التدفئة والأدوات الصحية

العلوم الصناعية الخاصة والتدريب العملي

الصف الثاني عشر

الفصل الدراسي الأول

الفرع الصناعي

12

فريـق التأليـف

د. زبيدة حسن أبو شويمة (رئيسًا)

م. محمد أمين جبر أبو دوش (منسقًا)

م. رائد عوده المعاني م. ماجد خالد العساف 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 هذا الكتاب في مـدارس المملكة الأردنية الهاشـمية جميعهـا، بناءً على قـرار مجلس التربيـة والتعليم رقم (42/ 2022) تاريـخ 6/ 7/ 2022 بدءًا من العـام الدراسي 2022/ 2023م.

ISBN **978- 9923 - 41 - 393 - 7 (ردمك)**

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2022/8/4066)

373.27

الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج

التدفئة والأدوات الصحية: العلوم الصناعية الخاصة والتدريب العملي/ الصف الثاني عشر / الفصل الدراسي الأول/ المركز الوطني لتطوير المناهج – عمان: المركز، 2022

(226) ص.

ر.إ.: 2022/8/4066

الواصفات:/ التعليم المهني/ / المدارس المهنية/ / المناهج/ / التعليم الثانوي/

يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبّر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية.

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، سيّدنا 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 المتميّز. وبناءً على ذلك، جاء هذا الكتاب منسجمًا مع فلسفة التربية والتعليم، وخطّة تطوير التعليم في المملكة الأردنية الهاشمية، ومحقّقًا مضامين الإطار العام والخاص للعلوم الصناعية الخاصّة والتدريب العملي والرسم الصناعي لتخصّص التدفئة والأدوات الصحيّة، التي تتمثّل في إعداد جيل واعٍ يُقدّر المهن ويحترمها، وذي شخصية إيجابية متوازنة، ومعتزّ بانتمائه الوطني، ومدرك لأهم الركائز الداعمة للاقتصاد الوطني التي يُقاس بها تقدّم الدول وتطورها.

يُعدّ تخصّص التدفئة والأدوات الصحيّة أحد التخصّصات الأساسية التي تتداخل مع الصناعات المختلفة؛ لذا، أُولِي الاهتمام الكبير والرعاية الكاملة، وجرى العمل به بما يتواءم مع متطلّبات سوق العمل، وإعداد جيل من الطلبة يتمتّع 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 التعلّم الخماسي المنبثقة من النظرية البنائية التي تمنح الطلبة الدور الأكبر في العملية التعليمية التعلّمية، التي تتضمّن: انظر وتساءل، واستكشف، واقرأ وتعلّم، والإثراء والتوسّع، والقياس والتقويم. كما تضمّن الكتاب خريطة مفاهيمية تُلخّص المفاهيم المهمّة في كلّ وحدة.

لقد روعي في هذا الكتاب توظيف الكثير من الصور والرسوم التوضيحية والأشكال والجداول والأنشطة والقضايا البحثية؛ لتمكين الطالب من الحصول على المعرفة بطرائق مختلفة ومتنوّعة، إضافة إلى تضمينه ملحقًا لمسرد المصطلحات باللغة الإنجليزية؛ لتسهيل مَهمّة الطلبة والمهتمّين، وبخاصّة في عملية البحث.

ونحن إذ نُقدّم (الطبعة التجريبية) من هذا الكتاب، نأمل أن تنال إعجاب أبنائنا الطلبة ومعلّميهم، وتجعل تعلّم تخصّص التدفئة والأدوات الصحيّة أكثر متعة وسهولة وفائدة. راجين تزويدنا بالملاحظات والمقترحات لتطويره وتحسينه.

المركز الوطني لتطوير المناهج

منهاجي
متعة التعليم الهادف

قائمة المحتويات

الفصل الدراسي الأول

الإرشادات والتعليمات			6
الوحدة	**الموضوع**		**الصفحة**
الأولى: **المشعات الحرارية**		المشعات الحرارية	10
	التمارين العملية		22
	أسئلة الوحدة		40
الثانية: **أنظمة التدفئة المركزية بالماء الساخن**	أولًا	نظام الخط الواحد لشبكات التدفئة بالماء الساخن	44
	التمارين العملية		50
	ثانيًا	نظام الخطين لشبكات التدفئة بالماء الساخن	54
	التمارين العملية		59
	ثالثًا	نظام التدفئة المركزية بالماء الساخن (نظام الخزانة)	62
	التمارين العملية		67
	رابعًا	نظام التدفئة المركزية تحت البلاط	70
	التمارين العملية		76
	خامسًا	أنظمة التدفئة المركزية حسب الضغط	79
	التمارين العملية		85
	أسئلة الوحدة		88
الثالثة: **المراجل**	أولًا	المراجل وتصنيفها	92
	التمارين العملية		101
	ثانيًا	اختيار المراجل، وأسباب تلفها، وغرف تركيبها	106
	التمارين العملية		113
	أسئلة الوحدة		122

الوحدة	الموضوع		الصفحة
الرابعة: الحارقات	أولًا	الحارقات	126
	التمارين العملية		138
	ثانيًا	الأنظمة الرئيسة في حارقة الوقود	143
	التمارين العملية		162
	أسئلة الوحدة		178
الخامسة: المضخات		مضخات التدفئة المركزية	182
	التمارين العملية		190
	أسئلة الوحدة		202
السادسة: المبادلات الحرارية		المبادلات الحرارية	206
	التمارين العملية		215
	أسئلة الوحدة		222
مسرد المصطلحات			224
قائمة المراجع			226

منهاجي
متعة التعليم الهادف

إجراءات السلامة والصّحّة المِهْنية

أوَّلًا: الإرشادات العامة

يتعيّن على الطالب مراعاة الأمور الآتية في أثناء تنفيذ التمرينات العملية في المشغل:

1- المحافظة على المواد والتجهيزات في المشغل، وعدم العبث بالأجهزة والمعدات قبل معرفة طريقة تشغيلها وعملها من قبل المعلم.

2- توخّي الحذر عند استعمال الأدوات والتجهيزات التي تعمل بالكهرباء، وعدم الاعتماد فقط على أجهزة الأمان للوقاية منها؛ إذ إنّها لا تقي من الصدمات الكهربائية دائمًا، وكذلك ينبغي تَعرُّف مصادر الخطر المحتملة للتجهيزات الكهربائية في المشغل.

3- تجنب الأحاديث الشخصية في أثناء العمل.

4- الالتزام بتعليمات السلامة والصحة المهنية.

5- ارتداء لباس العمل المهني، واستخدام معدات الوقاية الشخصية.

6- الحرص على نظافة مكان العمل وترتيبه.

7- الاستعانة بأدلة الشركات الصانعة (الكتالوجات).

8- العمل بروح الفريق، ومشاركة الزملاء في الأدوات والمعدات المتوافرة.

ثانيًا: خطة تنفيذ التمارين العملية

تتضمّن هذه الخطة مراعاة الآتي:

1- التقيد التام بالتعليمات الخاصة من المعلم؛ بما يخص تنفيذ التمارين، والعمل على الآلات والمعدّات.

2- مشاركة جميع الطلبة في الأعمال الإنتاجية والصيانة؛ بحيث لا يؤثر ذلك في مسار خطة التدريب.

3- تكرار التدريب على تطبيق التمرينات العملية؛ لاكتساب المهارة بالمستوى المطلوب.

4- مشاركة الطلبة في أعمال الصيانة الوقائية والعلاجية للعُدَد والأجهزة.

5- العمل بروح الفريق، ومشاركة الزملاء في الأدوات والمعدات المتوافرة.

ثالثًا: تقويم الأداء

تُراعى المعايير الآتية في أثناء تقويم الأداء:

الاحتفاظ بسجل أداء لكل طالب؛ على أن يشمل: المهارات المكتسبة، ومستوى أداء كل منها، وتقويم أداء الطالب في ما يخص التمرينات العملية؛ بمراعاة الآتي:

1- اختيار الأدوات والعُدَد اليدوية والتجهيزات اللازمة للعمل.

2- استخدام الأدوات بصورة صحيحة مأمونة.

3- تطبيق إجراءات السلامة والصحة المهنية.

4- التسلسل في أداء خطوات التمرينات العملية.

5- السرعة في إنجاز التمرينات العملية.
6- الدقة في الإنجاز، والالتزام بمواصفات العمل.
7- مدى المحافظة على المواد والعُدَد والأدوات والتجهيزات المستخدمة.
8- التعاون مع الآخرين، والعمل بروح الفريق.
9- الالتزام بأخلاق المهنة وقواعدها.

رابعًا: تعليمات السلامة عند العمل على الآلات

يجب مراعاة القواعد الآتية عند العمل على الآلات:

يجب على الطالب قبل عملية تشغيل الآلة التقيد بما يأتي:

- ارتداء الملابس المناسبة للعمل، والتأكد من خلوها من الأطراف المتدلية؛ لأنَّها (أي الأجزاء الدوارة من الآلة) مصدر خطر.
- استخدام مُعَدات الوقاية الشخصية المناسبة لأداء العمل.
- التأكد من وجود أجهزة الأمان والحواجز الواقية للآلة في وضعها الصحيح.
- التأكد من عدم وجود أية عُدَد أو مشغولات، أو مواد أخرى على الآلة قبل تشغيلها.
- وضع جميع العُدَد والمواد اللازمة لأداء العمل في مكان خاص، منفصلة عن الآلة، وحيث يسهل تناولها.
- تشغيل الآلة؛ للتأكد من صلاحيتها للعمل من دون تغذيتها بالمواد، وإعلام المعلم عن أي عطل بالآلة إن وجد.

يجب على الطالب أثناء عملية التشغيل التقيد بما يأتي:

- التأكد من أنَّ جميع أجهزة القياس سليمة وتعمل بكفاءة.
- عدم محاولة إيقاف أي جزء متحرك في الآلة بواسطة اليد أو القدم، مع المحافظة على البقاء بمسافة مأمونة بعيدًا عن الأجزاء المتحركة من الآلة.
- في حال حدوث أي خلل أو عطل في الآلة، أو صدور أي صوت غير مألوف عنها، أو خلل في أسلوب العمل؛ فيجب إيقاف الآلة فورًا، وإبلاغ المعلم بذلك.
- عدم ترك الآلة وهي مُشغَّلة لأي سبب كان، إذ يجب إيقافها قبل تركها، وفصل التيار الكهربائي عنها.
- عند إجراء أيّ من أعمال القياس أو الضبط أو الصيانة والإصلاح؛ يجب التأكد من فصل التيار الكهربائي، وتَوَقُّف حركة الآلة نهائيًّا.
- عدم رفع أي جزء مغطى للأجهزة المتحركة أثناء عمل الآلة.

عند انتهاء العمل يتوجب على الطالب:

- فصل الحركة عن الآلة والتأكد من توقف حركة جميع الأجزاء قبل رفع قطع التشغيل أو المعدات الأخرى عن الآلة.
- إبلاغ المعلم عند ملاحظة أي أمر قد يسبب خطرا لسلامة الطلبة في الدورية الأخرى.
- تنظيف الآلة وما حولها من مخلفات العمل، وغيرها من المواد التي قد تشكل خطرًا على الطلبة الآخرين.

الوحدة الأولى

المُشِعّات الحرارية

- فيمَ تُستخدَم المُشِعّات الحرارية؟
- ما أنواع المُشِعّات؟

منهاجي
متعة التعليم الهادف

1

تنتقل الحرارة من الجسم الساخن (الأعلى درجة حرارة) إلى الجسم البارد (الأقل درجة حرارة)، ويستمر الجسم الساخن في نقل طاقته الحرارية للجسم البارد؛ حتى تتساوى درجة حرارتهما. وتتراوح درجة الحرارة المناسبة لراحة الإنسان ما بين C (24°-26°)، ونهدف من خلال التدفئة للوصول إلى درجة الحرارة المثاليّة وذلك عن طريق استخدام المُشِعّات الحرارية.

انظر وتساءل

استكشف

اقرأ وتعلّم

الإثراء والتوسع

القياس والتقويم

الخريطة المفاهيمية

النتاجات العامة للوحدة

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن يكون قادرًا على أن:

- تتعرف طرائق انتقال الحرارة.
- تتعرف مفهوم المُشِعّات الحرارية.
- تُميِّز أنواع المُشِعّات؛ حسب مادة الصنع.
- تستطيع فك المُشِعّات وإعادة تجميعها.
- تحدد مُكمِّلات المُشِعّات.
- تراعي قواعد الصحة والسلامة المهنية.

التمارين العملية

يتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن:

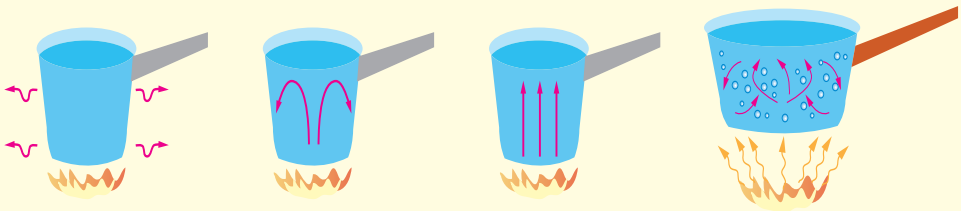
- تستطيع تركيب المُشِعّ على الجدران.
- تستخدم العُدَد اليدوية اللازمة لفَك المُشِعّ وتجميعه.
- تراعي قواعد الصحة والسلامة المهنية.
- تحافظ على نظافة المشغل والعُدَد والأدوات المستخدمة.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

المُشِعّات الحرارية

انظر وتساءل

- عند وضع قضيب من معدن معين من أحد أطرافه على مصدر حرارة (كالنار مثلًا)؛ فلماذا تنتقل الحرارة من ذلك الطرف، ويسخن الطرف الآخر البعيد عن مصدر الحرارة (النار)؟
- يبين الشكل (1) طرائق انتقال الحرارة المختلفة؛ فهل تستطيع أن تحددها؟



طرائق انتقال الحرارة.

استكشف

- هل تختلف درجة حرارة الشمس عن كمية الحرارة المنبعثة من الشمس؟ وبأية طريقة تصل إلينا الحرارة من الشمس؟
- عند وضع وعاء ماء على النار؛ فإن جزيئات الماء الساخن تصعد إلى الأعلى وتحل محلها جزيئات أخرى، على ماذا تدل هذه الظاهرة؟

منهاجي
متعة التعليم الهادف

أولًا: طرائق انتقال الحرارة

تنتقل الحرارة بثلاث طرائق رئيسة، هي: التوصيل (Conduction)، والحمل (Convection)، والإشعاع (Radiation)، وتحتاج كل من التوصيل والنقل إلى وجود وسيط مادي؛ لكي تتم عملية النقل، بعكس انتقال الحرارة بالإشعاع الذي لا يحتاج إلى وسيط مادي.

وفي ما يأتي شرح مبسط عن هذه الطرائق:

1- انتقال الحرارة بالتوصيل (Transfer of Heat by Conduction):

تنتقل الحرارة عن طريق تلامس جزيئات المادة ببعضها؛ إذ تنتقل الطاقة من الجزيئات الأكثر (الأعلى) طاقة إلى الجزيئات الأقل (الأدنى) طاقة؛ نتيجة التلامس بالتوصيل المباشر بينهما، ومثال ذلك: تسخين طرف قضيب من المعدن؛ إذ تنتقل الحرارة فيه إلى الطرف الآخر من القضيب.

2- انتقال الحرارة بالحمل (Transfer of Heat by Convection):

انتقال الحرارة بالحمل يعني انتقالها في المائع سواء أكان سائلاً أم غازيًّا، عن طريق حركة جزيئات مادة المائع نفسه، وأيضًا يعني انتقالها من مكان إلى آخر نتيجة تسخينها، إذ يعمل تسخين المائع على تمدده، ومن ثَم انخفاض كثافته، وارتفاعه إلى أعلى؛ فيحل مكانه مائع أقل درجة حرارة، ويُعد تسخين الماء داخل وعاء مثالًا على ذلك.

3- انتقال الحرارة بالإشعاع (Transfer of Heat by Radiation):

وهو انتقال الحرارة بين الأجسام غير المتلامسة، المتباينة في درجات الحرارة من دون وسيط على شكل إشعاع حراري، وفي هذا النوع تفقد الأجسام ذات الحرارة الأعلى طاقتها الحرارية، فتمتصها الأجسام ذات الحرارة الأقل، وترتفع درجة حرارتها.

ثانيًا: المُشِعّات الحرارية (Radiators)

تعد المُشِعّات الحرارية (Radiators) من الأجزاء الرئيسة لأنظمة التدفئة المركزية، ومنها تنتقل الحرارة إلى الحيِّز المراد تدفئته، ويطلق هذا الاسم على جميع الدفايات التي تركب في الغرف والأماكن المُدَفَّأة، وتُسخَّن المُشِعّات نتيجة مرور ماء ساخن أو بخار من خلالها؛ إذ تنتقل الحرارة من المُشِعّات إلى المحيط المُدفأ بطرائق الانتقال الحرارية المعروفة (الإشعاع، والحمل، والتوصيل)، أيضًا فإنَّ المُشِعّات الحرارية تُصنَّع بأشكال مختلفة وألوان وأحجام متنوعة.

تصنيف المُشِعّات الحرارية

1- تصنَّف المُشِعّات الحرارية؛ حسب مادة الصنع إلى أربعة أنواع:

أ - مُشِعّات حديد السكب (Cast Iron Radiators):

تُصنَّع هذه المُشِعّات من حديد السكب (الصب) الذي يتميّز بأنه مقاوم للتآكل والصدأ، وتتكون هذه المُشِعّات من مقاطع (أصابع) تُجمع معًا بواسطة وصلات مسننة (نبل مسنن)، وتتوافر في السوق بأشكال وقياسات متنوعة كما في الشكل (1).

الشكل (1): مُشِعّات السكب؛ بمختلف أشكالها وأنواعها وأحجامها المتنوعة.

ومن ميزات مُشِعّات السكب:

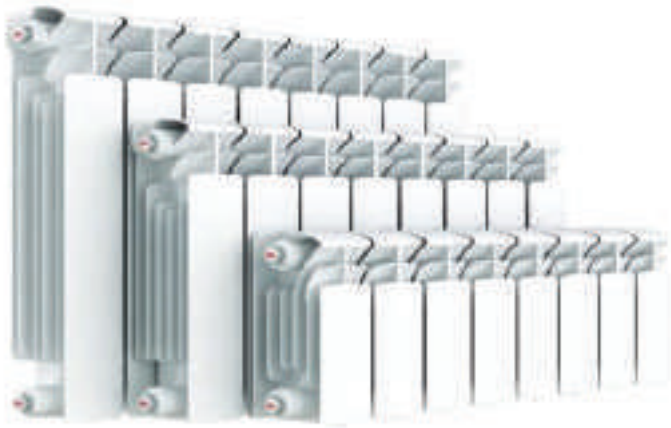
1. مقاومتها للتآكل والصدأ.
2. مقاومتها للصدمات البسيطة.
3. احتفاظها بالحرارة مدة أطول من باقي المُشِعّات؛ حيث تَسخن ببطء وتبرد ببطء.
4. تُصنَّع على شكل مقاطع؛ ما يُسهِّل زيادة عددها وتقليله.

ويعد وزنها الكبير- مقارنة ببقية أنواع المُشِعّات - أحد عيوبها.

معلومة: كل مقطع سكب بقياس 78cm يعادل 100Kcal، والمتر الحراري يعادل 400Kcal.

ب- مُشِعّات الألمنيوم (Aluminum Radiators):

وتُصنَّع هذه المُشِعّات كما في مشعات السكب من مقاطع (أصابع) وأشكال متنوعة وأحجام مختلفة كما في الشكل (2).



الشكل (2): مُشِعّات الألمنيوم.

ميزات مُشِعّات الألمنيوم:

1. خفة وزنها.
2. موصوليتها الحرارية العالية.
3. مقاومتها العالية للتآكل.
4. تُصنَّع على شكل مقاطع؛ ممّا يسهل زيادتها أو إنقاصها أو استبدالها.
5. مظهرها الأنيق وعدم حاجتها للدهان.

عيوب مُشِعّات الألمنيوم:

1. نقل الحرارة بالحمل لا بالإشعاع؛ بسبب لمعان معدن الألمنيوم.
2. حدوث ظاهرة الاستقطاب الكيميائي الكهربائي عند توصيل هذه المُشِعّات مع شبكة التدفئة المعدنية، إذ إنَّ معدن الألمنيوم مقاوم للصدأ، بعكس شبكة التدفئة المعدنية.

فكِّر ؟

فسِّر ظاهرة الاستقطاب الكيميائي الكهربائي.

جـ المُشِعّات المصنوعة من حديد الصاج (Steel Radiators):

تُصنَّع هذه المُشِعّات الفولاذية على شكل ألواح أو مقاطع ذات تصاميم متنوعة، وتعد من أكثر المُشِعّات انتشارًا، والشكل (3) يبيّن بعضها.

شكل (3): المُشِعّات المصنوعة من حديد الصاج.

ميزات مُشِعّات الصاج:

1. خفة وزنها.
2. سهولة تركيبها وصيانتها.
3. سرعة تسخينها.
4. تصنيعها على شكل ألواح ومقاطع.

د - مُشِعّات الفولاذ المقاوم للصدأ (Stainless Steel Radiators):

وتصنع هذه المُشِعّات على شكل ألواح ومقاطع وأنابيب، كما في الشكل (4).

الشكل (4): مُشِعّ الفولاذ المقاوم للصدأ.

ميزات مُشِعّات الفولاذ المقاوم للصدأ:

1. سرعة تسخينها، وتحمُّلها درجات حرارة عالية.
2. لا تصدأ أبدًا.

3. مظهرها الرائع والجذاب، وعدم حاجتها للدهان.
4. طول عمرها التشغيلي؛ مقارنة بمشعات الفولاذ.

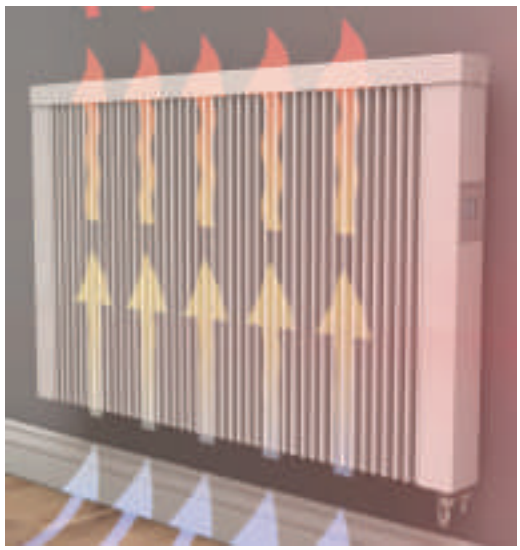
ومن عيوبها:

1. ارتفاع ثمنها.
2. انخفاض كمية الحرارة المنتقلة بالإشعاع عن طريقها، أو الناتجة منها.
3. إمكانية حدوث استقطاب كيميائي بين مُشِعّاتها والمعادن الأخرى القابلة للصدأ.

2- تصنَّف المُشِعّات الحرارية؛ تبعًا لحركة الهواء إلى قسمين:

أ - مُشِعّات حرارية تعمل بحركة الهواء الطبيعي:

تعتمد هذه المُشِعّات على فرق الكثافة بين الهواء نتيجة التسخين؛ فعند تسخين الهواء تقل كثافته، ما يؤدي إلى ارتفاعه إلى أعلى، فيحل مكانه هواء بدرجة حرارة أقل (أكثر كثافة). ويبيّن الشكل (5) هذا النوع من المُشِعّات، واتجاه حركة الهواء فيها.

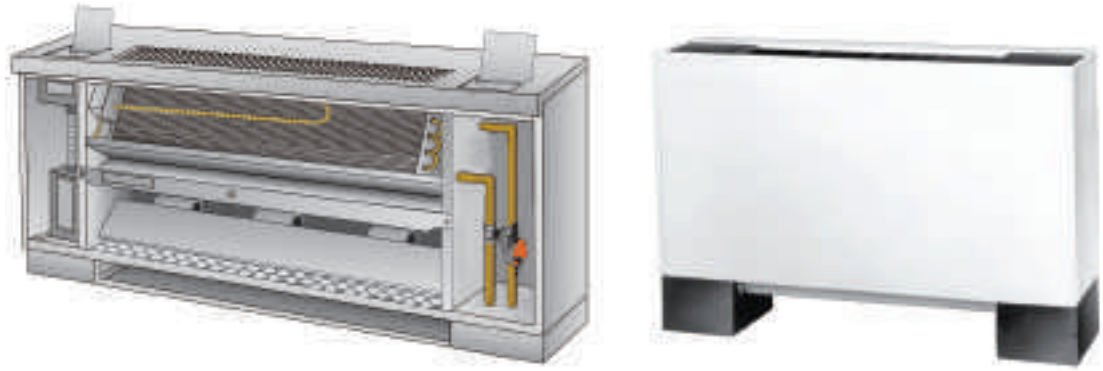


الشكل (5): مُشِعّ حراري يعمل بحركة الهواء الطبيعي.

ب- مُشِعّات حرارية تعمل بحركة الهواء القسري (مراوح) (Fan Convector):

حيث تعتمد هذه المُشِعّات على المراوح؛ لسحب الهواء من الحيز المراد تدفئته، وتمريره على المُشِعّ، ثم دفعه إلى الحيز نفسه مرة أخرى، وتتكون من أنابيب مركب عليها زعانف؛ لزيادة مساحة سطح التبادل الحراري، حيث إنّه عند مرور الماء الساخن أو البخار بداخلها؛ نتيجة لسحب الهواء من الحيز ودفعه إلى المُشِعّ؛ فإنّ الهواء يخرج إلى الحيز بدرجة حرارة

عالية، ويكون معدل انتقال الحرارة في هذه المُشِعّات عاليًا مقارنة بمشعات الحمل الطبيعي، وتُسمى هذه المُشِعّات المُشِعّات المروحية التي يبيّن الشكل (6) بعضها.



الشكل (6): مُشِعّات تعمل بالحمل القسري للهواء.

3- تصنَّف المُشِعّات الحرارية تبعاً للتصميم إلى أربعة أنواع:

أ - المُشِعّات المقطعية أو ذات المقاطع (Section Radiators):

تتكون هذه المُشِعّات من عدة مقاطع تُجمع مع بعضها بواسطة وصلات أنبوبية مسننة من الجهتين (وهي ما يُطلق عليه: نبل التجميع)، وتُصنَّع من حديد السكب والفولاذ والألمنيوم، أيضًا يمكن زيادة مقاطعها وتغيير أي مقطع في حال تلفه، ويبيّن الشكل (7) بعض أنواع المُشِعّات المقطعية.

الشكل (7): مقاطع مشعات ذات سطوح مستوية ومحززة.

ب- المُشِعّات اللوحية المسطحة (Flat Plate Radiators):

تتكون هذه المُشِعّات من ألواح معدنية مسطحة، ويتكون كل منها من لوح واحد أو أكثر، تُثبَّت عليها زعانف لزيادة مساحة التبادل الحراري مع الهواء، ويبيّن الشكل (8) بعض أنواع المُشِعّات.

الشكل (8): مشعات لوحية مسطحة.

جـ- المُشِعّات الأنبوبية المزعنفة (Base Board Radiators):

تتكون هذه المُشِعّات من واحدة أو أكثر من أنابيب التسخين التي تُركَّب عليها زعانف من الألمنيوم لزيادة مساحة التبادل الحراري، مغطاة بغلاف صندوقي من ألواح الفولاذ، ومزودة بفتحات في أسفلها وأعلاها لمرور الهواء.

تُثبَّت هذه المُشِعّات على ارتفاعات منخفضة على الجدران مقارنة ببقية المُشِعّات الأخرى، وتنقل معظم الحرارة الصادرة منها بالحمل.

وهي تُستخدم في حالة عدم الرغبة في إشغال الجدران داخل الحيز المراد تدفئته، وتدفئة طبقة الهواء الملامسة لسطح الأرض، ويبيّن الشكل (9) بعض أنواع المُشِعّات.

الشكل (9): بعض أنواع المُشِعّات الأنبوبية المزعنفة.

د ـ مُشِعّات الحمل المروحية (Fan Radiators):

تتكون هذه المُشِعّات من أنابيب مثبت عليها زعانف في غلاف صندوقي مصنوع من ألواح الفولاذ، وهي مزودة بمروحة متعددة السرعات، ومصفاة للهواء (فلتر)، ومنظم لدرجة الحرارة (Room Thermostat)، ويُثبَّت الغلاف على الأرض أو الجدار.

يمكن التحكم في كمية الحرارة الصادرة باختيار سرعة المروحة، ويتم ضبط درجة الحرارة باستخدام منظم الحرارة. يمتاز هذا النوع من المُشِعّات بقدرة حرارية عالية؛ لذا فهو يستخدم في تدفئة القاعات والمساحات المفتوحة (الكبيرة)، ويبيّن الشكل (10) بعض أنواع مشعات الحمل المروحية.

الشكل (10): مُشِعّات الحمل المروحية.

انتقال الحرارة من المُشِعّات

تنتقل الحرارة من المُشِعّات إلى الحيز المدفَّأ بطرائق انتقال الحرارة المختلفة، وتعتمد كمية الحرارة التي تنتقل من المُشِعّ إلى الحيز المراد تدفئته على ما يأتي:

1. متوسط درجة الحرارة داخل المُشِعّ.
2. درجة حرارة الحيّز المراد تدفئته.
3. مساحة سطح التبادل الحراري (مساحة المُشِعّ).
4. نوع المادة المصنوع منها المُشِعّ.

اختيار المُشِعّات الحرارية وتركيبها

فكّر؟

- يمثل الشكل نوعًا من أنواع المُشِعّات الذي سبق تعلمها، هل تستطيع تحديد نوع المادة المصنوع منها؟ وماذا يُسمى هذا النوع من المُشِعّات؟
- هل يجوز وضع الأثاث أمام المُشِعّات في المنزل؟ إذا كان الجواب لا؛ فلماذا؟

إنَّ لاختيار أماكن تركيب المُشِعّات في الغرف أهمية قصوى؛ حيث توضع عادة في الأماكن المعرَّضة لتسرب الهواء البارد (مثلًا تحت النوافذ)، إذ يُلاحَظ عدم تعارضها مع وجود المفروشات، كذلك لا يجوز وضع مفروشات جاهزة أمام المُشِعّات؛ لأنَّها تقلل من الحرارة المنبعثة منها؛ فبالإضافة إلى أنَّ اختيار المكان المناسب للمُشِعّ عملية فنية، فإنَّه يعطي أيضًا طابعًا جماليًّا.

الأمور الواجب مراعاتها عند تركيب المُشِعّات:

أ - يجب أن تُركَّب في أبرد مكان في الحيز، أي من الجهات التي يجري فيها فقد الحرارة الداخلية أو (تسريبها)، مثل: النوافذ والجدران المعرضة للجو الخارجي، أو قرب الأبواب التي تُفتح على الجو الخارجي.

ب- يجب توزيع المُشِعّات الحرارية حسب المخططات التصميمية.

جـ- يجب ترك مسافة بين الجدار والمُشِعّ (30mm - 60mm)، كذلك يجب ترك مسافة بين سطح البلاط والمُشِعّ (100mm).

د - يجب عدم وضع أي من قطع الأثاث قريبًا من المُشِعّ، أو أية مواد ملاصقة للمُشِعّ الحراري.

هـ- يجب عدم وضع المُشِعّات الحرارية داخل الجدار، أو تغطيتها بديكورات تجميلية.

- ابحث عن عوامل أخرى لاختيار المُشِعّات؛ عن طريق مكتبة مدرستك.
- زر أحد المكاتب الهندسية القريبة منك، واطلع على طريقة اختيار المُشِعّات وتوزيعها داخل المنزل، حسب المخططات الهندسية.
- ابحث في الإنترنت عن أنواع وتصاميم أخرى للمشعات، واكتب تقريرًا في ذلك مناقشًا زملاءك ومعلمك.

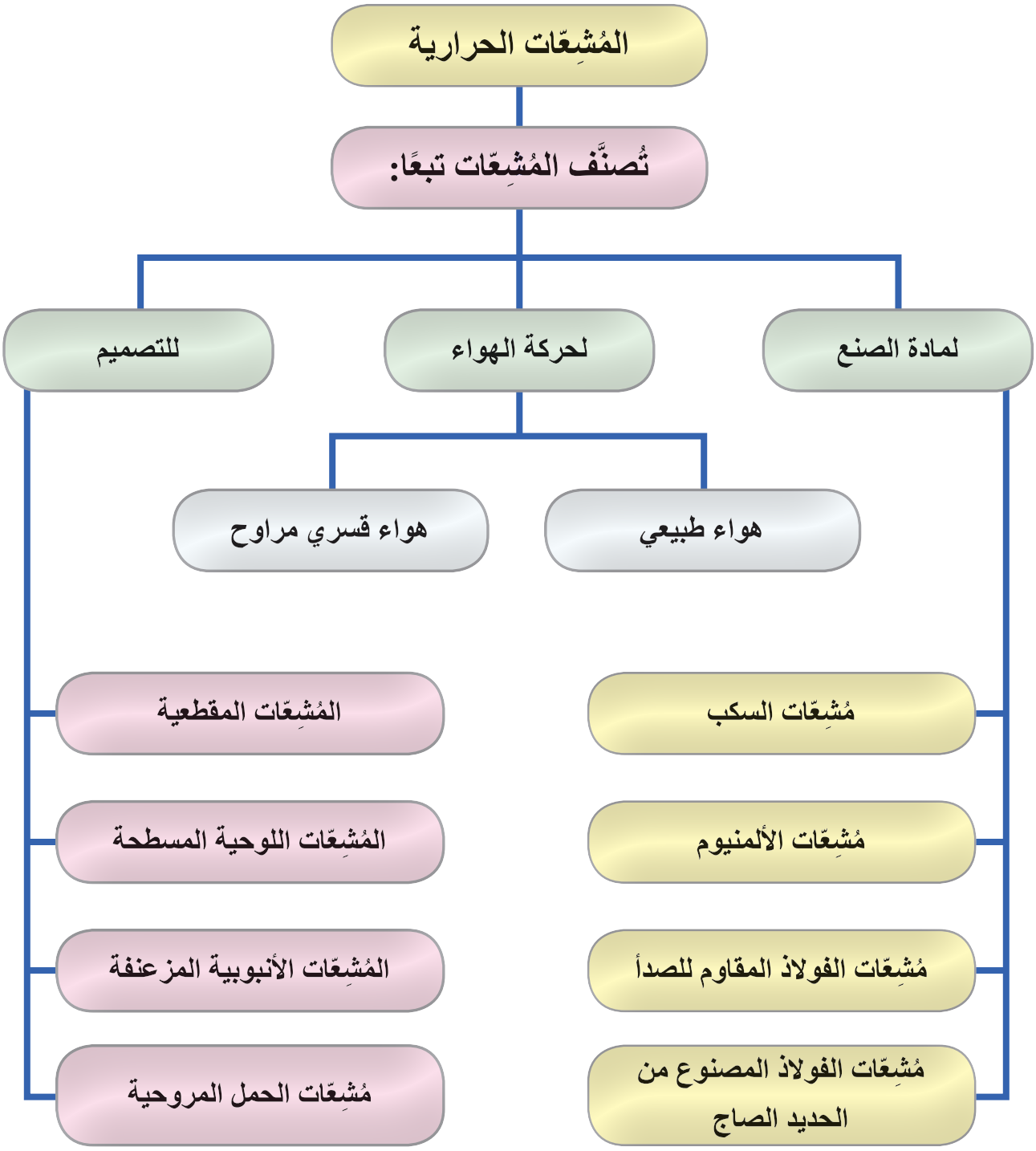
القياس والتقويم

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	اذكر الأمور الواجب مراعاتها عند تركيب المُشِعّات.			
2	بيِّن العوامل التي تقلل من انتقال الحرارة من المُشِعّات.			
3	صنِّف المُشِعّات حسب مادة الصنع.			
4	اذكر ثلاث ميزات للمُشِعّات المقاوم للصدأ.			
5	كيف يمكن أن نمنع حدوث عملية الاستقطاب الكيميائي الكهربائي في مُشِعّات الألمنيوم؟			
6	قارن بين المُشِعّ المصنوع من حديد السكب والمُشِعّ المصنوع من الألمنيوم، من حيث: التكلفة، والفك والتركيب، والاحتفاظ بالحرارة.			

الخريطة المفاهيمية



التمارين العملية:

تمرين رقم (1) فكّ مقاطع مُشِع الألمنيوم

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

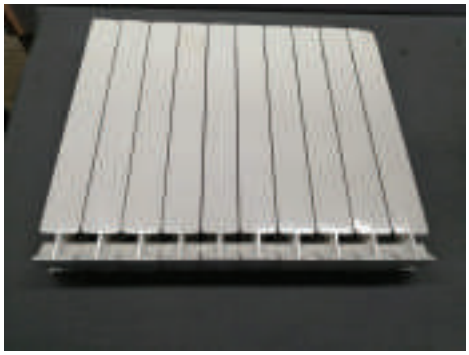
- تستخدم مفتاح فَك مقاطع المُشِعّات، وتجمعها بشكل صحيح.
- تحدد فتحات المُشِعّ، وتتعرف مكملات المُشِعّ.

متطلبات تنفيذ التمرين

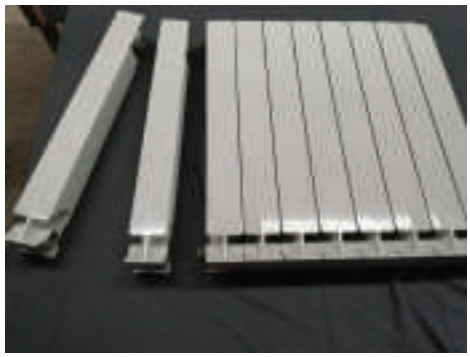
التجهيزات	المواد الأولية
1. مفتاح جمع المُشِعّات. 2. مفتاح أنابيب. 3. فرشاة سلك. 4. طاولة عمل. 5. مُشِعّ ألمنيوم.	

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.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 - ضع المُشِعّ على طاولة العمل؛ بحيث يكوِّن سطحها مستويًا، كما هو موضح في الشكل (1).	 الشكل (1).

منهاجي
متعة التعليم الهادف

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
2 ـ أدخل مفتاح الجمع داخل المقطع الأول، ثم لفَّ لفة بسيطة باتجاه الفك الصحيح من الطرفين، كما هو موضح في الشكل (2).	 الشكل (2).
3 ـ كرر الخطوة السابقة بشكل متناوب من الطرفين حتى يفك المقطع الأول، كما هو موضح في الشكل (3).	 الشكل (3).
4 ـ كرر الخطوة الثانية لفَك المقطع الثاني، كما هو موضح في الشكل (4).	 الشكل (4).

منهاجي
منصة التعليم الهادف

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
5 ـ استمرّ بالطريقة نفسها؛ للوصول إلى المقطع الأخير كما هو موضح في الشكل (5).	 الشكل (5).
6 ـ نظِّف موقع العمل، ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص.	
ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- حدد الأدوات التي استخدمتها في التمرين.

2- لماذا يجب أن يجري الفك بشكل متساوٍ من طرفَي المُشِع عند فك المقاطع؟

3- تُسمى القطعة التي تُركَّب بين مقطعين عند فك المُشِع وإعادة تجميعه: النبل، صح أم خطأ؟

4- يجري فك المقطع من الجهتين (الطرفين) باتجاه الفك، صح أم خطأ؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أميز أنواع المُشِعّات حسب مادة الصنع.			
2	أستطيع فك المُشِع بالطريقة الصحيحة.			
3	أعدد مكملات المُشِع.			

التمارين العملية:

تمرين رقم (2) تجميع مقاطع مشع سكب

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تستخدم مفتاح فك المُشِعّات وجمع مقاطعها بشكل صحيح.
- تُجمِّع مقاطع المُشِعّ.
- تركِّب مكملات المُشِعّ.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1. طاولة عمل. 2. مفتاح جمع المُشِعّات. 3. مفتاح أنابيب. 4. فرشاة سلك. 5. مشع سكب مفكوك.	1. مانع تسرُّب. 2. تنفيسة. 3. نبل مسنن. 4. سدادة. 5. نقَّاصة. 6. ورق حف زجاج (سنفرة). 7. زيت حار.

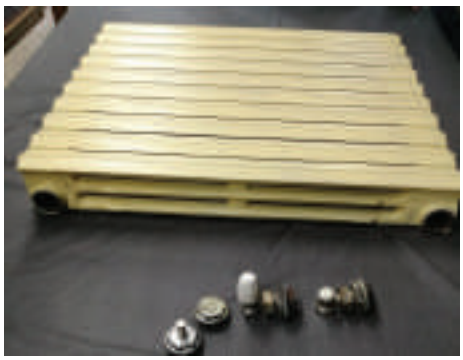
خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- 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.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ ضع المقطع الأول على طاولة العمل، كما هو موضح في الشكل (1).	 الشكل (1).

منهاجي
متعة التعليم الهادف

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
2 ـ نظِّف فتحات المُشِعّ وكذلك أسنان النبل باستخدام فرشاة السلك كما هو موضح في الشكل (2).	 الشكل (2).
3 ـ بلل الكاسكيت الورقي بالزيت الحار كما هو موضح في الشكل (3).	 الشكل (3).
4 ـ ركِّب نبل الجمع باتجاه الشد الصحيح بلفه باليد لفة بسيطة من كل طرف من طرفي المقطع، ثم ركِّب مانع التسرب كما هو موضح في الشكل (4).	 الشكل (4).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
5 ـ ضع المقطع الثاني بجانب المقطع الأول؛ بحيث يكون المقطعان متوازيين، ويكون النبل من الطرفين بمستوى فتحات المقطع الثاني، ثم لُفَّ النبل باتجاه الشد ومن كلا الطرفين، باستخدام مفتاح الجمع، وبشكل متناوب كما هو موضح في الشكل (5).	 الشكل (5).  الشكل (6).
6 ـ ركِّب مكملات المُشِعّ على أطراف المُشِعّ الأربعة وفتحاته، وهي: أ ـ محبس تزويد. ب- محبس راجع. جـ نقّاصة وتنفيسة. د ـ سدادة مقفلة.	 الشكل (7).
7 ـ نظِّف موقع العمل ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص.	
ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- ما المؤشر الذي نحصل عليه من وضع المقطع على طاولة مستوية السطح؟

2- لماذا يجب وضع ورق الكاسكيت في الزيت الحار؟

3- حدد الأدوات التي استخدمتها في التمرين.

4- هل يختلف تجميع مُشِعّ سكب عن مُشِعّ ألمنيوم، وإذا كان الجواب نعم؛ فما أوجه الاختلاف بينهما؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أحدد العُدد والأدوات اللازمة لتنفيذ التمرين، وكذلك المواد المطلوبة.			
2	أستطيع تجميع مُشِعّ تجميعًا كاملًا.			
3	أتمكن من تركيب المكملات المُشِعّ بعد تجميعه.			

التمارين العملية:

تمرين رقم (3) تغيير المقطع التالف للمُشِعّ الحراري بمقطع جديد

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تحدد المقطع التالف من المُشِعّ.
- تجيد فَك المقاطع للوصول إلى المقطع التالف من المُشِعّ الحراري.

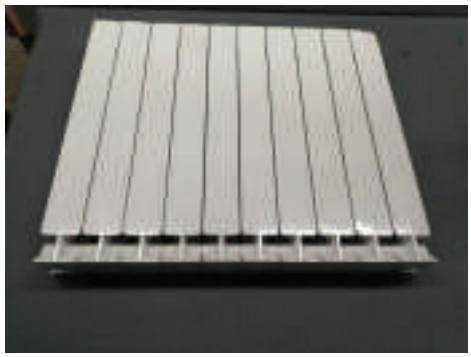
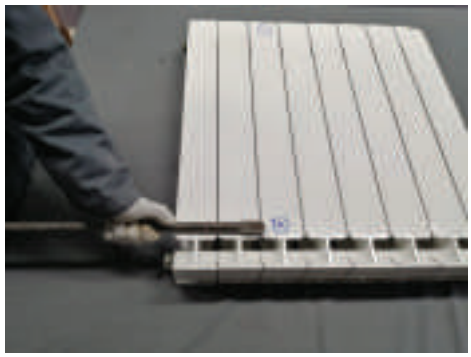
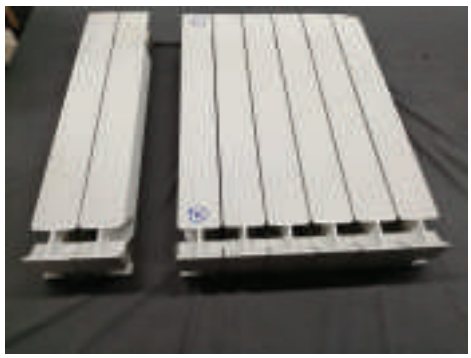
متطلبات تنفيذ التمرين

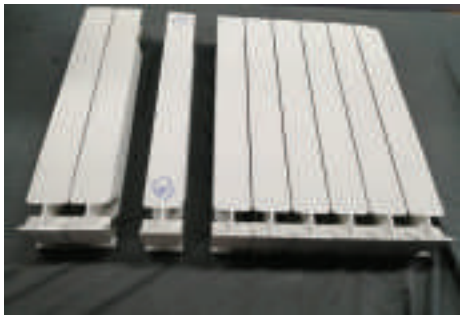
التجهيزات	المواد الأولية
1. طاولة عمل. 2. مفتاح جمع المُشِعّات. 3. مفتاح أنابيب. 4. فرشاة سلك. 5. مشع حراري. 6. مقطع مشع جديد.	1. مانع تسرب. 2. زيت حار. 3. نبل جمع (نبل مسنن).

