



مؤسسة التدريب المهني
مديرية البرامج والاختبارات ومصادر التعلم

سلسلة الوحدات التدريبية المبنية على الكفايات المهنية

تركيب سخانات الشمسية تركيب أنظمة الطاقة الشمسية الحرارية الوحدة: ربط النظام الشمسي على الشبكة



يعتبر الأردن من بين أكثر الدول التي تعاني نقصاً في موارد الطاقة، لذلك يعتبر استخدام الطاقة الشمسية الحرارية في تسخين المياه من أهم وسائل توفير الطاقة، حيث يعتبر الأردن من الدول التي تتمتع بأيام شمسية تزيد عن ثلاثمائة يوم في السنة.

ونتيجة للاستخدام المتزايد لأنظمة الطاقة الشمسية وتشجيع استخدامها من قبل الحكومة وتقليل الرسوم الجمركية، فإنه لابد من تأهيل كوادر فنية متخصصة في تركيب أنظمة الطاقة الشمسية الحرارية وصيانتها، لذا بادر مشروع تطوير القوى العاملة في الأردن الممول من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية وبالتعاون مع مؤسسة التدريب المهني، وبعد استمزاغ آراء المختصين والعاملين بهذا المجال من مصنعي ومستوردي هذه الأنظمة، ومركبي الأنظمة بتركيب أنظمة الطاقة الشمسية، باعداد سلسلة من الوحدات التدريبية القائمة على أساس الكفايات المهنية، وذلك لاعداد كوادر متخصصة في تركيب أنظمة الطاقة الشمسية الحرارية وصيانتها ورفع كفاءة العاملين في هذا القطاع لتوفير فرص عمل جديدة لرغد سوق العمل وتطويره.

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الأيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2016 / 8 / 4022)
يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبر هذا
المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية



سلسلة الوحدات التدريبية المبنية على أساس الكفايات المهنية

المهنة: تركيب السخانات الشمسية
تركيب أنظمة الطاقة الشمسية الحرارية
الوحدة: ربط النظام الشمسي الحراري على الشبكة

إعداد:

م. هيثم محمود عدس

لا يجوز استنساخ أيّ جزء من هذه النشرة، أو تخزينها على نظام استرجاعي، أو تحويلها إلى أيّ شكل أو وسيلة سواء كانت إلكترونية، أو تصويرية، أو تسجيلها، أو أيّ أسلوب أخرى دون الحصول على إذن خطي مسبق من مؤسسة التدريب المهني ومشروع تطوير القوى العاملة في الأردن الممول من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية.

ولقد بذل الناشرون كافة الجهود الممكنة للاعتراف لأصحاب حقوق النشر والإشارة إليهم، وفي حال تم إغفال أيّ منهم سيتم إجراء الترتيبات اللازمة لحفظ حقوق النشر لهم.

ونرحب بأيّ معلومات من شأنها أن تمكننا من تصحيح أيّ حقوق ملكية غير دقيقة أو مذبذبة في طبعة لاحقة.

ويُفترض عدم تحمل أيّ مسؤولية حول المعلومات الواردة في هذه النشرة، وتم النشر من قبل مؤسسة التدريب المهني وبمساعدة مالية وتقنية من مشروع تطوير القوى العاملة في الأردن الممول من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية.

تعتبر هذه الوحدة نسخة تجريبية قابلة للتعديل بعد مرورها على الميدان لمدة دورة تدريبية كاملة على أن يتم تزويد مديرية البرامج والاختبارات بالتغذية الراجعة.

قررت مؤسسة التدريب المهني تطبيق هذه الوحدة التدريبية المبنية على أساس الكفايات المهنية في برامجها التدريبية ابتداءً من العام (٢٠١٦ / ٢٠١٧) م بموجب قرار لجنة الاعتماد الفنية رقم (٢٠١٦/٣٦) م، تاريخ ٣٠ / ٨ / ٢٠١٦ م.

الإشراف العام:

مديرية البرامج والاختبارات ومصادر التعلم
مشروع تطوير القوى العاملة في الأردن
الممول من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية (USAID)

التدقيق والإشراف الفني:

د. محمود الديسي، م. مصطفى الحجاوي

لجنة الاعتماد الفنية:

المدير العام بالوكالة م. هاني خليفات

م. إبراهيم أحمد الطراونة

م. أحمد مصطفى عبدالله

م. داود محمود شقبوعة

م. عبدالله محمود الهور

م. "محمد خير" ارشيد

م. علي البدارين

د. محمود عبدالله الديسي (مقرراً)

التحرير اللغوي: جمال ذيب طه

التصميم: مشروع تطوير القوى العاملة في الأردن الممول من الوكالة الأمريكية

للتنمية الدولية (USAID)

تدقيق الطباعة ومراجعتها: جمال ذيب، م. عصام الشامي، نور زعللوي.

الطبعة التجريبية الأولى (٢٠١٦) م

قائمة المحتويات

رقم الصفحة:	الموضوعات:
	• دليل الوحدة
٦	١ المقدمة
٦	٢ المتطلبات المسبقة
٦	٣ نتائج التعلم
٦	٤ أهداف التعلم
٧	٥ الوقت المقترح
	هدف التعلم الأول:
٨	١. تركيب المبادلات الحرارية الخاصة بالأنظمة الشمسية الحرارية
٩	١-١ وظيفة المبادل الحراري
٩	٢-١ أنواع المبادلات الحرارية
١٣	٣-١ الأمور الواجب مراعاتها عند تركيب المبادلات الحرارية
١٧	التقييم الذاتي
٢٠	التمارين العملية
	هدف التعلم الثاني:
٢٣	٢. ربط النظام مع شبكة المياه القائمة
٢٣	١-٢ ربط النظام الشمسي الحراري المغلق مع شبكة المياه القائمة
٢٤	٢-٢ ربط النظام الشمسي الحراري المفتوح مع شبكة المياه القائمة
٢٥	٣-٢ أنواع الأنابيب المستخدمة في الأنظمة الشمسية الحرارية
٢٨	٤-٢ المواد العازلة المستخدمة في الأنابيب
٣٠	التقييم الذاتي
٣٢	التمارين العملية
	هدف التعلم الثالث:
٣٨	٣. تركيب وعاء التمدد (خزان تمدد مغلق)
٣٨	١-٣ أنواع خزانات التمدد
٤١	التقييم الذاتي
٤٣	التمارين العملية

٤٥	اختبار المعرفة
٤٨	اختبار الأداء
٥٠	قائمة المصطلحات
٥١	قائمة المراجع

// ١. المقدمة:

حرصاً على ربط العلم بالعمل والنظرية بالتطبيق، اتجهت مؤسسة التدريب المهني نحو استخدام الكفايات المهنية في التدريب، وذلك لإكساب المتدربين المهارات العملية والمعلومات النظرية، إذ يتيح استخدامها مرونة التكيف مع المتغيرات المهنية التي تطرأ على ميدان العمل المهني، ويوفر للمتدرب مجال التعلم والتدريب الذاتي والتقدم فيه حسب قدراته. وقامت مؤسسة التدريب المهني حتى الآن بإعداد وحدات تدريبية على أساس الكفايات المهنية في مجال الصناعة والخدمات. تتخصص هذه الوحدة بربط النظام الشمسي الحراري على الشبكة، بهدف إكساب المتدرب المهارات الأدائية والمعرفية والاتجاهية المتعلقة بربط النظام الشمسي الحراري على الشبكة.

المتطلبات المسبقة:

قبل الشروع بدراسة هذه الوحدة يتطلب منك اجتياز الوحدات التدريبية التالية بنجاح:

- تركيب قواعد النظام الشمسي الحراري.
- تركيب أجهزة الحماية والتحكم بالشبكة.

// ٢. نتائج التعلم:

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة والتفاعل مع أنشطتها وخبراتها يتوقع منك أن تصبح قادراً على أن تربط النظام الشمسي الحراري على الشبكة وفق معايير الكفايات المهنية الأردنية ومتطلبات المهنة.

// ٣. أهداف التعلم:

بعد إتمام هذه الوحدة يجب أن تصبح قادراً على أن:

- تركيب المبادلات الحرارية.
- تربط النظام الشمسي الحراري على شبكة المياه القائمة.
- تركيب وعاء التمدد.

// ٤. الوقت المقترح:

الفترة الزمنية المقترحة لتنفيذ أنشطة وتمرين هذه الوحدة هي (٢٢) ساعة تدريبية موزعة كما يلي:

- دروس نظرية: (٩) ساعات.
- تنفيذ التمارين العملية: (٨) ساعات.
- اختبار المعرفة: ساعتان.
- اختبار الأداء: (٣) ساعات.

عند الانتهاء من تنفيذك أنشطة التعلم أدناه عليك أن تكون قادراً على أن تركيب المبادلات الحرارية الخاصة بالأنظمة الشمسية الحرارية.

أنشطة التعلم:	استعن بما يلي:
١. قراءة المادة التعليمية.	• الوحدة التدريبية.
٢. الإجابة عن أسئلة التقييم الذاتي.	• الوحدة التدريبية.
٣. زيارة المواقع الإلكترونية / تركيب سخانات الشمسية ذات الأنابيب المفرغة.	• الشبكة العنكبوتية.
٤. تنفيذ التمارين العملية.	• المشغل.
٥. التدريب الميداني في مجال تركيب المبادلات الحرارية.	• الورشات ذات العلاقة والورشات المختصة.

١. تركيب المبادلات الحرارية الخاصة بالأنظمة الشمسية الحرارية

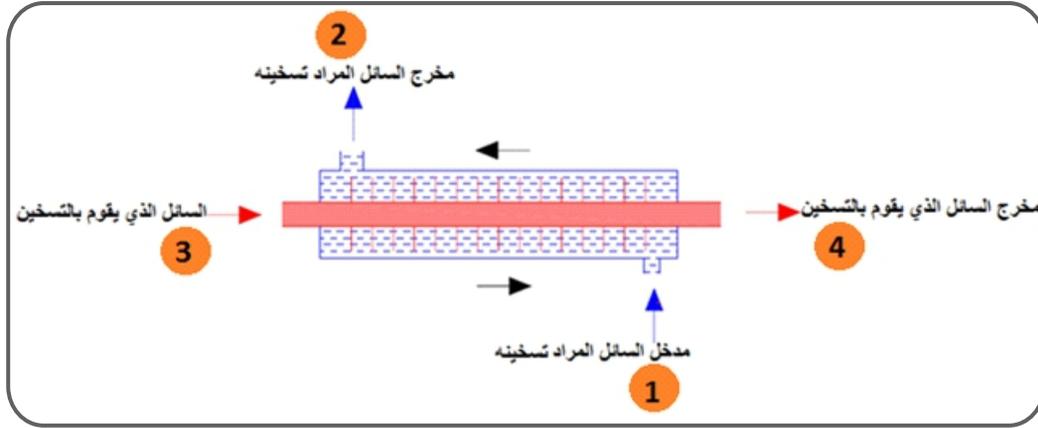
من المعروف أنه في حالات كثيرة قد نحتاج إلى الماء الساخن في أوقات لا تتوافر فيها الطاقة الشمسية، كفترات الليل على سبيل المثال. لذلك فإنه من الضروري في جميع الأنظمة الشمسية الحرارية أن يكون هناك خزان حراري يقوم بتخزين الماء الساخن المنتج بالطاقة الشمسية إلى حين استخدامه.

إن الماء هو الوسط الأكثر شيوعاً واستخداماً لتخزين الحرارة لتوفرها وخصها ولها سعة عالية لاحتواء الحرارة. تصنع خزانات الماء الساخن عادة من النحاس أو الفولاذ المطلي أو الفولاذ المقاوم للصدأ. ولتسخين الماء الموجود داخل الخزان الحراري تستخدم مبادلات حرارية داخلية (موجودة داخل الخزان الحراري). هذه المبادلات الحرارية يمكن أن تكون مربوطة مع اللواقط الشمسية، كما يمكن أن تكون مربوطة مع وسيلة تسخين أخرى مساعدة مثل البويلر. و في حال الحاجة إلى استخدام الماء الذي تم تخزينه داخل الخزان الحراري فإنه يمكن أن يستخدم بشكل مباشر بدون استخدام مبادل حراري، أو أن يستخدم هذا الماء لتسخين ماء آخر عن طريق مبادل حراري.

