التدفئة والأدوات الصحية

العلوم الصناعية الخاصة والتدريب العملي

الصف الثاني عشر

الفصل الدراسي الثاني

الفرع الصناعي

12

فريـق التأليـف

د. زبيدة حسن أبو شويمة (رئيسًا)

م. محمد أمين جبر أبو دوش (منسقًا)

م. رائد عوده المعاني م. حازم محمد الخطيب علي سليمان عبد الله أحمد ناصر الفواعير

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج

يسر المركز الوطني لتطوير المناهج، استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الكتاب عن طريق العناوين الآتية:

06 - 5376262 / 235 06 - 5376266 P.O.Box : 2088 Amman 11941

@nccdjor feedback@nccd.gov.jo www.nccd.gov.jo

قـررت وزارة التربيـة والتعليـم تدريـس هـذا الكتـاب في مـدارس المملكـة الأردنيـة الهاشـمية جميعهـا، بناءً عـلى قرار مجلـس التربيـة والتعليم رقـم (127/ 2022) تاريـخ 6/ 12/ 2022 بـدءًا مـن العـام الـدراسي 2022/ 2023 م.

ISBN **978-9923-41-405-7 (ردمك)**

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2022/11/5721)

373.19

الأردن. المركز الوطنيّ لتطوير المناهج

التدفئـة والأدوات الصحيـة: العلـوم الصناعيـة الخاصـة والتدريب العملـي: الصف الثاني عشـر (الفصل الدراسـيّ الثاني) / المركـز الوطنيّ لتطويـر المناهج. -عمـان: المركز،2022

(256) ص.

ر.إ.: 2022/11/5721

الواصفات: / المناهج/ / التطوير التربوي/ / العلوم الصناعية/ / التعليم الثانويّ/

يتحمّل المؤلّف كامل المسؤوليّة القانونيّة عن محتوى مصنفه ولا يعبّر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنيّة.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

الطبعة الأولى (التجريبية) **1443 هـ/ 2022 م**

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

الحمد لله ربّ العالمين، والصلاة والسلام على خاتم الأنبياء والمرسلين، سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين، وبعد...

فانطلاقًا من الرؤية الملكية السامية، يستمرّ المركز الوطني لتطوير المناهج في أداء رسالته المتعلّقة بتطوير المناهج الدراسية؛ بغية تحقيق التعليم النوعي المتميز. وبناءً على ذلك، جاء هذا الكتاب منسجمًا مع فلسفة التربية والتعليم، وخطة تطوير التعليم في المملكة الأردنية الهاشمية، ومحقِّقًا مضامين الإطار العام والخاص للعلوم الصناعية الخاصّة والتدريب العملي والرسم الصناعي لتخصص التدفئة والأدوات الصحية، التي تتمثل في إعداد جيل واعٍ يقدّر المهن ويحترمها، وذي شخصية إيجابية متوازنة، ومعتز بانتمائه الوطني، ومدرك لأهم الركائز الداعمة للاقتصاد الوطني التي يُقاس بها تقدُّم الدول وتطورها.

يُعدّ تخصص التدفئة والأدوات الصحية أحد التخصصات الأساسية التي تتداخل مع الصناعات المختلفة؛ لذا، أوليَ الاهتمام الكبير والرعاية الكاملة، وجرى العمل به بما يتواءم مع متطلبات سوق العمل، وإعداد جيل من الطلبة يتمتع بمهارات مهنية على أساس الكفايات وحاجات سوق العمل. وقد ارتكز تأليف هذا الكتاب المعرفة العلمية والخبرات العملية، ودمج المعرفة النظرية بالتطبيق العملي.

وبناءً على ذلك؛ فقد اعتُمدت دورة التعلم الخماسي المنبثقة من النظرية البنائية التي تمنح الطلبة الدور الأكبر في العملية التعليمية التعلمية، التي تتضمّن: انظر وتساءل، واستكشف، واقرأ وتعلَّم، والإثراء والتوسع، والقياس والتقويم. كما تضمّن الكتاب خريطة مفاهيمية تلخص المفاهيم المهمّة في كلّ وحدة.

لقد روعي في هذا الكتاب توظيف كثير من الصور والرسوم التوضيحية والأشكال والجداول والأنشطة والقضايا البحثية؛ لتمكين الطالب من الحصول على المعرفة بطرائق مختلفة ومتنوعة، إضافة إلى تضمينه ملحقًا لمسرد المصطلحات باللغة الإنجليزية؛ لتسهيل مَهمَّة الطلبة والمهتمين، وبخاصة في عملية البحث.

ونحن إذ نقدِّم (الطبعة التجريبية) من هذا الكتاب، نأمل أن تنال إعجاب أبنائنا الطلبة ومعلميهم، وتجعل تعلُّم تخصص التدفئة والأدوات الصحية أكثر متعة وسهولة وفائدة. راجين تزويدنا بالملاحظات والمقترحات لتطويره وتحسينه.

المركز الوطني لتطوير المناهج

منهاجي
متعة التعليم الهادف

قائمة المحتويات

الفصل الدراسي الثاني

الوحدة	الموضوع		الصفحة
السابعة أنظمة التدفئة بالبخار	أولًا	إنتاج البخار وتوليده واستخداماته المختلفة	9
	ثانيًا	مراجل البخار وملحقاتها	18
	ثالثًا	نظام التدفئة بالبخار ومكوناته	28
	رابعًا	شبكات البخار	38
	التمارين العملية		54
	أسئلة الوحدة		70
الثامنة المداخن	أولًا	انتقال الغازات في المداخن	76
	ثانيًا	أنواع المداخن وطرائق توصيلها وصيانتها	82
	التمارين العملية		89
	أسئلة الوحدة		101
التاسعة نظام التدفئة بالهواء الساخن	أولًا	نظام التدفئة بالهواء الساخن	105
	التمارين العملية		120
	ثانيًا	مجاري الهواء	125
	التمارين العملية		140
	أسئلة الوحدة		159

منهاجي
متعة التعليم الهادف

الوحدة	الموضوع		الصفحة
العاشرة **العزل الحراري**	أولًا	العزل الحراري وأهميته	162
	ثانيًا	أنواع المواد العازلة وطرائق استخدامها	167
	ثالثًا	طرائق عزل شبكات التدفئة المركزية	173
	التمارين العملية		179
	أسئلة الوحدة		192
الحادية عشرة **قنوات شبكات التدفئة**	أولًا	قنوات شبكات التدفئة	196
	التمارين العملية		206
	أسئلة الوحدة		211
الثانية عشرة **أجهزة التحكم في انظمة التدفئة وتشغيلها**	أولًا	أجهزة التحكم في أنظمة التدفئة وتشغيلها	214
	التمارين العملية		227
	أسئلة الوحدة		249
مسرد المصطلحات			250
قائمة المراجع			253

منهاجي
متعة التعليم الهادف

الوحدة السابعة

أنظمة التدفئة بالبخار

- ما أهم استخدامات البخار في المنشآت الصناعية والسكنية؟
- بم تتميز مراجل البخار؟ وما أهم مكونات نظام التدفئة بالبخار؟

منهاجي
متعة التعليم الهادف

7

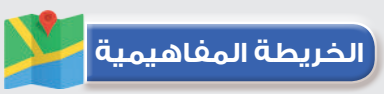
بعد أن تعرفت عزيزي الطالب نظام التدفئة بالماء الساخن في الفصل الدراسي الأول، سنستكمل في هذا الفصل استعراض أنظمة أخرى تُستخدم لغايات التدفئة.

وأول هذه الأنظمة هو نظام التدفئة بالبخار؛ حيث سنتطرق في هذه الوحدة إلى آلية توليد البخار واستخداماته المختلفة، بالإضافة إلى أنواع البخار وخصائصه، ثم سندرس المراجل البخارية، وأنظمة التدفئة بالبخار، ومكوناتها، وطرائق تمديد شبكاتها.

النتاجات العامة للوحدة

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادرًا على أن:

- تذكر أهم استخدامات البخار في الحياة العملية.
- تشرح آلية توليد البخار المحمَّص بمراحله المختلفة.
- تحلل منحنى درجة حرارة الماء مع المحتوى الحراري عند الضغط الجوي المعياري.
- تحدد العوامل المؤثِّرة في درجة حرارة الغليان (الإشباع).
- تتعرف مكونات نظام توليد البخار.
- تشرح كيفية تحسين أداء نظام توليد البخار.
- تعدد الأمور الواجب مراعاتهاعند اختيار أنظمة توليد البخار، وعند تصميمها.
- تعرِّف مراجل البخار.
- تصنِّف مراجل البخار.
- تشرح مبدأ عمل مراجل البخار.
- تذكر المعايير والمواصفات الواجب توافرها في مرجل البخار.
- تتعرف ملحقات مراجل البخار.
- تذكر ميزات استخدام أنظمة توليد البخار في التدفئة المنزلية، وعيوبها.
- تصنّف أنظمة التدفئة بالبخار.
- تحدد مواصفات نظام التدفئة بالبخار ذي الخط الواحد، وذي الخطين.
- تتعرف أجهزة نقل الحرارة إلى الحيز المدفأ، وخصائصها.



- تتعرف المبادلات الحرارية، وتشرح مبدأ عملها.
- تعدد العوامل التي يعتمد عليها معدل انتقال الحرارة بين البخار والماء في المبادلات الحرارية.
- تتعرف الصمامات (المحابس) في شبكة البخار، ووظائفها، وتصنيفها، وتشرح مبدأ عملها.
- تحدد أماكن تركيب مصائد البخار في شبكات التدفئة.
- تشرح مبدأ عمل فاصل البخار.
- تفسر سبب استخدام الهوّايات في شبكة أنابيب البخار.
- تعدد المشاكل الناتجة في شبكة أنابيب البخار؛ بسبب وجود الشوائب في مياه التدفئة.
- تشرح طرائق معالجة مياه التدفئة.
- تذكر مراحل معالجة المياه في شبكات التدفئة.
- تعدد الأمور الواجب مراعاتها عند تصميم شبكات أنابيب التدفئة بالبخار، وعند إعدادها.
- تشرح كيفية معالجة التمدد في شبكات البخار.

نتاجات الوحدة العملية

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن :

- تتفقد أجزاء مرجل البخار وملحقاته، وتحدد مواقعها.
- تشغِّل مرجل البخار، وتراقب عمله، وتضبطه.
- تصون مرجل البخار بشكل دوري.
- توصل مرجل البخار بمكونات نظام التدفئة بالبخار.
- تراعي قواعد الصحة والسلامة المهنية.

أولًا : إنتاج البخار وتوليده واستخداماته المختلفة

النتاجات الخاصة بالدرس

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- تذكر أهم استخدامات البخار في الحياة العملية.
- تشرح آلية توليد البخار المحمّص بمراحله المختلفة.
- تحلل منحنى درجة حرارة الماء مع المحتوى الحراري عند الضغط الجوي المعياري.
- تحدد العوامل المؤثِّرة في درجة حرارة الغليان (الإشباع).
- تتعرف مكونات نظام توليد البخار.
- تشرح كيفية تحسين أداء نظام توليد البخار.
- تعدد الأمور الواجب مراعاتها عند اختيار أنظمة توليد البخار، وعند تصميمها.

انظر وتساءل

- انظر عزيزي الطالب إلى الشكل المجاور، ثم ناقش زملاءك: كيف تجري عملية إنتاج البخار وتوليده؟

استكشف

- يظهر في الشكل المجاور مرجل بخاريّ، هل تستطيع أن تذكر أهم استخدامات البخار الذي يجري توليده بواسطة هذه المراجل؟

اقرأ وتعلّم

يُعرَّف البخار (Steam or Vapor) بأنَّه الحالة الغازية للماء، ويحتاج الإنسان في حياته العملية إلى إنتاج بخار الماء وتوليده؛ لاستخدامه في تطبيقات عديدة، منها:

1- في المنشآت الصناعية، مثل: صناعة الطوب الحراري والنسيج والحديد والسكر والألبان وتكرير الزيوت وتجفيف الورق، وبعض الصناعات الكيميائية والغذائية، وغيرها من الصناعات.

2- في مجال توليد الطاقة الكهربائية.

3- في مجال التدفئة المركزية للمنشآت السكنية.

4- في المستشفيات لأغراض التعقيم والطبخ والكيّ.

وغيرها من الاستخدامات، وعليه؛ فإن إنتاج البخار وتوليده بات أمرًا ضروريًّا في الوقت الحاضر.

ويُصنف البخار المولد حسب ضغطه إلى: بخار ذي ضغط مرتفع، أوضغط متوسط، أو ضغط منخفض؛ ليتناسب مع النظام المستخدم.

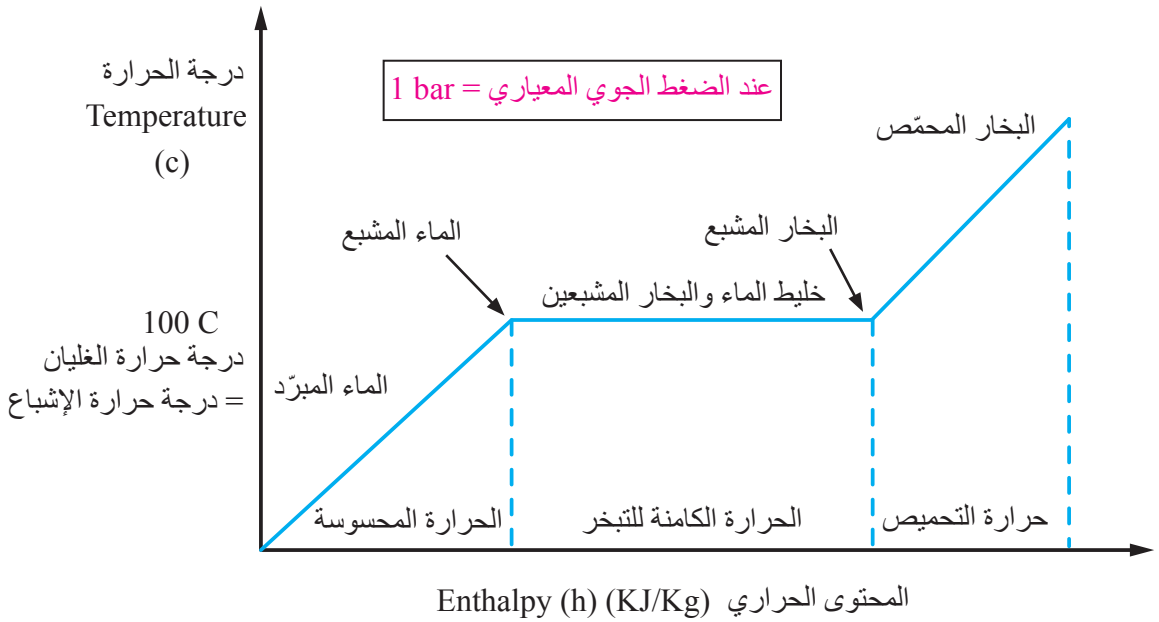
وحتى نتمكن من توليد البخار المحمص؛ لا بد من مرور الماء بعدة مراحل من التسخين وهي المراحل الثلاث الآتية:

1- رفع درجة حرارة الماء إلى درجة حرارة الغليان (الإشباع)، التي تختلف حسب الضغط الممارَس في النظام؛ حتى يصبح الماء مشبعًا، تُسمى الحرارة في هذه المرحلة: الحرارة المحسوسة.

2- تحويل الماء المشبع إلى بخار مشبع بثبوت درجة الحرارة، وتُسمى الحرارة في هذه المرحلة: الحرارة الكامنة للتبخر.

3- تحويل البخار المشبع إلى بخار محمص، تُسمى الحرارة في هذه المرحلة: حرارة التحميص (أي حرارة محسوسة).

ويمثل الشكل (1) منحنى درجة الحرارة (T) (Temperature) مع المحتوى الحراري (h) (Enthalpy) عند الضغط الجوي المعياري (1 bar) حيث يظهر في الشكل أن درجة حرارة الماء تستمر بالارتفاع في أثناء التسخين حتى تصل إلى (100)°c التي تمثل درجة حرارة الغليان (Boiling Temperature)، تُسمى أيضًا درجة حرارة الإشباع (Saturation Temperature) وعندها يكون الماء مشبعا بالحرارة وفي حال إضافة مزيد من الحرارة فإنَّ قطرات الماء ستبدأ بالتبخر مع بدء تشكل خليط من الماء والبخار؛ مع ملاحظة أن درجة الحرارة تبقى ثابتة إلى أن تتحول جميع قطرات الماء إلى بخار، وعندها يكون البخار في حالة إشباع، وإذا استمررنا في تسخين هذا البخار فستعود درجة الحرارة إلى الارتفاع أكثر من (100)°c، ويسمى البخار في هذه الحالة بخارًا محمَّصًا.



الشكل (1): المحتوى الحراري ودرجة حرارة الماء عند الضغط الجوي المعياري.

ومن الشكل نستنتج أن:

أ - البخار المشبع (Saturated Vapor):

هو الحالة الغازية للماء عند درجة حرارة مساوية لدرجة حرارة الغليان (الإشباع)، ويكون على وشك التكاثف؛ إذا جرى تبريده.

ب - البخار المحمص (Superheated Vapor):

يُقصد به الحالة الغازية للماء عند درجة حرارة أعلى من درجة حرارة الغليان (الإشباع).

جـ - البخار الرطب (Wet Vapor):

هو بخار الماء الذي يحمل معه جزءًا من قطرات الماء العالقة به في أثناء عملية التبخر السريع.

د - الحرارة المحسوسة (Sensible Heat)

إحدى أنواع الحرارة، وتسبب تغيرًا في درجة حرارة المادة مع ثبات الحالة الفيزيائية لها.

هـ - الحرارة الكامنة للتبخر (Latent Heat of Vaporization):

هي كمية الحرارة اللازمة لتحويل kg (1) من المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية؛ عند ضغط معين بثبوت درجة الحرارة.

و - حرارة التحميص (Superheating Heat):

هي الحرارة المحسوسة التي يكتسبها البخار؛ لرفع درجة حرارته فوق درجة حرارة الغليان (الإشباع).

أمّا في ما يتعلق بالعوامل المؤثرة في درجة حرارة الغليان (الإشباع) فإنها تتلخص في ما يأتي:

1- مقدار الضغط المسلط على سطح السائل (الماء).

2- نقاوة السائل (الماء) وخلوُّه من الشوائب والأملاح.

فكّر ؟

أيهما يغلي بشكل أسرع: إبريق ماء في منطقة البحر الميت أم في مرتفعات عجلون؟

نلاحظ ممّا سبق أنَّنا نحتاج إلى نظام معين لرفع درجة حرارة الماء، وتحويله إلى بخار للاستخدامات المختلفة. ويتكون نظام توليد البخار ممّا يأتي:

1- المرجل وملحقاته.

2- نظام تغذية مياه المرجل ومعالجتها.

3- نظام تغذية الوقود.

4- شبكة البخار وملحقاتها.

وسنتعرض لهذه المكونات وشرحها بالتفصيل في الدروس اللاحقة.

ولتحسين أداء نظام توليد البخار ورفع كفاءته؛ تُركَّب أجهزة ومعدات خاصة لذلك، منها:

1- المحمِّص (Super heater):

يجري إنتاج البخار الرطب في مرجل البخار، ورفع درجة حرارته فوق درجة حرارة الغليان (الإشباع)، وتحويله إلى بخار محمص بوساطة غازات الاحتراق المتجهة الى المدخنة.

2- الموفِّر (Economizer):

يعمل على رفع درجة حرارة المياه المغذية للمرجل، وتسخين تلك المياه قبل دخولها، عن طريق التبادل الحراري مع غازات الاحتراق بداخله.

3- مسخِّن الهواء (Air Preheater):

يعمل على رفع درجة حرارة الهواء اللازم للاحتراق قبل دخوله إلى غرفة الاحتراق.

4- مراوح السحب (Forced and Induced Draft Fans):

تعمل على تحريك الهواء اللازم للاحتراق إلى غرفة الاحتراق، وتحريك غازات الاحتراق إلى المدخنة.

5- أجهزة فصل الهواء عن مياه التغذية (Deoraters):

يعمل على فصل الهواء والغازات المذابة الأخرى عن مياه التغذية للمرجل؛ تجنبًا لمخاطر التأكسد والصدأ.

ومن الأمور الواجب مراعاتها عند اختيار أنظمة توليد البخار، وتصميمها ما يأتي:

1- كمية البخار المطلوب انتاجها في الساعة للاستخدامات المختلفة في النظام.

2- نوع البخار المطلوب، ودرجة حرارته الملائمة، وضغطه المناسب للاستخدام حسب الغاية من النظام.

3- إمكانية التوسع مستقبلًا.

4- مكان تركيب النظام والهدف من إنشائه (الاستخدام).

5- طبيعة الحمل الحراري المطلوب من النظام (ثابت أم متغير) وخصائصه.

6- أن تكون هذه الأنظمة مصممة ومصنعة تبعًا لمعايير ومواصفات وطنية وعالمية، حيث إنَّ الوحدات الصغيرة تكون ذات أبعاد وحجوم قياسية، في حين أنَّ الوحدات الكبيرة تكون أجزاؤها جميعها أو بعضها ذات تصاميم خاصة، وتجمع في داخل الموقع مع ضرورة أن تتناسب الأجزاء مع بعضها؛ حتى يعمل المرجل بكفاءة.

ومن الجدير بالذكر أنه يلزم توافر طاقم فني ذي خبرة ومهارة عالية لتشغيل نظام توليد البخار؛ لما في هذه الأنظمة من تقنيات وأجهزة تحكم متطورة، أيضًا من الضروري الإلمام بآلية التشغيل الأمثل والأوفر للطاقة مع المحافظة على الكفاءة العالية في هذا النظام، ويجب على الفنيين معرفة تفاصيل النظام كاملةً، وطرائق الصيانة الوقائية والعلاجية، واكتشاف الأعطال وآليات التشغيل اليدوي والأوتوماتيكي للنظام بدقة.

- ابحث في شبكة الإنترنت عن استخدامات أخرى للبخار غير الواردة في الدرس، واكتب تقريرًا بذلك واعرضه على زملائك.

1- عرِّف المفاهيم والمصطلحات الآتية:

أ - البخار المشبَع.

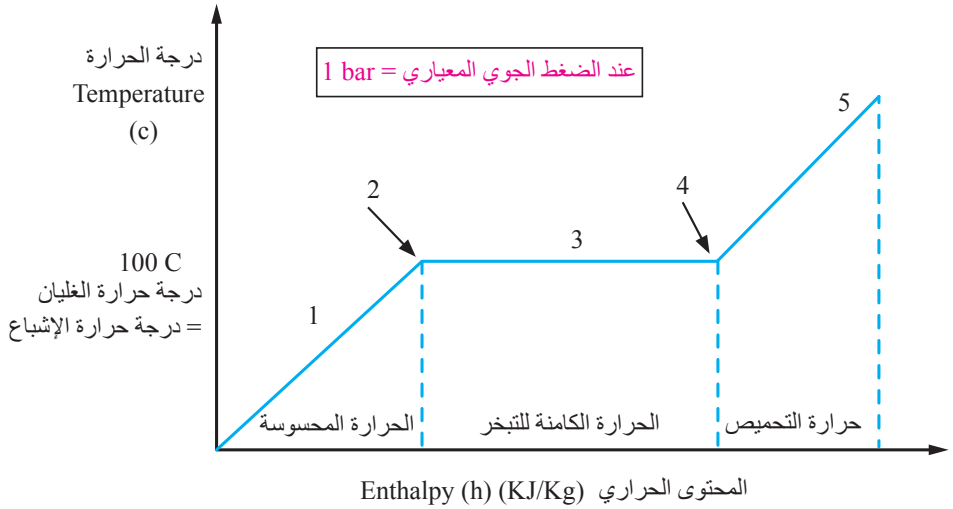
ب - البخار المحمَّص.

جـ - الحرارة المحسوسة.

2- اذكر أهم استخدامات البخار في الحياة العملية.

3- اشرح آلية توليد البخار المحمص بمراحله الثلاث.

4- حدد الحالة الفيزيائية للمواد المشار إليها بالأرقام في الصورة المجاورة:



5- اشرح كيف تساهم الأجهزة الآتية في تحسين أداء نظام توليد البخار:

أ - المحمِّص.

ب - مسخِّن الهواء.

جـ - أجهزة فصل الهواء عن مياه التغذية.

6- ما العوامل المؤثرة في درجة حرارة الغليان (الإشباع)؟

7- ضع إشارة (√) أمام العبارة الصحيحة ، وإشارة (×) أمام العبارة غير الصحيحة في ما يأتي:

(1) تُسمى درجة الحرارة التي يبدأ عندها السائل بالغليان درجة حرارة الإشباع.

(2) تكون درجة حرارة البخار المحمص أقل من درجة حرارة الغليان (الإشباع).

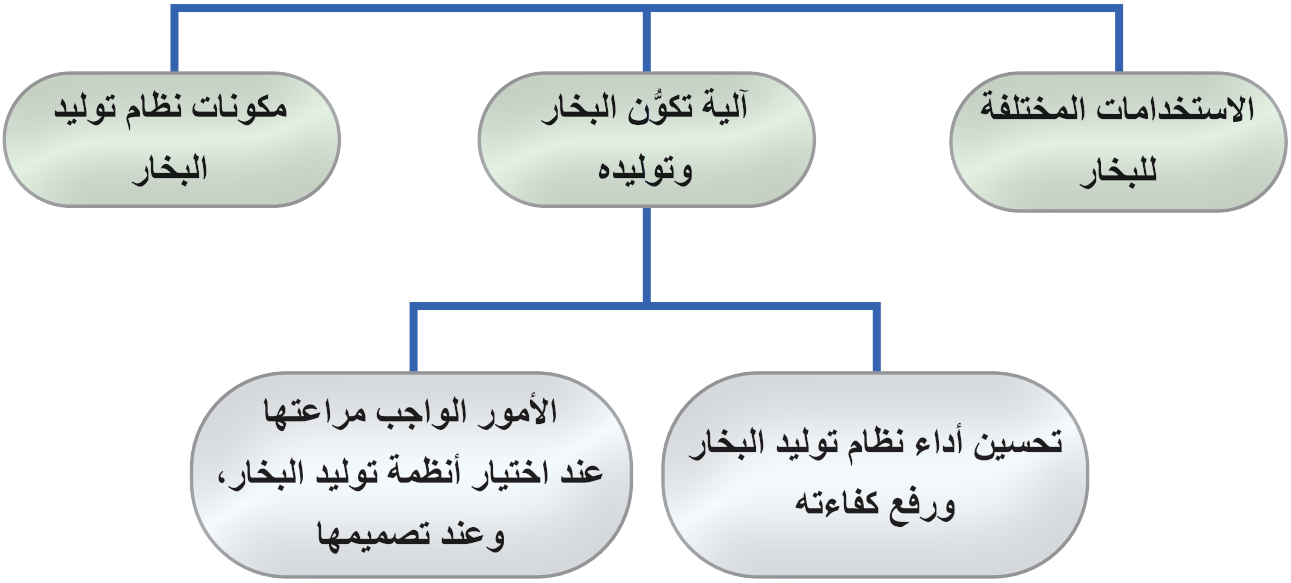
(3) البخار الرطب هو بخار الماء الذي يحمل معه جزءًا من قطرات الماء العالقة به في أثناء عملية التبخر السريع.

(4) الحرارة المحسوسة إحدى أنواع الحرارة، وهي تسبب تغيرًا في درجة حرارة المادة مع ثبات الحالة الفيزيائية لها.

(5) الموفِّر يعمل على رفع درجة حرارة المياه المغذية للمرجل وتسخين تلك المياه، قبل دخولها، وذلك من خلال التبادل الحراري مع غازات الاحتراق بداخله.

(6) مسخِّن الهواء يعمل على رفع درجة حرارة الهواء اللازم للاحتراق قبل دخوله إلى غرفة الاحتراق.

الخريطة المفاهيمية



ثانيًا: مراجل البخار وملحقاتها

النتاجات الخاصة بالدرس

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- تتعرف مراجل البخار.
- تصنِّف مراجل البخار.
- تشرح مبدأ عمل مراجل البخار.
- تذكر المعايير والمواصفات الواجب توافرها في مرجل البخار.
- تتعرف ملحقات مراجل البخار.

انظر وتساءل

- ما اسم الصمّام الظاهر في الصورة المجاورة؟ وأين يُركَّب؟

استكشف

- يمثل الشكل المجاور أحد أنواع المراجل البخارية؛ هل تستطيع تحديد نوعه؟ وشرح آلية عمله؟

اقرأ وتعلّم

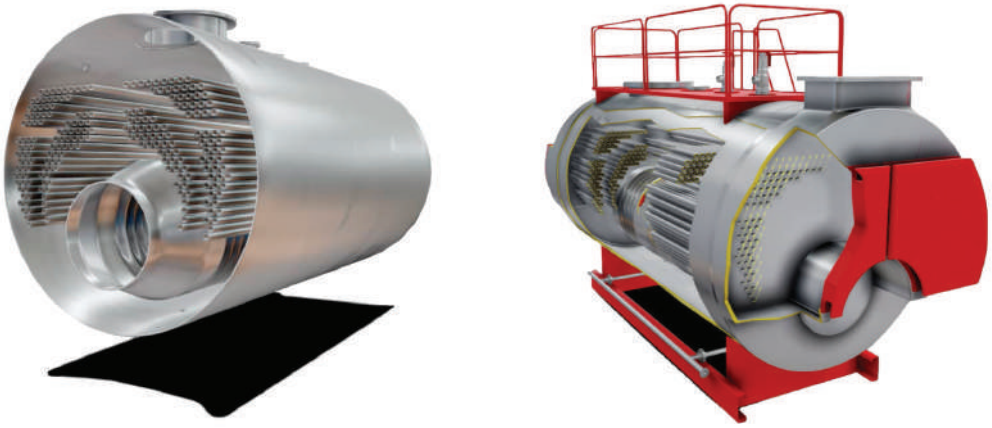
تعرفت عزيزي الطالب في الفصل الدراسي الأول المراجل وتصنيفها، ولعلك تذكر أن المرجل هو الجهاز الذي يتم فيه حرق الوقود (الصلب، والسائل، والغازي) داخل غرفة الاحتراق، ونقل الحرارة الكامنة في الوقود إلى وسيط التسخين (الماء)؛ حيث نستنتج أنه يمكن استغلال الطاقة الحرارية لتسخين الماء فقط، أو بتسخينها وتحويلها إلى بخار كما ورد في درسنا السابق.

إذن مراجل البخار (Steam Boilers): هي المراجل التي يتم من خلالها توليد البخار للاستخدامات المختلفة تحت ضغط معين، وتسمى أيضا مولدات البخار (Steam Generator).

وكما مر معك سابقا فإنَّ مراجل البخار تعد من النوع الفولاذي، وتُصنف بالاعتماد على طريقة حركة الغازات المحترقة والماء بداخلها إلى الأنواع الرئيسة الآتية:

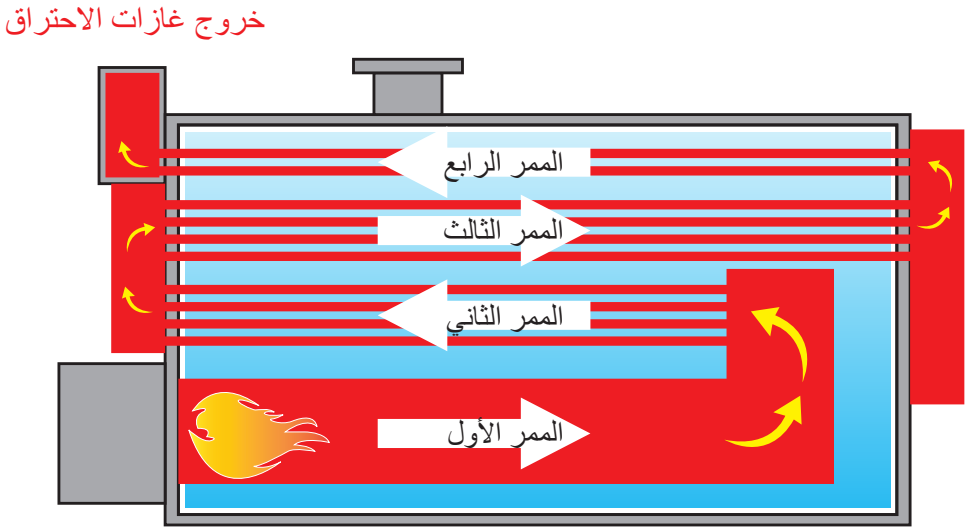
1- مراجل البخار ذات أنابيب اللهب (Fire-Tube Steam Boilers):

تمر غازات الاحتراق في هذا النوع من المراجل داخل الأنابيب في حين يكون وسيط التسخين (الماء ثم يتحول إلى بخار) حولها، وتُركَّب بداخلها زعانف لرفع كفاءة المرجل، بالإضافة إلى تصميم هذه المراجل؛ بحيث تمر غازات الاحتراق من خلال ممرات متعددة (Passes)؛ لتحقيق أقصى تبادل حراري ممكن بين غازات الاحتراق ووسيط التسخين قبل خروجها إلى المدخنة، انظر الشكل (2).



الشكل (2): مرجل أنابيب اللهب

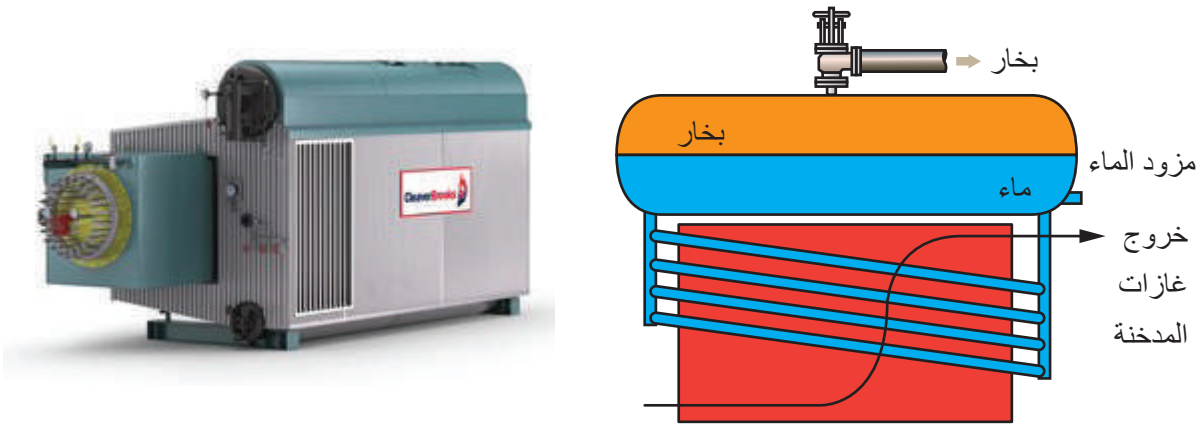
ويمثل الشكل (3) الممرات المتعددة (Passes) التي تمر بداخلها غازات الاحتراق قبل خروجها إلى المدخنة.



الشكل (3): الممرات المتعددة (Passes).

2- مراجل البخار ذات أنابيب الماء (Water-Tube Steam Boilers):

1- يمر الماء في هذه المراجل داخل أنابيب خاصة؛ تسمح بالتبادل الحراري مع غازات الاحتراق حولها داخل غلاف المرجل، انظر الشكل (4).



الشكل (4): مرجل أنابيب الماء.

تُصمم مراجل البخار ذات أنابيب الماء بأشكال مختلفة، ويمكن تصنيفها إلى نوعين اثنين؛ اعتمادًا على الشكل والتصميم، هما:

أ - مراجل البخار الرأسية (العمودية) (Vertical Steam Boilers)، كما في الشكل (5).

ب- مراجل البخار الأفقية (Horizontal Steam Boilers)، كما في الشكل (6).

الشكل (5): مرجل البخار الرأسي (العمودي).

الشكل (6): مرجل البخار الأفقي.

كذلك يمكن تصنيف المراجل على الأسس الآتية:

حسب الضغط التشغيلي إلى :

أ - مراجل البخار ذات الضغط العالي (High Pressure Steam Boilers)

ب- مراجل البخار ذات الضغط المنخفض (Low Pressure Steam Boilers)

حسب طريقة تدوير الماء في النظام إلى:

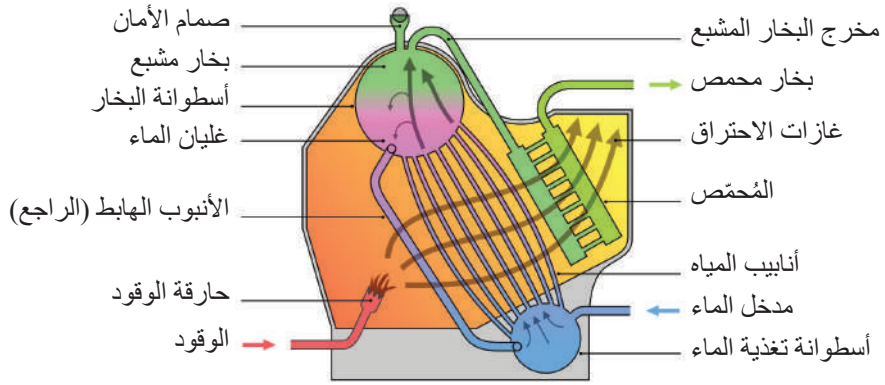
أ - مراجل تدوير الماء الطبيعي (Natural Circulation).

ب- مراجل تدوير الماء القسري باستخدام المضخات (Forced Circulation).

مبدأ عمل مرجل البخار:

تدخل مياه التغذية إلى مرجل البخار من خلال فتحة التزويد الخاصة بذلك، ثم تندفع خلال الأنابيب باتجاه أسطوانة البخار، وتتبادل الحرارة في أثناء صعودها مع غازات الاحتراق الناجمة عن حرق الوقود بوساطة الحارقة؛ فترتفع درجة حرارتها، ثم يستمر التسخين داخل أسطوانة البخار، وهنا يُفصل الماء عن البخار في أثناء الغليان، وبفعل فرق الكثافة يتوجه البخار الموجود في أعلى الأسطوانة إلى المخرج، ومن ثَم إلى المحمّص ليتبادل الحرارة مرة أخرى مع غازات الاحتراق لضمان إنتاج البخار المحمَّص، في حين

تعود المياه الأقل درجة حرارة والأكثر كثافة مرة أخرى عن طريق الأنبوب الهابط (الراجع) إلى أسطوانة تغذية الماء، وتتكرر العملية من جديد، انظر الشكل (7).



الشكل (7): مبدأ عمل مرجل البخار.

ومن المعايير والمواصفات الواجب توافرها في مرجل البخار ما يأتي:

1- ملاءمة قدرة المرجل للحمل الحراري المطلوب.
2- تمكُّن المرجل من إنتاج الكميات القصوى من البخار بأقل استهلاك للوقود.
3- قدرة المرجل على إنتاج البخار بسرعة.
4- تحمل الضغط ودرجة الحرارة المرتفعتين.
5- توافر وسائل الأمان اللازمة لسلامة المرجل وحمايته من الانفجار.
6- سهولة الصيانة.
7- عدم إشغاله حيزًا كبيرًا في مكان التركيب.

أيضًا لا بد من توفر بعض الملحقات لمراجل البخار؛ حتى نضمن أنها تعمل بطريقة آمنة وفعالة، ومنها:

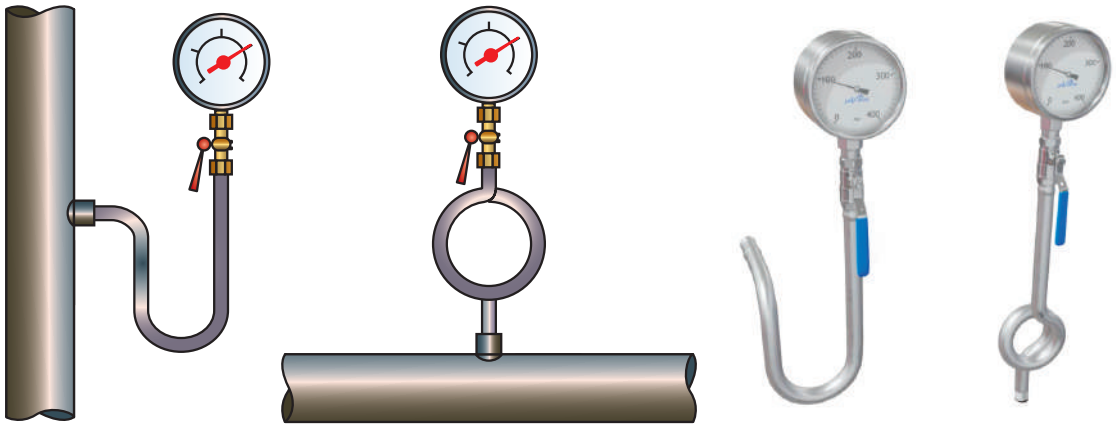
1- مقياس ضغط البخار (Pressure Gauge):

وظيفته قياس ضغط البخار الذي يجري توليده في المرجل، ومن أبسط أشكاله مقياس بوردن الذي يتكون من أنبوب مرن يتصل من أحد طرفيه ببخار المرجل، بينما يتصل طرفه الآخر بمقياس المؤشر، ويقاس ضغط البخار بالوحدات (bar, Kg\cm^2, KPa). انظر الشكل (8).

الشكل (8): مقياس ضغط البخار.

2- الوصلة المرنة لمقياس ضغط البخار (Steam Siphon):

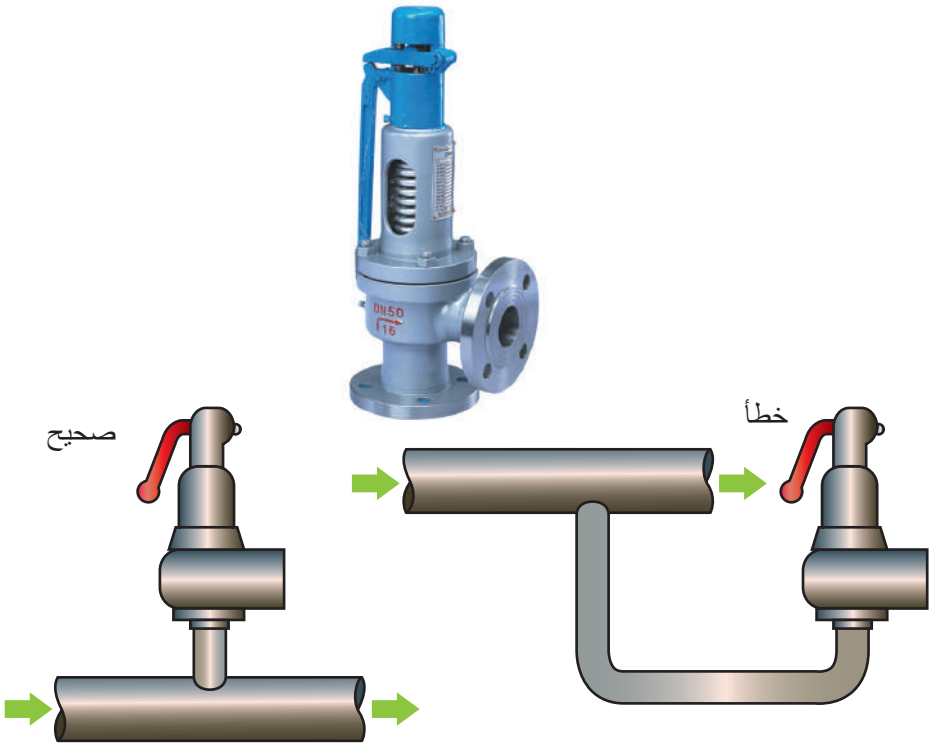
توضَع هذه الوصلة بين مقياس ضغط البخار والمرجل؛ بحيث تسمح للبخار فقط للدخول إلى المقياس، وتحسِّن من قراءة المقياس، وتحافظ على حمايته من التلف. انظر الشكل (9).



الشكل (9): الوصلة المرنة لمقياس ضغط البخار.

3- صمام الأمان (Safety Valve):

يعمل هذا الصمام على تنفيس ضغط البخار الزائد عن الحد المعاير عليه؛ لتجنب مخاطر الانفجار، ويُثبَّت هذا الصمام على جسم المرجل ويجب التأكد من تركيبه بالشكل الصحيح، وفحصه بشكل دوري يوضح، الشكل (10) صمام الأمان وطريقة تركيبه.



الشكل (10): صمام الأمان والطريقة الصحيحة لتركيبه.

4- صمام الإغلاق (Stop Valve):

وهو صمام يتم تركيبه عند مخرج البخار ويتحكم في سريان البخار؛ من حيث الفتح والإغلاق، ويوصل بطريقة الفلنجات (الشفاه)، ويكثر استخدامه على جسم المرجل، وفي شبكة أنابيب البخار، انظر الشكل (11).

الشكل (11): صمام الإغلاق.

5- صمام عدم الرجوع (Non-Return Valve):

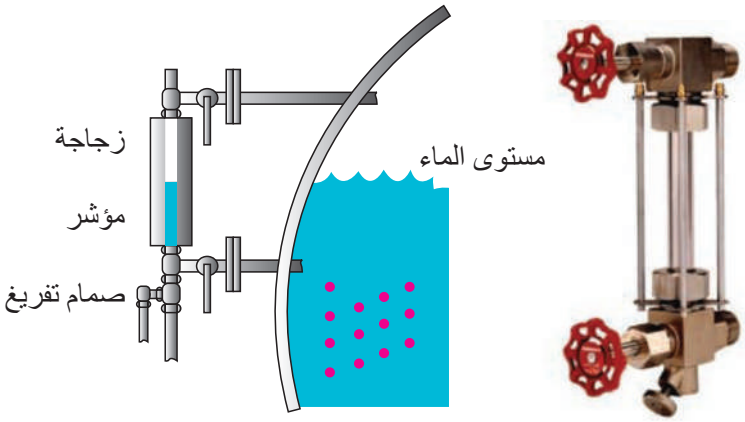
يتحكم هذا الصمام باتجاه دخول مياه التغذية إلى المرجل؛ حيث يسمح له بالمرور في اتجاه واحد فقط ولا يسمح بالاتجاه المعاكس أبدًا، حيث يُركَّب على خط تغذية المرجل بحيث يمنع رجوع مياه التغذية إلى المضخة في حال إيقافها، وقد يركب بشكل أفقي أو رأسي (عمودي)، ويجب التأكد من تركيبه بشكل صحيح (بوساطة ميزان الماء)، وتنظيف سطوح تلامسه من الترسبات والأملاح؛ حتى يؤدي وظيفته بكفاءة، انظر الشكل (12).

الشكل (12): صمام عدم الرجوع.

6- عمود الماء الزجاجي ومقياس مستوى الماء في المرجل :
(Water Column and Water Level Indicator)

هو عمود زجاجي متصل بجزء البخار في أعلى المرجل من جهة، ويتصل بالجزء السفلي للمرجل الذي يحتوي جزء الماء من الجهة الأخرى، ويُركَّب على طرفيه محبسان:

أحدهما للبخار وآخر لتفريغ الترسبات، ويكون مستوى الماء مدرَّجًا لإعطاء قراءة صحيحة عن مستوى الماء في المرجل. انظر الشكل (13).



الشكل (13): عمود الماء الزجاجي ومقياس مستوى الماء في المرجل.

7- محابس مقياس ضغط البخار ومقياس مستوى الماء:

(Pressure Gauge and Water Level Indicator cocks)

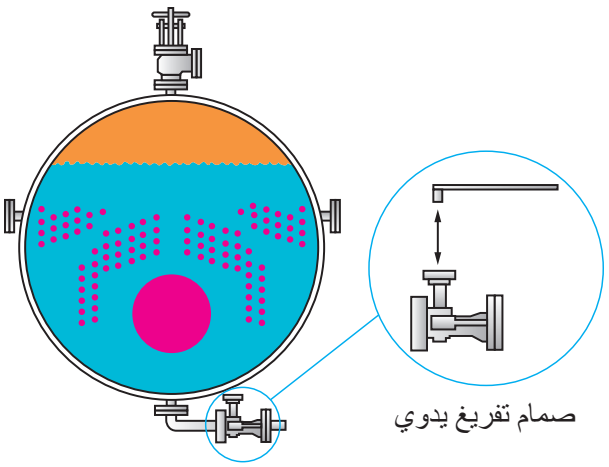
وهو صمام يُركَّب قبل المقياس من أجل التحكم بمرور البخار أو الماء، وإيقافه للصيانة أو المعايرة أو التنظيف أو استبدال المقياس، بالإضافة إلى حمايته من التلف. انظر الشكل (14).

الشكل (14): محبس مقياس ضغط البخار ومقياس مستوى الماء.

8- صمام التصريف (Drain Valve):

يُركَّب هذا الصمام في قعر المرجل أسفل عمود الماء، ويستفاد منه في إزالة الترسبات الكلسية والأملاح المترسبة بطريقة يدوية أو آلية، ويُستخدم أيضًا لتخفيض مستوى المياه داخل المرجل إلى الحد المطلوب تبعًا لزجاجة البيان، وأيضًا استخدامه في بداية تجارب التشغيل.

ويوصى دائما بتركيب محبس إيقاف قبل هذا المحبس؛ بحيث يكون مفتوحًا، ويُغلَق فقط في حالات صيانة محبس التصريف، انظر الشكل (15).



الشكل (15): صمام التصريف.

• نظِّم زيارة تحت إشراف معلمك إلى أقرب منشأة تحتوي على مراجل بخارية، وتعرَّف أنواعها وملحقاتها، واكتب تقريرًا بذلك، واعرضه على زملائك.

القياس والتقويم

1- صنِّف مراجل البخار؛ اعتمادًا على الأسس الآتية:

أ - حركة غازات الاحتراق والماء داخل المرجل.

ب - الضغط التشغيلي.

جـ - طريقة تدوير الماء.

2- اشرح مبدأ عمل مرجل البخار.

3- ما المعايير والمواصفات الواجب توافرها في مرجل البخار؟

4- بيِّن وظيفة كل مما يأتي:

أ - مقياس ضغط البخار.

ب - صمام الأمان.

جـ - صمام عدم الرجوع .

5- ضع إشارة (√) أمام العبارة الصحيحة ، وإشارة (×) أمام العبارة غير الصحيحة:

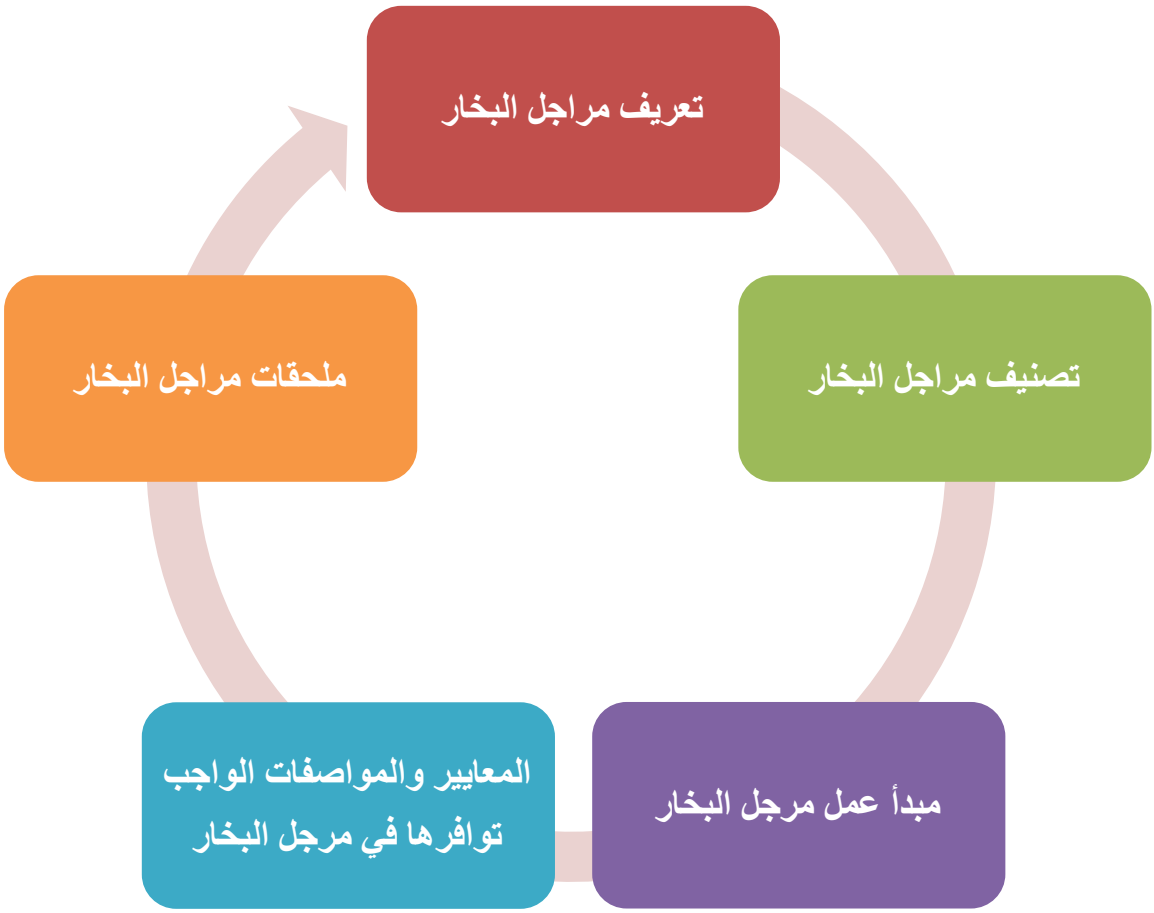
(1) يُركَّب صمام التصريف في قعر المرجل أسفل عمود الماء، ويُستفاد منه في إزالة الترسبات الكلسية والأملاح المترسبة بطريقة يدوية أو آلية .

(2) يعمل صمام الأمان على تنفيس ضغط البخار الزائد عن الحد المعاير عليه؛ لتجنب مخاطر الانفجار.

(3) من المعايير والمواصفات الواجب توافرها في مرجل البخار: ملاءمة قدرة المرجل للحمل الحراري المطلوب.

(4) في مراجل البخار ذات أنابيب اللهب تمر غازات الاحتراق داخل الأنابيب، في حين يكون وسيط التسخين حولها.

(5) من الأمثلة على نظم التدفئة بالبخار؛ من حيث الضغط: مراجل البخار ذات الضغط العالي.


