سلسلة الوحدات التدريبية
المبنية على أساس الكفايات المهنية

المهنة: تركيب الأنظمة الشمسية الكهروضوئية

الوحدة: اجراء الصيانة الوقائية الدورية للأنظمة الشمسية الكهروضوئية PV.

إعـــداد:

م. إميل عاصي مقطش

لا يجوز استنساخ أيِّ جزء من هذه النشـرة، أو تخزينهـا على نظام اسـترجاعي، أو تحويلهـا إلى أيِّ شكل أو وسيلة سواء كانت إلكترونيـة، أو تصويريـة، أو تسـجيلها، أو أيِّ أسـلوب أخرى دون الحصـول على إذن خطـي مسـبق من مؤسسـة التدريب المهنـي ومشـروع تطوير القوى العاملة في الأردن المُمول من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية.

ولقد بذل الناشـرون كافة الجهـود الممكنـة للاعتـراف لأصحـاب حقـوق النشـر والإشارة إليهم، وفي حال تم إغفال أيٍّ منهم سيتم إجراء الترتيبات اللازمة لحفظ حقوق النشر لهم.

ونرحب بأيِّ معلومـات من شـأنها أنْ تمكننـا من تصحيـح أيِّ حقـوق ملكيـة غير دقيقـة أو محذوفة في طبعة لاحقة.

ويُفترضُ عدم تحمل أيِّ مسؤولية حول المعلومـات الواردة في هذه النشـرة، وتم النشـر من قِبَلِ مؤسسـة التدريب المهني وبمسـاعدة مالية وتقنيـة من مشـروع تطويـر القوى العاملة في الأردن المُمول من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية.

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

©مؤسسة التدريب المهني (٢٠١٧)م.

قررت مؤسسة التدريب المهني تطبيق هذه الوحدة التدريبية بموجب قرار لجنـــة الإعتـــماد الفنيـــة رقم (٢٠١٦/٣٧) تاريخ ٢٠١٦/٩/١ بدءً من العام الدراسي ٢٠١٦/٢٠١٧.

الإشراف العام:

مديرية البرامج والاختبارات ومصادر التعلم

مشروع تطوير القوى العاملة في الأردن

الممول من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية (USAID)

التدقيق والاشراف الفني:

د. محمود عبدالله الديسي، م. هيثم عدس

لجنة الاعتماد الفنية:

المدير العام: م.هاني خليفات (رئيساً)

م. إبراهيم أحمد الطراونة

م. أحمد مصطفى عبدالله

م. داود محمود شقبوعة

م. عبدالله محمود الهور

م. "محمد خير" ارشيد

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 زعبلاوي.

الطبعة التجريبية الأولى (٢٠١٧)م

ص.ب (925835) الرمز البريدي (111101) عمان ، الأردن تلفون: 4873031 - 4884144 فاكس: 4895619

قائمة المحتويات

الموضوعات:	رقم الصفحة:
• دليل الوحدة	
١ المقدمة	٧
٢ المتطلبات المسبقة	٧
٣ نتاجات التعلم	٧
٤ أهداف التعلم	٧
٥ الزمن المقترح	٨
٦ أدلة التقييم الذاتي	٨
هدف التعلم الأول:	٩
١. تنظيف الألواح الشمسية الكهروضوئية	٩
١-١ أهمية تنظيف الألواح الشمسية الكهروضوئية	١٠
١-٢ طرائق تنظيف الألواح الكهروضوئية	١١
١-٣ تجفيف الألواح الشمسية الكهروضوئية	١٢
١-٤ التقييم الذاتي	١٣
١-٥ التمرين العملي	١٤
هدف التعلم الثاني:	١٧
٢. ثبات هيكل النظام الشمسي الكهروضوئي	١٧
٢-١ مكونات هيكل النظام الشمسي الكهروضوئي	١٨
٢-٢ الأمور الواجب مراعاتها في تحديد ثبات هيكل النظام الكهروضوئي	١٩
٢-٣ التقييم الذاتي	٢١
٢-٤ التمرين العملي	٢٢
هدف التعلم الثالث:	٢٥
٣. التوصيلات الكهربائية للنظام الشمسي	٢٥
٣-١ أنواع التوصيلات الكهربائية	٢٥
٣-٢ أجهزة قياس الفولطية و طريقة استخدامها	٢٨
٣-٣ التقييم الذاتي	٣١
٣-٤ التمرين العملي	٣٢

هدف التعلم الرابع:	٣٥
٤. تأثير الحرارة على مكونات النظام الشمسي	٣٥
٤-١ تأثير الحرارة على خلايا النظام الشمسي	٣٥
٤-٢ جهاز قياس الحرارة الليزري	٣٦
٤-٣ تعبئة تقرير العمل الخاص بقياس درجة حرارة مكونات النظام	٣٧
٤-٤ التقييم الذاتي	٣٨
٤-٥ التمرين العملي	٣٩
هدف التعلم الخامس:	٤٢
٥. كفاءة مجموعة البطاريات المستخدمة في النظام الشمسي	٤٢
٥-١ فحص مجموعة البطاريات المستخدمة في النظام الشمسي	٤٢
٥-٢ الأمور الواجب مراعاتها عند قياس كفاءة البطارية	٤٤
٥-٣ التقييم الذاتي	٤٦
٥-٤ التمرين العملي	٤٧
هدف التعلم السادس:	٥٠
٦. مراقبة كفاءة عمل النظام الشمسي	٥٠
٦-١ تحليل قراء ت شاشة النظام الشمسي	٥١
٦-٢ التقييم الذاتي	٥٢
٦-٣ التمرين العملي	٥٣
نشاط: تنفيذ صيانة دورية للنظام الشمسي الكهروضوئي	٥٥
٧. اختبار المعرفة	٥٦
٨. اختبار الأداء	٥٨
٩. قائمة المصطلحات	٦٠
١٠. قائمة المراجع	٦١

١. المقدمة:

حرصاً على ربط العلم بالعمل والنظرية بالتطبيق، اتجهت مؤسســة التدريب المهني نحو استخدام الكفايات المهنية في التدريب، وذلك لإكســاب المتدربين المهارات العملية والمعلومات النظرية؛ إذ يتيح اســـــتخدامها مرونة التكيف مع المتغيرات المهنية التي تطرأ على ميدان العمل المهني، ويوفر للمتدربين مجال التعليم والتدريب الذاتي والتقدم فيه بحسب قدراتهم. وقامت مؤسسة التدريب المهني حتى الآن بإعداد وحدات تدريبية على أساس الكفايات المهنية في مجال الصــناعة والخدمات.

تتخصــص هذه الوحدة بمهمة إجراء الصــيانة الوقائية للانظمة الشــمســية الكهروضوئية ، بهدف إكســاب المتدربين المهارات والمعارف اللازمة لصيانة الأنظمة الشـمسـية الكهروضوئية ، وتزويد المتدرب بالمهارات الأدائية والنظرية والاتجاهية المتعلقة بهذا الموضوع.

المتطلبات المسبقة:

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

- أساسيات الكهرباء.
- أساسيات الالكترونيات.

٢. نتائج التعلم:

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة والتفاعل مع أنشطتها وخبراتها يتوقع منك أن تصبح قادراً على صيانة الأنظمة الشـــمســـية الكهروضوئية، وفق معايير الكفايات المهنية الأردني لمهنة تركيب الأنظمة الشمسية الكهروضوئية.

٣. أهداف التعلم:

بعد الانتهاء من دارسة هذه الوحدة (الكفاية) والتفاعل مع أنشطتها وخبراتها يتوقع منك أن تصبح قادرا على أن:

١. تنظف الألواح الشمسية الكهروضوئية.

٢. تتفقد ثبات هيكل الألواح الشمسية الكهروضوئية.

٣. تتفقد الوصلات الكهربائية للنظام قبل التشغيل وبعده.

٤. تقيس درجة حرارة مكونات النظام.

٥. تتفقد كفاءة مجموعة بطاريات النظام

٦. تراقب أداء النظام

٤. الوقت المقترح:

الفترة الزمنية المقترحة لتنفيذ أنشطة وتمارين هذه الوحدة هي ٣٤ ساعة تدريبية موزعة كما يلي:

- دروس نظرية: ١٠ ساعات
- تنفيذ التمارين العملية: ٢٠ ساعة.
- اختبار المعرفة: ساعة واحدة
- الاختبار العملي: ٣ ساعات.
- التدريب الميداني: ٤ أيام.

٥. أدلة التقييم الذاتي:

أ- أسئلة التقييم الذاتي للمعلومات النظرية

حاول الإجابة عن أسئلة التقييم الذاتي المتوفرة في نهاية المادة النظرية المطلوبة لهذه الوحدة التدريبية، واعرض إجاباتك على مدربك لتدقيقها، مما سيساعدك على مراجعة موضوعات الوحدة واستيعابها

ب- دليل تقييم الأداء

ستجد بعد نهاية كل تمرين قائمة فحص معدة بشكل مستقل لكل واجب من الواجبات للمساعدة في توجيهك، وإنجازك لكل واجب، كما يساهم هذا الدليل في مساعدتك للتقييم المستمر خلال تعلمك للمهنة.

نظرا للطلب المتزايد على مصـــادر الطاقة المتجددة وعلى الأخص الطاقة الشـــمســـية، فان تكنولوجيا تصنيع الألواح الشمسية والخلايا الكهروضوئية قد تطورت كثيرا في السنوات الأخيرة. وانخفضـت تكلفة تصـنيع هذه الألواح بشـكل مطرد، منذ ان تم تصـنيعها لأول مرة، حيث أصبحت تكلفة الكهرباء المنتجة بوساطتها قادرة على المنافسة مع مصادر الكهرباء التقليدية.

تتكون الألواح الشـمسـية من عدد من الخلايا الكهروضوئية تعمل على توليد الطاقة الكهربائية عن طريق تحويل الإشعاع الشـمسـي مباشرة إلى كهرباء، وتحتوي هذه الخلايا على مواد شبه موصلة تشـمل السـيليكون أحادي البلورة, السـليكون متعدد البلورة, السـيليكون غير المتبلور، وغيرها، وتعتبر الطاقة المنتجة بوساطة الخلايا الكهروضوئية شكلا من أشكال الطاقة المتجددة والنظيفة؛ لأنه لاينتج عن تشـغيلها إنبعاثات ملوثة، ولا ضوضاء ولا إشعاعات، ولا تحتاج لوقود في تشـغيلها. لكن كلفتها الابتدائية مرتفعة مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى، والخلايا الشـمسـية تولّد كهرباء ذات تيار ثابت (مستمر) (كما في البطاريات السائلة والجافة العادية).

هدف التعلم الأول

عند الانتهاء من تنفيذك أنشـــطة التعلم أدناه يتوقع منك أن تصـــبح قادراً على أن تنظف الألواح الشمسية الكهروضوئية

أنشطة التعلم:	استعن بما يلي:
١. قراءة المادة التعليمية.	• الوحدة التدريبية.
٢. تنفيذ التمارين العملية.	• المشغل.
٣. البحث في المواقع الإلكترونية / تركيب الأنظمة الشمسية.	• الشبكة العنكبوتية.
٤. التدريب الميداني.	• مواقع تركيب الأنظمة الشمسية.

١. تنظيف الألواح الشمسية الكهروضوئية ، وتجفيفها

يعمل تراكم الأوســـاخ والغبار على الألواح الكهروضـــوئية (Photovoltaics PV) على خفض إنتاج الطاقة الكهربائية بوساطتها، وذلك بســـبب إعاقة أشعة الشـــمس من الوصول المباشر إلى ســـطوح هذه الألواح ، لذا يجب تنظيفها دوريا تبعا لطبيعة الغبار المتراكم، والظروف الجوية في

موقع تركيبها ، وذلك للحفاظ على كفائتها في إنتاج الطاقة الكهربائية ، وخفض تكاليف إنتاج هذه الطاقة

١-١ أهمية تنظيف الألواح الشمسية

تعتمد شدة التيار المنتج بوساطة خلايا الألواح الشمسية على كفاءة خلاياها الضوئية في تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية، وعلى وقت سطوع الشمس، وشدة أشعتها، كما يمكن تخزين الطاقة المنتجة بوساطة هذه الخلايا في بطاريات حمضية مصنوعة من الرصاص أو بطاريات قاعدية مصنوعة من معدني النيكل والكادميوم، ويمكن تحويل التيار الثابت (DC) المنتج بوساطتها إلي تيار متناوب (AC) باستخدام العاكسات (Invertor) لإستعماله في تشغيل الأجهزة الكهربائية المنزلية والصناعية.

