١١

الجزء الثاني

بسم الله الرحمن الرحيم



دولة فلسطين

وزارة التربية والتعليم

الطاقة المتجددة

الفرع الصناعي

المؤلفون:

زياد قواسمه (منسقاً)

جاد حسين

علي ريان

هيثم القاضي

م. ماهر يعقوب

مركز المناهج

قررت وزارة التربية والتعليم في دولة فلسطين

تدريس هذا الكتاب في مدارسها بدءاً من العام الدراسي ٢٠١٨/ ٢٠١٩ م

الإشراف العام

رئيس لجنة المناهج	**د. صبري صيدم**
نائب رئيس لجنة المناهج	**د. بصري صالح**
رئيس مركز المناهج	**أ. ثروت زيد**

الدائرة الفنية

إشراف فني	**كمال فحماوي**
التصميم الفني	**شروق صعيدي**

التحرير اللغوي	**د. رائد شريدة**
المتابعة للمحافظات الجنوبية	**د. سمية النخالة**

الطبعة التجريبية

٢٠٢١ م/ ١٤٤٣ هـ

جميع حقوق الطبع محفوظة ©

دولة فلسطين

وزارة التربية والتعليم

مركز المناهج

حي الماصيون، شارع المعاهد

ص. ب 719 – رام الله – فلسطين

pcdc.edu.ps | pcdc.mohe@gmail.com

فاكس 2969377-2-970+ | هاتف 2969350-2-970+

mohe.ps | mohe.pna.ps | moehe.gov.ps

.com/MinistryOfEducationWzartAltrbytWaltlym

تـقـديـم

يتصـف الإصـلاح التربـوي بأنـه المدخـل العقلانـي العلمـي النابـع مـن ضـرورات الحالـة، المسـتند إلـى واقعيـة النشـأة، الأمـر الـذي انعكـس علـى الرؤيـة الوطنيـة المطـورة للنظـام التعليمـي الفلسـطيني فـي محـاكاة الخصوصيـة الفلسـطينية والاحتياجـات الاجتماعيـة، والعمـل علـى إرسـاء قيـم تعـزز مفهـوم المواطنـة والمشـاركة فـي بنـاء دولـة القانـون، مـن خـلال عقـد اجتماعـي قائـم علـى الحقـوق والواجبـات، يتفاعـل المواطـن معهـا، ويعـي تراكيبهـا وأدواتهـا، ويسـهم فـي صياغـة برنامـج إصـلاح يحقـق الآمـال، ويلامـس الأمـاني، ويرنـو لتحقيـق الغايـات والأهـداف.

ولمـا كانـت المناهـج أداة التربيـة فـي تطويـر المشـهد التربـوي، بوصفهـا علمـاً لـه قواعـده ومفاهيمـه، فقـد جـاءت ضمـن خطـة متكاملـة عالجـت أركان العمليـة التعليميـة التعلميـة بجميـع جوانبهـا، بمـا يسـهم فـي تجـاوز تحديـات النوعيـة بـكل اقتـدار، والإعـداد لجيـل قـادر علـى مواجهـة متطلبـات عصـر المعرفـة، دون التـورط بإشـكالية التشـتت بيـن العولمـة والبحـث عـن الأصالـة والانتمـاء، والانتقـال إلـى المشـاركة الفاعلـة فـي عالـم يكـون العيـش فيـه أكثـر إنسـانية وعدالـة، وينعـم بالرفاهيـة فـي وطـن نحملـه ونعظمـه.

ومـن منطلـق الحـرص علـى تجـاوز نمطيـة تلقّـي المعرفـة، وصـولاً لمـا يجـب أن يكـون مـن إنتاجهـا، وباسـتحضار واعٍ لعديـد المنطلقـات التـي تحكـم رؤيتنـا للطالـب الـذي نريـد، وللبنيـة المعرفيـة والفكريّـة المتوخّـاة، جـاء تطويـر المناهـج الفلسـطينية وفـق رؤيـة محكومـة بإطـار قوامـه الوصـول إلـى مجتمـع فلسـطيني ممتلـك للقيـم، والعلـم، والثقافـة، والتكنولوجيـا، وتلبيـة المتطلبـات الكفيلـة بجعـل تحقيـق هـذه الرؤيـة حقيقـة واقعـة، وهـو مـا كان لـه ليكـون لـولا التناغـم بيـن الأهـداف والغايـات والمنطلقـات والمرجعيـات، فقـد تآلفـت وتكاملـت؛ ليكـون النتـاج تعبيـراً عـن توليفـة تحقـق المطلـوب معرفيـاً وتربويـاً وفكريـاً.

ثمّـة مرجعيـات تؤطّـر لهـذا التطويـر، بمـا يعـزّز أخـذ جزئيـة الكتـب المقـررّة مـن المنهـاج دورهـا المأمـول فـي التأسـيس؛ لتـوازن إبداعـي خـلّاق بيـن المطلـوب معرفيـاً، وفكريـاً، ووطنيـاً، وفـي هـذا الإطـار جـاءت المرجعيـات التـي تـم الاسـتناد إليهـا، وفـي طليعتهـا وثيقـة الاسـتقلال والقانـون الأساسـي الفلسـطيني، بالإضافـة إلـى وثيقـة المنهـاج الوطنـي الأول؛ لتوجّـه الجهـد، وتعكـس ذاتهـا علـى مجمـل المخرجـات.

ومـع إنجـاز هـذه المرحلـة مـن الجهـد، يغـدو إزجـاء الشـكر للطواقـم العاملـة جميعهـا؛ مـن فـرق التأليـف والمراجعـة، والتدقيـق، والإشـراف، والتصميـم، وللجنـة العليـا أقـل مـا يمكـن تقديمـه، فقـد تجاوزنـا مرحلـة الحديـث عـن التطويـر، ونحـن واثقـون مـن تواصـل هـذه الحالـة مـن العمـل.

وزارة التربية والتعليم

مـركـز الـمـنـاهـج الفلسطينية

آب / ٢٠١٨

مـقـدمـة

يأتي هذا المقرر ضمن خطة وزارة التربية والتعليم العالي لتحديث المناهج الفلسطينية وتطويرها في الفروع التعليم المهني، بحيث يتضمن مصفوفة مهارات يجب توفيرها لخريج التعليم المهني، تكسبه مجموعة من الكفايات والمهارات التي يطلبها سوق العمل ، وتواكب اخر التطورات الحديثة في علم الصناعة .

لقد تم تأليف هذا الكتاب ضمن منهجية الوحدات النمطية المبنية على المواقف والانشطة التعليمية ، حيث يكون الطالب منتجا للمعرفة لا متلقيا لها ، ونعطي له الفرصة للانخراط في التدريبات التي يتم تنفيذها بروح الفريق والعمل الجماعي ، لذا تضمنت وحدات هذا المقرر الحالات الدراسية التي تعمل على تقريب الطالب المتدرب من بيئة سوق العمل ، والانشطة التعليمية ذات الطابع التطبيقي والمتضمنة خطة العمل الكامل للتمرين ، لما يحتويه من وصف ومنهجية وموارد ومتطلبات تنفيذ التمرين ،اضافة الى صناديق المعرفة ، وقضايا التفكير التي تزيد من ذاكرة الطالب .

لقد تم ربط انشطة هذا الكتاب وتدريباته بقضايا عملية مرتبطة بالسياق الحياتي للطالب ، وبما يراعي قدرته على التنفيذ ، كما تم التركيز على البيئة والسوق الفلسطيني وخصوصياتهما عند طرح الموضوعات ،وربطها بواقع الحياة المعاصرة ، تجلى ذلك من خلال الامثلة العملية ، والمشاريع .

لقد تم ربط توزيع مادة الكتاب الذي بين ايدينا (الفصل الثاني)على ثلاثة وحدات نمطية اساسية ، الوحدة الاولى تتعلق التمديدات الكهربائية ، حيث تم التطرق الى ستة مواقف تعليمية تطبيقية تتعلق بقراءة مخططات الكهربائية المنزلية وتفسيرها، مروراً بإنارة مصباح كهربائي أو اكثر من مكانين بواسطة مفتاح درج، بالاضافة الى انارة مصباح كهربائي من ثلاثة اماكن بواسطة مفتاحي درج ومفتاح مصلب، وتطرقت الوحدة أيضاً الى انارة درج مبنى متعدد الطوابق باستخدام مرحل الخطوة، بالأضافة الى انارة دج بناية بواسطة مؤقت زمني، وتطرقت الوحدة بعد ذلك لدائرة توصيل وتشغيل محرك أباجور، بالاضافة الى تجميع لوحة توزيع كهربائية، ومروراً الى صيانة التمديدات الكهربائية المنزلية وفحصها. اما الوحدة الثانية التي تتعلق بمدخل الى الطاقة الشمسية الفوتوضوئية ، فتضمنت سبعة مواقف تعليمية تبدأ بالمصدر الشمسي والألواح الشمسية، مروراً الى خصائص الألواح الشمسية، وبطاريات التخزين للطاقة الشمسية، كما تتناول منظم الشحن من نوع PWM ، كمات تتحدث الوحدة عن العاكس وأنواعه، وتمديد الكوابل والحمايات المناسبة لطبيعة الحمل، انتهاءً ب توصيل الانظمة المنفصلة عن الشبكة.، اما الوحدة الثالثة التي تتعلق بالطاقة المتجددة ومصادرها. ، فتتطرق الى الطاقة الحرارية الشمسية، مروراً بطاقة الرياح، بالاضافة الى طاقة التوليد المائية، وطاقة المد والجزر، مروراً بالطاقة الحرارية الارضية، انتهاءً بالطاقة الحيوية. ولما كانت هناك حاجة لصقل المعلومة النظرية بالخبرة العملية ، فقد تم وضع مشروع في نهاية كل وحدة نمطية ، وذلك لتطبيق ما تعلموه ، ونأمل تنفيذه بإشراف المعلم .

ونسأل الله ان نكون قد وفقنا في عرض موضوعات هذا الكتاب ،بما يراعي قدرات الطلبة ومستواهم الفكري وحاجاتهم وميولهم النفسية والوجدانية والاجتماعية ، وكلنا امل بتزودنا بملحوظاتكم البناءة على هذا العمل ،ليتم ادخال التعديلات والاضافات الضرورية في الطبعات اللاحقة ،ليصبح هذا الجهد تاما ومتكاملا وخاليا من أي عيب أو نقص قدر الامكان، هذا والله ولي التوفيق .

والله ولي التوفيق
المؤلفون

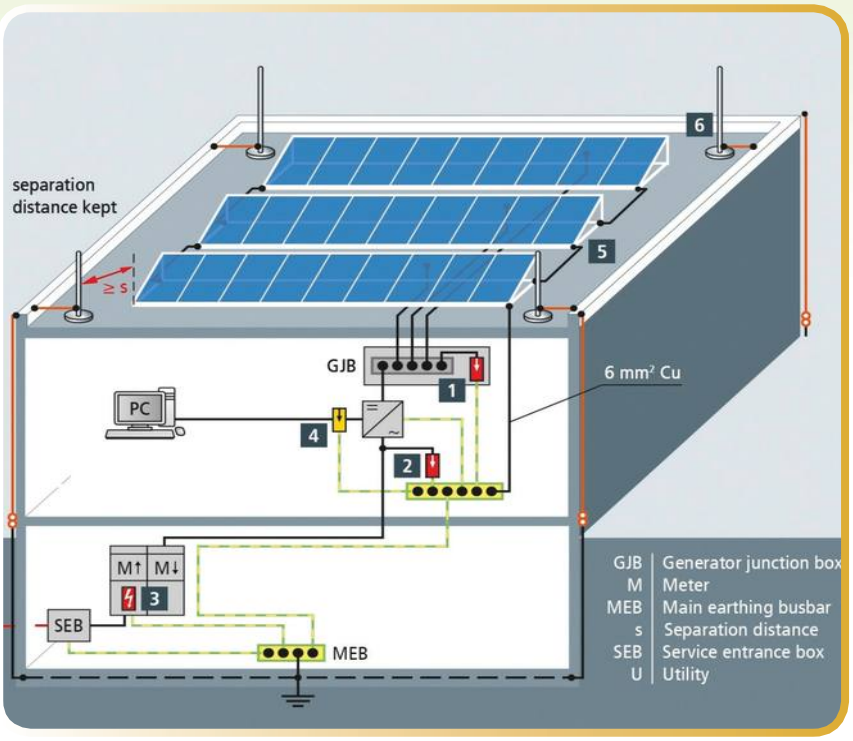
المحتويات

الوحدة الرابعة التمديدات الكهرباء	الموقف التّعليمي التّعلّمي الأول: قراءة مخططات التمديدات المنزلية وتفسيرها.	10
	الموقف التّعليمي التّعلّمي الثّاني: إنارة مصباح كهربائي أو أكثر من مكانين وساطة مفتاحي درج.	21
	الموقف التّعليمي التّعلّمي الثّالث: إنارة مصباح من ثلاث أماكن أو أكثر بوساطة مفتاحي درج صليب.	27
	الموقف التّعليمي التّعلّمي الرابع: إنارة درج مبنى متعدّد الطوابق بوساطة مرحّل خطوة (Step Relay)	34
	الموقف التّعليمي التّعلّمي الخامس: إنارة درج بناية بوساطة مؤقت زمني (Timer Relay).	41
	الموقف التّعليمي التّعلّمي السادس: دارة توصيل محرك أباجوره وتشغيله.	51
	الموقف التّعليمي التّعلّمي السابع: تجميع لوحة توزيع كهربائية.	57
	الموقف التّعليمي التّعلّمي الثامن: صيانة التمديدات الكهربائية المنزلية وفحصها.	74
الوحدة الخامسة مدخل إلى الطاقة الشمسية الفولتضوئية	الموقف التّعليمي التّعلّمي الأول: المصدر الشمسي، والألواح الشمسية.	97
	الموقف التّعليمي التّعلّمي الثّاني: خصائص الألواح الشمسية.	105
	الموقف التّعليمي التّعلّمي الثّالث: بطاريات تخزين الطاقة الشمسية.	116
	الموقف التّعليمي التّعلّمي الرابع: منظم الشحن من نوع(PWM).	126
	الموقف التّعليمي التّعلّمي الخامس: الإنفيرتر وأنواعه.	134
الوحدة السادسة مصادر الطاقة المتجددة الأخرى	الموقف التّعليمي التّعلّمي الأول: الطاقة الشمسية الحرارية.	149
	الموقف التّعليمي التّعلّمي الثاني: طاقة الرياح.	157
	الموقف التّعليمي التّعلّمي الثّالث: طاقة التوليد الكهرومائية.	166
	الموقف التّعليمي التّعلّمي الرابع: طاقة المدّ والجزر.	171
	الموقف التّعليمي التّعلّمي الخامس: الطاقة الحرارية الأرضية.	175
	الموقف التّعليمي التّعلّمي السادس: الطاقة الحيوية.	179

٤

الوحدة الرابعة

التمديدات الكهربائية



«الالتزام بشروط التركيب السليم للأجهزة والمعدات الكهربائية وتعليماته يحافظ على سلامتك، ويوفّر الوقت والجهد والمال».



يُتوقّع من الطلبة بعد دراسة هذه الوَحدة، والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على قراءة المخططات الكهربائية الخاصة بقراءة مخططات التمديدات الكهربائية، وبتنفيذ أعمال تأسيس التمديدات الكهربائية، ويقوموا بأعمال توصيل دارات الإنارة للمصابيح الكهربائية المختلفة، سواء من مكان واحد أو مكانين أو ثلاثة أماكن، كما ينيروا بيت درج بناية إمّا بوساطة مرحّل الخطوة او بوساطة المؤقّت الزمني، وكذلك بتركيب نظام التحكم بالأباجورات واخير تمكنهم هذه الانشطة من تجميع لوحة توزيع كهربائية وتشغيلها وفحصها وصيانتها وذلك من خلال الآتي:

- قراءة مخططات تنفيذ التمديدات الكهربائية المنزلية وتفسيرها.
- إنارة مصباح من مكانين بوساطة مفتاحي درج.
- إنارة مصباح من ثلاث أماكن أو أكثر بوساطة مفتاحَي درج وصليب.
- إنارة درج بناية بوساطة مرحّل خطوة (Step Relay).
- إنارة درج بناية بوساطة مؤقّت زمني (10min Timer).
- توصيل دائرة التحكم بالأباجور وتشغيلها.
- تجميع لوحة التوزيع الكهربائية.
- فحص التمديدات الكهربائية وصيانتها.

الكفايات المهنيّة:

الكفايات المُتوقَّع أن يمتلكها الطلبة بعد الانتهاء من دراسة هذه الوَحدة هي:

أولاً- الكفايات الحرفية:

1. القدرة على معرفة العِدَد اليدويّة ووسائل القياس المستخدمة في التمديدات الكهربائية.
2. القدرة على قراءة المخططات الكهربائية، وتفسير رموزها، ومعرفة دلالات كلّ منها.
3. القدرة على إنارة مصباح كهربائي أو أكثر من مكان واحد بوساطة مفتاح مفرد.
4. القدرة على إنارة مصباح كهربائي أو أكثر من مكانين بوساطة مفتاحَي درج.
5. القدرة على إنارة مصباح كهربائي أو أكثر من ثلاثة أماكن بوساطة مفتاحَي درج ومفتاح صليب.
6. القدرة على اتّباع الأسلوب العلميّ المناسب في عمليّة الفكّ والتركيب.
7. القدرة على إنارة درج بناية بوساطة مرحّل خطوة.

8. القدرة على إنارة درج بناية بوساطة مؤقّت زمني.
9. القدرة على توصيل دائرة التحكم بالأباجورات وتشغيلها.
10. القدرة على تركيب لوحات التوزيع الفرعية والرئيسة للتمديدات الكهربائية، وتجميعها، وصيانتها.
11. القدرة على أداء مهارات الصيانة الكهربائية الأساسيَّة للتمديدات الكهربائية.
12. القدرة على المحافظة على اتّباع إجراءات السلامة المهنية المطلوبة في أثناء العمل.

ثانياً- الكفايات الاجتماعيّة والشخصيّة:

1. المصداقية في التعامل مع الزبون.
2. الحفاظ على خصوصيّة الزبون.
3. تلبية رغبات الزبون.
4. إقناع الزبون.
5. القدرة على تحمّل النقد.
6. الالتزام بأخلاقيّات المهنة.

ثالثاً- الكفايات المنهجية:

1. العمل ضمن المجموعة.
2. التوثيق للأعمال المختلفة؛ بهدف عمل قاعدة بيانات للمستقبل.
3. البحث عبر الإنترنت.
4. التعلّم الإلكترونيّ، والتعامل مع الأدلّة التوجيهيّة.
5. التعامل مع أدلّة الصيانة والنصوص الأخرى.

قواعد الأمن والسلامة المهنيّة:

1. ارتداء ملابس السلامة المهنيّة المناسبة قبل البدء بالعمل (خوذة، وحذاء معزول، وكفوف يدويّة، وروب العمل).
2. الحصول على العِدَّة الملائمة.

3) فحص العِدَد اليدويّة قبل استخدامها، والتأكّد من أنَّها سليمة.

4) عدم استعمال عدّة بديلة مؤقّتة كأن تكون مصمَّمة لغرض آخر.

5) يراعى في إنشاء وتركيب وصيانة جميع المعدات الكهربائية أن تتم على نحو يمنع حدوث تماسها مع الموصلات الكهربائية كما ويلزم اتخاذ الاحتياطات الكفيلة بمنع حدوث الحرائق.

6) يتم اختيار المواد الخاصة بجميع المعدات الكهربائية على أساس جهد التشغيل وتيار الحمل، وأيّ شروط خاصة متعلقة بسلامة التشغيل، كما يجب أن تحمل هذه المعدات مواصفات خاصّة موَحدة تحدّدها الجهات المختصة، وأن تحمل العلامات المبيّنة لذلك.

7) لا يجوز لغير الأفراد المستوفين شروط الخبرة والمعرفة الفنية، وغير ذلك من المتطلبات التي تحدّدها الهيئات المختصة لتركيب المعدات والدوائر الكهربائية، أو ضبطها، أو فحصها، أو إصلاحها.

8) بعد إتمام التركيبات الجديدة، أو توسعة التركيبات القائمة، يجب أن يفحصها ويختبرها شخص مختصّ قبل تشغيل تلك التركيبات أو التوسعات.

1-4 الموقف التعليمي الأول: قراءة مخططات التمديدات الكهربائية المنزلية وتفسيرها:

وصف الموقف التعليمي:

أحضر صاحب ورشة بناء حديثة مخططات تمديدات كهربائية منزلية إلى فني تركيب أنظمة الطاقة المتجددة، وكلّفه بتحديد مواصفات عناصر تنفيذ التمديدات الكهربائية، وأنواعها، وأعدادها، بناء على المخططات المرفقة؛ لحصرها، وتحضيرها قبل البدء بالتنفيذ.

العمل الكامل:

خطوات العمل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّلها	• جمع بيانات من صاحب الورشة عن موقع المنزل، ومِساحة البناء القائم وطبيعته. • جمع بيانات عن تفاصيل المخططات الكهربائية الهندسية اللّازم توفّرها من نقابة المهندسين لتنفيذ التمديدات الكهربائية. • جمع بيانات عن طبيعة الرموز الكهربائية المستخدمة في التمديدات الكهربائية المنزلية المحلية والدولية.	• الحوار والمناقشة. • البحث العلميّ. • العصف الذهني/ استمطار الأفكار.	• طلب صاحب الورشة الكتابي (وصف المهمة، وكتاب رسمي). • مخططات التمديدات الكهربائية المنزلية. • جداول الرموز الكهربائية المحلية والدولية. • الشبكة العنكبوتية. • أقلام، وقرطاسية.
أُخطِّط، وأُقرِّر	• تصنيف المخططات الهندسية الكهربائية وابوبها (إنارة، أباريز، جهد منخفض، وتأريض، ومخططات لوحات كهربائية). • تقدير التكاليف.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• أقلام، وقرطاسية. • وثائق المخططات الكهربائية. • جداول عمل خاصة بالتمديدات الكهربائية. • نموذج تقدير التكاليف.

أُنفّذ	• تصنيف البيانات. • تحضير قوائم المواصفات للمواد المستخدمة والتكاليف المطلوبة وَفق طبيعتها، وتبعاً للمخططات الكهربائية المرفقة.	• العمل في مجموعات.	• وثائق المخططات الكهربائية بأنواعها. • جداول عمل خاصة بالتمديدات الكهربائية. • نموذج تقدير التكاليف. • أقلام، وقرطاسية.
أتحقق من	• التأكّد من مطابقة المواصفات في أثناء حصر المواد المستخدمة، ووسائل التحكم بها، وطرق تنفيذها، وطبيعتها تبعاً للمواصفات المدرجة في المخططات الكهربائية المرفقة من صاحب المنزل. • التأكّد من تحضير مواصفات قوائم الشراء اللازمة، ومراجعة كمياتها، وعددها، بالرجوع إلى المخططات المرفقة لكلّ منها. • التأكّد من مطابقة معايير السلامة المهنية اللازمة للعناصر المستخدمة مع المواصفات الكهربائية المتّبعة من الجهات المختصة.	• النقاش والحوار. • العمل الجماعي. • العصف الفكري.	• وثائق المخططات الكهربائية بأنواعها. • قائمة التدقيق الخاصَّة بالتحكّم بالعمل. • أقلام، وقرطاسية.

أُوثِّق، وأعرض	• جمع بيانات من الزبون عن طبيعة الورشة والبناء. • إنشاء قوائم خاصَّة بالتمديدات الكهربائية المنزلية المستخدمة. • إعداد جدول تكلفة لأعمال التمديدات الكهربائية اللازمة كافة. • التأكّد من أنّ هذه القوائم هي المطلوبة.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي	• قوائم وجداول خاصة بالتمديدات الكهربائية المنزلية. • أقلام، وقرطاسية
أُقوم	• أقارن بين النتائج ما قبل إعداد الوثائق والقوائم، وبعدها. • قياس مستوى إرضاء صاحب ورشة البناء.	• الحوار والمناقشة.	• ورقة العمل الخاصة بالتقييم • أدوات التقييم: • استبانة، وقوائم الشطب، وقوائم العمل.

الأسئلة:

1- ما فوائد وجود مخططات كهربائية منزلية لدى فنّي التمديدات الكهربائية؟

2- ما أنواع المخططات الكهربائية الهندسية المرفقة لكلّ بناء؟ ومن المسؤول عن إعدادها؟

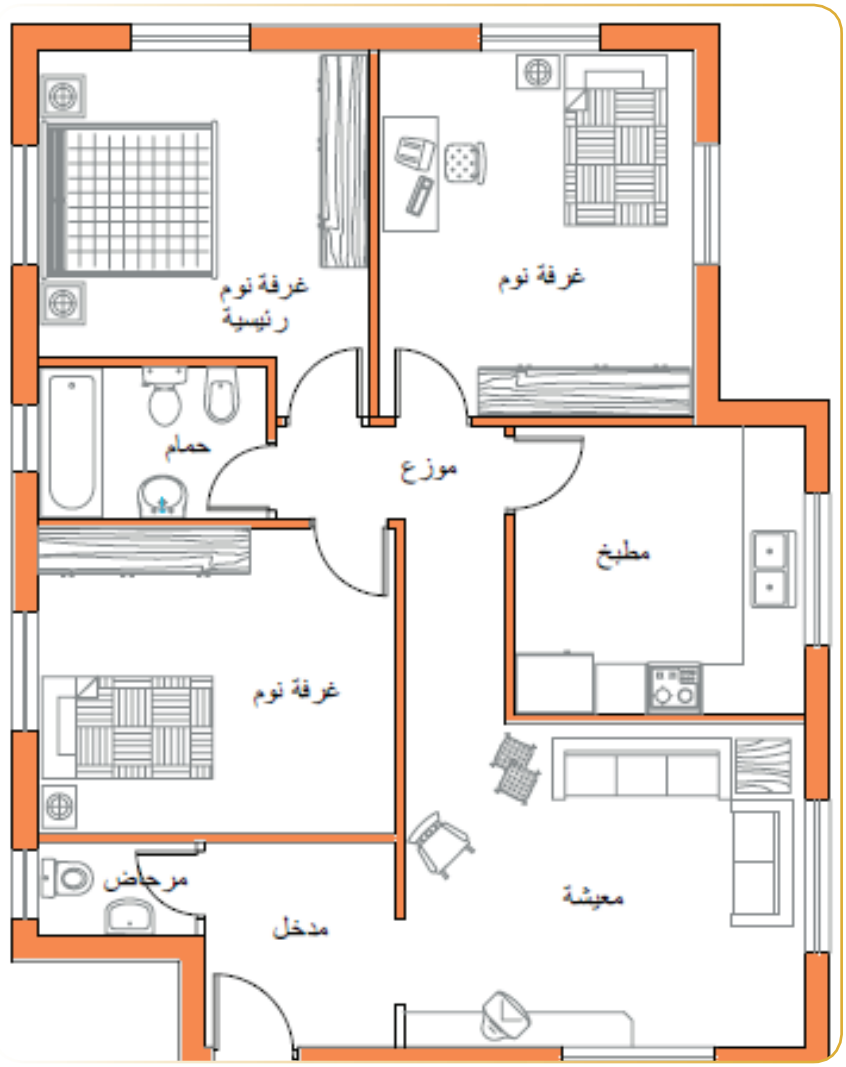
3- أحدّد ثلاث معلومات مهمّة يمكن استنتاجها من كلّ مخطط كهربائي مرفق لورشة بناء.

4- هل يمكن تقدير تكلفة المواد اللازمة لتنفيذ التمديدات الكهربائية لأيّ ورشة بناء على المخططات الكهربائية المرفقة؟ أوضّح ذلك بمثال، مستخدماً مخطط الإنارة فقط.

5- هل تختلف الرموز الكهربائية المستخدمة محلياً عن تلك المستخدمة دولياً؟ أبيّن ذلك بمثال.

أتعلّم:

نشاط (1): أعطي تفسيراً عن طبيعة المخطط المعماري المرفق أدناه، ومكوناته، وأهميته بالنسبة لفني التمديدات الكهربائية المنزلية في الشكل (1) الآتي:



الشكل (1): مخطط بناء معماري

عادة ما تتولّى الجهات الهندسية المختصة القيام بعملية التصميم والإشراف على إعداد المخططات الهندسية اللازمة لبناء أيّ مرفق سكني أو تجاري أو صناعي، أو غيره، وتنفيذها قبل البدء بعملية البناء، ويجب أن تحتوي هذه المخططات على جميع ما يلزم لعملية التجهيز والبناء لأيّ مرفق، مع الأخذ بعين الاعتبار المواصفات اللازم اتّباعها كافة محلياً (أو دولياً)؛ لضمان سلامة البناء من أيّ أخطاء هندسية إنشائية أو معمارية أو كهربائية أو ميكانيكية، أو غيرها، كما تُراعى فيها أيضاً جميع إجراءات السلامة العامّة المتعلقة بالبناء.

وتضم هذه المخططات عادة جميع ما يلزم من مخططات هندسية، بحيث يجهّز كلّ مهندس مختصّ المخططات الهندسية اللّازمة من ناحيته؛ فيجهّز مهندس الكهرباء مثلاً المخططات الكهربائية اللازمة لتنفيذ الأعمال الكهربائية الضرورية كافة لأيّ مبنى، ويجب أن تكون هذه المخططات واضحة وعلى لوحات منفصلة، مع مراعاة تمييز الخطوط والرموز الكهربائية المستخدمة عن أيّ رموز أو خطوط معمارية، ويجب أن تكون المخططات بالأبعاد نفسها، بحيث يكون مقياس الرسم المستخدم في إعدادها هو المقياس المتَّبع نفسه في إعداد المخططات الأخرى.

رموز مخططات التمديدات الكهربائية المنزلية:

من أجل قراءة مخططات التمديدات الكهربائية قراءة صحيحة، لا بدّ للفنّي من الاطّلاع على جدول الرموز المستخدمة لرسم هذه المخططات، الذي عادة ما يكون مرفقاً مع المخططات الكهربائية الهندسية، ويجب أن تحتوي هذه المخططات على جداول تبيّن الرموز والمصطلحات الكهربائية للعناصر المستعملة، ومدلول كلّ منها، وهذه الرموز قد تختلف من مخطط إلى آخر (دولياً على الأقلّ)، لذلك يجب أن تكون الرموز مع دلالاتها موجودة على أيّ مخطط كهربائي، وتمثّل هذه الرموز المفتاح الذي يستطيع الفني من خلاله قراءة هذه المخططات. والجدول (1) الآتي يبيّن الرموز المستخدمة في مخططات التمديدات الكهربائية المنزلية (محلياً):

On/Off One Way Switch	مفتاح مفرد	
Two Circuit Switch	مفتاح مزدوج	
Two Way Switch	مفتاح درج	
Cross Switch	مفتاح صليب	
Double Pole Switch With Indicator Lamp	مفتاح قطع ثنائي القطبية مع لمبة اشارة	
Push Button	ضاغط	
Cieling Lighting Point	نقطة انارة سقفية	
Cieling Lighting Point Water proof	نقطة انارة سقفية ضد الماء	
Side Lamp	نقطة انارة جانبية	
Pendant Lighting Point	نقطة انارة سقفية-ثريا	
Power socket-single phase	مخرج كهرباء 16 امبير	
Power Socket-Water Proof	مخرج كهرباء 16 امبير ضد الماء	
Telephone Outlet	مخرج تلفون	
Television Outlet	مخرج تلفزيون	
Satelite Outlet	مخرج ستلايت	
Intercom Outlet	مخرج انتركم	
Main Distribution Board + L.V.	لوحة كهرباء رئيسية مع جهد منخفض	
Sub Distribution Board	لوحة كهرباء فرعية	
Low Voltage Box	علبة الجهد المنخفض	
Earth Leakage C.B.	قاطع تسريب ارضي	E.L.R
C.B 10,16,20,25A	مفتاح نصف اتوماتيك	
1x36 watt Flourecent	لامبة فلورسنت1*36واط	
2x36 watt Flourecent	لامبة فلورسنت2*36واط	
2x36 watt with Reflector	لامبة فلورسنت2*36واط مع عاكس	
2x36 watt Flourecent (w.p.)	لامبة فلورسنت2*36واط ضد الماء	

الجدول (1): الرموز المستخدمة في مخططات التمديدات الكهربائية المنزلية

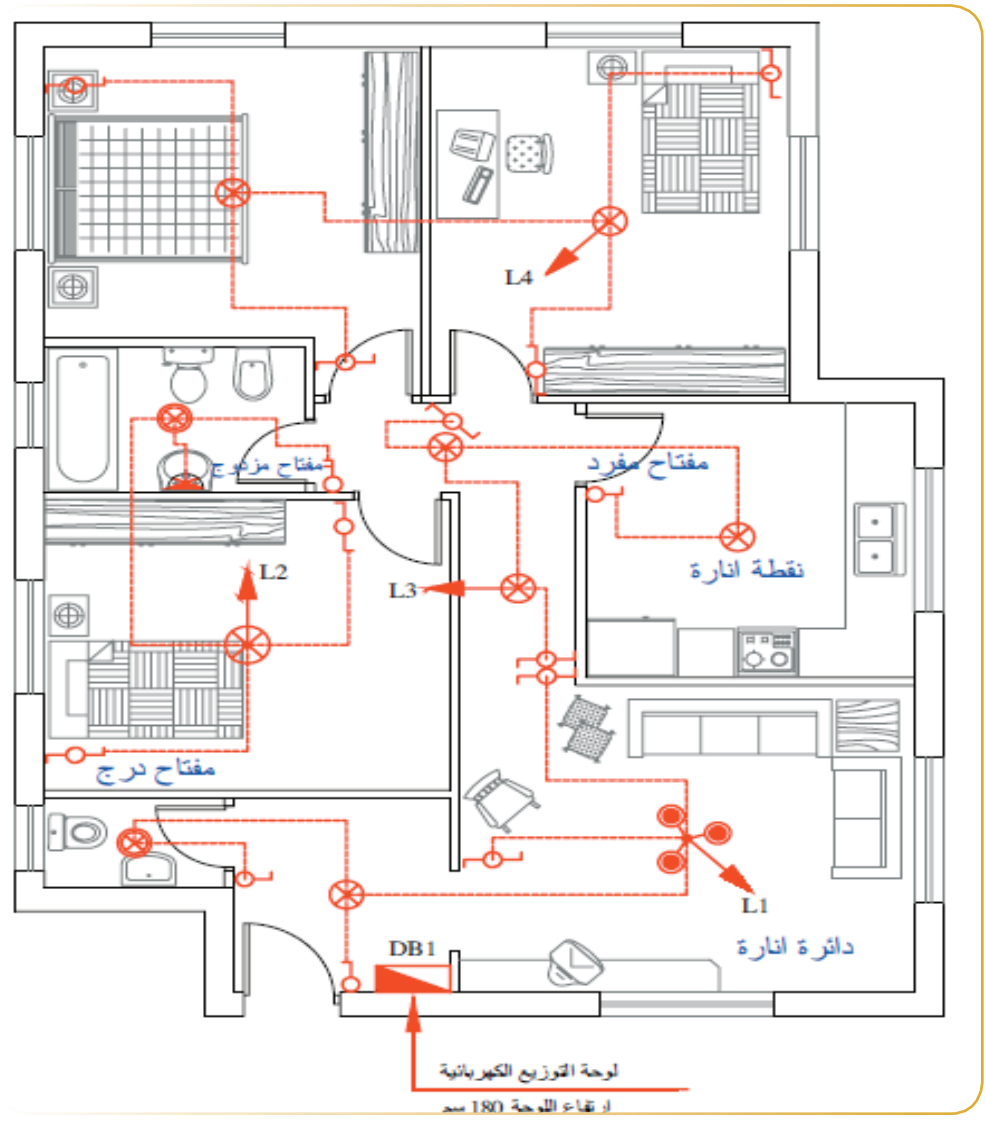
نشاط (٢): أحصل على مخططات كهربائية مختومة من نقابة المهندسين، وأوضّح مدلول كلّ رمز منها، ثمّ أقارن ذلك بما هو مرفق أعلاه من الرموز.

وتضمّ المخططات الكهربائية الهندسية ما يأتي:

1- مخطط الإنارة، الشكل (2):

يجب إعداد مخططات الإنارة لكلّ طابق على لوحات منفصلة، وبمقياس رسم لا يقلّ عن 100/1؛ إذ يبيّن عليها ما يأتي:

1. مواقع الإنارة المختلفة وترتيب وحداتها، مع مراعاة النوعيات المقاوم للماء إن لزم الأمر.
2. مواقع المفاتيح، وطريقة تحكّمها بوحدات الإنارة، وارتفاعها عن مستوى البلاط.



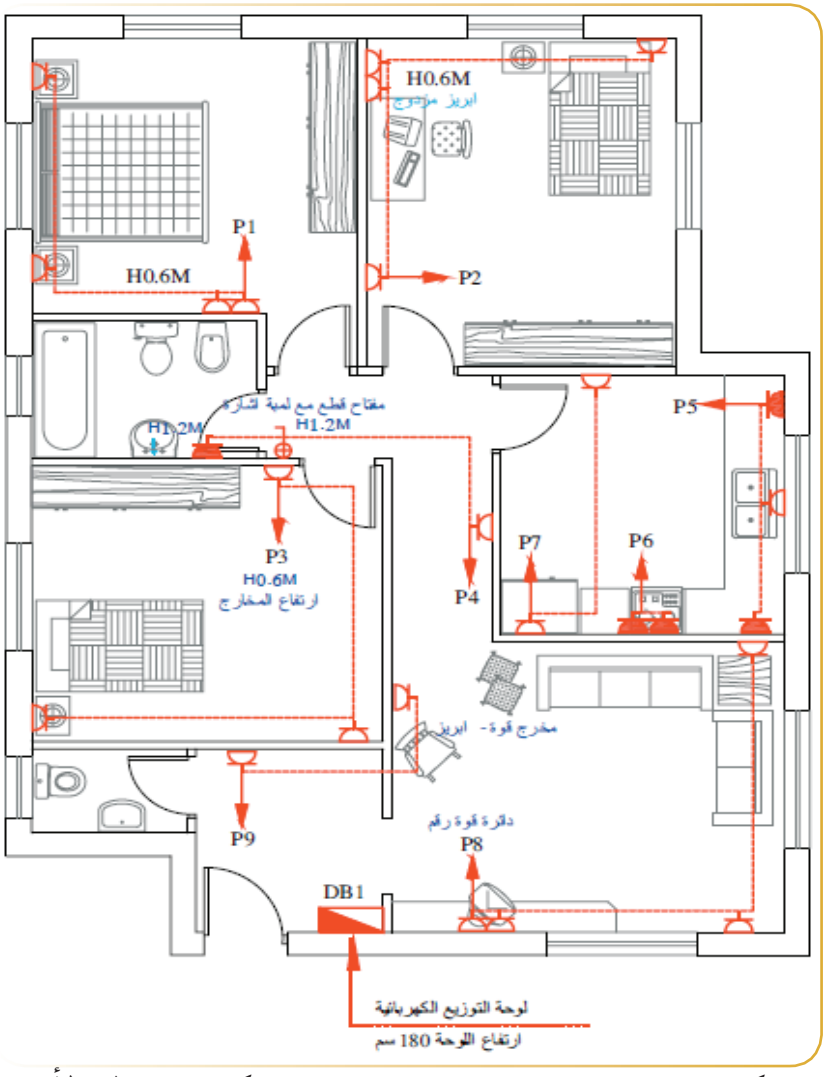
الشكل (2): مخطط توزيع الإنارة داخل المنزل

نشاط (3): أبحث عن دلالات الأرقام المبينة في المخطط أعلاه (DB1، L1، ...)، ثمّ أناقشها مع زملائي.

2- مخطط الأباريز (القوى)، الشكل (3):

يوضّح الشكل (3) الآتي مخطط الأباريز للشقة السكنية نفسها، موزع فيها كلّ العناصر، وطريقة تقسيم الدوائر الفرعية. ويجب إعداد مخططات القوى لكلّ طابق على لوحات منفصلة، وبمقياس رسم لا يقلّ عن 100/1؛ حيث يبيّن عليها ما يأتي:

1. مواقع مآخذ القوى أو الأباريز، وطريقة ربطها بعضها مع بعض، مع بيان إن كانت عادية أو عازلة للماء، مع توضيح ارتفاعها عن سطح الأرض.
2. مواقع نقاط القوى مثل المراوح والشفاطات وسخانات الماء... إلخ.
3. مواقع اللّوحات الرئيسة والفرعية وأرقامها، أو أسمائها، وارتفاعها عن سطح الأرض، وأرقام الدوائر الفرعية الخاصّة القوى.



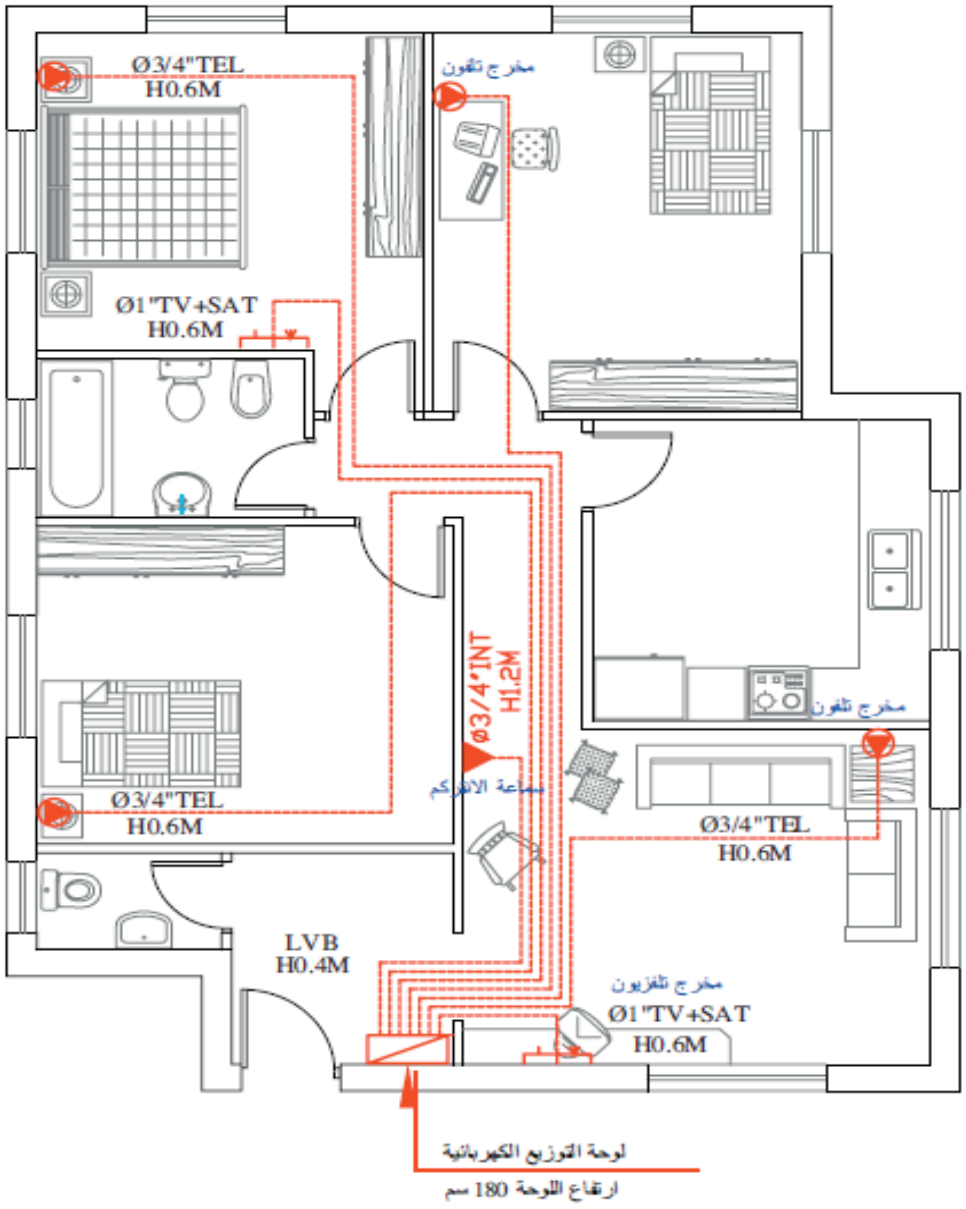
الشكل (3): مخطط توزيع وحدات مخارج القدرة الكهربائية لمنزل (الأباريز)

نشاط (4): أبحث عن دلالات الأرقام المبيّنة في المخطط أعلاه (DB1، P1، ...)، ثمّ أناقشها مع زملائي.

3- مخطط تمديدات أنظمة الجهد المنخفض، كما في الشكل (4):

يجب إعداد مخططات الجهد المنخفض (تلفون، وإنتركم، وتلفاز، وشبكة حاسوب، وغيرها من الأنظمة) لكلّ طابق على لوحات منفصلة، وبمقياس رسم لا يقلّ عن 100/1، ويبيّن عليها ما يأتي:

1. مواقع مآخذ الجهد المنخفض، وطريقة ربطها، ومقاسات الكوابل والمواسير الخاصة بها، وارتفاعها عن مستوى البلاط.
2. مواقع لوحات الجهد المنخفض، وارتفاعاتها عن مستوى البلاط.

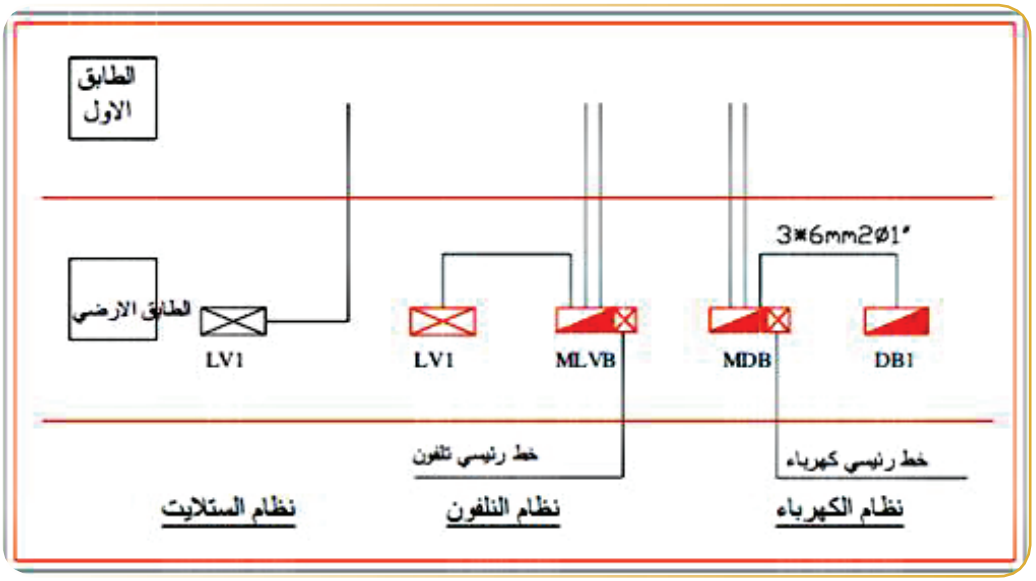


الشكل (4): مخطط توزيع عناصر الجهد المنخفض لمنزل

4- مخطط تصاعدي للأنظمة الكهربائية المختلفة، كما في الشكل (5):

يظهر في المخطط التصاعدي للأنظمة الكهربائية ما يأتي:

1. الطوابق والمواقع المختلفة في المبنى بشكل تمثيلي تصاعدي.
2. مواقع اللّوحات الكهربائية والجهد المنخفض الرئيسة والفرعية.
3. المواسير والكوابل الرئيسة التي تربط جميع أنواع التمديدات بعضها مع بعض، مبيناً عليها عددها، وقياساتها.



الشكل (5): مخطط تصاعدي للأنظمة الكهربائية لمنزل

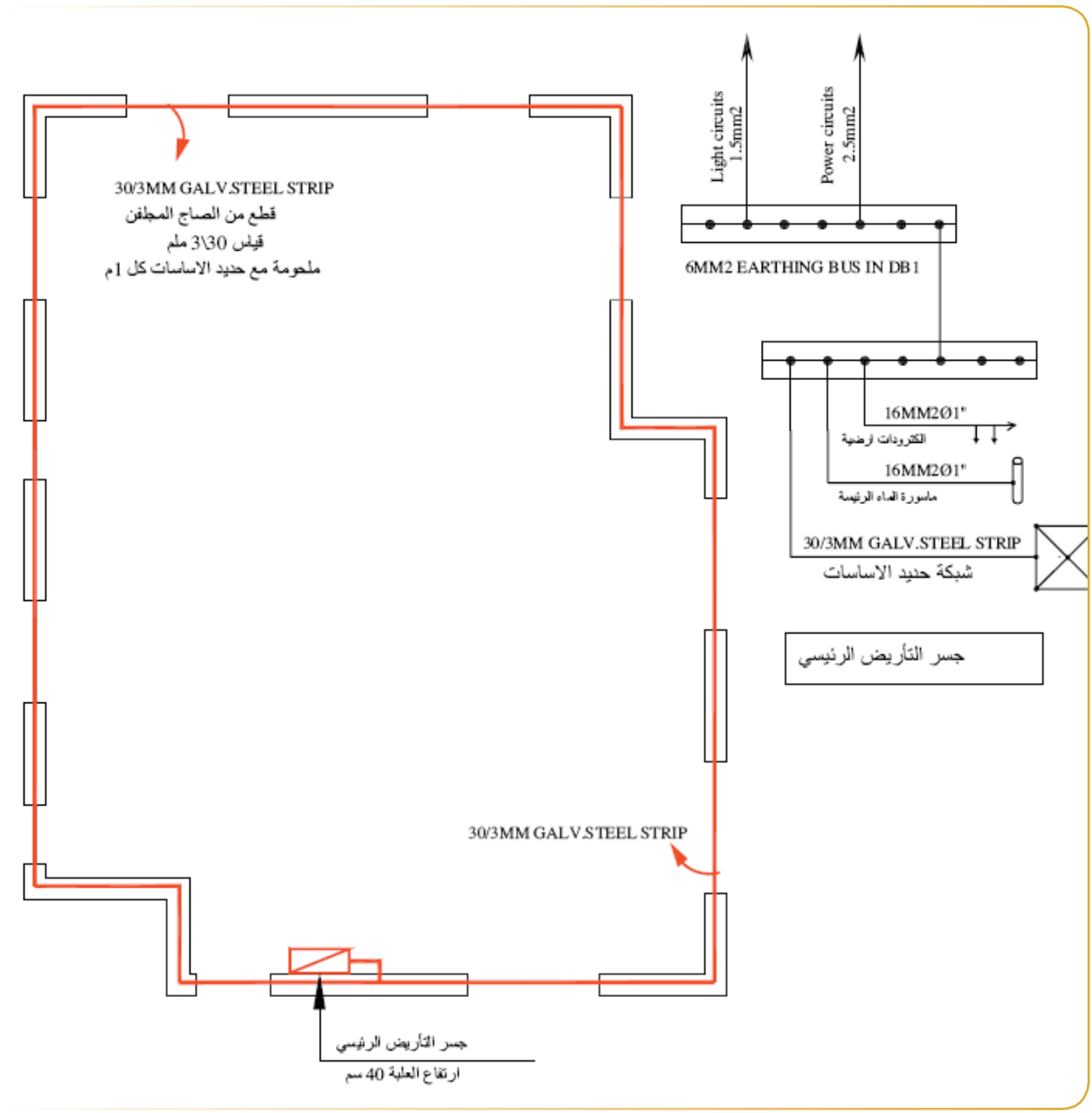
5- مخطط تأريض المبنى، كما في الشكل (6):

يوضّح مخطط تأريض المبنى ما يأتي:

1. طريقة لحام حديد الجسور الأرضية وحديد القواعد.
2. طريقة توصيل لحام مبسطات التأريض مع شبكة حديد الجسور الأرضية، وبيان مساراتها، ومقاساتها.
3. طريقة ربطها مع جسر التأريض الرئيس.

حيث يُستعمَل شريط مبسط مصنوع من الحديد الصلب كموصل تأريض؛ لزيادة فعالية نظام التأريض، حيث تُلحم قواعد الأعمدة وجسور شبكة حديد الأساسات المصنوعة من الحديد الصلب مع قضبان من الحديد المستخدم للبناء بقطر 8 ملم على الإطار الخارجي لحديد تسليح القواعد، لتُربط جميعها بعضها مع بعض، وتنتهي بصفيحة من الصاج المجلفن تُربَط صفائح من الحديد المجلفن بقياس (30×3) ملم2، ويُلحَم معها، لتظهر على المحيط الخارجي للبناء كلّ مسافة 2 متر تقريباً أو وَفق الحاجة (لتأريض المعدات خارج البناء)، ويُربَط

موصل الأرضي المصنوع من شريط من النحاس (القابل للّحام) ليخرج باتجاه جسر تساوي الجهد الموجود في لوحة التوزيع الرئيسة داخل المبنى.

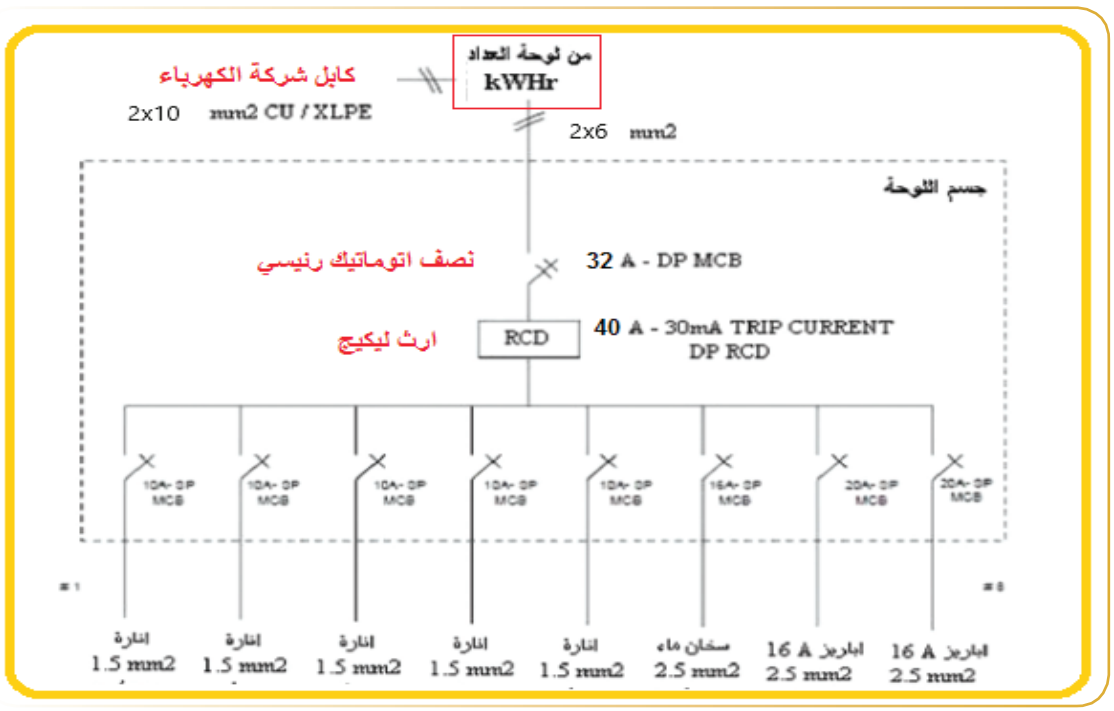


الشكل (6): مخطط تأريض مبنى

6- مخطط لوحة توزيع كهربائية منزلية، كما في الشكل (7):

تضمّ لوحة التوزيع الكهربائية الرئيسة المكونات الآتية الموضّحة في المخطط، كما تكون مسؤولة عادة عمّا يأتي:

1. ربط المنزل بالكهرباء من لوحة العداد التابعة لشركة تزويد التيار الكهربائي.
2. توزيع الطاقة الكهربائية داخل المنزل وَفق نظام التغذية على دارات الأحمال الكهربائية المختلفة، ووَفق مواصفاتها، ووظيفة كلّ منها (إنارة، وأباريز، وأحمال خاصة)، وظروف تشغيلها.
3. حماية دارات الأحمال الكهربائية من ارتفاع التيار وتيار القصر، باستخدام قواطع دارة إنارة أو أباريز (MCBs) بمقررات موضّحة ومبيّنة في المخطط.
4. الحماية من خطر تيار التسريب الأرضي عند حدوث عطل لإحدى الدارات الكهربائية المتصلة بها، أو عند إجراء الصيانة.
5. التحكم بوصل التيار الكهربائي، وفصله يدوياً أو آلياً.



الشكل (7): مخطط توزيع الأحمال الكهربائية للوحة التوزيع الكهربائية الرئيسة لمنزل

نشاط (5): أرسم مخطط توزيع لوحة كهربائية جديدة اعتماداً على مخططَي الإنارة والأباريز المبيّنين في الشكلين (2)، و(3) سابقاً، ثمّ أناقشها مع زملائي.

2-4 الموقف التعليمي الثاني: إنارة مصباح كهربائي أو أكثر من مكانين بوساطة مفتاحَي درج:

وصف الموقف التعليمي:

طلب صاحب منزل قيد الانشاء من فني تركيب أنظمة الطاقة المتجددة توفير إمكانية التحكم بالإنارة من مكانين لغرف النوم، وصالة الجلوس، فكلّف الفني تجهيز نظام الإنارة للشقة بهذه الإمكانية.

العمل الكامل:

خطوات العمل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّلها	• جمع البيانات من صاحب المنزل حول: • القدرة الكلية للمصابيح داخل المنزل وأنواعها. • مكان تركيب مفتاحَي الدرج لكلّ موقع. • مخطط تمديدات الكهرباء للمنزل. • نوع المفاتيح الكهربائية المستخدمة. • نوع المصابيح التي ستُركَّب في كلّ موقع مذكور، وقدرتها، وعددها. • أجمع البيانات حول: • أنواع المفاتيح الكهربائية. • كود الألوان المستخدم في ترميز الأسلاك. • توصيل مفاتيح الدرج. • جداول تحمّل الأسلاك الكهربائية. • العِدَد والأدوات اليدوية المستخدمة في تعديل إنارة المخزن.	• الحوار والمناقشة. • البحث العلميّ. • العصف الذهني/ استمطار الأفكار.	• طلب صاحب المنزل الكتابي (وصف المهمة، وكتاب رسمي). • كتالوجات حول أنواع المفاتيح الكهربائية. • جداول تحمُّل الكوابل الكهربائية. • كود الألوان المستخدم في ترميز الأسلاك. • الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكّمة. • القرطاسية.

أُخطِّط، وأُقرِّر	• تصنيف البيانات التي جُمِعَت حول: • موقع المنزل الذي يمتلكه، وطبيعته. • أنواع المفاتيح الكهربائية المستخدمة في التمديدات الكهربائية. • طرق توصيل مفاتيح الدرج. • رسم المخطط الكهربائي التنفيذي اللازم لإنارة كلّ موقع في المنزل. • اختيار أماكن تركيب المفاتيح الكهربائية لكلّ موقع تركيب. • اختيار ألوان الأسلاك المستخدمة للإنارة، ومِساحة مقطعها، وعددها. • تحديد الأدوات والعِدَد والأجهزة اللازمة. • إعداد خطة لتنفيذ العمل تتضمّن الوقت المقدَّر لتنفيذه.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• نماذج جمع البيانات. • نموذج جدولة وقت تنفيذ المهام (الخطّة). • طلب صاحب المنزل. • المخططات الكهربائية والرموز المستخدمة. • كود ألوان الأسلاك المستخدم محلياً، ومِساحة المقطع لكلّ منها. • قرطاسية. • شبكة الإنترنت.
أُنفّذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة، والانتباه إلى: • استخدام تجهيزات قصّ الأسلاك الكهربائية، وتعريتها. • استخدام الأدوات والعِدَد المناسبة لسحب الأسلاك الكهربائية، وتمديدها. • عدم تشغيل الدارة الكهربائية قبل التأكّد من سلامة التوصيلات. • تثبيت القنوات البلاستيكية أو المواسير البلاستيكية. • تمديد الأسلاك الكهربائية المناسبة. • تركيب المفاتيح الكهربائية. • تثبيت أطراف الأسلاك بالمصابيح والمفاتيح.	• العمل التعاوني (لعب الأدوار). • العصف الذهني بين المجموعات. • زيارة موقع المنزل.	• مفتاحا درج. • الأسلاك المناسبة وَفق مخطط التوصيلات الكهربائية. • العِدَد الخاصة بتعرية الأسلاك وتوصيلها. • القنوات البلاستيكية أو المواسير البلاستيكية. • العِدَد الخاصة بتعرية الأسلاك، وقصّها، وتثبيتها. • مفكات متنوعة. • مواد التثبيت (براغٍ، أو مسامير). • وسيلة نقل مناسبة.