تعريف مراجل البخار
تصنيف مراجل البخار
مبدأ عمل مرجل البخار
المعايير والمواصفات الواجب توافرها في مرجل البخار
ملحقات مراجل البخار

ثالثًا: نظام التدفئة بالبخار ومكوناته

النتاجات الخاصة بالدرس

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

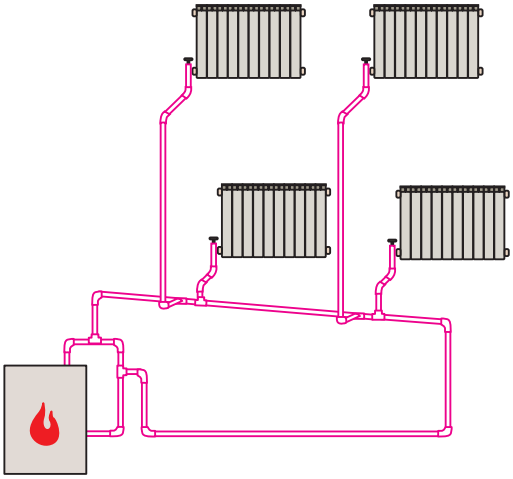
- تذكر ميزات استخدام أنظمة توليد البخار في التدفئة المنزلية، وعيوبها.
- تصنّف أنظمة التدفئة بالبخار.
- تحدد مواصفات نظام التدفئة بالبخار ذي الخط الواحد، ونظام التدفئة ذي الخطين.
- تتعرف أجهزة نقل الحرارة إلى الحيز المدفأ وخصائصها.
- تتعرف المبادلات الحرارية، وتشرح مبدأ عملها.
- تعدد العوامل التي يعتمد عليها معدل انتقال الحرارة بين البخار والماء في المبادلات الحرارية.

انظر وتساءل

انظر إلى الصورة المجاورة، أين يُركَّب هذا العنصر في نظام التدفئة بالبخار؟ وما وظيفته؟

استكشف

- يمثل الشكل المجاور أحد أنظمة التدفئة بالبخار؛ فما اسم هذا النظام؟ وما أبرز مواصفاته؟



اقرأ وتعلّم

تُستخدم أنظمة توليد البخار بكثرة في المنشآت الصناعية، بينما يندر استخدام أنظمة توليد البخار في التدفئة المنزلية؛ وذلك بسبب:

1- الكلفة الإنشائية والتشغيلية المرتفعة للنظام.

2- الحاجة الشديدة إلى وسائل التحكم والمراقبة الدائمة.

3- خطورته بسبب الضغط والحرارة المرتفعين.

وعلى الرغم من محدودية استخدام مراجل البخار في أنظمة التدفئة المنزلية، إلّا أنَّ له كثيرًا من المميزات، منها:

1- مناسب لشبكات التدفئة الكبيرة والطويلة التي تتطلب ضغطًا عاليًا، مثل نظام التدفئة الجماعي.

2- إمكانية التدفئة بالبخار بشكل غير مباشر؛ عن طريق المبادلات الحرارية لتوليد المياه الساخنة لأغراض التدفئة والاستخدامات المنزلية.

3- تجاوُب البخار السريع في نظام التدفئة، وسرعة انتقاله، وارتفاع حرارته الكامنة.

يعتمد نظام التدفئة بالبخار على توليد البخار في مراجل البخار، ثم تمرير هذا البخار بوساطة شبكة أنابيب التدفئة إلى المشعات الحرارية أو ملفات التسخين؛ حيث يتكثف وتنبعث منه كمية من الحرارة تساوي تقريبًا الحرارة الكامنة فيه.

تصنيف أنظمة التدفئة بالبخار (Steam Heating System Classification)

يمكن تصنيف أنظمة التدفئة بالبخار؛ اعتمادًا على أسس محددة، منها:

1- اعتمادًا على الضغط تُقسَمُ الأنظمة إلى:

أ- نظام التدفئة بالبخار، ذو الضغط المنخفض (Low Pressure Steam Heating System):

لا تتجاوز قيمة ضغط البخار في هذا النظام bar (1).

ب- نظام التدفئة بالبخار، ذو الضغط المرتفع (High Pressure Steam Heating System):

تكون قيمة ضغط البخار في هذا النظام أكبر من bar (5).

2- تبعًا لطريقة إرجاع الماء المتكثف:

أ- نظام الراجع بواسطة الجاذبية الأرضية (Condensate Return by Gravity):

في هذا النظام يجري تدوير البخار، ومن ثم إرجاع الماء المتكثف إلى المرجل؛ بالاعتماد على فرق الكثافة بين البخار الصاعد في الخط المغذي والماء الهابط في الخط الراجع؛ ما يُحدِث فرقًا في الضغط في شبكة التدفئة.

لذلك من الضروري ألّا تقل المسافة الرأسية عن cm (60) بين مستوى الماء في المرجل وراجع أخفض مُشِعّ في الشبكة؛ لتعويض فقدان الضغط بالاحتكاك، وتمكين الماء المتكثف من الرجوع.

ب- نظام الراجع بوساطة المضخة (Mechanical Condensate Return):

عندما يتعذر رجوع الماء المتكثف إلى المرجل بواسطة الجاذبية؛ نظرًا إلى ارتفاع مستوى خطوط الراجع الرئيسة أو في حالة المسافات البعيدة، أو وجود مشعات في مستوى المرجل نفسه أو أدنى منه، فإنَّه تُستخدم مضخة سحب تُركَّب على راجع المرجل تسحب الماء إلى المرجل.

3- من حيث شبكة الأنابيب:

أ - نظام الخط الواحد (Single Pipe Line):

يسري البخار والماء المتكاثف في هذا النظام داخل الأنبوبة نفسها، انظر الشكل (16).

ويتصف هذا النظام بما يأتي:

1- وجود خطين لصمام التغذية، أحدهما قصير وهو مزود للبخار، والآخر طويل لتجميع المياه المتكثفة، وإعادتها إلى الشبكة بفعل ضغط البخار.

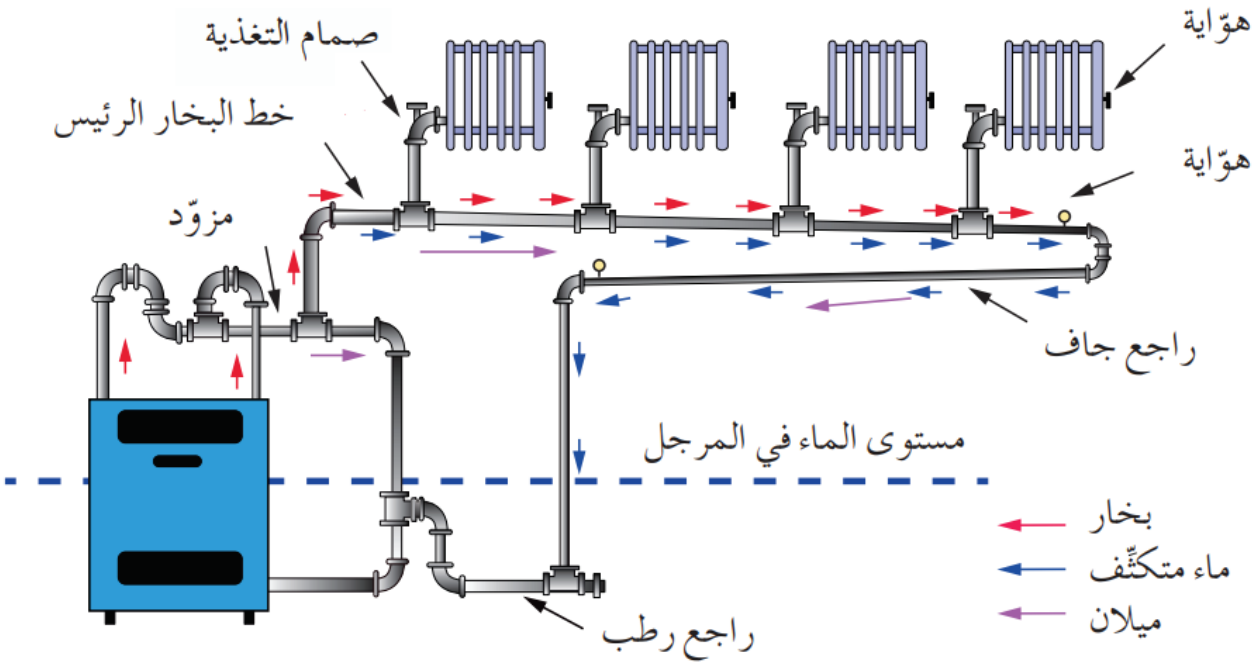
2- للموزع الثلاثي (T) لسان معدني يسمح بدخول البخار، وخروج المياه المتكثفة معًا.

3- تُركَّب عادةً سيفونات في أسفل الأنابيب الهابطة إلى مرجل البخار في حالة الراجع الجاف.

4- تُركَّب أيضًا صمامات تهوية تلقائية على وحدات التدفئة، وصمامات لتهوية أنابيب الراجع.

5- يحتاج هذا النظام إلى أقطار مواسير كبيرة؛ لاستيعاب البخار والماء المتكاثف معًا.

6- يعد التحكم في كمية الحرارة للأماكن المدفأة غير ممكن؛ ممّا يؤدي إلى زيادة التدفئة في بعض الأماكن ونقصها في أماكن أخرى؛ وهذا يقلل من استخدام هذا النظام.



الشكل (16): نظام الخط الواحد.

ونلاحظ من الشكل أن: الراجع الجاف (Dry Return): هو الراجع إلى المرجل من شبكة التدفئة، ويكون مستواه أعلى من مستوى سطح الماء في مرجل البخار.

أما الراجع الرطب (Wet Return): فهو الراجع إلى المرجل من شبكة التدفئة، والذي يكون مستواه أدنى من مستوى سطح الماء في مرجل البخار.

ب- نظام الخطين (Double Pipe Line):

في هذا النظام تُستخدم أنبوبة للتغذية بالبخار وأنبوبة أخرى لرجوع الماء المتكثف، وقد يكون التوزيع من الأسفل إلى الأعلى أو العكس، انظر الشكل (17).

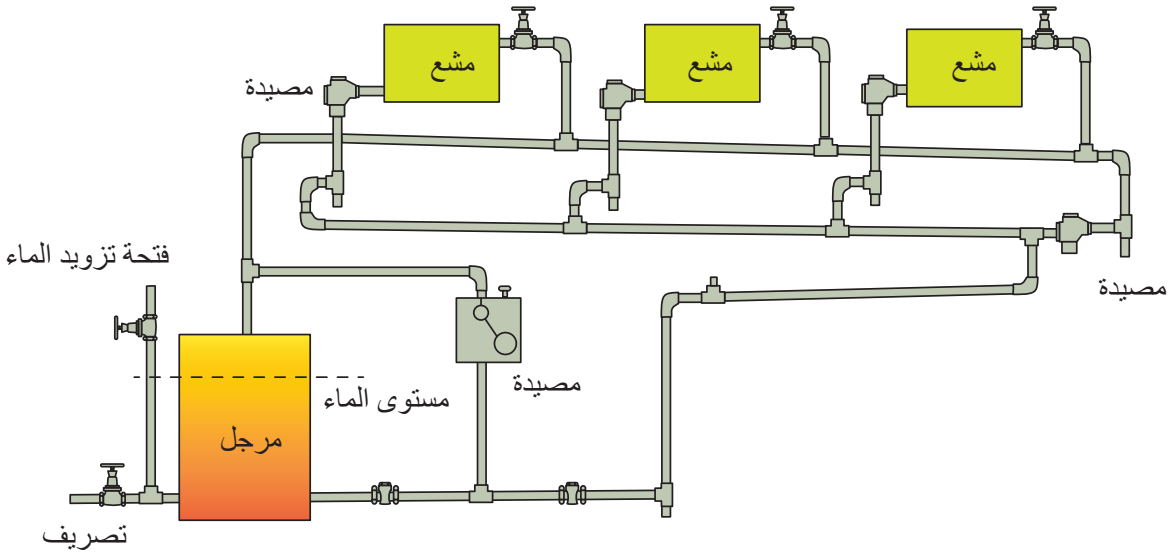
ويتصف هذا النظام بما يأتي:

1- يكون خط تزويد البخار الرئيس الخارج من مرجل البخار منحدرًا باتجاه سريان البخار، ويلتقي في نهايته بالخط الراجع بوساطة مصيدة البخار.

2- تعمل المصيدة على منع البخار من المرور، في حين تسمح للماء المتكثف والهواء بذلك، سيما أن ضغط البخار أعلى من ضغط الماء المتكثف الراجع ، ويمكن الاستعاضة عنها بأنبوبة هابطة عموديًّا للأسفل.

3- ضرورة تركيب صمامات على الخطوط المزودة والراجعة الخاصة بالمشعات، وكذلك عمل ميلان في خط الراجع باتجاه مرجل البخار؛ إذا كانت خطوط الراجع غير عمودية.

4- يتم تركيب صمامات تهوية تلقائية على وحدات التدفئة، بالإضافة إلى تهوية أنابيب الراجع.



الشكل (17): نظام الخطين.

أجهزة نقل الحرارة إلى الحيز المدفأ (Heat Transfer Equipment)

1- المشعات البخارية (Steam Radiators):

تُستخدم هذه المشعات في نظام التدفئة بالخط الواحد أو الخطين، وتكون مصنوعة من حديد الزهر، وتعمل في ضغط بخار أقل من bar (2)، انظر الشكل (18).

الشكل (18): المشع البخاري.

2- الملف المروحي البخاري (Fan Coil):

غلاف خارجي (صندوق) يحتوي بداخله على ملف للتبادل الحراري (يسري بداخله البخار)، ومروحة لتحريك الهواء قسريًّا، وتحسين كفاءة الانتقال الحراري؛ كما هو موضح في الشكل (19).

الشكل (19): الملف المروحي البخاري.

3- الألواح الإشعاعية ذات الشرائح (Radiant Panels Strips):

تتميز هذه الألواح بأنها مسطحة ذات أطوال محددة يتخللها شرائح بداخلها، وتوصل ببعضها، بوساطة اللحام أو الكبس، وتُستخدم في الأسقف العالية والصالات الواسعة، وتتصف بأنَّها مناسبة للتصاميم المعمارية المختلفة، انظر الشكل (20).

الشكل (20): الألواح الاشعاعية ذات الشرائح.

4- وحدات التدفئة البخارية (Steam Unit Heaters):

تُستخدم في المصانع الصناعية البتروكيماوية التي تستخدم البخار في الموقع؛ بوصفه جزءًا من عملياتها، ومن المنطقي تمامًا استخدام هذا البخار لأغراض التدفئة، حيث يتم توصيل هذه الوحدات مباشرة بخطوط شبكة البخار داخل الحيز المراد تدفئته، انظر الشكل (21).

الشكل (21): وحدات التدفئة البخارية.

5- بطاريات تسخين الهواء (Air Heat Batteries):

يجري تشكيل هذه البطاريات، المصممة لتسخين الهواء، بواسطة إطار حيث يوضع ملف التسخين (البخار) فيه للوصول إلى درجة الحرارة والتدفق اللازمين للهواء، وتكون هذه البطاريات ذات زعانف لرفع كفاءة انتقال الحرارة، وتُركَّب في مجاري (قنوات) الهواء، انظر الشكل (22).

الشكل (22): بطاريات تسخين الهواء.

المبادلات الحرارية (Heat Exchangers)

في كثير من الأحيان يُستفاد من البخار المولَّد من أجل تسخين المياه للاستخدامات المنزلية، ويُستخدم لذلك ما يُسمى المبادل الحراري (Heat Exchanger).

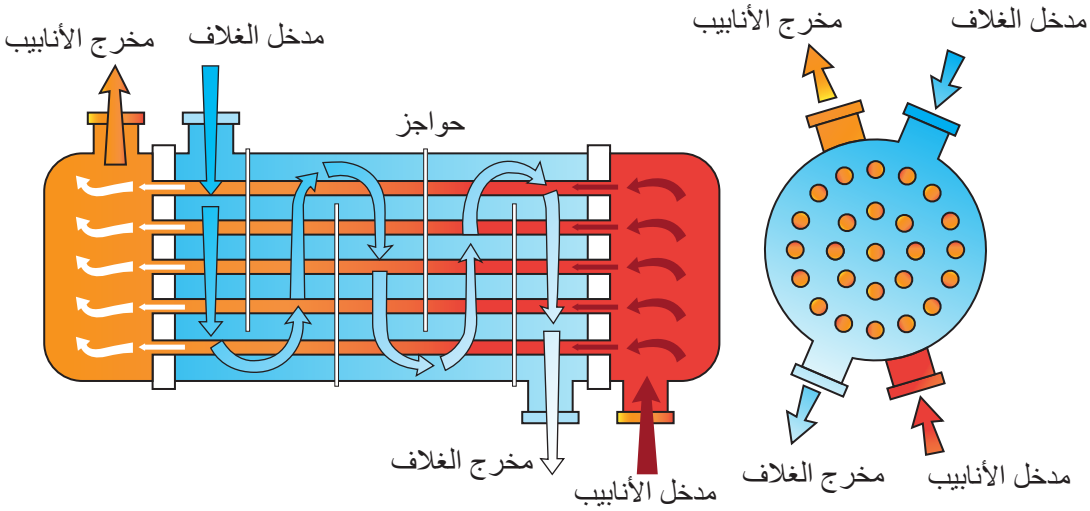
والمبادل الحراري: جهاز يحدث من خلاله نقل الحرارة من المائع ذي درجة الحرارة الأعلى (البخار) إلى المائع ذي درجة الحرارة الأقل (الماء)؛ من دون أن يختلط المائعان ببعضهما.

ويمكن تصنيف المبادلات الحرارية؛ بالاعتماد على شكلها وتصميمها كما مر معك سابقًا.

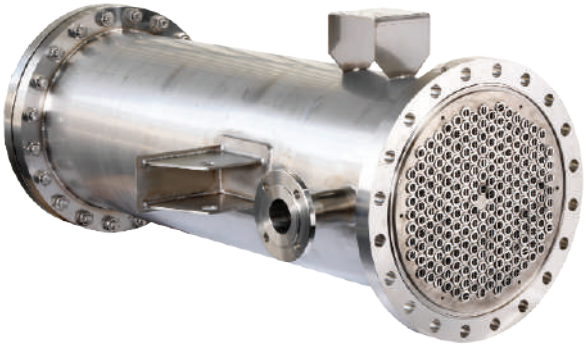
وسنستعرض أحدها وأكثرها استخدامًا، وهو:

المبادل الحراري ذو الغلاف والأنابيب (Shell and Tubes Heat Exchanger):

يتكون هذا المبادل من حزمة من الأنابيب ذات الأقطار الصغيرة التي يمر فيها أحد المائعين، بينما يسري المائع الآخر داخل الغلاف الخارجي حول هذه الأنابيب، انظر الشكل (23/ أ) والشكل (23/ب).



الشكل (23/أ) المبادل الحراري ذو الغلاف والأنابيب.



الشكل (23/ب) المبادل الحراري ذو الغلاف والأنابيب

ويعتمد معدل انتقال الحرارة بين البخار والماء في المبادلات الحرارية على النقاط الآتية:

1- الفرق في درجات الحرارة بينهما.

2- اتجاه جريان المائعين، وسرعتهما.

3- نوع المادة التي تُصنع منها الأنابيب أو ملفات التبادل الحراري وسمكها، ومن ثَم معامل الانتقال الحراري.

4- نقاوة الماء المستخدم، وطرائق معالجته.

5- مساحة سطح التبادل الحراري بين المائعين.

6- نظافة سطح التبادل الحراري، وعدم وجود كلس أو ترسبات.

7- عزل المبادل الحراري.

- ابحث في شبكة الإنترنت عن تصاميم وتصنيفات أخرى للمبادلات الحرارية غير الواردة في الدرس، واكتب تقريرًا بذلك، واعرضه على زملائك.

القياس والتقويم

1- اذكر ميزات استخدام أنظمة توليد البخار في التدفئة المنزلية.

2- صنِّف أنظمة التدفئة بالبخار؛ اعتمادًا على:

أ - الضغط.

ب - طريقة إرجاع الماء المتكثف.

3- بيِّن بالرسم نظام التدفئة بالبخار ذي الخط الواحد.

4- ما مواصفات نظام الخطين في شبكات التدفئة بالبخار؟

5- اشرح مبدأ عمل المبادل الحراري ذي الغلاف والأنابيب.

6- ضع إشارة (√) أمام العبارة الصحيحة، واشارة (×) أمام العبارة غير الصحيحة:

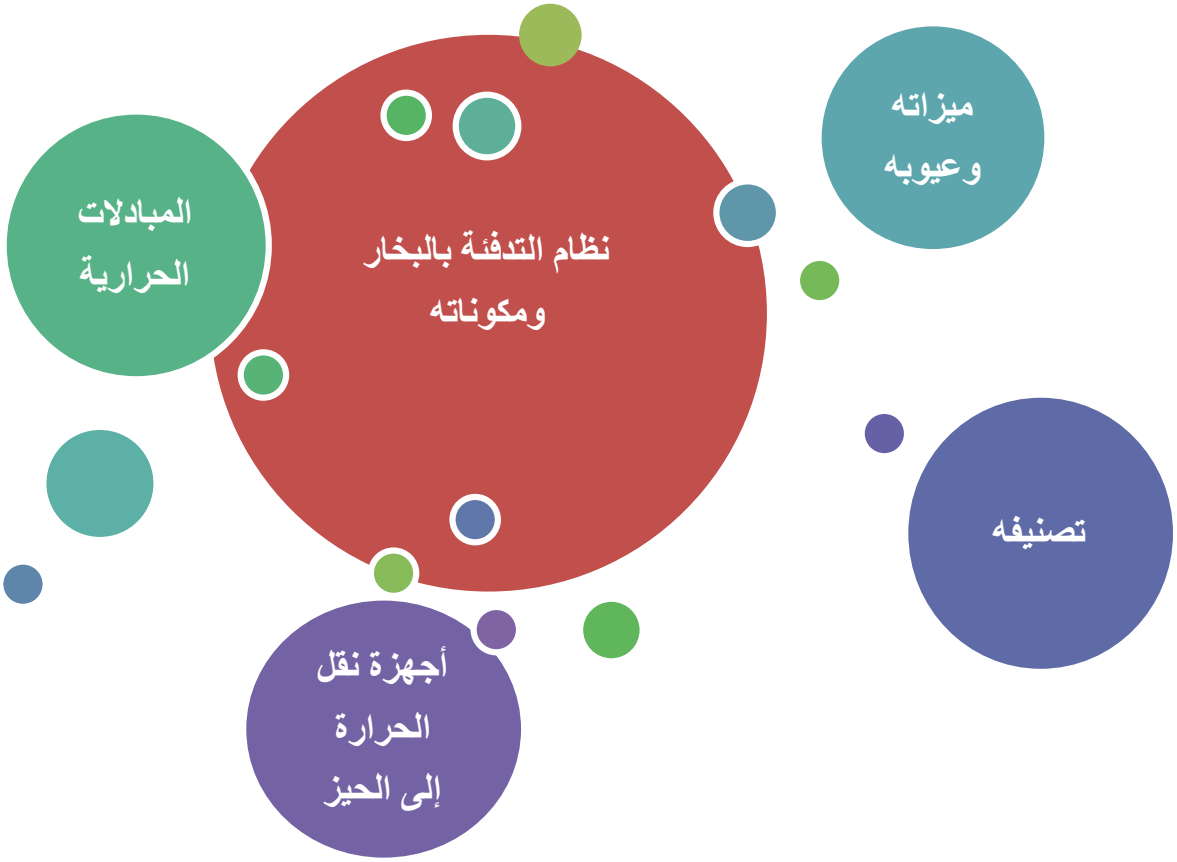
(1) المبادل الحراري جهاز يتم من خلاله نقل الحرارة من المائع ذي درجة الحرارة الأعلى (البخار) إلى المائع ذي درجة الحرارة الأقل (الماء) دون أن يختلط المائعان ببعضهما.

(2) يعتمد معدل انتقال الحرارة بين البخار والماء في المبادلات الحرارية على عدة نقاط، منها: الفرق في درجات الحرارة بينهما .

(3) في نظام الخط الواحد يسري البخار والماء المتكاثف داخل الأنبوبة نفسها.

(4) تُستخدم المشعات البخارية في نظام التدفئة بالخط الواحد أو الخطين، وتكون مصنوعة من حديد الزهر، وتعمل في ضغط بخار أعلى من bar (2).

الخريطة المفاهيمية



رابعًا: شبكات البخار

النتاجات الخاصة بالدرس

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- تتعرف الصمامات (المحابس) في شبكة البخار، ووظائفها، وتصنيفها، وتشرح مبدأ عملها .
- تحدد أماكن تركيب مصائد البخار في شبكات التدفئة.
- تشرح مبدأ عمل فاصل البخار.
- تفسر سبب استخدام الهوّايات في شبكة أنابيب البخار.
- تعدد المشاكل الناتجة في شبكة أنابيب البخار؛ بسب تراكم الشوائب ووجودها في مياه التدفئة.
- تشرح طرائق معالجة مياه التدفئة.
- تذكر مراحل معالجة المياه في شبكات التدفئة.
- تعدد الأمور الواجب مراعاتها عند تصميم شبكات أنابيب التدفئة بالبخار، وعند تنفيذها.
- تشرح كيفية معالجة التمدد في شبكات البخار.

انظر وتساءل

انظر الشكل المجاور، ما وظيفة هذا الجزء في شبكات التدفئة التي تعمل بالبخار؟

استكشف

- يمثل الشكل المجاور أحد أنواع المحابس المستخدمة في شبكات البخار؛ حدد طريقة وصله بأنابيب الشبكة.

اقرأ وتعلّم

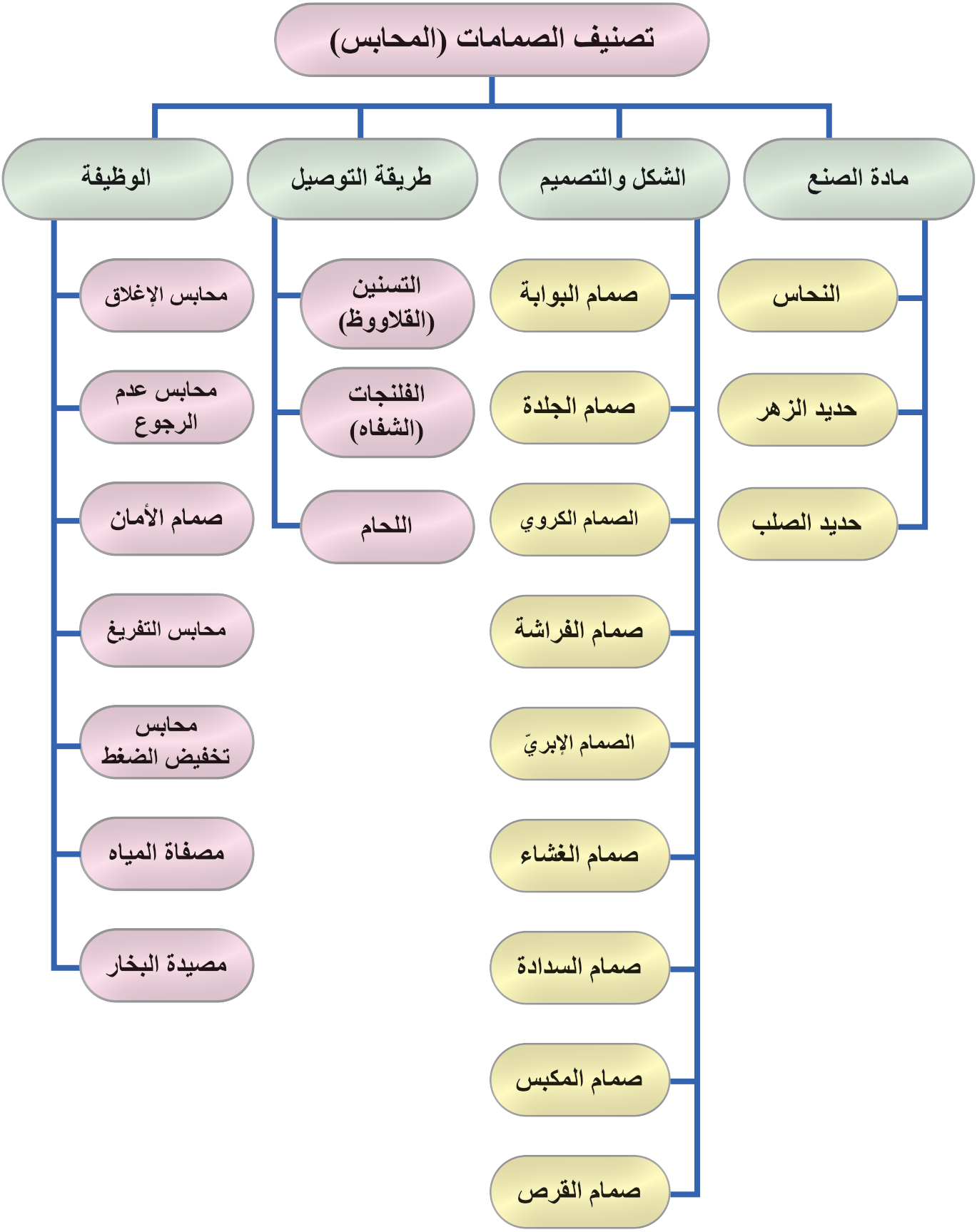
بعد أن تعرفت عزيزي الطالب مجمل مكونات نظام توليد البخار بشتى استخداماته، لا بد أن نستكمل ما تبقى من العناصر الإضافية، وملحقات الشبكة، ونتعرف أبرز وظائفها وسماتها.

- **محابس البخار (Steam Valves):**

تعد الصمامات (المحابس) من أهم العناصر المكملة لشبكات البخار؛ فهي تتحكم في الموائع المارة من خلالها؛ من حيث:

- سريان المائع أو إيقافه.
- اتجاه تدفق المائع.
- كمية تدفق المائع من خلالها.
- ضغط المائع.

تُصنف الصمامات (المحابس) إلى أنواع عدة؛ اعتمادًا على: الشكل والتصميم، أو الوظيفة، أو مادة الصنع، أو طريقة توصيلها، كالآتي، انظر الشكل (24):



الشكل (24): تصنيف الصمامات (المحابس).

1- تبعًا لمادة الصنع فإنها تُقسم إلى:

أ - محابس النحاس: تُستخدم هذه المحابس في تمديدات المياه والوقود، وتوصيلات البخار ذي الضغط المنخفض.

ب - محابس حديد الزهر: تُستخدم في توصيلات البخار ذي الضغط الأقل من bar (10)، بالإضافة الى توصيلات المياه والوقود.

جـ - محابس حديد الصلب: تُستخدم في توصيلات البخار ذي الضغط الأعلى من bar (10) ولا يجوز استعمال محابس النحاس وحديد الزهر لذلك.

2- اعتمادًا على الشكل والتصميم:

تتوافر المحابس (الصمامات) بأشكال متنوعة وتصاميم مختلفة، منها:

1) صمام البوابة (Gate Valve)
2) صمام الجلدة (Globe Valve)
3) الصمام الكروي (Ball Valve)
4) صمام الفراشة (Butterfly Valve)
5) الصمام الإبري (Needle Valve)
6) صمام الغشاء (Diaphragm Valve)
7) صمام السدادة (Plug Valve)
8) صمام المكبس (Piston Valve)
9) صمام القرص (Pinch Valve)

3- من حيث طريقة التوصيل:

أ- المحابس التي توصل بالتسنين (القلاووظ) (Screwed Valves):

تُستخدم في توصيلات الماء غير المضغوط والوقود، وتوصيلات المياه الساخنة والبخار التي لا يزيد الضغط فيها على bar (1)، انظر الشكل (25).

الشكل (25): المحابس التي توصل بالتسنين.

ب - المحابس التي توصل بالفلنجات (الشفاه) (Flanged Valves):

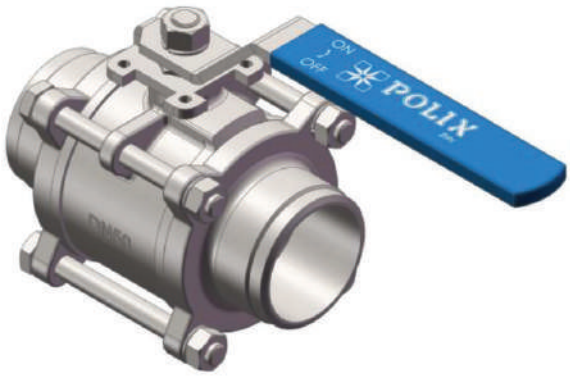
تتحمل هذه المحابس الضغط التشغيلي للمرجل، وتناسب التطبيقات التي يزيد فيها الضغط على bar (1)، وتكون هذه التوصيلات محكمة بسبب الفلنجات والبراغي وتمنع التسريب لوجود مانع التسرب بينها، انظر الشكل (26).

الشكل (26): المحابس التي توصل باالفلنجات.

جـ - المحابس التي توصل باللحام (Welded Valves):

توصل هذه الصمامات (المحابس) مع شبكة الأنابيب باللحام، وتستعمل في التطبيقات عالية الضغط والحرارة التي لا تتطلب الفك المستمر.

انظر الشكل (27).



الشكل (27): المحابس التي توصل باللحام.

4- من حيث الوظيفة:

أ - محابس الإغلاق (Stop Valves).

ب - محابس عدم الرجوع (Non-Return Valves).

جـ - صمام الأمان (Safety Valve).

د - محابس التفريغ (Drain Valve).

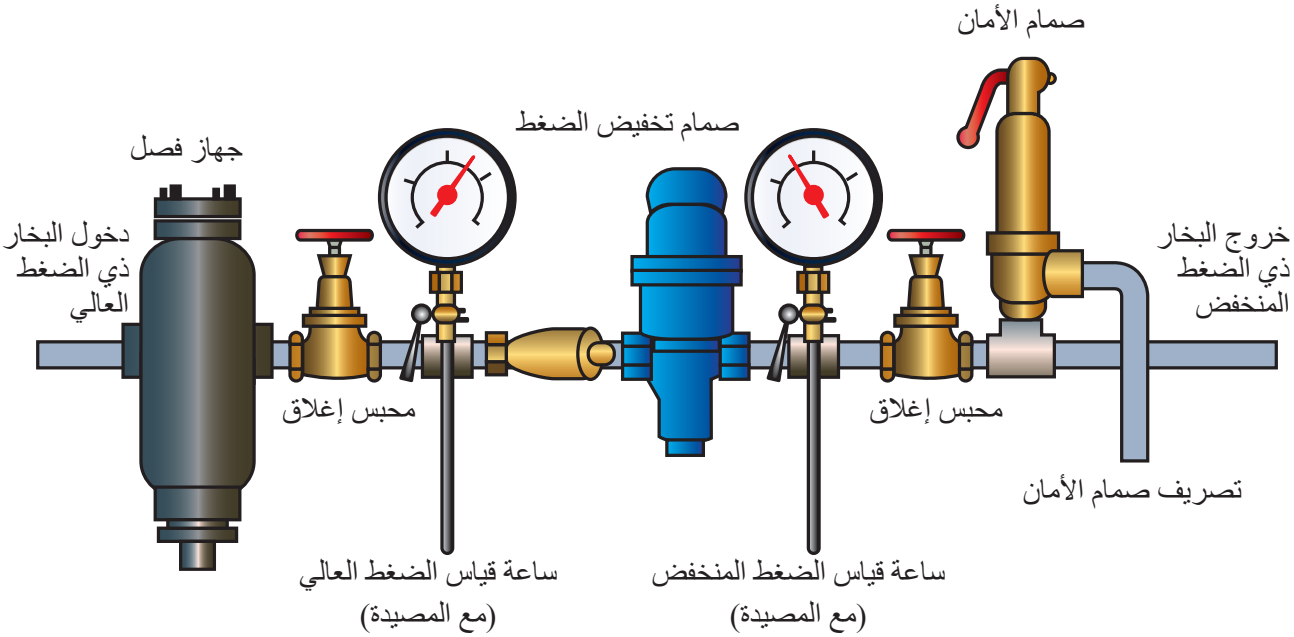
ولقد شُرحت هذه المحابس الأربعة بالتفصيل في الدروس السابقة.

وفي ما يأتي أنواع أخرى من المحابس ذات وظائف مختلفة، وهي:

1- محابس تخفيض ضغط البخار (Pressure Reducing Valve):

يعمل هذا الصمام على تخفيض ضغط البخار المتولد من المرجل؛ لاستخدامه في تطبيقات ذات ضغط آخر أقل، انظر الشكلين (28) و (29) حيث يوضحان منطقة الضغط المرتفع الذي يشير إليها مؤشر ساعة قياس الضغط المرتفع قبل صمام تخفيض الضغط، كذلك يشير المؤشر إلى منطقة الضغط المنخفض بعد صمام تخفيض الضغط؛ ليستخدم البخار ضمن الضغط المطلوب للجهاز المراد تشغيله.

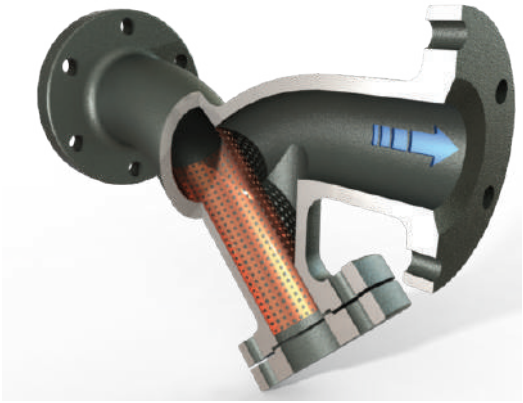
الشكل (28): صمام تحفيض الضغط.



الشكل (29): طريقة توصيل صمام تخفيض الضغط بالشبكة.

2- مصفاة المياه (Strainer):

تُركب هذه المصفاة على خط سحب المياه من الخزان إلى مضخة التغذية، ووظيفتها تنقية المياه الداخلة إلى المضخة من الشوائب، ويتم تنظيف المصفاة من الرواسب المتجمعة على الشبكة الداخلية بشكل دوري، انظر الشكل (30).



الشكل (30): مصفاة المياه.

3- مصيدة البخار (Steam Trap):

صمام أوتوماتيكي يسمح للماء المتكاثف والهواء والغازات الأخرى بتفريغها من نظام البخار مع الاحتفاظ بالبخار (فصل البخار عن بقية مكونات الخليط الأخرى)، وهي مكون أساسي لأنظمة البخار تساعد على الاستفادة القصوى من الحرارة، وترفع من كفاءة الطاقة.

وتصنف مصائد البخار إلى ثلاثة أنواع رئيسة، كما هو موضح في الشكل (31):

مصائد ثيرموديناميكية	مصائد ثيرموستاتيكية	مصائد ميكانيكية
• تعتمد على فرق السرعة. • أنواعها: ذات القرص، وذات المكبس.	• تعتمد على تغير درجة الحرارة. • أنواعها: ذات عنصر التمدد، وذات الضغط المتوازن، وثنائية المعدن.	• تعتمد على فرق الكثافة. • أنواعها: العوامة، والدلو المقلوب.

الشكل (31): تصنيف مصائد البخار.

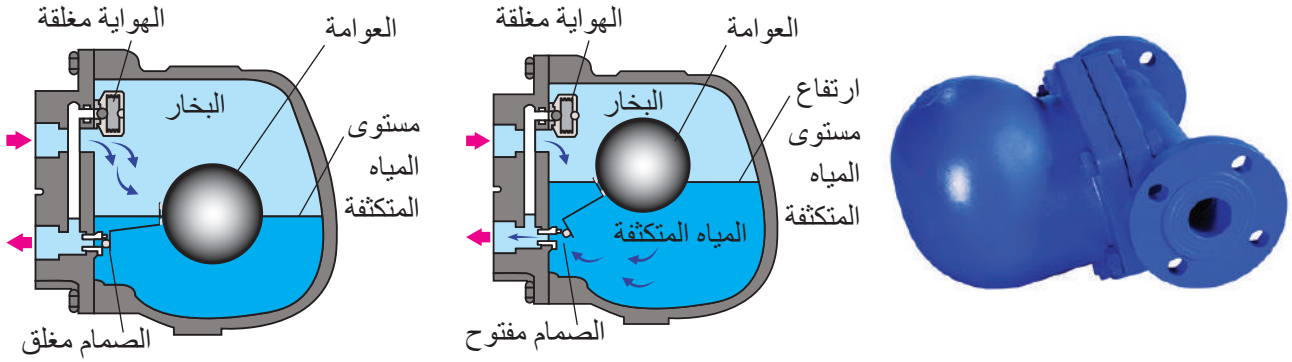
سوف ندرس في هذا الدرس أحد هذه الأنواع وأكثرها استخدامًا من المصائد وهو المصائد الميكانيكية.

مصيدة البخار الميكانيكية (Mechanical Steam Trap):

تصمم هذه المصائد لتكون مفتوحة عند مرور الموائع الثقيلة (الأكثر كثافة)، ومغلقة أمام الموائع الخفيفة (الأقل كثافة)، ويوجد منها نوعان رئيسان، هما:

أ- مصيدة العوامة (Float Steam Trap):

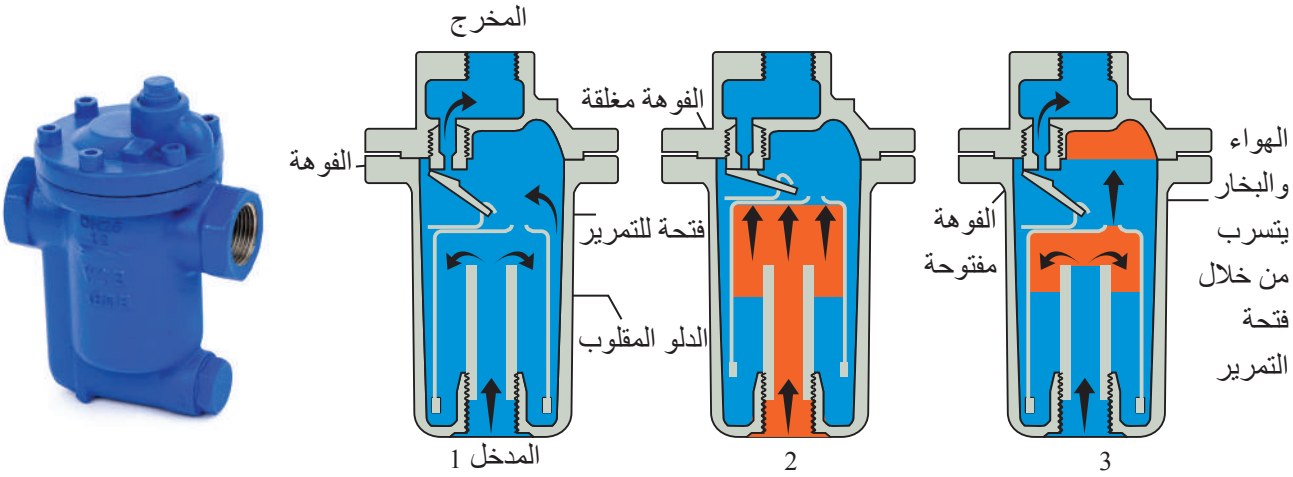
تعتمد في عملها على حركة الذراع المثبت بالعوامة التي تتحكم في فتحة الدخول والخروج للمياه المتكثفة بسبب أنها تطفو على السطح، انظر الشكل (32).



الشكل (32): مصيدة البخار الميكانيكية ذات العوامة.

ب - مصيدة الدلو المقلوب (Inverted Bucket Steam Trap):

تحتوي هذه المصيدة بداخلها على وعاء (دلو) مقلوب، ويعتمد مبدأ عملها على فرق الكثافة؛ حيث يدفع البخار الوعاء للأعلى عند دخول المصيدة فيغلق الصمام، وعندما تتجمع المياه المتكثفة والرواسب داخل الوعاء فإنَّ كثافته تزداد وينزل للأسفل ليفتح الصمام ويسمح بالتفريغ، ثم تقل كثافته ويدفعه البخار مرة أخرى للأعلى وهكذا، انظر الشكل (33).



الشكل (33): مصيدة البخار الميكانيكية ذات الدلو المقلوب.

وتُركَّب مصائد البخار في الأماكن التي تتجمع فيها المياه المتكثفة؛ لتتمكن من تفريغها خارج الشبكة، حيث تُركَّب في الأماكن التالية:

1- عند مخرج المشعات والمبادلات الحرارية أو أي جهاز انتقال حرارة.

2- عند مدخل صمامات تخفيض الضغط، وصمامات التحكم في درجة الحرارة؛ حتى تمنع المياه المتكثفة من الدخول بسرعة إلى الصمام، ومن ثَم إلحاق الضرر به.

3- في نهاية الخطوط المغذية للبخار.

4- في المجمعات الرئيسة لتوزيع البخار.

5- في أسفل الموزعات الرأسية للبخار، وحلقات التمدد.

6- على خطوط توزيع البخار المباشرة؛ حيث يترك مسافة 35 m بينهما.

7- عند مخرج تفريعات خطوط البخار.

المعايير والمواصفات الخاصة بتركيب مصائد البخار

في ما يأتي أهم الأمور الواجب مراعاتها عند تركيب مصائد البخار:

1- تصميم الخطوط الرئيسة لتوزيع البخار بميل مقداره 1 m لكل 250 m اي (4 mm/m) من الشبكة؛ لضمان تسهيل حركة البخار فيها.

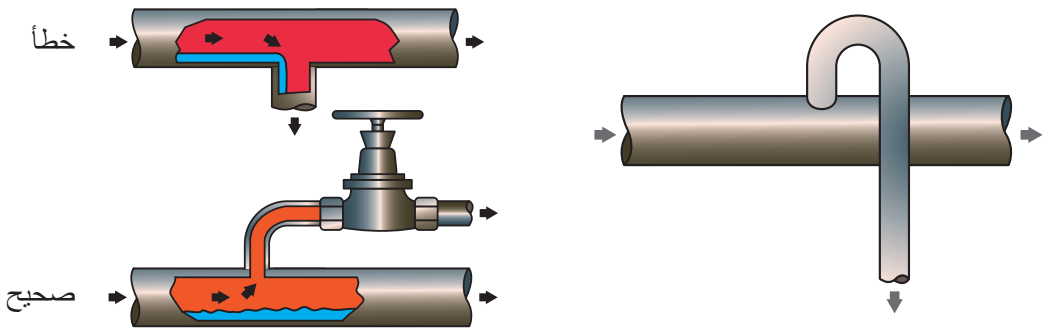
2- تصميم أنابيب المياه المتكثفة المتجهة إلى المصيدة بميل 1 m لكل 20 m.

3- يكون ميل الأنابيب سلبي في الشبكة (معكوس للأعلى)؛ لأن ذلك يسمح للمياه المتكثفة بالحركة بعكس اتجاه سريان البخار، وتسهل خروجها من المصيدة.

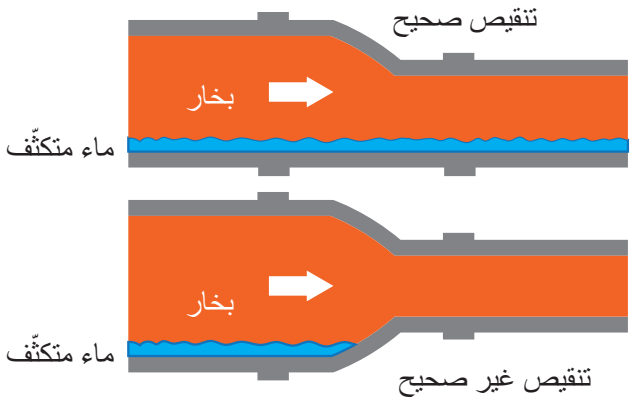
4- يكون قطر أنبوب البخار هو الأكبر في الشبكة.

5- تكون المسافة بين أقرب موقعين لتفريغ المياه المتكثفة نحو 15 m تقريبًا.

6- التفريعات تكون من أعلى خطوط البخار وليس من أسفلها. انظر الشكلين (34) و (35).



الشكل (34): طريقة عمل تفريعات خطوط البخار.



الشكل (35): طريقة عمل التنقيص الصحيح لقطر الأنبوب.

7- تركيب المصيدة بشكل أفقي قبل صمام تخفيض الضغط، وصمام التحكم في درجة الحرارة؛ لأن تركيبها بشكل عمودي يُسبب تجمُّع بعض المياه المتكاثفة بداخلها عند توقف النظام عن العمل، وفي حال تشغيله مرة أخرى فإنَّ سرعة البخار العالية ستدفع المياه المتكثفة المتجمعة إلى الصمام بشدة، وتؤدي إلى إلحاق الضرر به كما ذكرنا سابقًا.

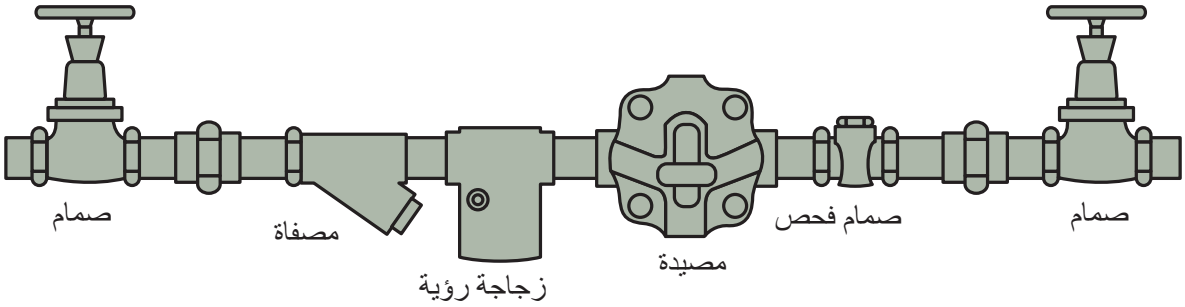
8- تركيب المصفاة قبل مصيدة البخار؛ وذلك لمنع دخول الشوائب إلى المصيدة وإتلافها (للمصائد التي لا تحتوي على مصفاة بداخلها).

9- تركيب زجاجة رؤية قبل المصائد جميعها؛ كما هو موضح في الشكل (36).

10- تركيب صمامات مناسبة على طرفَي مصيدة البخار وملحقاتها (المصفاة، والأنابيب، قطع الوصل وغيرها) وتوحيد الأقطار؛ بناء على قياس المصيدة، انظر الشكل (36).

11- تركيب المصائد من النوع الذي يركب بالفلنجات (الشفاه)؛ لتجنب تصدع أطراف المصيدة؛ ما يؤدي إلى تلفها وهدر الطاقة.

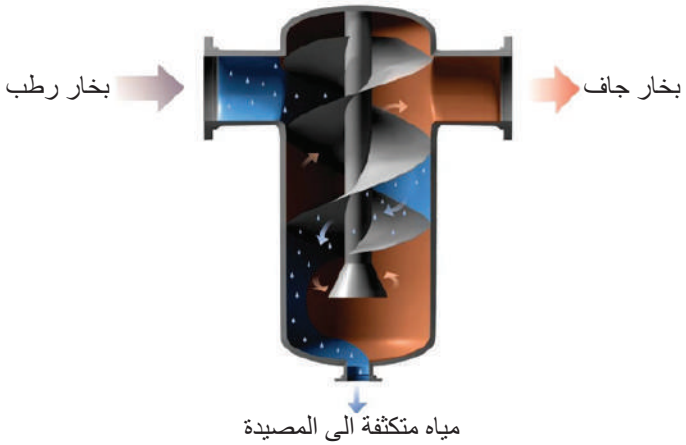
12- تجنب استخدام الممر الجانبي (By-Bass) قدر الإمكان في توصيلات المصائد.



الشكل (36): تركيب المصيدة وملحقاتها.

4- فاصل البخار (Steam Separator) :

يحتوي البخار الرطب على جزء من قطرات الماء العالقة نتيجة التبخر السريع، ويتم التخلص من هذه المياه باستخدام فاصل البخار المحتوي على مجموعة من الحواجز (الفواصل) التي تجبر البخار الجاف على المرور خلال الفاصل، وتجميع المياه في القاع لأنها أكثر كثافة، ويتم تصريفها بواسطة مصيدة البخار، كما هو موضح في الشكل (37)؛ إذ تُركَّب هذه الفواصل على مسافات متباعدة في شبكة توزيع البخار.

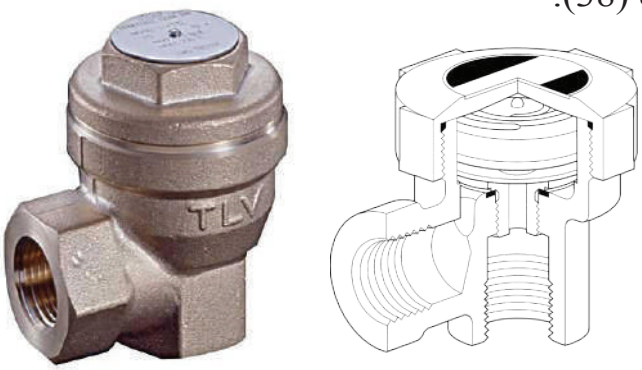


الشكل (37): فاصل البخار.

- **الهوّايات وأجهزة التنفيس (Air Vents):**

يسبِّب وجود الهواء داخل شبكات التدفئة بالبخار مشكلة في تدني معدل انتقال الحرارة على سطوح التبادل الحراري؛ لأن الهواء يشكل طبقة عازلة تمنع البخار من التكثف داخل المشعات وأجهزة نقل الحرارة إلى الحيز المكيف، بخاصة في شبكات الضغط المنخفض، وعليه فيجب استخدام الهوّايات للتخلص من الهواء وطرده خارج الشبكة.

وبما أن الهواء أعلى كثافة من البخار، ولأن المصائد تحتوي على فتحات لإخراج الهواء فإنَّ الهوّايات تركَّب قرب قاعدة المشعات وأجهزة انتقال الحرارة؛ لأن الهواء يتجمع في هذه القواعد السفلية، انظر الشكل (38).



الشكل (38): هوّاية.

- **معالجة مياه التدفئة (Heating Water Treatment):**

إنَّ من أهم الأمور الواجب مراعاتها في أنظمة التدفئة بالبخار: نوعية المياه المستخدمة في النظام؛ لما لها من تأثير في كفاءة المرجل والنظام بشكل عام.