١-١ وظيفة المبادل الحراري

المبادل الحراري (Heat Exchanger) هو جهاز يُستخدم لتغيير درجة حرارة السوائل عن طريق تبادل حرارتها مع سوائل أخرى ذات درجات حرارة مختلفة. و الشكل (١) يوضح مبدأ عمل المبادل الحراري دائماً يكون هنالك سائلان: سائل نريد تسخينه، وسائل آخر نستعمله للقيام بهذا التسخين. فيما يتعلق بالسائل المراد تسخينه:

١. يدخل السائل البارد المراد تسخينه إلى المبادل الحراري.
٢. يخرج هذا السائل بعد ان تم تسخينه عن طريق التبادل الحراري مع السائل الآخر. المستخدم للتسخين:
٣. يدخل السائل المستخدم للتسخين إلى المبادل الحراري.
٤. يخرج هذا السائل بعد أن أعطى جزءاً من حرارته للسائل المراد تسخينه.



الشكل (١): مبدأ عمل المبادل الحراري.

٢-١ أنواع المبادلات الحرارية

تصنف المبادلات الحرارية المستخدمة في الأنظمة الشمسية الحرارية بشكل رئيسي إلى مبادل حراري داخلي، ومبادل حراري خارجي:

أ. المبادل الحراري الداخلي:

ان المبادل الحراري الداخلي هو عبارة عن ملف تسخين (Coil) يوضع داخل الخزان الحراري، يمر في هذا الملف سائل التسخين القادم من السخانات الشمسية، قد يكون هذا السائل ماء أو مانع تجمد (Antifreeze) وأثناء دوران هذا السائل داخل الملف يقوم بتسخين الماء الموجود في الخزان الحراري عن طريق تبادل حرارته معه؛ وسمي بالمبادل الحراري الداخلي لأنه موجود داخل الخزان الحراري الداخلي، ويوجد ثلاثة أنواع من المبادل الحراري الداخلي.

● المبادل الحراري الداخلي البسيط

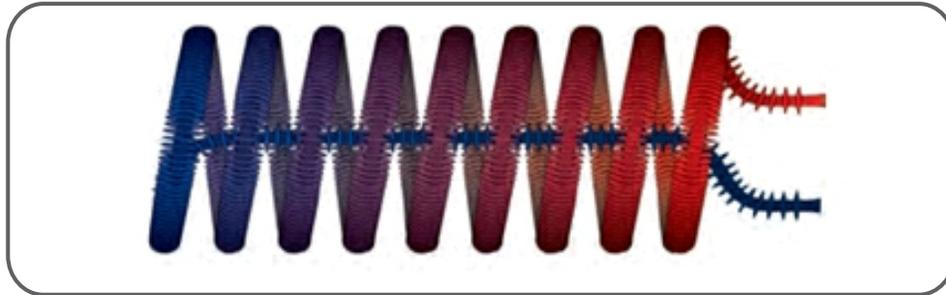
إن المبادل الحراري الداخلي البسيط (Plain Heat Exchanger) عبارة عن ملف أملس ملتف بشكل حلزوني بحيث يعطي مساحة تلامس كبيرة لنقل الحرارة ما بين السائل الذي يمر داخله والماء المراد تسخينه في الخزان الحراري . ويوضح الشكل (٢) هذا النوع.



الشكل (٢): المبادل الحراري الداخلي البسيط.

● المبادل الحراري الداخلي ذو الزعانف :

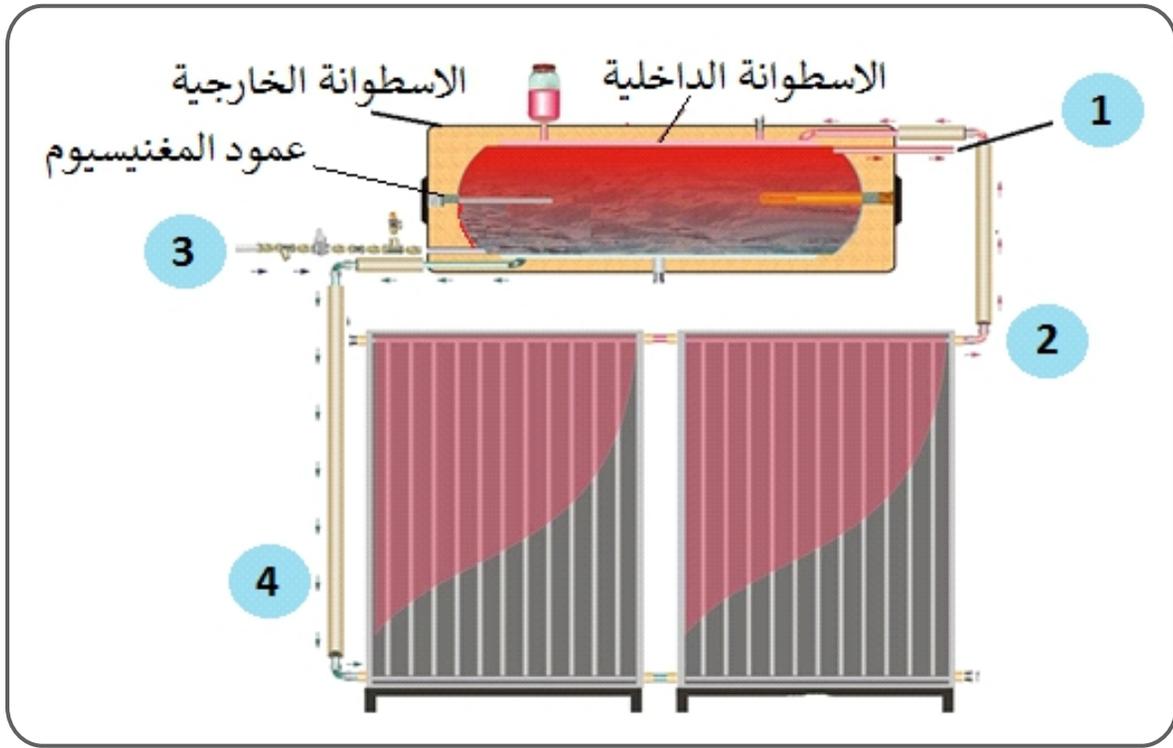
ان المبادل الحراري الداخلي ذو الزعانف (Finned Heat Exchanger) هذا النوع عبارة عن ملف مزود بزعانف مثبتة على سطحه الخارجي، الهدف من هذه الزعانف زيادة مساحة سطح التبادل الحراري بين السائل الموجود داخل هذا الملف والماء المحيط به الموجود داخل الخزان الحراري ويوضح الشكل (٣) المبادل الحراري الداخلي ذا الزعانف.



الشكل (٣): المبادل الحراري الداخلي ذو الزعانف.

● المبادل الحراري ذو الأسطوانتين:

وفي هذا النوع من المبادلات الحرارية يكون هناك أسطوانتين: خارجية و داخلية، تحتوي الأسطوانة الداخلية على الماء المراد تسخينه، بينما تحتوي الأسطوانة الخارجية على سائل نقل الحرارة الذي يتم تدويره في دائرة اللواقط الشمسية. الشكل (٤) يوضح مثالا على هذا المبادل الحراري.



الشكل (٤): المبادل الحراري ذو الأسطوانتين.

١. مخرج الماء الذي تم تسخينه أثناء وجوده في الأسطوانة الداخلية.
٢. سائل التسخين الموجود في دائرة اللواقط الشمسية، أثناء صعوده بعد اكتسابه للحرارة من اللواقط الشمسية.
٣. مدخل الماء البارد المراد تسخينه.
٤. سائل التسخين الموجود في دائرة اللواقط الشمسية، أثناء نزوله بعد اعطاء حرارته للماء الموجود في الأسطوانة الداخلية.

ب. المبادل الحراري الخارجي:

يوجد نوعان من هذه المبادلات الحرارية:

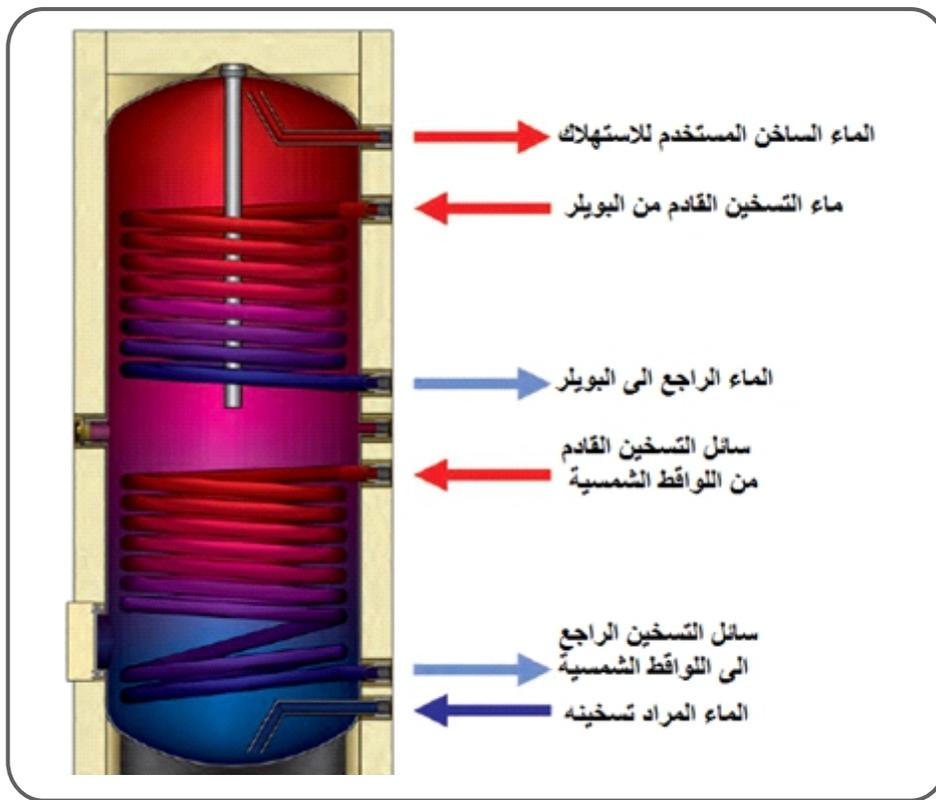
● المبادل الحراري الصفائحي:

تتميز المبادلات الحرارية الصفائحية (Plate Heat Exchangers) بأنها تحتوي العديد من الصفائح مما يؤدي إلى زيادة سطح التبادل الحراري وبالتالي زيادة كفاءة التبادل الحراري بين السائلين الموجودين بين الصفائح. و يفضل دائماً استخدام المبادلات الحرارية الصفائحية المصنوعة من الفولاذ الذي لا يصدأ، و ذلك لكفاءتها العالية في نقل الحرارة. الشكل (٥) يوضح مبدأ عمل المبادلات الحرارية الصفائحية، حيث يمر السائل المراد تسخينه عبر مسارات محددة ضمن الصفائح الداخلية بينما يمر السائل الذي يقوم بالتسخين ضمن مسارات أخرى بشكل متعاكس مما يؤدي إلى التبادل الحراري بين السائلين بشكل عالي الكفاءة.

٣-١ الأمور الواجب مراعاتها عند تركيب المبادلات الحرارية

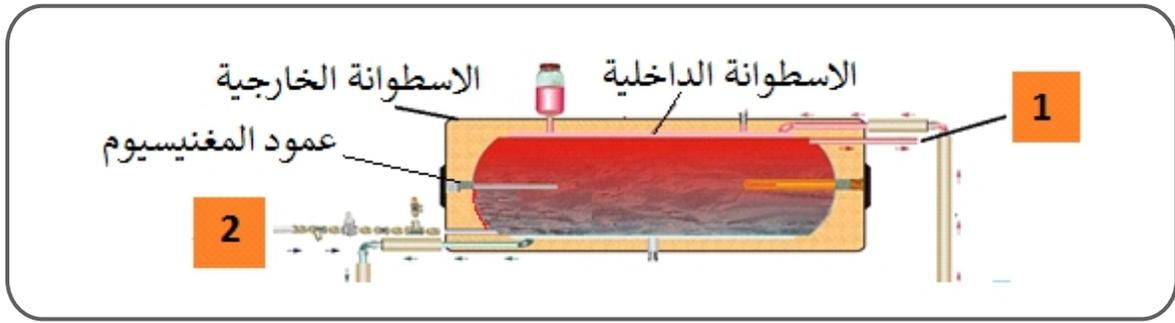
يجب مراعاة الأمور التالية عند تركيب المبادلات الحرارية:

- عند تركيب المبادل الحراري الخارجي مهما كان نوعه، يجب ترك مساحة كافية حوله من أجل إجراء الصيانة المناسبة له في المستقبل.
- يجب أن يتم تركيب المبادلات الحرارية المربوطة مع اللواقط الشمسية في الجزء السفلي من الخزان الحراري. الشكل (٧) يوضح ذلك.
- يجب أن يتم تركيب المبادلات الحرارية المربوطة مع وسيلة التسخين المساعدة (مثل البويلر) في الجزء العلوي من الخزان الحراري كما في الشكل (٧).