أتحقق من	• التحقق من: • مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • تثبيت القنوات البلاستيكية أو المواسير البلاستيكية. • تمديد الأسلاك الكهربائية المناسبة. • تركيب المفاتيح الكهربائية. • تثبيت أطراف الأسلاك بالمصابيح والمفاتيح. • تشغيل المصابيح داخل المنزل، وصحة عملها. • الوثائق والنماذج التي عُبِّئت خلال أداء المهمة. • إنجاز العمل في الوقت المحدّد، وَفق طلب صاحب المنزل. • إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	• النقاش والحوار • العمل الجماعي • العصف الذهني.	• طلب صاحب المنزل. • الوثائق والتقارير. • مخطط التوصيلات الكهربائية. • المواصفات الفنية. • القرطاسية. • نموذج التدقيق الخاص بالتحقق من العمل.
أُوثِّق، وأعرض	• توثيق نتائج جمع البيانات حول: • موقع المنزل الذي يمتلكه صاحب العمل. • أنواع المفاتيح الكهربائية المستخدمة. • طرق توصيل مفاتيح الدرج. • إنشاء ملفّ خاصّ لهذه الحالة. • تجهيز تقرير فنّي لصاحب المنزل. • إعداد تقرير كامل بالعمل.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض LCD. • نموذج تقدير التكاليف. • مخطط التوصيلات الكهربائية. • قرطاسية.

أُقوم	• تقييم عملية تعديل إنارة كلّ موقع داخل المنزل. • المقارنة بين طريقة إنارة كلّ موقع قبل تعديل نظام إنارته، وبعده. • تعبئة نموذج التقييم. • قياس مستوى إرضاء صاحب المنزل بعد إتمام العمل.	• الحوار والمناقشة.	• طلب صاحب المنزل. • المواصفات، والكتالوجات • مخطط التوصيلات الكهربائية. • نموذج العمل الخاص بالتقييم. • قرطاسية.



الأسئلة:

1- أذكر تسميتين أُخريين للمفتاح المستخدم للإنارة من مكانين.

2- أين تُستخدَم مفاتيح الدرج؟

3- ما مِساحة مقطع الأسلاك المستخدمة في توصيلة مفتاحَي الدرج؟ وما الألوان المناسبة؟

4- ما الارتفاعات المناسبة لتركيب مفتاح الدرج في المنزل؟ وهل يختلف هذا الارتفاع بناءً على مكان تركيبه داخل المنزل؟ أناقش ذلك.

5- هل يمكن استخدام مفتاح الدرج بدل المفتاح المفرد؟ أبيّن ذلك بالرسم.

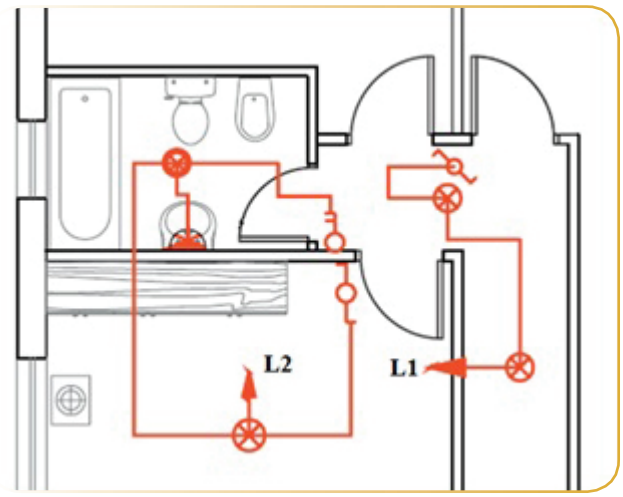
6- هل يمكن استخدام مفاتيح الدرج لإنارة بيت درج مبنى مكوّن من طابقين(من مكانين)؟ أبيّن ذلك، مع الرسم؟



أتعلّم:

نشاط (1): أناقش مع فنّي تمديدات كهربائية محترف أين تُستخدَم توصيلة الدرج في عمله، وما فوائدها؟ كذلك كيف يُميَّز مفتاح الدرج عن المفتاح المفرد الذي مرّ معك سابقاً؟

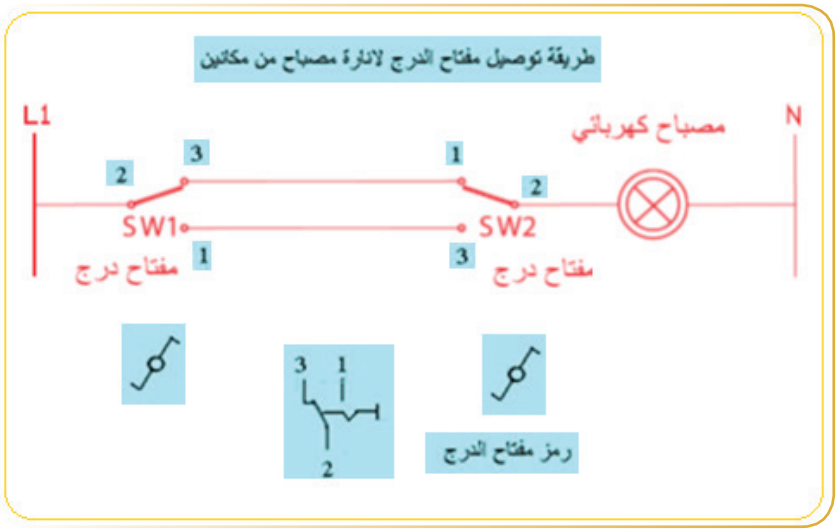
تُستخدَم مفاتيح الدرج في إنارة مصباح أو أكثر من مكانين مختلفين، كالأدراج، أو الممرات الطويلة؛ بوضع مفتاح في بداية الممرّ والآخر في نهايته؛ للتحكم في الإنارة والإطفاء، أو في التحكم بإنارة غرف النوم من مكانين باستخدام مفتاحَي درج، كما هو مبيّن في الشكل (1) الآتي؛ لإنارة غرفة النوم. وعادة ما تُركَّب هذه المفاتيح في الأماكن المذكورة أعلاه على ارتفاع (120 سم) من سطح البلاط، كما تُستخدَم أسلاك كهربائية بمِساحة مقطع (1.5 ملم^2) على الأقلّ، وبالألوان القياسية التي ذُكِرَت في موقف سابق:



الشكل (1): مخطط تمديد مفتاحَي درج لإنارة مصباح من مكانين في غرفة في منزل

ويُسمّى هذا المفتاح أيضاً مفتاحَ (الدريكسون)، ويتكوّن من ثلاثة أقطاب (1،2،3)، كما في الشكل (1)، أحدهما يُسمّى القطب الرئيس الثابت (رقم 2 في الشكل)، ويكون هذا الطرف عادة متصلاً إمّا مع خطّ الفاز (L)، أو مع خط الديركت الواصل بين المفتاح والمصباح، كما هو موضّح في الشكل أدناه.

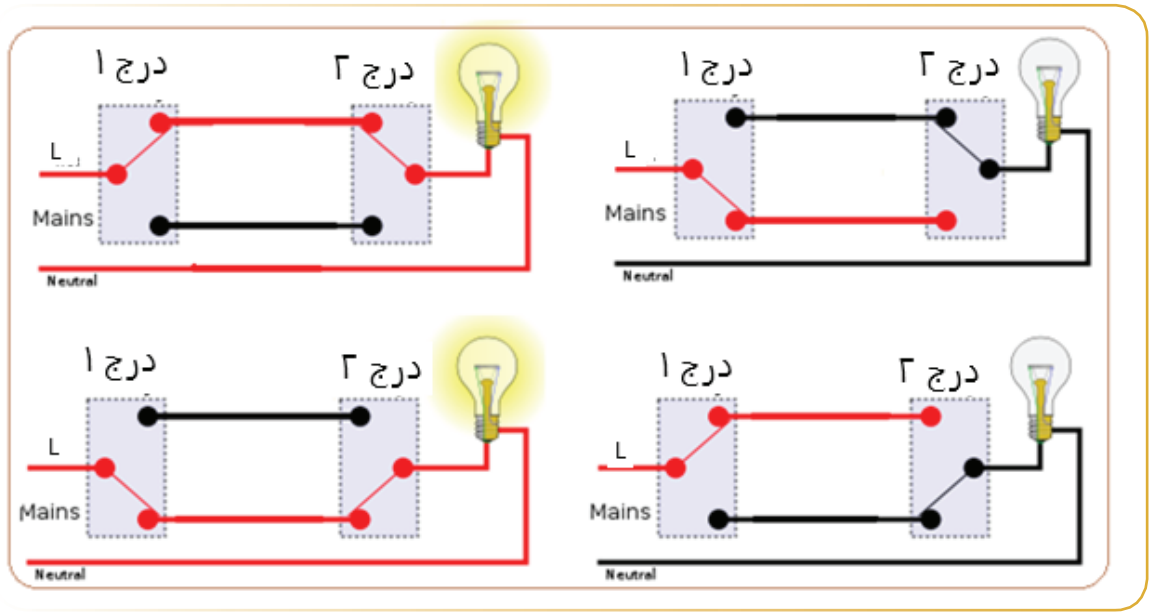
وفي حال تفعيل المفتاح يتصل القطب الرئيس الثابت (رقم 2) مع أحد القطبين الآخرين (1 أو 3)، ويُفصَل عن الآخر في أحد الاوضاع، أمّا في حالة تفعيل المفتاح نفسه مرة أخرى ينعكس اتصال المفتاح، ...، وهكذا، كما في الشكل (2) الآتي الذي يبيّن مخطط مسار التيار لإنارة مصباح من مكانين بوساطة مفتاحَي درج:



الشكل (2): مخطط مسار التيار لإنارة مصباح كهربائي أو أكثر من مكانين ورمز المفتاح

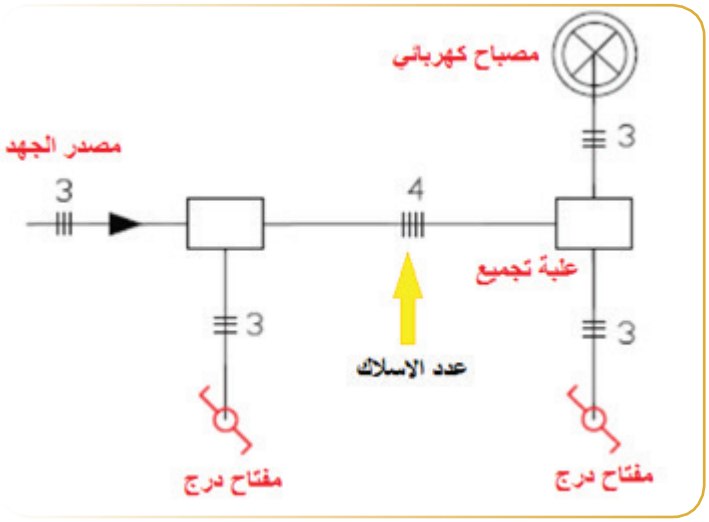
نشاط (2): أرسم مخطط مسار التيار لإنارة ثلاثة مصابيح من مكانين بوساطة مفتاحَي درج.

والشكل (3) الآتي يبيّن أوضاع الدائرة السابقة في حال تفعيل أيّ من مفتاحَي الدرج، وأوضاع المصباح في كلّ حالة من الحالات الأربع المتوقعة:



الشكل (3): أوضاع دائرة توصيل مفاتيح الدرج الأربعة لإنارة مصباح من مكانين وحالة المصباح في كلّ منها

أمّا الشكل (4) الآتي فيبيّن المخطط الرمزي لتوصيل دارة إنارة مصباح كهربائي من مكانين:



الشكل (4): المخطط الرمزي لإنارة مصباح كهربائي أو أكثر من مكانين

نشاط (3): أناقش مع زملائي عدد الأسلاك المستخدمة في المخطط أعلاه بين كلّ عنصرين في الدارة، وكذلك أحدّد ألوان الأسلاك الكهربائية المستخدمة ومِساحة مقطعها، ثمّ أرسم المخطط التنفيذي لإنارة مصباحين من مكانين مختلفين بوساطة مفتاحَي درج، موضحاً مِساحة مقطع الأسلاك، وألوانها المستخدمة محلياً.

3-4 الموقف التعليمي الثالث: إنارة مصباح من ثلاث أماكن أو أكثر بوساطة مفتاحَي درج ومفتاح صليب:

وصف الموقف التعليمي:

طلب صاحب عمارة سكنية مكونة من طابقين من فنّي تركيب أنظمة الطاقة المتجددة إضافة مفتاح كهربائي إضافي على مدخل الطابق الثالث الجديد الذي رُكِّب نظام ألواح طاقة شمسية عليه حديثاً؛ لاستخدامه في التحكم بإنارة بيت الدرج للطوابق الثلاثة.

العمل الكامل:

خطوات العمل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّلها	• جمع البيانات من صاحب العمارة حول: • موقع العمارة. • مكان تركيب لوحة التوزيع في بيت الدرج. • مفاتيح الحماية المستخدمة في دارة إنارة بيت الدرج. • مكان تركيب مفتاحَي الدرج القديمين. • طريقة تمديد الأسلاك الكهربائية من فنّي التمديدات السابق (تمديدات ظاهرة، أو مخفية). • مكان تركيب مفتاح التحكم بالإنارة الإضافي (مفتاح الصليب). • طبيعة المصابيح المستخدمة وقدراتها. • جمع البيانات حول: • أنواع المفاتيح المستخدمة محلياً وأشكالها. • طريقة تركيب المفتاح المصلّب، وتثبيته، وتوصيله، وارتفاعه المناسب. • كود الألوان المستخدم في ترميز الأسلاك. • العِدَد والأدوات اليدوية المستخدمة في تركيب مفاتيح الدرج.	• الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار). • العصف الذهني. • البحث العلمي.	• طلب صاحب العمارة الكتابي (وصف المهمة، وكتاب رسمي). • كتالوجات حول أنواع المفاتيح الكهربائية. • كود الألوان المستخدم في ترميز الأسلاك. • كتالوجات المفاتيح الكهربائية. • الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكّمة. • القرطاسية.

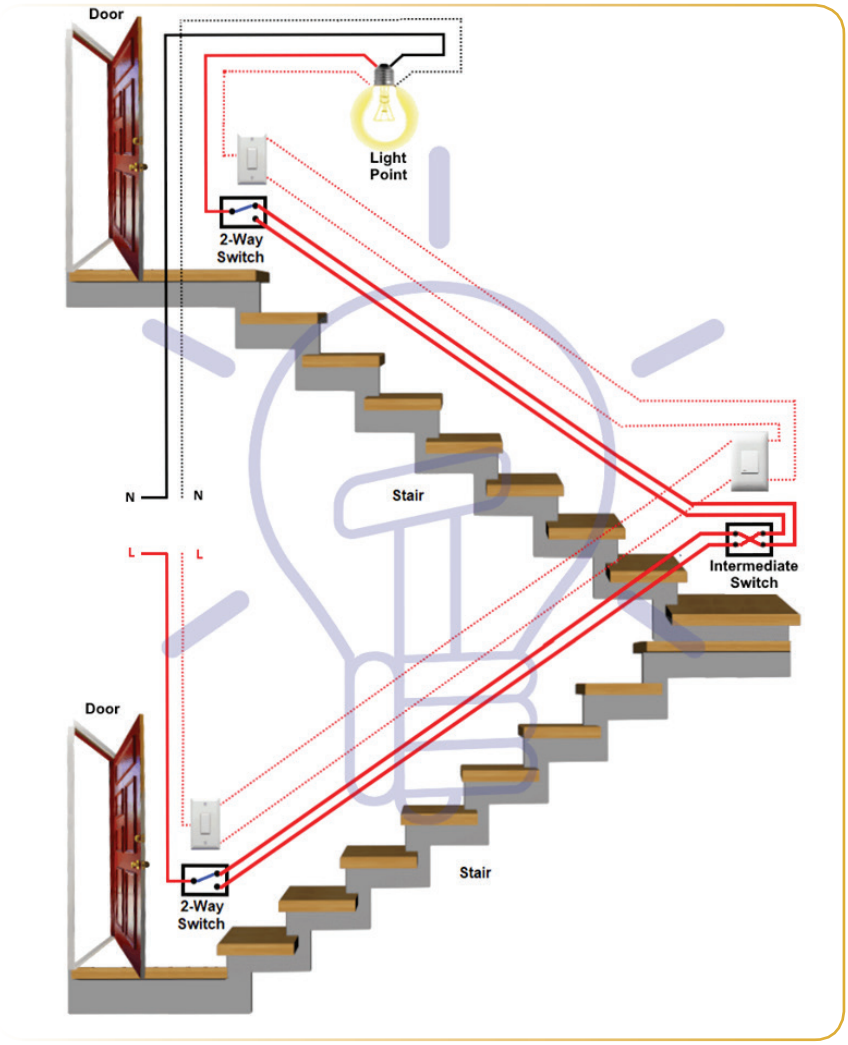
أخطّط، وأقرّر	• تصنيف البيانات التي جُمِعَت حول: • موقع بيت الدرج وأبعاده ومكان تركيب المفتاح الإضافي. • نوع مفتاحَي الدرج المستخدمة، ونوع المفتاح المصلّب الجديد. • رسم المخطط الكهربائي اللازم لإنارة بيت الدرج. • اختيار أماكن تركيب المفاتيح الكهربائية. • اختيار مكان تركيب المصباح الكهربائي. • اختيار نوع المصابيح الجديدة وقدراتها. • اختيار نوع الأسلاك المستخدمة وألوانها ومِساحة مقطعها وَفق طريقة التمديد المستخدمة. • تحديد الأدوات والعِدَد والأجهزة اللازمة. • إعداد خطة لتنفيذ العمل تتضمّن الوقت المقدَّر لتنفيذه.	• الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار).	• نماذج جمع البيانات. • نموذج جدولة وقت تنفيذ المهام (الخطّة). • كود الألوان المستخدم محلياً لأسلاك التمديدات. • مقررات القواطع الآلية وأنواعها.. • كتالوجات المفاتيح بأنواعها. • مخططات التمديدات الكهربائية للعمارة. • قرطاسية. • شبكة الإنترنت.
أنفّذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة، والانتباه إلى: • استخدام تجهيزات قصّ الأسلاك الكهربائية، وتعريتها. • استخدام الأدوات والعِدَد المناسبة لسحب الأسلاك الكهربائية، وتمديدها. • عدم تشغيل الدارة الكهربائية قبل التأكّد من سلامة التوصيلات. • تركيب المفاتيح الكهربائية. • تركيب المصباح الكهربائي. • تثبيت القنوات البلاستيكية أو المواسير البلاستيكية، وعلب التجميع في الأمكنة المناسبة. • تثبيت أطراف الأسلاك بالمصابيح والمفاتيح.	• العمل التعاوني. • العصف الذهني بين المجموعات.	• مفتاحا درج. • مفتاح مصلّب. • المخطط التنفيذي؛ لإنارة مصباح من ثلاثة أماكن. • الأسلاك الكهربائية المناسبة. • العِدَد الخاصة بتعرية الأسلاك، وقصّها، وتثبيتها. • مفكّات متنوعة • القنوات البلاستيكية، أو المواسير البلاستيكية. • مواد التثبيت (براغٍ، أو مسامير). • وسيلة نقل مناسبة.

التحقق من	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • تركيب المفاتيح الكهربائية. • تركيب المصباح الكهربائي. • تثبيت القنوات البلاستيكية أو المواسير البلاستيكية، وعلب التجميع • في الأمكنة المناسبة. • تثبيت أطراف الأسلاك بالمصباح والمفاتيح. • إنارة الدرج، والتأكّد من عمل المفاتيح. • الوثائق والنماذج التي عُبِّئت خلال أداء المهمة. • إنجاز العمل في الوقت المحدّد، ووَفق طلب صاحب العمارة. • إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	• العصف الذهني بين المجموعات. • الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار).	• طلب صاحب العمارة. • الوثائق والتقارير. • مخطط التوصيلات الكهربائية. • المواصفات الفنية. • القرطاسية. • نموذج التدقيق الخاص بالتحقق • من العمل.
أوثّق، وأعرض	• توثيق نتائج جمع البيانات حول: • مخططات التمديدات. • المفتاح المصلّب. • إنشاء ملفّ خاصّ لهذه الحالة. • تجهيز تقرير فنّي لصاحب العمارة. • إعداد تقرير كامل بالعمل.	• الحوار والمناقشة. • عرض النتائج باستخدام برنامج بوربوينت، أو أيّ برنامج مناسب.	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض (LCD). • نموذج تقدير التكاليف. • مخطط التوصيلات الكهربائية. • قرطاسية.
أقوم بـ	• تقييم عملية تركيب نظام إنارة الجديد لبيت الدرج بعد استحداث الطابق الإضافي. • المقارنة بين عمل المجموعات المختلفة. • المقارنة بين طريقة إنارة بيت الدرج قبل الإضافة، وبعدها. • تعبئة نموذج التقييم. • إرضاء صاحب العمل.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني. • النقاش مع صاحب العمارة.	• طلب صاحب العمارة. • المواصفات، والكتالوجات. • المخطط الكهربائي لإنارة مصباح من ثلاثة أماكن. • نموذج العمل الخاص بالتقييم. • قرطاسية.

الأسئلة:

1- كيف يمكن إضاءة مصباح من ثلاثة أماكن أو أكثر؟

2- أُمعن النظر في الصورة المبينة أدناه، ثمّ أجيب عن الأسئلة الآتية:



أ- ما اسم كلّ عنصر من العناصر المبيّنة في الشكل أعلاه؟

ب- ما وظيفة كلّ عنصر منها؟

جـ- كم عدد أطراف توصيل كلّ عنصر من هذه العناصر؟

د- هل يتمّ عادة تركيب العناصر الظاهرة في الصورة في علب مكشوفة (فوق القصارة) أم في علب مخفية في الجدران؟ لماذا؟

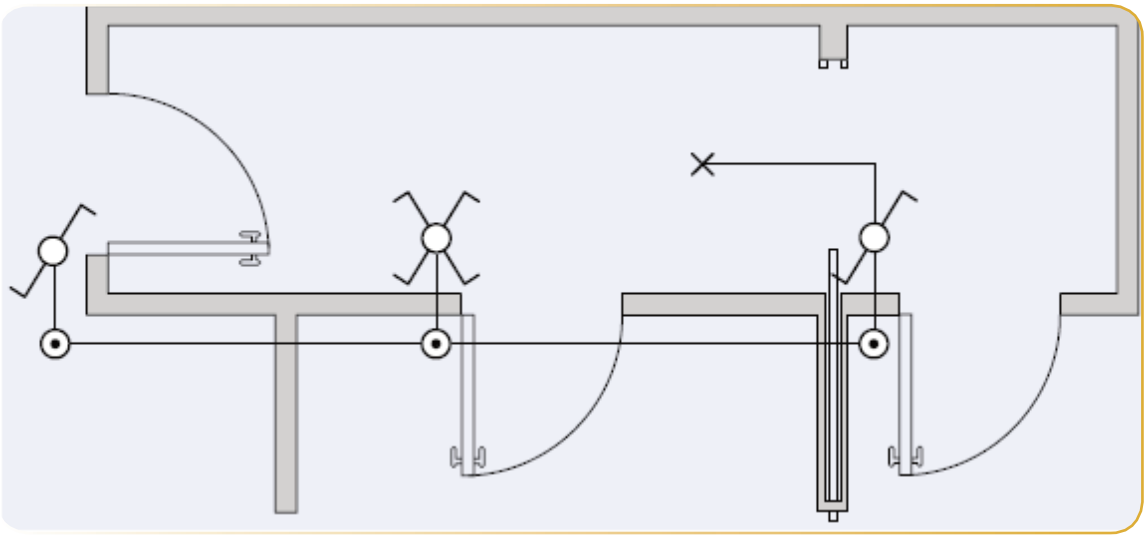
3- أعطي أمثلة على أماكن يُستخدَم فيها المفتاح المصلّب.

4- أقارن بين كلّ من المفتاح المفرد، ومفتاح الدرج، والمفتاح المصلّب، من حيث: الثمن، وعدد نقاط التوصيل، والاستعمال.

أتعلّم:

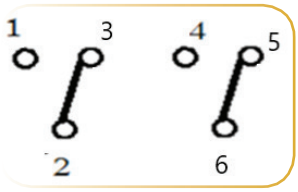
نشاط (1): أحصل على ثلاثة مفاتيح مختلفة (مفرد، ودرج، وصليب) متوفّرة في السوق المحلية، ثمّ أفحص باستخدام ساعة القياس متعددة الأغراض (DMM) أطراف كلّ منها، مع ملاحظة نقاط توصيلها جميعاً؛ للتأكّد من طريقة عملها، ثمّ أسجّل ملاحظاتي في تقرير.

يُسمّى هذا النوع من المفاتيح المفتاحَ التصالبي أو اختصاراً (مفتاح الصليب)، ويُستخدَم عادة عند التحكم بإنارة مصباح أو مجموعة من المصابيح (متصلة بعضها مع بعض على التوازي) من أكثر من مكانين في التمديدات الكهربائية المنزلية، كالممرات الطويلة، كما هو موضّح في المخطط المعماري المبيّن في الشكل (1) أدناه:



الشكل (1): المخطط المعماري موضحاً عليه أماكن تثبيت المفاتيح الثلاثة ورموزها

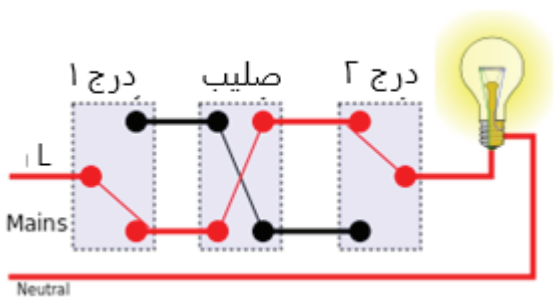
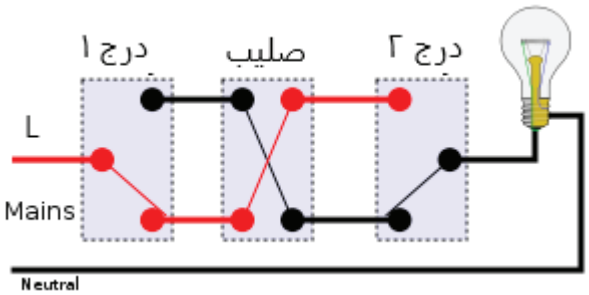
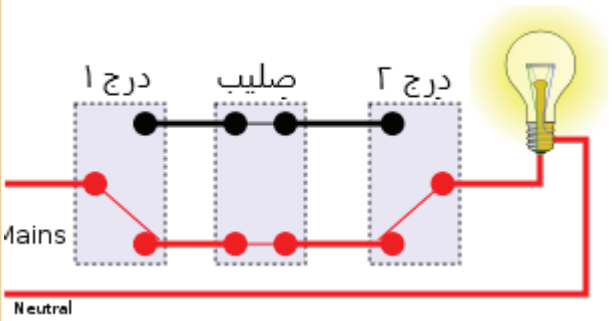
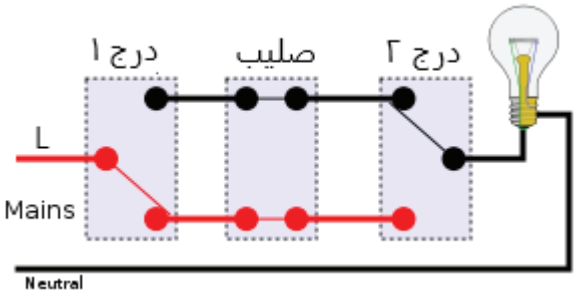
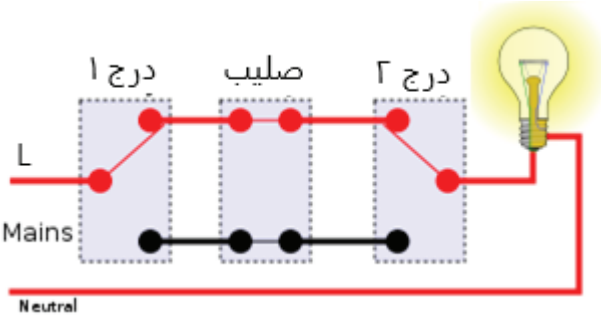
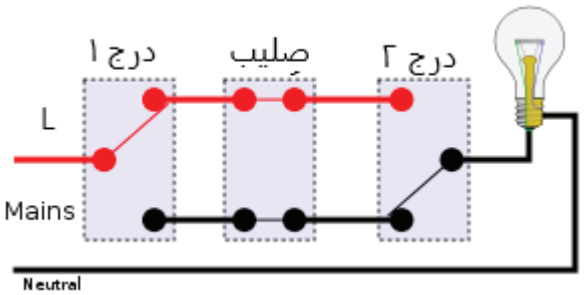
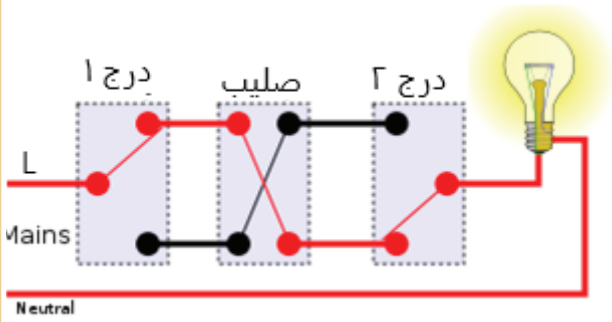
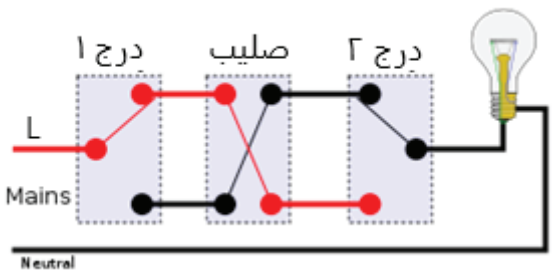
كما يمكن أن يُستخدَم هذا المفتاح في إنارة الأدراج في العمارات متعددة الطوابق، حيث يتوسط هذا المفتاح مفتاحا الدرج؛ للإنارة والإطفاء من الأماكن الثلاثة لبيت الدرج لعمارة سكنية مكوّنة من ثلاثة طوابق، بحيث يوضَع مفتاح درج في مدخل أول طابق وآخره، بينما يوضَع مفتاح الصليب بينهما في مدخل الطابق الثالث.



نشاط (2): لديّ مفتاحا درج مرقّمان بالأرقام المبيّنة في الشكل أدناه، أبيّن كيف يمكن توصيلهما معاً ليصبح لديّ مفتاح صليب جديد، ثمّ أقارن ما حصلتُ عليه من خلال التوصيل مع ما هو مستخدم عندي أو ما تمّ شراؤه من السوق المحلية، ثمّ أكتب تقريراً بذلك:

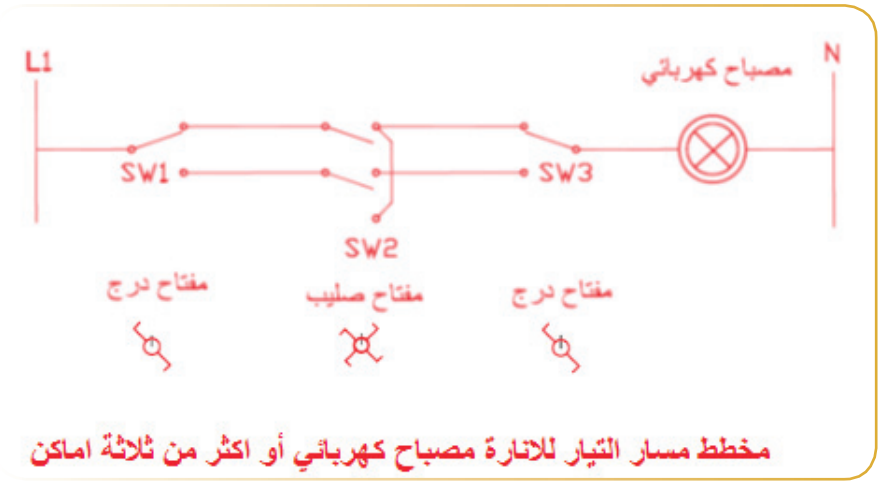
والجدول (1) الآتي يبيّن وضعيات التشغيل للحالات الثمانية للمفاتيح الثلاثة المستخدمة، وظهور حالة المصباح في كلّ وضعية من أوضاع المفاتيح الثلاث:

الجدول (1): وضعيات دائرة إنارة مصباح من ثلاثة أماكن بوساطة مفتاحَي درج ومفتاح صليب

وضع التشغيل ON	وضع الايقاف OFF
	
	
	
	

نشاط (3): هل يمكن استخدام المفتاح التصالبي كمفتاح درج؟ أبيّن ذلك بالرسم.

كما هو موضّح في الأشكال المبيّنة أعلاه، يتكون هذا المفتاح من أربعة أقطاب، وفي كلّ تشغيل له يُعكس التوصيل بين الأقطاب الأربعة، ويمكن اعتبار المفتاح التصالبي مكوّناً من مفتاحَي درج في المفتاح نفسه، والشكل (2) الآتي يبيّن مخطط مسار التيار لطريقة توصيل مصباح كهربائي من ثلاثة أماكن:



الشكل (2): مخطط مسار التيار لتوصيلة مفتاحَي الدرج ومفتاح صليب

كما يبيّن الشكل (3) الآتي شكل مفتاحَي الدرج ومفتاح الصليب اللّذين يستخدمان محلياً من إحدى الشركات الصانعة:



مفتاح صليب



مفتاح درج

الشكل (3): بعض أشكال مفتاحَي الدرج ومفتاح الصليب

نشاط (4): أرسم مخطط تنفيذي لإنارة (6) مصابيح متصلة على التوازي باستخدام دارة إنارة من ثلاثة أماكن، ثمّ أبيّن علاقة هذه الدائرة بالموقف التعليمي عنوان الدرس.



4-4 الموقف التعليمي الرابع: إنارة درج مبنى متعدّد الطوابق بوساطة مرحّل خطوة (Step Relay):

وصف الموقف التعليمي:

طلب أحد أصحاب العمارات السكنية من فنّي تركيب أنظمة الطاقة المتجددة حلّاً لمشكلة وجود عدد كبير من مفاتيح الدرج والمفاتيح المصلبة باهظة الثمن التي تلزم لإنارة درج مشروعُهُ السكني متعدد الطوابق.

العمل الكامل:

خطوات العمل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات وأحلّلها	• جمع البيانات من صاحب العمارة حول: • عدد مصابيح الدرج. • قدرة كلّ مصباح. • عدد ضواغط مرحّل الخطوة. • مكان تركيب ضواغط مرحّل الخطوة. • جمع البيانات حول: • مرحّل الخطوة. • العِدَد والأدوات اليدوية المستخدمة في تنفيذ المهمة. • آلية عمل مرحّل الخطوة وطريقة توصيله واستخدامه.	• الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار). • العصف الذهني. • البحث العلمي.	• طلب صاحب العمارة السكنية الكتابي (وصف المهمة، وكتاب رسمي). • كتالوجات حول مرحّل الخطوة. • جداول تحمل الكوابل الكهربائية. • كود الألوان المستخدم في ترميز الأسلاك. • الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكمّة. • القرطاسية.
أخطّط وأقرّر	• تصنيف البيانات التي جُمِعَت حول: • مرحّل الخطوة. • مصابيح درج العمارة. • رسم المخطط الكهربائي اللازم لتنفيذ المهمة. • تحديد الأدوات والعِدَد والأجهزة اللازمة. • إعداد خطة لتنفيذ العمل تتضمّن الوقت المقدر لتنفيذه.	• العصف الذهني. • الحوار والمناقشة • العمل التعاوني (لعب الأدوار).	• نماذج جمع البيانات. • نموذج جدولة وقت تنفيذ المهامّ (الخطّة). • طلب صاحب العمارة. • قرطاسية. • شبكة الإنترنت.

أنفّذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة، والانتباه إلى: • الحذر عند استخدام تجهيزات قصّ الأسلاك الكهربائية وتعريتها. • استخدام الأدوات والعِدَد المناسبة لسحب الأسلاك الكهربائية وتمديدها. • عدم تشغيل الدارة الكهربائية قبل التأكّد من سلامة التوصيلات. • تركيب مرحّل الخطوة في اللّوحة الرئيسة في مدخل العمارة. • سحب أسلاك التوصيل والضواغط وَفق مكان توزيعها في مدخل العمارة. • مراعاة اختيار ألوان الأسلاك الخاصة بالمصابيح. • توصيل المصابيح على التوازي.	• العمل التعاوني. • العصف الذهني بين المجموعات. • زيارة المشروع السكني.	• المخطط التنفيذي لتوصيل مرحّل الخطوة. • الأسلاك الكهربائية المناسبة. • مرحّل خطوة. • ضواغط مرحّل خطوة. • مفكات متنوعة. • العِدَد الخاصة بتعرية الأسلاك وقصها وتثبيتها. • مواد التثبيت (براغٍ، أو مسامير). • قرطاسية. • وسيلة نقل مناسبة.
أتحقق من	• التأكّد من مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • التأكّد من تركيب مرحّل الخطوة في اللّوحة الرئيسة في مدخل العمارة. • التأكّد من سحب أسلاك التوصيل والضواغط وَفق مكان توزيعها في مدخل العمارة. • التأكّد من مراعاة اختيار ألوان الأسلاك الخاصة بالمصابيح. • التأكّد من توصيل المصابيح على التوازي. • تشغيل مصابيح الدرج، والتأكّد من عمل مرحّل الخطوة. • التأكّد من الوثائق والنماذج التي عُبِّئت خلال أداء المهمة. • التأكّد من إنجاز العمل في الوقت المحدد ووَفق طلب صاحب العمارة. • التأكّد من إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	• العصف الذهني بين المجموعات. • الحوار والمناقشة • العمل التعاوني (لعب الأدوار).	• طلب صاحب العمارة الوثائق والتقارير. • مخطط التوصيلات الكهربائية. • المواصفات الفنية. • القرطاسية. • نموذج التدقيق الخاص بالتحقق من العمل.

أوثّق، وأعرض	• توثيق نتائج جمع البيانات حول: • مرحّل الخطوة. • مصابيح درج العمارة. • إنشاء ملفّ خاصّ لهذه الحالة. • تجهيز تقرير فنّي لصاحب العمارة. • إعداد تقرير كامل بالعمل.	• الحوار والمناقشة. • عرض النتائج باستخدام برنامج بوربوينت أو أي برنامج مناسب بمنهجية لعب الأدوار.	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض LCD. • نموذج تقدير التكاليف. • مخطط التوصيلات الكهربائية. • قرطاسية.
أقوم بـ	• تقييم عملية تركيب مرحّل خطوة؛ للتحكم بإنارة درج العمارة. • المقارنة بين عمل المجموعات المختلفة. • المقارنة بين طريقة إنارة مصابيح درج العمارة قبل تركيب مرحّل الخطوة وبعده. • تعبئة نموذج التقييم. • إرضاء صاحب العمارة.	• الحوار والمناقشة • العصف الذهني. • النقاش مع صاحب العمارة.	• طلب صاحب العمارة. • المواصفات، والكتالوجات. • مخطط الجهاز الكهربائي إن وُجِدَ. • نموذج العمل الخاصّ بالتقييم. • قرطاسية.

الأسئلة:

1- أقارن بين استخدام مرحّل الخطوة وتلك التي يُستعمَل فيها المفتاح التصالبي ومفاتيح الدرج من حيث صعوبة التوصيل والتكلفة لإنارة الادراج لعمارة متعددة الطوابق.

2- هل يمكن استعمال عدد غير محدود من المصابيح في هذه الدارة؟ أوضّح إجابتي بناء على المواصفات الفنية للدارة الكهربائية.

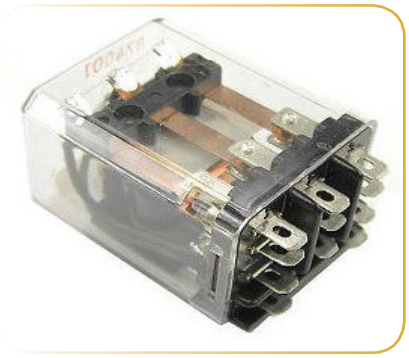
3- أعلّل لماذا يُستخدَم الضواغط بدل المفاتيح لتشغيل مرحّل الخطوة.

4- هل هناك طرق أخرى لإنارة مداخل العمارات والأدراج والممرات دون استخدام مرحّل الخطوة؟ وما مزايا هذه الطريقة مقارنة مع الطرق الأخرى؟

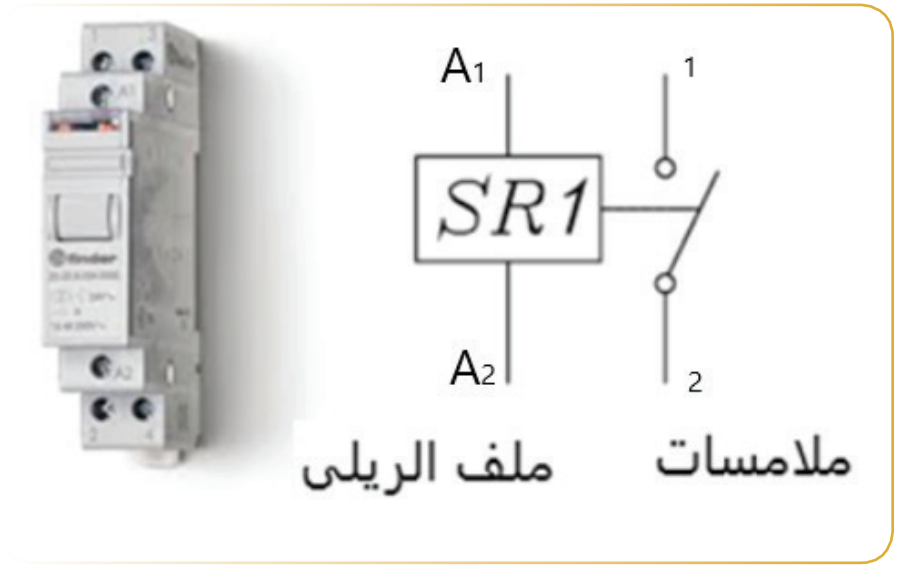
نشاط (1): هل تساءلت مرّة خلال صعودك درج إحدى العمارات الكبيرة عن كيفية توصيل هذا العدد الكبير من مصابيح الدرج ليتمكّن سكان العمارة من إضاءة أيّ مصباح أو إطفائه عند الضغط على أيّ ضاغط من الضواغط الموجودة على مداخل الشقق في العمارة، أبحث في الإنترنت عن دارة كهربائية تعمل على تقليل الطاقة الكهربائية الضائعة؛ نتيجة سوء استخدام المرافق العامة.

أتعلّم:

نشاط (2): أبحث في شبكة الإنترنت عن الريلي (Relay) المبيّن أحد أشكاله في الصورة أدناه، وأبيّن طريقة عمله ومكوناته ومخطط توصيله واستخداماته، ثمّ أكتب تقريراً عن ذلك:



يبيّن الشكل (1) الآتي رمز الريلي وشكله، والريلي عبارة عن مجموعة ملامسات (NO) (Normally Open)، و(NC) (Normally Closed)، يتمّ التحكم بها عن طريق ملف الريلي الذي يحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة مغناطيسية؛ وهذا يعني أنّه عند تفعيل ملف الريلي بتوصيل التيار الكهربائي إليه، فإنّه يعمل على فتح الملامسات المغلقة، وإغلاق الملامسات المفتوحة، ويتمّ عادة إمداد ملف الريليهات بجهود مختلفة وَفق الشركة الصانعة أو طبيعة العمل، وقيمة الجهد المستخدم في دوائر التحكم، فمنها ما يعمل ملفه على جهد متناوب (220 AC) فولت، أو 24 فولت، أو12 فولت، أو قد يعمل ملفه على جهود مختلفة للتيار المستمر(DC):

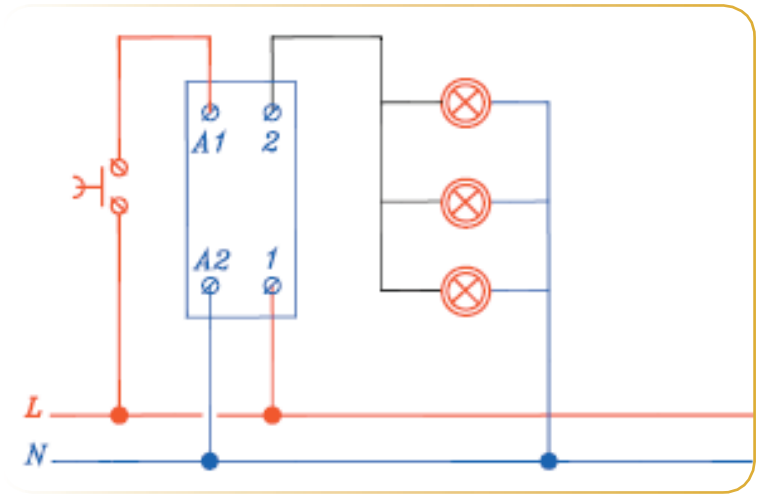


الشكل (1): رمز مرحّل الخطوة (Step Relay) وشكله العامّ

ويتكون المرحّل عموماً من جزأين أساسيين (أو دائرتين)، هما:

1 ملف المرحّل (coil)، وعادة ما يشار إلى طرفَي الملف بالرمزين (A1,A2).

2 الملامسات (contacts) التي قد يشار لها بالأرقام (1، 2 مثلاً، أو 3، 4)، أو أيّ أرقام أخرى وَفق مخطط الشركة الصانعة المرفق في نشرة البيانات الخاصة بها، وقد يحتوي على أكثر من ملامس. وعادة ما يُفعَّل مرحّل الخطوة بوساطة ضاغط تشغيل وإطفاء، كما هو مبيّن في الشكل (2) الآتي:



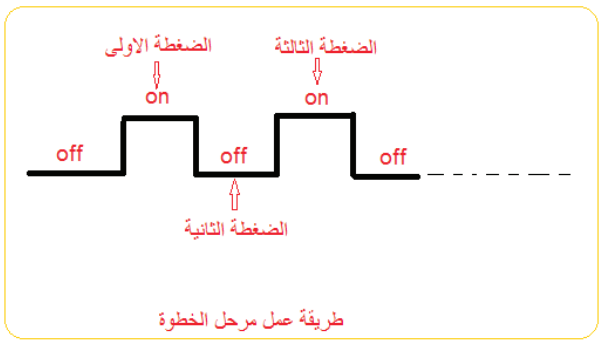
الشكل (2): نقاط توصيل مرحّل الخطوة (Step Relay)

وفي حالة مرحّل الخطوة المبيّن في الشكل (2) أعلاه، فإنّ كلا الدائرتين تعملان من مصدر جهد متناوب (220 فولت)؛ لتسهيل عملية التوصيل؛ كونه يُركَّب ضمن التمديدات الكهربائية المنزلية التي عادة ما تعمل من مصدر جهد متناوب (220 v) محلياً.

ويبيّن الشكل (3) الآتي شكل الضاغط الكهربائي الذي يعمل على تفعيل ملف المرحّل عند الضغط عليه، وبالتالي يعمل على تشغيل (أو إطفاء) المصابيح الكهربائية المتصلة بملامس مرحّل الخطوة، وكذلك يبيّن الشكل طريقة عمل مرحّل الخطوة عند الضغط على الضاغط الكهربائي (للإنارة) لأكثر من مرة:

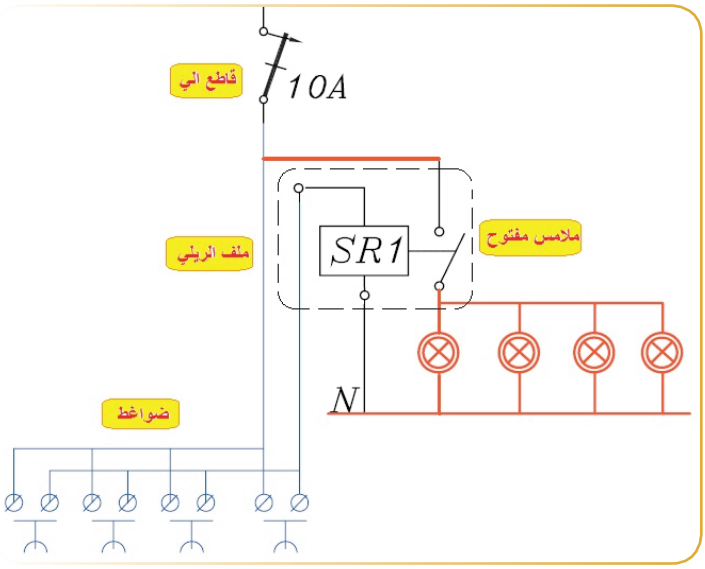


ضاغط التشغيل للمرحل



الشكل (3): طريقة عمل ضاغط مرحّل الخطوة وشكله

يعمل مرحّل الخطوة عند إغلاق الدائرة لحظياً على تفعيل ملف المرحّل، ويعمل بعدها الملف على عكس وضعية الملامس الخاصّ به لتفعيل دارة الإنارة. ويبيّن الشكل (4) الآتي طريقة توصيل مرحّل الخطوة وحمايته بقاطع آلي (10) أمبير:

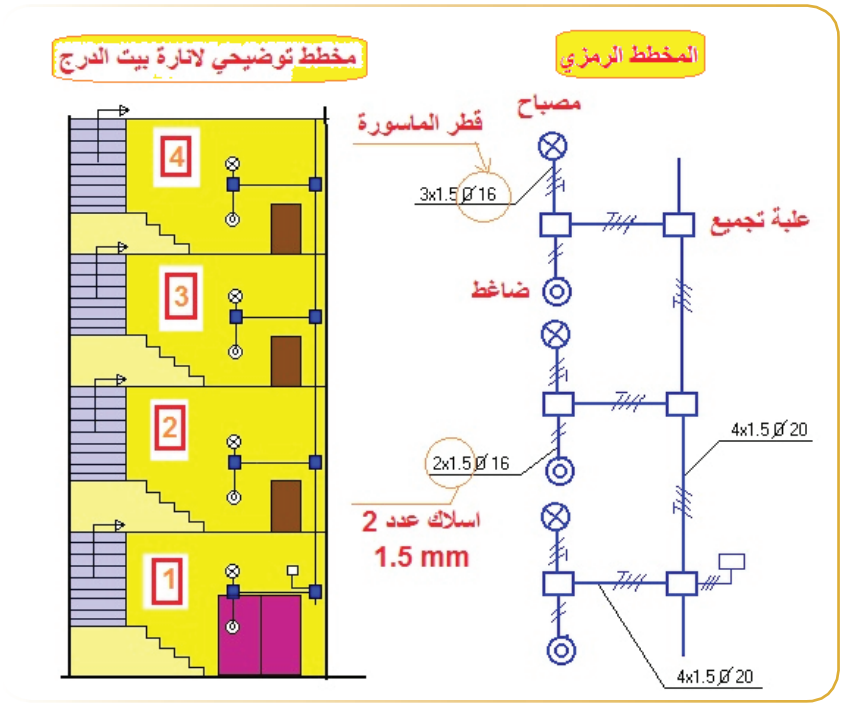


الشكل (4): شكل مرحّل الخطوة ورمزه وطريقة توصيله وعمله بوساطة مجموعة من الضواغط

نشاط (2): في الشكل أعلاه، أناقش مع زملائي سبب وجود عدد من المصابيح، والضواغط، وطريقة اتصالها بعضها مع بعض، وأماكن تواجدها عملياً، ثمّ أكتب تقريراً عن ذلك.

ويُستخدَم مرحّل الخطوة في كثير من دارات الإنارة الخاصة ببعض القاعات أو المِساحات المفتوحة، كما يمكن استخدامه في إنارة الدرج في العمارات متعددة الطوابق.

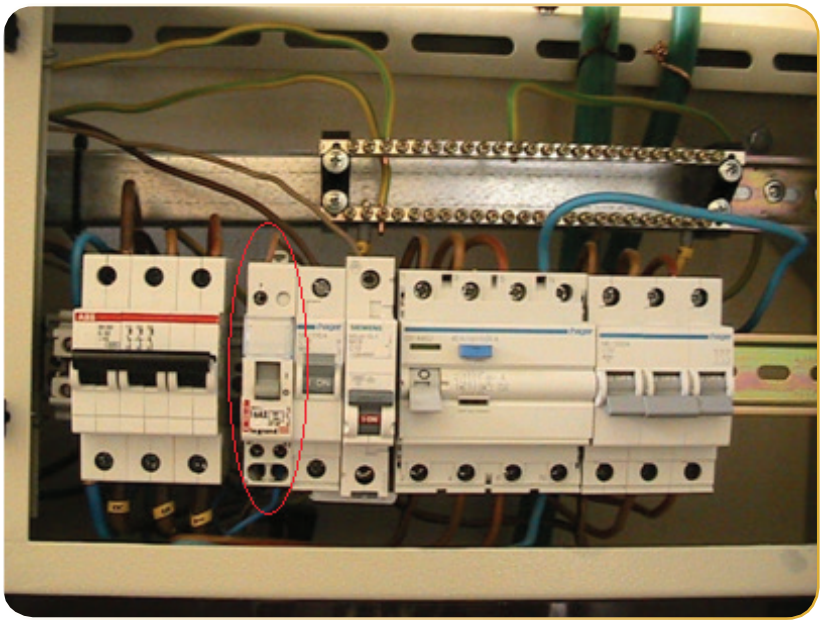
وكما هو مبيّن في الشكل (5)، تُستخدَم الضواغط لتشغيله وإطفائه، إلّا أنّه يجب إعادة الضغط على أيّ من الضواغط مرة أخرى؛ لتحويله من وضع التشغيل إلى وضع الايقاف أو على العكس من ذلك:



الشكل (5): مخطط رمزي وآخر توضيحي لإنارة بيت الدرج مكوّن من (4) طوابق باستخدام مرحّل الخطوة

نشاط (3): أقارن بين استخدام مرحّل الخطوة وتلك التي تُستعمَل فيها مفاتيح الدرج والمفاتيح المصلّبة لإنارة مصابيح بيت الدرج التي مرت في موقف سابق.

ويبيّن الشكل (6) الآتي مرحّل خطوة مركّب في لوحة توزيع رئيسة لإنارة بين الدرج:



الشكل (6): مرحّل خطوة مثبّت في لوحة توزيع رئيسة في بيت الدرج



5-4 الموقف التعليمي الخامس: إنارة درج بناية بوساطة مؤقّت زمني (Timer Relay):

وصف الموقف التعليمي:

اشتكى صاحب عمارة إلى فنّي تركيب أنظمة الطاقة المتجددة من بقاء درج بنايته مضاءً لفترة زمنية طويلة؛ ما يترتّب عليه زيادة فاتورة الكهرباء، وطلب حلّاً لهذه المشكلة بطريقة تضمن عدم إضاءة درج العمارة إلّا في الوقت الذي يكون فيه شخص ما على الدرج.

العمل الكامل:

خطوات العمل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات وأحلّلها	• جمع البيانات من صاحب العمارة حول: • عدد مصابيح الدرج الموجودة في العمارة. • الفترة الزمنية لإضاءة مصابيح الدرج. • عدد ضواغط مؤقّت الدرج. • مكان تركيب ضواغط مؤقّت الدرج. • جمع البيانات حول: • كود الألوان المستخدم في ترميز الأسلاك. • طريقة توصيل مؤقّت الدرج. • العِدَد والأدوات اليدوية المستخدمة في تعديل إنارة المخزن.	• الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار). • العصف الذهني. • البحث العلمي. •	• طلب صاحب العمارة الكتابي (وصف المهمة، وكتاب رسمي). • كتالوجات حول أنواع مؤقّتات الدرج. • كود الألوان المستخدم في ترميز الأسلاك. • الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكّمة. • قرطاسية.
أخطّط وأقرّر	• تصنيف البيانات التي جُمِعَت حول: • مؤقّت الدرج. • ضواغط المؤقّت. • مصابيح الدرج. • تحديد الأدوات والعِدَد والأجهزة اللازمة. • إعداد خطة لتنفيذ العمل تتضمّن الوقت المقدّر لتنفيذه.	• العصف الذهني. • الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار).	• نماذج جمع البيانات. • نموذج جدولة وقت تنفيذ المهامّ (الخطّة). • طلب صاحب العمارة. • قرطاسية. • شبكة الإنترنت.

أنفّذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة، والانتباه إلى: • الحذر عند استخدام تجهيزات قص الأسلاك الكهربائية، وتعريتها. • استخدام الأدوات والعِدَد المناسبة؛ لسحب الأسلاك الكهربائية، وتمديدها. • عدم تشغيل الدارة الكهربائية قبل التأكّد من سلامة التوصيلات. • تركيب المؤقّت الزمني في اللّوحة الرئيسة في مدخل العمارة. • سحب أسلاك التوصيل والضواغط وَفق مكان توزيعها في مدخل العمارة. • مراعاة اختيار ألوان الأسلاك الخاصة بالمصابيح. • توصيل المصابيح على التوازي.	• العمل التعاوني. • العصف الذهني بين المجموعات. • زيارة عمارة سكنية.	• المخطط التنفيذي لتوصيل مؤقّت درج. • الأسلاك الكهربائية المناسبة. • مؤقّت درج. • ضواغط مؤقّت درج. • مفكّات متنوعة. • العِدد الخاصة بتعرية الأسلاك، وقصها، وتثبيتها • مواد التثبيت (براغٍ أو مسامير). • قرطاسية. • وسيلة نقل مناسبة.
أتحقق من	• التأكّد من مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • التأكّد من تركيب المؤقّت الزمني في اللّوحة الكهربائية. • التأكّد من سحب أسلاك التوصيل والضواغط وَفق مكان توزيعها في مدخل العمارة. • التأكّد من مراعاة اختيار ألوان الأسلاك الخاصة بالمصابيح. • التأكّد من توصيل المصابيح على التوازي. • تشغيل مؤقّت الدرج، والتأكّد من عمل مصابيح الدرج. • التأكّد من الوثائق والنماذج التي عُبِّئت خلال أداء المهمة. • التأكّد من إنجاز العمل في الوقت المحدد، ووَفق طلب صاحب العمارة. • التأكّد من إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	• العصف الذهني بين المجموعات • الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني.	• طلب صاحب العمارة. • الوثائق والتقارير. • المواصفات الفنية. • مخطط التوصيلات الكهربائية. • القرطاسية. • نموذج التدقيق الخاصّ بالتحقّق من العمل.