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.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ أغلق محبس التزويد ومحبس الراجع (الريكلاج). 2 ـ فُكَّ المُشِعّ من شد وصل (Record) محبس التزويد ومحبس الراجع بعد إغلاقها، كما هو موضح في الشكل (1).	 الشكل (1).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
3- ارفع المُشِعّ وضَعه على طاولة العمل بعد أن تفُك مكملات المُشِعّ كما هو موضح في الشكل (2).	 الشكل (2).
4 ـ حدد باستخدام مفتاح الجمع المسافة اللازمة لإدخال مفتاح الجمع؛ للوصول إلى نبل المقطع التالف، كما هو موضح في الشكل (3).	 الشكل (3).
5 ـ أدخل المفتاح من الفتحة الأولى بمقدار المسافة اللازمة؛ للوصول إلى نبل المقطع التالف، ولُفَّ المفتاح باتجاه الفك لفة بسيطة، وكرر الطريقة نفسها من الفتحة الثانية، استمرَّ بالفك بالتناوب حتى فَك المقطع. فيصبح المُشِعّ مكوَّنًا من جزأين منفصلين كما هو موضح في الشكل (4).	 الشكل (4).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
6 - أزل المقطع التالف بعد فكه كما تعلمت سابقًا كما في الشكل (5).	 الشكل (5).
7 - أحضر المقطع الجديد، وركِّبه مكان التالف كما تعلمت في التمرين السابق، كما في الشكل (6).	 الشكل (6).
8 - أعد جمع بقية المقاطع؛ حتى الحصول على المُشِعّ كاملًا كما في الشكل (7).	 الشكل (7).
9 - ركِّب مكملات المُشِعّ في مكانها المخصص. 10 - ركِّب المُشِعّ على الحمالات الثابتة على الجدار. 11 - وصِّل صامولة محبس التزويد بوصلة محبس الراجع (الريكلاج). 12 - افتح محابس التزويد والراجع.	 الشكل (8).
8 ـ نظِّف موقع العمل ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص.	
ـ اكتب تقريراً مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- وضِّح كيف تحدد المقطع التالف.

2- عدِّد مكملات المُشِعّ.

3- لماذا يجب أن يجري فَك المُشِعّ أو شدُّه بالتناوب ومن الطرفين؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أستطيع تحديد المقطع التالف.			
2	أتمكن من فك المقاطع؛ للوصول إلى المقطع التالف.			
3	أميِّز اتجاه الفك من اتجاه الشد.			
4	أميِّز أنواع المُشِعّات.			

التمارين العملية:

تمرين رقم (4) تركيب المُشِعّ على الجدار

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

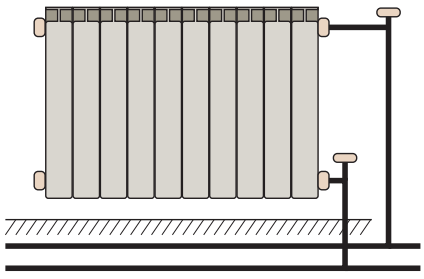
- تحدد وتختار مكان تركيب المُشِعّ على الجدار.
- تثبِّت الحمالات أو السكك في المكان المخصص لها؛ حسب نوع المُشِعّ.
- تركِّب المُشِعّ على الجدار.

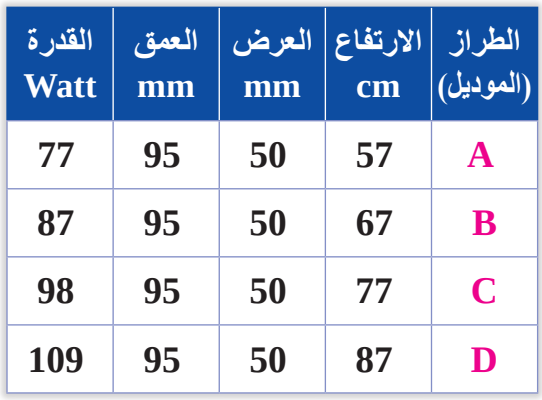
متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1. مثقب كهربائي.	1. مكمِّلات المُشِعّ.
2. ريش باطون للثقب.	2. حمَّالات السكك.
3. ميزان ماء.	3. تفلون.
4. متر معدني.	4. أسافين.
5. مفتاح أنابيب.	5. براغي.
6. مُشِعّ حراري.	

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.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ حدد مكان تركيب المُشِعّ حسب المخطط، ويفضل أن يكون تحت النوافذ؛ كما هو موضح في الشكل (1).	 الشكل (1).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
2 ـ تعرَّفْ مقاسات المُشِعّ (الطول والارتفاع) من خلال النشرة الفنية المبينة في الشكل (2). ويجب ألّا يقل ارتفاع النافذة من سطح البلاط عن مقدار ارتفاع المُشِعّ، مضافًا إليه 10سم.	 الشكل (2).
3 ـ حدد منتصف النافذة بوضع علامة على الجدار تمثل منتصف النافذة؛ المطلوب تركيب مشعات عليها حسب المخطط كما هو موضح في الشكل (3).	 الشكل (3).
4 ـ ارسم خطًّا عموديًّا على الجدار تحت النافذة باستخدام ميزان الماء بدءًا من العلامة التي وضعت على الجدار، وهذا الخط يمثل منتصف المُشِعّ؛ كما هو موضح في الشكل (4).	 الشكل (4).

الطراز (الموديل)	الارتفاع cm	العرض mm	العمق mm	القدرة Watt
A	57	50	95	77
B	67	50	95	87
C	77	50	95	98
D	87	50	95	109

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
5 - ارسم خطًّا أفقيًّا يمثل طول المُشِعّ بحيث يكون منتصفه الخط العمودي المرسوم سابقًا، وارتفاعه يساوي المسافة بين أسفل المُشِعّ ومكان تركيب الحمّالة مضافًا إليه 10سم من سطح البلاط. كما هو موضّح بالشكل (5).	 الشكل (5).
6 - اثقُب الجدار في أماكن تثبيت الحمّالات بغض النظر عن عددها، الذي يعتمد على طول المُشِعّ وسواء أكانت حمّالتين اثنتين أم ثلاث حمّالات.	 الشكل (6).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
7 - ركِّب الحمّالات في أماكنها التي ثقبتها؛ بحيث تكون المسافة بين سطح المُشِعّ الخلفي والجدار (- 60mm 30mm) وحسب تصميم السكك والحمالات. ويوضح الشكل (7) بعض أنواع الحمالات المستخدمة في تثبيت المُشِعّات.	 الشكل (6).
8 - ركِّب مكملات المُشِعّ على المُشِعّ: (محبس التزويد، محبس الراجع، سدادة، تنفيسة) بعد وضع التفلون على أسنانها.	 الشكل (7).
9 - ركِّب المُشِعّ على الحمالات كما في الشكل؛ بحيث يكون مستويًا بشكل أفقي، وباستخدام ميزان الماء.	 الشكل (8).
10 ـ نظِّف موقع العمل ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص.	
ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

منهاجي
منصة التعليم الهادف

التقويم

1- ما المسافة التي يجب أن تكون بين السطح الخلفي للمشع والجدار؟ وكذلك بين أسفل المُشِعّ وسطح البلاط؟

2- لماذا يفضَّل أن تُركَّب المُشِعّات تحت النوافذ؟

3- ما الفائدة من وضع تفلون على أسنان قطع الوصل عند وصلها؟

4- أية المستويات يمكن لميزان الماء ضبطها؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

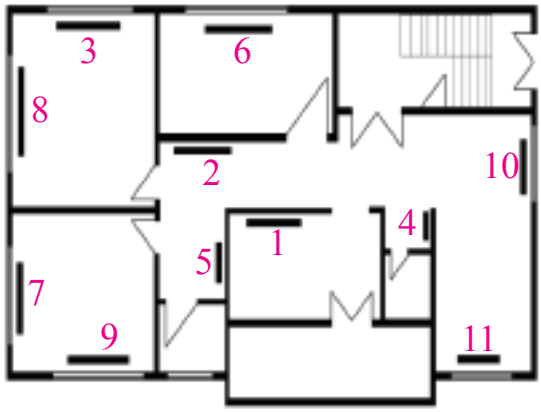
الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أتمكن من اختيار المُشِعّ وتحديد أماكن تركيبه؛ بناء على دراسة المخططات.			
2	أستطيع تركيب المُشِعّ على الجدار.			
3	أميِّز بين الحمالات والسكك المختلفة.			
4	أستطيع استخدام ميزان الماء بشكل صحيح.			

فائدة

قراءة مخططات التدفئة:

يُتوقع منك بعد الانتهاء من الدرس أن:

- تقرأ مخططًا معماريًّا لمنزل.
- تحدد مواصفات المقاطع وعددها لكل مُشِعّ.

خطوات القراءة وتحديد المواصفات	الرسومات التوضيحية
1 - يبيّن الشكل مخططًا لمنزل يوضّح أماكن تركيب المُشِعّات، ادرس المخطط جيدًا.	

2 - يبيّن الجدول المقابل مواصفات المُشِعّات الموضحة في المخطط السابق.

رقم المُشِعّ	عمق المُشِعّ cm	عرض المقطع cm	نوع المُشِعّ شابيه ارتفاعه 68cm	كمية الاشعاع Watt	طول المُشِعّ cm
1	9.5	12	68	2100	108
2	9.5	12	68	2800	144
3	9.5	12	68	3500	180
4	9.5	12	68	700	36
5	9.5	12	68	1400	72
6	9.5	12	68	3700	192
7	9.5	12	68	4200	210
8	9.5	12	68	3500	180
9	9.5	12	68	1400	72
10	9.5	12	68	2800	144
11	9.5	12	68	3700	192
12	9.5	12	68	4200	216

3 ـ لمعرفة عدد المقاطع لكل مشع؛ نأخذ طول المُشِعّ وعرض المقطع من الجدول نفسه.

بناء على الجدول؛

$$\text{فإنَّ عدد المقاطع} = \frac{\text{طول المُشِعّ}}{\text{عرض المقطع}}$$

مثال:

يبيّن الجدول أن طول المُشِعّ رقم (1) 108cm، ومن دراسة الجدول؛ فإنَّ عرض المُشِعّ يساوي 12cm.

$$\text{وعدد المقاطع} = \frac{\text{طول المُشِعّ}}{\text{عرض المقطع}} = \frac{108}{12} =$$

$$= 9 \text{ مقاطع}$$

4 ـ كرر هذه الطريقة؛ للحصول على عدد المقاطع لكل مُشِعّ.

سؤال:

أوجد عدد مقاطع المُشِعّ رقم (5)

منهاجي
متعة التعليم الهادف

1- وضِّح المقصود بالمُشِعّات الحرارية؛ مبينًا وظيفتها.

2- عدِّد طرائق انتقال الحرارة.

3- قارن بين المُشِعّات الحرارية المصنوعة من: حديد الصاج، ومُشِعّات الفولاذ المقاوم للصدأ؛ من حيث: الوزن، والتصنيع، ومظهرها الخارجي.

4- ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

(1) إحدى هذه القطع تعد من مكملات المُشِعّ:

أ - محبس التصريف.

ب- محبس السكين.

جـ- نقّاصة وتنفيسة.

د - جميع ما ذكر.

(2) تنتقل الحرارة بالمُشِعّات بِـ:

أ - الإشعاع.

ب- التوصيل.

جـ- الحمل.

د - جميع ما ذكر.

(3) يجب أن تكون المسافة بين الجدار والمُشِعّ:

أ - (30 - 50) cm.

ب- (50 - 100) cm.

جـ- (30 - 50) mm.

د - (90 - 100) cm.

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

(1) يمكن وضع المفروشات أمام المُشِعّات؛ لأنَّها لا تقلل من الحرارة المنبعثة منها. ( )

(2) في المُشِعّات المصنوعة من السكب؛ فإنَّ المُشِعّ يسخن بسرعة ويفقد الحرارة بسرعة أيضًا. ( )

(3) تركب التنفيسة في أعلى المُشِعّ للتخلص من الهواء في حال وجوده داخل المُشِعّ. ( )

(4) يمكن جمع مقاطع المُشِعّ وتركيبها من دون استخدام مانع التسرب. ( )

6- اذكر مكملات المُشِعّ الأربعة.

7- بيِّن الهدف من غمس مانع التسرب الورقي بالزيت عند استخدامه.

8- عدِّد خطوات فك مقاطع مشع السكب.

9- اذكر عيوب مشعات الفولاذ المقاوم للصدأ.

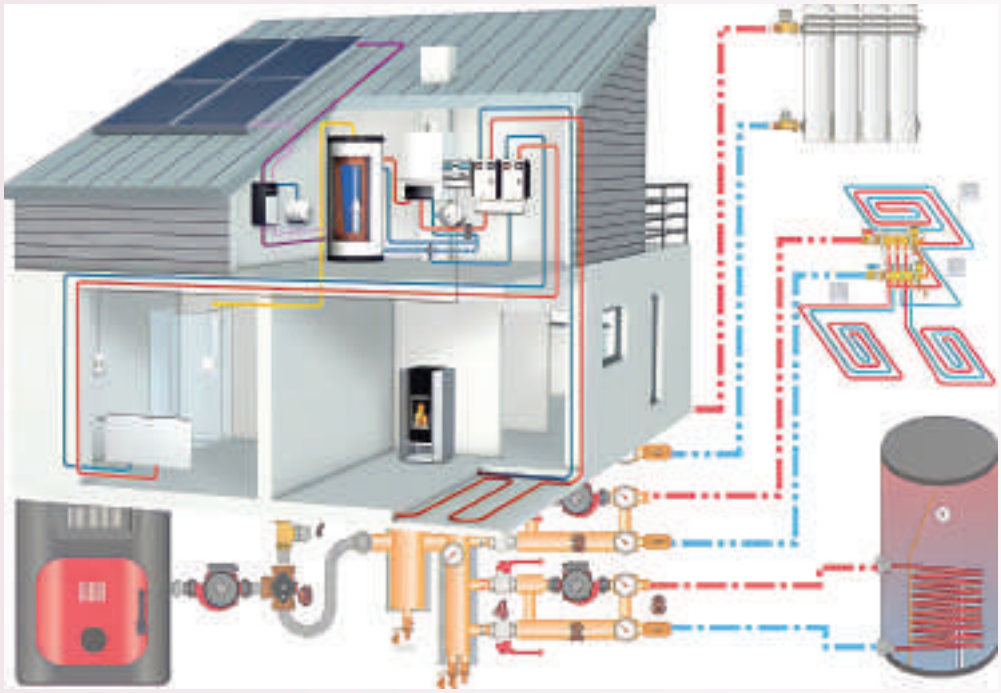
10- تُسمّى قطعة الوصل التي تُركَّب بين المقاطع في المُشِعّات ..... .

11- يُركَّب ..... تحت النوافذ والأماكن المعرّضة لتسرب الهواء البارد.

12- تتكون مُشِعّات الألمنيوم من ..... يتم تجميعها مع بعضها.

الوحدة الثانية

أنظمة التدفئة المركزية بالماء الساخن



- ما أهمية انظمة التدفئة المركزية؟
- ما مكونات أنظمة التدفئة المركزية؟

2

لقد أصبح اليوم نظام التدفئة المركزية في بلادنا مطبقًا في كثير من الأبنية الحديثة، بحيث يمكن أن نقدِّر أنَّ نسبة كبيرة من مساكن المدن طُبِّق فيها نظام التدفئة بالمياه الساخنة؛ إضافة إلى نسبة محدودة في الريف أيضًا؛ نظرًا إلى كفاءته العالية، وسهولة استخدامه، وسنتعرف في هذه الوحدة أنظمة التدفئة المركزية بالماء الساخن على اختلاف تصنيفاتها.

انظر وتساءل

استكشف

اقرأ وتعلّم

الإثراء والتوسع

القياس والتقويم

الخريطة المفاهيمية

النتاجات العامة للوحدة

يتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- تتعرف أنظمة التدفئة المركزية بالماء الساخن.
- تقارن بين أنظمة التدفئة المركزية بالماء الساخن
- تصنِّف أنظمة التدفئة المركزية تبعًا للضغط.
- تطبِّق قواعد الصحة والسلامة المهنية.

النتاجات العملية

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- تخطط موقع العمل، ودراسة المخططات الهندسية.
- تمدد شبكة تدفئة مركزية من نظام الخط الواحد.
- تمدد شبكة تدفئة مركزية من نظام الخطين.
- تمدد شبكة تدفئة مركزية من نظام الخزانة.
- تمدد شبكة تدفئة مركزية تحت البلاط.
- تُركِّب خزان التمدد، وتصله بالشبكة.

أولًا: نظام الخط الواحد لشبكات التدفئة بالماء الساخن (Single Line)

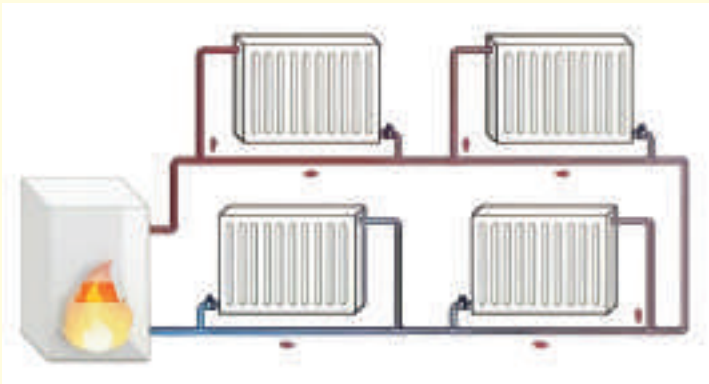
النتاجات الخاصة بالدرس

يتوقع منك بعد دراسة هذا الدرس أن:

- تتعرف نظام الخط الواحد لشبكات التدفئة بالماء الساخن
- تتعرف طرائق توزيع شبكة المياه بنظام الخط الواحد.
- تحدد أجزاء شبكة التدفئة بنظام الخط الواحد.
- تعرف مكونات وحدة التدفئة المركزية بالماء الساخن.
- تحدد مزايا نظام الخط الواحد.
- تراعي قواعد الصحة والسلامة المهنية.

انظر وتساءل

- تأمل الشكل الآتي، الذي يبين جزءًا من شبكة التدفئة بالخط الواحد. برأيك، ما سبب ارتفاع درجة حرارة المشعات في بداية الشبكة على نحو أكثر منه في نهايتها؟



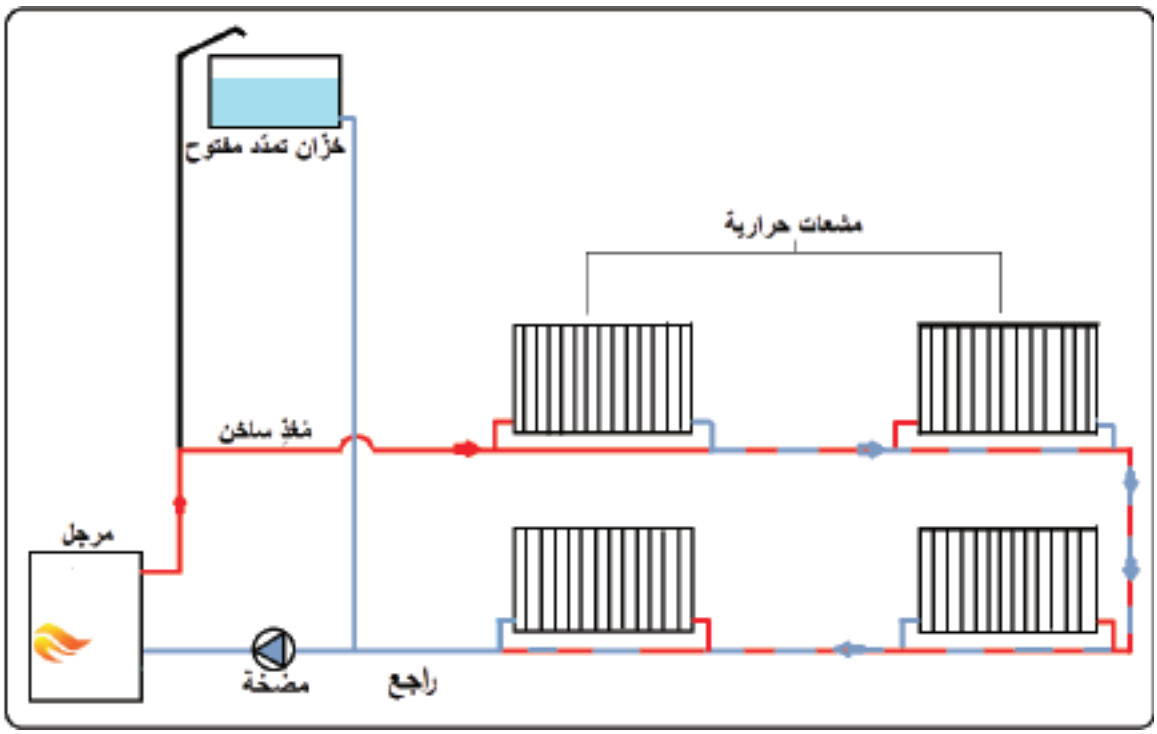
منهاجي
منصة التعليم الهادف

استكشف

- يبين الشكل الآتي إحدى القطع التي تُثبت على شبكة التدفئة، هل تستطيع أن تُسمّي هذه القطع؟ ما الغاية من تثبيتها على الشبكة؟

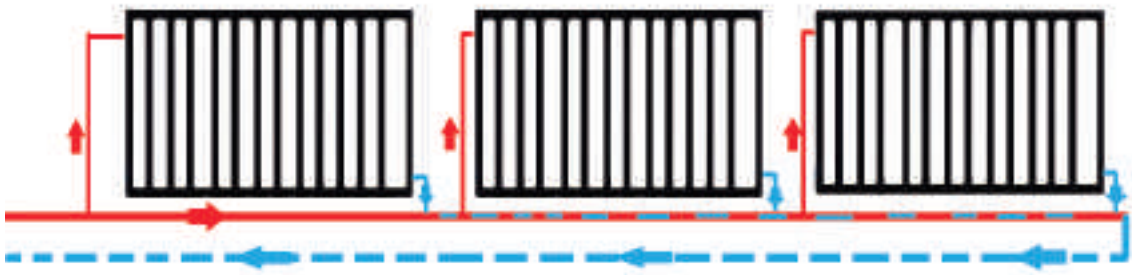
اقرأ وتعلّم

يُعَدّ نظام الخط الواحد أحد أنظمة التدفئة المركزية بالماء الساخن، ويتمثل عمله في تسخين المياه في المرجل بواسطة الحارقة إلى درجة حرارة تتراوح بين C (°70-°90)؛ حيث تحرِّك مضخة التسريع المياه الساخنة من المرجل عبر الخط المزود وتوصِله إلى المُشِعّات الحرارية، بحيث يدخل في المشع الأول، والثاني، والثالث، وهكذا، حتى نهاية الشبكة؛ لتعود إلى المرجل ضمن الخط الراجع، بعد أن فقدت بعض حرارتها من C (°50-°70) فيُعاد تسخينها وتُدفَع من جديد؛ ويكون هذا النوع من التدفئة عادة ذا نظام مفتوح، أي أنَّ الشبكة تكون متصلة بالضغط الجوي، كما في الشكل (1).



الشكل (1): شبكة التدفئة بنظام الخط الواحد.

في هذا النظام تتغذى المُشِعّات بخط أنابيب واحد على التوالي، كما في الشكل (2)؛ حيث يدخل الماء الساخن إلى المُشِعّ من خط التغذية، ليخرج ويتصل بالخط نفسه الذي يُغذّي المُشِعّ الآخر؛ ليعود من آخر مُشِعّ إلى المرجل.



الشكل (2): شبكة ذات خط واحد.

ميزات الشبكة بنظام الخط الواحد

1. انخفاض التكلفة الإنشائية والتشغيلية.
2. سهولة الإنشاء، والتشغيل، والصيانة.
3. جمالية النظام، نظرًا إلى أنَّ عدد الأنابيب قليل؛ فمن الملائم إخفاؤها خلف الجدران أو الألواح الزائفة.

عيوب الشبكة بنظام الخط الواحد

1. عدم تَساوي المشعات المتماثلة من حيث الكفاءة؛ نظرا إلى ارتفاع درجة حرارة المُشِعّات الحرارية في بداية الشبكة على نحوٍ أكثر منه في نهايتها.
2. حاجة الشبكة الى المعايرة والضبط أسفل المُشِعّات؛ وكذلك حاجة النظام إلى مضخات تدوير بقدرة كبيرة للتقليل من هبوط الضغط الناتج من مروره في جميع المشعات.
3. حاجة المُشِعّات إلى طاقة حرارية أكبر؛ لأنَّ نظام الخط الواحد يعتمد على زيادة المساحة الحرارية للتبادل الحراري.

مكونات شبكة التدفئة بنظام الخط الواحد

تتكون الشبكة في نظام الخط الواحد من الأجزاء الآتية:

1- **مُجمِّع الخط المزوِّد (Supply Line Collector):** يصنع هذا المجمع من الفولاذ، وهو أنبوب صلب أسود مغلق من الطرفين، يحتوي على العدد اللازم من الفتحات، ملحوم عليه مُفَف لوصل خطوط شبكة التدفئة من المرجل إلى المُشِعّات، يبين الشكل (3) مجمع الخط المزوِّد.

الشكل (2): مجمع الخط المزود والراجع.

يتكون هذا المجمع من الأجزاء الآتية:

أ - خطوط التزويد (Supply Pipe): وهي الخطوط الصاعدة التي تُزوِّد الشبكة بالماء الساخن.

ب- خط التهوية المفتوح (Open Ventilation Pipe): هو أنبوب مفتوح يوصَل بأعلى نقطة في الشبكة؛ بحيث يرتفع مستوى الأنبوب عن مستوى خزان التمدد والتموين.

جـ- خط تزويد المبادل الحراري (Heat Exchanger): وهو خط صاعد من المرجل يُزوِّد المُبادِل بالمياه الساخنة.

د - خط التنبيه (Warning Pipe): وهو أنبوب يُربَط بالمجمع لتصريف الماء الزائد.

هـ- صمام التهوية التلقائي (Automatic Air Release Valve): وهو صمام يعمل على طرد الهواء من أنظمة الماء بصورة تلقائية.

و - خط الأمان (Safety Pipe): وهو أنبوب مفتوح يرتفع رأسيًّا من أعلى المرجل؛ بحيث يعلو مستوى الماء في خزان التمدد والتموين.

2- **الشبكة الرئيسة (Primary Circuit):** وهي الأنابيب التي يتدفق فيها الوسيط الناقل للحرارة (الماء الساخن) بين المرجل والمُشِعّات والمبادل الحراري.

3- **المشعات الحرارية (Radiators):** وهي أجهزة تعمل على نقل الطاقة الحرارية من وسط إلى آخر.

4- **مجمع الخط الراجع (Return Line collector):** ويتكون هذا المجمع من مجموعة خطوط مشابهة لمجمع المزود؛ إلّا أنَّه خاص بالخطوط الراجعة إلى المرجل؛ ويُراعى عند التركيب توصيل خط التموين والتزويد من خزان التمدد لهذا المجمع.

مكونات وحدة التدفئة المركزية بالماء الساخن

1. المرجل (Boiler): وفيه يُسخَّن الوسيط الناقل للحرارة (الماء).
2. الحارقة (Burner): وهي الجزء المسؤول عن تسخين الماء داخل المرجل.
3. مضخة التسريع (Circulation Pump): وتعمل على تحريك المياه ضَمِنَ الشبكة.
4. خزان التمدد (Expansion Tank): ووظيفته استيعاب كمية المياه الزائدة عند تمدد الماء بسبب التسخين.
5. المبادل الحراري (Heat Exchanger): يُستخدم لتأمين المياه الساخنة للاستعمالات المنزلية.
6. المشعات الحرارية (Radiators).
7. شبكة الأنابيب.

ويستخدم نظام الخط الواحد في القاعات والصالات المفتوحة، وبشكل شبكة أنابيب (من دون مشعات) في حمامات السباحة.

ابحث مع زملائك عن أهم مصادر الطاقة التي تستخدم في تسخين المياه، واكتب تقريرًا عن ذلك واعرضه أمام زملائك.

التقويم

1- اشرح آلية عمل نظام الخط الواحد.

2- عرِّف ما يأتي:

أ - مجمِّع الخط المزوِّد.

ب- مجمِّع الخط الراجع.

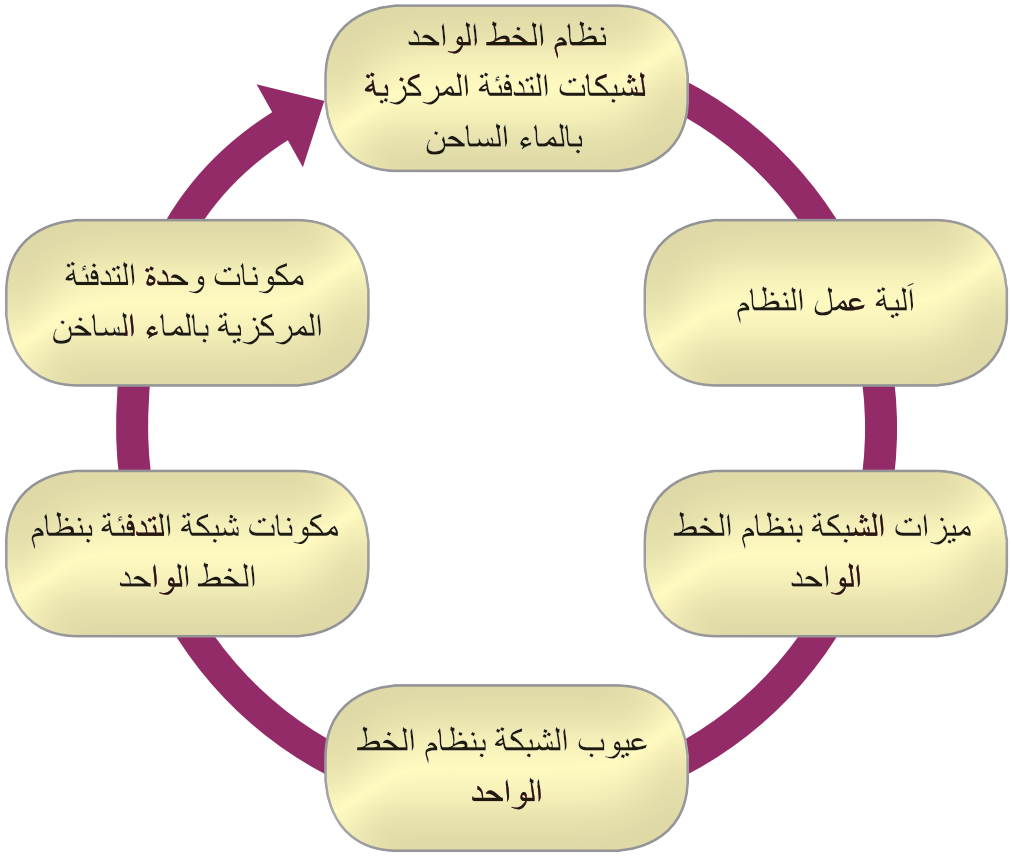
جـ- خط الأمان.

د - صمام التهوية التلقائي.

هـ- الشبكة الرئيسة.

3- اذكر عيوب شبكة التدفئة بنظام الخط الواحد.

الخريطة المفاهيمية



التمارين العملية:

تمرين رقم (1) تخطيط موقع العمل ودراسة المخططات

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تقرأ المخططات الهندسية للنظام.
- تخطط موقع العمل.
- تحدد المواد الأولية، وتحسب الكميات.
- تنفِّذ قواعد الصحة والسلامة المهنية.

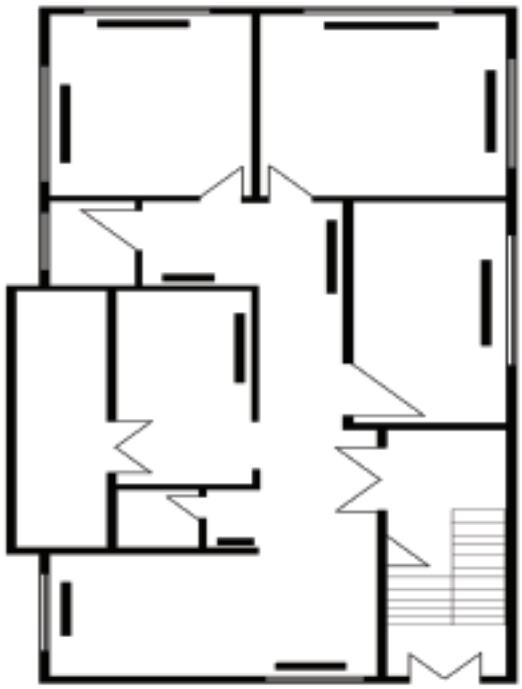
متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1. متر قياس. 2. قلم علام. 3. خرطوم شفلة. 4. ميزان ماء. 5. مطرقة. 6. إزميل حفر. 7. مسطرة قياس مدرجة. 8. مخططات هندسية.	

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.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ جهز المواد والأنابيب والأدوات اللازمة لتنفيذ التمرين. 2 ـ حدد مستوى ارتفاع سطح البلاط.	

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
3 ـ حدد مواقع المشعات الحرارية تبعًا للمخططات الهندسية كما في الشكل (1). 4 ـ ضع علامات مميزة وسط المُشِعّات، ورقِّم أماكنها في موقع العمل. 5 ـ حدد موقع الخط المزوِّد والراجع من جهة المرجل. 6 ـ احفر التمديدات الخاصة بالشبكة؛ بحيث تشمل مواقع المشعات الحرارية.	 الشكل (1).
ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- ما الخطوات التي ينبغي اتباعها في موقع العمل؟

2- كيف استطعت تحديد مواقع المشعات في الشبكة؟

3- اذكر إجراءات الصحة والسلامة المهنية التي اتبعتها في التنفيذ.

التمارين العملية:

تمرين رقم (2) تمديد شبكة التدفئة المركزية بنظام الخط الواحد

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تمدد شبكة تدفئة بنظام الخط الواحد.
- تحدد أعطال الخط الواحد.
- تنفِّذ قواعد الصحة والسلامة المهنية.

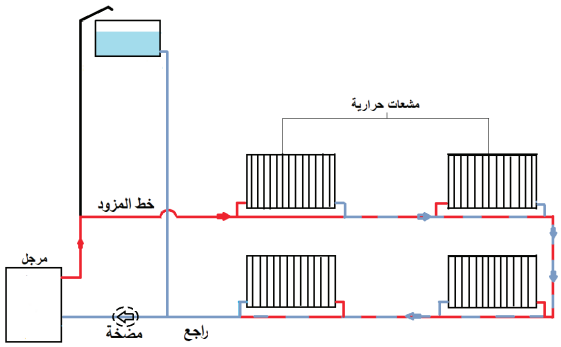
متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1. متر قياس. 2. قلم علام. 3. خرطوم شقلة. 4. ميزان ماء. 5. مطرقة. 6. إزميل حفر. 7. ملزمة أنابيب 8. تختاية أنابيب. 9. مفاتيح أنابيب متعدد القياسات (10"، 12"، 14"). 10. مخططات هندسية. 11. مشعات حرارية.	1. أنابيب متعددة القياسات. 2. تفلون. 3. قطع وصل مختلفة، (مع المحابس، ونظام تعليق).

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 اسحب خط التزويد من مجمع المزود في غرفة المرجل إلى بداية الشبكة.	

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
2 ـ مُدَّ الخط المزود للمُشِعّ الأول حسب الجهة المناسبة من المخطط، انظر الشكل (2). 3 ـ مُدَّ الخطوط الأخرى المزودة للمُشِعّات بالترتيب. 4 ـ اختر أصغر قطر لخطوط الشبكة تحت المُشِعّات. 5 ـ مُدَّ الخط الراجع للمُشِعّات؛ بحيث تصله بالمجمع الراجع في غرفة المرجل.	 الشكل (2).
ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- أنشئ جدولًا بالمواد والقطع التي استخدمتها في التنفيذ.

2- ما سبب تنقيص خط الشبكة تحت المشعات الحرارية؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أقرأ المخططات الهندسية للنظام.			
2	أُمدِّد شبكة تدفئة بنظام الخط الواحد.			
3	أحدد مواقع تركيب المشعات.			
4	أحدد موقع الخط المزود والخط الراجع من جهة المرجل.			
5	أُطبِّق تعليمات السلامة والصحة المهنية.			

ثانيًا: نظام الخطين لشبكات التدفئة المركزية بالماء الساخن (Two Lines)

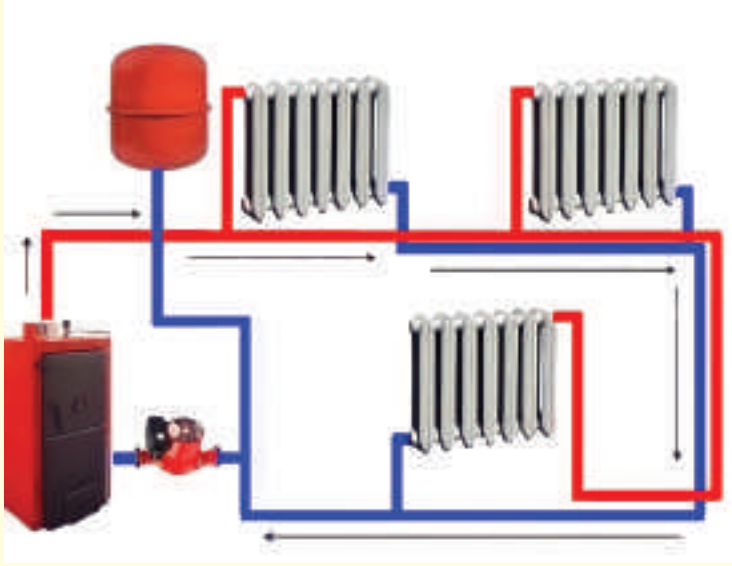
النتاجات الخاصة بالدرس

يتوقع منك بعد دراسة هذا الدرس أن:

- تتعرف نظام الخطين لشبكات التدفئة المركزية بالماء الساخن.
- تتعرف طرائق توزيع شبكة التدفئة بنظام الخطين.
- تحدد مزايا شبكة التدفئة بنظام الخطين.
- تراعي قواعد الصحة والسلامة المهنية.

انظر وتساءل

- انظر إلى الشكل الآتي، هل تستطيع أن تحدد طريقة توزيع المياه للمشعات في النظام؟



استكشف

- في حال تعطل مضخة التدوير في النظام؛ هل يؤثر ذلك في دورة المياه داخل الشبكة؟

اقرأ وتعلّم

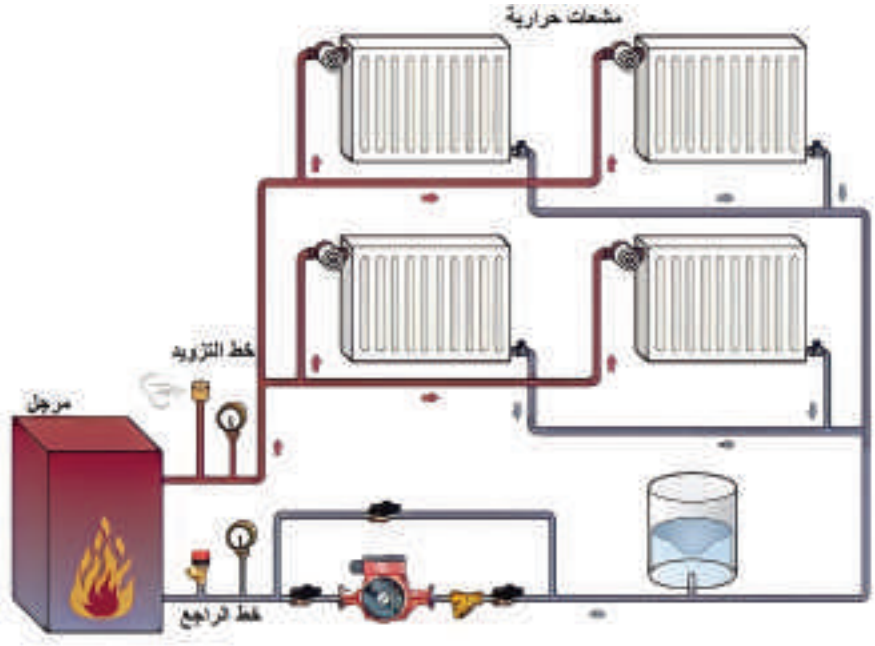
يُعَدّ نظام الخطين من أكثر الأنظمة انتشارًا؛ نظرًا إلى كفاءة النظام وسهولة عمله وصيانته؛ فضلًا عن تسخين المشعات بالتساوي، وإمكانية توزيع المياه بالتوازي، والجدير بالذكر أنّ هذا النظام هو المتبع في تركيب شبكات التدفئة في المباني السكنية والفنادق والمباني العامة، سنتعرف في هذا الدرس نظام الخطين لشبكات التدفئة المركزية بالماء الساخن.

ملاحظة

يشترك نظام الخطين مع نظام الخط الواحد في المكونات نفسها التي درستها في نظام الخط الواحد.

تُزوَّد شبكة التدفئة بالماء الساخن في نظام الخطين من الخط الصاعد من المرجل، ثم يُوزَّع على المشعات الحرارية بحسب سعة كل مُشِعّ، وهي السعة التي تعتمد على طاقة المشع الحرارية، بحيث إنَّ المشعات المتماثلة تكون بالكفاءة نفسها كما يبين الشكل (4).

تعود المياه في هذا النظام من المشعات الحرارية بواسطة الخط الراجع إلى المرجل؛ ليُعاد تسخينها، ثم إرجاعها إلى المُشِعّات الحرارية مرة أخرى، بفرق درجة حرارة يبلغ (10°س) عن درجة حرارة الماء الداخل.



الشكل (4): شبكة التدفئة بنظام الخطين.

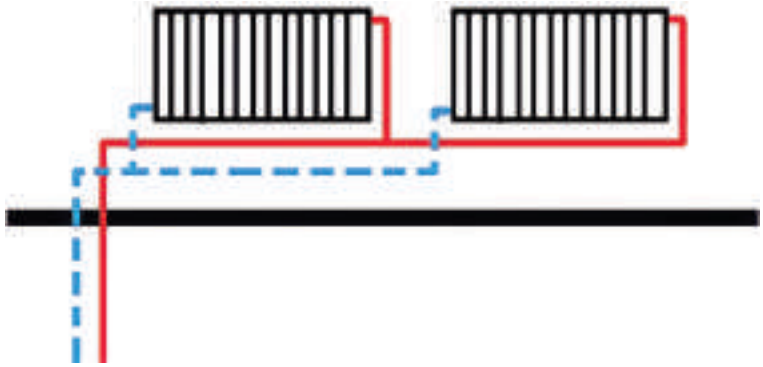
طرائق توزيع شبكة المياه في نظام الخطين

1- طريقة التوزيع بواسطة خطين (من الأسفل). هذه الطريقة هي أكثر الطرائق استعمالًا؛ وذلك للأسباب الآتية:

أ - سهولة توزيع المشعات الحرارية وتمديدها.

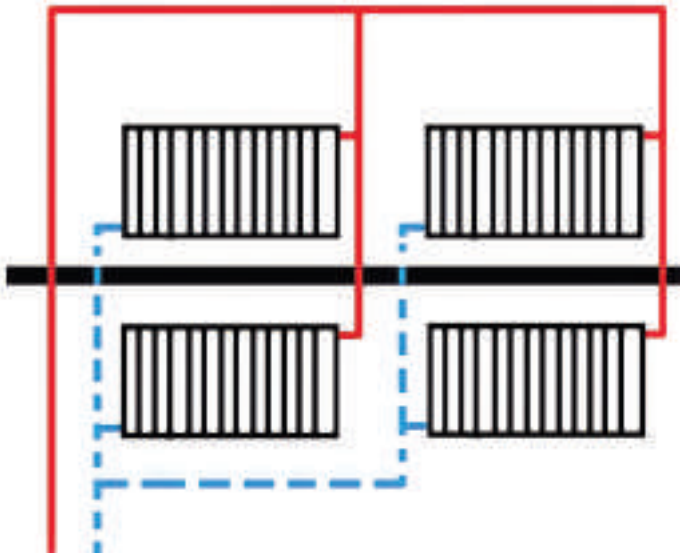
ب- سهولة تهوية الخطوط الصاعدة إلى الشبكة.

جـ- إمكانية تشغيل الشبكة من دون مضخة؛ حسب نظام الجاذبية، انظر الشكل (5).



الشكل (5): التوزيع بواسطة خطين (من الأسفل).

2- طريقة التوزيع بواسطة خطين (المزود من أعلى، والراجع من أسفل): تستعمل هذه الطريقة في حال تعذر التزويد من الأسفل؛ وفيها يتم تهوية النظام عن طريق الخط الصاعد الرئيس ووصله مباشرة بخزان التمدد، كما تتضمن تهوية نهاية الخطوط الأفقية، انظر الشكل (6).



الشكل (6): التوزيع بواسطة خطين (المزود من أعلى، والراجع من أسفل).

3- طريقة التوزيع بواسطة خطين وراجع مباشر: تتلخص هذه الطريقة في إرجاع المياه إلى المرجل مباشرةً، حيث إنَّ مياه المُشِعّ الأول تعود إلى المرجل قبل غيرها من المُشِعّات الأخرى، من خلال الخط الراجع. وتعد هذه الطريقة الأكثر تطبيقًا، انظر الشكل (7).

الشكل (7): التوزيع بواسطة خطين وراجع مباشر.

4- طريقة التوزيع بواسطة خطين وراجع غير مباشر: حيث تعود مياه الراجع من المُشِعّ الأول في نهاية الدورة، بينما تعود مياه الراجع من المُشِعّ الأخير في البداية (أي أنَّ مياه الراجع من المُشِعّ الأول تعود لتختلط بمياه الراجع من المُشِعّ الثاني، وهكذا إلى آخر مشع ثم تعود إلى المرجل). ويعد هذا النظام من أكثر الأنظمة تكلفة؛ لذلك فهو محدود التركيب، انظر الشكل (8).

الشكل (8): التوزيع بواسطة خطين وراجع غير مباشر.

ميزات الشبكة بنظام الخطين

أ - التوزيع المتجانس لدرجات الحرارة في الغرف والمباني؛ نظرًا إلى أنَّ درجة حرارة المشعات متساوية.

ب- إمكانية التشغيل الجزئي للشبكة، وفصل الأجزاء الأخرى.

جـ- كفاءته عالية.

ومن عيوب هذا النظام التكلفة العالية؛ مقارنةً بنظام الخط الواحد.

الإثراء والتوسّع

مستعينًا بالمراجع المتوافرة في مدرستك، أو المواقع الإلكترونية على شبكة الإنترنت، ابحث عن نظام التدفئة بالماء الساخن ذي الخطين، واكتب تقريرًا عن ذلك، ثم ناقشه مع زملائك ومعلمك.

التقويم

1- قارن بين شبكة التدفئة بنظام الخط الواحد ونظام الخطين.

2- عدِّد طرائق توزيع شبكة المياه في نظام الخطين.