ولأنَّ الماء يحتوي على شوائب مختلفة كالأملاح والغازات الذائبة والمواد الصلبة العالقة؛ فيجب العمل على إزالة هذه الشوائب أو تخفيض نسب تركيزها؛ للحد من آثارها السلبية وتحسين أداء النظام، حيث تهدف معالجة مياه التدفئة إلى التخلص أو الحد من المشاكل التالية:

1- منع تكون القشور (Scales)؛ لأنها تشكل طبقة عازلة تحد من كفاءة الانتقال الحراري وتُلحق الضرر بالنظام ومكوناته.

2- الحد من تآكل أجزاء النظام بسبب الصدأ (Corrosion)؛ بسبب عمليات الأكسدة التي تحدث داخل النظام.

3- تقليل تكوُّن الرغوة، وتجنب تلوث البخار بالمواد التي تحويها مياه المرجل.

وتتم عملية معالجة مياه التدفئة بطرائق مختلفة، منها:

أ - **المعالجة الميكانيكية (Mechanical Treatment):** الترسيب والترشيح والمصائد والتهوية هي من أبسط طرق المعالجة الميكانيكية لإزالة المواد الصلبة العالقة.

ب- **المعالجة الكيميائية (Chemical Treatment):** لإزالة عسر الماء باستبدال أيونات الحديد والكالسيوم والمغنيسيوم بأيونات الصوديوم.

توجد مرحلتان رئيستان لمعالجة المياه، هما: المعالجة الخارجية، والمعالجة الداخلية.

1- معالجة المياه خارج المرجل:

تعتمد هذه المرحلة على معالجة المياه قبل دخولها إلى المرجل، وتُستخدم في حال ارتفاع نسبة بعض الشوائب عن الحد الذي يعجز فيه نظام المرجل عن التعامل معها.

2- معالجة المياه داخل المرجل:

تعتمد هذه المرحلة على معالجة المياه في خطوط التغذية، أو في داخل المرجل، ويمكن الاعتماد على هذه المرحلة فقط ، أو الجمع بين المرحلتين الداخلية والخارجية.

- **معالجة التمدد في شبكات البخار:**

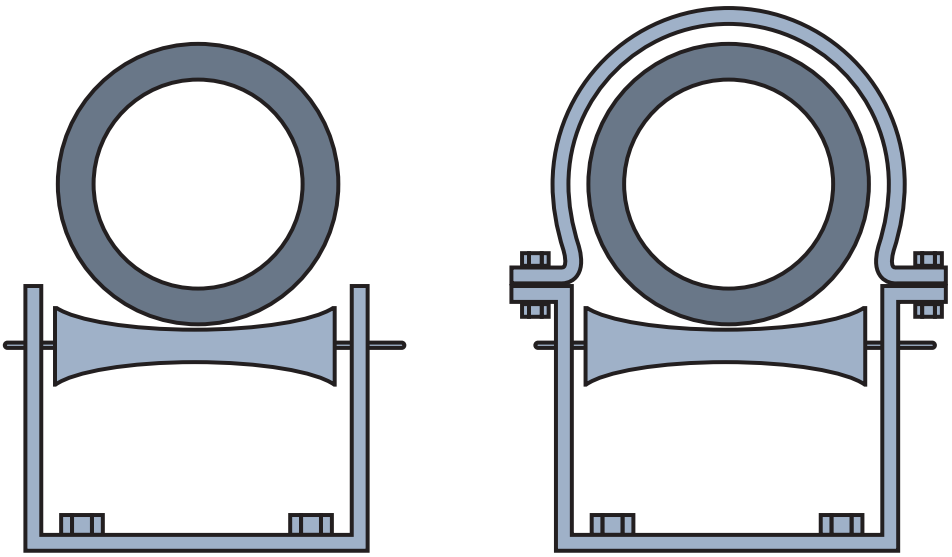
تتعرض شبكة الأنابيب في نظام التدفئة بالبخار إلى التمدد والتقلص المستمرين؛ حيث تتمدد في أثناء مرور البخار بداخلها وتنثني، ومن الممكن أن تكسر الفروع والوصلات أو العوائق؛ إذا كانت محدودة الحركة، وتبرد وتتقلص في حال توقف مرور البخار بداخلها وتعود إلى وضعها الطبيعي.

ولمعالجة التمدد في شبكات البخار يجب الانتباه إلى ما يأتي:

1- تثبيت الخطوط الرئيسة المعلقة بوساطة حاملات تثبيت الأنابيب، في حين تُترك الأنابيب الفرعية والخطوط الصاعدة حرة الحركة.

2- استخدام فواصل التمدد المناسبة في الخطوط الصاعدة في البنايات العالية أو الأفقية الطويلة مع مرشد حركة ومرابط للتثبيت؛ لتحديد مسار حركة الأنابيب في أثناء التمدد.

3- إذا كانت الخطوط قصيرة ومستقيمة لا تتجاوز 20 m فتُستعمل مسارات مرنة الحركة على نهاية الخطوط لامتصاص حركة التمدد والتقلص الصغيرة، حيث يكون التغير الاعتيادي في اتجاه الخطوط كافيًا لامتصاص التمدد خلالها؛ بشرط تعليقها بشكل يسمح لها بالحركة، انظر الشكل (39).



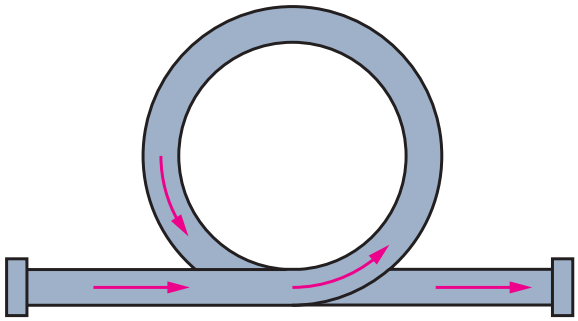
الشكل (39): حاملات أنابيب مرنة تسمح بتمدد الأنابيب من غير إعاقة.

4- أمّا إذا كانت الخطوط طويلة فإنَّه تُستخدم إحدى الفواصل التالية لمعالجة التمدد فيها: فواصل التمدد المنزلقة، أو فواصل التمدد المرنة، أو فواصل التمدد المحورية، أو حلقات التمدد على شكل حلقة أو حذوة الفرس، انظر الأشكال (40) ، (41) ، (42) ، (43) ، (44).

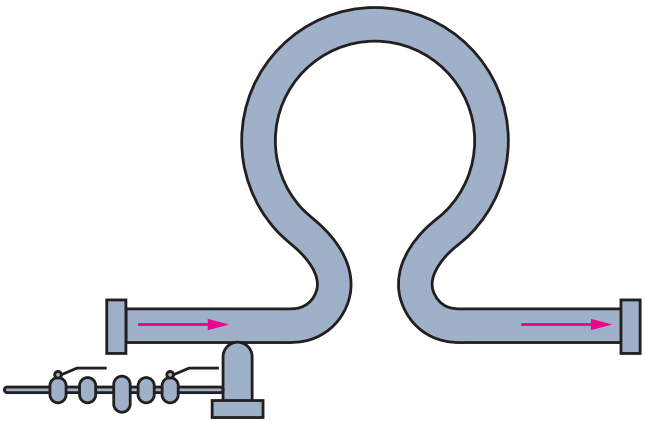
الشكل (40): فاصل التمدد المنزلق.

الشكل (41): فاصل التمدد المرن.

الشكل (42): فاصل التمدد المحوري.



الشكل (43): فاصل تمدد على شكل حلقة.



الشكل (44): فاصل التمدد على شكل حذوة فرس.

- ابحث في شبكة الإنترنت عن كيفية حساب التمدد في شبكة أنابيب التدفئة بالبخار، واكتب تقريراً بذلك واعرضه على زملائك.

القياس والتقويم

1- تتحكم الصمامات (المحابس) في الموائع من حيث أمور عدة، أذكرها.

2- صنِّف الصمامات (المحابس) من حيث:

أ - مادة الصنع.

ب - الشكل والتصميم.

جـ - طريقة التوصيل.

3- اشرح وظيفة الصمامات (المحابس) التالية:

أ - صمام تخفيض الضغط.

ب - مصفاة المياه.

جـ - مصيدة البخار.

4- أين تُركَّب مصائد البخار في الشبكة؟

5- عدِّد مراحل معالجة المياه في أنظمة التدفئة.

6- اذكر الأمور الواجب مراعاتها عند تصميم شبكة أنابيب التدفئة بالبخار، وعند تنفيذها.

7- اشرح كيف تتم عملية معالجة التمدد في شبكات البخار.

8- ضع إشارة (√) أمام العبارة الصحيحة، وإشارة (×) أمام العبارة غير الصحيحة:

(1) المعالجة الكيميائية لمياه مراجل البخار تعني إزالة عسر الماء من خلال استبدال أيونات الحديد والكالسيوم والمغنيسيوم بأيونات الصوديوم.

(2) تُستخدم محابس النحاس في تمديدات المياه والوقود، وتوصيلات البخار ذي الضغط المرتفع.

(3) يعمل صمام تخفيض ضغط البخار على تخفيض ضغط البخار المتولد من المرجل لغايات استخدامه في تطبيقات ذات ضغط آخر أقل.

(4) من أنواع المصائد الميكانيكية المصيدة ذات المكبس .

(5) لمعالجة التمدد في شبكات البخار، إذا كانت الخطوط قصيرة ومستقيمة لا تتجاوز 20 m؛ تُستعمل مسارات مرنة الحركة على نهاية الخطوط لامتصاص حركة التمدد والتقلص الصغيرة.

الخريطة المفاهيمية

التمارين العملية:

تمرين رقم (1) تفقُّد أجزاء مرجل البخار وملحقاته، وتحديد مواقعها

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تتفقد مرجل البخار وملحقاته.
- تحدد مواقع أجزاء مرجل البخار، ووظيفة كل جزء منها.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- مرجل بخار مع ملحقاته كافة.	1- قطعة قماش للتنظيف 2- قفازات

خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- أعِدَّ خطة عمل بسيطة تتضمن تحضير المواد الأولية والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين ومراعاة شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما، والحفاظ على البيئة. والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد .
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية .

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1- بإشراف معلمك، تعرَّف مرجل البخار الموجود في المشغل، وحدد نوعه كما في الشكل (1).	 الشكل (1).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
2- تفقَّد الحارقة المركبة على المرجل، انظر الشكل (2).	 الشكل (2).
3- اطَّلع على المشعات البخارية، وحدد نوعها، وتفقَّد المصيدة المركَّبة على مخارجها كما في الشكل (3).	 الشكل (3).
4- تفقَّد المصيدة الموجودة في نظام البخار، وحدد نوعها، وموقع تركيبها، انظر الشكل (4).	 الشكل (4).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
5- تفقَّد صمام الأمان المركَّب على جسم المرجل، كما هو موضح في الشكل (5).	 الشكل (5).
6- تعرَّف مؤشر مستوى الماء الموجود في الشكل (6).	 الشكل (6).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
7- تفقد صمام التفريغ الموجود على المرجل، انظر الشكل (7).	 الشكل (7).
8- تفقد صمامات التحكم الموجودة في النظام وحدد مواقعها ووظائفها، كما في الشكل (8).	 الشكل (8).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
9- حدد موقع مصفاة المياه وتفقَّدها، انظر الشكل (9).	الشكل (9).
- نظف موقع العمل ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها واحفظها في مكانها المخصص.	
- أكتب تقريرًا مفصلًا عما نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- اذكر مكوِّنات مرجل البخار كما مرت معك في التمرين.

2- نظِّم جدولًا في دفترك ودوِّن فيه جميع الأجزاء والملحقات الواردة في التمرين، مع تحديد موقعها ونوعها ووظيفتها، واعرضه على معلمك وزملائك.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أتفقد مرجل البخار وملحقاته.			
2	أحدد مواقع أجزاء مرجل البخار، ووظيفة كل جزء منها.			
3	أطبق وأراعي تعليمات الصحة والسلامة المهنية			

التمارين العملية:

تمرين رقم (2) تشغيل مرجل البخار، ومراقبته، وضبطه

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تُشغِّل مرجل البخار المتوفر في مشغلك.
- تراقب عمل المرجل وتضبطه.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- مرجل بخار مع ملحقاته كافة	1- قفازات

خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- أعِدَّ خطة عمل بسيطة تتضمن تحضير المواد الأولية والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، ومراعاة شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد.
- أمن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية .

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1- انظر إلى مقياس ضغط الماء ومقياس ضغط البخار، وسجِّل قراءتهما، وتأكد من سلامتهما كما في الشكل (1).	الشكل (1).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
2- تحقَّق من نقاوة ماء تغذية المرجل، وسجِّل قراءة مقياس مستوى الماء في المرجل، انظر الشكل (2).	 الشكل (2).
3 ـ تأكد من أن جميع المحابس مفتوحة	
4 ـ تحقَّق من وجود كمية كافية من الوقود في خزان الوقود.	

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
5 ـ اضبط المفتاح الكهربائي على وضع التشغيل التلقائي، وشغِّل الحارقة وراقب عملها، انظر الشكل (3).	الشكل (3).
6 - بعد مرور (15) دقيقة ووصول الضغط في المرجل إلى مستوى الضغط التشغيلي؛ يجب أن تتوقف الحارقة عن العمل، بعدها افتح محبس البخار تدريجيًّا؛ لتلاحظ عودة الحارقة إلى العمل.	
7 - تأكد من عدم وجود أصوات غير طبيعية من مضخات التغذية.	
8 - أوقف الحارقة عن العمل.	
9 - عوِّض كمية الماء(المفقودة) حتى تبلغ المستوى المحدد ، ثم أغلق المحبس بين المرجل وخزان التغذية.	
- نظِّف موقع العمل ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. - اكتب تقريرًا مفصلًا عما نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- كيف يتم قياس ضغط البخار المولَّد في المرجل؟

2- ما أهمية معالجة مياه التدفئة؟

3- علل: يتم تركيب الوصلة المرنة بين مقياس ضغط البخار والمرجل؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أشغِّل مرجل البخار.			
2	أراقب عمل المرجل وأضبطه.			
3	أطبِّق وأراعي تعليمات الصحة والسلامة المهنية			

التمارين العملية:

تمرين رقم (3) الصيانة الدورية للمراجل البخارية

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تصون مرجل البخار بشكل دوريٍّ.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- مرجل بخار مع ملحقاته كافة 2- مفكات 3- مفاتيح أنابيب متعددة القياسات 4- فرشاة سلك 5- جهاز تحليل الغازات المحترقة الخارجة من المدخنة	1- قطعة قماش للتنظيف 2- مانع تسرب 3- قفازات 4- كمامات

خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- أعِدَّ خطة عمل بسيطة تتضمن تحضير المواد الأولية والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين ومراعاة شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد .
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية .

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1- الصيانة اليومية: أ- نظِّف مقياس مستوى الماء مرة واحدة في اليوم، وحدد مستوى الماء وافحصه، كما في الشكل (1).	 الشكل (1).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
ب - راقب مقياس ضغط البخار، انظر الشكل (2).	 الشكل (2).
جـ - افتح صمام التصريف ، كما هو موضح في الشكل (3) مرتين في اليوم وتأكد من سلامته.	 الشكل (3).
2- الصيانة الأسبوعية: أ - تأكد من سلامة مانع التسرب للصمامات والمحابس جميعها، وعالج أي تسريب إن وجد، انظر الشكل (4).	 الشكل (4).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
ب- افحص الحارقة وتأكد من ضبطها، ثم حلل الغازات المحترقة الخارجة من المدخنة باستخدام الجهاز المخصص لذلك، كما في الشكل (5).	الشكل (5).
3- الصيانة الشهرية: أ- تأكد من سلامة صمام الأمان المركَّب على جسم المرجل، كما في الشكل (6).	الشكل (6).
ب- تحقق من سلامة مضخات التغذية، وراقب عملها، انظر الشكل (7).	الشكل (7).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
جـ- قم بتزييت الأجزاء التي بحاجة إلى ذلك؛ حسب تعليمات الشركة الصانعة.	
4- الصيانة نصف السنوية (الفصلية): أ - تفقَّد الحارقة وأجزاءها، وتأكد من عملها، كما في الشكل (8).	 الشكل (8).
ب- نظِّف غرفة الاحتراق الخاصة بالمرجل.	
- نظِّف موقع العمل، ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. - اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- ما أنواع الصيانة الدورية الضرورية لمرجل البخار؟

2- اذكر إجراءات الصيانة الدورية اليومية، والشهرية لمرجل البخار.

3- علل: تحليل غازات الاحتراق الخارجة من المدخنة.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أصون مرجل البخار بشكل دوريٍّ			
2	أطبِّق وأراعي تعليمات الصحة والسلامة المهنية			

التمارين العملية:

تمرين رقم (4) توصيل مرجل البخار بمكونات نظام التدفئة بالبخار

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- توصل مرجل البخار بمكونات نظام التدفئة بالبخار

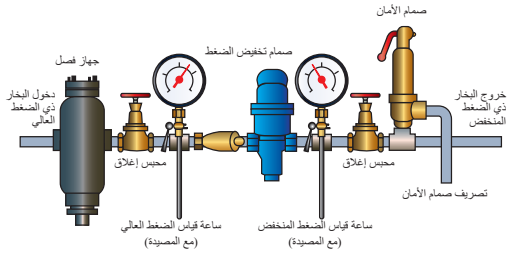
متطلبات تنفيذ التمرين

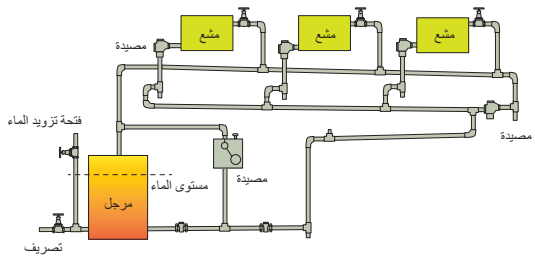
التجهيزات	المواد الأولية
1- مرجل بخار مع ملحقاته كافة 2- مفكات 3- مفاتيح أنابيب متعددة القياسات	1- أنابيب 2- قطع وصل 3- مانع تسرب 4- وقود للمرجل 5- قفازات

خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- أعِدَّ خطة عمل بسيطة تتضمن تحضير المواد الأولية والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين ومراعاة شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد .
- أمن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية .

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1 - أوصل خزان الماء الرئيس وجهاز معالجة الماء معًا، كما هو موضح في الشكل (1)	 الشكل (1).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
2 ـ مدِّد الخط الرئيس للبخار الخارج من المرجل إلى أعلى نقطة ممكنة تحت السقف بشكل عمودي، انظر الشكل (2).	 الشكل (2).
3 ـ ركِّب محطة تخفيض الضغط على الخط المغذي للشبكة؛ كما هو موضح في الشكل (3).	 الشكل (3).
4 ـ صل خط البخار الرئيس بأنابيب التغذية الفرعية مراعيًا الميل باتجاه جريان البخار بنسبة 4 mm/m	
5 ـ ركِّب وصلات التمدد المناسبة في أماكنها.	
6 ـ مدد أنابيب التوزيع العلوية بطريقة أسنان المنشار؛ من خلال فتحات السقف لإيصالها إلى المشعات في الطوابق العلوية.	
7 ـ جمِّع خطوط أنابيب المياه المتكثفة مع بعضها، وصِلها بخزان التجميع مراعيًا الميلان المطلوب باتجاه الجريان.	

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
8 - ركِّب صمام البخار في مكانه في أعلى المشع، وصمام الماء المتكثف في أسفل المشع، ثم ثبِّت المشع على الجدار، انظر الشكل (4)	 الشكل (4).
9 - صل صمام البخار عند مدخل المشع بخط البخار، وركِّب مصفاة ومصيدة بخار عند صمام الماء المتكثف في مخرج المشع، ثم صله بخط الماء المتكثف.	
10 - افحص الشبكة، وتأكد من عدم وجود تسريب فيها.	
- نظِّف موقع العمل ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها واحفظها في مكانها المخصص. - اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- ما وظيفة المصفاة ومصيدة البخار التي تُركب على المشعات البخارية؟

2- اشرح طرائق تمديد شبكات التدفئة بالبخار، مع التوضيح بالرسم.

3- علل: تركيب محطة تخفيض الضغط على الخط المغذي للشبكة.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أوصِّل مرجل البخار بمكونات نظام التدفئة بالبخار			
2	أطبِّق وأراعي تعليمات الصحة والسلامة المهنية			

1- عرِّف المفاهيم والمصطلحات الآتية:

أ - البخار الرطب.

ب - حرارة التحميص.

جـ - الراجع الجافّ.

د - المبادل الحراري.

2- عدِّد الأمور الواجب مراعاتها عند اختيار أنظمة توليد البخار، وتصميمها.

3- صنِّف مراجل البخار؛ اعتمادًا على: الشكل والتصميم.

4- اذكر عيوب استخدام أنظمة توليد البخار في التدفئة المنزلية.

5- ما أنظمة التدفئة بالبخار من حيث شبكة الأنابيب؟

6- بم يتميز نظام الخط الواحد في شبكات التدفئة بالبخار.

7- عدِّد العوامل التي يعتمد عليها معدل انتقال الحرارة بين البخار والماء في المبادلات الحرارية.

8- صنِّف الصمامات (المحابس)؛ اعتماداً على وظيفتها.

9- ما أنواع مصائد البخار الرئيسة؟

10- اشرح مبدأ عمل فاصل البخار.

11- يتسبَّب وجود الشوائب في مياه التدفئة في ظهور مشاكل عدة، أذكرها.

12- اشرح طرائق معالجة مياه التدفئة.

13- علِّل العبارات الآتية:

أ - استخدام الهوّايات للتخلص من الهواء وطرده خارج شبكة أنابيب البخار.

ب - يكون ميل الأنابيب سلبي (معكوس للأعلى) في شبكة التدفئة بالبخار.

جـ - تركيب المصيدة بشكل أفقي قبل صمام تخفيض الضغط، وصمام التحكم في درجة الحرارة.

14- ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1- قيمة درجة حرارة الغليان (الإشباع) للماء عند الضغط الجوي المعياري (1bar) هي:

أ - 80°c

ب - 90°c

جـ - 100°c

د - 110°c

15- تبيِّن الصورة المجاورة أحد أنواع الصمامات المستخدمة في نظام التدفئة بالبخار، ويعرف بصمام:

أ - صمام الأمان

ب - صمام عدم الرجوع

جـ - صمام الإغلاق

د - صمام تخفيض الضغط

16- صمام يركب في قعر المرجل، ويُستفاد منه في إزالة الترسبات الكلسية والأملاح بطريقة يدوية أو آلية، هو:

أ - صمام التصريف

ب - صمام تخفيض الضغط

جـ - المصفاة

د - مصيدة البخار

17- أحد أنواع أجهزة نقل الحرارة في الحيز المدفأ مصنوع من حديد الزهر، ويعمل على ضغط بخار أقل من bar (2)، إنَّه:

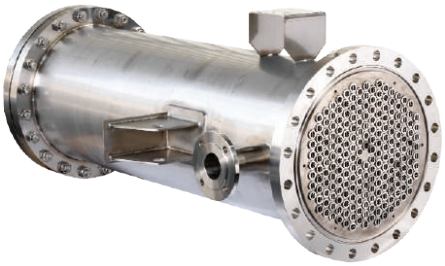
أ - الملف المروحي البخاري

ب - المشعات البخارية

جـ - بطاريات الهواء

د - وحدات التدفئة البخارية

18- تمثّل الصورة المجاورة أحد أنواع المبادلات الحرارية، وهو:



أ - المبادل الحراري ذو الأنبوب المزدوج

ب - المبادل الحراري ذو الغلاف والملف

جـ - المبادل الحراري ذو الغلاف والأنابيب

د - المبادل الحراري ذو الصفائح

19- من الأمثلة على المصائد الميكانيكية:

أ - ذات عنصر التمدد

ب - ذات الضغط المتوازن

جـ - ثنائية المعدن

د - ذات الدلو المقلوب

20- يمثّل الشكل المجاور أحد أنواع المصائد، وهي المصيدة:

أ - ذات العوامة

ب - ذات الدلو المقلوب

جـ - ذات القرص

د - ذات المكبس

21- يعتمد مبدأ عمل مصيدة الدلو المقلوب على:

أ - فرق الكثافة

ب - فرق السرعة

جـ - تغير درجة الحرارة

د - لا شيء ممّا ذكر

22- المسافة بين أقرب موقعين لتفريغ المياه المتكثفة في شبكة أنابيب التدفئة بالبخار هي:

أ - 10 m

ب - 15 m

جـ - 20 m

د - 25 m

23- ضع إشارة (√) أمام العبارة الصحيحة ، وإشارة (×) أمام العبارة غير الصحيحة :

(1) تسمى درجة الحرارة التي يبدأ عندها السائل بالغليان بدرجة حرارة الإشباع.

(2) تكون درجة حرارة البخار المحمص أقل من درجة حرارة الغليان (الإشباع).

(3) يسمح صمام عدم الرجوع لمياه التغذية بالمرور في اتجاه واحد فقط، ولا يسمح لها بالمرور بالاتجاه المعاكس.

(4) يُسمّى الراجع بالراجع الرطب؛ إذا كان مستواه أدنى من مستوى سطح الماء في المرجل.

(5) لا يعتمد معدل انتقال الحرارة بين البخار والماء في المبادلات الحرارية على نقاوة الماء المستخدم.

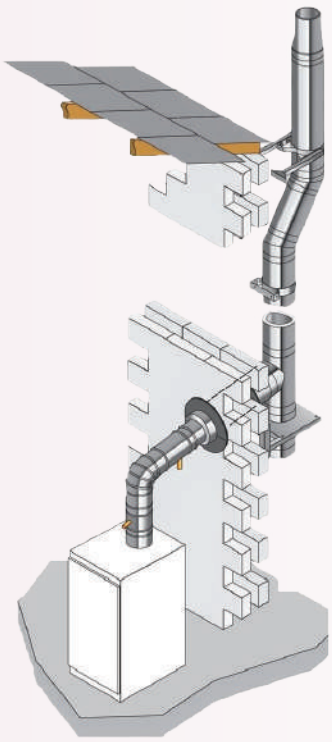
(6) تُستخدم محابس النحاس في توصيلات البخار ذي الضغط الأعلى من (10) bar.

(7) يعتمد مبدأ عمل المصائد الثيرموديناميكية على فرق السرعة للموائع داخل المصيدة.

(8) تُعد مصيدة العوامة مثالًا على المصائد الميكانيكية.

الوحدة الثامنة

المداخن (Chimney)



- كيف تنتقل غازات الاحتراق في المداخن؟
- ما المواد التي تُصنع منها المداخن؟

8

عند احتراق الوقود في موقد أو مدفأة أو غلّاية ماء ساخن فإنَّ الغازات العادمة الناجمة عن احتراق الوقود في غرفة الاحتراق يتم سحبها وطردها إلى الهواء الخارجي المحيط، والتخلص منها بطريقة صحيحة؛ لضمان عدم تسربها داخل الحيز حفاظًا على سلامة السكان ومستخدمي نظام التدفئة.

النتاجات العامة للوحدة

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادرًا على أن:

- تتعرف المداخن.
- تحدد وظيفة المدخنة.
- تحدد طرائق سحب الغازات بواسطة المداخن.
- تتعرف منظِّم سحب غازات المدخنة.
- تحدد أنواع المداخن.
- تتعرف طرائق التوصيل الخاصة بالمداخن.
- تتعرف أعمال الصيانة المخصصة للمداخن.

النتاجات العملية

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن :

- تركِّب منظِّم السحب على المدخنة.
- تبني مدخنة من الطوب الحراري.
- تبني مدخنة من الطوب الإسمنتي.
- تركِّب المدخنة داخل غرفة المرجل.
- تركِّب مداخن افقية.
- تصون المداخن.

انظر وتساءل

استكشف

اقرأ وتعلّم

الإثراء والتوسع

القياس والتقويم

الخريطة المفاهيمية

أولًا: انتقال الغازات في المداخن

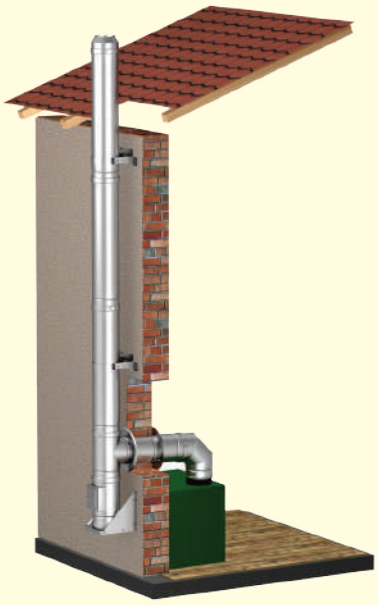
النتاجات الخاصة بالدرس

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- تحدد وظيفة المدخنة.
- تحدد طرائق سحب الغازات بواسطة المداخن.
- تتعرف منظِّم سحب غازات المدخنة.

انظر وتساءل

- تأمل الشكل الآتي، الذي يُظهِر مرجلًا متصلًا بمدخنة عمودية. برأيك، كيف تتم عملية سحب الغازات من المدخنة، وانتقالها إلى الهواء الخارجي؟



استكشف

- يبين الشكل الآتي إحدى القطع التي تُثبت على المدخنة، هل تستطيع أن تسمي هذه القطعة؟ ما الغاية من تثبيتها على المدخنة؟

اقرأ وتعلّم

تُعرف المدخنة بأنَّها مجرى عمودي لطرد الغازات الناتجة عن الاحتراق من المرجل إلى الجو الخارجي، ولضمان عملها يجب رفعها إلى ارتفاع أعلى من المباني المجاورة لتفادي أية أضرار للمجاورين، ويعتمد عمل المدخنة على عملية السحب.

وتتلخص آلية عملها في نقل غازات الاحتراق من المدخنة إلى خارج الأبنية، وتزويد غرفة الاحتراق بالهواء اللازم لعملية الاحتراق؛ لتنظيمها واستمرارية عملية سحب الغازات.

ومن الغازات الناتجة عن عملية احتراق الوقود داخل غرفة الاحتراق في المرجل: غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يُعرف أنه من الغازات السامة والضارة التي يجب التخلص منها وطردها إلى خارج المبنى. كذلك يجب الحفاظ على درجة حرارة تصريف الغازات في حدود (250 – 270)°c ؛ لكي لا نصل إلى نقطة الندى؛ لأنه إذا انخفضت درجة الحرارة بداخلها إلى أقل من (170)°c يتشكل السناج الحمضي، الذي يتكون من ذرات صغيرة من الكربون تلتصق بجدار المدخنة الداخلي، وتنطلق عند الإقلاع الأول لتشغيل المرجل فتتطاير إلى المباني المجاورة وتسبِّب إزعاجًا لسكانها.

ويجدر بالذكر أنَّ المداخن يجب أن تكون ذات ارتفاع يقلل من المخاطر التي تنجم عن تيارات الغازات العادمة الهابطة على المباني المجاورة.

سحب الغازات بواسطة المداخن

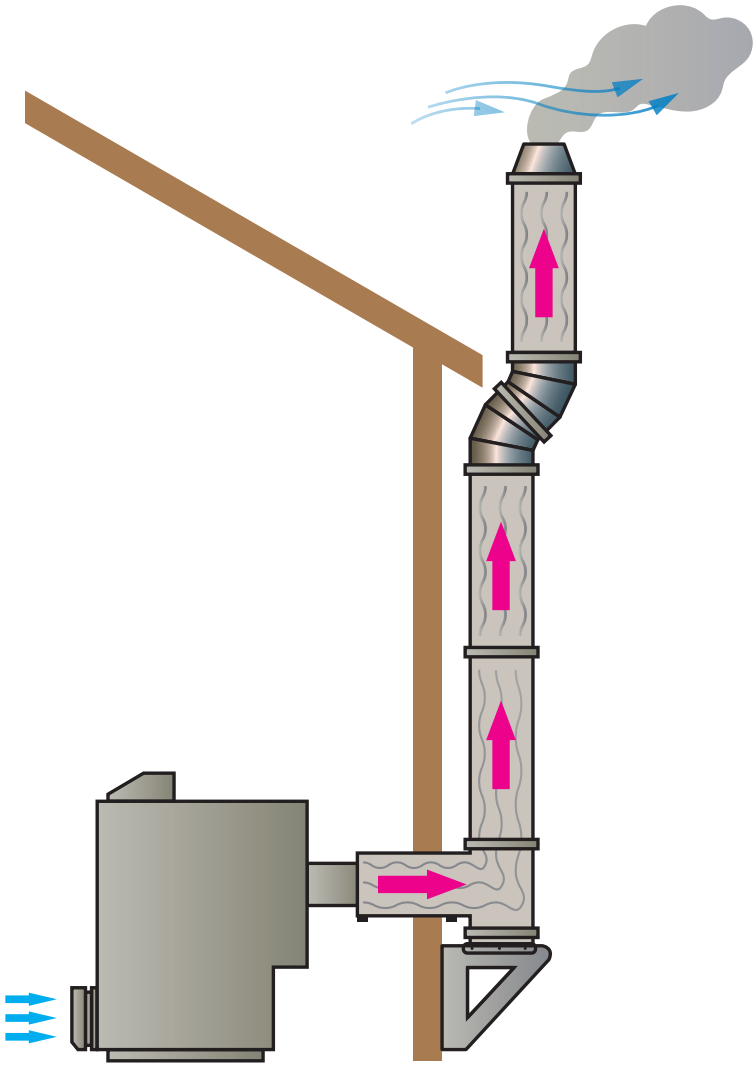
إنَّ حصول عملية السحب داخل المدخنة هو ما يحدد بشكل رئيس؛ إذا كانت المدخنة تؤدي عملها بشكل صحيح أم لا، حيث إنَّ الأداء الصحيح للمدخنة يحقق للمرجل الكفاءة في عملية احتراق الوقود والوصول إلى احتراق كامل داخل غرفة الاحتراق، وتعتمد عملية سحب الغازات في المدخنة على عدة عوامل تؤثر عادة في عملية السحب، هي: درجة حرارة المدخنة، وحجم المدخنة، وضغط الهواء، وارتفاع المدخنة.

وتُصنَّف عملية السحب في مداخن المراجل المستخدمة في أنظمة التدفئة المركزية إلى نوعين، هما:

1- السحب الطبيعي (Natural Draft)

يحصل السحب الطبيعي بسبب الفرق بين كثافة الغازات الساخنة والباردة، ففي المدخنة يتكون عمود من الغازات الساخنة فإذا قل وزن عمود الغازات الساخنة عن وزن مساوٍ له في الحجم من الهواء البارد فإن المدخنة تعمل على سحب نواتج الاحتراق.

تكون غازات الاحتراق داخل المدخنة أكثر سخونة من الهواء الخارجي المحيط؛ وعليه فهي أقل كثافة من الهواء المحيط؛ ما يفضي إلى انخفاض ضغط قاع العمود الرأسي لغاز المدخنة الساخن عن الضغط الموجود في قاع العمود المقابل للهواء الخارجي، والضغط العالي خارج المدخنة هو القوة الدافعة التي تحرك هواء الاحتراق المطلوب إلى منطقة الاحتراق وأيضًا تحرِّك غاز الاحتراق إلى أعلى خارج المدخنة، كما يبين الشكل (1) عملية السحب الطبيعي للمدخنة.



الشكل (1): عملية السحب الطبيعي للمدخنة.

2- السحب الآلي

يحصل السحب الآلي عند استخدام المراوح لسحب الهواء الجوي إلى داخل غرفة الاحتراق، ومن ثَم دفع غازات العادم في المدخنة بسرعة عالية للتغلب على المقاومة التي تُبديها المدخنة.

هنالك نوعان من السحب الآلي، هما:

أ - السحب القسري (Forced Draft)

يحدث عندما تكون المروحة قبل غرفة الاحتراق مثل مراوح الحارقات الحديثة التي تدفع الهواء إلى غرفة الاحتراق لمساعدة الغازات العادمة على الارتفاع في المدخنة إلى الجو الخارجي.

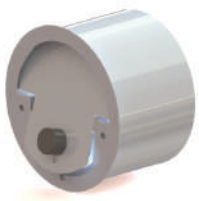
ب- السحب المستحَث (Induced Draft)

يحدث عندما توضع المروحة بعد غرفة الاحتراق وبالقرب من قاعدة المدخنة؛ حيث تعمل المروحة على حث الهواء عبر غرفة الاحتراق، ودفعها لنواتج الاحتراق خارج الغرفة؛ لمواجهة ضغوط تشغيلية عالية حيث يكون ضغط غازات الاحتراق أعلى من الضغط الجوي؛ للحصول على السحب اللازم للاحتراق الكامل.

منظِّم سحب غازات المدخنة (Chimney Damper)

منظِّم السحب ذو آلية خاصة للتحكم في سرعة حركة الهواء داخل قنوات المدخنة؛ حيث يسهم في خلط الهواء البارد بغازات الاحتراق الخارجة من المرجل عند انخفاض الضغط في المدخنة؛ للتحكم في السحب الزائد أو الاختلال في عملية السحب نتيجة الظروف الجوية، من أجل تنظيم عملية السحب لغازات الاحتراق، فكلما زاد ارتفاع المدخنة ازداد سحب كمية الغازات أكثر من الكمية الخارجة من المرجل، ولذلك يفتح منظِّم السحب ليسمح بدخول الهواء إلى المدخنة، وتعويض النقص والمحافظة على ضغوط مستقرة داخل المرجل ضمانًا لاحتراق أمثل للوقود، ويركب منظم السحب على مداخن المراجل المصنوعة من الصاج بأوضاع عدة منها الوضع الرأسي،والوضع الأفقي للمدخنة .

هناك نوعان من منظِّمات السحب: آلي وميكانيكي، ومنظِّم السحب عبارة عن أنبوب فرعي موجه افقيًا يتم إغلاق أحد طرفيه بواسطة صمام بوابة متحرك ذي ثقل ، والجزء الآخر مدمج في المدخنة، حيث يجب أن يتطابق المخمد تمامًا مع القطر الداخلي للفوهة؛ حتى لا يتسرب الهواء في الوضع المغلق للمنظِّم داخل المدخنة؛ كما في الشكل (2).



الشكل (2): منظِّم سحب غازات المدخنة.

ومن مزايا منظِّم سحب غازات المدخنة

1- التشغيل الآمن للنظام بأكمله.

2- تنظيم عملية سحب غازات الاحتراق.

3- يطيل عمر المدخنة.

4- يقلل من مستوى المواد الضارة المنبعثة في الغلاف الجوي.

5- يعمل المنظِّم في كل من ظروف السحب الطبيعية والقسرية.

6- يمتص التغيرات المفاجئة في الدفع في أثناء هبوب الرياح القوية.

7- توفير سحب إضافي.

مستعينًا بالمراجع المتوافرة في مدرستك، أو المواقع الإلكترونية على شبكة الإنترنت، ابحث عن منظِّمات السحب لغازات المدخنة، واكتب تقريرًا في ذلك، ثم ناقشه مع زملائك ومعلمك.

التقويم

1- عرِّف ما يأتي:

أ- المدخنة.

ب- السحب الطبيعي.

2- ما الهدف من استخدام منظِّم سحب غازات المدخنة؟

3- عدِّد مزايا منظِّم سحب الغازات.

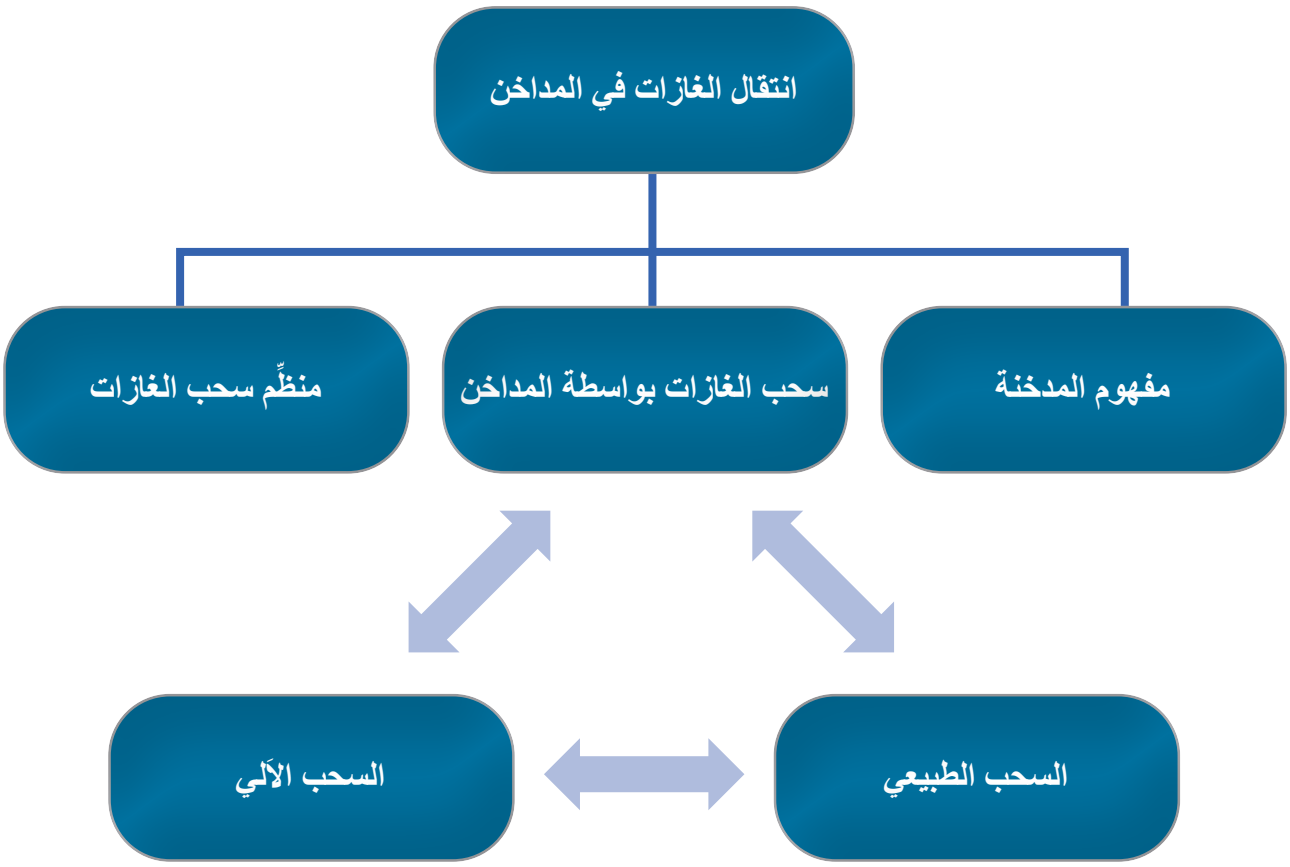
4- ضع إشارة (√) أمام العبارة الصحيحة ، واشارة (×) أمام العبارة غير الصحيحة:

(1) لضمان عمل المدخنة يجب رفعها إلى ارتفاع أعلى من المباني المجاورة لتفادي أية اضرار للمجاورين، ويعتمد عمل المدخنة على عملية السحب .

(2) من مزايا منظِّم سحب غازات المدخنة أنَّه يقلل من مستوى المواد الضارة المنبعثة في الغلاف الجوي.

(3) يحدث السحب المستحث عند وضع المروحة بعد غرفة الاحتراق، وبالقرب من قاعدة المدخنة .

الخريطة المفاهيمية



ثانيًا: أنواع المداخن وطرائق توصيلها وصيانتها

النتاجات الخاصة بالدرس

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن :

- تحدد أنواع المداخن.
- تتعرف طرائق التوصيل الخاصة بالمداخن.
- تتعرف أعمال صيانة المداخن.

انظر وتساءل

- انظر إلى الشكل الآتي الذي يبين إحدى القطع الخاصة بالمدخنة، هل تستطيع أن تحدد وظيفته؟

استكشف

- هل يمكن تركيب أكثر من مرجل على مدخنة واحدة؟ كيف يجري ذلك؟

اقرأ وتعلّم

يعتمد اختيار المدخنة إلى حد كبير على معايير وحدة التدفئة المستخدمة، التي تشمل: التصميم، ودرجة الحرارة، ونوع الوقود المستخدم.

وهناك عدة أنواع من تصميمات المداخن، أبرزها:

1- مداخن الصاج

تُصنع هذه المداخن من صفائح الصاج المجلفن أو الأسود الذي يتراوح سمكه بين (2-3)mm، ويمتاز بمقاومة عالية للحرارة، والرطوبة، والأحماض الناجمة عن غازات الاحتراق؛ والصاج الذي تُصنع منه المداخن يُصمم بأطوال وأبعاد تحدد حسب: قدرة المرجل الحرارية، وكمية غازات الاحتراق الناتجة منه؛ حيث يجب أن تؤخذ المعايير الآتية عند التصميم:

أ - تشكيل الأكواع بحيث تكون واسعة وملساء؛ لمنع تراكم الكربون ونواتج الاحتراق.

ب- وجود فتحات تنظيف في حال تغيير اتجاه المسار.

جـ- انسيابية الوصلات والنقاصات؛ لتسهيل مرور الغازات من خلالها.

د - وجود فتحات خاصة لتركيب منظِّم السحب عليها.

هـ- سهولة فكها وتركيبها والوصول إليها عند الصيانة.

و -عزلها بالصوف الزجاجي والصخري؛ للمحافظة على درجة حرارة الغازات داخلها.

ويبين الشكل (3): بعض القطع الخاصة بمداخن الصاج.

الشكل (3): بعض القطع الخاصة بمداخن الصاج.

2- مداخن الطوب

إنَّ الطوب، بسبب هيكله، يتمتع بعزل حراري جيد وخصائص تخزين للحرارة؛ ومع ذلك، فإنَّ عيب مداخن الطوب الكبير هو سطحها الداخلي؛ لأنَّه خشن وله زوايا، الأمر الذي يساعد على تجمع رواسب السناج وتشكُّل كتل زيتية سوداء تتجمع على السطوح الخشنة وتعمل على انسداد ممر الغازات، وتؤثر سلبًا في عملية السحب، وفي عملية الاحتراق داخل المرجل؛ لذا ينبغي المحافظة على سطحها الداخلي أملس؛ لمنع ترسب مخلفات الاحتراق على السطح الداخلي.

يتم بناء مداخن الطوب خارج الأبنية أو داخلها تبعًا لحسابات معينة، وتُصمم هذه المداخن لتكون عمودية (رأسية) تحوي فتحة ذات باب للتنظيف، وفتحة لربط مدخنة أفقية من الصاج من خلالها، توصل بغرفة الاحتراق. ويوجد نوعان من مداخن الطوب هما:

أ - مداخن الطوب الإسمنتي.

ب- مداخن الطوب الحراري: تُبنى من الطوب الحراري ثم تغلف بالطوب الإسمنتي ويراعى في ذلك ترك مسافة cm (5) بينهما وتمتاز بالكفاءة العالية للعزل.

ومما يجدر ذكره أنَّه ينبغي مراعاة المعايير الآتية عند تصميم هذا النوع من المداخن:

1- قربها ما أمكن من غرفة المرجل.

2- عمل باب أسفل المدخنة ؛ من أجل تنظيفها في أثناء أعمال الصيانة.

3- مراعاة أن يكون سطحها أملس من الداخل.

4- تزويدها بغطاء يركب أعلى المدخنة؛ لمنع دخول مياه الأمطار فيها شتاءً.

5- رفع المدخنة أكثر من مترين فوق آخر سطح للبناء؛ بغية التخلص من الغازات المحترقة بعيدًا عن السطح، وتوجيهها إلى منطقة التيارات الهوائية الحرة. كما يبين الشكل (4) مدخنة من الطوب الإسمنتي ومدخنة من الطوب الحراري.

الشكل (4): مدخنة من الطوب الإسمنتي، ومدخنة من الطوب الحراري.

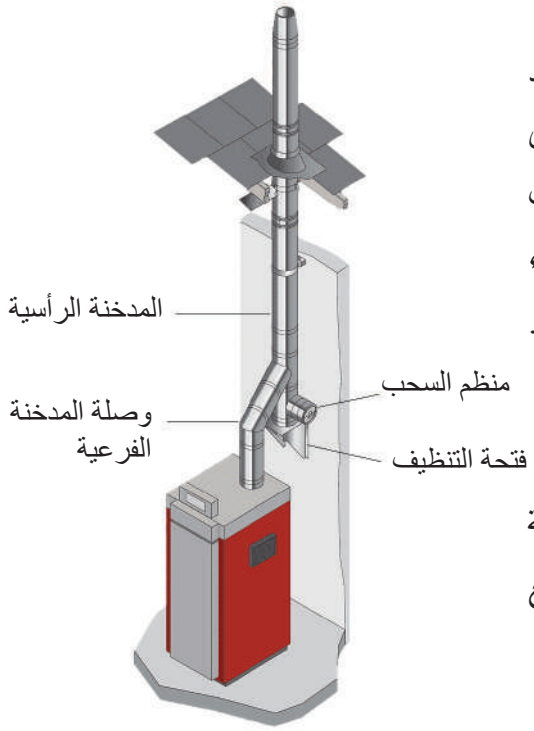
توصيل المداخن

تعتمد طريقة توصيل المداخن على عدد المراجل المراد توصيلها للمدخنة الرأسية ؛ وتوصل المدخنة بغرفة المرجل عن طريق مدخنة الصاج الأفقية أو المائلة بزاوية، أو حسب تصميم المدخنة و قربها أو بعدها عن المدخنة الرأسية، سواء كانت مصنوعة من الصاج، أو الإسمنت، أو الطوب الحراري.

وفي ما يأتي بيان لطرائق التوصيل الخاصة بالمداخن:

1- توصيل مرجل منفرد بمدخنة رأسية

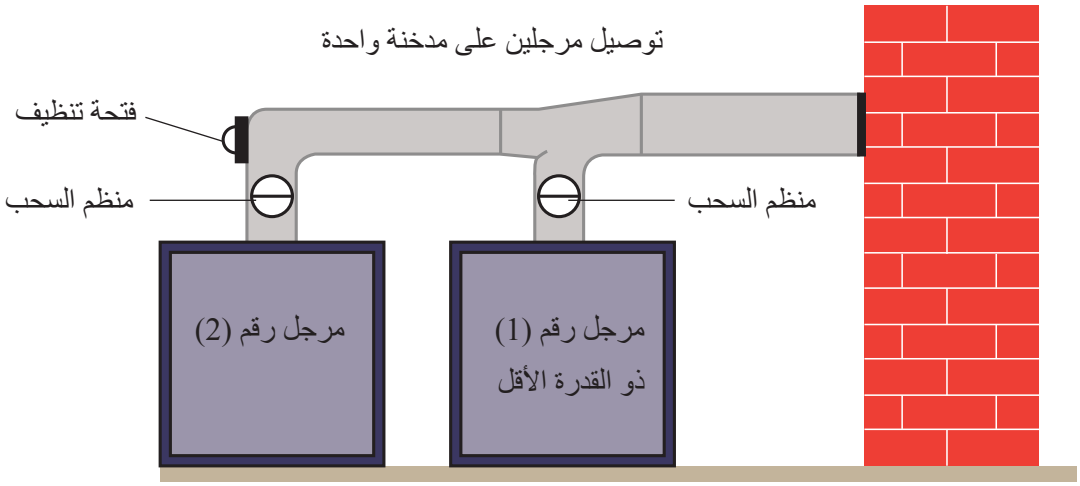
يبين الشكل (5) طريقة توصيل مرجل منفرد بمدخنة رأسية عن طريق مدخنة الصاج المائلة بزاوية، مع مراعاة تركيب منظِّم السحب في الوضع الأفقي.



الشكل (5): توصيل المرجل بالمدخنة الرأسية.

2- توصيل مرجلين بمدخنة أفقية

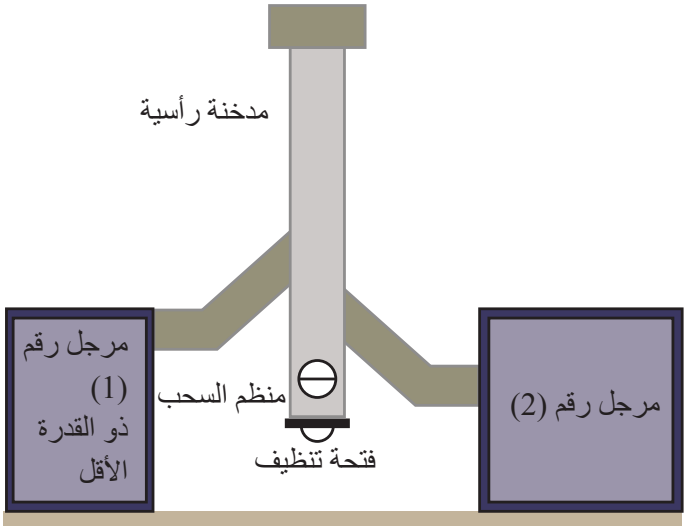
عند توصيل مرجلين ذوَيْ قدرة حرارية مختلفة بمدخنة أفقية واحدة يؤخذ بالاعتبار بأن يكون المرجل ذو القدرة الحرارية الأقل يكون أقرب إلى المدخنة الرأسية؛ لمنع تأثره من المرجل الأكبر قدرة عند عملية السحب، أيضًا يجب أن يكون قطر المدخنة الأفقية مناسبًا لكمية الغازات الناتجة من كلا المرجلين، ويبين الشكل (6) طريقة توصيل مرجلين بمدخنة أفقية واحدة مصنوعة من الصاج المجلفن تتصل بمدخنة رأسية، فضلًا عن بيان موضع تركيب منظِّم السحب لكل مرجل من المراجل.



الشكل (6): توصيل مرجلين بمدخنة أفقية.