أوثّق، وأعرض	• توثيق نتائج جمع البيانات حول: • مؤقّت الدرج. • ضواغط المؤقّت. • مصابيح الدرج. • إنشاء ملفّ خاصّ لهذه الحالة. • تجهيز تقرير فنّي لصاحب العمارة. • إعداد تقرير كامل بالعمل.	• الحوار والمناقشة. • عرض النتائج باستخدام برنامج بوربوينت، أو أيّ برنامج مناسب بمنهجية لعب الأدوار.	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض (LCD). • نموذج تقدير التكاليف. • مخطط التوصيلات الكهربائية. • قرطاسية.
أقوم بـ	• تقييم عملية تركيب مؤقّت درج للعمارة. • المقارنة بين عمل المجموعات المختلفة. • المقارنة بين فاتورة الكهرباء الخاصة بالعمارة قبل تركيب مؤقّت الدرج، وبعده. • تعبئة نموذج التقييم. • إرضاء صاحب العمارة.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني. • النقاش مع صاحب العمارة.	• طلب صاحب العمارة. • المواصفات، والكتالوجات • مخطط التوصيلات الكهربائية. • نموذج العمل الخاصّ بالتقييم. • قرطاسية.

نشاط (1): أبحث في الإنترنت عن أنواع المؤقّتات الزمنية المبيّنة بعض أشكالها في الصور أدناه من ناحية الاستخدام، وطبيعة العمل (تأخير وصل، وتأخير فصل)، ثمّ أكتب تقريراً عن ذلك.



الأسئلة:

1- ما المجالات التي يمكن فيها استخدام المؤقّت الزمني السابق؟

2- كم عدد أطراف التوصيل للمؤقّت الزمني الموجود في مشغلك؟

3- ما أطول فترة زمنية وأقصرها يمكن أن تضاء بها مصابيح الدرج الموصولة مع الدارة الظاهرة في الصورة؟

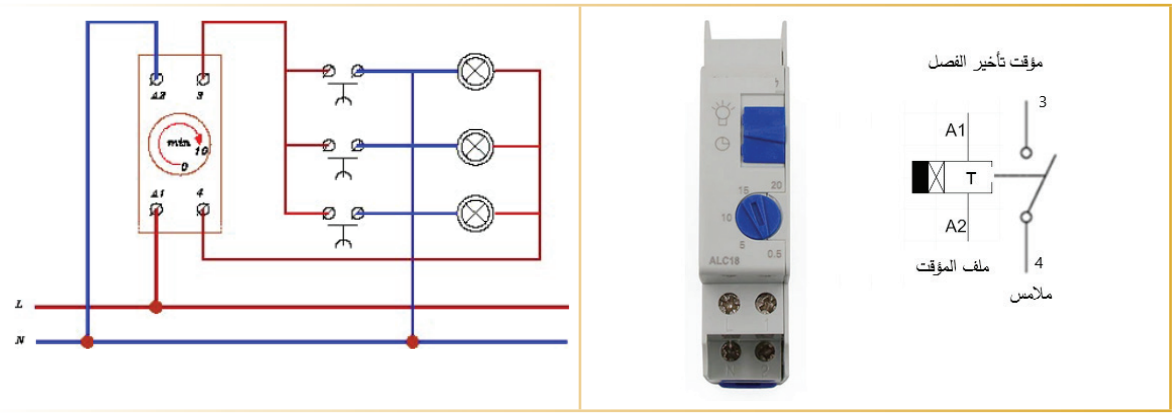
4- ما أوضاع التشغيل الثلاثة للمؤقّتات الظاهرة أعلاه؟

5- أفسّر: تُستخدَم الضواغط بدل المفاتيح لتشغيل المؤقّت الزمني.

6- يُعَدّ استعمال المؤقّت الزمني لإنارة مداخل العمارات والأدراج موفراً للطاقة، أناقش ذلك.

أتعلّم:

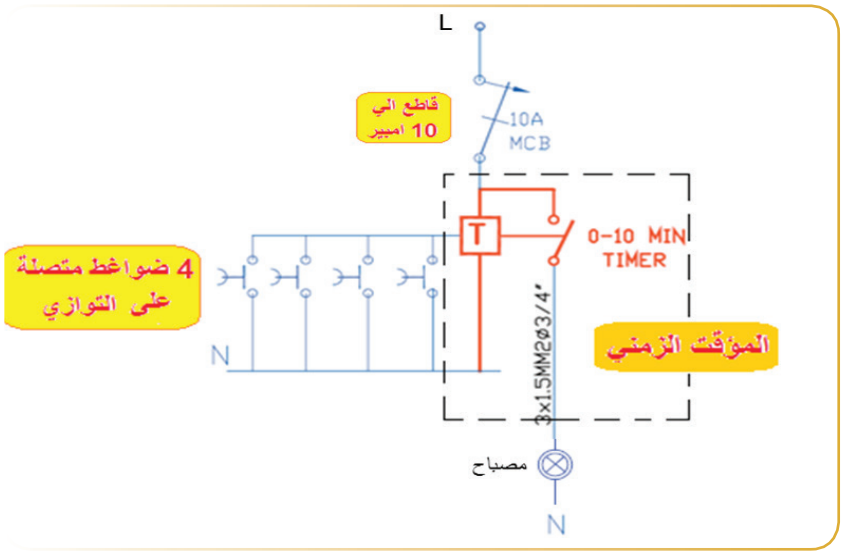
أولاً- يُسمّى هذا المفتاح الآلي (المؤقّت الزمني) مفتاحَ إنارة الدرج؛ حيث ينير هذا المؤقّت عدداً من المصابيح (توصَل على التوازي) لفترة زمنية محدّدة تُضبَط وَفق متطلبات المبنى (بين 1- 10 دقائق عادة)، ويعمل ملف المرحّل بوساطة أحد الضواغط الموجودة في مداخل الطوابق، بينما يعمل ملامس المرحّل المفتوح على تغيير وضعه، وبالتالي على توصيل دارة إنارة المصابيح، ولفترة زمنية محدّدة، ثمّ يُفصَل آلياً بعد مرور الوقت الذي ضُبِطَ المؤقّت عليه.



الشكل (1): مؤقّت زمني يُستخدَم في دوائر إنارة التمديدات الكهربائية المنزلية

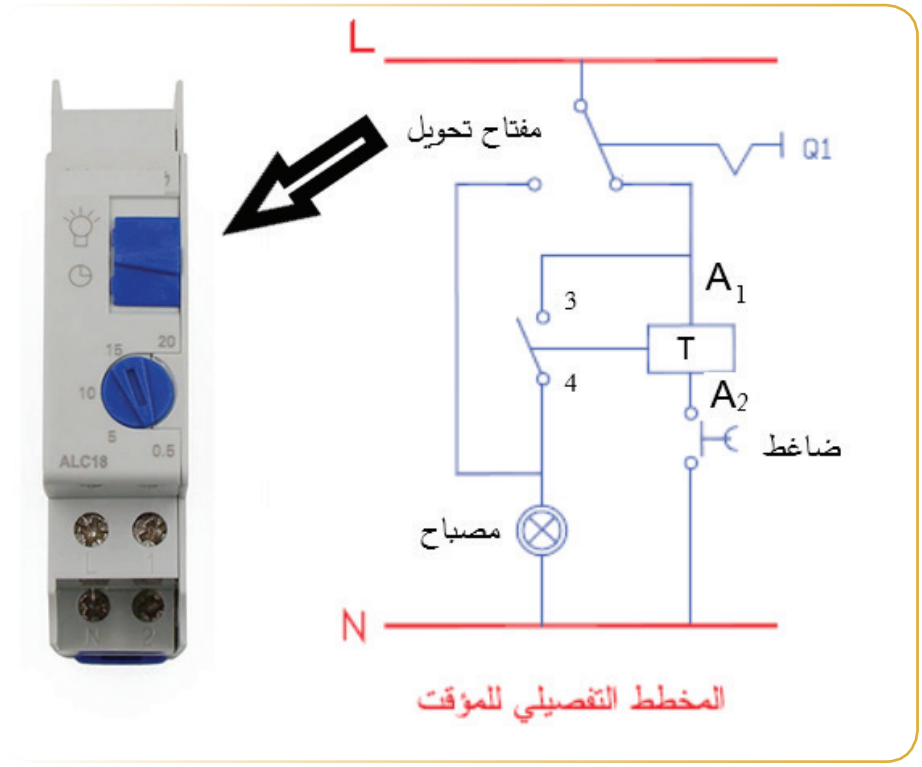
يتكوّن المؤقّت الزمني المبيّن في الشكل (1) أعلاه من ملف يعمل بجهد (220 v) متناوب، ويُستخدَم في التمديدات الكهربائية المنزلية في دوائر الإنارة؛ حيث يعمل هذا الملف عند تفعيله على إغلاق الملامس المفتوح (Normally Open- NO) لفترة زمنية تُضبَط وَفق المطلوب (قد تُحدَّد بالدقائق أو الساعات وَفق النوع، وطبيعة الاستخدام)، ويبيّن الشكل (2) الآتي دائرة توصيل المؤقّت الزمني وتشغيله، التي عادة ما تكون محمية بقاطع آلي

(MCB) من فئة الـ (10 أمبير)، يُركَّب في لوحة التوزيع المثبتة في مدخل العمارة:



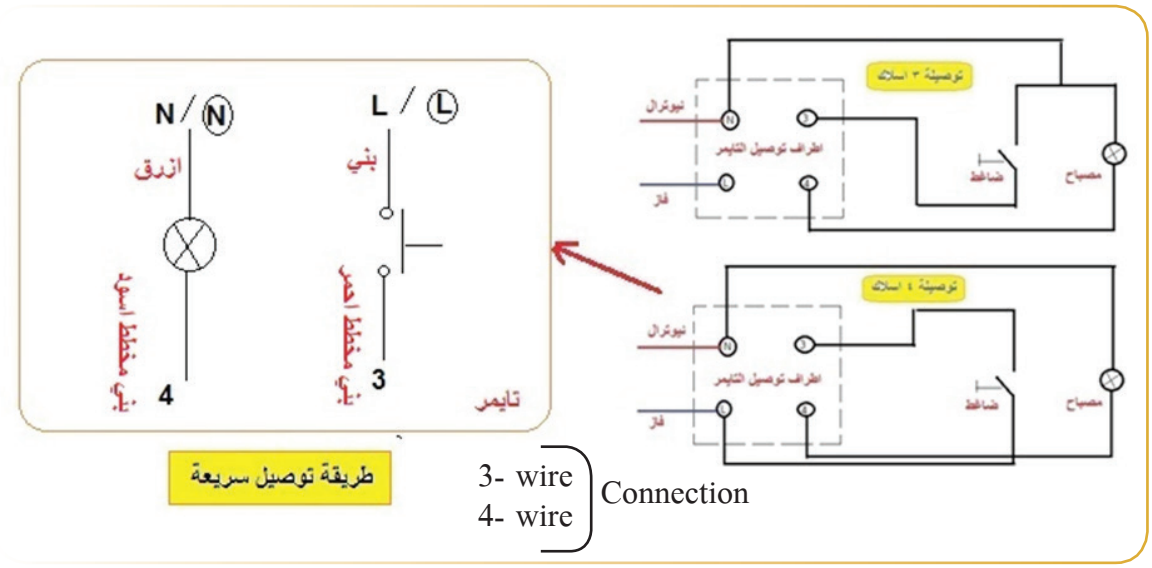
الشكل (2): المخطط أحادي الخطّ يُظهر طريقة توصيل المؤقّت الزمني

وعادة يُركَّب المؤقّت الزمني، (كما هي الحال بمرحّل الخطوة) في اللّوحة الرئيسة في مدخل العمارة (بيت الدرج)، وتُسحَب أسلاك التوصيل مع الضواغط وَفق مكان توزيعها في كلّ مدخل شقة موجودة في العمارة، مع مراعاة اختيار ألوان الأسلاك المستخدمة، بحيث تسهّل عملية التوصيل، ولتمييزها عن الأسلاك الخاصة بالمصابيح التي توصَل على التوازي. ويبيّن الشكل (3) الآتي مخطّطاً تفصيلياً يُظهر طريقة توصيل نقاط المؤقّت وإنارة مصباح كهربائي واحد (مع إمكانية إضافة عدد أكثر وَفق المطلوب)، مع ملاحظة وجود مفتاح تحويل (Q1) يُستخدَم لضبط المؤقّت؛ ليعمل عن طريق الضاغط، أو لإلغاء عملية ضبط الزمن؛ لينير المصباح دائماً:



الشكل (3): المخطط التفصيلي لتوصيل دائرة المؤقّت الزمني (0-20 دقيقة)

نشاط (2): أناقش مع زملائي ميزات استخدم دائرة المؤقّت الزمني في إنارة درج بناية مكوّنة من خمسة طوابق مقارنة باستخدام دائرة مفاتيح الدرج ومفاتيح الصليب عند استخدام كلّ منها في الإنارة، ثمّ أكتب تقريراً عن ذلك.

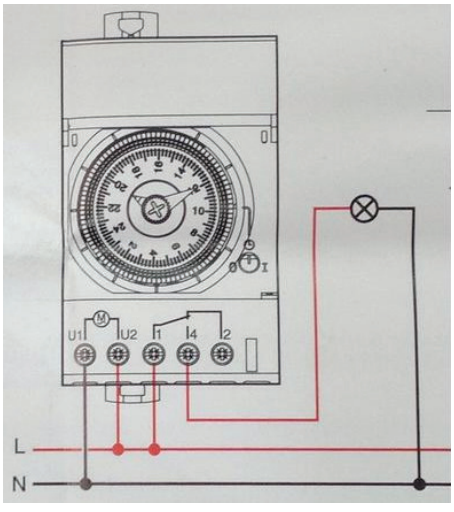


نشاط (3): أفسّر المخطّط المبيّن أدناه لمؤقّت زمني (متوفّر في السوق المحلية)، ثمّ أناقش ذلك مع معلمي.

ثانياً- مؤقّت زمني يعمل بالدقائق والساعات لإنارة المصابيح الكهربائية (مؤقّت 24 ساعة):

طريقة التوصيل والاستخدام:

يُستخدَم هذا النوع في تشغيل أحمال مختلفة مثل محركات كهربائية، وإنارة، وغيرهما لعدد من الساعات يومياً، ويُطفأ تلقائياً بعدها. والشكل (4) الآتي يبيّن هذا النوع من المؤقّتات الزمنية:





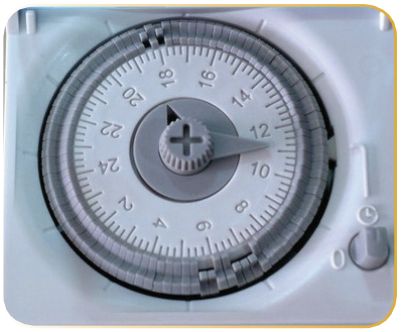
الشكل (4): المخطط التفصيلي لتوصيل مؤقّت زمني (24) ساعة

التركيب ومبدأ العمل:

يحتوي المؤقّت الزمني على الأجزاء الرئيسة الآتية:

1) العجلة الزمنية ذات الأسنان: التي من خلالها يُضبَط تشغيل الأحمال، وإطفاؤها، وتكون الفترة الزمنية التي تكافئ كلّ سنّ من الأسنان تساوي) 15 دقيقة في المؤقّت الزمني اليومي غالباً)، أمّا في المؤقّت الأسبوعي فتساوي (حوالي ساعتين).

2) عقارب الساعة الزمنية للمؤقّت الزمني (العقرب الصغير): منها يدل على الساعات، بينما يدلّ العقرب الطويل منها على الدقائق، ويتكوّن المؤقّت من 24 ساعة زمنية، كما في الشكل (5) الآتي:



الشكل (5): عقارب المؤقّت الزمني

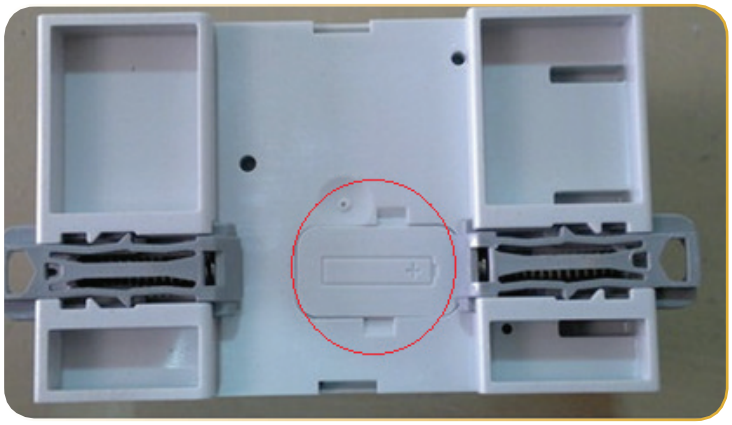
3) نقاط توصيل المؤقّت الزمني: التي يتمّ من خلالها توصيل ملف المؤقّت الزمني بالتيار الكهربائي، وتوصيل الأحمال، وفصلها، كما في الشكل (6) الآتي:



الشكل (6): نقاط توصيل المؤقّت الزمني

عند توصيل التيار الكهربائي لطرفَي الملف الداخلي التابع للمؤقّت الزمني، فإنّ حركة المسنّنات الداخلية تبدأ عملها، وتبدأ أيضاً عملية شحن البطارية الداخلية التي تعمل عند انقطاع التيار الكهربائي، وتبدأ المسننات بتحريك العجلة الزمنية ذات الأسنان، التي من خلالها يُضبَط تشغيل الأحمال وإطفاؤها، وتكون الفترة الزمنية التي تكافئ كلّ سنّ من الأسنان تساوي 15 دقيقة على الأغلب.

4) بطارية حفظ ذاكرة الساعة الزمنية: توضَع في أسفل الجهاز، وتحافظ على عمل المؤقّت الزمني خلال انقطاع التيار الكهربائي لمدة تزيد عن 90 ساعة؛ أي بمعدل 4 أيام متواصلة، كما في الشكل (7) الآتي:

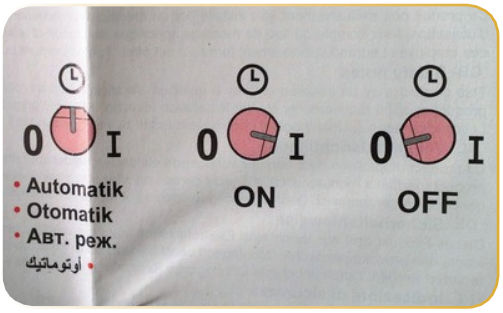


الشكل (7): بطاريات المؤقّت الزمني

5 **مفتاح اختيار وضعية عمل التايمر (المؤقّت الزمني):** يحتوي على ثلاثة أوضاع يمكن اختيار واحد منها، وهي:

- وضع الإطفاء(OFF) أو (0).
- وضع المؤقّت الزمني (ON) أو (I).
- وضع التشغيل الدائم (AUTO)، أو رمز الساعة.

كما هو مبين في الشكل (8) الآتي:



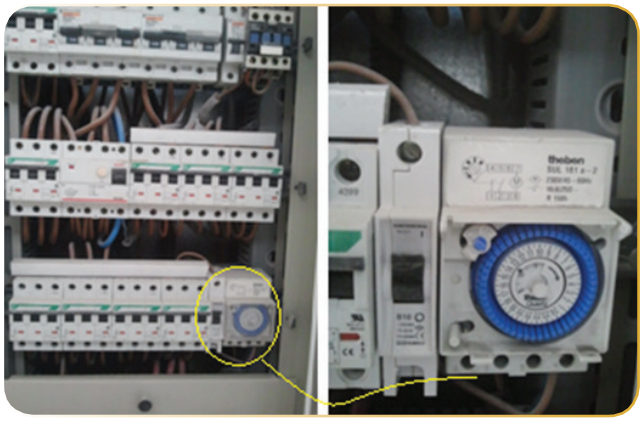
الشكل (8): مفتاح اختيار عمل المؤقّت الزمني

ويُثبّت بقاعدة لوحة القواطع (جسر أوميجا)، وتكون أسفل الجهاز، مزوّدة بزنبركات نابضة؛ لتثبيت المؤقّت الزمني في مكانه المخصّص في لوحة التوزيع الكهربائية، كما في الشكل (9) الآتي:



الشكل (9): مرابط تثبيت المؤقّت

6 **مكان تركيب المؤقّت الزمني:** يُظهر الشكل (10) أدناه موقع تركيب المؤقّت الزمني في لوحة التوزيع الكهربائية التي قد تكون مثبّته في مدخل البناية السكنية عند استخدامه لإنارة بيت الدرج:



الشكل (10): مكان تركيب مؤقّت زمني بالساعات في لوحة التوزيع

7 طريقة ضبط ومعايرة المؤقّت الزمني بالساعات:

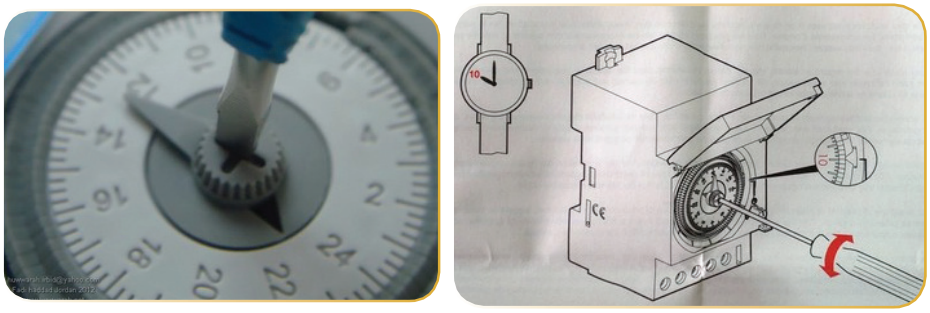
تُتَّبَع الخطوات الآتية:

- أ- اختيار وضعية المؤقّت المراد العمل بها، كما يبيّن الشكل (11) الآتي:



الشكل (11): اختيار الوضعية المناسبة للمؤقّت الزمني

- ب- ضبط الوقت وَفق الساعة المحلية؛ من خلال تحريك العقارب بوساطة مفكّ، كما يبيّن الشكل (12) الآتي:



الشكل (12): ضبط ساعة المؤقّت الزمني

تحديد موقع الأسنان، وعددها؛ لوقف المؤقّت الزمني، كما يبيّن الشكل (13) الآتي:



الشكل (13): ترجيع الأسنان عند الوقت المحدد للتوقيف

عند وصول السنّ الذي تمّ اختياره وترجيعه للخلف أمام المؤشر البلاستيكي البارز، فإنّه يعمل على فصل الملامسات الخاصة بالنقاط 1-4 لفترة زمنية تُقدَّر بـ (15) دقيقة، فإذا أردنا أن تكون فترة الإطفاء أكثر من 15 دقيقة يمكن إرجاع سنّ مجاور تماماً له، فيصبح وقت الإطفاء هو 30 دقيقة؛ أي نصف ساعة، ويمكن اختيار فترات تشغيل وإطفاء متباعدة وَفق الساعة الزمنية على المؤقّت الزمني، كما في الشكل (14) الآتي:



الشكل (14): ضبط المؤقّت الزمني



4 - 6 الموقف التعليمي السادس: دائرة توصيل محرك أباجور، وتشغيله:

وصف الموقف التعليمي:

أثناء تركيب نظام طاقة شمسيّة طلب صاحب المبنى تركيب محرك أباجور لغرفة في المبنى.

العمل الكامل:

خطوات العمل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّلها	• جمع البيانات من صاحب الشقة حول: • مكان تركيب الأباجور. • نوع محرك الأباجور. • مكان تركيب مفتاح الأباجور. • مكان تركيب مفتاحَي نهاية الشوط. • جمع البيانات حول: • محركات الأباجور. • مفاتيح الأباجور. • مفتاح نهاية الشوط. • العِدَد والأدوات اليدوية المستخدمة في تنفيذ المَهمة.	• الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار). • العصف الذهني. • البحث العلمي.	• طلب صاحب الشقة الكتابي (وصف المهمة، وكتاب رسمي). • كتالوجات محركات الأباجور، ومفاتيحها. • كتالوجات مفتاح نهاية الشوط. • كود الألوان المستخدم في ترميز الأسلاك. • الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكّمة. • قرطاسية.
أخطّط، وأقرّر	• تصنيف البيانات التي أجمعها حول: • محركات الأباجور. • مفاتيح الأباجور. • مفتاح نهاية الشوط. • أرسم المخطط الكهربائي اللازم لتشغيل محرك الأباجور. • اختيار مكان تركيب محرك الأباجور. • اختيار مكان تركيب مفتاح الأباجور. • اختيار مكان تركيب مفتاحَي نهاية الشوط. • تحديد الأدوات والعِدَد والأجهزة اللازمة. • إعداد خطة لتنفيذ العمل تتضمّن الوقت المقدَّر لتنفيذه.	• العصف الذهني. • الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار).	• نماذج جمع البيانات. • نموذج جدولة وقت تنفيذ المهامّ (الخطّة). • طلب صاحب الشقة. • قرطاسية. • شبكة الإنترنت.

أنفّذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة، والانتباه إلى: • استخدام تجهيزات قصّ الأسلاك الكهربائية، وتعريتها. • استخدام الأدوات والعِدَد المناسبة؛ لسحب الأسلاك الكهربائية، وتمديدها. • عدم تشغيل الدارة الكهربائية قبل التأكّد من سلامة التوصيلات. • تركيب محرك الأباجور. • تركيب مفتاح الأباجور. • تركيب مفتاحي نهاية الشوط. • توصيل الأسلاك الكهربائية المناسبة.	• العمل التعاوني. • العصف الذهني بين المجموعات. • زيارة الشقة السكنية.	• المخطط التنفيذي لتشغيل • محرك الأباجور. • الأسلاك الكهربائية المناسبة. • محرك أباجور مناسب. • مفتاح أباجور مناسب. • مفتاحا نهاية مشوار. • مفكّات متنوعة. • العِدَد الخاصة بتعرية الأسلاك، وقصها، وتثبيتها. • مواد التثبيت (براغٍ أو مسامير). • قرطاسية. • وسيلة نقل مناسبة.
التحقق من	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • تركيب محرك الأباجور. • تركيب مفتاح الأباجور. • تركيب مفتاحَي نهاية الشوط. • توصيل الأسلاك الكهربائية المناسبة. • تشغيل محرك الأباجور، وعمله. • الوثائق والنماذج التي عُبِّئت خلال أداء المهمة. • إنجاز العمل في الوقت المحدّد، وَفق طلب صاحب الشقة. • إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	• العصف الذهني بين المجموعات. • الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار).	• طلب صاحب الشقة. • الوثائق، والتقارير. • المخططات الكهربائية لتوصيل الأباجور. • المواصفات الفنية. • القرطاسية. • نموذج التدقيق الخاصّ بالتحقّق من العمل.

أوثّق، وأعرض	• توثيق نتائج جمع البيانات حول: • محركات الأباجور. • مفاتيح الأباجور. • مفتاح نهاية المشوار. • إنشاء ملفّ خاصّ لهذه الحالة. • تجهيز تقرير فنّي لصاحب الشقة. • إعداد تقرير كامل بالعمل.	• الحوار والمناقشة. • عرض النتائج باستخدام برنامج بوربوينت، أو أيّ برنامج مناسب.	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض (LCD). • نموذج تقدير التكاليف. • مخطط الدارة الكهربائية المطلوبة. • قرطاسية.
أقوم بـ	• تقييم عملية تركيب محرك الأباجور، ومفتاحه. • المقارنة بين عمل المجموعات المختلفة. • المقارنة بين عملية فتح الأباجور قبل تركيب المحرك وبعده. • تعبئة نموذج التقييم. • إرضاء صاحب الشقة.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني. • النقاش مع الزبون.	• طلب صاحب الشقة. • المواصفات، والكتالوجات. • مخطط التوصيلات الكهربائية. • نموذج العمل الخاص بالتقييم. • قرطاسية.

الأسئلة:

1- لماذا يُعَدّ استخدام محرك كهربائي لرفع الأباجور وتنزيله ذا تكلفة اقتصادية للمالك؟ أناقش ذلك.

2- ما نوع الضاغط الذي يُستخدَم لتشغيل محرك الأباجور؟ وبِمَ يختلف عن بقية المفاتيح الكهربائية؟

3- ما الذي يجعل المحرك يتوقف عند نهاية الشوط للأعلى أو للأسفل؟

4- ما نوع محرك الأباجور؟ وهل يصلح أي محرك لأيّ نافذة؟ لماذا؟ أناقش ذلك.

5- كيف تُضبَط مسافة نزول الأباجور، وصعوده؟

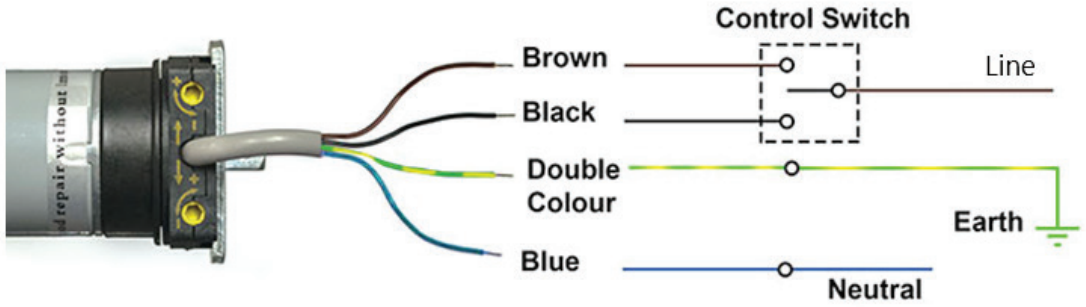
أتعلّم:

محرك الأباجور: هو عبارة عن محرك كهربائي يعمل من مصدر جهد متناوب بقيمة جهد (220) فولت، وبتردد 50 هرتز، ويدور بسرعة بطيئة (تقريباً 15 دورة في الدقيقة)، وعادة ما يكون ذا قدرة كهربائية تتراوح تقريباً بين (150 - 350) واط، ويبيّن الشكل (1) الآتي أحد أشكال محركات الأباجور:



الشكل (1): محرك الأباجور

ويخرج في العادة من أطراف المحرك كابل ذو (4) أطراف، كما هو مبيّن في الشكل (2) الآتي، وتكون هذه الأطراف بالألوان القياسية الآتية: (البنّي، والأسود، والأزرق، والأصفر الممزوج بالأخضر):



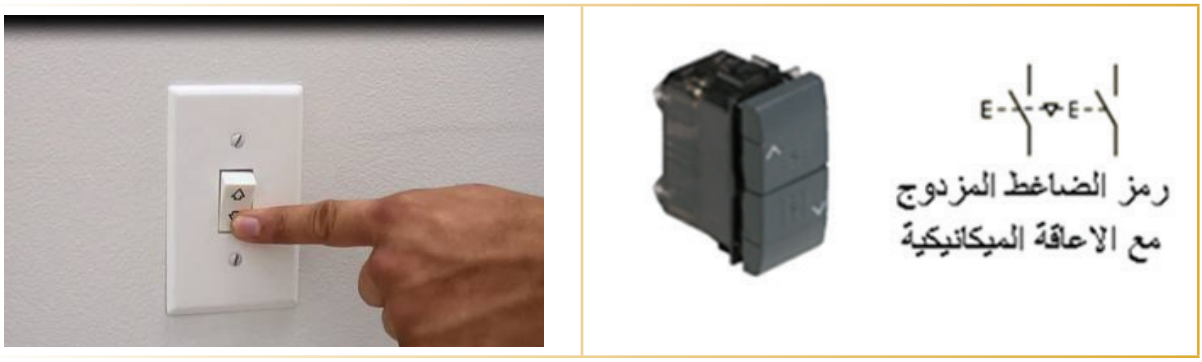
الشكل (٢): أسلاك توصيل محرك الأباجور بالألوان القياسية

ويبيّن الجدول الآتي طبيعة استخدام كلّ سلك منها:

الرقم	اللون	الاستخدام
-1	البنّي (Brown)	للتشغيل للأعلى
-2	الأسود (Black)	للتشغيل للأسفل
-3	الأزرق (Blue)	للتوصيل مع الخطّ المتعادل
-4	الأصفر المموّج بالأخضر (Double color)	للتوصيل مع الخطّ الأرضي

يُستخدَم الضاغط المزدوج في تشغيل محركات الأباجورات كهربائياً، ويتكون عملياً من ضاغطين منفصلين، لكنّهما مثبتان في جسم واحد، كما هو مبيّن في الشكل (3) الآتي، وبالتالي فهو يحتوي على أربعة نقاط توصيل (نقطتين لكلّ ضاغط)، بحيث يُستخدَم أحدهما في إغلاق الأباجور، بينما يُستخدَم الآخر في فتحه، ويكون

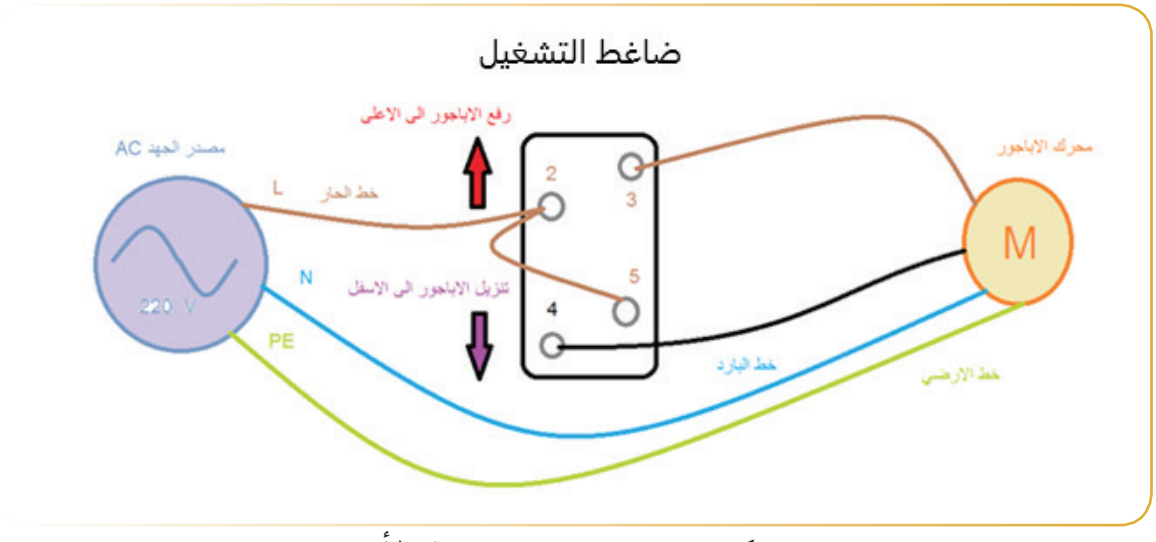
ضاغط الأباجور المزدوج من النوع المفتوح عادة (N.O)، ويظهر على جسم الضاغط سهمان يوضّحان اتجاه حركة الأباجور:



الشكل (3): شكل ضاغط الأباجور المزدوج موضّح عليه اتجاه الحركة

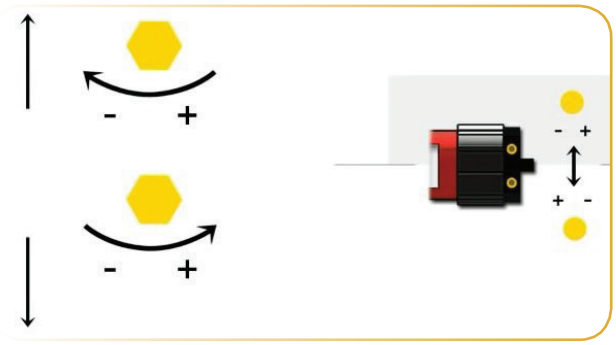
ويبيّن الشكل (4) الآتي مخطط توصيل دائرة تشغيل الأباجور إلى الأسفل وإلى الأعلى بوساطة ضاغطين (مثبتين في جسم واحد)، أحدهما؛ لتشغيل الأباجور إلى الأعلى، بينما يُستخدَم الآخر؛ لتشغيل الأباجور إلى الأسفل.

وكما هو موضّح في الشكل (4)، يوصَل خط الإرث (الأرضي) ذو اللّون الأصفر المموّج بالأخضر لكابل التغذية، وكابل توصيل أطراف المحرك معاً بوساطة كلمنت توصيل مباشرة، وكذلك الحال يوصَل الخطّ المتعادل ذو اللّون الأزرق لكابل التغذية، وكابل توصيل أطراف المحرك معاً بوساطة كلمنت توصيل مباشرة، إضافة إلى ذلك، يوصَل خطّ الطور (L) ذو اللّون البنّي الخاصّ بكابل التغذية مع النقطة (2) في الضاغط المزدوج التي تتصل مع النقطة (5) في الضاغط نفسه بوصلة صغيرة خاصّة (جمبر)، وكذلك يوصَل الخطّ البنّي لكابل توصيل أطراف المحرك مع النقطة (3) في الضاغط المزدوج الخاصة برفع الأباجور للأعلى، بينما يوصَل الخطّ ذو اللّون الأسود لكابل توصيل أطراف المحرك مع النقطة (4) بالضاغط المزدوج الخاصة بتنزيل الأباجور إلى الأسفل:



الشكل (4): مخطط توصيل محرك الأباجور

ويبيّن الشكل (5) الآتي طريقة معايرة مفتاحَي نهاية الشوط، التي تعتمد على براغي معايرة مثبتة في أحد طرفَي جسم المحرك، حيث يتوفّر عادة برغي معايرة لكلّ مفتاح نهاية شوط على حدة، ويُعايَر أيّ منهما؛ بإدارة برغي المعايرة باتجاه السهم المبيّن في الشكل (5) الآتي؛ لزيادة مسافة حركة الأباجور، أو تقليلها، سواء إلى الأعلى أو إلى الأسفل وَفق ارتفاع النافذة المطلوب:



الشكل (5): طريقة ضبط مسافة نزول الأباجور وصعوده ومعايرتها

7-4 الموقف التعليمي السابع: تجميع لوحة توزيع كهربائية:

وصف الموقف التعليمي:

طلب أحد المقاولين من فنّي تركيب أنظمة الطاقة المتجددة تركيب جسم لوحة توزيع فرعية لشقة سكنية قيد الإنشاء، وتجميعها وَفق المواصفات الفنية المعتمدة.

العمل الكامل:

خطوات العمل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّلها	• جمع البيانات من المقاول حول: • التقسيم الداخلي للمبنى السكني. • مصدر تغذية اللّوحة الكهربائية. • مكان تركيب اللّوحة. • نوعية لوحة التوزيع: بلاستيكية أم معدنية. • جمع البيانات حول: • لوحات التوزيع الكهربائية. • العِدَد والأدوات اليدوية المستخدمة في تركيب جسم لوحة توزيع فرعية، وتجميعه.	• الحوار والمناقشة • العمل التعاوني (لعب الأدوار) • العصف الذهني. • البحث العلمي.	• طلب المقاول الكتابي (وصف المهمة، وكتاب رسمي). • كتالوجات اللّوحات الكهربائية. • كود الألوان المستخدم في ترميز الأسلاك. • الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكّمة. • قرطاسية.
أخطّط، وأقرّر	• تصنيف البيانات التي جُمِعَت حول اللّوحات الكهربائية. • اختيار مكان تركيب اللّوحة الكهربائية. • تحديد الأدوات والعِدَد والأجهزة اللازمة. • إعداد خطة لتنفيذ العمل تتضمّن الوقت المقدَّر لتنفيذه.	• العصف الذهني. • الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار).	• نماذج جمع البيانات. • نموذج جدولة وقت تنفيذ المهام (الخطّة). • طلب المقاول. • قرطاسية. • شبكة الإنترنت.

أنفّذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة، والانتباه إلى: • الحفر؛ لتثبيت اللّوحة الكهربائية، سواء أكان الحفر باستخدام المعدات اليدوية أو الآلات الكهربائية. • ارتداء الكفوف عند تثبيت اللّوحة الكهربائية بوساطة الطينة (الإسمنت). • استخدام أدوات القصّ. • فتح غطاء اللّوحة الفرعية. • وضع اللّوحة وتثبيتها في المكان المخصص لها، وتثبيت جسر الإرث، وجسر النيوترال، والجسر الحامل للقواطع. • ترقيم جميع الأسلاك الخاصة بالدارات الكهربائية. • إدخال أسلاك الدارات الكهربائية للأحمال من أسفل اللّوحة. • تركيب جسور التعليق أو حوامل القواطع. • توصيل خطوط موصلات الوقاية مع جسر الأرضي وخطوط النيوترال مع جسر النيوترال بالترتيب، مع وضع أرقام الدارات الفرعية عليها.	• العمل التعاوني. • العصف الذهني بين المجموعات • زيارة الشقة السكنية.	• لوحة توزيع فرعية مناسبة. • مفكات متنوعة. • مواد التثبيت (براغٍ أو مسامير). • قرطاسية. • وسيلة نقل مناسبة.

التحقق من	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • فتح غطاء اللّوحة الفرعية. • وضع اللّوحة وتثبيتها في المكان المخصص لها، وتثبيت جسر الإرث، وجسر النيوترال، والجسر الحامل للقواطع. • ترقيم جميع الأسلاك الخاصة بالدارات الكهربائية. • إدخال أسلاك الدارات الكهربائية للأحمال من أسفل اللّوحة. • تركيب جسور التعليق أو حوامل القواطع. • توصيل خطوط موصلات الوقاية مع جسر الأرضي وخطوط النيوترال مع جسر النيوترال بالترتيب، مع وضع أرقام الدارات الفرعية. • الوثائق والنماذج التي عُبِّئت خلال أداء المهمة. • إنجاز العمل في الوقت المحدد، ووَفق طلب المقاول. • إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	• العصف الذهني بين المجموعات. • الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار).	• طلب المقاول. • الوثائق والتقارير. • المواصفات الفنية. • القرطاسية. • نموذج التدقيق الخاص بالتحقق من العمل.
أوثّق، وأعرض	• توثيق نتائج جمع البيانات حول لوحات التوزيع الكهربائية. • إنشاء ملفّ خاصّ لهذه الحالة. • تجهيز تقرير فنّي للمقاول. • إعداد تقرير كامل بالعمل.	• الحوار والمناقشة. • عرض النتائج باستخدام برنامج بوربوينت، أو أيّ برنامج مناسب بمنهجية لعب الأدوار.	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض (LCD). • نموذج تقدير التكاليف. • قرطاسية.

أقوم بـ	• تقييم عملية تركيب لوحة التوزيع الكهربائية. • المقارنة بين عمل المجموعات المختلفة. • المقارنة بين أرتّب المواسير البلاستيكية قبل تركيب اللّوحة الكهربائية، وبعده. • تعبئة نموذج التقييم. • إرضاء المقاول.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني. • النقاش مع الزبون.	• طلب المقاول. • المواصفات، والكتالوجات. • نموذج العمل الخاص بالتقييم. • قرطاسية.



الأسئلة:

1- ما أنواع لوحات التوزيع الكهربائية؟ وكيف تُصنَّف لوحة التوزيع الكهربائية المنزلية بينها؟

2- كيف تُحدَّد سَعة لوحة التوزيع الكهربائية المنزلية؟

3- كيف تُصنَّف القواطع الآلية داخل لوحة التوزيع المنزلية؟

4- ما وظيفة لوحة التوزيع الفرعية؟

5- لماذا تُجمَّع أحياناً خطوط النيوترال على أكثر من جسر؟

6- لماذا تُرقَّم خطوط موصلات الوقاية للأجهزة الكهربائية على جسر الأرضي (الإرث)؟

7- لماذا تُرقَّم خطوط النيوترال للأجهزة الكهربائية على جسر النيوترال لدوائر التمديدات؟

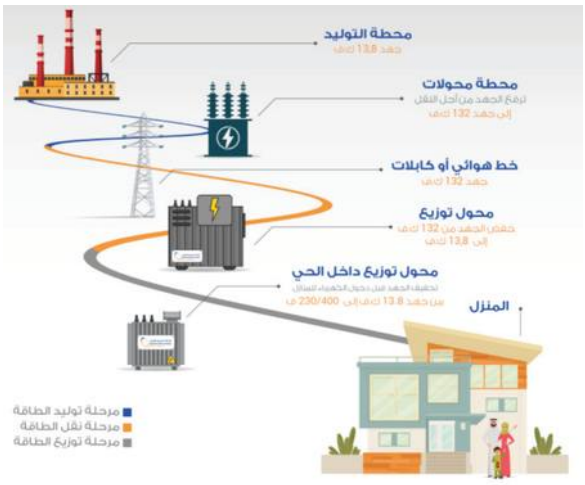
8- أبيّن كيف تُختار لوحة التوزيع الرئيسة ثلاثية الطور لعمارة سكنية متعددة الطوابق من حيث الحجم، والسَّعَة، وقيمة تيار الحمل (القدرة الكهربائية)؟ أناقش ذلك مع مشرفي.



أتعلّم:

نشاط (1): أناقش مع زملائي كيفية توليد التيار الكهربائي، ونقله، وتوزيعه قبل فترة وجيزة، وحديثاً(تقليديّة ومتجددة).

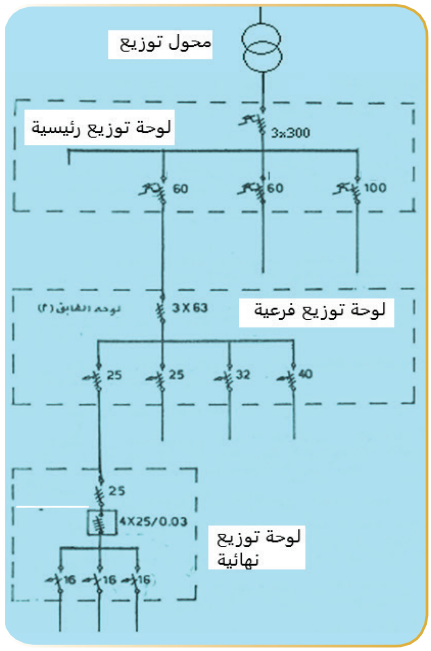




تمثّل الطاقة الكهربائية في جميع أشكالها وصورها عصب الحياة في جميع مجالاتها الصناعية، والتجارية، والمنزلية، والزراعية، وغيرها، لذلك كان من الضروري توصيل الطاقة إلى مصادر استهلاكها، ويتمّ ذلك من خلال شبكة ضخمة من الموصلات الأرضية والهوائية، وكثير من المعدات الكهربائية.

وتُعَدّ اللّوحات الكهربائية إحدى تلك المعدات، فاللّوحة تمثّل نقطة تمركز، وتوجيه، وتنظيم، ومتابعة للطاقة الكهربائية؛ حيث تُستخدَم لوحات التوزيع الكهربائية؛ لتوزيع الطاقة الكهربائية وَفق نظام التغذية (أحادي الطور أو ثلاثي الطور) على الدارات الكهربائية المختلفة وَفق مواصفاتها، وللتحكّم بوصل التيار الكهربائي وفصله يدوياً أو آلياً للدارات الكهربائية المتصلة بها، سواء عند إجراء الصيانة لها، أو عند حدوث عطل لإحدى الدارات الكهربائية المتصلة معها.

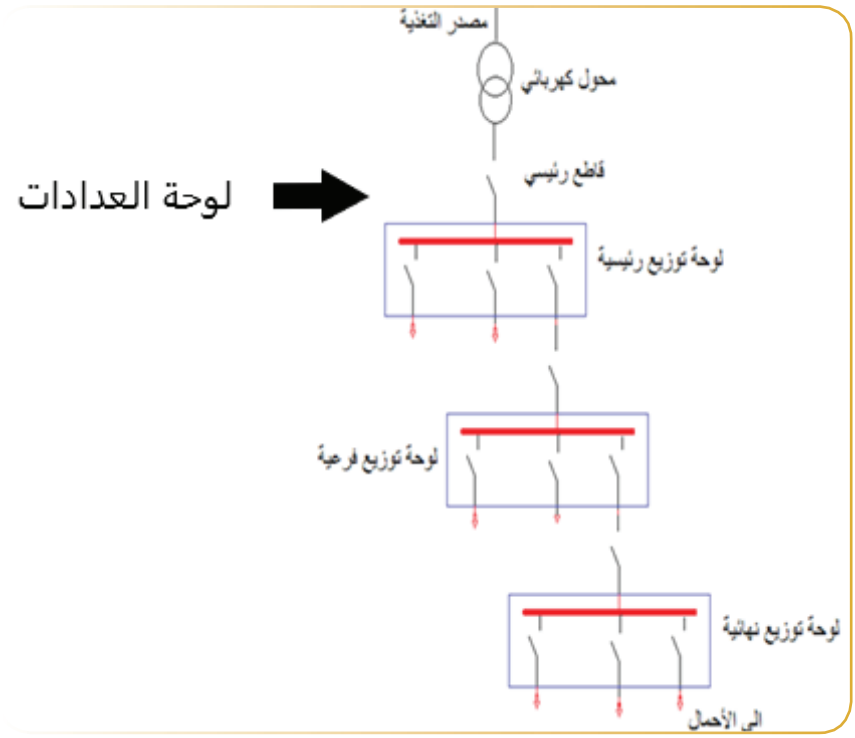
وتوزّع لوحة التوزيع الكهربائية الرئيسة الطاقة الكهربائية إلى لوحة توزيع فرعية أو أكثر، وتختلف اللّوحات الكهربائية في الحجم؛ تبعاً لتيار لحمل، ومن الممكن أن يمثّل هذا الحمل مبنى مكوناً من طابق واحد، أو من عدّة طوابق، وتتمّ عملية الاتصال بين اللّوحات جميعها داخل المبنى متعدّد الطوابق بوساطة كوابل ممدّدة داخل أنابيب بلاستيكية أو مجارٍ خاصة، ويجب ملاحظة أنّه كلّما اقتربنا من الحمل، فإنّ القيم المقرّرة لتيار وسيلة الحماية داخل اللّوحة يقلّ، كما هو مبيّن في الشكل (1) أدناه، ويبيّن الشكل أيضاً مخطط اتصال الأنواع المختلفة للوحات التوزيع الكهربائية بعضها مع بعض، ومع الأحمال النهائية للمبنى:



الشكل (1): مخطط اتصال الطاقة الكهربائية من المصدر ومع لوحات التوزيع الكهربائية

أولاً- أنواع لوحات التوزيع الكهربائية من حيث الاستخدام (DB- Distribution Boards):

يُظهر الشكل (2) أدناه أنواع لوحات التوزيع الكهربائية مصنّفة وَفق طبيعة الاستخدام، والوظيفة:



الشكل (2): أنواع اللّوحات الكهربائية ومخطّط توزيع الطاقة الكهربائية

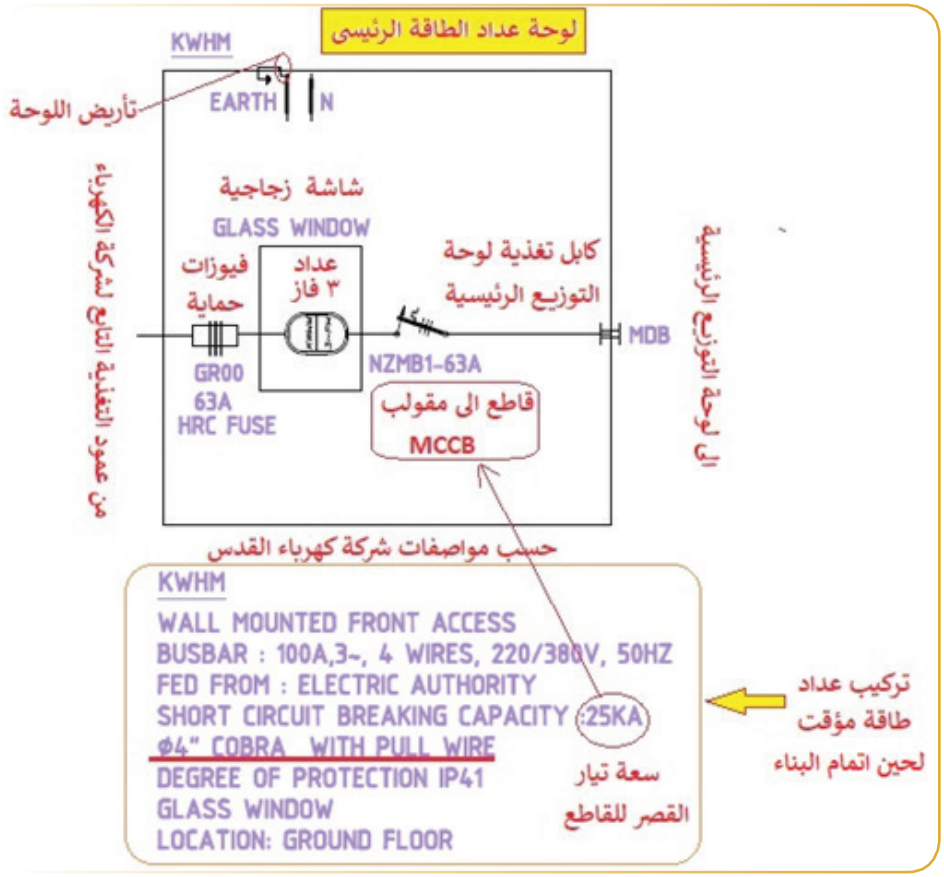
من المخطط الموضّح أعلاه، يتبيّن أنّه يمكن إجمال أنواع اللّوحات الكهربائية التي قد تتواجد جميعها أو بعض منها في أيّ مبنى أو عمارة (سكنية، أو تجارية، أو صناعية، أو زراعية) وَفق حجم الأحمال التي تتواجد في ذلك المبنى، ومِساحتها، وطبيعتها، ونوعها، والقدرة الكهربائية لتلك الأحمال، حيث تربط هذه اللّوحات مصدر التغذية الرئيس الذي تزوّده شركة الكهرباء إلى الأحمال الكهربائية التي تغذّيها؛ وتبعاً لذلك يمكن تقسيمها كما يأتي:

1- لوحة عدّاد الطاقة الكهربائي الرئيسي:

تُعَدّ لوحة عدّادات الطاقة الكهربائية من مسؤولية شركة توزيع الكهرباء، حيث لا يجب العبث بها من أيّ طرف مهما كان، وتتمّ حماية الكابل المغذّي للمبنى (من جهة المستهلك) بوساطة قاطع آلي رئيس (MCCB) يُحدَّد مقرره الأمبيري بناءً على مجموع الأحمال المتواجدة في المبنى، ويتواجد هذا القاطع في لوحة العدّادات التابعة لشركة لكهرباء، ومن ضمن مسؤوليتها، كما هو مبيّن في الشكل (3).

ويوضّح المخطط المبيّن في الشكل (3) الآتي مخطّط لوحة عدّاد طاقة ثلاثي الطور يُستخدَم لتغذية مبنى متعدد الطوابق، كما يبيّن مِساحة مقطع كابل التغذية الرئيس، ونوعية مادة عزل الكابل (PVC\ XLPE)، وكذلك

قاطع الدارة (MCCB) المستخدم، ونوعه (1 فاز/ 3 فاز)، ومقرّره التياري، وسَعة تيار القصر للقاطع، وكذلك فيوزات الحماية المستخدمة من شركة توزيع الكهرباء (الحماية من جهة الشركة)، بالإضافة إلى اسم لوحة التوزيع الرئيسة التي سيتّصل بها:



الشكل (3): لوحة عدّاد الطاقة الرئيس لمبنى يغذّيه مصدر ثلاثي الطور

نشاط (2): أوضّح -بمساعدة زملائي- دلالات العناصر الظاهرة في المخطّط المبيّن في الشكل (3) أعلاه، ثمّ أناقش ذلك مع مشرف المشغل.

2- لوحات توزيع رئيسة (Main Distribution Boards-MDB(S))

تتّصل هذه اللّوحة عادة مع مصدر التغذية الرئيس لشركة الكهرباء عبر لوحة العدّادات، وتوزّع لوحة التوزيع الرئيسة بدورها التيار الكهربائي إلى باقي أقسام المبنى من خلال لوحة توزيع فرعية، أو نهائية، أو أكثر.

وتختلف لوحات التوزيع الكهربائية حجماً وتركيباً باختلاف مقدار الأحمال الكهربائية التي تغذّيها اللّوحة، ونوعها.

وتُركَّب عادة في المبنى متعدّد الطوابق لوحة توزيع رئيسة واحدة ثلاثية الطور، ولوحات توزيع فرعية ثلاثية الطور، أو أحادية الطور لكلّ قسم أو شقة في المبنى.

وتُصنَع لوحات التوزيع الكهربائية الرئيسة (التي قد تُركَّب في مدخل العمارة السكنية مثلاً) من حديد الصاج الذي بجب ألّا يقلّ سُمكه عن 1.5 ملم، ويجب أن يكون حديد الصاج مجلفناً، ومغطًى بطبقة حماية؛ لمنع التآكل، كما في الشكل (4) الآتي، الذي يبيّن لوحة توزيع كهربائية رئيسة ثلاثية الطور:



الشكل (4): لوحة توزيع كهربائية رئيسة ثلاثية الطور

ويجب الإشارة هنا إلى أنّ جميع اللّوحات لها مقررات تيار تظهر على لوحة المعلومات لكلّ لوحة، (كما في الشكل (4) - اللّوحة الاسمية)، وكذلك مقرّر الفولطية، ويكون مقرر تيار اللّوحة ثلاثية الطور مثلاً هو مقرر تيار قضبان التوزيع العمومية التي توصَل معها، كما في الشكل (5) الآتي:



الشكل (5): قضبان توزيع عمومية داخل لوحة توزيع ثلاثية الطور (bus bar)

وعموماً، يُختار موقع تركيب اللّوحات الكهربائية الرئيسة (داخل/ خارج المبنى)، بحيث تتمتّع اللّوحة بعدّة شروط ضرورية ومهمّة لعملها وحمايتها، بحيث يشترط أن تتمتّع هذه اللّوحات بما يأتي:

1. ذات تهوية مناسبة.
2. سهولة فتح أغطية اللّوحة وأبوابها في الموقع (ترك مسافة للحركة).
3. سهولة الوصول إلى أيّ جزء من مكونات اللّوحة.
4. يجب تركيب لوحات التوزيع في مواقع نظيفة وجافّة وخالية من عوامل التآكل، وألّا تزيد درجة حرارة الوسط عن ٤٠ درجة مئوية.
5. في المواقع المغبرّة أو المعرّضة للأجسام المتطايرة يجب استخدام لوحات توزيع مقاومة للغبار والعوامل الجوية وبدرجة حماية وعزل عالية (IP67).
6. إمكانية فكّ جميع البراغي والصواميل المثبتة باللّوحة بسهولة، وكذلك سهولة فكّ أيّ من تجهيزات اللّوحة؛ لتسهيل أعمال الصيانة.
7. ذات تأريض جيد للوحات الكهربائية والأجزاء المعدنية داخل الغرفة.
8. بعيدة عن الرطوبة والأبخرة والغازات (قد يلزم في بعضها أن تكون محتوية على مجسّات حرارة ودخان متّصلة بأجهزة إنذار حريق).