3- لماذا يعد نظام الخطين لشبكات التدفئة المركزية الأكثر انتشارًا؟

4- ما مزايا شبكة التدفئة بنظام الخطين؟

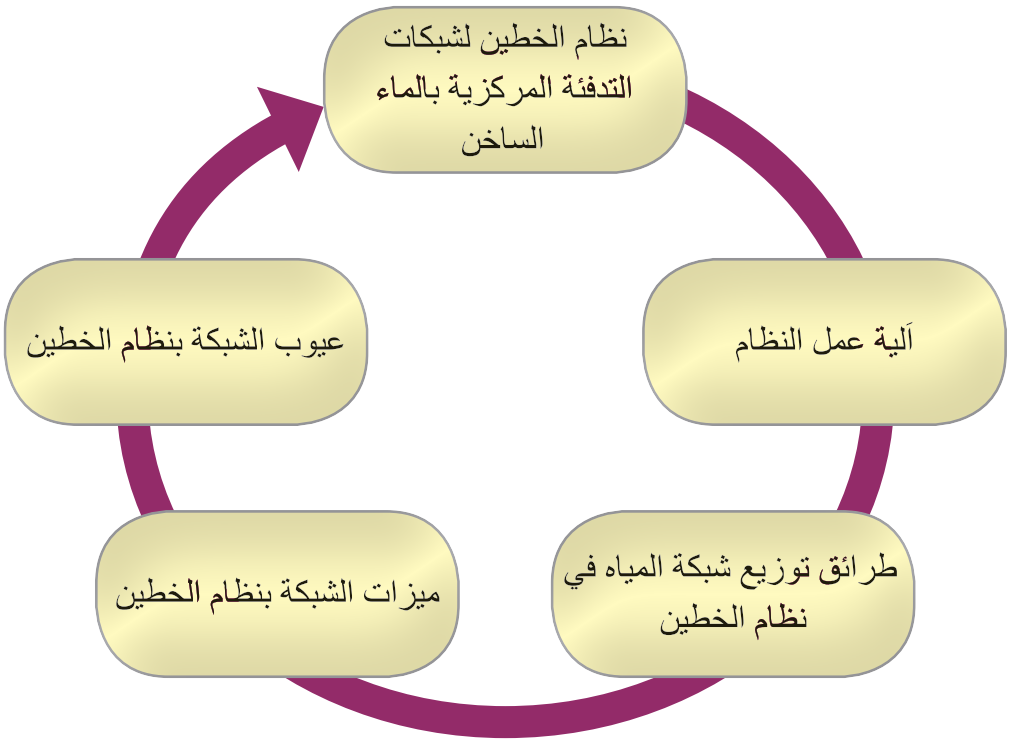
5- أجب (بنعم) أو (لا) على ما يأتي:

أ - يستخدم الراجع المباشر في نظام الخطين.

ب- يمتاز نظام الخطين بتسخين المشعات الحرارية جميعها بالتساوي.

جـ- تعد طريقة التوزيع بواسطة خطين (المزود من أعلى والراجع من أسفل) الأكثر استعمالًا في نظام الخطين.

الخريطة المفاهيمية



التمارين العملية:

تمرين رقم (3) تمديد شبكة التدفئة المركزية بنظام الخطين

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تقرأ المخططات الهندسية للنظام.
- تخطط موقع العمل.
- تحدد المواد الأولية، وتحسب الكميات.
- تمدد شبكة تدفئة بنظام الخطين تبعًا لطريقة توزيع المياه.
- تنفذ قواعد الصحة والسلامة المهنية.

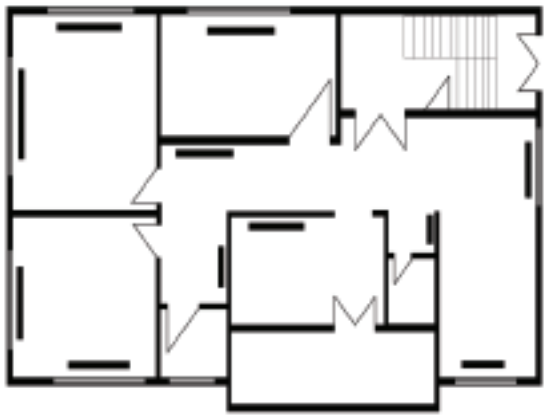
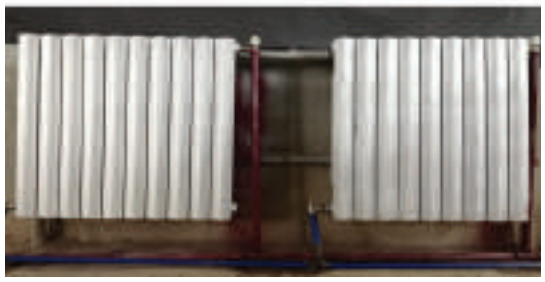
متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1. متر قياس. 2. قلم علام. 3. ميزان ماء. 4. ملزمة أنابيب. 5. مشعات حرارية. 6. تختاية أنابيب. 7. مفاتيح أنابيب متعدد القياسات (10"، 12"، 14"). 8. مطرقة. 9. إزميل. 10. مخططات هندسية.	1. قطع وصل أنابيب. 2. تفلون. 3. أنابيب مياه.

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 جهّز المواد والأنابيب اللازمة لتنفيذ التمرين.	

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
2 ـ حدد مواقع المشعات الحرارية تبعًا للمخططات الهندسية، كما في الشكل (1). 3 ـ احفر التمديدات الخاصة بالشبكة بحيث؛ تشمل مواقع المشعات الحرارية. 4 ـ مُدَّ الخط المزود (الرئيس) من مجمع المزود في غرفة المرجل إلى بداية الشبكة، كما في الشكل.	 الشكل (1).
5 ـ ابدأ بتمديد الشبكة للمشع الأول من جهة اليمين حسب المخطط الظاهر، كما في الشكل (2). 6 ـ كرر الخطوة السابقة نفسها للمُشِعّ الثاني والثالث حتى نهاية الشبكة.	 الشكل (2).
7 ـ مُدَّ الخط الراجع للمشعات من الجهة اليسرى، بحيث تصله بالمجمع الراجع في غرفة المرجل تبعًا للمخطط الوارد في الشكل (3).	 الشكل (3).
ـ اكتب تقريراً مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- هل يمكن تمديد الخطين (المزود والراجع)، من جهة واحدة بالنسبة إلى المُشِعّ؟

2- ما نظام الخط الراجع الذي استخدمته في التمرين؟

3- ما الفرق بين الخط المزود والخط الراجع؛ بناءً على العمل الذي أنجزته؟

4- ما إجراءات الصحة والسلامة المهنية التي طبقتها في التمرين؟

5- اكتب التقرير العملي في دفتر التقارير العملية.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أقرأ المخططات الهندسية للنظام.			
2	أُمدِّد شبكة تدفئة بنظام الخطين.			
3	أحدد موقع الخط المزود والخط الراجع في المُشِعّ.			
4	أطبِّق تعليمات السلامة والصحة المهنية.			

ثالثًا: نظام التدفئة المركزية بالماء الساخن (نظام الخزانة)

النتاجات الخاصة بالدرس

يتوقع منك بعد دراسة هذا الدرس أن:

- توضح مفهوم نظام الخزانة.
- تتعرف نظام الأنابيب المعزولة حراريًّا.
- تتعرف أجزاء نظام الشبكة.
- تحدد مزايا نظام الشبكة.

انظر وتساءل

- يبين الشكل الآتي جزءًا من شبكة نظام التدفئة (الخزانة)، هل تستطيع أن تُسمي هذا الجزء؟ ما الغاية من استخدامه؟ وأين يُركَّب؟

استكشف

- في حال أردت أن تصل خطوط الشبكة إلى المجمعات داخل الخزانة، كيف يمكن أن تُميِّز الخط المزود من الخط الراجع؟

اقرأ وتعلّم

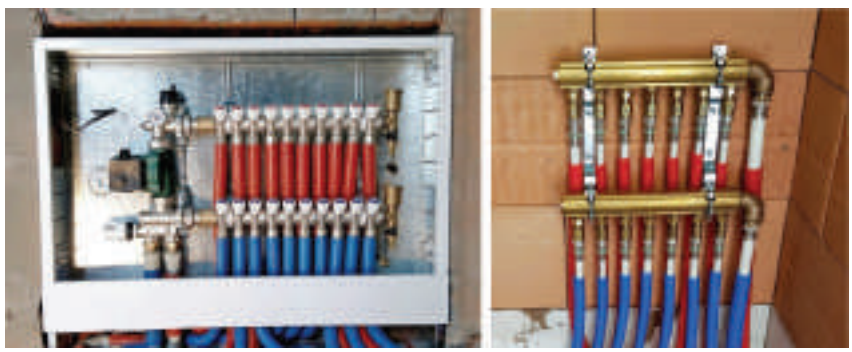
يعد هذا النظام أحد أكثر أنظمة التدفئة المركزية بالماء الساخن شيوعًا؛ نظرًا إلى سهولة عمله وصيانته، وانخفاض كلفته الإنشائية، حيث يستخدم في هذا النظام خزانة معدنية تحتوي على المجمعات، وأنابيب توزيع شبكة الماء الساخن، كما يبين الشكل (9)؛ سنتعرف في هذا الدرس على نظام التدفئة المركزية.

الشكل (9): خزَانة تجميع.

تُستخدم في هذا النظام الأنابيب اللدائنية الحرارية المصنعة من البتروكيماويات، وتتضمن مرحلته الأولى تأسيس خزانة تحتوي على مجمعات لتجميع الخطوط المزودة والراجعة؛ وحديثًا أمكن الاستغناء عن الخزانة الحديدية، بتثبيت المجمعات على الجدار، ومن ثم تركيب خزانة خشبية (ديكور).

تُركَّب هذه الخزانة في مكان متوسط يسمح بتجميع الخطوط المزودة والراجعة وتوزيعها؛ وهي خطوط تُزوِّد المشعات الحرارية بالمياه الساخنة، كما يبين الشكل (10).

يعمل هذا النظام بطريقة الخطين (المزود، والراجع)، حيث لكل مشع خطوط منفصلة، وطريقة الخط الواحد للمرجل، بحيث يُزوِّد خط من المرجل إلى الخزانة، ثم يُركَّب في مجمِّع الخط المزوِّد، ثم يمد خط راجع من مجمِّع الراجع إلى المرجل، وتُسمى هذه الخطوط بالخطوط الرئيسة.



الشكل (10): نظام (الخزانة).

أجزاء النظام لشبكة الانابيب المعزولة حراريًّا

تتكون الشبكة في نظام الخط الواحد من الأجزاء الآتية:

1- **الخزانة المعدنية:** هي خزانة مصنوعة من الصاج المطلي حراريًّا، تستخدم لتركيب المجمعات داخلها.

2- **المجمعات:** تصنع المجمعات من معدن النحاس أو الكروم، وهي تضم فتحات متعددة تُركَّب عليها محابس الخطوط والهوايات التلقائية العمل.

3- **الخطوط الرئيسة وهي:**

أ - الخط الصاعد: الخط الذي يصل بين المرجل والخزانة.

ب- الخط الراجع: الخط الراجع من الخزانة إلى المرجل.

تكون هذه الخطوط لدائنية أو فولاذية.

4- **الخطوط الفرعية وهي:**

أ - الخط المزود: هو الخط الذي يصل بين الخزانة والمشعات الحرارية.

ب- الخط الراجع: هو الخط الراجع من المشعات إلى الخزانة.

تكون هذه الخطوط على شكل لفّات يصل طولها إلى (50) م وتتراوح أقطارها بين (20-62) مم.

جـ - أنابيب العزل الحراري (Sleeve): هي أنابيب تُحفظ فيها الأنابيب اللدائنية، تعمل على عزل الأنابيب اللدنة لحمايتها من التلف وعزلها حراريًّا، علمًا بأنَّ أقطارها أكبر من قطر الأنبوب، وتساعد على عملية الصيانة مستقبلًا.

د - قطع الوصل الخاصة:

1. **الصمامات:** تُصنَّع من النحاس، أو من الكروم، تُركَّب على المجمعات (بداية الخطوط المزودة والراجعة).
2. **شد الوصل:** تستخدم لربط بداية الخطوط بنهايتها، وربط المشعات الحرارية بالشبكة، وربط الشبكة بالمجمعات.
3. **الهوايات:** تعمل على تصريف الهواء من الشبكة.
4. **النبل:** يستخدم لربط شد الوصل بالمشع الحراري.

كذلك يوضح الشكل (11) أجزاء هذه الشبكة.

الشكل (11): أجزاء الشبكة.

ميزات نظام الأنابيب المعزولة حرارية

يمتاز نظام (الخزانة) بما يأتي:

1. سهولة التركيب مقارنة بالأنظمة الأخرى.
2. سهولة الصيانة واكتشاف الأعطال في أثناء الإنشاء أو التشغيل.
3. عدم تأثر عمل جميع المشعات في حال تعطل أحدها.
4. انخفاض تكاليف الصيانة.
5. حاجتها القليلة إلى قطع وصل؛ كما في الشبكات المعدنية.

أما أبرز عيوبه فتتمثل في طول المسافة التي يقطعها الماء في الخروج من المجمِّع والمُشِعّ، ومن ثم العودة إلى المرجل.

الإثراء والتوسّع

- مستعينًا بالمواقع الإلكترونية على شبكة الإنترنت، ابحث عن نظام التدفئة المركزية باستخدام الأنابيب المعزولة حراريًّا، ثم اكتب تقريرًا عنه، وناقشه مع زملائك ومعلمك.
- زر إحدى الورش القريبة منك، واطلع على تنفيذ العمل بطريقة الأنابيب المعزولة حراريًّا.

التقويم

1- عرف ما يأتي:

أ - خطوط العزل الحراري. ب- الخزانة المعدنية. جـ- المجمِّعات.

2- علل ما يأتي:

أ - عدم تأثر عمل المُشِعّات أو الشبكة في حال تعطل أحد المشعات.

ب- يعد صيانة نظام الخطين (الخزانة) من أسهل الأنظمة في الصيانة.

3- اذكر ميزات نظام الخطين (الخزانة).

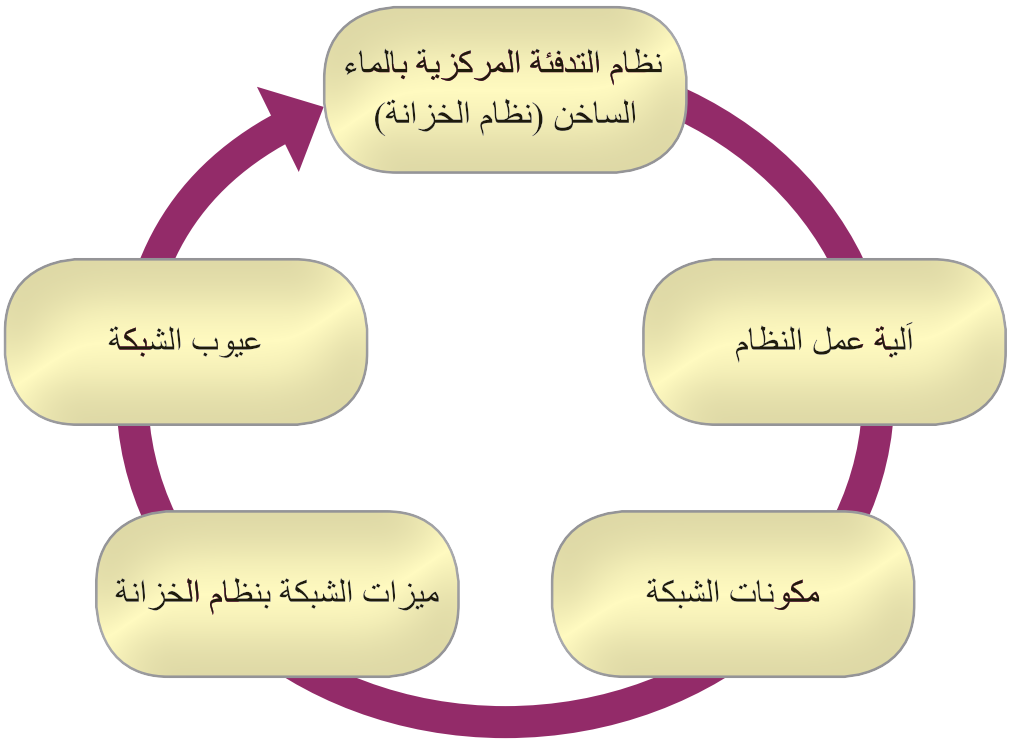
4- أجب (بنعم) أو (لا) عمّا يأتي:

أ - تُصنَّع خزائن المجمعات من الصاج المطلي حراريًّا.

ب- تُستخدم خطوط العزل الحراري لحماية الأنابيب اللدنة من التلف.

جـ- يمتاز نظام (الخزانة) بانخفاض تكاليف صيانته.

الخريطة المفاهيمية



التمارين العملية:

تمرين رقم (4) تمديد شبكة التدفئة المركزية بنظام الخزانة

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تُركِّب خزانة المجمعات.
- تمدد شبكة الأنابيب اللدنة.
- تختار الطريقة المناسبة للتمديد.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1. متر قياس.	1. خزانة معدنية.
2. قلم علام.	2. أنابيب لدنة (PEX).
3. ميزان ماء.	3. أنابيب (Sleeve).
4. مسطرين.	4. محابس نحاسية أو كروم.
5. مطرقة.	5. مجمعات مزودة وراجعة.
6. مفتاح أنابيب.	6. هوّاية تلقائية.
7. مقص أنابيب لدائن.	7. أسمنت.
8. إزميل.	8. قطع وصل نحاسية.

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.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ اختر المكان المناسب لتركيب الخزانة. 2 ـ أحدِث شقًّا في الجدار لوضع الخزانة في موقعها. 3 ـ ثبِّت الخزانة في موقعها مستخدمًا الخلطة الإسمنتية، كما في الشكل (1).	 الشكل (1).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
4 ـ حدد موقع المشعات على الجدران. 5 ـ اسحب خط أنابيب مزودًا لكل مُشِعّ بعد وضعه داخل أنبوب التدكيك. 6 ـ اربط بداية الخط بمجمع المزود 7 ـ كرر الخطوتين؛ الخامسة والسادسة للمُشِعّات جميعها. 8 ـ كرر الخطوات السابقة للخط الراجع. 9 ـ اعمل مرابط إسمنتية لتثبيت الخطوط الممدودة جميعها. 10 ـ اربط خزانة المجمعات بالمرجل كما في الشكل (2).	 الشكل (2).
11 ـ راقب عملية ملء الشبكة بالمياه، وأصلح مواضع التسرب.	
ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- أين تُركَّب الهواية التلقائية؟ ما الهدف من تركيبها؟

2- أين توضع الخلطة الاسمنتية؟ لماذا؟

3- بيِّن أهمية العمل الجماعي في تحقيق أهداف هذا التمرين.

4- أنشئ جدولًا تبيِّن فيه كمية المواد اللازمة لتنفيذ العمل.

5- ما تعليمات السلامة والصحة 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	أقرأ المخططات الهندسية للنظام.			
2	أُمدِّد شبكة تدفئة بنظام الخطين.			
3	أُحدد موقع تركيب الخزانة.			
4	أُميِّز أنظمة التدفئة المركزية بعضها من بعض.			
5	أُطبِّق تعليمات السلامة والصحة المهنية.			

رابعًا: نظام التدفئة المركزية تحت البلاط
(Under Floor Heating System)

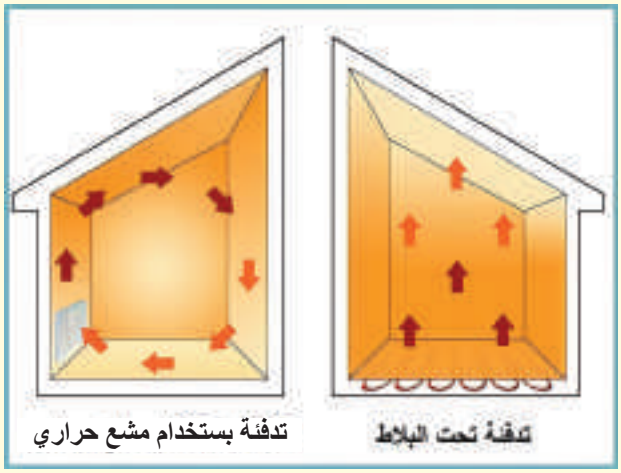
النتاجات الخاصة بالدرس

يتوقع منك بعد دراسة هذا الدرس أن:

- تتعرف نظام التدفئة تحت البلاط.
- تتعرف مكونات النظام.
- تحدد مزايا النظام.
- تراعي قواعد الصحة والسلامة المهنية.

انظر وتساءل

- يبين الشكل الآتي كيفية انتقال الحرارة في نظام التدفئة تحت البلاط، ونظام استخدام المشع الحراري، برأيك أي النظامين أكثر كفاءة في توزيع الحرارة؟ ما السبب؟

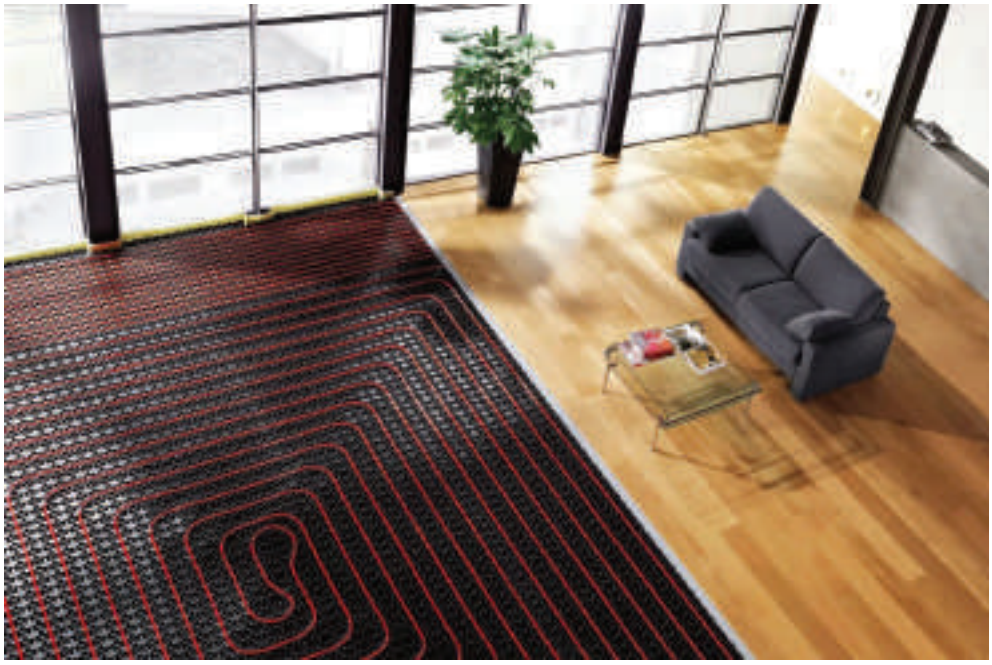


استكشف

- عند تمديد شبكة التدفئة تحت البلاط في الطابق العلوي من المبنى، هل من الممكن أن تنتقل الحرارة من الطابق العلوي إلى الطابق السفلي؟ برِّر إجابتك.

اقرأ وتعلّم

تُستخدم التدفئة المركزية تحت البلاط في دول عديدة خاصة في الدول الأكثر برودة، وهي من الوسائل الفعالة في التدفئة؛ وذلك بسبب العازل الحراري السفلي، وتوزيع الحرارة بشكل منتظم داخل الأماكن المدفأة حيث تنبعث الحرارة من الأسفل إلى الأعلى على كامل سطح الأرض؛ انظر الشكل (13) الذي يبين شبكة التدفئة تحت البلاط، سنتعرف في هذا الدرس نظام التدفئة المركزية تحت البلاط.

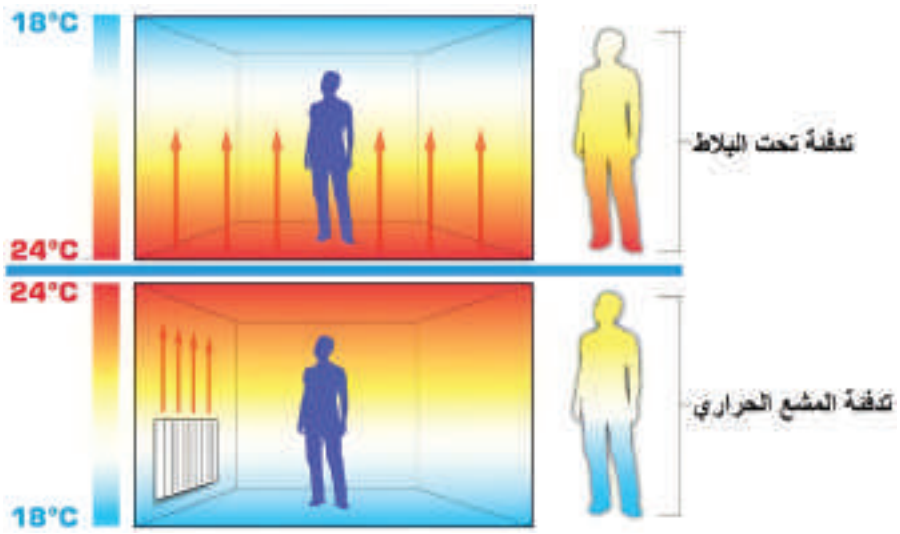


الشكل (13): شبكة تدفئة تحت البلاط.

يعتمد عمل نظام التدفئة تحت البلاط على تدوير المياه الساخنة ضمن شبكة أنابيب موزعة على كامل المساحة عن طريق دارات تتألف من أنبوب واحد مُوَصَّل بمجمع نحاسي داخل خزانة معدنية، حيث تُستخدم ألواح عزل سمكها لا يتجاوز (50mm) من البولي سترين المضغوط لمنع انتقال الحرارة إلى الأسفل، ولنقلها إلى الأعلى، كما يبين الشكل (14).

الشكل (14): نظام شبكة التدفئة تحت البلاط.

يُعد هذا النظام من أكثر الأنظمة كفاءة مقارنة بأنظمة التدفئة المركزية الأخرى؛ نظرًا إلى طريقة انتقال الحرارة التي تغطي المساحة بشكل كامل؛ ما يوفر الراحة ودرجة الحرارة المناسبة والملائمة لجسم الإنسان. كذلك يوضح الشكل (15) الفرق بين النظامين في توزيع الحرارة، حيث تكون الحرارة في نظام التدفئة تحت البلاط مشعة من الأسفل ليصبح السقف أبرد مكان في الغرفة، أمّا في النظام التقليدي للتدفئة فيرتفع الهواء الدافئ من المُشِعّات؛ ممّا يجعل الأرضية أبرد مكان في الغرفة، والسقف هو الأكثر دفئًا.

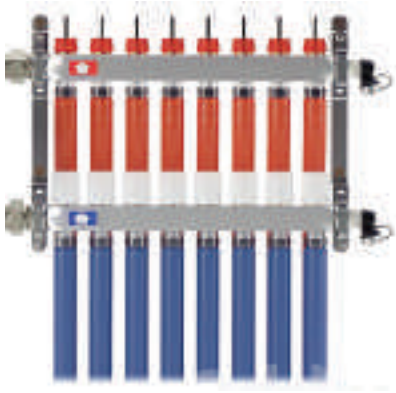


الشكل (15): مقارنة توزيع الحرارة بين نظامي التدفئة: تحت البلاط والمشع الحراري.

مكونات شبكة التدفئة تحت البلاط

تتكون الشبكة في نظام الخط الواحد من الأجزاء الآتية:

1- **مجمّع المزوّد والراجع (Flow and Return Manifold):** يتطلب نظام التدفئة المركزية تجميع الخطوط المزودة والراجعة، بحيث يقابل كل خط مزوّد خطًّا راجعًا؛ أيضًا يُركَّب على فتحات المجمع محابس للخطوط؛ بحيث يكون لون الخط المزود أحمر، ولون الخط الراجع أزرق، كما يبين الشكل (16).

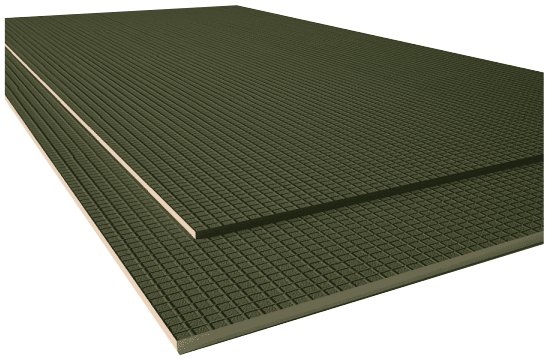


الشكل (16): مجمع المزود والراجع.

2- **شبكة الأنابيب تحت البلاط (Under Floor Heating Circuit):** تعمل هذه الشبكة، التي تعد بديلًا عن نظام المشعات الحرارية، على توزيع المياه الساخنة وإيصالها إلى غرف البناء جميعًا؛ وهي عادةً على شكل حلقات دائرية، أو خطوط طولية أو عرضية، كما يبين الشكل (17).

الشكل (17): شبكة أنابيب تحت البلاط.

3- **العزل الحراري:** يعتمد سُمك العزل على الظروف المناخية للمنطقة وموقع النظام؛ فإذا كانت موجودة في الطابق الثاني أو فوق الطابق السفلي، فيمكن أن تصل طبقة العزل بحد أدنى حتى 30 مم؛ حيثُ إنَّ الوظيفة الرئيسة للعزل الحراري هي تقليل فقدان الحرارة عن طريق توجيهها إلى أعلى، كما يبين الشكل (18) العزل الحراري.



الشكل (18): العزل الحراري.

ميزات نظام التدفئة تحت البلاط

1. قلة الفواقد الحرارية، نظرًا إلى عزله عن الأرض بألواح عازلة سُمكها لا يتجاوز (50mm)، وتغطيتها بطبقة خفيفة من البلاط والأسمنت.
2. عدم تأثيره في توزيع أثاث المنزل.
3. سهولة الإنشاء والتشغيل، والكفاءة في العمل.
4. عدم الحاجة إلى قطع وصل أو صمامات.
5. عدم الحاجة إلى مُشِعّات حرارية كما في بقية الأنظمة.
6. انخفاض تكاليفه في بعض الأحيان.

عيوب النظام

1. الانتظار مدة طويلة عند تشغيل النظام أول مرة.
2. عدم القدرة على تأمين التهوية الطبيعية للحيز.
3. ارتفاع كلفة صيانة هذه الشبكات؛ بسبب اعتمادها على خلع البلاط وتبديله.
4. عدم المحافظة على درجة حرارة الهواء داخل المنزل؛ إلّا في حال تشغيل النظام مدة أربع وعشرين ساعة من دون توقف، لذا؛ فهو لا يصلح لأغراض التدفئة غير المتواصلة (المتقطعة).

الإثراء والتوسّع

نظِّم زيارة إلى أحد المشروعات الكبرى في منطقتك، ثم اكتب تقريرًا عمّا شاهدته من أنظمة لتمديد شبكات التدفئة المركزية بالماء الساخن، موثِّقًا ذلك بالصور.

التقويم

1- ما مزايا نظام التدفئة تحت البلاط؟

2- عدِّد مكونات شبكة التدفئة تحت البلاط.

3- علل ما يأتي:

أ - ارتفاع كلفة صيانة شبكة التدفئة تحت البلاط.

ب- عدم استخدام مشعات حرارية في نظام التدفئة تحت البلاط.

جـ- يعد نظام التدفئة تحت البلاط من أكثر الأنظمة كفاءة.

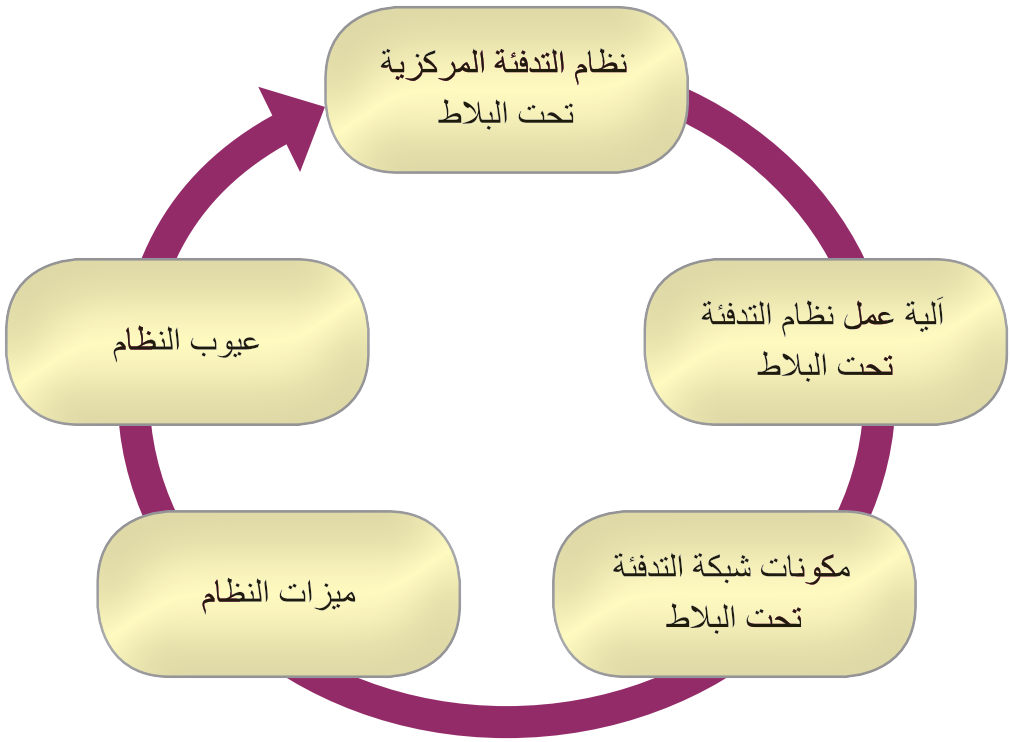
4- أجب العبارات الآتية بـ (نعم) أو (لا):

أ - تستخدم طرائق العزل الحراري التقليدية في نظام التدفئة تحت البلاط.

ب- تكون الفواقد الحرارية قليلة في نظام التدفئة تحت البلاط.

جـ- لا تستخدم مُشِعّات حرارية في نظام التدفئة تحت البلاط.

الخريطة المفاهيمية



التمارين العملية:

تمرين رقم (5) تمديد شبكة تدفئة تحت البلاط

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تقرأ المخططات الهندسية للنظام.
- تخطط موقع العمل.
- تحدد المواد الأولية، وتحسب الكميات.
- تمدد شبكة تدفئة تحت البلاط.
- تتعرف نظام التوزيع تحت البلاط.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1. متر قياس. 2. قلم علام. 3. ميزان ماء. 4. مسطرين. 5. مطرقة. 6. مفتاح أنابيب متعدد القياسات. 7. مقص أنابيب لدائن. 8. إزميل.	1. خزانة معدنية. 2. أنابيب لدنة (PEX). 3. أنابيب أنابيب الخطوط الرئيسة من المرجل إلى المجمعات. 4. محابس نحاسية أو كروم. 5. مجمعات مزودة وراجعة. 6. ألواح عزل حراري. 8. قطع وصل نحاسية.

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 ثبّت الخزانة في مكانها المحدد مستخدمًا المرابط المناسبة.	

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
2 ـ ركّب المجمعات المزودة والراجعة في موقعها داخل الخزانة، وثبّتها جيدًا بواسطة المرابط الخاصة بها، كما في الشكل (1).	 الشكل (1).
3 ـ ضع الطبقة العازلة في مكانها المناسب من أرضيات الغرف المراد تدفئتها. 4 ـ مُدَّ شبكة الأنابيب على شكل حلقات، كما في الشكل (2).	 الشكل (2).
5 ـ صل أطراف الحلقات بمجمع الخط المزود، كما في الشكل. 6 ـ صل الطرف الآخر من كل حلقة بمجمع الخط الراجع، كما في الشكل (3). 7 ـ صل الخزانة بالخط المزوِّد والراجع في غرفة المرجل.	 الشكل (3).
ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- لماذا لا تُعزل الشبكة تحت البلاط من الجهة العليا؟

2- ما المواد التي تُصنَّع منها الطبقة العازلة؟

3- كيف يمكن التحكم في درجة حرارة هواء الغرفة؛ تجنبًا لهدر الطاقة، أو تدنّي فاعلية التدفئة؟

4- ما الذي يوضع فوق هذه الشبكة بعد الانتهاء من تمديدها؟

5- ما تعليمات السلامة والصحة المهنية التي اتبعتها في اثناء تنفيذ التمرين؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أقرأ المخططات الهندسية للنظام.			
2	أُمدِّد شبكة تدفئة تحت البلاط.			
3	أُحدد موقع تركيب الخزانة.			
4	أُميِّز أنظمة التدفئة المركزية بعضها من بعض.			
5	أُطبِّق تعليمات السلامة والصحة المهنية.			

خامسًا: أنظمة التدفئة المركزية حسب الضغط

النتاجات الخاصة بالدرس

يتوقع منك بعد دراسة هذا الدرس أن:

- تصنِّف أنظمة التدفئة المركزية حسب الضغط.
- تميِّز بين النظام المفتوح والنظام المغلق.
- تحدد أنواع خزانات التمدد.
- تراعي قواعد الصحة والسلامة المهنية.

انظر وتساءل

- يبيِّن الشكل الآتي خزان تمدد مغلقًا، ما الهدف من استخدامه؟ وأين يُركَّب؟

استكشف

- عند استخدام خزان التمدد المفتوح في نظام التدفئة، عند أية درجة حرارة يُضبط النظام؟ ما مقدار الضغط في النظام؟

اقرأ وتعلّم

تعمل أنظمة التدفئة المركزية بالماء الساخن وَفق ضغوط متباينة من حيث التصميم؛ فمنها ما يعمل في ضغط جوي ودرجة حرارة مياه أقل من C (100°)، ويحتوي على خزان تمدد مفتوح، ومنها ما يعمل في ضغط أعلى من الضغط الجوي، ودرجة حرارة مياه تزيد على C (100°)، ويحتوي على خزان تمدّد مغلق، سنتعرف في هذا الدرس أنظمة التدفئة المركزية تبعًا للضغط.

تصنف أنظمة التدفئة المركزية بالماء الساخن؛ تبعًا للضغط إلى قسمين، هما:

- النظام المفتوح.
- النظام المغلق.

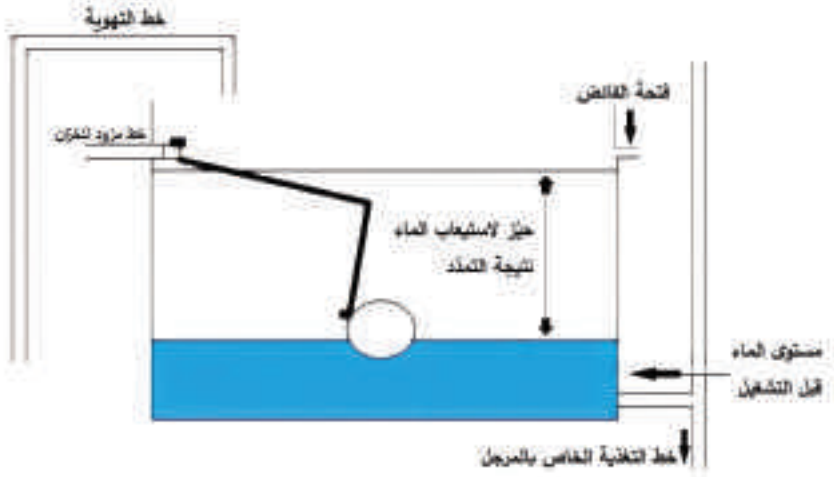
1- **النظام المفتوح (Open System):** تعمل الشبكة في هذا النظام على ضغط جوي اعتيادي (1bar)، ودرجة حرارة لا تتجاوز C (95°) درجة مئوية؛ من خلال خزان تمدد مفتوح، وأنابيب تهوية للنظام.

2- **النظام المغلق (Closed System):** تكون شبكة التدفئة في هذا النظام مغلقة من دون أي اتصال بالجو الخارجي؛ حيث تُسخَّن المياه في هذا النظام إلى درجة حرارة تزيد عن C (100°)، ويُستبدَل بخزان التمدد المفتوح في النظام السابق، خزان تمدد مغلق يتناسب حجمه مع حجم الماء في شبكة التدفئة، ونتخلص من الهواء في هذا النظام عن طريق الهوايات التلقائية.

ويستخدم هذا النظام في المجمعات السكنية الكبيرة، والفنادق، وبعض المصانع، التي تحتاج إلى مياه ساخنة باستمرار، وتحتوي على شبكات طويلة تفقد فيها المياه حرارتها في أثناء مرورها.

أنواع خزانات التمدد، ومبدأ عملها

1- **خزان التمدد المفتوح (Open Expansion Tank):** يعد خزان التمدد أحد المكونات الرئيسة في نظام التدفئة المركزية، وهو يستخدم في أنظمة التدفئة ذات الضغط المنخفض المساوي للضغط الجوي؛ يشبه خزانُ التمدد المفتوح خزان المياه الباردة، ولكنه يختلف عنه في الحجم؛ إذ يعتمد حجم الخزان على حجم المياه الموجودة في أجزاء الشبكة، علمًا بأنَّ خزان التمدد يُصنَّع من الصاج أو البلاستيك كما في أنظمة المياه وتوزيعها. انظر الشكل (19) الذي يبين خزان تمدد مفتوحًا.

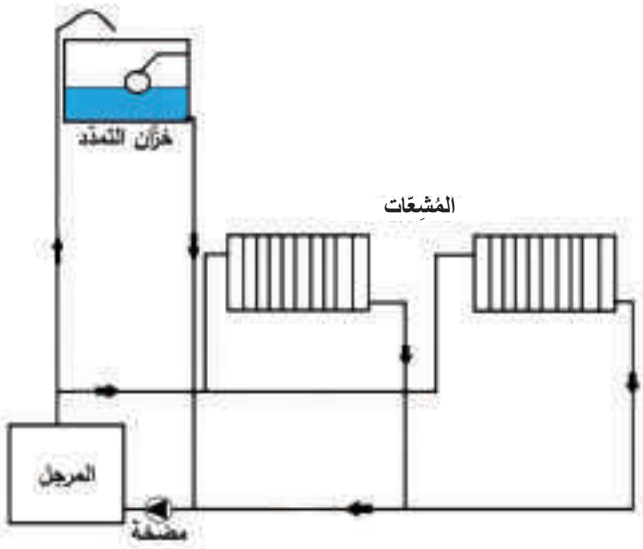


الشكل (19): خزان تمدد مفتوح.

أ - وظيفة خزان التمدد: يعمل هذا الخزان على وصل الشبكة بالضغط الجوي، واستيعاب حجم الماء الناتج من التمدد، وتعويض النقص الذي يحدث نتيجة تسرب المياه من النظام.

ب- حجم خزان التمدد: يعتمد حجم خزان التمدد على حجم تمدد الماء في نظام التدفئة، بسبب ازدياد حجم الماء أثناء التسخين بنسبه (4%) من حجم الماء الأصلي إذا ارتفعت درجة الحرارة من C (°100-4°)؛ حيث إنَّ خزان التمدد يعمل على استيعاب الماء الناتج من عملية التمدد، فيحافظ بذلك على ضغط الشبكة، وعند انخفاض درجة الحرارة يتقلص حجم الماء داخل الشبكة ليزود الشبكة بالماء.

جـ- توصيل خزان التمدد بالشبكة: تؤثر نقطة توصيل خزان التمدد بالشبكة في الضغط الموجود داخل نظام التدفئة؛ وفي الحالات جميعها، يكون الضغط عند نقطة التوصيل مساويًا للضغط الجوي، وتعتمد عملية التوصيل أساسًا على مضخة التدفئة؛ بحيث يوصَل خزان التمدد بالشبكة على خط السحب الخاص بالمرجل قبل المضخة مباشرة، كما يبين الشكل (20).



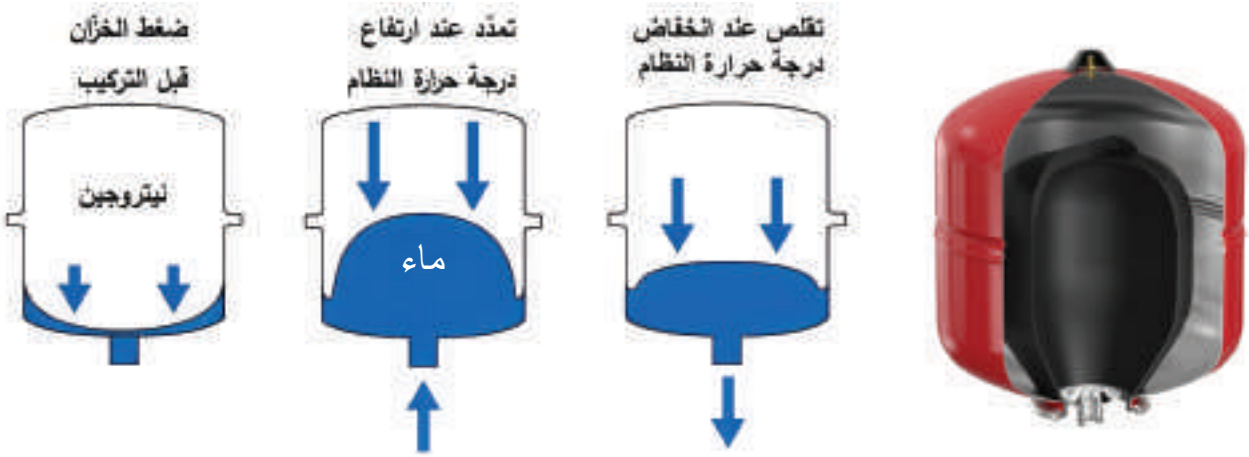
الشكل (20): وصل خزان التمدد المفتوح بالشبكة.

معلومة: لا يجوز تركيب محبس أو ردّاد بين خزان التمدد ومجمّع الخطوط الراجعة على المرجل.

2- **خزان التمدد المغلق (Closed Expansion System):** يُستخدم هذا النوع من خزانات التمدد في أنظمة التدفئة المركزية المغلقة، التي توفر درجات حرارة أعلى من C (100°).

يتكون هذا الخزان من حجرتين يفصل بينهما حاجز مطاطي؛ إذ تحتوي الحجرة الأولى على غاز النيتروجين (حيث يُستخدم لأنَّه غاز خامل لا يتأثر بالرطوبة سريع الاستجابة للتمدد) والمضغوط بضغط يناسب ضغط الشبكة، أمّا الحجرة الثانية فتكون متصلة بماء الشبكة، وفي الوضع الطبيعي يكون ضغط الغاز دافعًا الحاجز المطاطي إلى الأسفل، أمّا عند تشغيل النظام فيبدأ الماء في التمدد نتيجة تسخين مياه الشبكة؛ حيث يعمل على دفع الحاجز إلى الأعلى باتجاه حجرة الغاز.

