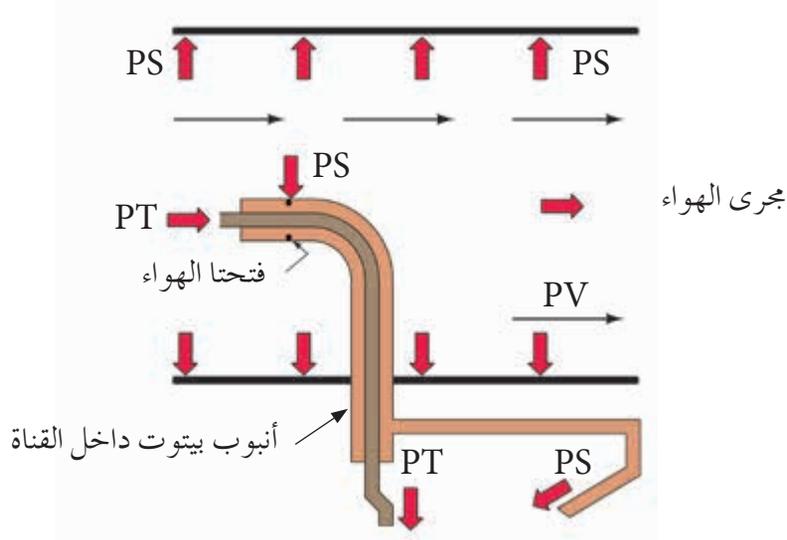
٤ أنبوب بيتوت

يستخدم لقياس ضغط السرعة عن طريق قياس الفرق بين الضغط الكلي والضغط الإستاتيكي، ويجب أن تكون الأنبوبة خالية من أي ثني حاد خلال القياس وخالية من التسرب، كما يجب أن تكون الأنبوبة جافة ونظيفة، وتعتمد الدقة في القياس على اكتمال الجريان داخل القطع المختلفة بصورة متشابهة من غير أي خلل، ويستخدم المانوميتر المائل مع أنبوبة بيتوت، ويعبأ أنبوب المانوميتر بسائل (ماء، أو زيت، أو زئبق)، ويبيّن الشكل (٣-٣٧) أنبوب بيتوت.



الشكل (٣-٣٧): أنبوب بيتوت.

طريقة القياس باستخدام أنبوب بيتوت: يتم وضع الأنبوب، كما هو في الشكل (٣-٣٨)، حيث تستخدم الفتحة الأمامية لقياس الضغط الكلي إلى المانوميتر. بينما فتحتا الجنب لقياس الضغط الإستاتيكي عبر المانوميتر، ويكون الفرق بين القراءتين هو ضغط الناتج عن السرعة، ويبيّن الشكل (٣-٣٨) طريقة القياس باستخدام أنبوب بيتوت.



الشكل (٣-٣٨): طريقة عمل أنبوب بيتوت.

نشاط (٣ - ٨)

زر أحد المواقع الإلكترونية المتخصصة، وحدد أجهزة قياس الضغط الأكثر استخدامًا.

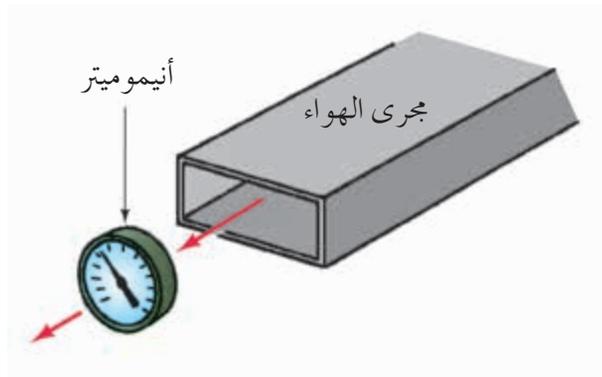
تستخدم عدّة أنواع من الأجهزة في قياس سرعة الهواء منها: الميكانيكي، والإلكتروني، ومن الأجهزة المستخدمة الآتي:

1 جهاز قياس السرعة ذو الريشة الدوّارة (Rotating Vane Anemometer)

يتكوّن من ريشة متّصلة ميكانيكيًا بناقل حركة، وعند تعريض الريشة لمجرى الهواء فإنّها تدور، ونتيجة دورانها يتمّ تحويل الدوران خلال الزمن إلى مقياس سرعة م/ث، وهو يصنع بعدّة أحجام ٧٥ ملم، و ١٠٠ ملم، و ١٥٠ ملم.

يقيس السرعة عند تعريضه ضدّ مجرى الهواء مباشرة، ويستخدم مع السرعات المنخفضة، والضغط المنخفضة، وكذلك على أطراف المجرى، والمداخل، والمخارج، والمنقيات، والملفات.

يجب وضع مساحة الفراشة الدوّارة للجهاز داخل مجرى جريان الهواء كلّها، كما أنّ معامل التصحيح للجهاز يعتمد على بيانات المصنع، ويبيّن الشكل (٣-٣٩) جهاز قياس السرعة ذا الريشة الدوّارة، بينما يبيّن الشكل (٣-٤٠) طريقة القياس باستخدام هذا الجهاز.



الشكل (٣-٤٠): طريقة القياس.



الشكل (٣-٣٩): أنيموميتر ذو ريشة دوّارة.

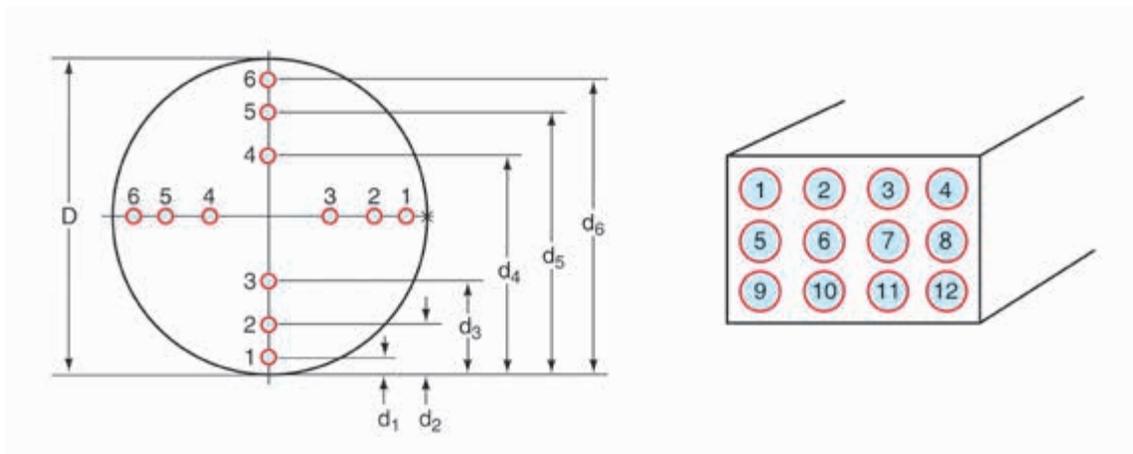
٢ الأنيموميتر ذو الريشة المنحرفة (Deflecting Vane Anemometer)

يتكوّن من مجسّ وعداد قراءة متّصلين بأنبوب ومفتاح اختيار مدى القراءات التي تتراوح عادة من (٠ إلى ٥٠) مترًا في الثانية.