ويبيّن الشكل (6) أدناه أحد أنواع هذه اللّوحات ثلاثية الطور، وبعض المحتويات الضرورية فيها:

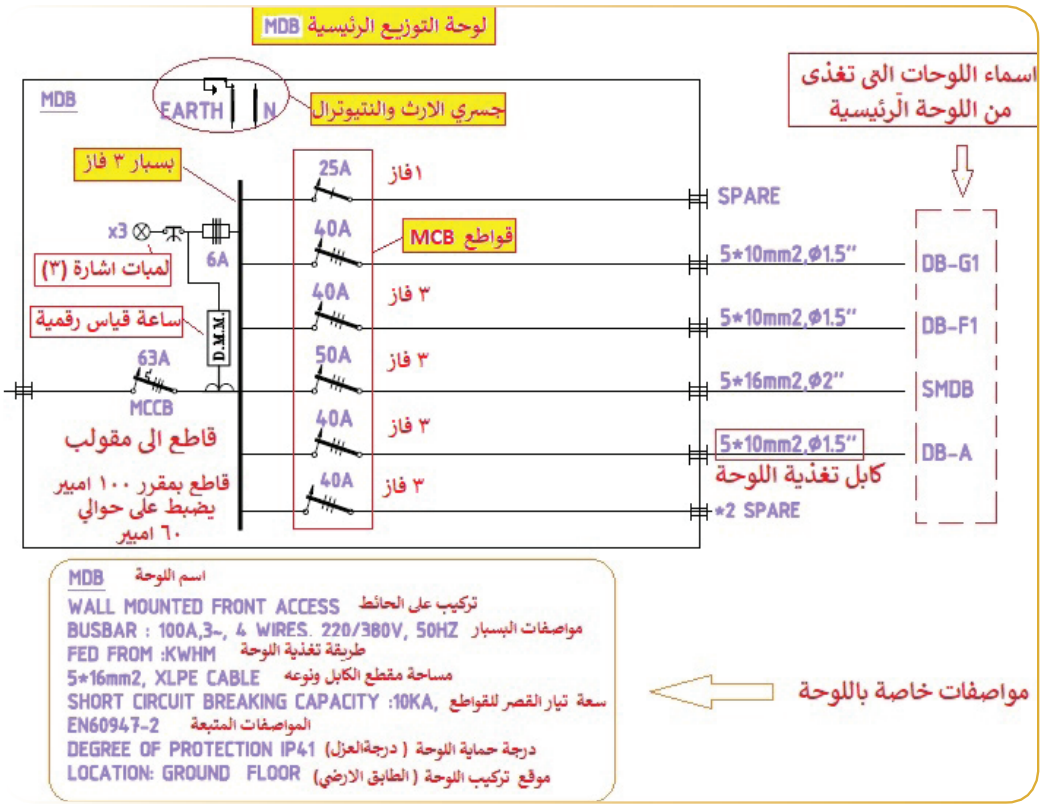


الشكل (6): لوحات توزيع كهربائية

بينما يبيّن الشكل (7) الآتي مخطّطاً أحاديّ الخطّ للوحة توزيع رئيسة (MDB) ثلاثية الطور، التي تتكوّن ممّا يأتي:

1. قاطع الدارة، ونوعه (MCB/MCCB)، ومقرره التياري.
2. ساعة قياس رَقْمية تُستخدَم لقياس كميات كهربائية مختلفة (جهد/ تيار)، وَفق المطلوب.
3. لمبات إشارة عدد (3) على مدخل اللّوحة، وفي بعض الأحيان على المدخل والمخرج.
4. مقررات القضبان العمومية الرئيسة عدد (3) للأطوار الثلاثة، بالإضافة لجسر الخطّ المتعادل، وجسر خطّ الإرث.
5. قواطع دارة مصغرة (MCB)، ويتحدّد عددها وَفق عدد اللّوحات الفرعية التي ستغذيها، موضحاً عليها مقرراتها الأمبيرية، ونوعيتها من ناحية مصدر الجهد (1 فاز، 3 فاز).
6. كوابل التغذية الخاصة باللّوحات الفرعية التي ستغذّيها اللّوحة الرئيسة، ومقرراتها الأمبيرية، وأقطار مواسير التمديدات المستخدمة لها.
7. أسماء اللّوحات الفرعية التي ترتبط باللّوحة الرئيسة.
8. طريقة تركيب اللّوحة الرئيسة، وموقعها، ودرجة الحماية (درجة عزلها، وهي هنا (IP41).

ويبيّن الشكل (8) الآتي لوحة توزيع كهربائية رئيسة لمبني مكوّن من طابقين، واللّوحات الفرعية التي تغذيها:



الشكل (7): المخطط أحادي الخطّ للوحة التوزيع الرئيسة (MDB) لمبنى مكوّن من طابقين

نشاط (3): أوضّح -بمساعدة زملائي- دلالات العناصر الظاهرة في المخطط المبيّن في الشكل (7)، ثمّ أناقش ذلك مع مشرف المشغل.

عند تصميم اللّوحات الكهربائية، سواء أكانت رئيسة أو فرعية، لا بدّ من مراعاة الأمور الآتية:

1) عدد المفاتيح الرئيسة والفرعية، وسَعتها للتيار الكهربائي.

2) طريقة الربط الكهربائي بين المفاتيح بعضها مع بعض عن طريق قضبان التوزيع العمومية النحاسية (Bus bar)، ودوائر التحكّم الخاصة بهذه المفاتيح.

3) التيار الكلي للأحمال.

4) الحمايات اللازمة في اللّوحة.

5) أجهزة البيان والقياس اللازمة.

6) عدد المداخل والمخارج للّوحة.

7) المواصفات القياسية للّوحات من حيث مِساحة اللّوحة المناسبة، اعتماداً على عدد المفاتيح، وأجهزة الحماية، وقضبان التوزيع، مع الأخذ بعين الاعتبار ترك مِساحات كافية لسهولة تمديد الكوابل داخل اللّوحة.

8) الحمايات الخارجية للوحة (IP)، حيث إنّ:

(IP): الحماية لكلّ اللّوحات الكهربائية أو المعدات الكهربائية من عوامل الجوّ المختلفة، مثل الهواء، والأتربة، والماء، والسوائل المختلفة، حيث يُعَدّ (IP = 67) من أعلى درجات الحماية.

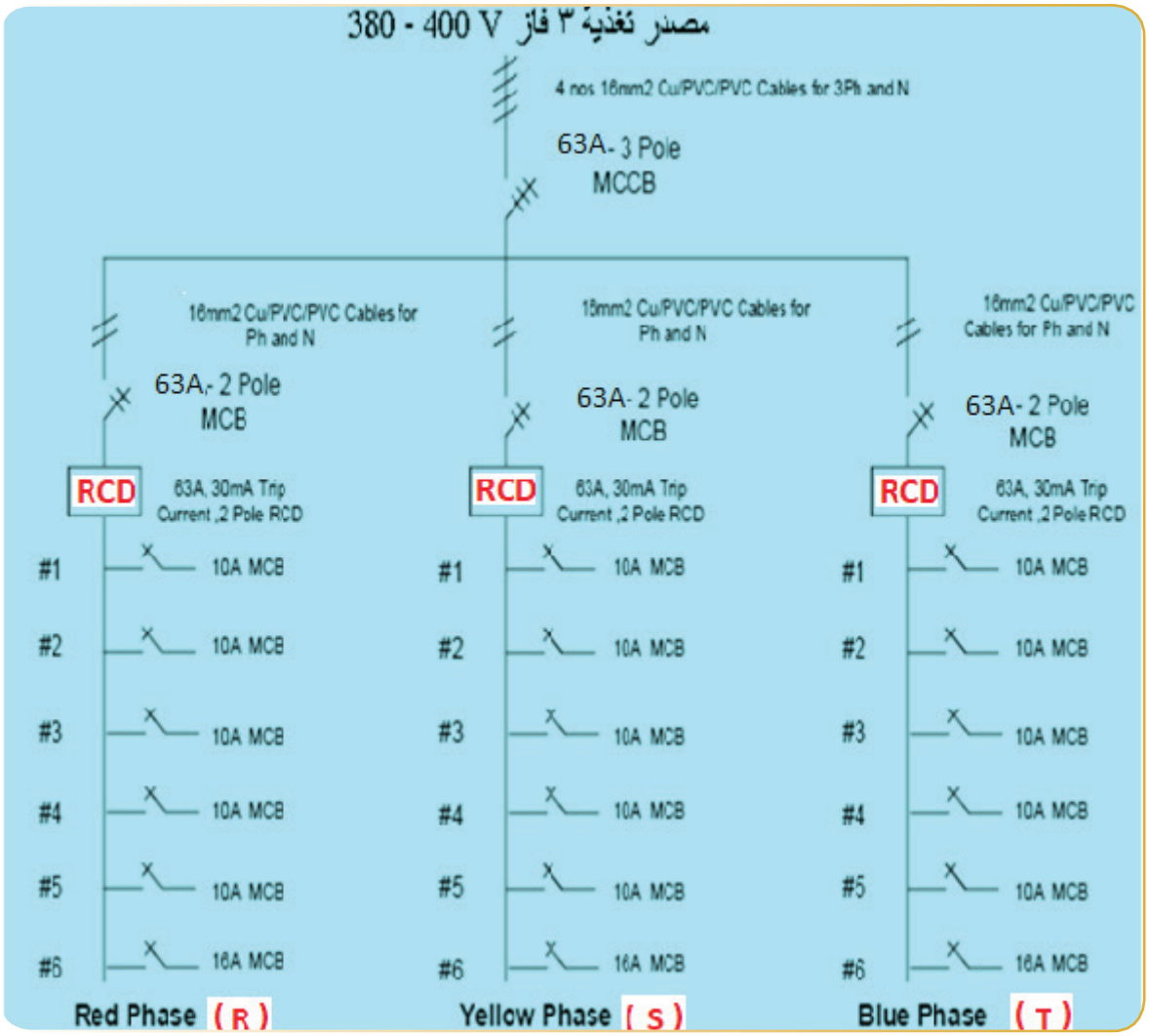
عند توصيف اللّوحات الكهربائية يجب استخدام ما يُسمّى درجة الحماية أو (IP)، وهو عبارة عن رمز مكوّن من رَقْمين (XY)؛ حيث يشير الرقم الأول (X) إلى درجة الحماية ضدّ الأتربة، ويتراوح بين (1- 6)، والرقم الثاني (Y) يشير إلى درجة الحماية ضدّ السوائل أو المياه، ويتراوح بين (1– 7)، كما يوجد درجات أعلى من هذه وكلّما ارتفعت (X) و(Y)، دلّ ذلك على مناعة اللّوحة ضدّ الأتربة والسوائل حتى نصل إلى (IP67)؛ وهذا يعني أنّ اللّوحة مؤمَّنة تماماً ضدّ الأتربة والمياه. وبالطبع يرتفع سعر اللّوحة تبعاً لذلك، وتتدرّج درجات الحماية كما في الجدول (1) الآتي:

الجدول (1): تصنيفات درجة الحماية (IP) للّوحات الكهربائية

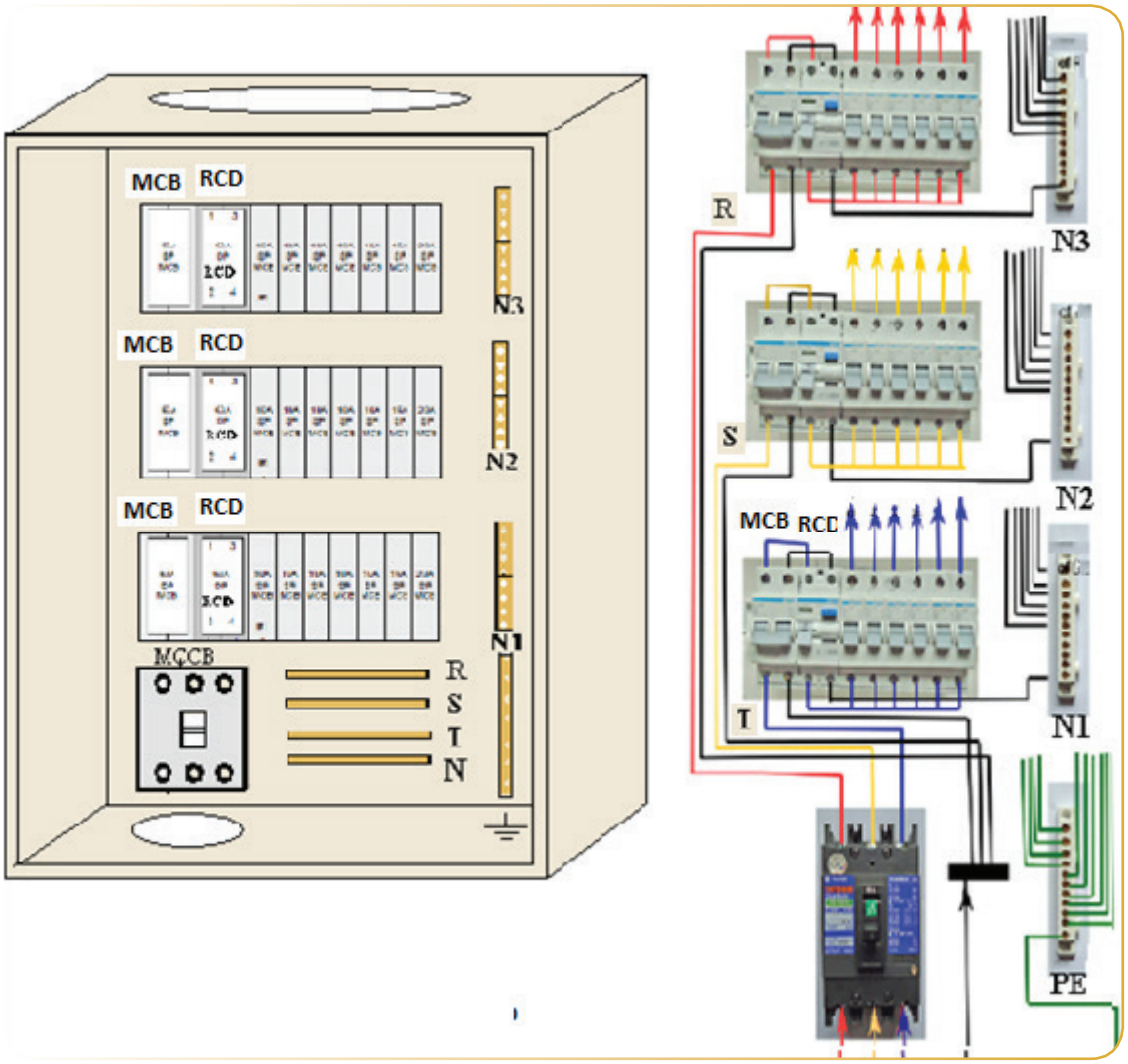
Y (الوقاية ضدّ المياه)	X (الوقاية ضدّ الأتربة)	IP
لا يوجَد حماية	لا يوجَد حماية	0
حماية ضدّ قطرات المياه الساقطة	حماية ضدّ الأجسام التي لها قُطر أكبر من 50مم	1
حماية ضدّ قطرات المياه الساقطة من دون قوة	حماية ضدّ الأجسام التي لها قُطر أكبر من 12مم	2
حماية ضدّ الأمطار	حماية ضدّ الأجسام التي لها قُطر أكبر من 2.5مم	3

حماية ضدّ المياه المقذوفة من أيّ زاوية	حماية ضدّ الأجسام التي لها قُطر أكبر من 1مم	4
حماية ضدّ المياه المندفعة	قد تدخل بعض الجزيئات الصغيرة	5
حماية ضدّ المياه المندفعة بقوة	حماية مطلقة ضدّ الأتربة	6
حماية ضدّ الغمر في المياه لفترة قصيرة		7

نشاط (4): يبيّن الشكل (8) الآتي مخططّاً أحادي الخطّ للوحة توزيع ثلاثية الطور، بينما يبيّن الشكل (9) الذي يليه المخطط التنفيذي داخل لوحة التوزيع ثلاثية الطور. أفهم بمساعدة مشرفي، ومن خلال أسلوب التعلّم التعاوني المخططات المبيّنة، وأحلّلها في كلا الشكلين، ثمّ أكتب تقريراً عن ذلك:



الشكل (8): المخطط أحادي الخطّ للوحة توزيع ثلاثية الطور



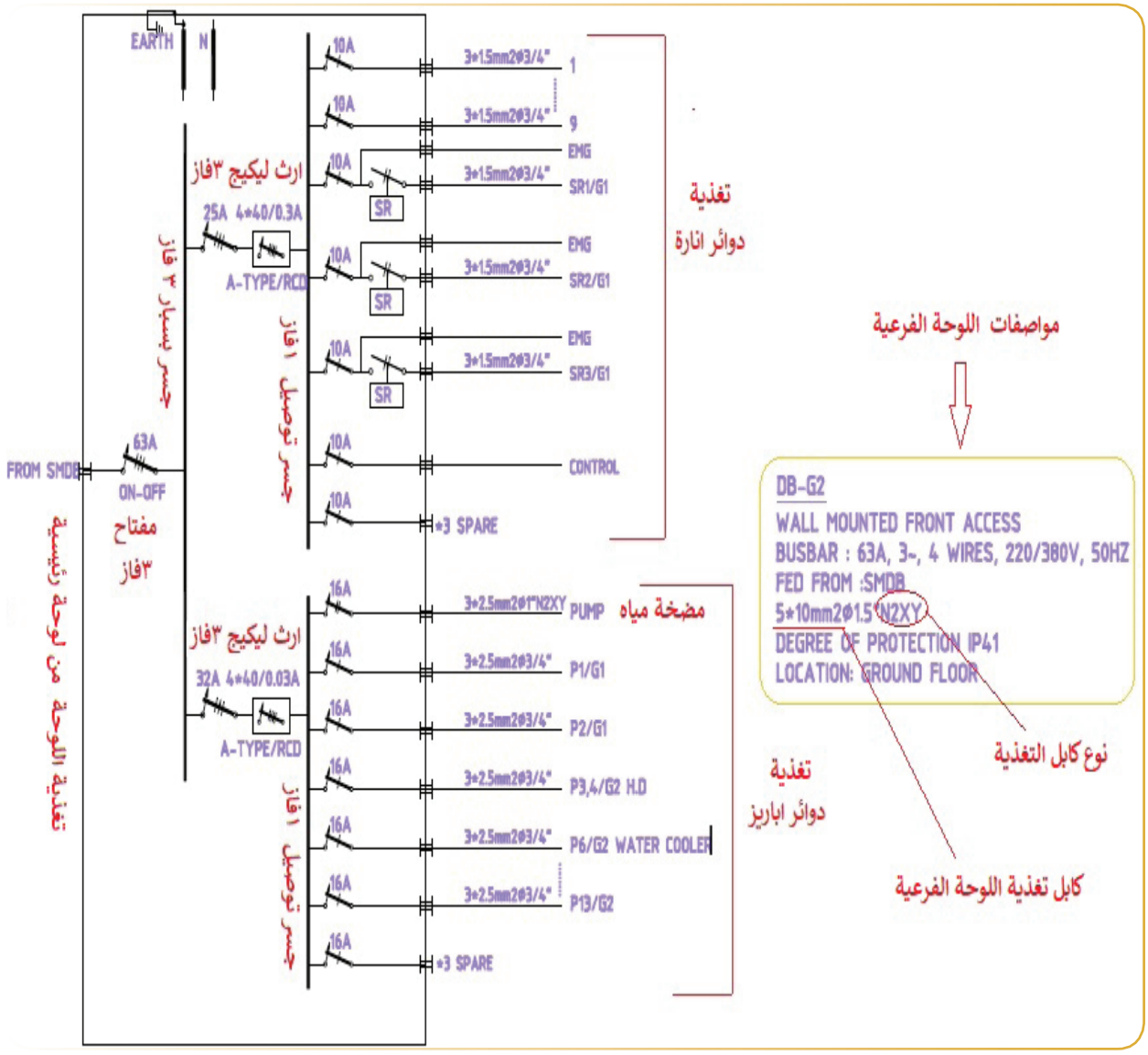
الشكل (9): المخطط التنفيذي للوحة توزيع ثلاثية الطور

3- لوحات توزيع فرعية (Secondary Distribution Board- SDB):

تتصل هذه اللّوحة باللّوحة الرئيسة عبر كابل فرعي من جهة، وقد تتصل من الجهة المقابلة مع أحمال كهربائية مباشرة في المبنى، أو قد تغذّي لوحة توزيع أو أكثر، وتُسمّى لوحة توزيع نهائية.

ويبيّن الشكل (10) الآتي لوحة توزيع كهربائية ثلاثية الطور فرعية (SDB) تتغذّى من لوحة توزيع كهربائية رئيسة (DMB)، حيث تتكوّن اللّوحة الفرعية من جزأين: جزء للإنارة، والجزء الآخر للقوى، ويُختار قاطع رئيس منفصل وقاطع للحماية من التسريب خاصّ بالإنارة، ثمّ القواطع الفرعية لكلّ دارة إنارة، ويُختار قاطع رئيس منفصل وقاطع للحماية من التسريب خاصّ بدوائر القدرة، ثمّ القواطع الفرعية لدوائر القدرة.

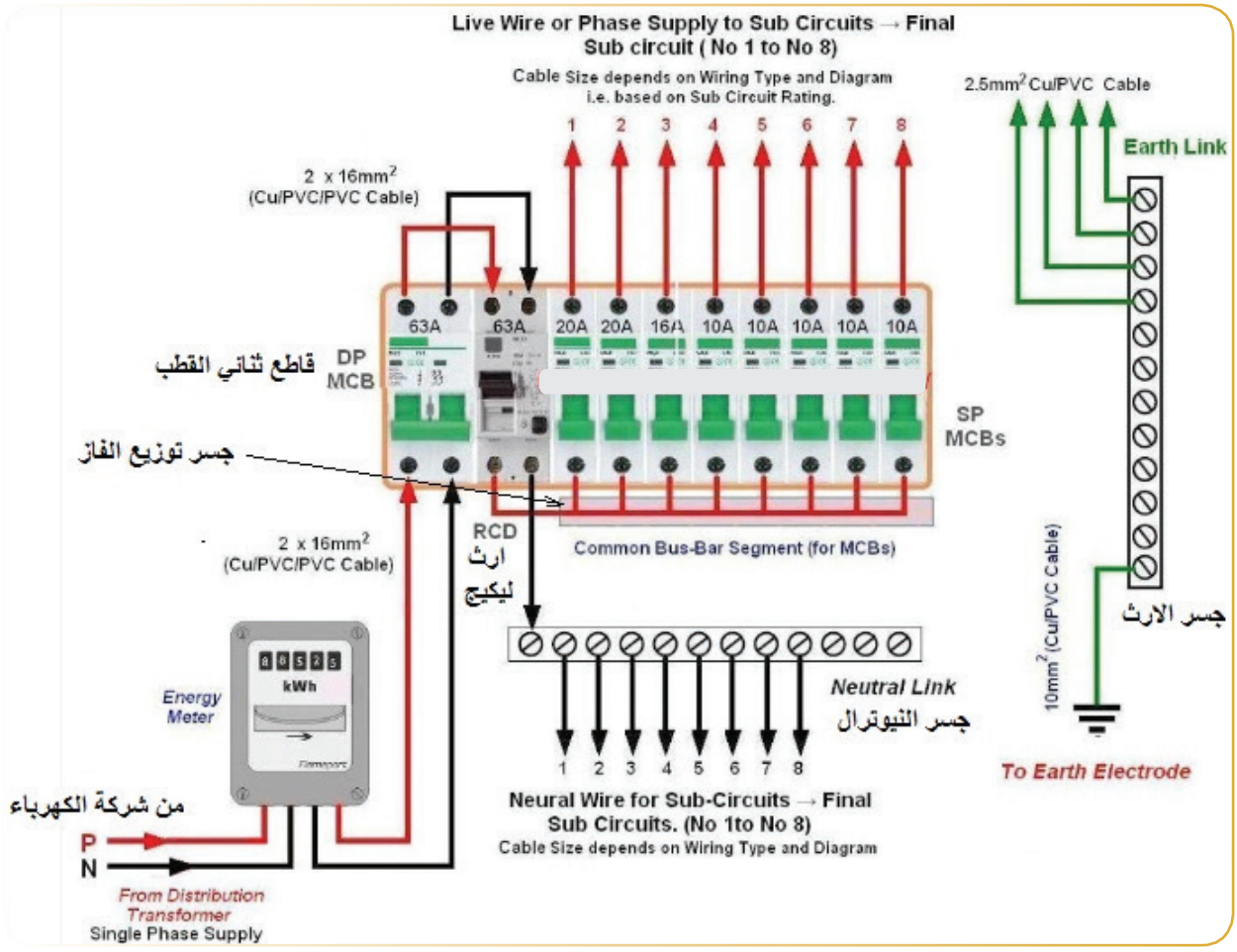
نشاط (5): أحدّد مواصفات لوحة التوزيع الفرعية ومكوناتها الأساسية.



الشكل (10): لوحة توزيع فرعية (SMDB) تتغذّى من لوحة توزيع رئيسة (MDB)

لوحات توزيع كهربائية نهائية (Final Distribution Board):

تُعَدّ هذه اللّوحة النقطة النهائية التي تتحكم بتشغيل الأحمال الكهربائية داخل مِساحات الغرف ومكونات الشقق السكنية، أو المكاتب، أو غيرها من الفراغات الداخلية، كما هو مبيّن في الشكل (11) الآتي:



الشكل (11): مخطّط توصيل لوحة توزيع نهاية كهربائية منزلية

نشاط (6): أفسّر دلالات مخطّط توزيع الأحمال للوحة التوزيع الكهربائية المنزلية في الشكل (9) أعلاه، ثمّ أكتب تقريراً مفصلاً عن ذلك.

تُصنَع لوحات التوزيع الكهربائية المنزلية النهائية (الداخلية) في العادة من هيكل بلاستيكي مقوّى (عازل للكهرباء)، وتأتي بسَعة قواطع دارة قياسية بعدد (12،24،36،48) قاطعاً، ويُختار الأنسب منها، بناءً على عدد دارات الإنارة ودارات الأباريز والأحمال الأخرى الإضافية داخل المنزل، أو المكتب، أو غيره، ويمكن تحديد سَعة تلك اللّوحات عادة بتفحّص المخطّطات الكهربائية المرفقة لأيّ مبنى، ويبيّن الشكل (12) بعض أشكال تلك اللّوحات الكهربائية النهائية التي عادة ما تُركَّب داخل الشقق والمنازل؛ لتغذية الأحمال النهائية المنزلية:



الشكل (12): لوحة توزيع كهربائية نهائية منزلية

ويجب مراعاة ما يأتي عند اختيار لوحة التوزيع الكهربائية النهائية:

1) طبيعة المكان الذي ستثبّت فيه اللّوحة؛ لمعرفة ما إذا كانت ستثبّت مخفية داخل الجدار أم ظاهرة، كما في الشكل (١٣) الآتي:



الشكل (13): طريقة تركيب لوحة التوزيع المستخدمة – لوحة توزيع منزلية نهائية وتثبيتها

2) التيار الكهربائي لكلّ حمل من الأحمال الكهربائية التي ستغذّيها اللّوحة؛ لتحديد سَعة القواطع الكهربائية المستخدمة في اللّوحة، والتيار الكهربائي الكلي لهذه الأحمال؛ لتحديد سَعة القاطع الرئيس المسؤول داخل لوحة التوزيع.

3) عدد الأحمال؛ لتحديد عدد القواطع اللازمة لتغذيتها، وبالتالي سَعة اللّوحة، وكذلك يجب أن تحتوي أيّ لوحة توزيع كهربائية منزلية على جسر؛ لتثبيت القواطع (يُسمّى جسر أوميجا)، وكذلك جسر خاصّ بخطوط النيوترال، وآخر خاصّ بخطوط الإرث.

4) طبيعة الأحمال الكهربائية المتصلة بهذه اللّوحة؛ لتحديد نوع القواطع وتصنيفها، ونوع الحماية اللازمة لهذه الأحمال.

5) طبيعة الأسلاك والكوابل التي ستغذّي الأحمال من حيث عددها، وكيفية تمديدها في مواسير أو قنوات، بالإضافة لأقطار تلك النواقل.

6) يجب الأخذ بعين الاعتبار التوسّعات المستقبلية؛ بحيث يُترَك فراغ في اللّوحة (لا يقلّ عن 20 - 25%)

أسس تركيب لوحات التوزيع الكهربائية المنزلية:

يُجهَّز مكان تثبيت اللّوحة وَفق أبعادها من حيث الطول، والعرض، والعمق؛ لإجراء عملية الحفر اللازمة، بحيث يسهل تدكيك نهايات مواسير التمديدات خلال فتحات اللّوحة، وتثبيتها تثبيتاً مستوياً باستخدام ميزان الماء، بحيث لا تكون بارزة عن الجدار، أو ظاهرة عن مستوى القصارة، كما في الشكل (14).

وتُركَّب اللّوحة النهائية في الغالب (داخل) الجدار، ويكون ارتفاعها (180 سم) من سطح الأرض إلى حافّتها السفلية، وتكون في مكان واضح داخل المنزل، بحيث يسهل الوصول إليها في أيّ لحظة، وخصوصاً لأغراض الصيانة، وإجراء الخدمة اللازمة، كذلك تكون بعيده عن عبث الأطفال، وتسرّب الرطوبة والمياه إليها.



الشكل (14): تجهيز مكان تركيب اللّوحة (داخل الجدار)

وبعد الانتهاء من تمديد الأسلاك لدوائر التمديدات الكهربائية، يُركَّب إطار اللّوحة المتحرك عادة مع جسم اللّوحة الثابت الذي ثُبِّتَ سابقا في أثناء عملية الحفر، مع مراعاة ترتيب أطراف الأسلاك التي سُحِبت ورُقِّمت، أو نهاياتها؛ من أجل توصيلها على قواطع اللّوحة بعد الانتهاء من تثبيت تلك القواطع الآلية على جسر أوميجا.

أمّا في حالة تركيبها بارزة عن الجدار، فيجب أن تُثبَّت بوساطة خوابير، أو أسافين وبراغ خلال الثقوب المخصصة للتثبيت، باستخدام ميزان الماء، بحيث يكون سطح التثبيت غير موصل وغير قابل للاحتراق أو الصدأ، كما في الشكل (15) الآتي:



الشكل (15): أشكال اللّوحات الكهربائية النهائية وأحجامها



4 - 8 الموقف التعليمي الثامن: صيانة التمديدات الكهربائية المنزلية وفحصها:

وصف الموقف التعليمي:

طلب صاحب شقة سكنية في إحدى العمارات من فنّي تركيب أنظمة الطاقة المتجددة إجراء عملية فحص كاملة للوحة التوزيع الكهربائية الموجودة في منزله؛ للتأكد من صلاحِيَتِها قبل تقديم طلب الاشتراك من الشركة المزوّدة للتيار الكهربائي.

العمل الكامل:

خطوات العمل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّلها	• جمع البيانات من صاحب الشقة حول: • مكان الشقة المنزلية ومِساحتها. • مكان تركيب اللّوحة الكهربائية. • طبيعة طلب الاشتراك (1 فاز/ 3 فاز). • المواصفات الفنية اللازم توفّرها قبل تسليم الأعمال الكهربائية، وفحصها للشركة المزودة للتيار الكهربائي. • جمع البيانات حول: • العِدَد والأدوات اليدوية المستخدمة في تنفيذ المهمة. • أنواع اللّوحات الكهربائية ومقرراتها، والقواطع ومواصفاتها. • مكونات لوحات التوزيع الكهربائية. • أنواع القواطع الآلية ومقرراتها الأمبيرية. • أسس تركيب اللّوحات الكهربائية. • الأعطال الكهربائية للّوحات، وكيفية فحصها. • أجهزة فحص التركيبات الكهربائية، وكيفية فحصها، وصيانتها.	• الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار). • العصف الذهني. • البحث العلمي.	• طلب صاحب الشقة الكتابي (وصف المهمة، وكتاب رسمي). • كتالوجات لوحات التوزيع الكهربائية، ومواصفاتها، ومفاتيحها. • كتالوجات القواطع الآلية المستخدمة، ومواصفاتها، ومقرراتها الأمبيرية. • كود الألوان المستخدم في ترميز الأسلاك. • الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكّمة. • قرطاسية.

أخطّط، وأقرّر	• تصنيف البيانات التي جُمِعَت حول: • لوحات التوزيع الكهربائية أحادية الطور وثلاثية الطور، وسَعتها. • القواطع الآلية أحادية الطور وثلاثية الطور، ومقرراتها الأمبيرية. • المخطّط الكهربائي اللازم لإجراء أعمال تركيب مكوّنات اللّوحات الكهربائية، وكيفية تثبيتها. • اختيار مكان البدء بالفحص. • اختيار نوعية أجهزة الفحص المطلوبة، ومواصفاتها. • تحديد الأدوات والعِدَد والأجهزة اللازمة. • إعداد خطة لتنفيذ العمل تتضمّن الوقت المقدَّر لتنفيذه.	• العصف الذهني. • الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار).	• نماذج جمع البيانات. • نموذج جدولة وقت تنفيذ المهام (الخطّة). • طلب صاحب الشقة. • قرطاسية. • شبكة الإنترنت.
أنفّذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة، والانتباه إلى: • استخدام تجهيزات قصّ الأسلاك الكهربائية، وتعريتها. • استخدام الأدوات والعِدَد المناسبة؛ لسحب لفحص الأسلاك الكهربائية. • استخدام الأدوات والعِدَد والأجهزة المناسبة؛ لفحص القواطع الآلية الكهربائية. • فحص قيمة جهد المصدر (1 فاز/ 3 فاز)، ومطابقته للمواصفات المتّبعة محلياً. • عدم تشغيل الدارة الكهربائية قبل التأكّد من سلامة التوصيلات. • التأكّد من صحة توصيل الأسلاك الكهربائية المناسبة. • فحص صحة عمل جميع القواطع الآلية المستخدمة بناء على طبيعة الحمل المتصل معها، ووَفق المخطّطات الكهربائية المرفقة.	• العمل التعاوني. • العصف الذهني بين المجموعات. • زيارة الشقة السكنية.	• المخطّط التنفيذي. • الأسلاك الكهربائية المناسبة. • مفكّات متنوعة. • العِدَد الخاصة بتعرية الأسلاك، وقصها، وتثبيتها. • مواد التثبيت (براغٍ أو مسامير). • قرطاسية. • وسيلة نقل مناسبة.

التحقق من	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • التأكّد من قيمة الجهدين الداخل والخارج لكلّ قاطع آلي، ومطابقته مع القيم الصحيحة. • التأكّد من صحة تثبيت الأسلاك المتصلة مع كلّ قاطع آلي، ومطابقته مع المخطّطات الكهربائية المرفقة. • التأكّد من صحة عمل جميع القواطع الآلية المستخدمة بناءً على طبيعة الحمل المتصل معها، ووَفق المخطّطات الكهربائية المرفقة. • التأكّد من توصيل الأسلاك الكهربائية المناسبة لطبيعة الأحمال. • تشغيل اللّوحة الكهربائية، والتأكّد من صحة عملها. • الوثائق والنماذج التي عُبِّئت خلال أداء المهمة. • إنجاز العمل في الوقت المحدّد، ووَفق طلب صاحب الشقة. • إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	• العصف الذهني بين المجموعات. • الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار).	• طلب صاحب الشقة. • الوثائق والتقارير. • المخطّطات الكهربائية لتوصيل اللّوحة. • المواصفات الفنية. • القرطاسية. • نموذج التدقيق الخاصّ بالتحقّق من العمل.
أوثّق، وأعرض	• توثيق نتائج جمع البيانات حول: • لوحات التوزيع الكهربائية المستخدمة. • القواطع الآلية المستخدمة. • مفتاح التسرب الأرضي، ونوعه ومواصفاته، ومقرراته. • إنشاء ملفّ خاصّ لهذه الحالة. • تجهيز تقرير فنّي لصاحب الشقة. • إعداد تقرير كامل بالعمل.	• الحوار والمناقشة. • عرض النتائج باستخدام برنامج بوربوينت، أو أيّ برنامج مناسب بمنهجية لعب الأدوار.	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض (LCD). • نموذج تقدير التكاليف. • مخطّط الدارة الكهربائية المطلوبة. • قرطاسية.

أقوم بـ	• تقييم عملية تركيب لوحة التوزيع الكهربائية، وتثبيتها، ومواصفات قطعها. • المقارنة بين عمل المجموعات المختلفة. • المقارنة بين صحة عمل اللّوحة الكهربائية قبل اكتشاف الأعطال، وبعده، أو الخطأ في التوصيل وإصلاحه. • مدى ملاءمة مواصفات لوحة التوزيع الكهربائية لشروط الشركة المزودة للتيار الكهربائي ومواصفاتها قبل تعبئة نموذج طلب الاشتراك. • تعبئة نموذج التقييم. • إرضاء صاحب الشقة.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني. • النقاش مع الزبون.	• طلب صاحب الشقة. • المواصفات، والكتالوجات. • نموذج طلب اشتراك كهرباء (١ فاز/ ٣ فاز). • مخطّط التوصيلات الكهربائية. • نموذج العمل الخاص بالتقييم. • قرطاسية.

الأسئلة:

1- ما أهمّ الفحوصات التي يجب أن يجريَها كهربائي التمديدات الكهربائية قبل عملية تسليم الأعمال الكهربائية للزبون؟

2- ما أهمّ الاحتياطات اللازم أخذها بعين الاعتبار عند إجراء عملية فحص التمديدات الكهربائية عموماً؟

3- كيف يتمّ التأكّد من قيمة مقاومة الأرضي اللازم توفّرها قبل إجراء عملية فحص قيمة مقاومة الأرضي؟

4- ما هو المقصود بفحص العزل للتمديدات الكهربائية؟ كيف يتم هذا الفحص؟

5- ما هو المقصود بفحص القطبية لتمديدات الأباريز في اعمال التمديدات الكهربائية المنزلية؟ وكيف يتم؟

6- أذكر ثلاثة من أجهزة الفحص المستخدمة في التمديدات الكهربائية عموماً؟

أتعلّم:

قواعد واحتياطات السلامة المهنية المتعلقة باستخدام أجهزة الفحص.

تُستخدَم أجهزة القياس في فحص العناصر الكهربائية والإلكترونية؛ للتأكد من صلاحِيَتِها، ولتحديد الأعطال في الدوائر الكهربائية والتمديدات الصناعية، كما تُستخدَم لقياس القيم الكهربائية بأنواعها المختلفة؛ من فولطية، وتيار، ومقاومة، وقدرة، وتردّد، وغيرها.

ويوجَد في الوقت الحاضر عدد كبير من الكميات المقاسة، يقابلها عدد كبير من الأجهزة المختلفة التي تتباين من حيث الدقة في القراءة، وسهولة الاستخدام والتشغيل، وتعدّد الاستعمالات، ويجب على مستخدم جهاز القياس أن يكون مُلِمّاً بخصائصه، وكيفية تشغيله، واستخدامه، والظروف المثالية لعمله، كذلك عليه اختيار الجهاز الأنسب للقياس المطلوب.

ويجب عند استخدام أجهزة القياس مراعاة الأمور الآتية:

1. التعامل مع الأجهزة بحذر، وعدم تعريضها للصدمات.
2. اختيار الجهاز الأنسب لكلّ نوع من أنواع القياس.
3. تثبيت الأجهزة التي تكون أجزاؤها المتحركة معلّقة؛ حتى لا تتأثّر بالاهتزاز.
4. وضع مؤشر جهاز القياس عند نقطة الصفر عند إجراء عملية القياس.
5. استخدام مدى القياس الأقرب إلى القيمة المطلوب قياسها.
6. استخدام الأجهزة بعيداً عن المجالات الكهربائية والمغناطيسية.

يجب أن تشمل الاختبارات الكهربائية ما قبل الترخيص، إضافة إلى اختبارات الفحص العيني للتركيبات الكهربائية في المباني ما يأتي:

1. اختبارات العزل لجميع موصلات الكوابل والتمديدات للتركيبات الثابتة، وتتمّ بين الأطوار فيما بينها، وبين الأطوار والأرض.
2. اختبارات الاستمرارية والموصلية للموصلات الوقائية والمتساوية الجهد والربط الأرضي.
3. اختبارات مقاومة أقطاب التأريض بالنسبة للتأريض البعيد.
4. التحقّق من عدد المقابس (الأباريز) المسموح به لكلّ دائرة، والتحقّق من مِساحة مقطع جميع الموصلات، وملاءمتها للسيطرة على مستويات دائرة القصر، مع الأخذ بالاعتبار الأجهزة الوقائية المرتبطة، والمواد، وظروف التركيبات لهذه الموصلات (في الهواء، وداخل مواسير، ومدفونة في الارض، ...).

أولاً- فحص مقاومة العزل:

1- قيم مقاومة العزل القياسية لدارات التمديدات الكهربائية:

يُستخدَم هذا الجهاز لقياس مقاومة العزل الكهربائية التي يجب أن تكون عالية جداً؛ لذلك لا بدّ من فحص عازلية الأسلاك الكهربائية بين الحين والآخر؛ للتأكد من سلامتها، إلّا أنّ عازلية هذه الأسلاك يمكن أن تنخفض تدريجياً لأحد الأسباب الآتية:

- أ- تعرّضها للإجهادات الميكانيكية، مثل الصدمات.
- ب- تعرّضها لتأثيرات العوامل الجوية، مثل (الحرارة، أو الرطوبة بالأخصّ).
- جـ- تعرّضها لجهود كهربائية أعلى من الجهد الذي صُنِعَت له.
- د- تعرّضها لأخطاء في التوصيل، أو في الاستخدام.

وبعد الانتهاء من التركيبات الكهربائية في المباني، وقبل التشغيل، يجب قياس مقاومة عزل الأسلاك المستخدمة في التركيبات؛ للتأكد من:

1. عدم إصابة العازل بأيّ أضرار في أثناء عملية تمديد الأسلاك في المجاري الخاصة بها.
2. صحة الوصلات التي استُخدِمت في ربط الدوائر الفرعية بالدوائر العمومية، ومن صحة تنفيذ نهايات الأسلاك، وربطها بالمخارج بمختلف أنواعها.
3. خلوّ الدائرة من أعطال القصر بين الموصلات المستخدمة في التمديدات الكهربائية.

ولهذا الغرض يُستخدَم جهاز قياس مقاومة العزل.

وتكون قيمة مقاومة العازلية الكهربائية المراد قياسها بالميجا أوم، علماً أنّ مقاومة العزل للتمديدات ليست متساوية، بل تتأثّر بالرطوبة، إضافة إلى تقادم عمر التمديدات، ولا يمكن قياس مثل هذه القيم بجهاز قياس المقاومة العادي (الأوم ميتر)، ولهذا السبب يُستخدَم جهاز فحص العازلية، كما في الشكل (1) الآتي:



الشكل (1): جهاز فحص العازلية (مقاومة العزل)

2- قيمة جهد فحص العازلية القياسية:

يتطلّب قياس العازلية توليد فولتية عالية (قد تصل إلى 2500 فولت أو أكثر)، ويولّد الجهاز هذه الفولتية ذاتياً

بوساطة بطاريات داخلية للجهاز، وكلّما زادت مقاومة العازلية كانت الحاجة إلى توليد فولتية أعلى؛ لتحقيق درجة مقبولة من الدقة في عملية القياس.

جهد الفحص (250):(DC، أو 500، أو 1000 فولت)؛ حيث إنّ جهد الاختبار المستخدم للتمديدات المنزلية 500 فولت.

يعمل الجهاز على مبدأ قياس التيار والجهد، وحساب المقاومة عن طريق دوائر إلكترونية داخلية (قانون أوم)، كما في العلاقة الآتية:

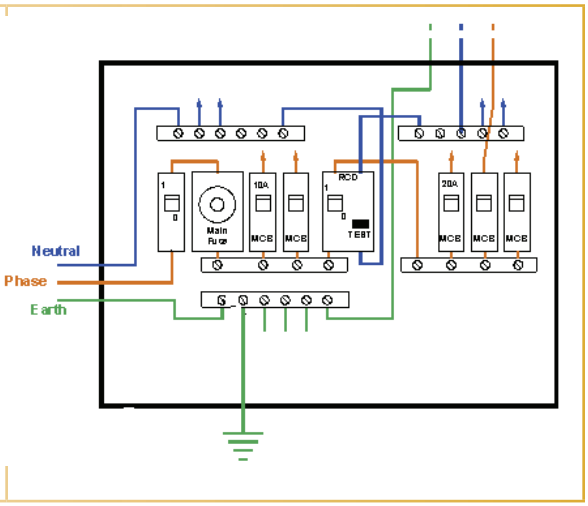
مقاومة العزل بوَحدة ($M\Omega$) = جهد الفحص بالفولت / تيار التسريب بالميكرو أمبير

3- إجراءات ما قبل القياس:

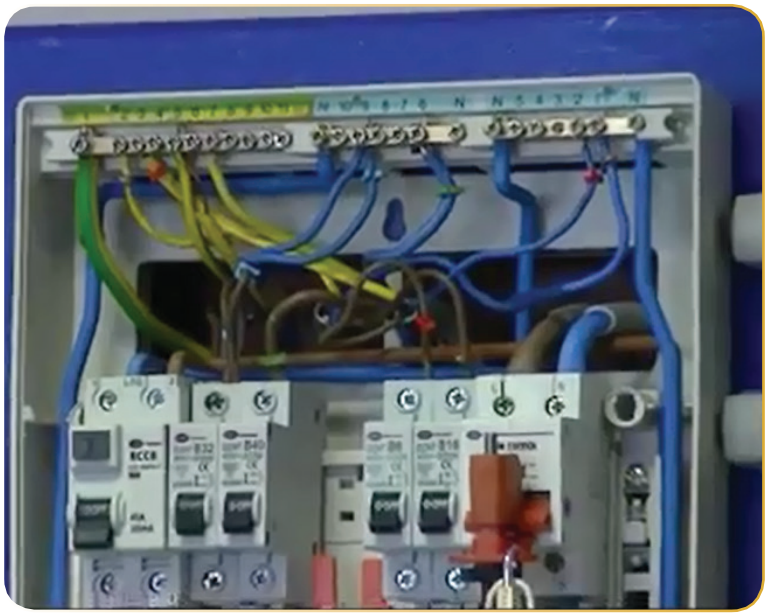
يجب اتخاذ الاحتياطات الآتية عند استخدام جهاز فحص العازلية:

1. فصل مصدر التغذية عن المنشأة المراد فحصها.
2. يجب فكّ جميع اللّمبات.
3. يجب أن تكون جميع مفاتيح الإنارة على وضع التشغيل (ON) ما أمكن.
4. وضع قاطع التسرب الأرضي (RCD) على وضعية الإيقاف؛ منعاً لتلفه في أثناء إجراء الفحص، كما في الشكل (2).
5. فصل جميع الأجهزة الكهربائية والإلكترونية مثل الأجراس، وكواشف الدخان والحركة، والمؤقّتات ما أمكن، أو أن تُستثنى من فحص العزل عن طريق وصل أطراف التغذية لها؛ حتى لا تتعرّض لجهد الاختبار، وحتى تكون المقاومة الوحيدة الموجودة بين خطّ الفاز (L) وخطّ التعادل (N) وخطّ الأرضي الوقائي مقاومة عزل الأسلاك.
6. فصل خطّ الفاز عن النيوترال الرئيس عن اللّوحة؛ لأنّ خطّ النيوترال الرئيس للمصدر موصول مع الأرض.
7. عدم لمس أطراف الأسلاك غير المعزولة في أثناء عملية الفحص؛ بسبب الفولتية العالية المتولّدة.
8. بالنسبة للأجهزة، يجب فصل الجهاز المراد فحصه عن مصدر التغذية إذا كان يراد قياس عازليته (سخّان كهربائي مثلاً).
9. تفريغ المُواسعات الموجودة في الأجهزة المراد فحص عازليتها قبل عملية الفحص وبعدها؛ وذلك بوصل مقاومة بين طرفَي المُواسع.
10. الانتظار 30 ثانية تقريباً قبل أخذ القراءة؛ حتى يستقرّ المؤشر إذا كان الجهاز من النوع القديم ذي المؤشّر.





الشكل (2): مخطّط توصيل لوحة توزيع مع شكل لوحة التجميع (1) فاز

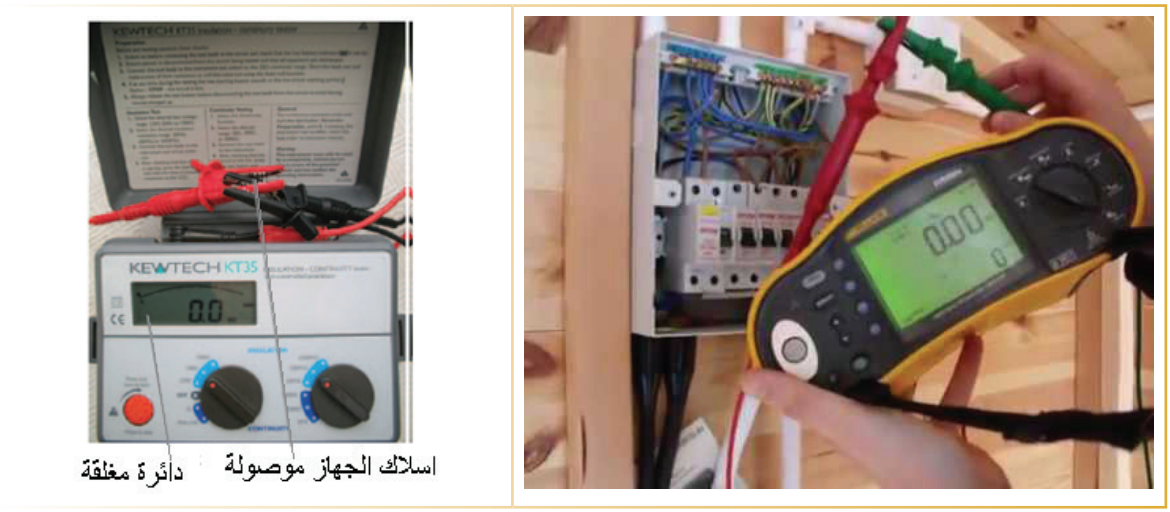


الشكل (3): لوحة توزيع (1) فاز تحت الفحص

4- طريقة استخدام جهاز فحص مقاومة العزل (ضبط الجهاز؛ للتأكّد من صلاحِيَتِه):

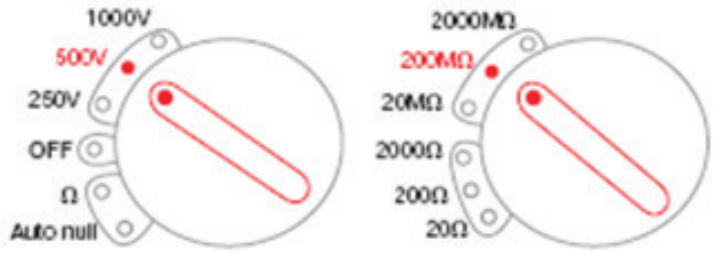
أمّا فيما يتعلّق بجهاز قياس العزل فيجب القيام بما يأتي قبل البدء بعملية الفحص:

1. التأكّد من عدم ظهور إشارة ضعف مستوى البطارية (BATTERY LOW).
2. التأكّد من خلوّ الجهاز وموصلات جهاز الفحص من أيّ تلف.
3. فحص استمرارية موصلات جهاز الفحص من خلال وضع الجهاز على خيار (فحص الاستمرارية) من خلال عمل قصر على أطراف موصلات الفحص، حيث يجب أن يعطي الجهاز (صفر) أوم؛ أي قيمة أعلى تعني أنّ هناك خللاً في موصلات الفحص، كما في الشكل (4) الآتي:



الشكل (4): التأكّد من سلامة أسلاك الفحص (تعطي صفر أوم)

4 اختيار جهد الفحص (250، 500، أو 1000 فولت)، حيث إنّ جهد الاختبار المستخدم للتمديدات المنزلية 500 فولت، كما يوضّحه الشكل (5) الآتي:



الشكل (5): ضبط جهاز فحص العزل (قيمة مقاومة العزل، وقيمة جهد الفحص)

5 عدم إدارة قرص الجهاز في أثناء عملية الفحص؛ لأنّ ذلك قد يسبّب تلف الجهاز.

6 اختيار مدى العزل المطلوب: (20 MΩ, 200MΩ, 2000MΩ) من خلال إدارة القرص. ويُفضَّل البدء بالقيم العالية، ثمّ الانتقال إلى القيم الأقلّ، كما في الشكل (5) أعلاه.

7 بعد ذلك توصَل موصلات جهاز الفحص مع الدائرة المراد عمل الفحص لها.

8 إذا أعطى الجهاز صوت زامور خطراً يجب فصل الأطراف، والتأكّد من أنّ المصدر مفصول.

9 وإذا ضُغِطَ على كبسة الفحص قد يؤدي ذلك إلى تلف الجهاز.

10 إذا لم يُظهر الجهاز أيّ صوت فيمكن عندها البدء بعملية الفحص من خلال الضغط على كبسة التشغيل (START).

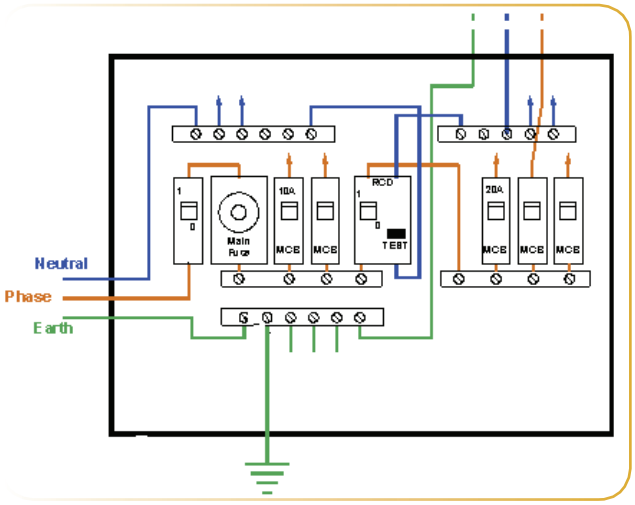
11 يجب أن تكون قيمة القراءة المقبولة أكبر من (1MΩ)، حيث تعتمد هذه القيمة على جهد الاختبار وجهد التشغيل المقرّر للأسلاك والأجهزة.

12 عند الانتهاء، يجب الانتظار قليلاً قبل فصل موصلات جهاز الفحص عن الدائرة؛ من أجل تفريغ الشحنات من الأسلاك المفحوصة؛ كي لا تشكّل خطراً على الأشخاص والممتلكات.

5- إجراءات فحوصات مقاومة العازلية للتركيبات الكهربائية:

أ- فحص التمديدات الكهربائية المنزلية:

يُستخدَم هذا الفحص؛ للتأكّد من أنّ جميع الخطوط الرئيسة الثلاثة (خطّ الطور، والخطّ المتعادل، وخطّ الارث) مفصولة تماماً بعضها عن بعض، ومن هنا جاءت تسمية هذا الفحص فحص العازلية بين أسلاك التمديدات الكهربائية التي من المتوجب أن تكون غير متصلة فيما بينها. وتجرى عادة ثلاثة قياسات للعازلية، وتكون هذه الفحوصات لتمديدات الإنارة، وتمديدات الأباريز، كلّ على حدة، كما في الشكل (6) المجاور:



الشكل (6): مخطّط لوحة توزيع كهربائية

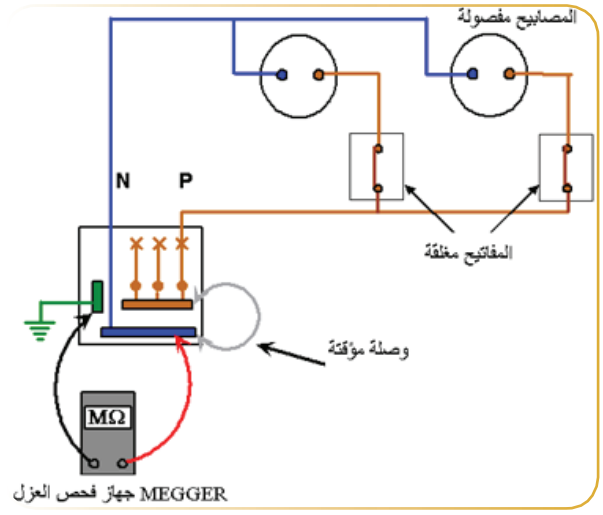
1 فحص مقاومة العزل بين الفاز (L)، والنيوترال (N).

2 فحص مقاومة العزل بين الفاز (L)، والإرث (E).

3 فحص مقاومة العزل بين النيوترال (N)، والإرث (E).

وتتمّ العملية بالخطوات العملية الآتية:

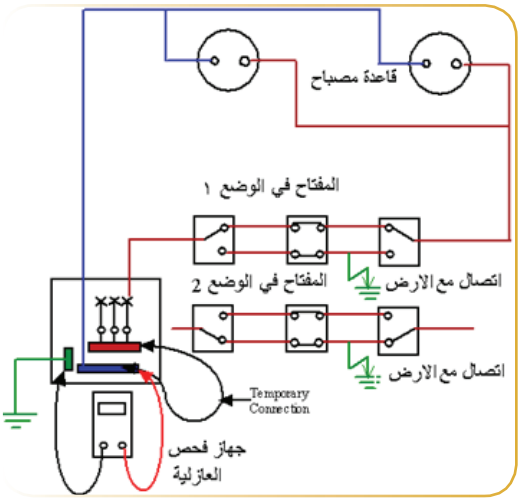
1 قياس مقاومة العزل بين خطّ النيوترال (N) مع خطّ الإرث (E)، كما في الشكل (7) المجاور:



الشكل (7): قياس مقاومة العزل بين النيوترال (N) مع الإرث (E).

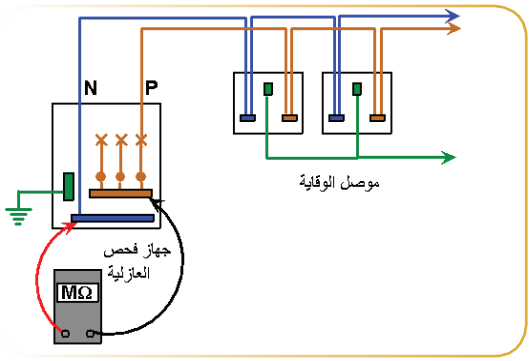
ملحوظة:

في دوائر الإنارة من عدّة أماكن يجب الانتباه إلى مفاتيح الدرج؛ إذ يجب عمل فحص العزل في الوضع (1) للمفتاح، ثمّ في الوضع (2)؛ للتأكّد من خلوّ الوصلات الواصلة بين المفتاحين من الأعطال، كما في الشكل (8) الآتي:



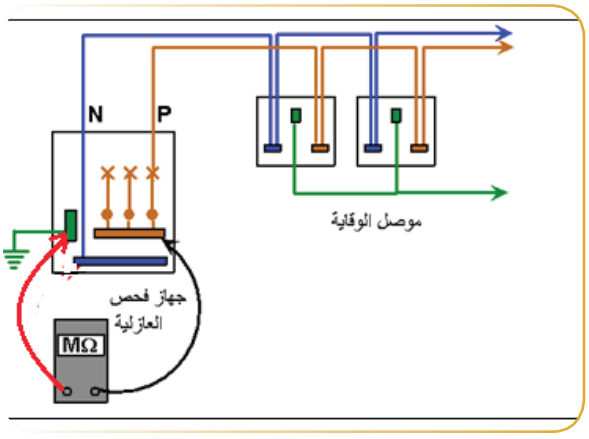
الشكل (8): قياس مقاومة العزل لدائرة إنارة مصباح من مكانين

2 قياس مقاومة العزل بين الفازات (L)، وخطّ النيوترال (N)، كما في الشكل (9) الآتي:



الشكل (9): قياس مقاومة العزل بين الفاز (L) وخطّ النيوترال (N)

3 قياس مقاومة العزل بين الفازات (L)، مع خطّ الإرث (E)، كما في الشكل (10) الآتي:



الشكل (10): قياس مقاومة العزل بين الفاز (L) وخطّ الإرث (E)

وتتمّ هذه الفحوصات في اللّوحة الكهربائية؛ حيث يوصَل أولا أحد قطبَي الميجر مع جسر الأرضي الرئيس، والقطب الآخر مع جسر النيوترال، ثمّ تؤخذ القراءة، ثمّ مع كلّ فاز من الفازات الرئيسة المغذية، ويجب إجراء هذا الفحص وجميع مفاتيح الإنارة موصولة، وكذلك المفاتيح النصف أوتوماتيكية في اللّوحة، ويجب ألّا تقلّ قيمة هذه المقاومة عن 1 ميجا أوم.

