



إدارة المناهج والكتب المدرسية

# الكهرباء

## العلوم الصناعية الخاصة والتدريب العملي

الفصل الدراسي الثاني  
الصف الحادي عشر  
الفرع الصناعي



الكهرباء

العلوم الصناعية الخاصة والتدريب العملي

الفصل الدراسي الثاني

الصف الحادي عشر

الفرع الصناعي

٢٠١٩/هـ

ISBN: 978-9957-84-404-2



9 789957 844042

مطبوعة



إدارة المناهج والكتب المدرسية

# الكهرباء

## العلوم الصناعية الخاصة والتدريب العملي

الفصل الدراسي الثاني  
الصف الحادي عشر  
الفرع الصناعي

### تأليف

م. عدنان خالد غزاوي  
م. محمد مجلي بني عيسى  
م. غنام عبد الرحيم الخلايلة  
م. باسل محمود غضية

### الناشر

وزارة التربية والتعليم  
إدارة المناهج والكتب المدرسية

يسر إدارة المناهج والكتب المدرسية استقبال ملحوظاتكم وآرائكم على هذا الكتاب عن طريق العناوين الآتية:

هاتف: ٥-٨ / ٤٦١٧٣٠٤، فاكس: ٤٦٣٧٥٦٩ ص.ب: (١٩٣٠) الرمز البريدي: ١١١١٨

أو على البريد الإلكتروني: VocSubjects.Division@moe.gov.jo

قرّرت وزارة التربية والتعليم تدرّيس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بناءً على قرار مجلس التربية والتعليم رقم ٨٠/٢٠١١، تاريخ ١٥/٩/٢٠١١م، بدءاً من العام الدراسي ٢٠١٢م/٢٠١٣م.

الحقوق جميعها محفوظة لوزارة التربية والتعليم

عمّان - الأردن/ ص . ب : ١٩٣٠

www.moe.gov.jo

لجنة التوجيه والإشراف على التأليف

د. محمد عبد الكريم عالية  
د. محمد خليل عباينة  
م. عبد الباسط محمود صالح  
م. عبد الله محمود الهور

التحرير العلمي : م. عبد الله محمود الهور  
التحرير اللغوي : نضال أحمد موسى  
التحرير الفني : نداء فؤاد أبو شنب  
التصميم : فخري موسى الشبول  
الرسوم : عاصف نصري اليعقوب  
التصوير : أديب أحمد عطوان  
الإنـتـاج : سليمان أحمد الخلايلة  
دقق الطباعة : م. باسل محمود غضية

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية

(٢٠١٢/٣/١٠٣٣)

ISBN: 978-9957-84-404-2

٢٠١٣ - ٢٠١٩ م  
١٤٣٣هـ / ٢٠١٢م

الطبعة الأولى  
أعيدت الطباعة

## قائمة المحتويات

الصفحة	الموضوع	
٧		المقدمة
٨		إرشادات عامة
٩	<b>قراءة المخططات وحساب الكميات للأعمال الكهربائية</b>	<b>الوحدة الأولى</b>
العلوم الصناعية الخاصة		
١١	عناصر التمديدات الكهربائية ورموزها	أولاً
١٧	قراءة مخططات التمديدات الكهربائية	ثانياً
٢٣	درجات الحماية والوقاية حسب الكود الأردني	ثالثاً
٣٠	تحديد المواد اللازمة لتنفيذ التمديدات الكهربائية في المباني	رابعاً
٤١	أسئلة الوحدة	
التدريب العملي		
٤٢	تفسير الرموز والمصطلحات وقراءتها وحساب الكميات	تمرين (١-١)
٤٦	حساب تكاليف تنفيذ الأعمال الكهربائية لطابق في مبنى	تمرين (٢-١)
٤٨	تفسير الرموز والمصطلحات وقراءتها وحساب الكميات للمنشآت التجارية	تمرين (٣-١)
٥١	<b>التمديدات الكهربائية المنزلية</b>	<b>الوحدة الثانية</b>
العلوم الصناعية الخاصة		
٥٤	الأدوات الأساسية المستخدمة في التمديدات الكهربائية المنزلية وخصائصها	أولاً
٩١	طرائق تنفيذ التمديدات الكهربائية المنزلية	ثانياً
٩٣	المهام التي يقوم بها الكهربائي قبل بدء أعمال البناء (الصبة، والقضارة)	ثالثاً
٩٥	المهام التي يقوم بها الكهربائي بعد فكّ خشب الطوبار وقبل القضارة وتركيب البلاط	رابعاً
٩٧	المهام التي يقوم بها الكهربائي بعد القضارة	خامساً
١٠٠	طرائق فحص التمديدات الكهربائية	سادساً
١٠٢	أسئلة الوحدة	
التدريب العملي		
١٠٤	تنفيذ دائرة إنارة مكوّنة من مصباح ومفتاح مفرد	تمرين (١-٢)
١٠٧	تنفيذ دائرة كهربائية لإنارة وحدتي إنارة باستخدام مفتاح مزدوج	تمرين (٢-٢)
١١٠	تنفيذ دائرة كهربائية لإنارة وحدتي إنارة على التوالي وعلى التوازي باستخدام مفتاح مفرد	تمرين (٣-٢)
١١٣	تنفيذ دائرة كهربائية لإنارة وحدة إنارة يُتحكّم فيها من موقعين	تمرين (٤-٢)

١١٥	تنفيذ دائرة كهربائية للإنارة و وحدة إنارة يُتحكَّم فيها من ثلاثة مواقع	تمرين (٥-٢)
١١٨	تنفيذ دائرة قدرة كهربائية لغرفة	تمرين (٦-٢)
١٢١	تجميع وحدات إنارة فلورية مختلفة وتوصيل إحداها باستخدام مفتاح مفرد	تمرين (٧-٢)
١٢٤	تنفيذ دائرة إنارة باستخدام مؤقت زمني	تمرين (٨-٢)
١٢٧	تنفيذ دائرة إنارة باستخدام مفتاح تحكَّم في شدة الإنارة (ديمر)	تمرين (٩-٢)
١٢٩	تنفيذ دائرة كهربائية لفتح باب مغناطيسي	تمرين (١٠-٢)
١٣١	تنفيذ دائرة إنارة باستخدام خلية ضوئية	تمرين (١١-٢)
١٣٣	تنفيذ مخطَّط تمديدات لشقة	تمرين (١٢-٢)
١٣٧	<b>التمديدات الكهربائية الصناعية</b>	<b>الوحدة الثالثة</b>
<b>العلوم الصناعية الخاصة</b>		
١٤٠	العناصر الأساسية والأنظمة المستخدمة في التمديدات الكهربائية الصناعية	أولاً
١٤٩	لوحات التوزيع الكهربائية	ثانياً
١٥٢	أنظمة التغذية وتوزيع الطاقة الكهربائية	ثالثاً
١٥٦	طرائق تنفيذ التمديدات الكهربائية الصناعية	رابعاً
١٦١	عامل القدرة في الأحمال الكهربائية الصناعية	خامساً
١٦٣	الدائرة الكهربائية في حارقة المرجل	سادساً
١٦٥	نظام التنبيه (الإنذار) المستخدم في المرافق التجارية	سابعاً
١٦٨	نظام التنبيه (الإنذار) الخاص بكشف الحريق	ثامناً
١٧٣	الدارات الكهربائية في الواجهات الإعلانية التجارية	تاسعاً
١٧٦	أسئلة الوحدة	
<b>التدريب العملي</b>		
١٧٩	تنفيذ دائرة إنارة لمشغل صغير	تمرين (١-٣)
١٨٢	تنفيذ دائرة قوى لمشغل صغير	تمرين (٢-٣)
١٨٤	تنفيذ شبكة تمديدات لمكتب تجاري عبر الأسقف المستعارة	تمرين (٣-٣)
١٨٦	قياس عامل القدرة لدائرة كهربائية وإجراء التوصيلات المناسبة لتحسينه	تمرين (٤-٣)
١٩٠	تنفيذ دارات التنبيه (الإنذار) للمرافق التجارية	تمرين (٥-٣)
١٩٢	تنفيذ التمديدات الكهربائية لحارقة المرجل المستخدمة في تمديدات التدفئة	تمرين (٦-٣)
١٩٤	تنفيذ دائرة كهربائية لنظام إنذار الحريق اليدوي	تمرين (٧-٣)
١٩٦	تركيب دارات كهربائية في الواجهات الإعلانية التجارية الثابتة	تمرين (٨-٣)
١٩٨	تركيب دارات كهربائية في الواجهات الإعلانية التجارية المتحركة	تمرين (٩-٣)

٢٠١	التأريض	الوحدة الرابعة
العلوم الصناعية الخاصة		
٢٠٣	أهمية التأريض	أولاً
٢٠٤	مكوّنات نظام التأريض	ثانياً
٢٠٧	أنواع التأريض	ثالثاً
٢٠٨	طرائق التأريض	رابعاً
٢١٢	تحسين مقاومة التربة	خامساً
٢١٤	قياس مقاومة التربة ومكهر التأريض	سادساً
٢١٧	أسئلة الوحدة	
التدريب العملي		
٢١٨	قياس مقاومة التربة النوعية	تمرين (١-٤)
٢٢٠	قياس مقاومة مكهر التأريض	تمرين (٢-٤)
٢٢٣	صيانة التمديدات الكهربائية	الوحدة الخامسة
العلوم الصناعية الخاصة		
٢٢٧	أسباب فصل الدارة الكهربائية	أولاً
٢٢٨	طريقة الفحص والكشف عن الخلل	ثانياً
٢٢٩	القصر والتماس في التمديدات الكهربائية والفرق بينهما	ثالثاً
٢٣٢	قطبية التمديدات الكهربائية	رابعاً
٢٣٤	فحص فاعلية التأريض	خامساً
٢٣٥	أسئلة الوحدة	
التدريب العملي		
٢٣٦	فحص العزل في التمديدات الكهربائية	تمرين (١-٥)
٢٣٩	فحص فاعلية التأريض في التمديدات الكهربائية	تمرين (٢-٥)
٢٤١	فحص التحقّق من القطبية في التمديدات الكهربائية	تمرين (٣-٥)
٢٤٣	قائمة المصطلحات	
٢٤٦	قائمة المراجع	



## المقدمة

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على خاتم المرسلين؛ سيدنا محمد - صَلَّى اللهُ عَلَيْهِ وَآلِهِ وَسَلَّمَ - وبعد، فيسرنا وضع كتاب الكهرباء للمرحلة الثانوية (العلوم الصناعية الخاصة والتدريب العملي)، الفصل الدراسي الثاني، بين أيدي أبنائنا الطلبة الأعزاء وزملائنا المعلمين الكرام، وقد تضمن الكتاب موضوعات ذات صلة بالمناحي العملية الحياتية في مجال الكهرباء، انسجاماً مع فلسفة التربية والتعليم المستندة إلى خطة تطوير التعليم المبني على اقتصاد المعرفة؛ بغية إعداد جيل متعلم قادر على مواكبة التطورات العلمية، والتعامل مع تقنية المعلومات والاتصالات على نحو يخدم سوق العمل، ويلبي احتياجاته.

هدف هذا الكتاب إلى بناء المفاهيم الصحيحة وتعريف الطالب بها، واعتمد العديد من الأساليب التي تستند إلى استراتيجيات التدريس المرتكزة على الأنشطة والأسئلة الاستقصائية المثيرة للتفكير، باستخدام لغة تحفز الطالب إلى التفكير والتفاعل مع المادة العلمية وتحثه على الحوار، بوصفه محور العملية التعليمية.

روعي في هذا الكتاب التسلسل المنطقي لوحداته، فبدأ بالمعلومات النظرية أولاً، فالتطبيقات والتمارين العملية، بالإضافة إلى العديد من الأنشطة، وقضايا البحث، والمناقشة، والأشكال، والرسوم التوضيحية، والأسئلة.

اشتمل الكتاب على خمس وحدات؛ أولها: قراءة المخططات وحساب الكميات للأعمال الكهربائية، والثانية: التمديدات الكهربائية المنزلية، والثالثة: التمديدات الكهربائية الصناعية، والرابعة: التأريض، والخامسة: صيانة التمديدات الكهربائية.

وقد ألحق بكل وحدة أسئلة متعلقة بالمادة النظرية، وتمارين ذاتية تخص المادة العملية؛ بهدف قياس مدى فهم الطالب المادة العلمية، وإثراء حصيلته المعرفية.

ونحن إذ نُقدّم هذا الجهد المتواضع، نأمل أن يُحقّق أهدافه، راجين من الجميع (طلبة، ومعلمين) تزويدنا بالملاحظات والاقتراحات؛ بغية تطويره وتحسينه.

والله وليّ التوفيق

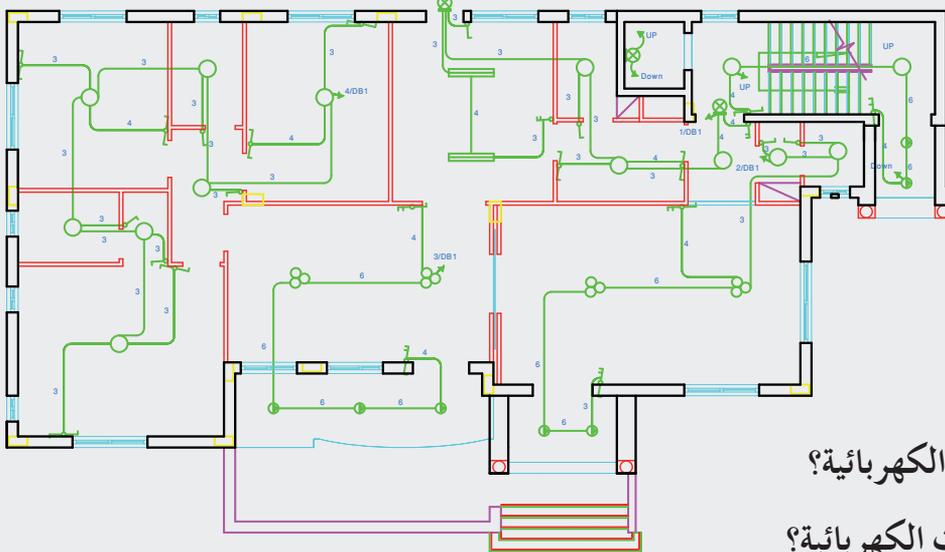
المؤلفون

## إرشادات عامة

- ١ - الالتزام بتعليمات السلامة والصحة المهنية، وارتداء لباس العمل المهني قبل بدء العمل.
- ٢ - تعرّف مكان خزانة الإسعافات الأولية في المشغل.
- ٣ - العمل بمضمون اللوحات الإرشادية الموجودة في المشغل.
- ٤ - اتباع الإرشادات الخاصة بتشغيل الآلات والمعدّات، وذلك حسب تعليمات الشركة الصانعة، أو وفق ما هو مُبيّن في لوحة الإرشاد الملصقة على كلّ آلة.
- ٥ - الإصغاء جيّدًا إلى تعليمات المدرّب.
- ٦ - التحلّي باليقظة والانتباه والتركيز عند تنفيذ الأنشطة والتجارب الخاصة بالأعمال الكهربائية.
- ٧ - التأكد من حالة الأجهزة قبل استخدامها، وتعرّف مصادر الأخطار المحتملة.
- ٨ - توخّي الحذر عند التعامل مع التيار الكهربائي، وعدم الاعتماد بصورة كاملة على أجهزة الأمان؛ إذ قد لا تُوفّر الحماية دائمًا.
- ٩ - التأكد من تأريض الأجهزة؛ لتجنّب التعرّض لصدمة كهربائية.
- ١٠ - الحرص على نظافة طاولة العمل، وترتيب المعدّات والأدوات عليها.
- ١١ - التأكد من جفاف أرضية المشغل أو عزلها.
- ١٢ - تنفيذ العمل بيد واحدة - قدر الإمكان - في أثناء توصيل التيار الكهربائي.
- ١٣ - تجنّب التحدّث إلى الزملاء إلّا في ما يخصّ العمل عند تنفيذ الأنشطة والتجارب، واختيار الوقت المناسب لذلك.
- ١٤ - التحركّ بهدوء في أثناء العمل، خاصة حول الدارات الكهربائية المغذاة بالتيار الكهربائي.
- ١٥ - معاملة الزملاء معاملة حسنة، وعدم تعريضهم لأيّ نوع من أنواع الصدمات الكهربائية.
- ١٦ - عدم إشغال الزميل الذي يمارس عملاً خطيرًا بأيّ وسيلة من الوسائل.

الوحدة الأولى

# قراءة المخططات وحساب الكميات للأعمال الكهربائية



- ما المقصود بالمخططات الكهربائية؟
- ماذا يعني حساب الكميات الكهربائية؟

تتناول هذه الوحدة التمديدات الكهربائية، ورموزها، وعناصرها، ومخططاتها، فضلاً عن حساب الكميات الخاصة بالأعمال الكهربائية.

قد يتبادر إلى ذهن الطالب العديد من الأسئلة عن المخططات والكميات الكهربائية، مثل:

- كيف يُقرأ المخطط الكهربائي وتُفسّر رموزه؟
- كيف تُحدّد كميات المواد اللازمة لتنفيذ التمديدات المنزلية والصناعية؟
- هل يمكن حساب الكميات الكهربائية من غير مخطط؟ لماذا؟

هذه الأسئلة وغيرها ستتمكن من الإجابة عنها بعد دراستك هذه الوحدة.

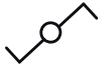
يُتوقَّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

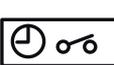
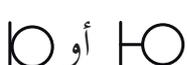
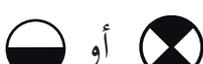
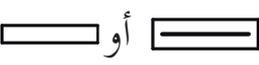
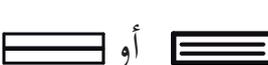
- يتعرّف الرموز والمصطلحات المستخدمة في التمديدات الكهربائية.
- يُحدّد كميات العناصر والوحدات الكهربائية (مفاتيح، مقابس، وحدات إنارة، ...، إلخ) من المخطط.
- يتعرّف عناصر الكيل ووحداته في التمديدات الكهربائية.
- يتعرّف طرائق حساب الكلف عن طريق إعداد جدول الكميات.
- يتعرّف العناصر الأساسية المستخدمة في التمديدات الكهربائية الصناعية، وخصائصها، ووظيفة كلٍّ منها.
- يقرأ المخطط الكهربائي لشقة، ويُجهّز مواد التمديدات الكهربائية اللازمة لها.
- يُحدّد كلفة التمديدات الكهربائية لشقة.

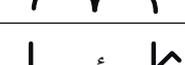
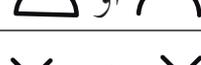
## عناصر التمديدات الكهربائية ورموزها

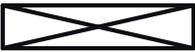
يمكن التعبير عن التجهيزات والعناصر المستخدمة في التمديدات الكهربائية بالرسوم والمخططات وما تحويه من رموز تُسهّل عملية تعرّفها وتحديدتها، ويُبيّن الجدول (١-١) رموز عناصر وحدات التمديدات الكهربائية الشائعة الاستعمال، ودلالة كلٍّ منها.

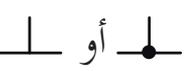
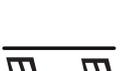
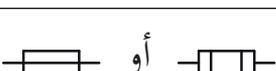
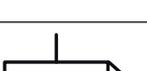
الجدول (١-١): أسماء عناصر وحدات التمديدات الكهربائية ورموزها.

الرمز	اسم العنصر	الرقم
	مفتاح إنارة مفرد.	١
	مفتاح إنارة مزدوج.	٢
	مفتاح إنارة ثلاثي.	٣
	مفتاح إنارة رباعي.	٤
	مفتاح إنارة ذو موقعين (در كسيون).	٥
	مفتاح مُصلَّب.	٦
	مفتاح مفرد ذو طريقتين.	٧
	مفتاح مرجل (بويلر)، أو مفتاح مضخة.	٨
	ضاغط مع مصباح إشارة.	٩
	وحدة إنارة فوق الحائط (فانوس).	١٠
	وحدة إنارة في السقف.	١١
	وحدة إنارة مثبتة على الجدار.	١٢
	وحدة إنارة في الجدار.	١٣
	وحدة إنارة مثبتة للخدمات.	١٤

الرمز	اسم العنصر	الرقم
	هاتف (إنتركم).	١٥
	خط أرضي.	١٦
	مفتاح مفرد مع مصباح إشارة.	١٧
	مفتاح مفرد شدّ (سقي).	١٨
	مفتاح زمني.	١٩
	وحدة إنارة عادية متدلية (سقفية).	٢٠
	وحدة إنارة عادية مثبتة على الجدار.	٢١
	وحدة إنارة سقفية ذات حاجز (جلوب) ضد الماء.	٢٢
	وحدة إنارة نقطية (سبوت لايت).	٢٣
	وحدة إنارة ذات حاجز (جلوب) ضد البخار.	٢٤
	وحدة إنارة ذات حاجز (جلوب) ضد الماء.	٢٥
	وحدة إنارة فلورية (فلورسنت) 1×40w، أو 1×36	٢٦
	وحدة إنارة فلورية 2×40w، أو 2×36w، مع عاكس.	٢٧
	وحدة إنارة فلورية 1×40w، أو 1×36w، مع غطاء جلاتين.	٢٨
	وحدة إنارة فلورية 2×40w، أو 2×36w، مع غطاء جلاتين.	٢٩
	وحدة إنارة فلورية 2×40w، أو 2×36w، مع غطاء جلاتين ضد الماء.	٣٠
	وحدة إنارة فلورية 4×20w، أو 2×36w، مع غطاء مربع.	٣١
	مؤقت درج.	٣٢

الرمز	اسم العنصر	الرقم
	مفتاح تسريب أرضي.	٣٣
	شفاط.	٣٤
	ثريا.	٣٥
	وحدة إنارة جانبية.	٣٦
	مخرج هاتف لجهاز حاسوب.	٣٧
	مخرج هاتف.	٣٨
	مخرج، أو مقبس لاقط (ستلايت).	٣٩
	مفتاح مرجل (بويلر) مع لمبة بيان.	٤٠
	كشاف.	٤١
	مقبس (إبريز) عادي أحادي الطور.	٤٢
	مقبس قدرة أحادي الطور.	٤٣
	مقبس قدرة (بور) ثلاثي الطور.	٤٤
	مقبس عادي مطري (ضد الماء).	٤٥
	مقبس قدرة ضد الماء.	٤٦
	مقبس مزدوج.	٤٧
	مقبس قدرة مع مفتاح.	٤٨
	مقبس هوائي لتلفاز.	٤٩
	صندوق تلفاز.	٥٠
	مقبس إنتركم.	٥١

الرمز	اسم العنصر	الرقم
	صندوق هاتف.	٥٢
	كبل مزدوج، أو أنبوب فيه سلكان.	٥٣
	كبسة جرس.	٥٤
	كبسة جرس (طنان، أو موسيقى).	٥٥
	كبل ثلاثي الأسلاك، أو أنبوب فيه ثلاثة أسلاك.	٥٦
	كبل رباعي الأسلاك، أو أنبوب فيه أربعة أسلاك.	٥٧
	جرس مع محوّل.	٥٨
	ملف خانق (ملف ذو قلب معدني).	٥٩
	مروحة شفط.	٦٠
	سخّان كهربائي (كيزر).	٦١
	مضخة ماء.	٦٢
	مضخة ماء ساخن.	٦٣
	مفتاح تشغيل ضاغط.	٦٤
	لوحة توزيع كهربائية فرعية.	٦٥
	لوحة توزيع كهربائية رئيسة.	٦٦
	لوحة توزيع كهربائية رئيسة للطوارئ.	٦٧
	لوحة تحكّم كهربائية.	٦٨
	قاطع دائرة.	٦٩
	لوحة إنذار من الحريق.	٧٠

الرمز	اسم العنصر	الرقم
	غطاء زجاجي قابل للكسر خاص بلوحة إنذار الحريق.	٧١
	جرس.	٧٢
	وحدة كشف عن الدخان.	٧٣
	وحدة كشف عن الحرارة.	٧٤
	هوائي تلفاز مركزي.	٧٥
	عمود إنارة.	٧٦
	أسلاك متقاطعة (وصلة ثابتة).	٧٧
	أسلاك مخفية في السقف والحائط.	٧٨
	تمديد أسلاك مخفية في الأرضية.	٧٩
	تمديد أسلاك فوق القفصارة.	٨٠
	مسار دائرة فرعية منزلية نحو لوحة المفاتيح الكهربائية.	٨١
	مصهر.	٨٢
	تجميعة جرس طنان.	٨٣
	فاتح باب كهربائي.	٨٤
	فرن كهربائي.	٨٥
	غسالة كهربائية.	٨٦
	محوّل.	٨٧
	لوحة مفاتيح كهربائية، مع خزانة مُركّبة على السطح.	٨٨
	لوحة مفاتيح كهربائية/ مركز سيطرة على القدرة.	٨٩

الرمز	اسم العنصر	الرقم
	سياج (سور).	٩٠
	حفرة تفتيش (Manhole).	٩١
	تغذية نحو الأسفل.	٩٢
	تغذية نحو الأعلى.	٩٣
	وصلة قابلة لللفك.	٩٤
	تمديد في الأنابيب.	٩٥
	بادئ مصباح فلوري.	٩٦
	إعاقة رجوع ذاتي.	٩٧
	تشغيل بالضغط.	٩٨
	تشغيل يدوي.	٩٩
	تمديد في القسارة.	١٠٠
	صندوق هاتف رئيس.	١٠١
	اتصال ميكانيكي.	١٠٢
	مفتاح تحكّم في شدّة الإنارة (ديمر).	١٠٣

### نشاط (١-١)

- ابحث في مكتبة مدرستك، أو في المواقع الإلكترونية على الشبكة العنكبوتية عن رموز أخرى للعناصر الكهربائية المستخدمة في التمديدات الكهربائية.

## قراءة مخططات التمديدات الكهربائية

يتطلب القيام بأي أعمال كهربائية توافر مخططات خاصة بها؛ إذ يُعدّ الرسم التخطيطي لغة التفاهم المتداولة بين المهندسين والفنيين والعاملين في مجال الكهرباء، وهي لغة تساعد على فهم تفاصيل التمديدات، ومساراتها، وأماكن توصيلها، فضلاً عن تسهيل تعرّف القطع المطلوبة، وكمياتها، واستعمالها حسب المخطط المرسوم.

تُصنّف المخططات الكهربائية حسب المساحة إلى الآتي:

## ١- مخططات مشروعات صغيرة

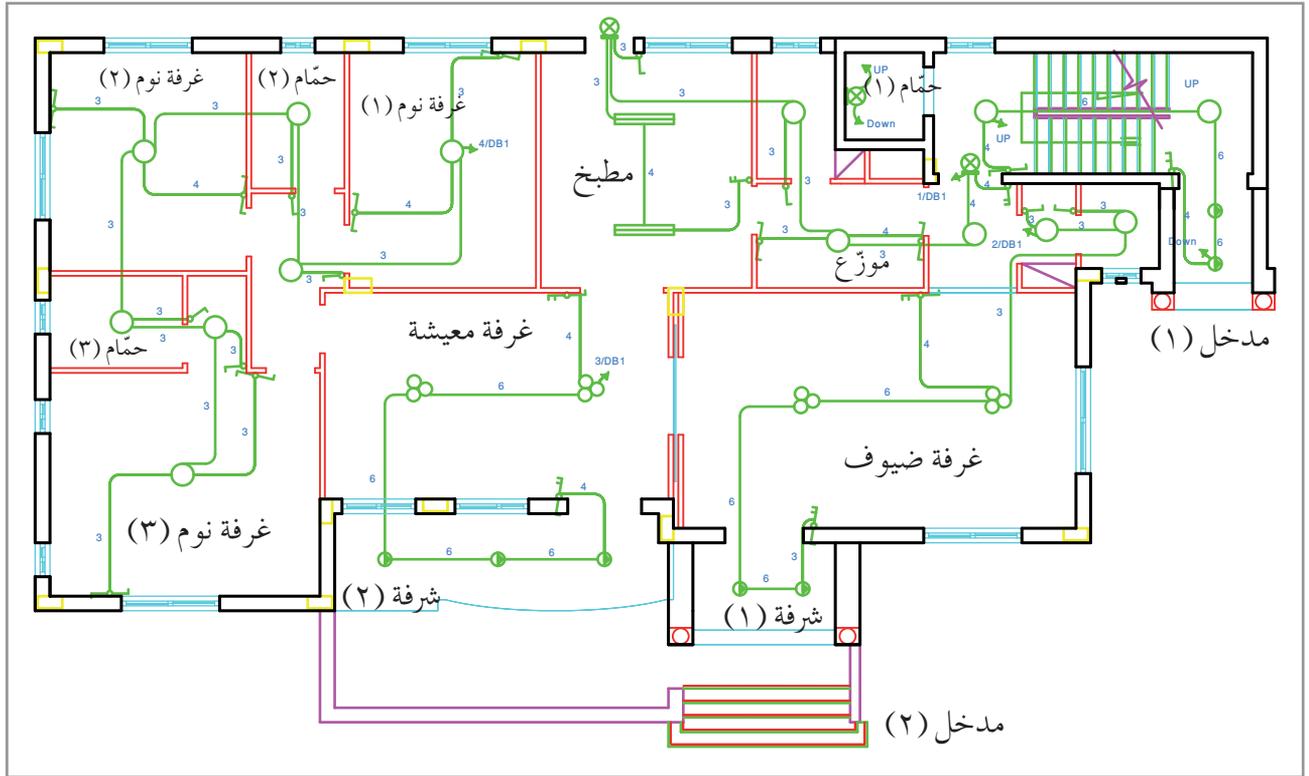
تُعدّ المخططات الكهربائية لمثل هذه المشروعات على لوحات منفصلة، ومن الأمثلة عليها: الشقق، والمنازل (الفلل) السكنية، والمخازن التجارية التي لا تزيد مساحتها على ألف متر مربع. وفي ما يأتي بيان لأبرز أنواع هذه المخططات:

أ - مخطط (أو مخططات) إنارة لكل طابق أو حيز لمرفق: ينبغي ألا يقلّ مقياس رسم هذا المخطط أو الحيز عن (١:١٠٠)، انظر الشكل (١-١) الذي يُبيّن مواقع نقاط الإنارة، ومواقع المفاتيح، ونقاط التحكم والتشغيل، وطريقة الربط، وعدد الأسلاك الموصولة ببعضها بعضاً، وأرقام الدارات الكهربائية الفرعية، وأرقام لوحات التوزيع المُغذية لها.

يُمثّل الشكل (١-١) مخطط إنارة لشقة مُكوّنة من ثلاث غرف نوم، وثلاثة حمامات، وغرفة معيشة، وغرفة ضيوف، ومطبخ.

يُبيّن من هذا المخطط أنّ الدارة الفرعية لغرفة النوم (١) تحوي وحدة إنارة عادية متدلية (سقفية) يُتحكّم فيها بوساطة مفاتيح إضاءة من موقعين (دركسيون)، وأنّ كلّ مفتاح يتصل به ثلاثة خطوط تُغذي بخطّ فرعي مرتبط بالقاطع الفرعي (٤) في لوحة التوزيع الفرعية.

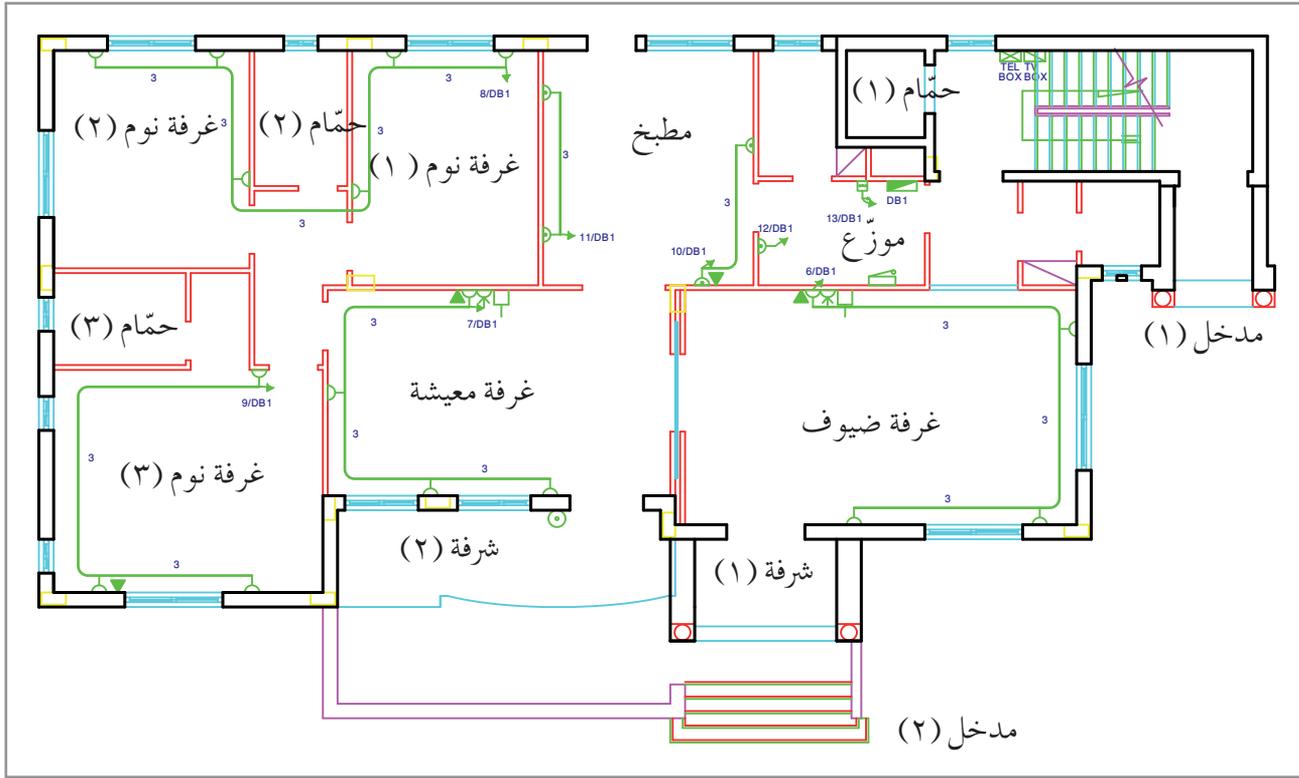
سؤال أيّ الدارات الفرعية تحتوي على وحدات إنارة نقطية (سبوت)؟ ما القواطع الفرعية التي تُغذيها؟



الشكل (١-١): مخطط إنارة لشقة.

ب- مخطط (أو مخططات) قدرة لكل طابق، أو حيز لمرفق: ينبغي ألا يقلّ مقياس رسم هذا المخطط أو الحيز عن (١:١٠٠)، انظر الشكل (١-٢) الذي يُبين مخطط القدرة للشقة المشار إليها في الشكل (١-١).

يُتبيّن من هذا المخطط أنّ الدارة الفرعية لغرفة النوم (١) تحتوي على ثلاثة مقابس أحادية الطور، وأنّ عدد الخطوط التي تتصل بها هي ثلاثة خطوط تُغذى بخطّ فرعي مرتبط بالقاطع الفرعي (٨) في لوحة التوزيع الفرعية.



الشكل (١-٢): مخطط قدرة لشقة.

ماذا تُغذي الدارة الفرعية المرتبطة بالقاطع الفرعي (١١) في لوحة التوزيع الفرعية؟

سؤال

تتضمن مخططات القدرة ما يأتي:

- ١ . مواقع مقابس القدرة للاستعمالات العامة، ومخارج القدرة للأجهزة الكهربائية الثابتة، وعوازلها (Isolators)، وقدراتها المُحدّدة، وطريقة الربط، وعدد الأسلاك الواصلة بينها، وأرقام الدارات الكهربائية الفرعية، وأرقام لوحات التوزيع المُغذية لها.
- ٢ . مواقع نقاط كلِّ من: الهاتف، والتلفاز، والأجراس.
- ٣ . نقاط التغذية الكهربائية للأجهزة الميكانيكية المختلفة، مثل المراوح.
- ٤ . مواقع لوحات التوزيع الفرعية.

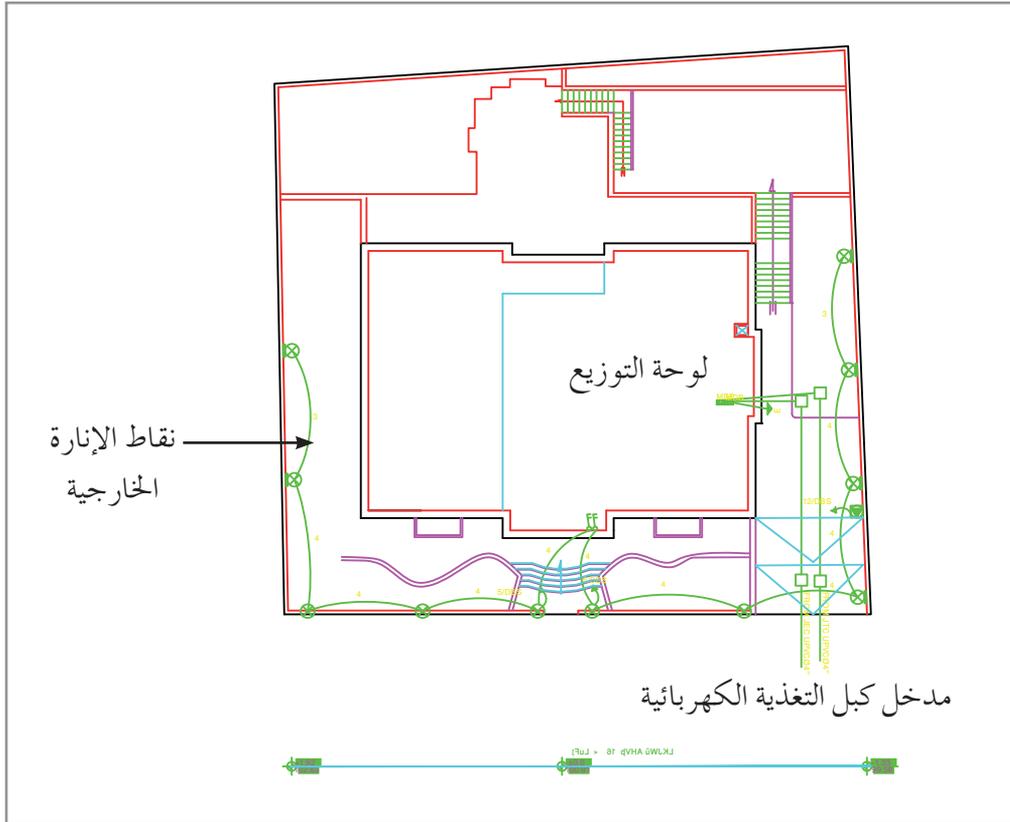
ج- مخطط كهربائي منفصل للموقع العام: ينبغي ألا يقلّ مقياس رسم هذا المخطط عن (١:٢٠٠)، انظر الشكل (١-٣)، الذي يُبيّن كلاً ممّا يأتي:

- ١ . نقاط الإنارة الخارجية، وطريقة التحكم فيها، وكيفية ربطها بالدارات المختلفة، وعدد الأسلاك الواصلة بينها، وأرقام الدارات، ولوحات التوزيع المُغذية لها.

٢. مدخل كبل التغذية الكهربائية، وموقع لوحة التوزيع الرئيسية، وعدّاد (أو عدّادات) الطاقة الكهربائية التي يُشرف على تحديد أبعاد خزانتها (صندوقها) الجهة المُزوّدة للكهرباء، انظر الشكل (١-٣).

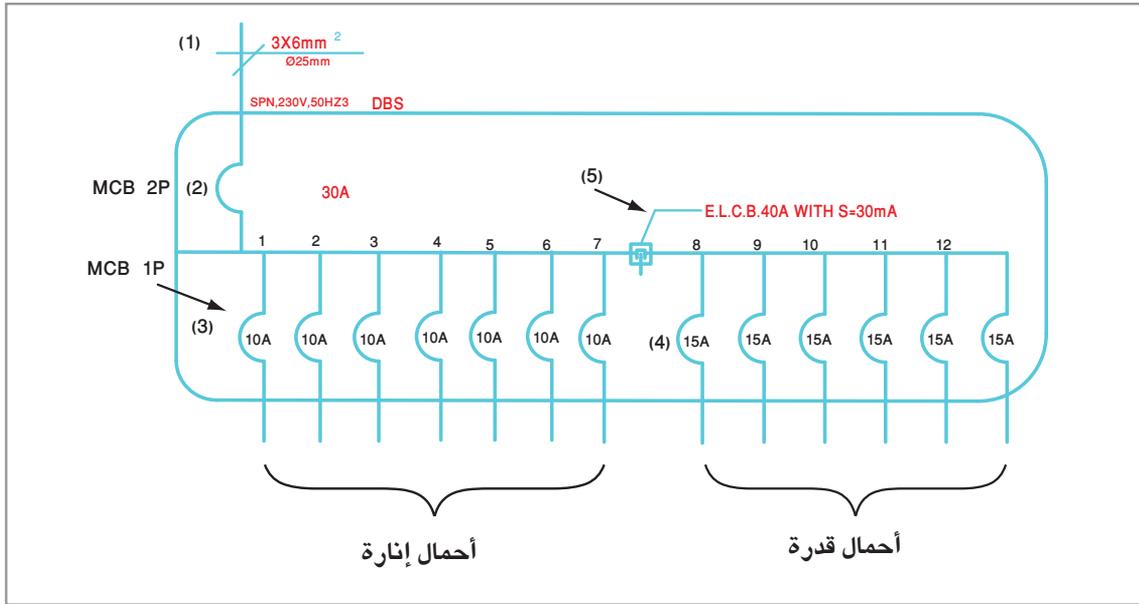
٣. مدخل كبل الهاتف، وعلبة الهواتف الرئيسية.

٤. موقع حفرة التفتيش الرئيس لنظام الأرضي.

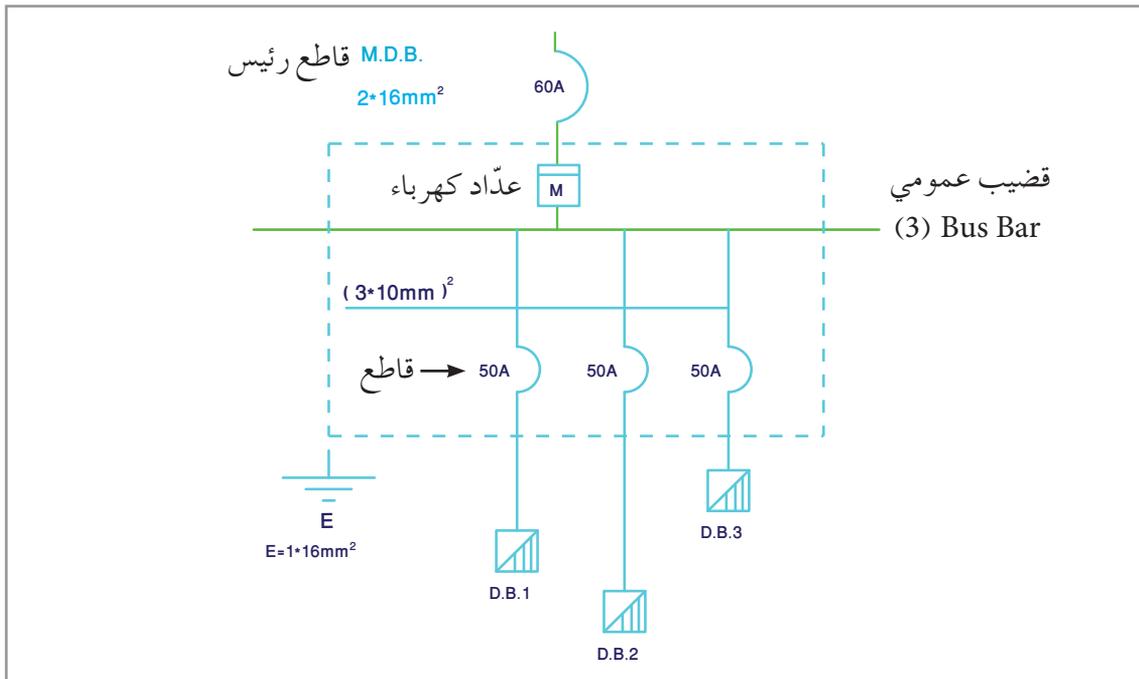


الشكل (١-٣): مخطط إنارة موقع عام.

٥. مخطّط (أو مخطّطات) يُبيّن مكوّنات لوحة التوزيع الرئيسية والفرعية، بما في ذلك: طريقة توزيع الأحمال على الأطوار، وأعداد القواطع الآلية، وأنواعها، ومقرّراتها، وأحمالها، واستطاعة المزق (أعلى قيمة فاعلة للتيار يتحمّلها المصهر من غير أن ينصهر) لها، ومقاطع الأسلاك، والكبلات، وقياسات الأنابيب الحاملة لها، انظر الشكل (١-٤) الذي يُبيّن مكوّنات إحدى اللوحات الفرعية، والشكل (١-٥) الذي يُبيّن مكوّنات لوحة التوزيع الرئيسية.



الشكل (١-٤): لوحة توزيع فرعية لشقة.



الشكل (١-٥): لوحة توزيع رئيسة.

## نشاط (٢-١)

ابحث في مكتبة مدرستك، أو في المواقع الإلكترونية على الشبكة العنكبوتية عن تصنيفات القواطع المستخدمة لحماية أحمال الإنارة والقدرة في التمديدات الكهربائية.

## ٢ - مخططات مشروعات كبيرة مُتخصّصة

تُعدّ المخطّطات الكهربائية لمثل هذه المشروعات على لوحات منفصلة، ومن الأمثلة عليها: مشروعات الإسكان المتعدّدة، والمنازل (الفلل) أو العمارات، والمراكز التجارية التي تزيد مساحتها على ألف متر مربع، والمصانع، والمدارس، والجامعات، والفنادق، والمستشفيات، والمختبرات. وفي ما يأتي بيان لأبرز أنواع هذه المخطّطات:

أ - مخطّط (أو مخطّطات) يُبيّن مسار خطوط التغذية بين اللوحات الرئيسة، واللوحات الفرعية، ولوحات التحكّم، والتشغيل، بما في ذلك: قياس الكبلات، ومساراتها المقترحة، وتمديداتها، وتثبيتها، فضلاً عن التفاصيل والمقاطع التوضيحية اللازمة.

ب- مخطّط (أو مخطّطات) إنارة لكلّ طابق أو حيّز لمرفق، مقياس رسمه لا يقلّ عن (١:١٠٠)، فضلاً عن نقاط الإنارة الطارئة.

ج- مخطّط مستقل للإنارة الخارجية، مقياس رسمه لا يقلّ عن (١:٢٠٠)، وهو يحوي نقاط الإنارة اللازمة جميعها، ويوضّح طريقة التحكّم فيها، وكيفية ربطها بالدارات المختلفة، ويبيّن عدد الأسلاك الواصلة بينها، وأرقام الدارات، ولوحات التوزيع المُغذّية لها.

د - مخطّط قدرة، مقياس رسمه لا يقلّ عن (١:١٠٠)، وهو يُبيّن مواقع مقابس القدرة للاستعمالات العامة، ومخارج القدرة للأجهزة الكهربائية الثابتة، وطريقة توزيعها على الدارات الكهربائية الفرعية، وأرقام لوحات التوزيع الفرعية المُغذّية لها، وعدد الأسلاك الواصلة بينها.

هـ - مخطّطات تمديدات الفولطية المنخفضة التي يبلغ مقياس رسمها (١:١٠٠)، ومن أهمها:

١. مخطّط مستقل للهواتف.

٢. مخطّط أجهزة الإنذار المُبكر من الحريق.

٣. مخطّط هوائيات التلفاز.

جدير بالذكر أنّه يمكن استعمال مخطّط أو أكثر لتمديدات الفولطية المنخفضة، إذا كان ذلك لا يُؤثّر في درجة وضوح المخطّط، ويتيح تمييز التمديدات المختلفة بعضها من بعض.

### نشاط (١-٣)

ابحث في مكتبة مدرستك، أو في المواقع الإلكترونية على الشبكة العنكبوتية عن مخطّطات أخرى تستخدم في المشروعات الكبيرة.