3- توصيل مرجلين بمدخنة رأسية من الصاج

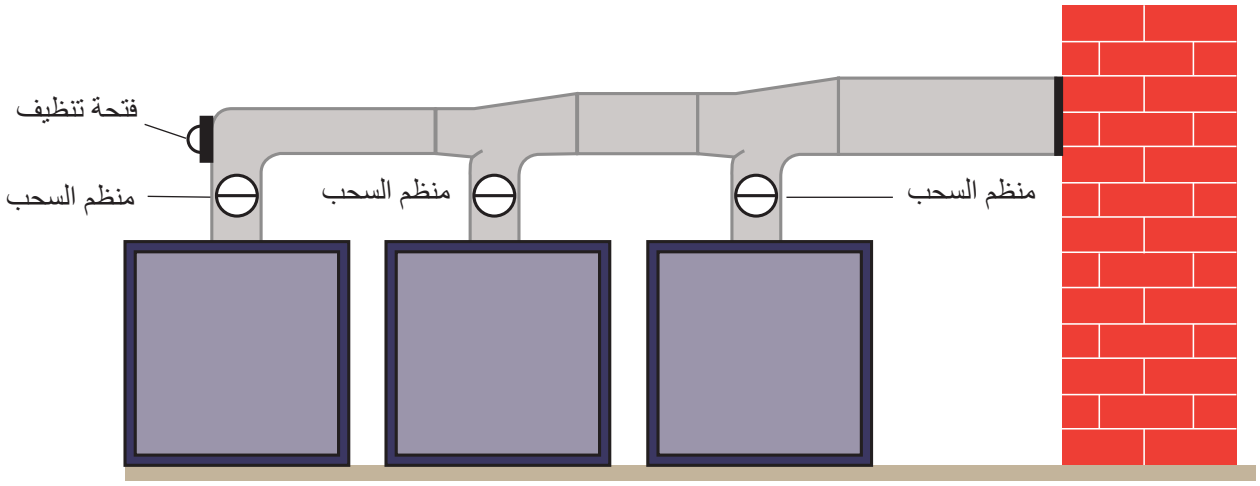
تستخدم هذه الطريقة حين تكون المدخنة الرأسية في موضع متوسط بين المرجلين. وعند توصيل مرجلين بالوضع المبين في الشكل (7) يفضل أن يكون المرجل ذو القدرة الحرارية الأقل موصولًا بمنطقة أعلى من وصل المرجل الآخر؛ لمنع تأثره بعملية السحب.



الشكل (7): توصيل مرجلين بمدخنة رأسية من الصاج.

4- توصيل ثلاثة مراجل بمدخنة واحدة

يبين الشكل (8) طريقة توصيل ثلاثة مراجل بمدخنة واحدة، مع مراعاة وضع منظِّم السحب لكل مرجل من المراجل. عند استخدام هذه الطريقة في التوصيل يُركَّب منظِّم السحب لكل مرجل عند فتحة خروج الغازات من غرفة الاحتراق بوضع رأسي داخل المدخنة، ويكون قطر المنظِّم مساويًا لقطر المدخنة؛ لضمان منع دخول الغازات الناتجة من الاحتراق وتسربها داخل غرف الاحتراق؛ عند توقف أحد المراجل عن العمل، أو تعطل عمله.



الشكل (8): توصيل ثلاثة مراجل بمدخنة واحدة.

صيانة المداخن

من الضروري تنظيف المداخن وقنوات الغاز من الرواسب والسناج المتراكم بشكل دوري ومنتظم؛ لضمان التشغيل الطبيعي وغير المتقطع للمرجل، واستمرارية عمل النظام بصورة صحيحة، حيث إنَّ الإهمال وعدم تنظيف المخلفات الناتجة من الاحتراق فترات طويلة قد يتسبب في انسداد قنوات المدخنة وإعاقة حركة مرور غازات الاحتراق؛ ما يؤثِّر سلبًا في عملية الاحتراق، ويؤدي إلى انخفاض كفاءة المرجل؛ لذلك يجب تحديد جدول زمني خلال العام لأوقات الصيانة والتنظيف.

وفي ما يأتي أبرز أعمال الصيانة للمداخن:

1- إزالة مخلفات الكربون الناتجة من الاحتراق، والمتجمعة في الصندوق الخلفي لظهر المرجل.

2- تنظيف المدخنة الأفقية من الكربون، ومخلفات الاحتراق المتجمعة خلال العام؛ باستخدام فراشٍ خاصة لهذا الغرض.

3- تنظيف المدخنة الرأسية من مخلفات الاحتراق، إمّا باستخدام كيس مصنوع من الخيش مملوء بالرمل ومربوط بحبل يتدلى داخل المدخنة من الأعلى إلى أسفلها مرات عدة، وإمّا باستخدام فرشاة تنظيف مربوطة بحبل وبقطعة معدنية (ثقل معدني).

4- فتح الباب أسفل المدخنة، وإزالة المخلفات التي تجمعت من عملية التنظيف.

5- تجميع الأوساخ داخل كيس قمامة، ثم التخلص منه بطريقة صحيحة.

ويبين الشكل (9) أدوات التنظيف الخاصة بالمداخن.

الشكل (9): أدوات تنظيف المدخنة.

ابحث مع زملائك عن أهم خصائص الطوب الحراري الذي يُستخدم في بناء المداخن.

التقويم

1- على ماذا يعتمد اختيار المدخنة؟

2- عدِّد أنواع المداخن المستخدمة في أنظمة التدفئة المركزية.

3- اذكر أعمال الصيانة اللازمة للمداخن.

4- ضع إشارة (√) أمام العبارة الصحيحة، وإشارة (×) أمام العبارة غير الصحيحة :

(1) في حال توصيل ثلاثة مراجل بمدخنة واحدة؛ يجب مراعاة وضع منظِّم سحب لكل مرجل من المراجل، عند فتحة خروج الغازات من غرفة الاحتراق بوضع رأسي داخل المدخنة، ويكون قطر المنظِّم مساويًا لقطر المدخنة .

(2) عند تصميم المداخن وقطع وصلها كالأكواع؛ يراعى أن تكون واسعة وملساء، لمنع تراكم الكربون ونواتج الاحتراق داخلها .

(3) من أبرز أعمال صيانة المداخن: إزالة مخلفات الكربون الناتجة من الاحتراق، والمتجمعة في الصندوق الخلفي لظهر المرجل.

الخريطة المفاهيمية

أنواع المداخن وطرائق توصيلها

أنواع المداخن
- مداخن الصاج
- مداخن الطوب

- طرائق توصيل المداخن

- صيانة المداخن

التمارين العملية:

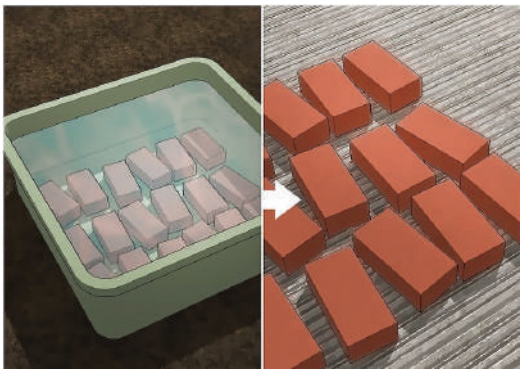
تمرين رقم (1) بناء مدخنة من الطوب الحراري

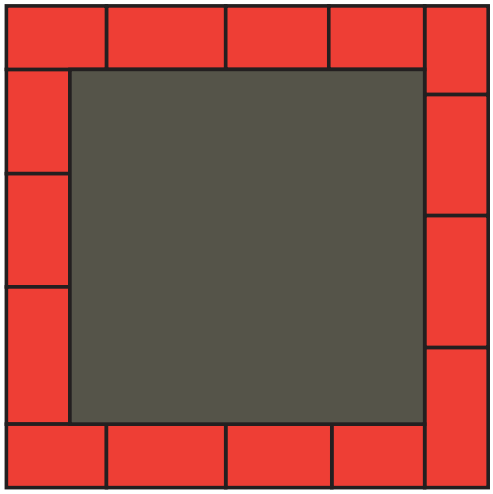
يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تبني مداخن من الطوب الحراري.
- تبني مداخن من الطوب الإسمنتي.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- مجرفة	1- طوب حراري مصمت
2- كريك	2- ترابة حرارية
3- مسطرين رفيع	3- رمل ناعم
4- ميزان ماء	4- إسمنت أسود
5- متر للقياس	5- قفازات
6- قلم للعلام	6- قضبان من الحديد 6 مم
7- مطرقة	7- أسلاك تربيط
8- أزميل رفيع، وآخر عريض	
9- قطاعة أسلاك	

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1- بعد ارتداء ملابس العمل جهِّز المواد والعُدَد اللازمة لتنفيذ التمرين. حدد موقع العمل، وجهز الطوب الحراري للعمل، انظر الشكل (1).	 الشكل (1).
2 - حضِّر الخلطة الإسمنتية، انظر الشكل (2).	 الشكل (2).
3 - أعِدَّ قاعدة إسمنتية للمدخنة بحسب أبعاد المدخنة، وتركها حتى تجف تمامًا. كما في الشكل (3).	 الشكل (3).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
4 - ابدأ في بناء المدماك الأول من المدخنة حسب الأبعاد ولتكن (70×70) cm. كما يبين الشكل (4).	 الشكل (4).
5 - أكمل بناء المدماك الثاني والثالث للمدخنة مع مراعاة التشريك في أثناء البناء، كما يبين الشكل (5).	 الشكل (5).
6 - استخدم ميزان الماء لفحص تعامد المدخنة عند الارتفاع في المدخنة.	

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
7 ـ تأكد من نعومة السطح الداخلي للمدخنة، كما في الشكل (6).	 الشكل (6)
8 ـ استمر في عملية البناء حتى الارتفاع المطلوب، انظر الشكل (7) ، والشكل (8). ثم ضع مظلة واقية في أعلى المدخنة عند الانتهاء من بنائها، كما في الشكل (9).	 الشكل (7). الشكل (8). الشكل (9).
ـ نظِّف موقع العمل، ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عما نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- ما المعايير والمواصفات الفنية التي يجب اتباعها عند بناء المدخنة؟

2- لماذا يجب بناء المدخنة قريبًا من المرجل؟

3- ما الميزة التي تميز الطوب الحراري عن غيره من أنواع الطوب؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أحدد المواد والأدوات اللازمة لبناء مدخنة من الطوب.			
2	أبني مدخنة من الطوب الحراري أو الإسمنتي.			
3	أطبّق وأراعي تعليمات الصحة والسلامة المهنية.			

التمارين العملية:

تمرين رقم (2) وصل مدخنة أفقية من الصاج بمدخنة رأسية

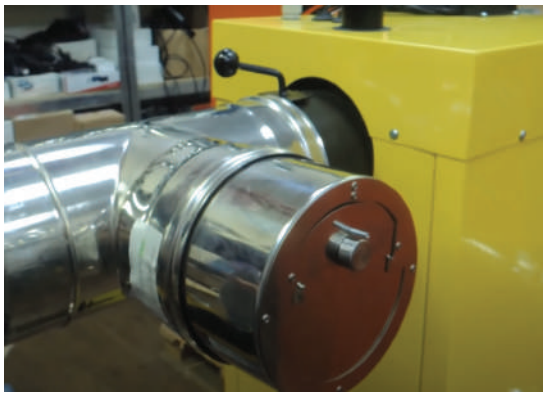
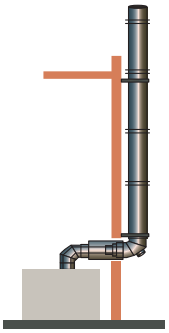
يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تصل المداخن مع بعضها.
- تتعرف قطع وصل المداخن.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- ميزان ماء 2+ مطرقة معدنية 3- مقدح كهربائي 4- مقاطع مدخنة بالمتر 5- قطع وصل للمدخنة	1- أسافين 2- براغي 3- عزل حراري 4- مرابط للتثبيت 5- قفازات

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ جهز المواد والعُدَد اللازمة لتنفيذ التمرين، انظر الشكل (1).	 الشكل (1).
2 ـ بعد تجميعك للقطع الخاصة بالمدخنة، ووصلها بغرفة الاحتراق، قم بتثبيتها في حال تطلَّب الأمر ذلك بوساطة مرابط في السقف، أو مرابط جانبية، كما هو مبين بالشكل (2).	 الشكل (2).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
3 - ركِّب منظِّم السحب في الفتحة المخصصة له في المدخنة، انظر الشكل (3).	 الشكل (3).
4 - صل الجزء الرئيس من المدخنة الأفقية بالجزء الرأسي منها، كما في شكل (4).	 الشكل (4).
5 - استخدم الفيبر جلاس في عزل جزء المدخنة المصنوع من الصاج، واترك منطقة منظِّم السحب من غير عزل. كما في الشكل (5).	 الشكل (5).
- نظف موقع العمل، ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. - اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- هل من الضروري تثبيت المدخنة بمرابط في السقف؟

2- لماذا تُعزل المدخنة الداخلية؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أحدد التوابع والقطع الخاصة بالمدخنة			
2	أثبِّت مدخنة أفقية			
3	أركِّب منظِّم سحب الغازات			
4	أصل المدخنة الأفقية بالمدخنة الرأسية			
5	أعزل المدخنة الأفقية بالصوف الصخري			
6	أطبِّق وأراعي تعليمات الصحة والسلامة المهنية			

التمارين العملية:

تمرين رقم (3) إجراء الصيانة للمداخن

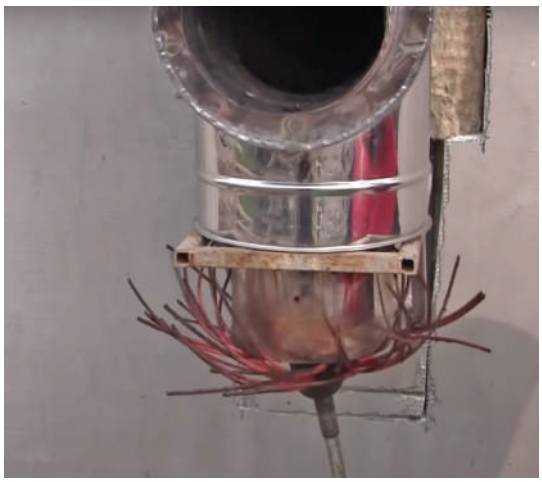
يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

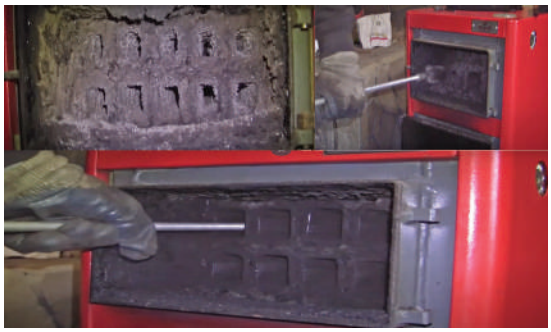
- تتعرف أعمال الصيانة السنوية اللازمة للمداخن.
- تؤدي الصيانة اللازمة

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- فراشي تنظيف خاصة للمداخن 2- مكنسة كهربائية 3- حبل من النايلون الثقيل أو الليف 4- مسطرين 5- مجرود 6- ثقل معدني	1- كمامات ورقية 2- أكياس خيش للتنظيف 3- أكياس قمامة 4- قفازات

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ بعد ارتداء ملابس العمل أحضر العُدَد والأدوات اللازمة لتنفيذ التمرين، انظر الشكل (1).	الشكل (1).
2 ـ أوقف الجهاز عن العمل؛ لإجراء الصيانة.	
3- افتح أبواب التنظيف الخاصة بالمدخنة، انظر الشكل (2).	الشكل (2).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
4 ـ استعمل فراشي التنظيف الخاصة في تنظيف المدخنة الداخلية. كما في الشكل (3).	الشكل (3).
5 ـ افتح باب المدخنة الرأسية ونظفه جيدًا من مخلفات الاحتراق، انظر الشكل (4).	 الشكل (4).
6 ـ نظِّف المدخنة الراسية، كما في الشكل (5).	الشكل (5).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
7 - نظِّف حوض تجميع مخلفات الاحتراق داخل المرجل، انظر الشكل (6).	 الشكل (6).
8 - اجمع المخلفات الناتجة وتخلص منها بطريقة آمنه.	
- نظِّف موقع العمل، ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. - اكتب تقريرًا مفصلًا عما نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- لماذا تُجرى الصيانة للمدخنة ويجري تنظيفها؟

2- هل تؤثر مخلفات الاحتراق في أداء المدخنة؟

3- ما إجراءات الصحة والسلامة المهنية التي اتبعتها في أثناء تنفيذ التمرين؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أحدد الأدوات اللازمة لتنظيف المداخن.			
2	أُجري عملية التنظيف والصيانة للمدخنة الأفقية.			
3	أُجري عملية التنظيف والصيانة للمدخنة الرأسية.			
4	أنظِّف غرفة الاحتراق من المخلفات.			
5	أطبِّق تعليمات الصحة والسلامة المهنية.			

منهاجي
متعة التعليم الهادف

1- عرِّف ما يأتي:

أ - منظِّم سحب الغازات.

ب - السحب الآلي.

جـ - السناج الحمضي.

2- ينقسم السحب الآلي إلى نوعين، اذكرهما.

3- تُصنع مداخن الصاج من الصاج المجلفن أو الأسود. علل ذلك.

4- اذكر الأمور التي يجب مراعاتها عند بناء مداخن الطوب.

5- ضع إشارة (√) أمام العبارة الصحيحة و إشارة (×) أمام العبارة غير الصحيحة في ما يأتي:

(1) يتراوح سُمك مداخن الصاج بين mm(2-5).

(2) تُعزل مداخن الطوب الحراري بالصوف الصخري.

(3) ليس من الضروري وجود منظِّم السحب على المدخنة.

(4) إهمال الصيانة الدورية للمدخنة يؤثر في أداء المرجل.

الوحدة التاسعة

نظام التدفئة بالهواء الساخن

- ما مكوِّنات نظام التدفئة بالهواء الساخن؟
- ما العمليات التي يتعرض لها الهواء؟

9

إنَّ نظرية التدفئة بالهواء الساخن تعني تسخين الهواء ثم توزيعه إلى الأماكن المراد تدفئتها، وفي الماضي كان توزيع الهواء يتم بشكل طبيعي؛ إذ يصعد الهواء الساخن للأعلى في مجاري التوزيع ويحل مكانه الهواء البارد، وذلك نتيجة الفرق في الوزن، وقد تطورت هذه الفكرة بظهور المراوح، وأصبح توزيع الهواء يجري بشكل قسري.

إذ يُسخن الهواء بتمريره خلال ملفات مصنوعة من النحاس ذات أجنحة وزعانف مصنوعة من النحاس أو الألمنيوم، وتُغذى هذه الملفات بالمياه الساخنة أو البخار؛ حيث تنتقل الحرارة عبر سطوح التسخين (المبادل الحراري) التي تمر حولها غازات الاحتراق، أو مباشرة بوساطة ملفات كهربائية.

انظر وتساءل

النتاجات العامة للوحدة

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادرًا على أن:

- تتعرف مبدأ عمل نظام التدفئة بالهواء الساخن.
- تحدد مكونات نظام التدفئة بالهواء الساخن (المحطة المركزية لدفع الهواء).
- تتعرف أجهزة تسخين وتوليد الحرارة ونقلها إلى الهواء.
- تصنف أفران الهواء الساخن.
- تتعرف الأجزاء الرئيسة لفرن الهواء الساخن.
- تتعرف وحدة دفع الهواء (المراوح)، وأنواعها، ومبدأ عملها، وأماكن تركيبها.
- تتعرف أنواع المرطبات المستخدمة في أنظمة الهواء، ومبدأ عملها، وأماكن تركيبها.
- تتعرف المنقيات (المصفيات) المستخدمة في أنظمة الهواء وأنواعها، وأماكن تركيبها.
- تتعرف أقسام مجاري توزيع الهواء.
- تتعرف تصنيف مجاري الهواء.
- تتعرف المواد التي تُصنع منها مجاري الهواء.

استكشف

اقرأ وتعلّم

الإثراء والتوسع

القياس والتقويم

الخريطة المفاهيمية

- تتعرف أشكال مجاري الهواء.
- تتعرف أنظمة توزيع مجاري الهواء.
- تتعرف أنواع مخارج مجاري الهواء وتطبيقاتها.
- تتعرف أهم المعايير الواجب مراعاتها عند تنفيذ مجاري الهواء.

النتاجات العملية

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن :

- تنفِّذ الصيانة اللازمة لفرن الهواء الساخن.
- تصنع الوصلات الخاصة بمجاري الهواء.
- تصنع بعض مقاطع مجاري الهواء.
- تطبق شروط السلامة المهنية وقوانينها.
- تطبِّق الإجراءات والممارسات المرتبطة بحماية البيئة.
- تعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق .

أولًا: نظام التدفئة بالهواء الساخن

النتاجات الخاصة بالدرس

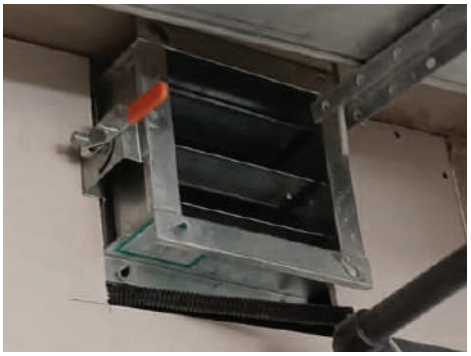
يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن : :

- تتعرف مبدأ عمل نظام التدفئة بالهواء الساخن.
- تحدد مكونات نظام التدفئة بالهواء الساخن (المحطة المركزية لدفع الهواء).
- تتعرف أجهزة تسخين وتوليد الحرارة ونقلها إلى الهواء.
- تصنِّف أفران الهواء الساخن.
- تتعرف الأجزاء الرئيسة لفرن الهواء الساخن.
- تتعرف وحدة دفع الهواء (المراوح)، وأنواعها، ومبدأ عملها، وأماكن تركيبها.
- تتعرف أنواع المرطبات المستخدمة في أنظمة الهواء، ومبدأ عملها، وأماكن تركيبها.
- تتعرف المنقيات المستخدمة في أنظمة الهواء، وأنواعها، وأماكن تركيبها.

انظر وتساءل

- يبين الشكل الآتي جزءًا من الأجزاء المستخدمة في نظام التدفئة بالهواء الساخن، سمِّ هذا الجزء وتعرَّف وظيفته.

استكشف



- يُستخدم الشكل الآتي ضمن شبكة مجاري الهواء الساخن؛ فما الهدف من استخدامه؟ وأين يُركب؟

اقرأ وتعلّم

يُستخدم هذا النظام الهواء بصفته وسيط تسخين (ناقلًا للحرارة) إلى الأماكن المراد تدفئتها؛ حيث يتم تسخين الهواء في وحدة مركزية أو مستقلة، ثم نقله إلى الأماكن المراد تدفئتها بوساطة مجاري الهواء. ويُراعى أن تتناسب كمية الهواء ودرجة حرارته مع حجم الغرف ودرجة الحرارة الخارجية؛ إذ يجري على الهواء عدة عمليات من تنقية من الشوائب والغبار، وكذلك عملية الترطيب للحصول على النسبة المناسبة لراحة الإنسان، وتتراوح نسبة الهواء النقي بين (100% –20%) ومعدل رطوبة نسبية (60% - 40%) .

ويعد هذا النظام مكلفًا اقتصاديًّا للمباني السكنية العادية؛ لذلك ينحصر استخدامه في مجالات محددة منها: صالات الاجتماعات والقاعات الواسعة، والمباني التجارية الكبيرة كالمولات.

مكوّنات نظام التدفئة بالهواء الساخن الرئيسة (المحطة المركزية لدفع الهواء)

يعد هذا النظام من الأنظمة التي تُختار مكوناتها؛ بحيث تكون مجمعة في غرفة مركزية، ويُسمى نظام التدفئة المركزية.

تُبنى هذه المحطات من عدة أجزاء، وذلك لمعاملة الهواء حراريًّا؛ بحيث ترفع درجة حرارته إلى حوالي (50 -60)°c، ومن ثَم تقل رطوبته النسبية، ثم يدفع هذا الهواء إلى المكان المراد تدفئته خلال مجاري الهواء.

تتكون المحطات المركزية من الأجزاء الرئيسة الآتية :

1- أجهزة تسخين الهواء وتوليد الحرارة ونقلها إلى الهواء

هنالك عدة طرائق يتم بوساطتها تسخين الهواء، ودفعه من خلال مجاري الهواء إلى الحيز المراد تدفئته، منها :

أ ـ المبادلات الحرارية

تتكون المبادلات الحرارية من ملفات؛ حيث تصنع أنابيب الملفات من الحديد وتلبس بطريقة الحشر بالزعانف المصنوعة من الحديد، وكذلك تُصنع من النحاس وتُركب عليها زعانف مصنوعة من الألمنيوم.

يمكن تكبير سطح مرور الهواء (توسيعه) في حالة دفع كميات كبيرة من الهواء؛ بتركيب أكثر من ملف بجانب بعضها، ويُراعى عند تركيب ملفات التسخين في محطات التدفئة أن تُعمل فتحات التنفيس اللازمة لإخراج الهواء من الملفات، ويمكن تركيب ملفات للمياه الباردة جنبا إلى جنب مع ملفات التسخين لتعمل صيفًا على تبريد الهواء؛ في حال تم تركيب مبرد مائي.

ب- المضخات الحرارية

تعمل أجهزة التكييف على تبريد الهواء، وعند عكس اتجاه مرور وسيط التبريد داخل دارة المكيف تُستخدم للتدفئة، وقد تكون وحدة جدارية أو وحدة معلقة في السقف .

جـ أفران الهواء الساخن

يتم تسخين الهواء في هذا النظام بتلامسه مباشرة مع سطوح التسخين، عن طريق الحارقة التي تعمل بالوقود كما هو الحال في المراجل العادية ، يُسحب الهواء من فتحات معينة في غلاف الفرن الخارجي بوساطة مروحة خاصة، وكذلك يمكن تمرير الهواء الراجع عبر وصلة المدخنة الصاج، فيُسخن ثم يُنقّى بوساطة منقي هواء يركب لهذه الغاية ، تدفع المروحة الهواء على سطوح التسخين حيث يُسخن ثم يُدفع في مجاري الهواء، وقد يُمرر عبر مرطب يوضَع بداية هذه المجاري؛ إن لزم ذلك.

علما بأنَّه تُرفع درجة حرارة الهواء في هذه الأفران حوالي c°(40 - 30) وتُصمم مجاري الهواء؛ بحيث يُوزع الهواء الساخن حسب الأحمال الحرارية للأماكن المدفأة .

يُركب منظِّم حراري عند مخرج الهواء من الفرن ويُضبط عند c°(60- 50) الذي يشغل مروحة الهواء الساخن ويوقفها حسب ارتفاع درجة حرارة الهواء الخارج من الفرن أو انخفاضها عن الدرجة المعايرة ، أمّا الحارقة فيتم التحكم بتشغيلها آليًّا بواسطة منظِّم درجة حرارة الغرفة.

تُصنف أفران الهواء حسب الآتي:

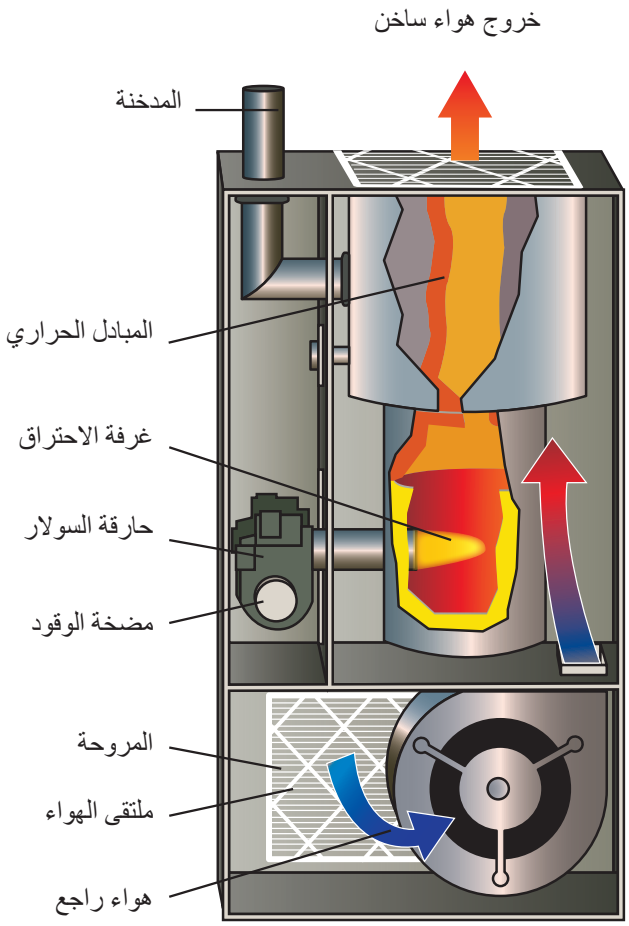
1. حسب طبيعة حركة الهواء، إلى:

أ - أفران هواء ذات حركة هواء طبيعية؛ بفعل اختلاف كثافة الهواء.

ب - أفران هواء ذات حركة هواء اصطناعية؛ بفعل المراوح أو النفاخات.

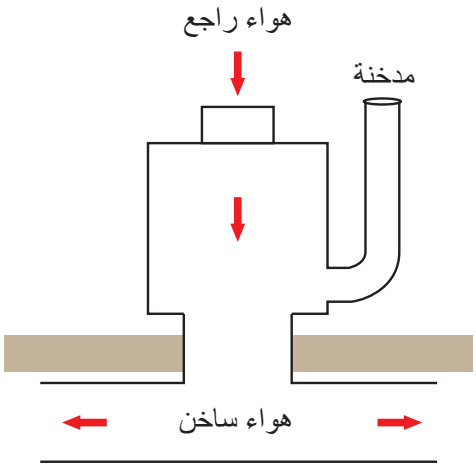
2. حسب اتجاه حركة الهواء تنقسم إلى ثلاثة أقسام، هي:

أ- فرن هواء ذو دفع من أسفل إلى أعلى: (Up Flow Furnaces) حيث تكون المروحة في أسفل الفرن، ويكون المبادل فوقها وفتحة خروج الهواء الساخن من الأعلى، وهي أكثر أنواع الأفران انتشارًا، انظر الشكل (1).



الشكل (1) فرن هواء يتم فيه دفع الهواء من أسفل إلى أعلى.

ب - فرن هواء ذو دفع من أعلى إلى أسفل (Down Flow Furnaces) حيث تكون مروحة الهواء في أعلى الفرن، ويتم دفع الهواء للأسفل عبر أنابيب المبادل الحراري، وتكون فتحة خروج الهواء الساخن من الأسفل، انظر الشكل (2).



الشكل (2) فرن هواء ذو دفع للهواء من أعلى إلى أسفل.

جـ - فرن هواء ذو دفع أفقي (Horizontal Flow Furnaces) حيث يوضع الفرن في الطابق المراد تدفئته وتعمل المروحة على دفع الهواء عبر المبادل الحراري أفقيًّا، انظر الشكل (3).

الشكل (3) : فرن هواء ذو دفع افقي يعمل بالغاز.

3. حسب نوع الوقود، إلى:

أ - فرن الهواء الذي يعمل على الوقود السائل من أحد مشتقات البترول (السولار)، وذلك عن طريق استخدام حارقة الوقود السائل.

ب - فرن يعمل على الوقود الغازي، ويعمل على الغاز الطبيعي، ويحتاج هذا المرجل إلى منظِّمات تتحكم في كمية وضغط الغاز.

جـ - فرن الهواء يعمل على المقاومة الكهربائية المتصلة مع لوحة تحكم ومقاومة كهربائية؛ لتسخين الهواء وتختلف سعة هذه المقاومة؛ حسب قدرات التسخين المطلوبة.

الأجزاء الرئيسة لفرن الهواء الساخن

1- الحارقة.

2- غرفة الاحتراق.

3- المبادل الحراري.

4- أجهزة التحكم بعمل فرن الهواء الساخن.

5- المراوح.

5- منقي الهواء (المصفّي).

7- المدخنة.

2- وحدة دفع الهواء (المراوح) (Fans)

تعمل المروحة على سحب الهواء خلال ملفات التدفئة ومجاري الهواء، ويمكن استخدام المراوح لدفع كميات كبيرة من الهواء عند سرعات وضغوط منخفضة أو متوسطة، بينما تُستعمل المراوح الطاردة المركزية لدفع الهواء بسرعات عالية وضغوط منخفضة أو متوسطة أو عالية .

هنالك نوعان رئيسان من المراوح حسب تصميمها، هما:

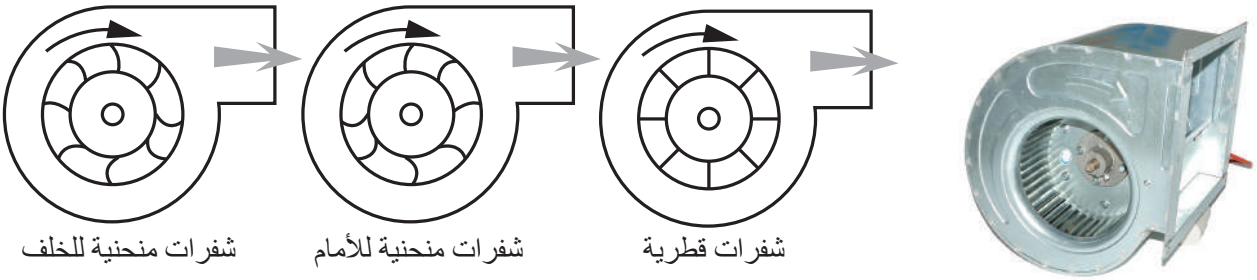
1. المراوح المحورية ذات ريش التوجيه (Axial Flow Fans)

تتكون المراوح المحورية من غلاف المروحة وريَش الدفع المصنوعة على شكل ألواح انسيابية تُدار بوساطة محرك كهربائي داخلي. تُزود بِريَش توجيه الهواء التي تُركب في الغلاف بعد ريَش الدفع مباشرة. وتعمل على تحريك كميات كبيرة من الهواء باتجاه محور المروحة، مقابل انخفاض كبير في الضغط الساكن للهواء المتدفق مع انخفاض في القدرة اللازمة، وتزداد القدرة بشكل حاد مع ازدياد الضغط الساكن للهواء؛ لذلك لا يُستخدم هذا النوع من المراوح في حالات الضغط الساكن المنخفض، بالإضافة إلى أنَّها تُحدث ضجيجًا في النظام، انظر الشكل (4).

الشكل (4) مروحة محورية ذات ريش توجيه.

2. المراوح الطاردة المركزية (Centrifugal Flow Fan)

تكون ريش الدفع في هذه المراوح ذات انحناء أمامي أي في اتجاه الدوران، أو محوري (قطري) ، أو خلفي أي (ضد اتجاه الدوران)، انظر الشكل (5).



الشكل (5): مروحة فرن هواء طاردة عن المركز، وبعض من اشكال شفرات المراوح الطاردة عن المركز.

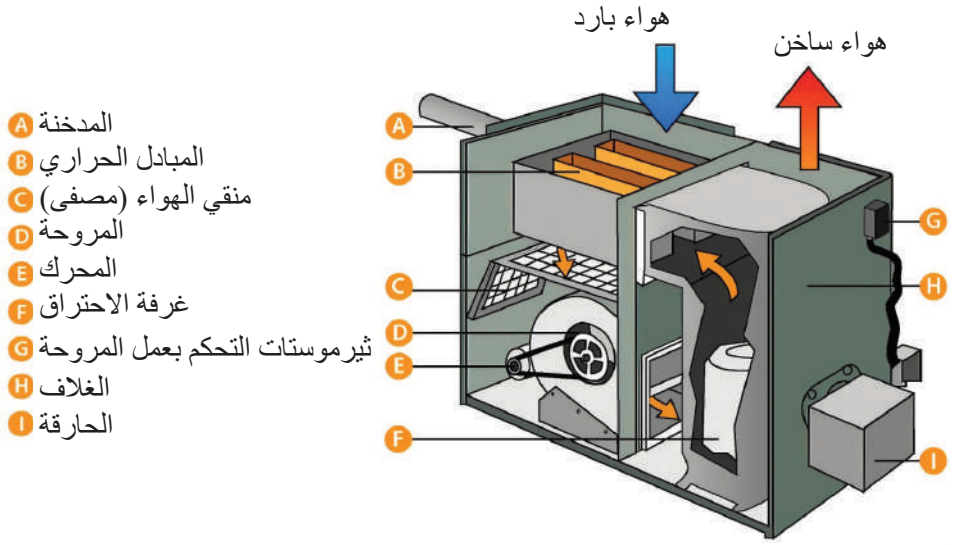
في حالة مراوح الريَش ذات الانحناء الأمامي والمحوري ينتقل مقدار كبير من الطاقة إلى الهواء على شكل طاقة حركية، يتحول معظمها إلى ضغط داخل غلاف المروحة، وتعد كفاءة هذه المراوح في هذه الحالة متدنية؛ بسبب حدوث فواقد في أثناء تحول هذه الطاقة .

أمّا في حالة مراوح الريش ذات الانحناء الخلفي فإنَّ قسمًا كبيرًا من الطاقة المنتقلة إلى الهواء تتحول إلى طاقة ضغط ساكنة؛ ما يؤدّي إلى الحصول على ضغط عال، وضوضاء أقل، وكفاءة عالية .

تُركب المراوح في مواضع مختلفة من نظام التدفئة بالهواء الساخن، وفي ما يأتي تقسيم ذلك بالتفصيل:

أ ـ فرن الهواء الساخن

يتم تركيبها على مدخل الفرن لتعمل على سحب الهواء ودفعه باتجاه السطح الخارجي للمبادل الحراري ومنه إلى مجاري الهواء . انظر الشكل (6)



الشكل (6): أجزاء فرن الهواء.

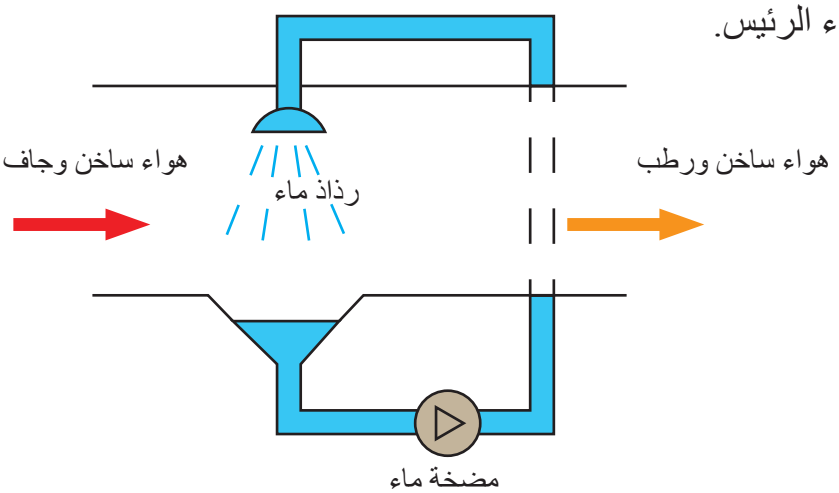
ب - مجرى الهواء

تركب المراوح في هذا النظام داخل مجرى الهواء المزود، وداخل مجرى الهواء الراجع؛ لإخراج الهواء كما في الشكل (7).

الشكل (7): مروحة تركب في مجرى الهواء لإخراج الهواء.

3- المرطبات (Humidifiers)

يعمل مرطب الهواء على إضافة كمية من الماء إلى الهواء؛ لرفع رطوبة الهواء النسبية؛ ذلك أنَّه من المعلوم أنَّ الرطوبة النسبية تقل بارتفاع درجة حرارة الهواء، لذلك يلزم تركيب مرطب في الحالات التي تستدعي الحصول على درجة حرارة ورطوبة نسبية معينتين؛ يشعر الناس بالراحة في أجواء درجة حرارتها (21-25)°c ورطوبتها النسبية (40% -60%). والشكل (8) يبين أحد أنظمة الترطيب، وهو كثير الاستخدام في أجهزة تكييف الهواء؛ إذ يُرش رذاذ من الماء على نحو مستمر في تيار الهواء المار في الجهاز، وبما أن هذه العملية تساعد على تنقية الهواء فقد أطلق على هذا الجهاز اسم:(غاسل الهواء) الذي يتكون من صفين من مرشات المياه التي قد تخرج باتجاه جريان الهواء أو عكسه، وتُغذى المرشات جميعًا بالماء الضغوط عن طريق مضخة تسحب الماء من حوض الجهاز، ثم ترسله باتجاه الهواء، تعمل المضخة على سحب الماء من حوض داخل المرطب وضخه على لوح من المعدن ، ثم تدفع المروحة الهواء من خلال اللوح المبلل ومنه إلى مجرى الهواء الرئيس.



الشكل (8) : أحد أنظمة الترطيب المائي.

4- صندوق مزج الهواء (Air Mixing Box)

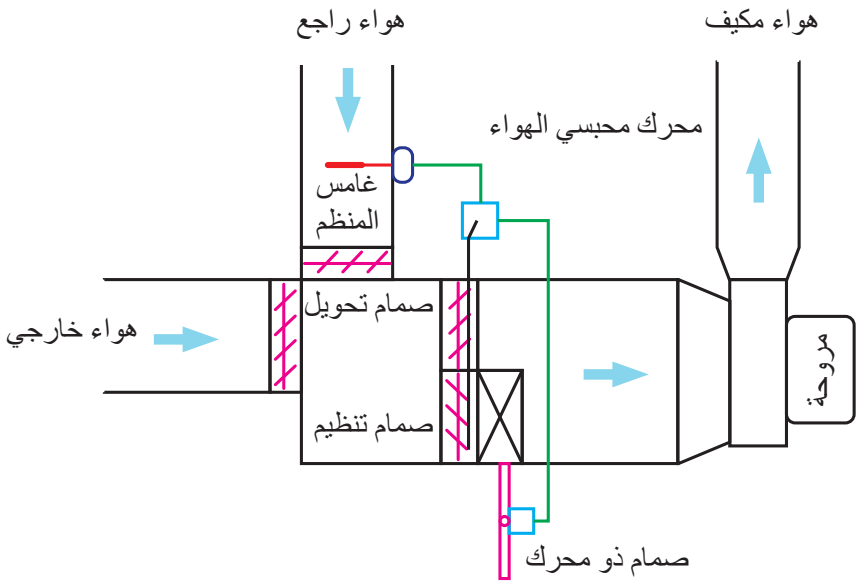
في الأغلب تقتضي الاعتبارات الاقتصادية في محطات التدفئة بالهواء الساخن إعادة سحب الهواء من القاعات المدفأة وتنقيته، ثم مزجه بكمية من الهواء الخارجي النقي، ويُعاد تسخين المزيج ويُدفع ثانية إلى القاعات والغرف المطلوب تدفئتها.

تختلف نسبة الهواء الخارجي النقي الممزوج باختلاف الأحوال الجوية؛ إذ ترتفع بارتفاع درجة حرارة الجو وتنخفض بانخفاضها، وتبلغ النسبة المعتادة (10%) من كمية الهواء الممزوج، مع العلم بأنه يجري التحكم في نسب الهواء الراجع والهواء الخارجي النقي بوساطة صمامات هواء يدوية أو آلية. يُصنع صندوق مزج الهواء من الصاج المطليّ المقوّى بهيكل من زوايا الحديد ويعزل من الداخل.

5- أجهزة التحكم والصمامات (Control System And Valves)

توجد طرائق مختلفة للتحكم بمحطة التدفئة بالهواء الساخن؛ بقصد الحصول على درجتَي الحرارة والرطوبة النسبية المطلوبتين في الأماكن المدفأة.

يبين الشكل (9) أحد الأنظمة المتبعة للتحكم بمحطة التدفئة، وفيه تتم معايرة المنظِّم الحراري ذو الغامس الموضوع في مجرى الهواء الراجع مثلًا عند درجة حرارة معينة، وفي حال ارتفاع هذه الدرجة فإنَّ المنظِّم الحراري يعطي أوامره إلى محرك صمامَي الهواء للتنظيم والتحويل بالحركة؛ فينفتح صمام التحويل بالتدريج، وينغلق صمام التنظيم الخاص بملف التسخين بالتدريج. فإذا استمرت درجة حرارة الهواء في الارتفاع بالرغم من فتح صمام التحويل على مصراعيه- فإن الأمر يتجه إلى صمام ملف التسخين لتعديل فتحته؛ بحيث يقل كمية الماء الساخن الداخلة، والعكس صحيح .



الشكل (9): أحد الأنظمة المتبعة للتحكم بمحطة التدفئة.

6- مجاري توزيع الهواء وفتحات التوزيع (Air Duct And Diffusers)

يُوزع الهواء الساخن إلى القاعات والأماكن المدفأة بوساطة مجارٍ خاصة تُركب عليها فتحات توزيع. وسنستعرض مجاري الهواء وفتحات توزيع الهواء بالتفصيل في الدرس القادم .

7- منقيات الهواء (مصفي الهواء) (Air Filters)

في الهواء شوائب مختلفة مثل: ذرات الكربون الناتجة عن عدم احتراق الوقود بشكل كامل، والبكتيريا وغبار المصانع وغيرها، ويبلغ قطر معظم دقائق الغبار الموجودة في الهواء أقل من (5) ميكرون؛ أي ما يعادل mm (0.001) ، لكن هنالك دقائق يبلغ قطرها اكبر من (800) ميكرون. يتراوح قطر الذرات او الدقائق المضرة بالرئتين منها حوالي (6 - 0.6) ميكرون، في حين يبلغ قطر ذرات الدخان حوالي (0.3) ميكرون .

1- طرائق تنقية الهواء من الشوائب:

أ- المنقّيات (المصفّيات) الجافة

هناك أنواع مختلفة من المنقّيات الجافة تُستعمل في تنقية الهواء؛ وتُصنع مادة المنقّي من بعض الأقمشة المنسوجة بشكل خاص، أو من المركبات السليوزية وتمتاز هذه المنقيات بكفاءتها الجيدة في التنقية، وهي ذات مسامات متناهية في الصغر تمنع مرور المواد العالقة مع الهواء، تختلف دقة هذه المسامات من حيث الصغر والكبر؛ حسب طبيعة الاستخدام، وتكون هذه المنقيات جافة وخالية من أي مادة لزجة .

وفيه تُفصل جزيئات الغبار نتيجة المرور السريع داخل المصفّي مع تغير اتجاه الهواء، وهذا يُضعِف قدرته على حمل جزيئات الأوساخ، ومن ثَم انفصالها عن الهواء وتجمعها داخل المصفي.

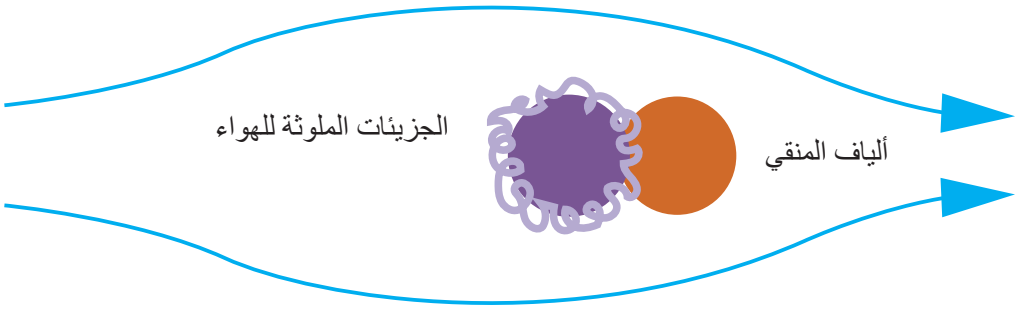
لذا؛ يجب تنظيف المنقي بالمكنسة الكهربائية بشكل دوري كما هو الحال في المنقيات المصنوعة من الأقمشة، أو يتعين تغيير حشوات المنقي؛ إذا كانت مصنوعة من المركبات السليوزية، وتُعامَل حشوات المنقي بشكل يقلل من قابليتها لامتصاص الرطوبة، وإلّا تسببت في إغلاق مسامات مرور الهواء.

ب- المنقيات المبللة (اللزجة)

تعمل هذه المنقيات على تكسير الهواء وتوزيعه إلى عدة فروع عند سرعات عالية، وحول حواجز مبللة بمادة لاصقة (لزجة). وينتج عن ذلك اصطدام الهواء بما فيه من شوائب بتلك الحواجز؛ فتلتصق بها ذرات الغبار والشوائب، وتبدأ بالتجمع عليها بغضِّ النظر عن حجمها. ويمتاز هذا النوع من المنقيات بازدياد كفاءته عن الأنواع الأخرى من المنقّيات .

وتصنع الحواجز المستعملة على شكل خلايا ذات ألواح سميكة من مواد مختلفة غير عضوية كالصوف الزجاجي، والتي تجدد كلما تشبعت بالأوساخ ذات براويز مصنوعة من الكرتون ليسهل حرقها والتخلص منها.

تركب منقيات قابلة للتنظيف في براويز مصنعة من الأسلاك الحديدية وألواح النحاس المنسوجة أو الشبك المعدني ومركبة في مجاري الهواء ، حيث تغسل حشوات هذه المنقيات عند اتساخها في محلول المياه الساخنة والصودا ثم تجفف ، وبعد ذلك تغمس في سائل لزج، ثم يترك فترة من الزمن ليتخلص من المادة اللزجة الزائدة عن الحاجة ويعاد استخدامه مرة أخرى. انظر الشكل (10).



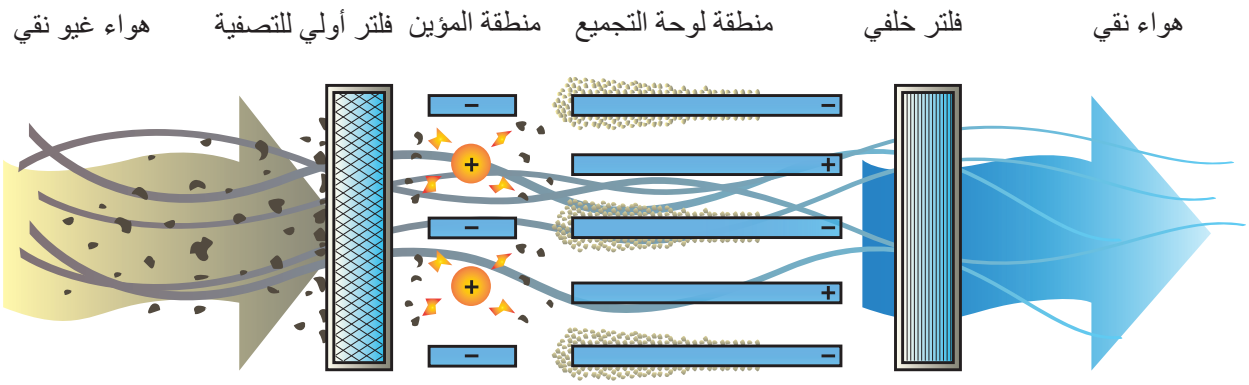
الشكل (10): المنقي المبلل (اللزج).

جـ- المنقيات ذات الكهرباء الساكنة (الإلكتروستاتيكية) (Electrostatic Filter)

تعمل هذه المنقيات على تمرير الهواء عبر جهاز التأيين الذي يتكون من مجموعة أنابيب الكترونية مغذاه بتيار مستمر جهده v (13000) ، يتم الحصول عليه بوساطة وحدة تحويل التيار المتغير من v (220). وتبلغ الطاقة المستهلكة لهذا الغرض حوالي: وات لكل متر مكعب من الهواء المارّ.

يعمل جهاز التأيين على شحن ذرات الغبار العالقة بالهواء غير النقي بشحنة موجبة، ثم يمر الهواء عبر خلايا تجميع الغبار التي تتكون من ألواح الألمنيوم المتوازية، والمغذية بتيار مستمر جهده v (6000) وتكون شحنتها سالبة ومتصلة مع الأرضي تتولد قوى تجاذب كهربائية بينها؛ فيؤدي ذلك إلى التصاق ذرات الغبار بها فيخرج الهواء من المنقي خاليًا من الشوائب والغبار، ويوجد أسفل هذه الألواح حوض لتجميع الأوساخ بحيث تتساقط وتتجمع الأوساخ فيه، وتمتاز هذه المنقيات بأنَّ فترة صيانتها قصيرة جدًّا بخلاف المنقيات الأخرى .

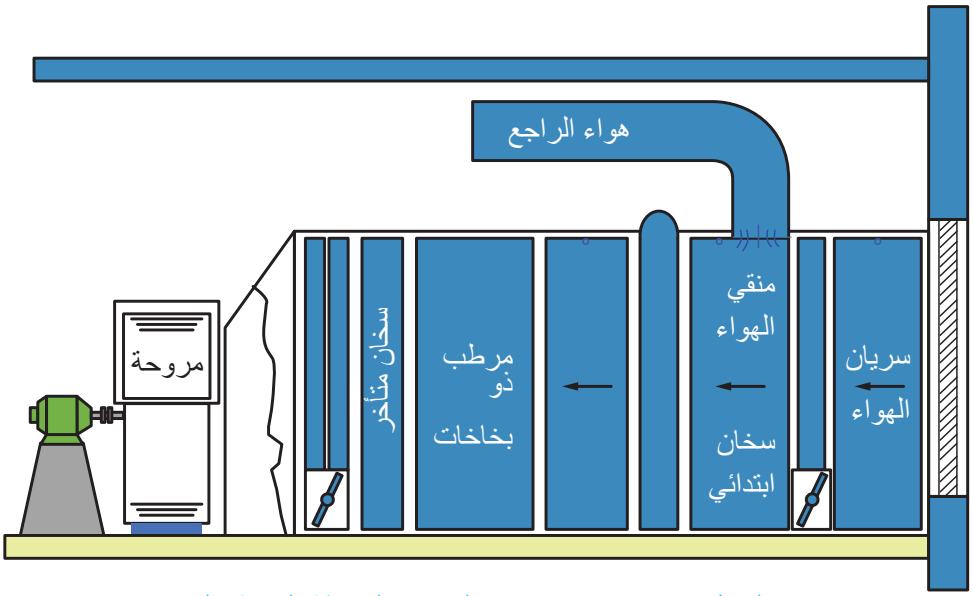
تتراوح كفاءتها ما بين (95% - 80%) عندما تكون سرعة جريان الهواء فيها بين (0.1-1)m/sec ، كذلك يمكن تمرير الهواء عبر هذا المنقي من دون تنقية في حالة انقطاع التيار الكهربائي عنها. ويوضح الشكل (11) منقّي الهواء الإلكتروستاتيكي.



الشكل (11): منقّي الهواء الإلكتروستاتيكي.

2- موضع تركيب المنقيات (مصفي الهواء)

يبين الشكل (12) طريقة مفصلة لترتيب الأجزاء المختلفة لمحطة التدفئة بالهواء الساخن.



الشكل (12): موقع تركيب المنقيات لمحطة التدفئة بالهواء.

تمتاز هذه الطريقة بوجود سخان ابتدائي وسخان متأخر، أيضًا بوجود مرطب هواء ذي بخاخات يمكن استخدامه مرطبًا، فضلًا عن التحكم بالرطوبة بصفته مبردًا صيفًا؛ وذلك بضغط مياه مبردة. يبين الشكل نفسه موضع المنقي بالنسبة للأجزاء الأخرى للمحطة .