وفي المنشآت الكبيرة، ونظراً لطول الأسلاك التي تُمَدَّد؛ فقد تقلّ قيمة هذه العازلية، غير أنّها يجب ألّا تقلّ عن (2/1) ميجا أوم، وعند الفحص تُقسَّم المنشأة الكهربائية إلى مناطق (لوحات)، بحيث لا يزيد عدد النقاط (إنارة، وأباريز) عن (50)، وتُفحَص كلّ لوحة على حدة، ويجب ألّا تقلّ قيمة قراءة فحص العازلية عن 2/1 ميجا أوم، أو وَفق الكود المعتمد لدى الجهات المحلية المختصة، والجدول (1) أدناه يبيّن الحدّ الأدنى لمقاومة العزل:

الجدول (1): الحدّ الأدنى لمقاومة العزل وَفق الجهد المقنن (Un)

الجهد المقنّن للدائرة	جهد الاختبار	أدنى قيمة لمقاومة العزل (ميجا أوم)
Un >500 < 1000	Vdc = 1000	1
Un>0<500	Vdc = 500	0.5
Un>0<50	Vdc = 250	0.25

وفي بعض الأحيان يصعب فصل جميع الأحمال لتنفيذ هذا الاختبار، خاصة إذا كان المبنى كبيراً والأحمالَ مركّبة بالفعل؛ لذا يمكن تنفيذ هذا الاختبار بوجود الأحمال مع القبول بقيمة أقلّ من قيمة العزل المقيسة.

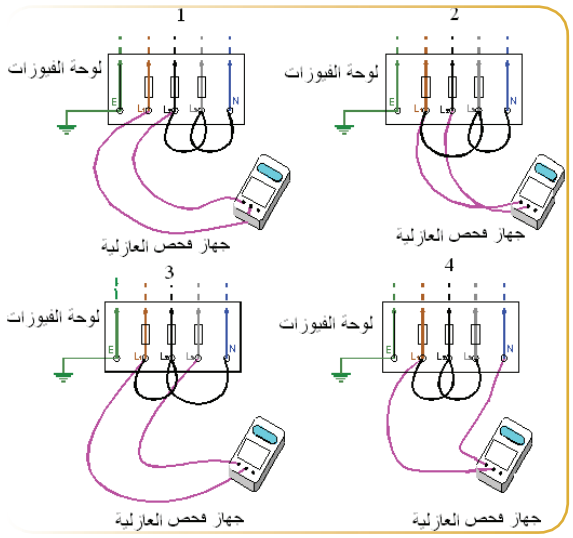


الشكل (11): فحص العزل بين الفاز للدائرة الأولى (النصف أوتوماتيكية الأولى)، وخطّا الإرث أو النيوترال

قياس مقاومة العزل بين الفازات (نظام 3 فاز):

يمكن إجراء الفحص كما في الحالة السابقة بين الفازات؛ بوضع أطراف موصلات الجهاز مع الفازات المراد

فحصها، كما في الشكل (12) الآتي:



الشكل (12): قياس مقاومة العزل بين الفازات

وتُقاس مقاومة العزل الكلية بين موصل الوقاية، وكلّ من الأطوار الثلاثة معاً، ويجب ألّا تقلّ قيمة مقاومة العزل عن ($2M\Omega$)، وكذلك قياس مقاومة العزل بين موصلات الأطوار الثلاثة فيما بينها بطريقة تبادلية، وبينها وبين موصل الوقاية، التي يجب أن تتعدّى قيمتها ($0.5M\Omega$)، كما في الجدول (2) الآتي:

الجدول (2): قياس مقاومة العزل بين الموصلات في النظام ثلاثي الطور

نوع القياس	الموصلات المراد قياس مقاومة العزل بينها					
بين الأطوار الثلاثة	L1- N	L2- N	L3-N	L1-L2	L1-L3	L2-L3
بين الأطوار الثلاثة، وخطّ النيوترال، وموصل الوقاية	L1-E	L2-E	L3-E	N-E	------	---------

6- تشخيص أعطال فقدان العزل:

إذا كانت قيمة قراءة (الميجر) أقلّ ممّا هو مطلوب، يجب العمل على كشف مكان الخلل، وإصلاحه، ويتمّ ذلك على خطوات، هي:

1. تعيين الدوائر أو الدائرة التي فيها الخلل؛ عن طريق فحص كلّ دائرة على حدة، وذلك كما يأتي:
   - أ- فصل جميع فازات الدوائر عن طريق المفاتيح النصف أوتوماتيكية.
   - ب- فكّ جميع خطوط النيوترال.
   - جـ- قياس عازلية كلّ دائرة على حدة، وذلك كما يأتي:

- وصل أحد طرفَي الميجر مع جسر الأرضي.
- وصل الطرف الآخر مع نيوترال كلّ دائرة وفازها.
- يجب أن يتمّ هذا الفحص وجميع مفاتيح الإنارة موصولة؛ حتى تُعَيَّن جميع الدوائر التي يمكن أن يكون فيها خطأ، وهي الدوائر التي تكون قراءة الميجر فيها متدنية أقلّ من 2ميجا أوم.

2) إذا ما عُيِّنَت الدوائر التي فيها أخطاء يُلاحَق الخطأ في الدائرة نفسها؛ لحصره، عن طريق فصل أجزاء من هذه الدائرة عن الدائرة، وإعادة الفحص، ولتسهيل عملية الفحص تُفصَل الأجزاء البعيدة عن الدائرة أولاً، ثمّ يُعاد الفحص من اللّوحة، فإذا كان الفحص سليماً يكون الخطأ في الجزء المفصول، وإذا بقي الخطأ يكون الجزء المفصول سليماً، وهكذا نستمر في فصل أجزاء أخرى، وإعادة الفحص؛ حتى يُكشَف الخطأ، ويتمّ إصلاحه.

ثانياً- فحص مقاومة الأرضي:

فحص مقاومة التأريض جهة المستهلك:

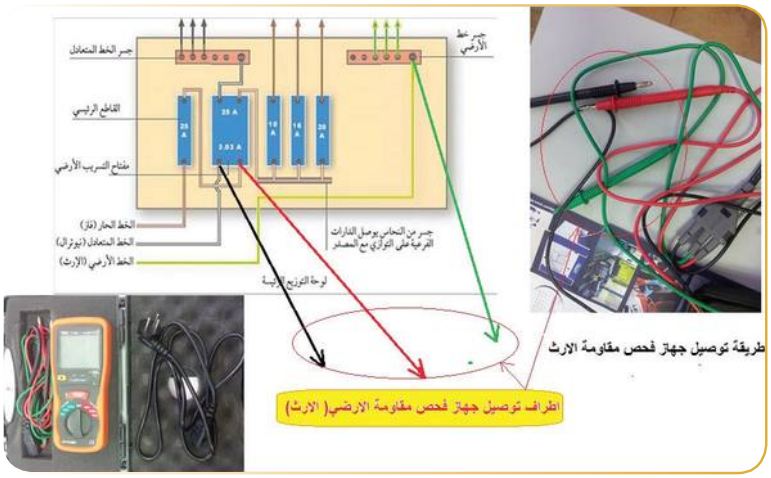
يُستخدَم لهذا الغرض جهاز قياس مقاومة الأرضي، المبيّن في الشكل (١٣)، ويتوفّر مع الجهاز نوعان من أسلاك القياس؛ بحيث يمكن قياس مقاومة الأرضي بطريقتين، هما:

1) **الطريقة الاولى:** تستخدم الكابل الأسود؛ بحيث يمكن توصيلها بطرف أيّ من الأباريز الداخلية مباشرة، وبالتالي (مع توفّر الجهد في الإبريز) تشغيل الجهاز، والضغط على كبسة الفحص (TEST)، وقراءة قيمة مقاومة الأرضي، إلّا أنّه عند استخدام هذه الطريقة، فإنّ جهاز الإرث ليكيج سيُفصَل؛ ما يؤدّي إلى فصل التيار الكهربائي كلياً عن المبنى في أثناء الفحص، وهو الأمر غير المحبّذ بهذه الطريقة.



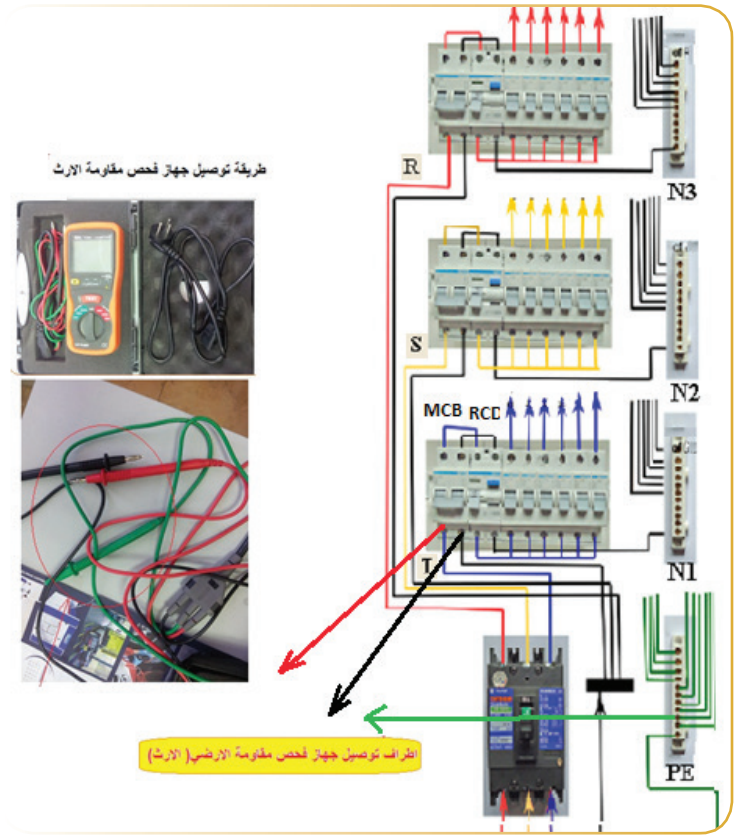
الشكل (13): جهاز قياس مقاومة الأرضي (الإرث)

٢ **الطريقة الثانية:** تستخدم الأسلاك المفردة ذات الألوان (الأحمر، والأخضر، والأسود)، المبيّنة في الشكل (13) أعلاه، وتُفحَص داخل لوحة التوزيع الرئيسة في المبنى، وهي بالتالي تُمكّن من إجراء الفحص دون فصل التيار الكهربائي عنه؛ إذ إنّها تتمّ بتوصيل السلك ذي اللّون الأحمر بخطّ الفاز، والسلك ذي اللّون الأسود بخطّ النيوترال، والسلك الأخضر يوصَل بخطّ الإرث، ومن الضروري أن توصَل الأسلاك قبل قاطع التسرب الأرضي (الإرث ليكيج)، وليس بعده؛ (أي قبل دخول التيار إلى المبنى)، والشكل (14) الآتي يبيّن طريقة توصيل الجهاز لفحص مقاومة الأرضي لمبنى سكني:



الشكل (14): طريقة قياس مقاومة الأرضي لمبنى سكني داخل لوحة التوزيع وقبل الإرث ليكيج

أمّا الشكل (15) الآتي فيبيّن طريقة قياس قيمة مقاومة الأرضي في نظام ثلاثي الطور داخل لوحة التوزيع باستخدام الطريقة الثانية:



الشكل (15): طريقة قياس مقاومة الأرضي في نظام ثلاثي الطور باستخدام الطريقة الثانية



أسئلة الوَحدة

السؤال الأول: أضع دائرة حول الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1- ممَّ يتكوّن مفتاح الدرج؟

أ- من قطبين. ب- من ثلاثة أقطاب.

جـ- من أربعة أقطاب. د- من قطب واحد.

2- كيف يُستخدَم مفتاح الصليب لإنارة مصباح أو عدة مصابيح؟

أ- من مكان واحد. ب- من مكانين.

جـ- من ثلاثة أماكن او اكثر. د- لا يمكن استخدامه الا من ثلاثة اماكن فقط .

3- أين يوصَل مفتاح الصليب في عملية إنارة المصابيح من ثلاثة أماكن؟

أ- بين مفتاح مفرد ومفتاح درج. ب- بين مفتاحين مفردين.

جـ- بين مفتاح مفرد ومفتاحي درج . د- بين مفتاحَي الدرج.

4- ما عدد الأسلاك الواصلة لمفتاح الأباجور؟

أ- سلكان. ب- ثلاثة أسلاك. جـ- أربعة أسلاك. د- خمسة أسلاك.

5- كيف توصَل جميع مخارج القدرة، والهاتف، والتلفاز؟

أ- على التوالي. ب- بموصلات ذات مِساحة مقطع صغير.

جـ- على التوازي. د- على التوازي وعلى التوالي معا.

6- كيف توصَل جميع مخارج القدرة ؟

أ- على التوالي. ب- بموصلات ذات مِساحة مقطع صغير.

جـ- على التوازي. د- على التوازي وعلى التوالي معا.

7- ما عدد الاسلاك الواصلة الى نقاط توصيل المؤقت الزمني:

أ- سلكين. ب- ثلاثة اسلاك.

جـ- اربعة اسلاك. د- خمسة اسلاك.

8- كيف يتم توصيل ضواغط اضافية لانارة درج عمارة بواسطة مرحل الخطوة ؟

أ- على التوالي مع اي ضاغط اخر.

ب- على التوازي مع اي ضاغط اخر.

جـ- بتوصيل احد طرفي الضاغط مع طرف ملف المرحل والطرف الاخر للضاغط مع طرف الملامس .

د- بتوصيلها مباشرة مع طرفي ملامس المرحل المفتوح .

9- كيف نحدد عادة سعة لوحة التوزيع الكهربائية النهائية من القواطع لمنزل سكني ؟

أ- سعتها مساوية لعدد دارات الانارة ودارات الاباريز بالمنزل.

ب- سعتها مساوية للوحة تتسع ل (12) قاطع دائما .

جـ- سعتها مساوية لعدد دارات الانارة وعدد دارات الاباريز بالاضافة لقاطع التسرب الارضي مع اضافة قاطعين اضافيين احتياط على الاقل .

د- سعتها مساوية لعدد دارات الانارة وعدد دارات الاباريز معا بالاضافة لقاطع التسرب الارضي فقط .

10- على ماذا يجب ان تحتوي لوحة توزيع كهربائية منزلية نهائية(هيكل بلاستيكي) جديدة عند الشراء؟

أ- غطاء متحرك شفاف لجسم اللوحة وبراغي تثبيت واسافين.

ب- غطاء متحرك شفاف لجسم اللوحة وبراغي تثبيت واسافين وجسر اوميجا فقط .

جـ- غطاء متحرك شفاف لجسم اللوحة وبراغي تثبيت واسافين وجسر اوميجا وجسر نحاسي لتوصيل الخط المتعادل واخر للارث.

د- غطاء متحرك شفاف لجسم اللوحة وبراغي تثبيت واسافين وجسر اوميجا وجسر نحاسي لتوصيل نقاط الخط المتعادل وجسر اخر لتوصيل نقاط خط الارث وبعدد كافي من نقاط التوصيل مع براغي لكل من الجسرين.

11- ما انواع لوحات التوزيع الكهربائية من حيث الاستخدام ؟

أ- لوحة توزيع كهربائية رئيسية.

ب- لوحة توزيع كهربائية رئيسية واخرى فرعية.

جـ- لوحة توزيع كهربائية رئيسية وفرعية ونهائية.

د- لوحة توزيع كهربائية رئيسية وفرعية ونهائية ولوحة عداد طاقة.

12- أين يجب أن يثبت كلّ من مرحّل الخطوة، والمؤقّت الزمني؟

أ- داخل لوحة التوزيع، وبألوان متشابهة لديركت الضاغط، وديركت المصباح.

ب- بموصلات ذات مِساحة مقطع (4) ملم^2.

جـ- عند قياس قيمة الجهد والتيار في لوحات التحكم الكهربائية.

د- داخل لوحة التوزيع، وبألوان مختلفة لكلّ من ديركت الضاغط، وديركت المصباح.

13- ما الاحتمالات غير الصحيحة للعطل عند الضغط على ضاغط مرحّل الخطوة، مع عدم إضاءة المصباح؟

أ- تلف ملف مرحّل الخطوة. ب- تلف مُلامِس الخطوة المغلق.

جـ- تلف مُلامِس الخطوة المفتوح. د- تلف الضاغط.

14- لماذا يجب الضغط على ضاغط مرحّل الخطوة مرتين عند الحاجة؟

أ- لإعادة وضع المصباح إلى وضعه الأصلي. ب- لفحص صلاحِيَة المرحّل.

جـ- لفكّ مرحّل الخطوة؛ لاستبداله. د- لإطفاء المرحّل.

15- ماذا أحتاج لإنارة مصباح مفرد بوساطة مؤقّت زمني؟

أ- لمفتاح مفرد. ب- لمفتاح مزدوج. جـ- لضاغط واحد على الأقل. د- لضاغطين.

السؤال الثاني:

1- أوضّح المقصّود بكلّ ممّا يأتي:

أ- فحص مقاومة العزل للتمديدات الكهربائية.

ب- فحص قيمة مقاومة الأرضي.

جـ- فحص قطبية لمخارج القدرة في التمديدات الكهربائية.

د- فحص استمرارية التوصيل لأسلاك التمديدات الكهربائية المنزلية؟

2- ما أهمّ مواصفات محرك الأباجور المستخدم في التمديدات الكهربائية المنزلية؟

السؤال الثالث: أرسم المخطّط الخاصّ بالدوائر الكهربائية الآتية:

1- مخطّط مسار التيار لدائرة إنارة مصباح كهربائي باستخدام مفتاح مفرد.

2- المخطّط التنفيذي لدائرة توصيل مفتاحَي درج.

3- المخطّط الرمزي لدارة إنارة مصباح كهربائي أو أكثر من ثلاثة أماكن.

4- مخطّط توصيل مرحّل الخطوة؛ لإنارة عمارة سكنية مكوّنة من أربعة طوابق.

5- مخطّط توصيل محرك أباجور؛ لإغلاق نافذه، وفتحها.

السؤال الرابع:

1- ما أنواع اللّوحات الكهربائية من حيث طبيعة الاستخدام؟

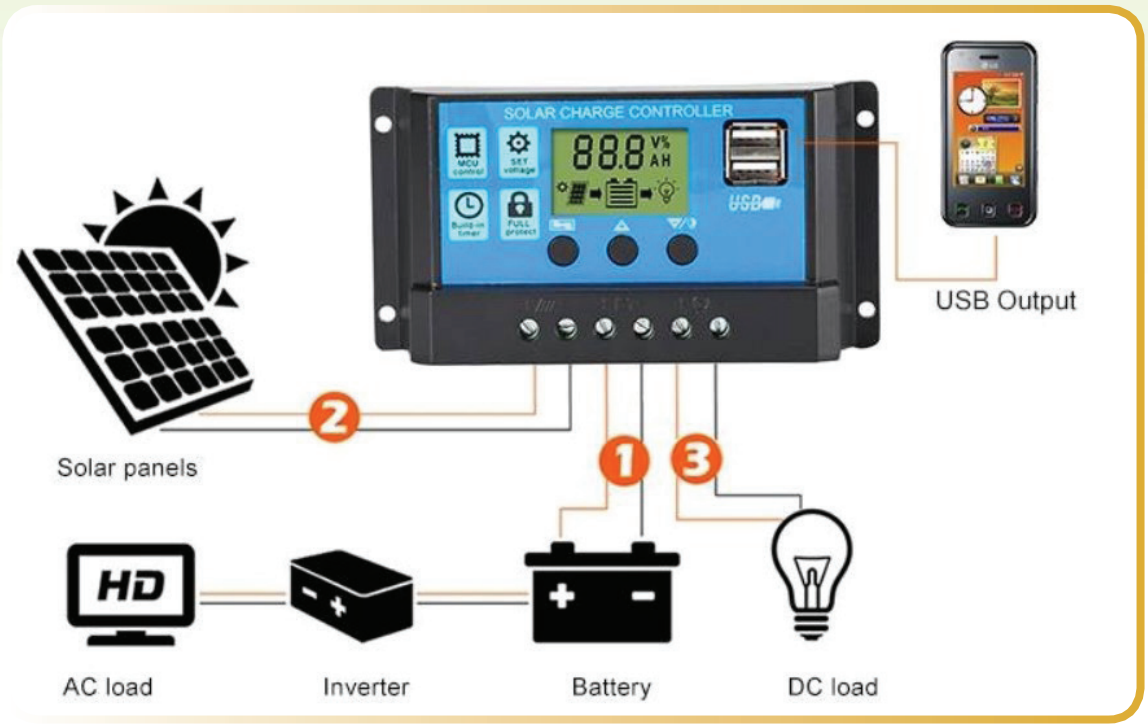
2- أذكر ثلاثة من الفحوصات الكهربائية المهمّة لفحص التمديدات الكهربائية.

3- أوضّح لماذا يتواجد ثلاثة جسور لتجميع خطّ النيوترال في لوحة توزيع ثلاثية الطور؟

الوحدة الخامسة

٥

مدخل إلى الطاقة الشمسية الفولتضوئية



تركيب نظام طاقة شمسية منفصل عن الشبكة يوفّر الطاقة الكهربائية اللازمة لجميع الأماكن تقريباً.



يُتوقَّع من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة، والتفاعل مع أنشطتها، أن يكونوا قادرين على قراءة المخططات الكهربائية الخاصة بأنظمة تركيب الطاقة الشمسية المفصولة عن الشبكة، وتنفيذ أعمال تأسيس التمديدات الكهربائية، واختيار الكوابل المناسبة، وأجهزة الحماية لها وَفق أدلة التشغيل والقدرات المطلوبة، والقيام بأعمال توصيل الألواح الشمسية والبطاريات الكهربائية المختلفة، والقيام بتركيب منظِّمات الشحن وأجهزة الإنفيرتر بأنواعها، ومعايرتها، وضبطها، وأخيراً تمكّنهم هذه الأنشطة من تجميع الأنظمة الشمسية المفصولة عن الشبكة، وتوصيلها، وتشغيلها، وفحصها، وصيانتها، من خلال الآتي:

- التعرف على المصدر الشمسي، والألواح الشمسية.
- التعرف على خصائص الألواح الشمسية.
- التعرف على بطاريات تخزين الطاقة الشمسية.
- التعرف على منظّم الشحن من نوع (PWM).
- التعرف على الإنفيرتر (العاكس) وأنواعه.
- تمديد الكوابل اللازمة، وتركيب أجهزة الحماية الكهربائية المناسبة لطبيعة الأحمال.
- توصيل الأنظمة الشمسية المفصولة عن الشبكة.

الكفايات المهنيّة:

الكفايات المتوقع أن يمتلكها الطلبة بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة هي:

أولاً- الكفايات الحرفية:

1. القدرة على معرفة العِدَد اليدويّة ووسائل القياس المستخدمة في توصيل أنظمة الطاقة الشمسية المفصولة عن الشبكة الكهربائية، وتشغيلها، وفحصها.
2. القدرة على معرفة تأثير الميل والظلّ والتوجيه في قيمة الإشعاع الشمسي.
3. القدرة على استخدام أدوات قياس الإشعاع الشمسي.
4. القدرة على معرفة العوامل المؤثرة على انتاج الألواح الفولتضوئية المستخدمة في الطاقة الشمسية.
5. القدرة على معرفة مكونات الألواح الشمسية، ومبدأ عملها، وخصائصها، وطرق توصيلها.
6. القدرة على قراءة نشرة بيانات الألواح الفولتضوئية، وتفسيرها، وتحديد كفاءتها.
7. القدرة على اتّباع الأسلوب العلميّ المناسب في عمليّة الفكّ والتركيب.

8 القدرة على تصنيف البطاريات وأنواعها المستخدمة في أنظمة توصيل الطاقة الشمسية وَفق تركيبها الكيميائي، وخصائصها، واستخدامها الوظيفي.

9 القدرة على توصيل بطاريات الشحن بالطرق المختلفة، وتحديد جهود كلّ منها وَفق أدلة التصنيع.

10 القدرة على تحديد أنواع منظِّمات الشحن، وخصائصها، وأهميتها في أنظمة توصيل الطاقة الشمسية، ومراحل الشحن فيها.

11 القدرة على تحديد أنواع العواكس من حيث نوع الإشارة الكهربائية الناتجة، ومواصفاتها، وقدراتها المعيارية، وعلاقتها بباقي مكونات نظام توصيل الطاقة الشمسية.

12 القدرة على أداء مهارات تركيب نظام طاقة شمسية مفصول عن الشبكة، وتوصيلها، وتشغيلها.

13 القدرة على اتّباع الوسائل المناسبة لحماية نظام توصيل طاقة شمسية بجميع مكوناته.

14 القدرة على المحافظة على اتّباع إجراءات السلامة المهنية المطلوبة في أثناء العمل.

ثانيا- الكفايات الاجتماعيّة والشخصيّة:

1 المصداقية في التعامل مع الزبون.

2 الحفاظ على خصوصيّة الزبون.

3 تلبية رغبات الزبون.

4 إقناع الزبون.

5 القدرة على تحمّل النقد.

6 الالتزام بأخلاقيّات المهنة.

ثالثا- الكفايات المنهجية:

1 العمل ضمن المجموعة.

2 توثيق الأعمال المختلفة؛ بهدف عمل قاعدة بيانات للمستقبل.

3 البحث عبر الإنترنت.

4 التعلّم الإلكترونيّ، والتعامل مع الأدلة التوجيهيّة.

5 التعامل مع أدلة الصيانة، والنصوص الأخرى.

قواعد الأمن والسلامة المهنيّة:

1. ارتداء ملابس السلامة المهنيّة المناسبة قبل البدء في العمل (خوذة، وحذاء معزول، وكفوف يدويّة، وروب العمل).
2. الحصول على العِدَّة الملائمة.
3. فحص العِدَد اليدويّة قبل استخدامها، والتأكّد من أنَّها سليمة.
4. عدم استعمال عدة بديلة مؤقّتة، كأن تكون مصمَّمة لغرض آخر.
5. يُراعى في إنشاء جميع المعدّات الكهربائية، وتركيبها، وصيانتها أن تتمّ على نحو يمنع حدوث تماسّها مع الموصلات الكهربائية، كما يلزم اتخاذ الاحتياطات الكفيلة لمنع حدوث الحرائق.
6. اختيار المواد الخاصة بجميع المعدات الكهربائية على أساس جهد التشغيل وتيار الحمل وأيّ شروط خاصة متعلقة بسلامة التشغيل، كما يجب أن تحمل هذه المعدات مواصفات خاصة موحّدة تحدّدها الجهات المختصة، وأن تحمل العلامات المبيّنة لذلك.
7. لا يجوز لغير الأفراد المستوفين شروطَ الخبرة والمعرفة الفنية، وغير ذلك من المتطلبات التي تحددها الهيئات المختصة، القيام بتركيب المعدات والدوائر الكهربائية، أو ضبطها، أو فحصها، أو إصلاحها.
8. بعد إتمام التركيبات الجديدة، أو توسعة التركيبات القائمة، يجب أن يفحصها مختصّ، ويختبرها قبل تشغيل تلك التركيبات، أو التوسعات.

1-5 الموقف التعليمي الأول: المصدر الشمسي، والألواح الشمسية:

وصف الموقف التعليمي:

طلب صاحب منزل من فنّي تركيب أنظمة طاقة متجددة تقييم ما إذا كان مناسب تركيب الألواح الشمسية على سطح القرميد الخاصّ بمنزله.

العمل الكامل:

خطوات العمل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأُحلِّلها	• جمع بيانات من صاحب الورشة: • عن موقع المنزل، ومِساحة البناء القائم، وطبيعته. • جمع بيانات عن: • تفاصيل المخططات الكهربائية الهندسية اللّازم توفّرها من شركة الكهرباء حول شروط تركيب الخلايا الشمسية. • طبيعة الطاقة الشمسية، والإشعاع الشمسي، ومؤثراتها. • أجهزة القياس الخاصّة بالاتجاهات، والميل، والإشعاع الشمسي.	• العمل في مجموعات. • البحث العلمي. • الحوار، والمناقشة. • العصف الذهني.	• طلب صاحب الورشة الكتابي (وصف المهمة، وكتاب رسمي). • مخططات الهندسة المعمارية للسطح. • الشبكة العنكبوتية. • أقلام، وقرطاسية. • البوصلة، وأجهزة قياس الميل، وشدة الإشعاع.
أُخطِّط، وأُقرِّر	• تصنيف البيانات، وتبويبها. • تحديد جدول زمني؛ لتنفيذ المَهمّة. • تحديد جدول تكلفة للمَهمّة. • تحديد العِدَد المناسبة؛ لتنفيذ العمل.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• العِدَد اليدوية التي تلزم. • نموذج جدول زمني. • نموذج جدول تكلفة. • أجهزة القياس الخاصة بالاتجاهات، والميل، والإشعاع الشمسي.

أُنفّذ	• استخدام أدوات السلامة المهنية، تبعاً للمعايير الفنية ذات الصلة. • إحضار بوصلة، وجهاز قياس ميل، وجهاز قياس الإشعاع الشمسي. • تثبيت مِساحة سطح على ميل، وتوجيه معين، وقياس شدة الإشعاع. • تغيير حالات التوجيه والميل؛ للحصول على أفضل نتيجة إشعاع. • إحداث ظلّ على مِساحة السطح، وملاحظة التأثير على شدة الإشعاع. • القيام بالتجارب في أوقات مختلفة، وملاحظة التأثير على الإشعاع. • تنفيذ الميل والتوجيه الخاصين بالأسطح المستهدفة، وملاحظة شدة الإشعاع في كلّ حالة.	• مجموعات عمل.	• سطح يمكن تثبيته على توجيه وميل معين، كلوحة شمسية تعليمية. • بوصلة. • جهاز قياس الميل. • جهاز قياس شدّة الإشعاع الشمسي، كخلية مضبوطة. • قرطاسية؛ للتسجيل.
أتحقَّق من	• شدة الإشعاع الشمسي، ومعرفة التوجيه والميل المثالي، ومقارنته بنتائج السطح المراد تركيب الخلايا عليه.	• مجموعات عمل.	• نتائج التجارب السابقة المدونة في جداول.
أُوثِّق، وأعرض	• توثيق نتائج العمل. • تفريغ جميع النتائج على دفتر التدريب العملي. • تقديم تقرير مفصّل عن النتائج، مع استعراض المقارنة. • عرض كلّ مجموعة عمل ما تمّ إنجازه على الجميع.	• مجموعات عمل. • النقاش الجماعي.	• جهاز عرض (LCD). • دفتر التدريب العملي.
أُقوم بـ	• المقارنة بين الحلول الفنية المختلفة بين جميع مجموعات العمل. • تكليف الخبراء بتقديم التغذية الراجعة. • المقارنة بين نتائج الحالة المثالية ونتائج الحالة قيد الدراسة.	• النقاش الجماعي.	• نماذج التقويم.

الأسئلة:

1- أناقش العوامل المؤثرة على إنتاج الخلايا الشمسية.

2- ما تأثير الميل والتوجيه في قيمة الإشعاع الشمسي؟

3- كيف يؤثّر الظلّ على شدة الإشعاع الشمسي؟

4- هل تلعب المِساحة المتوفّرة دوراً في تحديد ملاءمة السطح لتركيب الألواح الشمسية؟

5- عدد أجهزة قياس الاشعاع الشمسي.

6- وضح المقصود بالاشعاع الشمسي.

7- وضح أثر الحرارة على إنتاج اللوحات الشمسية

أتعلّم:

الإشعاع الشمسي

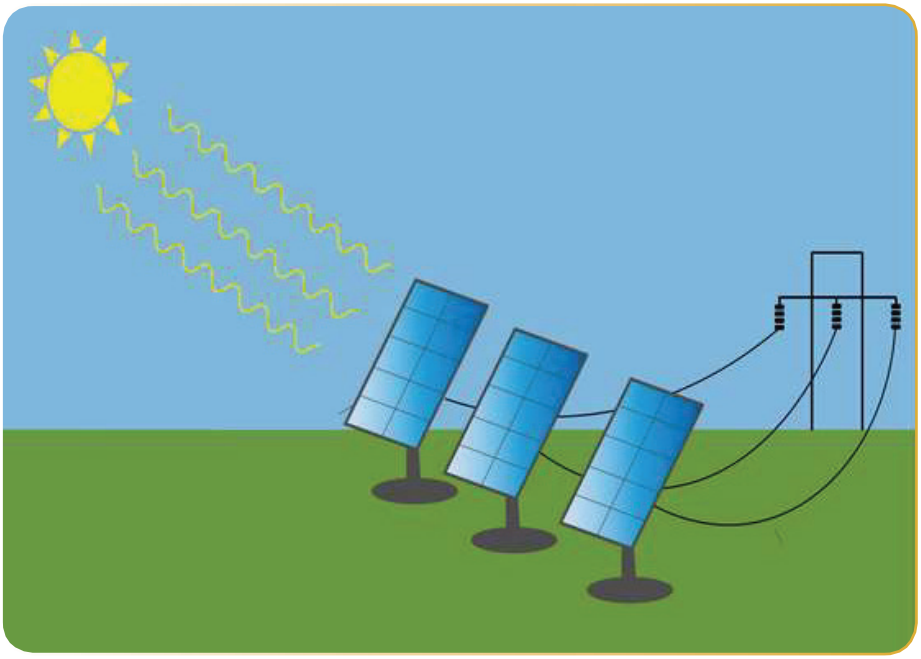
تقوم الشمس بإمداد كوكب الأرض بالطاقة، حيث تصل هذه الطاقة على شكل إشعاع شمسي (حراري/ ضوئي) وهذه الطاقة تعتبر المصدر الأساسي لمصادر الطاقة الأخرى، علما بأن الطاقة الضوئية تصل الأرض على شكل فوتونات.



الشكل (1): الشمس تبثّ الطاقة نحو الأرض على شكل فوتونات

تعد الفوتونات جسيمات متناهية الصغر ولدى وصولها لسطح الخلايا الشمسية تتسبّب بتوليد الطاقة الكهربائية وَفق ظاهرة تُسمّى الظاهرة الكهروضوئية، كما هو مبيّن في الشكل (2) أدناه:

نشاط (1): أبحث عن مبدأ عمل الظاهرة الكهروضوئية، ثمّ أدرسه.



الشكل (2): مبدأ عمل الظاهرة الكهروضوئية

وكلّما كان عدد الفوتونات الواصلة للّوح الشمسي أكبر يكون إنتاج اللّوح الشمسي الكهربائي أكبر، ويُعبَّر عن كمية القدرة الكهربائية الواردة للّوح الشمسي بمصطلح شدّة الإشعاع الشمسي الذي يقاس بوحدة W/m^2.

يُعرّف الإشعاع الشمسي بالقدرة الساقطة على وَحدة المِساحة، وأشهر الوَحَدات المستخدمة لقياسها هي W/m^2، إن قيمة الاشعاع الشمسي على السطح الخارجي للغلاف الجوى تصل إلى $(1360\ W/m^2)$ وتعرف هذه القيمة بالثابت الشمسي.

أدوات قياس الإشعاع الشمسي:

يمكن قياس الإشعاع الشمسي بعدّة أجهزة، هي:

1- مقياس الخلية الشمسية المضبوطة (Calibrated cell Meter):

نستطيع بوساطة الجهاز المبيّن في الشكل (3) أدناه معرفة شدة الإشعاع الشمسي بالواط لكلّ متر مربّع في أيّ وقت من أوقات النهار، وفي أيّ مكان. وهذا الجهاز يقيس شدة الاشعاع الشمسي الكلي.



الشكل (3): مقياس الخلية الشمسية المضبوطة لقياس الإشعاع الشمسي

2 مقياس بيارنوميتر (Pyranometer):

يبيّن الشكل (4) أدناه أحد أنواع أجهزة القياس المُستخدمة في الأرصاد الجوية لقياس كمية الإشعاع الكلي التي تصل سطح الأرض مباشرة، أو غير مباشر.



الشكل (4): مقياس بيارنوميتر لقياس الإشعاع الشمسي

3- البيرهليوميتر (Pyrheliometer):

يُستخدَم الجهاز، المبيّن في الشكل (5) أدناه لقياس الإشعاع المباشر فقط، حيث تُحجَب الأشعة المشتتة فيه عن طريق وضع حساس القياس في قاع أنبوبة موجّهة مباشرة إلى الشمس، وتكون الأنبوبة مطلية باللون الأسود، وفيها هواء جافّ، وتثبَّت على قاعدة تسمح بتحريكها بسهولة؛ لكي تكون موجهة إلى الشمس مباشرة:



الشكل (5): مقياس البيرهليوميتر (Pyrheliometer) لقياس الإشعاع الشمسي

العوامل المؤثرة في شدة الإشعاع الشمسي:

كلّما زاد عدد الفوتونات الواردة على وَحدة المِساحة زادت الطاقة الواردة، وبالتالي زاد إنتاج الألواح الشمسية، وتبعاً لذلك فإنّ هناك عوامل تؤدي إلى تقليل عدد الفوتونات التي تصل للألواح (تقليل شدة الإشعاع الشمسي)، وبالتالي يقلّ الإنتاج، وهذه العوامل هي.

أولاً- العوامل الجوية:

تعكس العوامل الجوية الآتية الأشعة الشمسية بعيداً عن الأرض:

1. الغيوم، والرطوبة، وجزيئات الماء العالقة بالهواء.
2. مكونات الغلاف الجوي من الجزيئات المكوّنة للهواء.
3. الأتربة، والعناصر العالقة بالهواء.

وبسبب هذه العوامل فإنّ الإشعاع الشمسي الواصل للأرض ينخفض من قيمته 1360 W/m^2 عند سطح الغلاف الجوي إلى قيم قلما ما تتجاوز 1000 W/m^2 عند سطح الأرض.

ثانياً- عوامل توجيه الألواح الشمسية:

يصل الإشعاع الشمسي إلى الأرض على شكل فوتونات، لكنها تتسبب في إنتاج الطاقة فقط لدى سقوطها على سطح الألواح الشمسية، فإذا لم تكن الألواح في وضعية صحيحة فإنّها لن تتمكن من جمع القدر المناسب من الفوتونات، لذلك يجب مراعاة تعامد أشعة الشمس على الألواح الشمسية بأكبر قدر ممكن من خلال:

1. تثبيتها بالميل المناسب.
2. تثبيتها بالتوجيه المناسب.

فيما يتعلق بميل الألواح الشمسية يكون: الهدف الأساسي من تثبيت الألواح الشمسية بشكل مائل هو جعلها متعامدة مع أشعة الشمس، لكن بسبب حركة الشمس المستمرة فإمّا أن نستمر في تحريك الألواح أو نثبتها على الميل الذي صادف أطول فترة تعامد ممكنة في الفترة المراد الاستفادة منها من الطاقة الشمسية، ولهذا علاقة بدرجة بدوائر العرض الأرضية، حيث إنّ أفضل درجة ميل للإنتاج يكون وَفق القواعد التقريبية الآتية:

صيفاً = درجة دائرة العرض - 20

شتاءً = درجة دائرة العرض + 10

ربيعا أو خريفا = درجة دائرة العرض – 5

نشاط (2): أبحث عن أيّ درجات عرض تقع فلسطين.

ولقياس ميل اللّوحات الشمسية نستخدم جهاز الإنكلينومتر المبيّن في الشكل (6) أدناه:



الشكل (6): مقياس الإنكلينومتر لقياس ميل اللّوحات الشمسية

أما بالنسبة لتوجيه الألواح الشمسية: فيجب تحقيق التعامد بين الاشعة الشمسية والالواح وبسبب حركة الشمس المستمرة فإن التوجيه يجب ان يستمر بالتغيير، إلا إذا قمنا بتثبيتها على التوجيه الذي يحقق أطول فترة تعامد ممكنه، والتي تكون نحو الجنوب في النصف الشمالي للكرة الأرضية والتي تقع فيها فلسطين.

سؤال: لو كنّا في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية، فأيّ اتجاه ثابت سيكون الأفضل للّوحات الشمسية؟

تتمّ عملية تحديد الجنوب الجغرافي باستخدام البوصلة المبيّنة في الشكل (7)، وكلّما كان التوجيه الخاصّ بالألواح الشمسية أقرب للجنوب فالنتائج في فلسطين ستكون أفضل:



الشكل (7): تحديد التوجيه الجغرافي للألواح الشمسية باستخدام البوصلة

ثالثاً- الظلال القريبة:

ونقصد بالظلال القريبة تلك الناتجة عن الاجسام القريبة كالمباني والأشجار أو أي جسم يحجب أشعة الشمس عن الالواح وبالتالي يقلل عدد الفوتونات الواردة إلى سطح اللوح الشمسي، وسميت بالقريبة لتمييزها عن مصادر الظل البعيدة كالغيوم والغبار العالق بالجو، كما هو مبيّن في الشكل (8) الآتي:



الشكل (8): تأثير الظلال القريبة على كمية الإشعاع الشمسي الوارد على الألواح الشمسية

تأثيرات أخرى على إنتاج الخلايا الشمسية:

1- الحرارة:

الألواح الشمسية، كهروضوئية وليست كهروحرارية؛ أي أنّ الحرارة ليست سبب إنتاج الخلايا، بل الضوء هو سبب الإنتاج، إلّا أنّ الحرارة تقلل الإنتاج؛ لتأثيرها السلبي على فرق جهد الألواح؛ ما يعني أنّه ينخفض الإنتاج كلّما ارتفعت الحرارة، والعكس صحيح.

سؤال: هل يمكن للوح شمسي أن ينتج الطاقة لو وُضِعَ داخل فرن ساخن؟ وماذا لو وُضِعَ داخل ثلاجة باردة؟

2- المِساحة:

كلّما زادت مِساحة الألواح الشمسية زاد عدد الفوتونات الواصله إليها، عند التثبيت السليم، وبالتالي يزداد الإنتاج، لكن يمكن أيضاً زيادة الإنتاج من خلال زيادة كفاءة الألواح في استغلال الفوتونات الواردة دون الحاجة لزيادة المِساحة.

نشاط (4):

في كثير من الحالات يقوم فنيّو القرميد بتركيبه على ميل 17 درجة، وفي الاتجاهات الأربعة، في حين أنّ أفضل توجيه للّوحات هو على 25 درجة نحو الجنوب، أقارن كمية الإشعاع الساقط على سطح أفضل ميل وتوجيه مع كمية الإشعاع التي تقع على كلّ واجهة من واجهات القرميد، وأقوم بهذه التجربة في أوقات مختلفة من النهار، وأناقش النتائج مع زملائي.

2-5 الموقف التعليمي الثاني: خصائص الألواح الشمسية:

وصف الموقف التعليمي: طلب صاحب محل خردة من فني تركيب أنظمة طاقة متجددة تقييم قيمة لوحات شمسية وصلاحيتها، تحصّل عليها من عملية تفكيك محطة شمسية قديمة.

العمل الكامل:

خطوات العمل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأُحلِّلها	• جمع بيانات من صاحب المحل عن: • موقع اللّوحات السابق، وظروف تفكيكها. • جمع بيانات عن: • تفاصيل المعايير الكهربائية للخلايا الشمسية. • طبيعة خلايا الطاقة الشمسية، وأنواعها. • أجهزة القياس الخاصّة بقياس المتغيرات الكهربائية في اللّوحات الشمسية.	• العمل في مجموعات. • البحث العلمي. • الحوار، والمناقشة. • العصف الذهني	• طلب صاحب الورشة الكتابي (وصف المهمة، وكتاب رسمي). • نشرة بيانات اللّوحات الشمسية. • صور لملصق البيانات على ظهر اللّوحات الشمسية. • الشبكة العنكبوتية. • صور عن حالة اللّوحات الشمسية . • قياسات اللّوحات الشمسية.
أُخطِّط، وأُقرِّر	• تصنيف البيانات، وتبويبها. • تحديد جدول زمني؛ لتنفيذ المَهمّة. • تحديد جدول تكلفة للمَهمّة. • تحديد العِدَد المناسبة؛ لتنفيذ العمل.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• العِدَد اليدوية التي تلزم. • نموذج جدول زمني. • نموذج جدول تكلفة • أجهزة القياس الخاصة بقياس الكميات الكهربائية للّوحات الشمسية، وقدرة الإشعاع الشمسي.

أُنفّذ	• استخدام أدوات السلامة المهنية، تبعاً للمعايير الفنية ذات الصلة. • قراءة الأرقام الظاهرة واستيعاب معانيها في ملصق البيانات خلف اللّوحات الشمسية، والظروف التي أنتجتها. • توجيه اللّوحات نحو الشمس، وقياس شدة الإشعاع، والتيار، وفرق الجهد، وتدوينه. • نقيس مِساحة اللّوح الشمسي. • نعاين اللّوح بالنظر إلى معرفة نوع الخلايا، وملاحظة أيّ عيوب أو حروق أو كسور في الخلايا أو الزجاج أو الإطار أو الكوابل... إلخ. • نَصِل عدة لوحات على التوالي، ثمّ على التوازي؛ لمعاينة تأثير ذلك على فرق الجهد والتيار.	• مجموعات عمل.	• عدّة لوحات شمسية من المرغوب فحصها. • بوصلة. • جهاز قياس الميل. • جهاز يقيس شدة الإشعاع الشمسي، كخلية مضبوطة. • قرطاسية؛ للتسجيل • متر قياس.
أتحقَّق من	• فرق الجهد والتيار للّوح الشمسي، ومدى تطابقه مع القيم المسجلة على ملصق البيانات. • وجود تفاوت في قيم التيار وفرق الجهد بين اللّوحات، وتأثير ذلك على التوصيل توازٍ وتوالٍ. • كفاءة اللّوح الشمسي عند مستويات الإشعاع المقيسة.	• مجموعات عمل.	• نتائج التجارب السابقة المدونة في جداول. • المقارنة مع معلومات ملصق البيانات ونشرة البيانات.
أُوثِّق، وأعرض	• توثيق نتائج العمل. • تفريغ جميع النتائج على دفتر التدريب العملي. • تقديم تقرير مفصّل عن النتائج، مع استعراض المقارنة. • عرض كلّ مجموعة عمل ما أُنجِزَ على الجميع.	• مجموعات عمل. • النقاش الجماعي.	• جهاز عرض (LCD). • دفتر التدريب العملي.

أُقوم بـ	• المقارنة بين الحالة الجديدة للّوحات المسجلة وحالتها الفعلية المقيسة. • المقارنة بين اللّوحات الدارجة في السوق حالياً، ومقارنتها مع هذه اللّوحات. • تكليف الخبراء بتقديم التغذية الراجعة.	• النقاش الجماعي.	• نماذج التقويم. • المعروض في الأسواق.



الأسئلة:

1- ممَّ تتكوّن الألواح الشمسية؟

2- ما الفرق بين (Voc) و(Vmp) و(Vn)؟

3- لديّ ألواح شمسية مواصفاتها كما يأتي:

اللّوحة	Pmax	Vmax	Imax
أ	300	30	10
ب	200	20	10
ج	320	20	16
د	450	30	15

أ- ما نتيجة وصل اللّوحات (أ) و(ب) على التوالي؟ وما النتيجة لو وصلناها على التوازي؟

ب- ما نتيجة وصل اللّوحات (ج) و(د) على التوالي؟ وما النتيجة لو وصلناها على التوازي؟

ج- ما نتيجة وصل اللّوحات (ب)، و(ج) على التوالي؟ وما النتيجة لو وصلناها على التوازي؟

د- ما نتيجة وصل اللّوحات (أ) و(د) على التوالي؟ وما النتيجة لو وصلناها على التوازي؟

هـ- ما أفضل طريقة لوصل اللوحات الأربعة المذكورة أعلاه، توالي أم توازي أم وصلاً مركّباً ؟

4- لوح شمسي مِساحته 1.8 متر^2، ولدى سقوط إشعاع شمسي قيمته 750 واط/متر^2 عليه أنتج 315 واط.

أ- أجد كفاءة اللّوح ضمن هذه الظروف.

ب- ما القدرة الاسمية للّوح (Pmax=??Wp) عند ظروف الفحص المعياري (STC)، ؟

5- عند فحص لوح شمسي وجدنا أنّ (Voc= 44Volt) في أوقات الظهيرة:

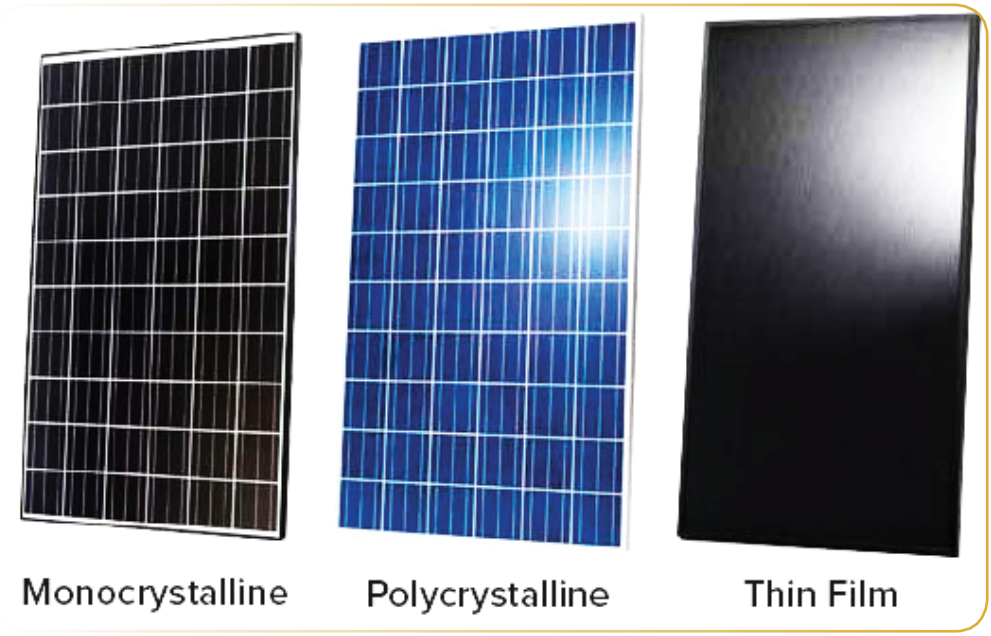
أ- كم فرق جهد اللّوحة المعياري؟

ب- كم عدد خلايا اللّوح الشمسي؟

ج- هل كانت إجاباتي ستتغير لو كانت (Voc= 39 Volt)؟

أتعلّم:

نشاط (1): اعتماداً على الشكل أدناه، أبحث في شبكة الإنترنت عن أنواع الخلايا المكوِّنة للألواح الفولتضوئية:



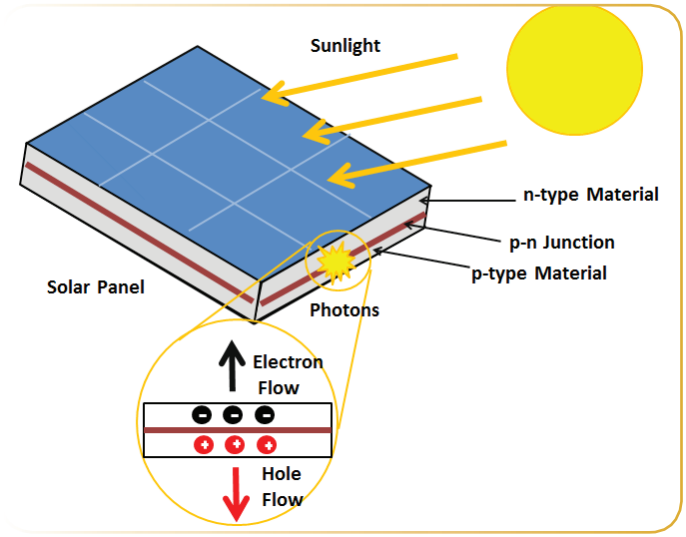
الخلايا الشمسية.. مادتها، ومبدأ عملها

تتكوّن الخلايا الشمسية من مادة السيلكون النقي، وهذه مادة شبه موصلة، يُصنَع منها نوعان:

1. نوع موجب بإضافة البورون (P-type)
2. ونوع سالب بإضافة الفسفور (N-type)،

وتوضَع هاتان الطبقتان فوق بعضهما بعضاً، فيصبح لدينا منطقة وصلة أو منطقة استنزاف. تمنع هذه المنطقة إنتقال الالكترونات بين الوصلتين، وعند سقوط إشعاع شمسي تنتقل الطاقة من الفوتونات إلى الالكترونات

مما يرفع طاقتها الحركية فتححرك بين طرفي الوصلة متجاوزة منطقة الاستنزاف. وتسمى هذه الظاهرة بالظاهرة الكهروضوئية. أنظر للشكل (1).



الشكل (1): مبدأ عمل خلايا الألواح الشمسية

خصائص الألواح الشمسية الكهربائية:

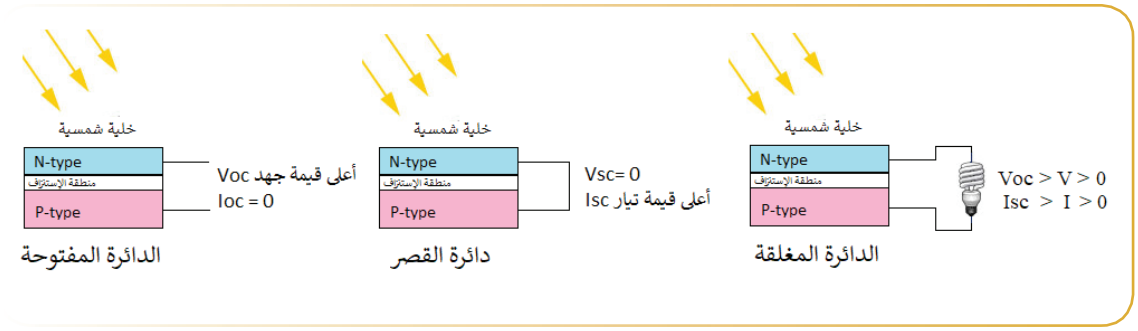
أهمّ خاصية في الألواح الشمسية أنّها تنتج قدرة كهربائية تراكم الطاقة مع مرور الوقت، والقدرة هي حصيلة التيار الكهربائي وفرق الجهد. ولدى الألواح الشمسية وصفان للتيار، ووصفان لفرق الجهد،

وفرق الجهد المولّد في الخلايا الشمسية هو من النوع المستمر. وفي حال سقوط الفوتونات على الإلكترونات في الخلية الشمسية دون وجود دائرة كهربائية مغلقة (دائرة مفتوحة)، فإنّ الإلكترونات لا تتحرك، لكنّها تكون في وضعية استعداد، ويمكن قياس هذه القوة الكامنة والاستعداد من خلال فرق الجهد، وبما أنّ الدائرة مفتوحة فإنّنا نُسمّي هذا الجهد بـ (Voc)، وفي اللّحظة التي توصَل بها الخلية؛ أي إغلاقها، كما هو مبيّن في الشكل (2)، فإنّ كلّ القوة الموجودة في الإلكترونات ستُستهلَك في عملية تحريك الإلكترونات، وقيمة الجهد ستنخفض إلى الصفر، ويكون (Vsc=0).

أمّا في حال وجود مقاومة بين طرفَي الخلية، فإنّ حركة الإلكترونات ستصبح محدودة، فلا تُستهلَك جميع القوة في حركتها، وبالتالي تحتفظ الإلكترونات على شكل فرق جهد، وهناك حالة متوازنة بين حركة الإلكترونات الضرورية من جهة وفرق الجهد من جهة أخرى، وعند تلك الحالة تعمل الخلية بأفضل صورة وفرق الجهد عند هذه الحالة يُسمّى (Vmax)، أو (Vmp)، كما هو مبيّن في الشكل (2).

وبالنسبة للتيار فإنّه بطبيعة الحال مستمر أيضاً. وفي حالة الدائرة المفتوحة المبيّنة في الشكل (2) أدناه، فإنّ قيمة التيار تكون صفراً؛ لأنّ الإلكترونات لا تجد سبيلاً للتحرك، فإذا وصلنا طرفَي الخلية بلا وجود مقاومة تُذكَر، فإنّنا نصنع ما يُعرَف بدائرة القصر التي تتسبّب في تحرّك كلّ الإلكترونات الممكنة لنحصل على أعلى تيار كهربائي ممكن (Isc)، لكن بسبب حركة الإلكترونات العنيفة في دائرة القصر، فإنّ كلّ الجهد يُهدَر؛ من

أجل تحريك الإلكترونات، ففرق الجهد عند دائرة القصر يكون صفراً. أمّا في حالة وجود مقاومة بين طرفَي الخلية كوجود مصباح، فإنّ عدد الإلكترونات التي تتحرك يقلّ، فيقلّ التيار، لكن يصبح لهذه الإلكترونات المتحركة قوّة تُقاس من خلال فرق جهدها ليصبح لدينا في أحسن الحالات (Imp)، و(Vmp):



الشكل (2): الدائرة المغلقة والمفتوحة ودارة القصر لخلية شمسية

ملصق البيانات:

تُزوَّد الألواح الشمسية بملصق على ظهرها، ويحتوي على القيم الأساسية للّوح الشمسي، وهي:

Imax	Isc	Vmax	Voc	Pmax

لكنّ هذه القيم مرتبطة بشدّة الإشعاع الشمسي، فإذا قسناها في اللّيل، فكلّ تلك القيم ستكون صفراً، وهذه القيم ستختلف باختلاف الظروف، فإذا قسناها في الصباح الباكر فالنتيجة ستكون مختلفة عنها في الظهيرة، وإذا قسناها في الأيام الباردة فالنتيجة ستختلف عنها في الأيام الحارّة، فكيف يحدّد صانعو اللّوحات الشمسية قيم هذه الخصائص الكهربائية الملصقة على ظهر الخلايا الشمسية؟!

ظروف الفحص المعياري:

لحلّ هذه المعضلة اتّفق الصانعون على ظروف موحّدة؛ ليفحصوا اللّوحات فيها، وتُسمّى هذه الظروف بـ (ظروف الفحص المعياري STC)، وهي:

1. شدة إشعاع شمسي قدره 1000 W/m^2
2. درجة حرارة الخلايا الشمسية تساوي $25C^o$
3. وزن كتلة هواء بقدر 1.5 ATM

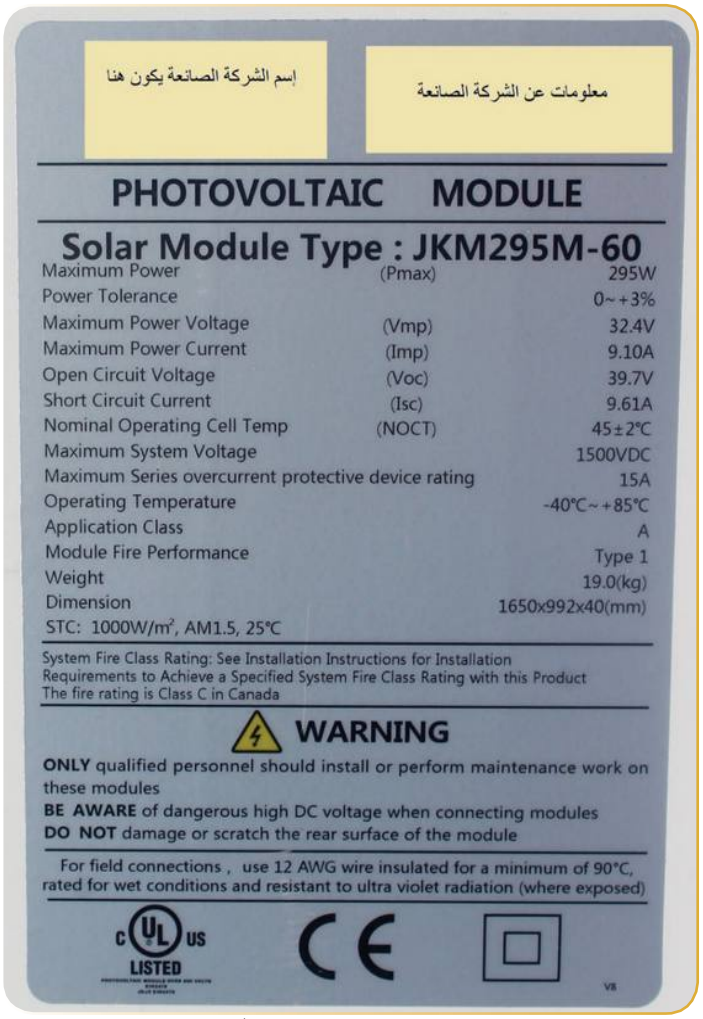
وبذلك يجهّز المصنعون حول العالم حجرة قياس يُدخلون فيها اللّوحات بعد تصنيعها، ويثبّتون عليها هذه الظروف، ثمّ يقيسون المتغيرات الخمسة الأساسية وغيرها، ثمّ يطبعونها، ويلصقونها على ظهر اللّوحة الشمسية.