## درجات الحماية والوقاية حسب الكود الأردني

تُعَدّ إجراءات الوقاية أحد أهم المناحي التي يجب التأكد من فاعليتها في التمديدات الكهربائية؛ وذلك لحماية العاملين من خطر التعرّض لصدمة كهربائية، والمحافظة على المعدات والأدوات من التلف. لذا، ينبغي الالتزام بالمعايير والمواصفات الفنية عند تنفيذ أي مشروع للتمديدات الكهربائية. وفي ما يأتي بيان لرموز الحماية ودرجاتها:

١- رموز الحماية والوقاية للتمديدات الكهربائية وغلّفها (مفاتيح، قواطع، وحدات إنارة، مقابس، ...، إلخ) حسب الكود الأردني. وفي ما يأتي تعريف لهذه الرموز:

	IP	2	3	CH
حرفا رمز الحماية (الحماية الدولية) (International Protection).	—	—	—	—
الرقم الأول يُمثّل الأرقام (0-6) من الجدول (١-٢)، أو الحرف (X) الذي يعني حذف الرقم الأول.	—	—	—	—
الرقم الثاني يُمثّل الأرقام (0-8) من الجدول (١-٣)، أو الحرف (X) الذي يعني حذف الرقم الثاني.	—	—	—	—
حرف إضافي (اختياري) يُمثّل الأحرف: (A)، أو (B)، أو (C)، أو (D) من الجدول (١-٤).	—	—	—	—
حرف مكمل (اختياري) يُمثّل الأحرف: (H)، أو (M)، أو (S)، أو (W) من الجدول (١-٥).	—	—	—	—

وفي ما يأتي أمثلة توضّح استعمال الأحرف في رمز الحماية (IP):  
 IP 44: لا أحرف، ولا خيارات (عند استخدام الرقم الأول من الجدول (١-٢)، والرقم الثاني من الجدول (١-٣) فقط.

IP X5: حذف الرقم الأول، واستعمال الرقم (5) من الجدول (١-٣).

IP 2X: حذف الرقم الثاني، واستعمال الرقم (2) من الجدول (١-٢).

IP 20C: استعمال حرف إضافي (C) من الجدول (٤-١) مع الرقمين: الأول والثاني من الجدولين: (٢-١)، و(٣-١) على الترتيب.

IP XXC: حذف الرقمين: الأول والثاني، واستعمال حرف إضافي (C) من الجدول (٤-١).

IP X1C: حذف الرقم الأول، واستعمال حرف إضافي (C) من الجدول (٤-١)، واستعمال الرقم (1) من الجدول (٣-١).

IP 3XD: حذف الرقم الثاني، واستعمال حرف إضافي (D) من الجدول (٤-١)، واستعمال الرقم (3) من الجدول (٢-١).

IP 23S: استعمال حرف مكمل (S) من الجدول (٥-١)، بالإضافة إلى الرقمين: الأول والثاني من الجدولين: (٢-١)، و(٣-١) على الترتيب.

IP28CM: استعمال حرف إضافي (C) من الجدول (٤-١)، وحرف مكمل (M) من الجدول (٥-١)، بالإضافة إلى الرقمين: الأول والثاني من الجدولين: (٢-١)، و(٣-١) على الترتيب.

IP X5/IPX7: توفير الغلاف درجتي حماية مختلفتين من الماء، والغمر المؤقت فيه؛ وذلك في الاستعمالات المتعددة الجوانب (Versatile).

وفي ما يأتي درجات الحماية المُشار إليها بالرقمين: الأول والثاني، والأحرف الإضافية والتكميلية من رمز الحماية (IP):

أ - درجات الحماية التي تحول دون وصول الأشخاص إلى الأجزاء الخطرة، وكذلك الأجسام الصلبة

الغريبة، ويُشار إليها بالرقم الأول من رمز الحماية (IP)، وهي تتضمن الآتي:

١ . توفير الغلاف حماية للأشخاص من الوصول إلى الأجزاء الخطرة؛ بمنع (أو تحديد) دخول

أعضاء من جسم الإنسان، أو دخول جسم يحمله الشخص فيها.

٢ . توفير الغلاف حماية للمعدات؛ بمنع دخول الأجسام الصلبة الغريبة فيها.

٣ . منع الوصول إلى الأجزاء الخطرة.

٤ . الوقاية من الأجسام الصلبة الغريبة، انظر الجدول (٢-١) الذي يُبيّن وصفًا لدرجات الحماية

من اختراق الأجسام الصلبة الغريبة، بما في ذلك الغبار.

ملحوظة: يُشار إلى الحماية بالرقم الأول إذا كان مطابقاً لدرجات الحماية الدنيا جميعها.

الجدول (١-٢): درجات الحماية من اختراق الأجسام الصلبة الغريبة.

الرقم الأول	المعنى في حال منع الوصول إلى أجزاء المعدات الخطرة.	المعنى في حال منع دخول الأجسام الصلبة الغريبة.
0	غير محمي.	غير محمي.
1	منع وصول ظاهر الكف إلى الأجزاء الخطرة عند محاولة إدخاله في أي فتحة من الغلاف.	محمي من الأجسام الصلبة الغريبة التي يبلغ قطرها (٥٠) مم فأكثر.
2	منع وصول إصبع اليد إلى الأجزاء الخطرة عند محاولة إدخالها في أي فتحة من الغلاف.	محمي من الأجسام الصلبة الغريبة التي يبلغ قطرها (١٢,٥) مم فأكثر.
3	منع وصول أداة (Tool) إلى الأجزاء الخطرة عند محاولة إدخالها في أي فتحة من الغلاف.	محمي من الأجسام الصلبة الغريبة التي يبلغ قطرها (٢,٥) مم فأكثر.
4	منع وصول سلك قطره (١) مم إلى الأجزاء الخطرة عند محاولة إدخاله في أي فتحة من الغلاف.	محمي من الأجسام الصلبة الغريبة التي يبلغ قطرها (١,٠) مم فأكثر.
5	منع وصول سلك قطره (١) مم إلى الأجزاء الخطرة عند محاولة إدخاله في أي فتحة من الغلاف.	محمي من الغبار.
6	منع وصول سلك قطره (١) مم إلى الأجزاء الخطرة عند محاولة إدخاله في أي فتحة من الغلاف.	محكم من الغبار.

ب - درجات الحماية من دخول الماء، المُشار إليها بالرقم الثاني من رمز الحماية (IP): يشير الرقم الثاني في الرمز (IP) إلى درجة الحماية التي يُوفِّرها الغلاف من التأثيرات الضارة بالمعدّات عند دخول الماء فيها. ويُبيّن الجدول (١-٣) وصفاً لدرجات الحماية المُشار إليها بالرقم الثاني من الرمز (IP).

### الجدول (١-٣): درجات الحماية المانعة دخول الماء.

الرقم الثاني	المعنى
0	غير محمي.
1	محمي من قطرات الماء الساقطة رأسياً.
2	محمي من قطرات الماء الساقطة رأسياً عندما يكون الغلاف مائلاً عن الخطّ الرأسي (Dripping) بزاوية (١٥°).
3	محمي من بخّ الماء (Spraying).
4	محمي من رشّ الماء (Splashing).
5	محمي من نفث الماء (Jetting).
6	محمي من نفث الماء المنهمر.
7	محمي من تأثير الغمر المؤقت للغلاف في الماء.
8	محمي من تأثير الغمر المستمر للغلاف في الماء.

٢ - درجات الحماية من وصول الأجزاء الخطرة المُشار إليها بالحرف الإضافي يشير الحرف الإضافي إلى درجات الحماية التي تحول دون وصول الأشخاص إلى أجزاء المعدّات الخطرة، وهو يُستخدم في الحالتين الآتيتين:

أ - إذا كانت درجة الحماية الحقيقية من بلوغ أجزاء المعدّات الخطرة أعلى من تلك المُشار إليها بالرقم المميّز الأول.

ب - إذا أُشير فقط إلى درجة الحماية من بلوغ أجزاء المعدّات الخطرة، يُستبدل الحرف (X) بالرقم المميّز الأول. فعلى سبيل المثال، يمكن توفير الحماية القصوى باستعمال حواجز، أو أشكال ملائمة من الفتحات، أو الأبعاد التي داخل الغلاف.

يُبيّن الجدول (٤-١) مجسمات الوصول التي تُمثّل بعض أعضاء جسم الإنسان، والأدوات التي يحملها الشخص، ووصفًا لدرجات الحماية من بلوغ الأجزاء الخطرة المُشار إليها بأحرف إضافية.

الجدول (٤-١): درجات الحماية من الوصول إلى الأجزاء الخطرة.

الحرف الإضافي	المعنى
A	منع ظاهر الكف من بلوغ الأجزاء الخطرة.
B	منع إصبع اليد من بلوغ الأجزاء الخطرة.
C	منع أيّ أداة من بلوغ الأجزاء الخطرة.
D	منع الأسلاك من بلوغ الأجزاء الخطرة.

### ٣ - الأحرف التكميلية (Supplementary Letters)

تتوافر العديد من الأحرف التكميلية المتعلقة بحماية المعدّات، التي يمكن استخدامها مع الرمز (IP)، حيث يتبع الحرف التكميلي الرقم الثاني المميّز لدرجة الحماية مباشرة، أو يتبع الحرف الإضافي مباشرة، انظر الجدول (٥-١) الذي يُبيّن الأحرف التكميلية، ومعنى كلٍّ منها.

الجدول (٥-١): درجات الحماية الخاصة بالمعدّات.

الحرف التكميلي	المعنى
H	جهاز فولتية عالية (H.V).
M	فحص التأثيرات الضارة نتيجة دخول الماء في أجزاء المعدّات القابلة للتحرّك (مثل الجزء الدوّار من الآلة الدوّارة) عندما تكون في حالة حركة.
S	فحص التأثيرات الضارة نتيجة دخول الماء في أجزاء المعدّات القابلة للتحرّك (مثل الجزء الدوّار من الآلة الدوّارة) عندما تكون ثابتة.
W	ملائم للاستعمال في ظروف مُناخية معينة، ومزوّد بوسائل وقاية إضافية، أو طرائق تصنيع إضافية.

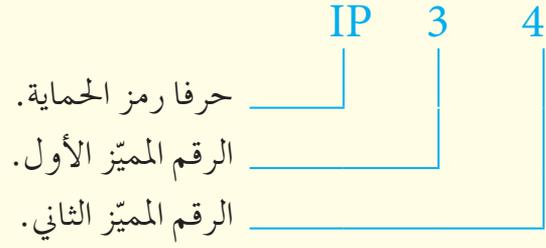
جدير بالذكر أنه يمكن استعمال أحرف أخرى لمنتجات قياسية، وأن غياب الحرفين (S) و (M) يعني أن درجة الحماية لا ترتبط بحالة أجزاء الآلة (متحركة، ثابتة).

مثال (١-١)

ما المقصود بدرجة الحماية (IP 34)؟

الحلّ

يشير الرمز في درجة الحماية هذه إلى الآتي:



يمكن بيان درجة الحماية التي يشير إليها الرقمان (3) و (4) في الرمز (IP 34) على النحو

الآتي:

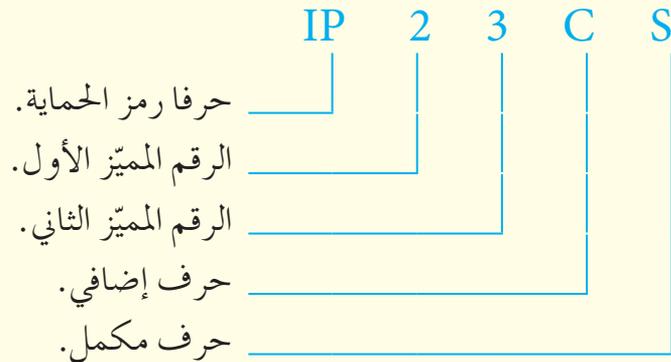
- الرقم (3): توفير الغلاف حماية للشخص الذي يحمل أداة قطرها (٥, ٢) مم، أو أكثر؛ بمنعه من الوصول إلى أجزاء المعدات الخطرة عند إدخالها في أي فتحة من الغلاف، انظر الجدول (١-٢).
- الرقم (4): توفير الغلاف حماية للمعدات التي داخله من التأثيرات الضارة نتيجة رشّ الماء عليه من أيّ اتجاه، انظر الجدول (١-٣).

مثال (٢-١)

ما المقصود بدرجة الحماية (IP 23CS)؟

الحلّ

تشير الرموز في درجة الحماية هذه إلى الآتي:



يمكن بيان درجة الحماية التي يشير إليها الرقمان والحرفان في الرمز (IP 23CS) على النحو الآتي:

- ١- الرقم (2): توفير الغلاف حماية للشخص؛ يمنع وصول إصبعه إلى الأجزاء الخطرة، عند محاولة إدخالها في أي فتحة من الغلاف، فضلاً عن توفير حماية للمعدّات داخله، بمنع دخول الأجسام الصلبة الغريبة التي يبلغ قطرها (١٢,٥) مم فأكثر، انظر الجدول (٢-١).
- ٢- الرقم (3): توفير الغلاف حماية للمعدّات التي داخله من التأثيرات الضارة نتيجة بخّ الماء عليه، انظر الجدول (٣-١).
- ٣- الحرف (C): توفير الغلاف حماية للشخص الذي يحمل أداة قطرها (١٢,٥) مم، أو أكثر؛ بمنعه من الوصول إلى الأجزاء الخطرة (قد تخترق الأداة كلّها الغلاف)، انظر الجدول (٤-١).
- ٤- الحرف (S): توفير الغلاف حماية للمعدّات من التأثيرات الضارة الناجمة عن دخول الماء فيها عندما تكون أجزاؤها ثابتة، انظر الجدول (٥-١).

ما المقصود بدرجة الحماية (IP4XM)؟

سؤال

## تحديد المواد اللازمة لتنفيذ التمديدات الكهربائية في المباني

رابعًا

تُقدَّر كميات المواد اللازمة لتنفيذ التمديدات الكهربائية المنزلية بناءً على طبيعة المخطط التنفيذي للمنزل، والموصفات العامة والخاصة لتمديداته الكهربائية. لذا، تساعد دراسة مخططات المباني الكهربائية على تحديد كميات المواد اللازمة لتنفيذ الأعمال الكهربائية فيها (أجهزة، قطع، أسلاك، كبلات، معدّات،...، إلخ)، طبقاً للمواصفات القياسية الواردة في المخطط. وفي الوقت الذي يسهّل فيه تحديد كميات المواد اللازمة للمفاتيح، ووحدات الإنارة، والمقابس، وغيرها؛ بعدّها من المخططات، فإنّ تحديد ذلك لا يكون بالدقة نفسها بالنسبة إلى الأنابيب والأسلاك، بيد أنّه يمكن قياس أطوالها من المسقط الأفقي أو الجانبي تبعاً لمقياس الرسم في المخططات، أو من المبنى نفسه إذا كان البناء قائماً، عندئذٍ، تصبح معاينة المبنى ضرورة تتطلبها هذه العملية، فضلاً عن تقدير نسبة إضافية للفاقد من هذه المواد (مثل: الأسلاك، والأنابيب) نتيجة عملية القطع. وبعد تحديد المواد اللازمة لتنفيذ التمديدات الكهربائية، تُعدّ جداول خاصة تُلحَق بالموصفات تُسمّى جداول الكميات، وهي تُبيّن أسماء المواد اللازمة لعملية التنفيذ، وتُحدّد الكميات والموصفات القياسية لكلّ مادة. جدير بالذكر أنّ كميات المواد اللازمة لتنفيذ التمديدات الكهربائية الصناعية تُحدّد بالطريقة نفسها المستخدمة في التمديدات الكهربائية المنزلية.

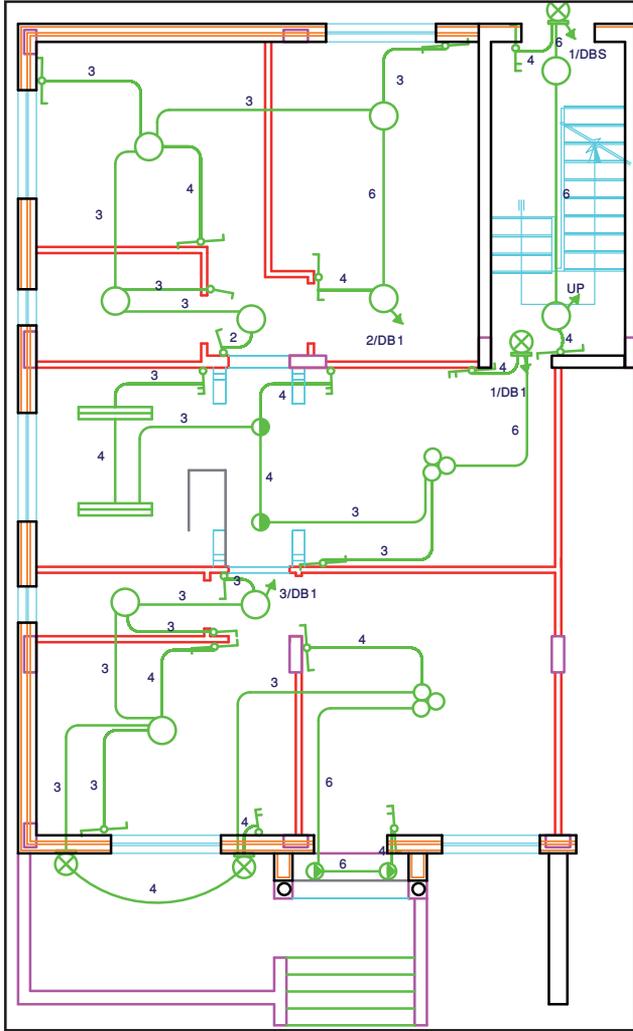
### تقدير كلفة تنفيذ الأعمال الكهربائية

يشمل تقدير الكلفة التنفيذية للأعمال الكهربائية كلاً من: ثمن المواد الأولية، وكلفة أجور التنفيذ. يمكن تقدير كلفة المواد الأولية من جداول الكميات التي تُعدّ من المخططات التنفيذية، مع ملاحظة أنّ أسعار المواد الأولية هي في حالة تذبذب مستمر؛ الأمر الذي يتطلّب زيادة الأسعار المقدّرة بنسبة معينة - في حال تنفيذ المشروعات الكهربائية الكبيرة - عند تقدير الكلفة الكلية للمواد الأولية؛ تحسباً لارتفاع الأسعار في ما بعد.

### نظام الكيل للأعمال الكهربائية

يشمل نظام الكيل في أيّ مشروع عادة المعدّات والأدوات الكهربائية المستخدمة في التمديدات

الكهربائية، وذلك تبعاً للمخططات الهندسية المتفق عليها. وتُعدّ أعمال الكيل جزءاً من حساب تكلفة تنفيذ الأعمال الكهربائية. وفي ما يأتي بيان لنظام الكيل الخاص بالأعمال الكهربائية (حسب ورودها في جدول الكميات الكهربائية النموذجي، الذي أعده قسم التصميم الكهربائي في وزارة الأشغال العامة والإسكان):



#### ١- نقاط الإنارة ووحداتها

تُكال نقاط الإنارة في التمديدات الكهربائية المنزلية بالعدد تبعاً للأعمال الكهربائية التي نُفّدت، أو المخططات الهندسية المتوفرة؛ وذلك بعدّ هذه النقاط بغض النظر عن عدد المفاتيح التي تتحكم فيها، أو نوعها، أو نوع التمديدات (داخلية، خارجية).

فنقطة الإنارة تشمل عادة عمليات التوريد والتمديد والتركيب للنقطة كاملة. كما يشمل السعر المواد والأعمال اللازمة جميعها؛ من: أنابيب (PVC)، وأسلاك، وعلب، وقطع، ومفاتيح، ولوحة توزيع كهربائية، انظر الشكل (٦-١) الذي يُبين مخطط إنارة لشقة.

الشكل (٦-١): مخطط تنفيذي لإنارة شقة.

تشمل وحدات الإنارة ما يأتي:

أ - نقطة إنارة مؤرّضة (مطرية، غير مطرية): تخضع درجة حماية المفاتيح المطرية (IP 54، أو IP 65) للمواصفات التي تختلف باختلاف طبيعة الاستعمال.

ب- وحدات إنارة فلورية (فلورسنت): تُصنّع هذه الوحدات من حديد (الصاج) الذي يبلغ سمكه (٠,٧) مم، وتُدَهَن بعد التنظيف بدهان (Electro-Static) الذي لا يقل سمكه عن (٩٠) ميكرون، كما أنّها تحتوي على بادئ تشغيل (ستارتر)، وملف خانق، ومواسع

لكلّ وحدة إنارة؛ بغية رفع عامل القدرة إلى (٩٥٪)، وتوفير درجة حماية (IP 54)، أو (IP 65)، تبعاً للمواصفات التي تختلف باختلاف طبيعة الاستعمال.

ج- وحدة مصباح إنارة ذي حاجز (جلوب: **Bulkhead Lamp**): تتكوّن هذه الوحدة من قاعدة معدنية مقاومة للصدأ، وحامل (سوكة)، وغطاء حلبيبي، ومصباح مُتوهّج قدرته (٧٥) واط؛ سواء أكان مطريّاً، أم جداريّاً، أم مركّباً في السقف.

د - وحدات إنارة نقطية غاطسة (سبوت: **Spotlight**): توجد أنواع عدّة من وحدات الإنارة النقطية الغاطسة، أبرزها:

١. وحدة إنارة نقطية تُركّب في السقف المستعار، وتحتوي علبة خاصة بها، ومصباحاً مُتوهّجاً قدرته (١٠٠) واط.

٢. وحدة إنارة نقطية تُركّب خارج المبنى (مطرية)، وتضم علبة خاصة بها، ومصباحاً مُتوهّجاً قدرته (١٠٠) واط، وغطاءً زجاجياً محكمًا يمنع تسرّب الماء.

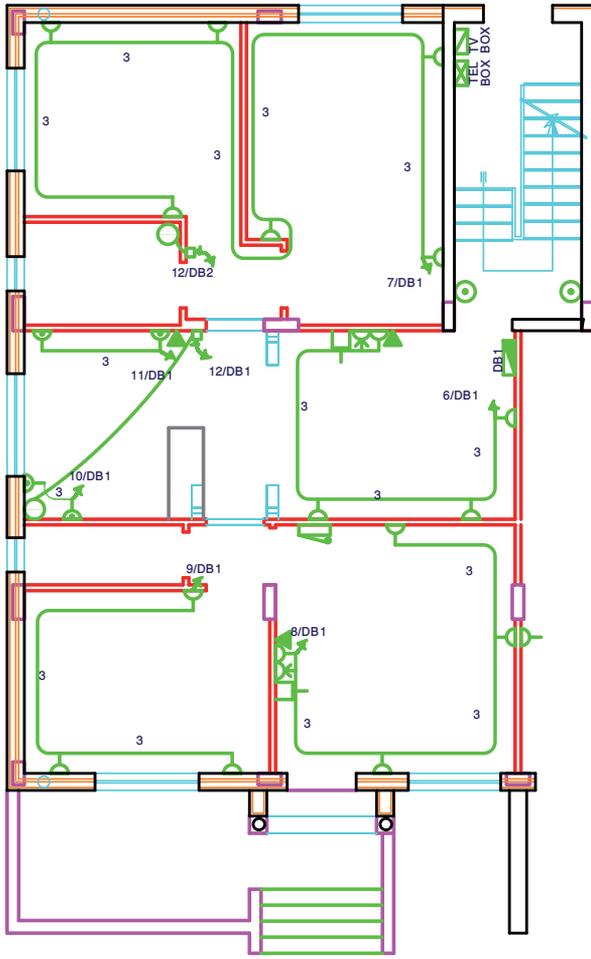
٣. وحدة إنارة نقطية تُركّب في السقف المستعار، وتحتوي مصباحاً مُتوهّجاً هالوجينياً ذا ضغط منخفض، ومُحوّلاً ذا فولطية (٢٤٠/١٢) فولط.

هـ- خزانة حائط لا تتأثر بالرطوبة، وهي تُركّب في الحمام فوق المغسلة، وتحتوي على وحدة إنارة، ومقبس قدرة كهربائية (إبريز)، ورفوف لحفظ ما يلزم عند استخدام المغسلة، ومرآة لا تقلّ مساحتها عن (٤٠×٦٥) سم. جدير بالذكر أنّ وحدة الإنارة تكون مغطّاة بزجاج مُشّتت للنظر مع التجهيزات اللازمة جميعها.

ملحوظة: في حال استخدام أيّ وحدة إنارة من الوحدات المُبيّنة أعلاه (مثل: مصابيح توفير الطاقة، أو المصابيح الزئبقية، أو مصابيح الصوديوم، أو مصابيح LED) بدل المصباح المُتوهّج، يضاف فرق السعر بين المصباح المُتوهّج والوحدة الجديدة إلى كلفة النقطة.

## ٢- نقاط المقابس

أ - تُكّال نقاط المقابس في التمديدات الكهربائية المنزلية بالعدد تبعاً لأعمال المقابس التي نُفّذت، أو المخطّطات الهندسية، والمواصفات الفنية، وأسعار القطع؛ وذلك بعدّ هذه النقاط. فالنقطة تشمل عادة عمليات التوريد، والتمديد، والتركيب، والتشغيل لمقبس الكهرباء، انظر الشكل (١-٧) الذي يُبيّن مخطّط القدرة للشقة المُبيّنة في الشكل (١-٦). وفي ما يأتي



الشكل (٧-١): مخطط قدرة تنفيذي لشقة.

- أمثلة على أنواع المقابس (الأباريز) المستخدمة في الدارات الكهربائية:
١. مقبس كهرباء قدرة ذو ثلاثة ثقوب ومفتاح (١٣) أمبير.
  ٢. مقبسا كهرباء قدرة في قطعة واحدة، لكلّ منهما ثلاثة ثقوب ومفتاح (١٣) أمبير.
  ٣. مقبس قدرة مطري ذو ثلاثة ثقوب ومفتاح (١٣) أمبير.
  ٤. مقبس كهرباء قدرة ذو ثلاثة ثقوب (١٣) أمبير.
  ٥. مقبسا كهرباء قدرة في قطعة واحدة، لكلّ منهما ثلاثة ثقوب (١٣) أمبير.
  ٦. مقبس قدرة مطري ذو ثلاثة ثقوب (١٣) أمبير.

ب- تُكّال نقاط المقابس في التمديدات الكهربائية الصناعية بالعدد تبعاً لأعمال المقابس التي نُفّدت، أو المخططات الهندسية، والمواصفات الفنية؛ وذلك بعدّ نقاط المقابس. فالنقطة تشمل عادة عمليات التوريد، والتمديد، والتركيب، والتشغيل لمقبس الكهرباء، ومن أمثلة هذه المقابس:

١. مقبس (١٦) أمبير، أحادي الطور، درجة حمايته (IP 44)، ويحتوي على أسلاك (٤×٣) مم، وأنابيب (PVC)، وعلب وصل، وقطع، ولوحة توزيع كهربائية.
٢. مقبس (١٦) أمبير ثلاثي الطور، درجة حمايته (IP 44)، ويحتوي على أسلاك (٤×٣) مم، وأنابيب (PVC)، وعلب وصل، وقطع، ولوحة توزيع كهربائية.

### ٣- نقاط الهاتف

تُكّال نقاط الهاتف بالعدد أو المتر الطولي تبعًا للأعمال التي نُفّذت، أو المخططات الهندسية، والمواصفات الفنية، وتعليمات المهندس المشرف، ومن أهم هذه النقاط: الخطوط الخارجية، والخطوط الداخلية.

تشمل نقاط الهاتف ما يأتي:

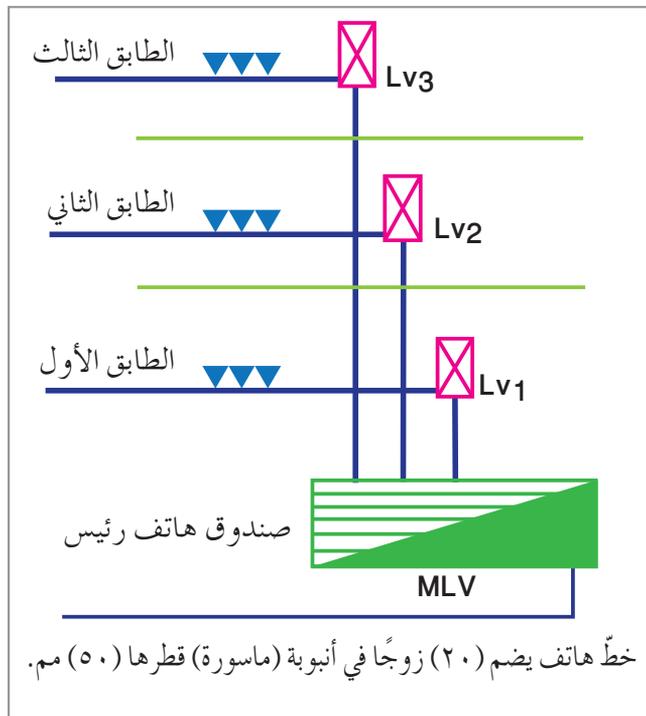
أ - توريد مقسم هاتف إلكتروني حسب السعة المطلوبة، ثم تركيبه، ووصله، وتشغيله، علمًا بأنّ السعر يشمل تمديد كبل الهاتف وفق السعة المطلوبة ضمن مواسير (PVC)، والقطر المطلوب بوحدة (مم) حتى مجمع الهواتف الرئيس، كما يشمل السعر فرز الكبلات، ووصلها بالمقسم، وجميع الأعمال والمواد اللازمة لتشغيل المقسم كاملاً.

ب- توريد جهاز هاتف إلكتروني رئيس، ثم تركيبه، وتشغيله.

ج- توريد جهاز هاتف إلكتروني فرعي، ثم تركيبه، وتشغيله.

د - توريد مقبس هاتف حسب المواصفات الفنية، ثم تمديده، وتركيبه، وتشغيله.

هـ - توريد مجمع هواتف رئيس غاطس (حسب المواصفات الفنية المعتمدة)، ثم تركيبه، ووصله، وترقيمه.



ومن النقاط التي تُكّال بالمتر الطولي كبلات الهواتف التي يشمل سعرها الأنابيب الصلبة (PVC) من نوع (B)، وتمديد الكبلات. فعلى سبيل المثال، يمكن تمديد كبل هاتف بحيث يضم (٢٠) زوجًا، وأنبوبة صلبة (PVC) قطرها (٥٠) مم. انظر الشكل (٨-١) الذي يُبيّن نظام هاتف لمنزل مُكوّن من ثلاثة طوابق.

الشكل (٨-١): نظام الهاتف لمنزل مُكوّن من ثلاثة طوابق.

#### ٤ - نظام مُبيّن الأرقام

تُكّال نقاط مُبيّن الأرقام (Numerator) بالعدد تبعًا للأعمال التي نُفّذت، أو المخطّطات الهندسية، والمواصفات الفنية، وتعليمات المهندس المشرف. يشمل هذا النظام ما يأتي:

- أ - التوريد، والتمديد، والتركيب، والتشغيل لنظام مُبيّن الأرقام مع جرس ومُحوّل ذي فولطية (٢٢٠/١٢) فولط، وزرّ (كبسة) إعادة الوضع (Reset)، علمًا بأنّ السعر يشمل المواد والأعمال اللازمة جميعها، وخطّ التغذية، ولوحة التوزيع الكهربائية، وفق السعة المطلوبة.
- ب- التوريد، والتمديد، والتركيب، والتشغيل لأزرار (كيسات) أجراس مُبيّن الأرقام كاملة، علمًا بأنّ السعر يشمل المواد والأعمال اللازمة جميعها؛ من: أنابيب (PVC)، وعلب، وأسلاك، وقطع، ولوحة مُبيّن الأرقام.

#### ٥ - شبكة الحاسوب

تُكّال شبكة الحاسوب (بالمقطوع) تبعًا للأعمال التي نُفّذت، أو المخطّطات الهندسية، والمواصفات الفنية، وتعليمات المهندس المشرف. تشمل هذه العملية التوريد، والتمديد، والتركيب، والتشغيل لشبكة حاسوب تتكوّن من أنابيب (PVC) قطرها (٢٥) مم، وسلك سحب، وعلب (PVC) قياسها (٧×٧) سم، وغطاء (PVC)، وعلب للتجميع.

#### ٦ - تركيب المراوح السقفية

تتضمّن هذه العملية التوريد، والتمديد، والتركيب، والتشغيل لمروحة سقفية كاملة، قطرها (٥٦) بوصة (إنش)، علمًا بأنّ السعر يشمل مُنظّم السرعات، وكلّ ما يلزم من مواد وأعمال لتثبيت المروحة حسب المواصفات الفنية.

#### ٧ - تركيب مكيفات الهواء وسخّان الماء

يتضمّن ذلك التوريد، والتمديد، والتركيب، والتجريب لنقطة تغذية خاصة بمكيف الهواء، أو سخّان الماء، علمًا بأنّ السعر يشمل كلّ ما يلزم؛ من: مواد، وأعمال، وأنابيب صلبة (PVC) من نوع (B)، وعلب، وقطع، وأسلاك (٤×٣) مم، ولوحة توزيع كهربائية، فضلًا عن توريد مفتاح ذي قطب مزدوج (Double Pole Switch) مقدار تياره (٢٠) أمبير، وتركيبه، ووصله، إضافة إلى مصباح إشارة.

## ٨- القواطع الكهربائية

تُكّال نقاط القواطع الكهربائية بالعدد تبعاً لأعمال القواطع التي نُفّذت، أو المخططات الهندسية، والمواصفات الفنية، وتعليمات المهندس المشرف. وفي ما يأتي أبرز نقاط القواطع الكهربائية:

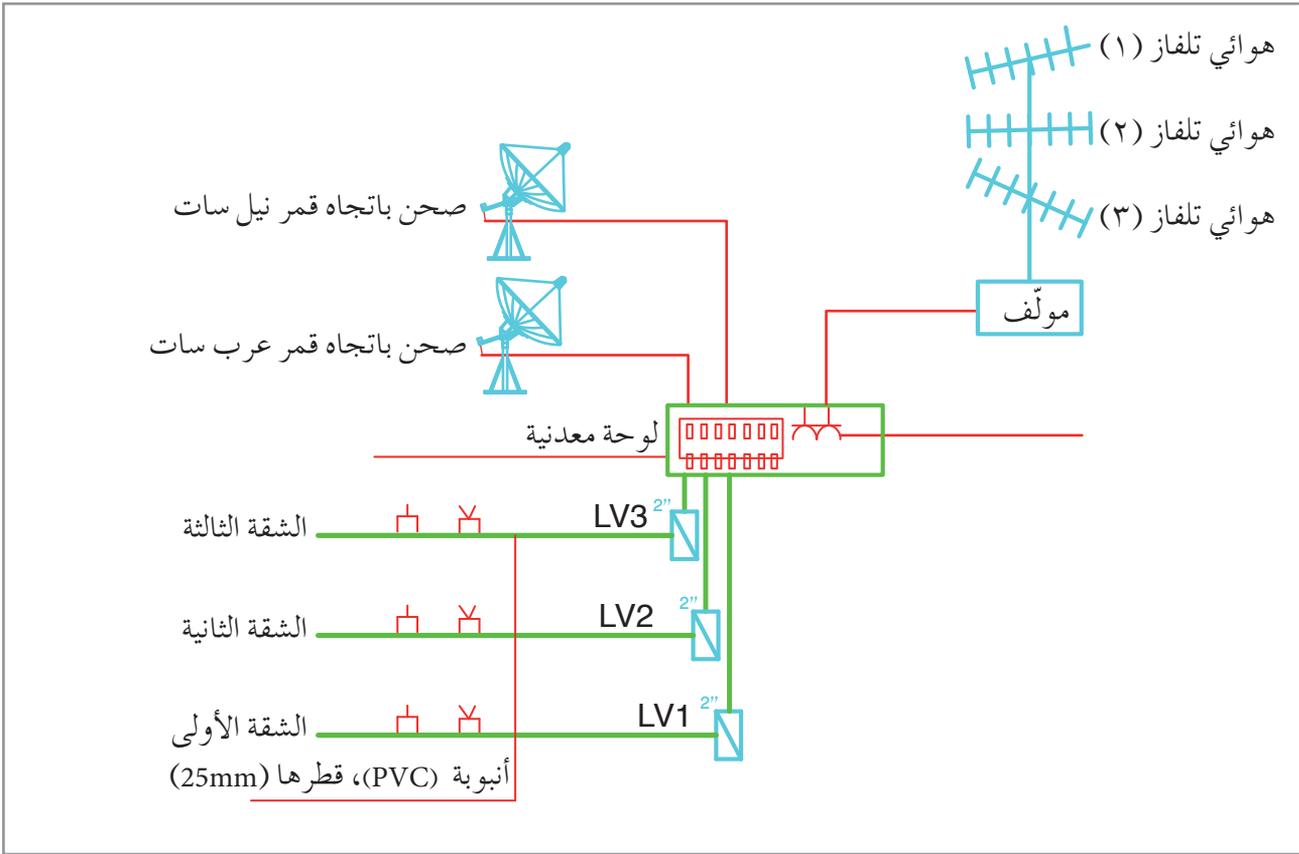
أ- تركيب قاطع أحادي الطور (MCB) من نوع (B) مقدار تياره (١٠) أمبير، ويشمل السعر تركيب القاطع، وكلّ ما يلزم من أسلاك مساحة مقطعها (١,٥) مم<sup>٢</sup> ضمن أنابيب صلبة (PVC) من نوع (B)، قطرها (١٦) مم، ولوحة توزيع كهربائية؛ وذلك حسب المخططات الهندسية، والمواصفات الفنية، وتعليمات المهندس المشرف.

ب- تركيب قاطع ثلاثي الطور (MCB) من نوع (C) مقدار تياره (١٦) أمبير، ويشمل السعر توريد القاطع، وتركيبه، ووصله، وتشغيله، وكلّ ما يلزم من أسلاك مساحة مقطعها (٢,٥) مم<sup>٢</sup> ضمن أنابيب صلبة (PVC) من نوع (B)، قطرها (١٦) مم، ولوحة توزيع كهربائية؛ وذلك حسب المخططات الهندسية، والمواصفات الفنية، وتعليمات المهندس المشرف.

ج- التوريد، والتمديد، والتركيب، والتشغيل لقاطع رئيس مقولب ثلاثي الطور (MCCB) من نوع (D) مقدار تياره (١٠٠) أمبير، وهو يُركَّب في لوحة معدنية مدهونة حراريّاً ومثبتة على قاعدة خرسانية، وتبلغ درجة حمايته (IP 65)، علماً بأنّ السعر يشمل كلّ ما يلزم تركيبه وتثبيته حسب المخططات الهندسية، والمواصفات الفنية، وتعليمات المهندس المشرف، باستثناء كبل التغذية.

## ٩- نظام التلفاز

يتضمّن ذلك توريد مقبس تلفاز، ثمّ تمديده وتركيبه وتجريبه بحيث يسمح بالاستقبال من شبكة هوائي (غير مشمولة بالسعر)، تُركَّب على السطح من دون أيّ مقاومة، ويشمل السعر كبل الهوائي الواصل إلى السطح؛ على أن يكون من النوع المحوري، وذا أسلاك نحاسية مرنة، وبطول إضافي مقداره (٨) م. جدير بالذكر أنّ نقاط التلفاز تُكّال بالعدد تبعاً للمخططات الهندسية، والمواصفات الفنية، وتعليمات المهندس المشرف، انظر الشكل (١-٩) الذي يُبين نظام التلفاز والاستلايت.



الشكل (٩-١): نظام التلفاز والاستلايت.

#### ١٠- لوحات التوزيع الكهربائية

تُكّال لوحات التوزيع الكهربائية للوحدة بالعدد تبعًا للمخططات الهندسية، والمواصفات الفنية، وتعليمات المهندس المشرف. تشمل هذه العملية التوريد، والتمديد، والتركيب، والتشغيل للوحدات الكهربائية وخزاناتها (الرئيسية، وشبه الرئيسة، والفرعية)، ومن هذه اللوحات:

أ - لوحات التوزيع الرئيسة (MDB) التي تحتوي على قاطع دائرة رئيس ثلاثي الطور قابل للتعديل، ذي فجوة هوائية داخلية.

ب- لوحات التوزيع الفرعية (DB).

#### ١١- الكبلات والأسلاك الكهربائية

تُكّال الكبلات والأسلاك الكهربائية بالمتري الطولي تبعًا للمخططات الهندسية، والمواصفات الفنية، وتعليمات المهندس المشرف، أو حسب الأعمال الكهربائية التي نُفّدت، أو طول الكبلات الفعلي. تشمل هذه العملية توريد الكبلات والأسلاك الكهربائية، وتمديدتها، ووصلها، وفي ما يأتي مثال عليها:

تمديد كبل نحاسي مساحة مقطعة (٤×٥) مم<sup>٢</sup> ضمن أنابيب صلبة (PVC) من نوع (B)،  
قطرها (٣٢) مم، بدءاً بلوحة التوزيع الكهربائية الرئيسية، وانتهاءً باللوحة الفرعية.

## ١٢- نظام التأريض

يُكّال نظام التأريض بالعدد تبعاً للمخططات الهندسية، والمواصفات الفنية، وتعليمات المهندس المشرف. تشمل هذه العملية جميع المواقع المُبيّنة في المخططات، وهي تتضمن حفرة تأريض نظامية، وقضيباً أو أكثر، وشبكة تأريض من الحديد المغطى بالنحاس المخمد مع المرابط الملائمة، وناقلاً نحاسياً مجدولاً يصل بين حفرة التأريض واللوحة الكهربائية بحيث لا تزيد مقاومته على (٢) أوم حسب الكود الأردني، من دون تغيير في طبيعة التربة.

## ١٣- حفرة التفتيش

تُكّال حفرة التفتيش الأرضية (المناهل) بالعدد تبعاً للمخططات الهندسية، والمواصفات الفنية، وتعليمات المهندس المشرف. تشمل هذه العملية توريد الأدوات اللازمة، ثم تركيبها، ويتم ذلك بعمل فتحة في أرضية الحفرة لتصريف المياه الداخلة فيها، ثم صبّ الأسمنت (الخرسانة) بعد وضع الأنابيب؛ على أن يبلغ سمك الجدار (٢٠) سم، وتُصنّع له حلقتان علويتان من الحديد، وغطاء معدني ثقيل، حسب أحد القياسات الآتية:

أ - (٧٥×١٠٠×١٠٠) سم.

ب - (٧٥×٦٠×٦٠) سم.

ج - (٧٥×٤٠×٤٠) سم.

## ١٤- تمديدات الأنابيب الإضافية (الفارغة)

تُكّال تمديدات الأنابيب الإضافية (بهدف التوسع مستقبلاً) بالمتري الطولي تبعاً للمخططات الهندسية، والمواصفات الفنية، وتعليمات المهندس المشرف، أو الأعمال التي نُفّذت. تشمل هذه العملية توريد أنابيب صلبة فارغة (PVC)، ثم تمديدتها وتركيبها، وسلك سحب، ومن الأمثلة على هذه الأنابيب:

أ - أنابيب (PVC) صلبة، قطرها (٤) بوصات، أو (١٠٠) مم.

ب - أنابيب (PVC) صلبة، قطرها (٣) بوصات، أو (٧٥) مم.

ج - أنابيب (PVC) صلبة، قطرها بوصتان، أو (٥٠) مم.

د - أنابيب (PVC) صلبة، قطرها بوصة واحدة، أو (٢٥) مم.

## ١٥- نظام إنذار الحرائق

يُكّال نظام إنذار الحرائق بالعدد تبعًا للمخططات الهندسية، والمواصفات الفنية، وتعليمات المهندس المشرف. تشمل هذه العملية توريد نظام إنذار حريق، ثم تركيبه، وتشغيله، وفحصه، وتسليمه، علمًا بأن السعر يشمل كل ما يلزم من أنابيب صلبة (PVC)، وأسلاك، وعلب، وقطع تثبيت لإنجاز العمل على النحو المطلوب، ومن الأمثلة على هذا النظام توريد نظام إنذار حريق محلي (Addressable Alarm Fire Repeater Panel)، ثم تركيبه، وتشغيله، وفحصه، وتسليمه؛ على أن يكون ذلك في غرفة الحارس، علمًا بأن السعر يشمل المواد والأعمال اللازمة لإنجاز العمل على نحوٍ مُتقن، بما في ذلك التوصيلات اللازمة، بدءًا باللوحات الفرعية، وانتهاءً بلوحة إنذار الحريق الرئيسة في المبنى الرئيس؛ ليصار -بعد ذلك- إلى تشغيل النظام بصورة كاملة.

## ١٦- المصاعد الكهربائية

تُكّال المصاعد الكهربائية بالعدد، وتشمل هذه العملية توريد المصعد، ثم تركيبه، وتشغيله. مثال ذلك تركيب مصعد لبناية من أربعة طوابق؛ على ألا تقل حمولته عن (٨) أشخاص؛ أي (١٠٠٠) كغم، وذلك في المكان المُخصَّص المُبيّن في المخططات الهندسية، ويشمل السعر كل ما يلزم من مواد وأعمال لتركيب المصعد وتشغيله.

### مثال (٣-١)

مُستعينًا بالمخطط التنفيذي لإنارة شقة (Apartment) الذي يُمثله الشكل (٦-١)، ومخطط القدرة التنفيذي (الباريز) للشقة نفسها الوارد في الشكل (٧-١):

- ١- نَظُم جدولًا بكميات المواد اللازمة لتنفيذ المخطط.
- ٢- احسب التكاليف اللازمة لتنفيذ الأعمال الكهربائية.

### الحل

يُبيّن الجدول (٦-١) العمليات والتكاليف الخاصة بتنفيذ التمديدات الكهربائية للشقة المُبيّنة في الشكلين: (٦-١)، و (٧-١).

الجدول (٦-١): حساب تكاليف التمديدات الكهربائية للشقة المبيّنة في الشكلين: (٦-١)، و (٧-١).

الرقم	اسم المادة ومواصفاتها	الوحدة	الكمية	النقاط	السعر الإفرادي (بالدينار)	السعر الإجمالي (بالدينار)	ملاحظات
١	مفتاح إنارة مفرد.	عدد	4	-	-	-	
٢	مفتاح إنارة مزدوج.	عدد	6	-	-	-	
٣	مفتاح درج (در كسيون).	عدد	8	-	-	-	
٤	مفتاح مع مصباح إشارة.	عدد	2	-	-	-	
٥	ثريا.	عدد	2	2	25	50	
٦	وحدة إنارة عادية متدلية.	عدد	10	10	5	50	
٧	وحدة إنارة نقطية (سبوت لايت).	عدد	4	4	10	40	
٨	وحدة إنارة عادية مثبتة على الجدار.	عدد	4	4	8	32	
٩	وحدة إنارة فلورية (1×40w).	عدد	2	2	20	40	
١٠	وحدة إنارة نقطية غاطسة ضد الماء (جلوب).	عدد	2	2	10	20	
١١	مقبس قوة أحادي الطور، ذو مصهر (13 أمبير).	عدد	16	16	10	160	
١٢	مقبس مقاوم للبخار أو المطر.	عدد	40	4	20	80	
١٣	مقبس (إبريز) هاتف.	عدد	3	3	5	15	
١٤	ضاغط جرس.	عدد	1	1	-	-	
١٥	جرس طنان.	عدد	1	1	10	10	
١٦	مقبس (إبريز) تلفاز.	عدد	2	2	5	10	
١٧	مقبس لاقط (ستلايت).	عدد	2	2	5	10	
١٨	لوحة توزيع فرعية.	عدد	1	1	60	60	
١٩	صندوق تلفاز.	عدد	1	1	45	45	
٢٠	صندوق هاتف.	عدد	1	1	45	45	
٢١	سلك مفرد (PVC) (2.5 mm <sup>2</sup> ).	متر طولي	60m	-	-	-	
٢٢	سلك مفرد (PVC) (1.5 mm <sup>2</sup> ).	متر طولي	60m	-	-	-	
٢٣	أنابيب بلاستيكية (16 mm).	متر طولي	100m	-	-	-	
	المجموع					667	

ملحوظة: الأسعار الواردة في الجدول أعلاه غير ثابتة، وتُعدّل تبعاً لتغيّر أسعار المواد في السوق.

## أسئلة الوحدة

- ١ - حدّد طريقة إجراء الكيل للأعمال الكهربائية الآتية:
  - أ - نقاط الإنارة.
  - ب- نقاط القدرة.
  - ج- تمديد الخطوط الرئيسة.
  - د - نقاط الهاتف.
  - هـ - نقاط التلفاز.
  - و - القواطع الرئيسة والفرعية.
  - ز - تأريض المنزل.
- ٢ - مُستعيناً بالمخطّطين الواردين في الشكلين: (١-١)، و (٢-١):
  - أ - نَظِّم جدولاً بكميات المواد اللازمة لتنفيذ الأعمال الكهربائية حسب المخطّطات الهندسية.
  - ب- احسب التكاليف اللازمة لتنفيذ الأعمال الكهربائية.
- ٣ - اقرأ مخطّط نظام الهاتف المُبيّن في الشكل (١-٨).
- ٤ - اقرأ مخطّط نظام التلفاز والستلايت المُبيّن في الشكل (١-٩).