تتلخص وظيفة خزان التمدد المغلق في استيعاب الزيادة في حجم المياه نتيجة التمدد؛ حيث يتحول الغاز إلى مخدة هوائية في الخزان، ويعود إلى وضعه تدريجيًّا عند انخفاض درجة حرارة الماء، وتَوقُّف النظام. كذلك تجب الإشارة إلى ضرورة تركيب صمام لتعويض النقص الذي يحصل في الشبكة؛ عن طريق عمل تفريعة بين خط الماء البارد من الخزان المنزلي وخط الماء الراجع للمرجل؛ حيث يُركَّب عليها محبس وردّاد، أيضًا يمكن التحكم بالصمام يدويًّا عند نقص ضغط الشبكة الذي يُستدَل عليه عن طريق المؤشر على الساعة الخاصة بمراقبة ضغط الشبكة، ولا يجوز تركيب محبس أو رداد بينه وبين الشبكة. يوضح الشكل (21) عملية التمدد والتقلص داخل الخزان.



الشكل (21): خزان تمدّد مغلق.

يُركَّب خزان التمدد المغلق مباشرة على خط السحب قبل المضخة؛ للمحافظة على ضغط أعلى من الضغط الجوي، كما في الشكل (22).

الشكل (22): خزان تمدد مغلق متصل بالشبكة.

يُضبط ضغط الخزان تبعًا للضغط التشغيلي العامل للنظام حسب درجة الحرارة؛ فإنْ كانت درجة الحرارة C (120°) في النظام، يكون ضغط الخزان (1.5) بار؛ حيث يتراوح ضغط النيتروجين داخل الخزان بين (2) و(3) و(4) بار؛ حسب درجة الحرارة المطلوبة للماء.

أسس اختيار خزان التمدد

يتطلب اختيار خزان التمدد الاستعانة بالنشرات الفنية للشركات الصانعة، فضلًا عن تعرُّف:

1. حجم الماء في الشبكة قبل التسخين.
2. درجة حرارة الماء قبل التسخين وبعده.
3. الضغط التشغيلي للنظام.

ابحث في مواقع البحث الإلكتروني عن نظام التدفئة المغلق، واكتب تقريرًا عنه، ثم اعرضه على زملائك ومعلمك.

التقويم

1- علل ما يأتي:

أ - استخدام النظام المغلق في المجمعات السكنية الكبيرة.

ب- يكون الضغط في النظام المغلق أعلى من (1) بار.

2- قارن بين النظام المفتوح والنظام المغلق؛ من حيث: الضغط، ودرجة حرارة المياه الساخنة.

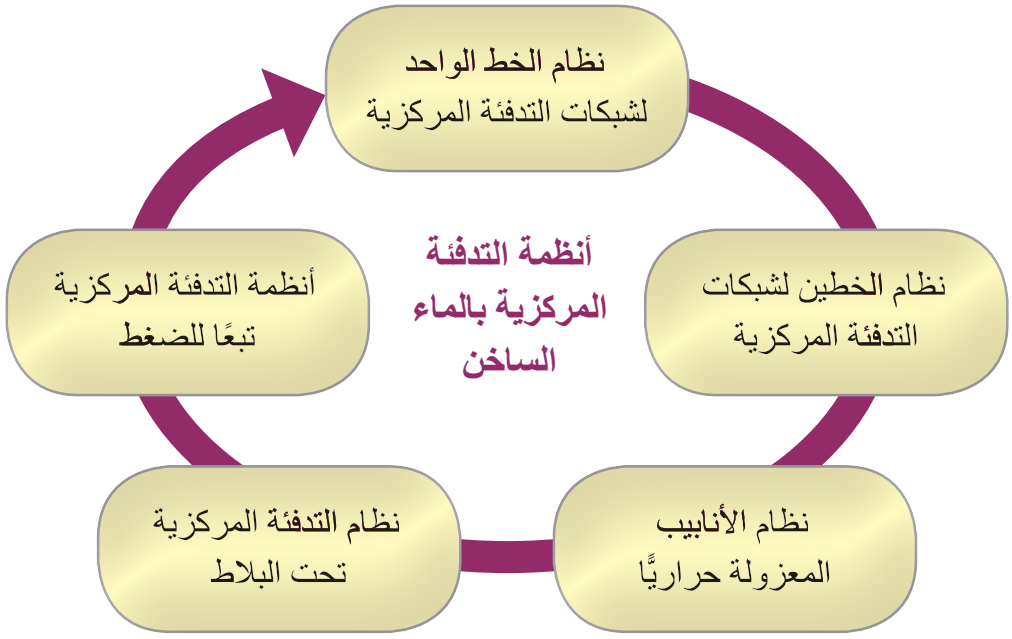
3- أين يُركَّب خزان التمدد المغلق؟

4- ما وظيفة خزان التمدد المفتوح؟

5- اذكر أسس اختيار خزان التمدد.

الخريطة المفاهيمية

أنظمة التدفئة المركزية حسب الضغط		
تصنيف أنظمة التدفئة المركزية تبعًا للضغط - النظام المفتوح - النظام المغلق	أنواع خزانات التمدد ومبدأ عملها - خزان التمدد المفتوح - خزان التمدد المغلق	أسس اختيار خزان التمدد



التمارين العملية:

تمرين رقم (6) تركيب خزان التمدد المفتوح

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تُركِّب خزان التمدد المفتوح.
- توصِل خزان التمدد المفتوح بالشبكة.
- تُطبِّق قواعد السلامة والصحة المهنية.

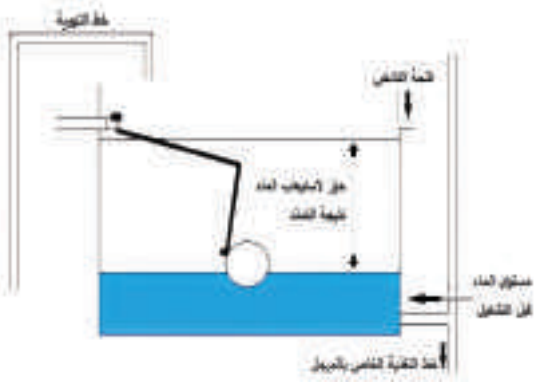
متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1. مفاتيح أنابيب. 2. مقصات أنابيب. 3. تختاية أنابيب.	1. خزان تمدد مفتوح. 2. قاعدة خزان. 3. أنابيب (معدنية، أو لدائنية). 4. عوامة. 5. محابس. 6. قطع وصل. 8. تفلون.

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.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ اختر مكانًا مناسبًا للتركيب على سطح البناء؛ بحيث يكون أعلى من شبكة التدفئة. 2 ـ ضع خزان التمدد المفتوح على القاعدة كما في الشكل (1).	 الشكل (1).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
3 ـ ركِّب قطع الوصل (النبل، وشدات الوصل، والعوامة، والمحبس)، مراعيًا ألّا يُركَّب المحبس على خط شبكة التدفئة. 4 ـ اشبك خط مياه التغذية بخزان التمدد.	
5 ـ اشبك خط مياه المرجل، انظر الشكل (2). 6 ـ شغِّل النظام، وتأكد من سلامة التوصيلات.	 الشكل (2).
ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- لماذا يوضَع خزان التمدد في أعلى نقاط شبكة التدفئة؟

2- لماذا توضَع العوامة في منتصف الخزان؟

3- ما تعليمات السلامة والصحة المهنية التي اتبعتها في أثناء تنفيذ التمرين؟

4- اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُركِّب خزان التمدد المفتوح.			
2	أُحدِّد فتحات خزان التمدد المفتوح.			
3	أوصِّل خزان التمدد المفتوح بالشبكة.			
4	أُطبِّق تعليمات السلامة والصحة المهنية.			

1- اختر رمز الإجابة الصحيحة في كل فقرة مما يأتي:

(1) النظام الذي يكون فيه توزيع الشبكة جانبيًّا هو نظام:

أ - الخطين ب- الخط الواحد جـ- الخزانة د - التدفئة تحت البلاط

(2) النظام الذي يعد أحد أكثر أنظمة التدفئة المركزية بالماء الساخن شيوعًا هو نظام:

أ - التدفئة تحت البلاط ب- الخطين جـ- الخزانة د - الخط الواحد

(3) تُصنَّع الخزانة المعدنية من:

أ - الكروم ب- الفولاذ جـ- الصاج د - النحاس

(4) من ميزات نظام التدفئة تحت البلاط:

أ - قلة الفواقد الحرارية

ب- سهولة الصيانة

جـ- القدرة على تأمين التهوية الطبيعية للحيز

د - انخفاض كلفة الصيانة

(5) يتراوح سُمك العزل الحراري في نظام التدفئة تحت البلاط من:

أ - (20-50) مم ب- (30-50) مم جـ- (30-40) م د - (10-30) مم

(6) يزداد حجم الماء داخل خزان التمدد المفتوح أثناء عملية التسخين بنسبة (.....) من حجم الماء الأصلي:

أ - (4%) ب- (8%) جـ- (10%) د - (12%)

(7) طريقة توزيع المياه في نظام الخطين لشبكات التدفئة بالماء الساخن التي يتم فيها إرجاع المياه إلى المرجل؛ بدءًا بآخر مشع حراري، تُسمى طريقة التوزيع بواسطة:

أ - خطين وراجع غير مباشر

ب- خطين وراجع مباشر

جـ- خطين (من الأسفل)

د - خطين (المُزوِّد من أعلى والراجع من الأسفل)

(8) يوفر النظام المفتوح للشبكة ضغطًا يساوي (....) بار عند مستوى سطح البحر:

أ - (4)　　ب- (3)　　جـ- (1)　　د - (2)

2- علل ما يأتي:

أ - تُعزَل شبكات التدفئة تحت البلاط من الأسفل باستخدام ألواح البولي ستارين المضغوط.

ب- يمتاز نظام التدفئة المركزية (نظام الخزانة) بانخفاض تكاليف صيانته.

3- قارن بين خزان التمدد المفتوح وخزان التمدد المغلق.

4- عدد مكونات وحدة التدفئة المركزية بالماء الساخن.

5- ارسم طريقة توزيع شبكة المياه في نظام الخط الواحد.

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

(1) المُشِعّات الحرارية هي أجهزة تعمل على نقل الطاقة الحرارية من وسط إلى آخر. (　　)

(2) طريقة التوزيع بواسطة خطين (من الأسفل) هي أكثر الطرائق استعمالًا. (　　)

(3) يعمل صمام التهوية التلقائي على تصريف الضغط من الشبكة. (　　)

(4) درجة الحرارة الملائمة لجسم الإنسان هي C (24°). (　　)

الوحدة الثالثة

المراجل

(BOILERS)

- كيف تجري عملية تسخين المياه داخل نظام التدفئة المركزية؟
- ما أنواع المراجل المستخدمة في أنظمة التدفئة المركزية؟

3

بعد أن تعرفت عزيزي الطالب في الوحدات السابقة شبكة التدفئة بالماء الساخن، وكيفية توزيع المشعات داخل الحيز المراد تدفئته؛ لا بد أن نتطرق إلى مصدر هذه المياه الساخنة وهو المرجل وإلى كيفية إنتاجها، وتعرف خصائص المراجل وتصنيفاتها، إضافة إلى مفهوم قدرة المرجل، وكفاءته، وكيفية اختيار المرجل المناسب لنظام التدفئة، وأن نحدد أبرز الأسباب التي تؤدي إلى تلف المراجل، والشروط الواجب توافرها في غرف تركيب المراجل.

النتاجات العامة للوحدة

يتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- تتعرف وظيفة المرجل ومبدأ عمله.
- تتعرف سطوح التسخين للمرجل.
- تميز تصنيف المراجل؛ تبعًا لمادة الصنع، والضغط التشغيلي، ونوع الوقود المستخدم.
- تقارن بين مراجل حديد السكب ومراجل الفولاذ.
- تعدد ميزات الأنواع المختلفة من المراجل، وعيوبها.
- تقارن بين مراجل أنابيب اللهب ومراجل أنابيب الماء.
- تتعرف مفهوم قدرة المرجل.
- تُعرِّف كفاءة المرجل.
- تذكر العوامل المشتركة التي تؤثر في قدرة المرجل وكفاءته.
- تختار المرجل المناسب لنظام التدفئة المركزية.
- تحدد أبرز أسباب تعطل المراجل وتلفها.
- تتعرف غرف تركيب المراجل، والشروط الواجب توافرها في غرف المراجل.

النتاجات العملية

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- تفُك مرجل سكب مكونًا من مقاطع.
- تجمع مرجل سكب ذا مقاطع.
- تبني قاعدة إسمنتية للمرجل.
- تُركِّب المرجل على القاعدة الإسمنتية.
- تُجري الصيانة السنوية اللازمة للمرجل.
- تراعي قواعد الصحة والسلامة المهنية.

أولًا: المراجل وتصنيفها

انظر وتساءل

- انظر إلى الصورة الآتية، كيف تنتقل الحرارة من مصدرها إلى الماء الموجود داخل الإناء؟

استكشف

- يتكون نظام التدفئة المركزية من عدة أجزاء، وتجري عملية تسخين المياه في أحد هذه المكونات ويُسمى المرجل، فما أنواع المراجل؟ وما خصائصها؟ وما مبدأ عملها؟

اقرأ وتعلّم

يعد المرجل الجزء الرئيس في نظام التدفئة المركزية؛ حيث يجري بداخله نقل الطاقة الحرارية الناتجة عن حرق الوقود أو المقاومات الكهربائية الحرارية إلى وسيط التسخين (الماء) لتسخينه ورفع درجة حرارته؛ لتنطلق هذه المياه الساخنة عبر شبكة الأنابيب في نظام التدفئة المركزية كما مر معك في الوحدات السابقة وصولًا إلى المُشِعّات، وعليه فإنَّ المرجل يمثل قلب نظام التدفئة، إذ من دونه لا يمكن الحصول على الحرارة اللازمة لتدفئة الحيز المطلوب.

المرجل (Boiler): هو الجهاز الذي يتم فيه حرق الوقود (الصلب، السائل، الغازي) داخل غرفة الاحتراق، ونقل الحرارة الكامنة في الوقود إلى وسيط التسخين (الماء)، انظر الشكل (1).

الشكل (1): المرجل.

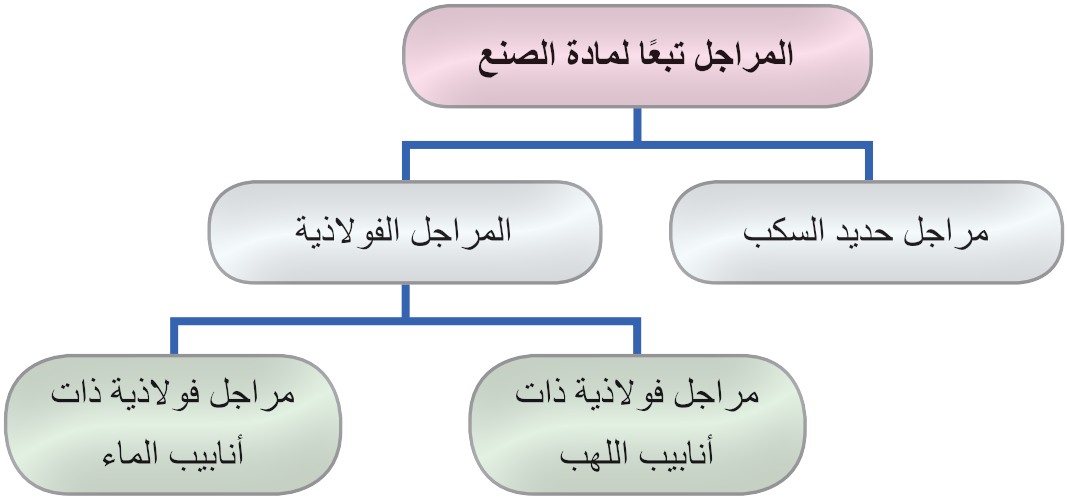
حيث تنتقل الحرارة إلى وسيط التسخين (الماء) عبر سطوح التسخين للمرجل (Boiler Heating Surfaces) كالآتي:

أ - سطوح التسخين المباشر (Direct Heating Surfaces): وهي سطوح المرجل التي تسخن بفعل التعرض المباشر للهب، أو بفعل الإشعاع الحراري للنار .

ب- سطوح التسخين غير المباشر (Indirect Heating Surfaces): هي السطوح من المرجل التي تسخن بفعل الغازات الساخنة المارة في الممرات المخصصة لذلك الغرض.

وتُصنَّف المراجل استنادًا إلى أسس محددة، وفي ما يأتي شرح لأبرز هذه التصنيفات:

1 - تبعًا لمادة الصنع إلى:



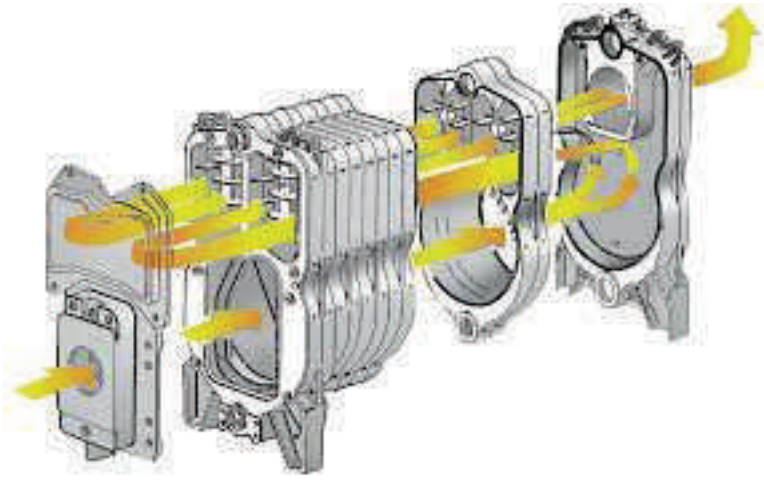
أ - **مراجل حديد السكب (Cast-Iron Boilers):** تعد مراجل حديد السكب أكثر المراجل شيوعًا في أنظمة التدفئة المركزية بالماء الساخن ضمن نطاق درجات الحرارة والضغط المنخفضين، حيث تتكون هذه المراجل من مقاطع (Sections) قابلة للفَك والتركيب يمكن التحكم بعددها للحصول على قدرة المرجل المطلوبة، وتتخلل هذه المقاطع ممرات خاصة (Passes) لمرور غازات الاحتراق وأخرى للمياه مشكلة سطوحًا للتبادل الحراري بينهما، كما هو مبين في الشكل (3).

الشكل (3): مرجل سكب.

ويعتمد مبدأ عمل تسخين المياه في مراجل حديد السكب على الاستفادة المثلى من الطاقة الحرارية الكامنة في غازات الاحتراق، وزيادة المساحة الحرارية لسطح التسخين في المرجل. ولتحقيق ذلك صُممت مقاطع المرجل، بحيث تمر غازات الاحتراق داخل ممرات أفقية وعمودية؛ لإعاقة حركة الغازات، وتأخير خروج الغازات إلى المدخنة.

تُؤخذ العناصر الآتية في الحسبان عند تصميم المرجل: تحقيق القدرة الحرارية المطلوبة، وحجم كمية وسيط التسخين (الماء)، وحجم المرجل؛ فالمساحة الحرارية للمراجل الصغيرة يجب أن تكون صغيرة، لذلك؛ يوجد خط مزود من أعلى المرجل، وخط آخر راجع من أسفله. أمّا بالنسبة إلى المراجل الكبيرة؛ ونظرًا إلى كِبَر مساحة سطح التسخين، فإنَّه يوجد مخرجان لكل من الخط المزود، والخط الراجع؛ وذلك من أجل التوزيع الحراري المنتظم في أثناء التشغيل.

ويبين الشكل (4) مقاطع مرجل حديد السكب، وممرات غازات الاحتراق بداخلها.



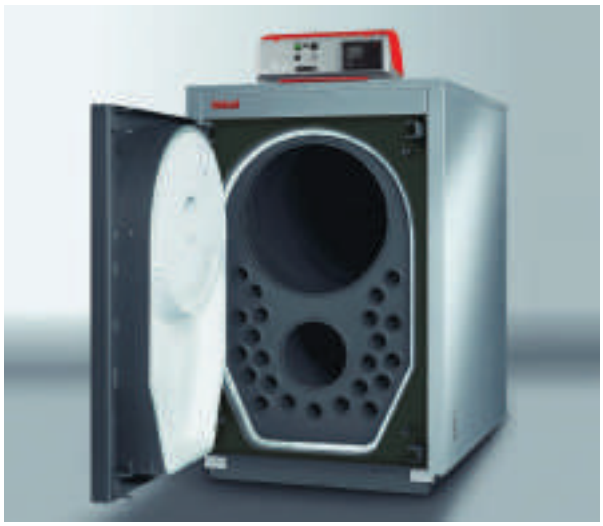
الشكل (4): مقاطع مرجل حديد السكب وممرات غازات الاحتراق.

ميزات مراجل حديد السكب:

- طول العمر التشغيلي؛ إذ قد تعمل مدة تزيد عن عشرين عامًا، في حين لا تزيد خدمة مراجل الفولاذ على عشر سنوات.
- مقاومة للصدأ والتأكسد؛ نظرًا إلى احتواء حديد السكب على نسبة عالية من الكربون الذي يمنع الصدأ والتأكسد، بشرط تجنب الصدمة الحرارية (Thermal Shock) التي سرعان ما تتلف المقاطع وتكسرها.
- قابليتها للفك والتجميع؛ لأنها تتكون من مقاطع.
- انخفاض تكلفة صناعتها، مقارنة بالمراجل الفولاذية.

أما أبرز عيوبها فتتمثل في عدم تحمل الضغط العالي ودرجة الحرارة المرتفعة؛ لأنَّ معامل تمدد معدن حديد السكب صغير؛ ما يفضي إلى عدم قابليته للتمدد والتقلص.

ب- **المراجل الفولاذية (Steel Boilers):** يتناسب استخدام هذا النوع من المراجل مع أنظمة التدفئة المركزية التي بحاجة إلى درجات حرارة مرتفعة وضغط عالٍ مثل تدفئة التجمعات السكانية الكبيرة، أمّا ما يميز هذا النوع من المراجل فهو تحمله للضغط العالي ودرجات الحرارة المرتفعة، ومقاومته للكسر لدى دخول المياه الباردة فيه على نحو مفاجئ بسبب معامل تمدده الكبير، بالإضافة إلى سهولة صيانته، ولكنه يبقى عرضة للانتفاخ. والشكل (5) يبيِّن مرجلًا فولاذيًّا.



الشكل (5): مرجل فولاذي.

وتُصنَّع هذه المراجل بصفتها قطعة واحدة تحتوي على مجموعة من الأنابيب (Seamless)، حيث تُستبدل بأخرى جديدة عند حصول أي اهتراء في هذه الأنابيب. وتصمم بطرائق مختلفة تتباين في كيفية مرور غازات الاحتراق أو الماء من خلال هذه الأنابيب. وقد يحتوي هذا النوع من المراجل على ممرين، أو ثلاثة، أو أكثر.

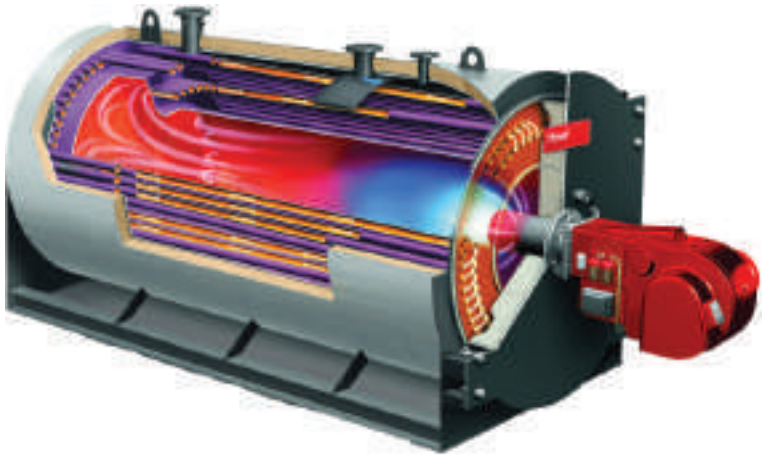
ويبيِّن الجدول (1) مقارنة بين مراجل حديد السكب ومراجل الفولاذ:

الجدول (1): مقارنة بين مراجل حديد السكب ومراجل الفولاذ.

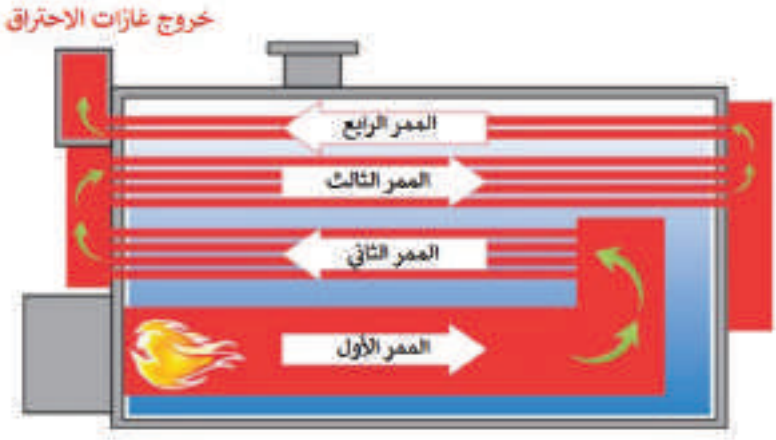
الرقم	وجه المقارنة	مراجل حديد السكب	مراجل الفولاذ
1	الاستخدام	أنظمة التدفئة المركزية بالماء الساخن	أنظمة التدفئة المركزية بالبخار
2	الضغط والحرارة التشغيليان	منخفض	عالٍ
1	التصميم	يتكون من مقاطع	يتكون من أنابيب
2	العمر التشغيلي	طويل نسبيًّا	قصير نسبيًّا
1	التكلفة	منخفضة نسبيًّا	مرتفعة نسبيًّا
2	معامل التمدد	صغير	كبير
1	مقاومة الصدأ والتأكسد	مقاومة؛ بسبب نسبة الكربون العالية فيها	غير مقاومة؛ لأن نسبة الكربون فيها منخفضة
2	مقاومة الكسر بفعل الصدمة الحرارية أو الضغط	أقل	أكثر

وتقسم مراجل الفولاذ إلى الآتي:

1. مراجل فولاذية ذات أنابيب اللهب (Fire-Tube Boilers): وهي مراجل تمر فيها غازات الاحتراق داخل الأنابيب، بينما يكون وسيط التسخين (الماء) حولها، وتُركَّب بداخلها زعانف لرفع كفاءة المرجل، انظر الشكل (6) الذي يبيِّن مرجل أنابيب اللهب، في حين يبيِّن الشكل (7) الممرات الخاصة بغازات الاحتراق.



الشكل (6): مرجل أنابيب اللهب.



الشكل (7): الممرات الخاصة بغازات الاحتراق داخل مرجل أنابيب اللهب.

2. مراجل فولاذية ذات أنابيب الماء (Water-Tube Boilers): وهي مراجل أنابيب خاصة مقاومة للحرارة، ويمر بها وسيط التسخين (الماء) داخل الأنابيب، وتتكون عادة من مجموعة من ملفات تسخين المياه، أمّا غازات الاحتراق فتكون فيها حول الأنابيب بحيث تتبادل حراريًّا

مع الملفات؛ بمنحها الحرارة الكامنة في الغازات، ثم خروجها إلى المدخنة الخارجية، ويوضح الشكل (8) مرجل أنابيب الماء.

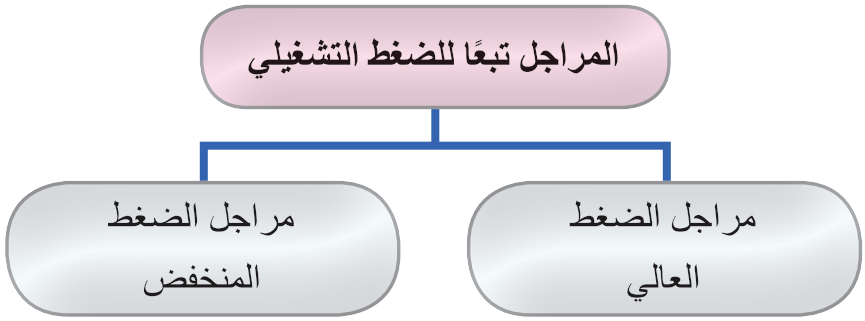
الشكل (8): مرجل أنابيب الماء.

ويبين الجدول (2) مقارنة بين مراجل أنابيب اللهب ومراجل أنابيب الماء:

الجدول (2).

الرقم	وجه المقارنة	مراجل أنابيب اللهب	مراجل أنابيب الماء
1	تدفق الماء والغازات	تمر فيها غازات الاحتراق داخل الأنابيب، بينما يكون وسيط التسخين (الماء) حولها	يمر وسيط التسخين (الماء) داخل الأنابيب، أمّا غازات الاحتراق فتكون حول هذه الأنابيب
2	الضغط	أقل	أكبر
3	المياه المستخدمة	يمكن استخدام مياه عادية	يجب استخدام مياه معالجة كيميائيًّا لمنع حدوث ترسبات
4	الاستخدام	غير مناسب للتطبيقات الكبيرة	مناسب للتطبيقات الكبيرة
5	الكفاءة	متوسطة	عالية
6	التكلفة الانشائية	منخفضة	مرتفعة
7	العمر الافتراضي	قصير نسبيًّا	طويل نسبيًّا

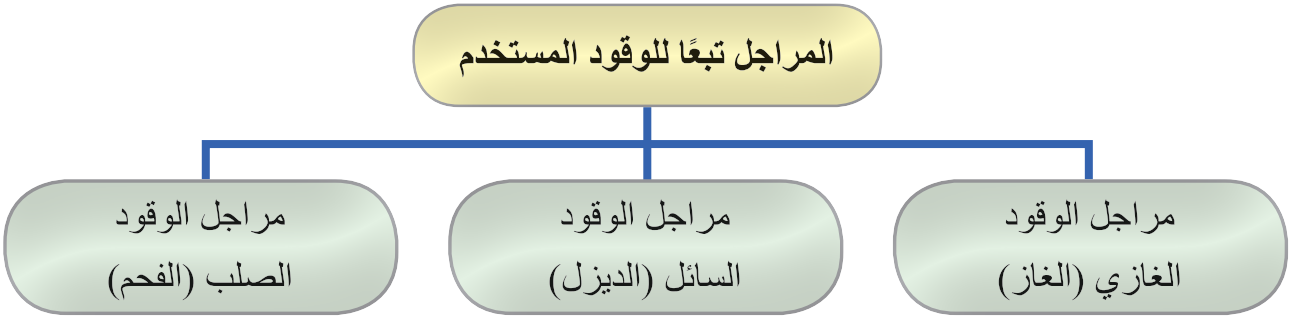
2 - تُصنَّف اعتمادا على الضغط التشغيلي إلى الآتي:



أ - **مراجل الضغط المنخفض (Low-Pressure Boilers):** وهي المراجل التي تعمل في ضغط تشغيلي لا يتجاوز 2 بار.

ب- **مراجل الضغط العالي (High-Pressure Boilers):** وهي المراجل التي تعمل في ضغط تشغيلي أكبر من 2 بار.

3 - بالاعتماد على نوع الوقود المستخدم؛ فإنَّها تُصنَّف إلى:



أ - المراجل التي تعمل بالوقود الغازي (Gas-Boilers).

ب- المراجل التي تعمل بالوقود السائل (Diesel-Boilers).

جـ- المراجل التي تعمل بالوقود الصلب (مراجل الفحم Coal-Boilers).

نظِّم زيارة إلى أقرب مستشفى لمدرستك وبإشراف معلمك تعرَّف أنواع المراجل المستخدمة في أنظمة التدفئة المركزية فيه، واكتب تقريرًا في ذلك.

التقويم

1- عرِّف ما يأتي:

أ - المرجل.

ب- مراجل الضغط العالي.

2- اذكر ميزات مراجل حديد السكب.

3- كيف تؤثر الصدمة الحرارية في مراجل السكب؟

4- عدِّد أنواع المراجل الفولاذية .

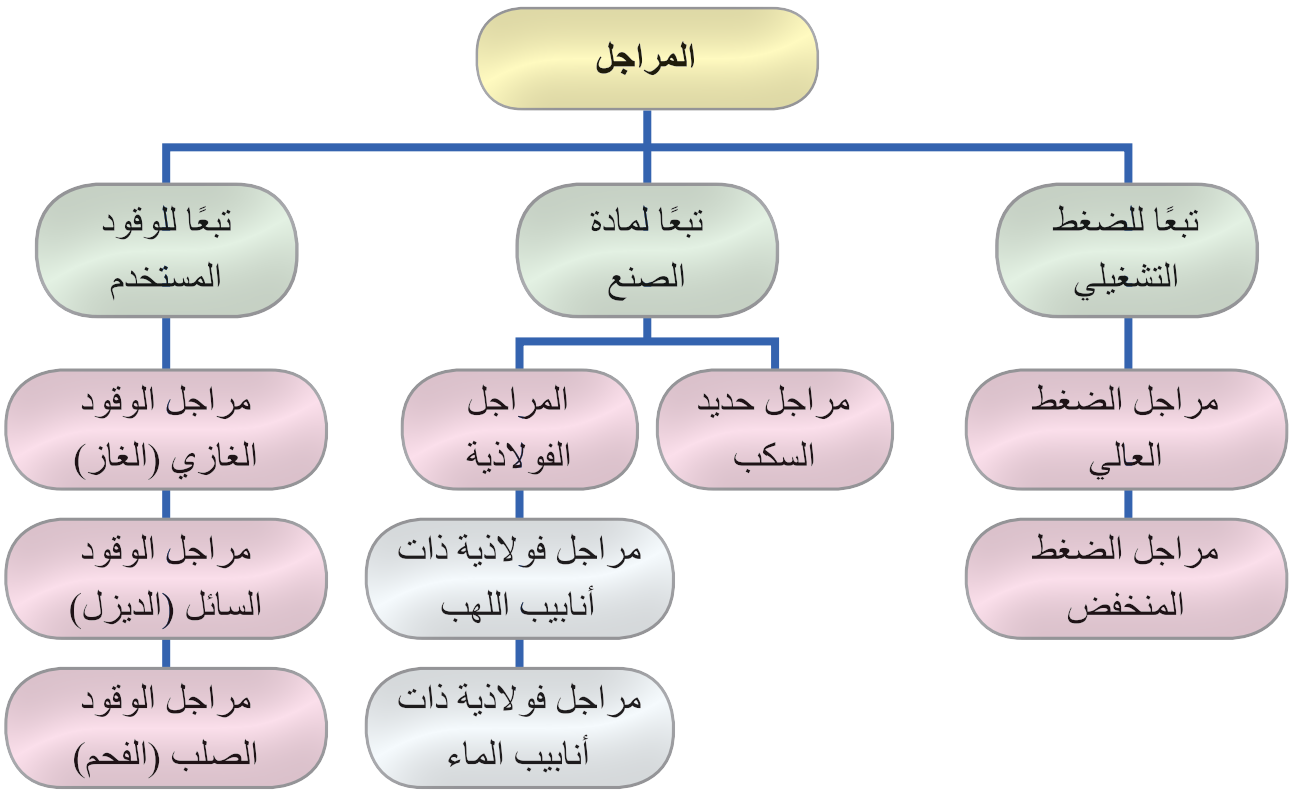
5- ميز مراجل أنابيب اللهب من مراجل أنابيب الماء .

6- علل العبارات الآتية:

أ - تمر غازات الاحتراق داخل ممرات أفقية وعمودية في مراجل حديد السكب.

ب- تمتاز المراجل الفولاذية بمقاومتها الكسر؛ لدى دخول المياه الباردة فيها على نحو مفاجىء.

الخريطة المفاهيمية



التمارين العملية:

تمرين رقم (1) فَك مقاطع مرجل سكب

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تفُك مقاطع مرجل سكب.
- تستبدل المقاطع التالفة.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1. مفاتيح أنابيب (مواسير) متعددة القياسات. 2. مرجل سكب ذو مقاطع (أكثر من ثلاثة). 3. مفاتيح براغي. 4. مفاتيح جمع خاصة. 5. قطع خشبية. 6. أزاميل خاصة مع مطرقة.	

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.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ تخلص أولًا من الإطار (الجاكيت) الخاص بالمرجل ثم ابدأ بفك صواميل البراغي الأربعة على زوايا المرجل. انظر الشكل (1). 2 ـ فُكَّ مقاطع المرجل بدءًا بالمقطع الأمامي ثم الذي يليه وصولًا إلى المقطع الأخير، باستخدام الإزميل الخاص مع مطرقة ثقيلة. 3 ـ رتِّب المقاطع المفكوكة لإعادة تجميعها مراعيًا وضعها على قطع خشبية؛ خوفًا من كسرها، كما في الشكل (1).	 الشكل (1).

منهاجي
منصة التعليم الهادف

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
4 ـ استعمل أنابيب أو ألواح صاج في أثناء عملية فَك المقاطع؛ شرط أن يكون ذلك على أرضية مستوية. 5 ـ فُكَّ آخر مقطع، مراعيًا وجود ركيزة قوية للمقطع الأخير، واحذر من سقوط المقطع على الأرض.	
6 ـ نظف موقع العمل ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص.	
ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- ما الهدف من فَك مقاطع مراجل السكب؟

2- كيف تميِّز بين المقطعين: الأول والأخير، وغيرهما من المقاطع؟

3- علل ما يأتي:

أ ـ توضع المقاطع المفكوكة على قطع خشبية.

ب- يجري ترتيب المقاطع المفكوكة بعد فَكها عن بعضها.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أَفُك مقاطع مرجل سكب.			
2	أستبدل المقاطع التالفة.			

التمارين العملية:

تمرين رقم (2) تجميع مرجل سكب ذي مقاطع

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تجمِّع مقاطع مرجل سكب.
- تزيد عدد مقاطع مرجل سكب.
- تستبدل المقاطع التالفة في مرجل سكب.

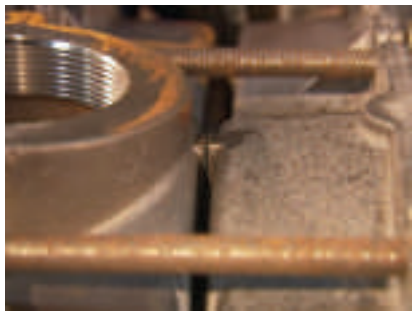
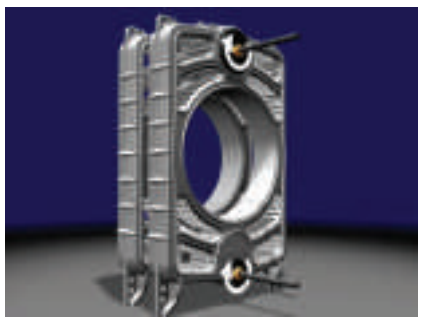
متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1. مفتاح جمع مقاطع السكب. 2. مطرقة معدنية. 3. قطعة خشبية. 4. مفاتيح لجمع البراغي والصواميل. 5. فرشاة سلك. 6. مقاطع مرجل سكب مفككة. 7. نبل جمع مقاطع السكب.	1. معجونة حرارية (Mastic) 2. بخاخ للتنظيف. 3. ملينات، أو شحمة خاصة. 4. ورق حف (برداخ)، أو زجاج.

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.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 - ابدأ بتنظيف مقطعين من مقاطع المرجل المفكوكة، واجمعهما مستخدمًا نبل الجمع - بعد تنظيفه وتزييته - بحيث يوضع النبل في مكانه الصحيح؛ أعلى المقطع وأسفله، كما في الشكل (1)، مراعيًا وجود سند مناسب للمرجل إذا كنت وحدك لحظة الجمع. وفي حال كانت أرضية الجمع صلبة وملساء، ضع حديدًا مبسطًا (40 - 50) مم تحت أرجل المرجل؛ لتسهيل عملية الجمع، وعدم الانزلاق، بحيث يكون طولها مماثلًا لطول المرجل.	 الشكل (1).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
2 ـ ضع المعجونة الحرارية في المجرى الخاص بالمقطع، كما في الشكل (2)، مع مراعاة أن يكون سمكه مناسبًا للمجرى بين المقاطع وأن يبقى متصلًا مع بعضه، واربط أطرافه مستعملًا المعجون الحراري كما في الشكل (3).	 الشكل (2). الشكل (3).
3 ـ أدخل قضبان الجمع المسننة الخاصة التي تجمع المقاطع في أماكنها، كما في الشكل (4). وفي حال كانت المقاطع متشابهة، تأكد من ترقيم المقاطع المتشابهة ـ إن وجدت ـ قبل عملية الجمع؛ لأن المقاطع تتحكم في جريان غازات الاحتراق داخلها، وأي خطأ في عملية الجمع سيؤدي إلى حدوث خلل في عملية الاحتراق، ومرور الغازات.	 الشكل (4).
4 ـ شُدَّ البراغي بصورة متساوية؛ للمحافظة على المقاطع من الكسر، واستعمل إمّا المطرقة وقطعة الخشب للتثبيت الأولي قبل الجمع، وإمّا المكبس الهيدروليكي، انظر الشكل (5).	 الشكل (5).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
5 ـ أقفل فتحة مجرى الماء العلوي الخلفي؛ في حال كانت الفتحة العليا خاصة بالجمع فقط. ثم ابدأ عملية الاغلاق بعد عملية الجمع، وتأكد من تطابق المقاطع بعضها على بعض، وتَساوي مسافات الجمع ، انظر الشكل (6).	الشكل (6).
6 ـ نظف موقع العمل ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص.	
ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- أين يُركَّب نبل الجمع، وما وظيفته؟
2- هل يمكن التبديل بين المقاطع أثناء عملية التجميع؟
3- ما فائدة المعجون الحراري المستخدم في عملية التجميع؟
4- ما المواد الملينة التي تسهِّل جمع المقاطع؟
5- ما خطورة الجمع غير الصحيح لمقاطع المرجل؟
6- علل ما يأتي:

أ - وضع حديد مبسط (40 - 50) mm تحت أرجل المرجل؛ في حال كانت أرضية الجمع صلبة وملساء.

ب- تكون عملية شد البراغي بصورة متساوية أثناء عملية التجميع.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أجمع مقاطع مفككة لمرجل سكب.			
2	أزيد عدد مقاطع مرجل السكب.			
3	أستبدل المقاطع التالفة في مرجل سكب.			

ثانيًا: اختيار المراجل، وأسباب تلفها، وغرف تركيبها

انظر وتساءل

- انظر إلى الصورة الآتية، برأيك عزيزي الطالب؛ ما أبرز أسباب تعطل المراجل وتلفها؟

استكشف

- يتوافر في كل مبنى يحتوي على نظام تدفئة مركزية غرفة مخصصة لتركيب مكونات هذا النظام من المراجل والمضخات والمُبادِلات الحرارية وغيرها من الملحقات، فما الشروط الواجب تحقيقها في غرف تركيب المراجل؟

اقرأ وتعلّم

بعد أن تعرفنا عزيزي الطالب في درسنا السابق المراجل، ومبدأ عملها وأسس تصنيفها، سنتطرق في هذا الدرس إلى مفهوم قدرة المرجل، وكفاءته، وكيفية اختيار المرجل المناسب لنظام التدفئة، ونحدد أبرز الأسباب التي تؤدي إلى تلف المراجل، والشروط الواجب توافرها في غرف تركيب المراجل.

1 - قدرة المرجل (Boiler Capacity)

وتُعرَّف بأنها: مقدار الطاقة الحرارية الناتجة من احتراق الوقود داخل غرفة الاحتراق وتنتقل إلى وسيط التسخين (الماء) داخل المرجل؛ حيث توجد قدرة إجمالية، وأخرى إنتاجية صافية في ظروف تشغيلية محددة بمواصفات تصنيع خاصة.

2 - كفاءة المرجل (Boiler Efficiency)

يُقصَد بكفاءة المرجل: النسبة بين الطاقة الحرارية الناتجة من المرجل التي يكتسبها وسيط التسخين (الماء) ، وكمية الحرارة الكامنة في الوقود المستعمل.

ويمكن التعبير عن كفاءة المرجل بالقانون الآتي:

$$\text{كفاءة المرجل} = \frac{\text{كمية الحرارة الناتجة من المرجل}}{\text{كمية الحرارة الكامنة في الوقود}} \times 100\ \%$$

علمًا بأن كفاءة المراجل الصغيرة تتراوح نسبتها بين (75%) و (95%)، في حين تتراوح نسبة كفاءة المراجل الكبيرة بين (85%) و (90%).

من أبرز العوامل المشتركة التي تؤثر في قدرة المرجل وكفاءته ما يأتي:

1. نوع الحارقة ، والوقود المستخدم ، وكفاءة الاحتراق.
2. عدد ممرات الغازات المحترقة في المرجل.
3. العزل الحراري للمرجل.
4. مدى ملاءمة المدخنة للمرجل.
5. وجود ترسبات كلسية أو كربونية.
6. درجة حرارة الغازات العادمة ومكوناتها.

3 - اختيار المرجل المناسب

يجري اختيار المرجل المناسب للمبنى بالاعتماد على ما يأتي:

أ - قدرة النظام، وتحسب قدرته (Kcal).

ب- فترات تشغيل المرجل، إن كانت دائمة أم متقطعة؛ حسب طبيعة إشغال المبنى.

جـ- دراسة الجدوى الاقتصادية وتحليلها على مدى العمر الافتراضي للنظام.

د - الضغط التشغيلي ودرجة الحرارة التشغيلية اللذان سيعمل عليهما المرجل.

4 - أسباب تلف المراجل

تتعرض المراجل أثناء فترة العمر التشغيلي الطويلة نسبيًّا إلى كثير من الظروف والعوامل المختلفة التي تؤدي إلى تعطُّلها وتلفها، وفي ما يأتي أبرز هذه الأسباب:

أ - **الصدأ والنخر:** يتعرض سطح المرجل بفعل الأكسجين والأحماض إلى عمليات الأكسدة، التي تسبب الصدأ الذي يظهر على شكل بقع مخرمة على هذه السطوح. علمًا بأن مراجل حديد السكب تعد مقاومة للصدأ والنخر؛ نظرًا إلى احتوائها على نسبة عالية من الكربون، بخلاف مراجل الفولاذ التي تتعرض للصدأ بشكل أكثر، انظر الشكل (9).