هوامش التفاوت:

وجد المصنعون صعوبة في صنع ملصق خاصّ لكلّ لوحة؛ لأنّ كلّ لوحة ستعطي نتائج مختلفة ولو بشكل طفيف، وعليه يصنّفون اللّوحات الشمسية في مجموعات متقاربة بنتائج القدرة ضمن هوامش، ويعطون اللّوحات داخل كلّ مجموعة ملصقاً موحداً فيه هامش خطأ معلن، فمثلاً: بعض المصنّعين يضعون هامش تفاوت (Tolerance +5W)؛ ما يعني أنّ الألواح من 500 إلى 505 واط سيوضَع لها ملصق 500 واط الموحد، أمّا الألواح التي نتائجها تتراوح من 505 إلى 510 ستُصنَّف بأنها 505، ويوضَع لها ملصق الـ 505، وهذا جيد للمشتري الذي سيدفع ثمن 505 واط، وقد يحصل على 509 واط مثلاً؛ لأنّ هامش التفاوت موجب، لكن لو كان هامش التفاوت (Tolerance ± 5W) فأنت عرضة لأنْ تحصل على لوح بقدرة أقلّ من الذي دفعت لأجله!

مثال على ملصق البيانات:

أنظر إلى الشكل (3) الآتي، وألاحظ الخصائص الخمس الرئيسة مذكورة إلى جانب خصائص أخرى، وهناك خصائص ومواصفات لا تكون مذكورة في الملصق؛ لضيق مِساحته، فتذكر في نشرة بيانات اللّوحة الشمسية:



الشكل (3): ملصق بيانات اللّوح الشمسي

كفاءة اللّوح الشمسي:

هو العلاقة بين القدرة الواردة على اللّوح إلى الناتجة منه.

عند الظروف المعيارية تصبح المعادلة كالآتي فيما يتعلق بالخلايا:

أمّا في الظروف الأخرى، فإنّ قيمتَي قدرة اللّوح والإشعاع الشمسي الواردتين تتغيران، ما قد يغيّر من كفاءة اللّوح:

نشاط (2): أحضر لوح شمسي، وقم بقياس القيم الآتية، وأجر الحسابات المطلوبة، ثمّ قارنها بالقيم المكتوبة على ملصق البيانات، وحاول تفسير أيّ تباين بين المكتوب والمقاس:

	القيمة في الملصق	قيمة القياس	الوحدة
الميل	----------		
التوجيه	----------		
شدة الإشعاع الشمسي			
فرق الجهد (Voc)			
التيار (Isc)			
فرق الجهد (Vmp)			
التيار (Imp)			
مِساحة اللّوح			
قدرة اللّوح الاسمية			
كفاءة اللّوح			

ملاحظة: أصل مقاومة متغيرة على اللّوح الشمسي، أو أحمّل ها لتتمكّن من قياس فرق الجهد والتيار في وضع العمل.

فرق الجهد المعياري:

لدى اللّوح الشمسي فرق جهد للدارة المفتوحة (Voc)، وهذا هو أعلى فرق جهد، والذي علينا أخذه بعين الاعتبار عند التصميم والتنفيذ؛ لضمان سلامة أجزاء النظام من العطب.

ولدى اللّوح الشمسي فرق جهد بقيمة معينة يحدث عند وجود إشعاع شمسي وحمل موصول على طرفيه ، وقيمة هذا الجهد في أفضل حالاته هو (Vmax)، أو (Vmp)، وهذه القيم تتغيّر مع تغيّر شدة الإشعاع والحرارة، وهي أيضاً مرتبطة بقيمة التيار المنتج من الخلايا؛ ما يجعلنا غير قادرين على تحديد دقيق لفرق الجهد الذي ستتعرض له الأجهزة التي نتوقّع توصيلها على الخلايا، لذلك نتوقّع من الأجهزة العمل ضمن هامش فروق جهد، لكن يتعذّر جعل هذا الهامش لا محدود، وعليه تُقنَّن هذه الهوامش ضمن مجالات فروق الجهد المعيارية.

فرق الجهد المعياري للّوحات الشمسية إمّا أن يكون 12 فولت أو 24 فولت، وهناك لوحات شمسية غير معيارية.

اللّوحة الشمسية التي فرق جهدها المعياري 12 فولت (Vn=12Volt) هي تلك اللّوحة التي تكون مناسبة لوصلها وصلاً آمناً وفعّالاً مع الأجهزة والأحمال والبطارية التي تعمل على فرق الجهد المعياري نفسه.

واللّوحة الشمسية التي فرق جهدها المعياري 12 فولت (Vn=12Volt) هي تلك التي قيمها (Voc ≈ 22Volt) و (Vmp ≈ 17Volt) عند ظروف الـ (STC).

نشاط (3): إذا كنّا نريد تحقيق فرق جهد معياري للّوحات بقيمة (Vn=48V)، فماذا نفعل؟ وما قيم فروق الجهد المتوقّع الحصول عليها؟

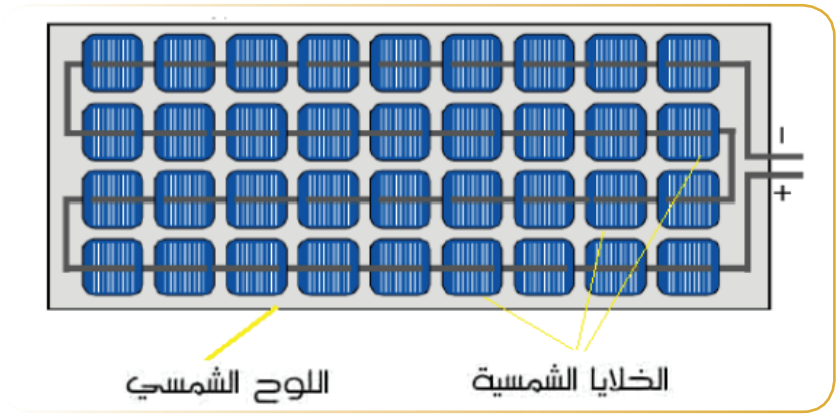
توصيل الألواح الشمسية على التوالي والتوازي:

أ- التوصيل الداخلي اللّوح الشمسي:

الوحدة الأساسية للطاقة الشمسية هي الخلية، وفرق جهدها محدود؛ لذلك يعمد المصنّعون على تجميعها فيما يُعرَف باللّوحات الشمسية. واللّوح الشمسي عبارة عن مجموعة خلايا موصوله على التوالي، كما هو مبيّن في الشكل (4)، وبذلك يصبح للّوح الشمسي قدرة وفرق جهد معتبرين، وتُشبَك الخلايا على التوالي من خلال ربط القطب الموجب للخلية بالقطب السالب للخلية التي تليها وهكذا؛ حتى لا يتبقّى من الخلايا من الأقطاب الحرة إلا واحداً موجباً وآخر سالباً، ليصبحا قطبَي اللّوح الشمسي.

يتم وصل الخلايا الشمسية حسب معايير محددة فالألواح الشمسية ذات فرق الجهد المعياري (Vn=12Volt) تتكوّن من 36 خلية موصولة على التوالي، والألواح الشمسية ذات فرق الجهد المعياري (Vn=24Volt) تتكوّن من 72 خلية موصولة على التوالي، وهناك ألواح شمسية غير معيارية أشهرها مكوّن من 48 خلية أو 60.

لا يجعل اللّوح الشمسي المكوّن من 36 خلية مثلاً محدوداً بقدرة معينة، بل يجعله محدوداً بفرق جهد معين، أمّا التيار الكهربائي فيمكن أن يتغيّر تغيّراً كبيراً مع وجود العدد نفسه من الخلايا، فهناك ألواح من 36 خلية قدرتها (Pmax=5Wp)، وهناك أخرى قدرتها (Pmax=150Wp)، وعند التدقيق في ملصقاتها سنجد أنّ لديهما فرق جهد قريباً جداً، لكنّ تيارها الكهربائي شديد الاختلاف بقدر الاختلاف في القدرة والمِساحة، فمِساحة الخلايا تكبر وتصغر على قدر قدرتها.



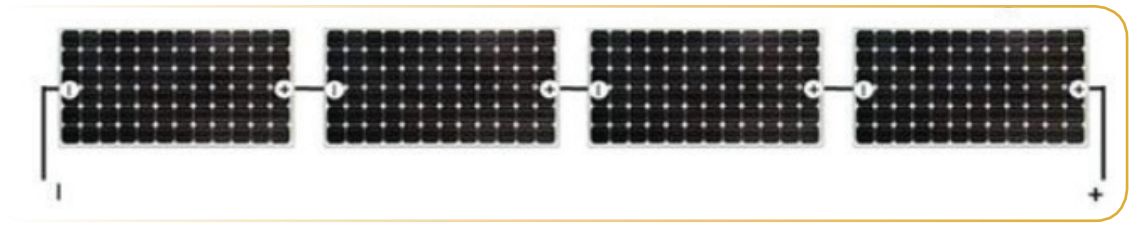
الشكل (4): الفرق بين الخلية واللّوح الشمسي

ب- توصيل الألواح على التوالي:

للألواح الشمسية قدرات محدودة ونحتاج لمضاعفة هذه القدرات لتلبية الاحمال الكبيرة، لذلك فالخيار الأول هو وصل الألواح على التوالي ما أمكن ذلك؛ لأنّ وصل الألواح على التوالي يرفع الجهد، فيما يحافظ على التيار بلا زيادة، وبما أنّ التيار الكهربائي هو الذي يحدّد لنا مساحة مقطع الاسلاك وحجم الحمايات، فإنّنا نسعى دائماً لنقل أيّ زيادة في القدرة من دون الحاجة لزيادة الكوابل والحمايات لما يتبع ذلك من تكاليف.

إلّا أنّنا محدودون بعدد اللّوحات التي يمكن أن نوصلها على التوالي؛ لأنّ فرق الجهد الذي تتحمّله اللّوحات والأجهزة التي نوصلها باللّوحات محدود!

ويُسمّى مجموع الألواح المتصلة على التوالي بـ (سترينج- String)، كما هو مبيّن في الشكل (5) الآتي:

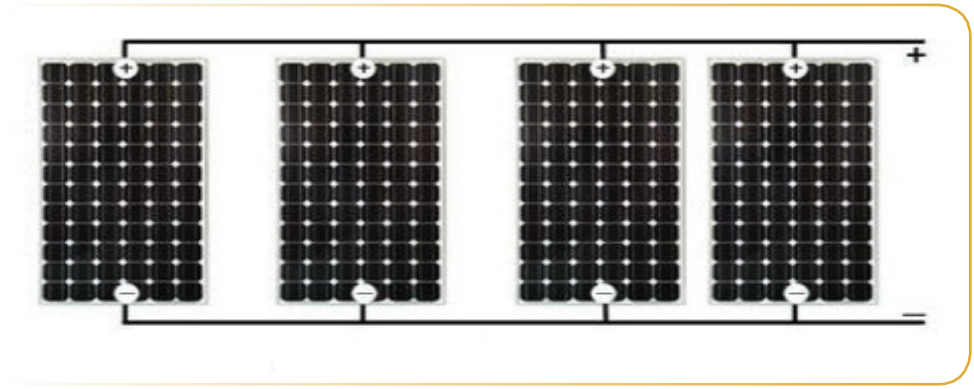


الشكل (5): توصيل الألواح على التوالي

ج- توصيل الألواح على التوازي:

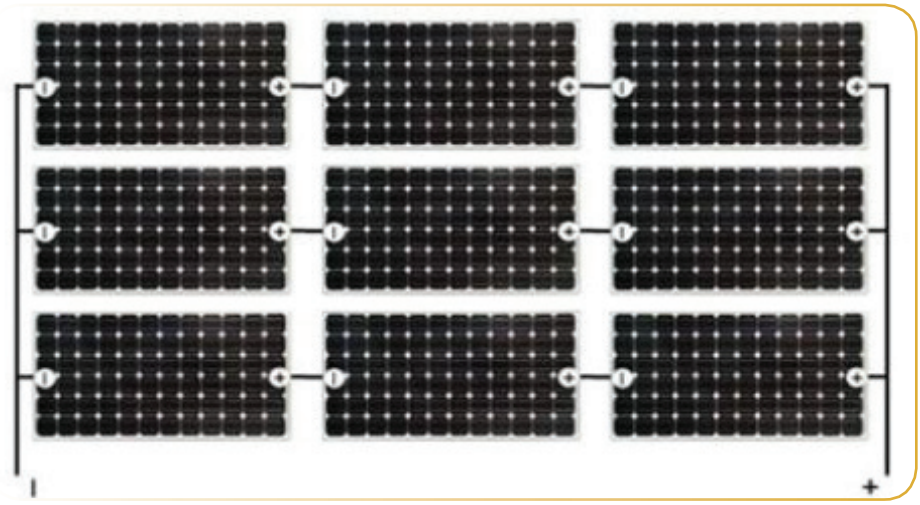
في حال الرغبة في زيادة قدرة اللّوحات الشمسية، والتعذر عن القيام بذلك من خلال توصيل الألواح على التوالي، نلجأ إلى الخيار الآتي وهو توصيل الألواح أو (الإسترنجات- Srings) على التوازي، كما هو مبيّن في الشكل (6)، من خلال توصيل جميع الأقطاب الموجبة معاً، وتوصيل جميع الأقطاب السالبة معاً.

يتسبّب جمع الألواح على التوازي في زيادة التيار الكهربائي، مع الحفاظ على فرق الجهد نفسه، ولذلك تبعات على مِساحة مقطع الكوابل، وحجم الحمايات، وأعدادها؛ ما يجعل التوصيل أكثر تعقيداً وكلفة.



الشكل (6): توصيل الألواح على التوازي

يُسمّى مجموع الإسترنجات الموصولة على التوازي مصفوفة (Array)، فيما يُسمّى التوصيل المبيّن في الشكل (7) أدناه المركّب:



الشكل (7): التوصيل المركّب

نشاط (4): أحضر عدداً من اللوحات ذات القدرات المختلفة، وأوصِلها على التوالي ثمّ التوازي ثمّ بأشكال مركّبة، وأفحص النتائج في فرق الجهد والتيار، وأستنتج أيّ التوصيلات تصلح، وأيّها لا؟

3-5 الموقف التعليمي الثالث: بطاريات تخزين الطاقة الشمسية:

وصف الموقف التعليمي:

طلب مزارع، من فنّي تركيب أنظمة طاقة متجددة تبديل بنك البطاريات الخاصة بمحطته الشمسية بعد تلف البطاريات القديمة، مع ضرورة مراعاة ألّا تتلف بطارياته الجديدة بعد مدة قصيرة.

العمل الكامل:

خطوات العمل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأُحلِّلها	• جمع بيانات من صاحب المزرعة عن: • استهلاك المزرعة من الطاقة ، وأداء البطاريات السابقة، ومدة خدمتها، وماهية خرابها. • جمع بيانات عن: • تفاصيل المعايير الكهربائية للبطاريات. • طبيعة البطاريات، وأنواعها. • الأجهزة الخاصة بقياس المتغيرات الكهربائية في البطاريات. • أسعار البطاريات.	• العمل في مجموعات. • البحث العلمي. • الحوار، والمناقشة. • العصف الذهني.	• طلب صاحب المزرعة الكتابي (وصف المهمة، وكتاب رسمي). • نشرة بيانات البطاريات القديمة. • صور لملصق البيانات بجانب البطارية. • الشبكة العنكبوتية.
أُخطِّط، وأُقرِّر	• تصنيف البيانات، وتبويبها. • تحديد جدول زمني؛ لتنفيذ المَهمّة. • تحديد جدول تكلفة للمَهمّة. • تحديد العِدَد المناسبة؛ لتنفيذ العمل.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• العِدَد اليدوية التي تلزم. • نموذج جدول زمني. • نموذج جدول تكلفة • أجهزة القياس الخاصة بقياس العيارات الكهربائية للبطاريات (ملتيميتر).

أُنفّذ	• استخدام أدوات السلامة المهنية، تبعاً للمعايير الفنية ذات الصلة. • قراءة الأرقام الظاهرة في ملصق البيانات بجانب البطارية القديمة، واستيعاب معانيها. • قياس فرق جهد البطاريات القديمة. • دراسة حجم بنك البطاريات اللازم. • دراسة نوع البطاريات اللازمة، والبحث عن مصدرها، وسعرها. • تقويم سبب عطل البطاريات القديمة.	• مجموعات عمل.	• البطاريات القديمة. • جهاز يقيس فرق الجهد. • قرطاسية؛ للتسجيل. • الشبكة العنكبوتية.
أتحقَّق من	• فرق الجهد، وسعة بنك البطاريات القديم، ونوع البطاريات القديمة. • فرق الجهد، وسعة بنك البطاريات الجديد، ونوع البطاريات المطلوبة. • طريقة توصيل البطاريات: توالٍ، وتوازٍ. • المقارنة بين بنك البطاريات القديم والجديد. • وصف عيوب البطاريات القديمة، وميزات الجديدة.	• مجموعات عمل.	• نتائج البحوث السابقة المدونة. • المشاهدات الشخصية. • المقارنة، والسؤال.
أُوثِّق، وأعرض	• توثيق نتائج العمل. • تفريغ جميع النتائج على دفتر التدريب العملي. • تقديم تقرير مفصّل عن النتائج، مع استعراض المقارنة. • تقديم تقرير مفصّل عن التكلفة. • عرض كلّ مجموعة عمل ما أُنجِزَ على الجميع.	• مجموعات عمل. • النقاش الجماعي.	• جهاز عرض (LCD). • دفتر التدريب العملي.
أُقوم بـ	• المقارنة بين البطاريات القديمة والجديدة. • تقديم أسباب عطب البطاريات القديمة، وكيف أنّ البطاريات الجديدة تتلافى هذه المشاكل. • تكليف الخبراء بتقديم التغذية الراجعة. • مدى رضا الزبون.	• النقاش الجماعي	• نماذج التقويم. • المعروض في الأسواق.

الأسئلة:

1- ما أنواع البطاريات من حيث استخدامها الوظيفي؟

2- ما فرق الجهد المعياري للبطارية؟

3- لديك بطارية سَعتها الأمبيرية (C=150Ah)، إذا وصلناها بحمل يستهلك 20 أمبير، فكم ساعة ستتمكن البطارية من تزويد الحمل؟

4- إذا كان لدينا أحمال بحاجة لطاقة مقدارها (10kWh)، وكان نظام الطاقة الشمسية يعمل على فرق جهد معياري مقداره (Vn=24V)، وكانت لدينا بطاريات (12V/80Ah)، فكم بطارية نحتاج لتخزين حاجة الحمل؟ وما طريقة توصيلها؟

أتعلّم:

نشاط (1): أبحث عن أهمّ أنواع البطاريات المستخدمة في تخزين الطاقة الكهربائية لأنظمة الطاقة الشمسية.



البطاريات

تُعَدّ البطاريات عنصر التخزين الأساسي لأنظمة الطاقة الشمسية المفصولة عن الشبكة، وهي وسيلة لتخزين الطاقة الكهربائية عموماً، كما الحال في السيارات الكهربائية الحديثة، ولها أيضاً استخدامات كثيرة ومهمة، منها:

1. الطاقة الشمسية.
2. بطاريات بدء التشغيل في السيارات، والمولدات الكهربائية.
3. بطاريات تحريك المركبات، كالرافعات الشوكية، والسيارات الكهربائية.
4. بطاريات الهواتف، والحواسيب النقالة.
5. بطاريات الساعات، والريموتات، وألعاب الأطفال.
6. بطاريات المعدات الكهربائية الصغيرة من ماكينة الحلاقة إلى المقدح.

نشاط (2): إبحث في الشبكة العنكبوتية عن استخدامات أخرى للبطاريات؟

1- تصنيف البطاريات وَفق مكوناتها الكيميائية:

تُخزّن البطاريات الطاقة الكهربائية في تفاعلات كيميائية قابلة للعكس؛ أي يمكن من خلال التفاعلات الكيمائية إعادة إنتاج الكهرباء. وهناك تفاعلات لمكوّنات مختلفة يمكنها كلّها أن تؤدّي الغاية نفسها؛ وعليه فمن حيث التركيب الكيميائي يمكن تصنيف البطاريات إلى أنواع كثيرة، منها:

أ- بطاريات الرصاص الحمضي.

ب- بطاريات ليثيوم أيون.

جـ- بطاريات نكل كادميوم.

د- بطاريات ليثيوم معدن.

هـ- بطاريات خلايا الطاقة من الهيدروجين.

و- بطاريات الألكالين.

وتقسم البطاريات من حيث قابلية إعادة الشحن إلى:

1. بطاريات أولية، غير قابلة للشحن
2. بطاريات ثانوية، يمكن إعادة شحنها مرة أخرى مثل البطاريات المستخدمة في الطاقة الشمسية.

وأكثر البطاريات المستخدمة في مجال الطاقة الشمسية هي بطاريات الرصاص الحمضي، وحديثاً بدأت بطاريات الليثيوم تأخذ دوراً متعاظماً.

2- تصنيف البطاريات وَفق استخدامها الوظيفي:

كون البطارية مصنوعة من مادة معينة لا يعني بالضرورة أنّها دائماً تُستخدَم للهدف نفسه، فمثلا بطاريات الحمض الرصاصي تستخدم بكثرة في أنظمة الطاقة الشمسية ولكنها أيضا تستخدم في أماكن أخرى مثل السيارات وأنظمة الطوارئ. فالبطاريات من المادة نفسها يمكن أن تختلف جوهرياً في طريقة تركيبها؛ لتلائم وظيفة أو أخرى. والبطاريات من الناحية الوظيفية تنقسم إلى ما يأتي:

1- بطاريات التشغيل (starter batteries):

هذه بطاريات ذات دورات ضحلة؛ أي لا يمكن تفريغها للنهاية بصورة فعالة وعملية، وهي تُستخدَم لتشغيل السيارات، وليس لتحريكها، وهي (في حالة الرصاص الحمضي) تمتاز بعدد كبير من الصفائح الرفيعة؛ ما يمكّنها من تزويد تيارات كهربائية كبيرة جداً لفترات زمنية قصيرة، وهو الوضع المثالي لنقر بداية تشغيل المركبات.



2- البطاريات الثابتة أو الموضعية (Stationary Batteries):

من اسمها، هي بطارية تكون -في العادة- موضوعة في مكان ثابت؛ لتمييزها عن البطاريات التي تتواجد في المركبات المتحركة، وهذه البطاريات تُستعمَل في مجالات كثيرة تطلب بدورها درجات مختلفة من أعماق التفريغ.

وعليه تنقسم البطاريات الثابتة إلى:

- **أ- بطاريات ثابتة ضحلة الدورة (stationary shallow cycle):** على الرغم من التسمية، فهي ليست

ضحلة بقدر بطاريات التشغيل، لكنّها ليست عميقة بما يكفي، وهي تُستخدَم لتزويد الأحمال الكهربائية في أوقات الطوارئ، مثل أوقات انقطاع الكهرباء، وتهدف لتزويد الطاقة لمدد قصيرة تكفي فقط لإطفاء الأجهزة إطفاءً آمناً، أو تغطية الفترة الانتقالية بين لحظة انقطاع الكهرباء، وتشغيل مولداتها. وأشهر تطبيقاتها هي في أجهزة الـ (UPS).

- **ب- بطاريات ثابتة عميقة الدورة (Stationary Deep cycle):** منها تكون بطاريات الطاقة الشمسية، وتمتاز (في حالة الرصاص الحمضي) بأنّ صفائحها تكون قليلة لكن سميكة؛ ما يجعلها غير قادرة على تزويد تيارات عالية جداً، لكنّها تستطيع تزويد الطاقة لمدد طويلة ومتكررة؛ إذ يمكن تفريغ البطاريات بقدر كبير ولمرات كثيرة.

3- بطاريات التحريك (Traction Batteries):

تكون هذه البطاريات عميقة التفريغ للغاية؛ لأنّها مصمّمة لتحريك المركبات التي تكون ثقيلة، وتستلزم كثيراً من الطاقة، ولمدد طويلة، وعلى هذه البطاريات أن تعمّر لمدد طويلة، وبما أنّها مصممة لتتواجد بالمركبات، فهي متحركة، ولا تندرج تحت لواء البطاريات الثابتة أو الموضعية، وبالطبع هي أكثر من قادرة على تلبية استخدامات الطاقة الشمسية.



تصنيف بطاريات الرصاص الحمضي وَفق حالة الحمض:

تُصنَّف البطاريات وَفق معايير كثيرة ومختلفة، لذلك سنركّز على البطاريات الثانوية المصنوعة من الرصاص الحمضي، وبالطبع ذات خاصية التفريغ العميق؛ لأنّها الأكثر استخداماً وشيوعا في مجال الطاقة الشمسية، إلّا أنّها تُصنَّف وَفق حالة الحمض الذي يكون فيها إلى:

أ- بطاريات سائلة (مغمورة) مفتوحة.

ب- بطاريات سائلة (مغمورة) محكمة الإغلاق.

جـ- بطاريات جلّ (Gel).

د- بطاريات الحصيرة الزجاجية الممتصة (AGM).

نشاط (3): أبحث عن ميزات كلّ نوع من هذه البطاريات.



للتفكير: هناك بطارية لتشغيل السيارة مصنوعة من الرصاص الحمضي السائل، وهناك بطارية (UPS) من الرصاص الحمضي بحالة (AGM)، وهناك بطارية رافعة شوكية من الرصاص الحمضي بحالة (Gel)، ماذا يحدث إذا تم استخدم كل منها للطاقة الشمسية؟ وهل هناك احتمالات أخرى يمكن أن تواجهنا؟

خصائص البطارية الكهربائية:

يمكن وصف أيّ بطارية من الناحية الكهربائية من خلال كثير من الخصائص، لكنّ أهمّ خاصيتين هما:

1- فرق الجهد المعياري:

تتكوّن بطاريات الرصاص الحمضي من خلايا، وكلّ خلية تملك فرق جهد متفقاً عليه في الوسط العلمي والعملي، وهذا الفرق في الجهد هو 2 فولت، لكنْ معيارياً 2 فولت؛ أي أنّ الخلية يمكن أن تمتلك فرق جهد يتراوح من 1.65 فولت أو أقلّ في حالات تكون البطارية فيها في حالة استنزاف أو عطب إلى 2.2 فولت أو أكثر في وضعيات الشحن.

والبطاريات -تبعاً لذلك- تمتلك فروق جهد معيارياً من مضاعفات الـ 2 فولت، وأشهرها (2، 4، 6، 8، 12)، وعلى الرغم من أنّ هناك أجهزة ومعدات تعمل على فروق جهد مختلفة، إلّا أنّ أنظمة الطاقة الشمسية تعمل على فروق جهد معيارية في الغالب؛ ما تكوّن (Vn= 12V/12V/48V) التي يمكن أن نحصل عليها من بطارية معيارية أو عدة بطاريات موصولة على التوالي.

العلاقة بين فرق الجهد وحالة الشحن:

يُعَدّ فرق جهد البطارية مؤشراً على حالة شحن البطارية؛ فكلّما كان فرق الجهد أكبر، فذلك مؤشر على أنّ البطارية مشحونة أكثر، والجدولان (1و2) الآتيان يمثّلان على ذلك:

STATE OF CHARGE for Lead Acid-AGM-GEL when at rest for min 30 Min					
SOC	V open circuit 6-V battery	V open circuit 12-V battery	V open circuit 24-V bank	V open circuit 48-V bank	specific gravity per cell
100%	6.37	12.73	25.46	50.92	1.277
90%	6.31	12.62	25.24	50.48	1.258
80%	6.25	12.50	25.00	50.00	1.238
70%	6.19	12.37	24.74	49.48	1.217
60%	6.12	12.24	24.48	48.96	1.195
50%	6.05	12.10	24.20	48.40	1.172
40%	5.98	11.96	23.92	47.84	1.148
30%	5.91	11.81	23.62	47.24	1.124
20%	5.83	11.66	23.32	46.64	1.098
10%	5.75	11.51	23.02	46.04	1.073

الجدول (1): حالة شحن البطارية لأنواع مختلفة وبقيم جهود مختلفة

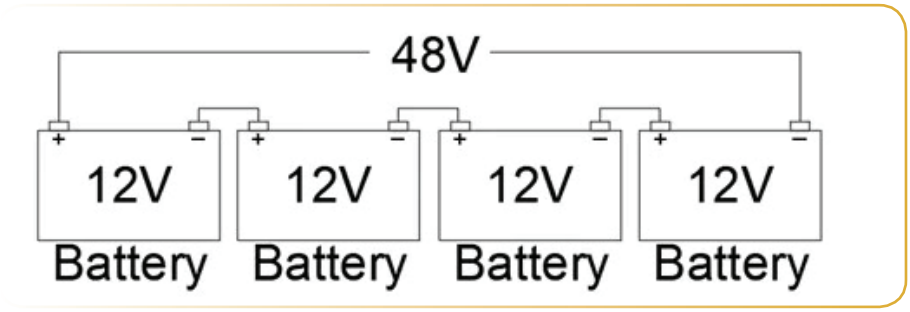
نشاط: إحدى البطاريات كانت مرفقة بجدول حالة الشحن المبينه في الجدول (2)، إبحث عن إختلافاتها عن تلك المبينه في الجدول (1)، وعلل سبب الاختلاف؟

12 Volt AGM Battery State of Charge	
Level	Voltage
100%	13.00 Volts
90%	12.75 Volts
80%	12.50 Volts
70%	12.30 Volts
60%	12.15 Volts
50%	12.05 Volts
40%	11.95 Volts
30%	11.81 Volts
20%	11.66 Volts
10%	11.51 Volts
0%	10.50 Volts

الجدول (2): نسبة شحن بطارية 12 فولت من نوع (AGM) مقارنة بقيمة جهدها في كلّ حالة

ملاحظة: ومن الجدير بالذكر أنّ الأرقام الواردة في هذين الجدولين قد تختلف من نوع بطارية لأخرى، وهذه الأرقام لا تصحّ إلّا بعد أن تكون البطارية في حالة راحة؛ (أي لا شحن ولا تفريغ) لمدة 30 دقيقة.

ولرفع فرق جهد البطاريات؛ نوصِلها على التوالي، كما هو مبيّن في الشكل (1) الآتي، من خلال وصل القطب الموجب بالسالب، وهذه العملية تحافظ على قيمة التيار الكهربائي نفسه أو السعة الأمبيرية نفسها.



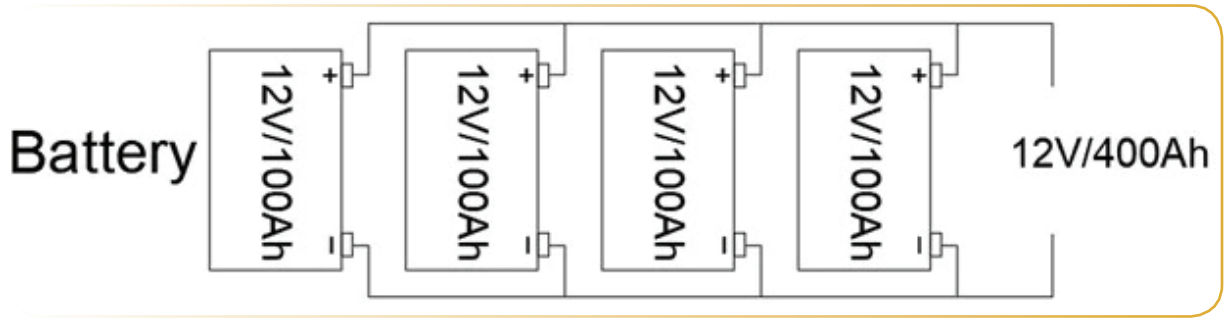
الشكل (1): توصيل البطاريات على التوالي؛ للحصول على جهد أعلى

2- السعة الأمبيرية:

نقصد بها كمية الطاقة التي يمكن للبطارية أن تستوعبها بوجدة الأمبير.ساعة (Ah). وعادة ما يعبر عن الطاقة بوحدة (Wh)، وهي مرتبطة بالزمن، أمّا في البطاريات فالمشهور هو تحييد فرق الجهد والتعبير عن كمية الطاقة بالسعة الأمبيرية التي هي أيضاً مرتبطة بالزمن (Ah)، وعلينا ألّا نخلط بين الأمبير. ساعة، والامبير، فالفرق كبير، فالتيار مؤشر لحظي، ويمكن للبطارية أن تنتج من صفر أمبير إلى أكثر من ألف أمبير، ومع ذلك فقيم الأمبير هذه لا تجعلنا نعرف كثيراً عن تلك البطارية؛ إذ إنّ المعيار الحاسم هو لِكَمْ من الوقت ستتمكّن البطارية من تزويدنا بذلك التيار؟ ومن هنا فالعلاقة الحاسمة هي التيار الكهربائي الخارج من البطارية، والزمن الذي ستتمكّن البطارية من الاستمرار بإخراجه، ولكي يتفق الجميع على زمن معياري؛ اختيرت الساعة. ساعة واحدة،

فمثلاً: بطارية سَعتها (100Ah) يعني أنّها تستطيع تزويدنا بـ (100) أمبير لمدة ساعة، أو (50) أمبير لمدة ساعتين، أو (200) أمبير لمدة نصف ساعة، ... وهكذا، وعليه فإنّ كمية الأمبير الذي يخرج من البطارية لا يحدّد سعتها، إنّما كميته مقروناً بالزمن؛ أي الأمبير. ساعة (Ah).

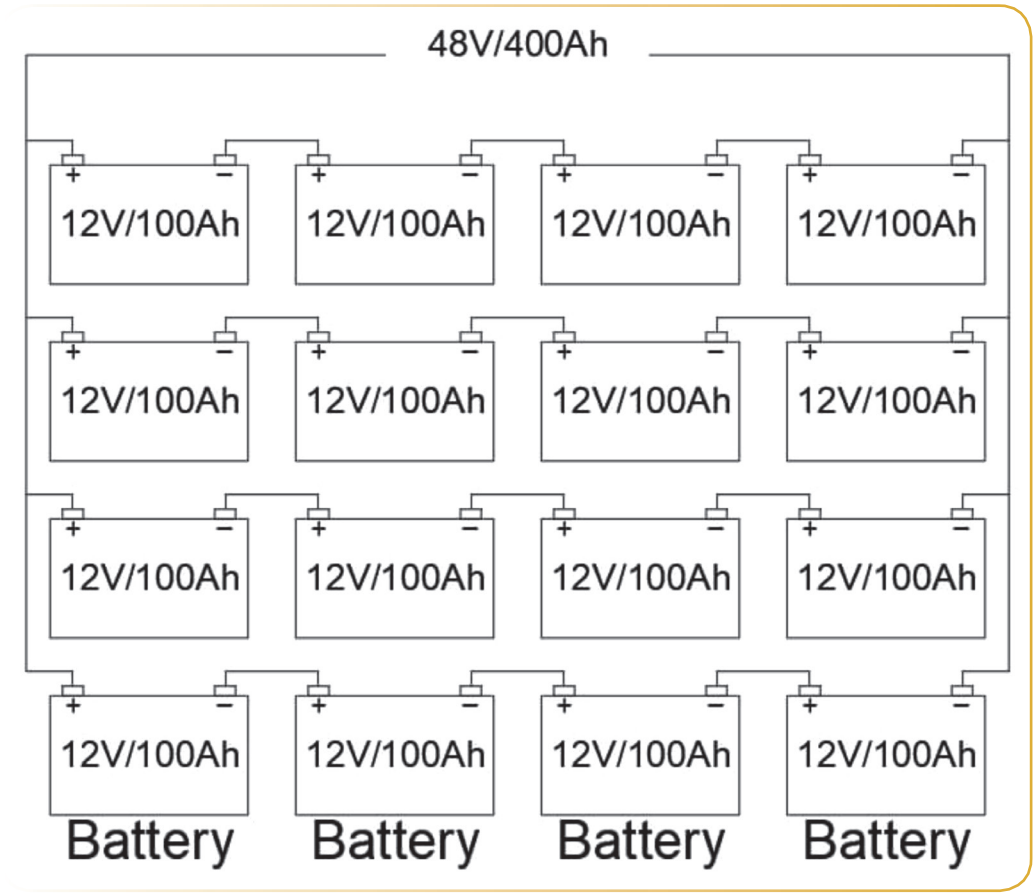
ولزيادة السعة الأمبيرية للبطاريات نجمعها على التوازي، وهكذا فالسعة تُجمَع، بينما فرق الجهد يبقى على حاله، كما في الشكل (2) أدناه:



الشكل (2): زيادة السعة الأمبيرية للبطاريات بتوصيلها على التوازي

تجميع بنك البطاريات (battery bank):

في كثير من الحالات لا تكون بطارية واحدة قادرة على تخزين كمية الطاقة اللازمة، لذلك نلجأ لتوصيل أكثر من بطارية، من خلال توصيلها على التوالي؛ حتى يتحقّق فرق الجهد المعياري المطلوب الذي يعمل عليه النظام (لوحات، ومنظمات شحن، وإنفيترات)، فإن لم يكن ذلك كافياً؛ أي نحتاج قدراً أكبر من الطاقة، نبدأ بوصل البطاريات على التوازي؛ حتى نحقّق السعة الأمبيرية المطلوبة، علما بان الجهد والسعة الامبيرية تزداد في هذه التوصيله كما في الشكل (3) الآتي:



الشكل (3): الحصول على الجهد المعياري إضافة إلى السعة الأمبيرية المطلوبة لنظام شمسي

ملاحظات: يجب ألّا تُجمَع بطاريات بأحجام مختلفة على التوالي، كما أنّه يجب ألّا تُجمَع فروق جهد معيارية مختلفة على التوازي.

4-5 الموقف التعليمي الرابع: منظّم الشحن من نوع (PWM):

وصف الموقف التعليمي: حضر زبون إلى فنّي تركيب أنظمة طاقة متجددة، وكلّفه توصيل لوحات شمسية، وبطاريات اشتراها بطريقة سليمة، ورخيصة جداً.

العمل الكامل:

خطوات العمل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأُحلِّلها	• جمع بيانات من صاحب المحطة الشمسية عن: • المعدات المتوفّرة، والمطلوب. • جمع بيانات عن: • تفاصيل المعايير الكهربائية للبطاريات، واللّوحات. • نوع الشاحن المطلوب. • أنواع الشواحن، وأسعارها بالسوق المحلية.	• العمل في مجموعات. • البحث العلمي. • الحوار، والمناقشة. • العصف الذهني.	• طلب الزبون الكتابي (وصف المهمة، وكتاب رسمي). • نشرة بيانات البطاريات، واللّوحات الشمسية، وعددها. • صور لملصق البيانات بجانب البطارية، وخلف اللّوح الشمسي. • الشبكة العنكبوتية. • آلية جمع اللّوحات، والبطاريات، وأنواع الشواحن، وأسعارها.
أُخطِّط، وأُقرِّر	• تصنيف البيانات، وتبويبها. • تحديد جدول زمني؛ لتنفيذ المَهمّة. • تحديد جدول تكلفة للمَهمّة. • تحديد العِدَد المناسبة؛ لتنفيذ العمل.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• العِدَد اليدوية التي تلزم. • نموذج جدول زمني. • نموذج جدول تكلفة. • أجهزة القياس الخاصة.

أُنفّذ	• استخدام أدوات السلامة المهنية، تبعاً للمعايير الفنية ذات الصلة. • قراءة الأرقام الظاهرة في ملصق البيانات الخاصّ البطارية، واللّوحات، واستيعاب معناها. • دراسة فرق الجهد المعياري للبطاريات، واللّوحات؛ لاختيار فرق الجهد المعياري المناسب للشاحن. • دراسة حجم الشاحن المطلوب، ومواصفاته. • دراسة أنواع الشواحن، ومصدرها، وسعرها. • التعرّف إلى الفرق بين شواحن (P.W.M)، و(M.P.P.T)	• مجموعات عمل.	• البطاريات، واللّوحات المتوفّرة. • جهاز يقيس فرق الجهد. • قرطاسية؛ للتسجيل. • الشبكة العنكبوتية.
أتحقَّق من	• التحقّق من أنّ جميع مكوّنات المحطة تعمل ضمن فرق الجهد المعياري نفسه. • التحقق من أنّ فروق الجهد لجميع مكونات النظام لا تتعارض، ولا يُعطِب بعضها بعضاً. • التحقق من أنّ مكونات النظام قادر على ضمن التيارات الكهربائية التي يمكن أن تتدفق بين أجزائه. • التحقق من أنّ الشاحن يعمل بكفاءة مقبولة.	• مجموعات عمل.	• الوثائق، والكتالوجات. • الشبكة العنكبوتية. • المشاهدات الشخصية. • المقارنة، والسؤال.
أُوثّق، وأعرض	• توثيق نتائج العمل. • تفريغ جميع النتائج على دفتر التدريب العملي. • تقديم تقرير مفصّل عن النتائج، مع استعراض المقارنة. • تقديم تقرير مفصّل عن التكلفة. • عرض كلّ مجموعة عمل ما أُنجِزَ على الجميع.	• مجموعات عمل. • النقاش الجماعي.	• جهاز عرض (LCD). • دفتر التدريب العملي.
أُقوم بـ	• تقديم الشاحن المناسب من حيث فرق جهده، وتياره، ونوعه. • تكليف الخبراء بتقديم التغذية الراجعة. • مدى رضا الزبون.	• النقاش الجماعي.	• نماذج التقويم. • المعروض في الأسواق.

الأسئلة:

1- ما أنواع منظمات الشحن المستخدمة في الأنظمة الشمسية؟

2- ما أهمية وضع المنظمات الشحن بين اللّوحات والبطاريات؟

3- ما مراحل الشحن؟

4- هل يمكن شحن بطارية 12 فولت معياري بلوحة 72 خلية قدرتها (P=270Wp) باستخدام شاحن (PWM)؟ مع التوضيح.

أتعلّم:

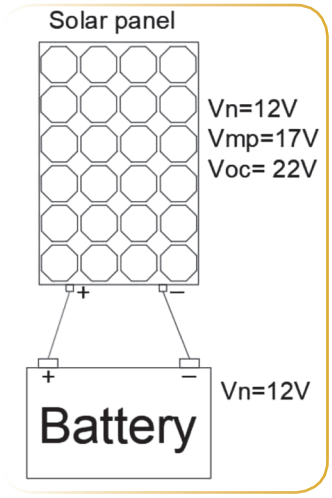
نشاط (1): اعتماداً على الصورة أدناه، أبحث في شبكة الإنترنت عن أهمّ ميزات منظِّمات شحن بطاريات تخزين الطاقة الكهربائية المستخدمة في أنظمة الطاقة الشمسية.



منظم الشحن

تعلّمنا عن الألواح الشمسية بأنّها تُعَدّ مصدر الطاقة، وعن البطاريات بأنّها مكان تحزين هذه الطاقة، ويمكن توصيل اللّوح الشمسي على التوازي مع البطارية مباشرة، كما في الشكل (1) الآتي، وفي هذه الحالة سيشحن اللّوحُ الشمسي البطارية، لكنّ هناك مشاكل عديدة تحدث جرّاء هذا التوصيل!

قد



الشكل (1): توصيل اللّوح الشمسي على التوازي مع البطارية مباشرة

وتجدر الإشارة هنا إلى أنّه يجب وصل ألواح شمسية مع بطاريات تحمل فرق الجهد المعياري نفسه، فماذا سيحدث في حالة توصيل اللّوح الشمسي بالطريقة المبيّنة في الشكل (1) أعلاه؟

في النهار، ومع وجود الضوء، يصبح لدى اللّوح الشمسي فرق جهد الدارة المفتوحة الذي يكون في مثالنا 22 فولت، في حين أنّ فرق جهد البطارية سيتراوح بين 10.5 و13 فولت وَفق حالة شحنها، وعليه ففرق جهد اللّوح دائماً أعلى بكثير من فرق جهد البطارية؛ حتى يسير التيار من الجهد المرتفع إلى الجهد المنخفض.

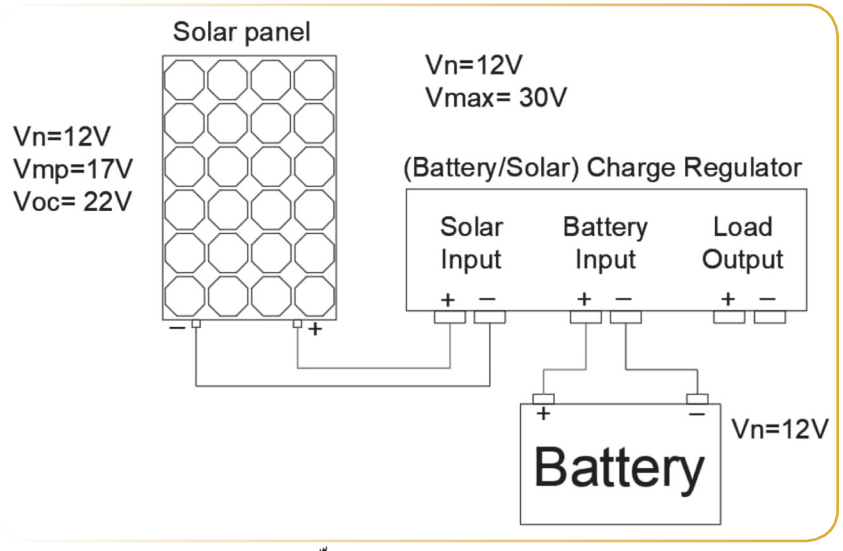
وفي اللحظة التي يوصَل فيها اللّوح بالبطارية سينخفض فرق جهد اللّوحات مع بدء تحرك الإلكترونات (التيار) نحو البطارية، وسيسعى اللّوح والبطارية لجعل جهدهما متساوياً...، ويستمر التيار بالتدفق نحو البطارية التي يستمر فرق جهدها بالارتفاع إلى مستويات قد لا تتحملها البطارية لفترة طويلة؛ ما يتسبّب في ارتفاع حرارتها، وتلفها، فبطارية الـ (12V) مثلاً يجب أن تُشحَن على فرق جهد (14V)، ويمكنها تحمّل حدّ أقصى مقداره (15V)، ولمدة محدودة، لكنّ اللّوح الشمسي لن يستشعر هذا، وسيسعى لرفع فرق الجهد إلى أقصى قيمة ممكنة؛ ما يؤدّي إلى تلف البطارية بسبب فرق الجهد العالي، وبسبب عدم التوقف عن الشحن حتى مع امتلاء البطارية.

وفي الليل سيصبح فرق جهد اللّوح صفراً، فتصبح البطارية هي مصدر الطاقة التي تنطلق منها الطاقة إلى اللّوح الشمسي الذي سيتصرّف كمقاومة كهربائية تعمل على تفريغ البطارية.

ومن هنا تظهر الحاجة لإضافة شاحن؛ ليعمل على:

1. تنظيم جهد شحن البطارية، بحيث لا يتجاوز حدود معينة.
2. وقف الشحن عند امتلاء البطارية.
3. منع السريان العكسي للتيار الكهربائي من البطاريات إلى اللّوحات.

أنظر إلى الشكل (2) الآتي:



الشكل (2): توصيل شاحن بين اللّوح الشمسي والبطارية

وهناك عدّة أنواع من الشواحن من حيث مبدأ عملها، وهي:

1. منظّم الشحن الأساسي (on-off).
2. منظّم الشحن النبضي (PWM).
3. منظّم الشحن المتتبّع لأقصى نقطة قدرة (MPPT).

وفي هذه المرحلة سيتمّ التطرق إلى نوع واحد من منظِّمات الشحن، وهو منظّم الشحن من نوع (PWM) فقط.

نشاط (1): أبحث عن الفرق بين شواحن (PWM)، و(MPPT).

الخصائص الكهربائية للشاحن (PWM): شكل(3)



شكل (3) : شاحن من نوع PWM

الشاحن هو المسؤول عن وصل الألواح من جهة والبطاريات من جهة أخرى، وهذه الأجهزة كلّها يجب أن تمتلك فرق الجهد المعياري نفسه، ومع ذلك فإنّ فرق جهد الألواح والبطاريات سيكون مختلفاً، فعلى مدخل الشاحن أن يتحمّل فرق جهد اللّوح الشمسي، وتياره في أقصى حالاته؛ أي عليه تحمّل جهد الدارة المفتوحة (Voc) للألواح الشمسية، مع الأخذ بعين الاعتبار أنّ انخفاض حرارة الخلايا عن (25ºC) سيؤدّي إلى قيم أعلى من تلك المشار إليها في ملصق اللّوحة وَفق (STC)، وبالنسبة للتيار القادم من اللّوحات الشمسية فعلى الشاحن تحمّل تيار القصر (Isc) مع زيادة 25% للاحتياط؛ لأنّ الإشعاع الشمسي قد يكون أكثر من ذلك في ظروف (STC).

أمّا مخرج الشاحن من جهة البطارية فعليه أن يكون قادراً على تحمّل فرق جهد البطارية بأعلى حالاته، وتنظيمه، وتمرير التيار الكهربائي إلى البطارية. ولتوضيح ذلك نأخذ المثال الآتي:

مثال: لديّ الشاحن، والبطارية، واللّوح الشمسي، كما في الشكل (4) أدناه، أتحقّق من إمكانية توصيلها معاً:



الشكل (4): نشرة مواصفات لوح شمسي وعاكس وبطارية

من ملصق الألواح المبيّن في الشكل (4) أعلاه إلى اليمين، نلاحظ أنّ (Voc=22.1)، وأنّ (Isc=8.68)، في حين أنّ مدخل الشاحن في الشكل (4) في الأسفل يتحمّل قيمة جهد (Max input 30V)، وتيار (Solar 20A)، فإذا لاحظنا أنّ فرق جهد اللّوح هو (Voc=22.1)، حتّى لو ارتفع هذا الرقم شتاءً فسيبقى أقلّ من (Max input 30V) للشاحن؛ لذلك ففرق الجهد مناسب.

ثمّ ندرس التيار فنجد أنّ (Isc=8.68)، ونضرب هذا الرقم بمعامل أمان (1.25)، فيصبح (Isc max= 10.85A)، وهو يبقى أقلّ ممّا يتحمله الشاحن الذي يساوي (Solar 20A)، لذلك فالتيار مناسب أيضاً. ومن هنا يمكن القول: إنّ منظّم الشحن مناسب للّوح الشمسي.

أمّا البطارية فمكتوب عليها (12V 100Ah)، وهذا جهدها المعياري، ومكتوب على الشاحن (Nominal rating 12Volt DC)، وهذا جهد الشاحن المعياري، وهما متطابقان ومتساويان، وبالتالي مناسبان.

والبطارية السابقة من نوع (Sealed lead acid)؛ أي أنّها سائلة مغمورة محكمة الإغلاق، وعند منظم الشحن المقدرة على شحنها، كما يقدر على شحن البطاريات المغمورة المفتوحة، حيث مكتوب عليها (Sealed or flooded select).

مراحل العمل لمنظّم الشحن:

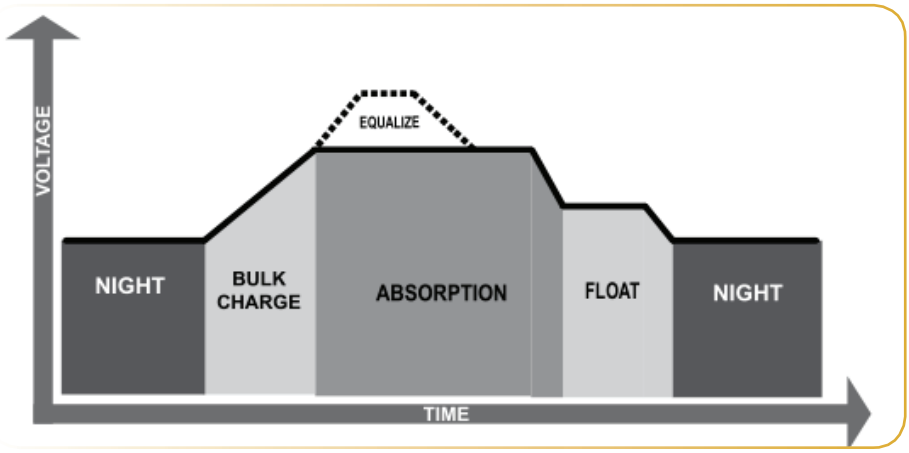
يشحن الشاحنُ البطاريات في أربع مراحل، كما في الشكل (5):

1. مرحلة الشحن السريع (Bulk): في هذه المرحلة يسعى الشاحن لضخّ أكبر كمية من الطاقة إلى البطارية؛ حتى ترفع فرق جهدها للمستوى المطلوب.

2. مرحلة شحن الامتصاص (Absorption): بعد أن تصل البطارية إلى فرق الجهد الذي يشير إلى امتلائها يحافظ الشاحن على فرق الجهد هذا لعدة ساعات؛ للتأكد من أنّ البطارية امتصّت كلّ الطاقة الممكنة.

3. مرحلة شحن التسوية (equalization): تحلّ هذه المرحلة مكان مرحلة الامتصاص مرّة واحدة كلّ شهر عادة، وتستمر لمدة بضع ساعات فقط، وفيها تُضغَط البطارية بفرق جهد مرتفع؛ بهدف تحريك التفاعلات الكيميائية بقوة داخل البطارية؛ كإجراء صيانة وقائي يعمل على توحيد فرق جهد خلايا البطارية، بحيث يتساوى فرق الجهد عند كلّ خلايا البطارية.

4. مرحة التعويم (Floating): تكون هذه المرحلة بعد أن امتلأت البطارية، وتعرّضت لشحن امتصاص لعدّة ساعات إضافية، وتمّ التأكد من أنّ البطارية لا يمكن شحنها أكثر، ولأنّ تعريض البطارية لفرق جهد عالٍ مستمر يقلّل من عمرها، وينتقل الشاحن إلى شحن التعويم ذي فرق الجهد الأقلّ الذي يهدف فقط إلى تعويض الخسائر، والتأكد من أنّ البطارية تحافظ على حالة شحنها المكتملة.



الشكل (5): المراحل الأربع لعمل منظّم شحن البطاريات

بينما يبيّن الشكل (6) الآتي قيم الجهود المختلفة للمراحل الأربع لعمل منظّم شحن البطاريات:

Settings Switches 4 - 5 - 6	Battery Type	Absorp. Stage (Volts)	Float Stage (Volts)	Equalize Stage (Volts)	Equalize Interval (Days)
off-off-off	1 - Gel	14.00	13.70		
off-off-on	2 - Sealed*	14.15	13.70	14.40	28
off-on-off	3 - Sealed*	14.30	13.70	14.60	28
off-on-on	4 - AGM/Flooded	14.40	13.70	15.10	28
on-off-off	5 - Flooded	14.60	13.50	15.30	28
on-off-on	6 - Flooded	14.70	13.50	15.40	28
on-on-off	7 - L-16	15.40	13.40	16.00	14
on-on-on	8 - Custom	Custom	Custom	Custom	Custom

** "Sealed" battery type includes gel and AGM batteries*

الشكل (6): قيم الجهود المختلفة للمراحل الأربع لعمل منظّم شحن البطاريات بأنواعها

5-5 الموقف التعليمي الخامس: الإنفيرتر وأنواعه:

وصف الموقف التعليمي: حضر زبون إلى فنّي تركيب أنظمة طاقة متجددة، وكلّفه بشراء إنفيرتر مناسب لأحماله المنزلية.

العمل الكامل:

خطوات العمل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأُحلِّلها	• جمع بيانات من صاحب المحطة الشمسية عن: • الأحمال المتوفّرة في منزله، وطريقة استخدامها. • جمع بيانات عن: • تفاصيل المعايير الكهربائية للإنفيرترات. • الشبكة العنكبوتية. • السوق المحلية للطاقة المتجددة.	• العمل في مجموعات. • البحث العلمي. • الحوار، والمناقشة. • العصف الذهني.	• طلب الزبون الكتابي (وصف المهمة، وكتاب رسمي). • معرفة حجم الأحمال المنزلية للزبون، وأنواعها. • معرفة الفرق بين القدرة والطاقة التي يستهلكها الزبون. • معرفة أنواع الإنفيرترات، وأحجامها. • اختيار فرق الجهد المعياري المناسب للإنفيرتر بما يتناسب مع حجم بنك البطاريات، والأحمال.
أُخطِّط، وأُقرِّر	• تصنيف البيانات، وتبويبها. • تحديد جدول زمني؛ لتنفيذ المَهمّة. • تحديد جدول تكلفة للمَهمّة. • تحديد حجم العاكس المناسب، وفرق جهده، ومواصفاته.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• العِدَد اليدوية التي تلزم. • نموذج جدول زمني. • نموذج جدول تكلفة. • نشرات بيانات الإنفيرترات المتوفّرة في السوق.

أُنفّذ	• استخدام أدوات السلامة المهنية، تبعاً للمعايير الفنية ذات الصلة. • حساب قدرة الأحمال المتوفّرة في المنزل مجتمعة. • حساب حجم بنك البطاريات التقريبي، وفرق جهده المعياري. • حساب قدرة العاكس المعيارية، وفرق الجهد المعياري المناسب. • اختيار العاكس ذي الإشارة الكهربائية المناسبة للأحمال.	• مجموعات عمل.	• حجم البطاريات المناسبة. • قدرة الأحمال مجتمعة • قرطاسية؛ للتسجيل. • الشبكة العنكبوتية. • السوق المحلية للطاقة المتجددة.
أتحقَّق من	• التحقّق من أنّ القدرة المعيارية للإنفيرتر مناسبة للأحمال. • التحقّق من أنّ الإشارة الكهربائية للعاكس مناسبة للأحمال المنزلية المتوفّرة. • التحقّق من أنّ فرق الجهد المعياري للعاكس مناسب لحجم التيارات الكهربائية التي قد تتدفق.	- مجموعات عمل.	• الوثائق، والكتالوجات. • الشبكة العنكبوتية. • المقارنة، والسؤال.
أُوثّق، وأعرض	• توثيق نتائج العمل. • تفريغ جميع النتائج على دفتر التدريب العملي. • تقديم تقرير مفصّل عن النتائج. • تقديم تقرير مفصّل عن التكلفة. • عرض كلّ مجموعة عمل ما أُنجِزَ على الجميع.	• مجموعات عمل. • النقاش الجماعي.	• جهاز عرض (LCD). • دفتر التدريب العملي.

أُقوم بـ	• توضيح سبب اختيار قدرة الإنفيرتر، وفرق جهده. • تكليف الخبراء بتقديم التغذية الراجعة. • مدى رضا الزبون.	• النقاش الجماعي.	• نماذج التقويم. • المعروض في الأسواق.

الأسئلة:

1- ما أنواع العواكس من حيث نوع الإشارة الكهربائية؟

2- أقيس كفاءة عاكس عند أحمال تشكّل (120%-100%-50%-10%) من قدرتها المعيارية، وأحسبها.