حيث إنَّ ملف التسخين الابتدائي يتقدم المنقي؛ فإنَّه يلزم التحكم بدرجة حرارة الهواء الخارج من السخان الابتدائي؛ ذلك أنَّ الحرارة الزائدة تؤدي إلى تبخر الزيت اللزج الذي يبلل المنقي، وكذلك إلى زيادة الترطيب عن النسبة اللازمة.

يعمل السخان المتأخر على زيادة تسخين الهواء المرطب والمسخن؛ بحيث يعطي درجتَي الحرارة والرطوبة النسبية المريحتين في المكان المكيف. ومن الجدير بالذكر أنَّ أجهزة التحكم الخاصة بدرجة الحرارة والرطوبة يتم ضبطها؛ وفقًا لخرائط خاصة بالرطوبة .

من الممكن تركيب مرشح الهواء قبل ملف التسخين الابتدائي، وفي هذه الحالة يجب وصل مجرى الهواء الراجع قبل المرشح؛ لمنع دخول الأوساخ والغبار الخشن الذي يؤدي إلى تآكل بخاخات الترطيب وانسدادها.

الوحدات المستقلة للأجنحة المختلفة

يكاد يكون هذا النظام نموذجًا مصغرًا للنظام الذي سبق شرحه، وفيه يتم تركيب وحدة أو وحدات صغيرة لكل جناح حسب الحمل الحراري المطلوب، وتكون هذه الوحدات معلقة في السقف أو مثبتة على الأرض، وفي هذه الحالة يُوزع الهواء الساخن بوساطة مجارٍ أو بشكل حر، حيث يُوجَّه الهواء بوساطة ريش فتحات التوزيع الرئيسة للوحدات الصغيرة المركبة في الأماكن المدفأة. وتعد المشعات ذات المراوح إحدى التطبيقات الدارجة لهذا النظام.

وتحتوي الواحدة من هذا النوع على مروحة ذات ضغط وكمية دفع هواء مناسبيْن، فضلًا عن ملف التسخين، وملف ترطيب إن لزم، ومُنقّي هواء، وفتحة لدخول نسبة من الهواء النقي.

وهنا يتم التحكم بكمية الحرارة اللازمة بوساطة منظِّم حراري لكل وحدة. وتمتاز هذه الطريقة بإمكانية توزيع الهواء على الأجنحة المختلفة؛ حسب الأحمال الحرارية المطلوبة، إلّا أن المحطة المركزية تمتاز بقابليتها الكبيرة لتركيب أجهزة التحكم والتنظيم التي تضمن توفير الهواء بالشكل المطلوب؛ من حيث: درجة الحرارة، والرطوبة النسبية، ومستوى الضجيج .

تُزوَّد هذه الوحدات بالحرارة اللازمة من وحدة مركزية مثل: مراجل المياه الساخنة أو البخار أو بالتيار الكهربائي، أيضًا تُصمم شبكة أنابيب خاصة لتوزيع الطاقة الحرارية للوحدات المختلفة بما يتناسب والأحمال الحرارية.

ومن الملاحظ في هذا النظام أنَّ مستوى الضجيج يكون عاليًا في حالة تركيب الوحدات المتوسطة الحجم داخل القاعة المدفأة مباشرة، أمّا الوحدات الصغيرة فلا يصدر منها ضجيج.

نظِّم زيارة مع معلمك إلى أحد المشاريع القريبة من مدرستك، وتعرَّف نظام مجاري الهواء المستخدمة فيها.

التقويم

1- بيِّن مكونات المحطة الرئيسة للهواء.

2- عدِّد الأجزاء الرئيسة المكونة لفرن الهواء الساخن.

3- اشرح طريقة عمل منقّي الهواء ذي الكهرباء الساكنة (الإلكتروستاتيكية) .

4- بيِّن مواضع تركيب منقيات الهواء.

5- اذكر تصنيفات أفران الهواء؛ حسب طريقة اتجاه حركة الهواء.

6- ما المقصود بالمبادل الحراري في فرن الهواء الساخن، وما الدور الذي يؤديه؟

7- وضِّح نوعًا من أنواع المرطبات، وأماكن تركيبه.

8- ضع إشارة (√) أمام العبارات الصحيحة، وإشارة (×) أمام العبارة غير الصحيحة :

(1) في نظام التدفئة بالهواء الساخن يُستخدم الهواء بصفته وسيط تسخين (ناقلًا للحرارة).

(2) من ضمن العمليات التي تجري على الهواء المستخدم في مجاري الهواء: عملية الترطيب للحصول على النسبة اللازمة لراحة الإنسان .

(3) من مكونات نظام التدفئة بالهواء الساخن الرئيسة ملفات التسخين.

(4) هناك طرائق عدة لتسخين الهواء، منها: المسخنات الكهربائية.

(5) من أجزاء فرن الهواء: المبادل الحراري.

(6) تعد المراوح الطاردة المركزية ذات الانحناء الخلفي هي الأكثر انتشارًا؛ وذلك لأن القسم الأكبر من الطاقة المنتقلة للهواء يتحول إلى طاقة ضغط ساكن؛ ما يؤدي للحصول على ضغط عالٍ، وضوضاء أقل، وكفاءة عالية.

(7) تختلف المنقِّيات الإلكتروستاتيكية عن غيرها من المنقيات في أنَّ جميع أجزائها معدنية وكهربائية.

(8) من طرائق تركيب المرطبات: التركيب مباشرة على وحدة دفع الهواء أو فرن الهواء الساخن مباشرة.

نظام التدفئة بالهواء الساخن
مكوّنات نظام التدفئة بالهواء الساخن
أجهزة التسخين
وحدة دفع الهواء المراوح
المرطبات
صندوق مزج الهواء
أجهزة التحكم والصمامات
المبادلات الحرارية
المضخات الحرارية
افران الهواء لساخن
أصناف افران الهواء
1- حسب طبيعة حركة الهواء
2- حسب اتجاه حركة الهواء
أجزاء فرن الهواء:
1- الحارقة
2- المروحة الطاردة عن المركز
3- أجهزة التحكم 4- المبادل الحراري 5- غرفة الاحتراق
6- المدخنة 7- الفلتر
المراوح الطاردة عن المركز
المراوح المحورية
مجاري الهواء وفتحات التوزيع
منقّيات الهواء
المنقّيات الجافة
المنقّيات الرطبة
المبللة
المنقّيات الإلكتروستاتيكية

التمارين العملية:

تمرين رقم (1) فك وصيانة فرن الهواء الساخن

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تفُك أجزاء الفرن وتجري الصيانة اللازمة للفرن.
- تعيد تجميع الأجزاء وتشغِّل وتراقب عمل الفرن.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- فرن الهواء 2- حارقة وقود (سولار) 3- فراشي تنظيف للبويلر 4- طقم مفاتيح شق رنج 5- مفتاح أنابيب " 6 6- مفك مصلب 7- مفك عادي 8- فرشاة سلك	1- اكياس نفايات 2- قفازات

خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- أعِدَّ خطة عمل بسيطة تتضمن تحضير المواد الأولية والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين ومراعاة شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية .

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1- تأكد من فصل التيار الكهربائي عن فرن الهواء ثم أغلق صمام الوقود المزود لفرن الهواء.	

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
2 ـ فُكَّ غلاف الفرن من الواجهة الأمامية العلوية كما في الشكل (1).	 الشكل (1).
3 ـ فُكَّ غطاء المبادل الحراري كما في الأشكال (2) ، (3) ، (4) ، (5).	 الشكل (2). الشكل (3). الشكل (4). الشكل (5).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
4 ـ فُك الحارقة، كما في الشكل (6).	 الشكل (6).
5 ـ فُك غلاف غرفة الاحتراق، كما في الشكل (7).	 الشكل (7).
6 ـ فُك الشبك أسفل الفرن، كما في الأشكال (8) ، (9) ، (10) ، (11) .	 الشكل (8). الشكل (9). الشكل (10). الشكل (11).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
7 ـ نظِّف غرفة الاحتراق والمبادل الحراري.	
8 ـ تفقد المراوح، وكذلك تأكد من صلاحية القشاط بين البكرات والمحرك كما في الشكل (12).	 الشكل (12).
9 ـ أعد تركيب الشبك الخاص بالمروحة.	
10 ـ أعد تجميع الأجزاء التي فككتها، وبالترتيب كما في الشكل (13).	 الشكل (13).
11 ـ تفقد لوحة التحكم والثيرموستات، كما في الشكل (14).	 الشكل (14).
ـ نظِّف موقع العمل، ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- ما الغاية من إجراءات الصيانة التي نفَّذتها؟

2- بيِّن الخطوات التي نفَّذتها لإجراء الصيانة.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أحدد اجزاء الفرن			
2	أفك أجزاء الفرن			
3	أتفقد أجزاء الفرن وأصونها			
4	أعيد تجميع الأجزاء			
5	أطبِّق وأراعي تعليمات الصحة والسلامة المهنية			

ثانيًا: مجاري الهواء

النتاجات الخاصة بالدرس

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- تتعرف أقسام مجاري توزيع الهواء؛ من حيث الوظيفة.
- تتعرف تصنيف مجاري الهواء؛ حسب ضغط الهواء المارّ خلالها.
- تتعرف المواد التي تُصنع منها مجاري الهواء.
- تتعرف أشكال مجاري الهواء.
- تتعرف أنظمة توزيع مجاري الهواء.
- تتعرف أنواع مخارج الهواء.
- تتعرف أهم الأمور الواجب مراعاتها عند تنفيذ مجاري الهواء.

انظر وتساءل

- يبين الشكل جزءًا من نظام التدفئة بالهواء الساخن، هل تستطيع تسمية هذا الجزء؟ وما الغاية من تركيبه؟

استكشف

- حاول أن تستكشف أنت وزملاؤك نوع الوصلات المستخدمة في التجميع، وما الغاية من وضع السيلكون الخاص فوق تلك الوصلات.

اقرأ وتعلّم

تعمل مجاري الهواء على نقل الهواء الساخن من الوحدات المروحية المركزية إلى الأماكن المراد تدفئتها، وتوزيعه داخل هذه الأماكن عن طريق مخارج الهواء.

- **تصنيف مجاري توزيع الهواء**

1- من حيث الوظيفة

أ - مجاري هواء رئيسة (Main Duct)

تعمل على تمرير كمية الهواء الكلية الخارجة من الوحدة المروحية المركزية وتوزيعها على مجاري الهواء الفرعية؛ وتبلغ سرعة الهواء فيها (4-6) m/sec

ب- مجاري هواء فرعية (Branch Duct)

تعمل هذه المجاري على تمرير كميات محدودة من الهواء تتناسب مع الأماكن المراد تزويدها أو سحب الهواء منها، وتكون متصلة مع مجاري الهواء الرئيسة، ومع نواشر الهواء؛ وتبلغ سرعة الهواء فيها (2 -3) m/sec . كما في الشكل (13).

الشكل(13): تفريعات فرعية لشبكة مجاري الهواء.

تتعرض مجاري الهواء إلى خطر التآكل نتيجة مرور الهواء الرطب؛ لذلك نجد معظمها تُصنع من ألواح الصاج (المجلفن) المطلي بالزنك. هذا وتُستعمل ألواح الألمنيوم حينما يكون من المفيد استخدام المجاري الخفيفة التي تقاوم التآكل، بينما تُستعمل ألواح الفولاذ الذي لا يصدأ والنحاس في حالة الحاجة إلى مقاومة قصوى للتآكل.

2- من حيث ضغط الهواء المارّ خلالها، تُقسم إلى:

أ - الضغط المنخفض؛ الذي تبلغ سرعة الهواء فيه حوالي (15) مترًا في الثانية أو أقل، والضغط الساكن حوالي n/m^2(500) أو أقل.

ب- الضغط المتوسط؛ حيث تتجاوز سرعة الهواء فيه (15) مترًا في الثانية، بينما لا يتجاوز الضغط الساكن n/m^2 (1500).

جـ- الضغط العالي؛ حيث تتجاوز السرعة فيه (15) مترًا في الثانية، بينما يتراوح الضغط بين n/m^2 (1500-2500).

تختلف مقادير هذه الضغوط باختلاف مادة الصنع؛ فمثلًا، في حالة مجاري الهواء المصنوعة من الصوف الزجاجي المضغوط تكون الضغوط أقل من n/m^2 (500) ؛ وأيضًا فإنَّ طريقة صنعها تختلف باختلاف الضغط الموجب والسالب، أي حسب استعمال المجاري لدفع الهواء أو سحبه.

- **المواد التي تصنع منها مجاري الهواء :**

تُصنع مجاري الهواء وقطع وصلها من مواد مختلفة، من أهمها :

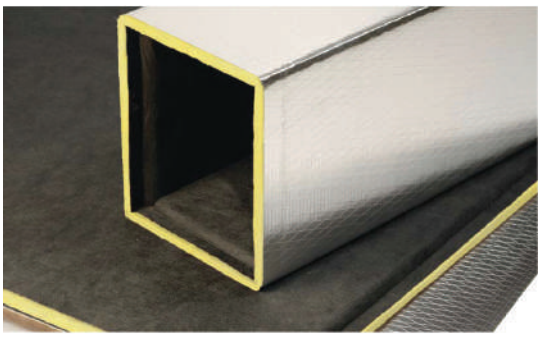
أ- صفائح الصاج المجلفن (Galvanized Steel Sheet)

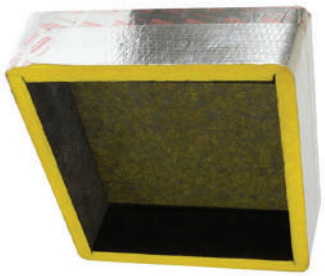
هي الأكثر شيوعًا واستخدامًا في مجال التدفئة وتكييف الهواء والتخلص من الهواء العادم في المباني والمطاعم، وغيرها، كما تُصنع من هذه المواد جميع قطع الوصل المستخدمة في شبكات مجاري الهواء من أكواع وتفريعات وتحويلات ونقاصات وصناديق خلط وغيرها. ويبين الشكل (14) مجرى هواء مصنَّعًا من الصاج المجلفن.

الشكل (14) : طريقة تصنيع مجرى هواء من الصاج المجلفن.

ب- صفائح الألمنيوم المحشوة بالعازل الحراري (Aluminum Sheet)

تصنع من ألواح الألمنيوم من الجهتين وبداخلها مادة الفينول العازل، وتجمع باستخدام مواد لاصقة، وهي تمتاز بأنَّها خفيفة الوزن، وعازلة للصوت، وسهلة التركيب؛ كما في الشكل (15).





الشكل (15) : مجرى هواء مصنع من الألمنيوم من الجهتين وبينهما عازل.

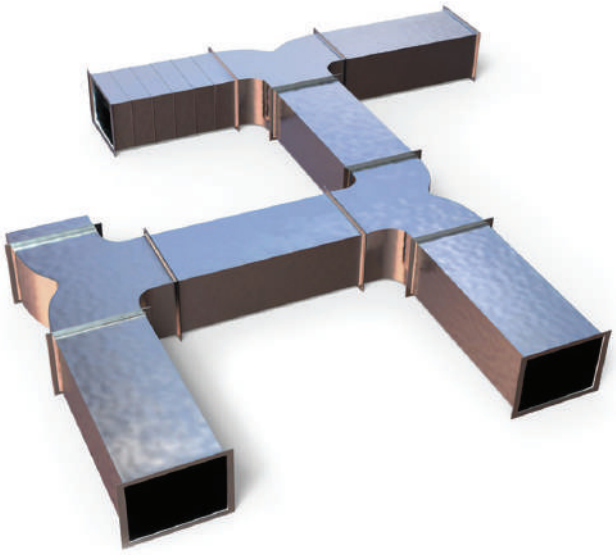
جـ- الصوف الزجاجي (Fiberglass Air Ducts)

يُستخدم الصوف الزجاجي في حالة تركيب مجارٍ كبيرة الحجم؛ نظرا لخفة وزنه.

- **أشكال مجاري الهواء منها :-**

أ- المجاري المضلعة (المستطيلة والمربعة) (Rectangular and Square Air Duct)

المجاري ذات المقطع المستطيل أو المربعة لديها قابلية كبيرة لملاءمة الأماكن المختلفة التي تُركب فيها؛ بسبب إمكانية التحكم بأبعاد القناة حسب أبعاد الحيز الموجود. يبين الشكل (16)، والشكل (17) مجاري الهواء ذات المقطع المستطيل.

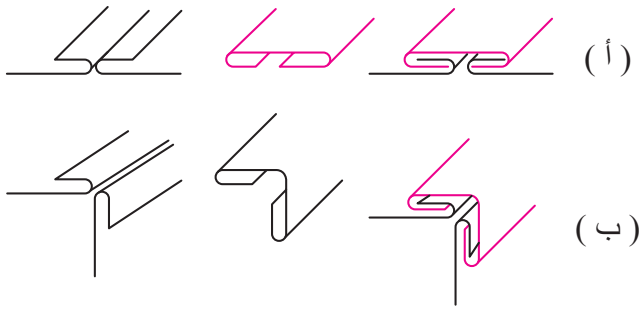


الشكل (16): مجاري الهواء مستطيلة المقطع.

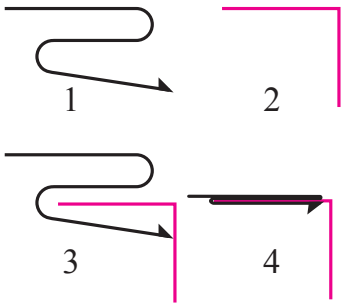
الشكل (17) : مجاري هواء مستطيلة المقطع.

توجد وصلات كثيرة تُجمع بدسر مختلفة، كالمبينة في الشكل (18/ أ) ، والشكل (18/ب) يمكن استعمالها لربط قطع مجاري الهواء المعدنية. منها: وصلة حرف S (Plain S Slip)، ووصلة حرف C (Drive C Cleat)، تعمل هذه الدسر بوساطة آلات حديثة للثني والقص.

إن ضغط الهواء داخل المجاري له علاقة مباشرة بسمك الصاج المستخدم، ومن ثَم بنوع الوصلة المناسبة؛ فيُراعى أن يكون الصاج سميكًا وثقيلًا؛ لمقاومة الاهتزاز والتقوس، لذلك يزداد سمك الصاج المستعمل بازدياد أبعاد مجاري الهواء، ويمكن استخدام الوصلات البسيطة في ربط مجاري الهواء ذات الضغط المنخفض التي تعد أكثر المجاري شيوعًا في حقل تكييف الهواء، وتُستعمل مجاري الهواء ذات الضغط المتوسط أو العالي في حالة توزيع كميات كبيرة من الهواء، ووجود مكان محدود لتركيب المجاري.



الشكل (18/أ) : وصلة منزلقة حرف (C).



الشكل (18/ب) :وصلة حرف (S).

تتعرض هذه المجاري إلى ضغوط متوسطة وعالية؛ لذلك يُراعى عمل وصلات محكمة وإطارات تقوية، ويتم توصيل قطع مجاري الهواء في هذه الحالة باستعمال إطارات ذات شفة مصنوعة من زوايا الفولاذ وربطها بلولب مع وضع خيط إسبست لعملية الإحكام، كذلك تُصنع مجاري الهواء ذات الضغط المتوسط أو العالي في الأغلب من الحديد الصاج المجلفن المطلي بالزنك.

ب- مجاري الهواء الدائرية (Round Air duct)

تمتاز المجاري الدائرية بكفاءتها العالية، ويشيع استعمالها في أنظمة تكييف الهواء ذات السرعات العالية نظرًا لمتانتها وإمكانية صنعها بشكل محكم، ويقل استعمال هذه المجاري في حالة السرعات المنخفضة بسبب كبر الحيز المطلوب لتركيبها. يمكن تصنيعها من الصاج الخفيف؛ لتمرير الهواء عند الضغوط العالية ولا تتأثر جدران المجاري الدائرية بالاهتزازات كثيرًا؛ مقارنة بالمجاري ذات المقطع المستطيل. انظر الشكل (19) يبين مجاري الهواء الدائرية.

الشكل (19): مجاري الهواء الدائرية.

ج- مجاري الهواء المرنة (Flexible Air Duct)

هنالك استخدامات متعددة لهذه الوصلات؛ كأن توصل الهواء المكيّف من مجرى هواء رئيس إلى فتحات التوزيع أو إلى صناديق مزج الهواء، كما هو الحال في نظام التكييف المزدوج الذي يُستعمل مجرى للهواء الساخن ومجرى للهواء البارد، وتُصنع هذه المجاري من مواد مختلفة مثل: لفائف الألمنيوم أو الصاج المطلي والملفوفة بشكل متداخل؛ بحيث نحصل على مجرى دائري ذي وزن خفيف وسهل التركيب. ويبين الشكل (20) طريقة نموذجية لتركيب مجرى هواء مرن .

الشكل (20): طريقة نموذجية لتركيب مجرى هواء مرن.

تُستخدم وصلات مجاري الهواء المصنوعة من مادة (p.v.c) لربط الأجهزة مع مجاري الهواء لمنع انتقال الاهتزاز من الأجهزة إلى القاعات المكيفة أو المدفأة.

- **أنظمة تمديد مجاري الهواء وتوزيعها:**

تعمل هذه الأنظمة على نقل الهواء من وحدات أو محطات التكييف إلى الأماكن المكيفة عبر مجاري الهواء؛ بما يتناسب والأحمال الحرارية لتلك الأماكن، ثم يجري توزيع الهواء داخل المكان المكيف أو المدفأ بوساطة موزعات الهواء، ويُراعى أن تكون درجة حرارة وسرعة الهواء الداخل مقبولة لدى الأشخاص الموجودين.

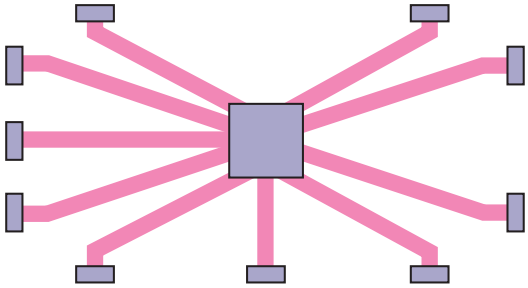
فمثلًا؛ تعد سرعة الهواء البالغة (0.1) مترًا في الثانية مناسبة، ويمكن أن ترتفع إلى (0.2) مترًا في الثانية في حالة كميات الهواء الكبيرة، فضلًا عن أن درجة حرارة الهواء الداخل التي تصل إلى مجال حركة الشخص في حدود لا تتجاوز الدرجتين في حال التدفئة، وقد تزيد على ذلك قليلًا في حالة التبريد المطلوبة.

يُفضل أن يكون مضرب الهواء الداخل بشكل مواجه للأشخاص، ويُفضل أن يتم توزيع الهواء من الأعلى بالنسبة للأشخاص.

هناك أنظمة عدة لتمديد مجاري الهواء وتوزيعها، منها:

1- نظام التوزيع القطري (Radial System)

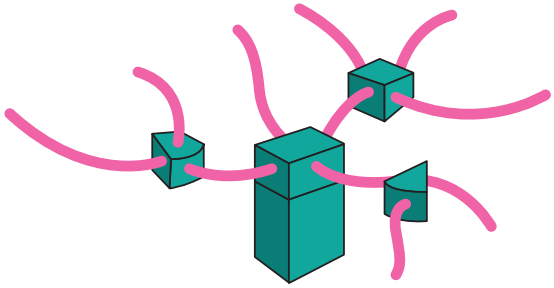
في هذا النظام تكون وحدة التدفئة في قلب النظام، أو في مركز المبنى، وتتفرع منها مجاري هواء فرعية بشكل قطري، كما هو مبين في الشكل (21).



الشكل (21): نظام التوزيع القطري.

2- نظام التوزيع العنكبوتي (Spider System)

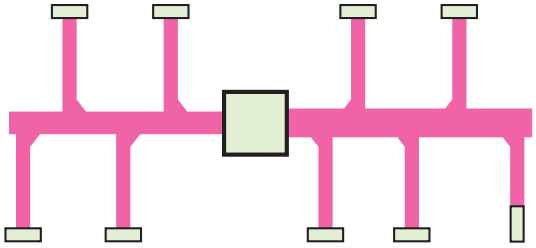
يتم فيها تزويد القنوات الفرعية بالهواء من خلال صناديق توزيع مركبة على الخطوط الرئيسة، كما في الشكل (22).



الشكل (22): نظام التوزيع العنكبوتي.

3- نظام توزيع ممتد ثابت تكون فيه كمية التدفق والسرعة متغيرتيْن.

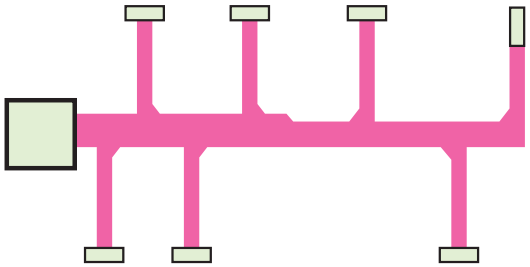
يوضح الشكل (23) هذا النظام.



الشكل (23): نظام توزيع ممتد ثابت.

4- نظام ممتد منقَّص؛ لإبقاء السرعة ضمن مدى معين.

يوضح الشكل (24) هذا النظام.



الشكل (24): نظام ممتد منقص.

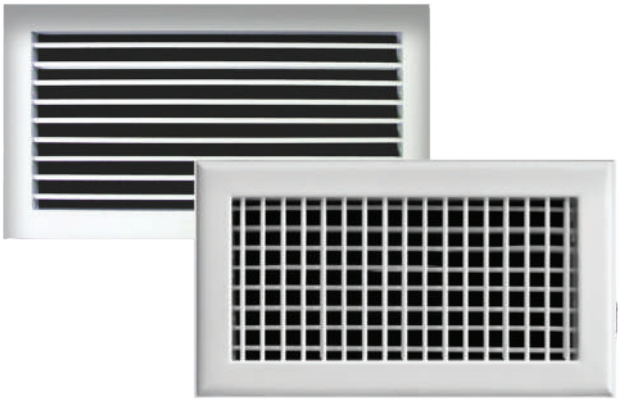
- **أنواع مخارج مجاري الهواء الساخن وتطبيقاتها :**

تعد مجاري الهواء من أهم عناصر أنظمة مجاري توزيع الهواء؛ حيث إنَّها تعطي شكلًا جميلًا لنهايات مجاري الهواء التي يجري من خلالها خروج الهواء وتدفقه وتوزيعه، ونشره في اتجاهات عدة حسب المطلوب، وحسب اتجاه الريش الموجهة لحركة الهواء؛ ويتم اختيار أبعادها اعتمادًا على سرعة خروج الهواء التي تكون حوالي m/sec (1-1.5)، وأيضًا يمكن التحكم بكمية الهواء المتدفق عن طريق ضبط منظِّمات خنق الهواء المركبة عليها، وتعييرها؛ حسب الشكل الآتي:

أ - الشبيكات (Grills)

فتحة مستطيلة أو مربعة الشكل تتكون من عدة صفوف من الشفرات الأفقية والرأسية القابلة للتوجيه، أو من صف واحد من الشفرات الثابتة والمائلة بزاوية (45°) في حال كانت فتحة راجع، أمّا إذا استُخدمت الفتحة لإرسال الهواء، فعندها تسمى فتحة الإرسال (Supply Grill)، وفي حال استخدامها للهواء الراجع عندها تسمى فتحة راجع (Return Grill).

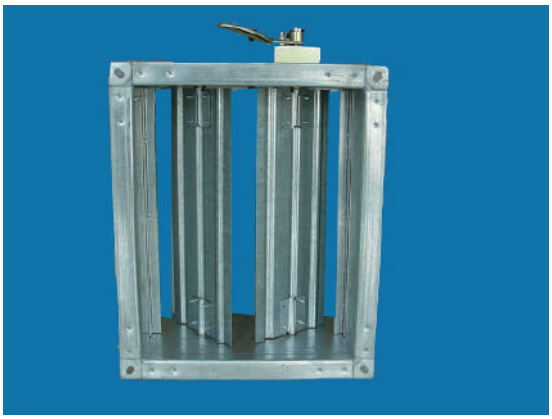
ويبين الشكل (25) إحدى أنواع الشبيكات.



الشكل (25): إحدى أنواع الشبيكات.

ب- الحاكمات (Registers)

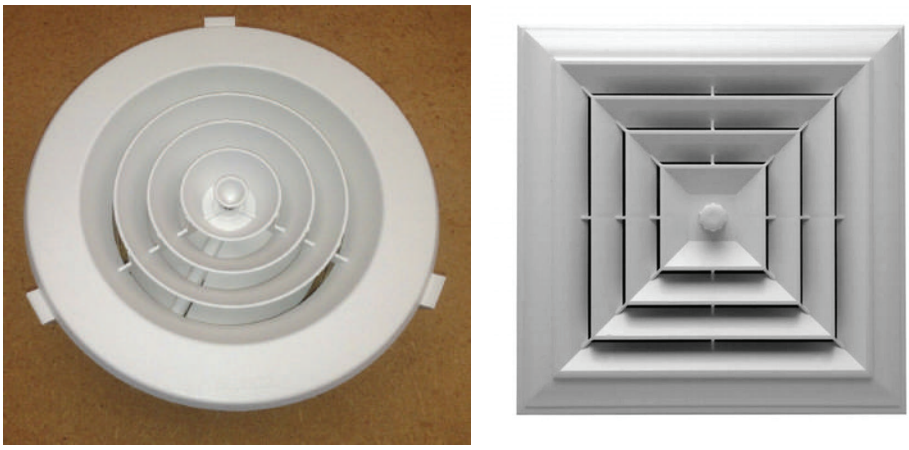
تشبه الشبيكات في شكلها لكنها مزودة من الخلف ببوابات للتحكم في كمية الهواء واتجاهه، ويوضح الشكل (26) بعض أنواع حاكمات الهواء.



الشكل (26): من أنواع حاكمات الهواء.

جـ - ناشرات الهواء (Diffusers)

تُركب على الفتحات السقفية وتحتوي على واجهة دائرية أو مربعة تغطي فتحة التغذية للهواء في السقف وتتكون من حلقات متداخلة تسمح بخروج الهواء في طبقات متعددة، وهناك نوع يُركب على الجدران ويتكون من قضبان طويلة بينها فتحة أو فتحات طويلة ضيقة تركب على الأسقف أو الجوانب، انظر الشكل (27) .



الشكل (27): بعض أشكال ناشرات الهواء.

د- المخمدات او الخوانق :

يُركب بعضها على موزع الهواء والنواشر ويعمل ذلك على زيادة أو نقصان الحيز الذي يمر به الهواء دون تغيير سرعة الهواء؛ وقد تحتوي بعض المراوح على منظم خانق مخمد يثبت على مدخل المروحة أو مخرجها، ويمكن التحكم في عمل هذه المخمدات إمّا يدويًّا أو آليًّا ، ويبين الشكل (28) نوعًا من المخمدات .

الشكل (28) : مخمد التحكم في كمية الهواء.

- **أهم الأمور الواجب مراعاتها عند تنفيذ مجاري الهواء:**

أ- توصيلات مجاري الهواء مع الأجهزة

يبين الشكل (29/ أ) والشكل (29/ ب) وحدة (دكت) تشمل المروحة وملف التسخين لتتصل مع مجاري الهواء، وتجدر الإشارة إلى طريقة تصنيع النقاصات والتفريعات النموذجية؛ ذلك أنَّ التغيرات المفاجئة في الاتجاه أو في مقطع المجرى تؤدي إلى حدوث الدوامات الهوائية، وضياع الضغط، وارتفاع مستوى الضجيج. كذلك يراعى استعمال ريَش التوجيه لا سيما عند الأكواع.

الشكل (29 / أ) : وحدة دكت هواء.

الشكل (29 / ب) : وحدة دكت هواء متصلة بالنظام.

ب- مستوى الضجيج

الشكل (30) : وصلة مرنة لمجرى الهواء.

إنَّ تشغيل أجهزة تكييف الهواء والتدفئة يُحدِث ضجيجًا بشكل عام، كما أنَّ سرعة الهواء العالية تؤدي إلى ارتفاع مستوى الضجيج، وينتقل حوالي (50% - 40%) من ضجيج الأجهزة إلى القاعات المكيفة مع الهواء، بينما ينتقل الجزء الآخر من خلال البناء والأجسام المختلفة.

يُعمد إلى التخلص من الضجيج بعدة طرائق مثل: تركيب وصلات مرنة بين وحدة المناولة ومجاري الهواء، أو بين مقاطع قنوات الهواء؛ لمنع انتقال الاهتزازات الناتجة من المراوح ووحدة المناولة، انظر الشكل (30)؛ وكذلك تُعزل أطوال قصيرة من مجاري الهواء مباشرة بعد خروج الهواء المكيف بمواد ماصة للصوت.

توجد كاتمات للصوت تُركَّب على المجاري للغرض نفسه، وهي تُصنع من مواد ماصة للصوت بحيث تشكل ممرات متعددة مبطنة داخل مجرى الهواء، وبذلك تزيد من مساحة المواد الماصة الملامسة للهواء المار.

جـ - الحريق

الشكل (31): إحدى أنواع صمامات الحريق.

يوصى بتركيب صمامات حريق على خطوط مجاري الهواء، لا سيما في المباني التجارية والصناعية حيث يُخشى خطر الحرق؛ منعًا لانتشار الحريق أو دخول الهواء الذي يزيد من حدة الاشتعال .

تُربط محابس الحريق بعتلة تشغيل متصلة ببُصيلة حرارية تنصهر عند 70°c)، ويؤدي ذلك إلى إغلاق صمام الحريق، ومنع مرور الهواء. ويوضح الشكل (31) صمام الحريق.

د- عزل مجاري الهواء

1- العزل الخارجي

تتعرض مجاري الهواء المارّة خارج المكان المكيف إلى انتقال الحرارة من الهواء المكيف وإليه؛ نتيجة فرق درجة حرارة الهواء داخل مجاري الهواء وخارجها، ما يُحدِث زيادة للحمل الحراري على الأجهزة وتكثُّف الماء على سطوح مجاري الهواء مما يؤدي إلى تآكلها، وكذلك تساقط قطرات الماء داخل المكان المكيف أو تسربها. لذلك يُعمد إلى عزل مجاري الهواء بمواد مختلفة مثل: الصوف الزجاجي أو الصخري أو المواد السليلوزية من الخارج، وتُغطى بلفائف الالمنيوم أو المواد العازلة للرطوبة، ثم تربط بلفائف بلاستيكية.

2- عزل مجاري الهواء المستطيلة أو المربعة

يتم عزلها عن طريق الألواح مثل: ألواح البولي أثيلين، والصوف الصخري، وألواح الألمنيوم المعزولة والجاهزة للتركيب، وتعمل على عزلها حراريًّا وصوتيًّا، يبين الشكل (32) مقطعًا معزولًا من مجاري هواء

الشكل (32): مقطعًا معزولًا من مجاري هواء.

3- عزل المجاري الداخلية

إنَّ عزل السطوح الداخلية لمجاري الهواء يساعد على امتصاص الضجيج الناجم عن تدفق الهواء.

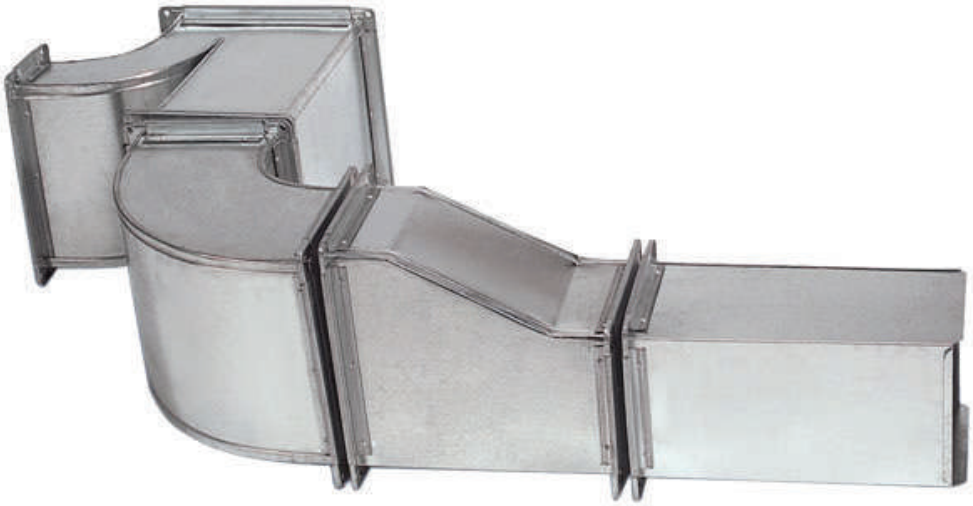
عند عزل مجاري الهواء الصغيرة من الداخل، يُثبَّت العازل الحراري بمادة لاصقة مقاومة للحريق، أمّا في مجاري الهواء الكبيرة ذات السرعات العالية للهواء؛ فإنَّه يُفضل تثبيت العازل الحراري بوساطة دبابيس تثبيت، بالإضافة إلى المادة اللاصقة؛ منعًا لانزلاق العازل الحراري عن موضعه، بفعل قوة اندفاع الهواء؛ حيث يُعزل مجرى الهواء مسافة 3 أمتار من وحدة المناولة.

هـ - تركيب مجاري الهواء

يُراعى عند تركيبها أن تكون مثبتة بشكل جيد؛ لئلا يكون هناك مجال لحدوث اهتزاز وضجيج مزعجين، كذلك عند مرور مجاري الهواء عبر الأسقف أو الجدران أو عند تركيب شبيكات الهواء في الجدران؛ فإنَّه يلزم عمل إطار خشبي بصفته فاصلًا بينها وبين البناء؛ لحفظها من التآكل .

و- التنفيس

بالرغم من الجودة والإتقان اللذين قد يتوافران في صناعة مجاري الهواء فإنَّه قد تتسرب نسبة من الهواء المكيف من خلال وصلات القطع، وهذا يؤدي إلى ضياع كمية من الهواء المكيف؛ ما يزيد الحمل على الأجهزة ويزيد مدة تشغيلها، لذا؛ تُباع في الأسواق مادة خاصة تضغط في الوصلات ذات التنفيس بوساطة مكبس خاص لهذا الغرض، يبين الشكل(33) طريقة وصل مقاطع من مجاري الهواء ومعالجة التنفيس.



الشكل (33) : توصيل مقاطع مجاري الهواء ومعالجة التنفيس.

التقويم

1- اذكر أنواع مجاري الهواء من حيث مادة الصنع.

2- بيِّن مميزات مجاري الهواء الدائرية .

3- يُراد تخفيض مستوى الضجيج في القاعات المكيفة؛ بيِّن الطرائق التي يمكن اعتمادها لهذه الغاية.

4- اشرح وسائل التحكم في توزيع الهواء المار في مجاري الهواء.

5- ضع إشارة (√) أمام العبارة الصحيحة ، وإشارة (×) أمام العبارة غير الصحيحة :

(1) تعمل مجاري الهواء على نقل الهواء الساخن من الوحدات المروحية المركزية إلى الأماكن المراد تدفئتها وتوزيعه داخل هذه الأماكن، عن طريق مخارج الهواء.

(2) من أشكال مجاري الهواء: مجاري الهواء ذات المقطع الدائري .

(3) تُستخدم الوصلات المرنة في مجاري الهواء؛ لمنع نقل اهتزاز الوحدات المروحية والنفاخات إلى مجاري الهواء وتقليل الضوضاء داخل المباني.

(4) يعد التوزيع القطري الأكثر شيوعًا في تمديد مجاري الهواء للمباني .

(5) يمكن عزل مجاري الهواء من الداخل، وبمسافات محددة؛ باستخدام ألواح الصوف الصخري أو الزجاجي، ويُراعى في ذلك تثبيتها جيدًا.

- ابحث في الإنترنت عن أنظمة توزيع الهواء وطرائق التحكم فيها، واكتب تقريرًا في ذلك، واعرضه أمام معلمك وزملائك.

الخريطة المفاهيمية

مجاري الهواء

تصنيف مجاري الهواء

1- من حيث الوظيفة

أ- مجاري هواء رئيسة ب- مجاري هواء فرعية

2- من حيث الضغط

أ- الضغط المنخفض ب- الضغط المتوسط جـ - الضغط العالي

تُصنع مجاري الهواء من:

1- صفائح الفولاذ المجلفن

2- صفائح الألمنيوم المحشوة بالعازل الحراري

3- الصوف الزجاجي

أشكال مجاري الهواء

1- مجاري هواء مستطيلة 2- مجاري هواء دائرية 3- مجاري هواء مرنة

أنظمة توزيع مجاري الهواء

1- نظام التوزيع القطري 2- نظام التوزيع العنكبوتي

3- نظام توزيع ممتد ثابت 4- نظام توزيع ممتد منقص

أنواع مخارج الهواء ، وتطبيقاتها

1- الشبيكات 2- الحاكمات 3- ناشرات الهواء

أهم الأمور الواجب مراعاتها عند تنفيذ مجاري الهواء

أ- توصيلات مجاري الهواء مع الأجهزة ب- مستوى الضجيج

ج- الحريق د- عزل مجاري الهواء هـ- تركيب مجاري الهواء

و- التنفيس

التمارين العملية:

تمرين رقم (2)

تشكيل وصلة قشاط من الصاج المجلفن سماكة 0.4 مم على شكل حرف (C)

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

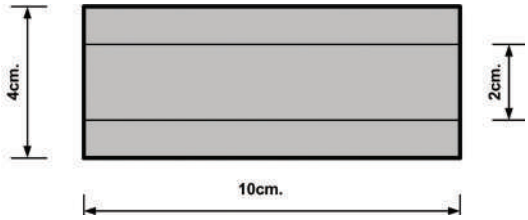
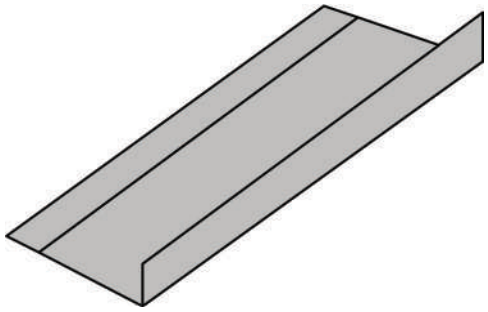
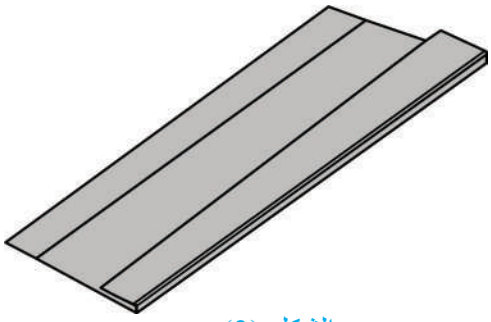
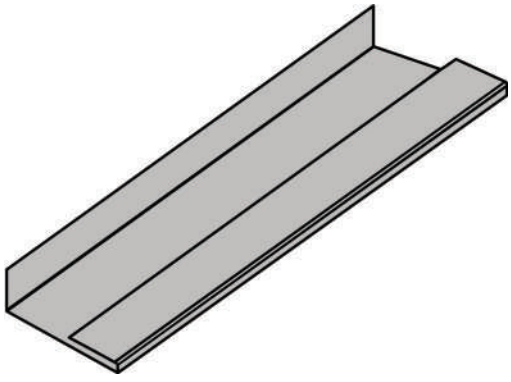
- تُشكل وصلة تبكيلة (C) القشاط من الصاج المجلفن.
- تستخدم هذه الوصلة بتجميع قطعتين من الصاج.

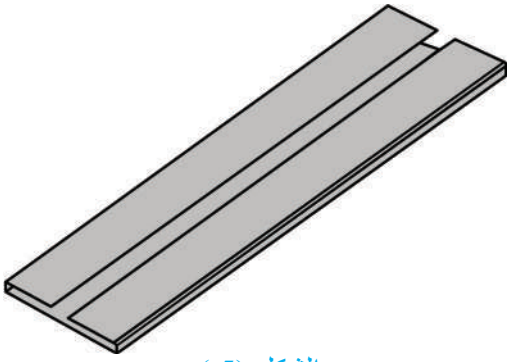
متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- مسطرة فولاذية 2- أدوات الرسم 3- مقص ورق 4- مقص صاج 5- متر قياس 6- طاولة عمل 7- أقلام علام 8- شنكار 9- دقماق بلاستيك 10- مطرقة حديد خفيف 11- سندان 12- ثناية صاج 13- ملزمة	1- لوح من الصاج المجلفن سماكة 0.4 مم 2- كرتون رسم 3- قفازات 4- قطعة من الخشب أو الحديد مربعة المقطع

خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- أعِدَّ خطة عمل بسيطة تتضمن تحضير المواد الأولية والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين ومراعاة شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد .
- أمّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية .

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ ارسم مستطيلًا بقياس (100× 40) مم على كرتون الرسم	
2 ـ قسِّم المستطيل إلى (10×20× 10) مم، كما في الشكل (1).	 الشكل (1).
3 ـ قصَّ المستطيل من الخارج باستخدام المقص	
4 ـ باستخدام ثناية الصاج ، اعمل على تشكيل زاوية قائمة للطرف الأول، كما في الشكل (2).	 الشكل (2).
5 ـ اثنِ الطرف الأول؛ باستخدام ثناية الصاج، كما في الشكل (3).	 الشكل (3).
6 ـ كرر الخطوة السابقة؛ لتشكيل الطرف الثاني، كما في الشكل (4).	 الشكل (4).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
7 ـ اثنِ الطرف الثاني وطبِّقه، باستخدام ثنائية الصاج؛ للحصول على شكل الوصلة النهائي لوصلة القشاط (C) ، كما في الشكل (5)	 الشكل (5).
8 ـ طبِّق الخطوات السابقة على لوح الصاج؛ لعمل الوصلة المطلوبة من الصاج ذي السماكة 0.4 مم	
ـ نظِّف موقع العمل، ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- سمِّ الوصلة التي استخدمتها في تنفيذ التمرين.

2- ما الغاية من استخدام هذه الوصلة في عملية تصنيع دكت الهواء؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أنفِّذ وصلة القشاط			
2	أجمع قطعتَي الصاج بوصلة القشاط			
3	أطبِّق وأراعي تعليمات الصحة والسلامة المهنية			

التمارين العملية:

تمرين رقم (3)

تشكيل وصلة تبكيلة حرف (S) من الصاج المجلفن بسماكة 0.4 مم

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

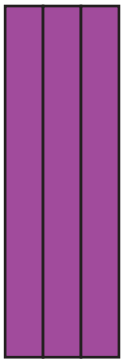
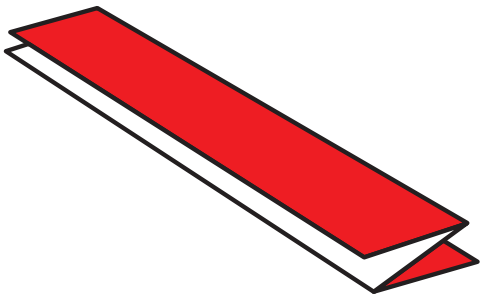
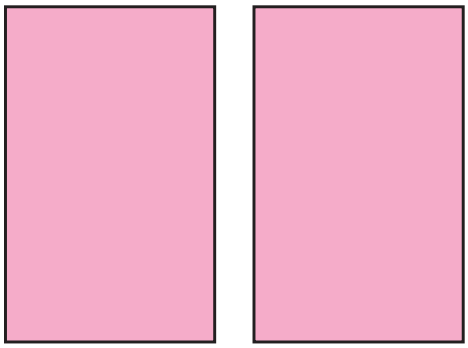
- تشكل وصلة حرف (S) من الصاج المجلفن
- تستخدم هذه الوصلة بتجميع قطعتين من الصاج

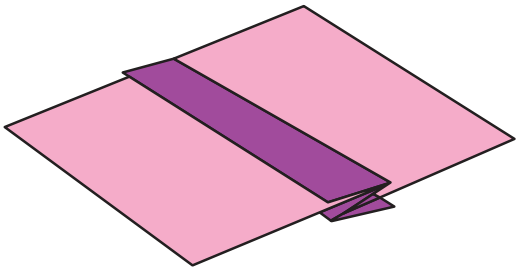
متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- مسطرة فولاذية 2- أدوات الرسم 3- مقص ورق 4- مقص صاج 5- متر قياس 6- طاولة عمل 7- أقلام علام 8- شنكار 9- دقماق بلاستيك 10- مطرقة حديد خفيف 11- سندان 12- ثناية صاج 13- ملزمة	1- لوح من الصاج المجلفن سماكة 0.4 مم 2- كرتون رسم 3- قفازات 4- قطعة من الحديد أو الخشب مربعة المقطع بطول 70 سم

خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- أعِدَّ خطة عمل بسيطة تتضمن تحضير المواد الأولية والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين ومراعاة شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية .

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ ارسم مستطيلًا بقياس (100× 30) مم على كرتون الرسم.	
2 ـ قسِّم المستطيل إلى (10×10×10) مم كما في الشكل (1).	 الشكل (1).
3 ـ قُص المستطيل من الخارج.	
4 ـ اثنِ طرف القطعة ال 10مم إلى الداخل، ثم اثنِ الطرف الآخر بعكس الطرف الأول؛ للحصول على الوصلة المطلوبة، كما في الشكل (2).	 الشكل (2).
5 ـ ارسم مستطيلين ضمن القياسات التالية (100 × 50) مم على الكرتون .	
6 ـ قُص قطعتَي الكرتون، باستخدام المقص، كما في الشكل (3).	 الشكل (3).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
7 ـ اجمع القطعتين بواسطة الوصلة الخاصة، كما في الشكل (4).	 الشكل (4).
8 ـ طبِّق جميع الخطوات السابقة على لوح الصاج؛ للحصول على الوصلة المطلوبة.	
ـ نظِّف موقع العمل، ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عما نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- سمِّ الوصلة التي استخدمتها لجمع قطعتَيِ الصاج في هذا التمرين.

2- وضِّح أين يمكن استخدام هذه الوصلة .

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أنفذ وصلة حرف (S)			
2	أستخدم هذه الوصلة لجمع قطعتي الصاج			
3	أطبِّق وأراعي تعليمات الصحة والسلامة المهنية			

التمارين العملية:

تمرين رقم (4) تشكيل مجرى هواءة ذي مقطع مستطيل من الصاج المجلفن بسماكة 0.4 مم

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

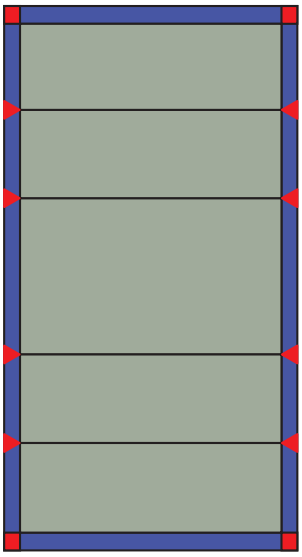
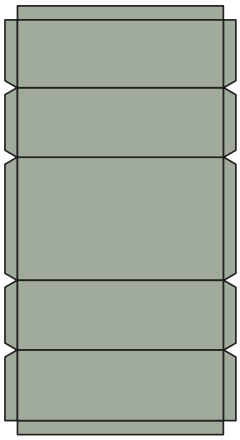
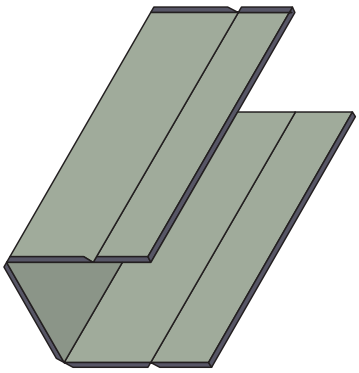
- تشكل مجرى هواء ذا مقطع مستطيل من الصاج المجلفن سماكة 0.4 مم

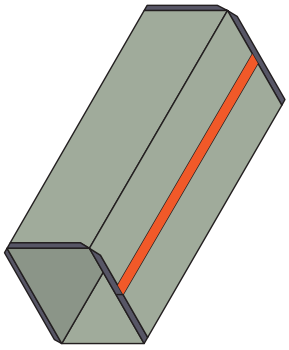
متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- مسطرة فولاذية 2- أدوات الرسم 3- مقص ورق 4- مقص صاج 5- متر قياس 6- طاولة عمل 7- أقلام علام 8- شنكار 9- دقماق بلاستيك 10- مطرقة حديد خفيف 11- سندان 12- ثناية صاج 13- ملزمة	1- لوح من الصاج المجلفن سماكة 0.4 مم 2- كرتون رسم 3- قفازات 7- قطعة من الحديد أو الخشب مربعة المقطع بطول 70 سم .

خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- أعِدَّ خطة عمل بسيطة تتضمن تحضير المواد الأولية والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، ومراعاة شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد .
- أمّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ ارسم إفراد مجرى قناة الهواء ذا مقطع مستطيل قياسة (100×50) مم ، وطوله 150 مم ،على كرتون الرسم. كما في الشكل (1). **تذكر** أنَّ طول لوح الصاج = محيط المقطع المستطيل +20 مم 10+50+50+100+50+50+10=320 مم وأن عرض لوح الصاج =20+150=170 مم	 الشكل (1).
2 ـ قم بتفريغ كل من المربعات والمثلثات باللون الأحمر باستخدام المقص .	
3 ـ اثنِ الأطراف من الأعلى والأسفل ، وكذلك من الجوانب لتجهيز عمل وصلة القشاط ، كما في الشكل (2).	 الشكل (2).
4 ـ اثنِ قطعة الكرتون عند القاعدة لبداية تشكيل مجرى الهواء المطلوب ، كما في الشكل (3).	 الشكل (3).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
5 ـ اثنِ الوجه الأخير المتكون من جزأينْ؛ ليشكل السطح الأخير لمجرى الهواء، ثم اعمل على جمع جزأي السطح الأخير بوساطة وصلة القشاط، التي تدربت على عملها سابقا، كما في الشكل (4).	 الشكل (4).
6 ـ طبِّق الخطوات السابقة على قطعة الصاج بعد قصها؛ ضمن القياسات السابقة لتنفيذ الوصلة المطلوبة.	
ـ نظِّف موقع العمل ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عما نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- ما الهدف من الزيادة التي أحدثتها على اطراف المجرى لكل جانب المقدرة بـ10 مم؟

2- سمِّ الوصلة التي استخدمتها لجمع مجرى الهواء.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أنفذ مجرى هواء مستطيل المقطع			
2	أستخدم وصلة القشاط لتجميع المقطع			
3	أطبِّق وأراعي تعليمات الصحة والسلامة المهنية			

التمارين العملية:

تمرين رقم (5)

تشكيل مجرى هواء كوع مستطيل الشكل من الصاج المجلفن بسماكة 0.4 مم

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

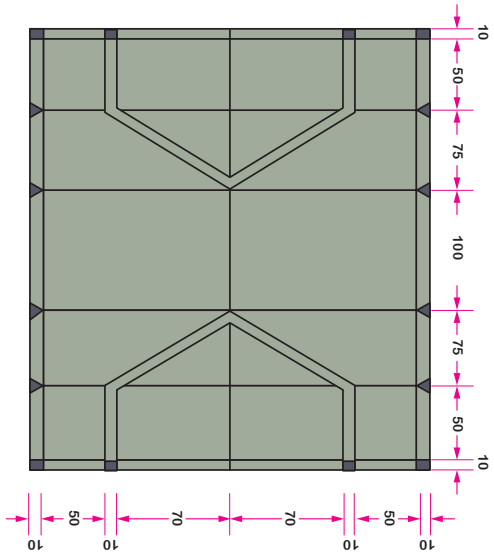
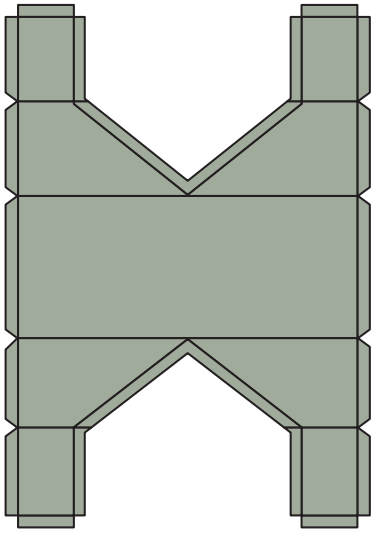
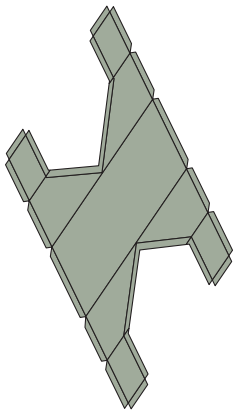
- تشكل مجرى هواء على شكل كوع ذي مقطع مستطيل ، ضمن القياسات المحددة على الرسم.

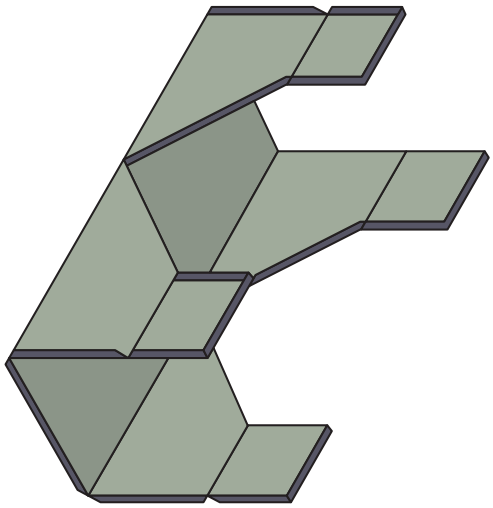
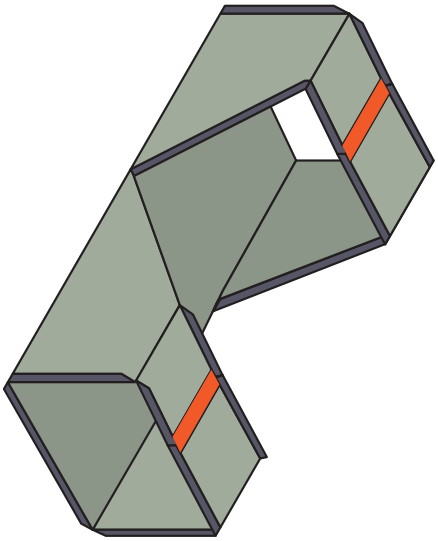
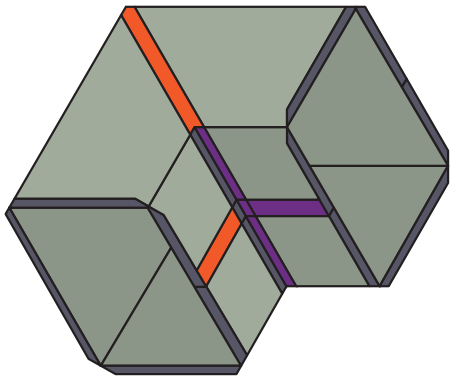
متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- مسطرة فولاذية 2- أدوات الرسم 3- مقص ورق 4- مقص صاج 5- متر قياس 6- طاولة عمل 7- أقلام علام 8- شنكار 9- دقماق بلاستيك 10- مطرقة حديد خفيف 11- سندان 12- ثناية صاج 13- ملزمة	1- لوح من الصاج المجلفن سماكة 0.4 مم 2- كرتون رسم 3- قفازات 4- قطعة من الحديد أو الخشب مربعة المقطع بطول 70سم .

خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- أعِدَّ خطة عمل بسيطة تتضمن تحضير المواد الأولية والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين ومراعاة شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد .
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من اية مخاطر مهنية .

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ ارسم إفراد مجرى الهواء لتشكيل كوع مستطيل المقطع قياسه (100×75) مم، وطوله 120 مم، على كرتون الرسم، كما في الشكل (1). **تذكر** أنَّ طول لوح الصاج = محيط المقطع المستطيل + 20 مم 10+50+75+100+75+50+10= 370 مم وأن عرض اللوح = 10+50+10+70+70+10+50+10=280 مم	 الشكل (1).
2 ـ قصَّ الكرتون باستخدام المقص، ثم فرِّغ الزوائد من الأطراف كما في الشكل (2).	 الشكل (2).
3 ـ اثنِ أطراف الكرتون على ثناية الصاج، كما في الشكل (3).	 الشكل (3).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
4 ـ اثنِ قطعة الكرتون عند قاعدة المجرى، كما في الشكل (4).	 الشكل (4).
5 ـ اثنِ قاعدة الكوع؛ للحصول على الزاوية المطلوبة كما في الشكل (5).	 الشكل (5).
6 ـ جمع المقاطع باستخدام التبكيلات المناسبة، كما في الشكل (6).	 الشكل (6).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
7 ـ طبِّق الخطوات السابقة على قطعة الصاج بعد قصها، ضمن القياسات السابقة؛ لتنفيذ الوصلة المطلوبة.	
- نظِّف موقع العمل ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. - اكتب تقريرًا مفصلًا عما نفَّذته في دفتر التدريب العملي	

التقويم

1- ما الهدف من الزيادة التي أحدثتها على اطراف المجرى لكل جانب والمقدرة 10 مم .

2- سمِّ الوصلة التي استخدمتها لجمع مجرى الهواء.

3- ما إجراءات السلامة التي اتبعتها في في أثناء تنفيذ التمرين؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أنفِّذ تشكيل مجرى هواء كوع مستطيل المقطع			
2	أستخدم وصلة القشاط لتجميع المقطع			
3	أطبِّق وأراعي تعليمات الصحة والسلامة المهنية			

التمارين العملية:

تمرين رقم (6)

تشكيل مجرى هواء على شكل نقاصة من الصاج المجلفن بسماكة 0.4 مم

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

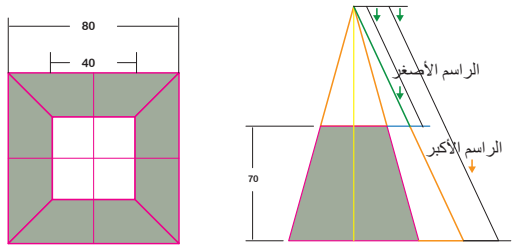
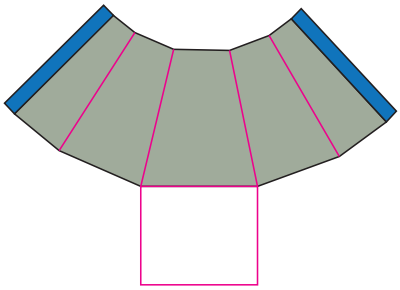
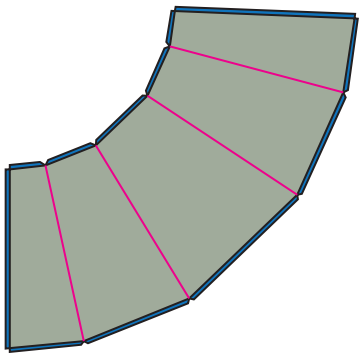
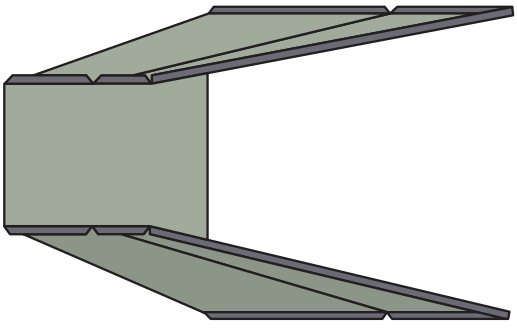
- تصنع مجرى هواء على شكل نقاصة من الصاج المجلفن سماكة 0.4 مم ، ذات مقطع مربع؛ ضمن القياسات المبينة على الرسم .

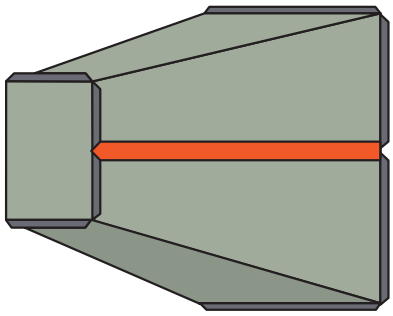
متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- مسطرة فولاذية 2- أدوات الرسم 3- مقص ورق 4- مقص صاج 5- متر قياس 6- طاولة عمل 7- أقلام علام 8- شنكار 9- دقماق بلاستيك 10- مطرقة حديد خفيفة 11- سندان 12- ثناية صاج 13- ملزمة	1- لوح من الصاج المجلفن سماكة 0.4 مم 2- كرتون رسم 3- قفازات 4- قطعة من الحديد أو الخشب مربعة المقطع بطول 70سم .

خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- أعِدَّ خطة عمل بسيطة تتضمن تحضير المواد الأولية والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين ومراعاة شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية .

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ ارسم إفراد مجرى الهواء (النقاصة) على الكرتون ضمن القياسات الموضحة على الرسم ، كما في الشكل 1- أ، والشكل 1- ب قياس قاعدتها السفلية (80×80) مم ومن الأعلى (40×40) مم ، وإرتفاعها (70) مم	 الشكل 1- أ.  الشكل 1- ب.
2 ـ نفِّذ زيادة بطول جوانب الافراد 10 مم لأغراض التبكيل.	
3 ـ قُص الكرتون باستخدام المقص، ثم فرغ الزوائد من الأطراف كما في الشكل (2).	 الشكل (2).
4 ـ اثنِ أطراف الكرتون على ثناية الصاج؛ لتشكيل النقاصة كما في الشكل (3).	 الشكل (3).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
5 ـ اثنِ طرفَي السطح الأخير للنقاصة، ثم اعمل على تصنيع الوصلة الخاصة (وصلة القشاط).	
6 ـ جمِّع السطح الأخير للنقاصة باستخدام وصلة القشاط للحصول على الشكل المطلوب، كما في الشكل (4) .	 الشكل (4).
7 ـ طبِّق الخطوات السابقة على قطعة الصاج بعد قَصِّها ضمن القياسات السابقة؛ لتنفيذ الوصلة المطلوبة.	
ـ نظِّف موقع العمل ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- سمِّ الوصلات التي استخدمتها لتجميع مجرى الهواء النقاصة.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أنفِّذ تشكيل مجرى هواء نقاصة			
2	أستخدم وصلات حرف (C) لتجميع المقطع			
3	أطبِّق وأراعي تعليمات الصحة والسلامة المهنية			

التمارين العملية:

تمرين رقم (7)

تشكيل مجرى هواء ذي مقطع دائري من الصاج المجلفن بسماكة 0.4 مم

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

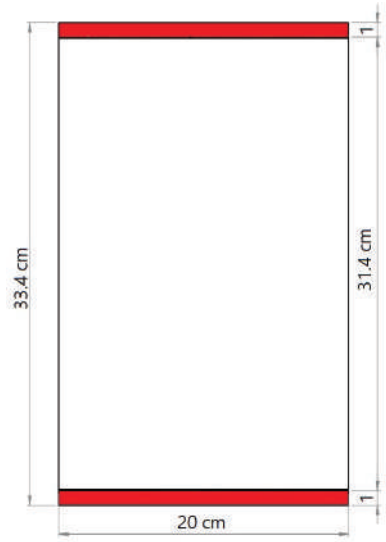
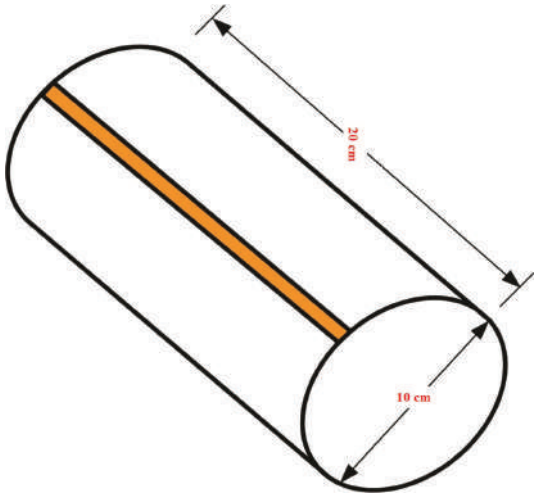
- تصنع مجرى هواء ذا مقطع دائري من الصاج المجلفن سماكة 0.4 مم ؛ ضمن القياسات المبينة على الرسم .

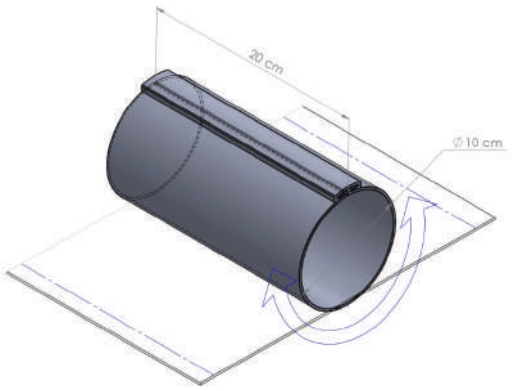
متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- مسطرة فولاذية 2- أدوات الرسم 3- مقص ورق 4- مقص صاج 5- متر قياس 6- طاولة عمل 7- أقلام علام 8- شنكار 9- دقماق بلاستيك 10- مطرقة حديد خفيفة 11- سندان 12- ثناية صاج 13- ملزمة 14- آلة درفلة	1- لوح من الصاج المجلفن سماكة 0.4 مم 2- كرتون رسم 3- قفازات 4- قطعة من الحديد أو الخشب مربعة المقطع بطول 70سم .

خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- أعِدَّ خطة عمل بسيطة تتضمن تحضير المواد الأولية والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين ومراعاة شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد.
- أمّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية .

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1 - ارسم إفراد مجرى الهواء ذي المقطع الدائري على الكرتون، قطره (10) سم، وطوله (20) سم، كما في الشكل (1) . **تذكر** أنَّ طول لوح الصاج = محيطة الدائرة + 2 سم محيط الدائرة =القطر×3.14 طول لوح الصاج=2+31.4 =33.4 سم عرض لوح الصاج = 20 سم	 الشكل (1).
2 - قُص الكرتون باستخدام المقص، ثم اثنِ أطراف الكرتون على آلة الدرفلة؛ لتشكيل المقطع الدائري، كما في الشكل (2)، والشكل (3) .	 الشكل (2).  الشكل (3).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
3 ـ استخدم التبكيلة في موقعها للحصول على الشكل النهائي، كما في الشكل (4) طبِّق الخطوات السابقة على قطعة الصاج بعد قَصِّها ضمن القياسات السابقة؛ لتنفيذ الوصلة المطلوبة.	 الشكل (4).
- نظِّف موقع العمل ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. - اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- سمِّ الوصلات التي استخدمتها لتجميع مجرى الهواء ذي المقطع الدائري.

2- ما الفرق بين مجرى الهواء المربع والدائري؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أنفِّذ تشكيل مجرى هواء ذي مقطع دائري			
2	أستخدم وصلات حرف (C) لتجميع المقطع			
3	أطبِّق وأراعي تعليمات الصحة والسلامة المهنية			

1- عدِّد مكونات نظام التدفئة بالهواء الساخن الرئيسة، واذكر وظيفة كل منها.

2- اذكر تصنيفات أفران الهواء الساخن؛ حسب اتجاه حركة الهواء.

3- ما المقصود بالمبادل الحراري بفرن الهواء الساخن؟

4- اشرح طريقة صيانة المنقي الجاف وتنظيفه.

5- وضّح مبدأ عمل المنقي الإلكتروستاتيكي .

6- اذكر أنواع مرطبات الهواء حسب مبدأ عملها، ثم بيِّن أماكن تركيبها في مجرى الهواء.

7- هل يمكن استخدام قنوات الهواء صيفًا وشتاء؟

8- بيِّن أنواع المراوح المستخدمة في نظام التدفئة بالهواء الساخن .

9- عدِّد الأجزاء الرئيسة لفرن الهواء الساخن .

10- ضع إشارة (√) أمام العبارة الصحيحة، وإشارة (×) أمام العبارة غير الصحيحة:

(1) من مكونات فرن الهواء الساخن مراوح الهواء.

(2) من أصناف أفران الهواء؛ تبعًا لاتجاه حركة الهواء: أفران دفع الهواء من أسفل إلى أعلى .

(3) تمتاز المراوح الطاردة عن المركز بتحريك كميات كبيرة من الهواء بسرعات عالية وضجيج منخفض.

(4) في فرن الهواء يتم تركيب المراوح في مدخل الفرن؛ ليعمل على سحب الهواء ودفعه باتجاه السطح الخارجي لغرفة الاحتراق.

(5) من أنواع المنقّيات المنقي الإلكتروستاتيكي .

(6) من مواقع تركيب أجهزة الترطيب قبل ملف التسخين الابتدائي.

(7) من المواد التي تصنع منها مجاري الهواء الصاج المجلفن.

(8) تصنع مجاري الهواء بأشكال مختلفة منها مجاري الهواء الدائرية.

(9) نظام توزيع مجاري الهواء القطري يناسب الأماكن التي تكون فيها وحدة مناولة الهواء المركزية في مركز البناء، وتتوزع منها مجاري الهواء الفرعية لكل غرفة.

(10) من مزايا مخارج فتحات الهواء: التحكم بكمية الهواء وإغلاق فتحة التوزيع عند الحاجة.

(11) الحاكمات تشبه الشبيكات من حيث الشكل؛ لكنها مزودة من الخلف ببوابات خوانق للتحكم في كمية الهواء واتجاهه.

(12) من ميزات عزل مجاري الهواء: تقليل تكاليف تشغيل النظام؛ نظرًا إلى منع تسرب الحرارة من مجرى الهواء .

الوحدة العاشرة

العزل الحراري

- ما أهمية العزل الحراري لأنظمة التدفئة المركزية؟
- ما أنواع المواد العازلة للحرارة؟

منهاجي
متعة التعليم الهادف

10

يُعد استخدام المواد العازلة للحرارة في يومنا هذا من المتطلبات الأساسية في تأسيس الأبنية؛ نظرًا إلى ارتفاع أسعار الطاقة الكهربائية والوقود بشكل كبير، وأيضًا فإنَّ العزل الحراري يُعد من الوسائل الفاعلة لخفض كمية الحرارة المفقودة من الأنظمة الحرارية.

النتاجات العامة للوحدة

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادرًا على أن:

- تتعرف العزل الحراري وأهميته.
- تتعرف خصائص المواد العازلة.
- تتعرف أنواع المواد العازلة للحرارة.
- تتعرف طرائق عزل شبكات التدفئة المركزية.

نتاجات الوحدة العملية

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن :

- تختار المواد العازلة المناسبة.
- تعزل شبكات التدفئة المركزية.
- تعزل مراجل التدفئة المركزية.
- تعزل المبادلات الحرارية.

انظر وتساءل

استكشف

اقرأ وتعلّم

الإثراء والتوسع

القياس والتقويم

الخريطة المفاهيمية

منهاجي
متعة التعليم الهادف

أولًا: العزل الحراري وأهميته

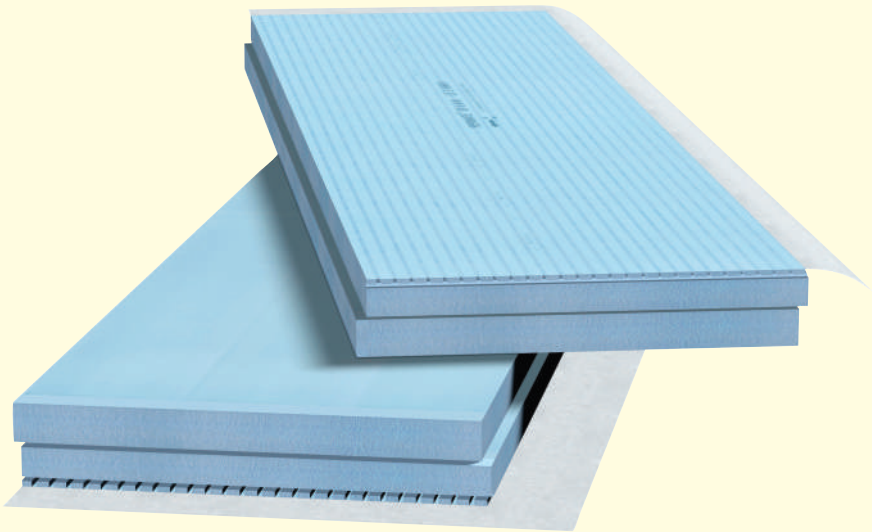
النتاجات الخاصة بالدرس

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن : :

- تتعرف العزل الحراري وأهميته.
- تتعرف خصائص العزل الحراري.
- تتعرف العوامل التي تؤثر في العزل الحراري.

انظر وتساءل

- انظر الشكل الآتي الذي يبين أحد أنواع العوازل الحرارية المستخدمة في عزل جدران المباني، هل تستطيع أن تحدد نوع المادة المستخدمة في العزل؟ ما الفائدة من عزل المباني؟



استكشف

- يبين الشكل الآتي جزءًا من مكونات نظام التدفئة المركزية (مرجلًا)، برأيك لماذا تم عزل المرجل؟ وفي حال عدم عزله؛ كيف يؤثر ذلك في جودة الأداء؟

اقرأ وتعلّم

يُعرَّف العزل الحراري بأنه الوسيلة التي تُحفظ بوساطتها الطاقة، ويجري توفيرها عن طريق تخفيض قيمة الكسب الحراري أو الضياع الحراري من الأبنية والتجهيزات والأنابيب الناقلة للموائع الساخنة أو الباردة؛ باستخدام المواد العازلة التي توضع بين الوسط الساخن والوسط البارد، وتتمتع هذه المواد بناقلية حرارية صغيرة جدًّا فهي رديئة التوصيل الحراري، ويعود ذلك إلى احتوائها على كمية كبيرة من الهواء والغازات في تركيبها تصل نسبتها إلى أكثر من (95%) من حجمها.

1- الغرض من استخدام المواد العازلة للحرارة:

إنَّ استعمال العزل الحراري يؤدي إلى تخفيض كمية الحرارة المفقودة إلى نسبة تعتمد على سُمك هذا العازل ونوعيته.

سُمك العزل الحراري المستعمل لأجهزة التدفئة والتبريد ينبغي ألّا يزيد على سُمك معين حدده المختصون يُعرَف **بالسمك الاقتصادي للعزل**؛ إذ إنَّ أية زيادة في سمك العزل تجعله غير اقتصادي؛ لأنَّ تكاليف العزل المستعمل وصيانته أكثر من كلفة كمية الحرارة المفقودة، كذلك فالزيادة في سمك العزل قد تكون ذات تأثير سلبي سواء في عزل الجدران والسقوف في الأبنية أم في عزل الأنابيب، وذلك بزيادة الحرارة المفقودة؛ نتيجة لزيادة مساحة السطح المعزول.

ومن فوائد استخدام العزل الحراري ما يأتي:

1- إعاقة تسرب الحرارة إلى الحيز.

2- سهولة التحكم بدرجات الحرارة داخل الحيز المعزول.

3- تقليل الفواقد الحرارية من أجهزة التدفئة، ومن ثَم التوفير في الوقود المستخدم.

2- الانتقال الحراري

من المعروف أنَّ الحرارة تنتقل من الوسط الذي تكون درجة الحرارة فيه مرتفعة إلى الوسط الذي تكون فيه منخفضة، وتعتمد كمية الحرارة هذه على عدة عوامل أهمها:

1- مساحة سطح الانتقال الحراري.

2- درجة حرارة الوسط ذي الحرارة المرتفعة (الذي تنتقل منه الحرارة).

3- درجة حرارة الوسط ذي الحرارة المنخفضة (الذي تنتقل إليه الحرارة) .

4- معامل التوصيل الحراري للفاصل بين الوسط ذي درجة الحرارة المرتفعة والوسط المحيط به .

5- المساحة التي تنتقل الحرارة خلالها .

3- الخواص التي يجب أن تتوفر في المواد العازلة :-

إن أهم الخواص الرئيسة التي يجب أن توفرها المواد العازلة هي:

أ - صغر معامل التوصيل الحراري.

ب - صغر الوزن النوعي للمادة العازلة.

وتبعًا لطبيعة العزل الحراري المستعمل والظروف المحيطة بتركيبه؛ فإنَّه يتوجب في العزل الحراري أن تتوافر فيه الخواص الآتية:

أ - المرونة وسهولة القطع والتشكيل.

ب - عدم تأثره بالعوامل الكيميائية المحيطة.

جـ - مقاومة العزل للعوامل الميكانيكية؛ كالضغط، والشد، والكسر.

د - مقاومته لدرجات الحرارة العالية.

هـ - صغر معامل التمدد الطولي والحجمي.

و - مقاومته للتغير الحراري، كما في الأفران.

4- العوامل التي تؤثِّر في كفاءة العزل الحراري.

توجد عدة أمور تؤثِّر في كفاءة العزل الحراري، منها:

أ - المُناخ السائد.

ب - تصميم المبنى وطريقة إشغاله.

جـ - خصائص العازل الحراري المستخدم.

د - جودة تصنيع العازل الحراري.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

- مستعيناً بالمراجع المتوافرة في مدرستك، أو المواقع الإلكترونية على شبكة الإنترنت، ابحث عن أنواع المواد العازلة للحرارة، واكتب تقريرًا في ذلك، ثم ناقشه مع زملائك ومعلمك.

التقويم

1- ما المقصود بالعزل الحراري؟

2- ما الهدف من استخدام العزل الحراري في عزل الأنظمة الحرارية؟

3- حدد الخواص الرئيسة التي يجب توافرها في المواد العازلة.

4- اذكر العوامل التي تؤثِّر في كفاءة العزل الحراري.

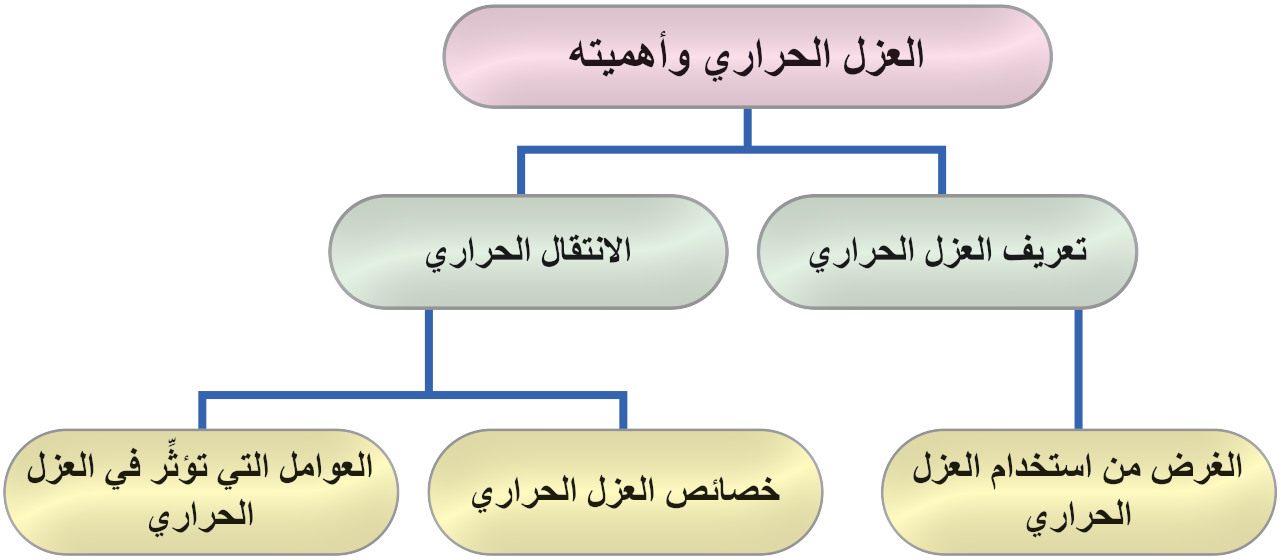
5- ضع إشارة (√) أمام العبارة الصحيحة وإشارة (×) أمام العبارة غير الصحيحة :-

(1) يتوجب في العزل الحراري أن تتوافر فيه خاصيتا المرونة، وسهولة القطع والتشكيل.

(2) توجد عدة أمور تؤثِّر في كفاءة العزل الحراري، منها: جودة تصنيع العازل الحراري.

(3) من أهم الخواص الرئيسة التي يجب أن توفرها المواد العازلة: صغر معامل التوصيل الحراري.

(4) من فوائد استخدام العزل الحراري: سهولة التحكم بدرجات الحرارة داخل الحيز المعزول.


العزل الحراري وأهميته
تعريف العزل الحراري
الانتقال الحراري
الغرض من استخدام العزل الحراري
خصائص العزل الحراري
العوامل التي تؤثِّر في العزل الحراري

ثانيًا: أنواع المواد العازلة وطرائق استخدامها

النتاجات الخاصة بالدرس

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- تعرِّف أنواع المواد العازلة.
- تحدد طرائق العزل الحراري.

انظر وتساءل

- يبيِّن الشكل إحدى قطع العزل الخاصة بالأنظمة الحرارية، اذكر نوع المادة العازلة.

استكشف

- عند اجراء عملية عزل حراري لمبنى، ما المواد التي يجب استخدامها للعزل؟ وما الطريقة المستخدمة في عملية العزل؟ هل من الممكن عزل الأنظمة الحرارية بالطريقة ذاتها التي جرى عزل المبنى فيها؟ برر إجابتك.

اقرأ وتعلّم

يمكن تقسيم المواد العازلة بصورة أساسية على النحو الآتي:

1- حسب أصلها

أ - مواد عازلة عضوية:

تتمتع هذه المواد بكفاءتها العالية في العزل الحراري، إلّا أنها تحترق بسهولة، ومنها: البولي ستيرين، والبولي يورثين، السليلوز الخلوي، والفلين، وصوف الحيوانات، والخشب.

ب - مواد عازلة غير عضوية:

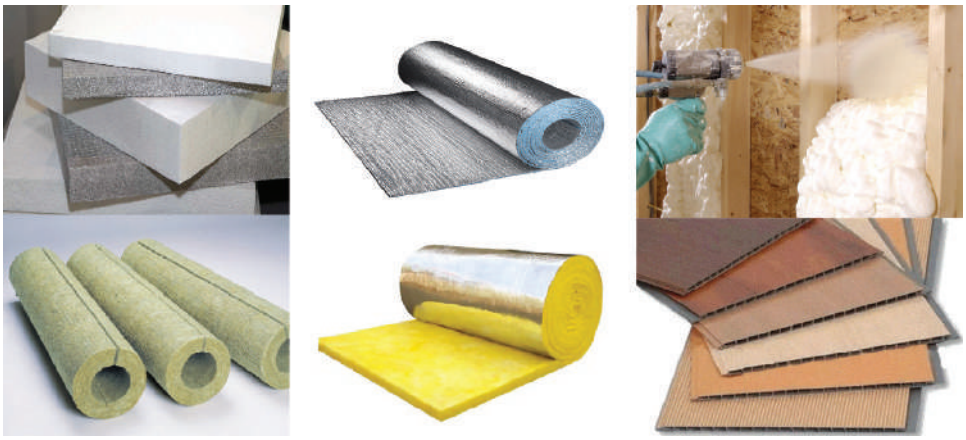
تمتاز بأنها لا تحترق، ولكنها أقل كفاءة من المواد العضوية على العزل الحراري، ومنها:

الصوف الصخري، والصوف الزجاجي، والزجاج الليفي: الفيرمكيولايت والبرلايت والإسبست.

جـ - مواد عازلة معدنية:

كرقائق الألمنيوم والقصدير العاكسة.

وتوجد أيضًا مواد عازلة للحرارة مركبة تجمع في خواصها الميزات الجيدة لكل من الأنواع السابقة، انظر الشكل (1) الذي يبيّن بعض أنواع المواد العازلة.



الشكل (1): بعض أنواع المواد العازلة.

2- حسب شكلها

أ - مواد عازلة سائبة:

تكون عادة في صورة مسحوق أو حبيبات تُصب عادة بين الجدران، أو في أي فراغ مغلق، كذلك يمكن أن تخلط مع بعض المواد الأخرى، وهي تستخدم بصورة خاصة في ملء الفراغات غير المنتظمة.

ب - مواد عازلة مرنة الشكل:

تختلف في درجة مرونتها وقابليتها للثني أو الضغط، وتوجد عادة على شكل قطع أو لفائف وتثبت عادة بمرابط خاصة، ومن الأمثلة عليها: الصوف الزجاجي والصخري ورقائق الألمنيوم.

جـ - مواد عازلة صلبة:

توجد على شكل ألواح بأبعاد ودرجات سُمك محدودة كالبولي يورثين والبولي سترين.

د - مواد عازلة سائلة:

تُصب أو تُرش في أو على المكان المطلوب؛ لتكوين طبقة عازلة، ومنها: البولي يورثين الرغوي.

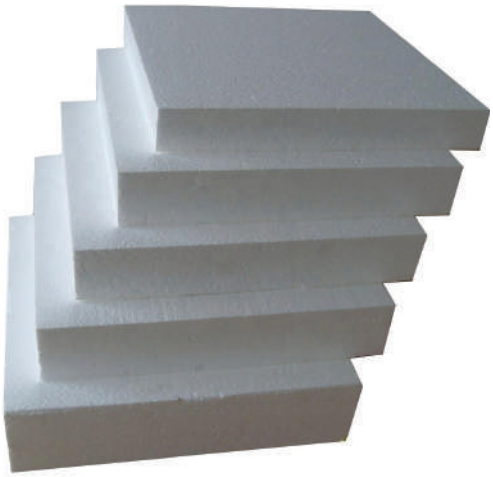
طرائق استخدام العوازل الحرارية

للعوازل استخدامات متعددة منها: عزل المباني، وعزل الأنظمة الحرارية؛ حيث توجد طرائق عدة تُجرى عن طريقها عمليات العزل، ومن هذه الطرائق ما يأتي:

1- العزل الحراري بواسطة الفراغ الهوائي

(Air Blank Heat Insulation)

تُستخدم هذه الطريقة في الأبنية، باستعمال ألواح وقطع صلبة تكون بقياسات سُمك مختلفة توضع بين الجدران والسقوف أو تحت الأرضيات، بالإضافة إلى أنه يجب أن تكون مقاومة للرطوبة، وتتحمل الأحمال.انظر الشكل (2) الذي يبيِّن أحد أنواع العزل في الأبنية (ألواح البولي سترين).



الشكل (2): أحد أنواع العزل في الأبنية.

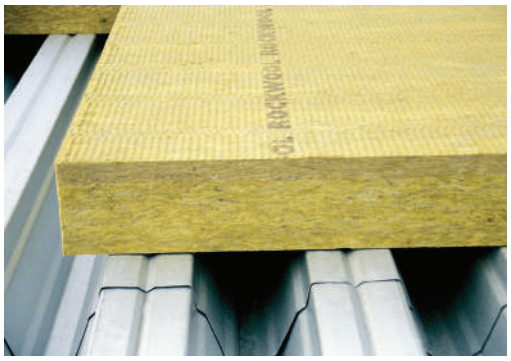
2- العزل الحراري بواسطة أنابيب العزل المطاطية (Pipe Insulation)

توجد على شكل أنابيب بقطر من ("2 - ½") بقياسات سُمك متعددة؛ بين mm (19 - 6) ؛ حيث تُستعمل لعزل الخطوط الرئيسة في شبكات التدفئة المركزية؛ نظرًا إلى سهولة تركيبها، وعدم نفاذيتها للماء، ولتحملها الكبير لدرجات الحرارة. انظر الشكل (3) الذي يبين أنابيب العزل المطاطية.

الشكل (3): أنابيب العزل الحراري.

3- العزل الحراري بواسطة المواد العازلة المضغوطة (Compressed Insulation)

تُصنع المواد العازلة من الصوف الصخري أو الصوف الزجاجي، وتُستعمل في عزل الأنابيب والأفران والخزانات الضخمة، من مساوئ هذه الطريقة: الطرائق التي يتم فيها تثبيت المواد العازلة على الجسم المعزول؛ إذ يتطلب في كثير من الأحيان وجود جدار خارجي واق لمنع تساقط المواد العازلة، كما هو الحال في عزل الأفران والمبادلات الحرارية الأسطوانية الكبيرة، انظر الشكل (4) الذي يبين لوحًا من العزل المضغوط.



الشكل (4): لوح من العزل المضغوط.

4- العزل الحراري بواسطة المواد العازلة ذات الأشكال الهندسية

تُصنع هذه المواد من الصوف الصخري أو الصوف الزجاجي أو الفلين أو البولي ستيرين، حيث تصمم بأشكال هندسية منها الصفائح، والأنابيب التي يتناسب شكلها مع الجسم المراد عزله، وتعتمد مقاومتها على نوع المواد الداخلة في تصنيعها وخصائصها، انظر الشكل (5) الذي يبين قطعة عزل من البولي ستيرين بشكل هندسي.

الشكل (5): قطعة من البولي ستيرين بشكل هندسي.

- ابحث في شبكة الإنترنت عن الطرائق المختلفة للعزل الحراري، ثم اكتب تقريرًا عنها، ثم ناقشه مع زملائك ومعلمك.

1- عدِّد أنواع المواد العازلة حسب شكلها.

2- ما الفرق بين المواد العازلة العضوية وغير العضوية؟

3- ما المواد التي تدخل في تصنيع العزل الحراري ذات الأشكال الهندسية؟

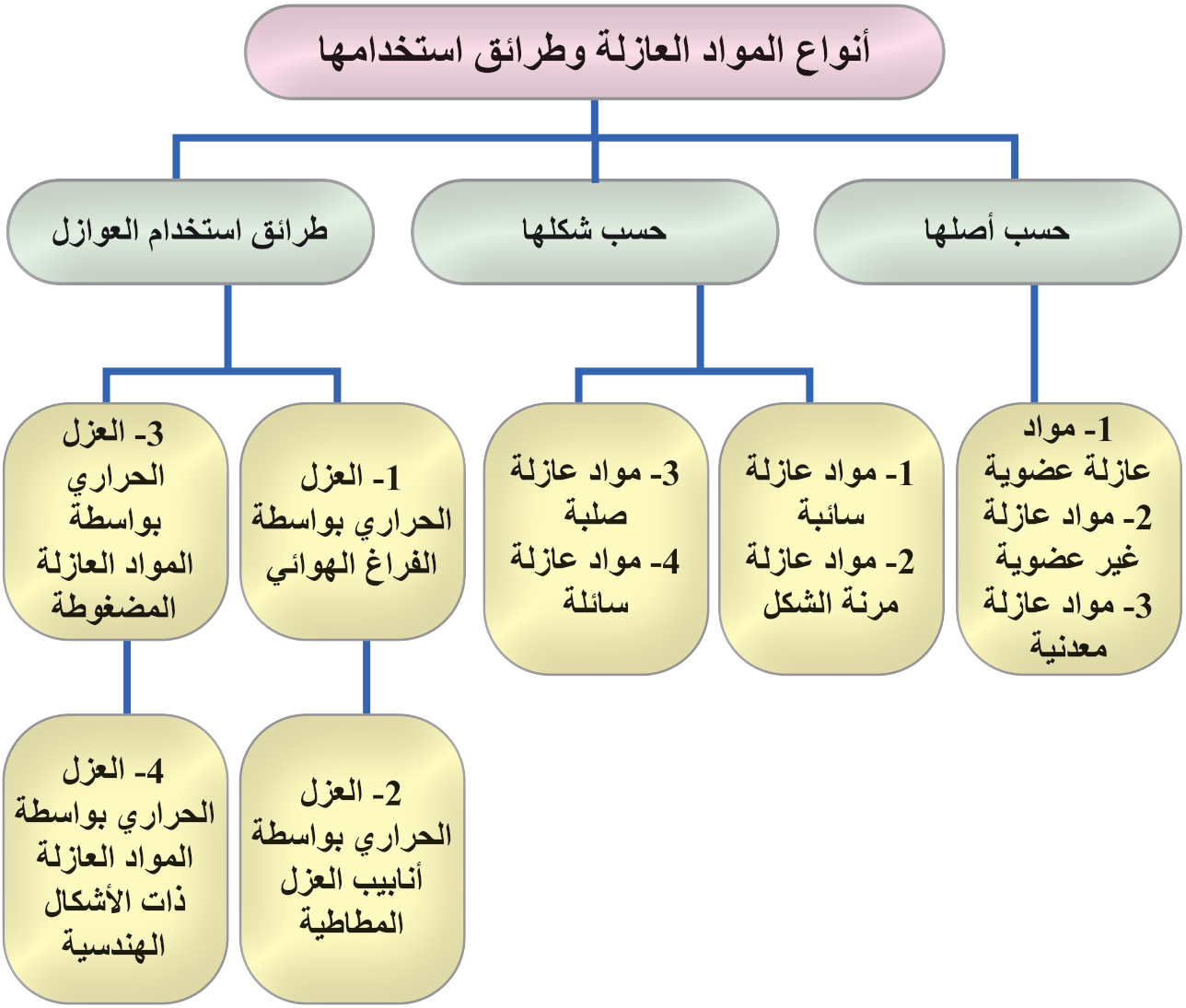
4- ضع إشارة (√) أمام العبارة الصحيحة، وإشارة (×) أمام العبارة غير الصحيحة :

(1) تُصنع المواد العازلة المضغوطة من الصوف الزجاجي.

(2) تُصنف المواد العازلة؛ حسب أصلها إلى أربعة أنواع.

(3) يُعد البولي يورثين من المواد العازلة الصلبة .

منهاجي
متعة التعليم الهادف


أنواع المواد العازلة وطرائق استخدامها
حسب أصلها
حسب شكلها
طرائق استخدام العوازل
1- مواد عازلة عضوية
2- مواد عازلة غير عضوية
3- مواد عازلة معدنية
1- مواد عازلة سائبة
2- مواد عازلة مرنة الشكل
3- مواد عازلة صلبة
4- مواد عازلة سائلة
1- العزل الحراري بواسطة الفراغ الهوائي
2- العزل الحراري بواسطة أنابيب العزل المطاطية
3- العزل الحراري بواسطة المواد العازلة المضغوطة
4- العزل الحراري بواسطة المواد العازلة ذات الأشكال الهندسية

ثالثًا: طرائق عزل شبكات التدفئة المركزية

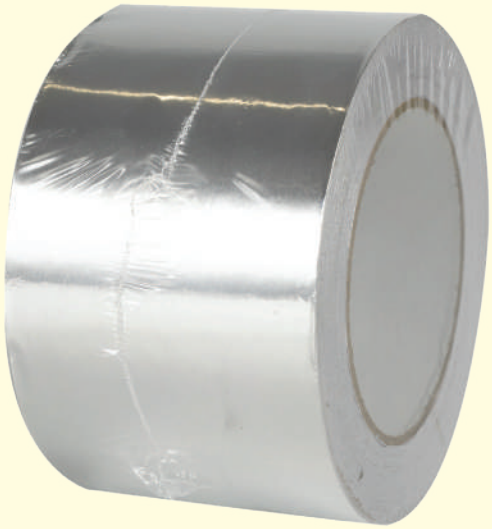
النتاجات الخاصة بالدرس

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- تتعرف طريقة عزل شبكة التدفئة المركزية الظاهرة داخل غرفة المرجل.
- تتعرف طريقة عزل شبكة التدفئة المركزية الخارجية المعرَّضة لماء المطر.
- تتعرف طريقة عزل شبكة التدفئة المركزية تحت البلاط.
- تتعرف طريقة عزل المرجل والمبادل الحراري.

انظر وتساءل

- يبين الشكل الآتي إحدى المواد المستخدمة في عمليات العزل الحراري، هل تستطيع تحديد وظيفتها؟ اذكر نوع المادة.



استكشف

- في حال إجراء عملية العزل الحراري لشبكات التدفئة المركزية الخارجية المعرضة لماء المطر، برأيك ما الطريقة الواجب اتباعها لإجراء عملية العزل الصحيحة؛ تجنبًا لحدوث الصدأ وتلف الأنابيب؟

اقرأ وتعلّم

يتم استخدام العزل الحراري لأنابيب التدفئة المركزية الخارجية وشبكات التدفئة الداخلية؛ من أجل تقليل فقد الحرارة، حيث يعتمد نوع العازل الذي سيتم استخدامه على: قطر الأنابيب، ودرجة حرارة وسيط التسخين، وظروف التشغيل، وبناءً على ذلك؛ يمكن تصنيف طرائق عزل الشبكات إلى الأنواع الآتية:

1- عزل شبكة التدفئة المركزية الظاهرة داخل غرفة المرجل

يُقصد بها الخطوط الصاعدة، والخطوط العائدة، والمجمعات، داخل غرفة المرجل، ويجري عزلها على النحو الآتي:

أ - تنظيف الشبكة جيدًا، ثم دهنها بدهان أساس مقاوم للصدأ.

ب- استخدام الصوف الصخري أو الزجاجي؛ لعزل الشبكة بسمك لا يقل عن (25) ملم.

ج- لَف الشبكة بالقماش (الخام الأبيض).

د- دهن الشبكة بمادة الجبس المحلول بالماء، أو بدهان الأملشن الأبيض المركز ثلاث مرات بالفرشاة العريضة.

2- عزل شبكة التدفئة المركزية الخارجية المعرضة لماء المطر

تكون هذه الخطوط خارج البناء وهي أكثر عرضة للتلف والصدأ؛ نظرًا إلى الظروف الجوية المحيطة بها، حيث تتلخص طريقة عزلها في ما يأتي:

أ - بعد تنظيف الشبكة تُدهن بدهان أساس مقاوم للصدأ أو بالزفتة .

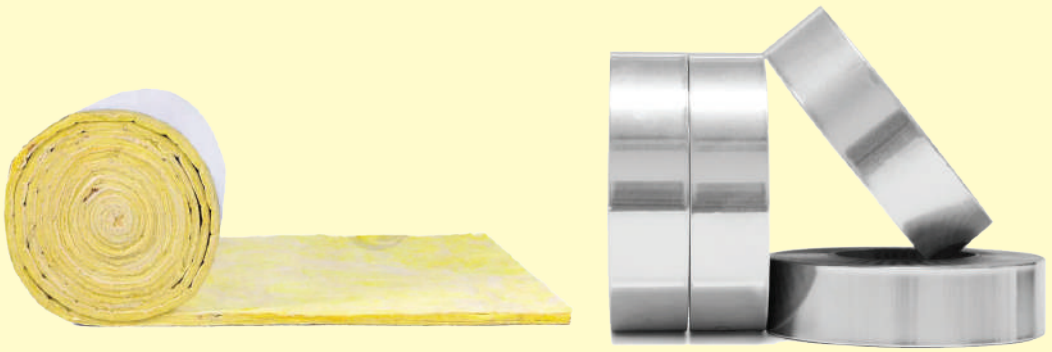
ب- استخدام الخيش المغموس بالزفتة الباردة، ثم لَف الشبكة به لفًّا متناكبًا.

ج- لَفّ الشبكة بالصوف الصخري أو الزجاجي، بسُمك لا يقل عن (25) ملم.

د- لَفّ أنابيب الشبكة بورق الزفتة لفًّا متناكبًا.

هـ - تغليف الأنابيب بطبقة من الصاج الأبيض أو صاج الألمنيوم الرقيق، بسمك لا يقل عن (0.6) مم، وتثبيتها باستخدام التباشيم.

ملاحظة: يمكن استخدام العازل الحراري الجاهز على شكل أنابيب، والعازل المغلف بورق الألمنيوم أو القصدير بحيث يُثبت بواسطة اللاصق العازل؛ لإجراء عملية العزل للخطوط الظاهرة والخطوط الخارجية، انظر الشكل (6).



لاصق العازل الحراري المُغلّف بطبقة من الألمنيوم أو القصدير

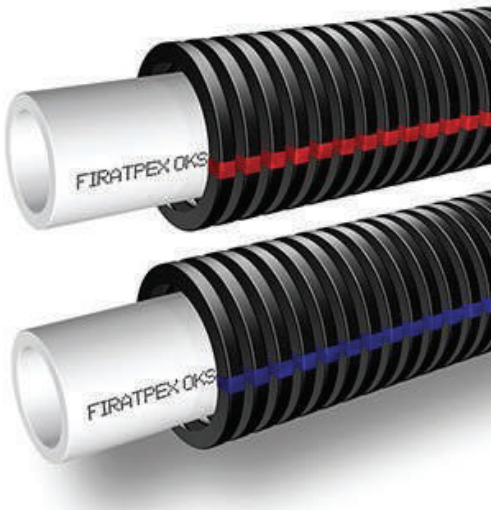
العازل الحراري المُغلّف بطبقة من القصدير أو الألمنيوم

الشكل (6): العزل الحراري المغلف بطبقة من القصدير، ولاصق العازل الحراري.

3- عزل شبكة التدفئة المركزية نظام الخزانة (التدكيك)

تُعزل خطوط الشبكة الرئيسة داخل المناور باستخدام أنابيب العزل الحراري الجاهزة، ويُغلف بورق الألمنيوم، أمّا الشبكة الداخلية فيتم عزلها بوساطة الأكمام (السليف) الذي يعمل على عزل الأنابيب بداخله عن الظروف الطبيعية المحيطة، (عزل هوائي) انظر الشكل (7 / أ) الذي يبين (العزل داخل المناور)، والشكل (7 / ب) الذي يبين طريقة العزل داخل الأكمام.

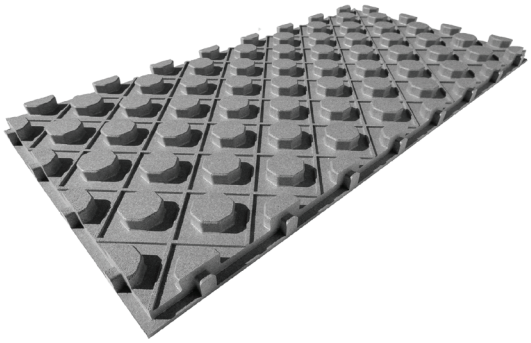
الشكل (7/أ): عزل الأنابيب الرئيسة داخل المناور.



الشكل (7/ ب): العزل الحراري داخل الأكمام.

4- عزل شبكة التدفئة المركزية تحت البلاط

عند تنفيذ عملية العزل لهذه الشبكة تُستخدم ألواح عزل حراري خاصة مصنوعة من البولي ستيرين الصلب، أو المطاط، كما في الشكل (8)، حيث توضع تحت الشبكة لتشكل طبقة العزل المطلوبة، ومن ثم تمدد الشبكة وتُصب طبقة من الإسمنت فوقها، وتترك لتجف، وبعدها يجري تبليطها ببلاط البورسلان، الذي يسمح بانتقال الحرارة بالتوصيل والحمل، انظر الشكل (9).



الشكل (8): العازل الحراري للشبكة.

الشكل (9) :الصبّة الأسمنتية فوق الشبكة ثم البلاط.

5- عزل مرجل التدفئة المركزية

تُعزل مراجل التدفئة المركزية بطريقتين، هما:

أ- العزل بواسطة الصوف الصخري أو الفيبر جلاس:

حيث يغلف الفيبر جلاس أو الصوف الصخري بطبقة من القصدير أو من المطاط المقوى على ألّا يقل سُمك الطبقة العازلة عن mm (50). وتستخدم الأشرطة البلاستكية الخاصة لعملية تثبيت العازل حول مقاطع المرجل، أمّا من الجهة الأمامية والخلفية للمرجل فيُستخدم غطاء الجاكيت المحتوي على طبقة عازلة مثبتة في جسم الغطاء، انظر الشكل (10) الذي يوضح طريقة عزل المرجل.

الشكل (10): يوضح طريقة عزل المرجل.

ب- العزل بواسطة القالب الخاص بالمرجل:

وفيها يُبطن القالب الصاج (جاكيت المرجل) بطبقة داخلية من ألواح الصوف الصخري أو الزجاجي، ويتراوح سمكها بين mm (100- 50) ، تُثبت باستخدام مادة لاصقة.

6- عزل المبادل الحراري

يُعزل المبادل الحراري داخل غرفة المرجل على النحو الآتي:

أ - تغليف المبادل الحراري بطبقة عازلة من الصوف الصخري أو الزجاجي، أو اللدائن التي تتحمل درجة حرارة (90)°c ، وبسُمك لا يقل عن (50) mm.

ب- لَف المبادل بقطعة من القماش الخام الأبيض، وحياكته جيدًا.

ج- دهن المبادل بطبقة عازلة باستخدام دهان الأملشن الأبيض، أو بالجبس المحلول بالماء.

يمكن الحصول على مبادل حراري معزول مسبقًا بالفوم (الرغوي) من المصنع مباشرة، حيث يكون مغلفًا بطبقة من الصاج المجلفن؛ لحماية المادة العازلة من التلف نتيجة الظروف المحيطة، ولا يقل سمك الطبقة العازلة عن (50) mm.

- مستعينًا بالمراجع المتوافرة في مدرستك، أو المواقع الإلكترونية على شبكة الإنترنت، ابحث عن طرائق عزل لشبكات التدفئة المركزية، واكتب تقريرًا في ذلك، ثم ناقشه مع زملائك ومعلمك.