الشكل (٧): المبادلات الحرارية الداخلية المربوطة مع اللواقط الشمسية و المربوطة مع البويلر.

- عند تركيب المبادلات الحرارية الصفائحية، في حال عدم وجود ملصقات تبين مداخل و مخارج السوائل فإنه يجب عليك اتباع دليل التركيب الخاص بالمبادل لتحديد المداخل والمخارج لكلا السائلين: السائل المستخدم للتسخين والسائل المراد تسخينه. حيث يجب أن تقوم بكتابة المداخل والمخارج على ورق لاصق و تثبيتها في أماكنها على المبادل الحراري.
- عند تركيب المبادلات الحرارية ذات الأسطوانتين، يجب أن يتم تركيب عمود من المغنيسيوم في الأسطوانة الداخلية و ذلك لمنع التكلس. الشكل (٨) يوضح ذلك.

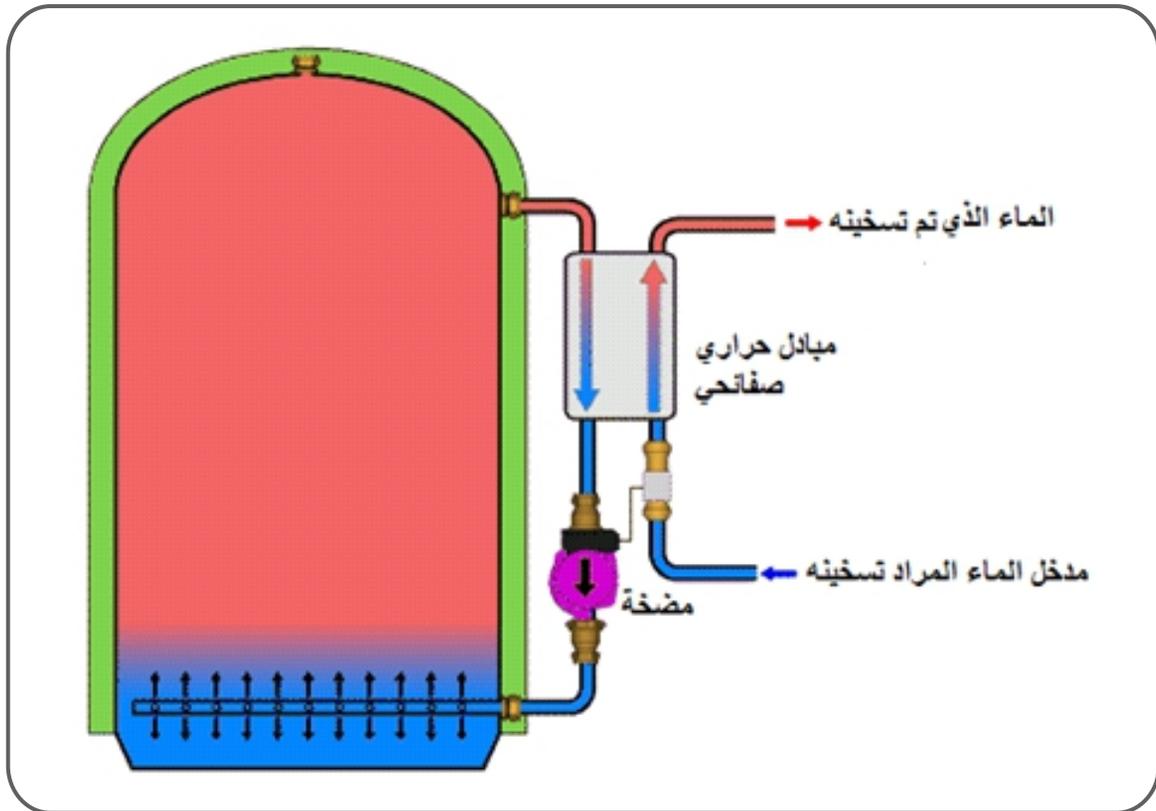


الشكل (٨): عمود المغنيسيوم في المبادل الحراري ذو الأسطوانتين

١. مخرج الماء الذي تم تسخينه أثناء وجوده في الأسطوانة الداخلية.

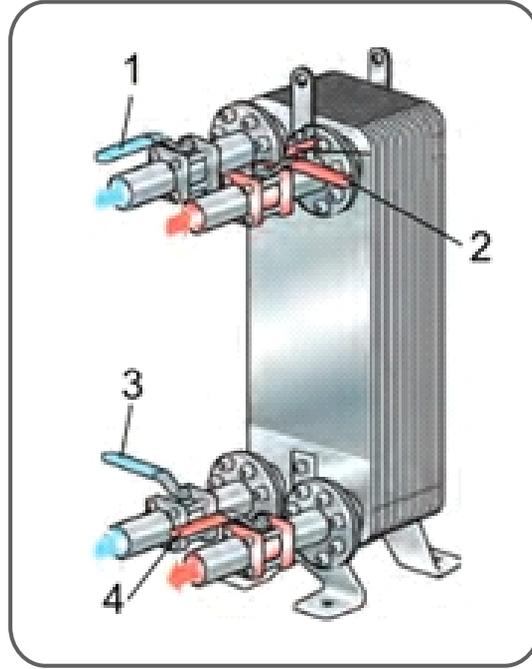
٢. مدخل الماء البارد المراد تسخينه.

- عند استخدام المبادلات الحرارية الصفائحية، يجب استخدام مضخة صغيرة لتدوير الماء الموجود في الخزان الحراري داخل المبادل الحراري كما هو موضح في الشكل (٩).



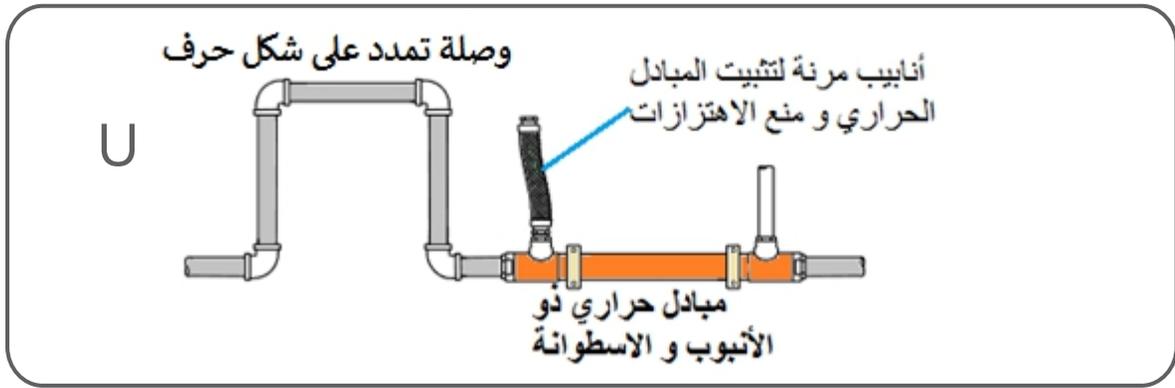
الشكل (٩): المضخة الخاصة بالمبادل الحراري الصفائحي.

- يجب وضـع محابس عزل على جميع مداخل ومخارج المبادل الحراري مهما كان نوعه، وذلك لتسهيل فك المبادل الحراري عند الرغبة بإجراء الصيانة له كما في الشكل (١٠).



الشكل (١ .): مطابق العزل (١،٢،٣،٤) المركبة على مداخل ومخارج المبادل الحراري الصفائحي.

- يجب تنظيف الأنابيب التي ستربط بالمبادل الحراري بشكل جيد قبل ربطها مع المبادل الحراري لتجنب انسداد المجاري الداخلية للمبادل نتيجة لتراكم الشوائب.
- إذا كانت المياه المراد تسخينها غير نقية تماماً فإنه يجب تركيب مصفاة (Filter) عند مدخل المبادل الحراري و ذلك لمنع حدوث انسداد المجاري الداخلية للمبادل نتيجة لتراكم الشوائب.
- عند ربط الأنابيب مع المبادل الحراري، يجب أن تكون من النوع المناسب حسب ما يرد في دليل التركيب الخاص بالمبادل الحراري.
- في الأنابيب التي تحمل سوائل ساخنة يحدث تمدد في الأنابيب، وبالتالي يزداد طول هذه الأنابيب، مما يشكل اجهادات ميكانيكية على جميع القطع المتصلة بتلك الأنابيب، لذلك فإن المبادلات الحرارية المتصلة بتلك الأنابيب ستعرض أيضاً لتلك الاجهادات الميكانيكية. ولتجنب ذلك يتم تركيب ما يسمى بوصلات التمدد (Expansion Joint). تكون وظيفة وصلات التمدد احتواء التمدد الذي يحدث بسبب الحرارة ومنع حدوث الاجهادات الميكانيكية و بالتالي المحافظة على المبادلات الحرارية من التلف. الشكل (١١) يوضح مثلاً لإحدى وصلات التمدد على شكل حرف U، المسماة لتقليل الاجهاد الميكانيكي على المبادل الحراري ذي الأنبوب والأسطوانة.



الشكل (١١): استخدام وصلة تمدد على شكل حرف (U).

التقييم الذاتي

- ١- أجب عن الأسئلة المدرجة أدناه.
٢- إذا كنت غير قادر على إجابة أي من أسئلة التقييم، ارجع إلى المعلومات النظرية أو استشر مدربك إن كان ذلك ضرورياً.

الأسئلة:

السؤال الأول:

ضع علامة صح (✓) أمام الجمل الصحيحة، وعلامة خطأ (✗) أمام الجمل الخاطئة فيما يأتي:

رقم السؤال	الجمل	صح	خطأ
١	تتميز المبادلات الحرارية الصفائحية بأنها تحتوي العديد من الصفائح.		
٢	يجب أن يتم تركيب المبادلات الحرارية المربوطة مع اللواقط الشمسية في الجزء العلوي من الخزان الحراري.		
٣	يستخدم المبادل الحراري ذو الأنبوب و الأسطوانة في الغالب في أنظمة تسخين برك السباحة باستخدام الطاقة الشمسية.		
٤	المبادلات الحرارية الصفائحية تعتبر أحد أنواع المبادلات الحرارية الداخلية.		
٥	عند تركيب المبادل الحراري الخارجي مهما كان نوعه، يجب ترك مساحة كافية حوله من أجل اجراء الصيانة المناسبة له في المستقبل.		

السؤال الثاني:

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

- ١- في الشكل (١٢) أدناه، وظيفة الوصلة المشار اليها بالسهم هي:
أ. زيادة انتقال الحرارة من الأنابيب.
ب. تسهيل تثبيت الأنبوب.
ج. لتقليل الاجهاد الميكانيكي على المبادل الحراري.
د. زيادة طول الأنبوب.



الشكل (١٢).

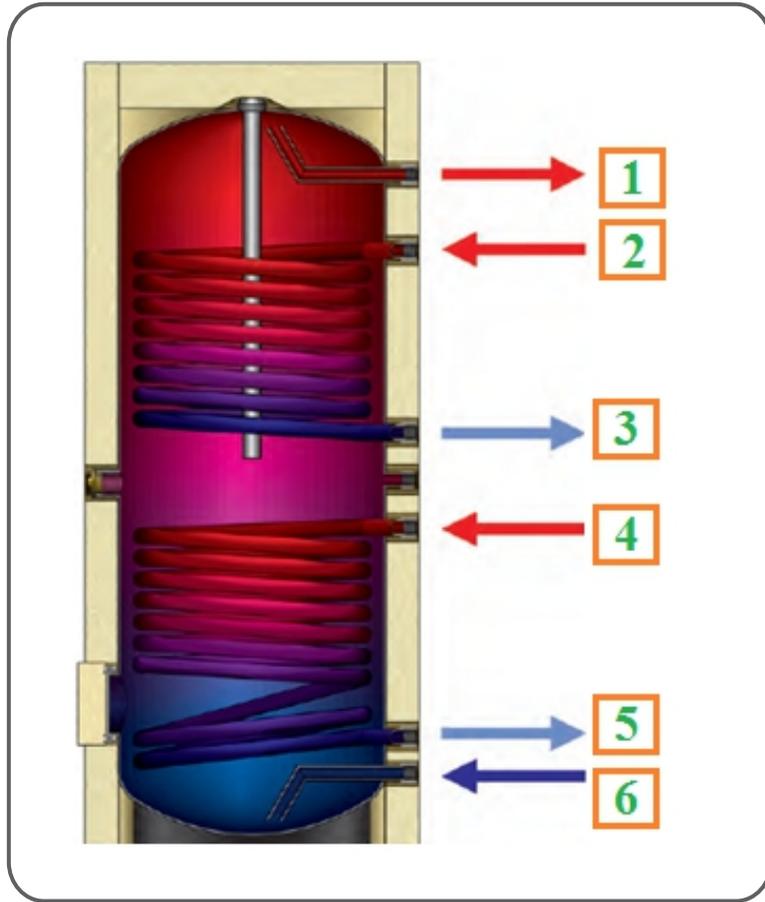
٢- في المبادل الحراري الصفائحي، عدد محابس العزل التي يتم تركيبها عند المداخل والمخارج:
أ. محبسين. ب. ثلاثة محابس. ج. أربعة محابس. د. خمسة محابس.