يستخدم لحسابات السرعة على خطوط الهواء المغذية والراجعة، ويستخدم لقياس السرعات القليلة على وجه المجرى، حيث يوضع الجهاز في مجرى الهواء، ويجب ألا يستخدم في المجرى الحراري أو الظروف الملوثة، ويستخدم لحساب الضغط الإستاتيكي، كما يبين الشكل (٣-٤١) أحد أشكال جهاز الأنيموميتر ذي الريشة المنحرفة. ولتحديد قيمة التدفق، تؤخذ عدّة قراءات للسرعة في أنحاء مختلفة لحساب معدل السرعة لمقطع القناة، ويبيّن الشكل (٣-٤٢) تقسيم مساحة مقطع القناة لأخذ عدّة قراءات للسرعة.



الشكل (٣-٤١): أحد أشكال الأنيموميتر ذو الريشة المنحرفة.



الشكل (٣-٤٢): طريقة أخذ عدّة قراءات للسرعة في أنحاء مقطع القناة.

نشاط (٣-٩)

زر أحد مشاريع التكيف، وحدّد أنواع أجهزة قياس سرعة الهواء المستخدمة.

٣ الأنيموميتر ذو الفراشة الدوّارة الإلكتروني

(Rotating Vane Anemometer Digital)

يعمل بطريقة عمل الجهاز الميكانيكي نفسها إلا أنه يختلف لكونه يعمل على كهرباء البطارية (Battery)، كما يحتوي على شاشة قراءة تظهر قيمة السرعة المقاسة مباشرة بصورة رقمية على شاشة الجهاز، ويبيّن الشكل (٣-٤٣) أحد أنواع هذه الأجهزة.



الشكل (٣-٤٣): أنيموميتر إلكتروني.

٤ جهاز قياس كمية تدفق الهواء (Flow Measuring Hood)

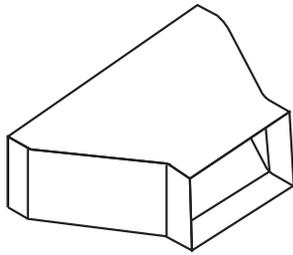
يستخدم لقياس كمية التدفق خلال الحواكم، والنواشر، وخطوط التزويد، وخطوط



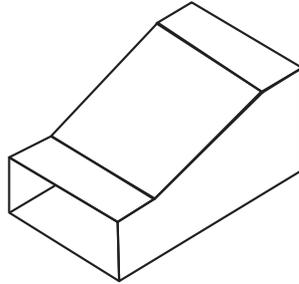
الشكل (٣-٤٤): جهاز لقياس كمية تدفق الهواء.

الراجع، ويحتوي على عدّة تداريج لمدى القياس من ٢ إلى ٤ تداريج تحدّد باستخدام مفتاح اختيار، وذلك حسب تصميم الجهاز، حيث يقيس كمية التدفق مباشرة من مخارج الهواء، وذلك بتثبيته لفترة من الزمن على مخرج الناشر، ويمتاز بسرعة العمل والدقة، ويبيّن الشكل (٣-٤٤) هذا النوع من الأجهزة.

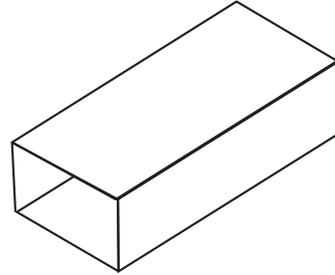
وهي قطع الوصل التي تستخدم غالبًا في مجاري الهواء، وتشمل: النقاصات، والتفرعات، والأكواع، ويبيّن الشكل (٣-٤٥) أشكالًا مختلفة من قطع وصل مجاري الهواء.



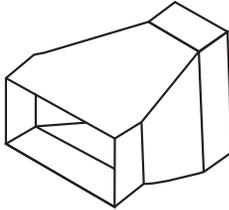
نقاصة بجنيتين مائلتين



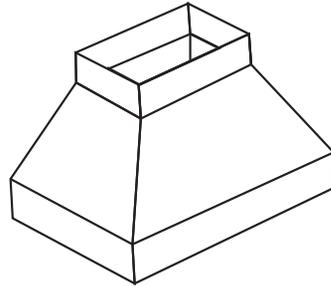
نقاصة بسطح مائل علوي



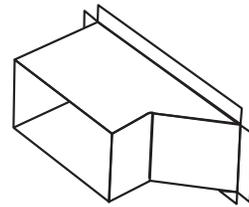
مجرى هواء مستطيل



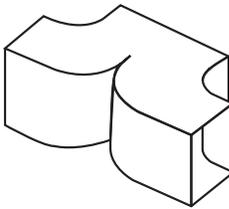
تحويل مقطع أفقي إلى مقطع عمودي



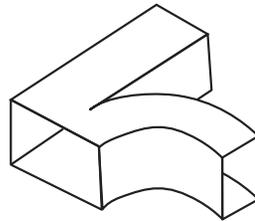
نقاصة هرمية



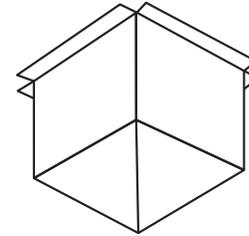
رقبة جانبية



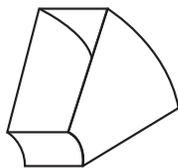
تفرعة على شكل T



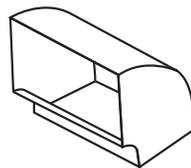
تفرعة على شكل T متماثلة



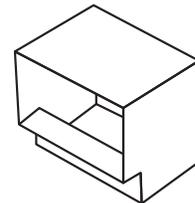
رقبة عمودية لتركيب ناشر الهواء السقفي المربع



كوع ٤٥° دائري



كوع ٩٠° دائري



كوع ٩٠° قائم الزوايا

الشكل (٣-٤٥): أشكال مختلفة لقطع مجاري الهواء.

ضع إشارة (✓) في المكان الذي تراه مناسباً.