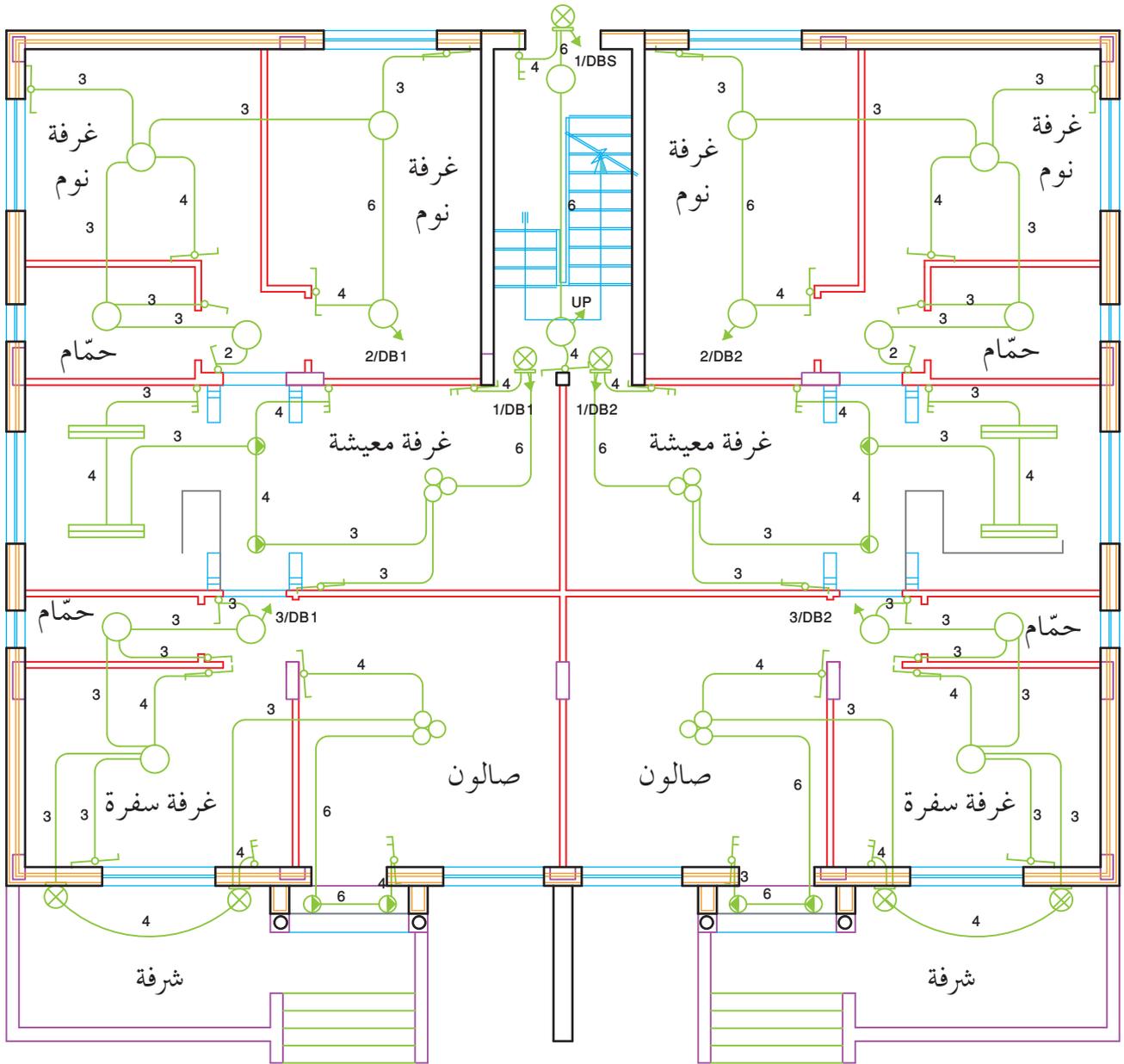
النتائج: يُتَوَقَّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

- تتعرّف الرموز والمصطلحات المستخدمة في التمديدات الكهربائية المنزلية.
- تُحدّد كميات العناصر والوحدات الكهربائية (المفاتيح، المقابس، وحدات الإنارة، ...، إلخ) من المخطّط.
- تتعرّف عناصر الكيل ووحداته اللازمة للتمديدات الكهربائية.

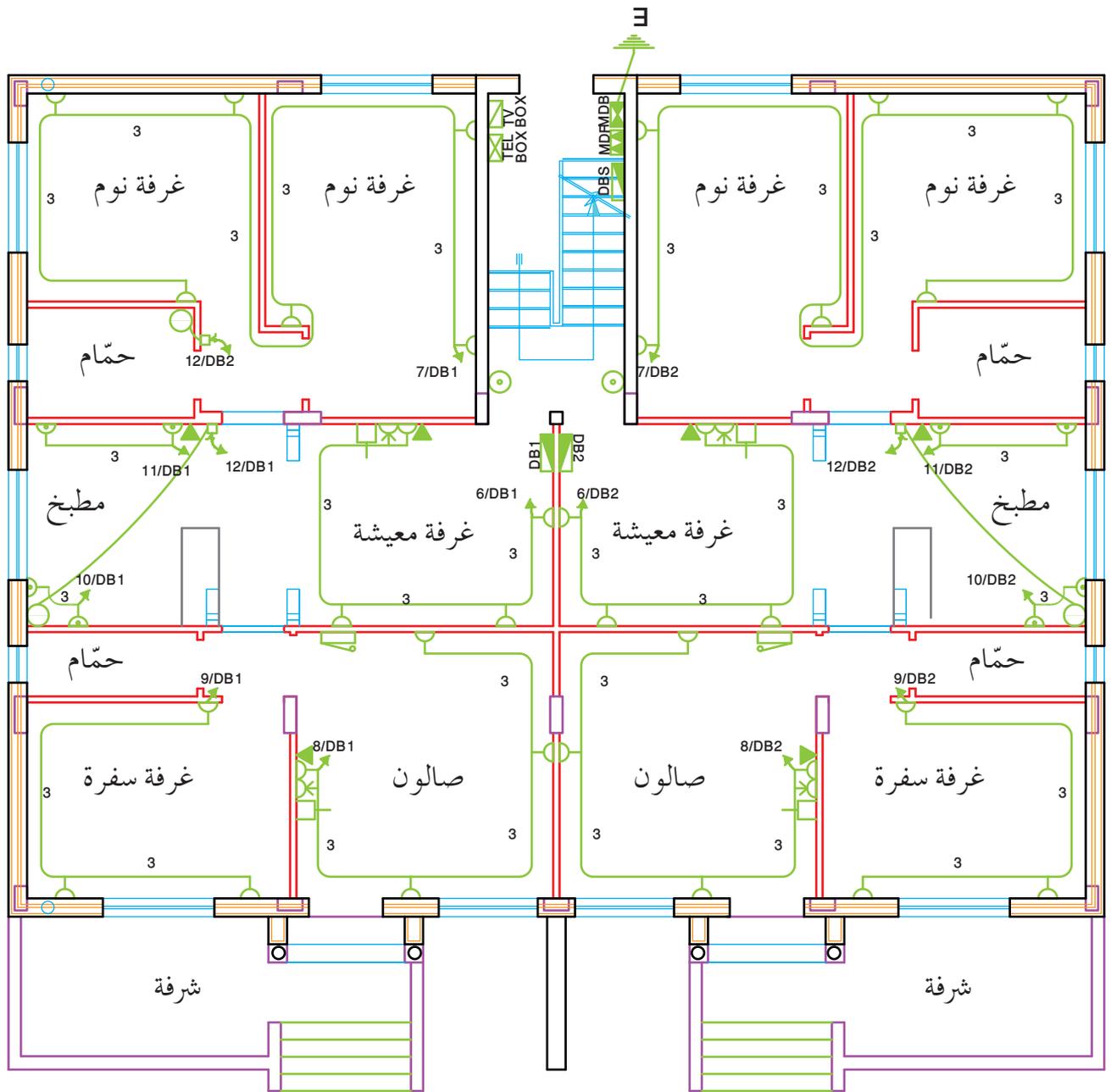
مستلزمات تنفيذ التمرين

الأدوات والتجهيزات	المواد
	- مخطّط إنارة. - مخطّط قدرة.

الرسوم التوضيحية	خطوات العمل والنقاط الحاكمة
	<p>أولاً: تتبع مخطّط الإنارة المُبيّن في الشكل (١) لعمل الآتي:</p> <p>١- نَظِّم جدولاً يتضمّن اسم العنصر، والكمية اللازمة له، وسعره الإفرادي والإجمالي.</p> <p>٢- اقرأ عناصر الإنارة الكهربائية المُبيّنة في الشكل (١).</p> <p>٣- أدْرِج هذه العناصر في الجدول، مُبيّناً كمياتها.</p> <p>ثانياً: تتبع مخطّط القدرة المُبيّن في الشكل (٢) لعمل الآتي:</p> <p>١- اقرأ عناصر القدرة الكهربائية المُبيّنة في الشكل.</p> <p>٢- أدْرِج هذه العناصر في الجدول، مُبيّناً كمياتها.</p>



الشكل (١): مخطط إنارة.



الشكل (٢): مقاس الطابق الأرضي.

نقذ التمرين العملي الآتي بطريقة العمل الجماعي، أو حسب إرشادات المعلم:  
- أحضر مخططاً لمبنى، ثم فسّر الرموز المبيّنة فيه.

- دَوّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة، وفق قائمة شطب مُحدّدة واضحة كما يأتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	قرأت الرموز في مخطط إنارة المبنى.		
٢	حدّدت الكميات والمواد اللازمة في مخطط إنارة المبنى.		
٣	قرأت الرموز في مخطط القدرة الخاص بالمبنى.		
٤	حدّدت كميات المواد اللازمة في مخطط القدرة الخاص بالمبنى.		
٥	قرأت وحدات التوزيع الخاصة بالمبنى.		
٦	حدّدت الكميات الخاصة بوحدات التوزيع للمبنى.		
٧	قرأت نظام الهاتف في المبنى.		
٨	حدّدت الكميات لنظام الهاتف في المبنى.		
٩	قرأت نظام التلفاز الخاص بالمبنى.		
١٠	حدّدت كميات نظام التلفاز في المبنى.		
١١	قرأت رموز الإنارة الخارجية الخاصة بالمبنى.		
١٢	حدّدت كميات المواد اللازمة للإنارة الخارجية في المبنى.		

- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

النتائج: يُتَوَقَّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

– تحسب تكاليف تنفيذ الأعمال الكهربائية عن طريق إعداد جدول للكميات.

مستلزمات تنفيذ التمرين

الأدوات والتجهيزات	المواد
	– مخطّط إنارة. – مخطّط قدرة.

الرسوم التوضيحية	خطوات العمل والنقاط الحاكمة
	<p>استخدم الكميات الواردة في جدول الكميات المُعَدَّ في التمرين (١-١) لعمل الآتي:</p> <p>١- حساب تكاليف تنفيذ الأعمال الكهربائية المُبيّنة في مخطّط الإنارة.</p> <p>٢- حساب تكاليف تنفيذ الأعمال الكهربائية المُبيّنة في مخطّط القدرة.</p> <p>٣- بيان عدد قواطع الإنارة في مخطّط الإنارة.</p> <p>٤- بيان عدد قواطع القدرة في مخطّط القدرة.</p> <p>٥- تحديد المقابس المستخدمة في المطبخ.</p> <p>٦- تحديد موضع تركيب وحدة الإنارة في غرفة المعيشة، وبيان نوعها.</p>



نقذ التمرين العملي الآتي بطريقة العمل الجماعي، أو حسب إرشادات المعلم.  
 - احسب التكاليف اللازمة لتنفيذ الأعمال الكهربائية، بناءً على مخطط المبني الذي قرأت رموزه.



- دَوِّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثم قيِّم تنفيذك لكل خطوة، وفق قائمة شطب مُحدّدة واضحة كما يأتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا

- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

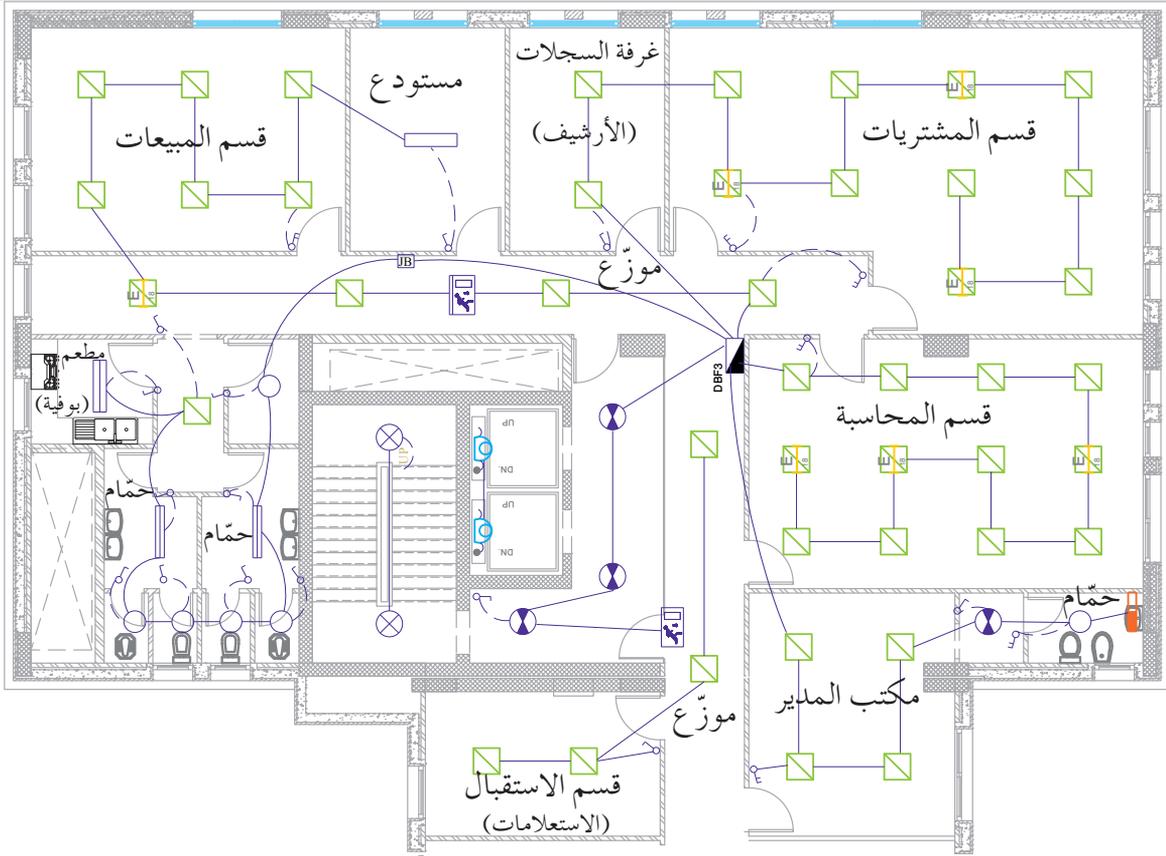
النتائج: يُتَوَقَّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

- تعرّف الرموز والمصطلحات المستخدمة في التمديدات الكهربائية التجارية.
- تُحدِّد كميات العناصر والوحدات الكهربائية (المفاتيح، المقابس، وحدات الإنارة، ...، إلخ) من المخطّط.
- تعرّف عناصر الكيل ووحداته اللازمة للتمديدات الكهربائية.

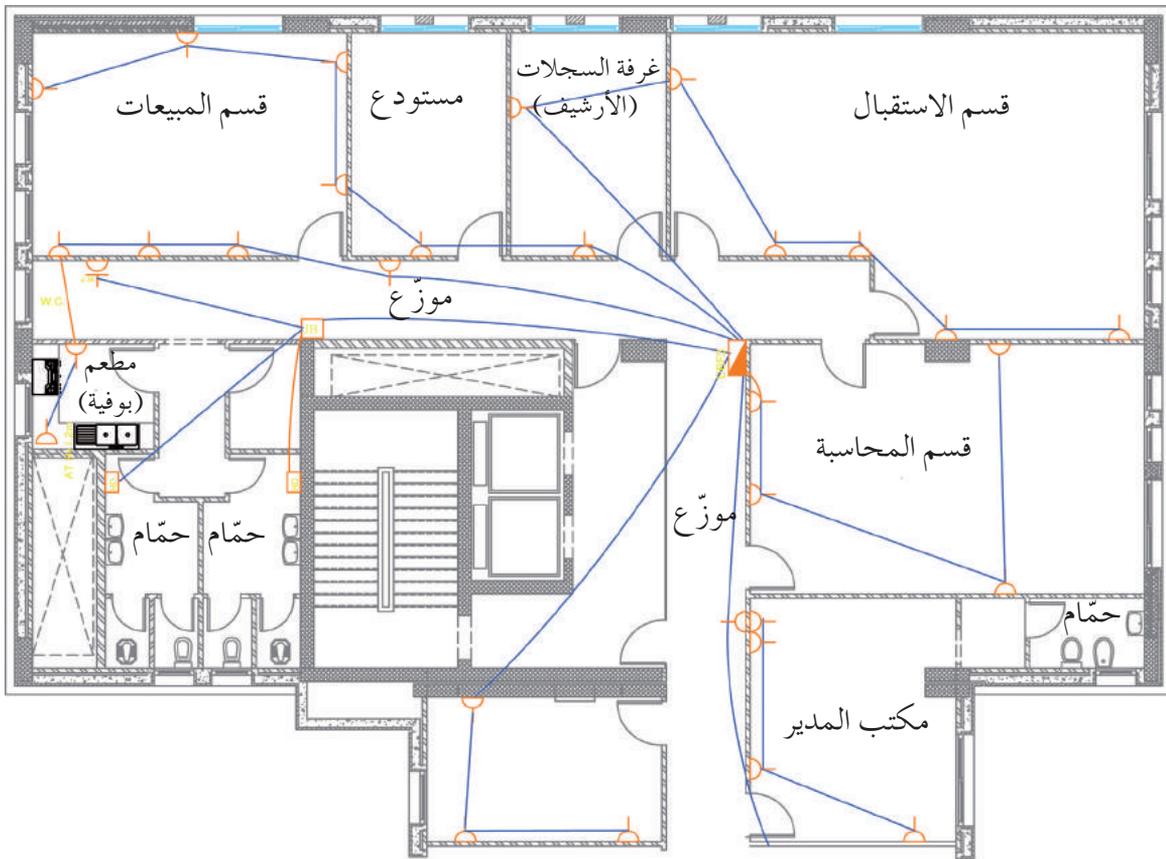
مستلزمات تنفيذ التمرين

الأدوات والتجهيزات	المواد
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- مخطّط إنارة.</li> <li>- مخطّط قدرة.</li> </ul>

الرسوم التوضيحية	خطوات العمل والنقاط الحاكمة
	<p>أولاً: تتبع مخطّط الإنارة المُبيّن في الشكل (١) لعمل الآتي:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>١- نَظِّم جدولاً يتضمّن اسم العنصر، والكمية اللازمة له، وسعره الإفرادي والإجمالي.</li> <li>٢- اقرأ عناصر الإنارة الكهربائية المُبيّنة في الشكل.</li> <li>٣- أدرج هذه العناصر في الجدول، مُبيّناً كمياتها.</li> </ol> <p>ثانياً: تتبع مخطّط القدرة المُبيّن في الشكل (٢) لعمل الآتي:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>١- اقرأ عناصر القدرة الكهربائية المُبيّنة في الشكل.</li> <li>٢- أدرج هذه العناصر في الجدول، مُبيّناً كمياتها.</li> </ol>



الشكل (١).



الشكل (٢).



نُفِّذ التمرين العملي الآتي بطريقة العمل الجماعي، أو حسب إرشادات المعلم.  
 - أخصر مخططاً لمبنى تجاري، ثم فسّر الرموز المبيّنة فيه.



- دَوِّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة، وفق قائمة شطب مُحدّدة واضحة كما يأتي:

لا	نعم	خطوات العمل	الرقم

- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

الوحدة الثانية

# التمديدات الكهربائية المنزلية



هل تستطيع تحديد المكونات الأساسية للتمديدات الكهربائية المنزلية، وأنواعها، وطرائق تنفيذها؟

كيف يمكن فحص التمديدات الكهربائية المنزلية للتأكد من صلاحيتها؟

تُعدّ دراسة مكوّنات التمديدات الكهربائية المنزلية من الموضوعات المهمة لطلبة تخصص الكهرباء؛ نظرًا إلى ارتباطها الوثيق بتخصصهم وممارسة عملهم المهني. تتناول هذه الوحدة الأدوات الرئيسة للتمديدات المنزلية؛ من: أنابيب، وعلب، ومفاتيح، وكبلات، ولوحات، وأجهزة تحكّم، وغيرها، وصولًا إلى ما يلزم المنزل من مختلف الخدمات الكهربائية، مع مراعاة شروط السلامة للقاطنين فيه.

قد يتبادر إلى ذهن الطالب العديد من الأسئلة، مثل:

- ما المقصود بالتمديدات الكهربائية المنزلية؟
  - ما الأدوات المستخدمة في التمديدات الكهربائية المنزلية؟
  - ما الشروط الواجب اتباعها لتنفيذ التمديدات الكهربائية المنزلية؟
  - ما خطوات تنفيذ التمديدات الكهربائية المنزلية؟
- هذه الأسئلة وغيرها ستتمكّن من الإجابة عنها بعد دراستك هذه الوحدة.

- يتعرَّف الأدوات الأساسية المستخدمة في التمديدات الكهربائية المنزلية، وخصائص كلِّ منها (مفاتيح، مقابس، قواطع، لوحات، مصهرات، ...، إلخ).
- يُميِّز الكبلات الكهربائية المستخدمة في التمديدات الكهربائية المنزلية بعضها من بعض، ويتعرَّف قياسها.
- يتعرَّف الأنابيب البلاستيكية (المرنة، والصلبة)، وخصائصها، واستخداماتها.
- يتعرَّف العلب المستخدمة في التمديدات الكهربائية المنزلية، وقياسها.
- يتعرَّف أنظمة الحماية المستخدمة في التمديدات الكهربائية المنزلية.
- يُنفِّذ دائرة إنارة كهربائية مُكوَّنة من مصباح، ومفتاح مفرد.
- يُنفِّذ دائرة إنارة كهربائية لإنارة وحدتي إنارة باستعمال مفتاح مزدوج.
- يُنفِّذ دائرة إنارة كهربائية لإنارة وحدتي إنارة (على التوالي، وعلى التوازي) باستعمال مفتاح مفرد.
- يُنفِّذ دائرة إنارة كهربائية يمكن التحكم فيها من موقعين.
- يُنفِّذ دائرة إنارة كهربائية يمكن التحكم فيها من ثلاثة مواقع.
- يُنفِّذ دائرة قدرة كهربائية لغرفة.
- يجمع وحدات إنارة فلورية مختلفة، ويوصِّل إحدى هذه الوحدات باستعمال مفتاح مفرد.
- يُنفِّذ دائرة إنارة كهربائية باستخدام مؤقت زمني.
- يُنفِّذ دائرة إنارة كهربائية للتحكم في شدَّة الإضاءة.
- يُنفِّذ دائرة إنارة كهربائية لفتح باب مغناطيسي.
- يُنفِّذ دائرة إنارة كهربائية باستخدام عنصر استشعار ضوئي.
- يُنفِّذ مخطَّط تمديدات كهربائية لشقة.

# الأدوات الأساسية المستخدمة في التمديدات الكهربائية المنزلية وخصائصها

أولاً

في ما يأتي بيان لأبرز الأدوات الأساسية المستخدمة في التمديدات الكهربائية، وخصائصها، ومراحل استخدامها:

## ١- الأنابيب (أنواعها، خصائصها، استخداماتها)

تُعدّ الأنابيب أكثر الأدوات أهمية واستخداماً في التمديدات الكهربائية، وتمثّل وظيفتها الرئيسية في حماية الكبلات من التأثيرات الخارجية. وقد شاع استخدام الأنابيب المعدنية في ما مضى، وما زالت تُستخدم في بعض التطبيقات حتى الآن رغم تطور هذه الصناعة، واستخدام أنابيب حديثة ذات مواصفات تفوق تلك المتوافرة في القديمة منها. وهذه بعض أنواع الأنابيب البلاستيكية الحديثة وخصائصها:

أ - الأنابيب البلاستيكية المرنة (Flexible Plastic Conduits): تمتاز هذه الأنابيب بميزات عدّة، سهّلت عملية استخدامها، من مثل: قابليتها للثني يدوياً، ومقاطعها الدائرية، وشكلها المنتظم، وسطحها الملساء، وخلوّها من العيوب. وهي تتوافر - حسب الكود الأردني - بقياسات عدّة، منها: ١٦ مم، ٢٠ مم، ٢٥ مم، ٣٢ مم، ٤٠ مم، ٥٠ مم، ٦٣ مم. تُصنّف الأنابيب البلاستيكية المرنة تبعاً لدرجات الحرارة إلى صنفين:

١. صنف (أ): يُستخدم في الظروف التي لا تنخفض فيها درجة الحرارة عن (٥) درجات سيلسيوس تحت الصفر.



الشكل (١-٢): بعض أشكال الأنابيب البلاستيكية المرنة.

٢. صنف (ب): يُستخدم في الظروف التي لا تنخفض فيها درجة الحرارة عن (٢٥) درجة سيلسيوس تحت الصفر.

ويُبيّن الشكل (١-٢) أشكالاً مختلفة من الأنابيب البلاستيكية المرنة.

نظّم ورقة عمل تُوضّح فيها طرائق فحص الأنابيب البلاستيكية المرنة.

ب- أنابيب مبلمر كلوريد الفينيل الصُّلبة (Rigid PVC Conduits): تمتاز هذه الأنابيب بمواصفات عالية



من حيث: قابليتها للثني، وسطوحها الملساء، وهي تُماثل الأنابيب البلاستيكية المرنة في تصنيفها، انظر الشكل (٢-٢) الذي يُبين أحد هذه الأنابيب، والجدول (١-٢) الذي يُوضّح القياسات العالمية لأنابيب مبلمر كلوريد الفينيل الصُّلبة حسب الكود الأردني.

الشكل (٢-٢): أنبوب مبلمر كلوريد الفينيل الصُّلب (PVC).

الجدول (١-٢): القياسات العالمية لأنابيب مبلمر كلوريد الفينيل الصُّلبة.

القياس الاسمي (مم)	القطر الخارجي (مم)	أدنى قطر داخلي (مم)
١٦	١٦	١٣,٠٠
٢٠	٢٠	١٦,٩٠
٢٥	٢٥	٢١,٤٠
٣٢	٣٢	٢٧,٨٠

## ٢- العلب والوصلات والأكواع الكهربائية

إنّ علب الوصل والوصلات والأكواع الخاصة بالمفاتيح والمقابس تُماثل الأنابيب البلاستيكية من حيث: النوع، والسّمك، وعدد فتحات العلبة الواحدة.

يتوافر لكلّ علبة وصل غطاءً محكم من النوع نفسه، وهو مُصمّم على نحوٍ لا يسمح بتسرّب الرطوبة والبخار داخل العلبة؛ وذلك باستعمال مجموعة من البراغي المتينة التي لا تصدأ. من جانب آخر، يخضع استخدام علب الوصل في التمديدات الكهربائية لمجموعة من الشروط الفنية، هي:

أ - أن تكون مصنوعة من مواد لا تساعد على الاشتعال، مثل: الحديد المجلفن، أو مبلمر كلوريد الفينيل (PVC).

ب- أن تكون صُّلبة بحيث لا تقبل الانثناء (أو التشوه) في أثناء التركيب.

ج- أن تثبت في مكانها على نحوٍ مستقل بحيث لا تسندها الأنابيب، أو تُحمّل عليها.

د - أن تُعزَل عزلاً جيداً، وذلك في الأماكن المعرضة لتقلبات الظروف المناخية الخارجية، انظر الشكل (٢-٣) الذي يُبين نماذج من العلب والوصلات والأكواع المستخدمة في التمديدات المنزلية، والجدول (٢-٢) الذي يُبين قياس العلب حسب الكود الأردني.



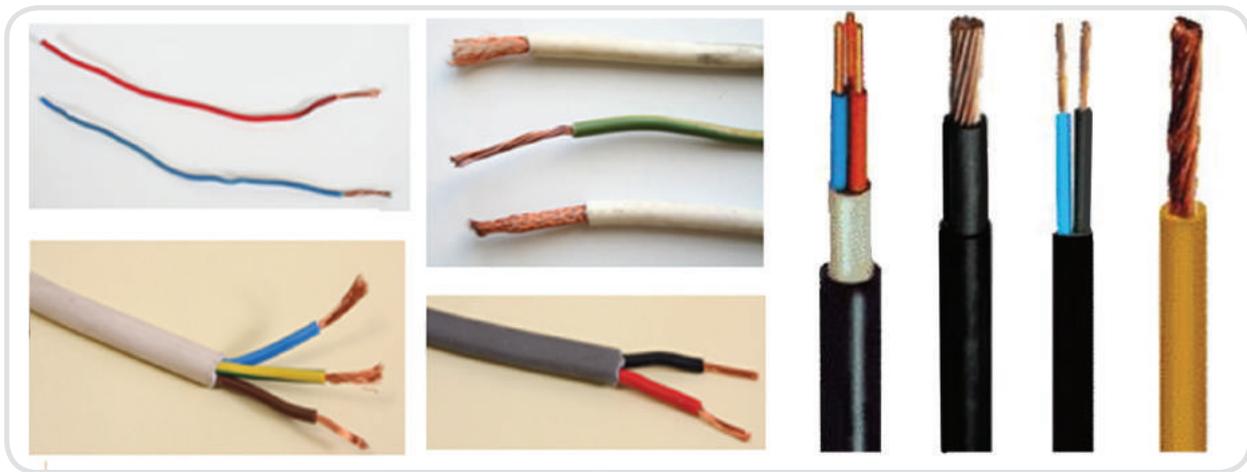
الشكل (٢-٣): أشكال العلب والوصلات والأكواع المختلفة.

الجدول (٢-٢): قياس العلب حسب الكود الأردني.

المادة الخام	عمق العلب الداخلي (مم)	السمك (مم)
الفولاذ	١٦	٠,٩
	أكبر من ١٦	١,١
حديد السكب	١٦	٢,٠٠
	أكبر من ١٦	٢,٣٠
مادة عازلة	١٦	١,٥٠
	أكبر من ١٦	٢,٠٠

### ٣-الكبلات (Cables)

تُعدّ الكبلات إحدى الأدوات الأساسية المستخدمة في التمديدات الكهربائية المنزلية؛ إذ إنّها تتولّى عملية نقل الطاقة من دائرة إلى أخرى، وهي تختلف من حيث النوع والقياس تبعاً للأحمال المستخدمة، ومنها: كبلات نقل الكهرباء من محطات التوليد والتحويل إلى أماكن التوزيع والاستهلاك، وكبلات دارات التحكم، وكبلات الاتصالات، وكبلات التمديدات الداخلية وأسلاكها التي تُعدّ أهم الكبلات وأكثرها شيوعاً واستخداماً في التمديدات، ويوجد منها أسلاك أحادية (مفردة)، وثنائية، وثلاثية، وقد تضم قلباً واحداً أو قلبين أو ثلاثة قلوب كما في الشكل (٢-٤).



الشكل (٢-٤): أشكال الكبلات المستخدمة في التمديدات الكهربائية المنزلية.

إنّ استخدام الكبلات الثلاثية الأسلاك يؤدي إلى تخفيض التكاليف، وتخفيض هبوط الفولطية، إلا أنّ الكبل الأحادي السلك هو الأكثر مرونة، والأسهل تركيباً. لذا، فهو يُستخدم بكثرة في التمديدات الكهربائية المنزلية.

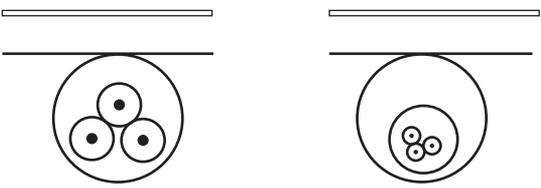
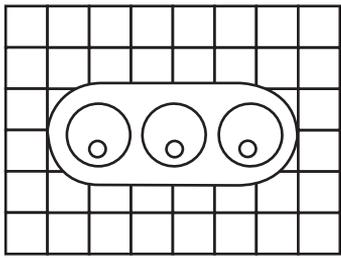
وفي ما يأتي أبرز المعايير والمواصفات الفنية التي ينبغي مراعاتها عند اختيار أسلاك التمديدات الكهربائية المنزلية؛ لضمان جودة العمل، وتحقيق متطلبات السلامة العامة:

أ - اختيار موصلات الأسلاك والكبلات المصنوعة من النحاس، الذي لا تقلّ نسبة موصليته عن ٩٨٪، ويطابق القياسات الدولية.

ب- اختيار كبلات وأسلاك تتراوح فولطيتها بين (٦٠) و(١٠٠٠) فولط، وبمقاطع وقدرات (استطاعات) تيارية تتفق مع الحمل.

- ج- تميز أسلاك الدارة الواحدة أو الدارات المختلفة بنظام متناسق من الألوان.
- د - اختيار مقاطع كبلات أو أسلاك تبلغ مساحتها الدنيا (١) مم<sup>٢</sup> لدارات الاتصالات، و(١,٥) مم<sup>٢</sup> لدارات الإنارة، و(٢,٥) مم<sup>٢</sup> لدارات القدرة.
- هـ - استخدام الألوان جميعها للطور باستثناء الأزرق الفاتح، أو الأسود (المستخدم للحيادي)، أو الأخضر، أو الأخضر مع الأصفر (المستخدم للأرضي).
- و - ترك زيادة مناسبة (لا تقل عن ٥ سم) في طول السلك المسحوب عند علب المفاتيح والمخارج؛ لتسهيل عملية الوصل والفحص والصيانة، انظر الجدول (٢-٣) الذي يُبين تصنيف نماذج الكبلات حسب الكود الأردني.

الجدول (٢-٣): تصنيف نماذج الكبلات حسب الكود الأردني.

الشكل	وصف الكبلات المغلفة
	نموذج (A): كبلات أحادية القلب ومُتعددة القلوب داخل أنبوب.
	نموذج (B): كبلات أحادية القلب ومُتعددة القلوب داخل قناة صندوقية.
	نموذج (C): كبلات أحادية القلب ومُتعددة القلوب داخل أنبوب، أو قناة، أو نظام قنوات تحت الأرض.
	نموذج (D): كبلان (أو أكثر) كلٌّ منهما أحادي القلب ضمن أسبار منفصلة في أنابيب مُتعددة القلوب، توضع في الخرسانة، أو القسارة، أو داخل جدران المبنى.

زُر أنت وزملاؤك، بإشراف المعلم، أحد مصانع الكبلات؛ لتتعرف أنواعها، ثم اكتب تقريراً عنها، ثم اعرضه على زملائك في الصف.

الجدول (٢-٤): قدرة (استطاعة) تحمّل التيار، وقيم هبوط الفولطية.

كبلان أحاديا الطور، ذوا تيار متناوب، أو تيار مباشر	مساحة مقطع الموصل (مم <sup>٢</sup> )	
	قدرة تحمّل السلك للتيار (بالأمبير)	مقدار انخفاض الفولطية لكل أمبير في المتر (بالملي فولط)
	١٤	٤٢
	١٧	٢٨
	٢٤	١٧
	٣٢	١١
	٤١	٧,١
	٥٥	٤,٢
	٧٤	٢,٧
	٩٧	١,٧
	١١٩	١,٣

يُوضّح الجدول (٢-٤) مساحة مقطع الموصل، وقدرة (استطاعة) تحمّل التيار، وهبوط الفولطيات المرافقة للكبلات الأحادية القلب المعزولة بمبلمر كلوريد الفينيل (PVC)؛ غير المسلحة (القرايبة، أو غير القرايبة) وموصلاتها المصنوعة من النحاس الأحمر، المطابقة للمواصفات القياسية الأردنية، علماً بأن درجة الحرارة عند تشغيل الكبل تبلغ (٧٠)°س.

ملحوظة: تُطبّق القدرات (الاستطاعات) الواردة في الجدول (٢-٤) على نماذج التمديدات الكهربائية: (A)، (B)، (C)، (D) المبيّنة في الجدول (٢-٣) فقط.

#### ٤- المفاتيح الكهربائية

تُصنّع المفاتيح (Switches) المستخدمة في أعمال التمديدات الكهربائية المنزلية من مواد عازلة تحوي قطع توصيل معدنية ذات أشكال مختلفة. وفي ما يأتي أبرز المعايير والمواصفات الفنية التي ينبغي مراعاتها عند اختيار المفاتيح:

- أ - صلابة غُلف المفاتيح، بحيث تقاوم القوى المؤثرة فيها عند التشغيل.
- ب - ارتفاع مفتاح الإنارة عن منسوب البلاط (١٢٠-١٣٠ سم)، وبحيث يبعد عن حافة الباب (٢٠ سم)؛ على أن يوضع في جهة مغايرة للجهة التي يُفتح منها الباب.

ج- تركيب مفاتيح الإنارة على نحوٍ متجانس في اتجاه التشغيل (ON)، والإغلاق (OFF).  
د - اختيار مفتاح إنارة ذي خيط متين إذا كان المفتاح من النوع الخيطي المدلّي من السقف،  
ووضعه بعيداً عن المؤثرات الخارجية.

هـ - تركيب مفاتيح إنارة من النوع الخيطي داخل الحمام، أو خارجه.

تُصنّف هذه المفاتيح من حيث التركيب وطبيعة الاستعمال إلى الآتي:

#### أ - موقع التركيب



الشكل (٥-٢): مفتاحان ظاهران.

١. مفتاح ظاهر: يُركَّب هذا المفتاح

داخل علبة معدنية أو بلاستيكية

ظاهرة فوق القفصارة، أو الديكور،

انظر الشكل (٥-٢).



الشكل (٦-٢): مفاتيح داخلية (مخفية).

٢. مفتاح داخلي (مخفي): يُركَّب

هذا المفتاح داخل علبة معدنية أو

بلاستيكية في الجدار، انظر الشكل

(٦-٢).

#### ب - طبيعة الاستعمال

١. مفتاح ذو طريق (اتجاه) واحد (مفتاح

مفرد): يُستعمل هذا المفتاح للتحكّم

في إنارة مصباح أو أكثر، انظر الشكل

(٧-٢/أ).



التمديد الداخلي.



المظهر العام.

الشكل (٧-٢/أ): مفتاح ذو طريق (اتجاه) واحد.



التمديد الداخلي.



المظهر العام.

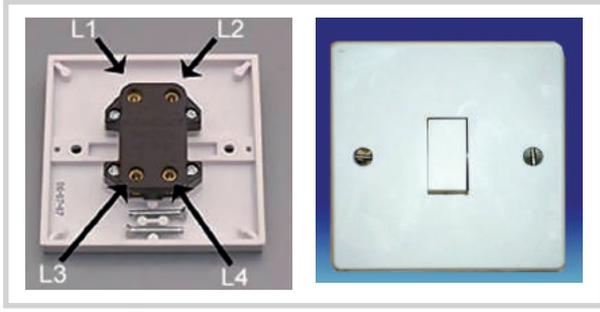
٢. مفتاح ذو طريقين (اتجاهين): يُستعمل

هذا المفتاح لإنارة مصباح من موقعين

(دركيون)، انظر الشكل

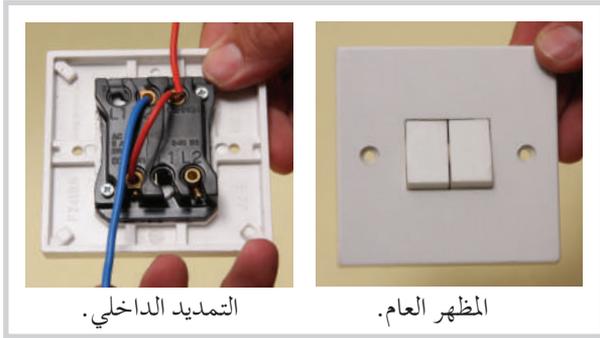
(٧-٢/ب).

الشكل (٧-٢/ب): مفتاح ذو طريقين (اتجاهين).



الشكل (٢-٧/ج): مفتاح مُصلَّب.

٣. مفتاح مُصلَّب: يُستخدَم هذا النوع من المفاتيح في إنارة وحدة إنارة من مواضع عدّة، وهو يعمل على التوصيل إمّا عمودياً، وإمّا مُصلَّباً، ويُبيّن الشكل (٢-٧/ج) شكل المفتاح المُصلَّب.



التمديد الداخلي.

المظهر العام.

الشكل (٢-٧/د): مفتاح مزدوج.

٤. مفتاح مزدوج: يُستخدَم هذا المفتاح في إنارة وحدتين، لكلّ منهما مفتاح مستقل، انظر الشكل (٢-٧/د).

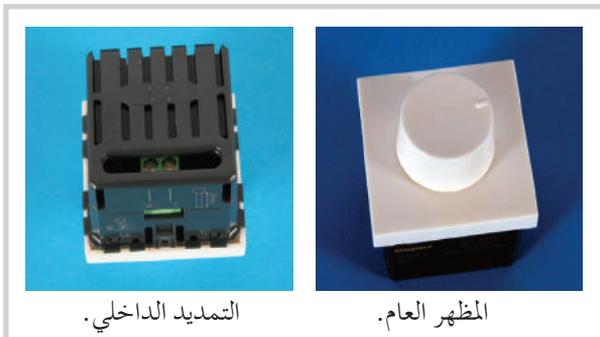


التمديد الداخلي.

المظهر العام.

الشكل (٢-٧/هـ): مفتاح ثلاثي.

٥. مفتاح ثلاثي: يُستخدَم هذا المفتاح في إنارة ثلاث وحدات، لكلّ منها مفتاح مستقل، انظر الشكل (٢-٧/هـ).



التمديد الداخلي.

المظهر العام.

الشكل (٢-٧/و): مفتاح ديمر.

٦. مفتاح التحكم في شدّة الإنارة (ديمر): يُستعمل هذا المفتاح لزيادة درجة (شدّة) الإضاءة أو تقليلها، انظر الشكل (٢-٧/و).

## ج- مكان الاستخدام

١. أماكن جافة غير معرضة للرطوبة،  
انظر الشكل (٨-٢).



الشكل (٨-٢): مفاتيح الأماكن الجافة.

٢. أماكن معرضة لبخار الماء والمطر،  
انظر الشكل (٩-٢).



الشكل (٩-٢): مفتاح معرض لبخار.

## ٥ - المقابس (الأباريز)

تزوّد الأجهزة والمعدّات الكهربائية بالطاقة عن طريق المقابس الكهربائية. وفي ما يأتي أبرز مواصفات المقبس الكهربائي:

أ - احتواء المقبس على أطراف تلامس مسامير القابس تلامسًا قويًا (ميكانيكيًا، وكهربائيًا).

ب - تميّز مقياس ثقب الأرضي من غيره.

ج - ملائمة الطرف الأرضي العلبة المعدنية.

د - صنع إطار (وجه) المقبس من مادة عازلة، وتأريضه إذا كان (الإطار) معدنيًا.

هـ - تحمّل المقبس تيارًا لا يقلّ عن (١٣) أمبير.

و - تركيب مقبس مؤرّض ضد الماء داخل الحمام، أو في الأماكن المعرضة للماء أو البخار.

ز - تركيب المقبس على ارتفاع (٤٥) سم عن سطح البلاط إذا كان من المقابس المنخفضة، أو على

ارتفاع يتراوح بين (٩٠) و (١٢٠) سم للمقابس المرتفعة، انظر الشكل (١٠-٢).

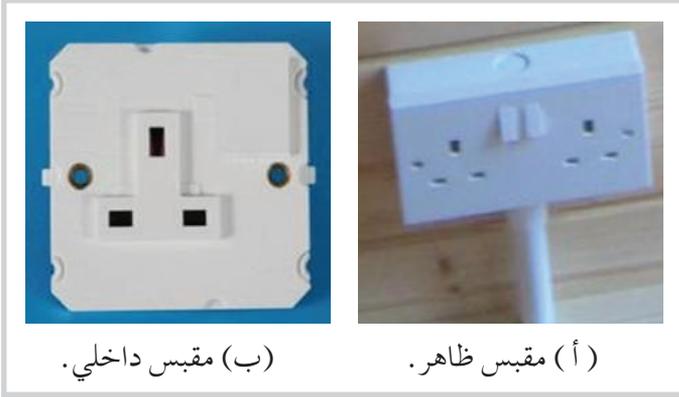


الشكل (٢-١٠): مواضع تركيب المقابس والمفاتيح.

تُقسَم المقابس الكهربائية المستخدمة في التمديدات المنزلية من حيث التركيب وطبيعة الاستعمال إلى الآتي:

#### أ - موقع التركيب

١. مقبس ظاهر: يوضع هذا المقبس داخل علبة معدنية أو بلاستيكية ظاهرة فوق القصارة



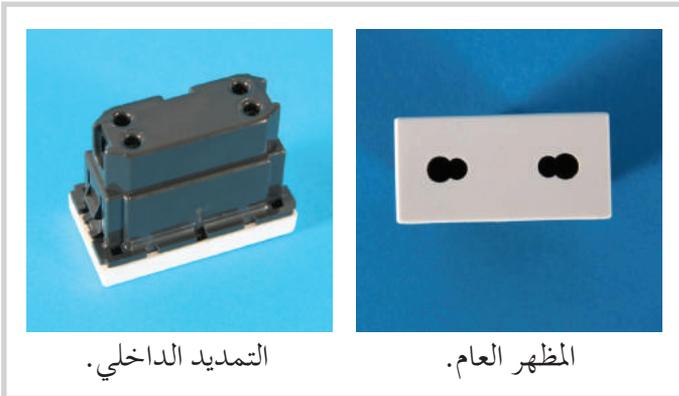
(ب) مقبس داخلي.

(أ) مقبس ظاهر.

أو التصميم (الديكور)، كما في الشكل (٢-١١/أ) الذي يُبين مقبسًا مزدوجًا مع مفتاح.

٢. مقبس داخلي (مخفي): يوضع هذا المقبس داخل علبة معدنية أو بلاستيكية في الجدار، كما في الشكل (٢-١١/ب).

الشكل (٢-١١): موقع تركيب المقبس.



التمديد الداخلي.

المظهر العام.

الشكل (٢-١٢/أ): مقبس ثنائي المخرج.

#### ب - طبيعة الاستعمال

١. مقبس ثنائي المخرج: يحتوي هذا المقبس على فتحتين فقط، كما في الشكل (٢-١٢/أ).



التركيب الداخلي.

المظهر العام.

٢. مقبس ثلاثي المخرج: يحتوي هذا المقبس على ثلاث فتحات، كما في الشكل (٢-١٢/ب).

الشكل (٢-١٢/ب): مقبس ثلاثي المخرج.



التركيب الداخلي.

المظهر العام.

٣. مقبس ثلاثي المخرج ذو مفتاح تحكّم: يحتوي هذا المقبس على ثلاث فتحات ومفتاح تحكّم، كما في الشكل (٢-١٢/ج).

الشكل (٢-١٢/ج): مقبس ثلاثي المخرج ذو مفتاح تحكّم.

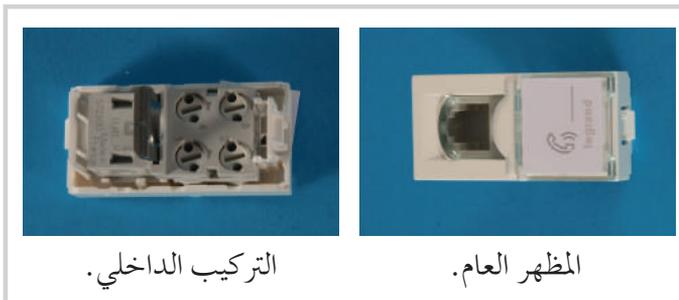


التركيب الداخلي.

المظهر العام.

٤. مقبس مزدوج ذو مفتاح تحكّم، كما في الشكل (٢-١٢/د).

الشكل (٢-١٢/د): مقبس مزدوج ذو مفتاح تحكّم.

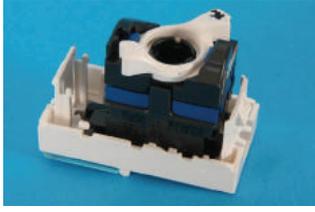


التركيب الداخلي.

المظهر العام.

٥. مقبس هاتف: يُستعمل هذا النوع من المقابس للفولتيات المنخفضة، انظر الشكل (٢-١٢/هـ).

الشكل (٢-١٢/هـ): مقبس هاتف.



التركيب الداخلي.