ومن ميزات أنظمة توليد الطاقة بوساطة الخلايا الشمسية، أنها ليس فيها أجزاء متحركة تتعرض للعطل، وأنها لاتحتاج لصيانة أو إصلاحات أو وقود, حيث تعمل في صمت, إلا أن اتساخ الخلايا الضوئية نتيجة التلوث أو الغبار كما هو مبين في الشكل (١) يؤدي إلى خفض في كفائتها، مما يستدعي تنظيفها دوريا على فترات بحسب الظروف الجوية وموقع تركيبها

كما ان تقلب الفصول خلال العام له تأثير على فترات تنظيف الألواح، فلو اخذنا فصل الشتاء و ما يرافقه من هطول للأمطار التي تعمل على إزالة الغبار والأوساخ عن سطوحها، وإبقاء الألواح نظيفة بعكس فصل الصيف الجاف وما يسببه من تراكم للغبار على الألواح وخاصة في البيئة الجافة، وبشكل عام وفي الظروف الاعتيادية ، يجب تنظيف الألواح الكهروضوئية، كما في الشكل (٢) مرة كل (٦٠ إلى ٩٠ يوم) أما في فصل الشتاء فيمكن أن تكون هذة الفترة اطول.

الشكل (١): إتساخ الخلايا الضوئية

الشكل (٢): تنظيف الخلايا الضوئية

و بما أن تنظيف الألواح الكهروضوئية يشـــــمل استخدام الماء، ويمكن لاختلاف درجة الحرارة بين الألواح والماء أن يتسبب في تكسير الزجاج الواقي لهذه الخلايا، لذا يجب أن لا يتم تنظيفها ووضع الماء عليها عندما تكون ساخنة، ومن أفضـل الأوقات لتنظيفها هو في الصـباح الباكر قبل تعرضها لأشعة الشمس، وارتفاع درجة حرارتها

١-٢ طرائق تنظيف الألواح الشمسية الكهروضوئية

- طرائق تنظيف الألواح الكهروضوئية: يوجد عدة طرائق لتنظيف الألواح الشمسية منها:

أ- التنظيف الجاف: حيث يتم مســـح سطوح الألواح بقطعة قماش شبه جافة في حال الأنظمة صغيرة الحجم، أو باستخدام آلات تنظيف خاصة، كما هو مبين في الشـــكل (٣) إذا كان النظام كبيراً، وتكمن أهمية التنظيف الجاف في المناطق التي تعاني من نقص المياه وصـــــعوبة توفيرها وقت الحاجة

الشكل (٣): آلات تنظيف الخلايا الضوئية

ب- التنظيف باستعمال الماء : تستخدم المياه النظيفة الخالية من الأملاح وغير المؤكسدة في تنظيف الألواح الكهروضوئية، كما هو مبين في الشـــكل (٤)، وذلك لان المياه المالحة ذات مستويات الأكسـدة المرتفعة تتسـبب بتشـكيل بقع على سطوح الألواح تؤدي إلى خفض كفاءة أداء النظام .

الشكل (٤): تنظيف الخلايا الضوئية بالماء.

١-٣ تجفيف الألواح الشمسية الكهروضوئية

يجب تجفيف سطوح الألواح الشـــمســـية بعد تنظيفها وإزالة الغبار عنها، بوساطة قطع قماش نظيفة مع مراعاة الأمور التالية:

- عدم الضغط أكثر من اللازم على الألواح الزجاجية تفادياً لكسرها.
- اختيار المكان الصحيح للوقوف عليه عند تنظيف وسط الألواح.
- البدء بعملية التجفيف من أعلى إلى أسفل.
- التقيد بتعليمات السلامة عند استعمال السلالم في عمليات التنظيف والتجفيف

و يجب توثيق عملية التنظيف والتجفيف بعد الإنتهاء من هذا العمل، بتعبئة تقرير خاص بهذا العمل يبين فيه :

- تاريخ التنظيف الحالي والتاريخ المتوقع للتنظيف القادم .
- وقت التنظيف .
- الاجراءات المتبعة في عمليات التنظيف والتجفيف.
- المشاكل الحاصلة في النظام إن وجدت.
- التوصيات إن لزم الامر.
- التوقيع على التقرير من المعني.

١-٤ التقييم الذاتي

١. مطلوب الإجابة على الاسئلة أدناه.

٢. الرجوع إلى بطاقة التعلم أو استشارة المدرب للاستفسار والاستيضاح.

الأسئلة:

السؤال الأول:

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل فقرة من الفقرات الآتية:

١- تحتاج الألواح الكهروضوئية في الظروف العادية للتنظيف كل:

أ. شهر　　ب. ٣ أشهر　　ج. ٦ أشهر　　د. ١٢ شهراً

٢- أفضل وقت خلال النهار لتنظيف الألواح الكهروضوئية هو :

أ. في منتصف النهار.　　ب. قبل غروب الشمس.

د. قبل شروق الشمس.　　ج. في أي وقت.

٣- أفضل طرائق تنظيف الألواح الكهروضوئية هي :

أ. الغسيل بالماء وتجفيف الألواح باستخدام قطع القماش .

ب. التنظيف من الغبار بالهواء ومن ثم الغسيل بالماء .

ج. التنظيف من الغبار باستخدام الهواء المضغوط .

د. التنظيف الجاف ومسح أي غبار .

السؤال الثاني:

ما النقاط الرئيسة الواجب ذكرها في تقرير تنظيف الألواح الشمسية الكهروضوئية ؟

- .....
- .....
- .....
- .....
- .....

١-٥ التمرين العملي

رقم التمرين (١):	الزمن المخصص:
عنوان التمرين: تنظيف الألواح الكهروضوئية وتجفيفها	ساعاتان

إجراءات السلامة والصحة المهنية عند تطبيق تمارين هذه البطاقة:

إن تطبيقك لإجراءات السلامة والصحة المهنية والسلوك المهني السليم عند تطبيق تمارين هذه الوحدة هو الطريقة الأمثل لنجاحك، واكتساب احترام وتقدير الآخرين وتجنبك للحوادث المحتمل حدوثها أثناء العمل. ومن أهم هذه السلوكيات ما يأتي:

- التقيد بلباس التدريب وارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة لطبيعة العمل.
- المحافظة على نظافة مكان العمل.
- المحافظة على الأجهزة والأدوات، واستخدامها وصيانتها بحسب تعليمات الشركة الصانعة.
- المحافظة على البيئة والاقتصاد في استخدام المواد والطاقة.
- احترام قواعد العلاقات البينية والعمل كعضو ضمن فريق في بيئة العمل.
- التقيد بتعليمات السلامة الخاصة بالعمل.

• **الهدف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تصبح قادرا على أن تنظف الألواح الشمسية الكهروضوئية

شروط الأداء: حسب تعليمات المدرب.

الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء:

الأدوات والتجهيزات والمواد:			
١	نظام من الألواح الكهروضوئية	٤	قطع قماش للتجفيف
٢	ماء نظيف خال من الأملاح	٥	سلالم
٣	مواد وفرشاة تنظيف	٦	معدات الوقاية الشخصية

الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء:

١. نسخة من الوحدة التدريبية.

• خطوات العمل:

الرقم	خطوات العمل والنقاط المركزية:	الرسوم التوضيحية:
١	جهز العدد والأدوات اللازمة لتنفيذ التمرين، وأدوات الوقاية الشخصية.	
٢	ارتد ملابس ومعدات الوقاية الشخصية.	
٣	تأكد أن الألواح الكهروضوئية غير ساخنة باللمس، كما في الشكل المجاور.	
٤	رش الألواح بالماء النظيف الخالي من الأملاح ، كما في الشكل المجاور.	
٥	أزل الأوساخ عن الألواح من الأعلى إلى الأسفل، كما في الشكل المجاور.	
٦	جفف الألواح بوساطة قطع من القماش وانتظر لمدة عشر دقائق تقريبا، للتأكد من ان الألواح نظيفة وخالية من الترسبات.	
٧	إجمع العدد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص.	

تعليمات للمتدرب:
استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عند تنفيذ العمل. ضع إشارة (✓) في خانة (نعم) مقابل الخطوات التي تم تنفيذها بإتقان. ضع إشارة (✓) في خانة (لا) مقابل الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان. ضع إشارة (✗) بجانب الخطوات غير القابلة للتطبيق (غ.ق.ل) لأسباب خارجة عن السيطرة. يجب أن تصـــل النتيجة لجميع العناصر إلى درجة الإتقان الكلي،أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حال وجود مفردة في القائمة (لا) فيجب إعادة التــدرب على الخطـــوات التي لم يتــم تنفيذها بإتقـان بمسـاعدة المدرب.

الخطوة:	خطوات الأداء:	نعم:	لا:	غير قابل للتطبيق:
١	تمكنت من تجهيـــز العدد والأدوات اللازمة لتنفيذ التمـــرين وأدوات الوقاية الشخصية.			
٢	تمكنت من ارتداء ملابس ومعدات الوقاية الشخصية.			
٣	تأكدت أن الألواح غير ساخنة باللمس.			
٤	تمكنت من رش الألواح بالماء الخالي من الأملاح.			
٥	تمكنت من أزالة الأوساخ عن الألواح من الأعلى إلى الأسفل.			
٦	جففت الألواح بوســـــاطة قطع من القماش وتأكدت من ان الألواح نظيفة وخالية من الترسبات.			
٧	تمكنت من جمع العدة بعد تنظيفها, وحفظها فـــــي مكانها المخصص.			

هدف التعلم الثاني

عند الانتهاء من تنفيذك أنشــطة التعلم أدناه عليك أن تصــبح قادراً على تحديد ثبات هيكل تركيب الألواح الكهروضوئية .

أنشطة التعلم:	استعن بما يلي:
١. قراءة الوحدة التعليمية.	• الوحدة التدريبية.
٢. تنفيذ التمارين العملية.	• المشغل.
٣. البحث في المواقع الإلكترونية / تركيب الأنظمة الكهروضوئية.	• الشبكة العنكبوتية.
٤. التدريب الميداني.	• مواقع تركيب الأنظمة الكهروضوئية.

٢. ثبات هيكل النظام الشمسي الكهروضوئي

يعد هيكل تثبيت النظام الكهروضــوئي المعدني البنية الأســاســية لتركيب وتثبيت الألواح الكهروضوئية، كما هو مبين في الشــكل (٥)، ويجهّز هيكل النظام بحســب المخطط الهندسي للنظام المزود من قبل المهندس المســؤول ، و من أهم النقاط التي يجب أخذها بالحســبان في تجهيز وتركيب هيكل النظام هي زاوية الميلان (Tilt Angle)، و اتجاه أســطح الخلايا الكهروضــوئية (Direction)، حيث أن هاتين النقطتين تعدان من أهم العوامل التــي تؤثــر فــي كمية إنتاج الطاقة بوساطة الخلايا الكهروضوئية.

الشكل (٥): هيكل تركيب النظام الكهروضوئي

٢-١ مكونات هيكل النظام االكهروضوئي

يتكون هيكل النظام الكهروضوئي من ثلاثة أجزاء رئيسة ، مبينة في الشكل (٦)، هي:

أ- قاعدة إسمنتية: تستخدم في حال تركيب النظام في موقع ذي تربة طرية.

ب- قاعدة معدنية أساسية: تركب على القاعدة الإسمنتية وتستخدم لرفع الهيكل للأعلى لتحديد اتجاه تركيب الألواح الكهروضوئية، و زاوية ميلانها.

ج- قاعدة معدنية ثانوية: وتستخدم لتركيب وتثبيت ألواح الخلايا الكهروضوئية باستخدام الوصلات الميكانيكية.

ويستخدم في تشكيل أجزاء هيكل تثبيت الخلايا الشمسية مقاطع معدنية طويلة و أخرى قصيرة كما في الشكل (٦).

يتم ربطها ببعضها، بحسب المخطط الهندسي الخاص بالتركيب، وذلك باستخدام وصلات ميكانيكية خاصة ليتحمل الهيكل وزن الخلايا الكهروضوئية والعوامل الخارجية مثل الرياح والأمطار، والتغير في درجات الحرارة .

الشكل (٦): أجزاء الهيكل

مما سبق تظهر أهمية الوصلات الميكانيكية في ربط أجزاء الهيكل المعدني ببعضها وتثبيت الخلايا الكهروضوئية علي الهيكل ، كما هو مبين في الشكل (٧) للوصول إلى الشكل النهائي للنظام لتحديد زاوية الميل، وإتجاه الألوح

الشكل (٧): تثبيت الخلايا الكهروضوئية

٢-٢ الأمور الواجب مراعاتها في تحديد ثبات هيكل النظام الكهروضوئي

يجب مراعاة الأمور الآتية في تحديد ثبات هيكل النظام الشمسي الكهروضوئي قبل وبعد تركيب الألواح الكهروضوئية:

أ- فحص وصلات الهيكل المعدني الميكانيكية: يتم فحص وصلات الهيكل المعدني الميكانيكية من خلال تفقد وصلات الهيكل، وذلك بالضغط عليها للتأكد من ثباتها واستقرارها، حيث أن هذه الوصلات هي التي تعطي الثبات لأجزاء النظام. وإذا وجدت أن بعض الوصلات مرتخية وغير مشدودة ، حدد السبب وطريقة الإصلاح. ، ووثق المشكلة في تقريرك وأكد عليها لمشرفك.