الشكل (9) : الصدأ داخل أنابيب ماء المرجل.

ب- **الكسر:** يؤدي تعرض المراجل للصدمة الحرارية (Thermal Shock) أو الضغط؛ بسبب بعض الممارسات التشغيلية غير الصحيحة إلى كسرها، كما هو موضح في الشكل (10).

الشكل (10): كسر في سطح المرجل.

ومن الأمور التي تؤدي إلى كسر المراجل ما يأتي:

1. الارتفاع الكبير لدرجة حرارة سطوح التسخين الحراري: في حال استخدام حارقة أكبر من قدرة المرجل؛ فسيؤدي ذلك إلى تسخين سطح المرجل بصورة كبيرة، فيتغير التركيب الجزيئي لذرات المعدن؛ فتتشقق المقاطع وتتكسر.

2. تشغيل المرجل بدون وجود وسيط للتسخين: لأنَّ ذلك يسبب زيادة درجة حرارة غرفة الاحتراق، ومع الاستمرار في التسخين يُحدِث تشقُّقًا في المقاطع يُفضي إلى كسرها.
3. تشغيل المرجل في درجة حرارة وضغط أعلى من المقرر؛ حيث إنَّ تشغيل المرجل عند ضغط ودرجة حرارة أعلى من المقرر يؤدي إلى كسر مقاطع المرجل.
4. تشغيل المرجل من دون تشغيل المضخات: يُحدِث تشغيل المرجل في هذه الحالة ارتفاع درجة حرارة سطح المرجل. وعند تشغيل المضخات بصورة فجائية؛ فإنَّ الماء البارد يدخل المرجل؛ مما يسبب تقلصًا مفاجئًا لمعدن المرجل وكسرًا لمقاطعه؛ لأنَّ معدن السكب يتميز بمعامل تمدد منخفض.

جـ- **التكلس:** يُعرَّف التكلس بأنَّه ترسب أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم على سطح التسخين للمرجل؛ ما يؤدي إلى تكوُّن طبقة كلسية سميكة مانعة لانتقال الحرارة، تسبب زيادة استهلاك الوقود للحصول على القدرة الحرارية المطلوبة. وبما أنَّ معامل تمدد مادة الكلس يختلف عن معامل تمدد معدن المرجل فإنَّ ذلك يفضي إلى كسر المرجل أيضًا.

5 - غرف تركيب المرجل (Boilers Rooms)

ويُقصَد بها المكان (الحيز) الذي تُركَّب فيه المراجل وملحقات نظام التدفئة المركزية، وتختلف هذه الغرف عن بعضها؛ باختلاف نوع النظام المتبع في التدفئة، ومكوناته، وخصائصه. ويوضح الشكل (11) إحدى هذه الغرف.

الشكل (11): غرفة مرجل.

وفي ما يأتي الشروط الواجب توافرها في غرف المراجل:

أ - أن يتناسب حجم الغرفة مع حجم المراجل وعددها، وملحقات نظام التدفئة.

ب- أن تتحمل قاعدة المرجل الوزن التشغيلي للمرجل وحجمه، وألّا يقل ارتفاع تلك القاعدة عن (15) cm عن منسوب الأرضية، ويجب أن تمتد في جميع الاتجاهات مسافة لا تقل عن (10) cm زيادة على أبعاد المرجل، مع مراعاة أن يكون سطح القاعدة أملس ومستويًا من جميع الجهات؛ لضمان ملامسة المرجل للقاعدة من دون ترك أية فراغات بينهما.

جـ- توافر مساحة كافية فيها لأعمال الصيانة؛ بناء على تعليمات الشركة الصانعة للمرجل، وإمكانية التوسع مستقبلًا.

د - توافر النظام الكهربائي الملائم، وكذلك أنظمة الإنارة، وأنظمة إطفاء الحريق المناسبة لنظام التدفئة.

هـ- إمكانية التخلص من التسرب المائي في أثناء التشغيل؛ أي تركيب مضخة نضح متصلة بشبكة التصريف(المجاري) العامة، وتوافر المصارف الأرضية، وتصميم أرضية الغرف على نحو يمنع تسرب المياء والرطوبة .

و - ملاءمة المداخن؛ من حيث: قربها من المرجل، وتوفير فتحات التنظيف الملائمة.

ز - أن تتوافر في موقع الغرفة التهوية اللازمة، وعزل الأصوات، إضافة إلى وجود أبواب تستخدم لإدخال المراجل وإخراجها، والبعد عن أماكن تخزين الوقود ما أمكن.

أما بالنسبة إلى الحد الأدنى للحيز المطلوب توافره؛ لغايات التنظيف والصيانة عند جوانب المرجل، فقد حدَّده مجلس البناء الوطني الأردني في (كودة) التدفئة المركزية كما يأتي:

- للمراجل التي تقل مساحة قاعدتها عن (0.4) m^2 يكون الحد الأدنى لبُعد الحيز (0.4) m.

- للمراجل التي تزيد مساحة قاعدتها على (0.4) m^2، ولا تزيد على (1.86) m^2 يكون بُعد الحيز (0.5) m.

- للمراجل التي تزيد مساحة قاعدتها على (1.86) m^2 يكون بُعد الحيز (0.6) m.

الإثراء والتوسّع

ابحث في مواقع البحث الإلكتروني عن أنواع مراجل الغاز، واكتب تقريرًا عنه، ثم اعرضه على زملائك ومعلمك.

القياس والتقويم

1- عرِّف ما يأتي:

أ - قدرة المرجل.

ب- كفاءة المرجل.

2- ما العوامل المشتركة التي تؤثر في قدرة المرجل وكفاءته؟

3- ما الأسباب التي تؤدي إلى كسر المراجل بفعل الصدمة الحرارية أو الضغط؟

4- اشرح كيفية تكوُّن طبقات الكلس داخل سطوح المرجل، وكيف تؤثر في تلفها؟

5- اذكر الشروط التي ينبغي توافرها في غرف المراجل.

6- علل العبارة الآتية:

تتعرض مراجل حديد السكب للصدأ على نحو أقل من مراجل الفولاذ.

الخريطة المفاهيمية

قدرة المرجل وكفاءته	• العوامل المشتركة التي تؤثر في قدرة المرجل وكفاءته.
اختيار المرجل المناسب	• أسس اختيار المرجل المناسب.
أسباب تلف المراجل	• الصدأ والنخر. • الكسر: أ - الارتفاع الكبير في درجة حرارة سطوح التسخين الحراري. ب- تشغيل المرجل من دون وجود وسيط للتسخين. جـ- تشغيل المرجل في درجة حرارة وضغط أعلى من المقرر. د - تشغيل المرجل من دون تشغيل المضخات. • التكلس.
غرف تركيب المراجل	• الشروط الواجب توافرها في غرف المراجل. • الحد الأدنى للحيز المطلوب توافره؛ لغايات التنظيف والصيانة عند جوانب المرجل.

التمارين العملية:

تمرين رقم (3) بناء قاعدة إسمنتية للمرجل

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تعمل قاعدة إسمنتية للمرجل.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1. ميزان ماء. 2. مسطرين. 3. فأس. 4. كريك. 5. مجرفة. 6. مطرقة معدنية. 7. قطاعة.	1. رمل ناعم. 2. حصمة. 3. إسمنت. 4. حديد تسليح قطر (6mm) أو (8mm). 5. أسلاك تربيط. 6. خشب طوبار. 7. مسامير. 8. ماء.

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 قدِّر أبعاد قاعدة المرجل؛ بالاعتماد على حجم المرجل مراعيًا زيادة الأبعاد بنسبة 20% من الجهات الأربع، وألّا تقل المسافة عن جوانب المرجل عن (10 cm) في جميع الأحوال، وذلك بعد اختيار المكان المناسب لتركيب المرجل. 2 ـ فصِّل قالبًا من خشب الطوبار حسب الأبعاد التي قدرتها؛ بحيث لا يقل ارتفاع القاعدة عن (15 cm) كما في الشكل (1).	 الشكل (1).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
3 ـ أعِدَّ شبكة من حديد التسليح، ثم ضعها في القالب كما في الشكل (2). 4 ـ اخلط الإسمنت والرمل الناعم والحصمة مع الماء جيدًا؛ لتكوين الخلطة الإسمنتية، وصُبَّها داخل القالب الخشبي، مع مراعاة وضع شبكة الحديد في منتصف الصبة مع الدك، وتعبئة الفراغات جميعها، وبخاصة عند محيط القالب الخشبي.	 الشكل (2).
5 ـ احرص على تسوية سطح الصبة الإسمنتية مستخدمًا المسطرين، ثم اترك القاعدة حتى تجف، مع مراعاة سقايتها بالماء (تترك الصبة مدة ثلاثة أيام صيفًا، وعشرة أيام شتاءً حتى تجف). انظر الشكل (3).	 الشكل (3).
6 ـ نظف موقع العمل ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص.	
ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- ما الشروط الواجب مراعاتها عند اختيار مكان المرجل في غرفة المرجل؟

2- علل ما يأتي:

أ - ترفع قاعدة المرجل عن منسوب الأرضية مسافة لا تقل عن (15) cm.

ب- ترك مسافة لا تقل عن (10) cm زيادة على أبعاد قاعدة المرجل في الاتجاهات الأربعة.

جـ- استخدام شبكة من حديد التسليح؛ أثناء صب الخلطة الإسمنتية لقاعدة المرجل.

د - يُراعى أن يكون سطح قاعدة المرجل أملس ومستويًا من جميع الجهات.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أحدد أبعاد القاعدة الإسمنتية.			
2	أبني القاعدة الإسمنتية حسب الأبعاد المطلوبة.			

التمارين العملية:

تمرين رقم (4) تركيب المرجل على القاعدة الإسمنتية وتوصيله بالمجمعات

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تُثبِّت المرجل على القاعدة الاسمنتية.
- تُركِّب المجمِّعات على المرجل.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1. مرجل سكب أو فولاذ كامل، مع الغلاف (الجاكيت)، ولوحة التشغيل الخاصة به. 2. مفاتيح أنابيب متعددة القياسات. 3. ميزان ماء. 4. ملزمة أنابيب (مواسير). 5. مفتاح جمع مقاطع المرجل.	1. مجمِّعات مع قطع وصل. 2. محابس. 3. تفلون. 4. أنابيب (مواسير) معدنية. 5. معجون حرارية (Mastic).

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.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ ضع المرجل على القاعدة الإسمنتية في موقعه المحدد بشكل مناسب؛ بحيث تراعي تَساوي المسافة المحيطة بالمرجل من جميع جوانبه؛ كما هو موضح في الشكل (1). 2 ـ ركِّب مجمع الخط المزود والراجع. 3 ـ ثبِّت الفلنجات (بواسطة البراغي الخاصة) بمانع التسرب، أو إذا كان المرجل ذا فتحات مسننة. 4 ـ ركِّب محابس الفروع (المزودة والراجعة) جميعها.	 الشكل (1).
6 ـ نظف موقع العمل ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص.	
ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- لماذا تُركَّب المجمعات المزودة والراجعة على المرجل؟

2- علل سبب استخدام الكسكيت مع الفلنجات.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُثبِّت المرجل على القاعدة الاسمنتية.			
2	أُركِّب المجمِّعات على المرجل.			

التمارين العملية:

تمرين رقم (5) إجراء الصيانة السنوية للمرجل

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تُجري الصيانة السنوية اللازمة للمرجل.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1. مرجل. 2. فراشي تنظيف. 3. مفاتيح ومفكات متعددة القياسات. 4. شفاط هواء. 5. قفافيز واقية.	1. أكياس لتجميع القمامة. 2. كمامات ورقية.

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.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ جهِّز العُدد والأدوات التي ستستخدمها في عملية الصيانة، انظر الشكل (1).	 الشكل (1).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
2 ـ انزع أغطية ممرات غازات الاحتراق الأمامية كما في الشكل (2)، بعد إيقاف المرجل عن العمل.	 الشكل (2).
3 ـ نظف ممرات غازات الاحتراق من مخلفات الكربون الناتج عن عملية الاحتراق، مستخدمًا الفراشي المخصصة لذلك، كما في الشكل (3)، ثم اسحب هذه المخلفات عن طريق الشفط، انظر الشكل (4).	 الشكل (3). الشكل (4).
4 ـ كرر الخطوة السابقة لتنظيف الكربون المتراكم في غرفة الاحتراق، وإزالته، انظر الشكل (5).	 الشكل (5).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
5 ـ أغلق الواجهة الأمامية للمرجل، ولا تنس حشوات مانع تسرب الدخان أو غازات الاحتراق، كما في الشكل (6)، وثبّتها بالبراغي جيدًا، انظر الشكل (7).	 الشكل (6). الشكل (7).
6 ـ نظف موقع العمل ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص.	
ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

ملحوظة:

إذا كان المرجل باردًا (غير ساخن) أو مضى على إيقافه عن العمل مدة ثماني ساعات تقريبًا؛ فيمكن تنظيفه باستخدام الماء المضغوط بوساطة مضخة ماء، أو خزان ماء مرتفع؛ ما يتطلب – في هذه الحالة – وجود مصرف أرضي مناسب. وتستمر هذه العملية إلى حين تنظيف السناج جميعه.

التقويم

1- ما أدوات الصيانة المستخدمة في صيانة المراجل؟

2- ما أعمال الصيانة السنوية للمراجل؟

3- هل يمكن استخدام المياه في أعمال صيانة المراجل؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
-	أنفِّذ الصيانة السنوية اللازمة للمرجل.			

1- عرِّف ما يأتي:

أ - المراجل الفولاذية ذات أنابيب الماء.

ب- مراجل الضغط المنخفض.

جـ- المراجل الفولاذية ذات أنابيب اللهب.

2- اشرح كيف تنتقل الحرارة الكامنة في الوقود إلى وسيط التسخين (الماء) في المرجل.

3- عدِّد المراجل الفولاذية.

4- ما أنواع المراجل؛ بناء على نوع الوقود المستخدم؟

5- قارن بين مراجل حديد السكب ومراجل الفولاذ.

6- اذكر أسس اختيار المرجل المناسب لنظام التدفئة المركزية .

7- اشرح ظاهرة الصدأ في المرجل.

8- كيف تؤدي الأسباب الآتية إلى تلف المراجل وكسرها:

أ - الارتفاع الكبير في درجة حرارة سطوح التسخين الحراري.

ب- تشغيل المرجل من دون تشغيل المضخات.

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

(1) يُقاس ضغط المرجل بوحدة (m^3). ( )

(2) تُصنَّف المراجل تبعًا لمادة الصنع إلى: مراجل حديد السكب، والمراجل الفولاذية. ( )

(3) من عيوب المراجل الفولاذية أنَّها لا تتحمل الضغط العالي ودرجة الحرارة المرتفعة ؛ لأنَّ معامل تمددها صغير. ( )

(4) تبلغ نسبة كفاءة المراجل الصغيرة (70%). ( )

(5) تحتوي مراجل الفولاذ على نسبة عالية من الكربون. ( )

(6) يجوز استخدام حارقة أكبر من قدرة المرجل. ( )

(7) يمكن فَك مراجل السكب، وتجميعها، وزيادة مقاطعها، أو إنقاصها. ( )

(8) يؤثر عدد المراجل في حجم غرفة المرجل. ( )

(9) تتعرض مراجل السكب بشكل أكبر إلى مخاطر الصدأ والنخر للسطح الداخلي للمرجل. ( )

(10) يمكن التخلص من الترسبات باستخدام مياه معالجة كيميائيًّا. ( )

(11) تمتاز المراجل الفولاذية ذات أنابيب الماء بقدراتها الحرارية المرتفعة. ( )

(12) يجب ألّا يقل ارتفاع قاعدة المرجل عن (15) cm من منسوب الأرضية. ( )

10- علل ما يأتي:

أ - يؤدي تكون طبقة كلسية داخل سطح المرجل إلى كسر سطح المرجل.

ب- يجب أن يكون سطح قاعدة المرجل أملس ومستويًا من جميع الجهات.

الوحدة الرابعة

الحارقات

(BURNERS)

- بيِّن مبدأ عمل الحارقة.
- وضِّح وظيفة كل جزء من أجزاء الحارقة.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

4

درست سابقًا أنَّ عملية الاحتراق تتم باكتمال مثلث الاحتراق الذي يتكون من: الوقود بوصفه مادة مشتعلة، والأكسجين بوصفه مساعدًا للاشتعال، والشرارة (الشعلة) بادئ اشتعال، وهذا ما تحتاجه الحارقة للعمل. وتتنافس الشركات الصانعة في تصنيع حارقات ذات مواصفات تجعلها الأبسط؛ من حيث: التركيب، والصيانة، وكفاءة الأداء.

انظر وتساءل

استكشف

اقرأ وتعلّم

الإثراء والتوسع

القياس والتقويم

الخريطة المفاهيمية

النتاجات العامة للوحدة

يتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- تتعرف أنواع الحارقات.
- تتعرف أجزاء الحارقة.
- تتعرف مبدأ عمل الحارقة.
- تتعرف نظام الوقود.
- تتعرف نظام شرارة الاشتعال.
- تتعرف نظام الهواء.
- تتعرف نظام التحكم.
- تتعرف خزانات الوقود وملحقاتها.

نتاجات الوحدة العملية

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- تطبِّق شروط السلامة المهنية وقوانينها.
- تطبِّق الإجراءات والممارسات المرتبطة بحماية البيئة.
- تعمل مع المعلم والزملاء بروح الفريق.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

أولًا: الحارقة (BURNER)

النتاجات الخاصة بالدرس

يتوقع منك بعد دراسة هذا الدرس أن:

- تتعرف أنواع الحارقات.
- تتعرف أجزاء حارقة الوقود.
- تتعرف مبدأ عمل حارقة الوقود.

انظر وتساءل

- يبين الشكل الآتي حارقة وقود سائل؛ فهل تستطيع تحديد مكان تركيبها؟ وما الوظيفة التي تؤديها؟

استكشف

- لاحظ الحارقة على المرجل في مشغلك، واستكشف طريقة عملها، وطريقة التحكم بتشغيلها.

اقرأ وتعلّم

الحارقة جهاز كهروميكانيكي مكمل لعمل المرجل، يقوم على خلط الوقود مع الهواء وحرقه بالشكل الصحيح داخل غرفة الاحتراق، لإنتاج الطاقة الحرارية اللازمة لتسخين المياه داخل المرجل، ويتم ذلك عن طريق تكسير ذرات الوقود السائل إلى ذرات صغيرة جدًّا، وتسمى هذه العملية التذرير.

تُصنَّف حارقات الوقود إلى نوعين رئيسين، هما:

1- حارقات الوقود السائل: (OIL BURNER)

تُصنَّف حارقات الوقود السائل حسب طريقة تذرير الوقود السائل إلى نوعين:

أ - حارقات الوقود ذات الضغط المنخفض الذي لا يتجاوز 7 bar حيث يتم تذريره عن طريق الهواء المضغوط، ويتم تزويد الهواء اللازم للاحتراق عن طريق المروحة. وتحتوي الفالة على فتحة ذات تصميم خاص يسمح بمرور الوقود بسهولة، ولقد انحسر هذا النوع من الحارقات مع انتشار حارقة الضغط العالي، إلّا أنَّه لا يزال يستخدم في بعض المخابز والمحامص.

ب- حارقات الوقود ذات الضغط المرتفع 10-18 bar وهي الأوسع انتشارًا في نظام التدفئة المركزية، تعمل على وضع الوقود السائل تحت ضغط عال نسبيًّا لا يقل عن 10 bar؛ فيتكسر إلى ذرات صغيرة تختلط مع الهواء المندفع إلى غرفة الاحتراق بوساطة مروحة الحارقة، وبعد اشتعاله ينطلق اللهب من فوهة أو سبطانة، ولهذا سُمِّيت بالحارقة النفاثة (Gun-Type oil Burner) ومنها: ذات المرحلة الواحدة، وذات المرحلتين.

الأجزاء الرئيسة لحارقات الوقود السائل ذات الضغط المرتفع:

تنقسم أجزاء الحارقة الرئيسة إلى قسمين، هما:

1. الأجزاء الكهربائية.
2. الأجزاء الميكانيكية.

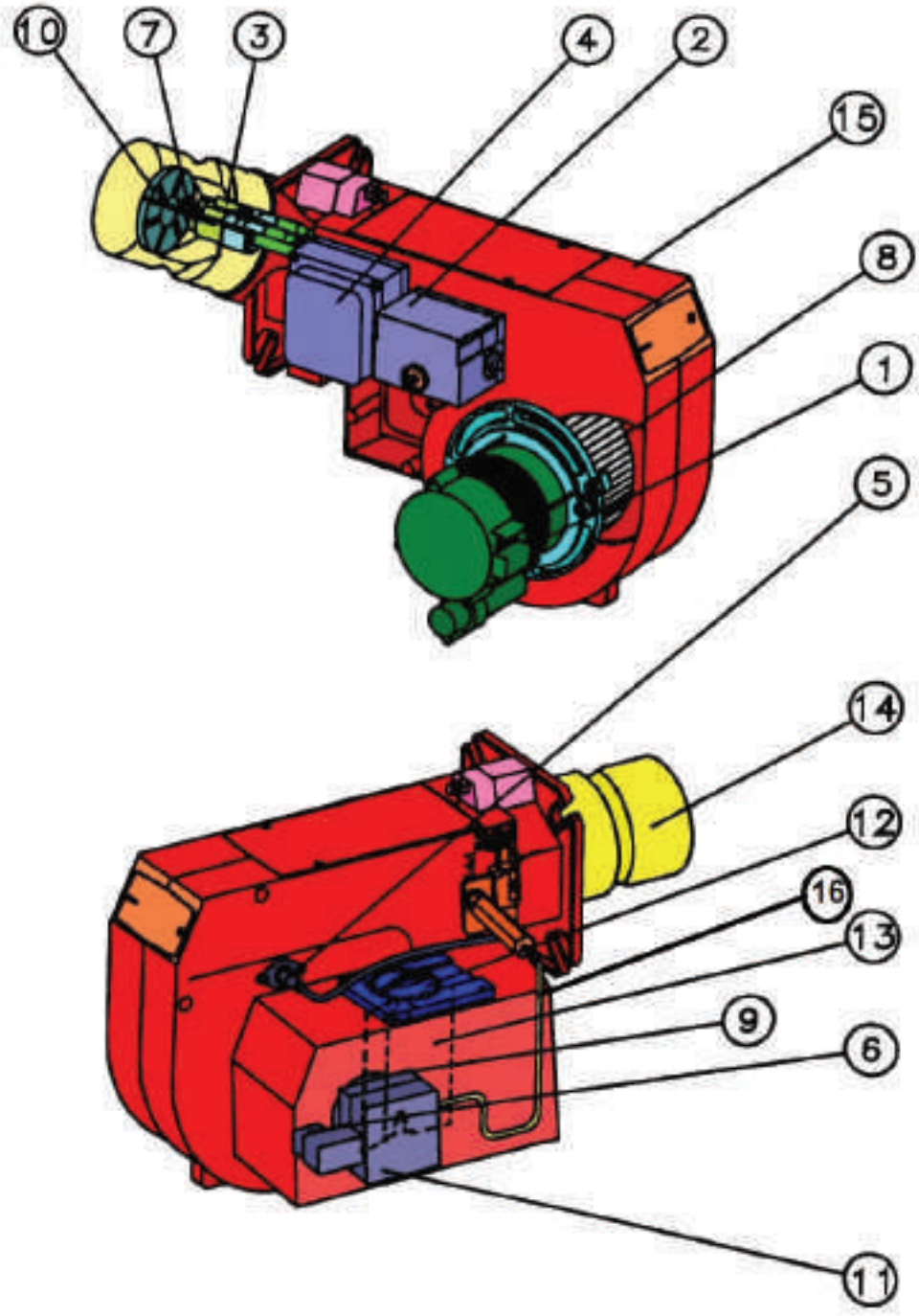
يبين الجدول (1) الأجزاء الكهربائية للحارقة، والجدول (2) يبين الأجزاء الميكانيكية للحارقة، وكذلك يبين الشكل (1) كلًّا من الأجزاء الكهربائية والميكانيكية للحارقة مرقمة؛ حسب موقع كل جزء في الجداول.

الجدول (1): الأجزاء الكهربائية للحارقة:

الرقم	الأجزاء الكهربائية
1	المحرك الكهربائي (ELECTRIC MOTOR)
2	صندوق التحكم (ELECTRON IC CONTROL BOX)
3	أقطاب الشرارة (ELECTRODES)
4	المحول الكهربائي (TRANSFORMER)
5	أقطاب الشرارة (ELECTRODES)
6	المحول الكهربائي (TRANSFORMER)

الجدول (2): الأجزاء الميكانيكية للحارقة:

الرقم	الأجزاء الميكانيكية
7	الفالة (المذرّر) (NOZZEL)
8	المروحة (FAN)
9	الوصلة المرنة (COUPLING)
10	موزع الهواء لتشتيت الهواء لتحسين عملية اختلاطه بالهواء (AIR DISTRIBUTOR)
11	مضخة الوقود الترسية (مجموعة مسننات خاصة) مع مصفاة (FUEL BUMP)
12	مُنظِّم عيار الهواء (يدوي، هيدروليكي) (AIR ADJUSTMENT)
13	بوابة دخول الهواء (AIR DAMPER)
14	الفوهة (السبطانة) (BLAST TUBE)
15	الهيكل (FRAME)
16	الأنبوب المزود للفالة (NOZZEL TUBE)



الشكل (1): الأجزاء الكهربائية والميكانيكية لحارقة الوقود.

مبدأ عمل حارقة الوقود السائل

يتلخص مبدأ عمل الحارقة في عدة نقاط:

1- عند الضغط على مفتاح التشغيل في المنزل، فإنَّه يعمل على إيصال التيار الكهربائي لمنظم درجة الحرارة (Thermostat) على لوحة التحكم بالمرجل، الذي يعمل على إغلاق دارة المحرك الكهربائي (Motor) في الحارقة .

2- يبدأ المحرك بالدوران، وتدوير المروحة ومضخة الوقود؛ حيث تعمل مضخة الوقود ذات التروس الداخلية بالمسننات (Gear) على سحب الوقود، ورفع ضغطه .

3- يندفع الهواء اللازم للاحتراق من خلال فتحة التهوية إلى مقدمة الحارقة بوساطة المروحة، من خلال أقراص تشتيت الهواء، وتُحوله إلى تيار مبعثر قبل امتزاجه بالوقود؛ للحصول على مزيج جيد قابل للإشعال.

4- يبدأ محول الشرارة بإنتاج شرارة كهربائية بين أقطاب الشرارة؛ استعدادًا لإشعال مزيج الهواء والوقود. وتبقى الشرارة في العمل مدة من الزمن تسمح بطرد باقي الغازات المحترقة سابقًا من غرفة الاحتراق.

5- يفتح الصمام الكهرومغناطيسي (Solenoid) بأمر من صندوق التحكم (Control Box)، سامحًا بمرور الوقود السائل المضغوط إلى الفالة؛ حيث يتحطم إلى ذرات صغيرة ويجري بخّه على شكل رذاذ من خلال عين الفالة.

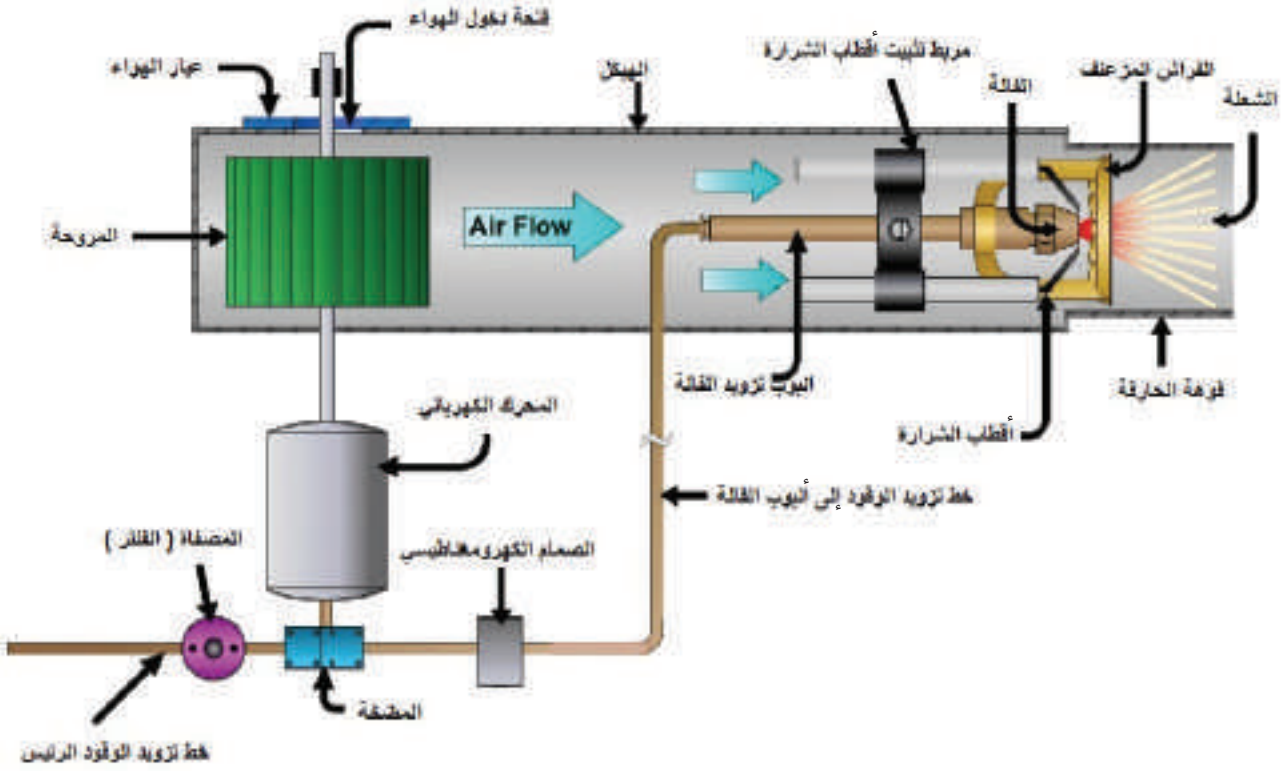
6- يتم إشعال مزيج الوقود والهواء عند اكتمال مثلث الاشتعال.

7- تعمل الخلية الضوئية (Photo Cell) عند حصول توهج داخل غرفة الإحتراق تعادل شدة إضاءته 80 lux يستمر مدة (30 -10) ثانية، على إيقاف عمل المحول، وفصل الشرارة عن الأقطاب بأمر من صندوق التحكم (Control Box).

8- يستمر الاشتعال ذاتيًّا، حتى الوصول إلى درجة الحرارة المعاير عليها منظم الحرارة (Thermostat) عندها تتوقف الحارقة عن العمل.

9- بعد أن تنخفض درجة الحرارة في حدود 20c° درجة عن درجة الحرارة التي تم ضبط المنظم عليها مسبقًا تعود الحارقة إلى العمل، وتتكرر هذه الخطوات عند كل عملية تشغيل.

عند تعذُّر الحصول على شدة الإضاءة المطلوبة، أو في حال عدم توافر الوقود فإنَّ الحارقة تتوقف عن العمل، أو إذا رافق الاحتراق دخان، تُصدر إنذارًا ضوئيًّا (Rest) ولا تعود للعمل إلّا بعد إزالة الأسباب التي أدت إلى التوقف، ثم الضغط على كبسة ضاغط (Rest) لإعادة صندوق التحكم الى وضعه الطبيعي. ويوضح الشكل (2) مبدأ عمل الحارقة .



الشكل (2): مبدأ عمل الحارقة.

تُصنِّف معظم الشركات الصانعة إنتاجها من الحارقات؛ حسب قدراتها إلى ثلاثة أصناف: صغيرة، ومتوسطة، وكبيرة، ولكل صنف منها مجال محدود من المراجل يناسبها.

إنَّ كمية الهواء التي يتم إدخالها إلى الحارقة، وكذلك اختيار الفالة الصحيحة المناسبة للحارقة والمرجل، يلعبان دورًا رئيسًا في تحديد كفاءة الاحتراق، وترشيد الاستهلاك؛ لأنَّ تلك العوامل تحدد نسبة ثاني أكسيد الكربون، التي تحدد بدورها جودة الاحتراق الكامل من دون دخان، أو حدوث السناج.

يحدث الاحتراق المثالي داخل غرفة الاحتراق عندما تتحد جميع ذرات الكربون مع العدد المطلوب من جزيئات الأكسجين الموجود في الهواء مشكلة غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 بنسبة لا تقل عن (10-12%).

للحصول على احتراق كامل؛ فلا بد من تحقيق الشروط الآتية:

1. يجب أن تكون نسبة الهواء للوقود صحيحة.
2. يتعين تحويل الوقود السائل إلى رذاذ؛ لزيادة سطح الوقود الملامس للهواء.
3. تحقُّق الخلط الجيد لذرات الوقود والهواء.

4. الحفاظ على درجة حرارة كافية؛ لتأكيد استمرارية الاحتراق
5. التحكم بتدفق الغازات من غرفة الاحتراق لتعطي الوقت الكافي؛ لاكتمال عملية الاحتراق قبل خروج الغازات إلى المدخنة، ويتحقق ذلك بالتصميم المناسب لغرفة الاحتراق، وزيادة عدد ممرات غازات الاحتراق.

كذلك تعد عملية إعاقة خروج الغازات غاية تسعى إليها الشركات الصانعة عند تصميم المراجل لتحقيق أعلى كفاءة للمرجل؛ عن طريق وضع قطع معدنية مبسطة أو لولبية في ممرات خروج الغازات؛ لتعيق خروجها، بغية الاستفادة من درجة حرارة الغازات قبل خروجها من المدخنة، وقبل أن تصبح طاقة مهدورة.

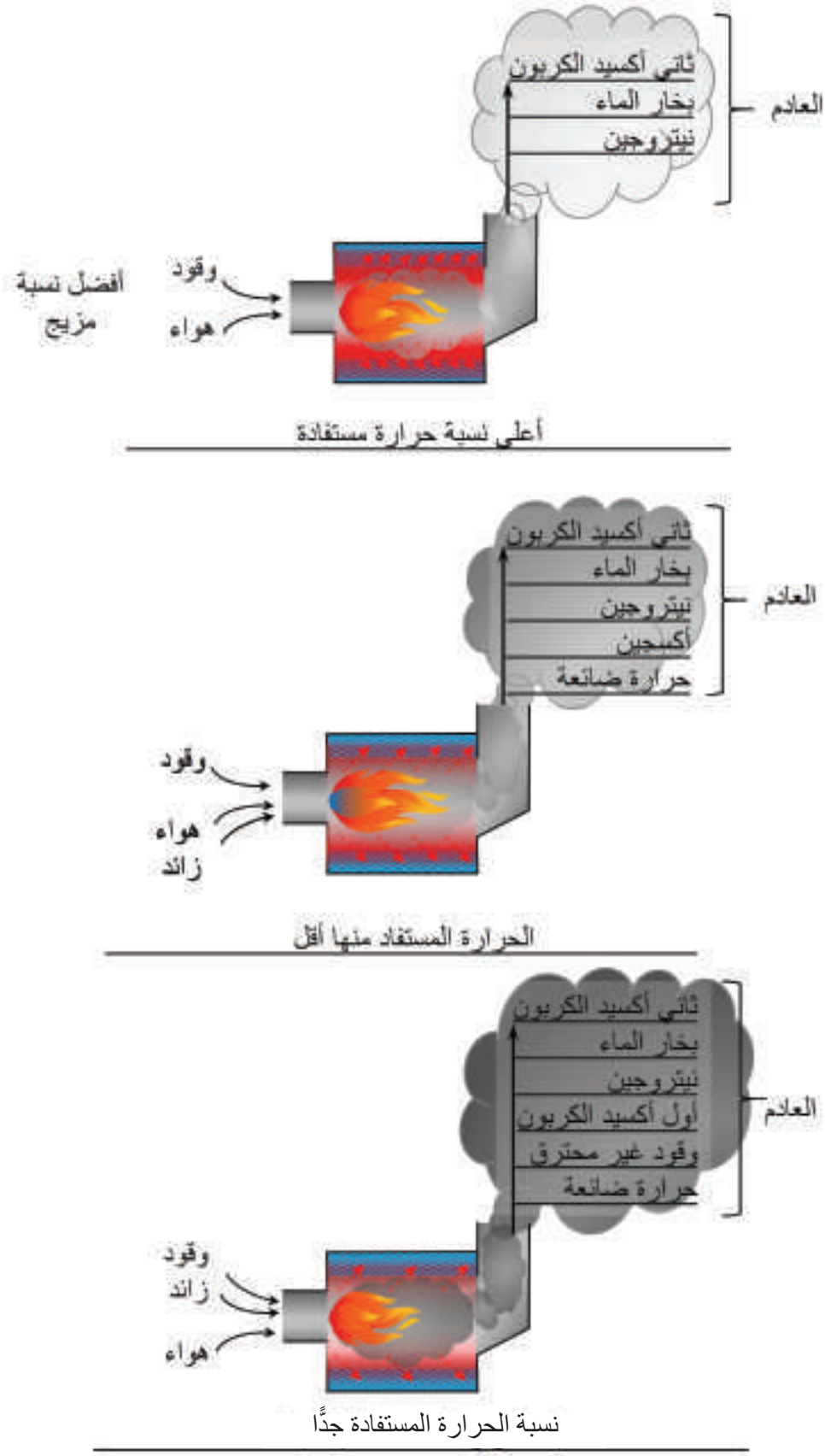
أيضًا؛ فإنَّ هناك عوامل تؤثر في نوعية الاحتراق داخل غرفة المرجل، أهمها:

1- **تأثير الهواء الزائد:** عندما يتم حرق الوقود فإنَّ الحرارة النوعية تنطلق على شكل لهب أو غازات مشعة وهذا يحصل سواء جرى تزويد الوقود بالهواء اللازم فقط أو بكمية أكبر منه؛ حيث يتجه معظم الهواء الفائض إلى المدخنة محمَّلًا بكمية من الحرارة، ويؤثر الهواء الزائد من الناحيتين، على النحو الآتي:

أ - كلما زادت كمية الهواء الفائض انخفضت درجة حرارة اللهب (تبريد اللهب) ونتج غاز أول أكسيد الكربون السام، ومن ثَم انخفضت كمية الحرارة المنتقلة إلى الماء في المرجل، ومن أجل الحصول على أكبر كمية من الحرارة في المرجل، يجب ضبط كمية الهواء؛ بحيث لا تكون هنالك أية كمية زائدة عن المطلوب.

ب- كلما زادت كمية الهواء الفائض زادت نسبة غاز العادم إلى كمية الوقود؛ من حيث الوزن وهذا يؤدي إلى فقدان الحرارة، وإلى سرعة جريان الغازات داخل المرجل، ووصولها إلى المدخنة بدرجة حرارة مرتفعة.

2- **تأثير نقص الهواء:** عندما لا تكون كمية الأكسجين كافية للاحتراق الكامل؛ فإنَّ نسبة الكربون تزيد، ويمكن ملاحظة نتائج الاحتراق غير الكامل بتراكم الكربون على شكل أول أكسيد الكربون في المدخنة، ومثل هذه الحالة تنشأ بسبب عدم انتظام شكل اللهب عند نقطة التمازج العنصري؛ ما يتطلب مزيدًا من الهواء من أجل احتراق منتظم، ولكن في كثير من الحارقات المتوفرة لا يمكن الحصول على الاحتراق المثالي، وعليه فإنَّ وجود أول أكسيد الكربون والأكسجين حتميّ في غاز العادم؛ لذلك يجب ضبط هذه الأجهزة للحصول على أدنى قدر من أول أكسيد الكربون الذي يتفق مع أدنى قدر من الأكسجين، والشكل (3) يبين نسب مزج الهواء للوقود في الحالات المختلفة ونسب الحرارة المستفادة منها.



الشكل (3): مزج الهواء للوقود في الحالات المختلفة، ونسب الحرارة المستفادة منها.

لهذا يجب استعمال أجهزة خاصة تساعد على الحصول على النسب الصحيحة؛ لتكوين الاحتراق الكامل، منها:

1. جهاز مقياس سحب الغازات (Draft Gauge)، ويستخدم للتأكد من قدرة دفع الهواء وتَغلُّبها على المقاومة الداخلية في غرفة الاحتراق وبخاصة أنابيب الاحتراق، ويدل جهاز السحب على نوعية المدخنة من حيث السحب.
2. مقياس درجة حرارة الغازات (Thermometer)، وهو يحدد كمية الحرارة المتسربة (الطاقة المهدورة) في المدخنة؛ على ألّا تقل عن 150° C وألّا تزيد على 250° C.
3. جهاز فاحص الدخان (Smoke Tester)، الذي يساعد في الحصول على كفاءة احتراق عالية، ويعمل على تحليل الغازات المحترقة.
4. جهاز فحص ثاني أكسيد الكربون (Carbon Dioxide Tester)، وهو أهمّ جهاز ضمن هذه الأجهزة حيث يتم عن طريقه امتصاص عينة من الدخان؛ للتحقق من نسبة الاحتراق داخل غرفة المرجل، ومقارنتها بدليل الشركة الصانعة. ويبين الشكل (4) بعض هذه الأجهزة.

الشكل (4): بعض أجهزة الفحص لتحسين كفاءة الاحتراق.

2 ـ حارقات الوقود الغازي: (GAS BURNER)

تشبه في شكلها وعملها حارقة الوقود السائل، إلّا أنَّها تُزوَّد بمنظم للغاز بدلًا من مضخة السولار وعدسة بدلًا من الفالة، وبحساس خاص بدلًا من الخلية الضوئية (photo Cell)، ويمتاز هذا النوع من الحارقات بكفاءته العالية، ونظافة الاحتراق فيه؛ حيث لا ينتج عنه مخلفات وترسبات كربونية كما

في شبيهاتها من حارقات الوقود السائل، وتمتاز هذه الحارقات بلون اللهب الأزرق. ويبين الشكل (5) حارقة وقود غازي مع بعض المنظمات الخاصة؛ لضمان الاستعمال الآمن.

الشكل (5): حارقة وقود غازيّ.

تُصنَّف حارقات الوقود الغازي؛ تبعًا لطريقة مزج الغاز بالهواء اللازم للاحتراق إلى:

أ - حارقات غاز ذات مزج مسبق للغاز في الهواء اللازم للاحتراق، قبل الدخول إلى غرفة الاحتراق .

ب- حارقات غاز من دون مزج مسبق للغاز مع الهواء اللازم للاحتراق، وإنما يتم المزج داخل غرفة الاحتراق.

الإثراء والتوسّع

ابحث في الإنترنت عن أنواع حارقات أخرى للوقود، واكتب تقريرًا في ذلك، واعرضه أمام معلمك.

القياس والتقويم

1- ما استخدامات الحارقة؟

2- تُصنَّف حارقات الوقود إلى نوعين، بيِّنهما.

3- تُقسَم حارقات الوقود السائل إلى قسمين، اذكرهما.

4- بيِّن الأجزاء الكهربائية لحارقة الوقود السائل.

5- بيِّن الأجزاء الميكانيكية لحارقة الوقود السائل.

6- وضِّح أنواع حارقات الوقود الغازي؛ تبعًا لطريقة مزج الغاز بالهواء اللازم للاحتراق.

7- لخِّص مبدأ عمل الحارقة، في نقاط.

8- ما الغاية من استخدام مقياس سحب الغازات؟

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

(1) الحارقة جهاز كهربائي يعمل على تذرير الوقود. ( )

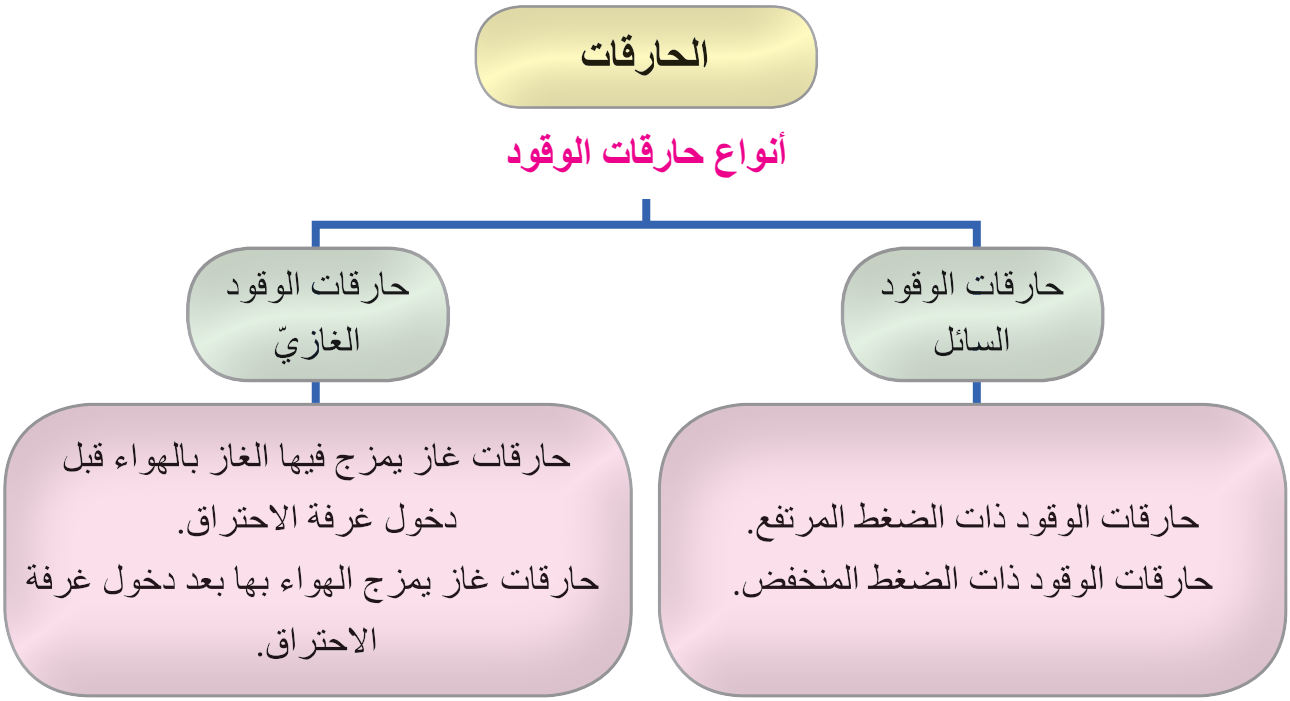
(2) من الأجزاء الكهربائية لحارقة الوقود السائل: أقطاب الشرارة. ( )

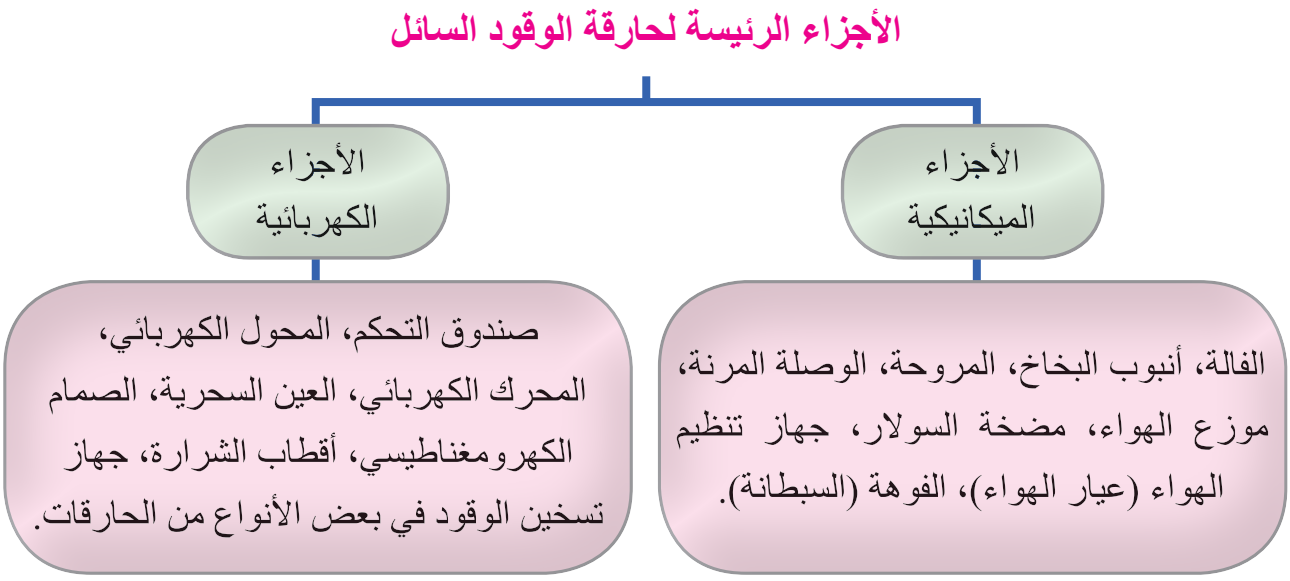
(3) من أبرز العوامل الواجب توافرها للحصول على احتراق مثالي: أن تكون نسبة الهواء إلى الوقود صحيحة. ( )

(4) من الأجزاء الميكانيكية لحارقة الوقود السائل: مضخة الوقود. ( )

(5) تمتاز حارقات الوقود الغازي بكفاءتها، ونظافة الاحتراق فيها. ( )

الخريطة المفاهيمية





التمارين العملية:

تمرين رقم (1) تحديد المكونات الرئيسة للحارقة

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تتعرف أجزاء الحارقة.
- تقارن بين أنواع مختلفة من حارقات الوقود السائل المتوفرة.