المظهر العام.

الشكل (٢-١٢/و): مقبس ستالايت.

٦. مقبس ستالايت: يُوضَّح الشكل (٢-١٢/و) هذا النوع من المقابس.



الشكل (٢-١٣/أ): بعض مقابس الأماكن الجافة.

ج- مكان الاستخدام

١. أماكن جافة غير معرّضة للرطوبة، انظر الشكل (٢-١٣/أ).

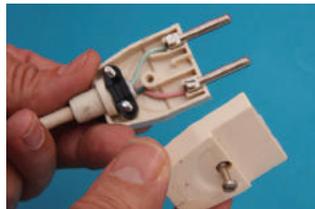


الشكل (٢-١٣/ب): بعض مقابس الأماكن المعرّضة للبخار والمطر.

٢. أماكن معرّضة لبخار الماء والمطر، انظر الشكل (٢-١٣/ب).

٦- القابس

يُعدّ القابسُ الأداةَ الرئيسة لتزويد الأجهزة والمعدّات بالطاقة الكهربائية من المقبس مباشرة، وهو يُصنّف إلى الآتي:



التركيب الداخلي.



المظهر العام.

الشكل (٢-١٤/أ): قابس ثنائي المخرج.

أ - قابس ثنائي المخرج، كما في الشكل (٢-١٤/أ).

ب- قابس ثلاثي المخرج، ويُبيّن الشكل (٢- ١٤/ب) بعض أشكال هذا القابس.



التركيب الداخلي.

المظهر العام.

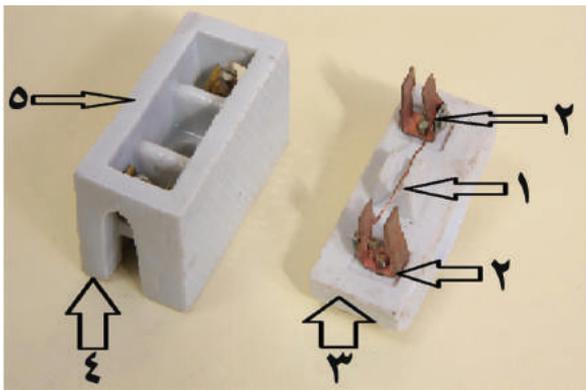
التركيب الداخلي.

الشكل (٢- ١٤/ب): بعض أشكال القابس الثلاثي المخرج.

#### ٧- أجهزة الحماية

تُسهّم أجهزة الحماية - بغض النظر عن نوعها - في الحفاظ على الدارات الكهربائية من خطر زيادة التيار، أو قصر الدارة؛ وذلك بفتح الدارة الكهربائية عند حدوث أيّ زيادة في التيار. ولحماية الدارات الكهربائية من التيار الزائد، توضع أدوات كهربائية على طول الموصلات، أبرزها: المصهرات، والقواطع الآلية، ومفتاح التسرب الأرضي. وفي ما يأتي أبرز أدوات الحماية المستخدمة في التمديدات الكهربائية:

أ - المصهرات (الفيوزات): ففي حال مرور تيار كبير يفوق حمل الموصل، فإنّ المصهر (سلك ذو مقطع صغير موجود داخل المصهر) ينصهر؛ لأنّ زيادة التيار تُفضي إلى ارتفاع درجة الحرارة. وعند انصهار المصهر يتوقف مرور التيار في الدارة. وعليه، فإنّ وظيفة المصهر تتمثل في حماية الدارة الكهربائية من التيارات التي لا تتحمّلها.



الشكل (٢- ١٥): مصهر ذو سلك قابل للتبديل.

تنقسم المصهرات الشائعة الاستخدام إلى قسمين، هما:

١. مصهر ذو سلك قابل للتبديل: يُصنع جسم هذا المصهر من مادة جيدة العزل، مثل: الخزف (السيراميك)، أو الزجاج، وهو يتكوّن من الأجزاء الآتية المُبيّنة في الشكل (٢- ١٥):

- |                  |   |
|------------------|---|
| (١) سلك المصهر.  | (٢) صفيحتان معدنيتان يوصّل بينهما سلك المصهر. |
| (٣) غطاء المصهر. | (٤) برغي التوصيل.                             |
|                  | (٥) القاعدة.                                  |

ومن ميزات هذا المصهر: رخص ثمنه، وسهولة رفع غطاءه، واستبدال السلك المنصهر. أما أبرز عيوبه فتتمثل في إمكانية استخدام سلك آخر غير مناسب لتيار الدارة المحمية بدلاً من سلك المصهر.

والجدول (٢-٥) يُبيِّن العلاقة بين قيمة التيار (بالأمبير) وقطر سلك المصهر (بالملمتر)، علمًا بأنَّ السلك المستخدم هو من النحاس المطلي.

الجدول (٢-٥): العلاقة بين قيمة التيار اللازمة وقطر سلك المصهر.

100	80	60	45	30	25	20	15	10	5	3	قيمة التيار المقررة (أمبير)
2.0	1.8	1.50	1.25	0.85	0.75	0.6	0.5	0.35	0.2	0.15	قطر سلك المصهر (مم)

جدير بالذكر أنَّ الأرقام المُبيَّنة في الجدول (٢-٥) تنطبق على أنواع المصهرات جميعها، وأنَّ تيار انصهار سلك المصهر يتراوح بين (١,٤) و (١,٧) أمبير من قيمة التيار المقررة للمصهر ذي السلك القابل للتبديل.

مثال (٢-١)

مصهر ذو سلك قابل للتبديل، تياره المقرّر (١٠) أمبير. ما قيمة أدنى تيار ينصهر عنده السلك؟  
الحلّ

$$10 \times 1.4 = 14 \text{ A}$$

٢. مصهر كبسولي: يتكوّن هذا المصهر من أسطوانة أو كبسولة مصنوعة من مادة عازلة، مثل: الزجاج، أو الخزف (السيراميك).

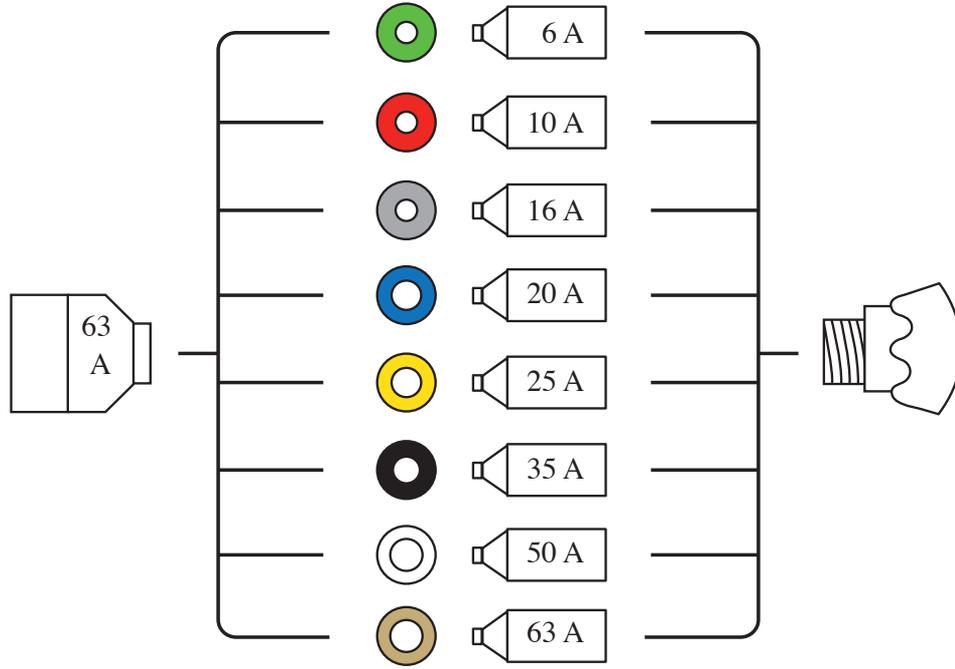
يحوي المصهر في نهايته غطاءين من مادة معدنية يصل بينهما خلال الكبسولة سلك الانصهار، وقد يبرز من الغطاءين صفيحتان موصلتان تساعدان على التوصيل الكهربائي. يتوافر هذا النوع من المصهرات بحجوم وأشكال وقياسات مختلفة، حسب طبيعة الاستخدام، كما هو موضح في الشكل (٢-٦)، ومن ميزاته:

أ. تحديد التيار عن طريق اللون؛ إذ يناسب اللون الأحمر تياراً شدته (10A).

ب. تعذّر استخدام مصهر آخر بدلاً منه بسبب اختلاف الحجم.

جـ. الدقة المتناهية مقارنة بالمصهر القابل للتبديل.

جدير بالذكر أنّ تيار انصهار سلك هذا المصهر يبلغ (١,١) من قيمة التيار المقرّرة،  
المُبيّنة في الجدول (٢-٥).



الشكل (٢-١٦): مصهر كبسولي.

مثال (٢-٢)

مصهر كبسولي قيمة تياره المقرّرة (١٠) أمبير. ما قيمة أدنى تيار ينصهر عنده السلك؟  
الحلّ

$$10 \times 1.1 = 11 \text{ A}$$

ب- القواطع الآلية: تعمل هذه القواطع على فصل مصدر الطاقة الكهربائية عن الحمل بصورة ذاتية عندما يسري فيه تيار أكبر من المقرّر مدّة زمنية محدّدة، وتتم عملية الفصل مغناطيسيًا أو حراريًا، أو بكلتا الطريقتين. فالقاطع المغناطيسي يعمل عند حدوث قصر في الدارة، ولا يمكن وصله مرّة أخرى إلّا بعد معالجة ذلك. أمّا القاطع الحراري فإنّه مُزوّد بشريط معدني مزدوج يعمل في حال وجود حمل زائد في الدارة، علمًا بأنّه لا يمكن وصل القاطع مرّة أخرى - في مثل هذه الحالة - إلّا بعد أن يبرد الشريط المعدني المزدوج. وفي ما يأتي قياس أكثر القواطع الآلية (CB) شيوعًا:

(٥، ٦، ١٠، ١٦، ٢٠، ٢٥، ٣٢، ٥٠، ١٠٠) أمبير.

وفي واقع الأمر، ينبغي أن تتحمل المصهرات ما نسبته (١١٠٪) من قيمة تيارها المقنن باستمرار، ومن دون تغيير أي من خصائصها. كما يجب عليها - عند قطع التيار - أن تتحمل الارتفاع العابر في الفولطية المستعادة التي تظهر بين طرفي المصهر.

ج- قاطع التسرب الأرضي: يعمل هذا القاطع على فصل التيار الكهربائي عن الأحمال الكهربائية في حال حدوث أي تسريب للتيار الكهربائي، في الحالات الآتية:

١. تسريب التيار من عازل الأسلاك بسبب رداءة مادة العزل، أو الرطوبة.

٢. وجود خطأ في التوصيلات الكهربائية.

٣. حدوث صدمة كهربائية.

د - قاطع التيار الفرقي: يُطلق على هذا القاطع اسم التسرب الأرضي (Residual Current Circuit

Breaker: RCCB)، وهو يُستعمل لفصل الدارة في حال تسرب تيار صغير للأرضي؛ إذ لا تعمل المصهرات والقواطع الآلية إذا كانت شدة التيار قليلة. أمّا السبب الرئيس لاستخدامه



فهو الوقاية من الصدمة الكهربائية؛ لأن التيار المتسرب (30mA) يمكن أن يلحق ضرراً كبيراً بالإنسان عند ملامسته هياكل الأجهزة الكهربائية المعدنية المكهربة التي أصابها تلف عازل الكبلات. بمرور الزمن، وذلك بسريان تيار التسرب في الجسم وصولاً إلى نقطة التأريض، فإذا زاد تيار التسرب على حد معين تتوقف حركة عضلة القلب؛ مما يؤدي إلى الوفاة. ويبيّن الشكل (٢-١٧/أ) قاطع تيار فرقيًا أحادي الطور.

الشكل (٢-١٧/أ): قاطع تسرب أرضي أحادي الطور.

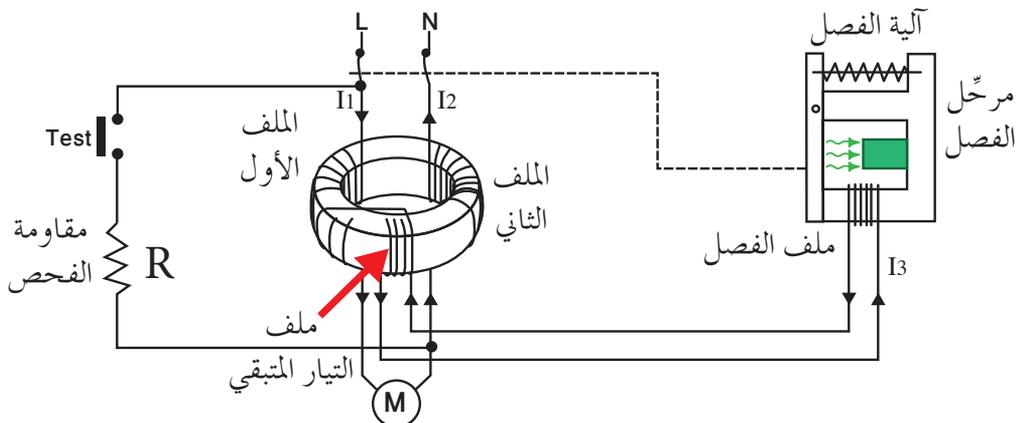
## التركيب ومبدأ العمل:

يُوضَّح الشكل (٢-١٧/ب) قاطع دارة تسرّب أرضي أحادي الطور من النوع المغناطيسي (٣٠ ملي أمبير) الذي يُثبَّت داخل لوحات التوزيع. يتكوّن هذا القاطع عادة من قلب مغناطيسي على شكل حلقة مثبت عليها ثلاثة ملفات؛ أولها يمرّ به تيار الطور ( $I_1$ )، وثانيها تيار الخطّ الحيادي ( $I_2$ ) الذي يحوي مجالاً مغناطيسيّاً مغايراً للملف الأول، وثالثها يوصل بملف الفصل الذي يُشغّل مرحلاً يعمل ميكانيكياً على فصل مصدر التغذية.

وفي الوضع الطبيعي، تُماثل قيمة التيار ( $I_1$ ) المارّ بموصل الطور قيمة التيار الراجع إلى الموصل المتعادل ( $I_2$ )، ومن ثمّ فإنّ كلّ موصل يُولّد مجالاً مغناطيسيّاً مساوياً للملف الأول بالمقدار ومعاكساً للملف الآخر بالاتجاه، فيلغي أحدهما الآخر، ولا يتولّد تيار داخل محوّل التيار، فيبقى المرحّل على ما هو عليه.

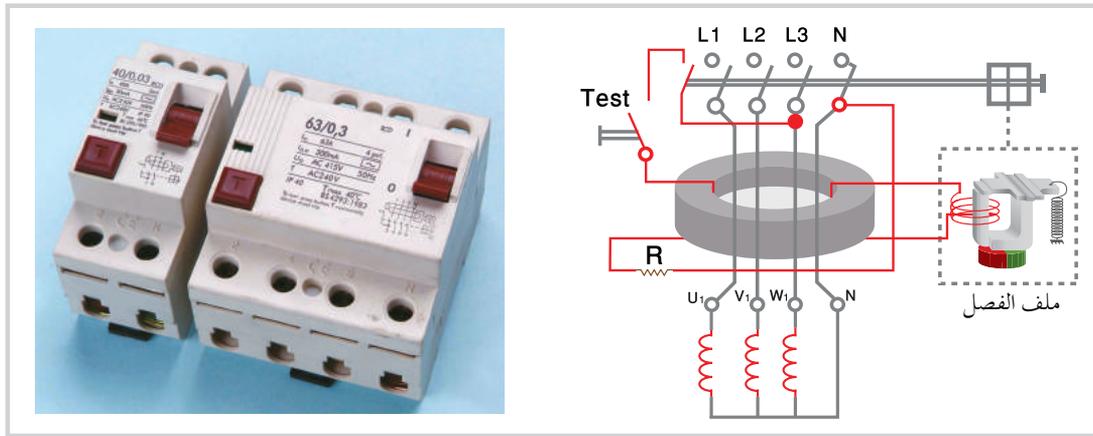
أمّا في حال حصول تسرّب للتيار نتيجة خطأ في عملية العزل فإنّ التيار الراجع إلى القاطع يصبح أقلّ من التيار الداخل فيه، ثمّ ينتج من الفرق في التيار مجال مغناطيسي داخل القلب، يؤدي إلى سريان تيار كهربائي ( $I_3$ ) عبر ملف الفصل، يعمل على تشغيل المرحّل، وفصل نقاط التلامس، ومن ثمّ قطع التيار الكهربائي عن الحمل. وحتى يحصل ذلك، يجب أن تكون قيمة الفرق في التيار أكبر من قيمة تيار التسرّب المقنّن للقاطع التي تساوي (٣٠ ملي أمبير).

من جانب آخر، تُستخدم دارة اختبار القاطع للتأكد من صلاحية القاطع. فعند الضغط على الضاغظ (Test) يمرّ تيار صغير من خطّ الطور إلى خطّ التعادل عبر مقاومة الفحص ( $R$ )؛ ممّا يُسبّب فرقاً في التيار، ومن ثمّ تُفصل نقاط التلامس بعضها عن بعض، ويتم اختيار مقاومة تسمح بمرور تيار أكبر من تيار التسرّب المقرّر بقليل. وبوجه عام، يُنصح بعمل فحص للقاطع مرّة كلّ شهر للتأكد من صلاحيته.



الشكل (٢-١٧/ب): دارة قاطع فرقي أحادي الطور.

أما قاطع التسرّب الثلاثي الطور فإنّه يعمل على فصل مصدر القدرة عن الدارة (المُخصّص لحمايةها بواسطة ملف الفصل) عند وجود فرق معين في التيار بين كلٍّ من الأطوار الثلاثة المغذية للحمل ( $U1, V1, W1$ ) والتيار الراجع من الخطّ المحايد (N)؛ وذلك بسبب حدوث تسرّب في التيار، أو وجود تماس مع الأرض، أو توافر مسار آخر للتيار لا يمرّ بقاطع الحماية. تُستخدم دارة اختبار القاطع للتأكد من صلاحية القاطع. فعند الضغط على الضاغط (Test) تيار صغير عبر المقاومة (R)، ممّا يسبّب مرور تيار بين الطور (L3) والخطّ المحايد (N) يعمل على تشغيل ملف الفصل الذي يتولّى فصل تلامسات المفتاح المغناطيسي ميكانيكيًا. وينصح بعمل فحص للقاطع مرّة كلّ شهر للتأكد من صلاحيته، انظر الشكل (٢-١٧/ج).



الشكل (٢-١٧/ج): دارة قاطع تيار متبقّ ثلاثي الطور.

## قضية للبحث

مُستعينًا بمصادر المعرفة المتوافرة، ابحث عن أنواع أخرى من القواطع الكهربائية؛ لتعرّف خصائصها، ومواصفاتها، وأشكالها، وأماكن استخدامها، ثم اكتب تقريرًا عنها، ثم اعرضه على زملائك في الصف.

### ٨- لوحة التوزيع الفرعية (المنزلية)

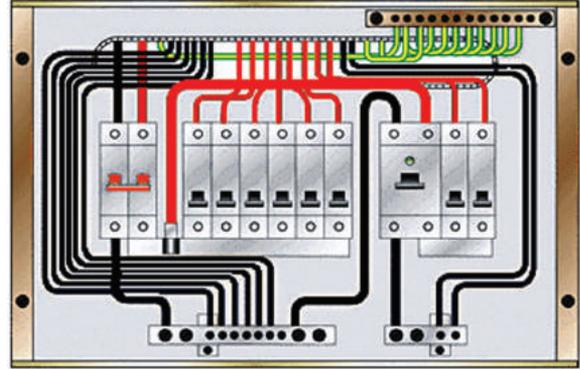
يُراعى في تصميم لوحة التوزيع الفرعية مناسبتها لكلٍّ من: الحمل الكهربائي، وعدد الدارات الفرعية، ويُفضّل أن تكون اللوحة مخفية في الحائط، وذات غطاء يسهّل فتحه عند الصيانة بحيث يتيح رؤية القاطع الذاتي من غير عناء.

تحتوي هذه اللوحة على القواطع التي تغذي دارات المنزل، وتفصل التيار عن المنزل أو توصله، وهي تتكوّن من صندوق بلاستيكي مقوّى أو صندوق حديدي خفيف، وتمتاز بأشكال وحجوم مختلفة، وتُركّب على الجدار، ويتراوح ارتفاع حافتها السفلية عن مستوى البلاط بين (١٧٠) و (١٨٠) سم،

انظر الشكل (٢-١٨/أ) الذي يُمثل مخطط توصيل لوحة توزيع تحتوي على (٨) قواطع فرعية، وقاطع تسرّب، وقاطع رئيس، والشكل (٢-١٨/ب) الذي يُمثل لوحة توزيع فرعية مكوّنة من قاطع رئيس، وقاطع تسرّب، و (١٢) قاطعًا فرعيًا، علمًا بأنّ قياس القواطع الشائعة الاستخدام هو: (٥، ١٠، ١٦، ٢٠، ٢٥، ٣٠) أمبير، وقياس القاطع الرئيس هو (٣٢) و (٤٠) أمبير، كما توجد لوحات صغيرة تتراوح سعة الواحدة منها بين (٨) قواطع و (١٢) قاطعًا، وأخرى كبيرة سعة كلٍّ منها (١٦) قاطعًا فأكثر.



الشكل (٢-١٨/ب): لوحة توزيع أحادية الطور.



الشكل (٢-١٨/أ): مخطط توصيل لوحة توزيع تحتوي على (٨) قواطع.

## ٩- مصابيح الإنارة

توجد أنواع عدّة من المصابيح المستخدمة في دارات الإنارة الاصطناعية الخاصة بالتمديدات الكهربائية، ومن أبرز هذه الأنواع:

أ - المصابيح المُتوهّجة: ينبعث الضوء من هذه المصابيح نتيجة مرور تيار كهربائي بفتيلة المصباح؛ إذ يُسخنّها إلى درجة عالية، فتتوهّج وتُشعّ طاقة ضوئية. يُؤخَذ على هذه المصابيح انخفاض نسبة الإضاءة التي تُوفّرها؛ إذ إنّ (٧٪) فقط من الطاقة التي تستهلكها تتحوّل إلى أشعة ضوئية، في حين يتحوّل الباقي إلى حرارة تُشعّها المصابيح في الحيز المحيط بها. من جانب آخر، يتأثر المصباح المُتوهّج كثيرًا بقيمة الفولطية على أطرافه، فإذا زادت الفولطية فإنّ الدفع المنير (الضوء المنبعث من مصدر الضوء الذي يستقبله سطح ما، ووحدة قياسه لومن) يزيد؛ ممّا ينعكس سلبيًا على مدّة عمل المصباح. أمّا إذا قلت الفولطية فإنّ الدفع المنير للمصباح يقل؛ ما يزيد الزمن (العمر) التشغيلي للمصباح. وفي ما يأتي بيان لأنواع المصابيح المُتوهّجة:

١. المصابيح التقليدية ذات الفتائل، أو مصابيح الاستخدام العام (General Service Lamps: GSL): وهي أكثر أنواع المصابيح المُتوهَّجة استخدامًا لأغراض الإنارة الداخلية في المنازل، والمؤسسات، والمحالّ التجارية وغيرها، وتتراوح قدرة هذه المصابيح بين (١٥-٥٠) واط، و (١٥-٢٥٠) واط في حال الاستخدام العام، انظر الشكل (٢-١٩/أ)، وفي ما يأتي بيان لبعض أنواع هذه المصابيح:

أ. مصابيح الزجاج الشفّاف (Clear glass lamps): وفيها يكون زجاج البصيلة شفّافًا واضحًا، وتُشعّ هذه المصابيح ضوءًا صافياً ساطعًا، ويمتص غلافها أقلّ كمية من الضوء. ولكن، نتيجة لشدّة وهج الضوء المنبعث منها؛ فإنّه يلزم وضع حاجز من الجهة المباشرة للفتيلة. جدير بالذكر أنّ هذا النوع من المصابيح يناسب الأماكن التي تحتاج إلى إضاءة ساطعة قوية.



الشكل (٢-١٩/أ): بعض أشكال المصابيح المُتوهَّجة ذات الفتائل.

ب. مصابيح الزجاج المصنفر من الداخل (Inside Frosted glass lamps): وفيها يكون زجاج البصيلة مطليًا من الداخل بمادة مصنفرة، تُكسب الزجاج شكلًا يُقلّل من الوهج، وتمنح دفقًا منيرًا تزيد نسبته بنحو (٣٥٪) على الدفق المنير لمثيلاتها من مصابيح الزجاج الشفّاف.



الشكل (٢-١٩/ب): مصباح زجاج مصنفر من الداخل.

يكون الوجه الداخلي لهذا النوع من المصابيح مصنفرًا بطريقة الحفر الحامضي (Acid Etching)، ممّا يؤدي إلى حجب الفتيلة الناصعة، والتخفيف من حدّة الظلال، ويسمح الغلاف بانتشار ضوء ساطع قوي؛ ما يُفسّر تفضيل استخدام هذه المصابيح على مصابيح الزجاج الشفّاف. ويُبيّن الشكل (٢-١٩/ب) أحد أشكال هذه المصابيح.

ج. المصابيح المُغلّفة بالسيليكا البيضاء (White Silica Coating lamps): يُعرّف



الشكل (٢-١٩/ج): مصباح مُغلّف  
بالسيليكا البيضاء.

هذا النوع من المصابيح بالمصباح الفضي (Silver Lamp). وفيه يُطلّى الوجه الداخلي لزجاج المصباح بالسيليكا، ويكون الضوء الناتج منه أكثر انتشاراً، ويمتص غلافه نحو (٦٠٪) من الضوء. لذا، يُفضّل استخدام هذه المصابيح على مصابيح الزجاج الشفاف، انظر الشكل (٢-١٩/ج).

د. المصابيح الملونة (Colored Lamps): تُستعمل المصابيح الملونة للزينة، وإضاءة واجهات العرض في المتاجر. ويُبيّن الشكل (٢-١٩/د) أشكالاً عدّة من هذه المصابيح.



الشكل (٢-١٩/د): بعض أشكال المصابيح الملونة.

هـ. المصابيح العاكسة (Reflector Lamps): يُجهّز المصباح العاكس بمرآة داخلية

تعمل على زيادة كفاءته في أثناء الاستخدام.

يوجد نوعان من هذه المصابيح، هما: مصباح البصيلة المنتفخة، ومصباح الزجاج المضغوط، ويكون الدفع المنير المنبعث منهما مُركّزاً باتجاه معين؛ وهذا يتطلب طلاء زجاج البصيلة الداخلي بطبقة معدنية رفيعة تُشكّل مرآة. لذا، فإنّ جزء

المصباح الداخلي لا يتأثر بالرطوبة، وهو غير معرّض للتلف. تتميز هذه المصابيح بانخفاض تكاليف صيانتها مقارنة بالأنواع الأخرى من المصابيح العاكسة، وبفاعليتها وكفاءتها في أثناء العمل، وتتراوح قدرتها بين (٢٥) و (١٠٠) واط، انظر الشكل (٢-١٩/هـ) الذي يُبين بعض أشكال المصابيح العاكسة.



الشكل (٢-١٩/هـ): بعض أشكال المصابيح العاكسة.

٢. المصابيح الهالوجينية (الكوارتزية): هي مصابيح مُتوهّجة بصيالاتها مصنوعة من الكوارتز، وتوجد بأشكال مختلفة، منها: البصلي، والأنبوبي، والعاكس، وتعمل بفولطيات مختلفة (١٢، ٢٤، ٢٢٠) فولط. تُستعمل المصابيح الهالوجينية للإضاءة النقطية، أو الخافتة، أو الإنارة العامة، وهي تُعبأ بغاز من عائلة الهالوجينات.

تختلف هذه المصابيح عن المصابيح المُتوهّجة من حيث: الحجم، والتركيب، والعمل، إلا أنها تتميز عنها بثبات الدفق المنير في أثناء التشغيل، وبإنارة ساطعة تتراوح بين (٢٥) و (٣٣) لومن/ واط؛ أيّ بزيادة نسبتها (٥٠٪) عمّا هو في المصابيح المُتوهّجة ذات الفتائل، كما يمكنها العمل مدّة تصل (٢٠٠٠) ساعة؛ أي ضعف مدّة العمل المتوقعة للمصابيح المُتوهّجة ذات الفتائل. أمّا أبرز عيوبها فتتمثل في ارتفاع أسعارها، ووجود تعقيدات تكنولوجية في أثناء تصنيعها.

توجد هذه المصابيح بأشكال عدّة، أبرزها: المصابيح المستطيلة الشكل التي تتميز

بوجود طرف توصيل عند كل نهاية، وهي تُقسَم قسمين:

- أ. مصابيح تتراوح قدرتها بين (٦٠) و (٥٠٠) واط، ويمكن أن تُضاء في أي وضع.
- ب. مصابيح تتراوح قدرتها بين (٥٠٠) و (٢٠٠٠) واط، وتُضاء في الوضع الأفقي فقط.
- يوجد نوع آخر من المصابيح يُدعى مصباح التنجستين - هالوجين، وهو يعمل إما بفولطية منخفضة (١٢)، أو (٢٤) فولط، وتتراوح قدرته بين (٥) و (١٥٠) واط، وإما بفولطية مرتفعة (٢٢٠) فولط، وتتراوح قدرته بين (٤٠) و (٢٥٠) واط، وهو يحوي بصيالات مماثلة لبصيالات المصابيح المُتوهجة العادية، وقد تصل قدرة مصباح الهالوجين هذا إلى (٥) كيلو واط.
- تُستخدم هذه المصابيح جميعها في العديد من التطبيقات التي تحتاج إلى إضاءة ساطعة ودقة عالية في نقل الألوان؛ لذا، يكثر استخدامها في الإنارة الخارجية، وإنارة المسارح، وإنارة الملاعب (Flood lighting)، والإنارة الموضعية (Spot lighting) للمعروضات وواجهات العرض في المتاجر، والإنارة الداخلية للأفران. ويُبين الشكل (٢-٢٠) أشكالاً عدّة من المصابيح الهالوجينية.



الشكل (٢-٢٠): بعض أشكال المصابيح الهالوجينية.

ب- مصابيح التفريغ: ينبعث الضوء من مصباح التفريغ نتيجة تهيج ذرات الغاز التي تملأ الفراغ بين قطبي المصباح، ويعتمد المبدأ الرئيس لعمل هذه المصابيح على حصول تفريغ كهربائي في الغازات الخاملة، أو بخار المعادن، أو خليط بينهما، يُفضي إلى انتشار إشعاعات بصرية تقع ضمن أطوال الموجات المرئية.

تُقسَم هذه المصابيح إلى ما يأتي:

١. مصابيح الزئبق المنخفضة الضغط: وفيها تُطلى أنبوبة التفريغ من الداخل بطبقة فسفورية، تعمل على تحويل الأشعة المنبعثة إلى أشعة مرئية. وعند مرور تيار في المصباح تتأين

ذرات الزئبق، وتكون طاقة الإلكترون في أثناء هذه العملية أقل من طاقة التأين اللازمة لذرات الزئبق، وهي طاقة تكفي لتهييج الذرة مدة قصيرة لتعود بعدها إلى حالتها الطبيعية. ونتيجة لعودة الذرة

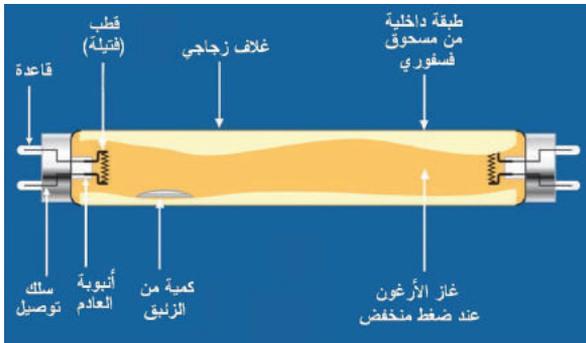


الشكل (٢-٢١): بعض أشكال مصابيح الزئبق المنخفضة الضغط.

إلى حالتها الطبيعية، ينبعث شعاع فوق بنفسجي لذرة الزئبق، يصل سطح المصباح الداخلي المطل بمادة فلورية، فيهيّجه، ثم يُحوّله إلى شعاع مرئي، انظر الشكل (٢-٢١).

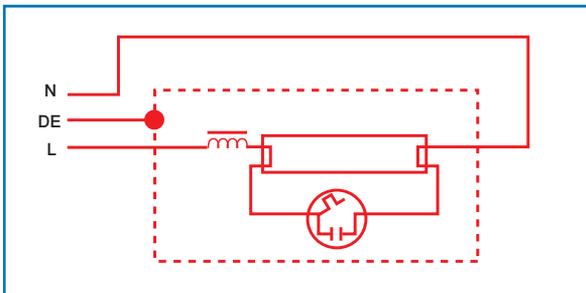
٢. المصابيح الفلورية (Fluorescent Lamp): يتكوّن المصباح الفلوري من أنبوب زجاجي

يحتوي على غازي الزئبق والأرغون المنخفضي الضغط. وعند مرور تيار كهربائي بالأنبوب، تنبعث أشعة فوق بنفسجية من الزئبق المُتبخّر (لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة) بصورة



الشكل (٢-٢٢ أ): أجزاء المصباح الفلوري.

ضوء. لذا، يُغطّى سطح الأنبوب الداخلي بطبقة فسفورية، تعمل على تحويل الأشعة فوق البنفسجية إلى أشعة مرئية بصورة ضوء، انظر الشكل (٢-٢٢ أ) الذي يُبيّن أجزاء المصباح الفلوري.



الشكل (٢-٢٢ ب): دائرة المصباح الفلوري الكهربائية.

تُعدّ المصابيح الفلورية الساخنة المهبط أكثر أنواع هذه المصابيح شيوعاً، ويُبيّن الشكل (٢-٢٢ ب) الدارة الكهربائية اللازمة لتشغيل المصباح الفلوري ذي المهبط الساخن.

تحتوي هذه الدارة على المراكس (الملف الحثاني: Reacto) اللازم لبدء التشغيل ومواصلته؛ إذ يعمل على تحسين عملية بدء إنارة المصباح، وتقليل التيار الكهربائي، وجعل عملية الإنارة متزنة. أما بادئ التشغيل (Startor) فيكون مغلقاً في حال عدم سريان التيار الكهربائي؛ أي عندما تكون الدارة الكهربائية مفتوحة. وعند إغلاق الدارة باستعمال المفتاح (Switch)، فإن التيار الكهربائي لا يسري في المصباح؛ لأن دارته تكون مقصورة عن طريق البادئ، ويكون الغاز داخل المصباح عازلاً وغير موصل للتيار الكهربائي. وبذلك يسري تيار كهربائي في الفتيلتين مُسخِّناً إياهما حتى درجة حرارة عالية، ويتبخَّر الزئبق في هذه الأثناء. وبعد ثوانٍ، يفتح البادئ الذي يحفز المراكس إلى إنتاج فولتية عالية بين الأقطاب، ويحدث تفريغ (قوس كهربائي) خلال الغاز الخامل (الأرغون غالباً)، ممَّا يجعله موصلاً للتيار الكهربائي. جدير بالذكر أنَّ استخدام غاز الأرغون يُسهِّل عملية التشغيل، كما يساعد وجود بخار الزئبق على إنتاج كمية كبيرة من الأشعة فوق البنفسجية التي تُؤثِّر في مادة الفسفور، مُسبِّبة توهَّجها، وانبعاث ضوء مرئي منها.

يُستخدَم في هذه الدارة مواسع يوصل على التوازي بالمصدر الكهربائي؛ لتخليص أجهزة البث والإرسال من التشويش الناجم عن المصباح الفلوري.

من جانب آخر، تتراوح قدرة المصابيح الفلورية بين (١٥) و (٨٠) واط، في حين تتراوح قدرة المصابيح الفلورية الموضعية بين (٤) و (٣٢) واط.

تمتاز المصابيح الفلورية عن المصابيح المُتوهَّجة بفاعلية إنارتها، وعملها مدَّة طويلة، وظيفتها الخطِّي الواقع ضمن منطقة الطيف فوق البنفسجي. أمَّا أبرز عيوبها فتتمثَّل في ارتفاع فولطيتها مقارنة بفولتية الشبكة التي يوصل بها المصباح، فضلاً عن تأثرها بالظروف الجوية المحيطة.

## قضية للبحث

مُستعيناً بمصادر المعرفة المتوافرة، ابحث عن المصابيح الفلورية الباردة المهبط، ثم اكتب تقريراً عنها، ثم اعرضه على زملائك في الصف.



الشكل (٢-٢٣): بعض أشكال  
المصابيح الفلورية المدججة.

٣. المصابيح الفلورية المدججة (مصابيح توفير الطاقة):  
يُوفّر استخدام هذه المصابيح ما نسبته (٨٠٪) من الطاقة مقارنة بالمصابيح المُتوهّجة التقليدية، علمًا بأنّ عمرها الافتراضي يتراوح بين (٦٠٠٠) و(١٠٠٠٠) ساعة؛ أي يزيد على نظيراتها التقليدية عشر مرّات. ومع أنّ استعمال مثل هذه المصابيح في المنازل آمن، إلّا أنّه يجب التخلص منها بحذر، وعدم إلقائها في الأماكن العامة أو تعريضها للكسر؛ نظرًا إلى احتوائها على غاز الزئبق.

تمتاز مصابيح توفير الطاقة بصوتها الخافت، وإنارتها المتواصلة، وعدم تأثيرها في أجهزة الاتصالات والأجهزة المركزية، انظر الشكل (٢-٢٣) الذي يُبيّن بعضًا من هذه المصابيح.



الشكل (٢-٢٤): مصباحا صوديوم  
ذوا ضغط منخفض.

٤. مصابيح التفريغ ذات الكثافة العالية: توجد

أنواع عدّة من هذه المصابيح، أبرزها:

أ. مصابيح الصوديوم المنخفضة الضغط: يتألّف

هذا النوع من المصابيح من أنبوبين زجاجيين

أحدهما داخل الآخر. ويحتوي الأنبوب

الداخلي على صوديوم صلب، ومزيج

من غازي النيون والأرغون. وعند تشغيل

المصباح، فإنّه يُشعّ ضوءًا برتقاليًا مائلًا إلى

الحمرة بحسب خصائص غاز النيون. ولكن،

كلّما سخن الصوديوم تبخّر، وأصبح لونه

أصفر. ويُمثّل الشكل (٢-٢٤) مصباحي

صوديوم منخفضي الضغط.



ب. مصابيح الصوديوم ذات الضغط المرتفع:  
يُعدّ مصباح الصوديوم ذو الضغط المرتفع أحدث أنواع المصابيح التي تُوفّر فاعلية إنارة تفوق بمرتين تلك التي تُوفّرها مصابيح الزئبق، ويُبيّن الشكل (٢-٢٥) بعض أشكال هذه المصابيح.

الشكل (٢-٢٥): بعض أشكال مصابيح الصوديوم ذات الضغط المرتفع.

تتراوح قدرة هذه المصابيح بين (٣٥) و(١٨٠) واط، ويُستخدَم الصوديوم في صنعها؛ نظرًا إلى أنه يُشعّ ضوءًا أكثر مما يُشعّه الزئبق، علمًا بأنّ بصيالاتها تُصنَع من مادة لا تتفاعل مع الصوديوم في حال تعرّضها لضغط مرتفع. جدير بالذكر أنّ مصابيح الصوديوم تُوفّر دفقًا منيرًا تزيد نسبته بنحو (٢٥٪) على ما تُوفّره مصابيح الزئبق.

ج. مصابيح الزئبق ذات الضغط المرتفع: يكون الزئبق في هذا النوع من المصابيح سائلًا في



الشكل (٢-٢٦): بعض أشكال مصابيح الزئبق المرتفعة الضغط.

درجات الحرارة العادية، حيث يمكن رؤية قطرات الزئبق داخل الأنبوب. من جانب آخر، تضاف كمية صغيرة من غاز الأرجون إلى الأنبوب؛ لتسهيل عملية الاشتعال (بدء التفريغ)، وإطالة العمر التشغيلي للأقطاب.

تمتاز مصابيح الزئبق هذه بطول عمرها التشغيلي؛ لذا، فهي تُستخدَم في إنارة الشوارع، والطرق، والمساحات الكبيرة، ومدرجات المطارات، وتتراوح قدرتها بين (٨٠) و(١٠٠٠) واط، انظر الشكل (٢-٢٦).

مُستعينًا بالمواقع الإلكترونية على شبكة الإنترنت، ابحث عن صور لأنواع مختلفة من المصابيح، ثم نَظِّمها في ألبوم، ثم اعرضها على زملائك.

د . مصابيح الهاليد المعدني (Metal Halide Lamps): تُماثلُ مكوّنات هذه المصابيح مصابيح الزئبق المرتفعة الضغط، إلا أنها تتميز عنها بإضافة قليل من اليود (الهاليد المعدني) إلى بخار الزئبق؛ بغية تحسين خصيصة اللون، وتوفير إنارة فاعلة. تُستخدم هذه المصابيح في إنارة الشوارع، والملاعب، والمطارات، ومن أنواعها: المصابيح الأنبوبية الصغيرة، والمصابيح الأنبوبية ذات النهايتين. تتميز هذه المصابيح بكفاءة عالية، وعمر تشغيلي طويل، وقدرة عالية على تمييز الألوان، وحجم صغير مقارنة بالمصابيح الفلورية. أما أبرز عيوبها فتتمثل في أنها تستغرق وقتًا طويلاً عند بدء التشغيل وإعادة، فضلاً عن سعرها المرتفع. تتراوح قدرة هذه المصابيح بين (١٧٥) و (١٥٠٠) واط، ويُبيّن الشكل (٢-٢٧) أشكالاً مختلفة منها.



الشكل (٢-٢٧): بعض أشكال مصابيح الهاليد المعدني.

هـ. مصابيح الضوء المخلوط (Mixed -Light Tungsten Lamps): تحوي هذه المصابيح بخار زئبق مرتفع الضغط، وفتيلة من سلك ملفوف من التنجستين تحيط بأنبوبة التفريغ الداخلية، وتكون موصولة بها على التوالي، ويؤدي توهج الفتيلة عند إضاءة المصباح إلى ارتفاع كبير في مقاومتها، مما يحد من قيمة التيار المار بأنبوبة التفريغ.



جدير بالذكر أنّ هذا النوع من المصابيح لا يحتاج إلى كابح تيار خاص؛ إذ يمكن وصله بالمنبع مباشرة، انظر الشكل (٢-٢٨).

الشكل (٢-٢٨): مصباح الضوء المخلوط.

٥. مصابيح النيون: تتكوّن هذه المصابيح من أنابيب مملوءة بالغاز، تتوهج عندما تحدث عملية تفريغ كهربائية داخلها.

تُصنَع مصابيح النيون من أنابيب زجاجية تُفَرَّغ من الهواء، ثم تُملأ بغاز النيون، وتُغلق بإحكام، ويُثبَّت كلّ قطب من قطبي الأنبوب جيّداً. وحين يُسلط على قطبيها فولتية (١٥٠٠٠) فولت يحدث تفريغ كهربائي، ويتوهج الأنبوب بوهج برتقالي محمّر، ويُشكّل النيون حزمة مضيئة بين هذين القطبين، علماً بأنّه يمكن إيجاد ضوء بألوان أخرى عن طريق مزج غاز النيون بغازات أخرى، أو استخدام أنابيب ملونة،



أو الجمع بين هاتين الطريقتين. فعلى سبيل المثال، فإنّ إضافة بضع قطرات من الزئبق تجعل الضوء أزرق لامعاً.

جدير بالذكر أنّ هذه المصابيح تُستخدم في العديد من منارات الطائرات؛ لأنّ الضوء الصادر عنها يخترق الضباب، ويمكن رؤيته من مسافات بعيدة، انظر الشكل (٢-٢٩).

الشكل (٢-٢٩): بعض أشكال مصابيح النيون.

٦. مصابيح الطاقة الشمسية (Solar Reflection Lampe): يُستخدم هذا النوع من المصابيح في إنارة الشوارع والحدائق، ويُبين الشكل (٢-٣٠) أشكالاً مختلفة من هذه المصابيح.



الشكل (٢-٣٠): بعض أشكال مصابيح الطاقة الشمسية.

٧. مصابيح الثنائيات الباعثة للضوء (Light-emitting Diode :LED): تُستخدم هذه المصابيح في إنارة المحالّ التجارية، والمصارف، والمستشفيات، والفنادق، والمطاعم، والشوارع، والساحات، وغيرها من الأماكن التي يلزم إضاءتها مدّة طويلة.

تُرَكَّب مصابيح الثنائيات داخل المنزل قريباً من السقف، وهي تتميز بإنارة ساطعة، واستهلاك منخفض للطاقة الكهربائية، والعمل ساعات طويلة، وسهولة التحكم فيها، وعدم حاجتها إلى الصيانة، وتحمل الاهتزازات والصدمات الميكانيكية مقارنة بوسائل الإنارة المعروفة، كما أنّها تُعدّ من المصابيح الصديقة للبيئة.



تمتاز هذه المصابيح عن مصابيح توفير الطاقة بأنّها أكثر سطوعاً ونشرًا للضوء، انظر الشكل (٢-٣١)، وتتراوح قدرتها بين (١) و (١٠٠) واط، وتتراوح عمرها التشغيلي بين (٥٠٠٠) و (١١٠٠٠) ساعة.

الشكل (٢-٣١): بعض أشكال مصابيح الثنائيات الباعثة للضوء.

ج - حوامل المصابيح (السووك): تُعدّ تمديدات الإنارة في المباني العامة جزءاً من الأعمال الكهربائية، ويتم اختيار المصابيح وملحقاتها في المباني السكنية عادة حسب رغبة المالكين، وذلك بعد إقامتهم فيها غالباً.

توجد ثلاثة أنواع رئيسة من حوامل المصابيح، هي:

١. حامل المصباح اللولبي (السنبي) أو المسماري: يكون حامل المصباح هذا محمياً من التلامس المباشر؛ منعاً للصدمة الكهربائية، ويُصمّم على نحو يمنع بروز الأجزاء المعدنية الداخلية أو أطراف المصباح. يُصنّع هذا الحامل من البكلايت، أو البورسلان، وقد يُطلّى بألوان تناسب التصميم (الديكور)، مثل: اللون الفضي، أو الذهبي، انظر الشكل (٢-٣٢).



الشكل (٢-٣٢): بعض أشكال حوامل المصابيح اللولبية.

٢. حامل المصباح الفلوري: تتوفر أشكال عدّة من حوامل المصابيح الفلورية، ويُبيّن الشكل (٢-٣٣) بعضاً منها.



الشكل (٢-٣٣): بعض أشكال حوامل المصابيح الفلورية.

٣. حوامل وحدات الإنارة النقطية: (الظاهرة، والغطاسة): يُصنَع حامل المصباح في هذه الوحدات من المعدن المدهون بالفرن الحراري، ويُطلى باللون الذهبي، أو الفضي، أو أيّ لون آخر يناسب التصميم، انظر الشكل (٢-٣٤).



الشكل (٢-٣٤): بعض أشكال حوامل وحدات الإنارة النقطية.

د - تصنيف وحدات الإنارة: تُصنّف وحدات الإنارة داخل المباني تبعاً لطرائق تثبيتها؛ إذ إنّها تُركّب إمّا ظاهرة كلّها خارج الأسقف والجدران، وإمّا غاطسة داخل الجدران أو الأسقف المستعارة بحيث يكون ناشر الضوء (Diffuser) أو شبكة توجيه الإضاءة (Louver) للوحدة بمحاذاة سطح الحائط أو السقف المستعار. تُصنّف وحدات الإنارة إلى الآتي:

١. وحدات الإنارة الظاهرة: تمتاز هذه الوحدات بشكل خارجي مربع، أو مستطيل، أو مستدير كروي، أو أيّ شكل هندسي آخر يناسب تصميم المكان. ويُراعى عند تركيبها



أن تكون ظاهرة كلّها؛ إمّا بالتثبيت المباشر على الجدران أو في الأسقف، وإمّا بتعليقها في الأسقف بوساطة أنبوب معدني، أو أسلاك، أو سلاسل معدنية، انظر الشكل (٢-٣٥) الذي يُبيّن بعض أشكال وحدات الإنارة الظاهرة الخاصة بالمصابيح المُتوهّجة.

الشكل (٢-٣٥): بعض أشكال وحدات الإنارة الظاهرة للمصابيح المُتوهّجة.