ب- شد الوصلات الميكانيكية: يتم شد الوصلات الميكانيكية بحسب دليل الصيانة وتعليمات الشركة الصانعة ، مع الانتباه إلى ان عزم الشد (Nm) يكون بحسب حجم براغي التثبيت كما في الجدول (١)، أو بحسب تعليمات المخطط الهندسي للنظام،

الجدول (١): عزم الشد (Nm) يكون بحسب حجم براغي التثبيت

العزم (N-m)	حجم البرغي (mm)
0.95	4
2.28	5
9.48	8
19.1	10
32.6	12
51.9	14
79.9	16
110	18
156	20
211	22
270	24
540	30

• **تنبيه:** إن الوصلات الميكانيكية هي أكثر أجزاء الهيكل المعرضة للتلف في النظام الكهروضوئي، لذا يجب التحقق منها دوريا، واستبدالها إن لزم.

وعند القيام بإجراء الصـــيانة الدورية يجب عليك التأكد من ثبات جميع وصلات النظام الميكانيكية ، كما يجب قراءة مخطط هيكل النظام قبل الذهاب إلى موقع العمل لتنفيذ عمليات الصـــــــيانة، والتأكد من توفر وصـلات النظام في مخزونك ، وبعد الإنتهاء من إجراءات صـيانة النظام دوّن نتائج تفقد ثبات الهيكل في تقرير الصـيانة الدورية بشـكل مفصـل، والتي يجب أن تشـمل التالي ، مع التأكيد على أية أمور غير صحيحة لاحظتها أثناء التفقد والصيانة.

- ما الذي تعطل في النظام؟
- السبب المحتمل للعطل.
- صور للقطع التالفة.
- الأدوات المستخدمة في استبدال القطع التالفة.
- تاريخ الزيارة والمشاركين.

٢-٣ التقييم الذاتي

١. مطلوب الإجابة على الاسئلة أدناه.

٢. الرجوع إلى بطاقة التعلم أو استشارة المدرب للاستفسار والاستيضاح.

الأسئلة:

السؤال الأول:

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل فقرة من الفقرات الآتية:

١- يعني ثبات هيكل النظام الكهروضوئي:

أ- تركيب هيكل النظام وشد وصلاته بالعزم الصحيح.

ب- تركيب خلايا النظام على أكبر مساحة ممكنة.

ج- تركيب خلايا النظام على أصغر مساحة ممكنة.

د- تركيب خلايا النظام على التوازي.

٢- يتم فحص هيكل النظام الكهروضوئي:

أ- باستخدام الحواس فقط.

ب- باستخدام جهاز قياس الفولطية.

ج- من خلال التاكد من الوصلات وإعادة شدها.

د- بتنظيف خلايا النظام وهيكل تثبيتها.

السؤال الثاني:

ما الأمور الواجب ان يشملها تقرير صيانة النظام الكهروضوئي؟

- .....
- .....
- .....
- .....
- .....

٤-٢ التمرين العملي

رقم التمرين (٢):	الزمن المخصص:
عنوان التمرين: شد وصلات هيكل النظام الكهروضوئي الميكانيكية	٣ ساعات

- **الهدف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين، أن تصـــــــــبح قادرا على شد وصلات هيكل النظام الكهروضوئي الميكانيكية.

شروط الأداء: حسب تعليمات المدرب.

الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء:

الأدوات والتجهيزات والمواد:			
١	طقم مفاتيح شد	٤	سلم
٢	قفازات واقية	٥	معدات السلامة الشخصية
٣	ساعة شد		

الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء:

١. نسخة من الوحدة التدريبية.

٢. دليل الصيانة.

- خطوات العمل:

الرقم	خطوات العمل والنقاط المركزية:	الرسوم التوضيحية:
١	جهز العدد والأدوات اللازمة لتنفيذ التمرين	
٢	افحص وصلات النظام الميكانيكية باستخدام الحواس، كما في الشكل المجاور وذلك بعد ارتداء معدات الوقاية الشخصية.	

٣	تعرف نوع الوصلات الميكانيكية المستخدمة في تثبيت الهيكل، ومقاساتها، كما في الشكل المجاور.	
٤	تأكد من شد وصلات النظام بحسب العزم المطلوب للشد تبعا لتعليمات الشركة الصانعة، كما في الشكل المجاور.	
٥	شد البراغي المرتخية باستعمال مفتاح العزم المبين في الشكل المجاور تبعا لتعليمات الشركة الصانعة.	
٦	اكتب تقرير عن فحص وشد الوصلات الميكانيكية، وثبات الهيكل.	
٧	اجمع العدة بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص.	

تعليمات للمتدرب:

استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عند تنفيذ العمل.
ضع إشارة (✓) في خانة (نعم) مقابل الخطوات التي تم تنفيذها بإتقان.
ضع إشارة (✓) في خانة (لا) مقابل الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان.
ضع إشارة (✗) بجانب الخطوات غير القابلة للتطبيق (غ.ق.ل) لأسباب خارجة عن السيطرة.
يجب أن تصـــل النتيجة لجميع العناصر إلى درجة الإتقان الكلي،أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حال وجود مفردة في القائمة (لا) فيجب إعادة التـــدرب على الخطـــوات التي لم يتـــم تنفيذها بإتقـان بمسـاعدة المدرب.

الخطوة:	خطوات الأداء:	نعم:	لا:	غير قابل للتطبيق:
١	تمكنت من تجهيز العدد والأدوات اللازمة لتنفيذ التمرين.			
٢	تمكنت من فحص وصـــلات النظام الميكانيكية باســـتخدام الحواس بعد ارتداء معدات الوقاية الشخصية.			
٣	تعرفت نوع الوصلات الميكانيكية المســـــتخدمة في تثبيت الهيكل، ومقاساتها.			
٤	تأكدت من شد وصلات النظام بحسب العزم المطلوب للشـد، تبعا لتعليمات الشركة الصانعة.			
٥	تمكنت من شد البراغي المرتخية باستعمال مفتاح العزم تبعا لتعليمات الشركة الصانعة.			
٦	كتبت تقرير عن فحص وشـــد الوصـــلات الميكانيكية، وثبات الهيكل.			
٧	تمكنت من جمع العدة بعد تنظيفها، وحفظها فـــــي مكانها المخصص.			

هدف التعلم الثالث

عند الانتهاء عند الانتهاء من تنفيذك أنشـــطة التعلم أدناه، عليك أن تصـــبح قادراً على أن تتفقد وصلات النظام الكهروضوئي الكهربائية قبل التشغيل وبعده.

أنشطة التعلم:	استعن بما يلي:
١. قراءة الوحدة التعليمية.	• الوحدة التدريبية.
٢. تنفيذ التمارين العملية.	• المشغل.
٣. البحث في المواقع الإلكترونية / تركيب الأنظمة الكهروضوئية.	• الشبكة العنكبوتية.
٤. التدريب الميداني.	• مواقع تركيب الأنظمة الكهروضوئية.

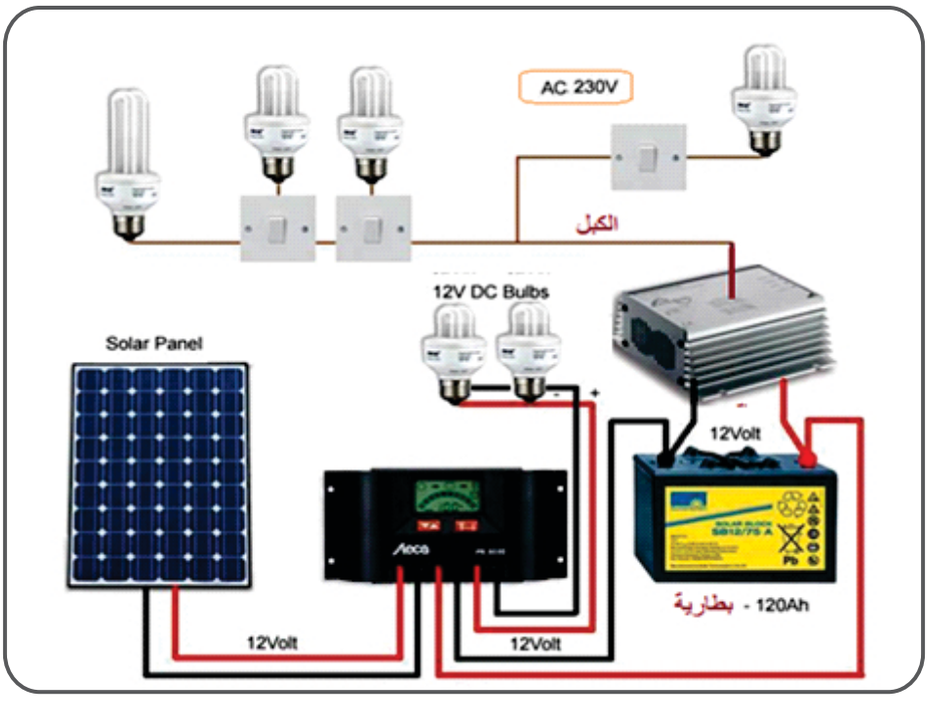
٣. التوصيلات الكهربائية للنظام الشمسي

تستخدم الوصلات الكهربائية، و الكبلات، ووحدات المراقبة والتحكم الكهربائية في ربط أجزاء نظام توليد الطاقة الشـمســي لنقل التيار الكهربائي المنتج بوساطة خلايا النظام الكهروضوئية والتي يتم توصيلها، بحسب نوع النظام المستخدم في توليد الطاقة.

٣-١ أنواع الوصلات الكهربائية

توجد أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية في الأنواع التالية:

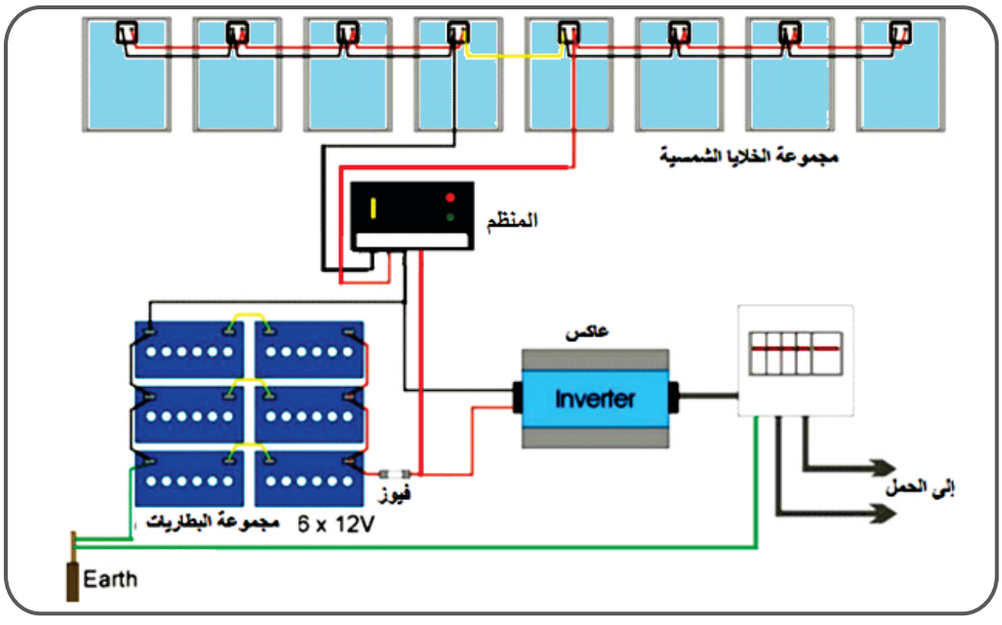
أ- النظام المســـتقل عن شبكة الكهرباء العامة: تعمل الأنظمة الكهروضوئية المســـتقلة (Off Grid System) بشـكل مسـتقل عن شبكة الكهرباء االعامة، في تزويد الأجهزة الكهربائية المنزلية والصـناعية (الأحمال الكهربائية) التي تعمل بالتيار الثابت (DC) أو التيار المتناوب (AC) المنتج بوساطة مجموعة من الخلايا الكهروضوئية وأجزاء النظام المســـتقل الأخرى ، المبينة في الشكل (٨).



الشكل (٨): النظام المستقل عن شبكة الكهرباء العمومية

ويبين الشكل (٩) طريقة توصيل عناصر نظام توليد الطاقة الكهربائية المستقل ببعضها كهربائيا، حيث تم توصيل:

- ألواح الخلايا الكهروضوئية على التوالي والتوازي تبعا لفرق الجهد المطلوب، (فرق جهد البطاريات المستخدمة في النظام).
- مجموعة ألواح الخلايا الكهروضوئية مع منظم الشحن على التوازي.
- منظم الشحن مع مجموعة البطاريات على التوازي.
- مجموعة البطاريات مع العاكس على التوازي.