بعد دراسة هذه الوحدة:

المستويات			
بدرجة قليلة	بدرجة متوسطة	بدرجة كبيرة	
			١ أحدّد أشكال قنوات الهواء واستخداماتها.
			٢ أعرف نظام توزيع الهواء.
			٣ أحدّد أنواع نواشر الهواء واستخداماتها.
			٤ أحدّد أنواع خوانق الهواء ووظائفها.
			٥ أعرف أنواع العوازل المستخدمة في عزل مجاري الهواء.
			٦ أحدّد أنواع حمّالات مجاري الهواء واستخداماتها.
			٧ أحدّد أنماط نشر الهواء.
			٨ أعرف أنواع الوصلات المستخدمة في توصيل مجاري الهواء.
			٩ أعرف متطلبات تصميم نظام توزيع الهواء.
			١٠ أعرف متطلبات تصميم مجاري الهواء.
			١١ أحدّد أهميّة موازنة الهواء.
			١٢ أعرف أجهزة قياس الضغط.
			١٣ أعرف أجهزة قياس السرعة.
			١٤ أجد سرعة الهواء داخل مجرى الهواء.
			١٥ أجد ضغط الهواء داخل مجرى الهواء.



أسئلة الوحدة



- ١ - ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:
- (١) لتقليل فواقد ضغط الهواء، ومنع الدوامات الهوائية، وفوضوية الجريان في الأكواع تستخدم:
- أ - الدعامات ب - الخوانق ج - العوازل د - ريش توجيه الهواء
- (٢) لقياس فرق الضغط في قنوات الهواء يستخدم:
- أ - الثيرموميتر ب - المانوميتر
- ج - الأنيموميتر ذو الريشة الدوارة د - الأنيموميتر ذو الريشة المنحرفة
- (٣) يتحكّم خانق عدم الرجوع بـ:
- أ - سرعة تدفق الهواء ب - اتجاه تدفق الهواء
- ج - رطوبة الهواء د - درجة حرارة الهواء
- (٤) أقصى طول مسموح به لقناة الهواء المرنة هو:
- أ - ٤ أمتار ب - ٨ أمتار ج - ١٠ أمتار د - ١٢ مترًا
- (٥) في تطبيقات نشر الهواء من الجوانب أو المحيط تستخدم:
- أ - الشبكات ب - أسقف التخزين
- ج - النواشر السقفية د - النواشر الخطية المشقوقة
- (٦) يتمّ قياس سرعة الهواء باستخدام:
- أ - الأنيموميتر ب - المانوميتر
- ج - الثيرموميتر د - المانوميتر المائل
- (٧) يعدّ النشر الجيد للهواء عندما يكون الحدّ الأقصى للتغيير في درجة الحرارة داخل الغرفة المكيفة هو:
- أ - ± 3 سيلسيوس من درجة التصميم ج - ± 5 سيلسيوس من درجة التصميم
- ب - ± 1 سيلسيوس من درجة التصميم د - ± 10 سيلسيوس من درجة التصميم

(٨) في التطبيقات التي تحتاج إلى كميات كبيرة من الهواء وسرعة هواء منخفضة فإنه يستخدم:

- أ - الناشر السقفي
ب- الشبكات (Grilles)
ج- الناشر الخطّي
د - أسقف التخزين

(٩) وظيفة خانق الحريق هو إيقاف تدفق:

- أ - الهواء
ب- الماء
ج- الدخان
د - وسيط التبريد

(١٠) وحدة قياس ضغط الهواء داخل القناة هي:

- أ - متر لكل ثانية
ب- الدرجة الفهرنهيّة
ج- الباسكال
د - النيوتن

٢ - ضع صح أو خطأ أمام العبارات الآتية:

أ - تمتاز القنوات المضلّعة بقلة فواقد الضغط الناتجة عن الاحتكاك.

ب- يكون ضغط الهواء في الأنابيب الفرعيّة أكبر منه في القنوات الرئيسيّة.

ج- تستخدم أنبوبة بيتوت لقياس الضغط الناشئ عن سرعة الهواء.

د - تستخدم الشبكات غالباً مع قنوات الهواء الراجعة.

هـ - يستخدم جهاز الأنيموميتر لقياس الضغط الإستاتيكي للهواء.

٣ - عرّف ما يأتي:

أ - المدى
ب- الوصلة المرنة
ج- ضغط السرعة

د - الحواكم
هـ - السرعة الطرفيّة

٤ - اذكر أربعة من الأمور التي تؤخذ بعين الاعتبار عند تصميم مجاري الهواء.

٥ - اذكر أربعة أنواع من العوازل المستخدمة في عزل قنوات الهواء.

٦ - اذكر أربعة أنواع من الوصلات المستخدمة في توصيل مجاري الهواء مع الرسم.

٧ - اذكر أجزاء نظام توزيع الهواء، ووظيفة كلّ جزء.

٨ - اشرح مبدأ عمل أنبوبة بيتوت واستخداماتها.

٩ - مجرى هواء دائري يتدفق منه هواء بمعدّل ٤٠٠٠ لتر لكل ثانية عند ضغط إستاتيكي

٤٠٠ باسكال، وضغط كليّ ٥٠٠ باسكال، احسب قطر مجرى الهواء.

٣

التمارين العمليّة

الوحدة الثالثة

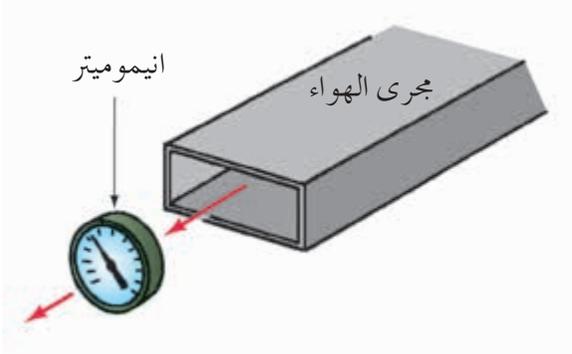
نتائج التمرين: يتوقّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:
- تقيس سرعة الهواء باستخدام جهاز الأنيموميتر داخل مجرى هواء مضلّع.

الموادّ**الأدوات والتجهيزات**

جهاز الأنيموميتر ذو الريشة الدوّارة، ومجرى هواء مضلّع مفتوح، ووحدة مناولة هواء.

خطوات التنفيذ**الصور والرسوم التوضيحية**

الشكل (١)



الشكل (٢)

- ١- عاير الجهاز بوضعه بالاتجاه الذي يحدث تحريك لمؤشّر القراءة، الشكل (١).
- ٢- صفّر مؤشّر القراءة.
- ٣- ضع الجهاز في منتصف المسافة بين حافتي المجرى المفتوح على أن تكون مساحة الفراشة الدوّارة جميعها داخل مجرى جريان الهواء.
- ٤- ضع الجهاز بالاتجاه نفسه الذي تمّ معايرته، كما في الشكل (٢).
- ٥- شغل مروحة الدفع لإحداث جريان للهواء داخل المجرى بإشراف المدرّب.
- ٦- اقرأ سرعة الهواء، ودوّنها في دفترك.
- ٧- افصل التيّار عن وحدة مناولة الهواء بإشراف المدرّب.