وفي ما يأتي أبرز أنواع وحدات الإنارة الظاهرة للمصابيح المُتوهّجة أو الفلورية المُدمجة:  
أ. وحدات الإنارة المغطاة الخاصة بالمصابيح المُتوهّجة أو الفلورية المُدمجة: وفيها  
يُثبت حامل المصباح والعاكس (وقد تكون من غير عاكس) بالقاعدة، كما يُثبت  
فيها ناشر الضوء إمّا بالربط، وإمّا بأيّ وسيلة أخرى.

يُصنع الناشر عادة من زجاج (الأوبال)، أو الزجاج المنشوري (البريزماتيك)  
الشفّاف، أو الحراري، أو (الأكليريك)، أو (البولي كربونيت)، وقد يكون ذا  
لون أبيض شفّاف أو باهت (Frosted). أمّا شكل وحدات الإنارة هذه فقد  
يكون كروياً، أو نصف كروي، أو مربعاً، أو مستطيلاً، أو أيّ شكل هندسي آخر  
يناسب تصميم المكان، انظر الشكل (٢-٣٦).



الشكل (٢-٣٦): بعض أشكال وحدات الإنارة المغطاة الخاصة  
بالمصابيح المُتوهّجة أو الفلورية المُدمجة.

- ب. وحدات إنارة المصابيح الفلورية: تُثبَّت هذه الوحدات على الجدران، أو في الأسقف على نحوٍ ظاهر، ويُراعى عند تركيبها ما يأتي:
- احتواء جسم الوحدة على قاعدة من (الصاج) مستطيلة، أو مربعة، أو مستديرة، فضلاً عن الملحقات الخاصة بالتحكم (إن وُجدت).
  - توافر ثقب في جسم الوحدة؛ لتسهيل تثبيتها في السقف، أو على الجدار بالبراغي، أو لتعليقها من السقف، علماً بأن الجسم يُستخدم أيضاً مجرى للتوصيلات.
  - طلاء الجسم بدهان مانع للصدأ، ثم بدهان حراري، أو بودرة (الإلكتروليتات) من الداخل فقط؛ على أن يعكس هذا الطلاء الضوء بنسبة لا تقل عن (٨٥٪).
  - تركيب عاكس من الألومنيوم اللامع على شكل حرف (V) على طول الوحدة؛ شرط أن يُثبَّت جيداً، ويسهل فكّه عند معاينة الملحقات الخاصة بالتحكم، من غير استعمال أيّ أدوات باستثناء المفك.
  - توخي الدقة عند تركيب شبكة توجيه الضوء، وذلك باستعمال حوامل داخلية غير مرئية من الخارج، وعلى نحوٍ يتيح فصل الشبكة من غير استعمال أيّ أدوات خاصة.
  - تزويد الوحدة بناشر ضوء من البلاستيك (Plastic Diffuser)؛ على ألا يقل سمكه عن (٢) مم، ويكون مقاوماً للحرارة، وذا قدرة عالية على السماح بنفاذ الضوء. يتكوّن هذا الناشر عادة من قطعة واحدة مصنوعة من زجاج (الأوبال) الشفاف أو الملون، ويكون سطحه أملس أو منشورياً (بريزماتيك).
  - تثبيت الناشر تثبيتاً محكماً بقاعدة الوحدة؛ لمنع تسرب الضوء، مع سهولة فصل الناشر عن القاعدة من غير استعمال أدوات خاصة بذلك.
  - تأريض جميع الأجزاء المعدنية غير الحاملة للتيار.
  - تصميم الوحدة الخاصة بشبكة توجيه الضوء على نحو تقل فيه درجة الحماية عن (IP 20)، و (IP 40) للوحدة المزودة بناشر بلاستيكي، انظر الشكل (٢-٣٧) الذي يُبيّن نماذج لبعض وحدات إنارة المصابيح الفلورية التي تُركب (ظاهرة) في السقف.



الشكل (٣٧-٢): بعض وحدات إنارة المصابيح الفلورية الظاهرة.

ج. وحدات الإنارة المركزة (النقطية) (Spot Lights): تُثبَّت هذه الوحدات على

الجدران، أو في الأسقف على نحوٍ ظاهر، ويُراعى عند تركيبها ما يأتي:

- صنع العاكس من الألومنيوم المؤنن (Anodized Aluminum) المصقول جيداً، أو الصُّلب اللامع الذي لا يصدأ (Stainless Steel).
- تصميم الوحدة بشكل دائري أو مربع مزوّد بحامل للمصباح.
- تصميم الوحدة بحيث تكون ثابتة الاتجاه، أو من النوع المتأرجح (Swiveling) الذي يدور حول المحور؛ لضبط اتجاه الضوء حسب الحاجة.
- تصميم الوحدة بحيث تكون مكشوفة، أو مزوّدة بغطاء ذي حشوة (Gasket)؛ لتوفير درجة الحماية المطلوبة عند تركيبها في الأماكن الرطبة. انظر الشكل (٣٨-٢) الذي يُبيِّن أشكالاً مختلفة من وحدات الإنارة المركزة.



الشكل (٣٨-٢): بعض أشكال وحدات الإنارة المركزة.

٢. وحدات الإنارة الغاطسة: وهي تشمل وحدات الإنارة الفلورية، ووحدات الإنارة المركّزة (النقطية) التي تُركّب في الأسقف المستعارة، ووحدات إنارة درجات السلم، ووحدات الإنارة تحت الماء في أحواض السباحة، علماً بأنّ هذه الوحدات تُماثل وحدات الإنارة التي تُركّب ظاهرة، انظر الشكل (٣٩-٢).

تُقسّم وحدات الإنارة الغاطسة قسمين، هما:

أ. وحدات الإنارة المركّزة (النقطية Spot lights): تُركّب وحدات الإنارة هذه داخل السقف المستعار، أو السقف الخرساني، أو في الجدار، وتُصنّع قاعدتها من (البوليكربونيت)، أو (الصاج) المدهون حراريّاً، في حين يُصنّع العاكس من الألومنيوم (Anodized Aluminum) المصقول جيّداً، أو الصُّلب اللامع الذي لا يصدأ (Stainless Steel)، انظر الشكل (٣٩-٢).



الشكل (٣٩-٢): بعض أشكال وحدات الإنارة الغاطسة المركّزة (النقطية).



ب. وحدات الإنارة الغاطسة الفلورية:  
تتوافر أشكال عدّة من وحدات  
الإنارة الغاطسة الفلورية، ويبيّن  
الشكل (٤٠-٢) أحد هذه  
الأشكال.

الشكل (٤٠-٢): وحدة إنارة غاطسة فلورية.

٣. مصابيح الكشافات الكهربائية: يُبيّن الشكل (٤١-٢) أشكالاً مختلفة من هذه المصابيح.



الشكل (٤١-٢): بعض أشكال مصابيح الكشافات الكهربائية.

## طرائق تنفيذ التمديدات الكهربائية المنزلية

توجد طرائق عدّة لتنفيذ التمديدات الكهربائية المنزلية؛ أبرزها التمديد عن طريق الأرضيات، أو الجدران، أو الأسقف. وفي ما يأتي بيان لذلك:

## ١- التمديد عن طريق الأسقف

تمتاز هذه الطريقة بما يأتي:

- أ - استخدام عدد محدود من علب السحب والتوصيل.
- ب- سهولة تنفيذ عمليات التغذية وسحب الأسلاك.
- ج- تقليل عملية الحفر في الجدران.
- د - استخدام كميات محدودة من الأسلاك والأنابيب، انظر الشكل (٢-٤٢).



الشكل (٢-٤٢): التمديدات الكهربائية عن طريق السقف.

## ٢- التمديد عن طريق الجدران

من عيوب هذه الطريقة:

- أ - حفر جوانب كثيرة من الجدران.
- ب- الحاجة إلى عدد كبير من العلب.
- ج- صعوبة التنفيذ؛ نظرًا إلى وجود العديد من الأبواب والنوافذ.
- د - استهلاك كميات كبيرة من الأنابيب، انظر الشكل (٢-٤٣).



الشكل (٢-٤٣): التمديدات الكهربائية عن طريق الجدار.

## ٣- التمديد عن طريق الأرضيات

تمتاز هذه الطريقة بالآتي:

- أ- الاقتصاد في استهلاك الأنابيب والأسلاك.
  - ب- سهولة التمديدات.
- أمّا أبرز عيوبها فتتمثل في احتمال تسرب المياه من الأنابيب الخاصة بالتمديدات الصحية؛ مما يؤثر سلبًا في تمديدات أنابيب الكهرباء، انظر الشكل (٢-٤٤).



الشكل (٢-٤٤): التمديدات الكهربائية عن طريق الأرض.

## زيارة ميدانية

زُر أنت وطلبة صفك، بإشراف المعلم، أحد المشروعات القائمة (قيد الإنشاء)؛ لتتعرف المخططات التنفيذية للتمديدات الكهربائية المنزلية، ثم تتبّع خطوات التنفيذ، مُلتقطًا صورًا لكل مرحلة من مراحل التنفيذ.

## المهام التي يقوم بها الكهربائي قبل بدء أعمال البناء (الصبّة والقصارة)

تشا

يقوم الكهربائي بالعديد من العمليات لإيصال الطاقة الكهربائية إلى المنزل، بدءاً بمرحلة الإنشاء وانتهاءً بمرحلة الإقامة؛ وذلك بعد انتهاء الحدّاد من تحديد معالم السقف، حيث يقوم الكهربائي بتمديد الأنابيب وتوزيعها على أماكن التوصيلات جميعها حسب الخطوات الآتية:

- ١- تحديد مواقع مصابيح الإنارة والمراوح على السقف، ثم وضع علامة على كلّ موقع باستخدام المتر لتحديد القياسات، ومرشّة (بخاخ) الألوان لوضع العلامات (يُفضّل استعمال اللون الأحمر).
- ٢- وضع علامة على الأماكن المخصّصة لإدخال الأنابيب الخاصة بمفاتيح الغرف ومقابسها، ثم حفر هذه الأماكن باستخدام العتلة.



الشكل (٢-٤٥): تمديد الأنابيب على حديد التسليح.

- ٣- تحديد أماكن تركيب لوحات التوزيع الكهربائية.
- ٤- تحديد أقطار الأنابيب اللازمة وعددها، بحيث لا يتجاوز حجم الأسلاك المدخلة في كلّ أنبوب ما نسبته (٦٠٪) من مساحة الأنبوب.
- ٥- تمديد الأنابيب على حديد التسليح، ثم تثبيتها بالمسامير على نقاط المواقع المخصّصة للمصابيح، انظر الشكل (٢-٤٥).



الشكل (٢-٤٦): تثبيت علب المصابيح ونقاط الإنارة في أماكنها على السقف.

- ٦- تثبيت علب المصابيح (spot light) ونقاط الإنارة في أماكنها على السقف بعد حشوها بورق أكياس الأسمنت المبلّل، لمنع دخول الماء فيها أثناء عملية صبّ الخرسانة (الصبّة)، وتغطية (سدّ) الفتحات الزائدة بعد الانتهاء من حفر الحائط وإدخال الأنابيب فيه حسب المخطط، انظر الشكل (٢-٤٦).



الشكل (٤٧-٢): تثبيت الأنابيب مع حديد التسليح.

٧ - تثبيت الأنابيب، ولا سيّما المرنة منها، مع حديد التسليح باستخدام سلك ربط معدني؛ منعاً لحركتها، أو ارتفاعها إلى الأعلى، وضمان غمرها داخل (الصبّة) الأسمنتية، انظر الشكل (٤٧-٢).



الشكل (٤٨-٢): تمديد الأنابيب من السقف إلى مكان لوحة التوزيع.

٨ - تمديد الأنابيب من السقف إلى المكان المخصّص لتثبيت لوحات التوزيع، انظر الشكل (٤٨-٢).



الشكل (٤٩-٢): تمديد الأنابيب من السقف إلى علب المفاتيح.

٩ - تمديد الأنابيب من السقف إلى علب المفاتيح والمقابس، انظر الشكل (٤٩-٢).

## المهام التي يقوم بها الكهربائي بعد فكّ خشب الطوبار وقبل القصارة وتركيب البلاط

## رابعاً

بعد إزالة الألواح من السقف تُغطّى الفتحات التي أُدخِلت فيها الأنابيب، وكذلك العلب الخاصة بنقاط الإنارة المحشوة بورق أكياس الأسمنت لمنع الأسمنت من الوصول إليها. وفي ما يأتي بيان للخطوات التي يقوم بها الكهربائي في هذه المرحلة:



١- استخدام مرشّة (بخاخ) الألوان لتحديد أماكن الحفر الخاصة بتثبيت الأنابيب وصناديق لوحات التوزيع والعلب في الحائط، انظر الشكل (٢-٥٠).

٢- استخدام الأدوات والعُدَد اللازمة لعملية الحفر، وتثبيت الأنابيب وصناديق لوحات التوزيع والعلب في الجدران بعد حفرها، انظر الشكل (٢-٥١/أ، ب).

الشكل (٢-٥٠): استخدام البخاخ لتحديد مكان الحفر.



(ب)



(أ)

الشكل (٢-٥١): استخدام عمليات الحفر لتثبيت الأنابيب.

٣- تفرغ لوحة التوزيع من محتوياتها لحين الانتهاء من أعمال القسارة؛ وذلك للحفاظ على هذه المحتويات من التلف عند رشّ الماء على الجدران، ثمّ تثبيت علب لوحات التوزيع في الحائط، وقصّ الزائد من الأنابيب المُدخلة بعد حفر الحائط، وتثبيت كلّ علبة بالأسمت، مع مراعاة بروزها خارج الجدار بنحو (١ سم)، واستخدام أنبوب بلاستيكي طوله (٥ سم) لإدخال الكبل في لوحة التوزيع، انظر الشكل (٢-٥٢).

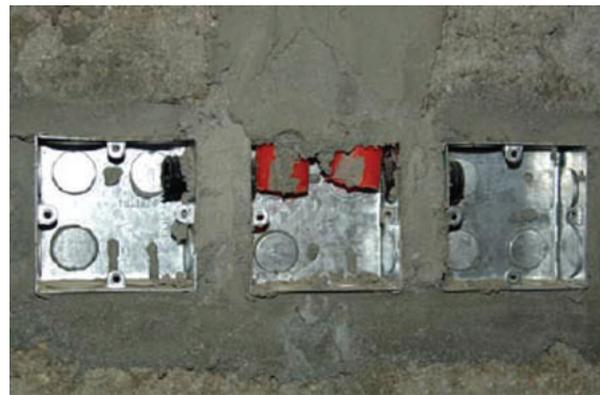


الشكل (٢-٥٢): لوحة توزيع فارغة.

٤- تمديد الأنابيب وتثبيتها في علب المقابس ونقاط الخدمة الكهربائية، ثمّ وصل العلب ببعضها بعضاً بوساطة أنابيب بلاستيكية بعد تثبيتها (العلب) بالحائط، مع مراعاة إبرازها خارج الجدار بنحو (١ سم)، ورفعها عن الأرض بمقدار (١٢٠-١٣٠ سم) لعلب المفاتيح، و (٩٠-١٢٠ سم)، أو (٤٥ سم) لعلب المقابس، ثمّ حشوها بورق أكياس الأسمت المبلّل بالماء؛ لمنع دخول الماء فيها أثناء عملية القسارة، انظر الشكل (٢-٥٣/أ، ب).



(ب)



(أ)

الشكل (٢-٥٣): علب مفاتيح ومقابس مثبتة على بعض الجدران.

## المهام التي يقوم بها الكهربائي بعد القسارة



في ما يأتي بيان للأعمال التي يقوم بها الكهربائي في هذه المرحلة:

١- إعادة تركيب محتويات لوحة التوزيع بعد الانتهاء من عملية القسارة ورش الماء، انظر الشكل (٢-٥٤).

٢- سحب الأسلاك من لوحة التوزيع إلى علب المفاتيح على النحو الآتي:

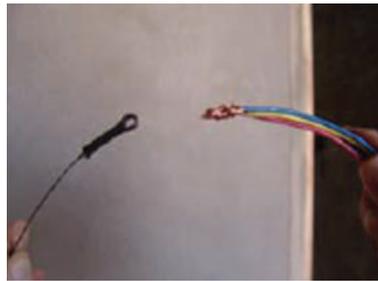
أ- إدخال أطراف الأسلاك - بعد تعريتها - في

حلقة سلك السحب، ثم ربط الأطراف جيدًا بالحلقة، انظر الشكل (٢-٥٥/أ)، ثم لف

أطراف الأسلاك مع سلك السحب باستخدام شريط لاصق كما في الشكل (٢-٥٥/ب)، ثم دهن موضع الوصلة بطبقة من الفازلين؛ لتسهيل عملية السحب.



(ب)



(أ)

الشكل (٢-٥٥): تثبيت أطراف الأسلاك بحلقة سلك السحب.

ب- إدخال طرف (رأس) سلك السحب الكروي في فتحة أنبوب لوحة التوزيع، ثم دفعه نحو الداخل لسحب الأسلاك. وفي حال كانت الأسلاك طويلة، فيتعين تكليف عاملين بهذه المهمة، بحيث يتولّى أحدهما دفع الأسلاك وتسلّيكها باليد في أثناء عملية السحب، في

حين يسحب الآخر سلك السحب من الجهة الأخرى؛ بغية وصل علب مفاتيح المقابس بلوحة التوزيع، انظر الشكل (٢-٥٦/أ). بعد ذلك، تُسحب الأسلاك من علب المفاتيح والمقابس إلى لوحة التوزيع، كما في الشكل (٢-٥٦/ب).



(ب)



(أ)

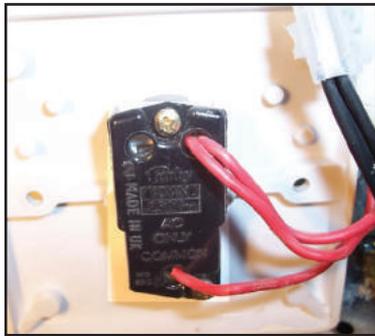
الشكل (٢-٥٦): سحب الأسلاك من جهة علب المفاتيح ولوحة التوزيع.



ج- سحب الأسلاك لوصل المقابس ببعضها بعضاً، ووصل المفاتيح بالأحمال، كما في الشكل (٢-٥٧).

الشكل (٢-٥٧): سحب الأسلاك لوصل المقابس.

د - تثبيت الأسلاك بالقواطع والمفاتيح والمقابس والأحمال، كما في الشكل (٢-٥٨: أ، ب، ج).



(ج)



(ب)



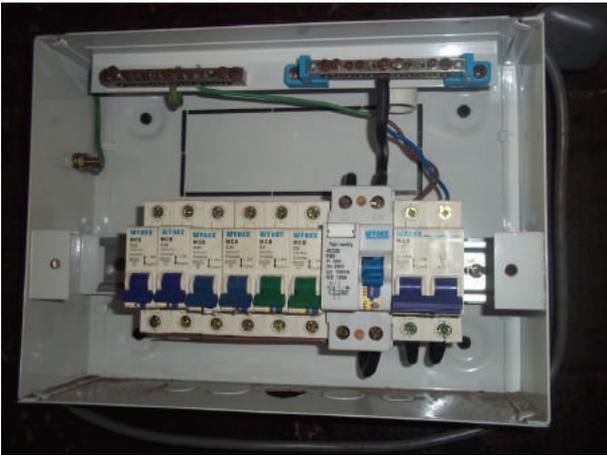
(أ)

الشكل (٢-٥٨): تثبيت الأسلاك بالمفاتيح والمقابس.



هـ- تثبيت المفاتيح والمقابس داخل العلب الخاصة بها،  
ووضع الأحمال في أماكنها حسب المخطط، انظر  
الشكل (٥٩-٢).

الشكل (٥٩-٢): تثبيت المفاتيح  
والمقابس داخل العلب الخاصة بها.



و- وصل خطّ التأريض بلوحات التوزيع  
الكهربائية وتثبيته داخلها، كما في  
الشكل (٦٠-٢).

الشكل (٦٠-٢): وصل خطّ التأريض بلوحة  
التوزيع.

ز- إجراء الفحوص اللازمة للتأكد من تمديد الأدوات الكهربائية تمديدًا صحيحًا.

بعد الانتهاء من تمديد الأدوات الكهربائية وقبل بدء التشغيل، ينبغي إجراء بعض الفحوص للتأكد من سلامة التمديدات وصحتها، وهي: فحص العزل (Insulation Test)، وفحص فاعلية التأريض (Test of Effectiveness of Earthing)، وفحص التحقق من القطبية (Test of Verification of Polarity).

### فحص العزل

يُقصد بفحص العزل اختبار قوة المقاومة الكهربائية في غُلف الأسلاك وحواملها العازلة؛ أي قياس المقاومة بين موصل وآخر باستخدام جهاز الميجر (Megger) الذي يعمل بفولطية متوسطة مباشرة تصل في حدّها الأعلى إلى (٥٠٠) فولط. جدير بالذكر أنّ مقاومة العزل تتأثر بالرطوبة، وتقدم أمد (عمر) التمديدات، وأنّ أقلّ قيمة يُسمح بها لمقاومة العزل تبلغ (١) ميغا أوم.

تمرّ عملية فحص العزل بمرحلتين، هما:

- ١ - اختبارات العزل بين الخطّ الأرضي وبقية خطوط التمديدات.
- ٢ - اختبارات العزل بين خطوط التمديدات جميعها (لكشف أيّ تماس بين خطّين).

وفي يأتي بيان لذلك:

اختبارات العزل بين الخطّ الأرضي وبقية خطوط التمديدات

لإجراء هذا الاختبار، ينبغي أن تكون القواطع والمصهرات جميعها صالحة، وفي أماكنها، والمفاتيح كلّها مغلقة، بما في ذلك القاطع الرئيس، فضلاً عن ربط الأسلاك والأقطاب ببعضها بعضاً.

تتم عملية الفحص في هذه المرحلة حسب الخطوات الآتية:

- فصل القاطع الرئيس للمبنى عن المصدر.
- وضع المصايح كلّها في أماكنها.
- ضبط المفاتيح على وضع التشغيل (ON).
- ضبط المصهرات كلّها والقواطع داخل لوحة التوزيع على وضع التشغيل (ON).
- عمل قصر على أطراف الموصلات عند كلّ مقبس باستثناء الخطّ الأرضي.

- ربط أحد طرفي الجهاز بخطّ الطور (L)، والخطّ المحايد (N) معًا.
- ربط طرف الجهاز الآخر بطرف التّأريض الرئيس للمستهلك.
- تشغيل جهاز الفحص، ورصد القراءة التي يجب ألاّ تقلّ عن (١) ميغا أوم بين الخطّ الأرضي وأيّ خطّ من الخطوط. وفي حال كانت القيمة المقروءة أقلّ من ذلك، يعاد الفحص بين الخطّ الأرضي وكلّ خطّ من الخطوط منفردًا.

#### اختبارات العزل بين خطوط التمديدات جميعها

لإجراء هذا الاختبار، ينبغي فحص التمديدات جميعًا بعد إزالة المصابيح كلّها، وفصل الأجهزة، وغلق المفاتيح. وعند تطبيق فولتية الفحص على الأسلاك، يجب ألاّ تقلّ القيمة المقروءة عن (١/٢) ميغا أوم.

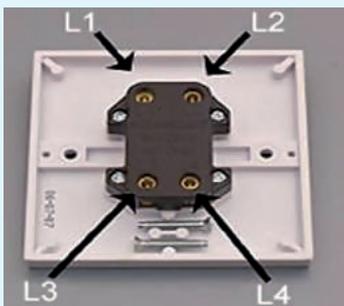
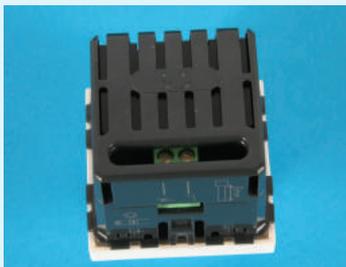
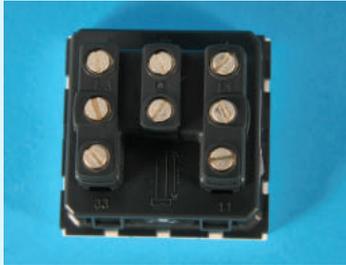
تم عملية الفحص في هذه المرحلة حسب الخطوات الآتية:

- فصل القاطع الرئيس، أو المصهرات الرئيسة.
- نزع المصابيح جميعها من أماكنها.
- ضبط المفاتيح على وضع التشغيل (ON).
- ضبط المصهرات جميعها والقواطع داخل لوحة التوزيع على وضع التشغيل (ON).
- ربط أحد طرفي جهاز الفحص بخطّ الطور (L).
- ربط طرف الجهاز الآخر بالخطّ المحايد (N).
- تشغيل الجهاز، ثمّ تدوين القراءة.
- إذا كانت القيمة المقروءة صفرًا، فهذا دليل على وجود دائرة قصر، أو بقاء بعض المصابيح في أماكنها.

## أسئلة الوحدة

- ١- اختر رمز الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:
- (١) أنبوب بلاستيكي مرن. إذا كان قياسه (١٦ مم) حسب الكود الأردني، فإن قطره الخارجي يُعادل:
- أ- ١٦ مم      ب- ٢٠ مم      ج- ٣٢ مم      د- ٦٣ مم
- (٢) نسبة الفراغ بعد تمديد الأسلاك داخل الأنبوب يجب ألا تقل عن:
- أ- ٦٠٪      ب- ٤٠٪      ج- ٧٠٪      د- ٢٠٪
- (٣) أنبوب من نوع مبلمر كلوريد الفينيل الصُّلب. إذا كان قياسه (٢٥ مم)، فإن أدنى قطر داخلي له يعادل:
- أ- ١٣ مم      ب- ١٦,٩ مم      ج- ٢١,٤ مم      د- ٢٧ مم
- (٤) إذا كانت مساحة مقطع سلك (١٦ مم)، فإنه يتحمل تياراً (بالأمبير) مقداره:
- أ- ١٤      ب- ١٨      ج- ٧٤      د- ٩٧
- (٥) هبوط فولطية الأمبير الواحد لكل متر (مقيسة بالمللي فولط) لمقطع سلك مساحته (٤ مم<sup>٢</sup>) تُعادل:
- أ- ٢٠      ب- ٦٠      ج- ١١      د- ١٧
- ٢- ما العناصر الأساسية المستخدمة في التمديدات الكهربائية المنزلية؟
- ٣- ما المواصفات الفنية التي ينبغي مراعاتها عند استخدام علب الوصل في التمديدات الكهربائية؟
- ٤- قارن بين المصايح الهالوجينية ومصايح التفريغ من حيث:
- أ- مبدأ العمل.      ب- القدرة.      ج- موقع الاستخدام.
- ٥- صل بين المظهر العام في العمود الأول والتركيب الداخلي في العمود الثاني للعناصر الكهربائية الآتية:

## العمود الثاني



## العمود الأول

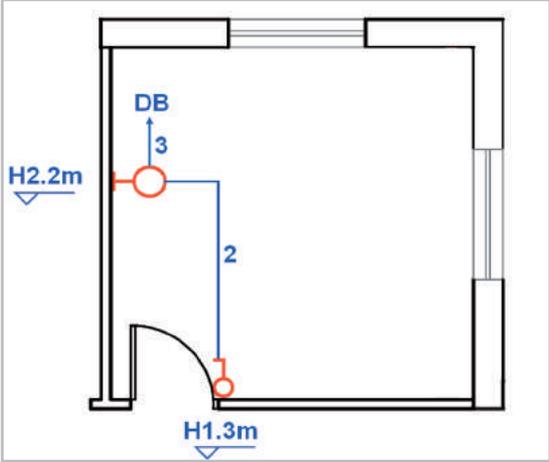


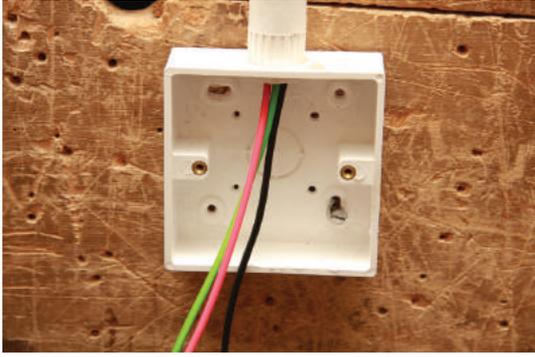
النتائج: يُتَوَقَّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

– تُنفذ دائرة إنارة مكوّنة من مصباح ومفتاح مفرد.

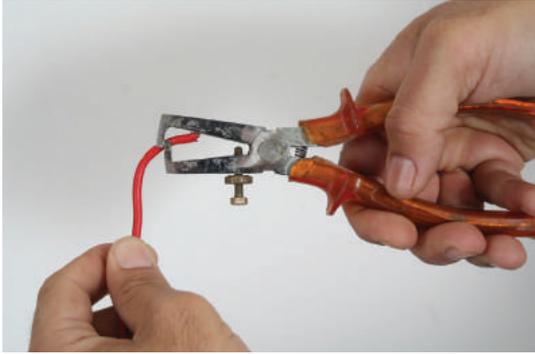
مستلزمات تنفيذ التمرين

الأدوات والتجهيزات	المواد
– جهاز أفوميتر. – مفتاح مفرد. – علب وصل، وعلب مفاتيح مختلفة. – صندوق عدّة.	– مصابيح كهربائية مختلفة. – كلبسات (مشابك) بلاستيكية. – أسلاك ربط. – أنابيب (PVC) مُعدّدة القياسات.

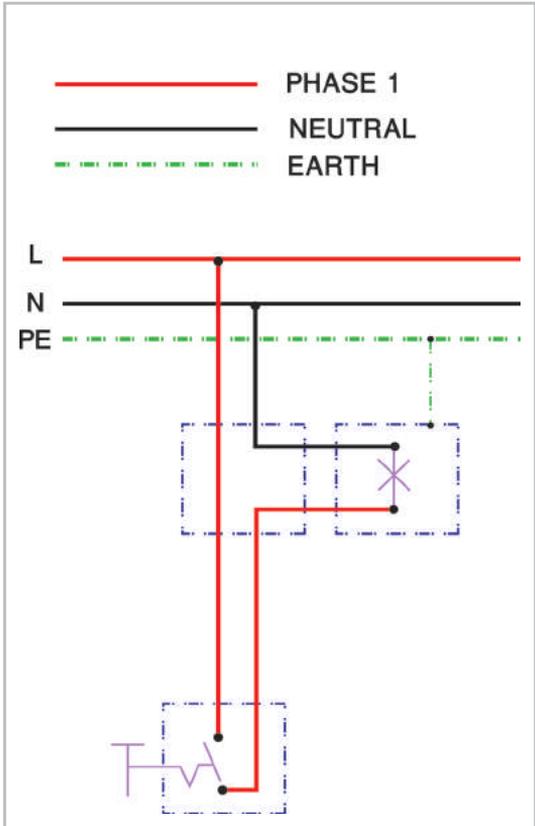
الرسوم التوضيحية	خطوات العمل والنقاط الحاكمة
 <p>الشكل (١).</p>	<p>١- ارتد لباس العمل المهني، والتزم بتعليمات السلامة والصحة المهنية.</p> <p>٢- تتبّع مخطّط التمديدات الكهربائية المُوضّح في الشكل (١)، ثمّ نفّذ الخطوات العملية (٣-١٥).</p> <p>٣- حدّد موقع المفتاح المفرد، ثمّ ثبّت العلبه الخاصة به.</p> <p>٤- حدّد موقع المصباح، ثمّ ثبّت العلبه الخاصة به.</p> <p>٥- مدّد الأنابيب اللازمة لتنفيذ التمرين، كما في الشكل (٢).</p>
 <p>الشكل (٢).</p>	



الشكل (٣).



الشكل (٤).



الشكل (٥).

٦ - اسحب الكبلات اللازمة لتنفيذ التميرين، كما في الشكل (٣).

٧ - عرّف طرفي الكبل المراد تثبيته بالعناصر الكهربائية؛ على ألا يتجاوز طول الجزء المُعرّى منها (١) سم تقريباً، كما في الشكل (٤).

٨ - نفّذ الدارة الكهربائية على النحو الظاهر في المخطط التنفيذي الموضح في الشكل (٥).

٩ - ثبّت العناصر الكهربائية في العلب الخاصة بها.

١٠ - صل الدارة الكهربائية بمصدر الطاقة الكهربائية عن طريق لوحة التوزيع، بعد التأكد من سلامة التوصيل بإشراف المعلم.

١١ - اضغط على مفتاح الإنارة، ملاحظاً إضاءة المصباح.

١٢ - قس التيار الساري في الدارة باستخدام جهاز الأمبيرميتر.

١٣ - قس الفولطية على طرفي المصباح.

١٤ - افصل الدارة الكهربائية عن مصدر الطاقة الكهربائية.

١٥ - قس مقاومة المصباح باستخدام جهاز الأومميتر.

١٦ - اكتب تقريراً مفصلاً عمّا قمت به في دفتر التدريب العملي.



نَفَّذَ التمرين السابق في موقع العمل (الورشة)؛ لإضاءة غرفة بمصباح كهربائي يُتحكَّم فيه عن طريق مفتاح مفرد، مُستخدِمًا الأنابيب وعلب الوصل والكبلات، بعد الانتهاء من عملية الحفر، مُلتزمًا بما ورد في المخطَّط الكهربائي.

## التقويم الذاتي



– دَوِّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثمَّ قَيِّم تنفيذك لكلِّ خطوة، وَفَق قائمة شطب مُحدَّدة واضحة كما يأتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	اخترت الموقع المناسب للمفتاح ومصباح الإنارة.		
٢	ركبت المفتاح تبعاً للمواصفات الواردة في المخطَّط.		
٣	ثبتت العلب تثبيتاً صحيحاً.		
٤	عرّيت أطراف الكبلات بصورة صحيحة.		
٥	ثبتت الأسلاك تثبيتاً صحيحاً.		
٦	نفذت الدارة بعد التأكد من تمديد الأدوات والعناصر الكهربائية تمديدًا صحيحاً.		
٧	قرأت قيمة التيار والفولطية للمصباح قراءة صحيحة.		

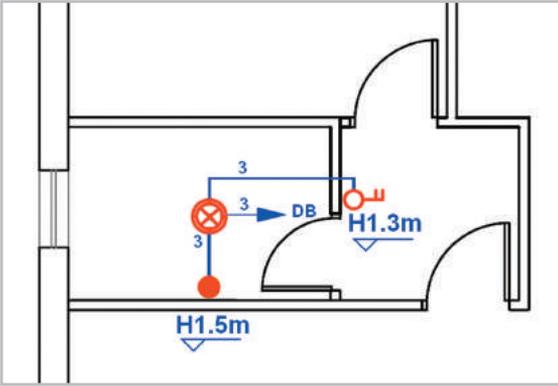
– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

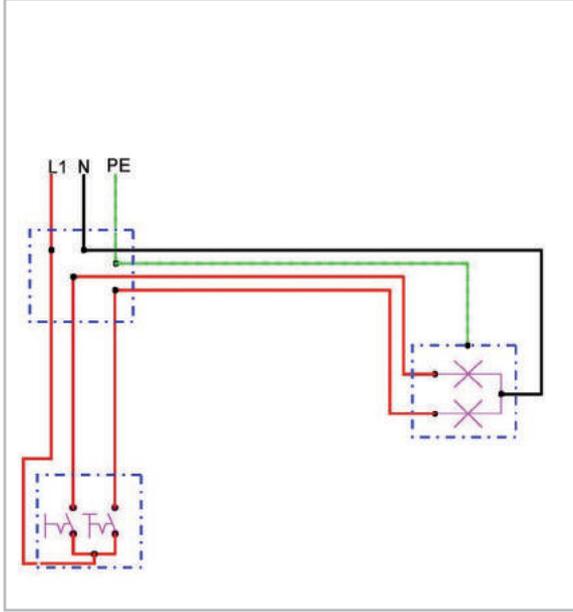
النتائج: يُتَوَقَّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

– تُنفِّذ دارة كهربائية تحتوي على وحدتي إنارة يُتحكَّم فيهما بواسطة مفتاح مزدوج.

مستلزمات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
<ul style="list-style-type: none"> <li>– كبل أحادي السلك قياسه (١,٥) مم<sup>٢</sup>.</li> <li>– مصابيح كهربائية مختلفة.</li> <li>– وحدات إنارة مختلفة.</li> <li>– كلبسات (مشابك) بلاستيكية.</li> <li>– أسلاك ربط.</li> <li>– أنابيب (PVC) مُتعدِّدة القياسات.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– جهاز أفوميتر.</li> <li>– مفتاح مزدوج.</li> <li>– علب وصل، وعلب مفاتيح مختلفة.</li> <li>– صندوق عدّة.</li> </ul>

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
<ol style="list-style-type: none"> <li>١- ارتدِ لباس العمل المهني، والتزم بتعليمات السلامة والصحة المهنية.</li> <li>٢- جَهِّز الأنابيب والعلب ووحدتي الإنارة اللازمة لتنفيذ التمرين.</li> <li>٣- تتبَّع مخطَّط التمديدات الكهربائية المُوضَّح في الشكل (١)، ثمَّ نَفِّذ الخطوات العملية (٤-١٥).</li> <li>٤- حدِّد موقع المفتاح المزدوج، ثمَّ ثَبَّت العلبه الخاصة به.</li> <li>٥- حدِّد موقع وحدتي الإنارة، ثمَّ ثَبَّت العلبتين الخاصتين بهما.</li> <li>٦- مدِّد الأنابيب اللازمة لتنفيذ التمرين.</li> </ol>	 <p>الشكل (١).</p>



الشكل (٢).

٧- اسحب الكبلات اللازمة لتنفيذ التمرين.

٨- عرِّ أطراف الكبلات المراد تثبيتها بالعناصر الكهربائية، على ألا يتجاوز طول الجزء المُعرى منها (١) سم تقريبًا.

٩- نفِّذ الدارة الكهربائية على النحو الظاهر في المخطط التنفيذي المُوضَّح في الشكل (٢).

١٠- ثبَّت وحدتي الإنارة بالموقع المُخصَّص لكلِّ منهما، والعناصر الكهربائية بالعلب الخاصة بها.

١١- صل الدارة الكهربائية بمصدر الطاقة الكهربائية عن طريق لوحة التوزيع، بعد التأكد من سلامة التوصيل بإشراف المعلم.

١٢- اضغط على مفتاح الإنارة، ملاحظًا إضاءة وحدتي الإنارة.

١٣- قس التيار الساري في الدارة باستخدام جهاز الأمبيرميتر.

١٤- قس الفولطية على طرفي كلِّ وحدة إنارة.

١٥- افصل الدارة الكهربائية عن مصدر الطاقة الكهربائية.

١٦- اكتب تقريرًا مُفصَّلًا عمَّا قمت به في دفتر التدريب العملي.



نَفِّذ التمرين السابق في موقع العمل (الورشة) لإنارة غرفة بواسطة مفتاح مزدوج، مُستخدِمًا الأنايب وعلب الوصل والكبلات، بعد الانتهاء من عملية الحفر، مُلتزِمًا بما ورد في المخطَّط الكهربائي.

## التقويم الذاتي



– دَوِّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثمَّ قَيِّم تنفيذك لكلِّ خطوة، وَفَق قائمة شطب مُحدَّدة واضحة كما يأتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا

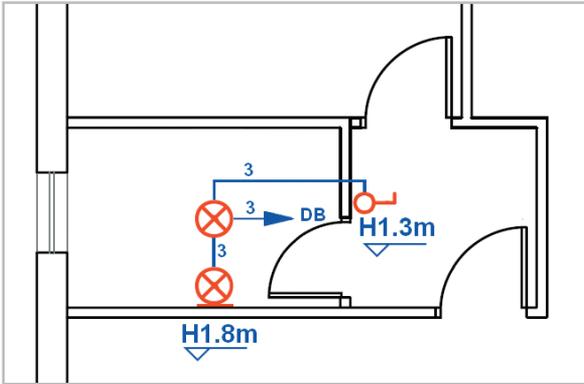
– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

النتائج: يُتَوَقَّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

– تُنفِّذ دارة كهربائية تحتوي على وحدتي إنارة يُتحكَّم فيهما بوساطة مفتاح مفرد.

### مستلزمات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
– كبل أحادي القلب قياسه (١,٥) مم <sup>٢</sup> .	– جهاز أفوميتر.
– مصابيح كهربائية مختلفة.	– مفتاح مفرد.
– وحدات إنارة مختلفة.	– علب وصل، وعلب مفاتيح مختلفة.
– كلبسات (مشابك) بلاستيكية.	– صندوق عدّة.
– أسلاك ربط.	
– أنابيب (PVC) مُتعدّدة القياسات.	

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
<p>١- ارتد لباس العمل المهني، والتزم بتعليمات السلامة والصحة المهنية.</p> <p>٢- جَهِّز الأنابيب والعلب ووحدة الإنارة اللازمة لتنفيذ التمرين.</p> <p>٣- تتبّع مخطّط التمديدات الكهربائية المُوضَّح في الشكل (١)، ثمّ نفِّذ الخطوات العملية (٤-١٤).</p> <p>٤- حدّد موقع مفتاح الإنارة، ثمّ ثبّت العلبه الخاصة به.</p> <p>٥- حدّد موقع وحدتي الإنارة، ثمّ ثبّت العلبتين الخاصتين بهما.</p> <p>٦- مدّد الأنابيب اللازمة لتنفيذ التمرين.</p> <p>٧- اسحب الكبلات اللازمة لتنفيذ التمرين.</p>	 <p>الشكل (١).</p>

٨ - عرِّ أطراف الكبلات المراد تثبيتها بالعناصر الكهربائية؛ على ألا يتجاوز طول الجزء المُعرى منها (١) سم تقريباً.

٩ - نفِّذ الدارة الكهربائية على النحو الظاهر في المخطط التنفيذي المُوضَّح في الشكل (٢).

١٠ - ثبَّت وحدتي الإنارة بالموقع المُخصَّص لكلِّ منهما، والعناصر الكهربائية بالعلب الخاصة بها.

١١ - صلِّ الدارة الكهربائية بمصدر الطاقة الكهربائية عن طريق لوحة التوزيع، بعد التأكد من سلامة التوصيل بإشراف المعلم.

١٢ - اضغط على مفتاح الإنارة، ملاحظاً إضاءة وحدتي الإنارة.

١٣ - قس الفولطية على طرفي كلِّ وحدة إنارة.

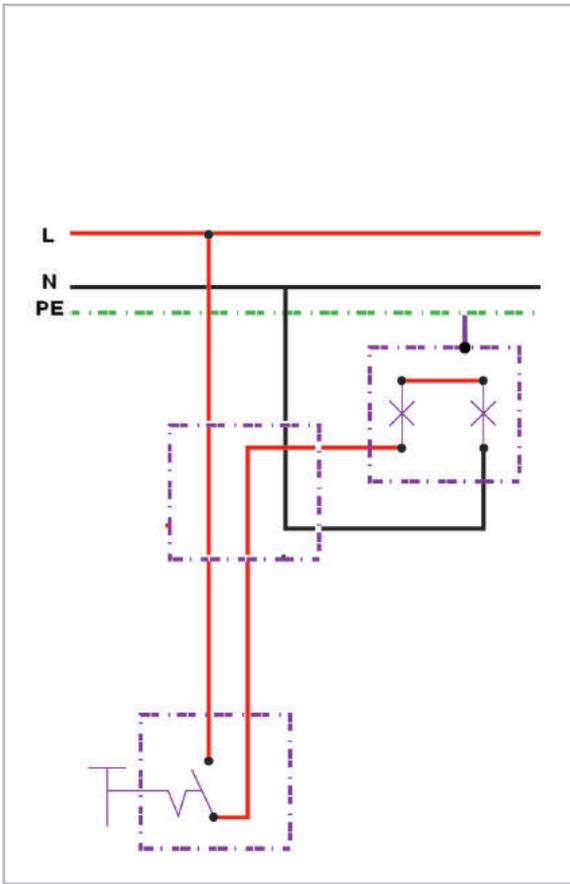
١٤ - افصل الدارة الكهربائية عن مصدر الطاقة الكهربائية.

١٥ - فكِّ توصيلات الدارة الكهربائية.

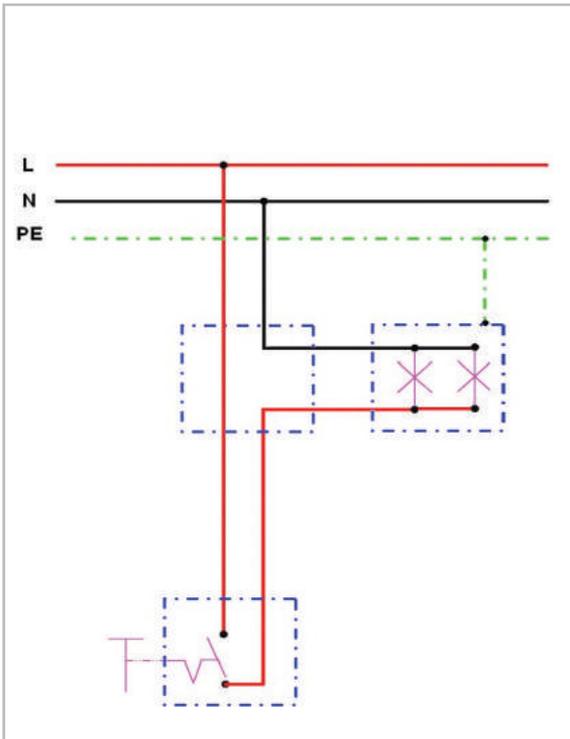
١٦ - نفِّذ الدارة الكهربائية على النحو الظاهر في المخطط التفصيلي المُوضَّح في الشكل (٣).

١٧ - أعد تنفيذ الخطوات (٤-١٥).

١٨ - اكتب تقريراً مُفصَّلاً عمَّا قمت به في دفتر التدريب العملي.



الشكل (٢).



الشكل (٣).



نُفذ التمرين السابق في موقع العمل (الورشة) لإدارة غرفة بوساطة مفتاح مفرد، مُستخدماً الأنايب وعلب الوصل والكبلات، بعد الانتهاء من عملية الحفر، مُلتزماً بما ورد في المخطط الكهربائي.



– دَوِّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثم قَيِّم تنفيذك لكل خطوة، وَفَق قائمة شطب مُحددة واضحة كما يأتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا

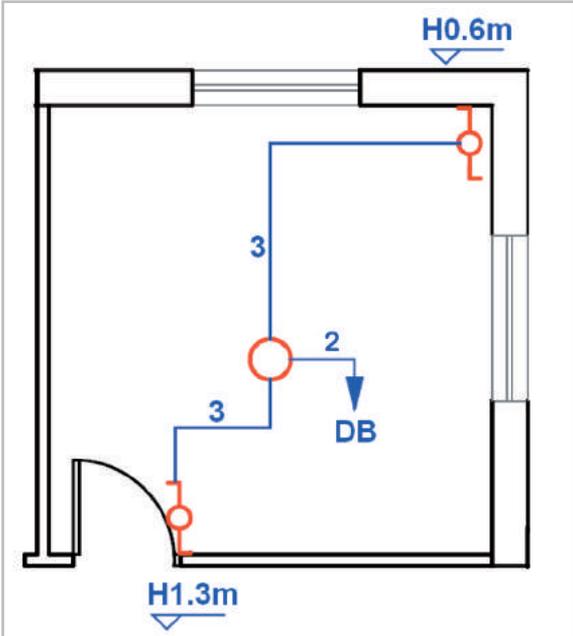
– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

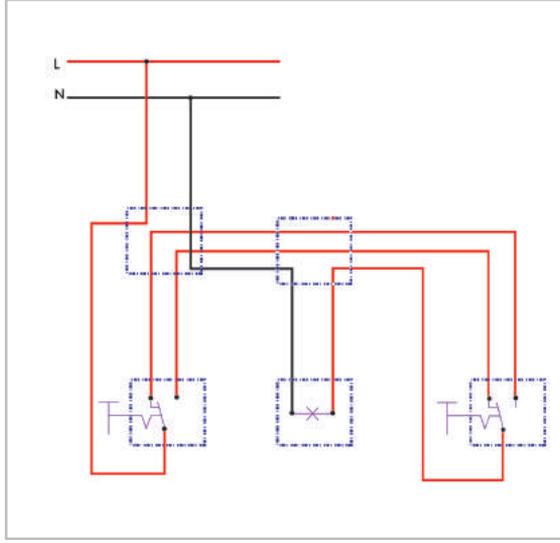
النتائج: يُتَوَقَّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

– تُنفِّذ دائرة كهربائية لإنارة وحدة إنارة بوساطة مفتاح إنارة ذي موقعين (در كسيون).