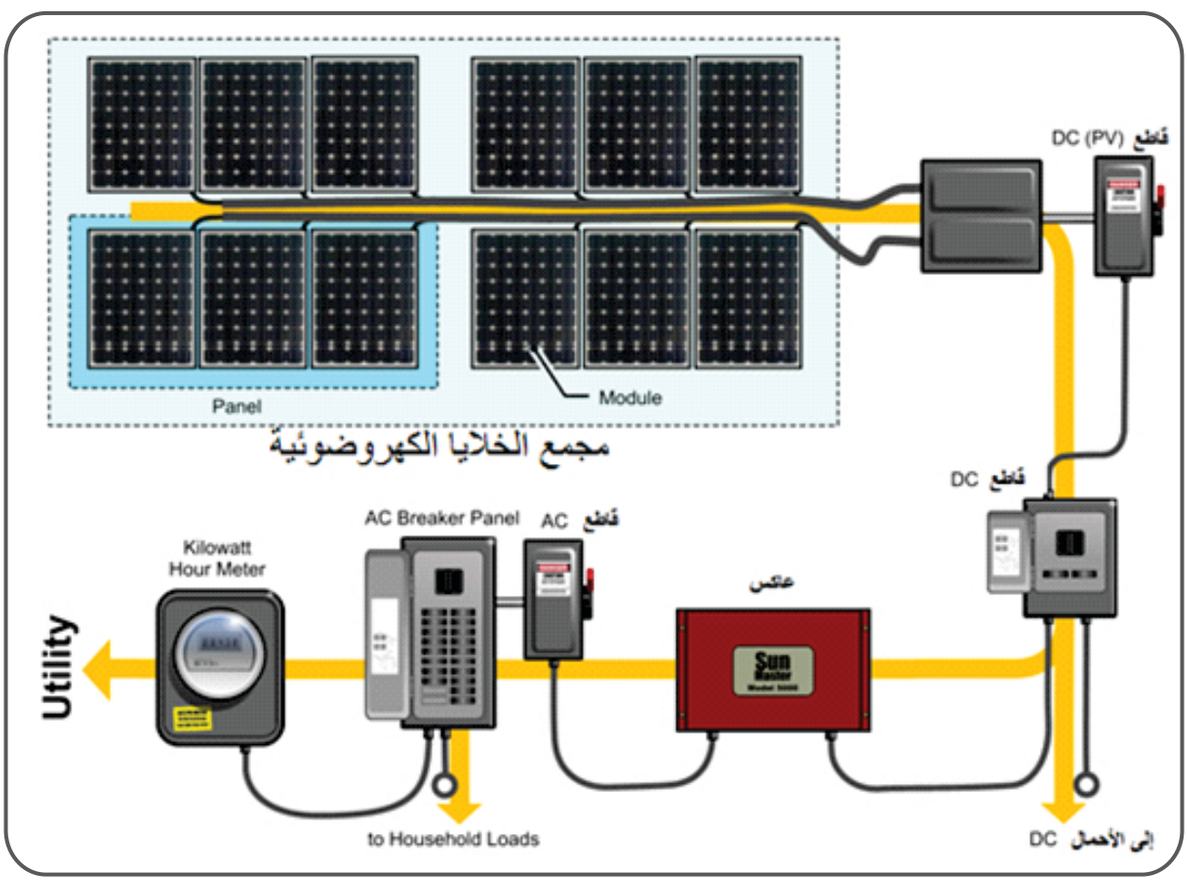


الشكل (٩): توصيل عناصر نظام توليد الطاقة الكهربائية المستقل

ب- النظام المتصل بالشبكة الكهربائية العامة

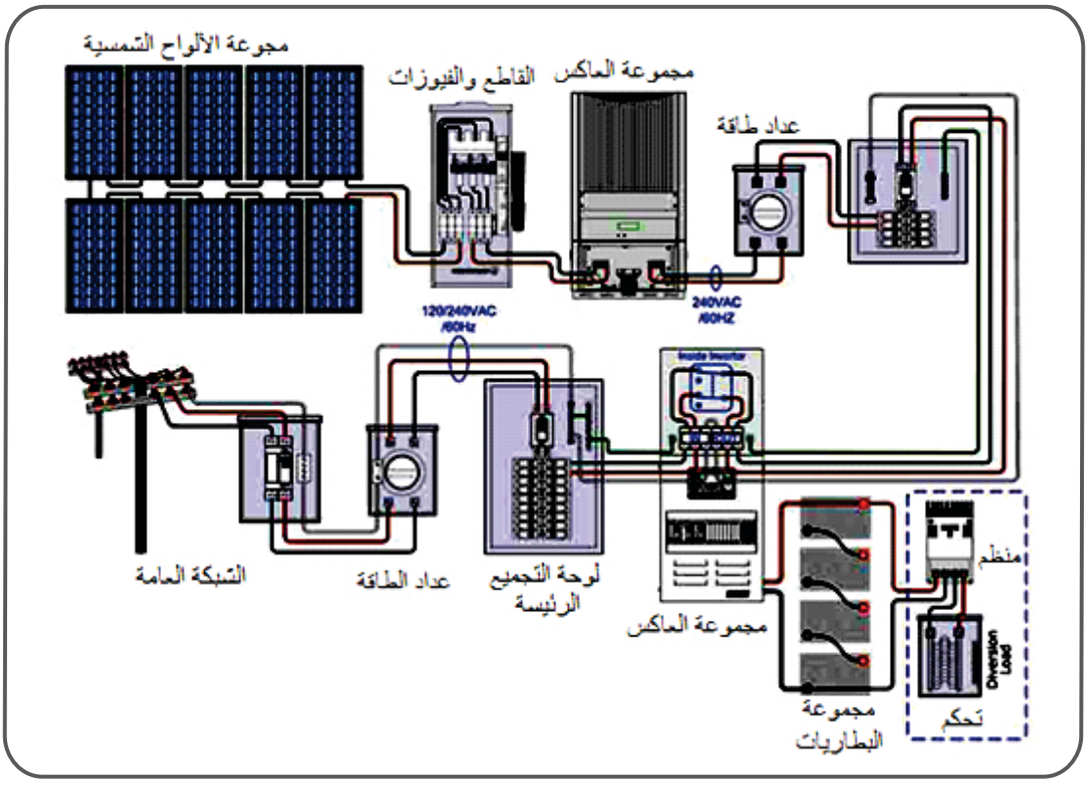
يبين الشـــكل (١.) مكونات نظام توليد الطاقة الكهربائية المتصـــل بالشـــبكة العامة (on grid system) والذي يعمل بشكلٍ متوازٍ مع الشبكة من خلال العاكس الذي يعد الوحدة الأساسية في النظام الذي يعمل على تحويل التيار الثابت (DC) المنتج بوساطة خلايا النظام الكهروضوئية إلى تيار متناوب (AC) يتوافق مع فرق الجهد للشبكة العمومية.

وعند تنفيذ التوصيلات الكهربائية بين عناصر النظام، يجب اختيار القواطع والمصـــــهرات والأسلاك والكبلات ذات الأقطار المناسبة لقدرة النظام، وبحســـب المعايير ومقدار التيار الذي يمكن أن يمر بها ؛ لأنه في حال اســـتعمال أســـلاك وكبلات ذات أقطار غير مناســـبة يحدث انخفاض للفولطية ، وربما يؤدي ذلك إلى سوء أداء النظام بشكل كامل



الشكل (١.): مكونات نظام توليد الطاقة الكهربائية المتصل بالشبكة العامة

ويبين الشـكل (١١) مخطط توصيل اجزاء النظام المتصـل بالشـبكة العامة ، حيث تم توصيل عناصر النظام ببعضها كما يلي:



الشكل (١١): مخطط توصيل أجزاء النظام المتصل بالشبكة العامة

- توصيل مجموعة من الخلايا الكهروضوئية على التوالي لتكوين سلسلة (String).
- توصيل مجموعات السـلاسل مع بعضـها على التوازي في لوحة التجميع باستخدام القواطع والمصهرات الكهربائية لتشكيل مجموعة الألواح الشمسية (Array).
- توصيل مجموعة الخلايا الشـمسـية مع العاكس (Inverter) على التوازي في قاطع التجميع الرئيس.
- توصيل مجموعة العاكس على التوازي بلوحة التيار المتناوب الرئيسة ومن ثم مع الشبكة.

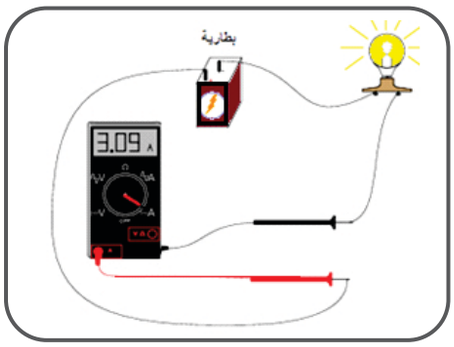
٣-٢ أجهزة القياس الكهربائية و استخداماتها

يعد جهاز القياس الـرقمـي متعدد الأغـراض من أكثـر أجهـزة القياس الكهربائية استخداما بسـبب تمتعه بسـهولة الاستخدام بالإضافة إلى الدقة في القراءة، ويبين الشـكل (١٢) جهازالقياس المسـتخدم في قياس المقاومات الكهربائية، وشدة التيار، والفولطية.

الشكل (١٢): الملتميتر

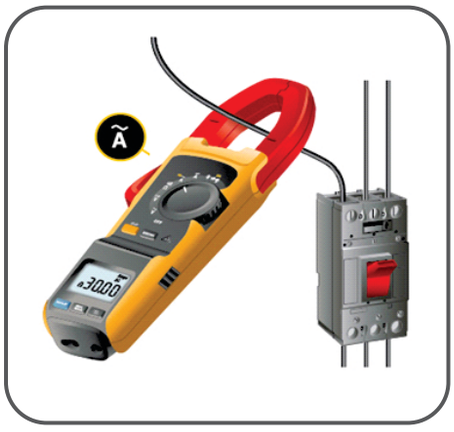
• قياس التيار الكهربائي:

يتم قياس التيار الكهربائي بوحدة القياس (أمبير) نسبة للعالم الفيزيائي الفرنسي (أمبيرو) ويرمز لهذه الوحدة بالحرف (A)، ويبين الشكل (١٣) طريقة القياس بواسطة هذا الجهاز.



الشكل (١٣): قياس التيار الكهربائي

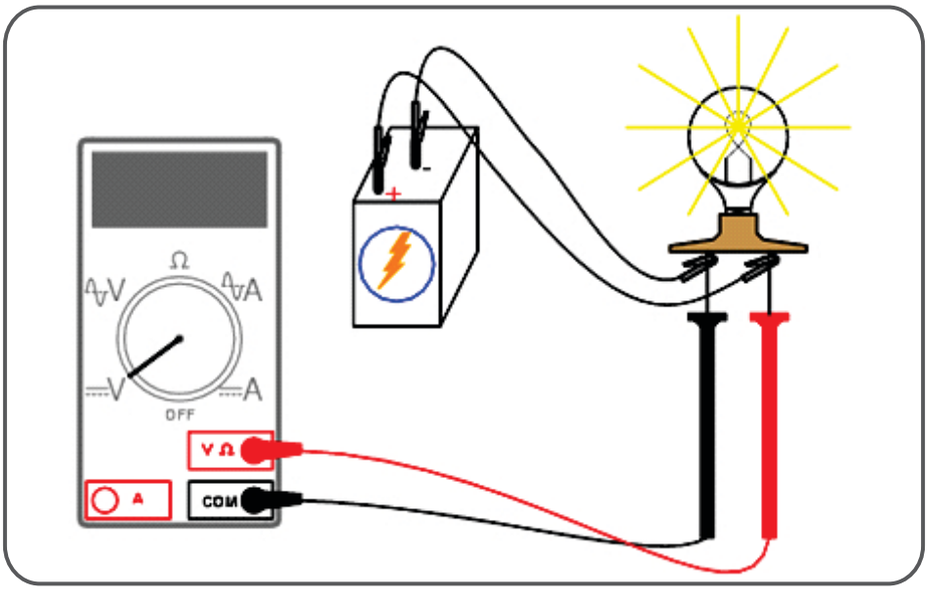
ويستخدم جهاز قياس التيار الكهربائي ذو الفك المتحرك (Clamp on Ammeter) دون توصيله بالدارة الكهربائية مباشرة حيث يحتوي الجهاز على فكين معدنيين أحدهما ثابت والآخر متحرك، وعند استخدامه يتم إدخال السلك المراد قياس التيار المار به بين فكي الجهاز، كما يبين الشكل (١٤)..