تمارين الممارسة

- نفذ التمرين الآتي بطريقة العمل الفردي، أو ضمن المجموعة، أو حسب إرشادات المعلم:
- قياس سرعة الهواء باستخدام الأنيموميتر ذي الريشة الدوّارة من أمام ناشر هواء دائري.

التقويم الذاتي

- دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
٢	_____		
_____	_____		
٤	_____		
٥	_____		
٦	_____		

– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفّ خاص.

ملحوظة

عزيزي الطالب، يرجى تعبئة جداول التقويم الذاتي للتمارين العمليّة القادمة على غرار نمط جدول التقويم الذاتي في هذا التمرين والمبيّن أعلاه.

قياس ضغط الهواء الناشئ عن سرعة الهواء باستخدام أنبوبة بيتوت

نتائج التمرين: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

– تقيس ضغط السرعة باستخدام أنبوبة بيتوت داخل مجرى مربع.

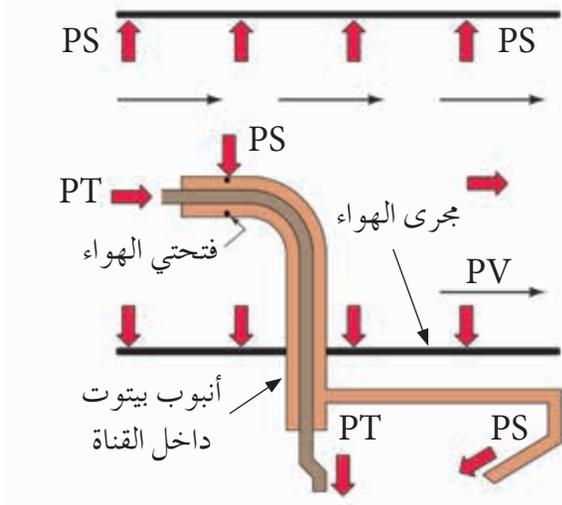
المواد

قلم، ودفتر التدريب العملي.

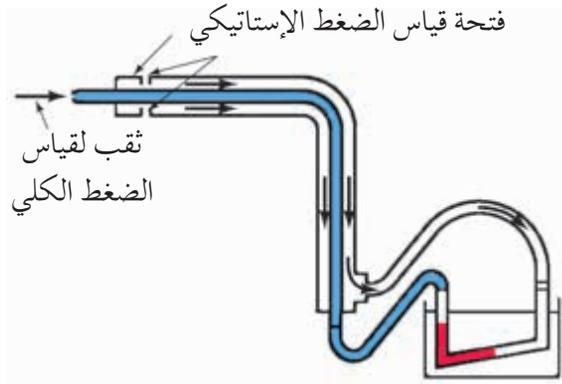
الأدوات والتجهيزات

مجرى هواء يحتوي على فتحة قياس، ووحدة مناولة هواء أنبوبة بيتوت، ومانوميتر مائل.

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (١)



الشكل (٢)

خطوات التنفيذ

- ١- تثبت أنبوبة بيتوت في المجرى، كما هو مبين في الشكل (١).
- ٢- صل أنبوبي مخرجي أنبوبة بيتوت من غير انثناء، كما في الشكل (٢).
- ٣- صل الأنبوبين مع طرفي المانوميتر المائل، كما هو في الشكل (٢).
- ٤- شغل وحدة مناولة الهواء بإشراف المدرّب.
- ٥- اقرأ مقدار الارتفاع في قراءة المانوميتر، حيث يمثل الفرق بين الضغط الكلي والضغط الإستاتيكي.
- ٦- دوّن مقدار الارتفاع والذي يمثل ضغط السرعة.
- ٧- افصل التيار عن وحدة مناولة الهواء بإشراف المدرّب.

تمارين الممارسة

- نفذ التمرين الآتي بطريقة العمل الفردي، أو ضمن المجموعة، أو حسب إرشادات المعلم:
- قياس قيمة ضغط السرعة داخل قناة هواء دائرية باستخدام أنبوبة بيتوت.

التقويم الذاتي

- دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
٢	_____		
٣	_____		
—	_____		
٧	_____		

- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملف خاص.

على مجرى مزلّج باستخدام جهاز قياس السرعة ذي الريشة المنحرفة

نتائج التمرين: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

٣- تقيس كمية تدفق الهواء باستخدام جهاز قياس السرعة ذي الريشة المنحرفة لمجرى هواء مزلّج.

المواد

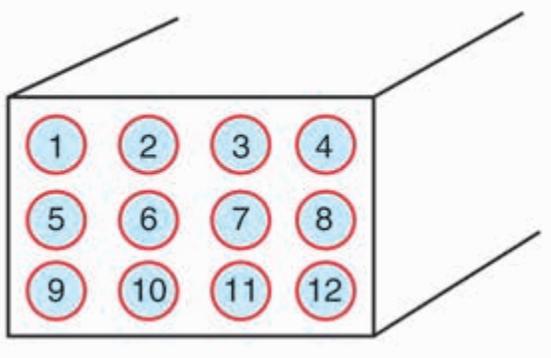
دفتر، وقلم، ومسطرة.

الأدوات والتجهيزات

جهاز قياس السرعة ذو الريشة المنحرفة.

خطوات التنفيذ

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (١)



الشكل (٢)

- ١- فك الناشر عن مخرج المجرى المربع.
- ٢- قسّم المجرى، كما هو موضح في الشكل (١)، وذلك لأخذ عدة قراءات.
- ٣- عاير جهاز قياس السرعة وذلك بتصفير المؤشر على قيمة الصفر باستخدام برغي العيار المخصّص لذلك.
- ٤- ضع الأنبوب المبيّن في الشكل (٢) على المواقع المذكورة في الشكل (١).
- ٥- اقرأ مقياس السرعة لكل موقع حسب التقسيم المبيّن في الشكل (١).
- ٦- احسب معدّل السرعة لمجرى الهواء كما يأتي: (مجموع قراءات السرعة السابقة مقسوماً على عدد القراءات).
- ٧- احسب مساحة مقطع المجرى كما يأتي: (حاصل ضرب طول المجرى في عرض المجرى).

- ٨- احسب كمية التدفق كما يأتي:
(حاصل ضرب معدّل السرعة
المحسوبة سابقاً في مساحة مقطع
المجرى)، مع مراعاة وحدات القياس.
- ٩- دوّن قيمة كمية التدفق في دفترك،
ولاحظ وحدة قياس التدفق.