مستلزمات تنفيذ التمرين

الأدوات والتجهيزات	المواد
<ul style="list-style-type: none"> <li>– مفتاح إنارة ذو موقعين.</li> <li>– علب وصل، وعلب مفاتيح مختلفة.</li> <li>– صندوق عدّة.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– كبل أحادي القلب قياسه (١,٥) مم<sup>٢</sup>.</li> <li>– مصابيح كهربائية مختلفة.</li> <li>– كلبسات (مشابك) بلاستيكية.</li> <li>– أسلاك ربط.</li> <li>– أنابيب (PVC) مُعدّدة القياسات.</li> </ul>

الرسوم التوضيحية	خطوات العمل والنقاط الحاكمة
 <p>الشكل (١).</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>١- ارتدِ لباس العمل المهني، والتزم بتعليمات السلامة والصحة المهنية.</li> <li>٢- جَهِّز الأنابيب والعلب ووحدة الإنارة اللازمة لتنفيذ التمرين.</li> <li>٣- تتبّع مخطّط التمديدات الكهربائية المُوضَّح في الشكل (١)، ثم نفِّذ الخطوات العملية (٤-١٣).</li> <li>٤- حدّد موقع مفتاحي الإنارة، ثم ثبّت العلب الخاصة بهما.</li> <li>٥- حدّد موقع وحدتي الإنارة، ثم ثبّت العلبتين الخاصتين بهما.</li> <li>٦- مدّد الأنابيب اللازمة لتنفيذ التمرين.</li> <li>٧- اسحب الكبلات اللازمة لتنفيذ التمرين.</li> <li>٨- عرّ أطراف الكبلات المراد تثبيتها بالعناصر الكهربائية؛ على ألا يتجاوز طول الجزء المُعرى منها (١) سم تقريبًا.</li> </ol>



الشكل (٢).

٩- نَفِّذْ الدارة الكهربائية على النحو الظاهر في المخطط التنفيذي الموضح في الشكل (٢).

١٠- تَبَيَّنْ وحدتي الإنارة بالموقع المخصَّص لكلٍّ منهما، والعناصر الكهربائية بالعلب الخاصة بها.

١١- صِلْ الدارة الكهربائية بمصدر الطاقة الكهربائية عن طريق لوحة التوزيع، بعد التأكد من سلامة التوصيل بإشراف المعلم.

١٢- اضغَطْ على مفتاح الإنارة، ملاحظًا إضاءة وحدتي الإنارة.

١٣- افصَلْ الدارة الكهربائية عن مصدر الطاقة الكهربائية.

١٤- اكتب تقريرًا مُفصَّلًا عمَّا قمت به في دفتر التدريب العملي.

### تمارين الممارسة العملية

نَفِّذْ التمرين السابق في موقع العمل (الورشَة) لإنارة غرفة نوم في مبنى بوساطة مفتاحي (در كسيون)، مُستخدِمًا الأنابيب وعلب الوصل والكبلات، بعد الانتهاء من عملية الحفر، مُلتزمًا بما ورد في المخطط الكهربائي.

أجْرِ عمليات الصيانة اللازمة لوحدة الإنارة ومفاتيح الغرف الصفية والمشغل والمختبرات في مدرستك، بالتعاون مع زملائك وإشراف المعلم.

### التقويم الذاتي

دَوِّنْ خطوات العمل التي اتبعتها، ثم قَيِّمْ تنفيذك لكل خطوة، وَفَقْ قائمة شطب مُحدَّدة واضحة كما يأتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا

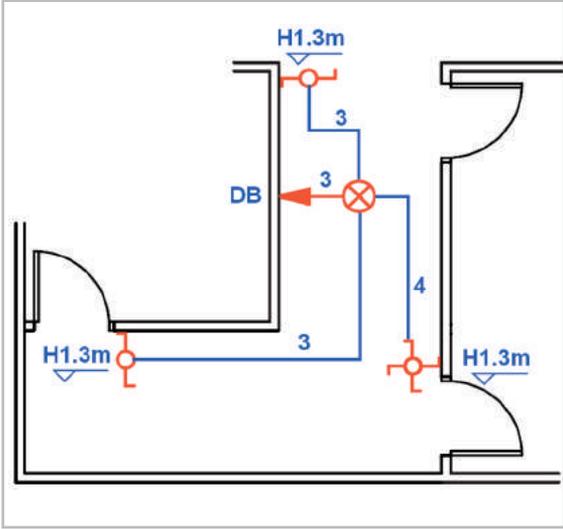
احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

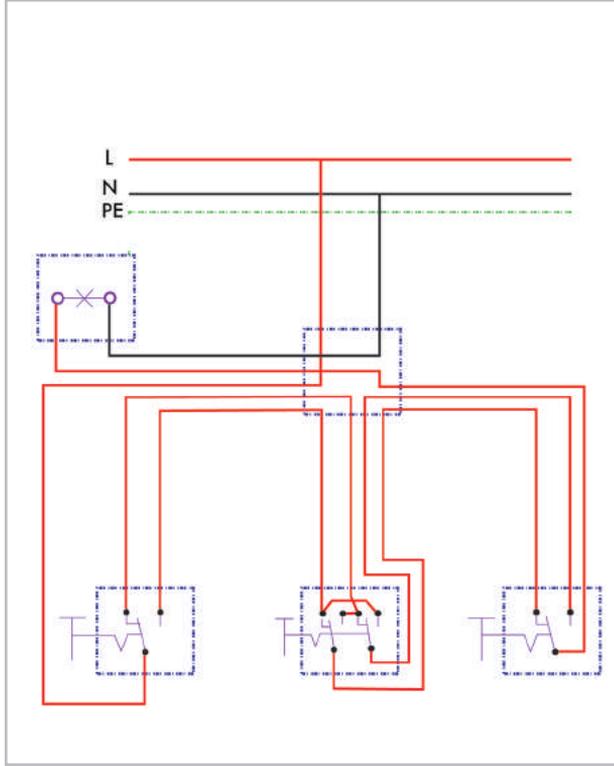
النتائج: يُتَوَقَّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

– تُنفِّذ دارة كهربائية لإنارة وحدة إنارة بوساطة مفتاحي إنارة ذي موقعين (در كسيون) ومفتاح مُصلَّب.

مستلزمات تنفيذ التمرين

الأدوات والتجهيزات	المواد
– جهاز أفوميتر.	– كبل أحادي القلب قياسه (١,٥) مم <sup>٢</sup> .
– مفتاحا در كسيون.	– مصابيح كهربائية (وحدات إنارة) مختلفة.
– علب وصل، وعلب مفاتيح مختلفة.	– كلبسات (مشابك) بلاستيكية.
– مفتاح مُصلَّب.	– أسلاك ربط.
– صندوق عدّة.	– أنابيب (PVC) مُتعدِّدة القياسات.

الرسوم التوضيحية	خطوات العمل والنقاط الحاكمة
 <p>الشكل (١).</p>	<p>١- ارتدِ لباس العمل المهني، والتزم بتعليمات السلامة والصحة المهنية.</p> <p>٢- جَهِّز الأنابيب والعلب ووحدة الإنارة اللازمة لتنفيذ التمرين.</p> <p>٣- تتبَّع مخطَّط التمديدات الكهربائية المُوضَّح في الشكل (١)، ثم نَفِّذ الخطوات العملية (٤-١٤).</p> <p>٤- حدِّد موقع مفتاحي الدر كسيون، ثم ثبَّت العلب الخاصة بكلٍّ منهما.</p> <p>٥- حدِّد موقع المفتاح المُصلَّب، ثم ثبَّت العلب الخاصة به.</p> <p>٦- حدِّد موقع وحدة الإنارة، ثم ثبَّتْها بالعلبة الخاصة بها.</p> <p>٧- مدِّد الأنابيب اللازمة لتنفيذ التمرين.</p>



الشكل (٢).

- ٨ - اسحب الكبلات اللازمة لتنفيذ التمرين.
- ٩ - عرِّ أطراف الكبلات المراد تثبيتها بالعناصر الكهربائية؛ على ألا يتجاوز طول الجزء المُعرّى منها (١) سم تقريبًا.
- ١٠ - صلِّ الدارة الكهربائية على النحو الظاهر في المخطط التنفيذي المُوضح في الشكل (٢).
- ١١ - ثبّت وحدة الإنارة بالموقع المُخصَّص لها، والعناصر الكهربائية بالعلب الخاصة بها.
- ١٢ - صلِّ الدارة الكهربائية بمصدر الطاقة الكهربائية عن طريق لوحة التوزيع، بعد التأكد من سلامة التوصيل بإشراف المعلم.
- ١٣ - اضغط على مفتاح الإنارة، ملاحظًا إضاءة وحدة الإنارة.
- ١٤ - افصل الدارة الكهربائية عن مصدر الطاقة الكهربائية.
- ١٥ - اكتب تقريرًا مُفصَّلًا عمَّا قمت به في دفتر التدريب العملي.



- نَفِّذ التمرين السابق في موقع العمل (الورشة) لإنارة موزّع من ثلاثة مداخل في مبنى بواسطة مفتاحي دركسيون ومفتاح مُصَلَّب، مُستخدِمًا الأنايب وعلب الوصل والكبلات، بعد الانتهاء من عملية الحفر، مُلتزِمًا بما ورد في المخطّط الكهربائي.
- أجزِ عمليات الصيانة اللازمة لوحدات الإنارة ومفاتيح الغرف الصفية والمشغل والمختبرات في مدرستك، بالتعاون مع زملائك وإشراف المعلم.
- هل يمكن استبدال المفتاح المفرد بمفتاح الدر كسيون؟ لماذا؟
- ماذا يحدث عند توصيل الأسلاك على طرفي نقاط توصيل المفتاح المُصَلَّب من كلّ جهة؟
- هل يمكن استخدام مفتاح الدرج (الدر كسيون) بدل المفتاح المُصَلَّب؟ لماذا؟



- دَوِّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثمّ قيِّم تنفيذك لكلّ خطوة، وَفَق قائمة شطب مُحدّدة واضحة كما يأتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا

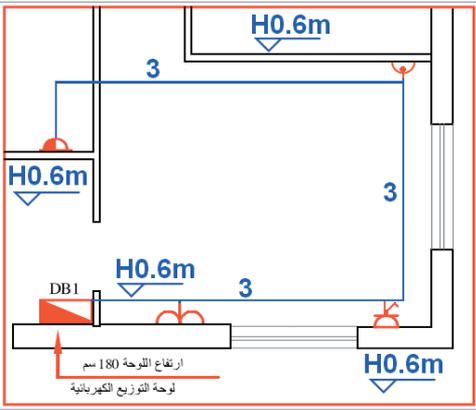
- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

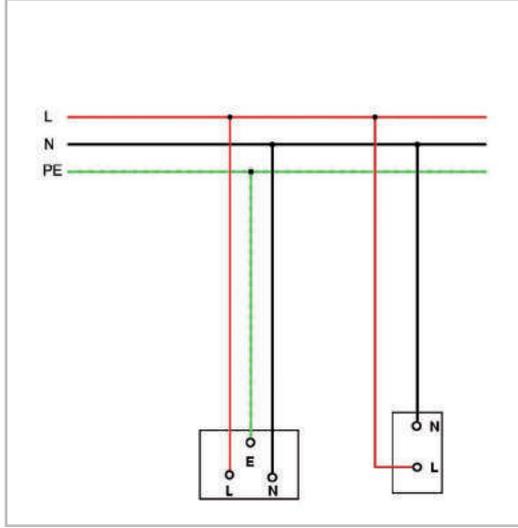
النتائج: يُتَوَقَّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

– تُنفِّذ دارة قدرة كهربائية لغرفة.

مستلزمات تنفيذ التمرين

الأدوات والتجهيزات	المواد
– جهاز أفوميتر. – علب وصل، وعلب مقابس مختلفة. – صندوق عدّة.	– كبل أحادي القلب قياسه (٢,٥) مم <sup>٢</sup> . – مقابس كهربائية (مفردة، ومزدوجة). – كلبسات (مشابك) بلاستيكية. – أسلاك ربط. – أنابيب (PVC) مُتعدّدة القياسات.

الرسوم التوضيحية	خطوات العمل والنقاط الحاكمة
 <p>الشكل (١).</p>	<p>١- ارتدِ لباس العمل المهني، والتزم بتعليمات السلامة والصحة المهنية.</p> <p>٢- جَهِّز الأنابيب والعلب ووحدة الإنارة اللازمة لتنفيذ التمرين.</p> <p>٣- تتبّع مخطّط التمديدات الكهربائية المُوضّح في الشكل (١)، ثمّ نفِّذ الخطوات العملية (٤-١١).</p> <p>٤- حدّد موقع المقابس، ثمّ ثبّت العلب الخاصة بكلّ منها.</p> <p>٥- مدّد الأنابيب اللازمة لتنفيذ التمرين.</p> <p>٦- اسحب الكبلات اللازمة لتنفيذ التمرين.</p> <p>٧- عرّ أطراف الكبلات المراد تثبيتها بالعناصر الكهربائية؛ على ألا يتجاوز طول الجزء المُعرّى منها (١) سم تقريبًا.</p>



الشكل (٢).

٨ - ثبّت المقابس بالعلب الخاصة بها.

٩ - صل الدارة الكهربائية بمصدر الطاقة الكهربائية عن طريق لوحة التوزيع، بعد التأكد من سلامة التوصيل بإشراف المعلم.

١٠ - قس الفولطية بين (L,N)، وبين (L,E)، وبين (N,E)، ماذا تلاحظ؟

١١ - افصل الدارة الكهربائية عن مصدر الطاقة الكهربائية.

١٢ - اكتب تقريراً مفصلاً عما قمت به في دفتر التدريب العملي.

نُفذ التمرين السابق في موقع العمل (الورشة) لعمل دائرة قدرة كهربائية لغرفة، مُستخدماً ثلاثة مقابس قدرة كلٌّ منهما (١٣) أمبير، والأنابيب وعلب الوصل والكبلات، بعد الانتهاء من عملية الحفر، مُلتزماً بما ورد في المخطّط الكهربائي.

- أجرِ عمليات الصيانة اللازمة لوحدة الإنارة والمفاتيح ومقابس الغرف الصفية والمشاعل والمختبرات في مدرستك، بالتعاون مع زملائك وإشراف المعلم.

## التقويم الذاتي

- ١- لأيّ الأحمال تُستخدم المقابس العادية؟
  - ٢- ماذا يحدث عند قصر خطّي (N) و (L)؟
  - ٣- ماذا يحدث عند انقطاع الطرف (N) من لوحة التوزيع؟ كيف يمكن الكشف عنه؟
  - ٤- ماذا نتوقع أن يحصل عند حدوث اتصال غير مباشر بين خطّي (N) و (L) نتيجة الرطوبة؟
  - ٥- ماذا نتوقع أن يحصل عند حدوث اتصال غير مباشر بين خطّي (N) و (L) نتيجة تعرّض الخطّين لحرارة صهت العازل بين الخطّين من دون حدوث اتصال بينهما؟
- دَوّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثمّ قيّم تنفيذك لكلّ خطوة، وُفق قائمة شطب مُحدّدة واضحة كما يأتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا

- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

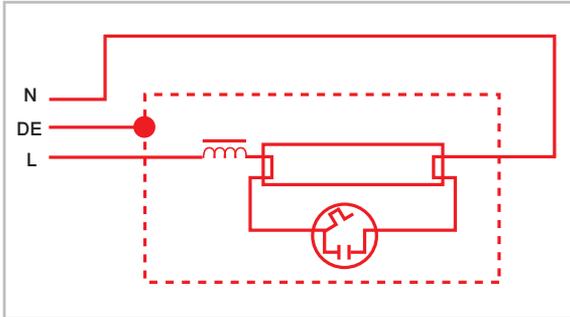
النتائج: يُتَوَقَّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

- تجميع مكوّنات مصباح فلوري مفرد (40W) أو (36W)، وتوصله بمفتاح مفرد.
- تجميع مكوّنات مصباح فلوري مزدوج (2×40W) أو (2×36W).
- تجميع مكوّنات مصباح فلوري مزدوج (2×20W) أو (2×18W).

مستلزمات تنفيذ التمرين

الأدوات والتجهيزات	المواد
- وحدات إنارة فلورية (مفردة، ومزدوجة)، قدرتها: (40W)، و (20W)، و (36W)، و (18W).	- كبل أحادي السلك قياسه (١,٥) مم <sup>٢</sup> .
- مفتاح مفرد	- كلبسات (مشابك) بلاستيكية.
- صندوق عدّة.	- أسلاك ربط.
	- أنابيب (PVC) مُتعدّدة القياسات.

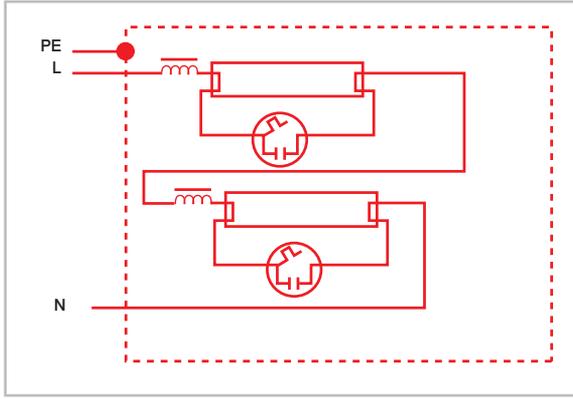
### الرسوم التوضيحية



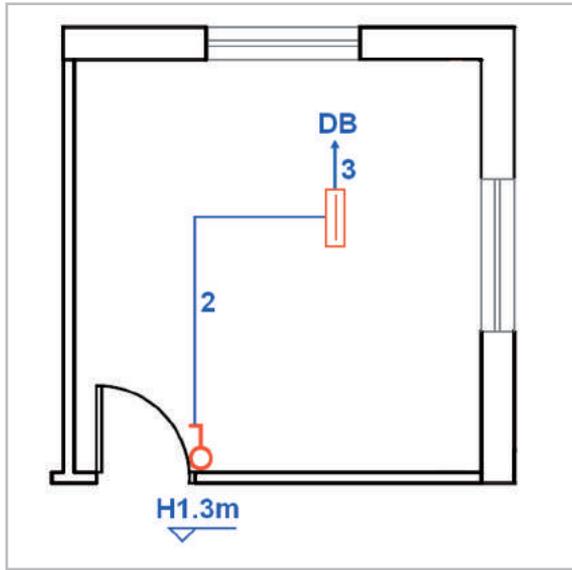
الشكل (١).

### خطوات العمل والنقاط الحاكمة

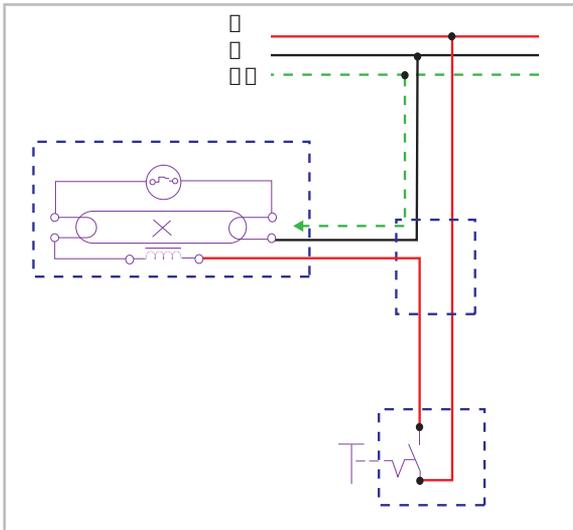
- ١- ارتدِ لباس العمل المهني، والتزم بتعليمات السلامة والصحة المهنية.
- ٢- اجمع مكوّنات وحدة الإنارة الفلورية (36W) المُبيّنة في الشكل (١) على طاولة العمل في المشغل، ثم صلها بمصدر الطاقة الكهربائية بإشراف المعلم.
- ٣- اجمع مكوّنات وحدة الإنارة الفلورية (2×36W) و (2×18W) المُبيّنة في الشكل (٢) على طاولة العمل في المشغل، ثم صلها بمصدر الطاقة الكهربائية بإشراف المعلم.
- ٤- تتبّع مخطّط التمديدات الكهربائية المُوضّح في الشكل (٣)، ثم نفذ الخطوات العملية (٥-١٥).



الشكل (٢).



الشكل (٣).



الشكل (٤).

٥ - جَهِّز الأنايب والعلب والمقابس اللازمة لتنفيذ التمرين.

٦ - حدّد موقع وحدة الإنارة الفلورية.

٧ - مدّد الأنايب اللازمة لتنفيذ التمرين.

٨ - اسحب الكبلات اللازمة لتنفيذ التمرين.

٩ - ثبّت وحدة الإنارة في الموقع المُخصّص لها.

١٠ - عرّف أطراف الكبلات المراد تثبيتها بالعناصر الكهربائية؛ على ألا يتجاوز طول الجزء المُعرّى منها (١) سم تقريبًا.

١١ - صلّ الدارة الكهربائية على النحو الظاهر في المخطط التنفيذي المُوضّح في الشكل (٤).

١٢ - صلّ الدارة الكهربائية بمصدر الطاقة الكهربائية عن طريق لوحة التوزيع، بعد التأكد من سلامة التوصيل بإشراف المعلم.

١٣ - افصل البادئ بعد تشغيل الدارة، ماذا تلاحظ؟

١٤ - افصل الدارة الكهربائية باستخدام المفتاح المفرد.

١٥ - أغلق مفتاح الدارة من دون بادئ، ماذا تلاحظ؟

١٦ - اكتب تقريرًا مُفصّلًا عمّا قمت به في دفتر التدريب العملي.



نُفذ التمرين السابق في موقع العمل (الورشة) لتجميع وحدات إنارة فلورية لصالة، مُستخدماً ثلاث وحدات إنارة مزدوجة (2×40 W)، ومفتاحاً ثلاثياً وأنايب وعلب وصل وكبلات، بعد الانتهاء من عملية الحفر، مُلتزماً بما ورد في المخطط الكهربائي.

– أجز عمليّات الصيانة اللازمة لوحّدات الإنارة والمفاتيح ومقابس الغرّف الصفيّة والمشاعل والمختبرات في مدرستك، بالتعاون مع زملائك وإشراف المعلم.



- ١- ما فائدة وصل الوحدة الفلورية المزدوجة ذات القدرة (20W) على التوالي؟
  - ٢- ماذا يحدث إذا استُبدِل ملف خانق قدرته (20W) بالملف الخانق المُستخدَم في وحدة الإنارة المفردة، الذي قدرته (40W)؟
  - ٣- إلام يؤدي انخفاض الفولطية المُطبَّقة على وحدة الإنارة الفلورية عن (١٥٠) فولط؟
- دَوّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثمّ قيّم تنفيذك لكل خطوة، وفق قائمة شطب مُحدّدة واضحة كما يأتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا

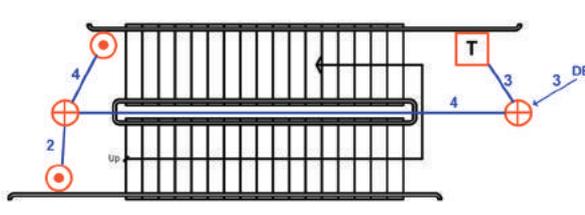
– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

النتائج: يُتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

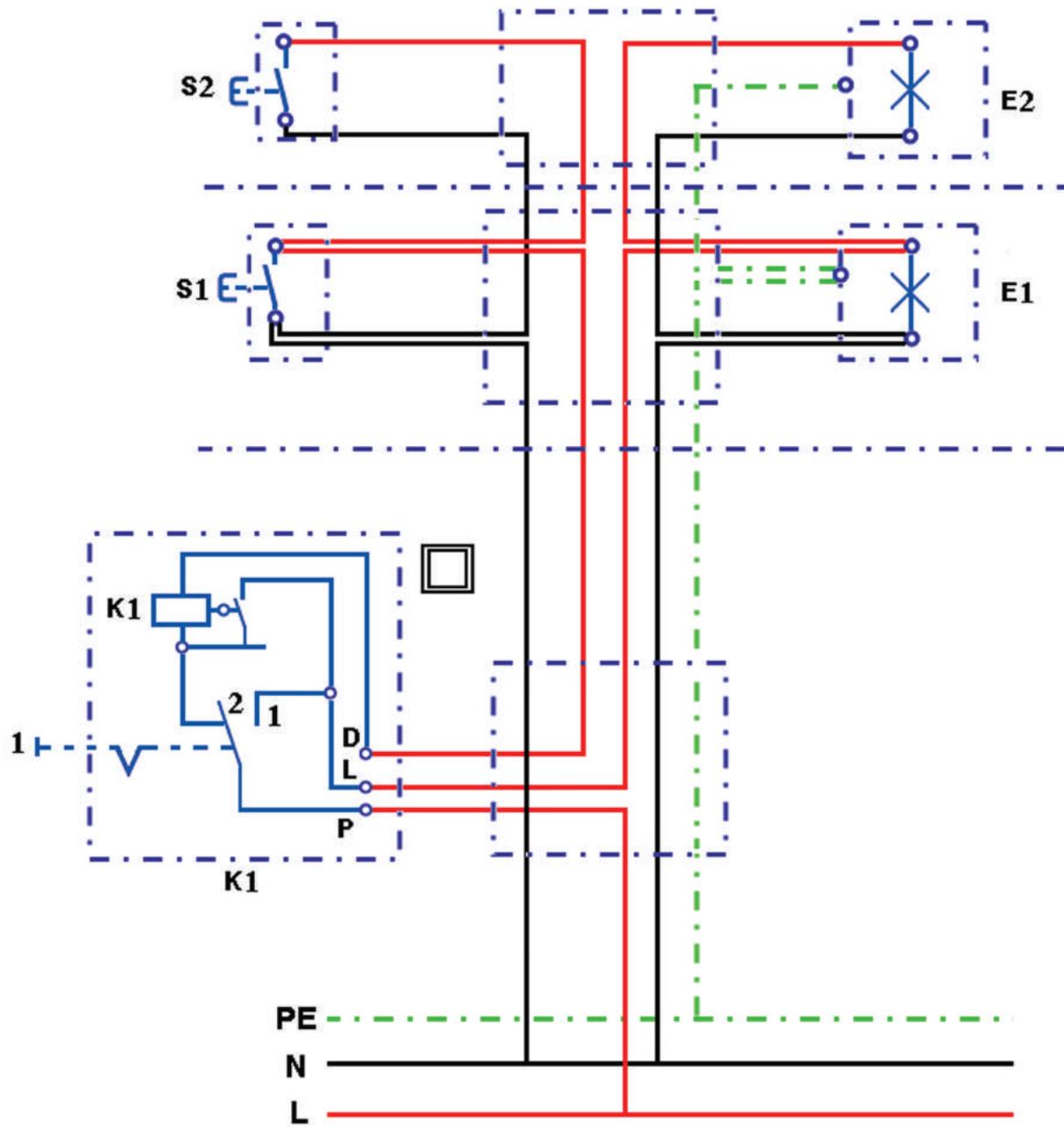
– تُنفذ دائرة إنارة باستخدام مؤقت (مرحل) زمني.

مستلزمات تنفيذ التمرين

الأدوات والتجهيزات	المواد
– وحدات إنارة مختلفة.	– كبل أحادي السلك قياسه (١,٥) مم <sup>2</sup> .
– ضاغطان مفردان.	– كلبسات (مشابك) بلاستيكية.
– مؤقت زمني.	– أسلاك ربط.
– صندوق عدّة.	– أنابيب (PVC) مُتعددة القياسات.

الرسم التوضيحية	خطوات العمل والنقاط الحاكمة
 <p>الشكل (١).</p>	<p>١- ارتدِ لباس العمل المهني، والتزم بتعليمات السلامة والصحة المهنية.</p> <p>٢- تتبّع مخطّطي التمديدات الكهربائية المُوضّحين في الشكلين: (١)، و(٢)، ثمّ نفّذ الخطوات العملية (٣-١٠).</p> <p>٣- حدّد مواقع الضواغط، ثمّ ثبّت العلبة الخاصة بكلّ منها.</p> <p>٤- مدّد الأنابيب اللازمة لتنفيذ التمرين.</p> <p>٥- اسحب الكبلات اللازمة لتنفيذ التمرين.</p> <p>٦- عرّ أطراف الكبلات المراد تثبيتها بالعناصر الكهربائية؛ على ألا يتجاوز طول الجزء المُعرّى منها (١) سم تقريبًا.</p>

الرسوم التوضيحية



الشكل (٢).

- ٧ - ثَبَّتْ وحدات الإنارة بالعلب الخاصة بها.
- ٨ - عايرِ المؤقت الزمني وفقاً لزمَن الفصل المطلوب (٥ ثوانٍ، دقيقة، ...، إلخ).
- ٩ - صِل الدارة الكهربائية بمصدر الطاقة الكهربائية عن طريق لوحة التوزيع، بعد التأكد من سلامة التوصيل بإشراف المعلم.
- ١٠ - اضغَط على أيٍّ من الضواغط، ثم دَوِّن ملاحظاتك.
- ١١ - اكتب تقريراً مفصلاً عمَّا قمت به في دفتر التدريب العملي.

#### تمارين الممارسة العملية

نَفِّذ التمرين السابق في موقع العمل (الورشة) لعمل دائرة إنارة لبيت درج مكون من ثلاثة طوابق، مُستخدِماً الأنايب وعلب الوصل والكبلات، بعد الانتهاء من عملية الحفر، مُلتزماً بما ورد في المخطَّط الكهربائي.

- نَفِّذ التمرين السابق باستخدام أنواع مختلفة من المؤقتات.

#### التقويم الذاتي

فيمَ تختلف إنارة بيت درج باستخدام المؤقتات عنها باستخدام المفاتيح؟

- دَوِّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثم قَيِّم تنفيذك لكل خطوة، وَفَق قائمة شطب مُحدَّدة واضحة كما يأتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا

- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

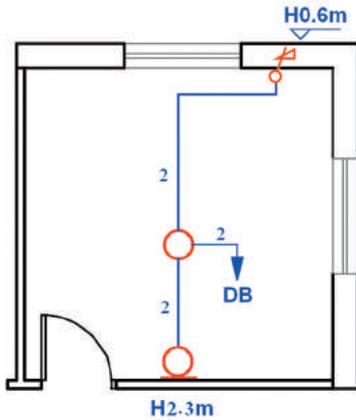
النتائج: يُتوقّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

– تُنفذ دائرة إنارة مكوّنة من مفتاح تحكّم في شدّة الإنارة (ديمر).

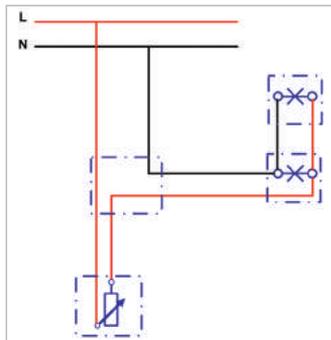
مستلزمات تنفيذ التمرين

الأدوات والتجهيزات	المواد
– مفتاح ديمر (معتام).	– كبلات قياسها (٥، ١ ملم)، و (٥، ٢ ملم).
– جهاز أفوميتر.	– مصباح كهربائي قدرته (١٠٠ واط)، و (٦٠ واط).
– مصدر كهرباء.	– كلبسات (مشابك) بلاستيكية.
– علب وصل مختلفة.	– أسلاك ربط.
– صندوق عدّة.	– براغي تثبيت.
	– أنابيب (PVC) مُتعدّدة القياسات.

### الرسوم التوضيحية



الشكل (١).



الشكل (٢).

### خطوات العمل والنقاط الحاكمة

- ارتدِ لباس العمل المهني، والتزم بتعليمات السلامة والصحة المهنية.
- تتبّع مخطّطي التمديدات الكهربائية الموضّحين في الشكلين: (١)، و (٢)، ثمّ نفّذ الخطوات العملية (٩-٣).
- حدّد موقع عناصر الدارة حسب المخطّط التنفيذي الوارد في الشكل (١).
- ثبّت عناصر الدارة على اللوحة.
- ثبّت الكبلات كما في المخطّط.
- صلّ الكبلات بالدارة حسب المخطّط التنفيذي الوارد في الشكل (٢).
- افحص الدارة للتأكّد من سلامة التوصيل.

- ٨- صل الدارة الكهربائية بمصدر الطاقة الكهربائية عن طريق لوحة التوزيع، بعد التأكد من سلامة التوصيل بإشراف المعلم.
- ٩- شغل الدارة عن طريق المفتاح، ثم غير وضع المفتاح، ملاحظاً ما يحدث لشدة الإضاءة.
- ١٠- اكتب تقريراً مفصلاً عما قمت به في دفتر التدريب العملي.

#### تمارين الممارسة العملية

نفذ التمرين السابق، مُستخدماً الأنابيب وعلب الوصل والكبلات، بعد الانتهاء من عملية الحفر، ملتزماً بما ورد في المخطط الكهربائي.

#### التقويم الذاتي

- لماذا تتغير شدة الإضاءة عند تغيير وضع المفتاح؟
- دَوِّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثم قَيِّم تنفيذك لكل خطوة، وِفَق قائمة شطب مُحدَّدة واضحة كما يأتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا

- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

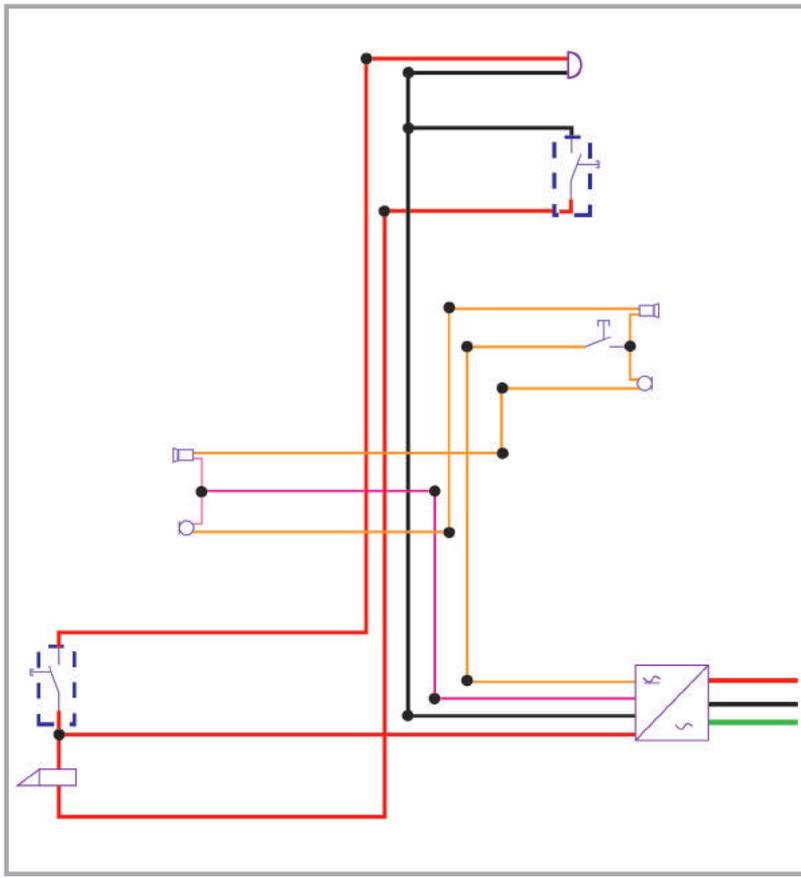
النتائج: يُتَوَقَّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

- تُنفذ دارة كهربائية لفتح باب مغناطيسي.
- تُنفذ دارة كهربائية لفتح باب مغناطيسي مع إنتركم.

مستلزمات تنفيذ التمرين

الأدوات والتجهيزات	المواد
- ضواغط.	- كبلات قياسها (١,٥ ملم)، و (٢,٥ ملم).
- جهاز أفوميتر.	- مصباح كهربائي.
- مصدر كهرباء.	- كلبسات (مشابك) بلاستيكية.
- فاتح باب.	- براغي تثبيت.
- أجراس.	- أنابيب (PVC) مُتعددة القياسات.
- دائرة تحكّم.	- أسلاك ربط.
- سماعة داخلية.	
- سماعة خارجية.	
- مكبّر صوت (ميكرفون).	
- علب وصل مختلفة.	
- صندوق عدّة.	

الرسوم التوضيحية	خطوات العمل والنقاط الحاكمة
	١- ارتدِ لباس العمل المهني، والتزم بتعليمات السلامة والصحة المهنية.
	٢- تتبّع مخطّط التمديدات الكهربائيّة المُوضّح في الشكل (١)، ثمّ نفّذ الخطوات العملية (٣-١١).
	٣- حدّد مواقع الضواغط، ثمّ ثبّت العلب الخاصة بها.
	٤- حدّد مواقع الأجراس، ثمّ ثبّت العلب الخاصة بها.
	٥- حدّد موقع فاتح الباب، ثمّ ثبّت العلب الخاصة به بحسب المخطّط.
	٦- ثبّت عناصر الدارة على اللوحة.
	٧- ثبّت الكبلات كما في المخطّط.
	٨- صلّ الكبلات بالدارة كما في المخطّط.



الشكل (١).

٩ - افحص الدارة للتأكد من سلامة التوصيل.

١٠ - صل الدارة الكهربائية بمصدر الطاقة الكهربائية عن طريق لوحة التوزيع، بعد التأكد من سلامة التوصيل بإشراف المعلم.

١١ - نفذ الدارة في موقعين، ثم دوّن ملاحظتك.

١٢ - اكتب تقريرًا مفصلاً عمّا قمت به في دفتر التدريب العملي.

#### تمارين الممارسة العملية

نفذ التمرين السابق، مُستخدماً الأنابيب وعلب الوصل والكبلات، بعد الانتهاء من عملية الحفر، مُلتزماً بما ورد في المخطّط الكهربائي.

#### التقويم الذاتي

- دوّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة، وفق قائمة شطب مُحدّدة واضحة كما يأتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا

- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

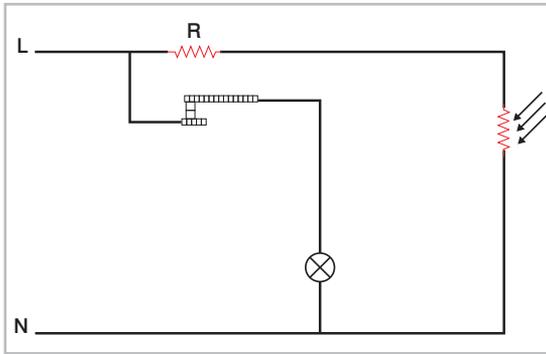
النتائج: يُتَوَقَّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

– تُنفِّذ دائرة إنارة باستخدام خلية ضوئية.

مستلزمات تنفيذ التمرين

الأدوات والتجهيزات	المواد
– جهاز أفوميتر.	– كبلات قياسها (١,٥ ملم)، و (٢,٥ ملم).
– مصدر كهرباء.	– مصباح كهربائي.
– خلية ضوئية.	– كلبسات (مشابك) بلاستيكية.
– علب وصل.	– براغي تثبيت.
– صندوق عدّة.	– أنابيب (PVC) مُتعدّدة القياسات.
	– أسلاك ربط.

الرسوم التوضيحية



الشكل (١).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة

- ارتدِ لباس العمل المهني، والتزم بتعليمات السلامة والصحة المهنية.
- تتبّع مخطّط التمديدات الكهربائيّة المُوضّح في الشكل (١)، ثمّ نفّذ الخطوات العملية (٣-٩).
- حدّد مواقع عناصر الدارة، ثمّ ثبّتها كما في المخطّط.
- ثبّت عناصر الدارة على اللوحة المُخصّصة في مكان التدريب.
- ثبّت الكبلات كما في المخطّط.
- صلّ الكبلات بالدارة كما في المخطّط.
- افحص الدارة للتأكد من سلامة التوصيل.
- صلّ الدارة الكهربائيّة بمصدر الطاقة الكهربائيّة عن طريق لوحة التوزيع، بعد التأكد من سلامة التوصيل بإشراف المعلم.

- ٩ - نَفِّذ الدارة في موقعين، ثم دَوِّن ملاحظاتك.
- ١٠ - اكتب تقريرًا مُفصَّلًا عمَّا قمت به في دفتر التدريب العملي.

### تمارين الممارسة العملية

نَفِّذ التمرين السابق، مُستخدِمًا الأنايب وعلب الوصل والكبلات، بعد الانتهاء من عملية الحفر، مُلتزمًا بما ورد في المخطَّط الكهربائي.

### التقويم الذاتي

- دَوِّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثم قَيِّم تنفيذك لكل خطوة، وَفَق قائمة شطب مُحدَّدة واضحة كما يأتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا

- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

النتائج: يُتَوَقَّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

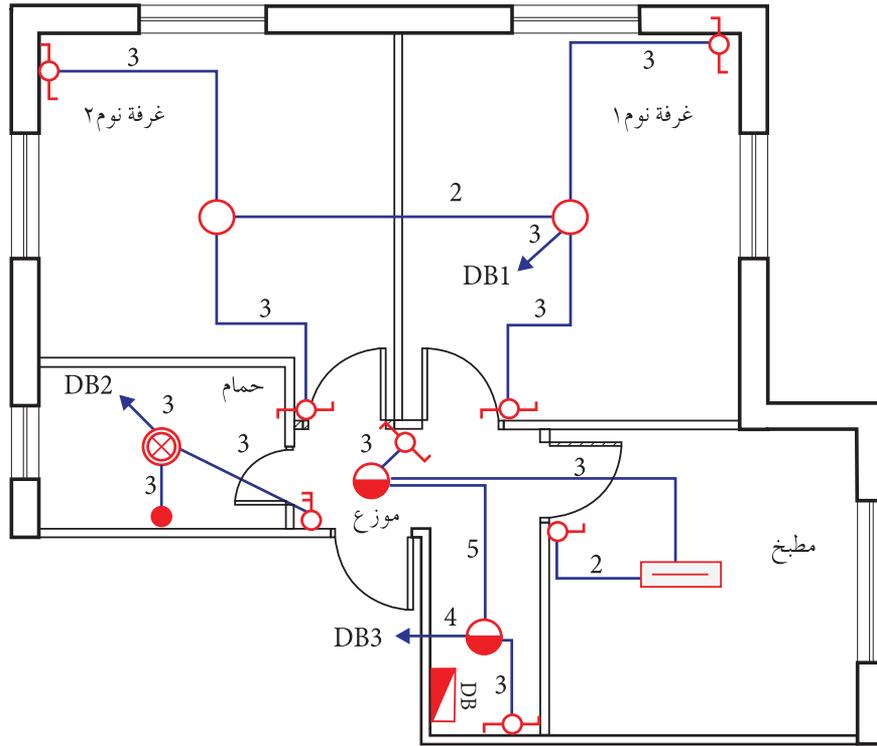
– تُنفِّذ مخططًا هندسيًا لشقة مكوّنة من غرفتي نوم ومطبخ وحمّام وموزّع.

مستلزمات تنفيذ التمرين

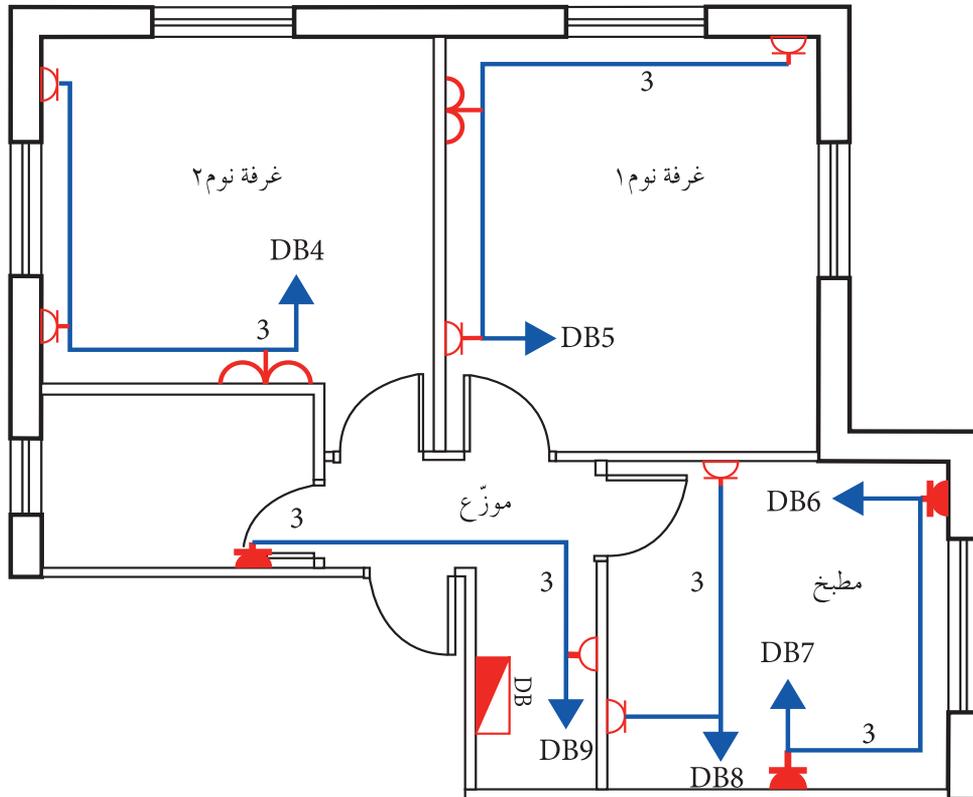
الأدوات والتجهيزات	المواد
– مفاتيح.	– أسلاك قياسها (١,٥ ملم)، و (٢,٥ ملم).
– جهاز أفوميتر.	– وحدات إنارة مختلفة.
– مصدر كهرباء.	– كلبسات (مشابك) بلاستيكية.
– مقبس كهربائي.	– براغي تثبيت.
– أجراس.	– أنابيب (PVC) مُتعدّدة القياسات.
– علب وصل مختلفة.	– أسلاك ربط.
– صندوق عدّة.	

الرسوم التوضيحية	خطوات العمل والنقاط الحاكمة
	١- ارتدِ لباس العمل المهني، والتزم بتعليمات السلامة والصحة المهنية.
	٢- تتبّع مخطّطي التمديدات الكهربائية المُوضّحين في الشكلين: (١)، و(٢)، ثمّ نفّذ الخطوات العملية (٣-١٦).
	٣- حدّد مواقع مصابيح الإنارة والمقابس على السقف، ثمّ ضع علامة على مواقعها، مُستخدِمًا المتر لتحديد القياس.
	٤- ضع علامة على أماكن دخول الأنابيب الخاصة بالمفاتيح ومقابس الغرف.
	٥- حدّد مكان تركيب لوحات التوزيع الكهربائية.

## الرسوم التوضيحية



الشكل (١).



الشكل (٢).

## خطوات العمل والنقاط الحاكمة

## الرسوم التوضيحية

- ٦ - حدّد قطر الأنبوب وعدد الأنابيب اللازمة، بحيث لا يتجاوز حجم الأسلاك المدخلة في كلّ أنبوب ما نسبته (٦٠٪) من مساحة الأنبوب.
- ٧ - مدّد الأنابيب وثبّتها بنقاط مواقع المصابيح والمقابس.
- ٨ - ثبّت علب المصابيح (Spot Ligts) ونقاط الإنارة بأماكنها.
- ٩ - ثبّت الأنابيب، مُستخدماً سلك الربط المعدني، وبراغي التثبيت.
- ١٠ - مدّد الأنابيب من السقف إلى المكان الذي سَتُثبّت فيه لوحات التوزيع.
- ١١ - مدّد الأنابيب من السقف إلى علب المفاتيح والمقابس.
- ١٢ - ثبّت صناديق لوحات التوزيع في أماكنها حسب المخطّط.
- ١٣ - صلّ العلب ببعضها بعضاً بوساطة أنابيب بلاستيكية، ثمّ ثبّتها (العلب) في أماكنها حسب المخطّط.
- ١٤ - مدّد الأنابيب الأرضية وصلّها بعلب المقابس ونقاط الخدمة الكهربائية اللازمة حسب المخطّط، أو إرشادات المعلم.
- ١٥ - ثبّت قلب لوحة التوزيع في مكانه حسب المخطّط.
- ١٦ - اسحب الأسلاك من لوحة التوزيع إلى علب المفاتيح والمقابس والأحمال حسب الآتي:
  - أ- أدخل أطراف الأسلاك -بعد تعريتها- في حلقة سلك السحب، واربطها في الحلقة جيداً.
  - ب- ادهن موضع الوصلة بالفازلين لتسهيل عملية السحب.
  - ج- أدخل رأس سلك السحب الكروي في فتحة أنبوب لوحة التوزيع، وادفعه إلى الداخل لسحب الأسلاك.

د - اسحب الأسلاك لوصل المقابس ببعضها بعضاً، ثم صل المفاتيح بالأحمال.

هـ - ثبّت الأسلاك بالقواطع والمفاتيح والمقابس والأحمال.