الشكل (١٤) جهاز قياس التيار ذو الفك المتحرك

• قياس فرق الجهد:

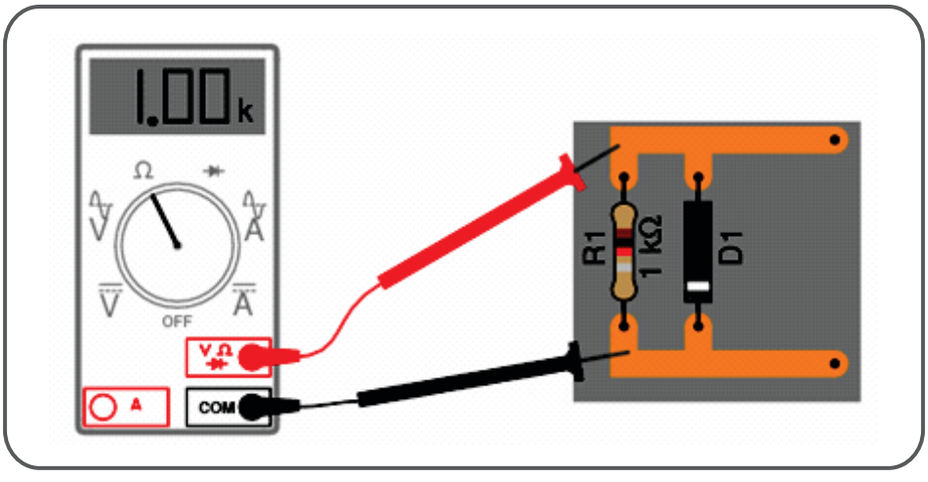
يتم قياس فرق الجهد بوحدة القياس " فولط " ويرمز له بالحرف (V) ، ويوصل الفولتمتر على التوازي في الدائرة المراد قياس الجهد عليها، لكي لا يؤثر في الدارة المقاسة , ويبين الشكل (١٥) كيفية قياس فولطية البطارية.



الشكل (١٥): قياس فرق الجهد

- قياس المقاومة:

يرمز للمقاومة الكهربائية بالحرف (R) ، وتقاس بوحدة الأوم، ويرمز لها بالحرف اليوناني (Ω) أوميغا، اما جهاز القياس المستخدم لقياس المقاومة الكهربائية فيسمى (أوم ميتر)، ويبين الشكل (١٦) طريقة استخدام جهاز قياس المقاومة حيث تم ربط الجهاز على التوازي مع المقاومة.



الشكل (١٦): قياس المقاومة

٣-٣ التقييم الذاتي

١. مطلوب الإجابة على الاسئلة أدناه.

٢. الرجوع إلى بطاقة التعلم أو استشارة المدرب للاستفسار والاستيضاح.

الأسئلة:

السؤال الأول:

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل فقرة من الفقرات الآتية:

١- من أكثر الأعطال التي تتعرض لها الدارات الكهربائية

أ. إرتخاء الوصلات. ب. انقطاع الأسلاك الكهربائية.

ج. تآكل عازل الأسلاك. د. تغيير لون الأسلاك.

٢- نوع التيار المنتج بوساطة الخلايا الكهروضوئية الداخل إلي العاكس:

أ. تيار متناوب أحادي الطور. ب. تيار متناوب ثلاثي الطور.

ج. تيار ثابت. د. تيار نبضي.

٣- فرق الجهد لمجموعة السلسة الكهروضوئية الموصولة على التوازي يساوي:

أ. فولطية خلية كهروضوئية واحدة. ب. فولطية السلسلة الواحدة.

ج. ثلاثة أضعاف فولطية الخلية الواحدة. د. صفر.

السؤال الثاني:

لماذا يجب فحص الوصلات الكهربائية لدارات نظام توليد الطاقة الكهروضوئي بشكل دوري بعد التركيب؟

- .....
- .....
- .....
- .....
- .....

٤-٣ التمرين العملي

رقم التمرين (٣):	الزمن المخصص:
عنوان التمرين: فحص وصلات وعناصر النظام الشمسي الكهربائية.	ساعتان

- **الهدف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تصـــــــــــبح قادرا على أن تفحص وصلات النظام الشمسي الكهروضوئي الكهربائية.

شروط الأداء: حسب تعليمات المدرب.

الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء:

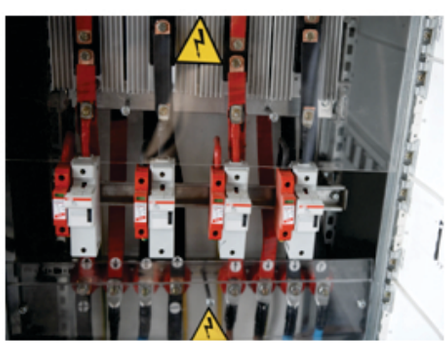
الأدوات والتجهيزات والمواد:			
١	نظام شمسي كهروضوئي.	٤	زرا دية.
٢	جهاز قياس متعدد.	٥	معدات الوقاية الشخصية.
٣	مفكات مختلفة.		

الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء:

١. نسخة من الوحدة التدريبية.

٢. مخطط النظام الكهربائي.

- خطوات العمل:

الرقم	خطوات العمل والنقاط المركزية:	الرسوم التوضيحية:
١	جهز العدد والأدوات اللازمة للعمل وأدوات الوقاية الشخصية.	
٢	تعرف وصلات النظام من المخطط الكهربائي.	
٣	تفقد وصلات النظام بالنظر، بعد ارتداء معدات الوقاية الشخصية.	

٤	حدد النقاط الواجب فحصها في توصيلات النظام، ومن ثم اربط جهاز القياس على كل منها النقطة ،كما هو مبين في الشكل المجاور.	
٥	قس الفولطية باستخدام جهاز القياس المتعدد على جانبي الوصلة ثمّ دوّن أية فروق.	
٦	قس التيار المار بأسلاك الوصلة باستخدام جهاز القياس ذي الفك من جانبي الوصلة، ثمّ دوّن أية فروق ، كما هو مبين في الشكل المجاور.	
٧	قارن النتائج بالتوقعات التشغيلية كما في المواصفات .	
٨	حدد ما إذا كانت الوصلة معطلة أم لا، مع ما يلزم من إصلاح.	
٩	افحص بقية وصلات النظام بنفس الخطوات السابقة.	
١٠	قم بتعبئة التقرير وناقشه مع المدرب والتأكد من صلاحية الوصلات.	
١١	اجمع الأدوات و العدد بعد تنظيفها واحفظها في مكانها المخصص ومن ثم نظف مكان تنفيذ العمل.	

تعليمات للمتدرب:

استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عند تنفيذ العمل.
ضع إشارة (✓) في خانة (نعم) مقابل الخطوات التي تم تنفيذها بإتقان.
ضع إشارة (✓) في خانة (لا) مقابل الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان.
ضع إشارة (✗) بجانب الخطوات غير القابلة للتطبيق (غ.ق.ل) لأسباب خارجة عن السيطرة.
يجب أن تصـــل النتيجة لجميع العناصر إلى درجة الإتقان الكلي،أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حال وجود مفردة في القائمة (لا) فيجب إعادة التـــدرب على الخطـــوات التي لم يتـــم تنفيذها بإتقـان بمسـاعدة المدرب.

الخطوة:	خطوات الأداء:	نعم:	لا:	غير قابل للتطبيق:
١	تمكنت من تجهيـــــز العدد والأدوات اللازمة للعمل ، وأدوات الوقاية الشخصية.			
٢	تعرفت وصلات النظام من المخطط الكهربائي.			
٣	تفقدت وصـــــــلات النظام بالنظر بعد ارتداء معدات الوقاية الشخصية.			
٤	تمكنت من تحديد النقاط الواجب فحصـــــــها في توصيلات النظام، وتمكنت من ربط جهاز القياس بها.			
٥	تمكنت من قياس الفولطية باســتخدام جهاز القياس المتعدد على جانبي الوصلة ودونت الفرق في القياس.			
٦	تمكنت من قياس التيار المار بأسلاك الوصلة باستخدام جهاز القياس ذو الفك من جانبي الوصـــــــلة، ودونت الفرق في القياس.			
٧	قارنت النتائج بالتوقعات التشغيلية ، كما في المواصفات.			
٨	حددت ما إذا كانت الوصـــــلة معطلة أم لا، وأجريت ما يلزم من إصلاح.			
٩	فحصت بقية وصلات النظام متبعا الخطوات نفسها.			
١٠	تمكنت من تعبئة التقرير وناقشته مع المدرب.			
١١	تمكـنت من جمع الأدوات و العدد بعد تـنظـيفها وتمكـنت من حفظها في مكانها المخصص، ومن ثم نظفت موقع العمل.			

هدف التعلم الرابع

عند الانتهاء من تنفيذك أنشـــطة التعلم أدناه عليك أن تصـــبح قادراً على أن تقيس درجة حرارة مكونات النظام الشمسي.

أنشطة التعلم:	استعن بما يلي:
١. قراءة الوحدة التعليمية.	• الوحدة التدريبية.
٢. تنفيذ التمارين العملية.	• المشغل.
٣. البحث في المواقع الإلكترونية / تركيب الأنظمة الكهروضوئية.	• الشبكة العنكبوتية.
٤. التدريب الميداني.	• مواقع تركيب الأنظمة الكهروضوئية.

٤. تأثير الحرارة على مكونات النظام الشمسي

تعمل الخلايا الكهروضوئية في افضل حالاتها بدرجات حرارة (ما بين - ١٠ و +٨٥ درجة سليسيوس)، فالارتفاع في درجة حرارة الخلية الكهروضـــوئية يؤثر ســـلبياً على فرق الجهد في الخلية ، و بالتالي يقلل الطاقة الكهربائية المنتجة بوساطة النظام .

كما أن إرتفاع حرارة مجموعة البطاريات الخاصـــة بتخزين الطاقة المنتجة بوســـاطة خلايا النظام أو انخفاضها عن الحد المسموح به، يؤثر سلبياً في عمل البطاريات في تخزين الطاقة فيها، لذا يجب أن تكون درجة حرارتها معتدلة بحسـب المواصفات الفنية للنظام قبل البدء بالشـحن وعند التفريغ. أما بالنســـبة للعاكس والأجهزة الإلكترونية فيوجد نظام تبريد خاص بها للمحافظة على ثبات درجات الحرارة ضمن المواصفات

٤-١ تأثير الحرارة على خلايا النظام الشمسي

يعتقد الكثيرون أن الخلايا الكهروضـــوئية لا يمكن أن تعمل إلا في الأجواء الحارة وهذا اعتقاد غير دقيق فالخلايا الشـمسـية بحاجة إلى ضوء الشـمس فقط وليس إلى الحرارة بل ان الحرارة قد تكون سبباً في خسـارة بعض الطاقة السـاقطة على تلك الخلايا بسـبب زيادة معدلات الإشعاع. فعلى عكس التوقعات فإن تأثير الحرارة على الألواح الشمسية سلبي، ويقلل من إنتاجية الألواح. وبصفة عامة فإن إنتاجية الألواح الشـمسـية تزداد كلما إقتربنا من خط الاستواء نتيجة زيادة زوايا سطوع الشـمس وكثافة الشـعاع الشـمسـي وتقل الإنتاجية مع زيادة درجة الحرارة حيث أن إنتاجية الألواح

بكفاءة عالية بالطاقة الشـــمســـية رغم درجة الحرارة في الفضـــاء (-٢٠٠) درجة سليســـيوس، وينخفض إنتاج الألواح مع العوامل الجوية مثل السحب والأمطار.

يفضـــل قياس قدرة الألواح الشـــمســـية عند الظروف المعيارية للفحص، أي عند (٢٥) درجة سليسيوس لجسم الخلية الكهروضوئية، حيث أن درجة حرارة الخلية قد تصل تحت اشعة الشمس إلى درجة حرارة (٦٥) درجة سليسيوس أو أكثر مما يؤدي إلى أن تخفيض قدرة الألواح بنسبة 5% ، وتزداد القدرة المنتجة بوساطة الخلايا عند عملها على درجة حرارة (٥) درجات سليسيوس (وهو أمر شائع في الأردن في فصل الشتاء)، لذا يجب اخذ هذه الزيادة في القدرة بالاعتبار عند تحديد حجم وحدات التحكم بالشحن.

- معامل درجة حرارة الألواح الشمسية :

يتم تحديد معامل درجة حرارة الألواح الشـــمســـية (p Max) في البيانات المقدمة من قبل الشركات الصانعة ، وهذا المعامل يعطى على شكل نسبة مئوية سلبية تكشف عن تأثير الحرارة على الألواح الشـــمســـية، ويعرف معامل درجة حرارة الألواح بالتغير في كفائتها عند إنخفاض أو إرتفاع درجة حرارة الخلية درجة سليســـيوس واحدة فعلى سبيل المثال إذا علم أن معامل درجة الحـــرارة هو (5%-) ودرجة حـــرارة الخلية (35) فهذا يعنـــي إنخفاض كفاءة اللوح الشمسي بنسبة (5%-)

مما سبق نلاحظ أن معامل درجة حرارة الألواح الشمسية يعتمد على درجة حرارة الخلية وليس درجة حـــرارة الجو ، فدائما ما نجد أن درجة حـــرارة الخلية يكون أعلـــى من درجة حـــرارة الجو نتيجة لتعرض الخلية لسطوع أشعة الشمس المباشر.