3- إنفيرتر يعمل مع بنك بطاريات، فرق جهده المعياري (Vn=12Volt)، كم يبلغ فرق الجهد الأقصى الذي يجب على الإنفيرتر تحمّله (Vmax=??)؟

4- إذا كان لدينا حمل بحاجة لإنفيرتر قدرته المعيارية 4000 واط، فما فرق الجهد المعياري الذي يُفضَّل اعتماده؟

5- ما سلبيات اعتماد إنفيرتر، فرق جهده المعياري 48 فولت، إذا كانت قدرة الإنفيرتر 500 واط فقط؟

أتعلّم:

نشاط (1): ناقش مع زملائك الشكل (1) المبين ادناه.



شكل (1): إنفرتر مفصول عن الشبكة

الإنفيرتر المفصول عن الشبكة

الخلايا الشمسية، والشواحن الشمسية، والبطاريات كلّها معدات تعمل بالقدرة الثابتة (DC)، وهذه في حياتنا العملية لا تُعَدّ القوة المشغّلة لأغلب أجهزتنا الكهربائية التي تعمل بالقدرة المتناوبة، على الرغم من أنّ جزءاً كبيراً من الأجهزة الكهربائية فعلياً تعمل على فرق الجهد الثابت، إلّا أنّ مداخلها ووِئمَت وحوِّلت لتعمل على القدرة المتناوبة؛ لأسباب أغلبها أضحى تاريخياً، لكنّها تشكّل أمراً واقعاً يصعب تغييره. من هنا تطرأ الحاجة لتحويل القدرة الثابتة للخلايا الشمسية إلى قدرة متناوبة لتشغيل أجهزتنا الكهربائية، باستخدام الإنفيرترات (العواكس الكهربائية).

نشاط (2): أذكر وزملائي الأجهزة التي نستخدمها في حياتنا اليومية، والتي تعمل بالتيار الثابت بعد تحويله من التيار المتناوب.

إذن فالإنفيرترات هي أجهزة تحوّل القدرة الثابتة الموجودة في البطاريات والخلايا إلى قدرة متناوبة يمكن لغالبية الأجهزة الكهربائية التعامل معها.

خصائص الإنفيرترات الكهربائية (Inverter):

تحوّل الإنفيرترات القدرة الثابتة المستخرجة من البطاريات والخلايا إلى قدرة متناوبة، ويوصَف الإنفيرتر ويُسمّى وَفق مواصفات كهربائية أبرزها ما يأتي:

1- فرق الجهد المعياري للبطاريات:

لا يمكن للإنفيرتر المفصول عن الشبكة أن يعمل دون أن يكون موصولاً بالبطاريات؛ إذ لا يمكن له أن يعمل بقدرة اللّوحات الشمسية مباشرة؛ لأنّ فرق جهدها لا يمكن أن يكون مستقراً بما فيه الكفاية؛ بسبب تأثّره بالأحمال، وحالة الطقس، ففرق الجهد الثابت والمستقر هذا لا يوفّره للإنفيرتر إلّا البطارية، ولبنوك للبطاريات فروق جهد معيارية مختلفة، أشهرها (Volt 48/24/Vn = 12)، وعلى الإنفيرترات الموصولة على تلك البطاريات أن تمتلك فرق الجهد المعياري نفسه عند مدخلها.



الشكل (2): إنفيرتر بقدرة (1500 واط) وفرق جهد معياري 12 فولت

نشاط (3): أبحث عن الإنفيرترات الخاصة بمضخات المياه التي تعمل بلا بنك بطاريات.

فمثلاً هناك إنفيرترات تعمل على فرق جهد معياري 12 فولت، وهناك أخرى تعمل على 24 فولت، وأخرى أيضاً تعمل على 48 فولت، ونادراً ما يصنع المصنّعون إنفيرترات يمكنها العمل على فروق جهد متغيرة.

ولكي يعمل الإنفيرتر مع بطارية على فرق جهد معياري (Vn=12V)، فعليه تحمّل أعلى فرق جهد يمكن أن تحمله البطارية، الذي يمكن أن يصل إلى (V=13V) في حال كون البطارية ممتلئة، إلّا أنّ البطارية الموصولة على الإنفيرتر يمكنها أيضاً أن تكون موصولة على شاحن في الوقت نفسه، والشواحن الشمسية يمكن لها أن ترفع فرق جهد البطاريات إلى أكثر من (V=16V)؛ لذلك على الإنفيرتر تحمّل فرق جهد أعلى من هذه القيمة، وبفارق آمن.

نشاط (4): أبحث وزملائي عن مواصفات إنفيرترات تعمل على فروق جهد مختلفة، وأجد قيمة أعلى فرق جهد ثابت يمكنها تحمّله.

2- قدرة الإنفيرتر المعيارية المتناوبة:

لكلّ إنفيرتر قدرة معيارية معينة يمكنه تزويدنا بها باستمرار، وهذه القدرة تُسمّى قدرة الإنفيرتر المعيارية (Pn)، وهذه القدرة تُسمّى المعيارية؛ لتمييزها عن قدرات أخرى للإنفيرتر، الذي بإمكانه تزويد الأحمال بقدرات أعلى من المعيارية، لكن لفترات محدودة؛ ذلك أنّ على الإنفيرتر أن يكون قادراً على تلبية القدرات الابتدائية العالية لبعض الأحمال، التي عادةً ما تستمرّ لثوانٍ أو أجزاء من الثانية.

إنّ الذي يحدّد قدرة الإنفيرتر التي نحتاجها ليس حجم بنك البطاريات، ولا قدرة اللّوحات الشمسية، ولا كمية الطاقة التي تحتاجها الأحمال، إنّما قدرة الأحمال الكهربائية المراد تشغيلها بالتزامن.

نشاط (5): أتفقّد قدرة الأجهزة الكهربائية في بيتي، وأحسب القدرة الكلية التي تلزم لتشغيلها معاً.

العلاقة بين قدرة الإنفيرتر وفرق جهد بنك البطاريات:

من الناحية النظرية يمكن لإنفيرتر يعمل على فرق جهد معياري معيّن أن يكون له أيّ قدرة متناوبة معيارية، إلّا أنّه من الناحية العملية سنصطدم بمتغيّر كهربائي حاسم وهو التيار الكهربائي المستخرج من البطارية، الذي يمكنه أن يبلغ قيماً خيالية عند قدرات متواضعة نتيجة قسمتها على فرق جهد البطارية المنخفض وَفق المعادلة التالية:

مثال: إذا كانت قدرة الإنفيرتر المعيارية هي (Pn=5000W)، وكان الإنفيرتر يعمل على فرق جهد معياري (Vn=12V)، فإنّ التيار سيبلغ وَفق المعادلة:

وهذه القيمة (I=416.6A) هي قيمة ضخمة جداً لحمل متواضع، لكن سيكون علينا توفير كابل مِساحة مقطعه 90 ملم^2، وهو كابل ضخم ومُكْلِف، بالإضافة لقاطع ضخم جداً.

ولتلافي مشاكل كالتي بيّناها آنفا؛ يرفع المصنّعون فرق الجهد المعياري الذي يعمل عليه الإنفيرتر تَبعا لقدرته المعيارية، فمثلاً:

إنفيرتر (Pn=1000W) يكون له (Vn=12V)، وبالتالي (Idc=83A).

إنفيرتر (Pn=3000W) يكون له (Vn=24V)، وبالتالي (Idc=125A).

إنفيرتر (Pn=5000W) يكون له (Vn=48V)، وبالتالي (Idc= 104A).

MODEL	Axpert MKS 1K-12	Axpert MKS 2K-24	Axpert MKS 3K-24	Axpert MKS 3KP-24	Axpert MKS 4K	Axpert MKS 5K	Axpert MKS II 5K	Axpert MKS 5KP
Rated Power	1000VA/ 1000W	2000VA/ 2000W	3000VA/ 3000W	3000VA/ 2400W	4000VA/ 4000W	5000VA/ 5000W	5000VA/ 5000W	5000VA/ 4000W
OUTPUT								
AC Voltage Regulation (Batt. Mode)	230VAC ± 5%							
Surge Power	2000VA	4000VA	6000VA		8000VA	10000VA		
Efficiency (Peak)	90% - 93%	93%		90%	93%	93%	90%	90%
BATTERY								
Battery Voltage	12 VDC	24 VDC	24 VDC	24 VDC	48 VDC			24 VDC
Floating Charge Voltage	13.5 VDC	27 VDC	27 VDC	27 VDC	54 VDC	54 VDC	54 VDC	27 VDC
Overcharge Protection	15.5 VDC	31 VDC	31 VDC	30 VDC	60 VDC	60 VDC	66 VDC	30 VDC

الشكل (3): نشرة بيانات إنفيرترات بأحجام متنوعة

3- نوع الإشارة الكهربائية الناتجة، وجودتها:

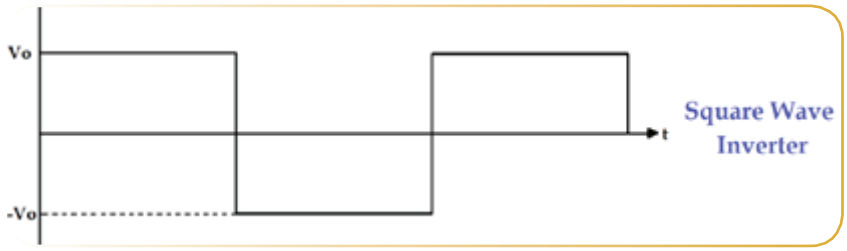
تنتج الإنفيرترات قدرة متناوبة لتشغيل الأجهزة الكهربائية بدلاً من القدرة التي نحصل عليها عادة من شركات تزويد الكهرباء، والإشارة الكهربائية التي نحصل عليها من شركات الكهرباء هي موجات جيبية متناوبة ونقية، ويُتوقَّع من الإنفيرترات المفصولة عن الشبكة تزويدنا بإشارات كهربائية مماثلة أو أفضل، إلّا أنّه - ولأسباب تقنية ومادية على مرّ الزمن- أُنتِجَت إنفيرترات بالمواصفات الآتية:

أنواع الإنفيرترات وَفق شكل الإشارة الكهربائية، كما في الشكل (4):

أ- إنفيرترات ذات موجه مربّعة (square wave inverter):

وهذه أبعد ما تكون عن الإشارات الكهربائية المفترض إنتاجها، وهي إشارة كهربائية سيئة تتسبّب في ضياع

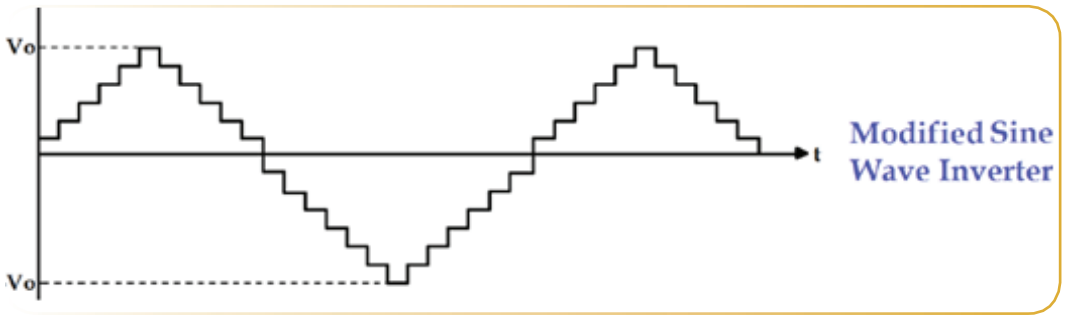
قدر كبير من الطاقة، ولا يمكن لهذه الإشارة إلّا تشغيل أجهزة حرارية (أومية) غير حساسة، وبشكل غير فعال، ولجأ الناس إلى هذه الإنفيرترات بأزمنة كانت فيها الإنفيرترات الأفضل باهظة الثمن، لدرجة لا يمكن للناس اقتنائها، أمّا في وقتنا الحالي؛ وبسبب التقدم الكبير في التكنولوجيا، وانخفاض الأسعار، فلم تَعُدْ هناك حاجة لهذه العواكس، ولم يعد مقبولاً استعمالها؛ لعجزها عن تشغيل طيف واسع من الأحمال، وللمضارّ التي قد تتسبّب بها للأجهزة الكهربائية التي تتغذّى منها.



الشكل (4): إشارة مخرج إنفيرترات ذات موجه مربّعة (square wave inverter):

ب- إنفيرترات ذات موجة جيبية معدّلة (modified sinewave inverter):

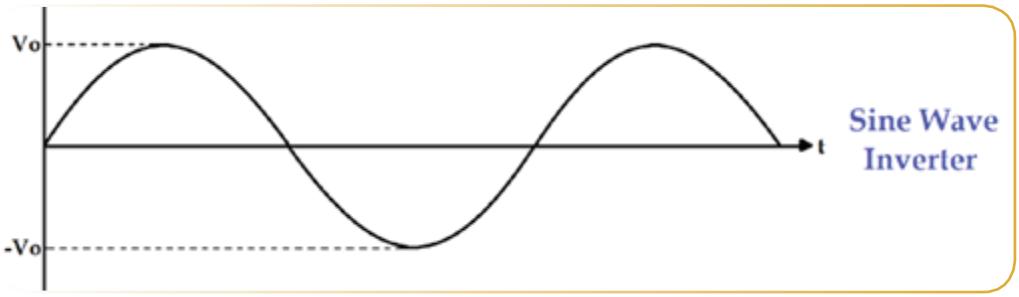
تُنتج هذه الإنفيرترات إشارة كهربائية تشبه الموجة الجيبية على شكل هرم، وميزة هذه العواكس أنّها رخيصة الثمن، ويمكنها تشغيل عدد كبير من الأحمال غير الحساسة، لكنّها طبعاً لا تستطيع تشغيل الأجهزة الكهربائية الحساسة والإلكترونية، وكانت هذه الإنفيرترات دارجة في مجال الطاقة الشمسية حتى انخفضت الأسعار، ولم يعد من المقبول استخدامها في مجال الطاقة الشمسية، إلّا أنّها لا زالت تُستخدَم؛ بسبب رخص ثمنها لتحويل الكهرباء من بطاريات السيارات مثلاً.



الشكل (5): إشارة مخرج إنفيرترات ذات موجة جيبية معدّلة (modified sinewave inverter):

ج- إنفيرترات ذات موجة جيبية نقية (sinewave inverter):

تُنتج هذه إنفيرترات موجة ذات جودة عالية كتلك التي نحصل عليها من شركات الكهرباء، وفي بعض الحالات أفضل، وكانت أثمانها باهظة، إلّا أنّ تقدّم التكنولوجيا، وكثرة الإنتاج، ودخول المنتجات الصينية، جعل من سعرها في متناول اليد، واليوم لم يَعُدْ مقبولاً تركيب أنظمة شمسية مفصولة عن الشبكة بغير هذه الإنفيرترات.



الشكل (6): إشارة مخرج إنفيرترات ذات موجة جيبية نقية (sinewave inverter):

4- متغيرات كهربائية أخرى تشمل ما يأتي:

- **أ- (THD):** هناك متغيّر كهربائي يشير إلى جودة الإشارة الكهربائية وهو (THD)، ويجب أن يكون أقل من 5%، طبعاً هذه المواصفة للإمفيرترات الجيبية النقية.

- **ب- كفاءة الإنفيرتر:** هو عامل مهمّ يجب أخذه بالاعتبار، وفيما تشير مواصفات الإنفيرترات لقيم هي في غالبها أكبر من 90%، إلّا أنّ هذه القيم قد لا تعكس النتائج الحقيقية، إنما النتيجة في ظرف معين لا تعبّر عن حقيقة كفاءة الإنفيرتر، ولمعرفة كفاءته نلجأ للمعادلة الآتية:

نشاط (6): أوصل إنفيرتراً على بنك بطاريات وأحمال كهربائية مختلفة، وأقيس كفاءة الإنفيرتر في كلّ حالة.



السؤال الأول: أضع دائرة حول الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1- ماذا تُسمّى الجسيمات المسؤولة عن توليد الطاقة الكهربائية في الخلايا الشمسية؟

أ- الفوتونات. ب- الإلكترونات. جـ- الكهروضوئية. د- الغبرة الكونية.

2- ما الوحدة المستخدمة لقياس شدّة الإشعاع الشمسي؟

أ- الفولت. ب- الأمبير. جـ- الواط/ متر^2. د- الواط. ساعة.

3- وَفق القواعد التقريبية لتحديد ميل اللّوحات الشمسية، فما أفضل ميل للّوحات الشمسية في فلسطين صيفاً؟

أ- 12º ب- 25º جـ- 45º د- 27º

4- عند إحداث دائرة قصر على خلية شمسية، أيّ من الآتية صحيح؟

أ- نحصل على أعلى تيار، وأعلى فرق جهد.

ب- يصبح فرق الجهد صفراً، والتيار صفراً.

جـ- نحصل على أعلى تيار، وفرق الجهد يصبح صفراً.

د- نحصل على أعلى فرق جهد، والتيار يصبح صفراً.

5- لوحة شمسية هامش التفاوت فيها (tolerance = ±3%)، وإذا كانت قدرتها الاسمية (Pn=300Wp)، فإنّنا قد نحصل على لوحات شمسية تتراوح قدرتها بين:

أ- 297-303 واط. ب- 291-309 واط. جـ- 300-303 واط. د- 250-350 واط.

6- لوح شمسي كفاءته (25%) كم متر مربّع من اللّوحات الشمسية نحتاج للحصول على (1kWp)؟

أ- 25 م^2. ب- 1 م^2. جـ- 4 م^2. د- 5 م^2.

6- لوح شمسي فرق جهده المعياري 12 فولت، أيّ من الإجابات الآتية معقولة فيما يخصّ خصائصها الكهربائية؟

أ- Vmp=37/Voc=45 ب- Vmp=12/Voc=15

جـ- Vmp=11/Voc=12 د- Vmp=17/Voc=23

8- تتكوّن البطاريات من خلايا، فكم خلية تملك بطارية فرق جهدها المعياري 12 فولت؟

أ- خليتين. ب- 6 خلايا. د- 4 خلايا. هـ- 12 خلية.

9- لديك بنك بطاريات (Vn=48V)، عند أيّ فرق جهد نَعُدّ أنّ البطارية قد فُرِّغت تماماً؟

أ- 0 Volt ب- 42 Volt د- 48 Volt هـ- 52 Volt

10- أيّ من مراحل الشحن الآتية لا تحدث كلّ يوم؟

أ- الشحن السريع. ب- شحن الامتصاص.

جـ- شحن التسوية. د- شحن التعويم.

11- كم يبلغ التيار الثابت الذي يستهلكه عاكس (P=4000W/Vn=48Volt) بالحدّ الأقصى، وكم يبلغ التيار المتناوب الأقصى المنتج منه؟

أ- Idc=83A/Iac=17A ب- Idc=32A/Iac=4.8A

جـ- Idc=100A/Iac=20A د- Idc=83A/Iac=83A

12- على أيّ شكل تنتج إنفيرترات الطاقة الشمسية الإشارة الكهربائية؟

أ- موجة مربّعة. ب- موجة جيبية. جـ- موجة جيبية معدّلة. د- جميع ما ذُكِرَ.

13- لدينا لوح شمسي (Isc=9A/Imp=8A)، فما السعة الأمبيرية للفيوز الذي يجب استخدامه لحماية اللّوح الشمسي؟

أ- 8A ب- 9A جـ- 10A د- 13A

السؤال الثاني: أذكر أسماء ثلاثة أجهزة تقيس الإشعاع الشمسي.

السؤال الثالث: أشرح سبب انخفاض فرق جهد الخلية الشمسية عند وصلها على مصباح مثلاً.

السؤال الرابع: أذكر ظروف الفحص المعياري للّوحات الشمسية.

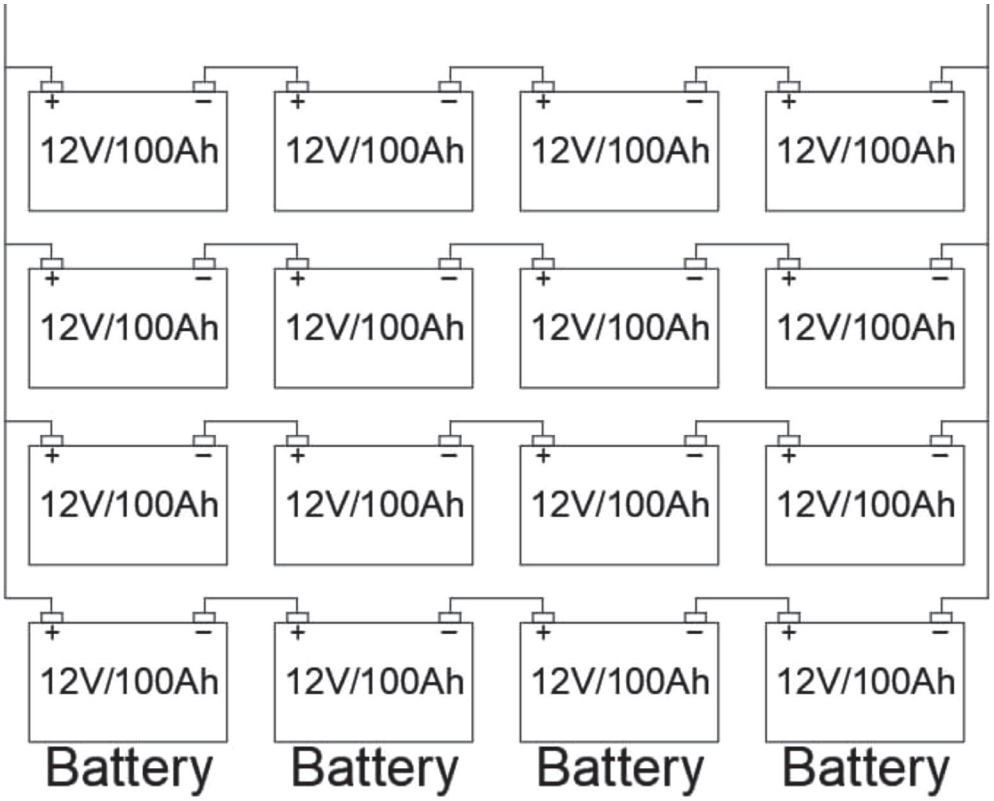
السؤال الخامس: لدينا 8 لوحات شمسية، مواصفاتها (Vmp=18V//Voc=24V//Isc=9A)، أرسم مخطّط توصيلها؛ لتحقيق نظام فرق جهده المعياري (Vn=48V)، وكم ستكون قيمة الـ (Isc) للمصفوفة؟

السؤال السادس: أذكر خمسة استخدامات للبطاريات.

السؤال السابع: يمكن تصنيف البطاريات من ناحية التركيب الكيميائي إلى أنواع كثيرة، أذكر ثلاثة منها.

السؤال الثامن: من الناحية الوظيفية يمكن تصنيف البطاريات إلى ثلاثة أنواع، أذكرها، مع الشرح.

السؤال التاسع: أحسب كمية الطاقة الموجودة داخل بنك البطاريات الموضّح أدناه، وفرق جهده المعياري، وسَعته :



السؤال العاشر: أعلّل سبب التوقّف عن استخدام إنفيرترات الموجة المربّعة، والجيبية المعدّلة لأغراض الطاقة الشمسية.

السؤال الحادي عشر: أحسب كفاءة إنفيرتر إذا كانت نتائج القياسات عليه كالآتي:

(Idc = 5A, Vdc = 50V//Iac = 1A,Vac = 200V).

٦

الوحدة السادسة

مصادر الطاقة المتجددة الأخرى



مصادر الطاقة المتجددة الأخرى



يُتوقَّع من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة، والتفاعل مع أنشطتها، أن يكونوا قادرين على التمييز بين مصادر الطاقة المتجددة المتنوّعة، وتقييم أهميتها على المستويين العالمي والمحلي، من خلال استخدام مصادر البحث الإلكتروني والمكتبي، بحيث يصبحوا ملمّين بمختلف أوجه مصادر الطاقة، وأهميتها في حماية البيئة، وتوفير مصادر الطاقة للمستقبل، وفي هذه الوحدة سنتعرّف إلى بعض أهمّ مصادر الطاقة المتجددة غير الطاقة الشمسية التي تعلمناها في الوحدة الثانية:

- الطاقة الشمسية الحرارية.
- طاقة الرياح.
- طاقة التوليد المائية.
- طاقة المدّ والجزر.
- الطاقة الحرارية الأرضية.
- الطاقة الحيوية.

الكفايات المهنيّة:

الكفايات المتوقع أن يمتلكها الطلبة بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة هي:

أولاً- الكفايات الحرفية:

1. القدرة على معرفة العِدَد اليدويّة ووسائل القياس المستخدمة في توصيل مصادر الطاقة المتجددة بأنواعها، وتشغيلها، وفحصها.
2. القدرة على تحديد كيفية استغلال الطاقة الحرارية الشمسية، سواء في تسخين المياه، أو في تركيز أشعة الشمس في مجمعات شمسية لتوليد الكهرباء.
3. القدرة على معرفة دراسة طبيعة طاقة الرياح، ومؤثراتها.
4. القدرة على معرفة أجهزة القياس الخاصة بسرعة الرياح، واتجاهها.
5. القدرة على معرفة المؤثرات على إنتاج الطاقة من الرياح.
6. القدرة على استخدام نموذج طاقة توليد رياح في المشغل.
7. القدرة على تقييم ما إذا كان استخدام الرياح مجدياً أم لا.

8. القدرة على معرفة طبيعة طاقة التوليد المائية، ومؤثراتها.
9. القدرة على معرفة أجهزة القياس الخاصة بقياس تدفق الماء.
10. القدرة على معرفة طبيعة طاقة التوليد المائية، ومؤثراتها.
11. القدرة على معرفة كيفية توليد الكهرباء من طاقة المياه الساقطة في السدود، ونظرية عمل المولّد.
12. القدرة على معرفة طاقة المدّ والجزر، ومؤثراتها، وكيفية استغلالها.
13. القدرة على الطاقة الحرارية، ومؤثراتها، وكيفية توليد الكهرباء من البخار المتولّد من المياه الساخنة فيها.
14. القدرة على تحديد مكوّنات عمل محطات الحرارة الجوفية؛ لاستخدامها لتوليد الطاقة الكهربائية.
15. القدرة على معرفة الطريقة التي تُستخدَم فيها المخلفات العضوية لإنتاج الغاز الحيوي؛ بغرض توليد الطاقة الكهربائية باستخدام محطات حرارية خاصّة.

ثانياً- الكفايات الاجتماعيّة والشخصيّة:

1. المصداقية في التعامل مع الزبون.
2. الحفاظ على خصوصيّة الزبون.
3. تلبية رغبات الزبون.
4. إقناع الزبون.
5. الالتزام بأخلاقيّات المهنة.

ثالثاً- الكفايات المنهجية:

1. العمل ضمن المجموعة.
2. التوثيق للأعمال المختلفة؛ بهدف عمل قاعدة بيانات للمستقبل.
3. البحث عبر الإنترنت.
4. التعلّم الإلكترونيّ، والتعامل مع الأدلة التشغيل.
5. التعامل مع أدلة الصيانة، والنصوص الأخرى.

قواعد الأمن والسلامة المهنيّة:

1. ارتداء ملابس السلامة المهنيّة المناسبة قبل البدء في العمل (خوذة، وحذاء معزول، وكفوف يدويّة، وروب العمل).
2. الحصول على العِدَّة الملائمة.
3. فحص العِدَد اليدويّة قبل استخدامها، والتأكّد من أنَّها سليمة.
4. عدم استعمال عِدّة بديلة مؤقّتة، كأن تكون مصمَّمة لغرض آخر.
5. يُراعى في إنشاء جميع المعدات الكهربائية، وتركيبها، وصيانتها أن تتمّ على نحو يمنع حدوث تماسّها مع الموصلات الكهربائية، كما يلزم اتخاذ الاحتياطات الكفيلة بمنع حدوث الحرائق.
6. اختيار المواد الخاصة بجميع المعدات الكهربائية على أساس جهد التشغيل، وتيار الحمل، وأيّ شروط خاصة متعلقة بسلامة التشغيل، كما يجب أن تحمل هذه المعدات مواصفات خاصة موحدة تحدّدها الجهات المختصة، وأن تحمل العلامات المبيّنة لذلك.
7. لا يجوز لغير الأفراد المستوفين شروطَ الخبرة والمعرفة الفنية، وغير ذلك من المتطلبات التي تحدّدها الهيئات المختصة القيام بتركيب المعدات والدوائر الكهربائية، أو ضبطها، أو فحصها، أو إصلاحها.
8. بعد إتمام التركيبات الجديدة، أو توسعة التركيبات القائمة، يجب أن يفحصها مختصّ ويختبرها قبل تشغيل تلك التركيبات، أو التوسعات.

1-6 الموقف التعليمي الاول: الطاقة الشمسية الحرارية:

وصف الموقف التعليمي: جاء زبون إلى فنّي تركيب أنظمة طاقة متجددة، وطلب منه دراسة تركيب نظام تسخين لبركة السباحة بمنزله، وتقرير استخدام نظام تسخين تقليدي او نظام تسخين باستخدام الطاقة الشمسية الحرارية.

العمل الكامل:

خطوات العمل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأُحلِّلها	• جمع بيانات من صاحب الورشة: • عن موقع منزله، ومِساحة البركة. • جمع بيانات عن: • انواع الطاقات التقليدية • دراسة طبيعة الطاقة الحرارية، ومؤثراتها. • دراسة مِساحة البركة، وكمية الطاقة اللازمة لتسخينها.	• العمل في مجموعات. • البحث العلمي. • الحوار، والمناقشة. • العصف الذهني.	• طلب صاحب الورشة الكتابي (وصف المهمة، وكتاب رسمي). • الشبكة العنكبوتية. • أقلام، وقرطاسية. • معلومات عن الطاقة الشمسية في فِلَسطين.
أُخطِّط، وأُقرِّر	• تصنيف البيانات، وتبويبها. • تحديد جدول زمني؛ لتنفيذ المَهمّة. • تحديد جدول تكلفة للمَهمّة. • تحديد العِدَد المناسبة؛ لتنفيذ العمل.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• العِدَد اليدوية التي تلزم. • نموذج جدول زمني. • نموذج جدول تكلفة.
أُنفّذ	• استخدام الإنترنت؛ لجمع البيانات، وتحليلها، وإعداد التقارير. • اجراء مقارنات بين الطاقة التقليدية والمتجددة. • معرفة مكوّنات محطة التوليد بالطاقة الشمسية. • معرفة طبيعة المخرجات الكهربائية لأجهزة التوليد بالطاقة الشمسية الحرارية. • معرفة المؤثرات على إنتاج الطاقة الشمسية الحرارية. • حساب كمية الخلايا اللازمة لتسخين البركة.	• مجموعات عمل.	• قرطاسية؛ للتسجيل. • تجهيز تقرير، ووسائط عرض لنتائج البحث.

أتحقَّق من	• كفاءة نظام التسخين الشمسي.	• مجموعات عمل.	• نتائج التجارب السابقة المدونة في جداول.
أُوثِّق، وأعرض	• توثيق نتائج العمل. • تفريغ جميع النتائج على دفتر التدريب العملي. • تقديم تقرير مفصّل عن النتائج، مع استعراض المقارنة. • عرض كلّ مجموعة عمل ما أُنجِزَ على الجميع.	• مجموعات عمل. • النقاش الجماعي.	• جهاز عرض (LCD). • دفتر التدريب العملي.
أُقوم بـ	• المقارنة بين الحلول الفنية المختلفة بين جميع مجموعات العمل. • تكليف الخبراء بتقديم التغذية الراجعة. • المقارنة بين نتائج الحالة المثالية ونتائج الحالة قيد الدراسة.	• النقاش الجماعي.	• نماذج التقويم.

الأسئلة:

1- ما أهمّ أجزاء محطات الطاقة الشمسية الحرارية لتوليد الكهرباء، ومكوّناتها؟

2- من مشاكل الطاقات التقليدية التلوث، ناقش ذلك؟

3- أذكر ثلاثة أجزاء رئيسة من مكوّنات السخّانات الشمسية للحصول على المياه الساخنة.

4- عرف ظاهرة الاحتباس الحراري.

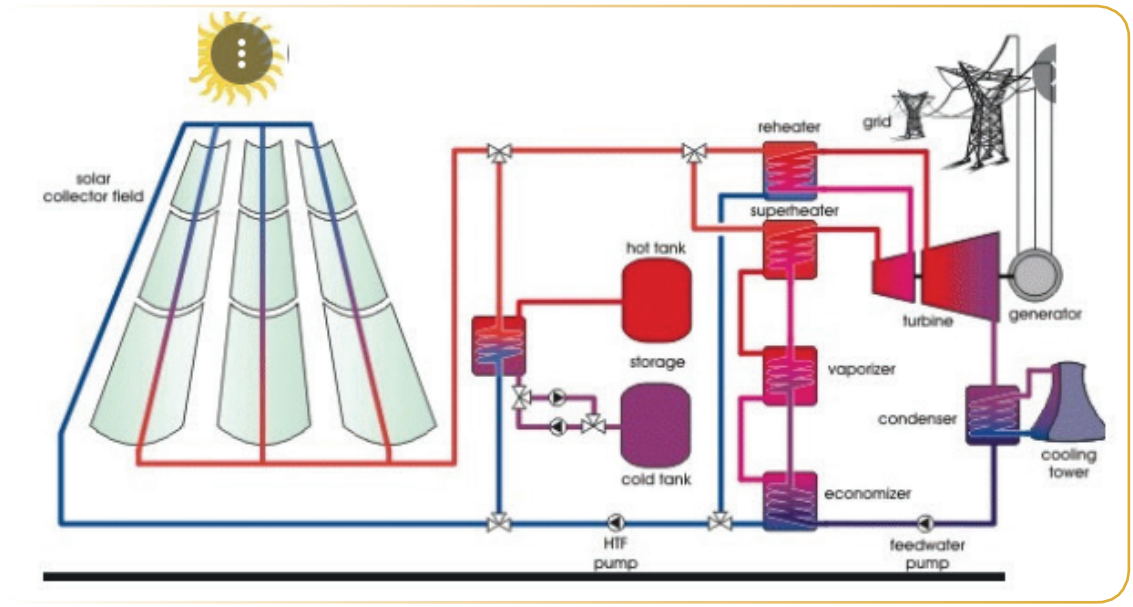
5- أوضّح المقصود بمصطلح الطاقة الحرارية الشمسية المركّزة (CSP).

6- هناك خمس خطوات تمرّ فيها عملية توليد الكهرباء باستخدام نظام (CSP)، أذكرها.

7- أذكر أنواع المجمعات الشمسية المستخدمة في نظام (CSP).

أتعلّم:

نشاط (1): بالاعتماد على الشكل (1) الآتي، أبحث عن مكوّنات النظام المبيّن، وأجزائه، ثمّ أكتب تقريراً عنه:



الشكل (1): الطاقة الشمسية الحرارية لتوليد الكهرباء

الطاقة المتجددة وأهميتها:

ازداد الاهتمام بالطاقة المتجددة بشكل ملفت في السنوات الأخيرة خاصة في ظل التطور الكبير في التوسع في التكنولوجيا الحديثة وتطبيقاتها واستخداماتها والتي تشهد تطورا كبيرا في استهلاك الطاقة بأشكالها المختلفة. ولكن الأسئلة التي مازالت مطروحة حول الطاقة كثيرة جدا، وقد يتم تلخيص بعضها فيما يلي:

ما هي مصادر الطاقة المتاحة للبشرية؟ وهل يجب الحصول على الطاقة بأي ثمن؟ وهل يمكن الحصول على الطاقة بغير التأثير على مقدرات البشر والكائنات الحية الأخرى؟ وهل تتوفر كميات كبيرة من الطاقة بحيث تكفي للنهم الكبير الذي يجتاح العالم لهذه السلعة الهامة، وكيف؟

يمكن تحديد الأسباب وراء هذا الاهتمام بالطاقة المتجددة على حساب الطاقة التقليدية بالآتي:

1. معظم مصادر الطاقة المستخدمة حاليا يأتي من بعض أشكال الوقود الاحفوري من مناجم الفحم وآبار النفط، وكذلك من محطات التوليد النووي بالدرجة الثانية وغيرها من المصادر بالدرجة الثالثة، وأصبح من المعلوم للجميع بان الوقود الاحفوري سوف يُستهلك بسرعة كبيرة بحيث يمكن أن ينضب معها جميع الاحتياطي الموجود خلال مدة لا تتعدى قرناً واحداً من الزمن.

2. معظم مصادر الطاقة الحالية تعتبر مصادر غير نظيفة، واستخدامها يلوث البيئة، وهي محدودة في الكمية، بالإضافة إلى أن له تأثيرات وخيمة على الاحتباس الحراري من تقلبات في الطقس وثقب لطبقة الأوزون وذوبان الجليد في القطبين وزيادة حدة الكوارث الطبيعية.

3 لا تتوفر مصادر الوقود الاحفوري في جميع الدول بشكل كافي إلا في بعض منها، وبالتالي تعاني معظم دول العالم، وبخاصة الدول المتقدمة تكنولوجيا والتي تفتقر إلى تلك الموارد.

4 تذبذب أسعار الوقود الاحفوري (بترول، غاز طبيعي، وغيرها).

نشاط (2): قارن بين أسعار برميل النفط في العالم خلال العرين سنة الماضية، ارسم العلاقة بين السعر والسنة في رسم بياني وناقشه مع زملائك.

الطاقة غير المتجددة:

تولد معظم الطاقة الكهربائية في الوقت الحالي من الفحم الحجري، النفط، الغاز الطبيعي. وتعتبر هذه المصادر جميعها مصادر طاقة غير متجددة، لأنه حينما يتم استخراجها من الأرض، فانه لا يتم استبدالها مباشرة، حيث أن تشكل هذه المصادر استغرق ملايين السنين في الحقيقة، حيث أن البشر قد استنفذ كميات كبيرة منه في اقل من (200) عام فقط، لذلك فانه في حال استنفذت جميع مصادر الطاقة غير المتجددة، فانه لن يتم استرجاعها خلال فترة قصيرة.

أنواع محطات التوليد الكهربائية التقليدية:

إن الوقود الأحفوري يعتبر مصدر الطاقة المستخدم بشكلٍ أساسي في توليد الطاقة الكهربائية في الوقت الحالي وهو الوقود الرئيسي للمحطات التقليدية، ويجدر الإشارة هنا الى بعض أنواع محطات التوليد المستعملة على صعيد عالمي:

- محطات التوليد الحرارية (البخارية).
- محطات التوليد ذات الاحتراق الداخلي (ديزل – غازية).
- محطات الطاقة النووية.

برزت مشاكل كبيرة نتيجة انتشار هذه المحطات ومن أهمها:

1- التلوّث:

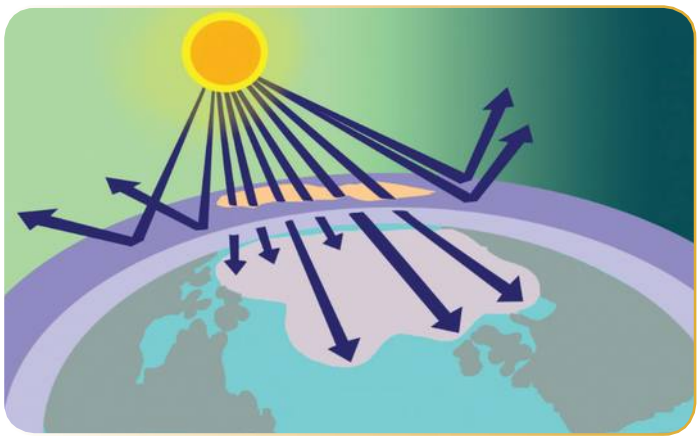
يعرّض الوقود الأحفوري البيئة لمشاكل التلوّث؛ بسبب اصداره مواد مضرّة عند احتراقها كأول أكسيد الكربون، كما هو مبين في الشكل(2) ، وسببت مشاكل التلّوث أضراراً كبيرة لسطح الأرض والإنسان، وظهرت العديد من الأمراض الخطيرة المتعلّقة بالتلوث والتي يمكن أن تقتل الإنسان والحيوان.



الشكل(2) : مشاكل التلوّث البيئي الناتج عن الوقود الأحفوري

2- طبقة الأوزون:

أدت الزيادة في حرق الوقود الأحفوري إلى ثقب طبقة الأوزون التي تحمي الأرض من تسرّب الأشعة الخطيرة ، كما في الشكل (3) ، والتي بدورها تؤذي الإنسان والبيئة وتعرّضهما لمشاكل كبيرة، وتؤدّي إلى الإصابة بالعديد من الأمراض.



الشكل(3) : ثقب طبقة الأوزون التي تحمي الأرض من تسرّب الأشعة الخطيرة

3- ارتفاع درجة حرارة الأرض:

إن استخدام الوقود الأحفوري، ساعد في رفع درجة حرارة الأرض بشكلٍ كبير مما أدى إلى نضوب مياه الأمطار، وسيتسبب لاحقاً بذوبان الثلوج عند الأقطاب، وتعرف هذه الظاهرة بظاهرة الاحتباس الحراري.

4- الاحتباس الحراري:

ازدياد درجة الحرارة السطحية المتوسطة في العالم مع زيادة كمية ثاني أكسيد الكربون، الميثان، وبعض الغازات الأخرى في الجو. هذه الغازات تعرف بغازات الدفيئة لأنها تساهم في تدفئة جو الأرض السطحي.

أسباب ظاهرة الاحتباس الحراري:

1. الثورة الصناعية والأنشطة البشرية التي أدت إلى زيادة معدل انبعاث الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي، ومن أبرزها: غاز ثاني أكسيد الكربون، أكسيد النيتروز والغازات المفلورة الناتجة عن أجهزة التبريد.
2. إزالة الغابات، التي تؤدي إلى تقليل عدد الأشجار التي تساهم في تخليص الهواء من ثاني أكسيد الكربون.
3. الانفجارات البركانية وما ينتج عنها من مخلفاتٍ في الغلاف الجوي، من ثاني أكسيد الكربون.

نشاط (3): مستعيناً بالمكتبة او بشبكة الانترنت أجري بحث عن التغير التاريخي لدرجات الحرارة على سطح الأرض، قدمه لزملائك ومعلمك بطريقة العرض المحوسب.

الظواهر المتوقعة نتيجة الاحتباس الحراري

- حدوث كوارث زراعية وفقدان بعض المحاصيل.
- احتمالات متزايدة بوقوع أحداث متطرفة في الطقس.
- زيادة حرائق الغابات .
- ازدياد الفياضانات لأن أجزاءً كبيرة من الجليد ستنصهر وتؤدي إلى ارتفاع مستوى سطح البحر.
- غرق الجزر المنخفضة والمدن الساحلية.
- حدوث موجات جفاف وتصحر مساحات كبيرة من الأرض.
- زيادة عدد وشدة العواصف والأعاصير.

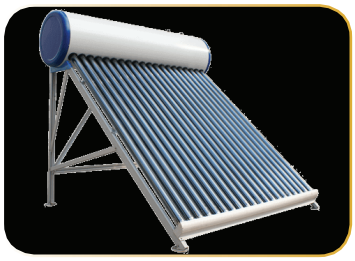
الطاقة الشمسية الحرارية:

تتكون الأشعة الشمسية الواردة لسطح الأرض من حوالي 50% من الطاقة الحرارية، ويمكن استخدام هذه الحرارة لأغراض التدفئة، وتوليد الطاقة الكهربائية، وتتنوّع طرق الاستخدام، فمنها مثلاً:

1. استخدام الطاقة الحرارية للشمس، سواء للتسخين المباشر، مثل استخدام السخّانات الشمسية.
2. استخدام المجمعات الشمسية المركّزة (CSP)؛ حيث تُستخدَم في إنتاج الطاقة الكهربائية من حرارة الشمس من خلال مولدات خاصة.
3. التصميمات المعمارية التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية في تدفئة المنازل.

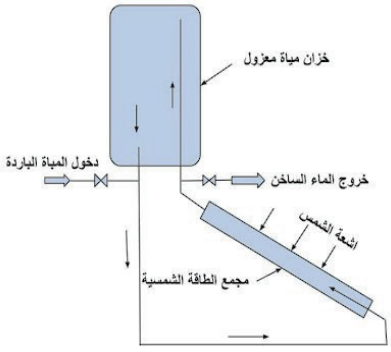
استخدام الطاقة الشمسية لتسخين المياه:

يُحوَّل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية عن طريق المجمعات الشمسية (السخّانات الشمسية)، والموادّ الحرارية، فإذا تعرّض جسم داكن اللّون، ومعزول إلى الإشعاع الشمسي، فإنّه يمتصّ الإشعاع، وترتفع درجة حرارته، وتُستغَلّ الطاقة الشمسية في تسخين الماء من خلال نظم تسخين تعمل بوساطة حرارة الشمس، كما في الشكل (4) الآتي:



الشكل (4): السخّانات الشمسية

تتكون السخّانات الشمسية من عنصرين، هما: المجمع (اللّاقط) الحراري، والخزّان، بالإضافة إلى شبكة التوصيل، كما في الشكل (5) الآتي:



الشكل (5): المجمّع (اللّاقط) الحراري والخزّان في السخّانات الشمسية

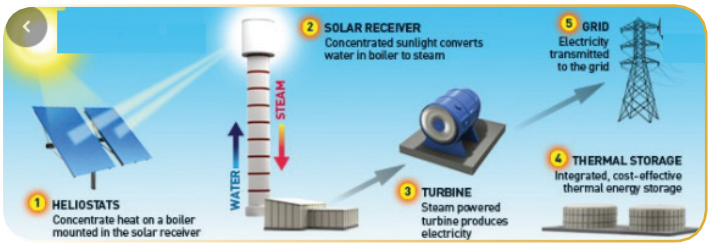
يُجمَع الإشعاع الشمسي بوساطة مجمع حراري، وتُنقَل الحرارة باستخدام وسيط نقل حرارة (ماء، وسائل خاصّ، ... إلخ)، ويمكن استخدام المادة الوسيطة مباشرة (أنظمة ذات دورة/ دارة مفتوحة)، أو بشكل غير مباشر بوساطة مبادل حراري ينقل الحرارة إلى وجهتها النهائية (أنظمة ذات دورة/ دارة مغلقة).

نشاط (4): أبحث عن الفروقات بين السخّانات الشمسية ذات الدورة المفتوحة، والسخّانات ذات الدورة المغلقة.

الطاقة الحرارية الشمسية المركّزة (Concentrated Solar thermal Power-CSP):

تقتصر استخدامات السخّانات الشمسية المباشرة على تسخين المياه لأغراض الاستخدام المنزلي، والتدفئة، وفي بعض الصناعات، أمّا في حالة توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الحرارية الشمسية فيلزم رفع درجة حرارة المياه (أو مواد أخرى) إلى درجات حرارة عالية، ولهذا الغرض تُستخدَم مجمعات شمسية، تلك الموضحة في الشكل (6).

وتستخدِم المجمعات الشمسية المركّزة المرايا؛ لتجميع ضوء الشمس وتركيزه لتوليد كميات كبيرة من الحرارة، حيث يسخّن ضوء الشمس المُجمّع الماءَ أو بعض السوائل الأخرى لإنتاج البخار، ويدوّر البخار مولّداً يُنتِج بدوره الكهرباء:



الشكل (6): عملية تسخين ضوء الشمس المُجمّع الماء أو بعض السوائل الأخرى لإنتاج البخار، وتدوير البخار مولّداً يُنتِج الكهرباء

أنواع المجمعات الشمسية:

هناك عدّة أنواع للمجمعات الشمسية، هي:

1) **مجمعات القطع المكافئ:** تستخدِم محطات الطاقة الشمسية الكبيرة أحواضاً ذات قطع مكافئ طويلة؛ لجمع ضوء الشمس، وتركيزه، وتحويله إلى طاقة حرارية، كما هو مبيّن في الشكل (7) ، ويوجد في مركز الحوض أنبوبة ممتلئة بسائل ناقل للحرارة، غالباً ما يكون زيتاً، ويركّز الحوض الانعكاسي هذا حرارة الشمس على الأنبوبة، ثمّ يسخّن السائل الساخن الماءَ ليتحوّل إلى بخار، وهذا البخار يدوّر مولّداً بخارياً، وتُرتَّب الأحواض في صفوف متوازية؛ لتكوّن مجالاً تجميعياً، وبعض المحطات يكون لديها قدرات تخزينية لحفظ الطاقة الحرارية؛ لتُستخدَم في أثناء اللّيل:



الشكل (7): ترتيب الأحواض في صفوف متوازية لتكوّن مجالاً تجميعياً

2) أبراج الطاقة الشمسية الحرارية المركّزة: يوضَع برج شمسي طويل في منتصف المرايا المرتّبة، كما في الشكل (8) الآتي؛ لتتبع الشمس، ويُركّز ضوؤها على مستقبل في أعلى ذلك البرج، وتكوّن المرايا مرتّبة ترتيباً دائرياً متحركاً حوله، ويولّد سائل النقل الحراري داخل المستقبل البخارَ؛ لتدوير مولّد. وفي أبراج الطاقة المستخدمة في وقت سابق، كان سائل النقل الحراري هو البخار. والآن حلّت أملاح النترات الذائبة محلّه؛ لأنّها أفضل في نقل الحرارة، وتخزينها للاستخدام في وقت لاحق.



الشكل (8): أكبر محطة طاقة شمسية حرارية مركّزة في العالم – المغرب

2-6 الموقف التعليمي الثاني: طاقة الرياح:

وصف الموقف التعليمي: طلب صاحب منزل من فنّي تركيب أنظمة طاقة متجددة تقييم ما إذا كان بالإمكان تزويد منزله بالكهرباء باستخدام طاقة الرياح.

العمل الكامل:

خطوات العمل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأُحلِّلها	• جمع بيانات من صاحب الورشة: • عن موقع منزله، ومِساحة البناء القائم، وطبيعته. • عن شدة الرياح واتجاهها في المنطقة. • جمع بيانات عن: • تفاصيل المخططات الكهربائية الهندسية اللّازم توفّرها من شركة الكهرباء حول شروط تركيب مراوح توليد الكهرباء. • دراسة طبيعة طاقة الرياح ومؤثراتها. • أجهزة القياس الخاصة بسرعة الرياح، واتجاهها.	• العمل في مجموعات. • البحث العلمي. • الحوار، والمناقشة. • العصف الذهني.	• طلب صاحب الورشة الكتابي (وصف المهمة، وكتاب رسمي). • مخططات الهندسة المعمارية للسطح. • الشبكة العنكبوتية. • أقلام، وقرطاسية.
أُخطِّط، وأُقرِّر	• تصنيف البيانات، وتبويبها. • تحديد جدول زمني؛ لتنفيذ المَهمّة. • تحديد جدول تكلفة للمَهمّة. • تحديد العِدَد المناسبة؛ لتنفيذ العمل.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• العِدَد اليدوية التي تلزم. • نموذج جدول زمني. • نموذج جدول تكلفة. • أجهزة القياس الخاصة بسرعة الرياح، واتجاهها.

أُنفّذ	• استخدام الإنترنت؛ لجمع البيانات، وتحليلها، وإعداد التقارير. • معرفة أجزاء توربين الرياح. • معرفة طبيعة المخرجات الكهربائية لتوربين الرياح. • معرفة المؤثرات على إنتاج الطاقة من الرياح. • استخدام نموذج طاقة توليد رياح في المشغل؛ لإجراء تجارب عليه. • تقييم ما إذا كان استخدام الرياح مجدياً أم لا.	• مجموعات عمل.	• قرطاسية؛ للتسجيل. • وحدة طاقة رياح تعليمية.
أتحقَّق من	• أنّ توربين الهواء يُنتج الطاقة لدى هبوب الرياح عليه.	• مجموعات عمل.	• نتائج التجارب السابقة المدونة في جداول.
أُوثِّق، وأعرض	• توثيق نتائج العمل. • تفريغ جميع النتائج على دفتر التدريب العملي. • تقديم تقرير مفصّل عن النتائج، مع استعراض المقارنة. • عرض كلّ مجموعة عمل ما أُنجِزَ على الجميع.	• مجموعات عمل. • النقاش الجماعي.	• جهاز عرض (LCD). • دفتر التدريب العملي.
أُقوم بـ	• المقارنة بين الحلول الفنية المختلفة بين جميع مجموعات العمل • تكليف الخبراء بتقديم التغذية الراجعة. • المقارنة بين نتائج الحالة المثالية ونتائج الحالة قيد الدراسة.	• النقاش الجماعي.	• نماذج التقويم.

الأسئلة:

1- أناقش العوامل المؤثّرة على إنتاج الكهرباء من طاقة الرياح.

2- ما الجهاز المستخدم لتحديد اتجاه حركة الرياح، وشدّتها؟

3- ما شروط تركيب توربينات الرياح لإنتاج الكهرباء؟ وما أنواعها؟

4- ما طبيعة المخرجات الكهربائية لتوربين الرياح، مع تحديد خواصّها؟

5- كيف يمكن تحديد ما إذا كان استخدام توربينات الرياح لإنتاج الكهرباء في فِلَسطين مجدياً أم لا؟

أتعلّم:

نشاط (1): اعتماداً على الصور المبيّنة في الشكل (1) الآتي، أحدّد ميزات كلّ جهاز منها، ثمّ أكتب تقريراً عنها:



شكل (1): قياس سرعة الرياح

طاقة الرياح (Wind Energy):

استُخدِمَت طاقة الرياح منذ آلاف السنيين في دفع المراكب، وفي طحن الحبوب، والري، وفي ضخّ المياه، وفي بعض التطبيقات الميكانيكية الأخرى. وتشير المخطوطات التاريخية إلى أنّ الفُرس هم أول مَنِ استخدم طاقة الرياح في إدارة الطواحين؛ لطحن الحبوب، وضخ المياه. تحتلّ طاقة الرياح في الوقت الحاضر مكانة مهمة بين مصادر الطاقة المتجددة، وشهد هذا النوع تطوراً سريعاً جداً؛ حيث كان مجموع ما رُكِّب من توربينات الرياح في عام 1996م حوالي 6 جيجا واط، وقفز هذا الرقم ليصل إلى 487 جيجا واط في عام 2016م، ويبيّن الشكل (2) الآتي بعض قدرات توربينات توليد الكهرباء من طاقة الرياح، وأحجامها، وقد أتى هذا الازدياد نتيجة لتطور تكنولوجيا التوربينات، وتطور بنيتها، حيث أصبح تركيبها ممكناً ومنتشراً انتشاراً كبيراً حتى داخل المياه المحاذية للشطوط، حيث تنشط التيارات الهوائية على مدار العام:



الشكل (2): بعض قدرات توربينات توليد الكهرباء من طاقة الرياح وأحجامها

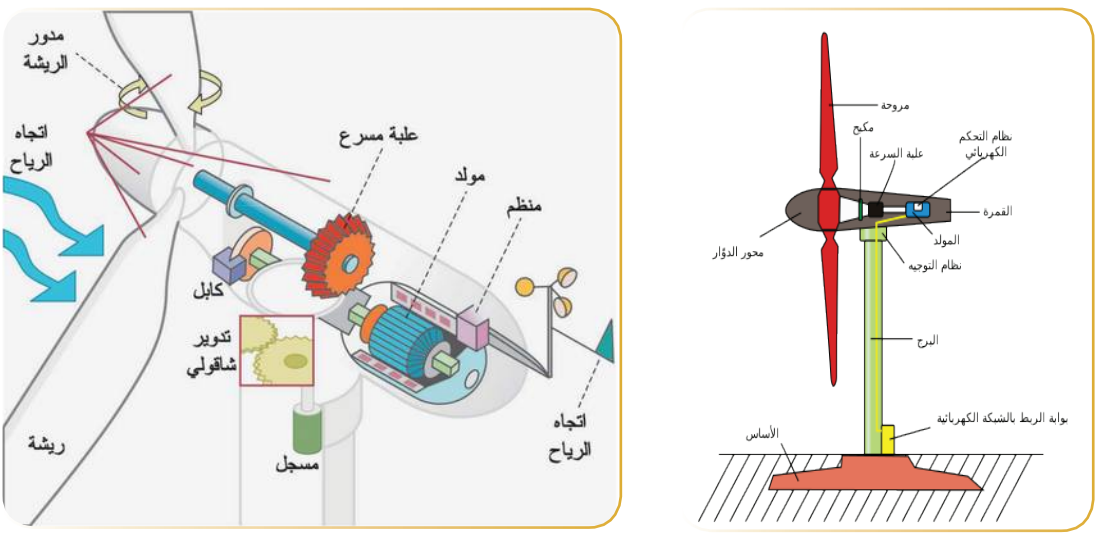
أولاً- تأثير أشعة الشمس على تولّد الرياح:

تتولّد الرياح نتيجة لامتصاص أسطح الأرض والبحار والمحيطات أشعةَ الشمس بنسب متفاوتة، فعند سقوط أشعة الشمس على سطح ما يتأثر الغلاف الجوي، ويسخن الهواء؛ ما يؤدّي إلى انخفاض كثافته، وهو عكس ما يحدث في المناطق التي ينخفض فيها مقدار الإشعاع الشمسي، وتبعاً لذلك ينتقل الهواء من منطقة الضغط المرتفع، فيقلّ الإشعاع الشمسي إلى منطقة الضغط المنخفض، والإشعاع الشمسي الأكثر يؤدّي إلى نشوء الرياح.

ثانياً- توليد الكهرباء من الرياح:

تتلخّص فكرة إنتاج الطاقة الكهربائية من توربينات الرياح على النحو الآتي:

تعمل طاقة الرياح الحركية على إدارة المروحة المثبتة على محور الدوران الذي يرتكز بدوره على البرج المبيّن في الشكل (3) الآتي، ويتصل محور الدوران بصندوق سرعات يتولّى رفع سرعة الدوران، ثمّ تنتقل الحركة إلى مولّد كهربائي متصل بمحور الدوران، مسبباً دوران المولّد، وبالتالي تتولّد الطاقة الكهربائية. أمّا إذا ارتفعت سرعة الرياح، فإنّ الفرامل الكوابح تمنع الريش من الدوران؛ مخافة أن يؤدي دورانها بسرعة عالية إلى تحطّمها، وتكسير الأجزاء الدّوارة، وتُعَرّف السرعة العالية في التوربينة بأنّها الأعلى من 25 متر/ ثانية. ولضمان توجيه ريش التوربينات نحو اتجاه الريح؛ يوجد نظام توجيه خاصّ بالتوربينة يعمل على توجيهها تجاه الرياح:



الشكل (3): مكونات توربينات الرياح، وطريقة عملها

ثالثاً- أنواع توربينات توليد الكهرباء من طاقة الرياح:

تنقسم توربينات الرياح إلى عدّة أقسام رئيسة وَفق التصميم، والغرض من الاستخدام، ومنها:

1. **توربينات الرياح الأفقية المحور:** تتكون توربينات الرياح الأفقية المحور في الغالب من ثلاث رِيَش يمكن

وضعها عكس اتجاه الريح، أو في مواجهتها، ويرجع سبب استخدام الريش الثلاث إلى أنّ توزيع الأحمال وتوازنها على محور الدوران يكون أفضل من استخدام ريشة واحدة، أو ريشتين، ولتوضيح ذلك يُنظَر إلى الشكل (4) الآتي:



الشكل (4): توربين الرياح الأفقي المحور

ويمتاز هذا النوع بتصميمه البسيط؛ حيث يمكن وضع مراوح ذات مقاسات ضخمة؛ لزيادة المِساحة التي تعبرها الرياح، وبالتالي يمكن حصاد أكبر قدر من الطاقة، ولكن أيضاً يحمل هذا التصميم بعض العيوب التي تتلخص في: كونها معرضة للاهتزاز الميكانيكي، وبحاجتها إلى مواجهة الريح مباشرة لكي تعمل، فهي غير صالحة للاستخدام في المناطق التي يتغيّر فيها اتجاه الريح باستمرار، ومن عيوبها أيضاً أنّ صيانتها صعبة ومكلفة؛ لأنّ كلّ مكونات النظام تكون مثبتة في أعلى البرج.