و - ثبّت المفاتيح والمقابس بالعلب الخاصة بها، وثبّت الأحمال بأماكنها حسب المخطّط.

ز - صل خطّ التأسيس بلوحات التوزيع الكهربائية.

ح - أجر الفحوص اللازمة للتأكد من سلامة التمديدات.

١٧- اكتب تقريراً مفصّلاً عمّا قمت به في دفتر التدريب العملي.

#### تمارين الممارسة العملية

نفذ مخطّطاً هندسياً لشقة مكوّنة من غرفتي نوم ومطبخ وحمّام وموزّع، مُستخدماً الأنايب وعلب الوصل، بعد الانتهاء من عملية الحفر، مُلتزماً بما ورد في المخطّط الكهربائي، وبالمواصفات المطلوبة عملياً، وحسب الإرشادات الآتية الذكر.

#### التقويم الذاتي

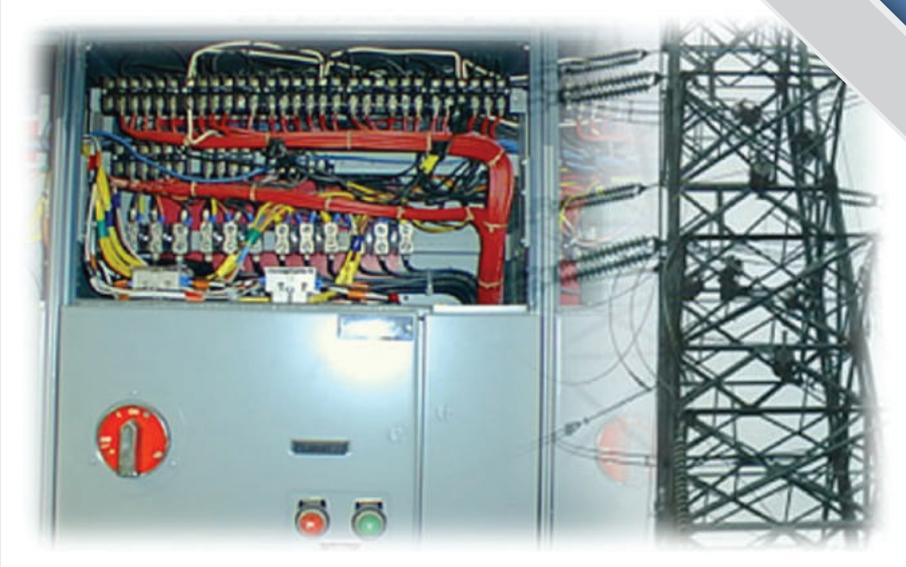
- دَوّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة، وفق قائمة شطب مُحدّدة واضحة كما يأتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا

- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

الوحدة الثالثة

## التمديدات الكهربائية الصناعية



● ما أهمية التمديدات الكهربائية الصناعية المستخدمة في قطاع الصناعة؟

● ما أبرز مكونات التمديدات الكهربائية الصناعية؟

كان لاستخدام الكهرباء في الصناعة أثر كبير في إحداث ثورة في مجال الإنتاج الكمي والنوعي للسلع والمنتجات الصناعية. كما سهّل استعمال الطاقة الكهربائية في عمليات الإنتاج مهام التشغيل والتحكم في الآلات والمعدّات الخاصة بالإنتاج الصناعي.

شهد القرن الماضي تطوراً كبيراً في تقنيات إنتاج الطاقة الكهربائية ونقلها وتوزيعها واستخدامها في مجال الصناعة؛ فقد تطورت صناعة مُولّدات الطاقة الكهربائية وزادت قدراتها، كما ارتفعت مستويات فولتية المُحوّلات الكهربائية (Electrical Transformers) وقدراتها، وحدث تطور ملحوظ في تقنيات الأسلاك والكبلات الكهربائية التي تُعدّ عنصراً رئيساً في الشبكة الكهربائية. أمّا الدارات والمعدّات والتجهيزات التي تُستعمل للتحكم في الأنظمة والآلات والشبكات الكهربائية، (مثل: المفاتيح الكهربائية، والمصهرات، وقواطع الدارات)، فقد حظيت بنصيب كبير من الاهتمام والتطوير، فأصبحت على درجة كبيرة من الدقة والإتقان، ولقي استخدامها في التمديدات الكهربائية الصناعية إقبالاً واسعاً.

وعليه، فإنّ دراسة مكوّنات التمديدات الكهربائية الصناعية وبناء داراتها وتمديداتها العملية، تُعدّ من الموضوعات المهمة لطلبة تخصص الكهرباء؛ نظراً إلى ارتباطها الوثيق بتخصصهم وممارسة عملهم المهني.

قد يتبادر إلى ذهن الطالب العديد من الأسئلة عن التمديدات الكهربائية الصناعية، مثل:

- ما المقصود بالتمديدات الكهربائية الصناعية؟
  - ما أنظمة الحماية المستخدمة في التمديدات الكهربائية الصناعية؟ كيف يعمل كلّ منها؟
  - ما أنواع الكبلات والأسلاك الكهربائية المستخدمة في التمديدات الكهربائية الصناعية؟
  - ما مخطّطات التغذية المستخدمة في التمديدات الكهربائية الصناعية؟
- هذه الأسئلة وغيرها ستتمكّن من الإجابة عنها بعد دراستك هذه الوحدة.

يُتوقَّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يتعرّف العناصر الأساسية المستخدمة في التمديدات الكهربائية الصناعية، وخصائصها، ووظيفة كلٍّ منها.
- يتعرّف لوحات التوزيع (الرئيسية، والفرعية) المستخدمة في التمديدات الكهربائية الصناعية.
- يُميّز الكبلات والأسلاك الكهربائية في التمديدات الكهربائية الصناعية وقياساتها.
- يتعرّف الأنابيب والمجارير (القنوات)، وخصائصها، واستخداماتها.
- يتعرّف مخططات التغذية الشعاعية والحلقية المستخدمة في المصانع.
- يتعرّف مخططات توزيع الطاقة داخل المصانع.
- يتعرّف أنظمة الحماية المستخدمة في التمديدات الكهربائية الصناعية.
- يتعرّف مفهوم عامل القدرة، وطرائق تحسينه.
- يتعرّف نظام التنبيه (الإنذار) المستخدم في المرافق التجارية.
- يتعرّف عناصر الدارة الكهربائية الأساسية لحارقة المرجل.
- يتعرّف نظام تنبيه (إنذار) الحريق التقليدي، ومكوّناته، واستخداماته.
- يتعرّف تركيب الدارات الكهربائية للواجهات الإعلانية التجارية.
- يقرأ مخططات لوحات التوزيع للمصانع.
- يُنفذ شبكة تمديدات كهربائية لورشة أو مشغل، بحيث تضم دارات الإنارة، والمقابس، وأحمال القوى.
- يُنفذ التمديدات الكهربائية عن طريق الأسقف المستعارة.
- يُنفذ شبكة تمديدات كهربائية لمكتب تجاري.
- يقيس عامل القدرة لدارة كهربائية، ويعمل التوصيلات اللازمة لتحسينه.
- يُنفذ دارات التنبيه للمرافق التجارية.
- يُنفذ تمديدات حارقة المرجل الخاصة بالتدفئة.
- يُنفذ دارة كهربائية لنظام تنبيه (إنذار) الحريق اليدوي.
- يُركّب دارات كهربائية للواجهات الإعلانية التجارية: المُتحرّكة، والثابتة.

## العناصر الأساسية والأنظمة المستخدمة في التمديدات الكهربائية الصناعية

يُزود المصنع بالطاقة الكهربائية إما من الشبكة الكهربائية العامة التي يُغذيها مُحوّل خاص بالمصنع عندما يكون استهلاك الطاقة كبيراً، وإما من الكبلات أو الخطوط الهوائية المتصلة بمُحوّل توزيع في الشبكة الكهربائية.

تُنفَّذ التمديدات الكهربائية في المصانع وفق نظام متسلسل من الحماية، يبدأ باللوحة الرئيسة بعد المُحوّل، وينتهي باللوحة الفرعية لتغذية الأحمال الكهربائية. فما العناصر الرئيسة لهذه التمديدات الكهربائية؟ ما مواصفاتها ومقرّراتها؟ ما الأنظمة المستخدمة في المنشآت الصناعية؟ كيف تعمل؟ تشمل التمديدات الكهربائية اللازمة لتغذية المصانع على عناصر أساسية، درست بعضها في الوحدة الثانية من هذا الكتاب مثل: الكبلات، والأسلاك الكهربائية، والمصابيح، وستدرس بعضها الآخر في هذه الوحدة على نحو مُفصّل (لوحات التوزيع الرئيسة والفرعية، والكبلات، والمفاتيح الكهربائية، ومعدّات الحماية)، فضلاً عن دراسة الأنظمة الشائعة الاستخدام في المنشآت الصناعية والمؤسسات التجارية.

### ١- مفاتيح الحماية الكهربائية وقواطعها

تُستخدَم المفاتيح والقواطع الكهربائية على نحوٍ واسع في التمديدات الكهربائية الصناعية؛ إذ إنّها تعمل على حماية الدارات والمقابس والأجهزة؛ من: زيادة الحمل، وتيار القصر، والتسرّب الأرضي، وهبوط الفولطية.

تحتوي لوحات التوزيع على أنواع مختلفة من أجهزة القطع والوصل، مثل: القواطع المقولبة (MCCB)، والقواطع الصغيرة (MCB)، والقواطع التفاضلية (RCCB)، والقواطع الهوائية، والمفاتيح المغناطيسية الصغيرة التي تتحكّم في توصيل التيار الكهربائي باستخدام المفاتيح الكهربائية. تُصنّف المفاتيح والقواطع إلى ما يأتي:

أ - القواطع الآلية المقولبة (Moulded Case Circuit Breakers: MCCB): تُصنَع هذه القواطع بعيارات مُحدّدة تبعاً للتيارات، ويختار القاطع بناءً على فولطية العمل العياري،



وفولطية العزل، وسعة القصر العظمى .  
تعتمد هذه القواطع في عملها على مصدر  
حماية حراري ومغناطيسي، وتوضع ضمن  
غلاف محكم الإغلاق، وتبلغ فولطية  
عملها الاسمي (٦٦٠) فولط، وترددتها  
(٥٠) هيرتز، وهي تُستخدم في لوحات  
التغذية الفرعية والرئيسية، انظر الشكل  
(١-٣) الذي يُبين أحد هذه القواطع.

الشكل (١-٣): قاطع آلي مقولب.

ب- القواطع الصغيرة (المنمنمة) (MCB): تُستعمل هذه القواطع عادة لحماية القابس ودارات  
الإضاءة الفرعية ودارات القدرة الصغيرة، وهي تُركب على سكة، وكل قطب من أقطاب  
القاطع مزود بمصدر حماية حراري لزيادة الحمل، وآخر مغناطيسي لزيادة التيار، مُبين عليه  
عدد مرّات الفصل والوصل (ميكانيكيًا) التي لا تقل عن (٢٠٠٠٠) مرّة.

تتألف هذه القواطع من قطب واحد (1P)، أو قطبين (2P)، أو ثلاثة أقطاب (3P)، أو  
أربعة أقطاب (4P)، ويحتوي النوعان (2P) و (4P) على قطب للحيادي قابل للفصل  
والوصل، ويُستخدم النوعان (1P) و (2P) في الدارات الأحادية الطور، في حين يُستخدم  
النوعان (3P) و (4P) في الدارات الثلاثية الطور.

تُصنّف قواطع (MCB) إلى فئات عدّة (A، B، C، D، K، G)، تبعًا لخصائص القطع (خصائص الزمن  
والتيار). وفي ما يأتي أبرز فئات القواطع المستخدمة في التمديدات الكهربائية وخصائصها:

١. فئة (A): وفيها يفصل القاطع فورًا عند حدوث خطأ ما.

٢. فئة (B): وفيها يتأخر فصل القاطع مدّة زمنية مُحدّدة عند حدوث خطأ ما.

يُستخدم هذا القاطع في المصادر التي تنتج مستويات منخفضة من تيار القصر، مثل:

المُولِّدات الاحتياطية (Standby Generators)، ودارات الإنارة الفرعية، ويُستخدَم أيضاً في حماية الكبلات ذات الامتدادات الطويلة، انظر الشكل (٣-٢/أ) الذي يُبيِّن مجموعة من قواطع هذه الفئة.



الشكل (٣-٢/أ): قواطع مختلفة من نوع (B).

٣. فئة (C): وهي تُماثل فئة (B) في خصائصها، إلا أن زمن تأخير قاطعها وتيار الفصل اللحظي فيها أعلى.

يُستخدَم قاطع هذه الفئة لحماية الدارات في الأحوال العامة، من مثل: دارات القدرة الصغيرة، والمقابس. ويُبيِّن الشكل (٣-٢/ب) مجموعة من قواطع هذه الفئة.



الشكل (٣-٢/ب): قواطع مختلفة من نوع (C).

٤. فئة (D): يمتاز قاطع هذه الفئة بتيار فصل لحظي أكبر ممَّا في فئة (C)؛ ما يسمح بإمرار تيار الإقلاع إلى المحرِّك. وفي حال حدوث قصر كهربائي، يجب ألا يتجاوز تيار القصر القيمة المسموحة لمقطع الناقل.

يُستخدَم هذا القاطع لحماية الدارات التي تحتوي على تيارات ابتدائية عالية نسبياً، من مثل: المحرِّكات والمحولات الكهربائية، انظر الشكل (٣-٢/ج).

تمتاز هذه القواطع بالانتقائية في عملها؛ إذ يعمل قاطع (MCB) الأدنى مرتبة قبل القاطع الأعلى مرتبة. كما أنها تعمل في درجات حرارة تتراوح بين (صفر) و (٣٥) س. وفي حال



ارتفعت درجات الحرارة أعلى من ذلك، فإن مصدر الحماية الحراري يستجيب بصورة مبكرة، وهذا يعني أنه لا يمكن تحميل القاطع بتياره الاسمي. لذا، يجب الانتباه لهذه المسألة، خاصة عند استخدام مثل هذه القواطع في الفراغات التي ترتفع فيها درجة الحرارة، أو في اللوحات التي تتعرض للارتفاع المستمر في درجة حرارتها. جدير بالذكر أن قواطع (MCB) تعمل في ظروف وأحوال مناخية تصل فيها درجة

الحرارة إلى (٤٥) س، ونسبة الرطوبة إلى (٩٥)٪. الشكل (٣-٢/ج): قاطع من نوع (D).

ج- القواطع التفاضلية (RCCB)، أو (RCD): تُستخدم هذه القواطع لحماية الدارات والأجهزة والمقابس في الأماكن الرطبة، وحماية الأشخاص من الصدمة الكهربائية، وهي تعمل بالتيار، وتبلغ حساسيتها (٣٠) ملّي أمبير، و (٦٠) ملّي أمبير.

تُرَكَّب القواطع التفاضلية في اللوحات الفرعية، وتحمل سعة قصر بنحو (١٠) كيلو أمبير، حيث يكون القاطع التفاضلي والقاطع الصغير موجودين في لوحة واحدة.



د - القواطع الهوائية (Air Switches): يعمل الهواء في هذا النوع من المفاتيح على العزل وإطفاء الشرارة الكهربائية، وهو شائع الاستخدام في التمديدات الصناعية والورش والمشاغل والمحال التجارية.

يمتاز القاطع الهوائي بتكلفته القليلة، واحتوائه على وسائل حماية وأمان تجعل استخدامه مفضلاً، فضلاً عن تضاؤل إمكانية نشوب حرائق من عملية الشرر الناتجة من الفصل والوصل، انظر الشكل (٣-٣).

الشكل (٣-٣): قاطع هوائي.

تعمل لوحات التوزيع الرئيسة والفرعية على توصيل الطاقة الكهربائية إلى الأحمال. ولكن، كيف يمكن التحكم في توصيل التيار الكهربائي إلى هذه اللوحات؟

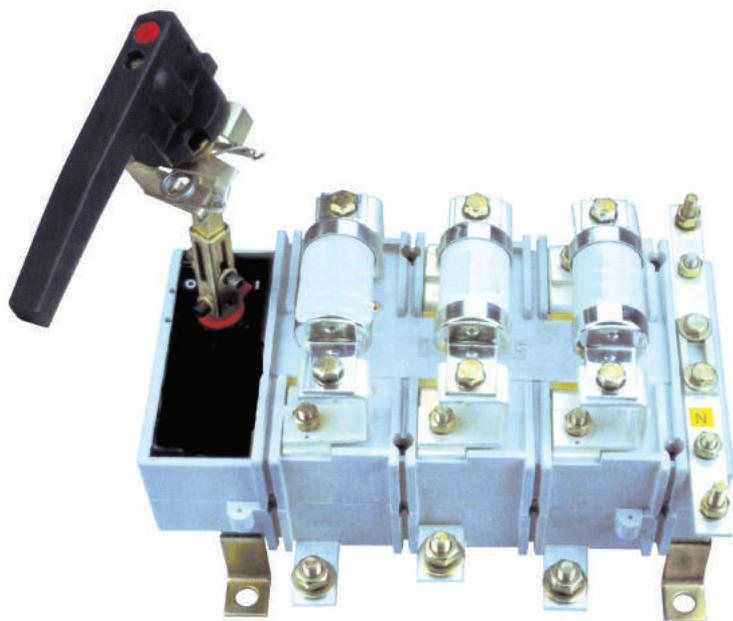
هـ - المفاتيح اليدوية المزودة بالمصهرات: يحتوي هذا النوع من المفاتيح على مصهرات تبعاً لعدد الأطوار، وعلى ذراع يدوية لإجراء عملية الوصل والفصل، علماً بأن الزمن الذي تستغرقه المصهرات لانصهارها قليل جداً، وفي ما يأتي أبرز أنواع هذه المفاتيح:



الشكل (أ/ ٤-٣): مفتاح سكتيني ثلاثي الطور ذو سلك قابل للتبديل.

١. مفاتيح المصهرات ذات السلك القابل للتبديل: يُبين الشكل (٣-٤/أ) أحد أنواع هذه المفاتيح.

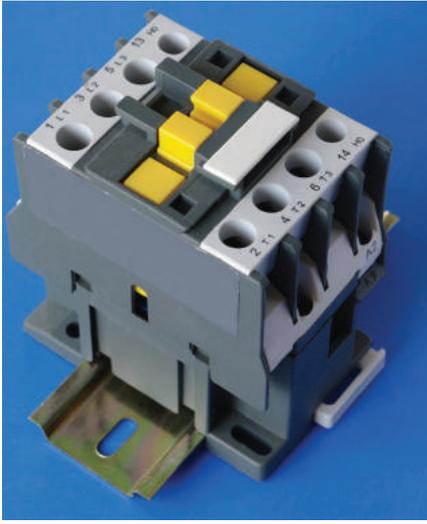
٢. مفاتيح المصهرات الكبسولية: توجد أشكال عدّة لهذه المفاتيح، ويُبين الشكلان: (ب/ ٤-٣)، و (ج/ ٤-٣) بعضاً منها.



الشكل (ج- ٤ / ٣): مفتاح كبسولي ثلاثي الطور.



الشكل (ب- ٤ / ٣): مفتاح كبسولي سكتيني ثلاثي الطور.



و - المفاتيح المغناطيسية الصغيرة (Contactors): تُستخدم هذه المفاتيح في اللوحات الفرعية، وهي تُركَّب على سكة، ولها ثلاث أو أربع نقاط رئيسية، وتتراوح عياراتها بين (١٦) و (١٠٠) أمبير عند درجة حرارة محيطية (٤٠) س.

يوجد لكل مفتاح فئتان من التلامسات المساعدة: مفتوحة (NO)، ومغلقة (NC)، وهما تعملان بفولتيات مختلفة (٢٤، ٢٤٠، ٤٠٠) فولط، ويمكن أن يعمل المفتاح قاطعاً

عند تزويده بمصهر حماية حراري، انظر الشكل (٣-٥). الشكل (٣-٥): مفتاح مغناطيسي صغير.

## قضية للبحث

نظّم ورقة عمل تتضمن أنواع المصهرات، وميزاتها، وأماكن استخدامها، وأنواعها.

## ٢- الكبلات الكهربائية

تُصنّف الكبلات إلى أنواع عدّة تبعاً لطبيعة الاستخدام، والمادة الموصلة، وعددها في الكبل الواحد، ومادة العزل، علماً بأنّ عدد الموصلات في كبلات نقل الطاقة الكهربائية يتناسب مع متطلبات الحمل.

يؤدي استخدام الكبلات الثلاثية الأسلاك إلى تقليل التكاليف، وتخفيض هبوط الفولطية، انظر الجدول (٣-١)، إلا أنّ الكبل الأحادي السلك هو الأكثر مرونة، والأسهل تركيباً وتوصيلاً؛ ما يُفسّر شيوع استخدامه في التمديدات الكهربائية. ويُبيّن الشكل (٣-٦) أشكالاً مختلفة من هذه الكبلات.

وفي ما يأتي أهم الأسس التي ينبغي مراعاتها عند استخدام الأسلاك في التمديدات الكهربائية الصناعية؛ لضمان جودة العمل والسلامة العامة:

أ - ثني مداخل الأسلاك والكبلات ومخارجها ثنيًا مناسبًا لا يتسبب في إجهاد الموصل ميكانيكيًا؛ نتيجة لربط المعدات ببعضها بعضًا.

ب- مدّ الأسلاك والكبلات، وتوفير مختلف اللوازم الميكانيكية، مثل القامطات (Clamps)، والجلباب (Bushings)، والرفوف، والمشابك، والدعامات، وبطاقات الأسماء، وغير ذلك من اللوازم التي تضمن تمديد الكبلات والأسلاك تمديدًا صحيحًا (كهربائيًا، وميكانيكيًا) من دون تعريض التمديدات للخطر.

ج- ترتيب الكبلات والأسلاك بانتظام في التمديدات الثلاثية الطور، بدءًا بالطور الأول وانتهاءً بالطور الحيادي، وحسب الترتيب الآتي: أحمر، أصفر، أزرق داكن للأطوار، وأزرق فاتح أو أسود للحيادي، وأخضر أو أخضر وأصفر للأرضي.

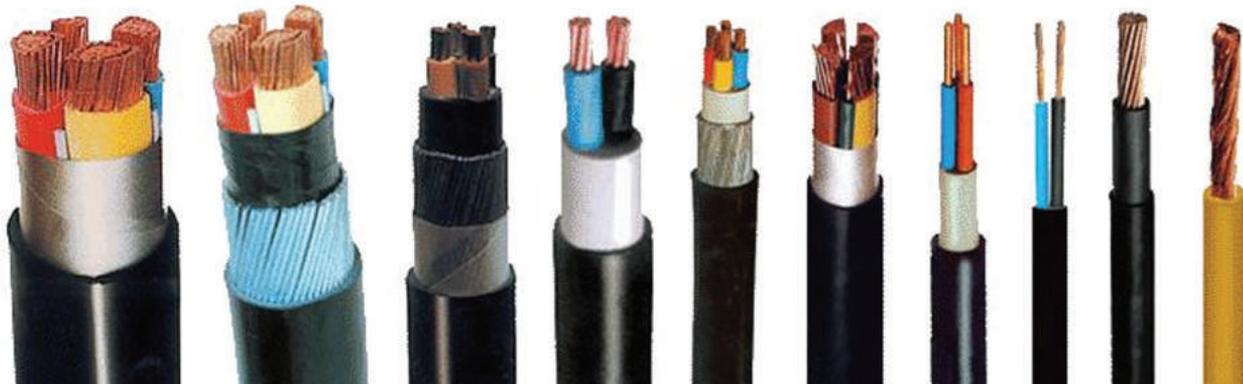
د - عدم استعمال الكبلات أو الأسلاك القديمة.

هـ- اختيار المادة العازلة المناسبة للكبل أو السلك (حسب مكان الاستعمال)، واستخدام العوازل المقاومة للحرارة في الأماكن المعرضة لارتفاع درجات الحرارة، أو وجود لهب، أو نار، أو غير ذلك.

و - مراعاة أن تكون أطراف الأسلاك والكبلات المجدولة جميعها مبطنّة بالقصدير، وموصولة بوساطة البراغي، أو أيّ أدوات ربط أخرى.

ز - في حال وجود أسلاك أو كبلات عديدة، خاصة في خزائن اللوحات الكهربائية، يجب قطعها معًا بنسق مرتّب منبسط.

ح- مراعاة ألا يقلّ نصف قطر الانحناء الذي يتعرّض له السلك أو الكبل عن ثمانية أضعاف قطر الكبل الخارجي؛ شريطة ألا تتم عملية الشني في درجات حرارة منخفضة.



الشكل (٣-٦): بعض أشكال الكبلات المستخدمة في التمديدات الصناعية.

يُوضّح الجدول (٣-١) مساحة مقطع الموصل، وقدرة (استطاعة) التحمّل التيارية، وهبوط الفولطيات المرافقة للكبلات الأحادية السلك المعزولة بمبلمر كلوريد الفينيل (PVC)؛ غير المسلحة (القرايبة، أو غير القرايبة)، وموصلاتها المصنوعة من النحاس الأحمر، المطابقة للمواصفات القياسية الأردنية، علمًا بأن درجة الحرارة عند تشغيل الكبل تبلغ (٧٠°) س.

الجدول (٣-١): قدرة (استطاعة) تحمّل التيار، وقيم هبوط الفولطية.

ثلاثة أو أربعة كبلات ثلاثية الطور، ذوات تيار متناوب		مساحة مقطع الموصل (مم <sup>2</sup> )
قدرة تحمّل السلك للتيار (بالأمبير)	مقدار انخفاض الفولطية لكل أمبير في المتر (بالملي فولط)	
١٢	٣٧	١
١٤	٢٤	١,٥
٢١	١٥	٢,٥
٢٩	٩,٢	٤
٣٧	٦,٢	٦
٥١	٣,٧	١٠
٦٦	٢,٣	١٦
٨٧	١,٥	٢٥
١٠٦	١,١	٣٥

**ملحوظة:** تُطبّق القدرات (الاستطاعات) التيارية الواردة في الجدول (٣-١) على نماذج التمديدات الكهربية: (A)، (B)، (C)، (D) فقط.

### زيارة ميدانية

زُر أنت وزملاؤك إحدى شركات تصنيع الكبلات، أو وكالة توزيعها؛ لتتعرّف أشكال الكبلات وأنواعها المتوافرة، فضلاً عن الرسوم والمخططات والكتيبات (الكتالوجات) الخاصة بها، ثم اكتب تقريراً عنها، ثم عرضه على زملائك في الصف.

### ٣- المقابس الثلاثية الطور

يُبين الشكل (٧-٣) أشكالاً مختلفة من هذه المقابس.



الشكل (٧-٣): بعض أشكال المقابس الثلاثية الطور.

### ٤- القوابس الثلاثية الطور

يُبين الشكل (٨-٣) أشكالاً مختلفة من هذه القوابس.



الشكل (٨-٣): بعض أشكال القوابس الثلاثية الطور.

## لوحدات التوزيع الكهربائية

تُعدّ لوحات التوزيع الكهربائية حلقة الوصل بين محوّلات تخفيض الفولطية والأحمال الكهربائية داخل المنشأة الصناعية، وهي تتضمّن توزيع الطاقة الكهربائية بين الدارات الكهربائية المختلفة بكفاءة؛ إذا خضعت لمواصفات الكود الأردني الخاصة بحماية الأشخاص والمعدّات داخل تلك المنشأة.

تُصنّع لوحات التوزيع الكهربائية الثلاثية الأطوار من الحديد المجلفن، وهي ذات حجوم وأبعاد وسعات مختلفة.

تُرَكَّب هذه اللوحات في أماكن يسهّل على موظف الصيانة فقط الوصول إليها، وهي تكون عادة قريبة من الأحمال الكهربائية، أو من مصدر التغذية الرئيس (أو المُولّد الاحتياطي)، وتثبّت حرّة، أو على الحائط، أو داخل فجوة في الجدار تُناسب حجمها.

تنقسم هذه اللوحات إلى ما يأتي:

### ١- لوحات التوزيع الرئيسة (Main Distribution Boards)

تتكوّن لوحة التوزيع الرئيسة من هيكل حديدي مُتباين من حيث السمك والشكل، ودهان كهربستاتيكي يحتوي على فتحات لدخول الكبلات الحاملة للتيار، وأخرى لخروج الكبلات إلى الأحمال، وأبواب معدنية ذات أقفال.

تحتوي هذه اللوحة على عناصر كهربائية عدّة، أبرزها:

أ - قاطع دائرة رئيس واحد، مُزوّد بمصدر حماية من التيار الزائد على الحدّ المسموح به.

ب - قضبان توزيع عمومية من النحاس الأحمر، وقد تكون أفقية (Horizontal Bus Bars) أو عمودية (Vertical Bus Bars)، وهي ذات سعة تيارية مناسبة للأحمال جميعها.

ج - محوّلات تيار وفولطية.

د - أجهزة قياس (فولطميتر، وأميتر، وغيرهما) مناسبة لطبيعة الأحمال.

هـ - قواطع ثلاثية الطور للوحات الفرعية.



و - مصهرات سريعة الفصل (سكينية)، ومصابيح إشارة (في بعض اللوحات)، انظر الشكل (٩-٣) الذي يُبين أحد أشكال لوحات التوزيع الرئيسية.

الشكل (٩-٣): لوحة توزيع رئيسية.

## ٢- لوحات التوزيع الفرعية (Sub - Distribution Boards)

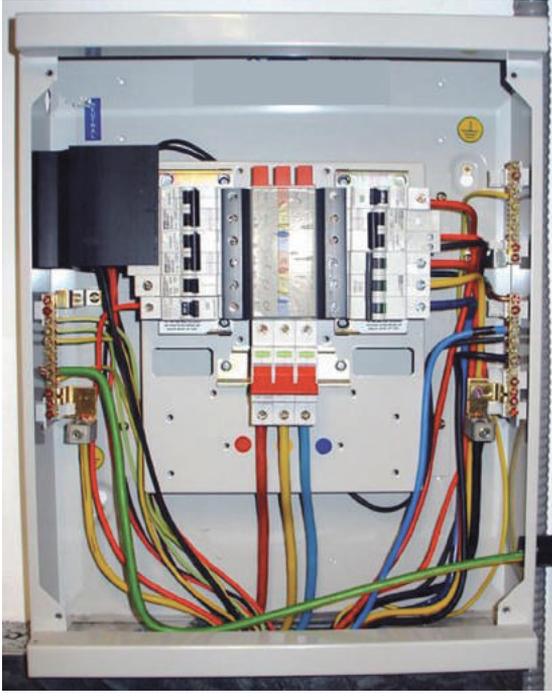
تتوافر هذه اللوحات في مختلف أقسام المنشآت الصناعية، وهي تتغذى بخطّ خاص من لوحة التوزيع الرئيسية، وتعمل على تغذية مجموعة من الأحمال الكهربائية في هذه المنشآت.



تُصنّف لوحات التوزيع الفرعية إلى ما يأتي:

أ - لوحات توزيع الإنارة: هي لوحات توزيع تُغذي دارات الإنارة، وتحتوي على قاطع رئيس وقواطع فرعية لحماية دارات الإنارة الفرعية، كما تحتوي على قضبان توزيع عمومية، وأماكن وصل الخطّ المحايد والخطّ الأرضي، انظر الشكل (١٠-٣) الذي يُبين أحد أشكال لوحات التوزيع الفرعية المستخدمة في الإنارة.

الشكل (١٠-٣): لوحة توزيع فرعية خاصة بالإنارة.

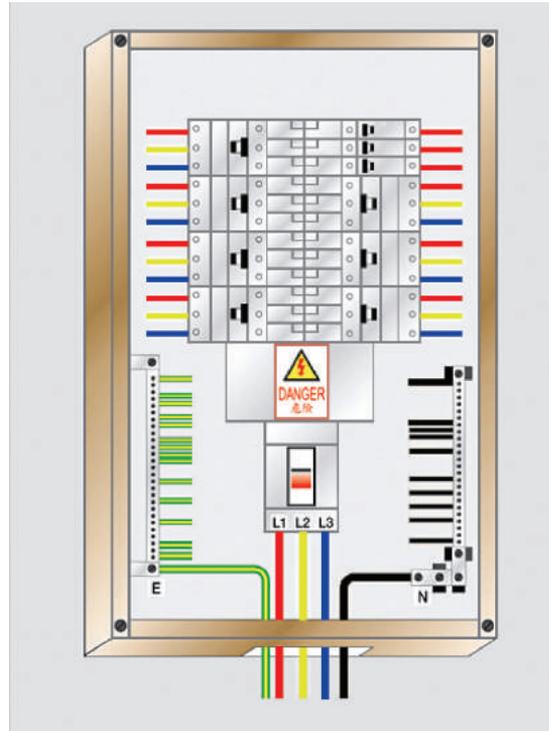


ب - لوحات توزيع القوى (مقابس، ومحركات): هي لوحات توزيع تُغذي دارات القدرة؛ من: مقابس، ومحركات، وتسخين، وتدفئة (طور واحد، وثلاثة أطوار)، وتحتوي على قاطع رئيس وقواطع فرعية لحماية دارات القدرة، وقضبان عمومية، وأماكن وصل الخطّ المحايد والخطّ الأرضي، وقد تحتوي على مفاتيح مغناطيسية، ومرحلات مختلفة، انظر الشكل (٣-١١ / أ، ب، ج) الذي يُبين أشكالاً مختلفة من لوحات التوزيع الفرعية المستخدمة في أحمال القوى.

الشكل (٣-١١ / أ): الجزء الداخلي للوحة التوزيع الفرعية لدارة القوى.



الشكل (٣-١١ / ج): الجزء الخارجي للوحة التوزيع الفرعية لدارة القوى.



الشكل (٣-١١ / ب): مخطط لوحة التوزيع الفرعية لدارة القوى.

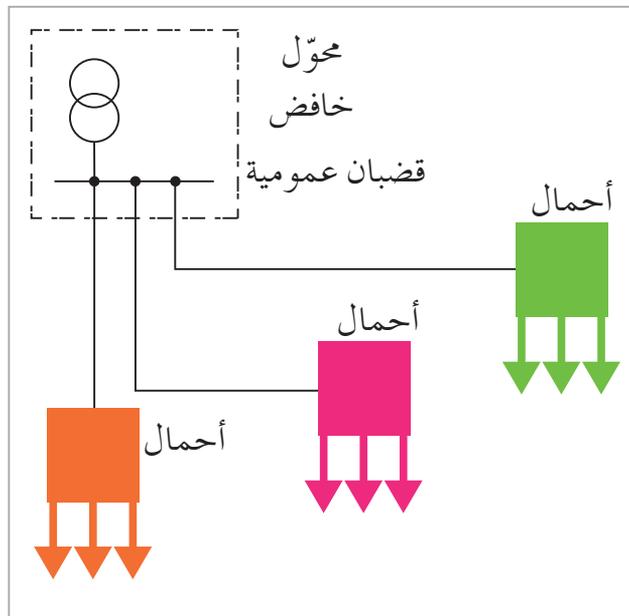
## أنظمة التغذية وتوزيع الطاقة الكهربائية

يوجد العديد من الأنظمة التي تُغذي المصانع بالطاقة، وعلى الرغم من تباين هذه الأنظمة، إلا أنها جميعاً تشترك في إيصال التيار الكهربائي للأحمال بكفاءة. وفي ما يأتي أبرز طرائق تغذية الطاقة الكهربائية وتوزيعها:

### ١- أنظمة تغذية المصانع بالطاقة الكهربائية

تُغذى الأحمال الكهربائية في المصانع بوساطة أنظمة توزيع الطاقة الكهربائية، ومن أبرز هذه الأنظمة الشائعة الاستخدام في المؤسسات الصناعية: النظام الشعاعي (نصف القطري)، والنظام الحلقي، وفي ما يأتي وصف لكل من هذين النظامين:

أ- نظام التغذية الشعاعي (Radial Feeder System): يُسمى هذا النظام أيضاً نظام التغذية نصف القطري، وهو أحد أنظمة التغذية المفتوحة التي تقتصر فيها عملية التغذية على جانب واحد، وتصل فيها الخطوط المختلفة إلى مواقع الاستهلاك من نقطة واحدة.



يمتاز هذا النظام برخص تكاليف إنشائه وصيانته. أما أبرز عيوبه فتتمثل في انقطاع التيار الكهربائي عن جزء كبير من الأحمال المربوطة في حال حدوث قطع، أو خلل، أو قصر دائرة في أي نقطة على الشبكة، خاصة إذا كانت نقطة الخطأ أو القصر قريبة من نقطة التغذية الرئيسة التي تخرج منها خطوط التغذية، انظر الشكل (٣-١٢) الذي يُبين نظام توزيع شعاعي لمبنى صناعي.

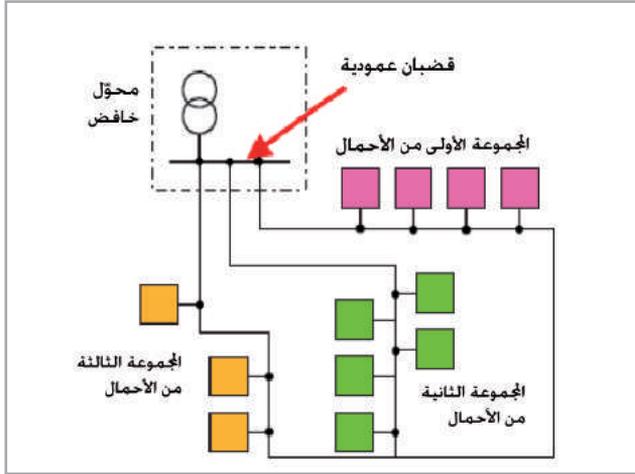
الشكل (٣-١٢): نظام توزيع شعاعي.

ب- نظام التغذية الحلقي (Ring Feeder System): هو أحد أنظمة التغذية المغلقة التي تنتقل فيها عملية التغذية من الخطّ الواصل من قاطع الحماية على اللوحة الرئيسة إلى نقطة الحمل

الأولى، ومنها إلى نقطتي الحمل: الثانية والثالثة، إلى أن يعود خط المصدر إلى نقطة البداية نفسها على القاطع الرئيس في اللوحة. وبذا، يتغذى كل حمل من تلك الأحمال من جهتين. يمتاز هذا النظام بعدم تأثر عدد كبير من الأحمال المربوطة عليه عند حدوث قصر في أي نقطة

على الشبكة؛ فإذا انقطع خط التغذية من جهة، يستمر سريان التيار من الجهة الأخرى، انظر الشكل (٣-١٣).

أما أبرز عيوب هذا النظام فهي ارتفاع تكاليف إنشائه وصيانته، إلا أنه يمكن عملياً الجمع بين خصائص نظام التوزيع الشعاعي، والحلقي.



الشكل (٣-١٣): نظام توزيع حلقي.

لماذا لا يُفضّل استخدام النظام الشعاعي في التوزيع لتغذية المصانع الكبيرة، في حين يُفضّل استخدامه في توزيع أحمال المنازل والمحال التجارية؟

سؤال

## ٢- أنظمة توزيع الطاقة الكهربائية داخل المصانع

تنقسم أنظمة توزيع الطاقة الكهربائية داخل المصانع والمنشآت إلى قسمين، هما:

أ - التوزيع الرأسي للطاقة الكهربائية: يُستخدم هذا النوع من التوزيع في المباني المرتفعة، وذلك باستخدام مُغذٍّ رأسي (صاعد) أو أكثر ينطلق من مصدر التغذية الرئيس باتجاه لوحات توزيع الأحمال الكهربائية.

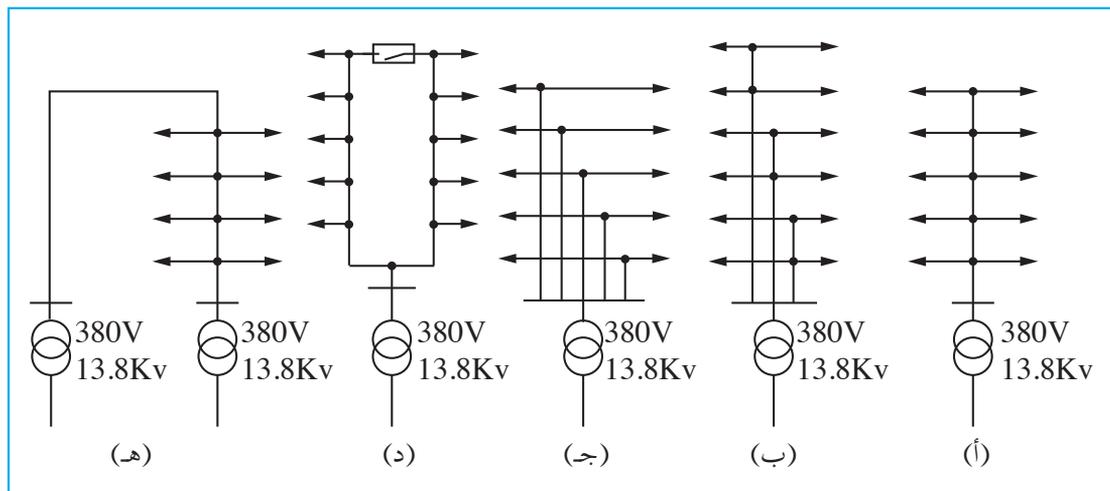
١ . نظام التوزيع بصاعد واحد: يُستعمل هذا النظام عندما لا يترتب على انقطاع التيار الكهربائي عن الحمل خسائر مادية كبيرة. وهو يمتاز بصغر حجمه، وبساطة لوحة التوزيع المُستخدمة فيه. أما أبرز عيوبه فتتمثل في انقطاع التيار الكهربائي عن الأحمال الكهربائية عند حدوث عطل في الخط الصاعد، وارتفاع تكاليف تركيبه، وعدم موثوقيته، انظر الشكل (٣-١٤/أ) الذي يُبين طريقة تغذية الأحمال الكهربائية باستخدام نظام توزيع بصاعد واحد.

٢ . نظام التوزيع الجماعي: يمتاز هذا النظام بسهولة تنفيذه، وبانقطاع التيار الكهربائي عن مجموعة الأحمال التي يغذيها فقط عند حدوث عطل في أحد المغذيات الرئيسية، في حين تبقى مجموعة الأحمال الأخرى متصلة بالمصدر عن طريق المغذي الآخر. أما أبرز عيوبه فتتمثل في حاجته إلى لوحة توزيع كبيرة، انظر الشكل (٣-٤/ب) الذي يُبين طريقة تغذية الأحمال الكهربائية باستخدام نظام التوزيع الجماعي.

٣ . نظام التوزيع المفرد: يمتاز هذا النظام بانقطاع التيار الكهربائي عن الحمل الذي يغذيه فقط عند حدوث عطل في أحد المغذيات، فضلاً عن صغر مساحة مقطع موصلاته، وسهولة تنفيذه. أما أبرز عيوبه فهي ارتفاع تكلفة تنفيذه، انظر الشكل (٣-٤/ج) الذي يُبين طريقة تغذية الأحمال الكهربائية باستخدام نظام التوزيع المفرد.

٤ . نظام التوزيع الحلقي: يمتاز هذا النظام بتغذية الأحمال بكفاءة، وبصغر مساحة مقطع مغذياته، وصغر حجم لوحة توزيعه، انظر الشكل (٣-٤/د) الذي يُبين طريقة تغذية الأحمال الكهربائية باستخدام نظام التوزيع الحلقي.

٥ . نظام التوزيع بصاعدين: يمتاز هذا النظام بانخفاض معدل انقطاع التيار الكهربائي فيه عن الأحمال، انظر الشكل (٣-٤/هـ) الذي يُبين طريقة تغذية الأحمال الكهربائية باستخدام نظام التوزيع بصاعدين.

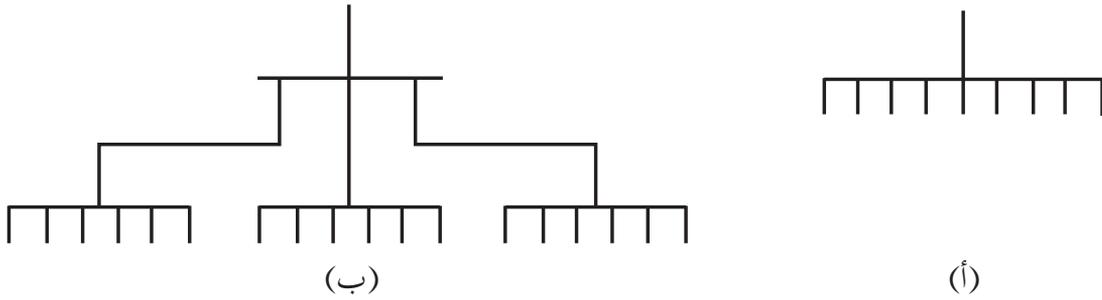


الشكل (٣-٤): أنظمة التوزيع الرأسية للطاقة الكهربائية في المصانع.

ب - التوزيع الأفقي للطاقة الكهربائية: يمكن الانتقال من نظام التوزيع الرأسي إلى نظام التوزيع الأفقي بتغذية الأحمال في كل مبنى عبر لوحات التوزيع الخاصة به.  
يُقسَم التوزيع الأفقي للقدرة الكهربائية قسمين، هما:

- ١ . التوزيع المركزي: وفيه تُغذى جميع الأحمال الكهربائية الخاصة بكل مبنى من لوحة توزيع واحدة، تحتوي على وسائل الحماية اللازمة جميعها. ومن مساوئ هذا النظام ارتفاع تكاليفه؛ نظرًا إلى حاجته إلى عدد كبير من الكبلات، وصعوبة صيانته، والانخفاض الكبير في الفولطية. ويبيّن الشكل (٣-١٥ أ) طريقة التوزيع المركزي للطاقة في النظام الأفقي.
- ٢ . التوزيع غير المركزي: وفيه تُخصّص لوحة توزيع رئيسة لكل مبنى، ويتم تقسيم الأحمال إلى مجموعات تُغذى كل منها عن طريق لوحة توزيع فرعية خاصة بها، وتتصل هذه اللوحات جميعها باللوحة الرئيسة.

يمتاز هذا النظام بانخفاض عدد الكبلات الخارجة من لوحة التوزيع، وبسهولة صيانته، وفصل مكان العطل فقط في حال حدوثه؛ نظرًا إلى وجود أكثر من لوحة توزيع فرعية. ويبيّن الشكل (٣-١٥ ب) طريقة التوزيع غير المركزي للطاقة في النظام الأفقي.



الشكل (٣-١٥): نظاما التوزيع الأفقي للطاقة الكهربائية في المصانع.

### نشاط (٣-١)

نظام توزيع الطاقة الكهربائية في المشغل  
تفحص (عاين) نظام توزيع الطاقة الكهربائية في مدرستك، ثم ارسـم مخطّطًا بسيطًا لتوزيع  
الطاقة الكهربائية على اللوحات الفرعية، مُحدّدًا نوع النظام المُستخدم.

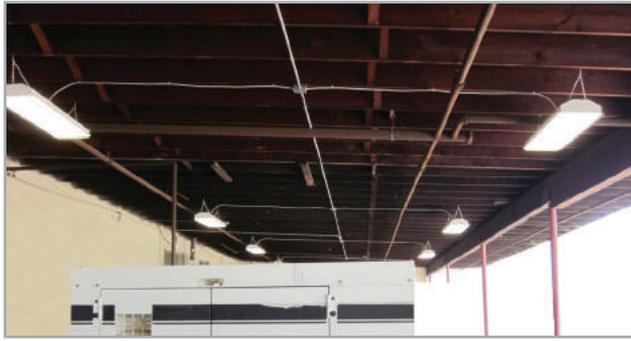
## طرائق تنفيذ التمديدات الكهربائية الصناعية

يمكن إيصال الطاقة الكهربائية إلى المبنى الرئيس في المصنع، أو نقلها من أي مبنى إلى آخر ضمن منشآت المؤسسة الصناعية الواحدة عن طريق شبكات هوائية أو أرضية موصلاتها مصنوعة من أسلاك من النحاس أو الألومنيوم.

تُنَفَّذُ التمديدات الكهربائية الصناعية بطرائق عدّة، أبرزها:

### ١- الكبلات المكشوفة

تُثَبَّتُ الكبلات المكشوفة باستخدام مرابط خاصة؛ وذلك لمنع تدهورها عند تمديدتها أفقيًا، ولمعادلة الشدّ الناتج من كتلتها عند تمديدتها رأسيًا، وتكون مواقع المرابط المستخدمة على مسافات متساوية، حسب قطر الكبل. جدير بالذكر أنّ هذا النوع من التمديد يُستخدَمُ في المناطق التي لا تتعرّض فيها الكبلات للصدمات الميكانيكية والحرارة العالية، انظر الشكل (٣-١٦) الذي يُبيِّنُ كبلات مكشوفة مُثَبَّتة بدعائم.