وكل نوع من الخلايا الشمسية لها معامل درجة حرارة مختلف عن الآخر كالآتي:

- الخلايا الأحادية (Mono) والمتعددة الكريســـــــــتال لديها معامل (pMax) من (0.45%-) إلى (0.50%-).
- الألواح الرقيقة (Thin Film) لديها معامل من (0.20%-) إلى (0.25%-).
- الخلايا الشمسية الهجينة (Hybrid) الموجودة في الوقت الحاضر في الأسواق لديها معامل - (0.32%).

٢-٤ جهاز قياس الحرارة الليزري

أحياناً، لا يمكنك قياس درجة الحرارة بشـــــكل مباشر ولذلك يمكن استخدام أجهزة القياس التي تعتمد في عملها على الأشعة تحت الحمراء Infrared التي يُطلقها الجســـم المُراد فحصـــه في قياس درجة الحرارة، كما هو مبين في الشكل (١٧).

ويشمل فحص وقياس درجات الحرارة لأجزاء النظام الشمسي، أخذ القراءات عند نقاط محددة في النظام، وبشـــكل خاص حرارة مجموعة البطاريات المســـتخدمة في الأنظمة الشـــمســـية

الكهروضوئية المستقلة، حيث أنها الاكثر حساسية لدرجة الحرارة.

ومن مكونات النظام الشمسي الواجب قياس درجة حرارتها دوريا:

- البطاريات في النظام الكهروضوئي المستقل.
- الخلايا الكهروضوئية.
- مجموعة العاكس.
- أجهزة التحكم الإلكترونية.

الشكل (١٧): جهاز قياس الحرارة الليزري

٤-٣ تعبئة تقرير العمل الخاص بقياس درجات حرارة مكونات النظام الشمسي

بعد قياس درجة الحرارة في النقاط المحددة في نموذج صيانة النظام الشمسي، يتم تدوين نتائج القياس في النماذج الخاصة بتسجيل درجة الحرارة ، للتحقق ما إذا كانت درجة الحرارة المسجلة مختلفة كثيرا عن القيمة المطلوبة في المواصفات، ومن ثم يتم تعبئة تقرير الصيانة بشكل مفصل ، و تأكد أن يشمل التقرير المعلومات التالية :

- موقع النظام الواجب صيانته، وتاريخ الزيارة .
- مواقع أخذ قراءات القياسات في نظام القياس .
- الأضرار الناجمة عن ارتفاع درجات الحرارة وأسبابها.
- الطرائق الممكنة لإصلاح الأضرار.
- إرفاق صور الأضرار اللازمة.

• **تنبيه:** احرص على أن تكون محدداً في وصفك للأضرار، وتأكد من تعبئة النموذج بالتفصيل.

٤-٤ التقييم الذاتي

١. مطلوب الإجابة على الاسئلة أدناه.

٢. الرجوع إلى بطاقة التعلم أو استشارة المدرب للاستفسار والاستيضاح.

الأسئلة:

السؤال الأول:

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل فقرة من الفقرات الآتية:

١- الجزء الأكثر حساسيةً لدرجة الحرارة في النظام الكهروضوئي الثابت هو :

أ. هيكل النظام

ب. الكبلات

ج. البطاريات

د. جهاز التحكم بالشحن

٢- جهاز قياس درجة الحرارة المفضل استخدامة في قياس درجة حرارة أجزاء النظام الشمسي هو:

أ. مقياس درجة الحرارة الليزري

ب. مقياس درجة الحرارة الزئبقي

ج. لمس الجزء المراد فحصه باليد

د. المقياس متعدد الأغراض

السؤال الثاني:

من مكونات النظام الشمسي الواجب قياس درجة حرارتها دوريا:

- .....
- .....
- .....
- .....
- .....

٤-٥ التمرين العملي

رقم التمرين (٤):	الزمن المخصص:
عنوان التمرين: : فحص درجة حرارة مجموعة بطاريات النظام الشمسي.	ساعة واحدة

- **الهدف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تصـــــبح قادرا على أن تفحص درجة حرارة مجموعة بطاريات النظام الشمسي.

شروط الأداء: حسب تعليمات المدرب.

الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء:

الأدوات والتجهيزات والمواد:			
١	نظام شمسي كهروضوئي.	٣	صندوق عدة.
٢	مقياس الحرارة.	٤	معدات الوقاية الشخصية.

الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء:

١. نسخة من الوحدة التدريبية.

٢. مخطط النظام الكهربائي.

- خطوات العمل:

الرقم	خطوات العمل والنقاط المركزية:	الرسوم التوضيحية:
١	جهز العدد والأدوات اللازمة للعمل، وأدوات الوقاية الشخصية.	
٢	تعرف طريقة وصل مجموعة البطاريات وتفقدها بالنظر.	
٣	ارتد معدات السلامة اللازمة لتنفيذ العمل.	
٣	جهز مقياس الحرارة الليزري لأخذ القياسات، كما في دليل استخدام الجهاز.	

٥	حدد نقطة معينة على جسم البطارية لقياس درجة الحرارة، كما في الشكل المجاور.	
٦	قس درجة حرارة البطارية باستخدام جهاز قياس الحرارة ، كما في الشكل المجاور.	
٧	سجل قراءة درجة الحرارة المقاسة وتحقق من دقة القياس مرتين.	
٨	كرر عملية القياس في أكثر من نقطة على مجموعة البطاريات ، وسجلها.	
٩	قم بتعبئة تقرير الصيانة وناقشه مع المدرب والزملاء.	
١٠	إجمع الأدوات والعدد بعد تنظيفها وإحفظها في مكانها المخصص ومن ثم نظف مكان تنفيذ العمل.	
١١	قم بتعبئة التقرير وناقشه مع المدرب والتأكد من صلاحية الوصلات.	

تعليمات للمتدرب:
استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عند تنفيذ العمل. ضع إشارة (✓) في خانة (نعم) مقابل الخطوات التي تم تنفيذها بإتقان. ضع إشارة (✓) في خانة (لا) مقابل الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان. ضع إشارة (✗) بجانب الخطوات غير القابلة للتطبيق (غ.ق.ل) لأسباب خارجة عن السيطرة. يجب أن تصـــل النتيجة لجميع العناصر إلى درجة الإتقان الكلي،أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حال وجود مفردة في القائمة (لا) فيجب إعادة التـــدرب على الخطـــوات التي لم يتـــم تنفيذها بإتقـان بمسـاعدة المدرب.

الخطوة:	خطوات الأداء:	نعم:	لا:	غير قابل للتطبيق:
١	تمكنت من تجهيـــــز العدد والأدوات اللازمة للعمل ، وأدوات الوقاية الشخصية.			
٢	تعرفت طريقة وصل مجموعة البطاريات وتفقدتها بالنظر.			
٣	تمكنت من ارتداء معدات السلامة اللازمة لتنفيذ العمل.			
٤	جهزت مقياس الحرارة الليزري لأخذ القياســـات، كما في دليل استخدام الجهاز.			
٥	تمكنت من تحديد نقطة معينة على جســـم البطاريات لقياس درجة الحرارة.			
٦	تمكنت من قياس درجة حرارة البطارية باستخدام جهاز القياس			
٧	ســـــجلت قراءات درجة الحرارة المقاســـــة وتحققت من دقة القياس أكثر من مرة			
٨	كـــررت عملية القياس فـــي أكثـــر من نقطة علـــى مجموعة البطاريات.			
٩	قمت بتعبئة تقرير الصيانة وناقشته مع المدرب والزملاء.			
١١	تمكـــنت من جمع الأدوات والعدد بعد تـــنظـــيفها ومن حفظها في مكانها المخصـــــص ومن ثم قمت بتنظيف مكان تنفيذ العمل .			

هدف التعلم الخامس

عند الانتهاء من تنفيذك أنشـــطة التعلم أدناه، يتوقع منك أن تصـــبح قادراً على أن تفحص قدرة مجموعة البطاريات الخاصة بالنظام الشمسي .

أنشطة التعلم:	استعن بما يلي:
١. قراءة الوحدة التعليمية.	• الوحدة التدريبية.
٢. تنفيذ التمارين العملية.	• المشغل.
٣. البحث في المواقع الإلكترونية / تركيب الأنظمة الكهروضوئية.	• الشبكة العنكبوتية.
٤. التدريب الميداني.	• مواقع تركيب الأنظمة الكهروضوئية.

٥. كفاءة مجموعة البطاريات المستخدمة في النظام الشمسي

تســتخدم مجموعة بطاريات النظام الشــمســي المســتقل في تخزين الطاقة الكهربائية المنتجة بوساطة خلايا الألواح الشـمسـية (Photovoltaic panel) في أثناء سطوع الشـمس في ساعات النهار لاستخدامها في اثناء فترة غياب الشمس مساءً.

٥-١ فحص مجموعة البطاريات للنظام الشمسي، وقياس كفاءتها

تســتخدم منظمات الشــحن الملحقة بالنظام الشــمســي في تنظيم شحن البطاريات بمعنى السـماح بالشـحن الكامل للبطاريات دون الوصول إلى حال الشـحن الزائد ,كما ان منظمات الشـحن تمنع عودة التيار من البطاريات إلى الخلايا الشـمسـية في المسـاء (حيث في الظلام تعتبر الخلية الشـمسية كحمل مسـتهلك للطاقة). إن أداء وطول عمر البطاريات القابلة للشـحن محكوم بنوعية منظم الشحن المستخدم.

ومن اهم الميزات التي يوفرها منظم الشحن:

- تنظيم الفولطية الكهربائية الوارد من الخلايا الشـــمســـية قبل تخزينه في بطاريات الطاقة الشمسية.
- حماية الخلايا الشــمســية من التلف، وذلك بمنع مرور التيار الكهربائي بشــكل عكســي من البطاريات إلى الخلايا الشمسية.
- فصـــــل التيار الكهربائي من البطارية (البطاريات) عند وصولها إلى حدودها الدنيا من التخزين وكذلك فصل التيار عند وصولها إلى حدودها القصوى من التخزين.

- يحمي النظام من التيارات الكهربائية الزائدة او الناقصـــة او المتقلبة بفضـــل احتواءه على فيوزات ودوائر خاصة لذلك.

ويمكنك قياس حال الشـــحن (الطاقة المتبقية) في بطارية الرصاص ذات المحلول الحمضـــي باستخدام جهاز الفولطميتر (Voltemeter)، أو الملتميتر ، وجهاز قياس الوزن النوعي للســـوائل (Hydrometer)، فمع انخفاض حال شـــحن مجموعة البطاريات، تنخفض فولطيتها، ويمكنك التأكد من ذلك كما يلي:

- فصل الحمل ، والشحن الشمسي عن مجموعة البطاريات.
- الإنتظار لمدة ٦٠ دقيقة لكي تستقر فولطية مجموعة البطاريات.
- وصل اطراف الفولطميتر إلى أقطاب مجموعة البطاريات الموجبة والسالبة.
- تسجيل الفولطية وترجمها إلى نسبة حال الشحن.

- قياس كثافة محلول البطاريات باستخدام الهيدروميتر (الوزن النوعي للمحلول)

عند التعامل مع البطاريات الحمضـــية و قياس كثافة المحلول فيها، وضبطها أو عند استبدال المحلول يجب الالتزام بما يلي:

- ارتداء معدات الوقاية الشخصية مثل القفازات والنظارات
- استخدام وعاء زجاجي لا يتأثر بالمحلول
- اضافة الكمية المناسبة من الحامض المركز على الماء بالتدريج
- تحريك المزيج بشكل جيد، و قياس كثافة المحلول للتأكد من أنها ضمن المطلوب

ويســـتخدم الهيدروميتر المبين في الشـــكل (١٨) في قياس كثافة محلول البطارية الحمضـــي، كما يلي:

الشكل (١٨): الهيدروميتر

- نزع غطاء خلية البطارية المراد قياس كثافة المحلول داخلها.
- غمر طرف الهيدروميتر في محلول البطارية.
- سحب القليل من المحلول بالضغط على الجزء المطاطي في اعلى الجهاز حتى يرتفع السائل في الانبوب الزجاجي ويتحرك المؤشر.
- تسجيل الكثافة عند الرقم الذي يتقاطع فيه مستوى السائل مع المؤشر.

- **ملاحظة:** المؤشر الأوضح للدلالة على كفاءة البطارية هي فولطية البطارية، وكثافة المحلول فيها.

٢-٥ الأمور الواجب مراعاتها عند قياس كفاءة البطارية

من أهم الأمور الواجب التقيد بها عند قياس كفاءة البطارية، هي:

- ارتداء معدات الوقاية الشخصية مثل القفازات والنظارات الواقية.
- قياس فولطية البطاريات: يتم قياس الفولطية بين قطبي البطارية الموجب والسالب باستخدام الفولطميتر وهي موصولة بالنظام الشمسي كما في الشكل (١٩).
- يحمي النظام من التيارات الكهربائية الزائدة او الناقصة او المتقلبة بفضل احتواءه على فيوزات ودوائر خاصة لذلك.