تمارين الممارسة

- نفذ التمرين الآتي بطريقة العمل الفردي، أو ضمن المجموعة، أو حسب إرشادات المعلم:
- قياس كمية تدفق الهواء باستخدام جهاز قياس السرعة ذي الريشة المنحرفة لمجرى هواء دائري.

التقويم الذاتي

- دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
٢	_____		
٣	_____		
—	_____		
٩	_____		

- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملف خاص.

نتائج التمرين: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تركيب ناشر الهواء الحائطي.
- تثبيت ناشر الهواء الحائطي.

المواد

إطار خشبي، وناشر هواء حائطي، وبراغي تثبيت.

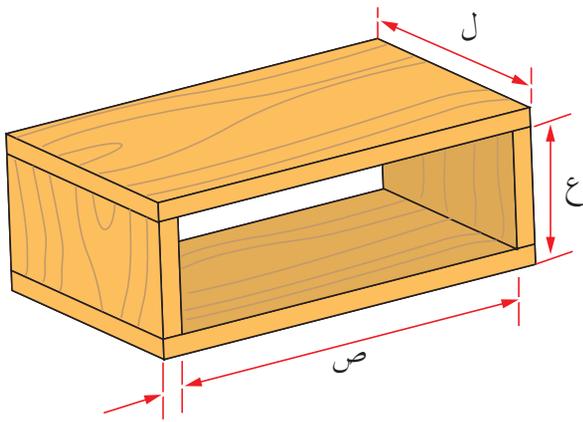
الأدوات والتجهيزات

مفك، ومطرقة مطاطية، ومجرى هواء مضلع مفتوح، ومقياس الأطوال، وميزان ماء.

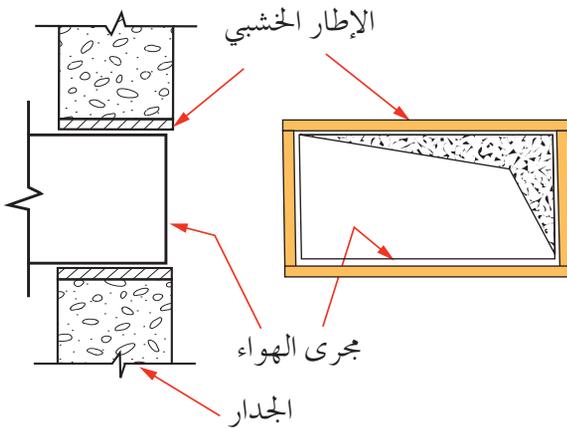
خطوات التنفيذ

- ١- خذ مقاسات مجرى الهواء المضلع.
- ٢- اصنع إطاراً خشبياً سمكه ٢٥ ملمتراً، كما في الشكل (١)، بحيث يكون قياس عرضه وارتفاعه أكبر من قياس عرض المجرى وارتفاعه بحوالي ٥ ملمتر.
- ٣- قس سمك الجدار.
- ٤- يجب أن يكون عمق الإطار الخشبي (ل) يساوي سمك قياس الجدار، كما في الشكل (١).
- ٥- ثبت الإطار الخشبي حول نهاية مجرى الهواء من خلال الفتحة المعدة لذلك في الجدار، كما في الشكل (٢).

الصور والرسوم التوضيحية



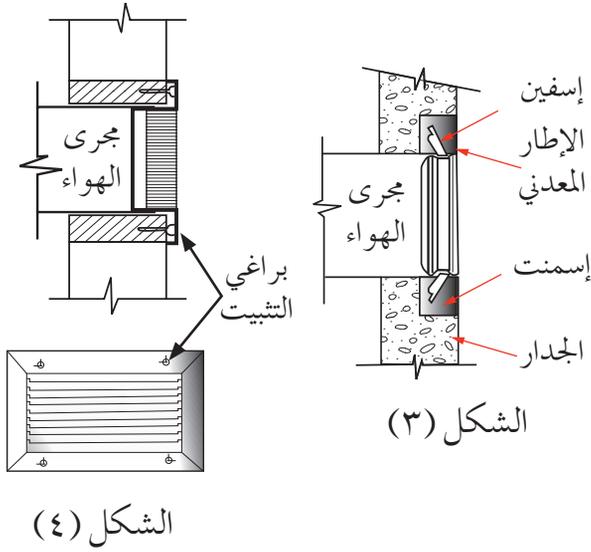
الشكل (١)



الشكل (٢)

الصور والرسوم التوضيحية

خطوات التنفيذ



- ٦- أدخل رقبة ناشر الهواء داخل نهاية مجرى الهواء، بحيث تنطبق حواف ناشر الهواء على الإطار الخشبي، كما في الشكل (٣).
- ٧- راعِ استواء الوضع الأفقي لناشر الهواء باستخدام ميزان الماء.
- ٨- ثبت الناشر بالبراغي، كما في الشكل (٤).

تمارين الممارسة

- نفذ التمرين الآتي بطريقة العمل الفردي، أو ضمن المجموعة، أو حسب إرشادات المعلم:
- تثبيت ناشر هواء حائطي باستخدام إطار معدني مع مراجعة منشورات الشركة الصانعة للناشر.

التقويم الذاتي

- دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
٢	_____		
٣	_____		
---	_____		
٨	_____		

- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملف خاص.

تركيب ناشر هواء سقفي مربع وتثبيتته، مع خانق تحكّم بكميّة الهواء (يدوي)

نتائج التمرين: يتوقّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تثبت الخانق بناشر الهواء.
- تركيب ناشر الهواء مع الخانق بمجرى الهواء.

الأدوات والتجهيزات

مفكّ مصّلب، ومطرقة مطّاطيّة، ومجرى هواء مربع مفتوح، ومعجونة ضد التسرّب، وناشر هواء سقفي مربع، و خانق يدوي، ومقص صاج.

الموادّ

براغي تثبيت أو تباشيم.

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (١)



الشكل (٢)



الشكل (٣)

خطوات التنفيذ

- ١- قصّ أو مدّ نهاية مجرى الهواء لمسافة تناسب تثبيت ناشر الهواء، بحيث تنطبق حواف ناشر الهواء مع السقف المستعار، كما في الشكل (١).
- ٢- ثبت خانق الهواء اليدوي بالناشر بوساطة البراغي أو التباشيم، كما في الشكل (٢).
- ٣- ضع رقبة ناشر الهواء والخانق داخل نهاية مجرى الهواء، كما في الشكل (٣).

الصور والرسوم التوضيحية

خطوات التنفيذ



الشكل (٤)

٤- تثبت الناشر والخانق بالمجرى بواسطة البراغي أو التباشيم، كما هو في الشكل (٤).

٥- اعزل محيط ناشر الهواء كله بمادة عازلة ضد تسرب الهواء.