٣- يتم تركيب المبادلات الحرارية الداخلية المربوطة مع البويلر في:
أ. الجزء العلوي من الخزان الحراري. ب. الجزء الأوسط من الخزان.
ج. الجزء السفلي من الخزان الحراري. د. الجزء الأوسط أو الجزء السفلي من الخزان.

السؤال الثاني:

يبين الشكل (١٣) خزان حراري، اذكر ما تشير إليه الأرقام:

- ١
- ٢
- ٣
- ٤
- ٥
- ٦



الشكل (١٣).

السؤال الثالث:

اذكر أربعة أمور يجب مراعاتها عند تركيب المبادلات الحرارية:

.....

.....

.....

.....

الزمن المخصص:	رقم التمرين (١):
٥ ساعات	اسم التمرين: تركيب مبادل حراري صفائحي للنظام الشمسي الحراري.

• **الهدف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين، أن تصبح قادرا على أن تركيب مبادل حراري صفائحي لنظام شمسي حراري.

شروط الأداء: حسب تعليمات المدرب.

• الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء:

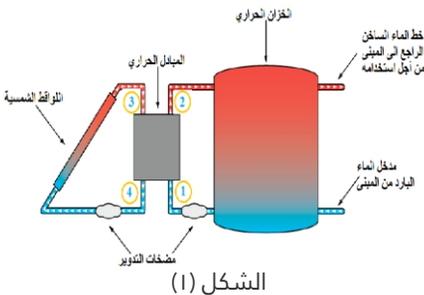
الأدوات والتجهيزات والمواد:			
مقص للأنايبب المرنة.	٦	مفتاح شد.	١
شريط قياس (متر).	٧	مبادل حراري صفائحي.	٢
محابس عزل.	٨	شدات الوصل المناسبة.	٣
	٩	خزان حراري.	٤
	١٠	أنابيب مرنة.	٥

• الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء:

١- نسخة من الوحدة التدريبية.

٢- دليل التركيب.

• خطوات العمل:

الرسوم التوضيحية:	خطوات العمل والنقاط الحاكمة:	الرقم
	ارتد ملابس العمل.	١
	جهز العدد والأدوات المطلوبة وتأكد من صلاحيتها قبل الشروع بالعمل.	٢
 <p>الشكل (١)</p>	حدد مكان تركيب المبادل الحراري الصفائحي بحيث يكون بين الخزان الحراري ومضخة النظام الشمسي الحراري، كما في الشكل (١).	٣

 <p>الشكل (٢)</p>	<p>حدد مداخل و مخارج المبادل الحراري حسب ما هو وارد في دليل التركيب ، و رقم هذه المداخل والمخارج، كما في الشكل (٢).</p>	<p>٤</p>
 <p>الشكل (٣)</p>	<p>ركب شدات وصل على المخارج الأربعة الخاصة بالمبادل الحراري، كما في الشكل (٣).</p>	<p>٥</p>
	<p>قس المسافة بين مدخل المبادل الحراري ونقطة التوصيل في الخزان الحراري.</p>	<p>٦</p>
 <p>الشكل (٤)</p>	<p>قص الأنبوب المرن طبقاً للمسافة التي قستها كما في الشكل (٤).</p>	<p>٧</p>
 <p>الشكل (٥)</p>	<p>ثبت وصلة التثبيت الخاصة بالأنبوب المرن من طرفي الأنبوب، كما في الشكل (٥).</p>	<p>٨</p>
 <p>الشكل (٦)</p>	<p>ثبت الأنبوب المرن الذي تم تركيبه على المدخل رقم (١) من المبادل الحراري مع مخرج الخزان الحراري باستخدام وصلة التثبيت، كما في الشكل (٦).</p>	<p>٩</p>

 <p>الشكل (٧)</p>	<p>ركب محابس العزل الاربع عند مداخل ومخارج المبادل الحراري الصفائحي، وذلك عن طريق لف تيفلون على الأنابيب المخصص المسنن المخصص للمحبس، وشد المحبس باستخدام مفتاح المواسير، كما في الشكل (٧).</p>	<p>١٠</p>
 <p>الشكل (٨)</p>	<p>ثبت الطرف الآخر من الأنبوب المرن على المدخل الخاص به على الخط الخارج من الخزان الحراري، كما في الشكل (٨).</p>	<p>١١</p>
 <p>الشكل (٩)</p>	<p>من خلال الطريقة نفسها، قم بتثبيت المدخل رقم ٢ من المبادل الحراري مع الخط الداخل إلى الخزان الحراري وتثبيت المدخل رقم (٣) من المبادل الحراري مع مخرج اللاقط الحراري والمدخل رقم (٤) مع مدخل اللاقط الشمسي، كما في الشكل (٩).</p>	<p>١٢</p>

عند الانتهاء من تنفيذك أنشطة التعلم أدناه عليك أن تكون قادراً على أن تربط النظام الشمسي الحراري مع شبكة المياه القائمة.

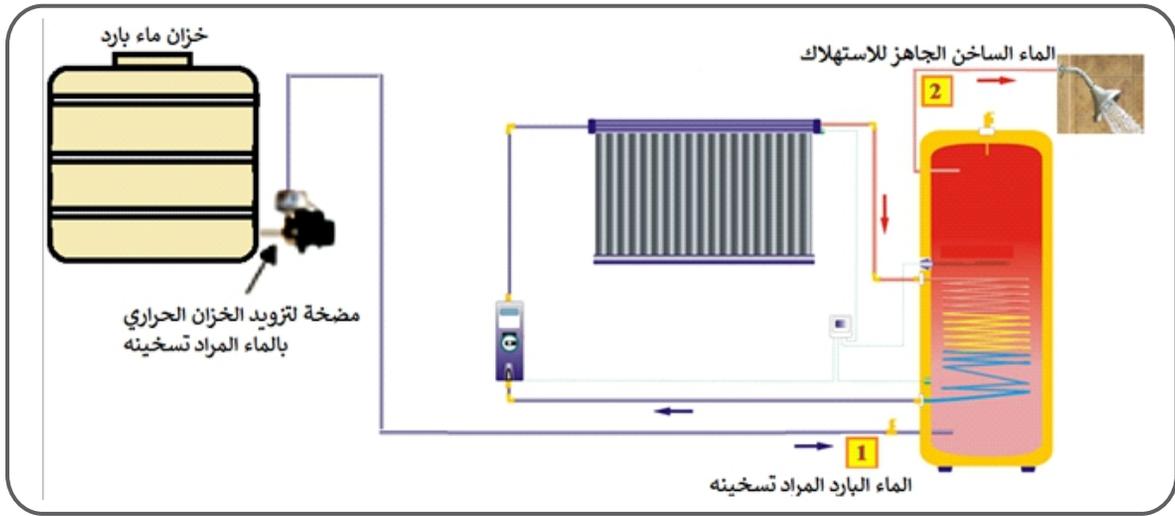
أنشطة التعلم:	استعن بما يلي:
١. قراءة المادة التعليمية.	• الوحدة التدريبية.
٢. الإجابة عن أسئلة التقييم الذاتي.	• الوحدة التدريبية.
٣. زيارة المواقع الإلكترونية / ربط الأنظمة الشمسية مع الشبكة.	• الشبكة العنكبوتية.
٤. تنفيذ التمارين العملية.	• المشغل.
٥. التدريب الميداني في مجال ربط النظام الشمسي الحراري مع شبكة المياه القائمة.	• الورشات ذات العلاقة والورشات المختصة.

٢. ربط النظام الشمسي الحراري مع شبكة المياه القائمة

بعد الانتهاء من تركيب القواعد و اللواقط الشمسية و الخزانات الحرارية، يتم ربط دائرة النظام الشمسي الحراري مع دائرة المياه التي يراد تسخينها، وهذا يتطلب تحديد أماكن الربط المناسبة، وأنواع الأنابيب التي ستستخدم لنقل المياه الساخنة وأقطارها، أطوال هذه الأنابيب، وأنواع المواد العازلة وأقطارها التي ستستخدم في عزل هذه الأنابيب.

٢-١ ربط النظام الشمسي الحراري المغلق مع شبكة المياه القائمة

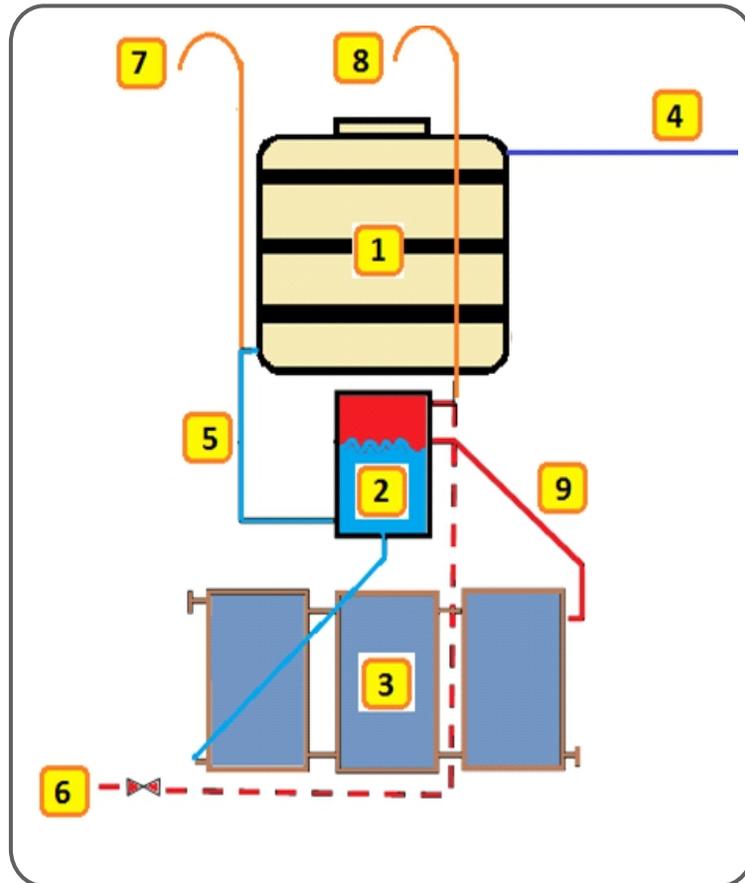
في النظام الشمسي الحراري المغلق، يتم ربط النظام عن طريق الخزان الحراري، إذ يتم تزويد الخزان الحراري بالماء البارد القادم من خزان الماء البارد. ويمكن أن يتم التزويد بدون مضخة أي بفعل الجاذبية، أو يمكن أن يتن التزويد من خلال مضخة. وفي كلا الحالتين يدخل الماء البارد إلى الخزان الحراري من الفتحة الموجودة في أسفل الخزان الحراري رقم ١ في الشكل (١٤). ويخرج الماء الساخن الذي تم تسخينه من الفتحة الموجودة في أعلى الخزان الحراري رقم (٢) في الشكل (١٤).



الشكل (١٤): طريقة ربط النظام الشمسي المغلق بشبكة المياه الباردة القائمة.

٢-٢ ربط النظام الشمسي الحراري المفتوح مع شبكة المياه القائمة

أما في حال النظام الشمسي الحراري المفتوح، فيتم ربط هذا النظام بشبكة المياه القائمة عن طريق خزان ماء بارد، يزود الماء البارد للخزان الحراري بشكل انسيابي، والذي بدوره يزود الماء البارد للواقط الشمسية. الشكل (١٥) يوضح طريقة ربط النظام الشمسي الحراري المفتوح مع شبكة المياه القائمة، في حال نظام ثيرموسيفون.



الشكل (١٥): طريقة ربط النظام الشمسي الحراري المفتوح مع شبكة المياه القائمة.

١	خزان الماء البارد.	٦	الماء الساخن الجاهز للاستهلاك.
٢	الخزان الحراري.	٧	هواية خزان الماء البارد.
٣	لاقط شمسي.	٨	هواية الخزان الحراري.
٤	خط الماء البارد الذي يغذي خزان الماء البارد.	٩	الماء الذي تم تسخينه في اللواقط الشمسية.
٥	الماء البارد الذي يغذي الخزان الحراري.		