متطلبات تنفيذ التمرين

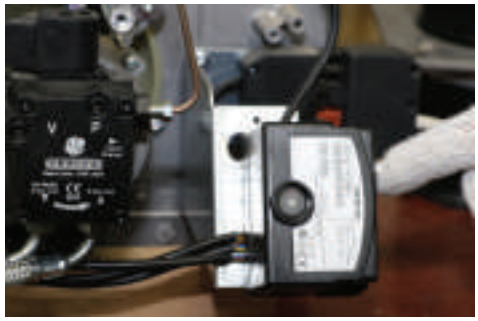
التجهيزات	المواد الأولية
1. حارقات وقود سائل متنوعة. 2. طاولة عمل.	

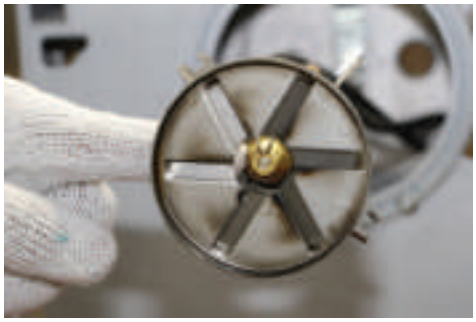
خطوات الأداء والأشكال التوضيحية:

- 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.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ حدِّد موقع كل جزء من الأجزاء الكهربائية لحارقة الوقود كما في الشكل (1).	 الشكل (1).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
أ - المحرك، الشكل (2).	 الشكل (2).
ب- الصمام الكهرومغناطيسي، الشكل (3).	 الشكل (3).
جـ- محوّل الشرارة، الشكل (4).	 الشكل (4).
د - الخلية الضوئية، الشكل (5).	 الشكل (5).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
هـ - صندوق الضوابط، الشكل (6).	 الشكل (6).
و - أقطاب الشرارة، الشكل (7).	 الشكل (7).
2 - حدِّد موقع كل جزء من الأجزاء الميكانيكية لحارقة الوقود. أ - مضخة الوقود، الشكل (8).	 الشكل (8).
ب- الفراش المزعنف، الشكل (9)	 الشكل (9).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
جـ- الفالة، الشكل (10).	 الشكل (10).
د - الفوهة، الشكل (11).	 الشكل (11).
هـ - منظم عيار الهواء، الشكل (12).	 الشكل (12).
ـ اكتب تقريرًا توضّح فيه كلًّا من الأجزاء الميكانيكية، والأجزاء الكهربائية في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- ما الهدف من معرفة أجزاء الحارقة قبل صيانتها؟ وقبل تشغيلها؟

2- سمِّ الأجزاء الميكانيكية لحارقة الوقود السائل.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أحدد أجزاء الحارقة الكهربائية والميكانيكية.			
2	أُميِّز كل جزء من أجزاء الحارقة.			

ثانيًا: الأنظمة الرئيسة في حارقة الوقود

النتاجات الخاصة بالدرس

يتوقع منك بعد دراسة هذا الدرس أن:

- تتعرف نظام الوقود.
- تتعرف نظام شرارة الاشتعال.
- تتعرف نظام الهواء.
- تتعرف نظام التحكم.
- تتعرف خزانات الوقود وملحقاتها.

انظر وتساءل

- تبيِّن الأشكال قطعًا وأجزاء من الحارقة؛ فهل تستطيع تسمية هذه الأجزاء؟ هل تتمكن من تحديد وظيفتها أو وظائفها؟

استكشف

- خلال عملك في مشغلك؛ حاول أن تستكشف أنت وزملاؤك تلك الأنظمة التي تشكل في مجموعها حارقة الوقود.

اقرأ وتعلّم

تعد الحارقة عنصرًا رئيسًا ومتممًا لعمل المرجل في نظام التدفئة المركزية؛ لذلك فلا بد من دراسة الأنظمة الرئيسة في حارقة الوقود التي تعمل مجتمعة؛ بحيث يكمل كل جزء منها عمل الآخر.

من الأنظمة الرئيسة في حارقة الوقود: نظام الوقود، ونظام الهواء، ونظام شرارة الاشتعال، ونظام التحكم بعمل الحارقة.

1- نظام الوقود (Fuel System)

يتكون نظام الوقود في حارقة الوقود السائل ذات الضغط العالي من العناصر الآتية:

أ - مضخة الوقود (Fuel Pump)

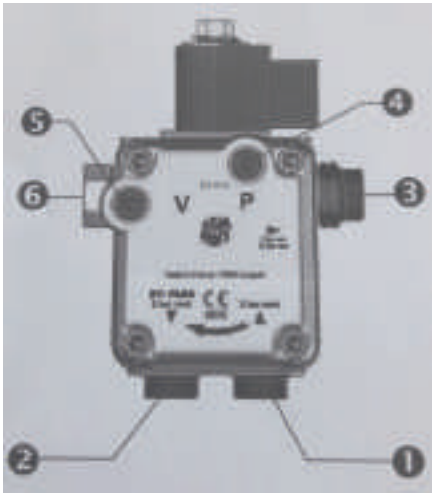
وهي جهاز ميكانيكي يتكون من تُروس (Gears) وصمام لتنظيم الضغط، ومصفاة داخلية. وهي متصلة مع محور محرك الحارقة بوساطة وصلة مرنة (Coupling)، تعمل على حماية المحرك من التلف، إذا ما تعرضت المضخة لعطل ميكانيكي، أو توقفت أجزاؤها الداخلية عن الدوران؛ نتيجة الصدأ الناتج عن تسرب الماء إلى خزان الوقود، وعند تشغيل المحرك تدور تروس المضخة لتسحب الوقود من الخزان، وتعمل على تصفيته وضخه وتنظيم ضغطه قبل إيصاله إلى الفالة. يتوجب الانتباه هنا إلى اتجاه دوران المضخة الذي يُحدَّد عن طريق السهم المرسوم على وجه المضخة، وتحتاج المضخة إلى معايرة حسب المواصفات التي تحددها الشركة الصانعة، فمعظمها يعاير على ضغط مقداره (10-12 bar).

يتوافر نوعان من مضخات الوقود السائل (الديزل)، وهما:

1. ذات المرحلة الواحدة (single Stage Fuel Pump).
2. ذات المرحلتين (Two Stage Fuel Pump).

الشكل (6/أ) يبيّن مضخة الوقود، والشكل (6/ب) يبين الفتحات على مضخة الوقود، أمّا الجدول رقم (3) فيبين الفتحات الموجودة على مضخة الوقود.

الشكل (6/ أ): مضخة الوقود.



الشكل (6/ب): الفتحات على مضخة الوقود.

الجدول (3): أسماء الفتحات الموجودة على مضخة الوقود.

الفتحات الموجودة على مضخة الوقود	
1	خط السحب بقطر " $\frac{1}{4}$
2	خط الراجع بقطر " $\frac{1}{4}$ مع برغي داخل الفتحة لتحويلها إلى نظام الخط الواحد عند نزع البرغي، ويصبح هناك ممر جانبي (Bypass) داخل المضخة، ويتم وضع سدة وتُشبك على خط واحد
3	خط تزويد الوقود للفالة بقطر " $\frac{1}{8}$
4	مكان تركيب ساعة العيار للضغط
5	مكان التنفيس
6	برغي العيار لضغط الوقود

ب- الصمام الكهرومغناطيسي (Solenoid valve)

يركب هذا الصمام على جسم مضخة الوقود؛ حيث يعمل على إمداد الوقود، وعلى قطع إمداده.

يتكون الصمام من ملف كهربائي يُحدِث مجالًا مغناطيسيًّا؛ وعند مرور التيار الكهربائي يُجذب النابض (الزنبرك) الموجود داخل عمود الصمام، ويُفتح مجرى الوقود طيلة عمل الحارقة، وعند صدور أمر للحارقة بالتوقف عن العمل، تزول مغناطيسية الملف، ويعود قلب الصمام إلى مكانه ليغلق مجرى الوقود من جديد. ويبين الشكل (7) الصمام الكهرومغناطيسي.

الشكل (7): الصمام الكهرومغناطيسي.

جـ فالة الاحتراق (Nozzle)

تُعد الفالة من اهم أجزاء دارة الوقود، حيث تعمل على تجهيز الوقود وتذريره، ودفعه داخل غرفة الاحتراق بالزاوية، والشكل المناسب للمرجل، لذلك؛ فإن كفاءة المرجل تعتمد بشكل رئيس على فالة الاحتراق؛ إذ يؤدي سوء اختيار الفالة المناسبة إلى تكوين مزيج غير مناسب للاحتراق، ورواسب كربونية على سطح التسخين.

- مزايا استعمال الفالة:

1. إعطاء الطاقة الحركية للوقود.
2. إعطاء كمية محددة من الوقود.
3. إعطاء الشعلة الشكل المطلوب.

- مبدأ عمل الفالة

قبل البدء في شرح هذه العملية يجب أن نأخذ مقطعًا تفصيليًّا للفالة من نوع معين، كما في الشكل (8)، فنلاحظ أنَّ اتجاه ميلان الشقوق المائلة على المخروط الداخلي للفالة يتحكم في معدل البخ، وزاوية البخ، وشكله.

ولتحقيق الاحتراق الكامل يجب أن يُفتت الوقود إلى ذرات صغيرة للحصول على طاقة التفتيت اللازمة، حيث يخرج الوقود من عين الفالة بسرعة عالية، وهذه السرعة تنتج ضغطًا يصل إلى الوقود عن طريق مضخة الوقود، التي يصل ضغطها إلى (100 psi) أو ما يعادل ($7\ kg/cm^2$) حيث يتحول نصف هذا الضغط تقريبًا إلى طاقة حركة خلال غرفة التلولب تحت عين الفالة من الداخل، ومن ثَم فإنَّ هذا الوقود يخرج مُشكِّلًا مخروطًا رأسه عين الفالة، ومُحدِثًا فراغًا في الوسط.

هنالك علاقة عملية بين ضغط الوقود وكمية البخّ، فكلما زاد معدل الضغط فإنَّ معدل البخّ سوف يزيد، أمّا إذا انخفض الضغط انخفاضًا كبيرًا فإنَّ هذا يؤدي إلى أن تنطفئ شعلة الاحتراق وكذلك يؤدي إلى انخفاض كفاءة الاحتراق؛ لذلك يجب ألّا يقل الضغط عن (100 psi) بأية حال.

- تتكون الفالة من عدة أجزاء؛ حيث تتحكم هذه الأجزاء بمعدل البخّ وزاويته، وشكل اللهب. يبين الجدول رقم (4) أجزاء الفالة، وهي:

1. قرص الفتحة الفولاذية (عين الفالة).
2. موزع داخلي بفتحات عرضية ومسارات مائلة.
3. الغلاف النحاسي (جسم الفالة).
4. برغي لتثبيت المجموعة الداخلية.
5. فلتر الوقود (المصفاة).

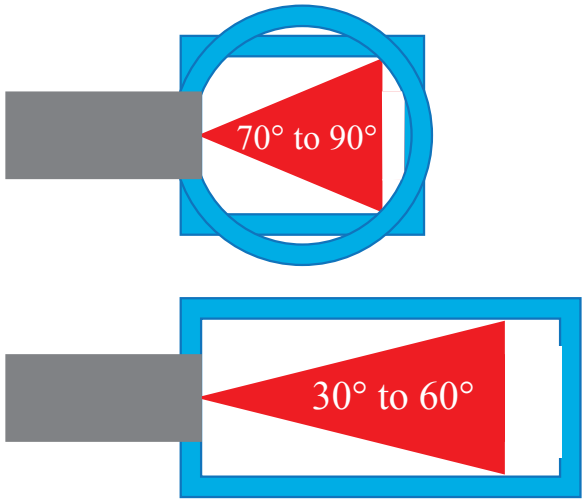
الشكل (8): أجزاء الفالة.

الجدول (4): أجزاء الفالة.

أجزاء الفالة	1	2	3	4	5
	قرص الفتحة الفولاذية (عين الفالة)	موزع داخلي بفتحات عرضية ومسارات مائلة	الغلاف النحاسي (جسم الفالة)	برغي لتثبيت المجموعة الداخلية للفالة	فلتر الوقود (المصفاة)

يجب اختيار زاوية البخ بمقدار يتناسب مع غرفة الاحتراق؛ حيث تقل زاوية البخّ كلما كانت غرفة الاحتراق أصغر، ويكون شكلها دائريًّا أو مربعًا.

فمثلًا إذا كانت غرفة الاحتراق دائرية أو مربعة الشكل نختار فالة بزاوية بخّ من (70°-90°) ، أمّا إذا كانت غرفة الاحتراق مستطيلة فنختار فالة بزاوية بخّ من (30°-60°). ويبين الشكل (9) غرف الاحتراق، وشكلها، وزاوية الفالة المناسبة لها.



الشكل (9): غرف الاحتراق وشكلها، وزاوية الفالة المناسبة لها.

- أسس اختيار الفالة

1. زاوية البخّ: لكل فالة زاوية بخ تناسب شكل غرفة الاحتراق وهي (80°، 60°، 45°، 30°).
2. مخروط البخّ: يلعب شكل المخروط دورًا كبيرًا في تحديد الفالة المناسبة؛ إن كان مصمتًا، أو مفرغًا، أو مصمتًا مفرغًا.
3. كمية الوقود: وهي الكمية التي تسمح بتمريرها الفالة خلال ساعة، وتعتمد على مقدار طاقة المرجل؛ حيث نجد كل فالة مصنعة مكتوبًا عليها وحدات القياس الآتية: (L /h)، أو (kg /h)، أو (u s g /h)
4. شكل الهواء: حيث يكون تركيز ضغط الهواء في المركز، أو على الأطراف.

- أنواع الفالات؛ من حيث شكل المخروط:

1. المخروط المفرغ (Hollow): يكون شكل البخّ في هذا النوع مخروطًا، واتجاه رأس المخروط هو فتحة (عين) الفالة، ويكون مفرغًا من الداخل، وتتركز الذرات على حواف ذلك المخروط، ويُشار إليه بالرمز (H)، ويُستعمل في الحارقات الصغيرة ذات معدل الاحتراق القليل.

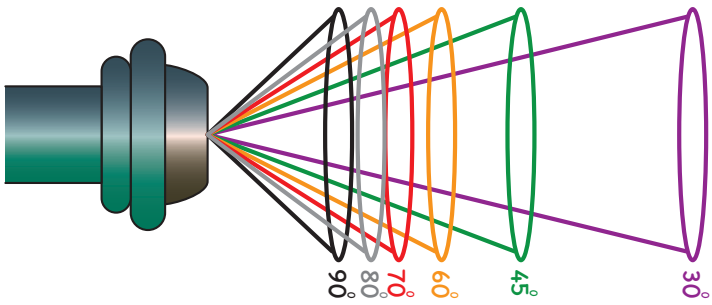
2. المخروط المصمت (Solid): تكون جزيئات الوقود موزعة توزيعًا يكاد يكون متساويًا من الوسط حتى أطراف المخروط، ويُشار إليه بالرمز (S)، ويُستعمل عندما تكون كمية الهواء الداخل غرفة الاحتراق كبيرة، وبخاصة في المراجل الطويلة.

3. المخروط المصمت المفرغ (Semi Solid): يكون بين الشكلين السابقين، ويُرمَز له بالرمز (B)، ويستعمل في الحارقات جميعها بغض النظر عن شكل تيار الهواء.

يُركَّب على جميع الفالات فلتر (مصفاة)، وتكون مسامات هذه المصفاة دقيقة؛ لتضمن عدم مرور أية شوائب تتسبب في إغلاق عين الفالة، وهي المرحلة الثالثة في تصفية الوقود بعد التصفية في فلتر الوقود على الخط الرئيس والفلترة داخل المضخة.

عند عملية تبديل الفالة يجب أن يؤخذ بتعليمات الصانعين للفالات، بخاصة عند تغير فالة مكان أخرى، وكذلك يجب الانتباه إلى شكل البخّ، فقد يختلف باختلاف المصنع المنتج؛ حيث تختلف طرائق كل مصنع في تقييم الفالات أو تصنيفها، ومثال على ذلك شكل البخّ إنْ كان من النوع المصمت فلا يجوز تركيب فالة مكانها من النوع المفرغ، وكذلك الأمر بالنسبة إلى زاوية البخّ، وكمية البخ؛ تجنبًا لحدوث أية مشاكل في أداء الحارقة. ويبين الشكل (10) مخروط البخّ، والشكل (11) يبين أشكال زوايا البخّ للفالة.

الشكل (10): أشكال مخروط البخّ: المصمت المفرغ B، والمصمت S، والمفرغ H.



الشكل (11): زوايا البخ للفالة (90°-30°).

د ـ مصفاة الوقود (الفلتر) (Fuel Filter):

تُركَّب المصفاة (الفلتر) على خط تزويد الحارقة بالوقود؛ إذ تعمل على تصفية الوقود من الشوائب والمواد الصلبة العالقة في الديزل، بحيث يتم تركيبها على خط تزويد مضخة الوقود، يجب عند إجراء عملية الصيانة للمرجل فَك المصفاة وتنظيفها؛ منعًا لانسدادها. ومنها ما هو كهربائي يعمل ضمن صمام كهرومغناطيسي، يُفتح عند بداية تشغيل المرجل، ومنها ما يجمع المصفاة بقاطع حريق، فعند حدوث حريق يعمل على قطع إمداد الوقود؛ للحد من انتشار الحريق يبين الشكل (12) مصفاة الوقود (الفلتر) مع صمام قاطع حريق. كذلك، قد يُركب صمام حريق على خط تزويد الوقود، يعتمد في عمله على (فيوز) انصهار بمعدل (70° C) قبل الفلتر.

الشكل (12): مصفاة الوقود مع صمام قاطع للحريق.

هـ ـ الأنابيب المرنة (Flexible Fuel Tubes):

وهي أنابيب مغلفة بشبكة رقيقة من الأسلاك الفولاذية؛ بهدف حمايتها، وتستخدم لتزويد الوقود إلى مضخة الحارقة عن طريق خطين: أحدهما مزود للمضخة، والآخر راجع من المضخة (عائد إلى خط الوقود الرئيس)، وقبل الفلتر. والشكل (13) يبين أنبوب تزويد مضخة الوقود.

الشكل (13): أنبوب تزويد مضخة الوقود.

2- نظام الهواء (Air System)

تُزوِّد دائرة الهواء الحارقة بما يلزم من الهواء الذي يتمم عملية الاحتراق، من خلال بوابة خاصة. ويتكون نظام الهواء في حارقات الوقود السائل ذات الضغط المرتفع من الأجزاء الآتية:

أ ـ المحرك الكهربائي (Electric motor):

يعمل المحرك الكهربائي (الماتور) على إعطاء حركة الدوران والسرعة اللازمة لكل من: المروحة

والمضخة؛ لتزويد غرفة الاحتراق بالهواء والوقود اللازم للاحتراق، ولكل محرك مواصفات خاصة تُكتب على لوحة إرشادية ملصقة عليه؛ حيث يعمل المحرك على فرق جهد مقدار (220V) أمّا الحارقات الكبيرة فتعمل على (380V)، وتتراوح سرعة المحرك بين (2800-3500 rpm). ويبين الشكل (14) المحرك الكهربائي للحارقة.

الشكل (14): المحرك الكهربائي للحارقة.

ب- مروحة طاردة عن المركز (Centrifugal Fan):

وهي مروحة طاردة عن المركز، تتكون من مجموعة شفرات مستطيلة مجوفة من الداخل، مائلة بزاوية معينة باتجاه دوران المروحة.

أمّا عملها فيقوم على سحب الهواء من خلال بوابة عيار التهوية، ودفعه باتجاه فُرش مشتت الهواء، ومن هناك إلى غرفة الاحتراق، ويبين الشكل (15) مروحة الهواء الطاردة عن المركز لمحرك الحارقة.

الشكل (15): مروحة الهواء الطاردة عن المركز لمحرك الحارقة.

جـ- فُرُش تشتيت الهواء (Air Distributor):

وهي أسطوانة معدنية على شكل فراشات مزعنفة، ثابتة لا تدور، تقع في مقدمة الحارقة وتُركَّب على حامل الفالة وقضبان الشرارة، والهدف من تركيبها: تشتيت الهواء المندفع من المروحة كي يسهل اختلاطه بالوقود المُذرَّر، وإشعاله بشكل جيد، وإعطاء الشعلة الحركة اللولبية، ويبين الشكل (16) فُرُش تشتيت الهواء.

الشكل (16): فُرُش تشتيت الهواء.

د - منظم كمية الهواء (بوابة عيار التهوية (Air Damper):

وهي بوابة (فتحة) مخصصة لدخول الهواء اللازم للاحتراق، يختلف شكل فتحة الهواء في الحارقات من شركة إلى أخرى ولكن المبدأ واحد، يتوافر لهذه الفتحة بوابة خاصة يجري بوساطتها تنظيم دخول كمية الهواء عن طريق عيار خاص مدرج، ويحكمه برغي للعيار؛ حيث تُضبط كمية الهواء المناسبة، وتُثبت البوابة بشد البرغي، يسمى هذا النظام النظام اليدوي. ويتوافر في بعض الأنواع من الحارقات عيار هيدروليكي حيث يتكون من أسطوانة بداخلها مكبس (Jack) مُثبَّت ببوابة الهواء بشكل مفصلي، وتتصل الأسطوانة بأنبوبة ثانوية للوقود مربوطة على التوازي مع أنبوبة تزويد الفالة، ويعمل عندما يفتح الصمام الكهرومغناطيسي، ويجري ضبط عيار الهواء مسبقًا؛ ليفتح بعدها تلقائيًّا، وكذلك الأمر بالنسبة إلى الحارقات ذات المرحلتين؛ حيث يتم ضبط عيار الهواء للفالة الأولى، ثم يكون الأمر هيدروليكيًّا يعمل عندما يفتح الصمام الكهرومغناطيسي الثاني؛ لإعطاء كمية الهواء المناسبة للاحتراق. يبين الشكل (17) بوابة عيار الهواء من النوع (Jack).

الشكل (17): بوابة عيار الهواء.

3- نظام شرارة الاشتعال (Spark Ignition System)

أ - المحول الكهربائي (Transformer):

يستخدم المحول الكهربائي في حارقات الوقود السائل لرفع فرق الجهد من (220-12000 v)، ولتوليد شرارة كهربائية عبر أقطاب الشرارة عند بداية تشغيل الحارقة ويستمر مدة (10-30 sec) فقط ، حيث تعطي العين السحرية إيعازًا لصندوق التحكم بفصل التيار الكهربائي عن المحول؛ ليصبح الاحتراق ذاتيًّا بعد ذلك، فيوصل محول الشرارة عن طريق أسلاك خاصة تتميز بعزلها المضاعف، وتنتهي بمرابط خاصة لربطها بأقطاب الشرارة، وتتوافر في الأسواق محولات إلكترونية صغيرة

الحجم حلت مكان تلك الكبيرة، منها ما هو مدمج ضمن علبة صندوق الضوابط. ويبين الشكل (18) محول الشرارة.

الشكل (18): محول الشرارة.

ب- أقطاب الشرارة (Electrodes):

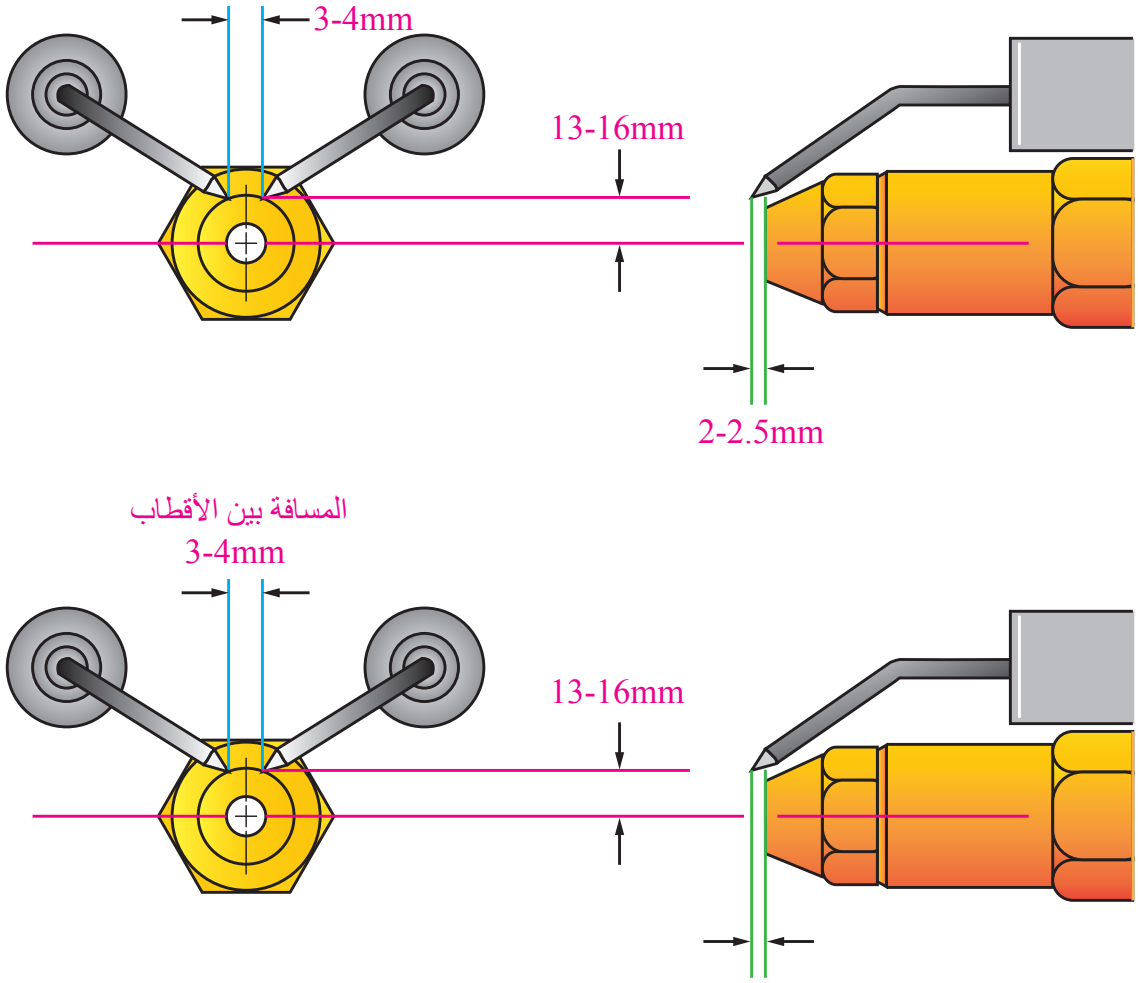
وهي قضبان معدنية يدخل في تركيبها مادة التنجستون، قادرة على تحمل الفولتية العالية، ودرجات الحرارة العالية، ولا تصدأ، محاطة بمادة عازلة من السيراميك أو البورسلان؛ لعزلها، ومنع تسريب الشحنات الكهربائية إلى جسم الحارقة.

تُثبَّت أقطاب الشرارة بمربط خاص على حامل الفالة، وتعتمد أقطاب الشرارة على ضبط المسافة بين القطبين لتكون (3-4 mm)، فضلاً عن أنَّها تتقدم عن الفالة بمقدار (2-2.5 mm)، في حين ترتفع أطرافها عن مركز الفالة بمسافة تتراوح ما بين (13-16 mm)، وقد تختلف هذه الأبعاد من نوع إلى آخر من الحارقات، وحسب الشركات الصانعة.

إنَّ قرب الأقطاب ينتج عنه شرارة ضعيفة؛ ما يفضي إلى توقُّف الحارقة عن العمل، وكذلك الأمر عند زيادة المسافة بين الأقطاب، وأحيانًا تكون الأقطاب متباعدة عن بعضها، وقريبة من جسم الحارقة؛ فينتج نتيجة لذلك شرارة بين أحد الأقطاب وجسم الحارقة، يتكرر الأمر نفسه إذا كانت هناك شحوم، أو حصل اهتراء في أسلاك أقطاب الشرارة فينتج عنه تهريب شرارة، أو حدوثها في الخلف؛ ما يُفضي إلى توقف الحارقة عن العمل. ويبين الشكل (19) أقطاب الشرارة.

الشكل (19): أقطاب الشرارة.

والشكل (20) يبين المسافة بين الأقطاب.



الشكل (20): أقطاب الشرارة والمسافة بن الأقطاب، وبُعد الأقطاب عن الفالة.

جـ أسلاك أقطاب الشرارة (Spark Electrodes Wire):

وهي أسلاك يجري عن طريقها تزويد التيار الكهربائي من المحول إلى أقطاب الشرارة، تتميز هذه الأسلاك بعزلها الجيد، وتحمُّلها الفولتية العالية. تُثبَّت بشد مخارج المحول بوساطة برغي حلزوني ومن الطرف الآخر بالكبس على قطب الشرارة، وتتوافر بأطوال مناسبة لكل نوع من أنواع الحارقات. يبين الشكل (21) أحد أنواع أسلاك أقطاب الشرارة.

الشكل (21): أسلاك أقطاب الشرارة.

4- نظام التحكم (Control System)

وهو نظام سيطرة أوتوماتيكي، ضمن ضوابط معينة تُمكِّنه من التحكم في عمل الحارقة، وكذلك إيقاف عملها؛ إذا فشل الإقلاع لأي سبب كان، ويحتوي على:

أ - صندوق التحكم (Control Box):

ويتكون صندوق التحكم من مجموعة من الدارات الكهربائية، ونخص بالذكر دارة التحكم في الشرارة، ودارة التحكم في عمل الصمام الكهرومغناطيسي، ودارة التحكم بعمل المحرك.

يتلقّى صندوق التحكم إشارات من أنظمة التحكم المختلفة من الحارقة؛ إذا توافرت جميع شروط تشغيلها، أو يوقفها عن عملها إذا فُقد أحد هذه الشروط حسب ظروف عملها داخل غرفة الاحتراق.

الشكل: (22) صندوق التحكم.

ويحتوي صندوق التحكم أيضًا على كبسة (REST) وتكون ظاهرة للخارج، وظيفتها إعادة عمله إلى الوضع الطبيعي عند حصول إخفاق في عملية تشغيل الحارقة من المرة الأولى، أما إذا تكرر فشل عمل الحارقة فلا بد من البحث عن الخلل وإصلاحه.

ويبين الشكل (22) صندوق التحكم.

ب- الخلية الكهروضوئية (Photo Cell):

وهي خلية تعمل على تحسس الضوء في غرفة الاحتراق، وإرسال إشارة إلى صندوق التحكم الذي ينفذ بدوره الإجراء المناسب؛ حسب الإشارة المرسلة إليه من الخلية الضوئية.

حيث تتمثل نظرية عمل الخلية الضوئية في المعدن الذي تُصنع منه عدسة الخلية وهي مادة سريعة التأثر بالضوء (هي كادميوم سلفر مغلف بغشاء موصل)، ومحاطة بغلاف عازل مثبت على جسم الحارقة. عند حدوث وهج الاحتراق المستمر فإن ذلك يؤثر في مقاومة سطح العدسة الذي ينظم إشارة قطع الكهرباء عن المحول الكهربائي، أمّا إذا فشل حدوث الاحتراق، فإنَّ مقاومة الخلية تكون مرتفعة جدًّا، ولا تسمح بمرور التيار الكهربائي، وبعد وقت معين من التشغيل يتوقف محرك الحارقة عن العمل؛ لذا يجب ألّا تقل شدة الإضاءة الناتجة من الاحتراق عن (80 lux).

أيضًا، فإنَّه لضمان عمل الخلية الكهروضوئية جيدًا؛ يجب تنظيفها بشكل دوري من السناج الذي قد يتراكم عليها ويعطل عملها، كذلك يجب التأكد من عدم حجبها عن الضوء الصادر من وهج الاحتراق، بالإضافة إلى أنَّه يجب تثبيتها على الحارقة في الموضع المخصص لها داخل غلاف

الحارقة؛ بحيث تكون مواجهة للّهب، ولا ينصح تقريبها أكثر من اللازم من اللهب حيث إنَّها تتعطل إذا تعرضت لدرجة حرارة أعلى من (60° C). ويبين الشكل (23) الخلية الضوئية.

الشكل (23): الخلية الكهروضوئية.

خزانات الوقود (Fuel Tanks)

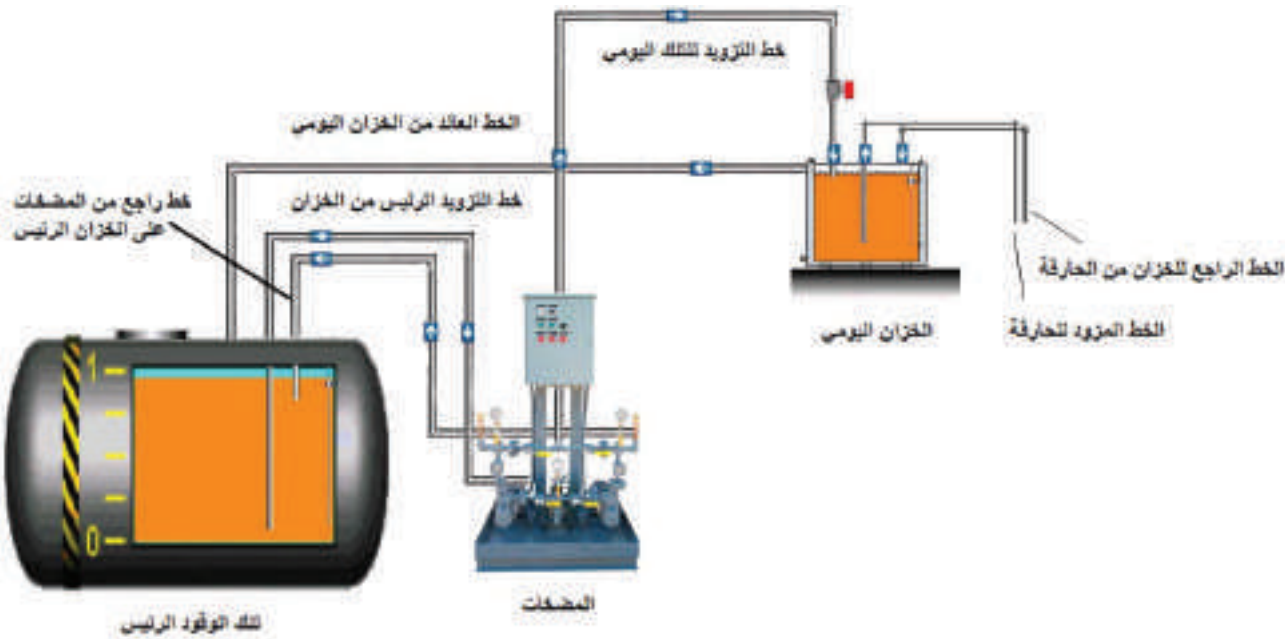
ويُخزَّن الوقود السائل في خزانات تحت سطح الأرض أو فوق سطح الأرض وبمواصفات خاصة تضمن عدم تلوث البيئة والحماية من الحريق حتى (5000 L).

1- أماكن تركيب خزانات الوقود (Where To Install Fuel Tanks)

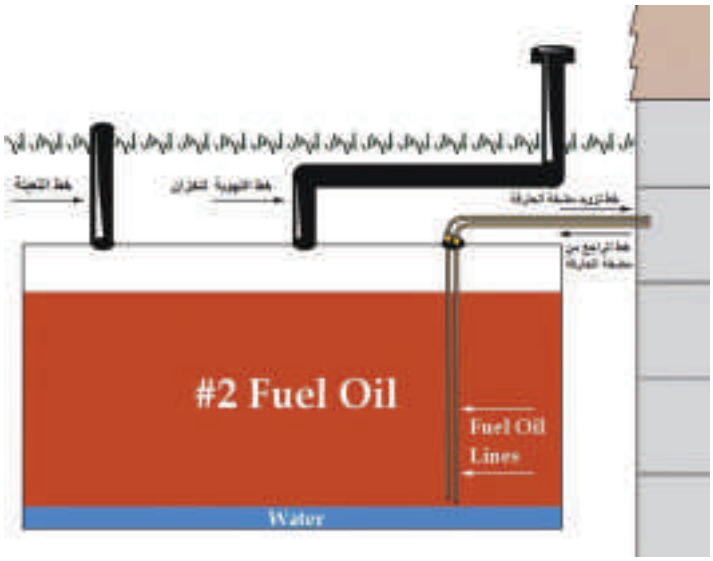
أ - خزانات فوق سطح الأرض (Fuel tank Above Ground).

ب- خزانات تحت سطح الأرض (Fuel tank Under Ground).

ويجري تخزين الوقود السائل في غرفة خاصة مستقلة قريبة من غرفة المرجل، يفصل بينهما جدار إسمنتي أو فاصل من الطوب الإسمنتي، وتكون الغرفة مجهزة بأدوات مقاومة الحريق، ولتوفير كمية أكبر من الوقود يتم التخزين في خزانات أسطوانية لا تقل سماكة الصاج فيها عن (6mm) تحت الأرض أو ضمن غرفة خاصة خارج المبنى المدفَّأ، وبناءً على شروط خاصة للبناء والتخزين تعمل على إمداد خزان وقود يومي سعته لا تزيد عن (1000 L) يُملَأ عند الحاجة بواسطة مضخة آلية؛ كما في الشكل (24)، والشكل (25) يبين خزان وقود تحت سطح الأرض.



الشكل (24): خزان وقود رئيس يزود خزان وقود يوميًّا.

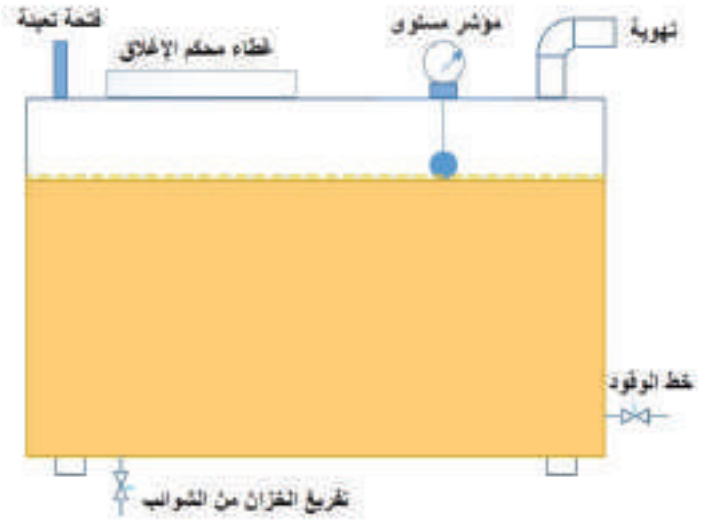


الشكل (25): خزان وقود تحت سطح الأرض.

ومن أجل الاستخدامات المنزلية؛ يُركَّب الخزان خارج المنزل حيث يوضَع خزان الوقود على قاعدة معدنية أو إسمنتية بارتفاع (10 cm)، ثم يُدهن بطلاء مانع للصدأ، يجب أن يكون بعيدًا عن مصدر المياه؛ لمنع تسرب مياه الأمطار للخزان، الأمر الذي يؤثر في عمل الحارقة؛ حيث إنَّ كثافة الماء أعلى من كثافة الوقود فيستقر الماء في قعر الخزان ويعمل على تلف مضخة الوقود، إن لم يجرِ التخلص من المياه المستقرة في قعر الخزان، وكذلك الخط الواصل للفلتر والمضخة في حينه.

2- خزانات الوقود السائل المنزلية (Household Liquid Fuel Tanks)

تُصنَّع خزانات الوقود السائل من ألواح من الفولاذ (الصاج الأسود) بسماكة (3mm)، وهي ذات سعات تتراوح بين (1000-2000 L)؛ حيث يخصص لكل منزل خزان. الشكل(26) يبين خزان الوقود المنزلي.



الشكل (26): خزان الوقود المنزلي

يحتوي خزان الوقود السائل على الفتحات الآتية:

1. فتحة تزويد الخزان بالوقود.
2. فتحة لتزويد الخط الواصل بالحارقة على ارتفاع لا يقل عن 5 سم أرضية الخزان؛ لتجميع الرواسب والمياه.
3. فتحة التهوية.
4. فتحة مؤشر الأنبوب العلام الشفاف، أو مؤشر خاص.
5. فتحة تنظيف للخزان من الرواسب.
6. غطاء الخزان.

3- خزانات الوقود الغازي المسال (Liquefied gas Fuel Tanks)

أ - خزانات الوقود الغازي فوق الأرض (Gas tank Above Ground).

تصنع خزانات الوقود الغازي المسال فوق سطح الأرض، ضمن مواصفات خاصة، تخضع لفحص الضغوط العالية، وتكون بأحجام متنوعة وأشكال مختلفة، ضمن اشتراطات خاصة تضمن السلامة العامة. كما في الشكل (27).

الشكل (27): خزان وقود غازي فوق الأرض.

ب- خزانات الوقود الغازي تحت الأرض (Gas tank Underground).

أمّا خزانات حفظ الغاز المسال تحت سطح الأرض، فتصنع تبعًا للمواصفات العالمية المعتمدة لتخزين الوقود الغازي المسال، حيث تخضع لفحص على ضغوط عالية عند صناعتها، وتوضَع في حفرة خاصة تُجهَّز وتُبنى من الإسمنت، بعيدًا عن المنزل، ويُركَّب عليها مقياس يبين ضغط التشغيل،

وضغط الخزان، وصمام الأمان، وخطوط التزويد؛ لتخدم العمارات السكنية ضمن ضوابط معينة، تحكمها اشتراطات خاصة من قبل مديرية الدفاع المدني مثل المعمول به في الأردن. انظر الشكل (28) يبين خزان وقود غازي تحت الأرض.

الشكل (28): خزان وقود غازي مُسال تحت الأرض.

- ابحث على الإنترنت عن أهم الأعطال التي تحدث للحارقة، وكيفية إصلاحها.
- ابحث على الإنترنت عن أهم المواصفات التي تحكم تخزين الوقود الغاز المسال للمنازل في الأردن.

1- ما الأنظمة الرئيسة في حارقات الوقود السائل؟

2- اشرح دور صندوق التحكم بعمل الحارقة.

3- تُعَد الخلية الضوئية أحد أكثر الضوابط كفاءة لمراقبة عملية الاشتعال في حارقات الوقود السائل، وضِّح ذلك.

4- بيِّن أنواع الفالات؛ من حيث شكل البخ.

5- عدِّد مكونات الفالة.

6- ارسم خزان الوقود المسال المستطيل، وعيِّن عليه الفتحات.