1- علام يعتمد اختيار نوع العازل الحراري؟

2- تُستخدم طبقة من الصاج المجلفن عند عزل المبادل الحراري بالفوم الرغوي، علل ذلك.

3- اشرح طريقة عزل شبكة التدفئة المركزية (التدكيك).

4- ضع إشارة (√) أمام العبارة الصحيحة، وإشارة (×) أمام العبارة غير الصحيحة في ما يأتي:

(1) تُعزل مراجل التدفئة المركزية بواسطة البولي سترين الصلب.

(2) يجب ألّا يقل سمك العازل الحراري عند عزل شبكة التدفئة عن (25) mm.

(3) عند استخدام العازل الحراري الجاهز يُثبت بواسطة لاصق مغلف بطبقة من القصدير.

طرائق عزل شبكات التدفئة المركزية

1-عزل شبكة التدفئة الظاهرة داخل غرفة المرجل.

2- عزل شبكة التدفئة المركزية الخارجية المعرضة لماء المطر.

3- عزل شبكة التدفئة نظام الخزانة.

4- عزل شبكة التدفئة تحت البلاط.

5- عزل مرجل التدفئة المركزية.

6- عزل المبادل الحراري.

التمارين العملية:

تمرين رقم (1) عزل شبكة التدفئة المركزية داخل غرفة المرجل

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تحدد المواد العازلة اللازمة للعزل.
- تطبِّق قواعد العزل الحراري.
- تعزل شبكة التدفئة المركزية الخارجية.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- متر قياس 2- مقص صاج 3- فرشاة دهان	1- أنابيب سوداء بأقطار مختلفة 2- فيبر جلاس للعزل 3- لاصق للعزل او مرابط بلاستيكية 4- أنابيب عزل جاهز (آرم فلكس) 5- دهان أساس 6- كمامات 7- قفازات

خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- أعِدَّ خطة عمل بسيطة تتضمن تحضير المواد الأولية والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين ومراعاة شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية .

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ بعد ارتداء ملابس الوقاية جهِّز المواد والعُدَد اللازمة لتنفيذ التمرين.	
2 ـ نظِّف الأنابيب جيدًا، ثم ادهنها بدهان أساس مقاوم للصدأ.	
3 ـ أحضر قطعة من العزل (الصوف الصخري)، ثم قُصها بحسب مقاسات وقطر الأنابيب.	

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
4 ـ نفِّذ عملية العزل الحراري للشبكة، انظر الشكل (1).	الشكل (1).
5 ـ ثبِّت العازل الحراري بواسطة اللاصق العازل، أو المرابط البلاستيكية، انظر الشكل (2).	الشكل (2).
6 ـ استخدم العزل الجاهز البديل عن العزل السابق (آرم فلكس)، كما في الشكل (3)، ثم ثبِّت ذلك بشريط لاصق.	الشكل (3).
ـ نظِّف موقع العمل ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عما نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- ما الهدف من عمليه دهن الأنابيب قبل عزلها؟

2- هل يمكن الاستغناء عن اللاصق العازل عند إجراء عمليه العزل؟

3- حدد أنواع المواد التي استخدمتها في عملية العزل.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أختار المواد العازلة المناسبة.			
2	أحدد سُمك المادة العازلة.			
3	أعزل شبكة التدفئة المركزية.			

التمارين العملية:

تمرين رقم (2) عزل شبكة تدفئة مركزية من أنابيب الحديد تحت سطح البلاط

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تحدد المواد العازلة اللازمة للعزل.
- تطبِّق قواعد العزل الحراري.
- تعزل شبكة التدفئة المركزية من أنابيب الحديد تحت البلاط.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- متر قياس	1- أنابيب سوداء بأقطار مختلفة
2- مقص	2- فيبر جلاس للعزل
3- منشار يدوي	3- لفائف من الخيش
4- فرشاة دهان	4- زفتة باردة
	5- ورق زفتة
	6- أسلاك تربيط
	7- دهان أساس
	8- قفازات كتان وقفازات نايلون
	9- كمامات ورقية

خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- أعِدَّ خطة عمل بسيطة تتضمن تحضير المواد الأولية والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين ومراعاة شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية .

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ جهِّز المواد والعُدَد اللازمة لتنفيذ التمرين، ثم نظِّف الأنابيب جيدًا، ثم ادهنها بدهان أساس مقاوم للصدأ، انظر الشكل (1).	 الشكل (1).
2 ـ لُف الأنابيب بالخيش المغموس في الزفتة الباردة، انظر الشكل (2).	 الشكل (2).
3 ـ لُف الشبكة بطبقة من الفيبر جلاس، ثم لُف الخيش النظيف فوقه، انظر الشكل (3) والشكل (4).	 الشكل (3). الشكل (4).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
4 ـ غلِّف الشبكة بورق الزفتة بتثبيت ورق الزفتة بواسطة أسلاك التربيط. كما في الشكل (5).	الشكل (5).
ـ نظِّف موقع العمل، ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عما نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- لماذا تم عزل شبكة التدفئة بهذه الطريقة؟

2- ما خطوات العزل التي نفَّذتها؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أختار المواد العازلة المناسبة.			
2	أفرِّق بين أنواع المواد العازلة.			
3	أعزل شبكة التدفئة من أنابيب الحديد تحت سطح البلاط.			
4	أطبِّق وأراعي تعليمات الصحة والسلامة المهنية.			

التمارين العملية:

تمرين رقم (3) عزل مرجل التدفئة المركزية

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تعزل مرجل التدفئة باستخدام قالب مصنوع من الصوف الصخري.
- تستبدل العازل في حال إجراء الصيانة.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- مرجل تدفئة 2- منشار يدوي 3- مقص 4- نظارات واقية	1- جاكيت مرجل من الصاج 2- عازل فيبر جلاس خاص 3- أربطة بلاستيكية طويلة 4- كمامات 5- قفازات

خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- أعِدَّ خطة عمل بسيطة تتضمن تحضير المواد الأولية والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين ومراعاة شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية .

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1 - جهِّز المواد والأدوات لتنفيذ التمرين.	
2 - جهِّز المرجل في مكان العمل.	
3 - أحضر العازل الحراري الصوف الصخري الخاص.	

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
4 ـ ثبِّت العازل الحراري جيدًا على جسم المرجل باستخدام مرابط التثبيت الخاصة، كما في الشكل (1).	الشكل (1).
5 ـ ركِّب قالب الصاج (الجاكيت) على المرجل، كما في الشكل (2).	الشكل (2).
6 ـ جمِّع باقي الأجزاء كما في الشكل (3).	الشكل (3).
ـ نظِّف موقع العمل ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عما نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- لماذا استُخدم قالب من الصاج لتغليف المادة العازلة؟

2- ما الهدف من عزل مرجل التدفئة المركزية؟

3- هل يمكن الاستغناء عن إجراء عملية العزل للمرجل؟ ولماذا؟

4- ما إجراءات الصحة والسلامة المهنية التي اتبعتها في أثناء تنفيذ التمرين؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أختار المواد العازلة المناسبة.			
2	أحدد سُمك المادة العازلة.			
3	أعزل مرجل التدفئة.			
4	أطبّق تعليمات الصحة والسلامة المهنية.			

التمارين العملية:

تمرين رقم (4) عزل المبادل الحراري

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تتعرف أنواع المواد العازلة.
- تعزل المبادل الحراري الاسطواني.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- مبادل حراري 2- متر قياس 3- مقص 4- منشار يدوي 5- فرشاة دهان	1- قماش خام 2- فيبر جلاس أو صوف صخري 3- جبس أو دهان املشن 4- خيطان 5- إبرة خياطة كبيرة 6- أنابيب سوداء وبيضاء لتوصيل المبادل الحراري 7- قفازات 8- كمامات

خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- أعِدَّ خطة عمل بسيطة تتضمن تحضير المواد الأولية والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين ومراعاة شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية .

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ جهِّز المواد والعُدَد اللازمة لتنفيذ التمرين.	
2 ـ أحضر العازل الحراري الفيبر جلاس، وضعه على أسطوانة المبادل الحراري، ثم لُفَّها بقماش الخام، وابدأ في حياكتها، انظر الشكل (1).	 الشكل (1).
3 ـ ضع قطع من الفيبرعلى جوانب المبادل الحراري، ثم اعمل على تغطيتها بالقماش الخام وحياكتها، كما في الشكل (2).	 الشكل (2).
4 ـ جهِّز مادة الجبس، ثم اخلطها في الماء حتى تصبح رخوة (روبة) .	

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
5 ـ ادهن غلاف المبادل (القماش الخام) بمحلول الجبس بوساطة فرشاة طراشة عريضة، كما في الشكل (3).	الشكل (3).
6 ـ اترك المبادل حتى يجف تمامًا.	
7 ـ اعزل شبكة المبادل بنفس الطريقة.	
ـ نظِّف موقع العمل ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عما نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- ما سبب طلاء المبادل بطبقة من الجبس؟

2- هل توجد طرائق أخرى لعزل المبادل الحراري؟

3- ما إجراءات الصحة والسلامة المهنية التي اتبعتها في أثناء تنفيذ التمرين؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أختار المواد العازلة المناسبة.			
2	أعزل المبادل الحراري.			
3	أطبّق تعليمات الصحة والسلامة المهنية.			

1- اختر رمز الإجابة الصحيحة في كل ممّا يأتي:

1- كل من الآتية تُعد من فوائد استخدام العزل الحراري ما عدا:

أ - إعاقة تسرب الحرارة إلى الحيز. ب- سهولة التحكم بدرجات الحرارة داخل الحيز.

جـ - تقليل الفواقد الحرارية من الأجهزة الحرارية. د- جمالية المظهر الخارجي للبناء.

2- تُعتمد كمية الحرارة المنتقلة على عدة عوامل، أهمها:

أ - درجة حرارة الوسط الساخن. ب - درجة حرارة الوسط البارد.

جـ - معامل التوصيل الحراري. د - جميع ما ذكر.

3- من العوامل التي تؤثر في كفاءة العزل الحراري:

أ - ارتفاع درجة الحرارة عن الحد المطلوب.

ب - انخفاض درجة الحرارة عن الحد المطلوب.

جـ - خصائص العزل الحراري المستخدم.

د - لا شيء مما ذكر.

4 - المواد العازلة التي تتمتع بكفاءة عالية في العزل الحراري هي:

أ - المواد العازلة غير العضوية.

ب - المواد العازلة العضوية.

جـ - المواد العازلة المعدنية.

د - لا شيء مما ذكر.

5- تقسم المواد العازلة حسب شكلها إلى:

أ - مواد عازلة سائبة.

ب - مواد عازلة مرنة.

جـ - مواد عازلة صلبة.

د - جميع ما ذكر.

6- طريقة العزل التي تُستخدم فيها ألواح وقطع عزل صلبة توضع بين الجدران والسقوف هي:

أ - العزل الحراري بواسطة الفراغ الهوائي.

ب - العزل الحراري بواسطة أنابيب العزل المطاطية.

جـ - العزل الحراري بواسطة المواد المضغوطة.

د - العزل الحراري بواسطة المواد ذات الأشكال الهندسية.

7- اشرح بالخطوات طريقة عزل المبادل الحراري

8- عدد طرائق استخدام العوازل الحرارية.

9- اذكر المعايير التي يجب أن تتوافر في المواد العازلة.

10- ضع إشارة (√) أمام العبارة الصحيحة، وإشارة (×) أمام العبارة غير الصحيحة:

(1) يجري تغليف الأنابيب بعد عزلها بطبقة من الصاج الأبيض بسُمك لا يقل عن (0.6) مم.

(2) ليس من الضروري عند عزل شبكة التدفئة الخارجية استخدام دهان أساس.

(3) تُعزل الأفران والمبادلات الحرارية باستخدام الصوف الصخري أو الزجاجي.

(4) تمتاز المواد العازلة الغير عضوية بأنَّها لا تحترق.

(5) تُستخدم المواد العازلة للحرارة لعزل الأنظمة الحرارية فقط.

الوحدة الحادية عشرة

قنوات شبكات التدفئة

- ما الهدف من بناء قنوات شبكات التدفئة؟
- على ماذا يعتمد حجم القناة؟

11

القنوات الخاصة بشبكات التدفئة المركزية وغيرها هي ممرات تُستخدم لتمديد الأنابيب بين أجزاء المبنى الواحد أو المباني المتجاورة أو الأبنية المتفرقة؛ وذلك لتسهيل التركيب والنظافة والصيانة، وللمحافظة على الأنابيب من التلف والصدأ وتسرب المياه وغيرها من سوائل تمر من خلال الأنابيب، حيث إنَّ عملية تمديد الأنابيب تتم تحت سطح الأرض؛ ما يُفضي إلى قصر عمرها الافتراضي، وتختلف هذه القنوات في سعتها وحجمها؛ بحسب عدد الشبكات وعدد الأنابيب وأقطارها، حيث تُبنى بمواصفات خاصة حسب التطبيق والنظام الذي تعمل فيه الشبكات .

انظر وتساءل

استكشف

اقرأ وتعلّم

الإثراء والتوسع

القياس والتقويم

الخريطة المفاهيمية

النتاجات العامة للوحدة

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادرًا على أن:

- تتعرف أنواع القنوات الخاصة بشبكات التدفئة.
- تتعرف طرائق بناء القنوات تحت سطح الأرض.
- تتعرف الاشتراطات الفنية لبناء هذا النوع من القنوات.
- تتعرف الهدف من إنشاء القنوات.
- تتعرف حاملات تثبيت الأنابيب داخل القنوات.

نتاجات الوحدة العملية

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن :

- تبني قناة صغيرة الحجم.
- تقصِّر القناة من الداخل ومن الخارج.
- تركِّب حاملات تثبيت الأنابيب في القناة.
- تعزل القناة بالزفتة.
- تمدد شبكة أنابيب داخل القناة الأفقية.
- تعزل الأنابيب داخل القناة.

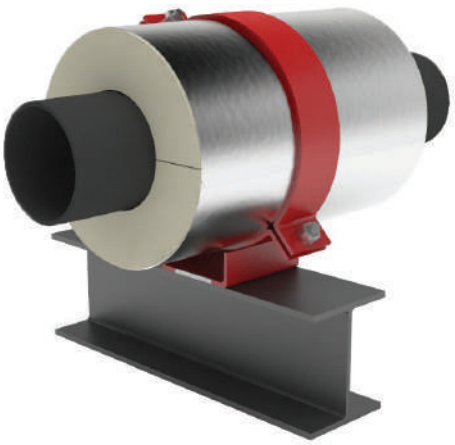
قنوات شبكات التدفئة

انظر وتساءل

- انظر إلى الشكل الآتي، هل تستطيع تسمية القطعة الموجودة في الشكل؟ وما الغاية من استخدامها؟

استكشف

- تأمل الشكل الآتي، هل تستطيع معرفة هذه القطعة؟ ما الغاية من استخدامها؟



تستخدم القنوات لتمديد الشبكات وربطها، وإيصالها من غرف الخدمات إلى المباني المختلفة أو أجزاء المبنى الواحد.

وتخدم القنوات تمديدات شبكات المياه الساخنة، وشبكات البخار، وخطوط الهواء المضغوط ، وخطوط المياه المثلجة لأجهزة التكييف المركزي، وكوابل الشبكات الكهربائية، وأنابيب الصرف الصحي وغير ذلك.

وتحل القنوات كثيرًا من مشاكل الصيانة من دون الحاجة إلى خلع بلاط الأرضيات وتكسير بعض الأعمال الإنشائية، وإتلاف كثير من المواد التي تُعيق عمليات الصيانة؛ حيث تكون عمليات الصيانة سهلة جدًّا في حال تمديد الأنابيب داخل قنوات خاصة بها؛ لتكون في متناول أيدي فنيي الصيانة .

1- أنواع القنوات

أ ـ قنوات تحت سطح الأرض :-

تُصمم هذه القنوات تحت مستوى سطح الأرض، وتكون متصلة بين المراجل أو أية أجهزة أخرى وبين المباني أو أجزاء المباني التي تتطلب توصيل المياه الساخنة إليها .

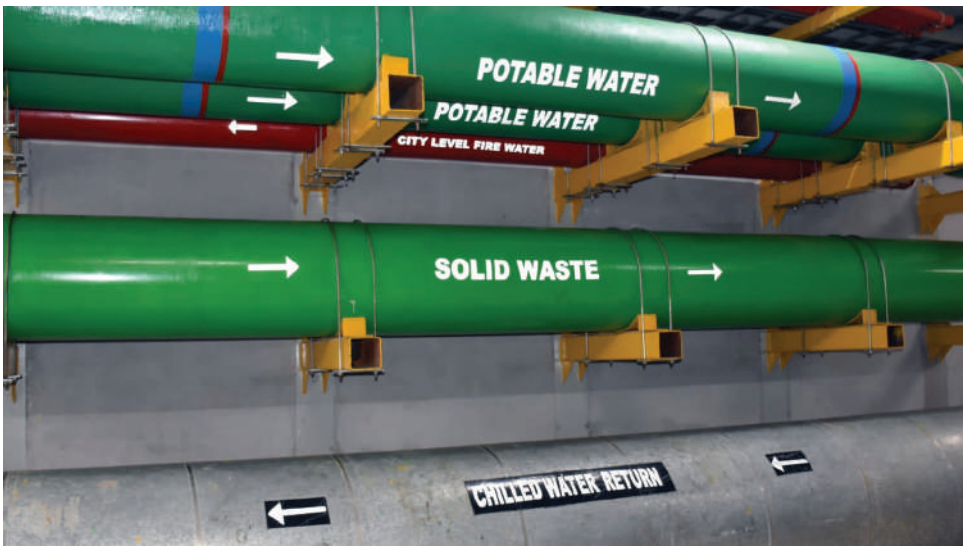
يختلف تصميم هذه القنوات وأبعادها وقياساتها؛ حسب كمية الأنابيب وأقطارها وأنواع الشبكات التي ستمر خلالها، وفي الأغلب يكون لتمديد الشبكات وتوزيعها قنوات رئيسة، وقنوات فرعية لتتناسب مع عدد الأنابيب والمساحات اللازمة لأعمال الكشف والصيانة الدورية وغير ذلك، تُصمم هذه القنوات تحت مستوى سطح الأرض، وتكون إمّا صغيرة الحجم، وإمّا متوسطة، وإمّا كبيرة؛ بناء على طبيعة استخدام القناة.

ويبين الشكل (1) قناة تحت سطح الأرض ذات حجم كبير، تحتوي على عدة شبكات بداخلها وتخدم أحياء المدينة.

الشكل (1): قناة تحت سطح الأرض ذات حجم كبير تحتوي على عدة شبكات بداخلها وتخدم أحياء المدينة.

ب- قنوات جانبية

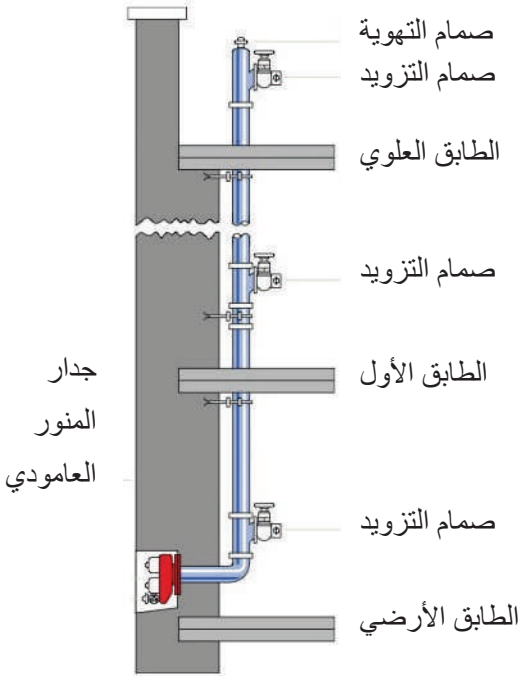
يتم إنشاء هذه القنوات في حال عدم التمكن من إنشاء قنوات تحت سطح الأرض؛ إذ تُنشَأ بجانب المبنى أو في ممرات الخدمات، وتوضع فيها الأنابيب على حاملات خاصة على جانب الجدار الواحد للممر. والشكل (2) يبين قناة جانبية داخل ممر جانبي.



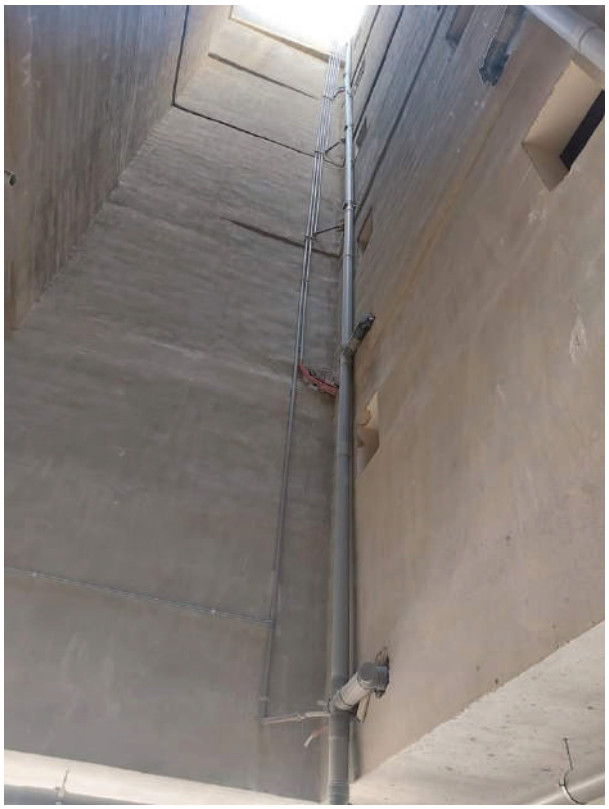
الشكل (2) : قناة جانبية داخل ممر جانبي.

جـ - قنوات عمودية

تُصمم هذه القنوات في المباني ذات الطوابق المتعددة؛ لنقل الخدمات من طابق الخدمات (التسوية) إلى الطوابق العلوية بما يسمى أيضًا (المنور)، الذي يعتمد حجمه على عدد الأنابيب وأقطارها؛ فكلما زاد عدد الأنابيب زاد حجم المنور، ويكون تمديد الأنابيب بشكل عمودي، وتتفرع إلى الطوابق بشكل أفقي؛ لذلك يُعد المنور فتحة صيانة وتهوية وإنارة للمبنى. ويبين الشكلان (3، 4) قناة عمودية (منورًا) لخدمات الطوابق المتعددة.



الشكل (3) : قناة عمودية (منور) لخدمات الطوابق المتعددة.



الشكل (4) : قناة عمودية (منور) لخدمات الطوابق المتعددة.

د- قنوات فوق الممرات في المباني أو معلقة على أسقفها:

تُنفذ هذه القنوات لتسهيل تمديد شبكات أنابيب الخدمات المختلفة وكوابل الكهرباء وغيرها، من مبنى الخدمات إلى عدد من الأبنية المنفصلة التي تربط بينها ممرات مسقوفة؛ لذلك تُصمم أسطح هذه الممرات لتكون ممرات لتمديد الشبكات، وقد يكون تمديد الشبكات أيضًا معلقًا بسقف الممر، ويبين الشكل (5) تمديدات شبكة أنابيب معلقة بالسقف.

الشكل (5) تمديدات شبكة أنابيب معلقة في السقف.

2- طرائق بناء القنوات تحت سطح الأرض:

أ- القنوات صغيرة الحجم

يعد هذا النوع من القنوات من أقل الأنواع كلفة من حيث الإنشاء، إلّا أنَّها أكثر الأنواع كلفة من حيث الصيانة؛ إذ يترتب على صيانتها خلع جميع الأعمال الإنشائية داخل البناء من بلاط وصبة إسمنتية وغيرهما، وكذلك إزالة جميع المواد العازلة، وإعادة تركيب غيرها؛ في حالة حصول تلف بالأنابيب.

يعتمد بناء هذا النوع من القنوات بشكل رئيس على نوعية المواد العازلة المستعملة داخل هذه القنوات. وهنالك عدة طرائق لبناء هذا النوع، منها:

1. طريقة بناء القنوات لشبكات التدفئة المعزولة بالصوف الصخري أو الصوف الزجاجي.

تُبنى هذه القنوات من الطوب الإسمنتي بعد صب قاعدة من الإسمنت، ثم تقصر جيدًا وتدهن جميع الجدران الداخلية بمادة الزفتة؛ لمنع تسرب الرطوبة إلى داخلها. بعد ذلك تُصب الأغطية الإسمنتية المسلحة منفصلة، وتُترك فترة من الزمن حتى تجف، ومن ثم تُغطى القنوات بالأغطية الإسمنتية، وتغلق جميع الفتحات بين كل غطاء وآخر.

ويعتمد عرضها على عدد أنابيب التدفئة وقطرها؛ لذلك فإنَّه يُفضل إذا زاد قطر الأنبوب داخل القناة عن (60) mm أن يُبنى حاجز في القناة.

2. طريقة بناء القنوات لشبكات التدفئة المعزولة، بمواد عازلة لزجة:

تُستعمل هذه الطريقة في القنوات الخارجية؛ حيث تصب القاعدة من الإسمنت، ثم تُركب بعد ذلك الأغلفة الإسمنتية الجانبية مسبقة الصنع، وبعد تركيب شبكة التدفئة تُغلف الأنابيب بطبقة من مادة لزجة تنصهر عند درجات الحرارة العالية لتُمكِّن الأنابيب من الحركة داخل المواد العازلة. بعد ذلك توضع المواد العازلة وتُركب الأغطية الإسمنتية، ثم تُغلَّف جميع الفتحات بالزفتة؛ لمنع تسرب الرطوبة والمياه، وقد تُغطى الأنابيب أولًا، ثم تنفث المواد العازلة القابلة للتشكل.

3. طريقة بناء القنوات لشبكات التدفئة غير المعزولة:

تعد هذه الطريقة من أحدث الطرائق في بناء القنوات؛ إذ يُستعاض عن المواد العازلة ببناء جدرانها من مادة إسمنتية تحتوي على مواد عازلة، وبحيث يكون معامل التوصيل الحراري للجدران صغيرًا جدًّا. بذلك فإنَّ هذه الجدران تؤدي عمل المواد العازلة.

ب ـ القنوات متوسطة الحجم

لا يختلف هذا النوع عن القنوات الصغيرة الحجم من حيث البناء إلا في ارتفاعه الذي قد يبلغ (1.5) مترًا أحيانًا. ويُستعمل هذا النوع من القنوات في أماكن وصل الشبكة الرئيسة بالشبكة الفرعية داخل المباني السكنية.

جـ ـ القنوات كبيرة الحجم:

هي أكثر أنواع القنوات كلفة؛ إذ إنَّها تشكل ممرات طويلة يتراوح ارتفاعها بين (2- 1.8) مترًا، ويتراوح عرضها بين (2- 1.5) مترًا، وتتوافر فيها جميع ظروف التهوية والإنارة وإمكانية عمل الصيانة اللازمة لشبكات التدفئة والبخار... إلخ .

ويُستعمل هذا النوع من القنوات عادة للشبكات التي تحتاج إلى صيانة مستمرة، كشبكات البخار التي تحتاج إلى ميلان متعاكس في خطَّي البخار والماء المتكثف؛ ما يستوجب ارتفاعًا كبيرًا عن القنوات الاعتيادية.

وتكمن الميزة الرئيسة لهذا النوع من القنوات في إمكانية استخدامه باعتباره قناة واحدة لمجموعة من الشبكات التي تزود المباني السكنية، كشبكات المياه، والبخار، وشبكات المياه الساخنة، والتدفئة المركزية، والهواء المسحوب، وشبكة الكهرباء ذات الضغط المنخفض .

3ـ الاشتراطات (المواصفات) الفنية لبناء هذا النوع من القنوات

أ ـ ألّا يقل ارتفاع القناة عن مترين اثنين.

ب ـ ألّا يزيد البعد بين حفرة التفتيش والأخرى على (200)m.

جـ ـ أن يكون ميلان قاعدة القناة بنسبة (1%) باتجاه طولي و (5%) باتجاه عرضي.

د ـ وجود مجرى مياه يوصل عادة بمجاري مياه المطر.

هـ ـ ألّا يقل ارتفاع الطمم فوق سطح القناة عن (50)cm.

و ـ أن تكون القناة بعيدة عن شبكة الكهرباء ذات الضغط العالي.

ز ـ زيادة سُمك جدران القناة في الأماكن القريبة من المجاري؛ لتجنب ظهور قطرات المياه (التعرق) على جدران القناة.

حـ ـ تثبيت الأنابيب في الحيز المخصص لها؛ بما يسمح بصيانة أي منها دون إلحاق الضرر بالأنابيب الأخرى المجاورة.

ط ـ يُترك فراغ مناسب للأنابيب عند تثبيتها؛ لأجل الحركة الناتجة عن التمدد والتقلص.

ك ـ طلاء الأنابيب بمواد مقاومة للصدأ والرطوبة قبل تنفيذ عملية العزل.

4- الهدف من إنشاء القنوات :-

أ - حماية الأنابيب من الكسر والصدأ والتلف.

ب - سهولة إجراء اعمال الصيانة، وتقليل كلف الصيانة.

جـ - سهولة تمديد الشبكات داخلها.

5- حاملات الأنابيب داخل القنوات

تنقسم حاملات الأنابيب داخل القنوات إلى ما يأتي:

أ- حاملات الأنابيب الثابتة

يُستعمل هذا النوع من الحاملات عادة بين فواصل التمدد، وفي الأماكن التي يتوجب فيها تثبيت شبكة التدفئة ومنعها من الحركة، كأماكن تركيب المحابس والمنظِّمات ونقاط التفريع. ويعتمد نوع حاملات الأنابيب الثابتة وتصميمها على ما يأتي:

أ . المسافة بين فواصل التمدد.

ب. درجة حرارة وسيط التسخين .

جـ. نوع الحاملات المتحركة .

د . قطر الأنبوب .

هـ. نوع أنابيب التدفئة.

إن القوة الرئيسة التي تؤثِّر في الحاملات الثابتة تنتج عن :

1- قوة الاحتكاك في الحاملات المتحركة.

2- قوة مقاومة فواصل التمدد.

3- المقاومة الناتجة عن الضغط داخل شبكات التدفئة.

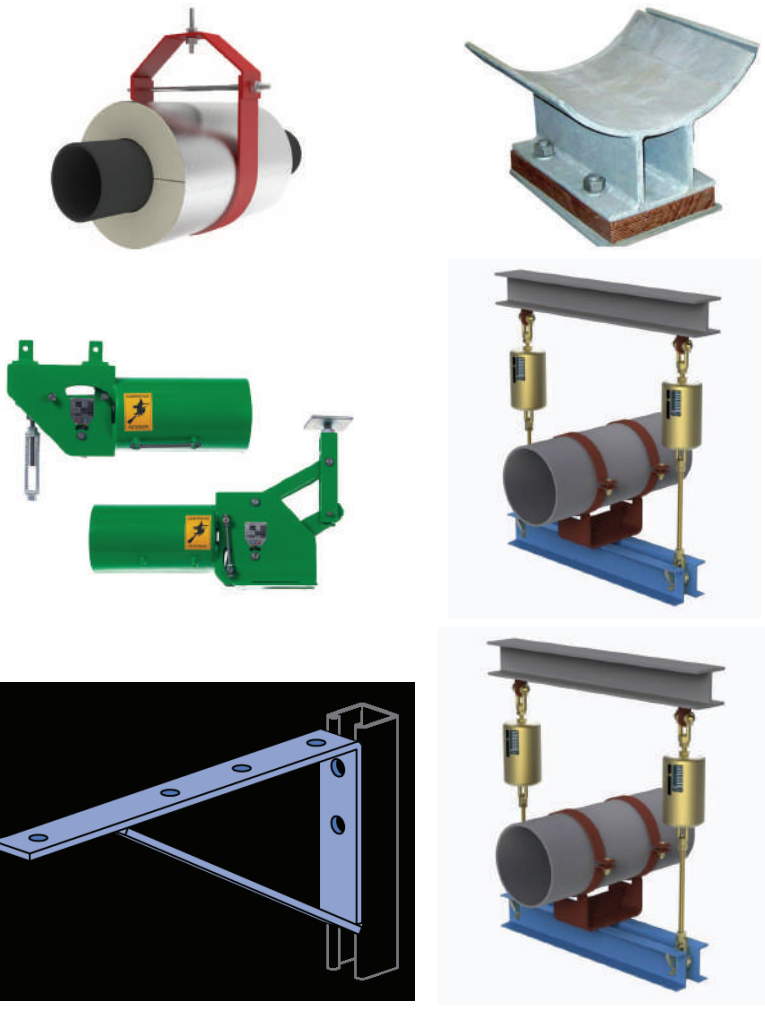
ب- حاملات الأنابيب المتحركة:

تُستعمل عادة بين حاملات الأنابيب الثابتة، ويعتمد البعد بين الحاملة والأخرى على: قطر أنبوب التدفئة، والضغط داخل الشبكة، ودرجة حرارة وسيط التسخين.

يجب اختيار الحاملات المناسبة التي تسمح بحرية الحركة (التمدد) وحسب نوع التثبيت؛ إن كانت جدارية، أم أنابيب معلقة بالأسقف، أم إن كانت في قنوات أرضية؛ فهناك حاملات خاصة لها لرفعها عن الأرض.

ويبين الشكل (6) حاملات أو دعامات خاصة لرفع الأنابيب عن الأرض، ويبين الشكل (7) مجموعة من حاملات الأنابيب المختلفة.

الشكل (6) حاملات أو دعامات خاصة لرفع الأنابيب عن الأرض.



الشكل (7) : مجموعة من حاملات الأنابيب المختلفة.

- نظِّم زيارة مع معلمك لأحد المشاريع القريبة من مدرستك، وتعرَّف القنوات المستخدمة فيها، وطرائق تثبيت الأنابيب على الحاملات.
- تعرَّف كيفية تركيب الأنابيب على الحاملات، وكذلك تعرَّف كيفية تعليقها بالأسقف.

1- ما الهدف من انشاء القنوات؟

2- أين يجب أن يكون اتجاه الميلان في القنوات؟

3- بيِّن خطوات بناء القنوات لشبكات التدفئة المعزولة بالصوف الزجاجي أو الصوف الصخري.

4- ما الاشتراطات الخاصة لبناء القنوات؟

5- وضِّح الهدف من استخدام حاملات الأنابيب أو الدعامات في تمديدات الشبكات.

6- ضع إشارة (√) أمام العبارة الصحيحة ، وإشارة (×) أمام العبارة غير الصحيحة :

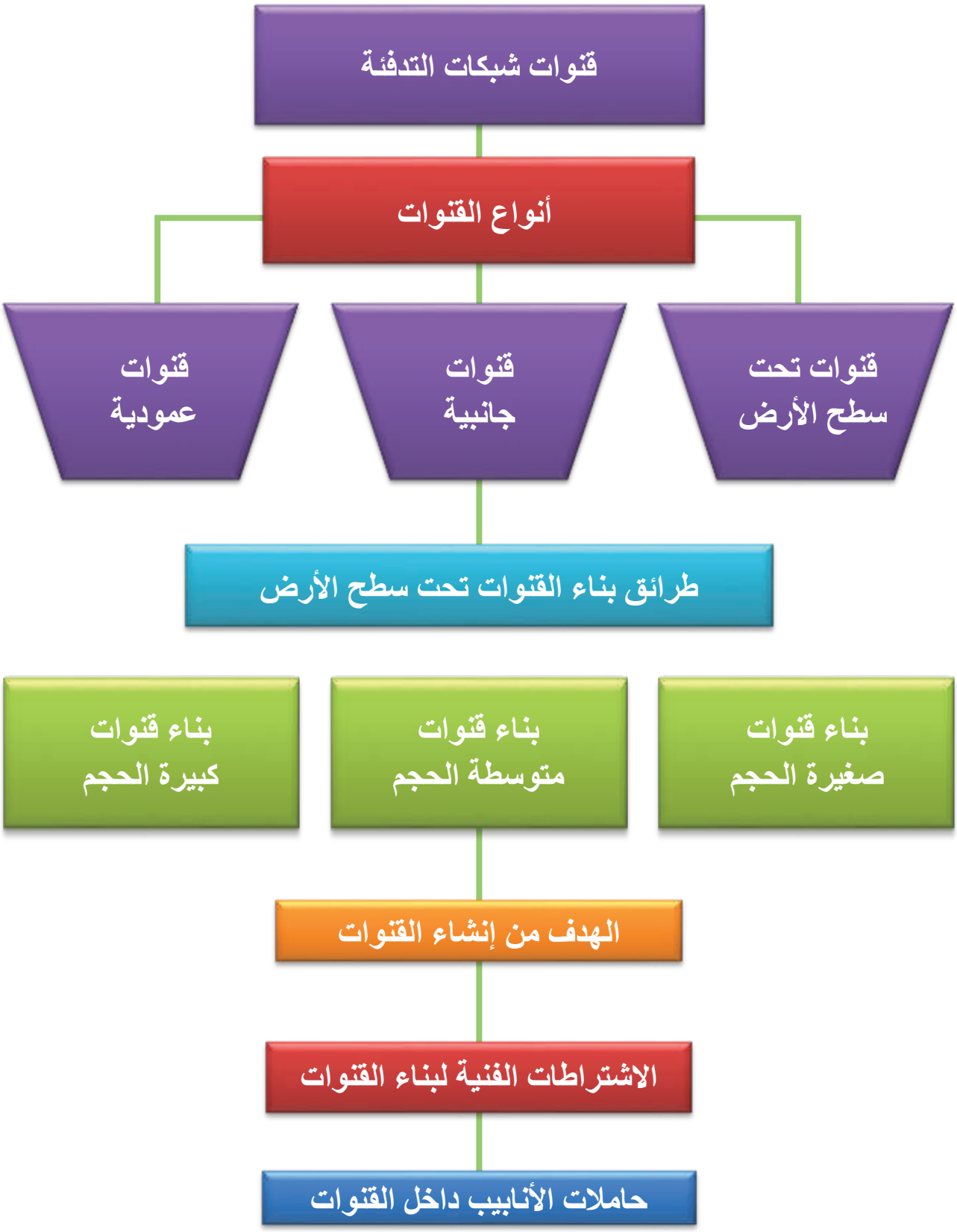
(1) من أهداف بناء قنوات التدفئة المحافظة على تمديدات الأنابيب من عوامل التأكسد وتلف المواد العازلة.

(2) من النقاط التي يعتمد عليها نوع حاملات الأنابيب الثابتة وتصميمها: المسافة بين فواصل التمدد وقطر الأنبوب، ونوع الأنابيب.

(3) من شروط بناء القنوات كبيرة الحجم: أن يكون ميلان قاعدة القناة بنسبة 1% باتجاه طولي و5% باتجاه عرضي.

(4) من شروط بناء القنوات كبيرة الحجم: أن تكون القناة بعيدة عن شبكة الكهرباء ذات الضغط العالي

الخريطة المفاهيمية



التمارين العملية:

تمرين رقم (1)

بناء قناة تدفئة صغيرة الحجم وتمديد شبكة تدفئة بداخلها وعزلها؛ حسب الأصول

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تحدد موقع القناة الصغيرة الخارجية.
- تحدد عرض القناة؛ تبعًا لعدد الأنابيب وأقطارها.
- تبني القناة من الطوب الإسمنتي.
- تقصر القناة بالإسمنت.
- تركّب حاملات تثبيت الأنابيب داخل القناة.
- تعزل القناة بالزفتة الباردة.
- تمدد شبكة التدفئة الخاصة.
- تنفّذ أعمال العزل للأنابيب حسب الأصول.
- تركّب الأغطية للقناة.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- ميزان ماء	1- دهان أساس
2- مسطرين	2- فيبر جلاس
3- مفاتيح أنابيب	3- خيش للعزل
4- أزميل	4- زفتة باردة للعزل
5- شاكوش	5- ورق زفتة
6- متر قياس	6- طوب إسمنتي
7- منخل ناعم	7- رمل ناعم
8- كريك	8- إسمنت أسود
9- فرشاة دهان	9- أنابيب لتمديد بأقطار مختلفة
10- قطاعة أسلاك	10- قطع أنابيب لصناعة الحوامل
	11- أسلاك تربيط
	12- قفازات
	13- كمامات

خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- أعدّ خطة عمل بسيطة تتضمن: تحضير المواد الأولية والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، ومراعاة شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد.
- أمّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ حدد موقع تنفيذ القناة.	
2 ـ جهّز خلطة من الإسمنت والرمل الناعم وبنسبة 3:1.	
3 ـ ابنِ الطوب وحدد عرض القناة حسب عدد الأنابيب التي ستمر بالقناة وأقطارها. كما في الشكل (1).	الشكل (1).
4 ـ صبِّ الأرضية بالإسمنت مع مراعاة عمل ميلان عرضي وطولي، باتجاه فتحة تصريف المياه كما في الشكل (2).	الشكل (2).
5 ـ اقصر الجدران من الداخل والخارج بالإسمنت كما في الشكل (3).	الشكل (3).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
6 ـ اعزل الأرضية والجدران بالزفتة الباردة.	
7 ـ ركّب حاملات تثبيت الأنابيب مراعيًا التباعد بينها، مع عمل اختلاف بالارتفاع بينها محدثًا ميلانًا بسيطًا في الشبكة باتجاه خط التصريف.	
8 ـ مدِّد شبكة التدفئة الخاصة داخل القناة كما في الشكل (4).	 الشكل (4).
9 ـ ادهن الأنابيب دهان أساس لعزل الأنابيب.	
10 ـ اعزل الشبكة كما تدربت سابقا كما في الأشكال (5، 6).	 الشكل (5). الشكل (6).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
11 - ركِّب الأغطية التي جهَّزتها مسبقًا.	
- نظِّف موقع العمل، ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. - أكتب تقريرًا مفصلًا عما نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- ما الهدف من تركيب حاملات الأنابيب داخل القناة؟

2- لماذا يجري إحداث فتحة تصريف للمياه داخل القناة؟

3- ما الغاية من عمل الميلان في أرضية القناة؟

4- ما هدف إنشاء القناة؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أحدد موقع القناة			
2	أحدد عرض القناة؛ تبعًا لعدد الأنابيب وأقطارها			
3	أبني القناة من الطوب الإسمنتي			
4	أنشئ قاعدة اسمنتية للقناة وأعمل ميلًا مناسبًا لها			
5	أقصر القناة بالإسمنت			
6	أعزل القناة بالزفتة الباردة			
7	أركّب حاملات تثبيت الأنابيب داخل القناة			
8	أمدد شبكة التدفئة الخاصة			
9	أنفّذ أعمال العزل للأنابيب حسب الاصول			
10	أركّب الأغطية للقناة			
11	أطبّق وأراعي تعليمات الصحة والسلامة المهنية			

1- وضِّح الهدف من استخدام حاملات الأنابيب في تمديدات الشبكات.

2- عدِّد أنواع القنوات المستخدمة في تمديدات شبكات أنابيب التدفئة.

3- ما الاشتراطات الخاصة لبناء القنوات؟

4- بيِّن بشكل نقاط طرائق بناء القنوات كبيرة الحجم.

5- ما الغاية من بناء القنوات؟

6- تُقسم حاملات الأنابيب داخل القنوات إلى نوعين، بيِّنهما.

7- علام يعتمد حجم القنوات؟

8- ضع إشارة (√) أمام العبارة الصحيحة و إشارة (×) أمام العبارة غير الصحيحة:

(1) تتوافر القنوات بقوالب جاهزة.

(2) من أهداف بناء القنوات حماية الأنابيب من الكسر والصدأ والتلف.

(3) تختلف القنوات من قناة على أخرى؛ من حيث الحجم؛ اعتمادًا على عدد الأنابيب بداخلها، وأقطارها.

(4) يُطلق اسم (المنور) على القنوات العمودية.

(5) تُدهن جدران القنوات صغيرة الحجم وأرضياتها بمادة الزفتة؛ منعًا لتسرب الرطوبة إلى داخلها.

(6) تُستخدم حاملات الأنابيب لحمل الأنابيب، وتثبيتها على نحو يسهِّل صيانتها، ويسمح لها بحرية التمدد الحراري؛ نتيجة التسخين.

(7) من أنواع حاملات الأنابيب داخل القنوات حاملات الأنابيب الثابتة.

(8) القنوات كبيرة الحجم هي أكثر أنواع القنوات كلفة؛ إذ إنَّها تشكل ممرات طويلة يتراوح ارتفاعها بين (2-1.8) مترًا.

(9) إن القوة الرئيسة التي تؤثر في الحاملات الثابتة تنتج من عدة عوامل، منها: قوة الاحتكاك في الحاملات المتحركة.

الوحدة الثانية عشرة

أجهزة التحكم في أنظمة التدفئة وتشغيلها

- ما أهمية أجهزة التحكم؟
- ما الغاية من استخدام منظِّم درجة الحرارة؟

12

التحكُّم علم حديث يُعنى بتشغيل الأجهزة والمعدات والأنظمة الكهربائية والميكانيكية بشكل تلقائي (أوتوماتيكي) دون تدخل الإنسان.

وتهدف أجهزة التحكم في عمل أنظمة التحكم ومعدات التدفئة إلى تنظيم عمل الحارقات (كإيقافها وتشغيلها)، بالإضافة إلى التحكم في استهلاك الوقود.

كذلك تعمل أجهزة التحكم بصفتها وسيلة حماية وأمان للمعدات والأشخاص؛ في حال حدوث خلل ما، ومع تقدم؛ العلم أصبح بالإمكان التحكم في أجهزة التشغيل، والإيقاف عن بُعد؛ عن طريق (الواي فاي) (Wi Fi) الإنترنت باستخدام الهاتف الذكي .

انظر وتساءل

استكشف

اقرأ وتعلّم

الإثراء والتوسع

القياس والتقويم

الخريطة المفاهيمية

النتاجات العامة للوحدة

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادرًا على أن:

- تُميِّز أجهزة التحكم وتتعرف وظيفتها.
- تحدد مبدأ عملها وأماكن تركيبها.
- تتعرف منظِّمات التحكم في تغيُّر الضغط ومعايرتها .
- تراعي قواعد الصحة والسلامة المهنية.

نتاجات الوحدة العملية

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن :

- تركِّب المنظِّم التشغيلي على لوحة التحكم للمرجل.
- تركِّب قاطع الوقاية على لوحة التحكم للمرجل.
- تركِّب منظِّمات المرجل ضمن العلبة.
- تركِّب ساعات المراقَبة الحرارة والضغط.
- تركِّب منظِّم درجة حرارة الحيز.
- تركِّب صمام الأمان.
- تركِّب منظِّم التحكم في عمل فرن الهواء.
- تركِّب صمام قاطع الحريق.
- تراعي قواعد الصحة والسلامة المهنية.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

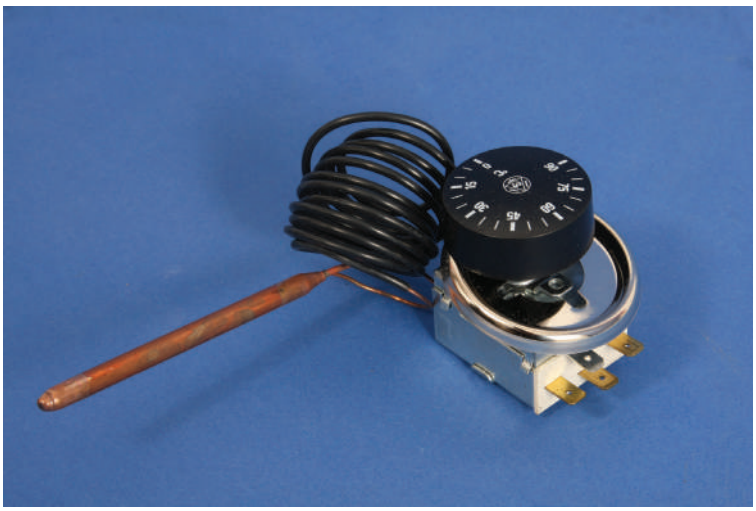
أجهزة التحكم في أنظمة التدفئة وتشغيلها

انظر وتساءل

- تأمل القطع الآتية، هل تستطيع تسمية هذه القطع؟ ومعرفة وظيفة كل منها؟

استكشف

- لاحظ الشكل، ما اسم نظام التحكم؟ وكيف يتم توصيله كهربائيًّا مع الحارقة؟



تختلف أجهزة التحكم المستخدمة في أنظمة التدفئة؛ من ناحية: الشكل، والوظيفة، وأماكن تركيبها.

يتلخّص عملها في المحافظة على الأجهزة والمعدات، وكذلك تشغيلها وحمايتها، أي أن أجهزة التحكم هي الأجهزة التي تُشغل مكوّنات النظام الموجودة فيه، وتنظّم عملها وتحميها، وتوجد في أنظمة التدفئة المركزية أجهزة تحكم تؤدي مهام ووظائف عديدة، منها :

أ - أجهزة التحكّم في مراقبة وتغيُّر درجة الحرارة.

ب - أجهزة التحكّم في مراقبة وتغير الضغط.

جـ - أجهزة التحكم في مزيج الهواء والوقود.

د - أجهزة التحكم بالتدفق.

هـ - أجهزة التحكم بالجريان.

و - أجهزة التحكم بالهواء.

ز - أجهزة التحكم بتوزيع الهواء والخوانق.

وسنتطرق في هذه الوحدة إلى عدد من أنظمة التحكم سابقة الذكر.

1- المنظّمات الحرارية

تنقسم منظّمات التحكم بدرجة الحرارة المستخدمة في أنظمة التدفئة الى:

أ - منظّم التحكم بدرجة حرارة الماء في المرجل (منظّم درجة الحرارة المفرد والمزدوج).

ب - منظّم التحكم بدرجة حرارة الغرفة (الحيّز).

وسنتعرّف كل منظّم من هذه المنظّمات على حدة، ومبدأ عمله، ومكان تركيبه ووظيفته:-

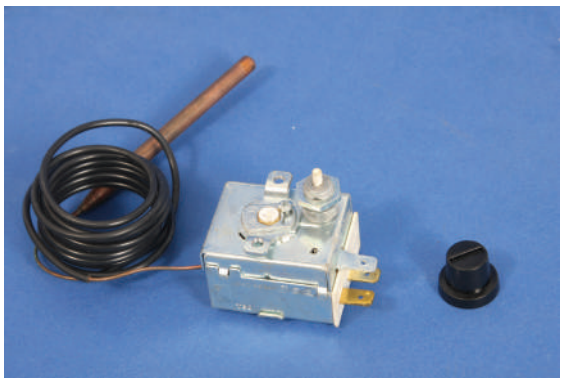
أ- منظّم التحكم بدرجة حرارة الماء في المرجل

يُستخدم هذا المنظّم لتحديد درجة حرارة الماء الخارج من المرجل، حيث يعمل على قياس درجة حرارته وتحسسها داخل المرجل؛ من أجل منع استمرار تسخين ماء المرجل، والحيلولة دون الوصول إلى درجة الغليان ويحتوي هذا المنظّم على حساس (بصيلة) مملوء بسائل، يركَّب بحيث يكون ملامسًا للماء داخل المرجل (مغموس)، ويكون هذا المنظّم موصولاً مع صندوق التحكم؛ بحيث

يعمل على إيقاف الحارقة عند وصول درجة حرارة الماء داخل المرجل إلى الدرجة المطلوبة، وهي عـادةً تكـون حوالـي °c(80 - 70) تقريبًا. ويبيّن الشكل (1) هذا المنظِّم، ويكون عادةً مزوَّدًا بقرص مُدرَّج °c(90 - 0) لضبط درجة الحرارة المطلوبة.

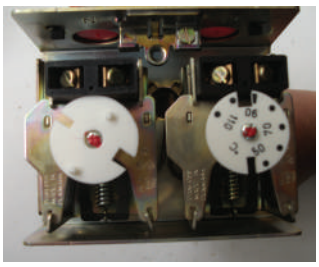
الشكل (1): منظِّم التحكم بدرجة حرارة الماء في المرجل.

ويركَّب أيضًا بجانب هذا المنظِّم منظِّم احتياطي (مـنـظّـِم أمـان) (Safety Thermostat)، ويوصل على التوالي مع المنظِّم الأول، ووظيفته إيقاف الحارقة عن العمل في حال فشل المنظِّم الأول بإيقاف الحارقة، وتجاوز درجة حرارة منظم الأمان؛ يختلف هذا النوع في الشكل عن المنظِّم السابق بأنه لا يحتوي على قرص متحرك، وإنما يكون معايَرًا مسبقًا من الشركة الصانعة، ويكون في الأغلب معايرًا على درجة حرارة °c(95)، وفي حال إيقاف المرجل عن العمل بهذا المنظِّم؛ فإنه لا يمكن إعادة تشغيل الحارقة إلّا عند الضغط على زر المنظِّم (منظِّم الأمان) الموجود تحت الغطاء، والشكل (2) يبيِّن هذا النوع من المنظِّمات.



الشكل (2): منظِّم درجة الحرارة الاحتياطي (منظِّم الأمان).

ويمكن أن يُصمم ويوضع منظِّم درجة الحرارة المتحرك (ذو القرص) ومنظِّم درجة الحرارة الثابت (الأمان) ضمن علبة واحدة، يُسمى في هذه الحالة: المنظِّم المزدوج، ويبيِّن الشكل (3/ أ) هذا النوع من المنظِّمات، كذلك يتوافر منظِّم ملامس للخط المزود وبأقرب نقطة للمرجل، ويثبت بشريط معدني؛ كما في الشكل (3/ ب) .