كما يجب التأكد من فولطية مجموعة البطاريات بعد فصلها عن النظام الشمسي من خلال قياس الفولطية لاجراء المقارنة مع قراءة الفولطية دون فصل، مع مراعاة وضع علامات واضحة عند فصل بطاريات المجموعة لجميع الوصلات وذلك لإعادة جميع الوصلات على الوضع السابق

ويجب فحص كل بطارية في المجموعة بشكل منفصل، وتدوين أية اختلافات بين الفولطية لكل منها حيث أن جميع البطاريات في كل صف من المجموعة يجب أن تعمل بالفولطية نفسها في جميع الأوقات.

الشكل (١٩): جهاز قياس فولطية البطارية

• **تنبيه:** يجب التحقق من دليل الشـــركة الصـــانعة، وذلك من خلال قياس الفولطية لعدة حالات من الشحن حيث بالإمكان أن يكون لكل نوع من البطاريات صفات شحن مختلفة قليلاً.

٣-٥ التقييم الذاتي

١. مطلوب الإجابة على الاسئلة أدناه.

٢. الرجوع إلى بطاقة التعلم أو استشارة المدرب للاستفسار والاستيضاح.

الأسئلة:

السؤال الأول:

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل فقرة من الفقرات الآتية:

١- يتم فحص كفاءة البطارية من خلال:

أ. قياس وزن البطارية قبل و بعد الشحن.

ب. قياس حجم المحلول فيها.

ج. قياس كثافة محلول البطارية وفولطيتها.

د. قياس شدة التيار الصادر منها.

٢- يبين الشكل المجاور جهاز قياس:

أ. كثافة محلول البطارية.

ب. مستوى المحلول في البطارية.

ج. فولطية محلول البطارية.

د. جهاز قياس التيار المار بالبطارية.

٣- إذا فحصت سلسلة من البطاريات الموصولة ، هل يمكنك الحصول على قراءات صحيحة لكل بطارية؟

أ. يمكن.

ب. يمكن بعد فصلها عن البطارية الثانية.

ج. لا يمكن.

د. يمكن، فقط في حال الشحن.

السؤال الثاني:

عند التعامل مع البطاريات الحمضية يجب الالتزام بما يلي:

- .....
- .....
- .....
- .....
- .....

٤-٥ التمرين العملي

رقم التمرين (٥):	الزمن المخصص:
عنوان التمرين: فحص سلسلة البطاريات في النظام الشمسي.	٣ ساعات

- **الهدف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين، أن تصبح قادرا على أن تفحص سلسلة البطاريات في النظام الشمسي.

شروط الأداء: حسب تعليمات المدرب.

الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء:

الأدوات والتجهيزات والمواد:			
١	مجموعة بطاريات موصولة بنظام شمسي كهروضوئي.	٣	صندوق عدة.
٢	فولطميتر.	٤	معدات الوقاية الشخصية.

الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء:

١. نسخة من الوحدة التدريبية.

٢. مخطط النظام الكهربائي.

- خطوات العمل:

الرقم	خطوات العمل والنقاط المركزية:	الرسوم التوضيحية:
١	جهز العدد والأدوات اللازمة للعمل، وأدوات الوقاية الشخصية.	
٢	ارتد معدات الوقاية الشخصية (القفازات والنظارات).	
٣	تعرف طريقة توصيل البطاريات، وتفقدها حالتها بالنظر.	

٤	سجل القيم التشغيلية للفولطية المتوقعة لصف البطاريات ، كما في الدليل.	
٥	افحص فولطية صف البطاريات بأكمله، كما هو مبين في الشكل المجاور.	
٦	افصل البطاريات عن بعضها البعض باستخدام المفاتيح المناسة بعد فصل المجموعة عن النظام الشمسي.	
٧	افحص فولطية كل بطارية في المجموعة وكثافة المحلول فيها، ودوّن القراءات كما في الجدول التالي:	
٨	أعد وصل البطاريات، وتحقق من عملها بشكل صحيح.	
٩	قم بتعبئة تقرير الصيانة والفحص، وناقشه مع المدرب والزملاء.	
١٠	اجمع الأدوات والعدد بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص، ومن ثم نظف موقع العمل.	

الوحدة	الفولطية (فولط)	الوزن النوعي (غم/متر)
بطارية ١	٢٠١٤	١٢٥٦
بطارية ٢	٢٠١٧	١٢٤٠
بطارية ٣	٢٠٢٤	١٢٣٧
بطارية ٤	٢٠٢٢	١٢١٢
بطارية ٥	٢٠١٢	١٢٢٤
بطارية ٦	٢٠١٤	١٢١٧
بطارية ٧	٢٠١٢	١٢١٥
بطارية ٨	٢٠١٠	١٢٤٥
بطارية ٩	٢٠١١	١٢٥٠
بطارية ١٠	٢٠١٢	١٢٥٦
بطارية ١١	٢٠٠٨	١٢٤٤
بطارية ١٢	٢٠٠٩	١٢٣٨

تعليمات للمتدرب:

استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عند تنفيذ العمل.
ضع إشارة (✓) في خانة (نعم) مقابل الخطوات التي تم تنفيذها بإتقان.
ضع إشارة (✓) في خانة (لا) مقابل الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان.
ضع إشارة (✗) بجانب الخطوات غير القابلة للتطبيق (غ.ق.ل) لأسباب خارجة عن السيطرة.
يجب أن تصـــل النتيجة لجميع العناصر إلى درجة الإتقان الكلي،أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حال وجود مفردة في القائمة (لا) فيجب إعادة التـــدرب على الخطـــوات التي لم يتـــم تنفيذها بإتقـان بمسـاعدة المدرب.

الخطوة:	خطوات الأداء:	نعم:	لا:	غير قابل للتطبيق:
١	تمكنت من تجهيـــــز العدد والأدوات اللازمة للعمل ، وأدوات الوقاية الشخصية.			
٢	ارتديت معدات الوقاية الشخصية (القفازات والنظارات).			
٣	تعرفت طريقة توصيل البطاريات، وتفقدتها بالنظر.			
٤	تمكنت من تســـجيل القيم التشـــغيلية المتوقعة لصـــف البطاريات من الدليل.			
٥	تمكنت من فصـــل البطاريات عن بعضـــها باستخدام المفاتيح المناسبة بعد فصل المجموعة عن النظام الشمسي.			
٦	تمكنت من فحص صف البطاريات بأكمله.			
٧	فحصت البطاريات فردياً ، ودوّنت القراءات.			
٨	تمكنت من تعبئة تقرير الصيانة والفحص وناقشـته مع المدرب والزملاء.			
٩	أعدت وصل البطاريات، وتحققت من أنها تعمل بشكل صحيح.			
١١	تمكنت من جمع الأدوات والعدد بعد تنظيفها وحفظها فـــي مكانها المخصص ومن ثم نظفت موقع العمل.			

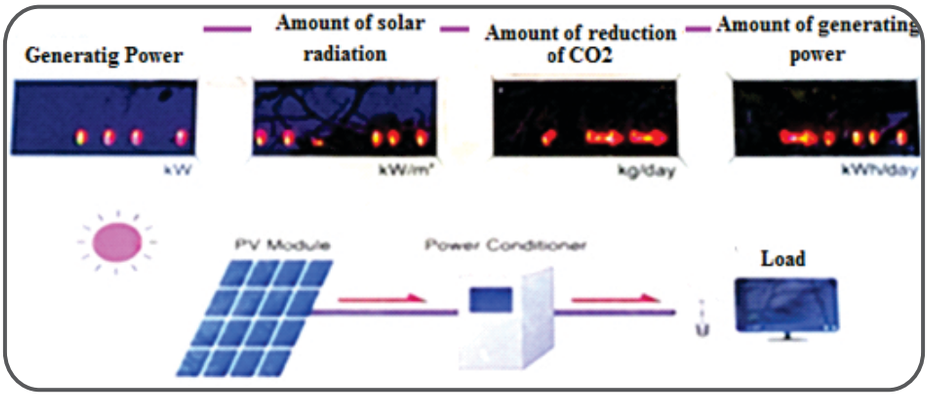
هدف التعلم الخامس

عند الانتهاء من تنفيذك أنشـطة التعلم أدناه عليك أن تصـبح قادراً على مراقبة كفاءة عمل النظام الشمسي.

أنشطة التعلم:	استعن بما يلي:
١. قراءة الوحدة التعليمية.	• الوحدة التدريبية.
٢. تنفيذ التمارين العملية.	• المشغل.
٣. البحث في المواقع الإلكترونية / تركيب الأنظمة الكهروضوئية.	• الشبكة العنكبوتية.
٤. التدريب الميداني.	• مواقع تركيب الأنظمة الكهروضوئية.

٦. مراقبة كفاءة عمل النظام الشمسي

تعد شاشة مراقبة عمل النظام الشـمسـي المبينة في الشـكل (٢.) من أهم مكونات النظام لعـرض مخـرجات النظام والمعلومات المتعلقة بكفاءته مثل قدرة النظام والتيار وغيـرها ، وتثبت الشاشة في مكان واضح داخل غرفة التحكم أو بالقرب من العاكسات ويمكنك قراءتها من مسـافة بعيدة ، وتتكون من صـف أو أكثر من المبينات التي تعرض مخرجات النظام، بألوان و أحجام مختلفة ، وتوضع أحيانا في مكان بعيد عن موقع النظام بحيث يمكن تسـجيل النتائج وقراءتها و التأكد من صلاحية عمل النظام.



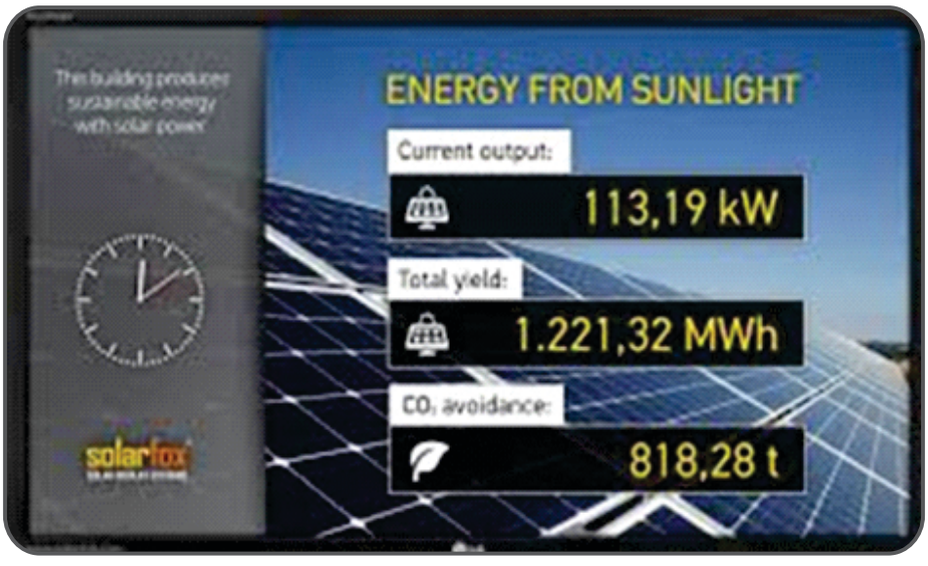
الشكل (٢.): شاشة مراقبة عمل النظام الشمسي

وهناك طريقتان لمراقبة وتوثيق مخرجات النظام هما :

١- أخذ القراءات من معدات المراقبة مباشرة في الموقع وتوثيقها.

٢- إرسال المخرجات إلى وحدة معالجة (حاسوب) بشكل للعمل على دراستها ومقارنتها بالمواصفات.

• **الهدف:** تأخذ قراءات مخرجات النظام على مدار اليوم، وتدون من على الشاشة كل ١٠ دقائق او كل ساعة بحسب نوع النظام المستخدم ،كما في الشكل (٢١).



الشكل (٢١): قراءات شاشة مراقبة عمل النظام الشمسي

٦-١ تحليل قراءات شاشة مراقبة عمل النظام الشمسي

يتوجب عليك تحديد وتحليل قراءات مخرجات النظام الشمسي التشغيلية، والتي تم تدوينها وتوثيقها من على شاشة العرض الخاصة بالنظام، أو تخزينها في الحاسوب ، عند كتابة تقرير الصيانة الدورية، وذلك لتحديد الانحراف عن القيم المعيارية للنظام والتي تم تحديدها من قبل الشركة الصانعة ومن هذه القيم:

- الطاقة المنتجة بوساطة خلايا النظام.
- الإشعاع الشمسي.
- فرق الجهد على الخلايا الكهروضوئية.
- فرق الجهد لمجموعة البطاريات المستخدمة.
- التيار الناتج من الخلايا الكهروضوئية.
- تيار شحن مجموعة البطاريات.
- كمية شحن البطارية (%).

٦-٢ التقييم الذاتي

الأسئلة:

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل فقرة من الفقرات الآتية:

السؤال الأول:

ما أهم المعلومات التي يتم الحصول عليها من مراقبة النظام؟

- .....
- .....
- .....