تمارين الممارسة

- نفذ التمرين الآتي بطريقة العمل الفردي، أو ضمن المجموعة، أو حسب إرشادات المعلم:
- تثبيت ناشر الهواء السقفي المستطيل مع مراجعة تعليمات الشركات الصانعة للناشر.

التقويم الذاتي

- دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
٢	_____		
٣	_____		
---	_____		
٥	_____		

- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملف خاص.

تركيب ناشر هواء سقفي دائري وتثبيتته، مع خانق تحكّم بكميّة التدفّق بمجرى هواء

نتائج التمرين: يتوقّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تثبت الخانق بناشر الهواء السقفي الدائري.
- تركيب ناشر الهواء مع الخانق بمجرى الهواء.

الأدوات والتجهيزات

مفكّ، ومطرقة مطاطيّة، ومجرى هواء دائري، ومقياس الأطوال، ومعجونة ضد التهريب، ومقص صاج.

الموادّ

ناشر هواء سقفي دائري، و خانق هواء يدوي، وبراغي تثبيت.

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (١)



الشكل (٢)

خطوات التنفيذ

- ١- قصّ أو مدّ نهاية مجرى الهواء لمسافة تناسب تثبيت ناشر الهواء، بحيث تنطبق حواف ناشر الهواء مع السقف المستعار، كما هو في الشكل (١).
- ٢- فكّ ريش توجيه الهواء الدائريّة الثابتة من رقبة الناشر.
- ٣- تثبت خانق الهواء برقبة ناشر الهواء بوساطة البراغي أو التباشيم، كما في الشكل (٢).



الشكل (٣)



الشكل (٤)



الشكل (٥)

٤- ضع رقبة ناشر الهواء الدائري والخانق داخل نهاية مجرى الهواء، كما في الشكل (٣).

٥- تثبت رقبة ناشر الهواء الدائري، والخانق بمجرى الهواء بوساطة براغي التثبيت، كما في الشكل (٤).

٦- ضع ريش التوجيه الثابتة داخل الرقبة، كما في الشكل (٥).

٧- ضع مادة عازلة لمنع تسرب الهواء حول محيط ناشر الهواء.

تمارين الممارسة

- نفذ التمرين الآتي بطريقة العمل الفردي، أو ضمن المجموعة، أو حسب إرشادات المعلم:
- تثبيت الناشر السقفي الدائري بطرق أخرى، مثل: الحبال مع مراجعة تعليمات الشركات الصانعة للناشر.

التقويم الذاتي

- دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
٢	_____		
٣	_____		
—	_____		
٥	_____		

– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفّ خاص.

نتائج التمرين: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تركيب شبكاً في فتحة الباب الخشبي.
- تثبت شبكاً في فتحة الباب الخشبي.

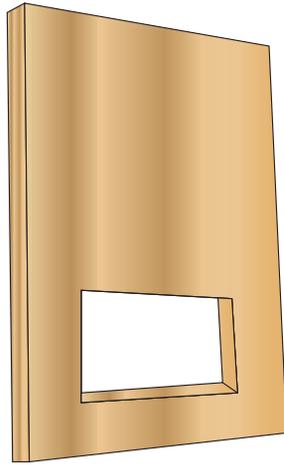
الأدوات والتجهيزات

مفك، ومطرقة مطاطية.

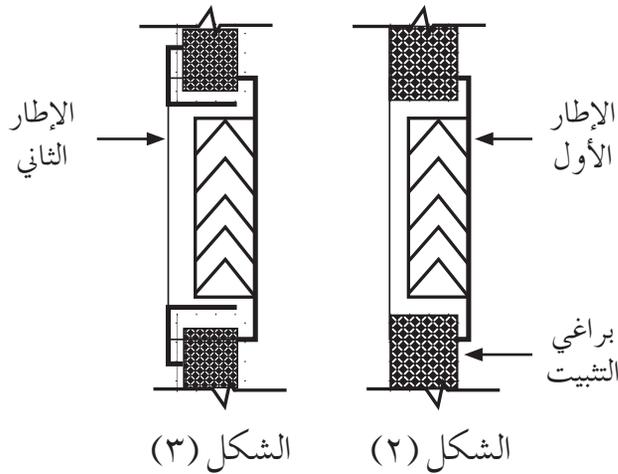
المواد

ناشر هواء شبكي، وبراغي تثبيت.

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (١)



الشكل (٣)

الشكل (٢)

خطوات التنفيذ

- ١- جهّز فتحة في الباب مناسبة تعادل تقريباً قياس إطار الشبك المراد تركيبه في الجزء السفلي من الباب، كما في الشكل (١).
- ٢- تثبت الإطار الأول لشبك الهواء والذي يحمل الريش بوساطة البراغي، بحيث يكون اتجاه ميلان الريش للأسفل، كما في الشكل (٢).
- ٣- تثبت الإطار الثاني (غطاء الشبك) للجانب الآخر من الباب بوساطة البراغي، كما هو في الشكل (٣).

تمارين الممارسة

– نفذ التمرين الآتي بطريقة العمل الفردي، أو ضمن المجموعة، أو حسب إرشادات المعلم:
• تركيب شبك في فتحات الأبواب المعدنية.

التقويم الذاتي

– دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
٢	_____		
٣	_____		
—	_____		
٤	_____		

– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملف خاص.

عزل مجرى هواء مضلع باستخدام اللّائف اللّينة من الصوف الزجاجي

نتائج التمرين: يتوقّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:
- تعزل مجرى هواء مضلعًا.

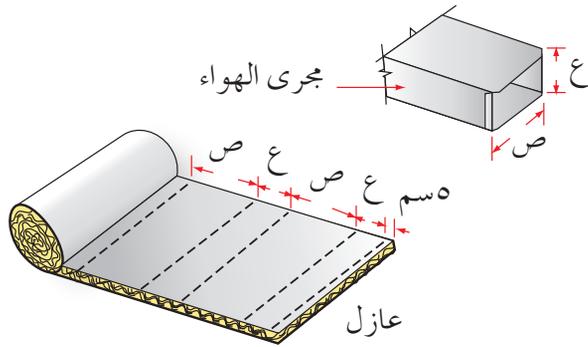
الموادّ

لفائف عازل لينة، وشريط لاصق من الألمنيوم، وشبر بلاستيك.

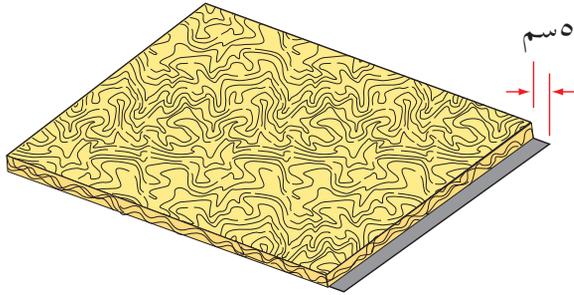
الأدوات والتجهيزات

مقياس الأطوال، ومقصّ خاص للعازل.