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

(1) في الفالة ذات المخروط المفرغ يكون شكل البخ مخروطًا ورأسه هو عين الفالة، مفرغًا من الداخل وتتركز الذرات على حواف ذلك المخروط. ( )

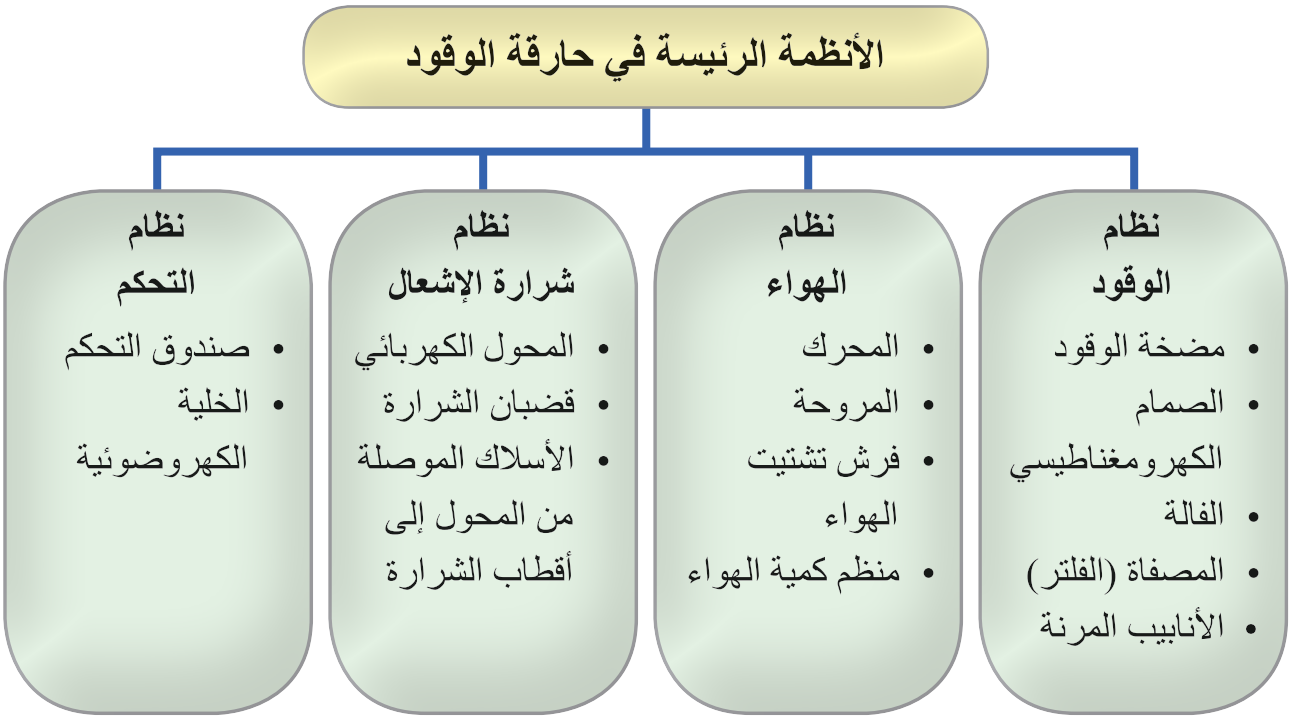
(2) الصمام الكهرومغناطيسي يعمل على إمداد الوقود وقطع إمداده؛ عند تلقيه إشارة من صندوق الضوابط. ( )

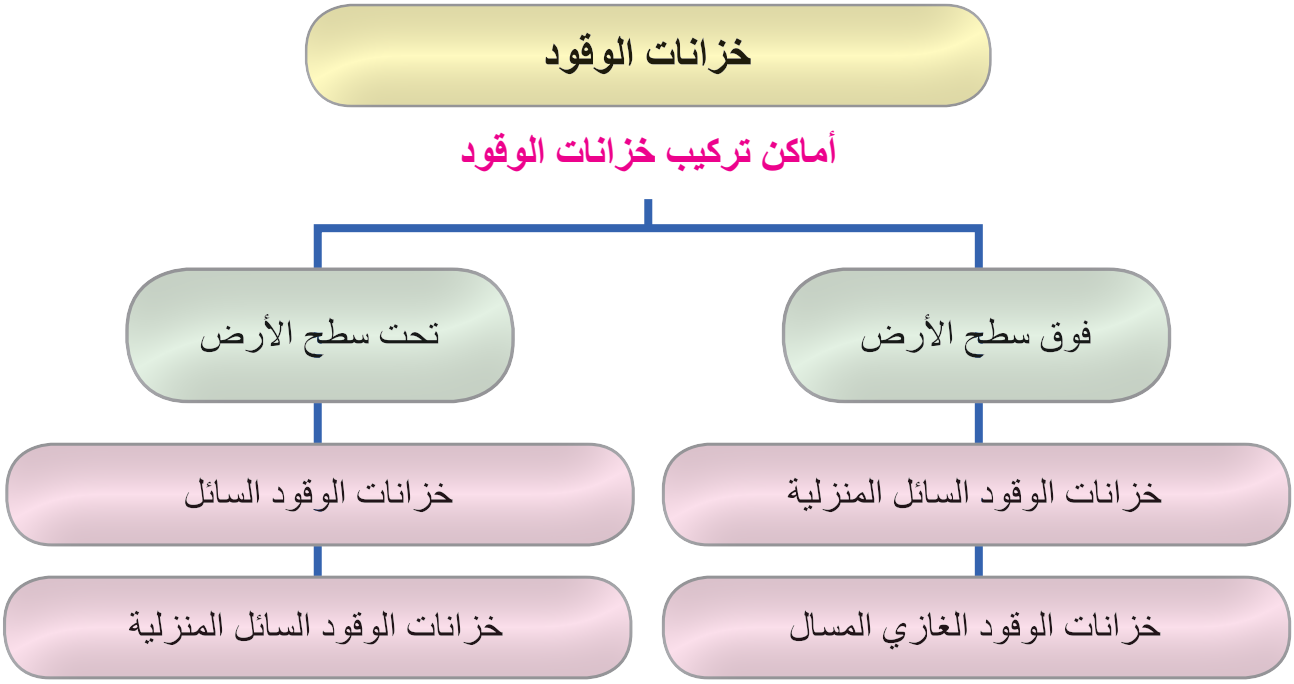
(3) في حال كانت غرفة الاحتراق دائرية أو مربعة؛ فإنَّ قياس زاوية الفالة يتراوح بين (70°-90°). ( )

(4) سرعة جريان الغازات داخل المرجل، ثم وصولها إلى المدخنة بدرجة حرارة مرتفعة تدعى عملية تسريب حرارة. ( )

(5) حارقات الضغط المرتفع تعمل على تعريض الوقود السائل لضغط عال نسبيًّا لا يقل عن (7 bar). ( )

الخريطة المفاهيمية





التمارين العملية:

تمرين رقم (2) فك الأجزاء الرئيسة لحارقة الوقود

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تفك الأجزاء الرئيسة لحارقة الوقود.
- تعيد تجميع الأجزاء.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1. حارقات وقود سائل متنوعة. 2. مفاتيح سداسية. 3. مفاتيح شق. 4. مجموعة مفكات مختلفة. 5. مفتاح فالات. 6. طاولة عمل.	1. قطعة قماش للتنظيف. 2. كمامات ورقية.

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 انزع صندوق الضوابط عن القاعدة كما في الشكل (1).	 الشكل (1).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
2 ـ افصل الكهرباء عن الحارقة، ثم قم بفصل محرك الحارقة، كما في الشكل (2).	 الشكل (2).
3 ـ انزع الصمام الكهرومغناطيسي عن مضخة السولا، كما في الشكل (3).	 الشكل (3).
4 ـ فُك مضخة السولار كما في الشكل (4).	 الشكل (4).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
5 ـ فُك اقطاب الشرارة كما في الشكل (5).	 الشكل (5).
6 ـ فُك محول الشرارة كما في الشكل (6).	 الشكل (6).
7 ـ فُك الخلية الضوئية كما في الشكل (7).	 الشكل (7).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
8 ـ أعد تجميع الأجزاء كما في الشكل (8).	الشكل (8).
ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- ما الهدف من إجراء التمرين؟

2- سمِّ الوصلة التي تجمع المحرك مع مضخة السولار.

3- ما تعليمات السلامة والصحة المهنية التي اتبعتها أثناء تنفيذ التمرين؟

التمارين العملية:

تمرين رقم (3) تركيب الحارقة على المرجل

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تقرأ كتيب التركيب ودليله.
- تُركِّب الكسكيت (مانع التسرب) الخاص للحارقة.
- تُركِّب الحارقة على المرجل.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1. حارقة وقود سائل. 2. مرجل تدفئة. 3. مفاتيح سداسية. 4. مفاتيح شق. 5. مجموعة مفكات مختلفة. 6. فلنجة خاصة بنوع الحارقة.	1. قطعة قماش للتنظيف. 2. مانع تسرب (اسبست). 3. براغي تثبيت للحارقة. 4. سولار.

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 ثبّت مانع التسرب على الفلنجة الخاصة بالحارقة كما في الشكل (1).	 الشكل (1).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
2 ـ ركِّب الفلنجة على المرجل كما في الشكل (2)، ثم اجمع الحارقة على المرجل كما في الشكل (3).	 الشكل (2). الشكل (3).
3 ـ صل خطَّي المزود والراجع الخاص بالحارقة على خط السولار الرئيس كما في الشكل (4).	 الشكل (4).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
4 ـ شغِّل الحارقة وراقب عملها.	
ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- ما الهدف من تنفيذ التمرين؟

2- بيِّن وظيفة المحرك في الحارقة.

3- سمِّ الوصلة التي تربط المحرك بكلٍّ من: المروحة، ومضخة الوقود.

4- وضِّح طريقة عمل الصمام الكهرومغناطيسي.

التمارين العملية:

تمرين رقم (4) تشخيص أعطال الحارقة وإصلاحها

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تكتشف العطل في الحارقة.
- تبدل القطع التالفة المسببة للعطل إن وجدت.
- تعيد ضبط الحارقة، وتعمل على إعادة تشغيل الحارقة.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1. حارقة وقود سائل. 2. مرجل تدفئة. 3. مفاتيح سداسية. 4. مفاتيح شق. 5. مجموعة مفكات مختلفة. 6. مفتاح فالات. 7. مفتاح أنابيب ("6).	1. قطعة قماش للتنظيف. 2. سولار. 3. فالة حسب القياس المطلوب.

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 شغّل الحارقة وراقب عملها، كما في الشكل (1).	 الشكل (1).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
2 ـ اكتشف العطل الذي أحدثه معلمك في الحارقة وحدده كما في الشكل (2).	 الشكل (2).
3 ـ عالج العطل بعد طلب القطع البديلة من معلمك إن لزم الأمر؛ كما في الشكل (3).	 الشكل (3).
4 ـ أعد تشغيل الحارقة كما في الشكل (4).	 الشكل (4).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
5 ـ اضبط عيار الحارقة؛ باستخدام ساعة عيار الوقود، ثم اضبط عيار الهواء كما في الشكل (5).	الشكل (5).
ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- ما الهدف من إجراء التمرين؟

2- ما وظيفة أقطاب الشرارة؟

3- بيِّن الغاية من تركيب منظم دخول الهواء للحارقة.

4- بيِّن كيف يتم الربط بين المحرك الكهربائي ومضخة الوقود.

التمارين العملية:

تمرين رقم (5)

قراءة المخطط الكهربائي لصندوق الضوابط، وإعادة توصيل أجزاء الحارقة، وربطها على قاعدة صندوق الضوابط؛ حسب المخطط المرسوم

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

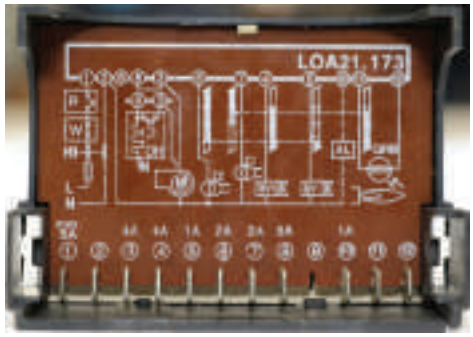
- تتعرف الرموز الخاصة بصندوق الضوابط.
- تقرأ المخطط الخاص بصندوق الضوابط.
- توصِل الأجزاء حسب المخطط المرسوم على قاعدة صندوق الضوابط.

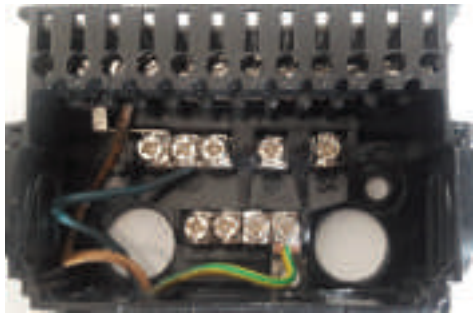
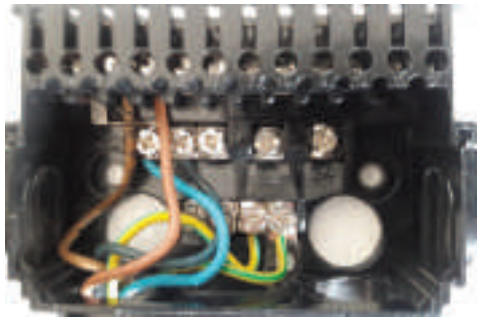
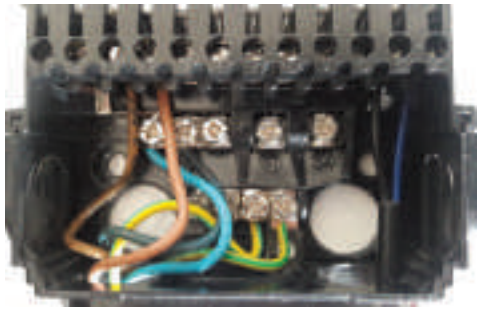
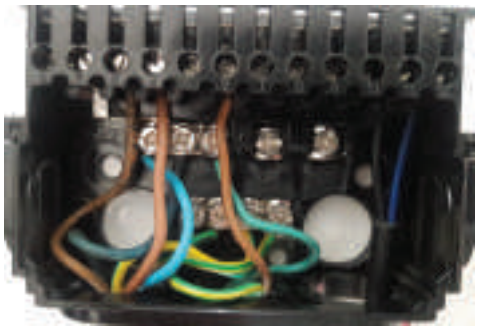
متطلبات تنفيذ التمرين

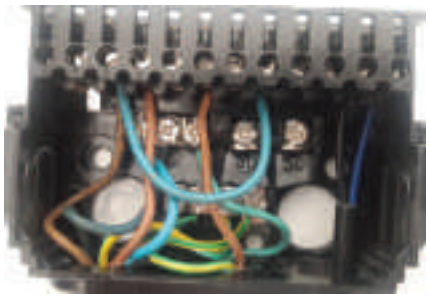
التجهيزات	المواد الأولية
1. حارقة وقود سائل. 2. مرجل تدفئة. 3. مجموعة مفكات مختلفة. 4. عراية أسلاك كهرباء. 5. قطاعة أسلاك. 6. مفاتيح أنابيب "8 "6.	1. قطعة قماش للتنظيف. 2. سولار. 3. تب عزل كهرباء.

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.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ ثبِّت أسلاك المحرك على القاعدة وفي مكانها الصحيح؛ حسب المخطط كما في الشكل (1).	

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
	 الشكل (1).
2 ـ ثبِّت أسلاك الصمام الكهرومغناطيسي كما في الشكل (2).	 الشكل (2).
3 ـ ثبِّت أسلاك الخلية الضوئية كما في الشكل (3).	 الشكل (3).
4 ـ ثبِّت الأسلاك الخاصة بمحول الشرارة كما في الشكل (4).	 الشكل (4).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
5 ـ ثبِّت وصلة سلك (Bridge) بين النقطة 3 والنقطة 8، كما في الشكل (5).	 الشكل (5).
6 ـ اطلب من معلمك التحقق من التوصيلات. ـ ثم صل طرفَي الأسلاك الخاصة بصندوق الضوابط بالمصدر الرئيس للكهرباء كما في الشكل (6).	الشكل (6).
7 ـ ركِّب صندوق الضوابط على القاعدة الخاصة، كما في الشكل (7). ـ ثم اكتب تقريرًا بما عملت في دفتر التدريب.	الشكل (7).
4 ـ شغِّل الحارقة وراقب عملها.	
ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- ما الهدف من إجراء التمرين؟

2- هل تختلف طريقة التوصيل في حال اختلفت الحارقة؟ وكذلك إذا اختلف صندوق الضوابط؟

التمارين العملية:

تمرين رقم (6) تركيب خزان الوقود السائل وملحقاته

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تحدد موقع تركيب خزان الوقود السائل.
- تركّب خزان الوقود وملحقاته.
- تصل خزان الوقود بخط الوقود الموصول إلى المرجل.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1. آلة تسنين الأنابيب. 2. ملزمة الأنابيب. 3. مفاتيح الأنابيب قياس "10 و"12. 4. خزان وقود. 5. قاعدة الخزان.	1. أنابيب سوداء حديد قياس"½. 2. قطع وصل مختلفة. 3. محبس "½. 4. أنبوب علام مع شد وصل نحاس. 5. سدة قياس"½. 6. سولار.

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 الخزان ثم ضع الخزان في المكان المحدد، وعلى القاعدة الخاصة.	
2 ـ ركّب قطع الوصل اللازمة نقاصه"¾ × "½ ثم نبل"½ ثم محبس"½ ثم كوع ستريت"½.	

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
ثم أدبتر أنثى "½،على الفتحة الثانية للخزان ركب محبسا صغيرا على الكوع ثم ركب شد وصل (مفرغ نحاس) ثم ركب انبوب (علام شفاف) بارتفاع الخزان. كما في الشكل (1).	الشكل (1).
3 ـ مدِّد خط تزويد بقطر "½الى اقرب نقطة الى موقع المرجل ثم ركب كوع"½ قائم، ثم ركب نبل "½، ثم ركب صمام قاطع الحريق مع فلتر، كما في الشكل (2).	الشكل (2).
4 ـ ركِّب نبل"½ ثم ركب قطعة (T) قياس "½. ثم ركب نبل "½ × "¼ على كلا طرفي قطعة (T).	
5 ـ صل الخط الخارج من الفلتر مع خط المُزوِّد في مضخة الوقود بقطعة (T)، وكذلك اشبك الخط الراجع في مضخة الوقود على قطعة (T) نفسها من الأعلى، كما في الشكل (3).	الشكل (3).
6 ـ افحص لتتأكد؛ إن كان هنالك تهريب.	
ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- ما الغاية من تركيب المحبس لخزان الوقود؟

2- بيِّن الهدف من تركيب أنبوب العلام للخزان.

3- ارسم خزان الوقود، وعيِّن عليه الفتحات مع تسميتها.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أستطيع تحديد اتجاه دوران مضخة السولار.			
2	أستطيع فَك أجزاء الحارقة.			
3	أستطيع إعادة تجميع الأجزاء.			
4	أستطيع تركيب الحارقة على المرجل.			
5	أستطيع تشخيص الأعطال وإصلاحها.			
6	أستطيع قراءة مخطط صندوق الضوابط، وتمييز الرموز وتوصيل أجزاء الحارقة حسب الرموز، وترقيمها على قاعدة صندوق الضوابط.			
7	أستطيع تركيب خزان الوقود وتوابعه.			

1- أكمل الفراغ في الجمل الآتية:

أ - تُعرَّف الحارقة بأنَّها ..... .

ب- يصل ضغط الوقود المستخدم في حارقات الوقود ذات الضغط المنخفض إلى ..... .

جـ- تجري معايرة ضغط وقود المضخة عن طريق ..... .

د - يتم اختيار الفالة تبعًا لثلاثة اعتبارات (أسباب) هي: 1- ..... . 2- ..... . 3- ..... .

هـ - إنَّ تصفية الوقود بدءًا من خزان الوقود وانتهاءً بفالة الوقود تجري بعد مروره بثلاث مراحل، هي:

1- ..... . 2- ..... . 3- ..... .

و - تتكون دائرة الهواء في الحارقة من عدة أجزاء رئيسة، هي: 1- ..... . 2- ..... .

3- ..... . 4- ..... .

ز - يكون التحكم بكمية الهواء المناسبة لإتمام عملية الاحتراق عن طريق ..... .

ح - تتوافر أنواع متعددة وأشكال متنوعة من منظمات التحكم بكمية الهواء، ومنها: 1- ..... .

2- ..... .

ط - يتم توزيع الهواء ونشره بوساطة المروحة عن طريق .....؛ وذلك ليسهل اختلاطه بالوقود المذرار، وإشعاله جيدًا.

ي - تتكون دائرة شرارة الإشعال في الحارقة من عدة أجزاء رئيسة، هي: 1- ..... . 2- ..... .

3- ..... .

ك - الجزء المسؤول عن تنظيم عمل الحارقة ويعد دائرة التحكم فيها، هو ..... .

ل - يتلخص عمل صندوق الضوابط في دائرة التحكم في ..... .

2- ما الاعتبارات التي تجب مراعاتها عند اختيار فالة تزويد الوقود؟

3- عدِّد الأجزاء التي تتكون منها دائرة شرارة الاشتعال، وبيِّن وظيفة كل جزء فيها.

- اذكر وظيفة واحدة لكل مما يأتي:

- الخلية الكهروضوئية.
- الصمام الكهرومغناطيسي.
- صندوق الضوابط.
- أقراص تشتيت الهواء.
- صندوق الضوابط.

4- وضِّح مبدأ عمل الحارقة.

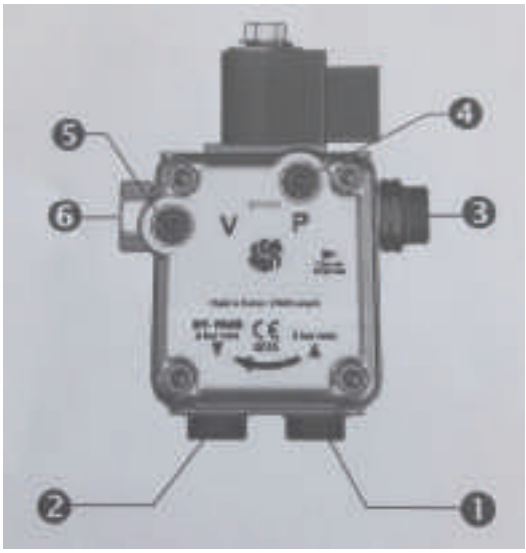
5- ما تأثير نقص الهواء في نوعية الاحتراق داخل غرفة المرجل؟

6- ارسم خزان الوقود السائل المنزلي؛ مبينًا عليه الفتحات والأجزاء.

7- قارن بين حارقات الوقود الغازي وحارقات الوقود المُسال؛ من حيث: الكفاءة ونتائج الاحتراق، ولون اللهب.

8- ما وظيفة أقطاب الشرارة في الحارقة؟

9- عيِّن على الرسم الآتي أجزاء مضخة السولار:



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

(1) في الفالة ذات المخروط المفرغ يكون شكل البخ مخروطًا ورأسه - وهو عين الفالة - مفرغًا من الداخل، وتتركز الذرات على حواف ذلك المخروط. ( )

(2) يعمل الصمام الكهرومغناطيسي على إمداد الوقود عند تلقيه إشارة من صندوق الضوابط، وعلى قطع إمداده كذلك. ( )

(3) في حال كانت غرفة الاحتراق دائرية أو مربعة؛ فإنَّ قياس زاوية الفالة يتراوح بين (90°-70°). ( )

(4) سرعة جريان الغازات داخل المرجل، ثم وصولها إلى المدخنة بدرجة حرارة مرتفعة تُدعى عملية تسريب حرارة. ( )

(5) تتميز حارقات الوقود الغازي المسال بأنَّها ذات احتراق نظيف؛ إذا قورنت بحارقات الوقود السولار. ( )

(6) تُصنَّع خزانات الوقود المنزلي بسماكة (1) ملم. ( )

الوحدة الخامسة

المضخات

(PUMPS)

- ما أنواع مضخات التدفئة؟ وما المواصفات الفنية التي تميز المضخات عن بعضها؟
- ما الأمور الواجب مراعاتها عند تركيب مضخات التدفئة؟

5

بعد أن تعرفت عزيزي الطالب في الوحدات السابقة معظم مكونات نظام التدفئة المركزية بالماء الساخن، سنتطرق في هذه الوحدة إلى المضخات التي تعمل بدورها على تدوير المياه داخل شبكة نظام التدفئة المركزية، وسنتعرف أنواعها، وأبرز مواصفاتها، وكيفية اختيار المضخة المناسبة للنظام؛ بالاعتماد على منحنيات الأداء لهذه المضخات، بالإضافة إلى تعرف أهم الأمور الواجب مراعاتها عند تركيب المضخات، وصيانتها في انظمة التدفئة المركزية التي تعمل بالماء الساخن.

النتاجات العامة للوحدة

يتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- تتعرف مضخات التدفئة المركزية، وتصنيفها.
- تذكر أجزاء المضخات الطاردة عن المركز، ومميزاتها.
- تحلل منحنيات الأداء الخاصة بالمضخات.
- تشرح مواصفات المضخات المستخدمة في أنظمة التدفئة .
- تعدد إجراءات الصيانة الدورية لمضخات أنظمة التدفئة.
- تشرح طرائق توصيل المضخات مع بعضها.
- تحدد الإجراءات الواجب مراعاتها عند تركيب المضخات.
- تتعرف المواصفات الكهربائية للمضخات.
- تشرح وسائل الأمان الكهربائية.

نتاجات الوحدة العملية

يتوقع منك بعد تنفيذ التمارين العملية المرتبطة بهذه الوحدة أن:

- تُركِّب المضخة الخاصة بالمبادل الحراري.
- تُركِّب مضخة التدوير الخاصة بالمرجل.
- تصنع ممرًّا جانبيًّا (Bypass) للمضخة.
- تجري صيانة على مضخات التدفئة المركزية.
- تراعي قواعد الصحة والسلامة المهنية.

انظر وتساءل

استكشف

اقرأ وتعلّم

الإثراء والتوسع

القياس والتقويم

الخريطة المفاهيمية

مضخات التدفئة المركزية

انظر وتساءل

- انظر الصورة الآتية، كيف تجري عملية تدوير المياه في شبكة أنابيب نظام التدفئة المركزية؟

استكشف

- برأيك عزيزي الطالب؛ ما إجراءات الصيانة الدورية الضرورية لمضخات أنظمة التدفئة؟ وما الإجراءات الفنية السليمة الواجب اتباعها عند تركيب مضخات أنظمة التدفئة؟

اقرأ وتعلّم

مضخة التدفئة المركزية: آلة هيدروليكية تعمل على تدوير المياه الساخنة داخل شبكة نظام التدفئة وتسريعها؛ حيث تستمد المضخة الطاقة من المحرك الكهربائي الموصول بها من خلال عمود الدوران، انظر الشكل (1).

الشكل (1): مضخة تدفئة مركزية.

1- مضخات التدفئة المركزية وتصنيفها:

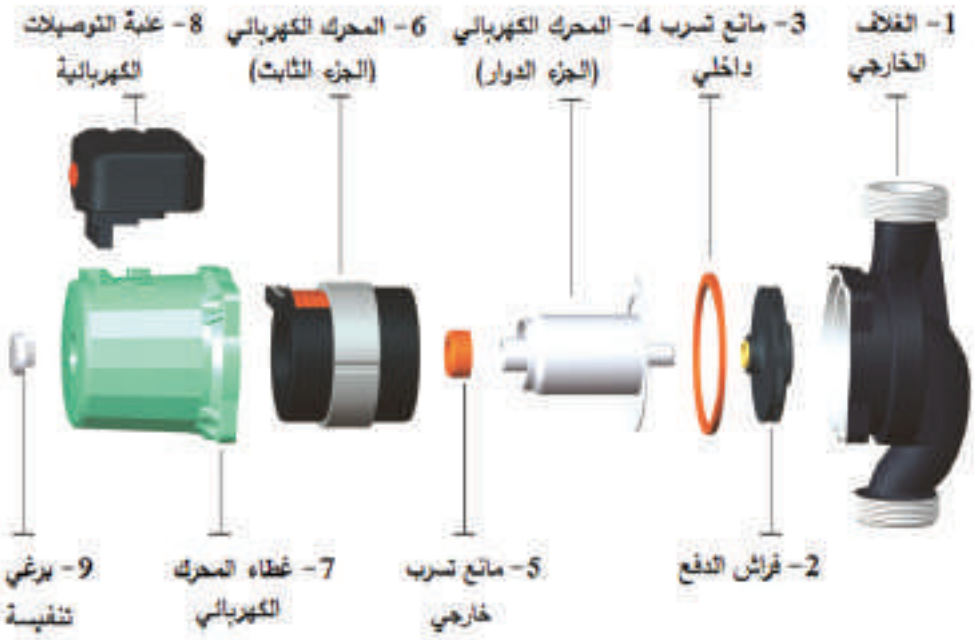
تستخدم المضخات في أنظمة التدفئة المركزية لتدوير الماء وزيادة سرعته؛ للتغلب على فواقد الاحتكاك (الهبوط في الضغط) المتولدة؛ بسبب مقاومة الأنابيب ومكونات نظام التدفئة لتدفق الماء بداخلها.

وتُصنَّف مضخات التدفئة المركزية حسب وظيفتها ومكان تركيبها إلى صنفين رئيسيْن، هما:

أ - **مضخات المرجل:** ووظيفتها تدوير الماء الساخن بين المرجل والمشعات الحرارية.

ب- **مضخات المبادل الحراري:** وتعمل هذه المضخات على دفع المياه الساخنة من المرجل إلى المبادل الحراري، أو من المبادل الحراري إلى نقاط الاستهلاك للاستخدام المنزلي، كالمغاسل وغيرها. ويفضل أن تكون فُرُش الدفع مصنوعة من البلاستيك المقوى أو من معدن لا يصدأ (Stainless Steel)؛ منعًا لتكوُّن الكلس الذي قد يحد من قدرتها على الدوران؛ ومن ثم يفضي هذا إلى تعطُّل المضخة. ويفضل ألّا تزيد درجة حرارة الماء الساخن للاستعمال البشري على (60°c).

ويُذكر أنَّ أكثر أنواع المضخات استعمالًا في أنظمة التدفئة المركزية: المضخة الطاردة عن المركز. وفي ما يأتي الأجزاء الرئيسة لهذه المضخة، انظر الشكل (2).



الشكل (2): أجزاء المضخة الطاردة عن المركز.

2- ميزات المضخة الطاردة عن المركز المستخدمة في نظام التدفئة:

أ - بسيطة التصميم.

ب- ذات كفاءة عالية.

جـ- تكلفتها منخفضة.

د - سهلة التركيب والتشغيل والصيانة.

هـ - انخفاض مستوى الضوضاء عند تشغيلها.

3- مواصفات المضخات:

أ - **كمية التدفق Q (التصريف):** وهي مقدار تصريف المياه المتدفقة من المضخة خلال مدة زمنية، ووحدة قياسها (m^3 /h، أو L /min ، أو L /s).

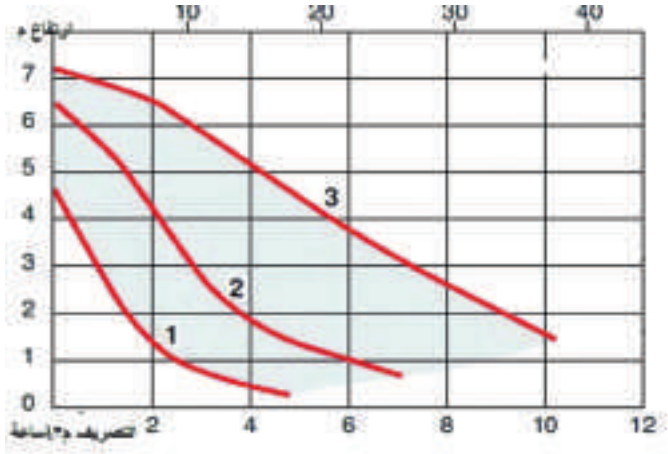
ب- ارتفاع المضخة H: وهو الارتفاع الرأسي الذي تحققه المضخة، ووحدة قياسه m.

جـ- قدرة المضخة W: وتحدد بالكيلوواط KW، أو بالحصان الميكانيكي hp؛ علمًا بأنَّ الحصان الميكانيكي = 0.746 كيلوواط.

4- منحنيات أداء المضخة وكيفية اختيارها:

يتم اختيار المضخة المناسبة للنظام اعتمادًا على منحنيات الأداء للمضخات التي توفرها الشركات الصانعة للمضخات، مثل: منحنيات قدرة المضخة، وكفاءتها، وكمية التدفق (التصريف) والضغط (الارتفاع).

ويبين الشكل (3) منحنى أداء لمضخة الذي يضم ثلاث سرعات خاصة بها، فمثلًا؛ إذا كان تدفق الماء يساوي ($4m^3/h$)؛ فهذا يعني أنَّ المضخة قادرة على رفع الماء مسافة 5 أمتار رأسيًّا إلى الأعلى عند تشغيلها على السرعة الثالثة.



الشكل (3): منحنى أداء لمضخة يضم ثلاث سرعات.

5- صيانة المضخات:

للحفاظ على أداء المضخات بكفاءة عالية، ولإطالة العمر التشغيلي لها؛ لا بد من صيانتها بصورة دورية ، حيث تشتمل إجراءات الصيانة المتبعة على ما يأتي:

أ - تزييت الفتحات الخاصة بالمضخة.

ب- فحص الوصلة المرنة للمضخات (Coupling) التي يكون فيها المحرك الكهربائي منفصلًا عن الجزء الميكانيكي.

جـ- التحقق من سلامة دوران فَراش المضخة.

د - معالجة الأعطال المُسبِّبة لتهريب المياه، وإصلاحها.

هـ- تنظيف المضخة بالغسل، ودفع المياه منها إلى خارج الشبكة؛ للتخلص من الأوساخ العالقة بها.

6- الأمور الواجب مراعاتها عند تركيب مضخات التدفئة المركزية:

أ - يمكن تركيب مضخات زيادة السرعة على الخط المزود أو الراجع؛ إذا كان المرجل في مستوى أدنى من المُشِعّات، ويجب تركيبها على الخط المُزوِّد؛ إذا كان المرجل في مستوى أعلى من المشعات.

أمّا مضخات تدوير الماء الساخن فيجب تركيبها على الخط الراجع؛ لأنَّ درجة الحرارة فيها أقل من الخط المُزوِّد، ومن ثَم نضمن عدم تكلس فراش المضخة وتعطلها.

ب- تركيب محابس قبل المضخة وبعدها؛ لغايات الصيانة والتبديل.

جـ- تركيب مؤشر ضغط (ساعة)؛ لبيان إذا كانت المضخة تعمل أم لا.

د- وضع محور المحرك الخاص بالمضخة على نحو أفقي؛ من أجل تزييت المضخة، والمحافظة على المحاور من الاهتراء السريع.

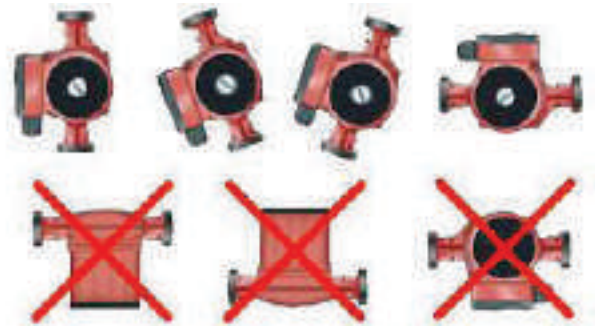
هـ- وصل خزان التمدد قبل المضخة، ثم المرجل كما مر معك سابقًا.

و- التأكد من صحة دوران المضخة كما هو مبين على جسم المضخة التي تدور بوساطة التيار ثلاثي الأطوار؛ لأنَّ وضع طور محل آخر يؤدي إلى الدوران بصورة عكسية.

ز- تركيب ردّاد لمنع الدوران العكسي؛ في حال تركيب أكثر من مضخة للغرض نفسه.

ح- مراعاة اتجاه السهم المثبت على جسم المضخة عند تركيبها.

ويبين الشكل (4) طرائق صحيحة وأخرى غير صحيحة لتركيب المضخات. وعليه؛ يتعين اتباع التعليمات الخاصة الصادرة عن الشركات الصانعة بشأن المضخة، وطريقة تركيبها وصيانتها، مع ملاحظة أنَّ محاور المضخات يجب أن تكون أفقية في الأوضاع جميعها.



الشكل (4): طرائق صحيحة وأخرى غير صحيحة لتركيب المضخات.

7- توصيل المضخات:

توصل المضخات على النحو الآتي؛ في حال استعمال أكثر من مضخة للشبكة:

أ - **التوصيل على التوازي:** حيث يكون التدفق (التصريف) في هذه الحالة يساوي حاصل جمع تدفق كل من المضختين، أمّا الضغط (الارتفاع) فيبقى ثابتًا.

ب- التوصيل على التوالي: حيث يكون التدفق (التصريف) ثابتًا، مع ضغط (ارتفاع) يساوي مجموع ضغوط المضختين.

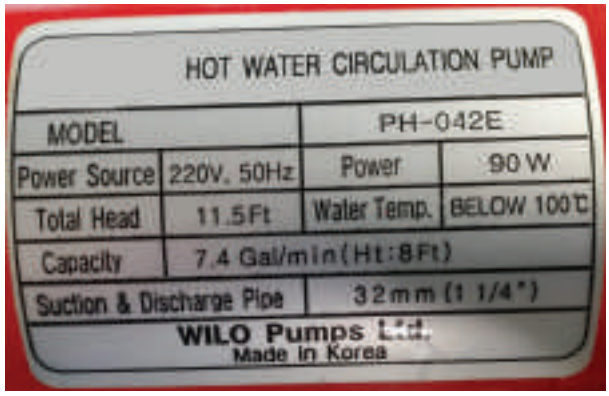
8- المواصفات الكهربائية للمضخات:

أ - تكون محركات المضخات إمّا أحادية الطور وإمّا ثلاثية الطور.

ب- تدار مضخات التدفئة بوساطة محركات ذات سرعات منخفضة تبلغ (1450 rpm) عند الضغط المنخفض، أو سرعات مرتفعة تصل إلى (2900 rpm) عند الضغط المرتفع.

جـ- يفضل استخدام المحركات ذات السرعات المنخفضة في نظام شبكات التدفئة المفتوح؛ نظرًا إلى نعومة (هدوء وانخفاض) صوتها عند التشغيل.

ويمثل الشكل (5) ملصقًا للبيانات الكهربائية للمضخة لإحدى الشركات المصنعة.



الشكل (5): ملصق البيانات الكهربائية للمضخة لإحدى الشركات المصنعة.

9- وسائل الأمان الكهربائية:

ومنها القواطع الكهربائية؛ حيث تُركَّب قواطع الأمان الكهربائية بهدف فصل الدائرة الكهربائية عند زيادة الحمل بغض النظر عن السبب، ويُركَّب منظم درجة حرارة (Thermostat) للتحكم في تشغيل المضخات، بخاصة في نظام التدفئة تحت البلاط، أمّا في ما يتعلق بالمحركات ثلاثية الطور؛ فإنَّه يُركَّب القاطعان التاليان للوقاية من ارتفاع استهلاك التيار:

أ - قاطع أمان في حال انفصال أحد الأطوار الثلاثة.

ب- قاطع أمان احتياطي للحمل الزائد (Overload)؛ بغية فصل الدارة الكهربائية عن المحرك، في حال استمرار المحرك في الدوران ، وارتفاع استهلاك التيار.

ابحث في شبكة الإنترنت عن أنواع وتصنيفات أخرى للمضخات، غير التي ذكرت في الدرس، واكتب تقريرًا عنها، واعرضه على زملائك في الصف.

1- عرِّف المفاهيم والمصطلحات الآتية:

أ - مضخة التدفئة المركزية.

ب- كمية تدفق (تصريف) المضخة.

جـ- ضغط (ارتفاع) المضخة.

2- أذكر الأجزاء الرئيسة للمضخة الطاردة عن المركز.

3- اذكر أهم إجراءات الصيانة الدورية المتبعة لمضخات أنظمة التدفئة.

4- وضِّح كيف يمكن الوقاية من ارتفاع استهلاك التيار الكهربائي، في المحركات الثلاثية الطور.

الخريطة المفاهيمية

التمارين العملية:

تمرين رقم (1) تركيب مضخة للمبادل الحراري

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تعي تعليمات الشركة المصنعة الواردة في الكتيب.
- تُركِّب المضخة بشكل صحيح.
- تتقن التوصيلات الكهربائية الخاصة بالمضخة.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1. مفاتيح أنابيب (مواسير) متعددة القياسات. 2. ملزمة أنابيب. 3. مضخة (للمبادل الحراري). 4. آلة تسنين. 5. مفك فحص كهربائي. 6. قطاعة أسلاك كهربائية. 7. متر قياس.	1. أنابيب حديد. 2. تفلون أو كتكت. 3. حشوات مانع تسرب للمضخة. 4. أسلاك كهربائية للتوصيل.

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.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ اقرأ التعليمات الخاصة بالمضخة، والواردة في كتيب الشركة الصانعة، ثم حدد المكان المناسب لتركيب المضخة، كما في الشكل (1).	 الشكل (1).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
2 ـ ركِّب محبسًا وشد وصل قبل المضخة وبعدها، انظر الشكل (2).	 الشكل (2).
3 ـ ضع حشوة مانع التسرب بين طرفَيْ شد الوصل، كما هو موضح في الشكل (3).	 الشكل (3).
4 ـ راعِ اتجاه السهم المثبت على جسم المضخة قبل تركيبها، ثم شُدَّ طرفَيْ شد الوصل كل بعكس الاخر، وإذا كانت المضخة مع الفلنجة فقم بتوصيلها بالبراغي، انظر الشكل (4).	 الشكل (4).
5 ـ صل المضخة بمصدر الكهرباء كما هو موضح في الشكل (5)، بعد فَك علبة التوصيلات الكهربائية الخاصة بالمضخة.	 الشكل (5).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
6 ـ افحص سرعة دوران المضخة، وتأكد من عدم وجود تسريب للماء، انظر الشكل (6).	الشكل (6).
ـ نظِّف موقع العمل، ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- ما أهمية السهم المرسوم على جسم المضخة؟

2- علل ما يأتي:

أ ـ تركيب محابس قبل المضخة وبعدها.

ب- تركيب الحشوات بين طرفي شد الوصل.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أعي تعليمات الشركة المصنعة الواردة في الكتيب.			
2	أركّب المضخة بشكل صحيح.			
3	أتقن التوصيلات الكهربائية الخاصة بالمضخة.			

التمارين العملية:

تمرين رقم (2) تركيب مضخة التدوير الخاصة بالمرجل

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تعي تعليمات الشركة المصنعة الواردة في الكتيب.
- تُركِّب المضخة بشكل صحيح.
- تتقن التوصيلات الكهربائية الخاصة بالمضخة.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1. مفاتيح أنابيب (مواسير) متعددة القياسات. 2. ملزمة أنابيب. 3. مضخة تدوير لمياه المرجل. 4. آلة تسنين. 5. مفك فحص كهربائي. 6. قطاعة أسلاك كهربائية. 7. متر قياس.	1. أنابيب حديد. 2. قطع وصل مختلفة 3. تفلون أو كتكت. 4. حشوات مانع تسرب للمضخة. 5. أسلاك كهربائية للتوصيل.

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.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 - اقرأ التعليمات الخاصة بالمضخة الواردة في كتيب الشركة الصانعة، ثم حدد المكان المناسب لتركيب المضخة، وجهِّز العُدد والأدوات، كما في الشكل (1).	 الشكل (1).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
2 ـ حدد قياسات الأنابيب المطلوبة، ثم نفِّذ التركيبات كما هو مبين في الشكلين (2)، و(3).	 الشكل (2). الشكل (3).
3 ـ شغِّل المضخة وراقب عملها مع مراعاة تشغيل المرجل، وراقب عمل نظام التدفئة، كما هو موضح في الشكل (4).	 الشكل (4).
ـ نظِّف موقع العمل، ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- ما وظيفة مضخة تدوير مياه التدفئة في المرجل؟

2- أين تُركَّب مضخة التدوير الخاصة بمياه المرجل؟ ولماذا؟

3- علِّل العبارة الآتية: "يجب عمل ممر جانبي (Bypass) للمضخة".

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أعي تعليمات الشركة المصنعة الواردة في الكتيب.			
2	أركِّب المضخة بشكل صحيح.			
3	أُتقن التوصيلات الكهربائية الخاصة بالمضخة.			

التمارين العملية:

تمرين رقم (3) عمل ممر جانبي (Bypass) للمضخة

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تتعرف فائدة الممر الجانبي (Bypass) للمضخة.
- تصنع ممرًّا جانبيًّا للمضخة.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1. مفاتيح أنابيب (مواسير) متعددة القياسات. 2. ملزمة أنابيب. 3. مضخة تدوير لمياه المرجل. 4. آلة تسنين. 5. مفك فحص كهربائي. 6. قطاعة أسلاك كهربائية. 7. متر قياس.	1. أنابيب حديد. 2. قطع وصل مختلفة 3. تفلون أو كتكت. 4. حشوات مانع تسرب للمضخة. 5. أسلاك كهربائية للتوصيل.

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 المكان المناسب لتركيب المضخة، وصِلْها على الخط الرئيس كما تعلمت مسبقا، مراعيًا تركيب محبس ووصلة (T) قبل المضخة وبعدها، كما في الشكل (1).	 الشكل (1).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
2 ـ ركّب نبلًا وكوعًا على طرف وصلة (T) من الأعلى ومن الأسفل، انظر الشكل (2).	الشكل (2).
3 ـ أكمل تمديد الممر الجانبي كما هو مبين في الشكل (3) مراعيًا تركيب محبس في هذا الممر.	الشكل (3).
4 ـ شغّل النظام وتأكد من سلامة التوصيلات وعدم وجود تسريب، مستخدمًا الخط الرئيس في المرة الأولى ثم الممر الجانبي في المرة الثانية.	
ـ نظّف موقع العمل، ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- ما الفائدة من عمل الممر الجانبي للمضخة؟

2- ارسم الممر الجانبي وتوصيلاته كما نفذته في التمرين.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أتعرف فائدة الممر الجانبي (Bypass) للمضخة.			
2	أصنع ممرًّا جانبيًّا للمضخة.			

التمارين العملية:

تمرين رقم (4) صيانة مضخات التدفئة

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تُجري الصيانة اللازمة لمضخة التدفئة.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1. مفاتيح أنابيب (مواسير) متعددة القياسات. 2. مضخة تدفئة. 3. مفك فحص كهربائي. 4. مفاتيح سداسية. 5. مفك عادي رفيع. 6. فرشاة سلك.	1. قطعة قماش للتنظيف.