السؤال الثاني:

اذكر أهمية تزويد الأنظمة الشمسية بشاشة عرض لمخرجات النظام.

- .....
- .....
- .....

٣-٦ التمرين العملي

رقم التمرين (٦):	الزمن المخصص:
عنوان التمرين: قراءة وتحليل بيانات شاشة مراقبة عمل النظام الشمسي.	ساعتان

- **الهدف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين، أن تصــبح قادرا على أن تقرأ بيانات شاشة مراقبة عمل النظام الشمسي.

شروط الأداء: حسب تعليمات المدرب.

الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء:

الأدوات والتجهيزات والمواد:	
١	نظام كهروضوئي فعّال مزود بنظام مراقبة.
٢	ورق وقلم.

الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء:

١. نسخة من الوحدة التدريبية.

٢. مخطط توصيل شاشة العرض.

- خطوات العمل:

الرقم	خطوات العمل والنقاط المركزية:	الرسوم التوضيحية:
١	تعرف مبينات لوحة المراقبة، ومن ثم شغل النظام الشمسي.	
٢	راقب مبينات اللوحة ، ودون القراءات: - فرق جهد الخلايا الشمسية - فرق جهد البطارية - فرق جهد النظام - التيار الناتج من الخلايا الكهروضوئية - تيار شحن البطارية - كمية شحن البطارية (%)	

٣	وثق المعلومات والقراءات، وقارنها بمعطيات النظام المعبارية.	
٤	تحقق من وجود أي انحراف في عمل النظام، وحلل أسبابه.	
٥	قم بتعبئة تقرير الصيانة والفحص، وناقشه مع المدرب والزملاء.	

تعليمات للمتدرب:

استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عند تنفيذ العمل.
ضع إشارة (✓) في خانة (نعم) مقابل الخطوات التي تم تنفيذها بإتقان.
ضع إشارة (✓) في خانة (لا) مقابل الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان.
ضع إشارة (✗) بجانب الخطوات غير القابلة للتطبيق (غ.ق.ل) لأسباب خارجة عن السيطرة.
يجب أن تصـــل النتيجة لجميع العناصر إلى درجة الإتقان الكلي،أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حال وجود مفردة في القائمة (لا) فيجب إعادة التـــدرب على الخطـــوات التي لم يتـــم تنفيذها بإتقـان بمسـاعدة المدرب.

الخطوة:	خطوات الأداء:	نعم:	لا:	غير قابل للتطبيق:
١	تعرفت مبينات لوحة المراقبة، ومن ثم تمكنت من تشغيل النظام			
٢	راقبت مبينات اللوحة ، ودونت القراءات:			
٣	وثقت المعلومات والقراءات وقارنتها بمعطيات النظام المعيارية			
٤	تحققت من وجود أي إنحراف في عمل الظام، وحللت أسبابه			
٥	تمكنت من تعبئة تقرير الصيانة وناقشته مع المدرب والزملاء			
٦	تمكنت من جمع الأدوات والعدد بعد تنظيفها وتمكنت من حفظها في مكانها المخصص ومن ثم نظفت موقع العمل.			

نشاط

تنفيذ صيانة دورية لنظام شمسي كهروضوئي.

مكان التنفيذ: النظام الشمسي الخاص بمركز التدريب .

الأهداف التدريبية للنشـاط: عند الانتهاء من النشـاط يجب أن تصـبح قادراً على تنفيذ صيانة دورية لنظام الشمسي كهروضوئي.

التسهيلات التدريبية للنشاط (مواد، عدد، أجهزة):

- النظام الشمسي الخاص بمركز التدريب.
- صندوق عدة.
- قلم، وورق، طابعة.
- أدوات الوقاية الشخصية والسلامة العامة.

خطوات العمل: (تحت إشراف ومشاركة المدرب)

• يتم تقسيم المتدربين إلى مجموعات من ثلاث طلاب في كل مجموعة.
• تذهب المجموعة إلى موقع العمل.
• تحدد المجموعة المخاطر ومصادرها قبل البدء بتنفيذ العمل.
• توثق المجموعة المخاطر والإحتياطات الواجب مراعاتها بها قبل لمس أي عنصر من مكونات النظام.
• تتفقد المجموعة عناصر النظام الميكانيكية ، وتحدد جميع القطع والوصلات الواجب شدها أوإستبدالها.
• تتفقد المجموعة وصلات النظام الكهربائية ، وتحدد الإجراءات الواجب عملها.
• توثق المجموعة أسماء القطع والوصلات التي تم تنفيذ الصيانة لها.
• يكتب كل فرد في المجموعة تقريرا يتضمن المخاطر الممكنة عند صيانة النظام الشمسي والقطع الواجب شدها أو استبدالها ، مدعما التقرير بالصور التوضيحية، ويناقشه مع المدرب والزملاء.

٨. اختبار المعرفة

عنوان الوحدة التدريبية: صيانة النظام الشمسي.
المهنة: كهروميكانيك مركبات هجينة.
اسم المتدرب:.....
اسم المدرب:.....
علامة المتدرب:.....

تعليمات الاختبار:
١. أجب عن الأسئلة الآتية جميعها.
٢. مدة الاختبار: (ساعة واحدة).

السؤال الأول: (٢٠ علامة)
ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل فقرة من الفقرات الآتية:

١- الجزء الأكثر حساسيةً لدرجة الحرارة في النظام الكهروضوئي الثابت هو:
أ. هيكل النظام. ب. الكبلات.
ج. البطاريات د. جهاز التحكم بالشحن.

٢- جهاز قياس درجة الحرارة المفضل استخدامه في قياس درجة حرارة أجزاء النظام الشمسي هو:
أ. مقياس درجة الحرارة الليزري. ب. مقياس درجة الحرارة الزئبقي.
ج. لمس الجزء المراد فحصه باليد. د. المقياس متعدد الأغراض.

٣- من أكثر الأعطال التي تتعرض لها الدارات الكهربائية.
أ. إرتخاء الوصلات. ب. انقطاع الأسلاك الكهربائية.
ج. تآكل عازل الأسلاك. د. تغيير لون الأسلاك.

٤- نوع التيار المنتج بوساطة الخلايا الكهروضوئية الداخل إلي العاكس:
أ. تيار متناوب أحادي الطور. ب. تيار متناوب ثلاثي الطور.
ج. تيار ثابت. د. تيار نبضي.

٥- فرق الجهد لمجموعة السلسلة الكهروضوئية الموصولة على التوازي يساوي:
أ. فولطية خلية كهروضوئية واحدة. ب. فولطية السلسلة الواحدة.
ج. ثلاثة اضعاف فولطية الخلية الواحدة. د. صفر.

السؤال الثاني: (٢٠ علامة)
أذكر أهمية تنظيف الألواح الكهروضوئية؟

السؤال االثالث: (٢٠ علامة)
ما الأجزاء الواجب قياس درجة حرارتها في النظام الكهروضوئي؟

السؤال الرابع: (٢٠ علامة)
وضح كيفية عمل جهاز الهيدروميترفي قياس الوزن النوعي لسائل البطارية؟

السؤال الخامس: (٢٠ علامة)
اذكر خمس بيانات يمكنك قراءتها من على شاشة مراقبة النظام الشمسي؟

٩. أختبار الأداء

التعليمات: يهدف هذا الاختبار إلى تقييم مدى إتقان عناصر الكفايــة المتعلقــة بصيانـــة نظام لخلايـــا كهروضوئية قدرته ١٠ كيلوواط ذو تيار ثابت

- معايير التقييم تشمل البنود الثلاث التالية:

١- تحديد وتطبيق قواعد السلامة والصحة المهنيه (٢٠) علامة.

٢- تنفيذ التمرين: (٦٠) علامة.

٣- جودة التنفيذ: (٢٠) علامة.

استمارة مراقبة وتدرج الاختبار العملي

اسم المتدرب: ..... زمن الاختبار: ٣ ساعات

اسم الاختبار: إجراء الصيانة الوقائية لنظام شمسي كهروضوئي قدرته ١٠ كيلوواط.

محتوى الاختبار:		الخطوات الرئيسة والنقاط الحاكمة:	معيار الأداء:	العلامة:		التسهيلات اللازمة:
عناصر الأداء	عناصر المناقشة			المخصصة	الممنوحة	
تنظيف الألواح		الالتزام بتعليمات أوامر العمل وتطبيق قواعد السلامة		٢		
		تحديد موعد تنظيف الألواح حسب مواعيد العمل		٢		
	ما المخاطر المهنية الممكن التعرض لها اثناء تنفيذ الصيانة للنظام الشمسي			٣		معدات السلامة الشخصية و العامة
		تجهيز مواد التنظيف		٢		أجهزة قياس درجة الحرارة
		تسجيل موعد التنظيف و تحديد الموعد القادم		٢		وسيلة نقل
التأكد من ثبات هيكل النظام		قراءة مخطط النظام الميكانيكي		٣		هاتف خلوي
		تفقد صلاحية تركيب النظام		٢		أجهزة قياس الفولطية وكثافة السائل
		الفحص الحسي للهيكل		٤		
		شد الوصلات الميكانيكية بحسب العزم المطلوب	تعليمات الجهة المصنّعة	٥		
تفقد وصلات النظام الكهربائية		قراءة المخطط الكهربائي		٢		
		تجهيز أجهزة قياس الفولطية و الأمبيرية		٢		
		قياس الفولطية و الأمبيرية في النقاط التي يجب القياس عندها		٤		
		قياس نقاط القواطع و المصهرات		٣		
		تسجيل القياسات على جدول القياسات المعطى مع أوامر العمل		٤		

قياس درجة حرارة مكونات النظام		تجهيز جهاز قياس درجة الحرارة		٢		
	في أي وقت يتم قياس درجات الحرارة ؟			٣		
		تعيين النقاط و الأجزاء التي يجب قياسها مثل الخلايا الكهروضوئية – العاكس - البطاريات		٢		
		قياس درجة حرارة الأجزاء التي يجب قياسها كما ذكر في النقطة السابقة		٢		
	لماذا يتم اجراء القياس اكثر من مرة ؟			٣		
		تسجيل درجات الحرارة الناتجة و المقاسة		٢		
		مقارنة القراءات مع درجات الحرارة المثالية بحسب تعليمات الجهة المصنّعة		٤		
		علام المهندس المسؤول عن النتائج و الفروقات		٢		
تفقد وصلات النظام الكهربائية		تحضير أجهزة قياس الفولطية و كثافة سوائل البطارية		٣		
		تحديد نقاط القياس		٢		
		قياس الفولطية و كثافة سوائل البطارية	تعليمات الجهة المصنّعة	٣		
		تسجيل نتائج القياسات		٣		
		مقارنة القياسات الناتجة مع القراءات المثالية حسب تعليمات الجهة المصنّعة		٤		
		إعادة قياس الفولطية و كثافة سوائل البطاريات		٢		
		تحديد الانحراف عن القراءات المعيارية		٢		
شاشة نظام المراقبة		تجهيز شاشة نظام المراقبة		٣		
		قراءة شاشة المراقبة		٢		
		تسجيل القراءات		٣		
		مقارنة القراءات مع مخرجات النظام	تعليمات الجهة المصنّعة	٣		
سرعة الانجاز.		اقل من (٢:٣٠)		١٠		
		من (٢:٣٠-٢:٤٥)		٥		
		من (٢:٤٥-٣:٠٠)		صفر		
العلامة الكلية:				١٠٠		

اسم المدرب/الفاحص: ..... التاريخ: ..... التوقيع: .....

١٠ قائمة المصطلحات

الرقم:	المصطلح باللغة العربية:	المصطلح باللغة الانجليزية:
١.	نظام التيارالمتناوب	Ac System
٢.	نظام التيار الثابت(المستمر)	Dc System
٣.	اتجاه سطح الخلايا الشمسية	Direction
٤.	جهاز قياس الوزن النوعي للسائل	Hydrometer
٥.	عاكس	Inverter
٦.	أشعة تحت الحمراء	Infrared
٧.	لوحة التجميع	Junction Box
٨.	جهاز القياس متعدد الأغراض	Multi-Meter
٩.	النظام المستقل عن الشبكة	Off Grid System
١٠.	النظام المتصل بالشبكة	On Grid System
١١.	نظام أحادي الطور	Single Phase System
١٢.	قاعدة أساسية	Structure
١٣.	نظام ثلاثي الأطوار	Three Phase System
١٤.	زاوية الميلان	Tilt Angle
١٥.	جهاز قياس الفولطية (الفولطميتر)	Voltmeter

١١. قائمة المراجع

- www.bisol.com/en/module-cleaning-en
- www.serbot.ch/en/solar-panel-cleaning
- www.latron.gr
- www.gulfbmw.com
- http://www.arabsolarenergy.co
- http://hotmoha.blogspot.com
- www.qariya.info/electronics/multimeter.htm
- http://www.arabsolarenergy.com/2014/12/solar-energy-battries.html
- http://www.marefa.org
- https://www.youtube.com
- http://www.ipceagle.com/