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (١)

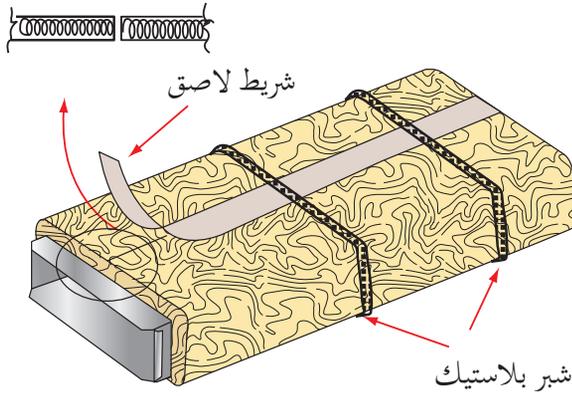


الشكل (٢)

خطوات التنفيذ

- ١- خذ قياس محيط مجرى الهواء؛ أي ضعف قياس عرض مجرى الهواء وارتفاعه، ويضاف إلى هذا القياس ما مقداره ٥ سنتيمتر تقريبًا، وهذا يمثل طول قطعة العازل المراد قصّها من لفّة العازل والتي تعدّ أفراد مجرى الهواء.
- ٢- حدّد القياسات على العازل، كما في الشكل (١).
- ٣- قصّ قطعة العازل، وأزل من أحد طرفي القطعة مقدار ٥ سنتيمتر من العازل من غير قصّ طبقة الورق المقوّاة، كما في الشكل (٢).
- ٤- لفّ العازل حول مجرى الهواء.

الصور والرسوم التوضيحية



الشكل (٣)

خطوات التنفيذ

- ٥- ثبت أطراف العازل مع بعضها بواسطة شريط لاصق من الألمنيوم، كما في الشكل (٣).
- ٦- لفّ حول العازل شبراً من البلاستيك لربط العازل بشكل جيّد، بحيث لا تزيد المسافة بين الأربطة على ٦٠ سنتيمتراً.

تمارين الممارسة

- نفذ التمرين الآتي بطريقة العمل الفردي، أو ضمن المجموعة، أو حسب إرشادات المعلم:
 - اعزل مجرى الهواء الدائري باستخدام الصوف الصخري.

التقويم الذاتي

- دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
٢	_____		
٣	_____		
---	_____		
٤	_____		

- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفّ خاص.

نتائج التمرين: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تركيب ناشر هواء ذي شقّ طولي.
- تثبيت ناشرًا ذا شقّ طولي.

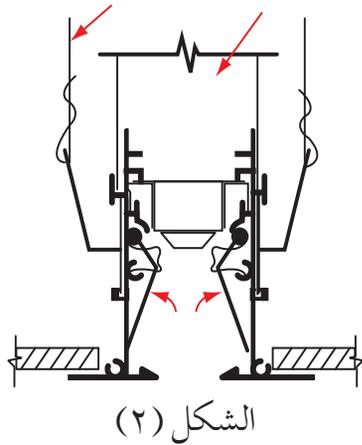
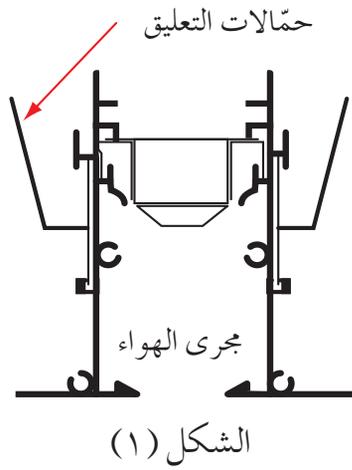
الأدوات والتجهيزات

متر قياس، ومطرقة مطاطية، وسقف مستعار، ومقدح كهربائي، وريشة باطون، ومفتاح شدّ صواميل، وحبال ربط خاصّة.

الموادّ

ناشر هواء خطّي، وعلاقات تثبيت، وبراعي تثبيت.

الصور والرسوم التوضيحية



خطوات التنفيذ

- ١- تثبت حمّالات خاصة لتعليق نواشر الهواء في مجرى معد لذلك على جوانب نواشر الهواء الخطيّة باستخدام المقدح الكهربائي، ومفتاح الصواميل، كما هو مبين في الشكل (١).
- ٢- أدخل رقبة ناشر الهواء داخل مجاري الهواء، وربط الحمّالات بحبال معدّة لذلك ومثبتة بالسقف، كما في الشكل (٢).
- ٣- عاير برفع ناشر الهواء أو تنزيهه من حبال التعليق حتى تلامس حوافه السقف المستعار.

تمارين الممارسة

- نفذ التمرين الآتي بطريقة العمل الفردي، أو ضمن المجموعة، أو حسب إرشادات المعلم:
- تركيب ناشر هواء خطّي دائري.

التقويم الذاتي

- دوّن خطوات العمل التي اتبعتها في تنفيذ التمرين، ثمّ قيّم تنفيذك لكل خطوة وفق قائمة الشطب الآتية:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	_____		
٢	_____		
---	_____		
---	_____		
٣	_____		

– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفّ خاص.

قائمة المصطلحات

Acrylic	الإكرليك
Actinobrin	النيوبرين
Adiabatic Mixing	الخلط الإديباتي
Air Filters	منقيّات الهواء
Air Circulation	تدفق هواء
Air Diffusion Patterns	أنماط نشر الهواء
Air purge	طرد الهواء
Aluminum Foil	رقائق الألمنيوم
Aluminum Sheets	ألواح الألمنيوم
Angle – Flange Joint	وصلات الزوايا
Axial Fan	المروحة المحوريّة
Bio Filter	المنقيّ البيولوجي
C – Cleat	وصلة منزلقة حرف C
Capillary Tube	الأنبوبة الشعريّة
Carbon Filter	المنقيّ الكربوني
Cassette Unit	الوحدة الشبه مخفيّة خلف السقف
Ceiling	السقيّة
Ceiling Diffuser	النواشر السقيّة
Centrifugal Fan	المروحة الطاردة عن المركز (النفّاخ)
Charging Chart	مخطّط شحن
Check Valve	صمام عدم الرجوع
Clutch	قابض
Companion Angles	وصلات انزلاق ذوات حافة