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 تأكد من سلامة المكثف، ووصول التيار الكهربائي إلى المضخة. 2 ـ فُكَّ البرغي الموجود على الوجه الأمامي إلى المضخة، كما هو موضح في الشكل (1).	 الشكل (1).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
3 ـ تأكد من دوران العضو الدوار للمضخة، انظر الشكل (2).	 الشكل (2).
4 ـ في حال عدم دوران العضو الدوار نفِّذ ما يأتي، انظر الشكل (3): - افصل الكهرباء عن المضخة، وأغلق المحابس الموجودة قبل المضخة وبعدها. - فُكَّ براغي تثبيت جسم المضخة وأدِرْ فَراش المضخة يدويًّا، ونظِّفه من الكلس. - أعد توصيل الكهرباء؛ للتأكد من دوران الفراش، ثم افصل الكهرباء مرة أخرى. - اجمع أجزاء المضخة، وافتح المحابس، وأعد توصيل التيار الكهربائي. - تحقق من دوران المضخة، ثم ركِّب البرغي في مكانه على الوجه الأمامي للمضخة.	 الشكل (3).
5 ـ بدِّل المضخة التالفة المضخة جديدة مماثلة لها في المواصفات؛ في حال عدم عمل المضخة القديمة، كما في الشكل (4).	 الشكل (4).
- نظِّف موقع العمل، ثم اجمع العُدد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص. - اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- ما الخطوات التي اتبعتها لتنفيذ الصيانة الدورية لمضخة التدفئة؟

2- اذكر تعليمات السلامة والصحة 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	أُجري الصيانة اللازمة لمضخة التدفئة المركزية.			

1- علِّل العبارات الآتية:

أ - يُفضَّل أن يكون فَراش الدفع في مضخات المياه الساخنة مصنوعًا من معدن لا يصدأ.

ب- يُفضَّل استخدام المحركات ذات السرعات المنخفضة في شبكات التدفئة ذات النظام المفتوح.

جـ- يجب تركيب مضخات تدوير المياه الساخنة على الخط الراجع.

د - تركيب محابس على المضخة من جهة المدخل والمخرج.

هـ - تركيب مؤشر ضغط (ساعة) على مضخات التدفئة.

و - يُركَّب مع المضخة ردّاد في حال تركيب أكثر من مضخة للغرض نفسه.

ز - وضع محور المحرك الخاص بالمضخة على نحو أفقي.

2- أجب بِـ (نعم) أو (لا) إزاء العبارات الآتية:

أ - تعد المضخات الطاردة عن المركز الأقل استخدامًا في أنظمة التدفئة المركزية.

ب- تُصنَّف مضخات التدفئة المركزية إلى صنفيْن رئيسيْن، هما: مضخات المرجل، ومضخات المبادل الحراري.

جـ- من عيوب المضخات الطاردة عن المركز أنَّها صعبة الصيانة.

د - عند توصيل المضخات على التوازي؛ فإنَّ التدفق (التصريف) يساوي حاصل جمع تدفق كل منهما.

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

(1) يُفضَّل ألّا تزيد درجة حرارة الماء الساخن للاستعمال البشري على:

أ - 40° C.

ب- 50° C.

جـ- 60° C.

د - 70° C.

(2) يقاس تدفق (تصريف) المضخة بوحدة:

أ - m^3 /h.

ب- L /min.

جـ- L /s.

د - جميع ما ذكر.

(3) واحدة من الآتية تمثل وحدة تحديد قدرة المضخة تجاريًّا:

أ - الحصان الميكانيكي (hp).

ب- الجول (J).

جـ- النيوتن (N).

د - لا شيء مما ذكر.

(4) عند توصيل المضخات على التوالي؛ فإنَّ:

أ - التدفق (التصريف) يبقى ثابتًا.

ب- التدفق (التصريف) يساوي حاصل جمع تدفق كل منهما.

جـ- الضغط (الارتفاع) يساوي ضغط المضخة الصغرى.

د - لا شيء مما ذكر.

(5) أكثر أنواع المضخات استعمالًا في أنظمة التدفئة المركزية هو:

أ - المضخة الترددية.

ب- المضخة الطاردة عن المركز.

جـ- المضخة الدوارة.

د - لا شيء مما ذكر.

الوحدة السادسة

المُبادِلات الحرارية
(Heat Exchanger)

- لماذا نَستخدم المُبادِلات الحرارية؟
- ما نوع المُبادِل الحراري الأكثر انتشارًا واستخدامًا في شبكات التدفئة بالماء الساخن؟

6

يعد الحصول على ماء ساخن بدرجة حرارة دون درجة الغليان، وبخاصة في فصل الشتاء من الأمور المهمة جدًّا لاستخدامها وتوزيعها إلى القطع الصحية المختلفة (الموزعة في المطبخ والحمامات)، فلذلك تستخدم عدة أنواع من السخّانات للوصول إلى هذه النتيجة، مثل السخان الكهربائي، والسخان الغازي، والسخان السريع، وفي أنظمة التدفئة يُستخدم عوضًا عنها ما يُسمى بالمُبادِل الحراري.

انظر وتساءل

استكشف

النتاجات العامة للوحدة

يتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- تتعرّف أنواع المُبادِلات الحرارية المختلفة.
- تختار المُبادِل الحراري الأنسب لنظام التدفئة بالماء الساخن.
- تحدد فتحات المُبادِل الحراري.
- تركّب المُبادِل الحراري.
- توصّل خطوط المُبادِل الحراري.
- تفحص المُبادِل الحراري.

اقرأ وتعلّم

الإثراء والتوسع

القياس والتقويم

الخريطة المفاهيمية

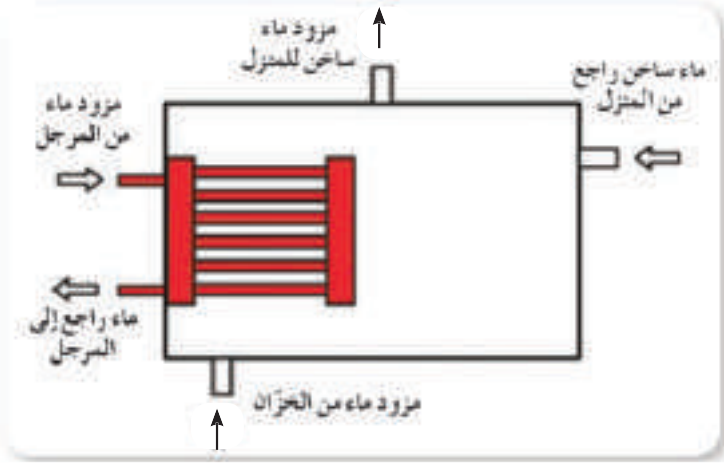
المبادلات الحرارية

انظر وتساءل

- انظر الصورة الآتية وتساءل: لماذا توضع الخضار والفواكه واللحوم والألبان في الثلاجات (البرّادات) المنزلية؟

استكشف

- في الشكل الآتي مبادل حراري ذو الأسطوانة والأنبوب، لماذا يجب توصيل خط راجع من الماء الصحي (ماء ساخن راجع)؟



يطلق اسم المُبادِل الحراري على كل جهاز يجري فيه مائعان سواء كانا متجانسين أم مختلفين، وهذان المائعان يجريان داخل الجهاز إما جريانًا متوازيًا (عندما يجريان باتجاه واحد)، أو متعاكسًا (عندما يجريان باتجاهين متضادين)، والمائعان يختلفان في درجتَي حرارتهما، ويتبادلان الحرارة دون اختلاطها.

يعتمد معدل انتقال الحرارة بين الموائع داخل المُبادِل الحراري على ما يأتي:

أ - الفرق بين درجة حرارة المائع الساخن والمائع البارد.

ب- سرعة تدفق الموائع داخل المُبادِل الحراري.

جـ- مساحة سطح التبادل الحراري.

د - معامل التوصيل الحراري لسطح المُبادِل الحراري.

هـ - نظافة سطح التبادل الحراري (عدم وجود كلس مترسب على أسطح التسخين).

و - العزل الحراري الخارجي للمبادل الحراري.

تصنيف المُبادِلات الحرارية:

تصنّف المُبادِلات الحرارية إلى أنواع عدة؛ تبعًا للوظيفة، واتجاه الجريان، والشكل والتصميم.

1- تصنيف المُبادِلات الحرارية حسب الوظيفة:

يمكن تصنيف المُبادِلات الحرارية؛ تبعًا للوظيفة إلى الآتي:

أ - **المسخنات (Heaters):** وفي هذه المُبادِلات يُستخدم مائع ساخن لتسخين مائع بارد.

ب- المبردات (Coolers): وفي هذه المُبادِلات يُستخدم مائع بارد لتبريد مائع ساخن.

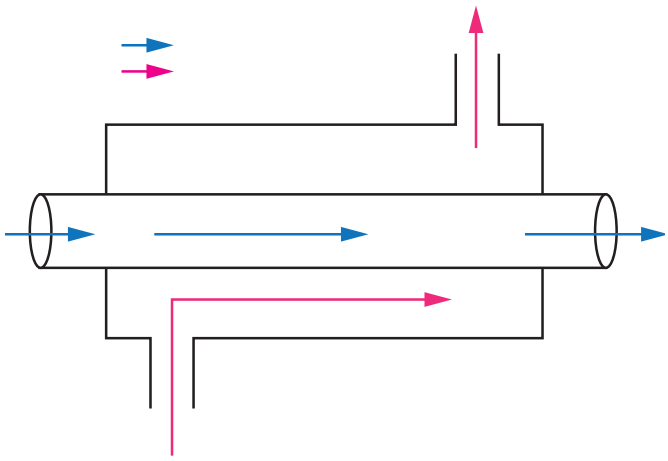
جـ- المكثفات (Condensers): وهي تستخدم لتكثيف البخار أو الغاز إلى الحالة السائلة؛ من خلال امتصاص الحرارة الكامنة، وإزالتها للتبخير.

د – المبخرات (Evaporators): وتُستخدم هذه المُبادِلات لتبخير السائل أو المائع من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية أو البخار.

2- تصنيف المُبادِلات الحرارية حسب اتجاه الجريان:

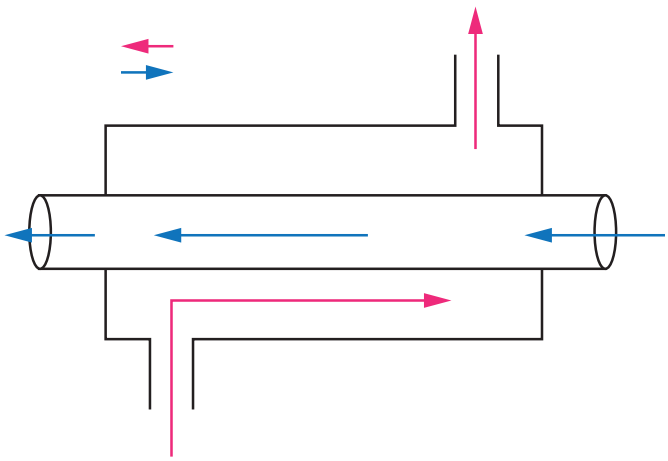
تصنّف المُبادِلات الحرارية؛ تبعًا لاتجاه الجريان إلى ما يأتي:

أ - **الجريان المتوازي (Parallel Flow):** وفيه يكون جريان المائعيْن بالاتجاه نفسه؛ كما في الشكل (1).



الشكل (1): الجريان المتوازي للمائعيْن.

ب- الجريان المتعاكس (Counter Flow): وفيه يكون جريان المائعيْن متعاكسًا، والشكل (2) يبيِّن هذا النوع من المُبادِلات.



الشكل (2): الجريان المتعاكس للمائعيْن.

3- تصنيف المُبادِلات الحرارية حسب الشكل والتصميم:

تصنّف المُبادِلات الحرارية؛ تبعًا للشكل والتصميم إلى ما يأتي:

أ - **مبادلات حرارية ذات أنبوب مزدوج (Double Pipe Heats Exchanger):** ويتكون هذا

النوع عادةً من أسطوانة خارجية وداخلها إمّا أسطوانة، وإمّا أنبوب. وسنتطرق إلى ثلاثة أمثلة على هذا النوع وهي:

1. **المُبادِل الحراري ذو الأسطوانتين:** ويتكون هذا النوع من أسطوانتين: أولاهما: خارجية يتدفق بها الماء البارد القادم من الخزان الرئيس، والثانية: داخلية يتدفق بها ماء ساخن قادم من المرجل، وفيها يجري تبادُل الحرارة بين الماء البارد والماء الساخن.

ويحتوي هذا النوع على الفتحات الآتية:

أ . فتحة دخول المياه الساخنة القادمة من المرجل.

ب. فتحة خروج المياه الساخنة إلى المرجل.

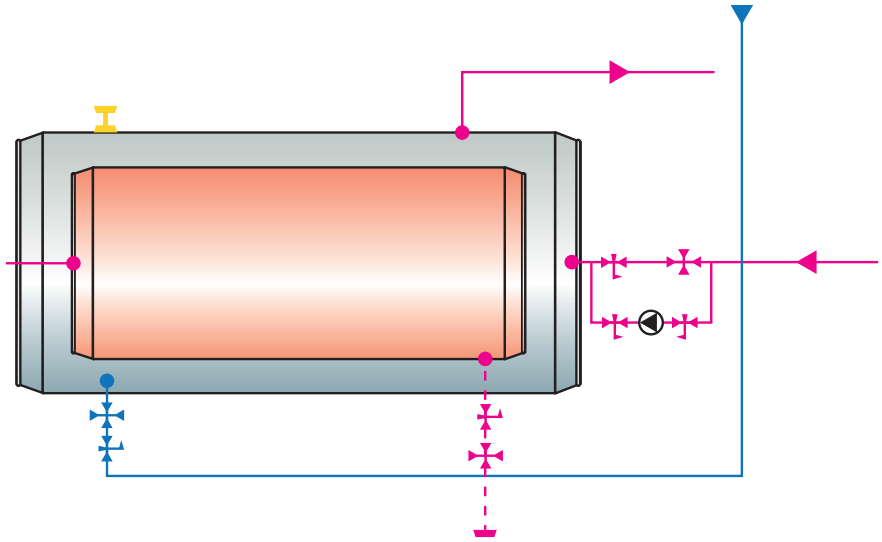
جـ. فتحة تزويد المُبادِل الحراري بالمياه الباردة، القادمة من خزان الماء البارد الرئيس.

د . فتحة خروج المياه الصحية المسخنة، الذاهبة إلى المرافق الصحية داخل البناء.

هـ. فتحة خط راجع المياه الصحية المسخَّنة.

و . فتحة تهوية.

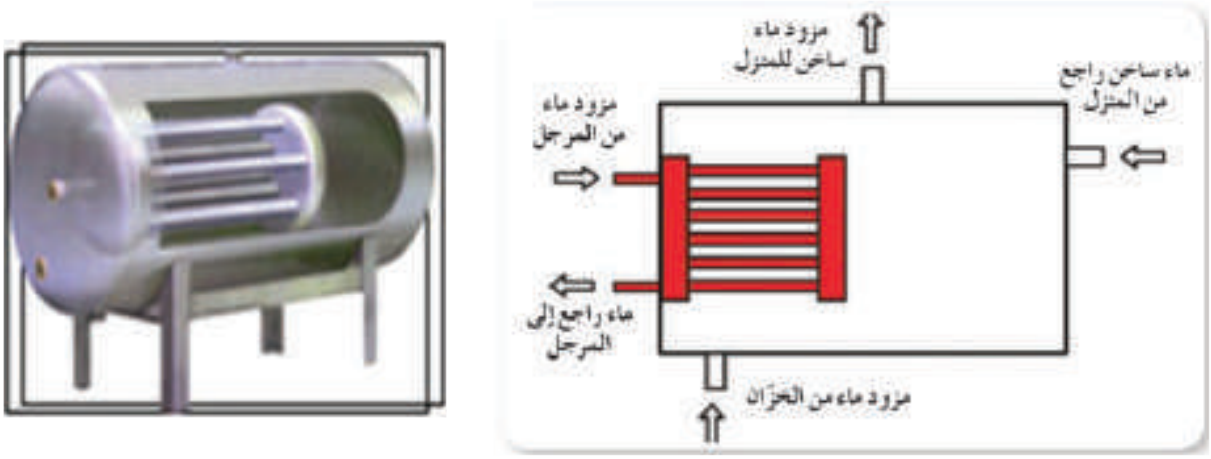
ويبيِّن الشكل (3) هذا النوع من المُبادِلات الحرارية.



الشكل (3): المُبادِل الحراري ذو الأسطوانتين.

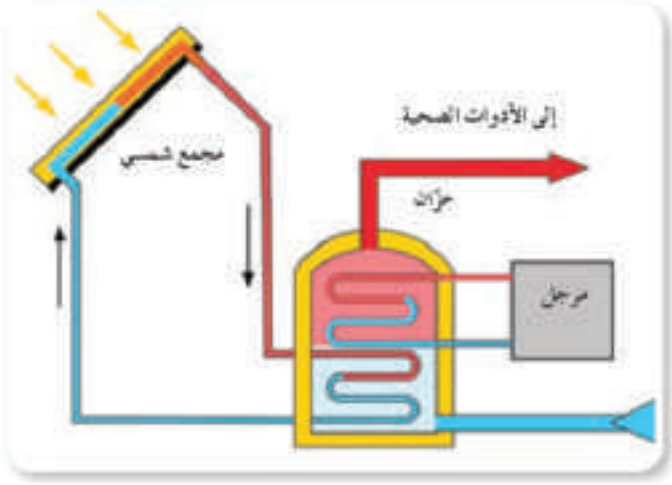
2. **المُبادِل الحراري ذو الأسطوانة والأنبوب:** يمتاز هذا النوع من المُبادِلات الحرارية بسعة تخزينية أكبر من سابقه، ويتكون من أسطوانة خارجية يتدفق بها الماء البارد المراد تسخينه، وأنبوب أو مجموعة من الأنابيب يتدفق بها الماء الساخن القادم من المرجل.

ويوضِّح الشكل (4) هذا النوع من المُبادِلات الحرارية.



الشكل (4): المُبادِل الحراري ذو الأسطوانة والأنبوب.

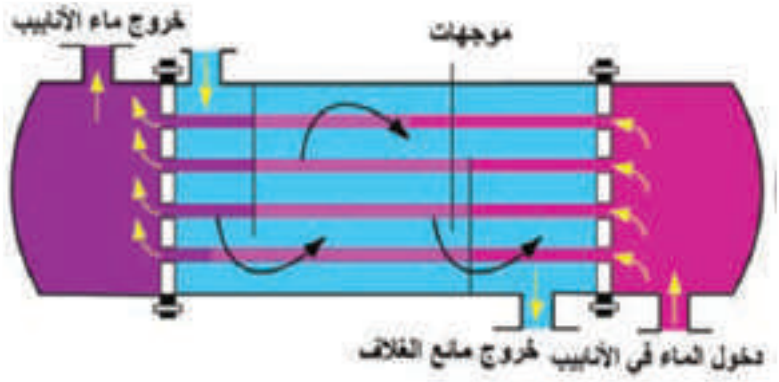
3. **المُبادِل الحراري ذو الأسطوانة وأنبوبي التسخين:** في هذا النوع أسطوانة واحدة تحتوي على الماء البارد المراد تسخينه، وعلى أنبوبين للتسخين، أحدهما يتدفق إليه الماء الساخن من المرجل، والآخر يتدفق إليه الماء من السخان الشمسي. والشكل (5) يوضِّح هذا النوع من المُبادِلات.



الشكل (5): المُبادِل الحراري ذو الأسطوانة وأنبوبي التسخين.

ب- المُبادِلات الحرارية ذات الغلاف الأنبوبي (Shell and Tubes Heat Exchangers): يتكون هذا المُبادِل من أسطوانة كبيرة داخلها مجموعة من الأنابيب؛ حيث يتدفق المائع داخل الأسطوانة

الخارجية، والمائع الآخر من خلال الأنابيب، ويُستخدم في العمليات الصناعية المختلفة بهدف التبريد، أو التسخين، أو تكثيف البخار. ويمثل الشكل (6) هذا النوع من المُبادِلات الحرارية.

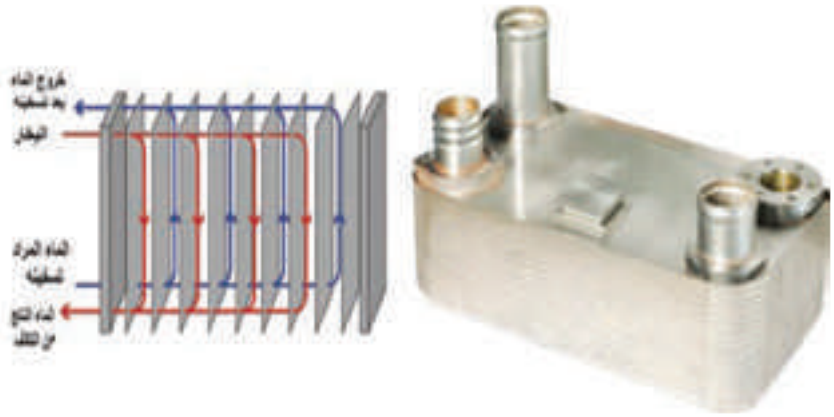


الشكل (6): المُبادِل الحراري ذو الغلاف والأنابيب.

فـائـدة:

تحتوي الأسطوانة على عوارض عمودية على الأنابيب، تعمل على زيادة طول مسار التبادل الحراري؛ لزيادة معدل انتقال الحرارة.

جـ مبادلات حرارية ذات صفائح (Plates Heat Exchangers): يتكون هذا النوع من مجموعة الصفائح؛ فكلما زادت قدرة المُبادِل الحراري زاد عدد الصفائح. ويبيِّن الشكل (7) المُبادِل الحراري ذا الصفائح.



الشكل (7): المُبادِل الحراري ذو الصفائح.

تركَّب المُبادِلات الحرارية المنزلية الخاصة بأنظمة التدفئة المركزية داخل غرفة المرجل في موقع مناسب، وهذه المُبادِلات إمّا أن تكون من النوع الذي يركب رأسيًّا، وإمّا النوع الذي يركب أفقيًّا،

وتُحمل على حمّالات معدنية قوية تثبت على الجدران أو على الأرض، أو على الجدران والأرض معًا، وتُركَّب عليها مضخة (مضخة للتدوير) والمحابس والهواية، ويوصل المُبادِل الحراري بشبكة التدفئة وشبكة المياه الساخنة المنزلية، ويعزل بمواد العزل الحراري مثل: الفيبرجلاس أو الصوف الصخري، ويتوافر في السوق مبادلات حرارية معزولة بمادة الفوم ولا يحتاج لعزلها بعد تركيبها. ويبيِّن الشكل (8) المُبادِل الحراري مع شبكة التدفئة.

الشكل (8): نظام تدفئة بالمياه الساخنة يحتوي على مبادل حراري.

- اطّلع مع زملائك على نظام التدفئة الموجود في مدرستك، وتتبَّع خطوط المُبادِل الحراري.
- ابحث عن أنواع أخرى للمبادلات الحرارية، واستخداماتها.

1- صنِّف المُبادِلات الحرارية؛ تبعًا لوظيفتها.

2- ارسم مبادلًا حراريًّا موضِّحًا عليه الفتحات.

3- بيِّن الفرق بين الجريان المتوازي والجريان المتعاكس في المبادلات الحرارية بالرسم.

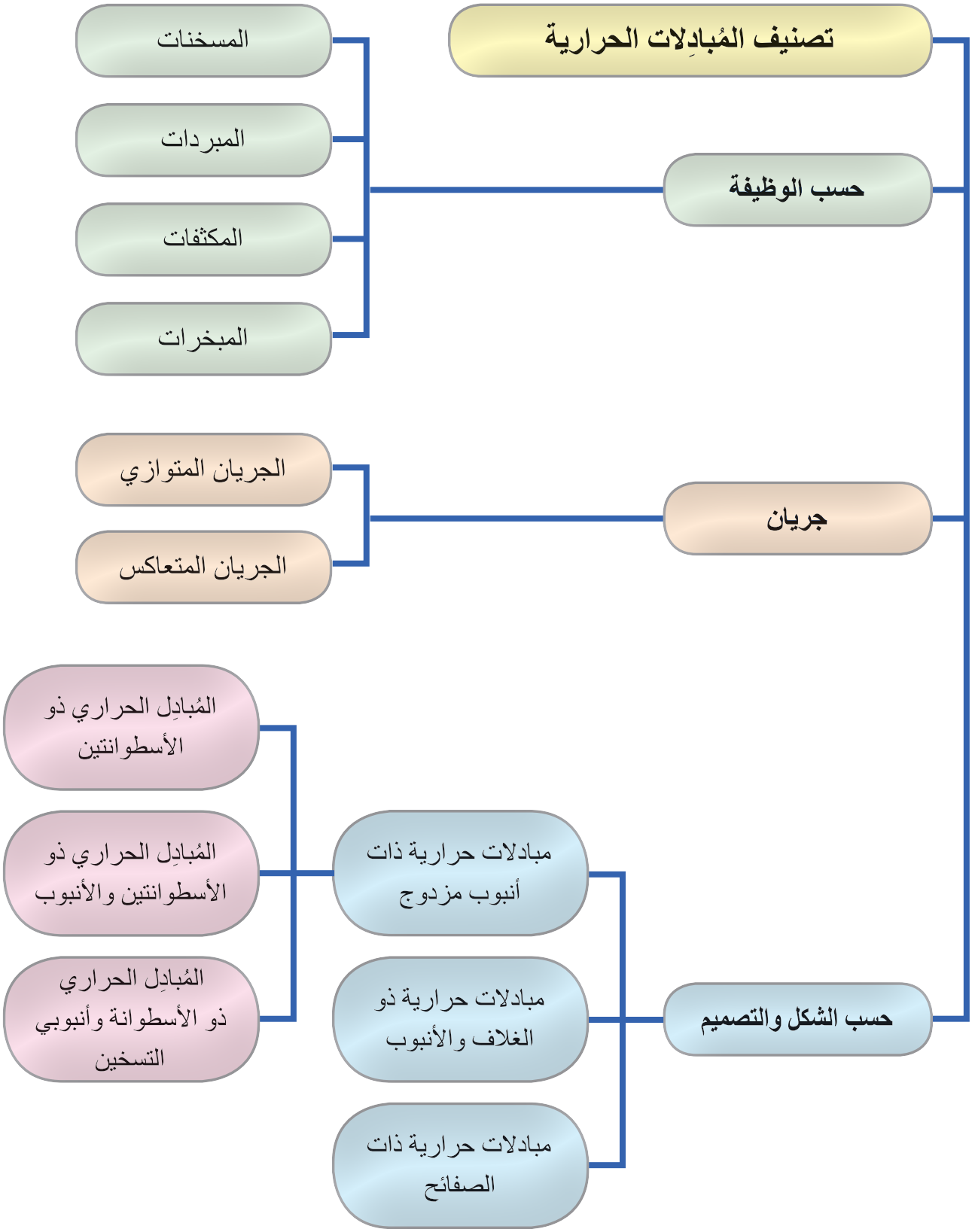
4- ضع إشارة (√) أمام العبارة الصحيحة، وإشارة (×) بجانب العبارة غير الصحيحة:

(1) في المُبادِل الحراري المستخدم في أنظمة التدفئة يكون الهدف منه تبريد ماء الصحي. ( )

(2) الجريان المتعاكس يجري فيه المائعان بالاتجاه نفسه. ( )

(3) يجب عزل المُبادِل الحراري لزيادة انتقال الحرارة منه إلى الجو المحيط. ( )

(4) يُعد المُبادِل الحراري ذو الأسطوانة والأنبوب ذا سعة تخزينية قليلة؛ مقارنة مع بقية المُبادِلات. ( )


تصنيف المُبادِلات الحرارية
حسب الوظيفة
المسخنات
المبردات
المكثفات
المبخرات
جريان
الجريان المتوازي
الجريان المتعاكس
حسب الشكل والتصميم
مبادلات حرارية ذات أنبوب مزدوج
مبادلات حرارية ذو الغلاف والأنبوب
مبادلات حرارية ذات الصفائح
المُبادِل الحراري ذو الأسطوانتين
المُبادِل الحراري ذو الأسطوانتين والأنبوب
المُبادِل الحراري ذو الأسطوانة وأنبوبي التسخين

التمارين العملية:

تمرين رقم (1) تحديد فتحات المُبادِل الحراري ذي الأسطوانتين وفحصه

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

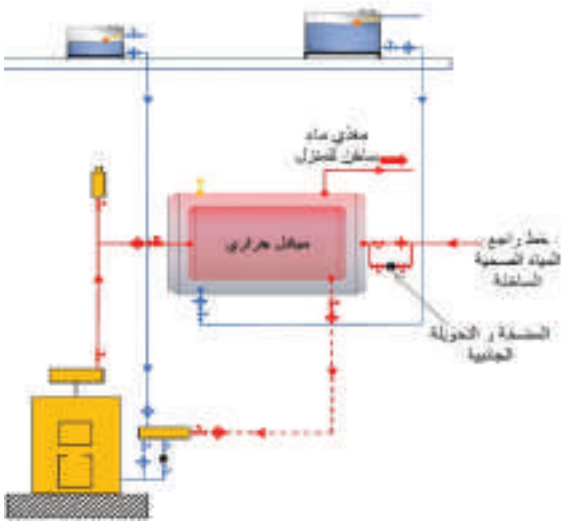
- تحدد فتحات الأسطوانة الداخلية.
- تحدد فتحات الأسطوانة الخارجية.
- تميِّز فتحات الأسطوانة الداخلة من فتحات الأسطوانة الخارجية من الشكل الخارجي.

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
1. مضخة فحص يدوية. 2. مبادل حراري ذو أسطوانة داخلية وخارجية. 3. ضاغط هواء (مضخة هواء).	1. سلك معدني.

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.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 - لا بد من أن تتأكد من عدد فتحات المُبادِل الحراري (الأفقي، العمودي) وعددها ست فتحات، كما هو موضّح بالشكل (1). وهي: • فتحتان لدخول ماء المرجل، وخروجه من الأسطوانة الداخلية. • فتحة تزويد الماء البارد من الخزان الرئيس. • فتحتان تزويد الصحي وراجع الصحي. • فتحة لتركيب الهواية الأوتوماتيكية.	 الشكل (1).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
2 ـ حدد فتحات الأسطوانة الداخلية أو الخارجية بواحدة من هذه الطرائق: • بقطع الوصل المركبة على المُبادِل الحراري (النبل والمفّة)، وتكون المفّة (المسننة من الداخل) للأسطوانة الخارجية، والنبل (والمسنن من الخارج) للأسطوانة الداخلية كما في الشكل (2). • أدخِل سلكًا معدنيًّا في إحدى الفتحات، فإمّا أن يخرج من الفتحة المقابلة، وإمّا أن يصطدم بالأسطوانة الداخلية. • استخدم الهواء المضغوط (كمبرسر الهواء) فيضخ من فتحة، ونلاحظ خروجه من أي فتحة. • ضُخَّ ماء بطريقة الهواء نفسها، وتأكد من الفتحة التي يدخل منها والتي يخرج منها، ونكرر هذه الخطوات لتحديد بقية الفتحات. كما في الشكل (3).	 الشكل (2). الشكل (3).
ـ اكتب تقريرًا مفصلًا عمّا نفَّذته في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- بيّن كيف تحدد فتحات المُبادِل الحراري ذي الأسطوانتين.

2- عن طريق شكل المُبادِل الحراري الخارجي؛ وضّح كيف تميِّز بين فتحات الأسطوانة الداخلية والخارجية؟

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

(1) ليس من الضروري إيصال ماء المراجل إلى الأسطوانة الداخلية. ( )

(2) تكون الفتحات المبتدئة بنبل مسنن للأسطوانة الخارجية. ( )

(3) تُركَّب الهواية الأوتوماتيكية على أعلى نقطة في المُبادِل الحراري. ( )

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أحدد فتحات الأسطوانة الداخلية.			
2	أحدد فتحات الأسطوانة الخارجية.			
3	أتمكن من تمييز فتحات المُبادِل الحراري من الشكل الخارجي للمبادل الحراري.			

التمارين العملية:

تمرين رقم (2) تركيب المبادِل الحراري ذي الأسطوانتين، وتركيب ملحقاته، ووصله مع الشبكة

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن:

- تركِّب المُبادِل الحراري على قاعدته سواءً كان أفقيًّا أم عموديًّا.
- توصِّل ملحقات المُبادِل الحراري عليه وفحصه.
- تشبك المُبادِل الحراري مع شبكة التدفئة بالماء الساخن وشبكة الصحي للمنزل.

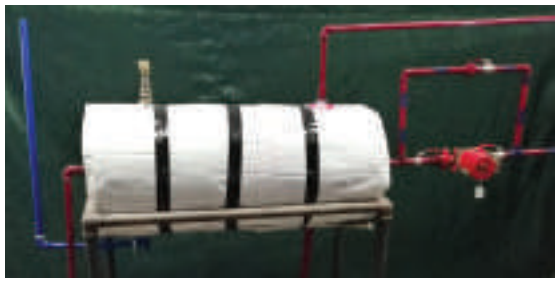
متطلبات تنفيذ التمرين

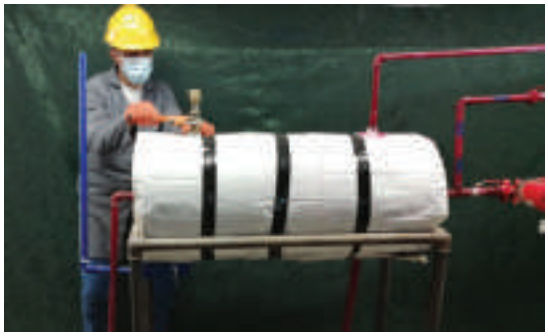
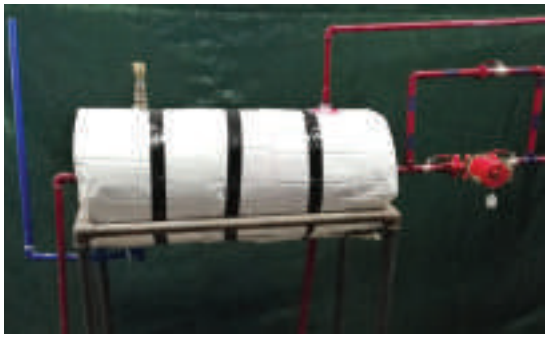
التجهيزات	المواد الأولية
1. مضخة فحص الشبكات اليدوية. 2. مبادل حراري (أفقي وعمودي). 3. مضخة مياه ساخنة (مضخة خطية). 4. مفاتيح أنابيب. 5. عُدد توصيل الأنابيب (معدنية وبلاستيكية). 6. متر معدني. 7. ميزان الماء.	1. قطع وصل مختلفة وحسب نوع الأنابيب (معدنية، بلاستيكية). 2. حمّالة المُبادِل الحراري (أفقيًّا) أو قاعدة (عموديًّا). 3. كتكت. 4. دهان أساس.

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.
- أمِّن منطقة العمل جيدًا، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 ـ اختر المكان المناسب للمبادل الحراري؛ حسب نوعه (إنْ أفقيًّا أو عموديًّا)، كما في الشكل (1).	

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
	 الشكل (1).
2 ـ ثبِّت الحامل بشكل أفقي باستخدام ميزان ماء (إذا استخدمت المُبادِل الحراري الأفقي)، كما في الشكل (2).	 الشكل (2).
3 ـ ركِّب القاعدة للمبادل الحراري في المكان المخصص؛ إذا كان المُبادِل عموديًّا. 4 ـ ضع المُبادِل الحراري على الحامل أو القاعدة بشكل صحيح. 5 ـ ركِّب ملحقات المُبادِل الحراري في أماكنها الصحيحة: (نبل، شد وصل، محبس). كما في الشكل (3).	 الشكل (3).
6 ـ افحص الأسطوانة الداخلية بواسطة مضخة فحص الشبكات التي استخدمتها في الأول الثانوي عن طريق شبك خرطوم المضخة في الفتحة (دخول ماء بالمرجل إلى الأسطوانة الداخلية)، وإغلاق فتحة خروج ماء المرجل بواسطة سدادة، ويتم ضغط الأسطوانة الداخلية إلى ضغط يساوي (3-4 bar) ومدة (4-6) ساعات، وفي حال انخفض الضغط على الساعة؛ فهذا يدل على وجود تسريب. كما في الشكل (4).	 الشكل (4).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
7 ـ كرِّر الخطوات السابقة نفسها مع الأسطوانة الخارجية، وذلك من خلال شبك الخرطوم بإحدى الفتحات وإغلاق الفتحات الثلاث الأخرى، ونضغط الأسطوانة الخارجية بضغط من (3-4 bar) ومدة (4-6) ساعات. كما في الشكل (5).	 الشكل (5).
8 ـ بعد التأكد من الأسطوانتين الداخلية والخارجية، ومن أنه لا يوجد تسرب؛ وصِّل الاسطوانة الداخلية مع المرجل (شبكة التدفئة)، والأسطوانة الخارجية مع شبكة المياه الصحية للمنزل، وركِّب المضخة الخطية. وتُركِّب الهواية الأوتوماتيكية في أعلى نقطة. كما في الشكل (6). 9 ـ وصِّل خط الماء البارد القادم من الخزان الرئيس بالمُبادِل الحراري، كما في الشكل (6).	   الشكل (6).

التقويم

1- هل يمكن تبديل الأسطوانة الداخلية بالأسطوانة الخارجية في عملية الشبك مع شبكة التدفئة؟

2- ما الغاية من تركيب خط راجع للصحي؟

3- ما الهدف من فحص الأسطوانة الداخلية والخارجية للمبادل الحراري؟

4- لماذا يُفضَّل أن تُركَّب مضخة الماء الساخن على خط راجع الصحي وليس المزوِّد؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أركِّب المُبادِل الحراري على الحامل أو القاعدة.			
2	أفحص الاسطوانة الداخلية بواسطة مضخة فحص الشبكات.			
3	أركِّب قطع الوصل (ملحقات المُبادِل الحراري).			
4	أركّب مضخة الماء الساخن.			
5	أشبك المُبادِل الحراري مع شبكة التدفئة وشبكة الصحي، ومع الخزان الرئيس (خزان الماء).			

1- اذكر وظيفة المبادل الحراري بشكل عام.

2- عدِّد أنواع المبادلات الحراري حسب اتجاه الجريان.

3- ارسم المبادل الحراري ذا الأسطوانتين، ووضِّح عليه الفتحات الست.

4- لماذا يجري توصيل خط راجع من مياه الصحي (الحمامات والمطابخ) إلى المبادل الحراري؟

5- علل ما يأتي:

أ - تركيب هواية تلقائية في أعلى نقطة في المبادل الحراري.

ب- وجود حواجز في المبادل الحراري ذو الغلاف والأنابيب.

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

(1) في المبادل الحراري ذي الأسطوانتين تكون مياه المرجل داخل الأسطوانة الخارجية. ( )

(2) يُزوَّد المبادل الحراري بالماء البارد عادةً من أعلى المبادل الحراري. ( )

(3) في المبادل الحراري يجري التبادل الحراري بين المائعين؛ بشرط اختلاطهما. ( )

7- أيُّهما يمتاز بسعة تخزينية أكبر: المبادل الحراري ذو الأسطوانتين أم المبادل الحراري ذو الأسطوانة والأنبوب؟

8- صنّف المبادلات الحرارية؛ تبعًا للوظيفة.

9- أكمل العبارات الآتية:

أ - عندما يجري المائعان في الاتجاه نفسه يُسمّى هذا الجريان ..... .

ب- الهدف الأساسي للمبادلات الحرارية هو تبادل الحرارة بين مائعين مختلفين في درجة الحرارة بشرط ..... اختلاطهما .

جـ- في المبادلات الحرارية ذات الصفائح تزداد قدرة المبادل الحراري كلما ..... عدد الصفائح .

10- علام يعتمد معدل انتقال الحرارة بين الموائع داخل المبادل الحراري؟

11- بيّن كيف تميّز بين فتحات الأسطوانة الداخلية والخارجية؛ من الشكل الخارجي للمبادل الحراري.

12- ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

(1) يُستخدم المبادل الحراري المنزلي بهدف:

أ - تبريد مياه الصحي.

ب- تسخين مياه الصحي.

جـ- معالجة مياه الصحي.

د - لا شيء مما ذكر.

(2) يتم عزل المبادلات الحرارية من الخارج بهدف:

أ - زيادة انتقال الحرارة من المبادل الحراري إلى الهواء الخارجي.

ب- الحد من انتقال الحرارة من المبادل الحراري إلى الهواء الخارجي.

جـ- إعطاء منظر جمالي.

د - جميع ما ذكر.

مسرد المصطلحات

المصطلح المقابل بالانجليزية	المصطلح بالعربية
Air Venting	إخلاء الهواء
Aluminum Radiator	مشعات حرارية المنيوم
Atmosphere	ضغط جوي
Automatic Air Vent	هواية تلقائية
Boiler	المرجل
Boiler Capacity	قدرة المرجل
Boiler Efficiency	كفاءة المرجل
Boiler Heating Surfaces	سطوح التسخين للمرجل
Boilers Rooms	غرف تركيب المرجل
Cast Iron Radiator	مشعات حرارية حديد السكب
Cast-Iron Boilers	مراجل حديد السكب
Central Heating With hot water	تدفئة مركزية بالماء الساخن
Closed Expansion Tank	خزّان تمدّد مغلق
Coal-Boilers	المراجل التي تعمل بالوقود الصلب (مراجل الفحم)
Collector	مجمع
Condensers	المكثفات
Coolers	المبردات
Cross flow	الجريان المتعامد
Diesel-Boilers	المراجل التي تعمل بالوقود السائل (الديزل)
Direct Heating Surfaces	سطوح التسخين المباشر
Domestic Hot Water	مياه ساخنة عذبة
Equivalent Length	الطول المكافئ
Evaporators	المبخرات
Expansion	تمدّد
Fan Convector	مشعات حرارية قسرية
Fire-Tube Boilers	مراجل أنابيب اللهب
Gas-Boilers	المراجل التي تعمل بالوقود الغازي

المصطلح المقابل بالانجليزية	المصطلح بالعربية
Heat Exchanger	المبادلات الحرارية
Heaters	المسخنات
Heating Pumps	مضخات التدفئة المركزية
High-Pressure Boilers	مراجل الضغط العالي
Impeller	الفراش الدفّاع
Indirect Heating Surfaces	سطوح التسخين غير المباشر
Latent heat	حرارة كامنة
Low-Pressure Boilers	مراجل الضغط المنخفض
Nipple	نبل
One Pipe System	نظام خط واحد
Open Expansion Tank	خزّان تمدّد مفتوح
Parallel flow	الجريان المتوازي
Pump	المضخة
Pump Casing	غلاف المضخة
Pump Motor	محرك المضخة
Radiator	مشع
Rotating Shaft	عمود الدوران
Safety Valve	صمام أمان
Sensible heat	حرارة محسوبة
Stainless steel Radiator	مشعات حرارية مقاومة للصدأ
Steel Boilers	المراجل الفولاذية
Steel Radiator	مشعات حرارية فولاذية
Thermal Shock	الصدمة الحرارية
Two Pipe System	نظام خطين
Under Floor Heating	تدفئة تحت البلاط
Union	شد وصل
Water Level	مستوى ماء
Water-Tube Boilers	مراجل أنابيب الماء

مسرد المصطلحات

المصطلح بالعربية	المصطلح المقابل بالانجليزية
خلية ضوئية	Photocell
الحارقة النفاثة	Gun-Type oil Burner
الوصلة المرنه	COUPLING
منظم عيار الهواء	AIR ADJUSTMENT
بوابة دخول الهواء	AIR DAMPER
الأنبوب المزود	BLAST TUBE
الهيكل	FRAME
نظام الوقود	System Fuel
مضخة الوقود	Pump Fuel
تروس (مسننات)	Gears
ذات المرحلة الواحدة	single Stage Fuel Pump
ذات المرحلتين	Two Stage Fuel Pump
الفوهة (السبطانة)	BLAST TUBE
اسلاك اقطاب الشرارة	Spark Electrodes Wire
نظام الهواء	Air System
نظام التحكم	Control System
صندوق الضوابط	Control Box
شمعة	Lux
منظم درجة الحرارة	Thermostat
الفالة	Nozzle
فرش حلزونية (فرش تشتيت الهواء)	Spiral Shape
اعادة تشغيل	Reset
محول الشرارة	Transformer
اقطاب الشرارة	Electrodes
المحرك الكهربائي	Electric motor
المخروط المفرغ	Hollow
المخروط المصمت	Solid

المصطلح بالعربية	المصطلح المقابل بالانجليزية
مصفاة الوقود (الفلتر)	Fuel Filter
الانابيب المرنة	Flexible Fuel Tubes
المخروط المصمت المفرغ	Semi Solid
مروحة طاردة عن المركز	valve Solenoid
مروحة طاردة عن المركز	Centrifugal Fan
نظام شرارة الاشتعال	Spark Ignition System
اسلاك اقطاب الشرارة	Spark Electrodes Wire
وقود سائل	Liquid Fuel
وقود غازي	Gas Fuel
خزان وقود	Fuel Tank
اماكن تركيب خزانات الوقود	Where To Install Fuel Tanks
خزان وقود يومي	Daily Fuel Tank
خزانات سولار فوق سطح الارض	Fuel tank Above Ground
خزانات سولار تحت سطح الارض	Fuel tank Under Ground
خزانات الوقود الغازي فوق الارض	Gas tank Above Ground
خزانات الوقود الغازي تحت الارض	Gas tank Under-ground

قائمة المراجع

1- الداهوك، إياد (2014). نظم التدفئة. الأردن: مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع.

2- بعاج، علاء الدين (1989). الرسم الهندسي لطلاب الهندسة ميكانيكية. حلب: جامعة حلب.

3- وزارة التربية والتعليم (2013). الرسم الصناعي تخصص التدفئة المركزية والأدوات الصحية. الأردن: إدارة المناهج والكتب المدرسية/ وزارة التربية والتعليم.

4- وزارة الأشغال العامة والإسكان (1990). دستور البناء الأردني كود التدفئة المركزية. الأردن: وزارة الأشغال العامة والإسكان.

5- ونوس، يوسف عبدو (2004). المرجع الكامل في تدفئة وتكييف المباني. دمشق: دار شعاع للنشر والعلوم.

6- كتاب العلوم الصناعية الخاصة والتدريب العملي التدفئة والادوات الصحية

7- دليل مهندس التدفئة مارتن غارمز ترجمة الدكتور معن العظمة

8- كتيب حارقات الديزل الاقتصادية مهندسون مستشارون (معمار)

9- كتيب الفالات و مشاكل الاحتراق في حارقات السولار المهندس احمد الكيلاني

المراجع الاجنبية

1- Heating and hot water services in Buildings. David Kut

2- M. A.Alsaod, Mahmoud A.Hammad (2011). Heating and Air Conditioning for Residential Buildings. Jordan: Ajial Press.

3- ASHRAE (2017). Handbook Fundamental. USA: ASHRAE.

تم بحمد الله تعالى