٣-٢ أنواع الأنابيب المستخدمة في الأنظمة الشمسية الحرارية

تعتبر الأنابيب الوسيلة الوحيدة لنقل المياه الساخنة و الباردة في النظام الشمسي الحراري ، لذا يجب التعرف على الأنواع التي يمكن استخدامها و التي لا يمكن استخدامها في الأنظمة الشمسية. تقسم أنواع الأنابيب المستخدمة في الأنظمة الشمسية إلى ما يلي:

أ. الأنابيب النحاسية:

يعتبر النحاس من أفضل أنواع الأنابيب المستخدمة في الأنظمة الشمسية الحرارية، وذلك بسبب تحمله لدرجات حرارة مرتفعة. كما في الشكل (١٦) يبين أنابيب نحاسية.



الشكل (١٦): أنابيب نحاسية.

ب. أنابيب الفولاذ الأسود:

يمكن أن تستخدم أنابيب الفولاذ الأسود (Black Iron) في الأنظمة الشمسية المغلقة، إلا أنها غير ملائمة للأنظمة الشمسية المفتوحة. الشكل (١٧) يوضح مثالاً على هذه الأنابيب.



الشكل (١٧): أنبوب من الفولاذ الأسود.

ج. أنابيب الفولاذ المجلفن:

يمكن أن تستخدم أنابيب الفولاذ المجلفن (Galvanized Steel) في الأنظمة الشمسية الحرارية المغلقة التي يكون فيها الماء هو سائل نقل الحرارة، ولا ينصح أبداً باستخدام أنابيب الفولاذ المجلفن في الأنظمة الشمسية المغلقة التي يكون فيها مانع التجمد هو سائل نقل الحرارة، وذلك لأن مانع التجمد يتفاعل مع الزنك الموجود في هذه الأنابيب كما هو في الشكل (١٨).



الشكل (١٨): أنبوب فولاذ مجلفن.

ومن الجدير بالذكر أن أنابيب الفولاذ المجلفن وأنابيب الفولاذ الأسود تعتبر أرخص ثمناً من أنابيب النحاس، إلا أنها تحتاج إلى جهد أكثر في عملية التركيب.

د. الأنابيب الفولاذية المقاومة للصدأ:

ظهرت أنواع حديثة من الأنابيب مصنوعة من الفولاذ الذي لا يصدأ وهي أنابيب حلزونية مرنة تستخدم في الأنظمة الشمسية المغلقة التي يكون فيها مانع التجمد هو سائل نقل الحرارة، وهذه الأنابيب توجد في جميع الأنظمة الشمسية المستوردة، حيث يمكن أن توردها الشركات حسب الطلب. وتتميز هذه الأنابيب بأنها تختصر الكثير من قطع التركيب والوصلات، وأنها سهلة التميرير في المسارات المختلفة، وفي الغالب تكون هذه الأنابيب معزولة حرارياً من المصنع، ويمكن أن يتم دمج الأنابيب القادم من السخانات الشمسية والأنبوب الراجع إليها معاً كما هو مبين في الشكل (١٩).



الشكل (١٩): أنابيب الفولاذ المقاومة للصدأ المستخدمة في الأنظمة الشمسية المغلقة.

هـ. الأنابيب البلاستيكية:

تعتبر أنابيب البولي ايثيلين عالية الكثافة (أنابيب البكس (PEX)) الموضحة في الشكل (٢٠)، وأنابيب السبي بي في سي (CPVC) الموضحة في الشكل (٢١)، غير مناسبة للاستخدام في الأنظمة الشمسية الحرارية وخصوصاً في الأنظمة الشمسية الحرارية المغلقة، حيث يمكن أن ترتفع درجة حرارة سائل نقل الحرارة في هذه الأنظمة إلى قيم لا يمكن أن تتحملها هذه الأنواع من الأنابيب. إلا أنه يمكن استخدام هذه الأنابيب في شبكة المياه الساخنة المتصلة بالخران الحراري. الشكل (٢٠) يوضح أنابيب البكس.



الشكل (٢١): أنابيب السبي بي في سي (CPVC).



الشكل (٢٠): أنابيب البكس (PEX).

• ملاحظة:

يمنع استخدام أنابيب الألمنيوم في شبكة الماء الساخن المتصلة بالبيت، وذلك بسبب مخاطرها الصحية على مياه الشرب، إذ ان بعض الأبحاث أكدت وجود علاقة بين الألمنيوم والإصابة ببعض الأمراض الخطيرة كالزهايمر، والشلل الرعاش. الشكل (٢٢) يوضح أنابيب الألمنيوم.



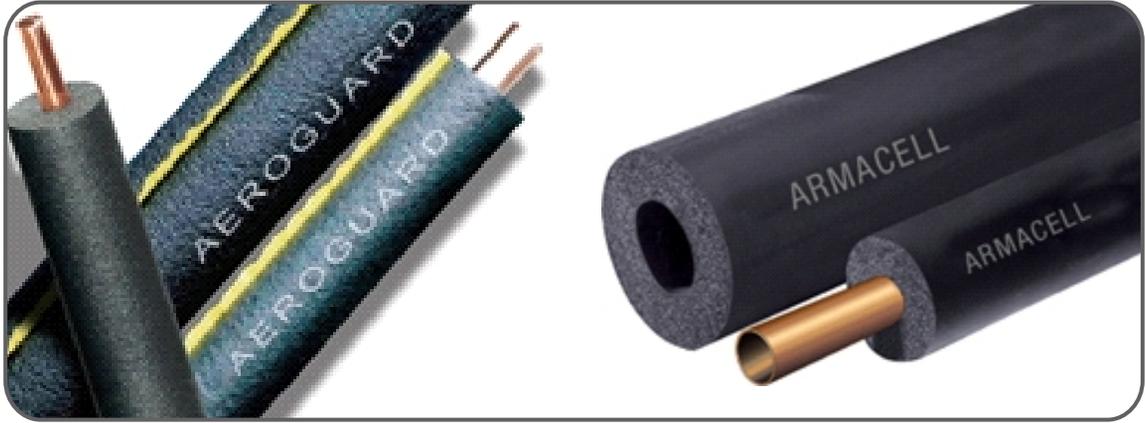
الشكل (٢٢): أنابيب الألمنيوم.

٢-٤ المواد العازلة المستخدمة في الأنابيب

تنقل الأنابيب السوائل الساخنة التي تحتوي على الطاقة الحرارية المكتسبة من اللواقط الشمسية إلى الخزان وإلى مكان الاستعمال. و أثناء انتقال السوائل الساخنة عبر هذه الأنابيب تفقد جزءاً من حرارتها، لذا يجب عزل هذه الأنابيب لتجنب فقدان الحرارة أثناء مرور السوائل فيها. يمكن تركيب العازل الحراري (Thermal Insulation) أثناء تركيب أنابيب دائرة اللواقط أو يمكن تركيبه فور الانتهاء من تعبئة النظام الشمسي الحراري بالسائل، ويوجد حسنات ومساوي لكلا الطريقتين. حيث يصعب اكتشاف التسريبات في شبكة الأنابيب عند تركيب العازل الحراري أثناء تركيب الأنابيب مما قد يضطرنا إلى إزالة العازل. أما عند تركيب العازل فور الانتهاء من تعبئة النظام الشمسي الحراري بالسائل فإن هذا يتطلب جهداً ووقتاً إضافياً للتركيب.

أ. أنواع العوازل المستخدمة في الأنظمة الشمسية الحرارية:

يجب أن تكون الموصلية الحرارية للعازل الحراري المستخدم في الأنظمة الشمسية أقل من (٣٥، .، واط/متر. درجة سيليسـيوس). ويجب أن يتحمل العازل الحراري درجات الحرارة العالية دون أن يذوب أو يتغير شكله. و يوجد الكثير من العوازل الحرارية التي تحقق هذا المتطلب مثل الصوف الصخري، والصوف الزجاجي، والبولي يوريثين، بالإضافة إلى أنواع ظهرت حديثاً تحمل أسماء تجارية مثل ايروفليكس (Aeroflex) و ارمافليكس (Armaflex). كما هو موضح في الشكل (٢٣).



الشكل (٢٣): بعض أنواع العوازل المستخدمة في الأنظمة الشمسية الحرارية.

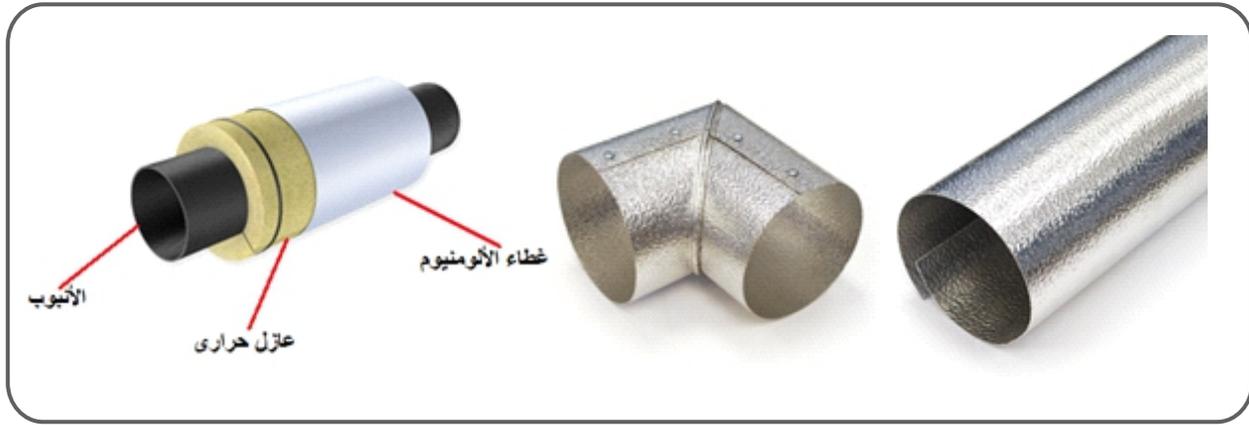
ب. سماكات عوازل الأنابيب الموصى بها:

- إذا كان قطر الأنبوب $\frac{3}{4}$ بوصة أو أقل: يكون سمك العازل الموصى به ٢٠ مم.
- إذا كان قطر الأنبوب بين ١ بوصة إلى $\frac{1}{4}$ بوصة: سمك العازل الموصى به ٣٠ مم.
- إذا كان قطر الأنبوب بين $\frac{1}{2}$ إلى ٤ بوصة: يكون سمك العازل الموصى به مساوياً لقطر الأنبوب.

يجب أن تكون جميع العوازل الحرارية المعرضة للشمس محمية من الأشعة فوق البنفسجية حتى تكون فترة تحملها للظروف الجوية طويلة؛ حيث تؤدي الأشعة فوق البنفسجية العازل الحراري إذا تعرض لها وتؤدي إلى تلفه. ويوجد طريقتين لحماية العوازل الحرارية من الأشعة فوق البنفسجية:

أ. استخدام الطلاء: حيث يمكن للطلاء المقاوم للأشعة فوق البنفسجية أن يدوم لخمس أو عشر سنوات.

ب. استخدام الأغشية المعدنية: يمكن أن يستخدم الألومنيوم أو الفولاذ المقاوم للصدأ لتغطية العازل الحراري، إلا أنه غالباً ما يستخدم غطاء الألومنيوم (Aluminum Cladding) لتغطية العازل الحراري الخارجي، وذلك لأن الألومنيوم سهل التركيب وأقل كلفة من الفولاذ المقاوم للصدأ، بالإضافة إلى أنه مقاوم للتآكل. الشكل (٢٤) يوضح غطاء



الشكل (٢٤): غطاء الألومنيوم.

التقييم الذاتي

- ١- أجب عن الأسئلة المدرجة أدناه.
٢- إذا كنت غير قادر على إجابة أي من أسئلة التقييم، ارجع إلى المعلومات النظرية أو استشر مدربك إن كان ذلك ضرورياً.

الأسئلة:

السؤال الأول:

ضع علامة صح (✓) أمام الجمل الصحيحة، وعلامة خطأ (✗) أمام الجمل الخاطئة فيما يأتي:

رقم السؤال	الجمل	صح	خطأ
١	لا ينصح أبداً باستخدام أنابيب الفولاذ المجلفن في الأنظمة الشمسية المغلقة التي يكون فيها مانع التجمد هو سائل نقل الحرارة.		
٢	يعتبر الألومنيوم و الفولاذ المقاوم للصدأ من أفضل أنواع الأغطية التي تستخدم لتغطية العازل الخارجي (المعرض للشمس).		
٣	تعتبر أنابيب البولي ايثيلين عالية الكثافة (أنابيب البكس (PEX)) غير مناسبة للاستخدام في الأنظمة الشمسية الحرارية.		
٤	يمنع استخدام أنابيب الالمنيوم في شبكة الماء الساخن المتصلة بالبيت، وذلك بسبب مخاطرها الصحية على مياه الشرب.		
٥	عند اختيار سمك العازل الحراري، إذا كان قطر الأنبوب $\frac{3}{4}$ بوصة أو أقل: تكون سماكة العازل الموصى بها ٣٠ مم .		