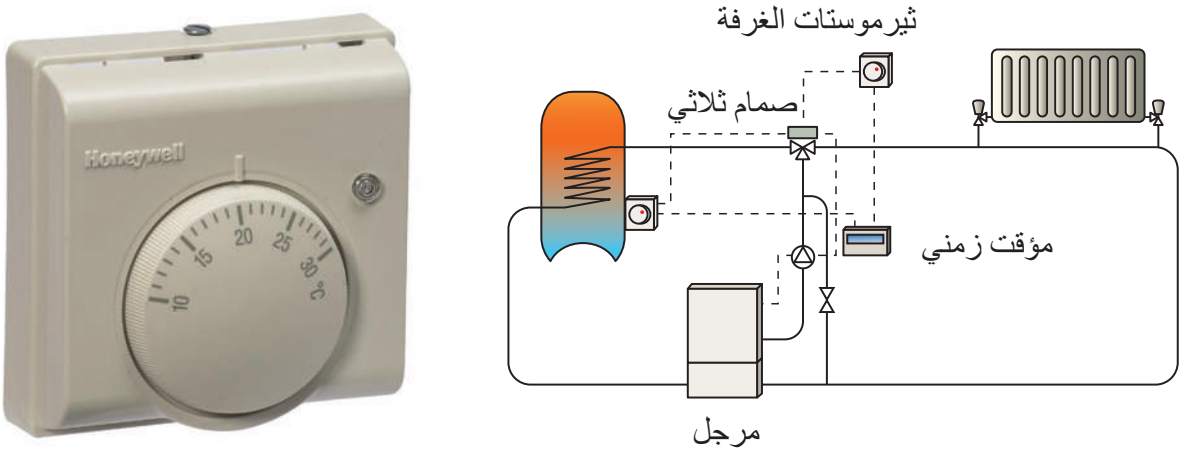
الشكل (3 / أ)

الشكل (3 / ب)

الشكل (3 / أ) والشكل (3 / ب): منظِّمات درجة الحرارة.

ب - منظِّم التحكم بدرجة حرارة الحيّز (الغرفة)

يعد منظِّم التحكم بدرجة حرارة هواء الغرفة الجزء الأساسي في التحكم في نظام التدفئة أو التكييف؛ لأنَّه هو الجزء المسؤول عن التحكم بدرجة حرارة الهواء في الحيز المراد تدفئته أو تبريده، ويُركَّب هذا المنظِّم في مكان مناسب من الغرفة؛ بحيث يقيس متوسط درجة حرارة هواء الغرفة، والشكل (4) يبين هذا النوع من المنظِّمات.



الشكل (4): منظِّم درجة حرارة الحيّز(الغرفة).

- **الأمور الواجب مراعاتها عند تركيب منظِّم التحكم بدرجة حرارة الحيِّز**

1- على ارتفاع 1.5 m (خط النفس) للإنسان العادي، مع وجوب مراعاة الحالات الخاصة.

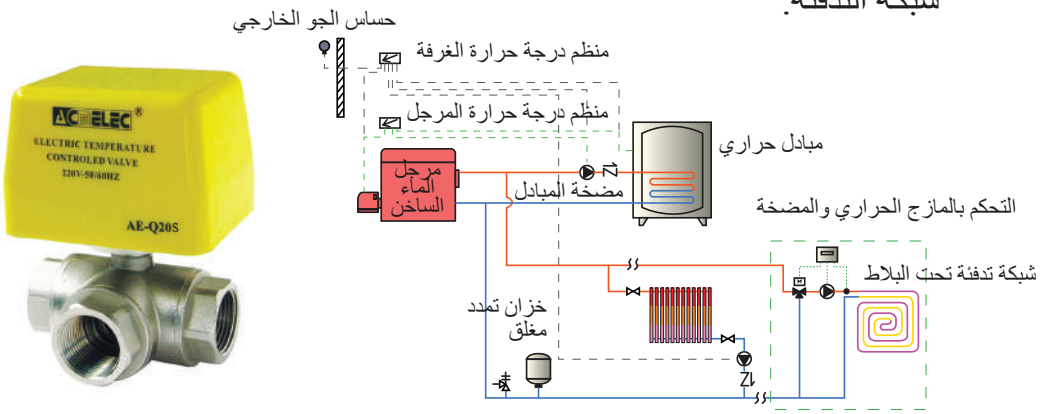
2- على ارتفاع 1.5 m من منتصف المُشِعّ.

3- على بُعد 2.5 m من مصدر الحرارة (مكيّف، مُشِعّ، ناشر الهواء).

4- في مكان يسهل الوصول إليه، وإجراء الصيانة اللازمة له ، ويجب ألّا يكون مغطًّى بالأثاث أو ما يحجب وصول الهواء إليه.

- **المازج الحراري (المنظِّم ثلاثي الاتجاهات)**

في هذا المنظِّم يُمزج الماء الساخن (المزوَّد) مع نسبة من الماء منخفض الحرارة (الراجع)؛ لضمان إبقاء كمية الماء الداخل إلى الملف الحراري أو المُشِعّات ثابتة للمحافظة على درجة الحرارة المطلوبة في الحيّز المدفَّأ. والشكل (5) يبين هذا النوع من المنظِّمات وطريقة وصله مع شبكة التدفئة.



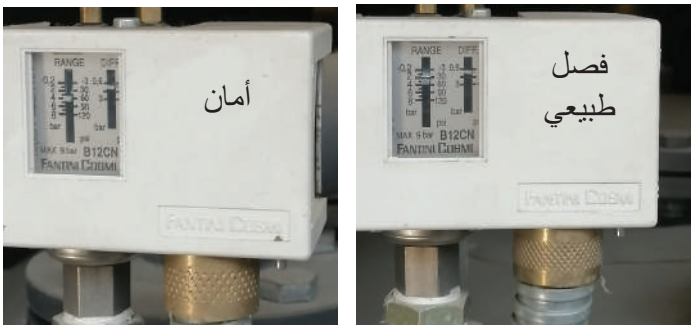
الشكل (5): المازج الحراري وطريقة وصله مع شبكة التدفئة.

2- منظِّمات التحكم في تغيُّر الضغط

في أنظمة التدفئة المغلقة (عن الضغط الجوي) التي يكون ضغطها عادةً أكثر من bar (1) مثل: التدفئة بالبخار.

يجري تركيب منظِّمين، ولكل منظِّم تدريجان يُعايَر الفرق بينهما بحوالي bar (0.7-1)؛ حيث يُتحكم بعمل الحارقة، فعند وصول الضغط إلى الحد المعاير عليه المرجل_ وليكن فرضًا bar (4) فإنَّه يعمل على فصل الحارقة عن العمل، وفي حال هبوط الضغط إلى الحد الأدنى المعاير عليه وليكن الفرق بينهما تقريبًا bar (1) ليصل إلى bar (3)؛ فستعود الحارقة إلى العمل.

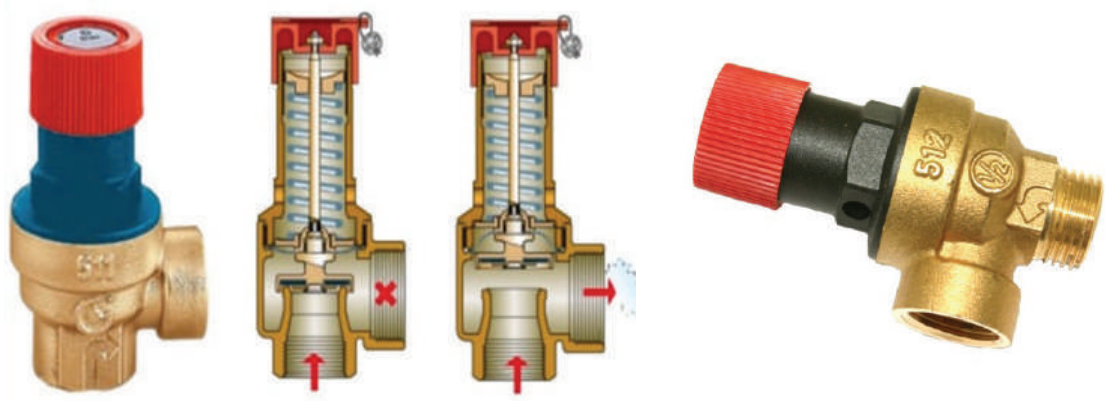
أمّا المنظِّم الثاني فيركب باعتباره منظِّم احتياط (أمان)، ويُعايَر بضغط أعلى من الأول تقريبًا bar (0.5)، ويرتبط بجهاز إنذار عند فشل عمل المنظِّم، والشكل (6) يبين هذا النوع من المنظِّمات.



الشكل (6) : منظِّم الضغط.

3- صمام الأمان

هو صمام يحتوي بداخله على زمبرك (نابض) معاير مسبقًا من قبل الشركة الصانعة؛ حسب الضغط المراد تحمُّله (ضغط التشغيل)، وفي حال زاد الضغط عن ضغط التشغيل ولم توقَف الحارقة باستخدام أنظمة التحكم المختلفة؛ فإنَّ لهذا الصمام فتحة جانبية تسمح بخروج الماء أو البخار، في حال زيادة الضغط عن الضغط المعاير عليه الصمام. ويبين الشكل (7) هذا الصمام.



الشكل (7): صمام الأمان.

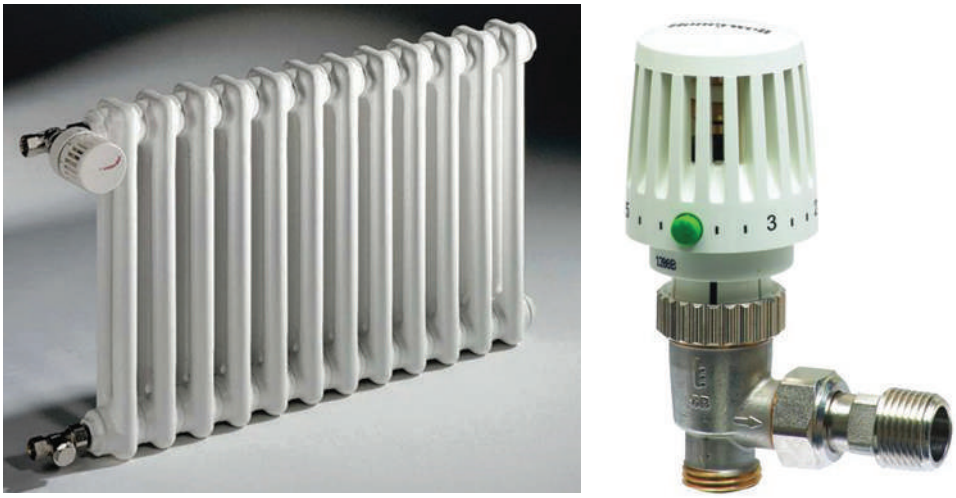
فائدة: يجري اختيار صمام الأمان بحيث يكون ضغطه أكبر من الضغط التشغيلي وأقل من الضغط التصميمي؛ فمثلًا، يُراد تشغيل مرجل على ضغط bar (1) (الضغط التشغيلي) والمرجل يتحمل ضغط bar (3) (الضغط التصميمي)؛ فإنَّه يجب أن يكون ضغط صمام الأمان بين الضغط التشغيلي والضغط التصميمي، ولا يجوز اختيار صمام أمان ضغطه أعلى من bar (3) (أي الضغط التصميمي).

فكّر؟

- لماذا يجب ألّا يزيد ضغط صمام الأمان على الضغط التصميمي بأي حال من الأحوال؟

4- الصمام المنظِّم الحراري (يُركَّب على المشع) Thermostatic valve

يُركَّب هذا الصمام على مدخل المشع (بدلًا من محبس التزويد)، ويتحكم في تدفق الماء داخل المشع عن طريق درجة حرارة الحيز؛ ففي حال انخفضت درجة حرارة الحيز فإنَّه يعمل على فتح الماء الساخن القادم من المرجل، وزيادة تدفقه إلى المشع، وعند ارتفاع درجة الحرارة داخل الحيز فإنَّه يؤدي إلى إغلاق جزئي للمنظِّم، وبناءً عليه تقليل تدفق الماء داخل المشع، ويتحكم في درجة الحرارة بواسطة ضبط المنظِّم؛ من خلال الغطاء المدرج، كما هو موضح في الشكل (8) .



الشكل (8): صمام المشع (المنظِّم).

5- ساعات مراقبة الضغط ودرجة الحرارة

- **ساعة مراقبة الضغط**

وهي ساعة تُركَّب مباشرة على المرجل أو على خط التزويد، ووظيفتها إظهار قيمة الضغط داخل المرجل، ويكون تدريجها غالبًا إمّا بوحدة البار(bar) وإمّأ بوحدة (psi). والشكل (9) يبيِّن هذه الساعات.

الشكل (9): ساعة قياس الضغط.

- **ساعة مراقبة درجة الحرارة**

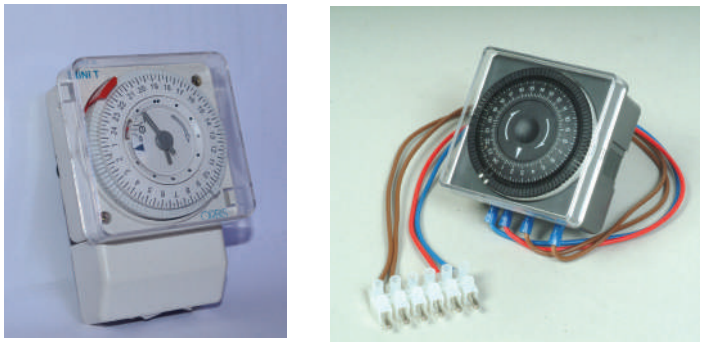
هي ساعة تُركَّب على المرجل بحيث يكون الجزء الحساس لها مغموسًا بماء المرجل أو ملامسًا لخط التزويد؛ حيث يتأثر السائل الموجود في البصيلة (الجزء الحساس) بالحرارة، وينتقل من الجزء الحساس إلى الساعة؛ ليبين درجة حرارة الماء داخل المرجل.

توجد أنواع مختلفة من ساعات درجة الحرارة؛ فمنها: الساعة ذات المؤشر ومنها الرقمية الإلكترونية وتكون وحدة درجة الحرارة داخلها هي °C، ويبين الشكل (10) نوعين من ساعات قياس درجة الحرارة.

الشكل (10): نوعان من ساعات قياس درجة الحرارة.

6- أجهزة التحكم الزمني (المؤقتات)

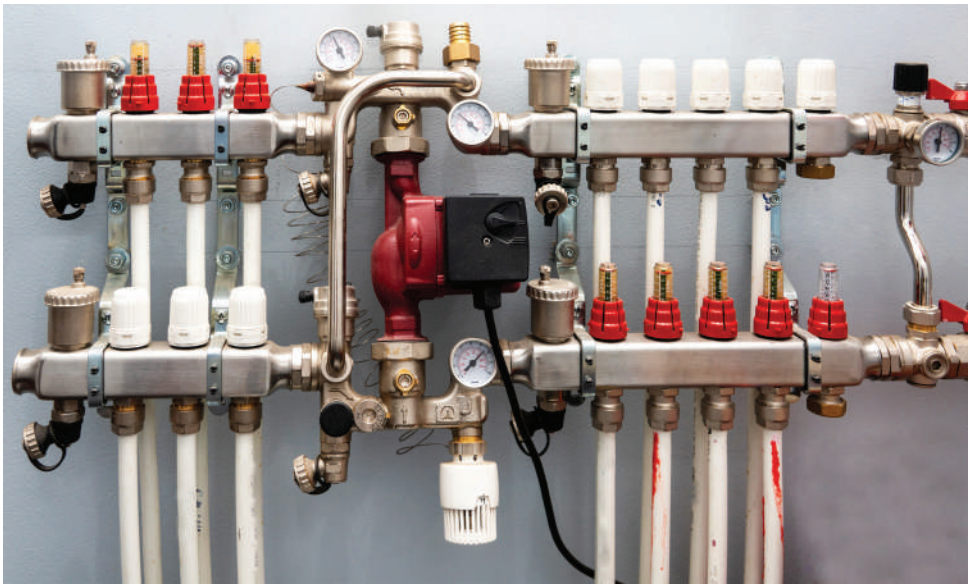
كما علمت سابقًا؛ فإنَّ أجهزة التحكم تعمل على توفير الوقود، وإنَّ أجهزة التحكم الزمني أيضًا تعمل على توفير الوقود وتنظيم عمل الأجهزة بما يخدم الإنسان ويكفل راحته، وهي تعمل على تشغيل الأجهزة والمعدات المختلفة، وعلى إيقافها؛ حسب الوقت المراد للتشغيل وللإيقاف، (وعند استخدامها لا يعتمد التشغيل والإيقاف للأجهزة على درجة الحرارة أو الضغط ولكن تعتمد فقط على الزمن)، وهذه الأجهزة (المؤقتات) مدرَّجة بحيث تعمل 24 ساعة يوميًّا، ويمكن من خلالها تشغيل المرجل في أوقات محددة (مثل الصباح والمساء)، ويمكن عن طريقها أيضًا تشغيل المرجل في الصيف؛ لتأمين الماء الساخن مساءً أو صباحًا تشغيلًا جزئيًّا. ويبيّن الشكل (11 /أ) والشكل (11/ ب) هذه المؤقتات (أجهزة التحكم الزمني).



الشكل (11 /أ) والشكل (11 / ب): المؤقتات (أجهزة التحكم الزمني).

7- التحكم في نظام التدفئة تحت البلاط

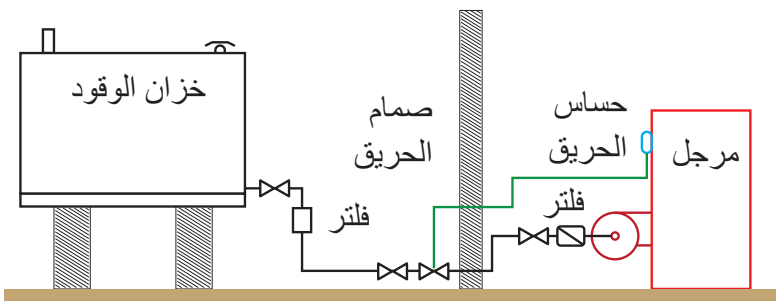
يتم التحكم بدرجة حرارة كل غرفة عن طريق (منظِّم درجة حرارة الحيِّز)، وكذلك فتح محبس كهربائي مثبَّت داخل خزانة المجمعات، وإغلاقه؛ حيث تُركَّب على المجمعات محابس كهربائية ويكون كل محبس مخصصًا لغرفة مختلفة. ويبيِّن الشكل (12) هذه المجمعات، وعليها المحابس.



الشكل (12): منظِّم درجة حرارة الحيز والمجمعات، وعليها المحابس.

8- صمام الحريق المركَّب على خط تزويد الوقود

يبيّن الشكل (13) أدناه صمام حريق مركَّبًا على خط تزويد الوقود لحارقة وقود سائل، ويكون هذا الصمام سريع الإغلاق، موصولاً بوصلة قابلة للانصهار بوساطة سلك مثبت على بكرات؛ فعند حدوث حريق تنصهر الوصلة الموجودة فوق الحارقة، ويهبط ذراع الصمام المتصل بقلب الصمام الزنبركي ويمنع تدفق الوقود للحارقة؛ وقد حل مكانه صمام مدمج مع فلتر السولار يعمل تلقائيًّا عند حدوث الحريق على قطع إمداد الوقود؛ لمنع انتشار الحريق، أو قد يكون أيضًا صمامًا يعمل كهربائيًّا.



الشكل (13): صمام الحريق.

9- التحكم في عمل نظام التدفئة بالهواء الساخن

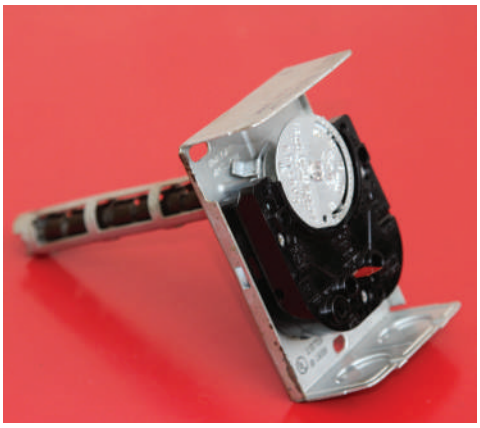
لا تختلف أجهزة التحكم في أنظمة التدفئة بالهواء الساخن عن غيرها من الأنظمة الأخرى؛ حيث إنَّها تعمل أيضًا على تشغيل أجزاء نظام التدفئة بالهواء الساخن، أو تنظيمها أو حمايتها، وسنتطرق في هذا الدرس إلى بعض أجهزة التحكم المستخدمة في نظام التدفئة بالهواء الساخن.

أ – التحكم في تشغيل فرن الهواء الساخن والمروحة

عند تشغيل فرن الهواء الساخن فإنَّ مفتاح التحكم يعمل على تشغيل الحارقة أولاً؛ فترتفع درجة حرارة المبادل الحراري، وعند وصول درجة الحرارة فيه إلى درجة c°(60)، فإن منظِّم درجة الحرارة (Thermostat) يعمل على تشغيل المروحة، ويصل الهواء عبر الأقنية إلى الحيِّز المراد تدفئته، وفي حال انخفضت درجة حرارة المبادل الحراري لتصل إلى c°(40) فإنَّ المنظِّم يعمل على إيقاف المروحة؛ لكي لا يتم تزويد المكان المراد تدفئته بهواء بارد. ويؤدي مفتاحا التشغيل مهام عدة، منها:

1- تشغيل المروحة وإيقافها يدويًّا؛ عندما يتطلب الأمر ذلك.

2- حماية الفرن من التلف في حال ارتفاع درجة الحرارة عن الحد الأعلى لأي سبب كان، كأن يتم إغلاق قنوات الهواء مثلًا. والشكل (14 /أ) والشكل (14 /ب) يبيِّنان (المنظِّم).



الشكل (14 /أ) المنظِّم.

الشكل (14 /ب): مفتاح التحكم في عمل فرن الهواء الساخن.

وهذا المنظِّم يحتوي على زمبرك (نابض) يتأثر بحرارة الفرن وحرارة الهواء الخارج من الفرن، ويوجد مفتاح يتم التحكم بتشغيله يدويًّا في حال تطلب الأمر عمل المروحة بشكل مستمر، ويُلجأ إلى هذا الإجراء في المباني المغلقة لتزويد هواء جديد للتهوية.

ب ـ صمام الحريق يركب في أقنية الهواء (خوانق الحريق)

ويعمل هذا الصمام على إغلاق بوابات مرور الهواء والخواتق في الأقنية عند حدوث حريق، وارتفاع درجة الحرارة داخل الأقنية إلى درجة عالية غير طبيعية . وتتكون خوانق الحريق من ريش متحركة يتم تصنيعها وتركيبها مع إطار مصنوع غالبًا من الفولاذ المجلفن، تكون الريش المتحركة فيه مفتوحة، وعندما تصل درجة الحرارة إلى c°(70) تغلق الوصلات المتحركة، وتقطع تغذية الهواء للحد من انتشار الحريق. يبين الشكل (15) خوانق الحريق.

الشكل (15) : خوانق الحريق.

- ابحث عن أمثلة أخرى على أنظمة التحكم التي تُستخدم في أنظمة التدفئة المختلفة، وناقش معلمك وزملاءك.
- نظِّم زيارة إلى إحدى المستشفيات، واطلع على أجهزة التحكم المستخدمة في التدفئة والتكييف في هذا المستشفى.

القياس والتقويم

1- أي المنظِّمات الحرارية التي درستها يتحكم في تشغيل الحارقة؟

2- ما وظيفة صمام الأمان في أنظمة التدفئة بالماء الساخن؟

3- كيف تميز بين ساعات مراقبة الضغط وساعات درجة الحرارة؟

4- بيِّن بالرسم توصيل المازج الحراري.

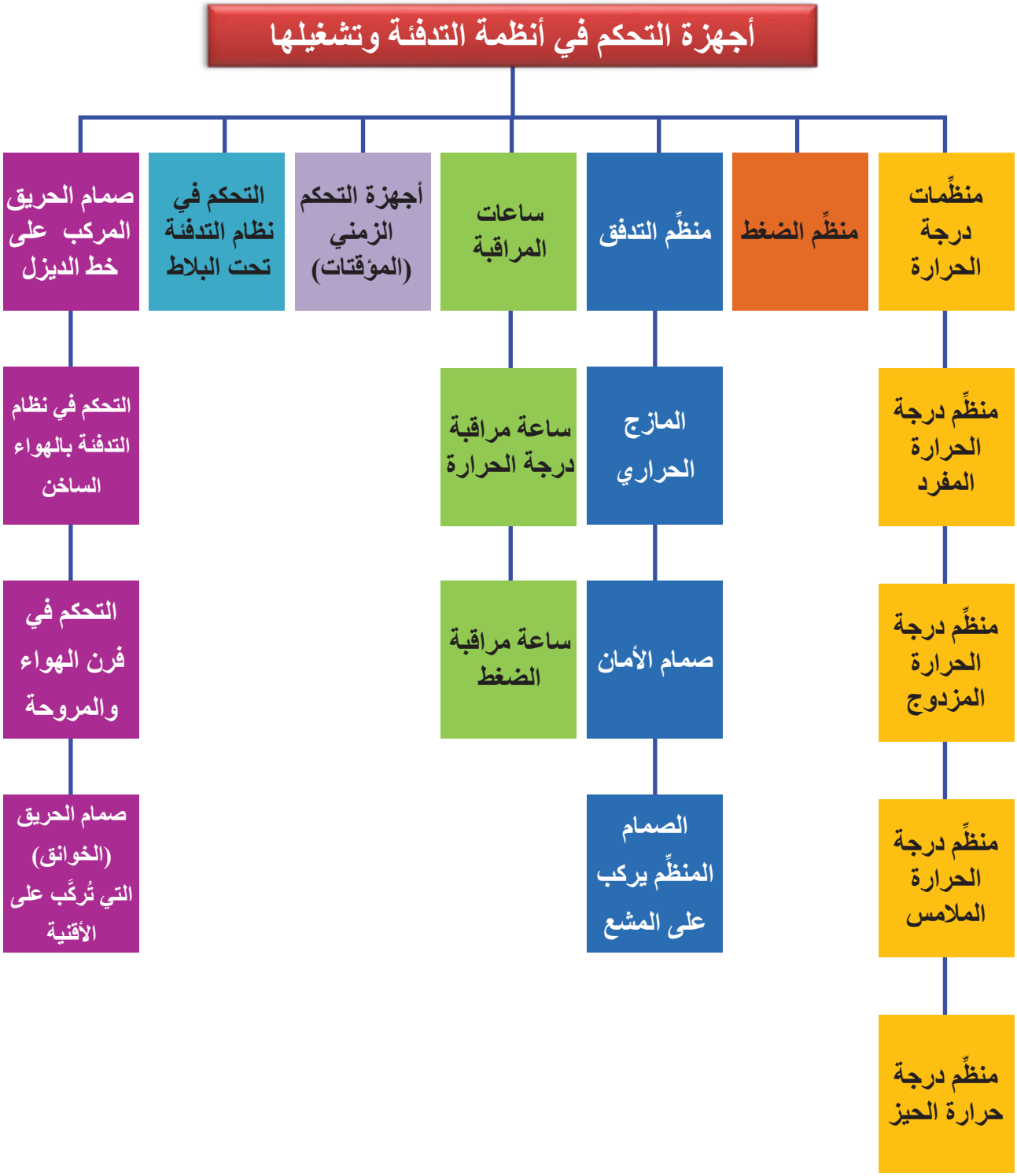
5- ضع إشارة (√) أمام العبارة الصحيحة، وإشارة (×) أمام العبارة غير الصحيحة:

(1) منظِّم درجة حرارة الغرفة يتحكم في تشغيل الحارقة وإيقافها.

(2) يتم تركيب منظِّم درجة حرارة الغرفة على ارتفاع 75cm خط النفس.

(3) منظِّم تشغيل فرن الهواء الساخن يتحكم في تشغيل المروحة فقط.

(4) يُستخدم صمام الحريق لحماية المرجل وغرفته من الاحتراق؛ في حال حدوث حريق.


أجهزة التحكم في أنظمة التدفئة وتشغيلها
منظِّمات درجة الحرارة
منظِّم درجة الحرارة المفرد
منظِّم درجة الحرارة المزدوج
منظِّم درجة الحرارة الملامس
منظِّم درجة حرارة الحيز
منظِّم الضغط
منظِّم التدفق
المازج الحراري
صمام الأمان
الصمام المنظِّم يركب على المشع
ساعات المراقبة
ساعة مراقبة درجة الحرارة
ساعة مراقبة الضغط
أجهزة التحكم الزمني (المؤقتات)
التحكم في نظام التدفئة تحت البلاط
صمام الحريق المركب على خط الديزل
التحكم في نظام التدفئة بالهواء الساخن
التحكم في فرن الهواء والمروحة
صمام الحريق (الخوانق) التي تُركَّب على الأقنية

التمارين العملية:

تمرين رقم (1)

فك منظّم درجة الحرارة ذي القرص المتحرك (منظّم التشغيل) أو منظّم درجة الحرارة الثابت (منظّم الامان)

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تفُك المنظِّمات (ذا القرص المتحرك والثابت)، وتعمل على تبديلها في حال تعطلها.
- تشبك التوصيلات الكهربائية للمنظِّمات.
- تكتشف الأعطال المختلفة للمنظِّمات، وتجري الصيانة اللازمة لها.

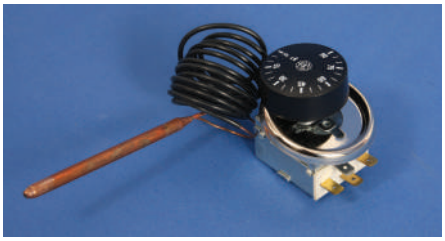
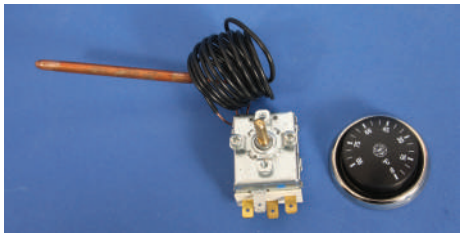
متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- منظِّم مغموس للمرجل ، منظِّم أمان 2- عدد يدوية مختلفة (مفكات، زرادية، قطاعة، مفك فاحص للكهرباء)	1- أسلاك كهربائية 2- تب كهربائي 3- زيت 4- قفازات

خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- أعِدَّ خطة عمل بسيطة تتضمن تحضير المواد الأولية والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين ومراعاة شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية .

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1 - افصل التيار الكهربائي من القاطع الرئيس، كما في الشكل (1).	 الشكل (1).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
2 ـ فُك لوحة تشغيل المرجل، كما هو موضح في الشكل (2).	 الشكل (2).
3 ـ فُك أسلاك المنظِّم المراد فكُّه (منظِّم متحرك أو منظِّم ثابت) كما في الشكل (3).	 الشكل (3).
4 ـ انزع البصيلة من مكانها الخاص بالمنظِّم المراد فكّه.	
5 ـ استبدل المنظِّم القديم بمنظِّمًا جديدًا ، واشبك الاسلاك الكهربائية الخاصة بالمنظِّم على نقاط توصيلها الخاصة.	
6 ـ ضع البصيلة الخاصة بالمنظِّم الجديد في مكانها، وتأكد من وضع الزيت حول البصيلة. الشكل (4/أ) والشكل (4/ب).	 الشكل (4/ أ).  الشكل (4 /ب).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
7 ـ أعد تركيب لوحة تشغيل المرجل، كما كانت سابقاً وكما هو موضح في الشكل (5).	الشكل (5).
ـ نظِّف موقع العمل ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عما نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- بيِّن كيف تميِّز بين منظِّم التشغيل ومنظِّم الأمان.

2- ما وظيفة منظِّم الأمان؟

3- هل توصَّل منظِّمات الحرارة المختلفة مع المرجل (الحارقة) على التوالي أم على التوازي؟ ولماذا؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أميّز بين منظِّم التشغيل ومنظِّم الأمان			
2	أحدد أماكن تركيبها			
3	أعرف وظيفة كل منظِّم منها			
4	أطبِّق وأراعي قواعد الصحة والسلامة المهنية			

التمارين العملية:

تمرين رقم (2)

تركيب منظّمات درجة الحرارة (الثابت والمتحرك) المجمعة في علبة واحدة

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تركب المنظِّمات المجمعة في مكانها الصحيح، وتشبكها كهربائيًّا.
- تكتشف الأعطال وتمييز بين أعطال المنظِّم التشغيلي ومنظِّم الأمان.

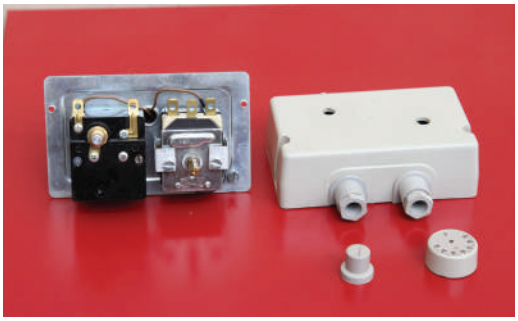
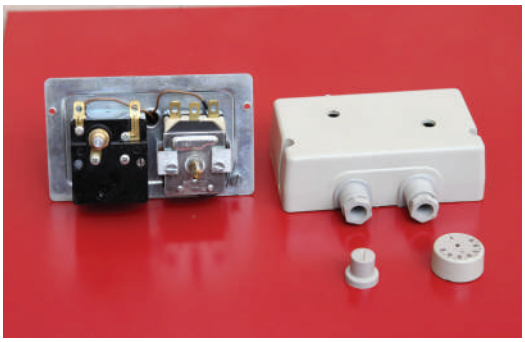
متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- منظِّم تشغيلي، منظِّم أمان مجمع 2- مفك تست (فاحص كهربائي) 3- عدد يدوية مختلفة (مفكات، زرادية، قطاعة)	1- أسلاك كهربائية 2- تب كهربائي (لاصق) 3- قفازات

خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- أعِدَّ خطة عمل بسيطة تتضمن تحضير المواد الأولية والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين ومراعاة شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية .

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1 - افصل التيار الكهربائي من القاطع الرئيس، كما في الشكل (1).	 الشكل (1).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
2 ـ ركِّب المنظِّم المجمع (المنظِّم التشغيلي، منظِّم الأمان) في علبة واحدة في مكانه الصحيح، كما في الشكل (2/ أ) والشكل (2 / ب)، (وعليك أن تعيد فَك المنظِّم القديم في حال استبداله).	 الشكل (2/أ). الشكل (2 / ب).
3 ـ ضع البصيلات الخاصة بالمنظِّمات في أماكنها المخصصة على المرجل .	
4 ـ اشبك التوصيلات الكهربائية للمنظِّمات على التوالي مع الحارقة، كما في الشكل (3).	 الشكل (3).

ـ نظِّف موقع العمل ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص.

ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عما نفَّذته في دفتر التدريب العملي.

التقويم

1- لماذا تُشبك المنظِّمات على التوالي مع الحارقة كهربائيًّا؟

2- كيف تميز المنظِّمات من الشكل الخارجي؟

3- متى يفصل قاطع الأمان ويوقف الحارقة؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أميِّز منظِّمات درجة الحرارة (الثابت والمتحرك) والمجمعة في علبة واحدة			
2	أحدد أماكن تركيبها			
3	أعرف وظيفة منظِّمات درجة الحرارة المجمعة في علبة واحدة			
4	أطبِّق وأراعي قواعد الصحة والسلامة المهنية			

التمارين العملية:

تمرين رقم (3) تركيب ساعة مراقبة درجة الحرارة الموجودة على لوحة التشغيل

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تفك ساعة مراقبة درجة الحرارة، وتستبدلها في حال تلفها.
- تتأكد من وضع البصيلة الخاصة بساعة الحرارة في مكانها الصحيح.
- تعيد تجميع لوحة التشغيل، وتركّبها على المرجل .

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- ساعة حرارة 2- مفك تست (فاحص كهربائي) 3- عدد يدوية مختلفة (مفكات ، زرادية، قطاعة أسلاك ، مفك فحص	1 ـ أسلاك كهربائية 2 ـ لاصق كهربائي (تب)

خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- أعِدَّ خطة عمل بسيطة تتضمن تحضير المواد الأولية والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين ومراعاة شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية .

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ افصل التيار الكهربائي من القاطع الرئيس، كما مرّ معك سابقًا، وكما في الشكل (1).	 الشكل (1).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
2 ـ فُك لوحة تشغيل المرجل من مكانها، كما في الشكل (2).	 الشكل (2).
3 ـ فُك ساعة مراقبة الحرارة التالفة واستبدالها بواحدة جديدة كما هو موضح في الشكل (3).	 الشكل (3).
4 ـ اسحب بصيلة ساعة الحرارة من مكانها، وضَع البصيلة الجديدة الخاصة بالساعة الجديدة.	
5 ـ أعد تركيب لوحة تشغيل المرجل الى مكانها الصحيح كما في الشكل (4).	 الشكل (4).
6 ـ أعد إيصال التيار الكهربائي من القاطع الرئيس.	
ـ نظِّف موقع العمل ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عما نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- كيف تميز بين ساعة قياس درجة الحرارة وساعة قياس الضغط؟

2- ما أهمية تركيب ساعة قياس درجة الحرارة على لوحة التشغيل للمرجل؟

3- هل لساعة قياس درجة الحرارة أسلاك كهربائية يجري إيصالها أم لا؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أحدد العُدَد والأدوات اللازمة لتنفيذ التمرين، وكذلك المواد المطلوبة			
2	أحدد أماكن تركيبها			
3	أتمكن من تركيب ساعة مراقبة درجة الحرارة			
4	أطبِّق وأراعي قواعد الصحة والسلامة المهنية			

التمارين العملية:

تمرين رقم (4) تركيب ساعة قياس الضغط

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تركب ساعة مراقبة الضغط وتحدد مكان تركيبها
- تستبدل أو تركِّب ساعة مراقبة الضغط

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- ساعة الضغط 2- مفاتيح شق ورينج	1 - تفلون (مانع تسرب)

خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- أعِدَّ خطة عمل بسيطة تتضمن تحضير المواد الأولية والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين ومراعاة شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما ، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد
- أمن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية .

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ أغلق المحبس الموجود قبل الساعة في حال وجود محبس. **ملاحظة :** يُركَّب محبس في الشبكات التي يكون ضغطها مرتفع (أعلى من الضغط الجوي). الشكل (1) يوضح المحبس وساعة قياس الضغط * ينبغي إيقاف النظام في حال عدم وجود محبس لفَك الساعة، والانتظار إلى حين انخفاض الضغط ودرجة الحرارة.	 الشكل (1).
2 ـ فُك ساعة قياس الضغط في حال استبدالها أو تركيب ساعة جديدة، والشكل (2) يوضح ذلك.	 الشكل (2).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
3 ـ أعد فتح المحبس أو شغِّل النظام؛ للتأكد من عمل ساعة الضغط، كما في الشكل (3).	الشكل (3).
ـ نظف موقع العمل، ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- ما الغاية من تركيب ساعة قياس الضغط؟

2- ما فائدة وجود محبس قبل الساعة في بعض أنظمة التدفئة؟

3- بيِّن كيف تميز بين ساعة قياس الضغط وساعة قياس درجة الحرارة.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أعرف وظيفة ساعة قياس الضغط			
2	أحدد أماكن تركيبها			
3	أركِّب ساعة قياس الضغط			
4	أطبِّق وأراعي قواعد الصحة والسلامة المهنية			

التمارين العملية:

تمرين رقم (5) تركيب منظِّم درجة حرارة الحيّز

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تحدد مكان تركيب المنظِّم بشكل صحيح، وتحدد الارتفاع المناسب لتركيبه.
- تركِّب وتثبِّت المنظِّم بطريقة صحيحة، وتضبط درجة الحرارة المطلوبة.
- تشبك التوصيلات الكهربائية للمنظِّم مع الحارقة.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- منظِّم درجة حرارة الحيّز 2- مفك كهرباء (تست فاحص) 3- مفك مصلب وعادي ، زرادية، قطاعة أسلاك 4- مثقب كهربائي	1- ريش ثقب 2- أسافين ، براغي للتثبيت 3- لاصق كهرباء (تب) 4- أسلاك كهرباء

خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- أعِدَّ خطة عمل بسيطة تتضمن تحضير المواد الأولية والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين ومراعاة شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما ، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد
- أمن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية .

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ افصل التيار الكهربائي من القاطع الرئيس، كما مَّر سابقاً وكما هو موضح في الشكل (1).	 الشكل (1).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
2 ـ اختر مكان تركيب المنظِّم كما مر معك سابقًا، وحدد مكان التركيب، ثم اثقب باستخدام المثقب لتثبيت المنظِّم، وركِّب الأسافين في الثقوب، ومن ثم ركِّب المنظِّم وثبِّته باستخدام البراغي، كما في الشكل (2).	 الشكل (2).
3 ـ اشبك التوصيلات الكهربائية للمنظِّم مع الحارقة بالشكل الصحيح، وكما تعلمت سابقًا كما في الشكل (3/أ) والشكل (3/ب).	 الشكل (3/أ). الشكل (3/ب).
4 ـ اضبط درجة الحرارة المطلوبة على المنظِّم وأعد إيصال التيار الكهربائي كما في الشكل (4/أ) والشكل (4/ب).	 الشكل (4/أ). الشكل (4/ب).
ـ نظف موقع العمل، ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- بين كيف يجري اختيار مكان تركيب منظِّم درجة حرارة الحيّز؟

2- كيف يُشبك المنظِّم مع الحارقة كهربائيًّا؟

3- هل يُركَّب منظِّم درجة حرارة الحيز في كل غرفة؟

4- ما وظيفة منظِّم درجة حرارة الحيز؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أعرف وظيفة منظِّم درجة حرارة الحيّز			
2	أحدد أماكن تركيب منظِّم درجة حرارة الحيّز			
3	أركب وأصل المنظِّم مع الحارقة كهربائيًّا			
4	أطبِّق وأراعي قواعد الصحة والسلامة المهنية			

تمرين رقم (6) تركيب صمام الأمان في أنظمة التدفئة المختلفة

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تحدد المكان المناسب لتركيب صمام الأمان.
- تختار صمام الأمان المناسب لنظام التدفئة المطلوب.
- تجري الصيانة الوقائية والعلاجية لصمام الأمان.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- صمام الأمان 2- مفتاح أنابيب (مفتاح إنجليزي)	1- تفلون (مانع تسرب) 2- أنابيب معدنية حسب القياس المطلوب 3- قطع وصل حسب الحاجة 4- قفازات

خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- أعِدَّ خطة عمل بسيطة تتضمن تحضير المواد الأولية والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين ومراعاة شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما ، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد
- أمن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية .

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ حدد مكان تركيب الصمام، كما في الشكل (1/أ) والشكل (1/ ب).	 الشكل (1/أ). الشكل (1 /ب).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
2 - ركّب الصمام إما على المرجل مباشرة أو على خط التزويد الرئيس (مجمع التزويد)، كما في الشكل (2 /أ)، أو كما في الشكل (2/ب). صل صمام الأمان لتفريغ الضغط الزائد بخط أنابيب جانبي يمتد من الصمام لإسفل المرجل أو خارج غرفة المرجل (في الأنظمة التي يكون الضغط فيها مرتفعًا جدًّا). ثم افحص عمل صمام الأمان .	 الشكل (2/ا). الشكل (2 /ب).

- نظِّف موقع العمل، ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص.
- اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.

التقويم

1- ما الغاية من استخدام صمام الأمان؟

2- كيف يتم اختيار الضغط المناسب لصمام الأمان؟

3- لماذا يُركَّب صمام الأمان على مجمع التزويد للمرجل ولا يُركَّب على مجمع الراجع؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أعرف ما الغاية من استخدام صمام الأمان في نظام التدفئة			
2	أحدد أماكن تركيب صمام الأمان			
3	أختار صمام الامان المناسب حسب الضغط			
4	أطبِّق وأراعي قواعد الصحة والسلامة المهنية			

التمارين العملية:

تمرين رقم (7) تركيب صمام الحريق (قاطع تدفق الوقود)

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تركِّب صمام الحريق بطريقة صحيحة
- تتأكد من عمل الصمام

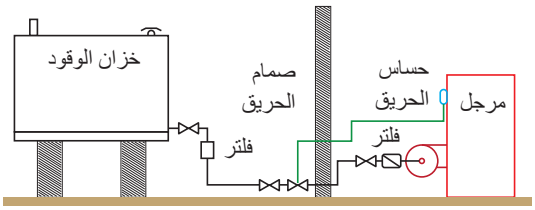
متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- صمام الحريق 2- بكرات متحركة 3- مفك مصلب وعادي ، زراديه ، قطاعة أسلاك ، مفاتيح شق ورينج 4- مفتاح أنابيب (انجليزي) 5- وصلة منصهرة	1- قطع وصل مختلفة 2- كتكت أو تفلون 3- سلك لصمام الحريق 4- قفازات

خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- أعِدَّ خطة عمل بسيطة تتضمن تحضير المواد الأولية والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين ومراعاة شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية .

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ اختر موقع تركيب الصمام، كما في الشكل (1).	 الشكل (1).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
2 - ثبّت السلك الخاص واربطه على البكرات، وركِّب الوصلة المنصهرة فوق الحارقة مباشرة على ارتفاع (25 - 40) cm كما في الشكل (2) .	 الشكل (2).
- نظِّف موقع العمل، ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. - اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- ما الغاية من تركيب صمام الحريق؟

2- كيف يعمل صمام الحريق (ما مبدأ عمله) ؟

3- لماذا يُركَّب فوق الحارقة مباشرة؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أعرف وظيفة صمام الحريق ومبدأ عمله			
2	أحدد مكان تركيب الصمام الحريق			
3	أركب صمام الحريق فوق الحارقة			
4	أطبِّق وأراعي قواعد الصحة والسلامة المهنية			

التمارين العملية:

تمرين رقم (8) تركيب منظِّم التحكم في عمل فرن الهواء الساخن

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تركِّب المنظِّم أو تستبدل التالف.
- تشبك التوصيلات الكهربائية للمنظِّم.
- تجري الصيانة الوقائية والعلاجية للمنظِّم.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1- منظِّم فرن الهواء الساخن 2- مفك كهرباء (تست فاحص) 3- مفك مصلب وعادي، زراديه	1- أسلاك كهرباء مختلفة 2- لاصق كهرباء (تب) 3- قفازات

خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- أعِدَّ خطة عمل بسيطة تتضمن تحضير المواد الأولية والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين ومراعاة شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما، والحفاظ على البيئة، والعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق الواحد
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية .

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ افصل التيار الكهربائي من القاطع الرئيس كما في الشكل (1).	 الشكل (1).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
2 ـ ركِّب المنظِّم كما في الشكل (2).	 الشكل (2).
3 ـ اشبك التوصيلات الكهربائية لمنظِّم الفرن حسب المخططات المرفقة مع فرن الهواء، كما في الشكل (3/أ) ، والشكل (3 / ب).	 الشكل (3/أ). الشكل (3/ب).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم والصور التوضيحية
4 ـ صل التيار الكهربائي لفرن الهواء من القاطع الرئيس، ثم شغِّل الفرن، وتأكد من عمل المنظِّم، كما في الشكل (4).	الشكل (4).
ـ نظِّف موقع العمل، ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- اذكر وظيفة منظِّم التحكم في فرن الهواء الساخن.

2- هل يمكن استخدام منظِّم فرن الهواء في تشغيل مرجل الماء الساخن وإيقافه؟

3- هل يتحكم هذا المنظِّم في الفرن أم في نظام التدفئة بالهواء الساخن؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أحدد وظيفة منظِّم التحكم في فرن الهواء الساخن			
2	أركب منظِّم التحكم في فرن الهواء الساخن			
3	أطبِّق وأراعي قواعد الصحة والسلامة المهنية			

1- ما الهدف من استخدام أجهزة التحكم في أنظمة التدفئة المختلفة؟

2- قارن بين منظِّمَي درجة الحرارة المتحرك والثابت؛ من حيث: الشكل ودرجة الحرارة لكل منهما.

3- كيف تميز بين ساعات مراقبة الضغط وساعات درجة الحرارة ؟

4- بيّن بالرسم توصيل المازج الحراري.

5- ضع إشارة (√) أمام العبارة الصحيحة، وإشارة (×) أمام العبارة غير الصحيحة في ما يأتي:

(1) منظِّم درجة حرارة الغرفة يتحكم في تشغيل وإيقاف الحارقة

(2) يتم تركيب منظِّم درجة حرارة الغرفة على ارتفاع 75cm خط النفس.

(3) يُستخدم صمام الحريق؛ لحماية المرجل وغرفته من الاحتراق في حال حدوث حريق.

(4) منظِّم تشغيل فرن الهواء الساخن يتحكم في تشغيل المروحة فقط.

(5) في حال ارتفاع درجة حرارة مجاري الهواء (الأقنية) عن 70°C فإنَّ الخوانق تعمل على إغلاق مجاري الهواء وإيقاف تدفق الهواء.

6- ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

7- وحدة قياس درجة الحرارة هي:

أ) بار (bar)　　جـ) درجة مئوية (°C)

ب) متر (m)　　د) سم (cm)

8- يتم اختيار صمام الأمان بحيث يكون ضغطه:

أ) أقل من ضغط التشغيل　　جـ) أقل من ضغط التصميم وأكبر من ضغط التشغيل

ب) أكبر من ضغط التصميم　　د) أكبر من ضغط التصميم وأقل من ضغط التشغيل

مسرد المصطلحات

المصطلح بالعربية	المصطلح المقابل بالانجليزية
بخار	Vapor
صمام الأمان	Safety Valve
درجة الحرارة	Temperature
درجة حرارة الغليان	Boiling Temperature
درجة حرارة الإشباع	Saturation Temperature
الماء المشبع	Saturated Water
البخار المحمَّص	Superheated Vapor
البخار الرطب	Wet Vapor
الموفر	Economizer
مرجل البخار	Steam Boilers
مراجل البخار ذات أنابيب اللهب	Fire-Tube Steam Boilers
ممرات	Passes
مراجل البخار ذات أنابيب الماء	Water-Tube Steam Boilers
مقياس ضغط البخار	Pressure Gauge
الوصلة المرنة لمقياس ضغط البخار	Steam Siphon
صمام الإغلاق	Stop Valve
صمام عدم الرجوع	Non-Return Valve

المصطلح بالعربية	المصطلح المقابل بالانجليزية
عمود الماء الزجاجي	Water Column
مقياس مستوى الماء في المرجل	Water Level
نظام الراجع بواسطة مضخة السحب	Mechanical Condensate Return
صمام التصريف	Drain Valve
نظام الراجع بواسطة الجاذبية الأرضية	Condensate Return by Gravity
نظام الضغط العالي	High Pressure Steam Heating System
نظام الضغط المنخفض	Low Pressure Steam Heating System
الملف المروحي البخاري	Fan Coil
الألواح الإشعاعية ذات الشرائح	Radiant Panels Strips
المشعات البخارية	Steam Radiators
نظام الخط الواحد	Single Pipe Line
نظام الخطين	Double Pipe Line
وحدات التدفئة البخارية	Steam Heaters Unit
بطاريات تسخين الهواء	Air Heat Batteries
المبادلات الحرارية	Heat Exchangers
المبادل الحراري ذو الغلاف والملف	Shell and Coil Heat Exchanger
محابس البخار	Steam Valves

مسرد المصطلحات

المصطلح بالعربية	المصطلح المقابل بالانجليزية
صمام البوابة	Gate Valve
صمام الجلدة	Globe Valve
صمام الفراشة	Butterfly Valve
الصمام الإبريّ	Needle Valve
صمام القرص	Pinch Valve
محابس القلاووظ	Screwed Valves
محابس الفلنجة	Flanged Valves
محابس اللحام	Welded Valves
محبس التصريف	Drain Valve
محبس تخفيض الضغط	Pressure Reducing Valve
مصيدة البخار	Steam Trap
مصيدة بخار ميكانيكية	Mechanical Steam Trap
مصيدة ذات العوامة	Float Steam Trap
مصيدة ذات الدلو المقلوب	Inverted Bucket Steam Trap
فاصل البخار	Steam Separator
الهوّايات وأجهزة التنفيس	Air Vents
معالجة مياه التدفئة	Heating Water Treatment

المصطلح بالعربية	المصطلح المقابل بالانجليزية
القشور	Scales
المعالجة الميكانيكية	Mechanical Treatment
الصدأ	Corrosion
المعالجة الكيميائية	Chemical Treatment
العزل الحراري بالفراغ الهوائي	Air Blank Heat Insulation
أنابيب العزل الحراري	Pipe Insulation
العزل الحراري بمواد مضغوطة	Compressed Insulation
مدخنة	Chimney
سحب آلي	Forced Draft
منظِّم سحب غازات المدخنة	Chimney Damper
سحب طبيعي	Natural Draft
سحب مستحَث	Induced Draft
مروحة محورية	axial Fans
مروحة طاردة مركزية	Centrifugal Fan
المرطبات	Humidifiers
صندوق مزج الهواء	Air Mixing Box
أجهزة التحكم والصمامات	Control System And Valves

المصطلح بالعربية	المصطلح المقابل بالانجليزية
مجاري هواء فرعية	Branch Duct
مجاري هواء رئيسة	Main Duct
مجاري توزيع الهواء وفتحات التوزيع	Air Duct And Diffusers
المنقيات فلتر ذات الكهرباء الساكنة (الإلكتروستاتيكية)	Electrostatic Filter
صفائح الالمنيوم المحشوة بالعازل الحراري	Aluminium Sheet
صفائح الصاج المجلفن	Galvanized Steel Sheet
الصوف الزجاجي	Fiberglass Air Ducts
نظام التوزيع العنكبوتي	Spider System
نظام التوزيع القطري	Radial System
مجاري الهواء المستطيلة والمربعة	Rectangular and Square Air Duct
مجاري الهواء المرنة	Flexible Air Duct
الشبيكات	Grills
الحاكمات	Registers
ناشرات الهواء	Diffusers
مجاري الهواء الدائرية	Round Air duct
صمام مازج	Mixing Valve
منظِّم درجة حرارة الغرفة	Room Thermostat

المصطلح بالعربية	المصطلح المقابل بالانجليزية
منظِّم حرارة مزدوج	Dual Thermostat
نظام تحكم	Control System
منظِّم درجة حرارة المرجل	Boiler Thermostat

قائمة المراجع

المراجع العربية:

1- منهاج وزارة التربية والتعليم، العلوم الصناعية، تخصص التدفئة والأدوات الصحية.

2- أنظمة توزيع الهواء، م. أسامة عاطف خياطة.

3- المراجل البخارية مراجل أنابيب النار، م.قصي عبد الإله محمد سعيد، 2010

4- التدفئة المركزية وحساباتها، أحمد ناصيف، الجمهورية العربية السورية.

5- كود التدفئة المركزية، وزارة الأشغال العامة.

6- نُظُم التدفئة، م. إياد محمود الداهوك، 2014

المراجع الأجنبية:

1- Heating and air Condition of building . Oscar feber , Jrkell

2- Heating and hot water services in Buildings . David Kut

3- Thermodynamics An Engineering Approach Yunus A. Cengel Michael A. Boles

بحمد الله تعالى