Compressor	الضاغط
Condenser	المكثف
Cooling & Dehumidification	التبريد مع تخفيض الرطوبة
Cooling Capacity	سعة التبريد
Cooling Load	حمل التبريد
Cooling load temperature difference	فرق درجات حرارة حمل التبريد
Cooling Only	التبريد فقط
Crankcase Heater	مسخن صندوق مرفق الضاغط
Critical Path	المسار الحرج (الأطول)
Dampers	الخوانق
Deflecting Vane Anemometer	الأنيموميتر ذو الريشة المنحرفة
Deicer Control with Thermal Disk	منظم إذابة الجليد ذو القرص الحراري
Depth	العمق
Design Velocity	سرعة الهواء التصميمية
Dew point	نقطة الندى
Digital Manometer	المانوميتر الإلكتروني
Digital Rotating Vane Anemometer	الأنيموميتر ذو الفراشة الدوّارة الإلكتروني
Dimensions of The Indoor Unit	أبعاد الوحدة الداخلية
Dimensions of The Outdoor Unit	أبعاد الوحدة الخارجية
Drop	الانخفاض
Duct Insulation	عازل مجاري الهواء
Duct Turns	ريش موجهة
Electronic Control Systems	أنظمة تحكم إلكترونية
Evaporative Coolers	المبرّدات التبخرية
Evaporator	المبخر

Expansion Bolts	برغي تمددي
Exhaust Air Damper	بوابة إخراج الهواء الفاسد
Enthalpy	الإنتالبي
Evaporative Cooling	التبريد التبخيري
Fans Motor	محرك مروحتي المكيف
Fiber Glass	الليف الزجاجي
Fittings	وصلات
Flexible Ducts	قنوات هواء مرنة
Floor	الأرضية
Flow Measuring Hood	جهاز قياس كمية التدفق باستخدام جهاز التدخين
Free Stand	الوحدات العمودية
Frequency	التردد
Fresh Air Damper	بوابة تجديد الهواء
Galvanized Steel Sheets	ألواح الصلب المجلفن
Grilles	الشبكات
Heat Gain through Surfaces	الحرارة المكتسبة من السطوح
Heating Capacity	سعة التدفئة
Heat Pumps	المضخات الحرارية
Height	ارتفاع
Heat gain from Lighting	الحرارة المكتسبة من الإضاءة
Heat gain from People	الحرارة المكتسبة من الأشخاص
Heat gain from Equipment	الحرارة المكتسبة من المعدات الداخلية
Heating Load	حمل التدفئة
Human Thermal Comfort	الراحة الحرارية للإنسان
Indoor Sensor	مجس الوحدة الداخلية

Indoor Unit	الوحدة الداخليّة
Infiltration	التسرّب
Inverter conditioner	مكيّف هواء ذو قدرة متغيّرة
Ionic Filter	المنقيّ الأيوني
latent heat	الحرارة الكامنة
Location	موقع
Model No	رقم النوع
Moisture Removal	إزالة الرطوبة
Net Filter	المنقيّ الشبكي الجاف
Net Weight of The Indoor Unit	الوزن الصافي للوحدة الداخليّة
Net Weight of The Outdoor Unit	الوزن الصافي للوحدة الخارجيّة
Outdoor Sensor	مجسّ الوحدة الخارجيّة
Phase	الطور
Plasma Filter	منقيّ البلازما
Plenum Ceilings	أسقف التخزين
Portable	المحمولة
Power Consumption – Cooling	استهلاك الطاقة للتبريد
Power Consumption – Heating	استهلاك الطاقة للتدفئة
Pre Insulation Aluminum Sheets	ألواح الألمنيوم المعزول
Psychometric chart	المخطّط السيكرومترى
Psychometric processes	العمليات السيكرومترية
Rectangular Ducts	قنوات الهواء المضلّعة
Refrigerant	وسيط التبريد
Refrigerant Charge Remote Controle	شحنة وسيط التبريد
Register	الشبكات المحكومة

Regulator	نظم الفولطية
Reinforced Fiber Glass Boards	ألواح الصوف الزجاجي المقوّاة
Reinforced Standing S	وصلة قائمة مقوّاة حرف S
Remote Control	جهاز التحكم عن بعد
Residual Velocity	السرعة المتبقية
Room Sensor	الصمام العاكس
Rotating Vane Anemometer	مجسّ الغرفة
Rotating Vane Anemometer	جهاز قياس السرعة ذو الريشة الدوّارة
Round Ducts	قنوات الهواء الدائرية
Run Capacitor	مواضع الدوران
Running Current of Cooling	تيار تشغيل التبريد
Running Current of Heating	تيار تشغيل التدفئة
S Cleat	وصلة حرف S
Selector Switch	مفتاح كهربائي متعدّد الاختيار
Sensible Heating	الحرارة المحسوسة
Sensors	المجسّات
Service Valves	صمّامات الخدمة
Shading Coefficient	معامل التظليل للزجاج
Slot Diffusers	النواشر المشقوقة
Solar cooling Load factor	معامل حمل التبريد الشمسي
Specific humidity	الرطوبة النوعية
Specific volume	الحجم النوعي
Split Units Conditioners	مكيّفات الهواء المجزّأة
Spread	الانتشار
Stainless Steel Sheets	ألواح الصلب غير قابلة للصدأ

Standing C – Cleat	وصلة منزلقة قائمة حرف C
Standing S – Cleat	وصلة منزلقة قائمة حرف S
Static Pressure	الضغط الإستاتيكي
System Balance	موازنة النظام
Temperature Differential	تفاوت درجة الحرارة
Terminal Velocity	السرعة الطرفية
Thermistors	مقاومة متغيرة بتأثير فرق الجهد
Throw	المدى
Total Pressure	الضغط الكلي
	الإشعاع الشمسي من النوافذ الزجاجية
Transmission of Solar Radiation through Glass	
	الحرارة المنتقلة عبر الأسطح المعرضة للإشعاع الشمسي
Transmission through sunlit Surfaces	
Type	النوع
Ultra Violet Ray Lamp	مصابيح الأشعة فوق البنفسجية
Velocity Pressure	ضغط السرعة
Voltage Difference	فرق الجهد
Volume Control Damper	خوانق التحكم بالحجم
Width	عرض
Window Air Conditioner	مكيف هواء النافذة

قائمة المراجع

- 1- **HVAC TESTING, ADJUSTING AND BALANCING MANUAL (NEBB)**,
Third Edition(2003), John Gladstone,B,S. M.A W.David Bevirt.
- 2- **Refrigeration and Air Conditioning Technology, SIXTH EDITION**
(2009), William C.Whitman William M . Johnson. John A . Tomczyk
Eugene Silberstein.
- 3- **Sheet Metal Ductwork**, Copyright@1998 by the Heating and
Ventilating Contractors Association. KEN PASLOW Chairman Executive
Committee Ductwork Group.
- 4- TRANE, **Air-conditioning Clinic**, Cooling and Heating Load Estimation,
One of the Fundamental Series.
- 5- **Fundamentals of HVAC Systems**, Prepared by Mc Dowall, P. Eng.
Engineering chang Inc. First edition 2006.

تَمَّ بِحَمْدِ اللَّهِ تَعَالَى