السؤال الثاني:

اذكر أنواع الأنابيب المستخدمة في الأنظمة الشمسية الحرارية:

السؤال الثالث: (٢ علامة)

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

- ١- أفضل أنواع الأنابيب المستخدمة في الأنظمة الشمسية الحرارية:
أ. النحاس. ب. أنابيب البكس (PEX). ج. الفولاذ الأسود. د. الألومنيوم.
٢- أحد المواد التالية لا يمكن استخدامه في أنابيب دائرة الأنظمة الشمسية:
أ. النحاس. ب. أنابيب البكس (PEX). ج. الفولاذ الأسود. د. الفولاذ المقاوم للصدأ.
٣- إذا كان قطر الأنبوب $\frac{3}{4}$ بوصة أو أقل: تكون سماكة العازل الموصى بها:
أ. ٢٠ مم. ب. ٣٠ مم. ج. ٤٠ مم. د. ٥٠ مم.

٤- يجب أن تكون الموصلية الحرارية للعازل الحراري المستخدم في الأنظمة الشمسية أقل من:

أ. ٢٠ واط/متر.درجة سيلسيوس. ب. ٣٥ واط/متر.درجة سيلسيوس.

ج. واط/متر.درجة سيلسيوس ٤٥. د. ٥٠ واط/متر.درجة سيلسيوس.

٥- الأنابيب التي لا ينصح أبداً باستخدامها في الأنظمة الشمسية المغلقة التي يكون فيها مانع التجمد هو سائل نقل الحرارة هي:

أ. الأنابيب النحاسية. ب. أنابيب الفولاذ المجلفن. ج. أنابيب الفولاذ الأسود.

د. أنابيب الفولاذ المقاوم للصدأ.

الزمن المخصص:	رقم التمرين (٢):
ساعتان	اسم التمرين: ربط النظام الشمسي مع شبكة الماء الساخن بوساطة أنبوب نحاسي وتركيب عازل داخلي مجهز بلاصق على كوع ٩٠ درجة و على (تي) على هذه الأنابيب .

- **الهدف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين، أن تصبح قادراً على أن تربط النظام الشمسي مع شبكة الماء الساخن بوساطة أنبوب نحاسي وان تركيب عازل داخلي مجهز بلاصق على كوع ٩٠ درجة و على (تي) على هذا الأنبوب .

شروط الأداء: حسب تعليمات المدرب.

- الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء:

الأدوات والتجهيزات والمواد:			
مشرط.	١	لوح من الخشب للقيام بقص العازل عليه.	٦
عازل حراري للأنابيب من النوع المجهز باللصق.	٢	شريط قياس (متر).	٧
أنابيب نحاسية.	٣	شد وصل، وكوع، خاصة بأنابيب النحاس.	٨
مفتاح للشد.	٤	مقص لقص الأنابيب النحاسية.	٩
عدة اللحام الخاصة بأنابيب النحاس.	٥		١٠

- الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء:

١. نسخة من الوحدة التدريبية.

٢. دليل التركيب.

- خطوات العمل:

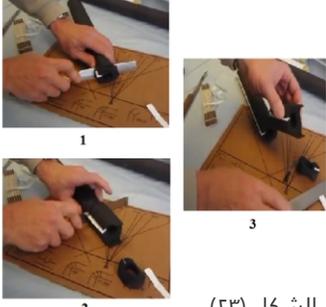
الرقم	خطوات العمل والنقاط الحاكمة:	الرسوم التوضيحية:
١	ارتد ملابس العمل.	
٢	جهز العدد والأدوات المطلوبة وتأكد من صلاحيتها قبل الشروع بالعمل.	

 <p>الشكل (١)</p>	<p>٣</p> <p>قس المسافة العمودية للأنبوب الأفقي المتصل بشبكة الماء الساخن بالنسبة لمستوى أعلى من الخزان الحراري، كما في الشكل (١).</p>
 <p>الشكل (٢)</p>	<p>٤</p> <p>اضبط مقص النحاس وفقا لقطر الأنبوب المراد قصه، كما في الشكل (٢).</p>
 <p>الشكل (٣)</p>	<p>٥</p> <p>قص الأنبوب النحاسي باستخدام مقص النحاس بحيث يكون طوله مساويا لارتفاع خط الماء الساخن بالنسبة لأعلى الخزان، كما في الشكل (٣).</p>
 <p>الشكل (٣)</p>	<p>٦</p> <p>أدخل الأنبوب النحاسي الذي قمت بقصه بداخل شد الوصل الخاص به، كما في الشكل (٤).</p>
 <p>الشكل (٥)</p>	<p>٧</p> <p>في أعلى الخزان الحراري، في الفتحة المخصصة لخروج الماء الساخن، ثبت شد الوصل وأنبوب النحاس في المكان المخصص لذلك باستخدام مفتاح الشد، كما في الشكل (٥).</p>

 <p>الشكل (٦)</p>	<p>٨</p> <p>ثبت الكوع النحاسي على الأنبوب العمودي الصاعد من الخزان الحراري والحمه باستخدام عدة لحام النحاس، كما في الشكل (٦).</p>
 <p>الشكل (٧)</p>	<p>٩</p> <p>باستخدام عدة لحام النحاس، الحم الكوع مع الأنبوب الأفقي الخاص بنظام الماء الساخن، كما في الشكل (٧).</p>
 <p>الشكل (٨)</p>	<p>١٠</p> <p>ركب محبس العزل على الخط الأفقي على يسار الكوع النحاسي، كما في الشكل (٨).</p>
 <p>الشكل (٩)</p>	<p>١١</p> <p>الحم الأنبوب الأفقي مع ال تي الخاصة بالأنبوب الأفقي الخاص بالماء الساخن، كما في الشكل (٩).</p>
 <p>المسافة الأفقية بين الكوع و المحبس</p> <p>الشكل (١٠)</p>	<p>١٢</p> <p>قس المسافة الأفقية التي تفصل الكوع عن المحبس الأفقي، كما في الشكل (١٠).</p>

 <p>الشكل (١١)</p>	<p>قص العازل الحراري بطول يساوي المسافة التي تم قياسها + ١ سم، كما في الشكل (١١).</p>	<p>١٣</p>
 <p>الشكل (١٢)</p>	<p>لف العازل حول الأنبوب العامودي الذي يقع تحت الكوع مباشرة، كما في الشكل (١٢).</p>	<p>١٤</p>
 <p>الشكل (١٣)</p>	<p>انزع اللاصق الطولي الموجود على طرفي العازل، كما في الشكل (١٣).</p>	<p>١٥</p>
 <p>الشكل (١٤)</p>	<p>اضغط طرفي العازل على بعضهما البعض بحيث يحدث التصاق تام بينهما، كما في الشكل (١٤).</p>	<p>١٦</p>
 <p>الشكل (١٥)</p>	<p>ادفع العازل الذي قمت بلفه إلى الأعلى حتى أن يصل طرفه العلوي إلى المحبس الأفقي، كما في الشكل (١٥).</p>	<p>١٧</p>

 <p data-bbox="419 483 530 520">الشكل (١٦)</p>	<p data-bbox="868 195 1301 311">قس المسافة الأفقية المطلوب عزلها على يمين ال (تي) و يسارها، كما في الشكل (١٦).</p>	<p data-bbox="1384 211 1417 241">١٨</p>
 <p data-bbox="419 841 530 878">الشكل (١٧)</p>	<p data-bbox="832 553 1301 669">ضع العازل على اللوح الخشبي وقم بقص العازل حسب المسافة المقاسة، كما في الشكل (١٧).</p>	<p data-bbox="1384 569 1417 599">١٩</p>
 <p data-bbox="419 1203 530 1241">الشكل (١٨)</p>	<p data-bbox="822 911 1301 1027">قم بلف العازل حول الأنبوب الأفقي الممتد بين يمين ال (تي) ويساره، كما في الشكل (١٨).</p>	<p data-bbox="1384 927 1417 957">٢٠</p>
 <p data-bbox="419 1561 530 1598">الشكل (١٩)</p>	<p data-bbox="822 1268 1301 1352">انزع اللاصق الطولي الموجود على طرفي العازل، كما في الشكل (١٩).</p>	<p data-bbox="1384 1285 1417 1315">٢١</p>
 <p data-bbox="419 1924 530 1961">الشكل (٢٠)</p>	<p data-bbox="832 1626 1301 1742">اضغط طرفي العازل على بعضهما البعض بحيث يحدث التصاق تام بينهما، كما في الشكل (٢٠).</p>	<p data-bbox="1384 1643 1417 1673">٢٢</p>

 <p style="text-align: center;">الشكل (٢١)</p>	<p>بعد التأكد من الالتصاق التام لطرفي العازل على يمين ال(تي) و يسارها، قص العازل بشكل عمودي بمقدار قطر الأنبوب العامودي، كما في الشكل (٢١).</p>	<p style="text-align: center;">٢٣</p>
 <p style="text-align: center;">الشكل (٢٢)</p>	<p>قم بلف العازل حتى يتطابق طرفيه تماماً ثم قم بلصقه بإحكام عن طريق الضغط على طرفيه، كما في الشكل (٢٢).</p>	<p style="text-align: center;">٢٤</p>
 <p style="text-align: center;">الشكل (٢٣)</p>	<p>قم بقص طرف العازل على شكل فم السمكة (شكل بيضوي)، ثم قم بقص الطرف الآخر بقدر المسافة العمودية المراد عزلها من ال (تي)، كما في الشكل (٢٣).</p>	<p style="text-align: center;">٢٥</p>
 <p style="text-align: center;">الشكل (٢٤)</p>	<p>ثبت العازل الذي قمت بقصه على الأنبوب العمودي بحيث يلتصق تماماً بالعازل الموجود على الأنبوب الأفقي، كما في الشكل (٢٤).</p>	<p style="text-align: center;">٢٦</p>

عند الانتهاء من تنفيذك أنشطة التعلم أدناه عليك أن تكون قادراً على أن تركيب وعاء التمدد.

أنشطة التعلم:	استعن بما يلي:
١. قراءة المادة التعليمية.	• الوحدة التدريبية.
٢. الإجابة عن أسئلة التقييم الذاتي.	• الوحدة التدريبية.
٣. زيارة المواقع الالكترونية / تركيب وعاء التمدد.	• الشبكة العنكبوتية.
٤. تنفيذ التمارين العملية.	• المشغل.
٥. التدريب الميداني في تركيب وعاء التمدد.	• الورشات ذات العلاقة والورشات المختصة.

٣. تركيب وعاء التمدد (خزان تمدد مغلق)

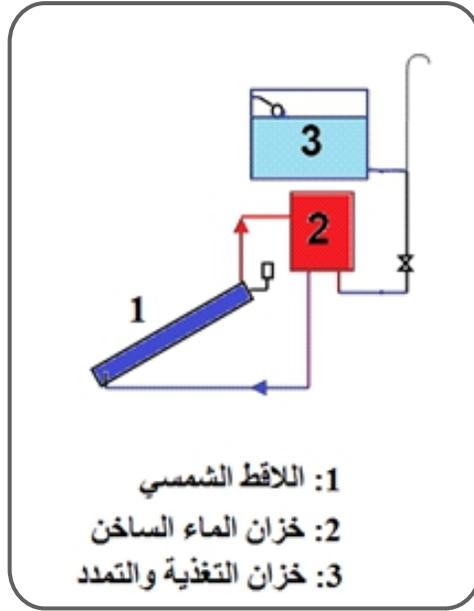
إن خزان التمدد هو خزان يتكيف مع الحجم الإضافي نتيجة تمدد الماء عند تسخينه. عندما يرتفع الضغط في النظام الشمسي الحراري فإنه يدفع السائل إلى خزان التمدد. يوجد هناك غشاء في الخزان يفصل الغاز جانباً عن السائل.

١-٣ أنواع خزانات التمدد

تقسم أنواع خزانات التمدد إلى نوعين رئيسيين هما:

أ. خزان التمدد المفتوح:

هو عبارة عن خزان مفتوح للهواء الجوي يتم تركيبه عند أعلى نقطة من الدائرة. يجب أن يكون ارتفاع الخزان كافياً (حوالي متر فوق أعلى نقطة) لتعويض فقد الضغط بالاحتكاك خلال الخط الذي يربط الخزان بالمضخة. بهذه الطريقة يبقى الضغط خلال المنظومة أعلى من الضغط الجوي وفي ذلك حماية من سحب الهواء وتأثيره على المنظومة. بالرغم من أن هذا الخزان بسيط للاستعمال ورخيص ويجعل الضغط داخل الدارة مستقراً نسبياً، إلا أن انفتاحه للضغط الجوي يجعله عرضة للتأكسد والصدأ وتبخر المياه. الشكل (٢٥) يبين خزان التمدد المفتوح.