2 توربينات الرياح الرأسية المحور:

تتميز التوربينات الرأسية المحور المبيّنة في الشكل (5) الآتي بمحور رأسي للدوران، وغالباً ما تُستعمَل في التطبيقات الميكانيكية، مثل ضخ المياه، كما أنّ عدد الرِّيَش فيها قد يزيد عن ثلاث، وتُعَدّ توربينة داريوس من أشهر أنواع التوربينات الرأسية المحور التي تأخذ شكل خفّاقة البيض، وتُنسَب إلى جورج داريوس (George Darrieus) الذي ابتكرها عام 1931م:



الشكل (5): توربين الرياح رأسيّ المحور

وما يميّز هذا النوع من التوربينات أنّها لا تحتاج إلى نظام توجيه في اتجاه الرياح، وبالتالي يكثر استخدامها في المناطق التي تشهد تغيّراً كبيراً في اتجاه الرياح، كما أنّ عمليات التشغيل والصيانة الخاصة بها تتميز بسهولتها مقارنة بالتوربينات الأفقية المحور؛ كون المكوّنات موجودة على الأرض أسفل محور الدوران.

نشاط (2): لو وُضِعَ توربين رياح في الماء الجاري لأحد الأنهار، هل سيعمل التوربين؟ أحضّر دراسة افتراضية لهذه الحالة مع زملائي، ثمّ أعرضها على معلّمي.

رابعاً- الطاقة الكامنة في الرياح:

تُعَدّ الطاقة الحركية هي الطاقة الرئيسة في الرياح، وتمثّل الطاقة الكامنة التي يمكن حصادها بوساطة توربين الرياح بالمعادلة الآتية:

$$\rho_{Wind} = \frac{1}{2} \rho A v^3$$

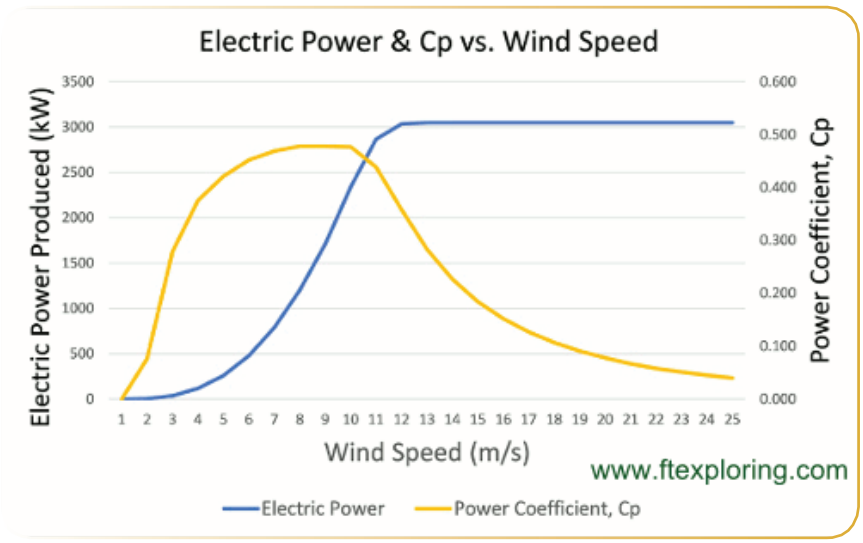
حيث إنّ:

ρ: كثافة الهواء المارّ على شفرات المروحة، ويُقاس بوحدة (كغم/ متر مكعّب).

A: المِساحة التي تمسحها شفرات المروحة خلال الدوران، وتقاس بوحدة (متر مربّع).

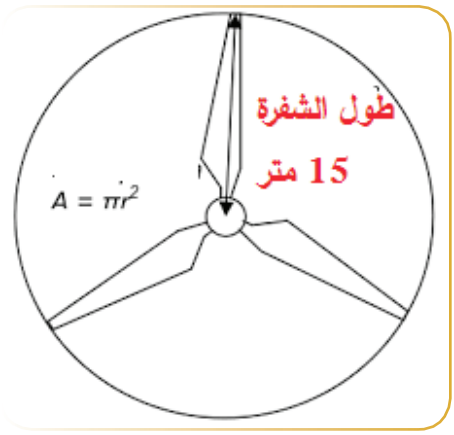
v: سرعة الرياح المارّة على شفرات المروحة، وتُقاس بوحدة (متر/ ثانية).

ومن الجدير بالذكر هنا أنّ الطاقة المحتسبة بوساطة المعادلة السابقة ليست هي الطاقة التي يمكن تحويلها إلى كهرباء مباشرة، فهناك معامل الطاقة الذي يُسمّى (Cp) لكلّ توربين رياح، وهو يمثّل كامل مفاقيد الطاقة في التوربين (الميكانيكية والكهربائية)، ويعتمد هذا المعامل على سرعة الرياح، الذي يمكن إيجاده في منحنيات ملحقة بالتوربين الهوائي، ويمثّل الشكل (6) الآتي أحد هذه المنحنيات الخاصة بأحد التوربينات:



الشكل (6): منحنيات مفاقيد الطاقة (Cp) الخاصة بكلّ توربين رياح

نلاحظ أنّ الخط الملوّن باللّون الأزرق المبيّن في المنحنى الخاصّ بتوربين الهواء في الشكل (6) أعلاه بأنّه يمثّل كمية الطاقة الكهربائية التي يمكن إنتاجها عند سرعات الهواء المختلفة، (حيث إنّ سرعات الرياح ممثلة على محور السينات، بينما كمية الطاقة الكهربائية ممثلة على محور الصادات الأيسر)، ويمثّل الخطّ الملوّن باللّون البرتقالي معامل الطاقة عند سرعات الرياح المختلفة (سرعات الرياح على محور السينات، ومعامل الطاقة على محور الصادات الأيمن).



سؤال: توربين للرياح، طول إحدى شفراته= 15 متراً، موضوع في مواجهة رياح سرعتها = 15 متراً/ ثانية، إذا علمت أنّ كثافة الهواء في تلك المنطقة يبلغ 1.23 كغم/ مكعّب، أحسب ما يأتي:

1. القدرة المستخلصة من الرياح بوساطة هذا النظام.
2. الطاقة الكهربائية المنتجة إذا كان معامل الطاقة (Cp) عند سرعة الرياح المعطاة = 0.52.

الحلّ:

1. يمكن حساب **القدرة المستخلصة من الرياح** من المعادلة الآتية: $P_{wind} = 1/2\ \rho\ A\ V^3$.

كلّ المعطيات موجودة ما عدا المِساحة التي تمسحها شفرات المروحة خلال الدوران، لكنّ طول الشفرة الواحدة = 15 متراً، وفي أثناء دورانها، فإنّها تمسح شكلاً دائرياً نصف قطره 15 متراً، يُنظَر الشكل المجاور؛ للتوضيح، فإنّ مِساحة الدائرة يمكن حسابها بسهولة بوساطة المعادلة: نق^2 π

مِساحة الدائرة = $15^2 \times 3.14 = 706.5$ مترات مربّعة.

وبالرجوع إلى معادلة القدرة الخاصة بالرياح: **$P = 0.5 \times 1.23 \times 706.5 \times 15^3 = 1466429$ واط.**

2. الطاقة الكهربائية المنتجة = طاقة الرياح المحصودة × Cp = 1466429 × 0.52 = 762543 واط.

خامساً- مفهوم مزارع الرياح:

تُعَدّ توربينات الرياح حجر الأساس لأيّ نظام توليد طاقة باستخدام الرياح، لكن على مستوى الإنتاج الكبير للطاقة لا يوضَع توربين واحد، لكن يوضَع عشرات وأحياناً مئات التوربينات في مكان واحد يُسمّى مزرعة الرياح، وتُعَدّ هذه العملية معقدة للغاية؛ حيث إنّ الرياح حينما تمرّ عبر شفرات التوربين يحدث فيها انحرافات، وتقلّ سرعاتها بشكل كبير، وإنّ وضع توربين رياح ملاصق يؤدي إلى انخفاض كفاءته انخفاضاً كبيراً؛ لذلك فإنّ عملية توزيع التوربينات على الأرض معقدة، وتُستخدَم بها أجهزة حاسوب؛ من أجل إجراء محاكاة للحصول على أفضل توزيع للتوربينات.

تنقسم مزارع التوربينات إلى نوعين، هما:

1) **مزارع رياح على اليابسة:** توضَع التوربينات على قطعة أرض بعد تحديد سرعات الرياح الخاصة بها على مدار العام؛ لضمان صلاحِيَتها كمزرعة رياح، وللتوضيح؛ يُنظر إلى الشكل (7) الآتي:



الشكل (7): مزارع رياح على اليابسة

2) **مزارع رياح في البحر:** توضَع التوربينات داخل المياه بالقرب من المناطق الساحلية التي تمتاز بوجود رياح قوية ومستمرة على مدار العام، وللتوضيح؛ يُنظَر إلى الشكل (8) الآتي:



الشكل (8): مزارع رياح في البحر

وهناك عديد من المشاكل المرتبطة بمزارع الرياح، حيث تُنتِج توربينات الرياح ضوضاء عالية تمنع إقامة مناطق سكنية بالقرب منها، وأيضاً هناك مشاكل مرتبطة بحركة الطيران فوق مزارع الرياح، وقد يصل ارتفاع بعض أنواع التوربينات إلى أكثر من 220 متراً، وهو ارتفاع أكبر من الأهرامات، ولتوضيح الارتفاع الشاهق للتوربينات؛ يُنظَر إلى الشكل (8). وأخيراً هناك اعتبارات بيئية؛ فالتوربينات مسؤولة عن نفوق كثير من الطيور المهاجرة التي تعتمد على تيارات الهواء العالية من أجل هجرتها.

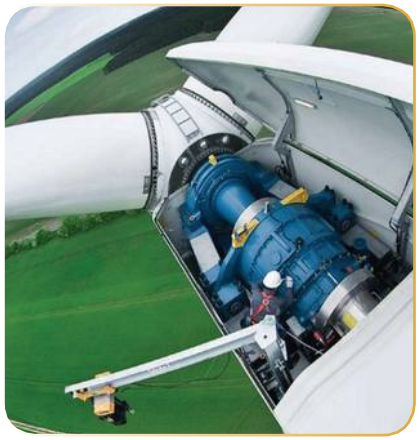
نشاط (3): باستخدام مواقع الإنترنت، أبحث عن مواقع مناسبة؛ لإقامة مزارع رياح في فِلَسطين.

سادساً- ربط مزارع الرياح بشبكة الكهرباء:

يُعَدّ ربط مزارع الرياح بالشبكة الكهربائية أمراً صعباً؛ حيث تدور توربينات الرياح بسرعات مختلفة؛ لذلك تنتج طاقة كهربائية بجهود متغيرة، وتردّد متغير، وفي الناحية الأخرى فإنّ جهد الشبكة الكهربائية وتردّدها ثابتان.

وتنقسم توربينات الرياح إلى قسمين رئيسين من ناحية تحويل الطاقة الحركية الدائرية إلى طاقة كهربائية، هما:

1. **توربينات مزوّدة بصندوق تروس:** يُزوَّد توربين الرياح بصندوق تروس؛ من أجل رفع سرعة دوران المحور إلى سرعات عالية تقارب الـ (1500) دورة في الدقيقة؛ من أجل ضمان توليد فولتيات عالية، وتردّد قريب على تردّد الشبكة الكهربائية، ويمتاز هذا النوع بصغر حجم المولّد الكهربائي فيه، ووجود أداة ميكانيكية معقدة مثل صندوق التروس تخفض كفاءة التوربين، وتجعله بحاجة إلى صيانة معقدة ومتكررة. يُنظَر إلى الشكل (9) الآتي، الذي يوضّح توربيناً بصندوق تروس:



الشكل (9): توربينات مزودة بصندوق تروس

2. **توربينات رياح مباشرة الربط:** يكون المحور الدوّار للتوربين موصولاً مباشرة إلى المولّد الكهربائي، ويمتاز بقلة حاجته إلى الصيانة، وصغر حجمه، لكن في الوقت نفسه، فإنّ سرعة الدوران البطيئة لمحور الدوران يدفع بالحاجة التي تركيب مولّد ضخم ومكلف مقارنة بالمولّد اللازم في حال استخدام صندوق تروس. يُنظَر إلى الشكل المجاور الذي يوضّح توربين رياح مباشر الربط:



الشكل (10): توربينات رياح مباشرة الربط

وكلا النظامين السابقين يولّدان طاقة كهربائية بجهد وتردّد متغيرين، لذلك يُستخدَم محول خاصّ يحوّل الفولتية والتردّد الخارجين من المولّد الكهربائي الخاصّ بالتوربين إلى جهد وتردّد مطابقين للشبكة المراد وصل التوربين عليها، وتُستخدَم بعد ذلك محوّلات رفع جهد؛ لرفع الجهد الخارج من التوربين، ثمّ ربطه بشبكة الكهرباء.



3-6 الموقف التعليمي الثالث: طاقة التوليد الكهرومائية:

وصف الموقف التعليمي: طلب صاحب منزل من فنّي تركيب أنظمة طاقة متجددة تقييم ما إذا كان بالإمكان تزويد منزله بالكهرباء باستخدام طاقة التوليد المائية لعين ماء جارية في القرية.

العمل الكامل:

خطوات العمل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأُحلِّلها	• جمع بيانات من صاحب المنزل عن: • موقع منزله. • مِساحة البناء القائم، وطبيعته. • كمية الطاقة التي يحتاجها. • قدر تدفق الماء من الجدول. • جمع بيانات عن: • تفاصيل المخططات الكهربائية الهندسية اللّازم توفّرها من شركة الكهرباء حول شروط تركيب محطات طاقة التوليد المائية. • دراسة طبيعة طاقة التوليد المائية، ومؤثراتها. • أجهزة القياس الخاصة بقياس تدفق الماء.	• العمل في مجموعات. • البحث العلمي. • الحوار، والمناقشة. • العصف الذهني.	• طلب صاحب المنزل الكتابي (وصف المهمة، وكتاب رسمي). • الشبكة العنكبوتية. • أقلام، وقرطاسية.
أُخطِّط، وأُقرِّر	• تصنيف البيانات، وتبويبها. • تحديد جدول زمني؛ لتنفيذ المَهمّة. • تحديد جدول تكلفة للمَهمّة. • تحديد العِدَد المناسبة؛ لتنفيذ العمل.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• العِدَد اليدوية التي تلزم. • نموذج جدول زمني. • نموذج جدول تكلفة. • أجهزة القياس الخاصة بسرعة الرياح، واتجاهها.

أُنفّذ	• استخدام الإنترنت؛ لجمع البيانات، وتحليلها، وإعداد التقارير. • معرفة أجزاء توربين المياه. • معرفة طبيعة المخرجات الكهربائية لتوربين الماء. • معرفة المؤثرات على إنتاج الطاقة من المياه. • تقييم ما إذا كان استخدام الرياح مجدياً أم لا.	• مجموعات عمل.	• قرطاسية؛ للتسجيل. • وحدة طاقة رياح تعليمية.
أتحقَّق من	• أنّ كمية مياه عين الماء تكفي لتوليد الطاقة.	• مجموعات عمل.	• نتائج التجارب السابقة المدوّنة في جداول.
أُوثِّق، وأعرض	• توثيق نتائج العمل. • تفريغ جميع النتائج على دفتر التدريب العملي. • تقديم تقرير مفصّل عن النتائج، مع استعراض المقارنة. • عرض كلّ مجموعة عمل ما أُنجِزَ على الجميع.	• مجموعات عمل. • النقاش الجماعي.	• جهاز عرض (LCD). • دفتر التدريب العملي.
أُقوم بـ	• المقارنة بين الحلول الفنية المختلفة بين جميع مجموعات العمل • تكليف الخبراء بتقديم التغذية الراجعة. • المقارنة بين نتائج الحالة المثالية ونتائج الحالة قيد الدراسة.	• النقاش الجماعي.	• نماذج التقويم.

الأسئلة:

1- ما المقصود بمصطلح الطاقة الهيدروكهربائية؟

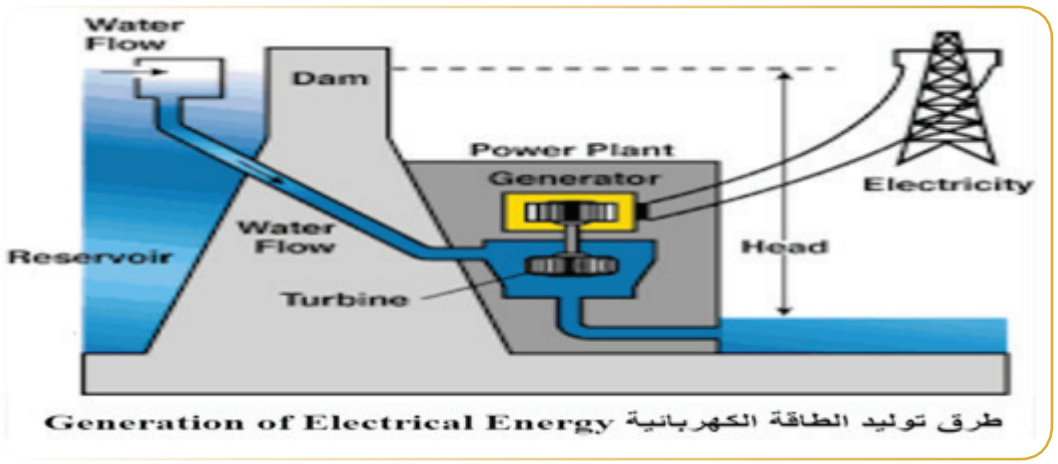
2- أوضّح مبدأ تجهيز السدود لتوليد الكهرباء، وأبيّن علامَ تعتمد في نظرية عملها؟

3- أذكر ثلاثة أسماء من السدود التي تولَّد من خلالها الكهرباء.

4- هل يحتاج توليد الكهرباء من حجز المياه في السد إلى توربين واحد أم أكثر؟ أوضّح إجابتي.

أتعلّم:

نشاط (1): أناقش مع زملائي تفسير مكوّنات الصورة المبيّنة في الشكل (1) أدناه:



الشكل (1): طرق توليد الكهرباء

أولاً- طاقة التوليد الهيدروكهربائية (Hydropower Energy):

لقد استخدم الإنسان منذ القدم الطاقة الناتجة عن المياه المتحركة لإنتاج الطاقة، وقد وجد علماء الآثار دلائل تشير إلى استخدام الإنسان طواحينَ المياه المركّبة على مجاري الأنهار؛ لطحن الحبوب منذ حوالي (3000) عام مضت، وفي هذه الأيام تُستخدَم طاقة المياه الساقطة في توليد الكهرباء بوساطة مولدات كهربائية في السدود الهيدروكهربائية، وللتوضيح؛ يُنظَر إلى الشكل (2) الآتي:



الشكل (2): استخدام طاقة المياه الساقطة في توليد الكهرباء

ويمكن تعريف الطاقة الهيدروكهربائية بأنّها: استخدام طاقة المياه الساقطة من السدود في توليد الطاقة الكهربائية.

وحيثما توجَد المياه في أماكن مرتفعة، كالبحيرات، ومجاري الأنهار، يمكن التفكير بتوليد الطاقة، خاصة إذا كانت طبيعة الأرض التي تهطل فيها الأمطار، أو تجري فيها الأنهار جبلية ومرتفعة، فيمكن توليد الكهرباء من مساقط المياه، أمّا إذا كانت مجاري الأنهار ذات انحدار خفيف فيقتضي عمل سدود أولاً في الأماكن المناسبة من مجرى النهر؛ لتخزين المياه، ثمّ استخدامها لتوليد الكهرباء، (كما هي الحال في السدّ العالي في مصر، وسدّ النهضة في إثيوبيا).

يُعدّ سدّ الممرّات الثلاثة في الصين أكبر السُّدود في العالم من حيث كميّة الكهرباء التي تولَّد عن طريقه، فهو يُعَدّ من كُبريات محطّات توليد الطاقة الكهربائيّة في العالم، وتُقدَّر كميّة الطاقة التي يُنتجها 22500 ميجاواط، بما يُعادل كميّة الطاقة الناتجة عن 34 محطة توليد كهرباء ضخمة، وهو ما يُعادل كميّة الطاقة التي تنتج من حرق 50 مليون طنّ من الفحم، أو حرق 25 مليون طنّ من النفط الخام، ويقع سدّ الممرات الثلاثة على ثالث أطول نهرٍ في العالم وهو نهر اليانغتسي في مقاطعة هوبي الصينيّة، وللتوضيح؛ يُنظَر إلى الشكل (3) الآتي:



الشكل (3): سدّ الممرّات الثلاثة في الصين لتوليد الكهرباء

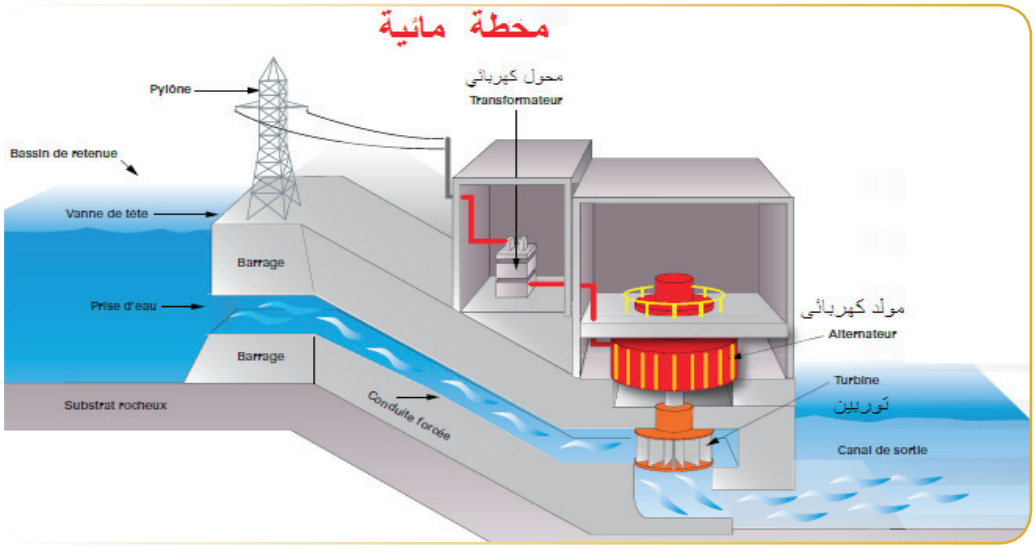
ويوضّح الشكل (4) الآتي الحجم الهائل لتوربينات التوليد، حيث يحتوي السدّ على 34 توربينة توليد: 32 منها بحجم 700 ميجاواط، واثنتين بحجم 50 ميجاواط:



الشكل (4): الحجم الهائل لتوربينات توليد الكهرباء

ثانياً- مبدأ عمل السدود التي تولّد الكهرباء:

تمتلك المياه الموجودة على ارتفاع معيّن طاقة كامنة في موقعها، فإذا هبطت كمية المياه إلى ارتفاع أدنى، تحوّلت الطاقة الكامنة إلى طاقة حركية، ففي السدود تُسلَّط هذه المياه على توربينة (عنفة)؛ ما يسبّب دورانها بسرعة كبيرة، وبالتالي ستمتلك التوربينة طاقة حركية دائرية كبيرة، فإذا رُبِطَت التوربينة مع محور المولّد الكهربائي، فإنّ هذا المولّد سينتج طاقة كهربائية بدوره، الشكل (5) الآتي يوضّح هذه العملية:



الشكل (5): مبدأ عمل السدود التي تولّد الكهرباء

نشاط (2): تبني دولة أثيوبيا سدّاً على منبع نهر النيل يُسمّى سدّ النهضة، وهذا سبّب مشكلة مع دولة مصر؛ نظراً لتخوّف الأخيرة من جفاف سيلحق بها. أحلّل الموضوع، وأخرج بنقاط محدّدة حول: لماذا يؤدّي بناء السدود إلى جفاف في الأنهار المقام عليها؟ وما الحلول المقترحة؟

4-6 الموقف التعليمي الرابع : طاقة المدّ والجزر:

وصف الموقف التعليمي: طلب صاحب منزل على شاطئ غزة من فنّي تركيب أنظمة طاقة متجددة تقييم ما إذا كان بالإمكان تزويد منزله بالكهرباء باستخدام طاقة المدّ والجزر.

العمل الكامل:

خطوات العمل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأُحلِّلها	• جمع بيانات من صاحب المنزل: • عن موقع منزله. • مِساحة البناء القائم • طبيعته وكمية الطاقة التي يحتاجها. • جمع بيانات عن: • معلومات عن حالة بحر غزة فيما يتعلق بمستوى ارتفاع مياه المدّ والجزر. • تفاصيل المخططات الكهربائية الهندسية اللّازم توفّرها من شركة الكهرباء حول شروط تركيب محطات الطاقة المتولدة من المدّ والجزر. • دراسة طبيعة طاقة المدّ والجزر، ومؤثراتها. • أجهزة القياس الخاصة بقياس مستوى المدّ والجزر.	• العمل في مجموعات. • البحث العلمي. • الحوار، والمناقشة. • العصف الذهني.	• طلب صاحب المنزل الكتابي (وصف المهمة، وكتاب رسمي). • الشبكة العنكبوتية. • أقلام، وقرطاسية. • بيانات من الأرصاد الجوية عن البحر الابيض المتوسط.
أُخطِّط، وأُقرِّر	• تصنيف البيانات، وتبويبها. • تحديد جدول زمني؛ لتنفيذ المَهمّة. • تحديد جدول تكلفة للمَهمّة. • تحديد العِدَد المناسبة؛ لتنفيذ العمل.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• العِدَد اليدوية التي تلزم. • نموذج جدول زمني. • نموذج جدول تكلفة. • أجهزة القياس الخاصة بالمدّ والجزر.

أُنفّذ	• استخدام الإنترنت؛ لجمع البيانات، وتحليلها، وإعداد التقارير. • معرفة أجزاء توربين المدّ والجزر. • معرفة طبيعة المخرجات الكهربائية لأجهزة التوليد من المدّ والجزر. • معرفة المؤثرات على إنتاج الطاقة من المدّ والجزر. • تقييم ما إذا كان استخدام طاقة المدّ والجزر مجدياً في غزة.	• مجموعات عمل.	• قرطاسية؛ للتسجيل. • تجهيز تقرير، ووسائط عرض لنتائج البحث.
أتحقَّق من	• إمكانية تركيب هذا النظام في غزة.	• مجموعات عمل.	• نتائج التجارب السابقة المدونة في جداول.
أُوثِّق، وأعرض	• توثيق نتائج العمل. • تفريغ جميع النتائج على دفتر التدريب العملي. • تقديم تقرير مفصّل عن النتائج، مع استعراض المقارنة. • عرض كلّ مجموعة عمل ما أُنجِزَ على الجميع.	• مجموعات عمل. • النقاش الجماعي.	• جهاز عرض (LCD). • دفتر التدريب العملي.
أقوم بـ	• المقارنة بين الحلول الفنية المختلفة بين جميع مجموعات العمل. • تكليف الخبراء بتقديم التغذية الراجعة. • المقارنة بين نتائج الحالة المثالية ونتائج الحالة قيد الدراسة.	• النقاش الجماعي.	• نماذج التقويم.

الأسئلة:

1- أوضّح المقصود بظاهرة المدّ والجزر، مبيناً كيف تحدث.

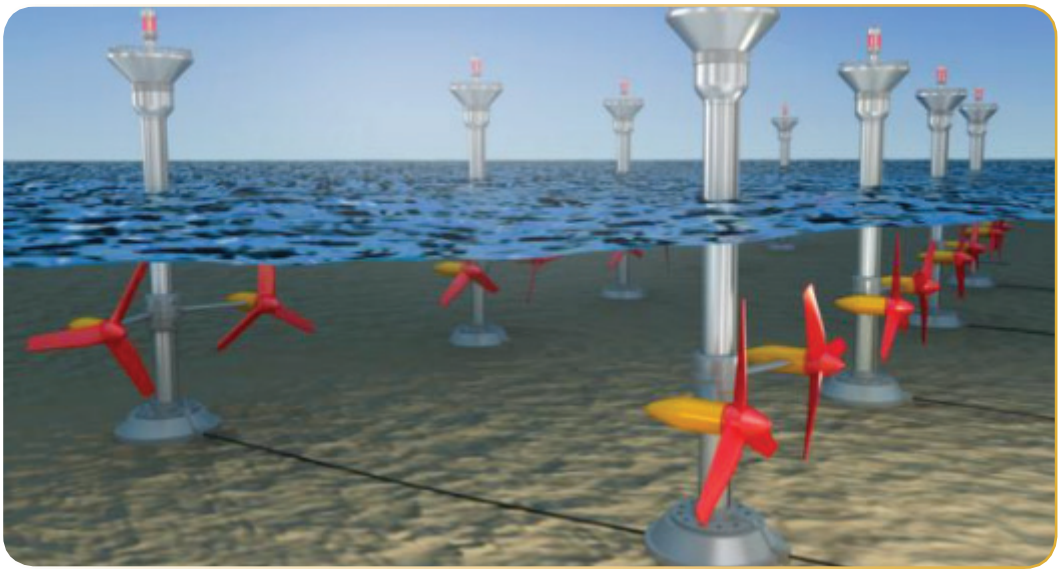
2- أوضّح المقصود باستغلال طاقة المدّ والجزر في توليد الكهرباء.

3- هل تُعَدّ هذه الطريقة مجدية لاستغلالها في كلّ الشواطئ؟ أوضح إجابتي.

4- ما مكوّنات محطات توليد الكهرباء باستخدام طاقة المدّ والجزر؟

أتعلّم:

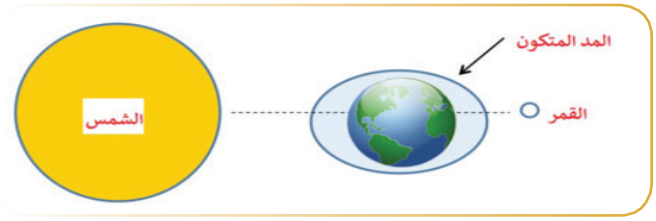
نشاط (1): أناقش مع زملائي الصورة المبيّنة في الشكل (1) الآتي، ثمّ أكتب تقريراً عنها:



الشكل (1): استخدام طاقة المدّ والجزر لإنتاج الكهرباء

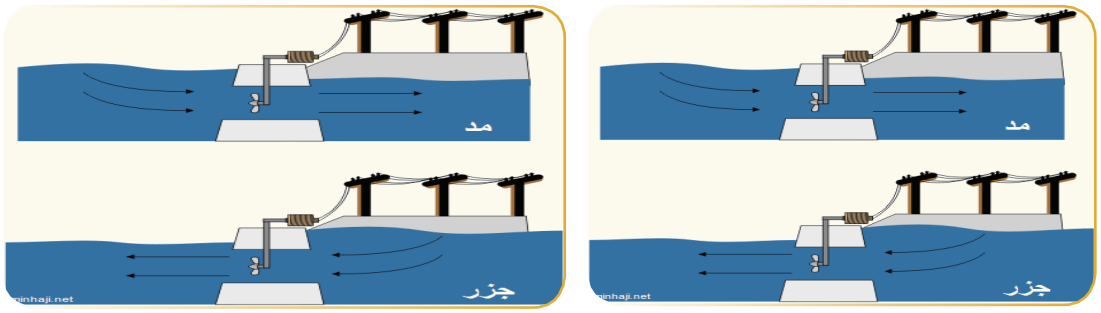
طاقة المدّ والجزر (Tidal Energy)

المدّ والجزر من الظواهر الطبيعية المعروفة، المبيّنة في الشكل (2) الاتي، وهي تسبّب ارتفاع مياه وانخفاضها في ساعات اليوم الواحد. إنّ هذا الارتفاع ناتج عن جاذبية القمر عندما يكون قريباً من هذه السواحل، ويحدث ذلك الانخفاض عندما يكون القمر بعيداً عن هذه السواحل؛ أي عندما يغيب، فإذا أنعمنا النظر في مكان معيّن، وكان القمر ينيره ليلاً، فهذا معناه أنّه قريب من ذلك المكان، وأنّ جاذبيته قوية؛ لذا ترتفع مياه البحر، وبعد مضي اثنا عشرة ساعة من ذلك الوقت، يكون القمر في الجزء المقابل قطرياً؛ أي بعيداً عن المكان ذاته بعداً زائداً بطول قُطر الكرة الأرضية، فيصبح اتجاه جاذبية القمر معاكسة، وبالتالي ينخفض مستوى مياه البحر. وأكثر بلاد العالم شعورا بالمدّ والجزر هو الطرف والجزر المحيط الأطلسي على سواحل شبه جزيرة برنتانيا إلى ثلاثين متراً، وقد أنشئت هناك محطة توليد بقدرة 400 ميجاواط للطاقة الكهربائية:



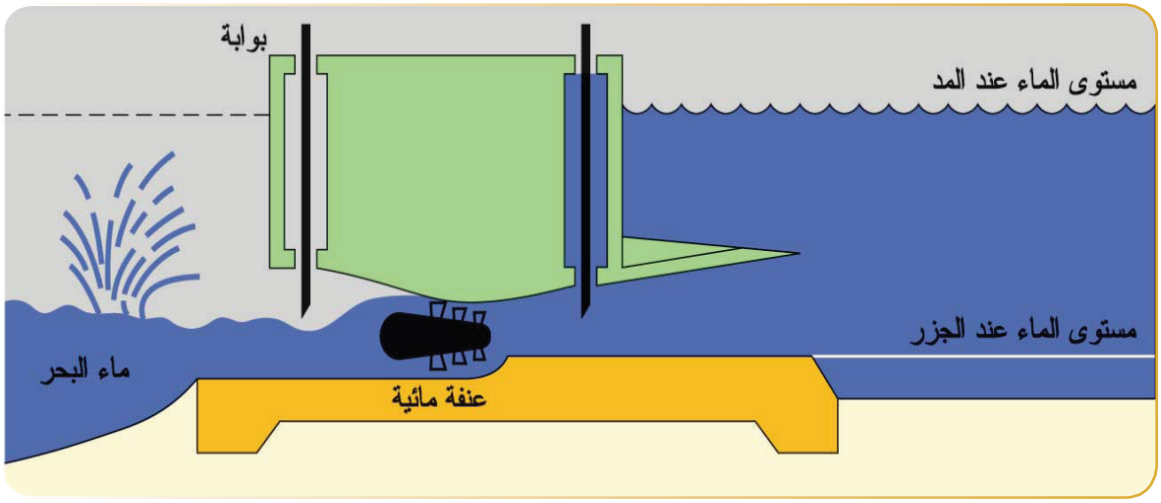
الشكل (2): تولّد ظاهرة المدّ والجزر

وللاستفادة من هذه الطاقة؛ توضَع توربينات خاصة في مجرى المدّ، كما هو مبيّن في الشكل (3) الآتي، فتديرها المياه الصاعدة، ثمّ تعود المياه الهابطة وتديرها مرة أخرى، وللتوضيح؛ يُنظَر إلى الشكلين الآتيين:



الشكل (3): توربينات خاصة توضَع في مجرى المدّ والجزر

ومن الأماكن التي يكثر فيها المدّ والجزر السواحل الشمالية للخليج العربي في منطقة الكويت؛ حيث يصل أعلى ارتفاع للمدّ إلى (11 متراً)، لكنّ هذه الظاهرة لا تُستغَلّ في هذه المناطق لتوليد الطاقة الكهربائية.



5-6 الموقف التعليمي الخامس : الطاقة الحرارية الأرضية:

وصف الموقف التعليمي: طلب صاحب منزل من فنّي تركيب أنظمة طاقة متجددة تقييم ما إذا كان بالإمكان تزويد منزله بالكهرباء باستخدام الطاقة الحرارية الارضية.

العمل الكامل:

خطوات العمل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلِّلها	• جمع بيانات من صاحب الورشة: • عن موقع منزله، ومِساحة البناء القائم، وطبيعته، وكمية الطاقة التي يحتاجها. • معلومات عن تواجد طاقة حرارية أرضية في فِلَسطين. • جمع بيانات عن: • تفاصيل المخططات الكهربائية الهندسية اللّازم توفّرها من شركة الكهرباء حول شروط تركيب محطات الطاقة الحرارية الأرضية. • دراسة طبيعة الطاقة الحرارية، ومؤثراتها.	• العمل في مجموعات. • البحث العلمي. • الحوار، والمناقشة. • العصف الذهني.	• طلب صاحب الورشة الكتابي (وصف المهمة، وكتاب رسمي). • الشبكة العنكبوتية. • أقلام، وقرطاسية.
أُخطِّط، وأُقرِّر	• تصنيف البيانات، وتبويبها. • تحديد جدول زمني؛ لتنفيذ المَهمّة. • تحديد جدول تكلفة للمَهمّة. • تحديد العِدَد المناسبة؛ لتنفيذ العمل.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• العِدَد اليدوية التي تلزم. • نموذج جدول زمني. • نموذج جدول تكلفة. • أجهزة القياس الخاصة بالمدّ والجزر.

أُنفّذ	• استخدام الإنترنت؛ لجمع البيانات، وتحليلها، وإعداد التقارير. • معرفة أجزاء توربين المياه. • معرفة طبيعة المخرجات الكهربائية لأجهزة التوليد الحرارية الأرضيåة. • معرفة المؤثرات على إنتاج الطاقة الحرارية الأرضية. • تقييم ما إذا كان استخدام طاقة المدّ والجزر مجدياً في غزة.	• مجموعات عمل.	• قرطاسية؛ للتسجيل. • تجهيز تقرير، ووسائط عرض لنتائج البحث.
أتحقَّق من	• إمكانية تركيب هذا النظام في فِلَسطين.	• مجموعات عمل.	• نتائج التجارب السابقة المدونة في جداول.
أُوثِّق، وأعرض	• توثيق نتائج العمل. • تفريغ جميع النتائج على دفتر التدريب العملي. • تقديم تقرير مفصّل عن النتائج، مع استعراض المقارنة. • عرض كلّ مجموعة عمل ما أُنجِزَ على الجميع.	• مجموعات عمل. • النقاش الجماعي.	• جهاز عرض (LCD). • دفتر التدريب العملي.
أُقوم بـ	• المقارنة بين الحلول الفنية المختلفة بين جميع مجموعات العمل. • تكليف الخبراء بتقديم التغذية الراجعة. • المقارنة بين نتائج الحالة المثالية ونتائج الحالة قيد الدراسة.	• النقاش الجماعي	• نماذج التقويم.

الأسئلة:

1- ما مكوّنات نواة الأرض، موضحاً ذلك بالرسم؟

2- أبيّن كيف تُستغَلّ المياه الجوفية الحارّة في بعض الدول لتوليد الكهرباء.

3- ما استخدامات المياه الجوفية الحارّة الأخرى غير توليد الكهرباء؟

4- أوضّح آلية عمل محطات الحرارة الجوفية لاستخدامها لتوليد الطاقة الكهربائية؟ وما أهمّ مكوّناتها؟

أتعلّم:

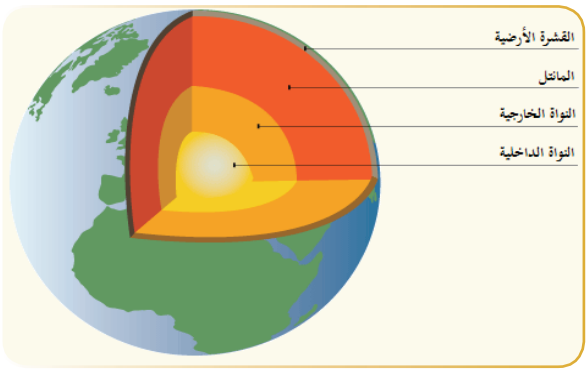
نشاط (1): أناقش طريقة توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الحرارية الكامنة في جوف الأرض.



الشكل (1): طريقة توليد الكهرباء من الطاقة الحرارية الجوفية

الطاقة الحرارية الأرضية (طاقة الحرارة الجوفية- Geothermal Energy)

تبعد نواة الأرض عن سطح الأرض مسافة تصل إلى حوالي (4000) ميل، وتتكوّن النواة من طبقة ثنائية من الحديد المذاب شديد الحرارة المحيط بمركز الأرض الصُّلب المكوّن من الحديد، وتتراوح درجة حرارة نواة الأرض بين (5000 – 11000) درجة فهرنهايتية، ويحيط بنواة الأرض المبيّنة في الشكل (2) الآتي طبقة تُسمّى (عباءة) تتكوّن إمّا من الصخور، أو من الرواسب، ويبلغ سُمْكها حوالي (1800) ميل، وتأتي في النهاية قشرة الأرض التي هي عبارة عن طبقة خارجية عازلة من الصخور غير المتصلة، وتتشكّل من طبقات فوق بعضها بعضاً، فوجود مثل هكذا طاقة حرارية داخل الأرض يُعَدّ كنزاً مدفوناً يجب استغلاله:



الشكل (2): مكوّنات نواة الأرض

لقد استخدمت البشرية على مدى العصور الحرارة الجوفية كمصدر للاستحمام، والطبخ، والتدفئة، كما فعل اليونانيون، والصينيون، وغيرهم في استغلال الينابيع الحارّة. وفي الوقت الحالي استُخدمت الحرارة الجوفية في المنتجعات السياحية، والاستجمام، وهي تحتوي على مياه غنية بالمعادن المفيدة، إضافة إلى استغلالها في تدفئة البيوت، وفي الزراعة، والصناعة على حدّ سواء، كما تُستخدَم الحرارة الجوفية، والبخار الناتج عنها خصوصاً في

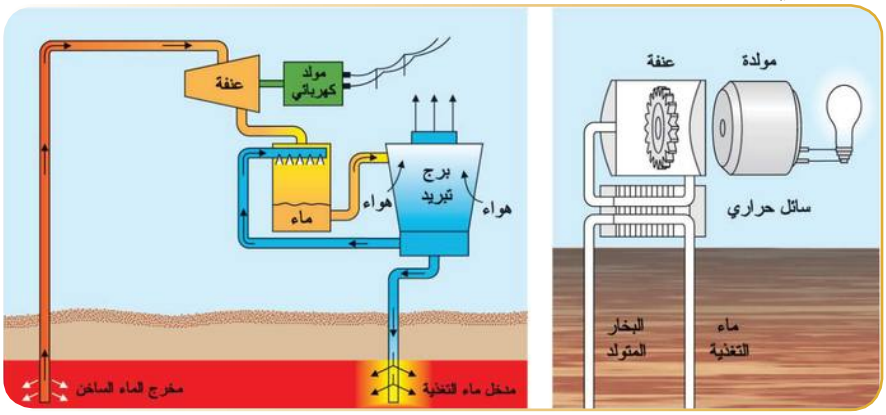
هـذه الأيـام فـي توليـد الطاقـة الكهربائيـة مـن خـلال حفـر آبـار تصـل إلـى تلـك الخزانـات الحراريـة الأرضيـة؛ بغـرض اسـتغلالها فـي إدارة توربينـات تعمـل علـى تشـغيل مولـدات كهربائيـة، بينمـا تُسـتخدَم الميـاه الحـارّة المتولـدة عنهـا خصوصـاً فـي تدفئـة البيـوت، كمـا يوضّـح الشـكل (3) الآتـي: (أبحـث أيـن تُسـتخدَم فـي أوروبـا).



الشكل (3): الخزانات الحرارية الأرضية التي تُستخدَم بغرض استغلال المياه الحارّة في تدفئة البيوت

مبدأ عملها:

بصـورة عامّـة، إنّ أيّ منطقـة تتوفّـر فيهـا الحـرارة الجوفيـة التـي يمكـن اسـتخدامها لتوليـد الطاقـة الكهربائيـة مـن خـلال تمديـد مسـارات للمـاء مـن باطـن الأرض وإليهـا لتكويـن الـدورة الأولـى التـي مدخلاتهـا مـاء ذو درجـة حـرارة منخفضـة، ومخرجاتهـا مـاء درجـة حرارتـه مرتفعـة، تُسـخّن الـدورة الثانيـة مـن خـلال المبـادل الحـراري الـذي يحـوّل السـائل الحـراري الموجـود فـي الـدورة الثانيـة إلـى بخـار يحـرّك بـدوره توربينـات المولّـد الكهربائـي لإنتـاج الطاقـة الكهربائيـة؛ لاسـتخدامها مباشـرة، والشـكل (4) الآتـي يوضّـح آليـة عمـل هـذه المحطـات:



الشكل (4): آلية عمل محطات الحرارة الجوفية لاستخدامها لتوليد الطاقة الكهربائية

تُعَـدّ عمليـة توليـد الكهربـاء باسـتخدام الحـرارة الجوفيـة فـي المناطـق التـي تتوفّـر فيهـا مجديـة جـداً؛ لأنّهـا بالمجمـل أرخـص مـن مثيلاتهـا التـي تعمـل علـى الفحـم الحجـري، أو الغـاز الطبيعـي، إلّا أنّ تكلفتهـا الابتدائيـة عاليـة نوعـاً مـا، علـى الرغـم مـن كونهـا مجديـة علـى المـدى البعيـد، كمـا أنّهـا لا تعتمـد علـى اسـتيراد الوقـود مـن أماكـن بعيـدة، بالإضافـة لكـون عمليـة الإنتـاج مسـتقرة، وتعتمـد كميـة الإنتـاج علـى مسـتوى الطلـب.

نشاط (2): أُجري بحثاً عن ينابيع وادي المالح في فِلَسطين، وأحلّل علمياً سبب سخونة المياه في هذه الينابيع.

6-6 الموقف التعليمي السادس: الطاقة الحيوية:

وصف الموقف التعليمي: طلب صاحب مزرعة بقر من فنّي تركيب أنظمة طاقة متجددة تقييم ما إذا كان بالإمكان تزويد مزرعته بالكهرباء باستخدام الطاقة الحيوية.

العمل الكامل:

خطوات العمل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأُحلِّلها	• جمع بيانات من صاحب الورشة: • عن موقع منزله، ومِساحة البناء القائم، وطبيعته، وكمية الطاقة التي يحتاجها. • معلومات عن مزرعة البقر، واحتياجاتها من الطاقة. • معلومات عن مزرعة البقر، ومخرجاتها من الفضلات. • جمع بيانات عن: • تفاصيل المخططات الكهربائية الهندسية اللّازم توفّرها من شركة الكهرباء حول شروط تركيب محطات الطاقة الحيوية. • دراسة طبيعة الطاقة الحيوية، ومؤثراتها. • دراسة حجم المدخلات اللازمة لتشغيل المحطة.	• العمل في مجموعات. • البحث العلمي. • الحوار، والمناقشة. • العصف الذهني.	• طلب صاحب الورشة الكتابي (وصف المهمة، وكتاب رسمي). • الشبكة العنكبوتية. • أقلام، وقرطاسية.
أُخطِّط، وأُقرِّر	• تصنيف البيانات، وتبويبها. • تحديد جدول زمني؛ لتنفيذ المَهمّة. • تحديد جدول تكلفة للمَهمّة. • تحديد العِدَد المناسبة؛ لتنفيذ العمل.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• العِدَد اليدوية التي تلزم. • نموذج جدول زمني. • نموذج جدول تكلفة.

أُنفّذ	• استخدام الإنترنت؛ لجمع البيانات، وتحليلها، وإعداد التقارير. • معرفة مكوّنات محطة التوليد بالطاقة الحيوية. • معرفة طبيعة المخرجات الكهربائية لأجهزة التوليد بالطاقة الحيوية. • معرفة المؤثرات على إنتاج بالطاقة الحيوية. • تقييم ما إذا كان استخدام بالطاقة الحيوية مجدياً للمزرعة.	• مجموعات عمل.	• قرطاسية؛ للتسجيل. • تجهيز تقرير، ووسائط عرض لنتائج البحث.
أتحقَّق من	• إمكانية تركيب هذا النظام في مزرعة الزبون.	• مجموعات عمل.	• نتائج التجارب السابقة المدونة في جداول.
أُوثِّق، وأعرض	• توثيق نتائج العمل. • تفريغ جميع النتائج على دفتر التدريب العملي. • تقديم تقرير مفصّل عن النتائج، مع استعراض المقارنة. • عرض كلّ مجموعة عمل ما أُنجِزَ على الجميع.	• مجموعات عمل. • النقاش الجماعي.	• جهاز عرض (LCD). • دفتر التدريب العملي.
أُقوم بـ	• المقارنة بين الحلول الفنية المختلفة بين جميع مجموعات العمل. • تكليف الخبراء بتقديم التغذية الراجعة. • المقارنة بين نتائج الحالة المثالية ونتائج الحالة قيد الدراسة.	• النقاش الجماعي.	• نماذج التقويم.

الأسئلة:

1- أوضّح المقصود بمصطلح الطاقة الحيوية.

2- أوضّح مخاطر استخدام الخشب والأسمدة في التدفئة، وهل تُعَدّ هذه الطاقة نظيفة؟ لماذا؟

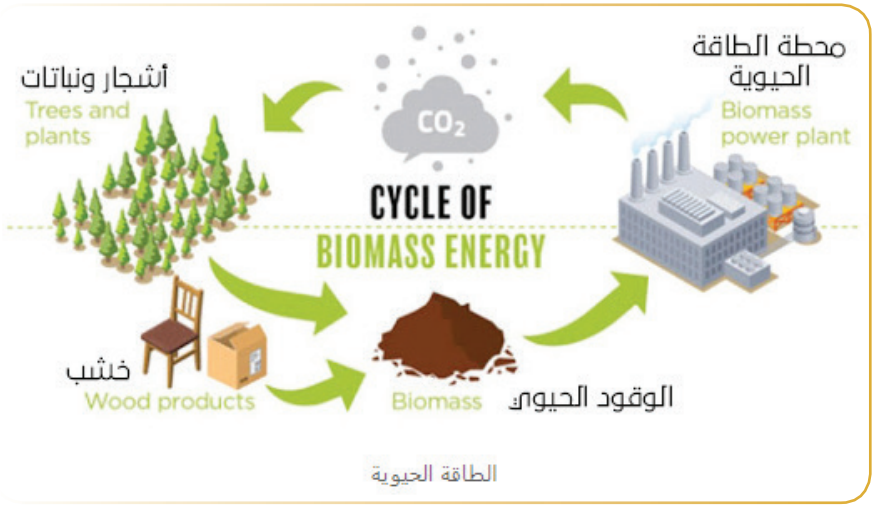
3- أبيّن أساليب معالجة أنواع الوقود الحيوي.

4- أبيّن كيف يتمّ الحصول على غاز الطبخ (إنتاج الغاز الحيوي).

5- ما أهم مكوّنات مركّبات الغاز الحيوي في عملية الإنتاج؟

أتعلّم:

نشاط (1): بالتعاون مع زملائي، أحاول تفسير الصورة في الشكل (1) الآتي، ثمّ أناقش ذلك مع معلّمي:



الشكل (1): دورة إنتاج الطاقة الحيوية

الطاقة الحيوية (Energy Biomass):

تتمثّل الطاقة الحيويّة في المواد العضويّة التي يمكن الحصول على الطاقة منها، مثل الأخشاب، والأسمدة الطبيعيّة، والزيوت، بالإضافة إلى غاز الميثان الذي ينتج عن المخلّفات العضويّة، ويمكن الاستفادة من هذه الطاقة في حظائر الحيوانات، حيث تكثر المخلفات الحيوانية، لكنّ هذه الطاقة لا تُعَدّ نظيفة كمثيلاتها من الطاقة المتجدّدة، فالميثان يزيد من الاحتباس الحراري، كما أنّ احتراق الخشب والأسمدة يُنتج ثاني أكسيد الكربون، والشكل (2) الآتي يوضّح بعض مصادر الطاقة الحيوية:



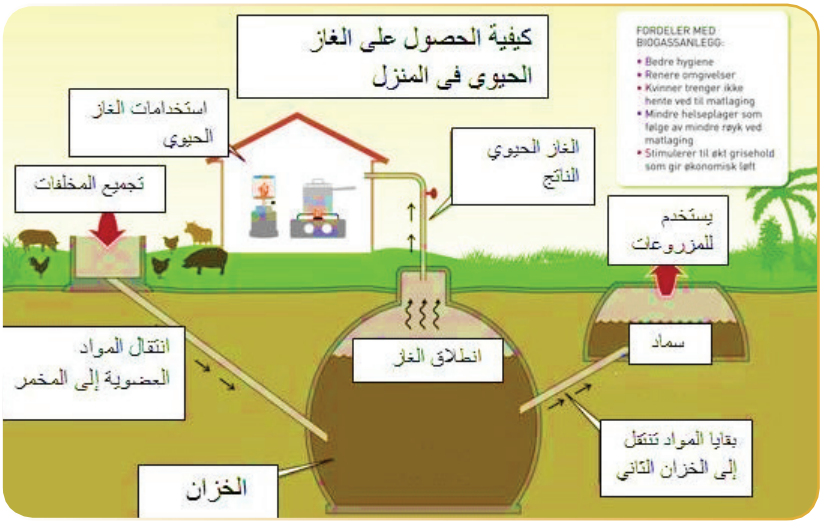
الشكل (2): أحد مصادر الطاقة الحيويّة

يُطلَق مصطلح الطاقة الحيوية على أيّ طاقة مستخلصة من النباتات، أو الأنسجة الحيوانية، ويمكن استخلاص الطاقة المختزنة في هذه الأشكال من الطاقة الحيوية، إمّا عن طريق الحرق المباشر، أو بوساطة تغذيتها إلى الكائنات الدقيقة؛ لكي تستهلكها لإنتاج الغاز الحيوي (biogas)، الذي يُعَدّ شكلاً من أشكال الغاز الطبيعي.

وما زالت الطاقة الناتجة عن الطاقة الحيوية مستخدمة على نطاق العالم، سواء في إعداد الطعام (الطبخ)، أو في التدفئة، أو إنتاج الكهرباء. وهناك أساليب مختلفة لمعالجة أنواع الوقود الحيوي، منها:

1) **الحرق المباشر:** ويُستعمَل للطهي، والتدفئة، وإنتاج البخار، غير أنّ هذه العملية لها مردود حراري ضئيل.

2) **طرق التخمير:** تُجمَع في هذه الطريقة المخلفاتُ العضوية في خزّان لمرحلة التخمير، وتحلّل البكتيريا المخلفاتِ منتجةً الغاز الحيوي، كما في الشكل (3) الآتي، وينطلق الغاز بدوره ليتجه إلى خزانات للتجميع؛ ليُستخدَم فيما بعد إما لغرض إشعال النار كغاز للطبخ، أو لغرض توليد الطاقة الكهربائية باستخدام محطات حرارية خاصة:



الشكل (3): كيفية الحصول على غاز الطبخ (إنتاج الغاز الحيوي)

وتختلف مكوّنات الغاز الحيوي باختلاف المواد المستخدمة، إضافة إلى الآلية المتّبعة في إنتاجه، لكن بمجمل الأحيان يتكوّن من المركّبات المبيّنة في الجدول (1) الآتي:

الجدول (1): مكوّنات مركّبات الغاز الحيوي في عملية الإنتاج

الرقم	اسم المركّب	نسبته المئوية	رمزه الكيميائي
-1	الميثان	75–50	CH_4
-2	ثاني أكسيد الكربون	50–25	CO_2
-3	النيتروجين	10–0	N_2
-4	الهيدروجين	1–0	H_2
-5	كبريتيد الهيدروجين	3–0	H_2S
-6	الأكسجين	0	O_2

حالة دراسية: تتعرّض مكبّات النُّفايات، والحُفَر الامتصاصية في بعض الأحيان إلى انفجارات عنيفة. بناءً على ما سبق، أناقش الأسباب التي تؤدي إلى حدوث مثل هذه الانفجارات، وما طرق الوقاية منها؟



السؤال الأول: أضع دائرة حول الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1- ما الموادّ التي يمكن الحصول منها على الطاقة الحيوية؟

أ- الاخشاب، والأسمدة الكيماوية، والزيوت.

ب- غاز ثاني اكسيد الكربون الذي ينتج عن المخلّفات العضويّة.

جـ- الموادّ الكيماوية، ومخلّفات المصانع.

د- المواد البلاستيكية.

2- ما وظيفة صندوق التروس في توربينات طاقة الرياح؟

أ- رفع سرعة دوران المحور إلى سرعات تقارب 1000 دورة في الدقيقة.

ب- رفع سرعة دوران المحور إلى سرعات عالية تقارب 1500 دورة في الدقيقة.

جـ- ضمان المحافظة على صغر حجم التوربين، وجودة كفاءته.

د- ضمان عدم زيادة السرعة عن 25 م/ ث؛ لكيلا تتحطّم المروحة.

3- ما الّذي يميّز توربينات الرياح الرأسية المحور؟

أ- تتميّز بمحور رأسي للدوران.

ب- عدد الرِّيَش فيها لا يزيد عن ثلاث.

جـ- لا تتحطّم حتّى بسرعات أعلى من 25م/ ث.

د- عدد الرِّيَش فيها اقل من ثلاث.

4- أيّ البدائل الآتية ينطبق على ظاهرة المدّ والجزر؟

أ- تحصل عندما تكون الأمواج عالية.

ب- تعتمد على بُعد المسافة بين السواحل والقمر وقيمة جاذبية القمر لمياه السواحل كلّ 12 ساعة.

جـ- تعتمد على بُعد المسافة بين الشمس والقمر.

د- ترتبط بسرعة الرياح على السواحل.

5- ما نسبة الطاقة الحرارية في أشعة الشمس؟

أ- 20%. ب- 40%. جـ- 50%. د- 90%.

6- ما المقصود بمصطلح (CSP)؟

أ- الطاقة الحرارية الشمسية المركّزة.

ب- الطاقة الحرارية الشمسية.

جـ- مجمعات القطع المكافئ.

د- الطاقة الشمسية لتسخين المياه.

7- ما مكوّنات السخّانات الشمسية لتوليد المياه الساخنة؟

أ- الخزّان.

ب- المجمع (اللّاقط).

جـ- الخزّان، والمجمع، ومواسير التوصيل.

د- الخزّان، والمجمع، ومواسير التوصيل، وأشعة الشمس.

8- أذكر واحدة من أساليب معالجة أنواع الوقود الحيوي.

أ- الحرق المباشر فقط.

ب- التخمير.

جـ- الحرق المباشر، والتخمير معاً.

د- الدفن تحت سطح الأرض.

9- ما قيمة السرعة العالية التي تتحطّم فيها المراوح الهوائية لتوليد الكهرباء؟

أ- 20م/ ث. ب- 25م/ ث. جـ- 15م/ ث. د- أعلى من 25م/ ث.

10- ما أهمّ عيوب توربينات الرياح الأفقية المحور؟

أ- معرّضة للاهتزاز الميكانيكي، وبحاجتها إلى مواجهة الريح.

ب- الصيانة تكون صعبة ومكلفة.

جـ- التحطّم بسرعة؛ نتيجة أنّ كلّ مكوّنات التوربين مركّبة في أعلاها.

د- لا يُنتِج طاقة كهربائية عالية.

- السؤال الثاني: ما مكوّنات محطات توليد الكهرباء باستخدام طاقة المدّ والجزر؟
- السؤال الثالث: أبيّن أساليب معالجة أنواع الوقود الحيوي.
- السؤال الرابع: أبيّن كيف يتمّ الحصول على غاز الطبخ (إنتاج الغاز الحيوي)؟
- السؤال الخامس: ما مكوّنات نواة الأرض، موضّحاً ذلك بالرسم؟
- السؤال السادس: هل يحتاج توليد الكهرباء من حجز المياه في السدّ إلى توربين واحد أم أكثر؟ أوضّح إجابتي.
- السؤال السابع: أذكر ثلاثة أجزاء رئيسة من مكوّنات السخّانات الشمسية للحصول على المياه الساخنة.
- السؤال الثامن: ما شروط تركيب مراوح الرياح لإنتاج الكهرباء؟ وما أنواعها؟