الشكل (٢٥): خزان التمدد المفتوح.

ب. خزان التمدد المغلق:

خزان التمدد المغلق يحتوي عادة على الهواء أو النيتروجين، عندما ترتفع درجة الحرارة، يتمدد الماء و يمر الحجم الزائد إلى خزان التمدد حيث يضغط الغاز و يرفع ضغط الدارة. بينما عندما تنخفض درجة الحرارة يدفع الغاز المضغوط كمية الماء الموجودة وسط الخزان إلى دارة الماء لتعويض النقص في الحجم.

لتفادي التأثير السلبي للهواء المتمثل في التأكسد و الصدأ و امكانية اصدار ضجيج مزعج يستخدم غشاء للفصل بين الماء والهواء الذي يسبب التأكسد. يتم تركيب هذا الخزان عادة في الأنظمة الشمسية المغلقة. يبين الشكل (٢٦) خزان التمدد المغلق.



الشكل (٢٦): خزان التمدد المغلق.

الاسم الدارج لخزان التمدد هو وعاء التمدد (Expansion Vessel)، يكون وعاء التمدد (طابة التمدد) متصلاً بأنابيب اللواقط الشمسية لذلك فإن هذا الوعاء يمتص الزيادة في الحجم الناتجة عن ارتفاع حرارة سائل انتقال الحرارة في النظام الشمسي الحراري. لذا يجب أن يكون حجم وعاء التمدد كافياً لتمدد سائل انتقال الحرارة الموجود في النظام الشمسي الحراري. يجب تركيب وعاء التمدد في النظام الشمسي الحراري على الخط البارد (الخط الداخل إلى اللواقط) وذلك لإطالة عمر وعاء التمدد عن طريق تجنب ادخال ماء ذي درجة حرارة عالية إلى الغشاء المرن الموجود بداخله ويظهر الشكل (٢٧) القطع المستخدمة في تثبيت وعاء التمدد.



الشكل (٢٧): القطع المستخدمة في تثبيت وعاء التمدد.

التقييم الذاتي

- ١- أجب عن الأسئلة المدرجة أدناه.
- ٢- إذا كنت غير قادر على إجابة أي من أسئلة التقييم، ارجع إلى المعلومات النظرية أو استشر مدربك إن كان ذلك ضرورياً.

الأسئلة:

السؤال الأول:

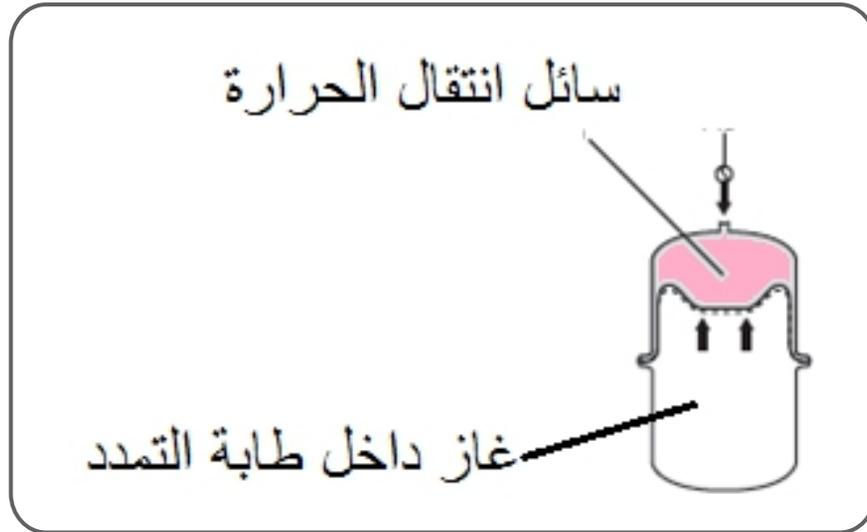
ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

١- خزانات التمدد المفتوحة :

- أ. لا تتعرض لتبخر المياه.
- ب. تستعمل في الأنظمة المغلقة.
- ج. غالبية الثمن.
- د. تتعرض للتأكسد والصدأ.

٢- الشكل (٢٨) يظهر وعاء التمدد، ويوجد في منتصف الوعاء غشاء مرن يفصل بين سائل انتقال الحرارة و:

- أ. ثاني أكسيد الكربون.
- ب. أكسجين.
- ج. هيدروجين.
- د. نيتروجين.



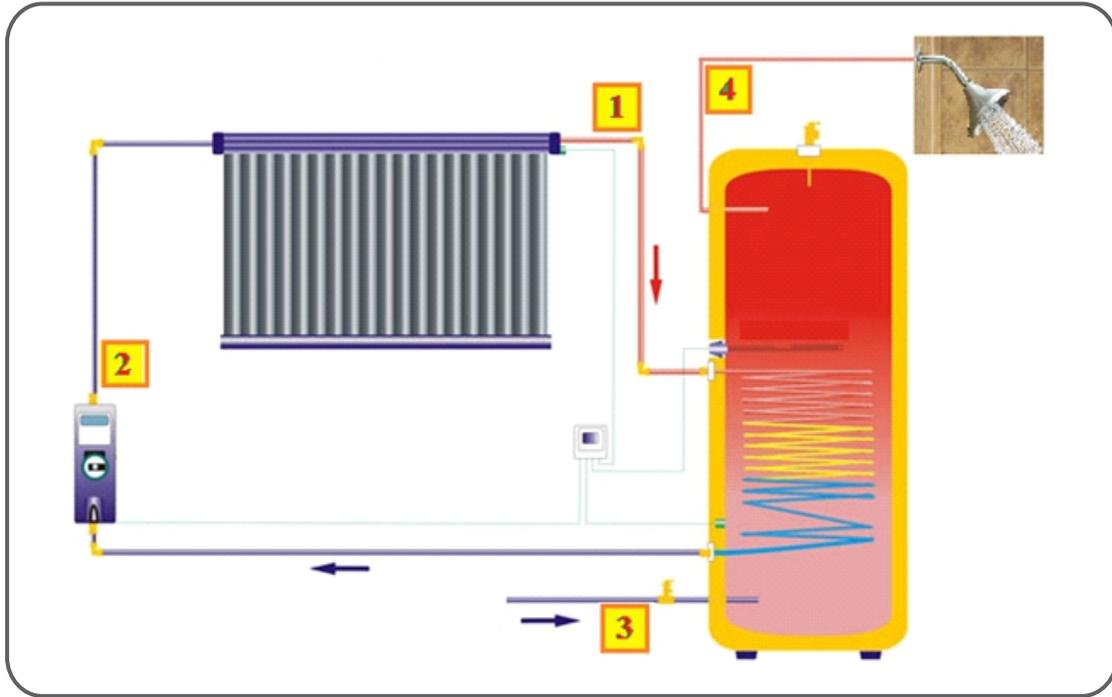
الشكل (٢٨).

السؤال الثاني:

الشكل (٢٩) يوضح مخططاً لنظام شمسي، حيث تدل الأرقام الظاهرة في الشكل على ما يلي:

- ١- الخط الخارج من اللواقط (الخط الساخن).
- ٢- الخط الداخل إلى اللواقط (الخط البارد).
- ٣- خط تغذية الماء البارد للخزان الحراري.
- ٤- خط الماء الساخن الخارج من الخزان الحراري باتجاه نقاط الاستعمال.

وضع أين يجب أن تركيب وعاء التمدد الخاص بالنظام الشمسي الحراري مبيناً السبب.



الشكل (٢٩).

الزمن المخصص:	رقم التمرين (٣):
ساعة	اسم التمرين: تركيب وعاء تمدد و توصيله مع المضخة في نظام شمسي حراري.

• **الهدف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين، أن تصبح قادرا على أن تركيب وعاء تمدد خاصة بالنظام الشمسي الحراري.

شروط الأداء: حسب تعليمات المدرب.

• الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء:

الأدوات والتجهيزات والمواد:			
أنبوب مرن من الفولاذ المقاوم للصدأ.	٦	وعاء تمدد.	١
تفلون.	٧	مفتاح شد.	٢
قاعدة وعاء التمدد.	٨	مقذح كهربائي (درل).	٣
شد وصل خاص بالأنبوب المرن.	٩	براغي و أسافين تثبيت.	٤
	١٠	الحلقة الخاصة بالأنبوب المرن.	٥

• الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء:

١- نسخة من الوحدة التدريبية.

٢- دليل التركيب.

• خطوات العمل:

الرقم	خطوات العمل والنقاط المركزية:	الرسوم التوضيحية:
١	جهز العدد والأدوات المطلوبة وتأكد من صلاحيتها قبل الشروع في العمل.	
٢	ارتد ملابس العمل.	

 <p>الشكل (١)</p>	<p>حدد مكان دعامة التثبيت (قاعدة) وعاء التمدد حيث تكون على يمين الخط الذي توجد عليه مضخة التدوير (الخط الذي يدفع سائل التدوير إلى اللواقط الشمسية من أجل تسخينه)، ثم ثبت القاعدة بالحائط باستخدام براغي التثبيت الخاصة بها، كما في الشكل (١).</p>	<p>٣</p>
 <p>الشكل (٢)</p>	<p>وصل أحد طرفي الأنبوب لوعاء التمدد إلى المضخة باستعمال التفلون والحلقة الخاصة بالأنبوب ، ثم قم بشد الوصل الخاص بالأنبوب جيداً، كما في الشكل (٢).</p>	<p>٤</p>
	<p>عدل أنبوب التثبيت إلى الوضعية المناسبة له ثم وصل طرف الأنبوب المرن الآخر بحذر إلى وعاء التمدد باستخدام الحلقة والتفلون.</p>	<p>٥</p>
 <p>الشكل (٣)</p>	<p>ثبت وعاء التمدد مع دعامة التثبيت باستخدام التفلون ثم قم بشده جيداً مع القاعدة، كما في الشكل (٣).</p>	<p>٦</p>

عنوان الوحدة التدريبية: ربط النظام الشمسي الحراري على الشبكة.
المهنة: تركيب سخانات شمسية.

اسم المتدرب:

اسم المدرب:

علامة المتدرب:

تعليمات الاختبار:

١- أجب عن الأسئلة الآتية جميعها وعددها (٥ أسئلة).

٢- مدة الاختبار: (ساعتان).

السؤال الأول: (٢٥ علامة)

اذكر أنواع الأنابيب المستخدمة في الأنظمة الشمسية الحرارية:

.....
.....
.....
.....

السؤال الثاني: (٣٠ علامة)

١- أفضل أنواع الأنابيب المستخدمة في الأنظمة الشمسية الحرارية:

أ. النحاس. ب. البكس (PEX). ج. الفولاذ الأسود. د. الألمنيوم.

٢- أحد المواد التالية لا يمكن استخدامه في أنابيب دائرة الأنظمة الشمسية:

أ. النحاس. ب. البكس (PEX). ج. الفولاذ الأسود. د. الفولاذ المقاوم للصدأ.

٣- إذا كان قطر الأنبوب $\frac{3}{4}$ بوصة أو أقل: تكون سماكة العازل الموصى بها:

أ. ٢٠ مم. ب. ٣٠ مم. ج. ٤٠ مم. د. ٥٠ مم.

٤- يجب أن تكون الموصلية الحرارية للعازل الحراري المستخدم في الأنظمة الشمسية أقل من:

أ. ٢٠ واط/متر. درجة سيلسيوس. ب. ٣٥ واط/متر. درجة سيلسيوس.

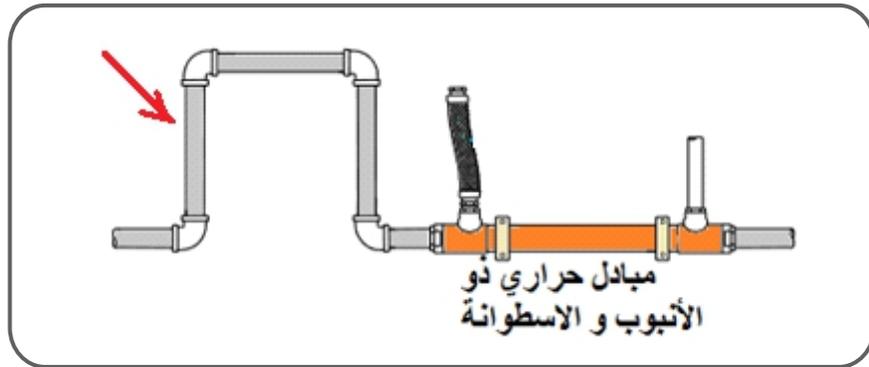
ج. ٤٥ واط/متر. درجة سيلسيوس. د. ٥٠ واط/متر. درجة سيلسيوس.

٥- الأنابيب التي لا ينصح أبداً باستخدامها في الأنظمة الشمسية المغلقة التي يكون فيها مانع التجمد

هو سائل نقل الحرارة هي:

أ. النحاسية. ب. الفولاذ المجلفن. ج. الفولاذ الأسود. د. الفولاذ المقاوم للصدأ.

- ٦- في الشكل (٣٠)، وظيفة الوصلة المشار إليها بالسهم هي:
- أ. زيادة انتقال الحرارة من الأنابيب .
 ب. تسهيل تثبيت الأنابيب.
 ج. منع الاجهادات الميكانيكية المؤثرة على المبادل الحراري.
 د. زيادة طول الأنابيب.



الشكل (٣٠)

- ٧- في المبادل الحراري الصفائحي، عدد محابس العزل التي يتم تركيبها عند المداخل والمخارج:
- أ. محبسين. ب. ثلاثة محابس. ج. أربعة محابس. د. خمسة محابس.

٨- يتم تركيب المبادلات الحرارية الداخلية المربوطة مع البويلر في:

- أ. الجزء العلوي من الخزان الحراري.
 ب. الجزء الأوسط من الخزان.
 ج. الجزء السفلي من الخزان الحراري.
 د. الجزء الأوسط أو الجزء السفلي.

٩- خزانات التمدد المفتوحة :

- أ. لا تتعرض لتبخر المياه.
 ب. تستعمل في الأنظمة المغلقة.
 ج. غالية الثمن.
 د. تتعرض للتأكسد و الصدأ .

١٠- في خزانات التمدد المغلقة يكون الغاز الموجود بداخلها عادة :

- أ. الهواء أو النيتروجين.
 ب. ثاني أكسيد الكربون.
 ج. الهيليوم.
 د. أرجون.

السؤال الثالث: (٥ اعلامة)

اذكر خمسة أمور يجب مراعاتها عند تركيب المبادلات الحرارية:

- ١-
- ٢-
- ٣-
- ٤-
- ٥-

السؤال الرابع: (٣. علامة)

يبين الشكل (٣١) خزان حراري، اذكر ما تشير اليه الأرقام:

-١

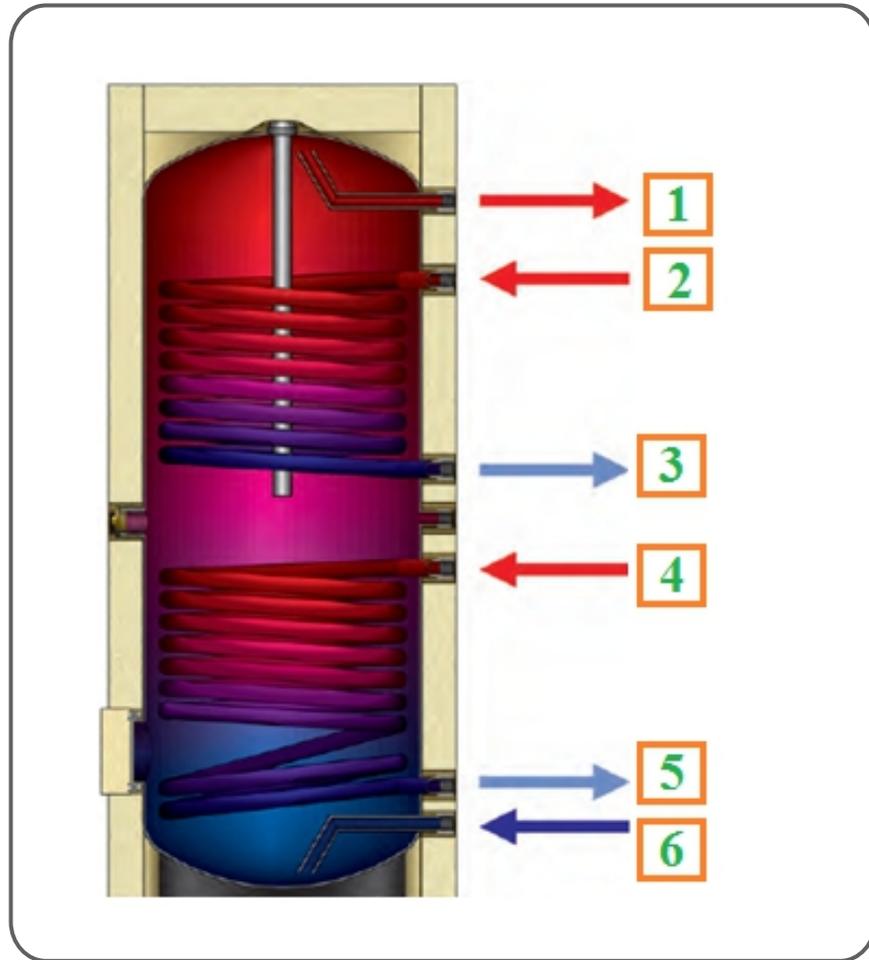
-٢

-٣

-٤

-٥

-٦



الشكل (٣١)

يهدف هذا الاختبار إلى تقييم مدى إتقانك لعناصر الكفاية المتعلقة بتركيب سخانات الشمسية ذات الأنابيب الحرارية المفرغة.

استمارة مراقبة وتدرج الاختبار العملي

اسم التمرين: تركيب عازل حول كوع و(تي) وتركيب مبادل حراري، الزمن : ٣ ساعات.

التسهيلات اللازمة:	العلامة:		معياري الأداء:	الخطوات الرئيسية والنقاط الحاكمة:	محتوى الاختبار:	
	الممنوحة	المخصصة			عناصر المناقشة	عناصر الأداء
عازل حراري		٢		ارتداء ملابس العمل ويؤمن منطقة العمل.		التحضير لتنفيذ العمل
		٢		تجهيز العدد والأدوات ويتأكد من صلاحيتها.		
		٢		التحقق من وجود العازل و جميع الأدوات اللازمة للعمل.		
مشروط		٣	± ١ مم	قياس المسافة الأفقية التي تفصل الكوع عن المحبس الأفقي.		تحضير العازل الحراري وقصه.
		٤		قص العازل الحراري بطول يساوي المسافة ال (تي) تم قياسها + ١٠ سم.		
كوع		٣			علاقة سماكة العازل بقطر الأنبوب؟	
تي		٤		لف العازل حول الأنبوب العمودي الذي يقع تحت الكوع مباشرة.		لف العازل حول كوع.
	شريط قياس		٤		نزع اللاصق الطولي الموجود على طرفي العازل.	
		٤		ضغط طرفي العازل على بعضهما البعض بحيث يحدث التصاق تام بينهما.		
		٣		دفع العازل الذي قام بلفه إلى الأعلى حتى يصل طرفه العلوي إلى المحبس الأفقي.		
		٣	± ١ مم	قياس المسافة الأفقية المطلوب عزلها على يمين ال (تي) و يسارها.		تركيب العازل حول ال (تي).
		٣		وضع العازل على اللوح الخشبي و قم بقص العازل حسب المسافة المقاسة.		
	٤		لف العازل حول الأنبوب الأفقي الممتد بين يمين ال (تي) و يساره .			
	٢		نزع اللاصق الطولي الموجود على طرفي العازل.			
	٣		ضغط طرفي العازل على بعضهما البعض بحيث يحدث التصاق تام بينهما.			
		٥		بعد التأكد من الالتصاق التام لطرفي العازل على يمين ال (تي) و يسارها، قص العازل بشكل عامودي بمقدار قطر الأنبوب العامودي.		

		٢	لف العازل حتى يتطابق طرفيه تماماً ثم يقوم بلصقه بإحكام عن طريق الضغط على طرفيه.		
		٤	قص طرف العازل على شكل فم السمكة (شكل بيضوي)، ثم قم بقص الطرف الآخر بقدر المسافة العامودية المراد عزلها من التي.		
		٢	تثبيت العازل الذي قام بقصه على الأنبوب العمودي بحيث يلتصق تماماً بالعازل الموجود على الأنبوب الأفقي.		
		٢	التحقق من وجود كافة مكونات المبادل الحراري وملحقاته حسب دليل التركيب.		
	تحديد مكان المبادل الحراري.	٣	تحديد مكان تركيب المبادل الحراري.		
		٢	تحديد مداخل و مخارج المبادل الحراري حسب ما هو وارد في دليل التركيب.		
	تثبيت وصلات الشد.	٤	تركيب شدات وصل على المخارج الأربعة الخاصة بالمبادل الحراري.		
	قص الأنابيب المرنة.	٢	قياس المسافة بين مدخل المبادل الحراري و نقطة التوصيل في الخزان الحراري .	± ٣ مم	
		٣	قص الأنبوب المرن طبقاً للمسافة التي قاسها.		
	تركيب وصلات.	٣	تركيب وصلة التثبيت الخاصة بالأنبوب المرن من طرفي الأنبوب.		
	ربط المبادل الحراري مع الخزان الحراري.	٢	تثبيت الأنبوب المرن الذي تم تركيبه على المدخل رقم (١) من المبادل الحراري مع مخرج الخزان الحراري باستخدام وصلة التثبيت.		
		٣	تثبيت المدخل رقم ٢ من المبادل الحراري مع الخط الداخل إلى الخزان الحراري.		
		٣	تثبيت المدخل رقم ٤ مع مدخل اللاقط الشمسي.		
		٢	جمع العدة وينظف مكان العمل.		
	سرعة الإنجاز	١٠	أقل من (٢٠٣٠)		
		٥	من (٢,٤٥-٢,٣٠)		
		صفر	من (٣,٠٠-٢,٤٦)		
	العلامة الكلية:	١٠٠			

التوقيع:

التاريخ:

اسم المدرب/الفاحص:

المصطلح باللغة الانجليزية:	المصطلح باللغة العربية:	الرقم:
Aluminum Cladding	غطاء الألومنيوم	.١
Antifreeze	مانع التجمد	.٢
Black Iron	حديد اسود	.٣
Coil	ملف	.٤
Expansion Joint	وصلة تمدد	.٥
Expansion Vessel	وعاء تمدد	.٦
Filter	مصفاة	.٧
Finned Heat Exchanger	المبادل الحراري ذو الزعانف	.٨
Galvanized Steel	الفولاذ المجلفن	.٩
Heat Exchanger	مبادل حراري	.١٠
Plain Heat Exchanger	المبادل الحراري الداخلي البسيط	.١١
Plate Heat Exchanger	المبادل الحراري الصفائحي	.١٢
Shell And Tube Heat Exchanger	المبادل الحراري ذو الأسطوانتين	.١٣
Thermal Insulation	عازل حراري	.١٤

- كودة الطاقة الشمسية (٢٠١٣) - كودات البناء الوطني الأردني.

- Sameer Maithel et al, Training manual for Solar Water Heater Consultants, First Edition.
- Greentech Knowledge Solutions Pvt Ltd New, Delhi. 2012,
- Users Handbook on solar water heaters, First Edition, the International Copper Promotion Council in partnership with the Ministry of New & Renewable Energy, Government of India and the Global, Delhi. (2010)
- Chuck Marken and Vaughan Woodruff, NABCEP Solar Heating Installer Resource Guide, (First Edition), NewYork., 2013
- Technical Guide "Solar Thermal Systems", VIESMANN company, (First Edition) 2009, Germany.
- Deutsche Gesellschaft fur Sonnenenergie, James & James, Planning and Installing Solar Thermal Systems: A Guide for Installers, Architects and Engineers (2nd Edition), 2010, by (Science Publishers) Ltd., www.earthscan.co.uk
- Design and Installation of Solar Water Heater Applications in Pakistan Training Manual, REAP Renewable & Alternative Energies Association Pakistan In cooperation with AEDB Alternative Energy Development Board Pakistan, (First Edition), 2010, Pakistan.
- Manual of Pressurized Solar Water Heater, SunMaxx Solar, 56 Broome Corporate Parkway, Conklin, NY 13748 USA, www.sunmaxxsolar.com (2012).
- Installation Manual-Gravity Solar Water Heater-Evacuated Tube Integrated (Direct) System, unpressurized-FreeFuelForever.com
- <http://www.energydepot.com>
- <http://www.energy-withoutcarbon.com>
- <http://www.solarsense.co.za/solar-water-heating-explained.php>
- Council in partnership with the Ministry of New & Renewable Energy, Government of India and the Global, (2010).
- Plumbers handbook by Howard C.Massey
- Industrial Insulation Process manual.Roxul
- Plumbers handbook by Howard C.Massey
- Industrial Insulation Process manual.Roxul