الشكل (٣-١٦): كبلات مكشوفة مُثَبَّتة بدعائم.

### ٢- التمديد داخل الأنابيب

تُسَحَبُ الكبلات داخل أنابيب مخفية في الجدران، أو مُثَبَّتة تثبيتًا ظاهريًا، أو مُعلَّقة في الأسقف، وأكثر أنواعها استخدامًا هو الظاهر؛ وذلك لسهولة صيانة خطوطه، ومقاومته للصدمات الميكانيكية.

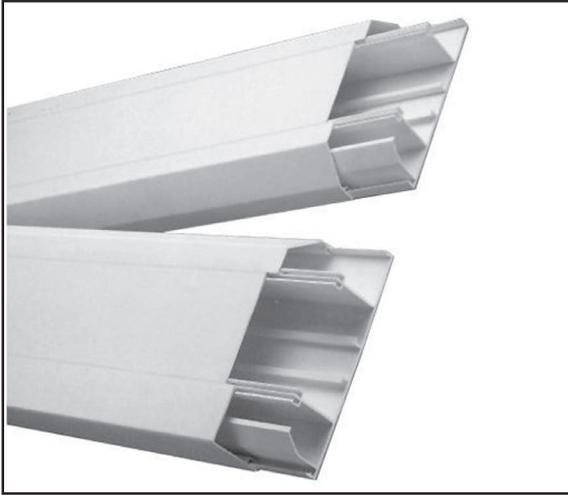
### ٣- التمديد عن طريق القنوات

تُعَدُّ القنوات -على اختلاف أنواعها ومادة صنعها- الطريقة الآمنة لتمديد الكبلات والأسلاك، وهي تُصنَعُ من مواد تقاوم الحرارة والإجهادات الميكانيكية.

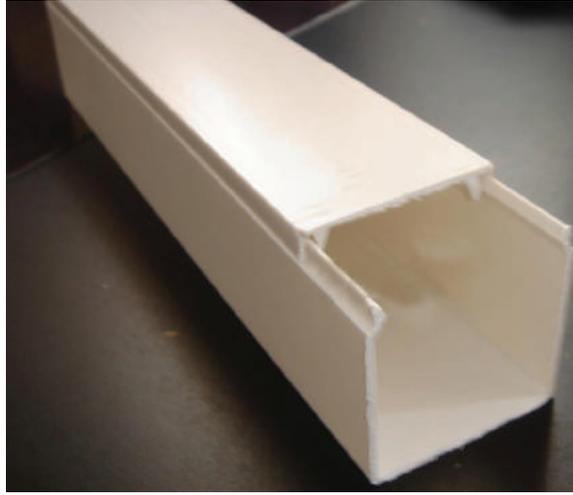
تُقَسَمُ هذه القنوات قسمين، هما:

أ - قنوات مصنوعة من البلاستيك المقوّى: (Trunk)، أو (Cable Ducts): تُصنَعُ هذه القنوات من مادة البولي إيثيلين (PVC)، وهي ذات أطوال وأبعاد وأشكال مختلفة، ومنها ما هو

مغلق، أو مفتوح الجوانب، وقد تكون مُقسّمة من الداخل. تمتاز هذه القنوات بنعومة سطوحها الداخلية لتسهيل عملية سحب الأسلاك داخلها. ويُبيّن الشكل (٣-١٧/ أ) قنوات غير مُفَرَّزة (غير مُقسّمة) من الداخل، في حين يُبيّن الشكل (٣-١٧/ ب) قنوات مُفَرَّزة (مُقسّمة) من الداخل.



الشكل (٣-١٧/ ب): قنوات مُفَرَّزة (مُقسّمة).



الشكل (٣-١٧/ أ): قنوات غير مُفَرَّزة (غير مُقسّمة).

- ب- قنوات مصنوعة من الأسمنت: تُستخدَم هذه القنوات في تمديدات الكبلات الصناعية المدفونة في الأرض، على عمق لا يقلّ عن (٥٠) سم، وتكون مُحكّمة الإغلاق، كما توصل بها حفر تفتيش (مناهل) لتسهيل عملية الصيانة اللازمة للكبلات.
- ج- خنادق ترابية: وفيها تُدفن الكبلات دفنًا مباشرًا بالتراب، ضمن شروط تراعي تعليمات معايير السلامة المعتمدة في الكود الأردني.

#### ٤- التمديد بالصواني (Cable Tray System)

تُعرّف الصواني بأنّها رفوف معدنية مصنوعة من الحديد المجلفن والألومنيوم، وهي ذات أشكال وحجوم متنوعة. تُثبّت هذه الصواني على الجدران، أو تُعلّق من الأسقف، أو تُركّب على دعائم لحمل الكبلات، وتعدّ هذه الطريقة أسهل الطرائق وأمثلها وأوفرها لنقل الكبلات داخل المصانع أو المباني العامة؛ رأسياً أو أفقيًا، وذلك تبعاً لمكان وجود الأحمال، وطرائق تمديدها.

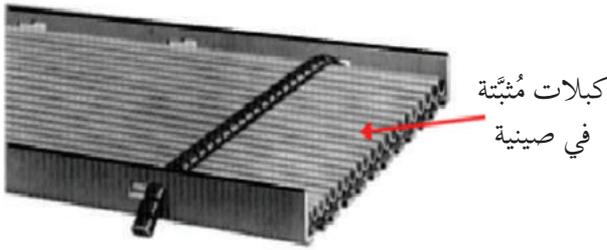
تمتاز هذه الصواني بقدرتها على تحمّل أوزان الكبلات المختلفة، وإمكانية تثبيتها بحوامل مُعلّقة ومُثبتة في السقف، أو بمرايط تثبيت جانبية، علمًا بأنّ الكبلات تُرتّب على الصواني منفصلة حسب مستويات الفولطية، بحيث تُفصل مجموعة الفولطية الواحدة عن المجموعات الأخرى.

وفي ما يأتي بيان لنظام التمديد بالصواني:

أ- أنواع الصواني: توجد أنواع مختلفة من الصواني، أبرزها:

١. صوانٍ ذوات شكل سلّمي (Ladder Rack System): تُستعمل هذه الصواني لحمل

الكبلات الثقيلة العالية القدرات التي توضع لمسافات بعيدة.



تُصنع هذه الصواني من مقاطع فولاذية،

وهي معالجة ضد الصدأ بوساطة

الجلفنة. ويوضّح الشكل (٣-١٨)

كبلات مُثبتة في صينية مربوطة

بمرايط بلاستيكية.

الشكل (٣-١٨): كبلات مُثبتة في صينية.

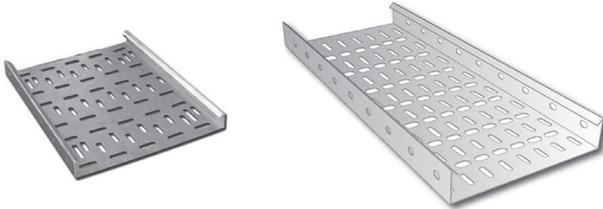
٢. صوانٍ ذوات شكل حوضي مثقب: تُصنع هذه الصواني من الفولاذ، وتكون على شكل قاعدة

مستطيلة ذات حافتين، وهي نوعان: صوانٍ خفيفة تناسب الكبلات التي تغذي الأحمال

الخفيفة، وصوانٍ ثقيلة تُستعمل

لحمل الكبلات ذوات الوزن الثقيل،

انظر الشكل (٣-١٩).



الشكل (٣-١٩): بعض الصواني ذوات الحوض المثقب.

٣. صوانٍ سلّكية الشكل: وهي تُصنع

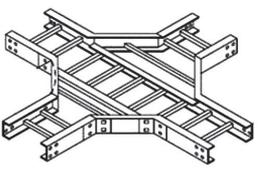
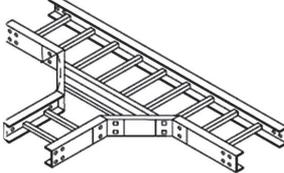
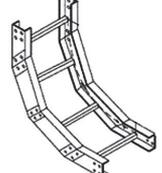
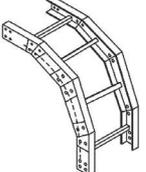
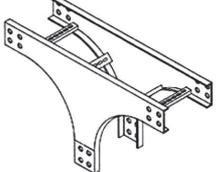
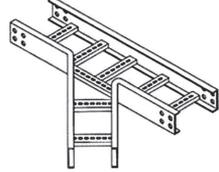
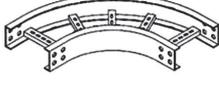
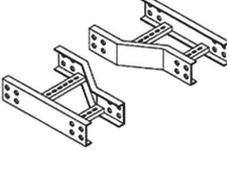
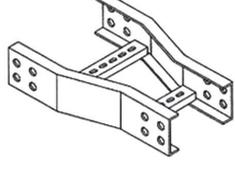
من الفولاذ المجلفن، ويبيّن الشكل

(٣-٢٠) أحد أشكال هذه الصواني.

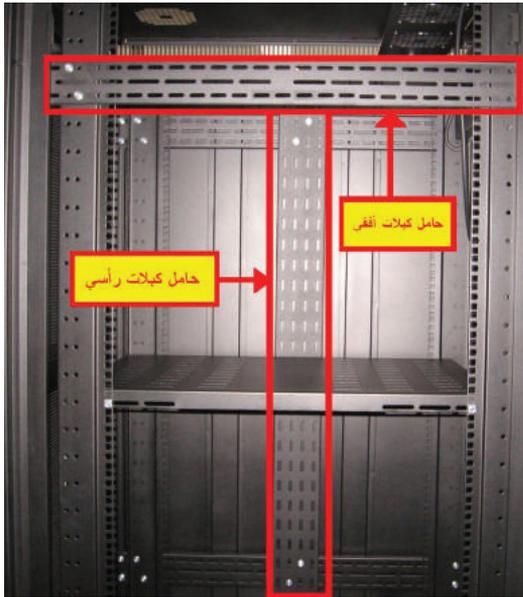


الشكل (٣-٢٠): صينية من النوع السلّكي.

ب- العناصر المُستخدمة في تمديد الصواني: يُبين الشكل (٣-٢١) أهم عناصر الربط المُستخدمة في تمديد حاملات الكبلات من النوع السلمي، علماً بأنّ هذه العناصر توجد في مختلف أنواع الصواني، من مثل: المغلقة، والسلكية، والمثقبة.

			
تقاطع أفقي.	وصلة (T) أفقية.	كوع عمودي داخلي.	
			
كوع عمودي خارجي.	وصلة (T) عمودية.	تفرّع (Y) بزاوية (٤٥°).	انحناء أفقي.
			
تقاطع أفقي.	مخفض (يمين، يسار).	مخفض مركزي.	

الشكل (٣-٢١): عناصر الربط من النوع السلمي.

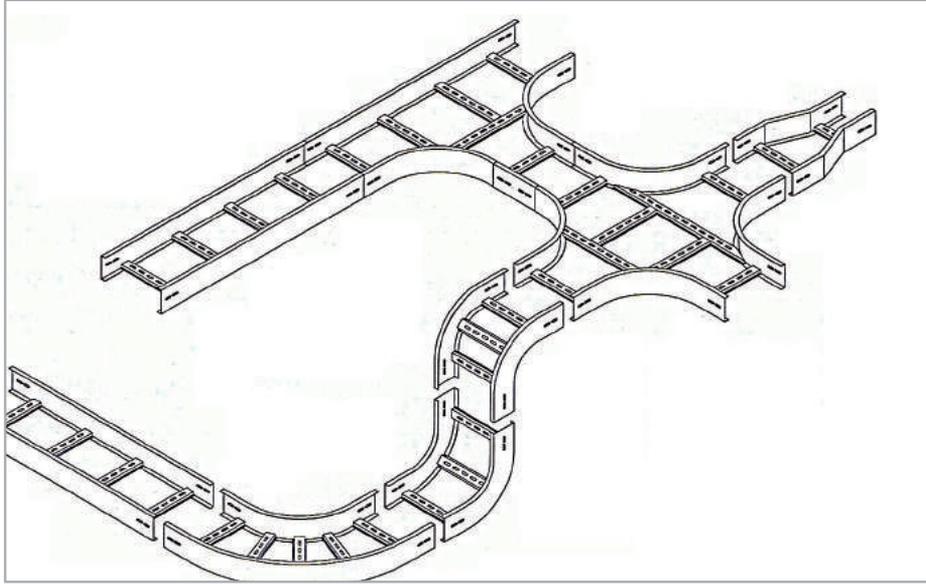


### ج- طرائق تمديد الصواني

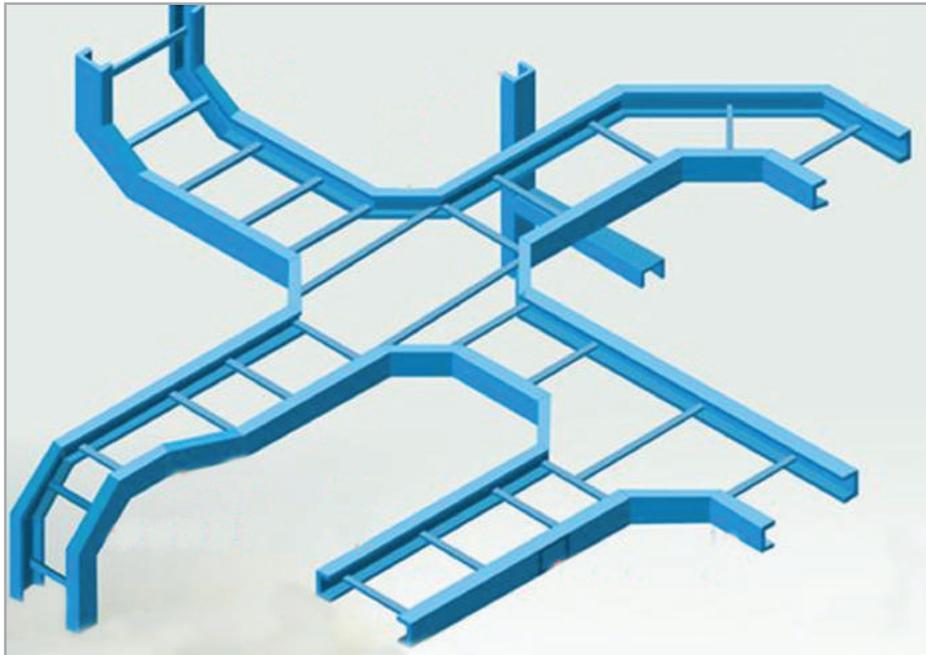
- توجد ثلاث طرائق لتمديد الصواني، هي:
١. نظام تمديد بالوضع الرأسي: يُبين الشكل (٣-٢٢/أ) صينية حمل كبلات بالوضع الرأسي.
  ٢. نظام تمديد بالوضع الأفقي: يُبين الشكل (٣-٢٢/أ) صينية حمل كبلات بالوضع الأفقي.

الشكل (٣-٢٢/أ): صينية حمل كبلات.

٣. نظام تمديد بالوضع الرأسي والأفقي: يجمع هذا النظام بين الوضعين: الرأسي والأفقي، انظر الشكل (٣-٢٢/ب، ج) الذي يُبين صينية حمل كبلات في الوضع الأفقي والرأسي.



الشكل (٣-٢٢/ب): طريقة ربط العناصر المُستخدمة في حمل الكبلات من النوع السلّم في الوضع الأفقي والرأسي.



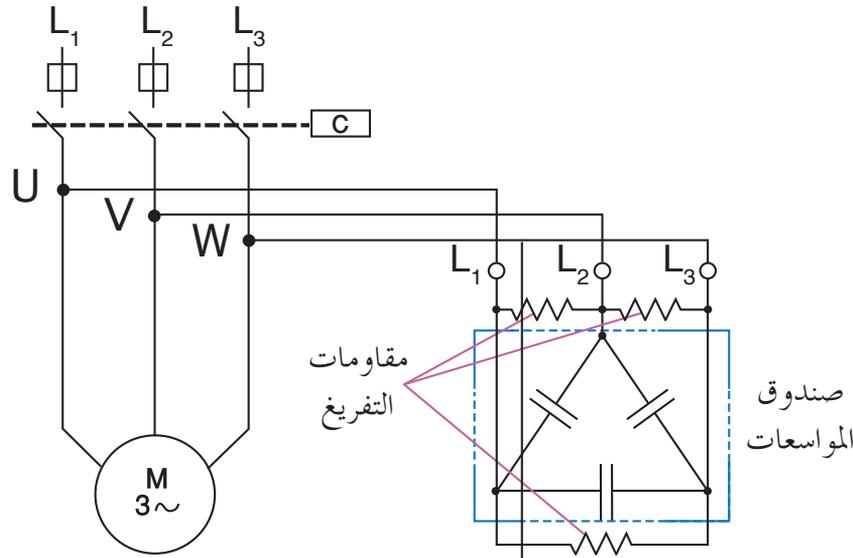
الشكل (٣-٢٢/ج): حاملات الكبلات من النوع السلّم في الوضع الرأسي والأفقي بعد تجميعها.

## عامل القدرة في الأحمال الكهربائية الصناعية

تعرفت في المستوى الأول عامل القدرة، وأهمية تحسينه، وستتعرف في ما يأتي الطرائق العملية لتحسينه.

### ١- التحسين الأحادي (Single Compensation)

وفيه يوصل مواسع بحمل حثي، أو صندوق مواسع مناسب بالحمل مباشرة، حيث تعمل أجهزة الحماية ذات التيار المرتفع على حماية الحمل والمواسع على حد سواء. توصل المواسع على التوازي بالحمل مباشرة كما في الشكل (٣-٢٣). وعند فصل الحمل عن المصدر، يعمل المحرك كمولد كهربائي؛ مما يؤدي إلى إنتاج فولتية عالية قد تسبب في تلف المحرك والمواسع. ولتجنب ذلك، تُحدّد قيمة القدرة المراكسة للمواسع (QC) بنسبة (٩٠٪) كحد أعلى من القدرة الظاهرية (S) في حالة اللاحمل.



الشكل (٣-٢٣): تحسين أحادي لعامل القدرة.

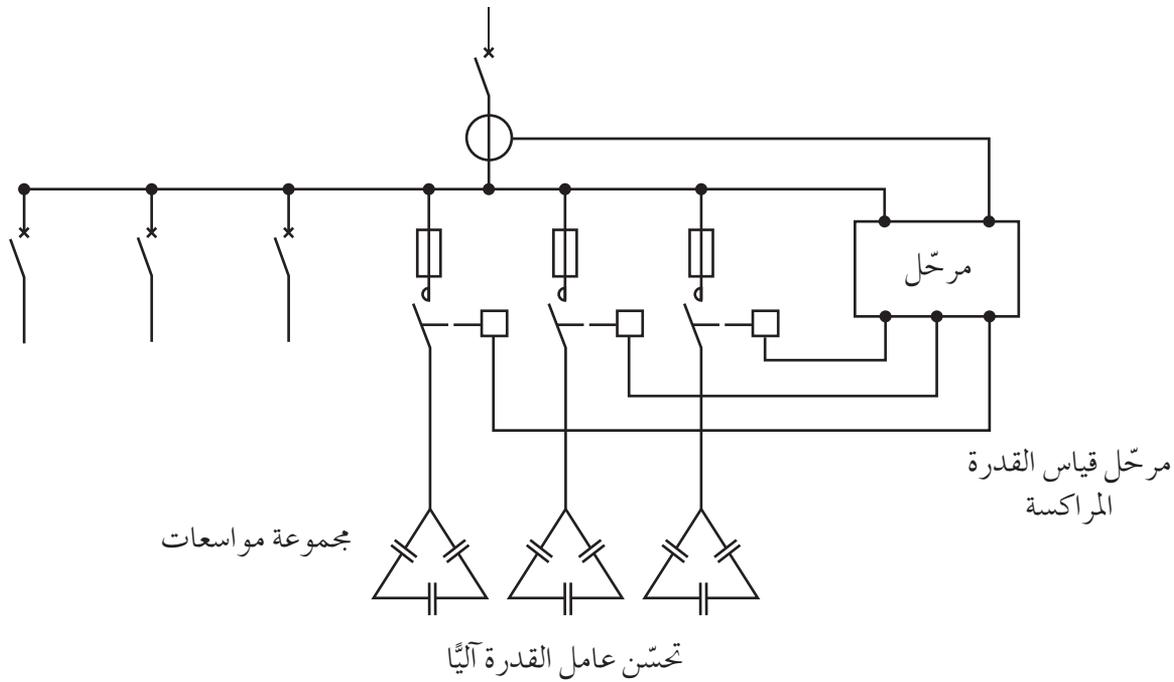
### ٢- تحسين المجموعة (Group Compensation)

وفيه يُحسن عامل القدرة لمجموعة من الأحمال التي تُغذى من مصدر واحد باستخدام صندوق المواسع. وهذا ينطبق على الآلات والتجهيزات اللازمة لإنارة شارع ما؛ إذ يتم

تحسين عامل القدرة لأجهزة الإنارة المستخدمة التي تكون غالباً أحمالاً حثية ضمن صندوق المواسعات المستخدم.

### ٣- التحسين المركزي (Central Compensation)

وفيه يُحسّن عامل القدرة للتجهيزات جميعها عن طريق الموزّع الرئيس. وبما أنّ الحمل يتغيّر بصورة دورية، فإنّ تحديد القدرة غير الفعّالة لكلّ حمل يتم على حدة؛ إذ يحوي صندوق المواسعات مجموعة من المواسعات التي يُتحكّم في كلّ منها على حدة عن طريق جهاز التحكّم، وبطريقة آلية حسب قيمة الحمل المتغيّرة، انظر الشكل (٣-٢٤). يقوم جهاز التحكّم أيضاً برصد قيم كلّ من: عامل القدرة، والقدرة الفعّالة، والقدرة غير الفعّالة.



الشكل (٣-٢٤): التحسين المركزي لعامل القدرة.

### ٤- استخدام المحرّك المتزامن (Synchronous Motor)

تُستخدم المحرّكات التزامنية (التوافقية) غير المحمّلة في دارات القدرات العالية وشبكاتنا، وهي تستهلك قدرة فعّالة صغيرة من الشبكة الكهربائية، وتنتج تياراً مواسعياً (متقدّماً) بالنسبة إلى فولتية المصدر، فتقلّ بذلك القدرة المراكسة الحثية الإجمالية الناتجة من الأحمال الأخرى، وبذا يتحسّن عامل القدرة.

## الدارة الكهربائية في حارقة المرجل

عند تشغيل مرجل التدفئة تقوم الحارقة بضخ الوقود باستخدام مضخة ونافت، فيُطلق مُحوّل كهربائي ذو فولتية عالية شرارة الإشعال. وبعد بدء الإشعال يتوقّف المُحوّل عن إعطاء الشرارة. ولكي يعمل نظام التدفئة آلياً؛ تُستخدم أجهزة تحكّم مُتعدّدة في أنظمة التدفئة. ويُبيّن الشكل (3-25) دارات التغذية والتحكّم في محرّك مضخة حارقة المرجل. تتكوّن الدارة الكهربائية التي تتحكّم في نظام التدفئة (بوساطة حارقة المرجل) من جزأين رئيسين، هما:

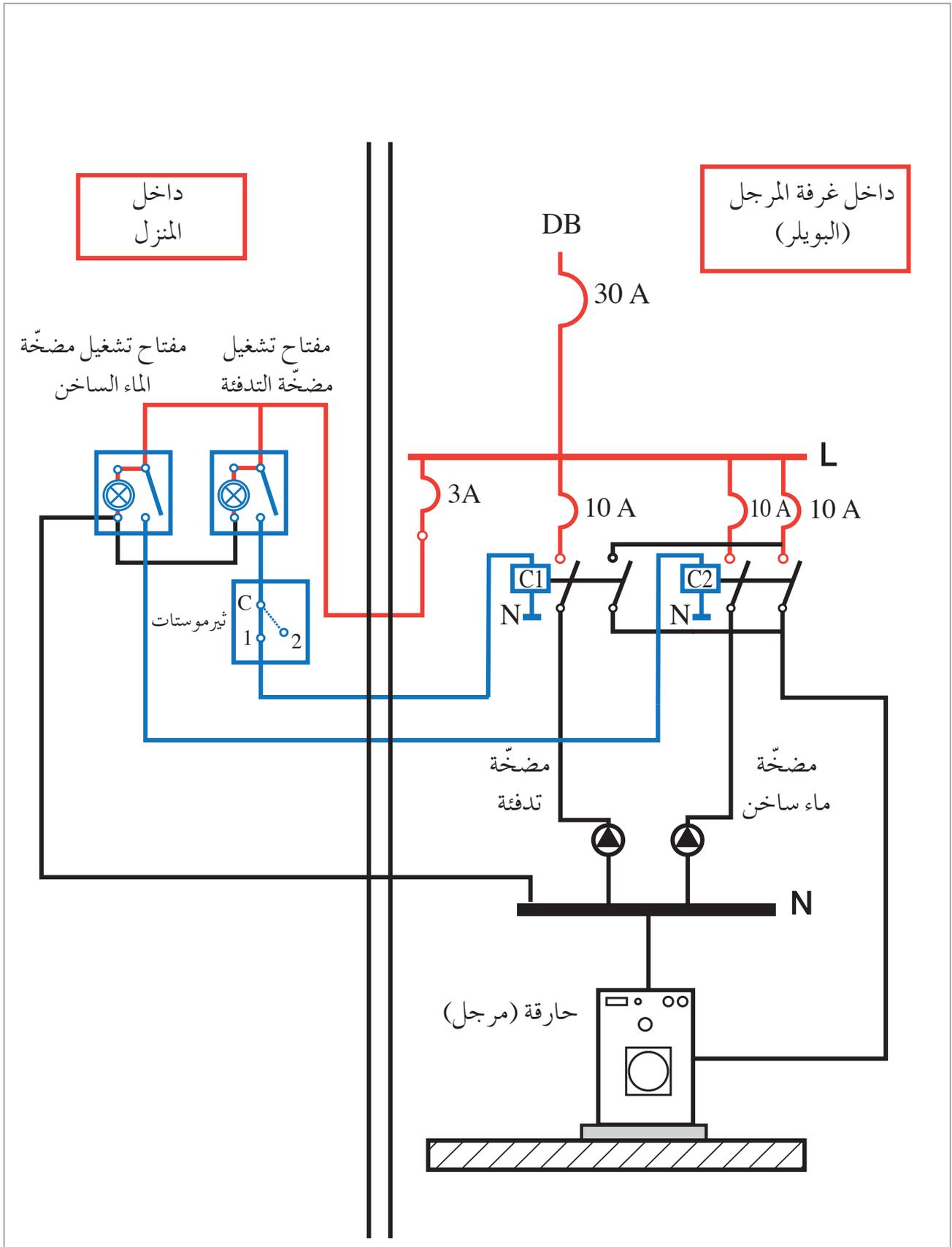
## ١ - التمديدات الكهربائية داخل المنزل

وهي تتكوّن من مفتاحي تشغيل التدفئة، والماء الساخن. فعند الضغط على مفتاح تشغيل التدفئة يسري تيار في مضخة التدفئة وحارقة المرجل بوساطة المفتاح المغناطيسي (C1)، فتقوم مضخة التدفئة بضخ الماء الذي يُسخّن بوساطة الحارقة إلى مشعات التدفئة. وعند الضغط على مفتاح تشغيل مضخة الماء الساخن يصل التيار إلى مضخة الماء الساخن وحارقة المرجل بوساطة المفتاح المغناطيسي (C2)، فتقوم المضخة بضخ الماء الذي يُسخّن بوساطة الحارقة إلى نظام التزوّد بالماء الساخن في المنزل.

يوصّل في الدارة تيرموستات، ويحدث اتصال بين النقطة المشتركة (C) والرقم (1) عندما تكون درجة حرارة المنزل أقلّ من درجة ضبط (معايرة) التيرموستات (منظّم الحرارة). وعند ارتفاع درجة الحرارة أكثر من درجة ضبط (معايرة) التيرموستات تتصل النقطة (C) بالرقم (2) لتفصل حارقة المرجل ومضخة التدفئة، وتعود إلى وضعها الطبيعي عند انخفاض درجة حرارة المنزل لتصل النقطة (C) بالرقم (1).

## ٢ - التمديدات الكهربائية داخل غرفة المرجل

وهي تتكوّن من لوحة التوزيع الفرعية التي تحوي القاطع الرئيس والقواطع الفرعية التي تُغذي مضخة التدفئة ومضخة الماء الساخن وحارقة المرجل، فضلاً عن المفاتيح المغناطيسية التي تتحكّم في عملية التشغيل.



الشكل (٣-٢٥): دارات التغذية والتحكم في محرك مضخة حارقة المرجل.

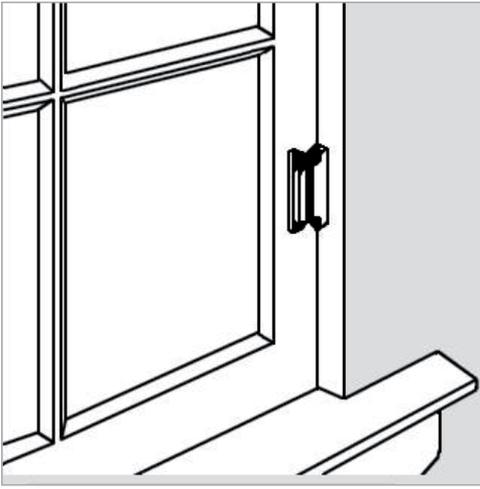
## نظام التنبيه (الإندار) المستخدم في المرافق التجارية

سابقاً

يُستخدم نظام التنبيه (الإندار) في المرافق التجارية؛ بغية حمايتها من العبث أو السرقة، ويتلخّص مبدأ عمل هذا النظام عادة بإصدار أصوات أجراس، أو إنارة مصابيح تحذيرية، أو إرسال رسالة صوتية إلى صاحب المؤسسة أو الجهات الأمنية لدى محاولة اقتحام المؤسسة المحمية. وفي ما يأتي بيان لنظام التنبيه (الإندار) من السرقة باستخدام حسّاس النافذة أو الباب المغناطيسي.

نظام التنبيه (الإندار) من السرقة باستخدام حسّاس النافذة أو الباب المغناطيسي

تتكوّن دارة نظام التنبيه هذه من أجزاء أساسية، هي: البطارية، والحسّاس، وجرس الانذار. ويُعدّ حسّاس النافذة المغناطيسي (Window Magnet Sensor) أهم أجزاء هذه الدارة، وهو يتكوّن من جزأين؛



أولهما: المغناطيس الدائم الذي يُثبّت على الجزء المتحرّك من النافذة أو الباب. والثاني: تتصل به الأسلاك الكهربائية، وهو يحوي مفتاحاً يتولّى فصل الدارة ووصلها، ويكون مُثبّتاً على إطار النافذة أو الباب، أو على الجزء الثابت منهما. جدير بالذكر أنّ جزأي الحسّاس يكونان بجانب بعضهما بعضاً، انظر الشكل (٣-٢٦/أ) الذي يُبيّن نافذة مُركّب عليها حسّاس بجزأيه: الثابت، والمتحرّك، والشكل (٣-٢٦/ب) الذي يُبيّن جزأي الحسّاس: الثابت، والمتحرّك.

الشكل (٣-٢٦/أ): نافذة مُركّب عليها حسّاس بجزأيه: الثابت، والمتحرّك.



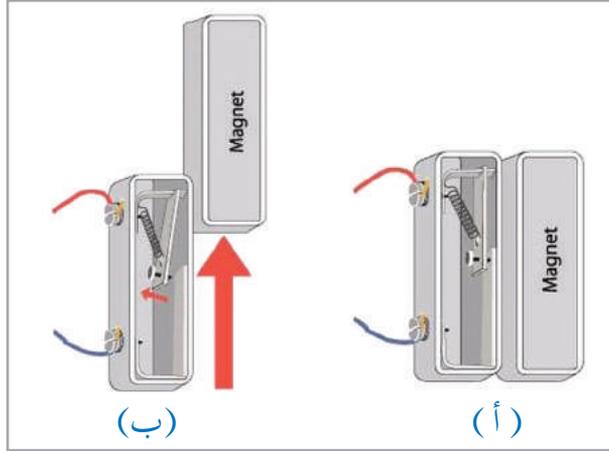
الشكل (٣-٢٦/ب): حسّاس بجزأيه: الثابت، والمتحرّك.

## مبدأ عمل النظام

يمكن تركيب هذا النظام بطرائق عدده، أبرزها:

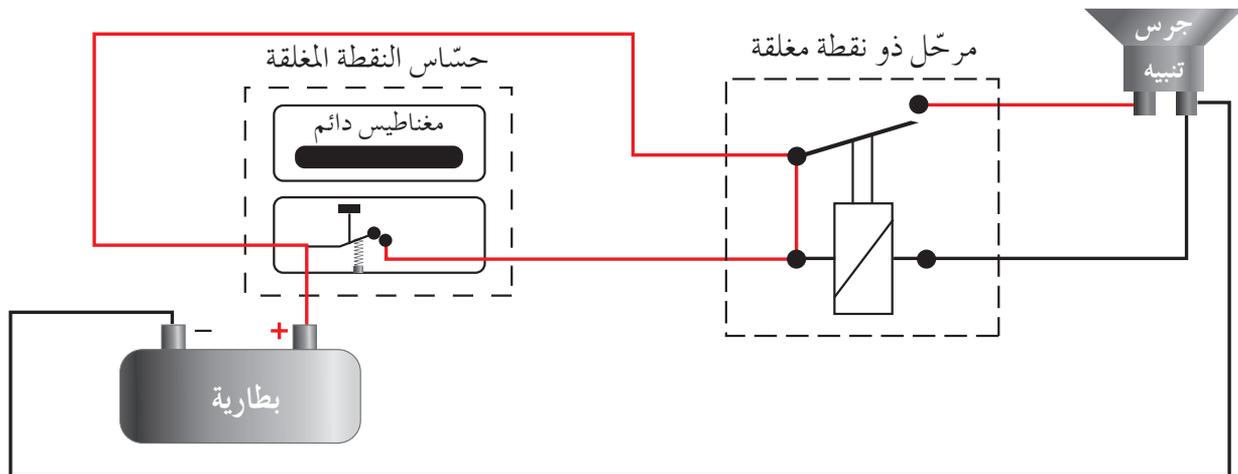
### ١- نظام الدارة المغلقة

وفيه تُغلق الدارة الكهربائية عند إغلاق النافذة، ويكون الجزء الثاني من الحساس في جهاز الإنذار (الذي ترتبط به الأسلاك) بجانب المغناطيس ما دامت النافذة مغلقة، انظر الشكل (٣-٢٧/أ). وفي هذه الحالة، يجذب المغناطيس المفتاح فتُغلق الدارة، فيسري تيار كهربائي فيها. ولكن،



إذا قام شخص ما بفتح النافذة، انظر الشكل (٣-٢٧/ب)، زال تأثير المغناطيس في المفتاح، فيقوم النابض (الزنبرك) بدفع المفتاح إلى أعلى، مما يؤدي إلى توقف سريان التيار الكهربائي في ملف المرحل، وإطلاق جرس الإنذار، انظر الشكل (٣-٢٧/ج).

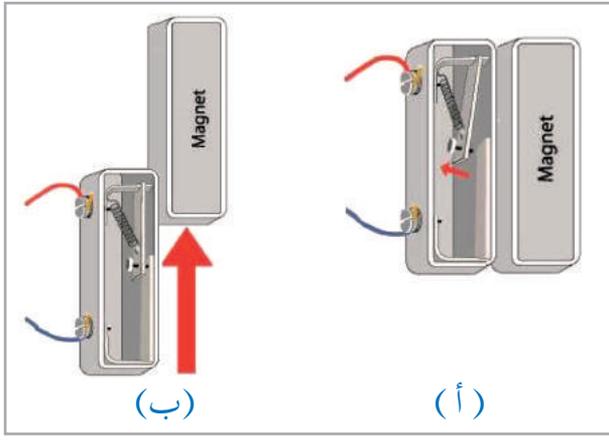
الشكل (٣-٢٧/أ، ب): أوضاع الحساس.



الشكل (٣-٢٧/ج): الدارة الكهربائية للتحذير من السرقة ذات النقطة المغلقة.

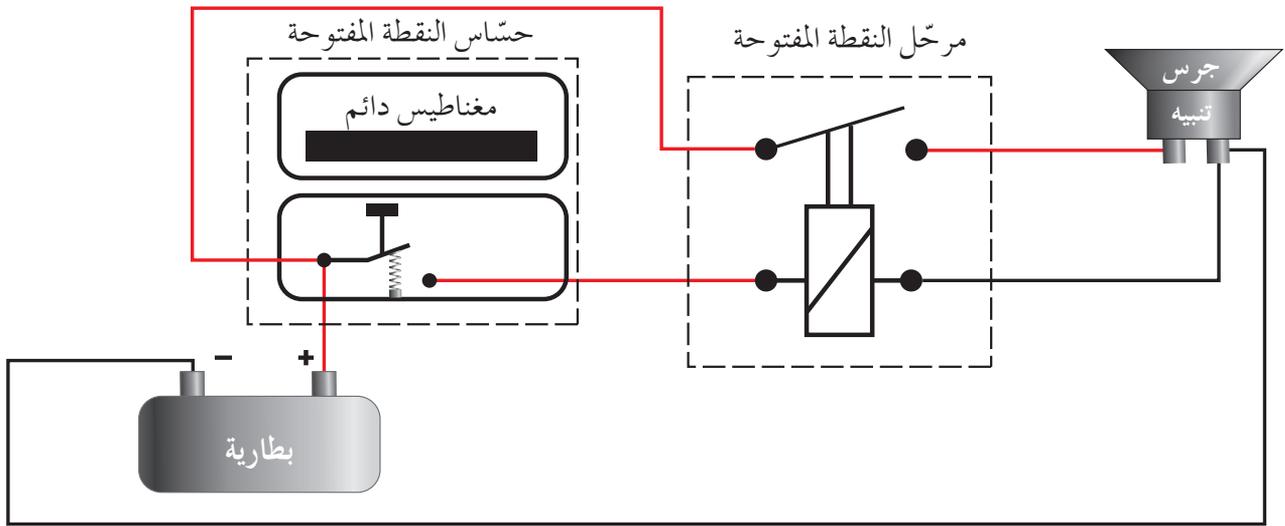
### ٢- نظام الدارة المفتوحة

وفيه تُفتح الدارة الكهربائية عند إغلاق النافذة، وهذا يعني أنه ما دامت النافذة مغلقة، فإن الجزء الثاني من الحساس في جهاز الإنذار الذي ترتبط به الأسلاك يكون بجانب المغناطيس،

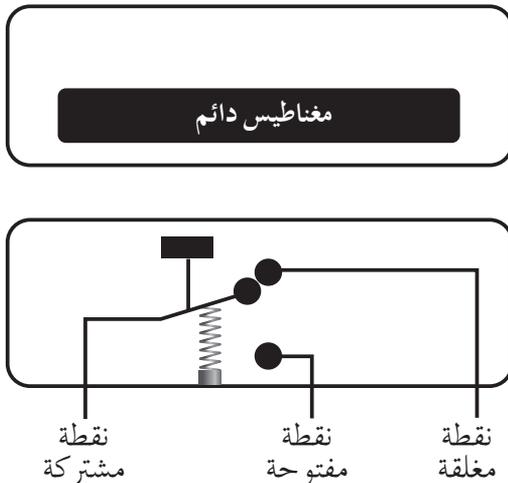


الشكل (٣-٢٨/أ، ب): أوضاع الحساس.

انظر الشكل (٣-٢٨/أ). وفي هذه الحالة، يجذب المغناطيسُ المفتاحَ فتُفتح الدارة، فلا يسري تيار كهربائي في ملف المرّحل. وعند قيام شخص ما بفتح النافذة، انظر الشكل (٣-٢٨/ب)، يزول تأثير المغناطيس في المفتاح، فيقوم النابض (الزنبرك) بسحب المفتاح، مما يؤدي إلى غلق المفتاح، وسريان التيار الكهربائي في ملف المرّحل، وإطلاق جرس الإنذار، انظر الشكل (٣-٢٨/ج).



الشكل (٣-٢٨/ج): الدارة الكهربائية لتحذير من السرقة ذات النقطة المفتوحة.



الشكل (٣-٢٩): أجزاء الحساس ذي النقطة المفتوحة والمغلقة.

### ٣- نظام الدارة المفتوحة والمغلقة

يعمل هذا النظام وفق نظام الدارة المفتوحة أو المغلقة، ويمكن إضافة أجهزة مساعدة إليه، انظر الشكل (٣-٢٩) الذي يُبين أجزاء الحساس ذي النقطة المفتوحة والمغلقة.

## نظام التنبيه (الإذار) الخاص بكشف الحريق

يشيع استخدام هذا النظام في المصانع والمؤسسات الحكومية والفنادق والمستشفيات، وهو يمتاز بقدرته على تحديد مكان اندلاع الحريق، وإطلاق جرس إنذار تحذيري؛ بغية اتخاذ إجراءات وقائية، كأعمال الإخلاء، ومكافحة الحريق ومنع انتشاره.

## ١- غرض النظام

يهدف هذا النظام إلى التنبيه السريع لحدوث الحريق، وذلك بإصدار إشارة سمعية ومرئية تُحذّر الأشخاص من اندلاع حريق في المكان، فضلاً عن إعلام مركز الإطفاء بنشوب حريق في مكان معين، علماً بأن كواشف الحريق لا تستطيع تحديد سبب الحريق، أو تقييم مدى شدته.

## ٢- مراحل نشوب الحريق

يمرّ الحريق بمراحل عدّة تُحدّد حجم الخطر الناجم وإجراءات المكافحة، وهذه المراحل هي:

أ - المرحلة الابتدائية.

ب- المرحلة الدخانية.

ج- مرحلة اللهب.

د - مرحلة الحرارة.

## ٣- أنظمة التنبيه (الإذار) الخاصة بكشف الحريق

يوجد نظامان للإذار الخاص بكشف الحريق، هما: النظام التقليدي، والنظام المعنون.

أ - النظام التقليدي: يتألف هذا النظام من مجموعة كواشف متصلة معاً، ويتمثل مبدأ عملها في إصدار جرس إنذار، أو التحذير من نشوب حريق في منطقة معينة من دون تحديد مكان الحريق فيها تحديداً دقيقاً.

ب - النظام المعنون: يتألف هذا النظام من كواشف متصلة معاً، تغطّي منطقة معينة، وهو مُصمّم على نحوٍ يتيح ترقيم الأماكن وتحديد أسمائها في المنطقة التي رُكبت فيها الكواشف. وفي حال نشوب حريق يظهر على لوحة التحكم رقم الكاشف، واسم المكان، وساعة



الشكل (٣-٣٠): أجزاء جهاز الإنذار في النظام المعنون.

اندلاع الحريق، انظر الشكل (٣-٣٠) الذي يُبين مكونات هذا النظام.

يتضمّن نظام الإنذار الخاص بكشف الحريق ما يأتي:

١- لوحة التحكم: يمكن إجمال وظائف هذه اللوحة في الآتي:  
أ - التحكم في النظام، ومراقبة عمله، وتشغيل الأجراس ومصابيح البيان.

ب- إصدار إشارات صوتية وضوئية تحذيرية عند نشوب حريق، مع تحديد اسم المكان الذي تعرّض للحريق.

ج- إجراء اختبار ذاتي.

د - الإنذار العام لإخلاء الموقع.

هـ - فصل التيار الكهربائي.

٢- كواشف نواتج الاحتراق

تعمل هذه الكواشف على إرسال إشارة كهربائية إلى لوحة التحكم عند نشوب حريق.

٣- معدّات التنبيه والإنذار

تقوم هذه المعدّات بإرسال إشارات صوتية وضوئية تحذيرية عند نشوب حريق، ومن الأمثلة عليها: الأجراس، ومصابيح البيان.

٤- كواشف نواتج الاحتراق

تُصنّف كواشف نواتج الاحتراق حسب مبدأ العمل وطبيعة الشيء المكتشف إلى الأنواع الآتية:  
أ - كواشف الغازات المتأينة (Ionized Gases Detectors): يعتمد مبدأ عمل هذه الكواشف على ظاهرة تأيّن الجزيئات عند تعرّضها للحرارة، انظر الشكل (٣-٣١/أ).

ب- كواشف الدخان (Smoke Detectors): تُصنّع كواشف الدخان من خلية كهروضوئية

ومصدر ضوء. وعند نشوب حريق يُحجَّب مصدر الضوء عن الخلية بفعل الدخان، فترسل إشارة إلى لوحة التحكم للتحذير من اندلاع حريق، انظر الشكل (٣-٣١/ب).



الشكل (٣-٣١): بعض كواشف الغازات والدخان.

ج- كواشف الحرارة (Heat Detectors): يعتمد مبدأ عمل هذه الكواشف على تسخين الأجسام وتمددتها بالحرارة، انظر الشكل (٣-٣٢/أ).

د- الكواشف الضوئية (Light Detectors): تحوي هذه الكواشف مصادر أشعة حساسة من الدخان؛ إذ تنعكس الأشعة بزواوية معينة وتسقط على مجسّ ضوئي عند انتشار الدخان، ممّا يؤدي إلى عمل نظام الإنذار، انظر الشكل (٣-٣٢/ب).



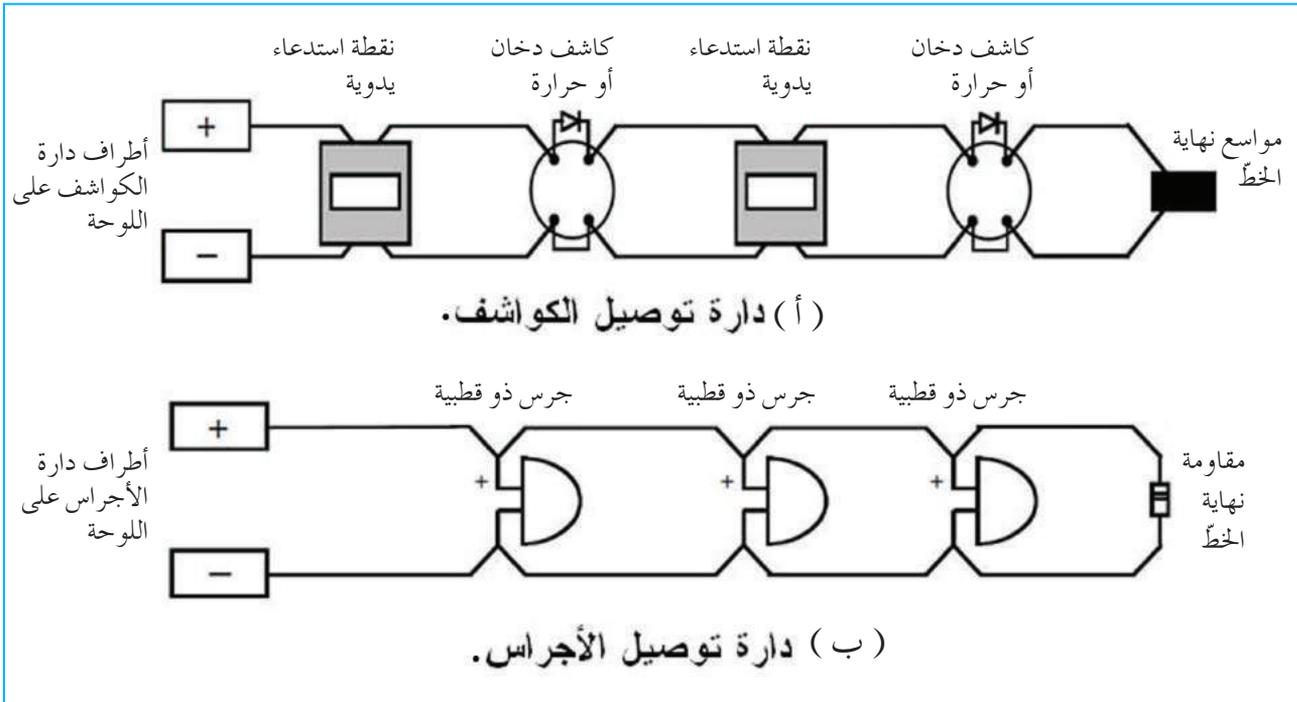
الشكل (٣-٣٢): بعض كواشف الحرارة والضوء.

يوجد أنواع عدّة من الكواشف الضوئية، ويمتاز أبرزها بكشف الضوء الموجود في الأشعة فوق البنفسجية (Ultraviolet)، والأشعة تحت الحمراء (Infrared).

جدير بالذكر أنه يمكن تشغيل نظام إنذار الحريق عند اندلاع حريق بواسطة ضاغط يدوي موجود في علبة زجاجية.

## ٥ - دائرة الحماية من الحريق

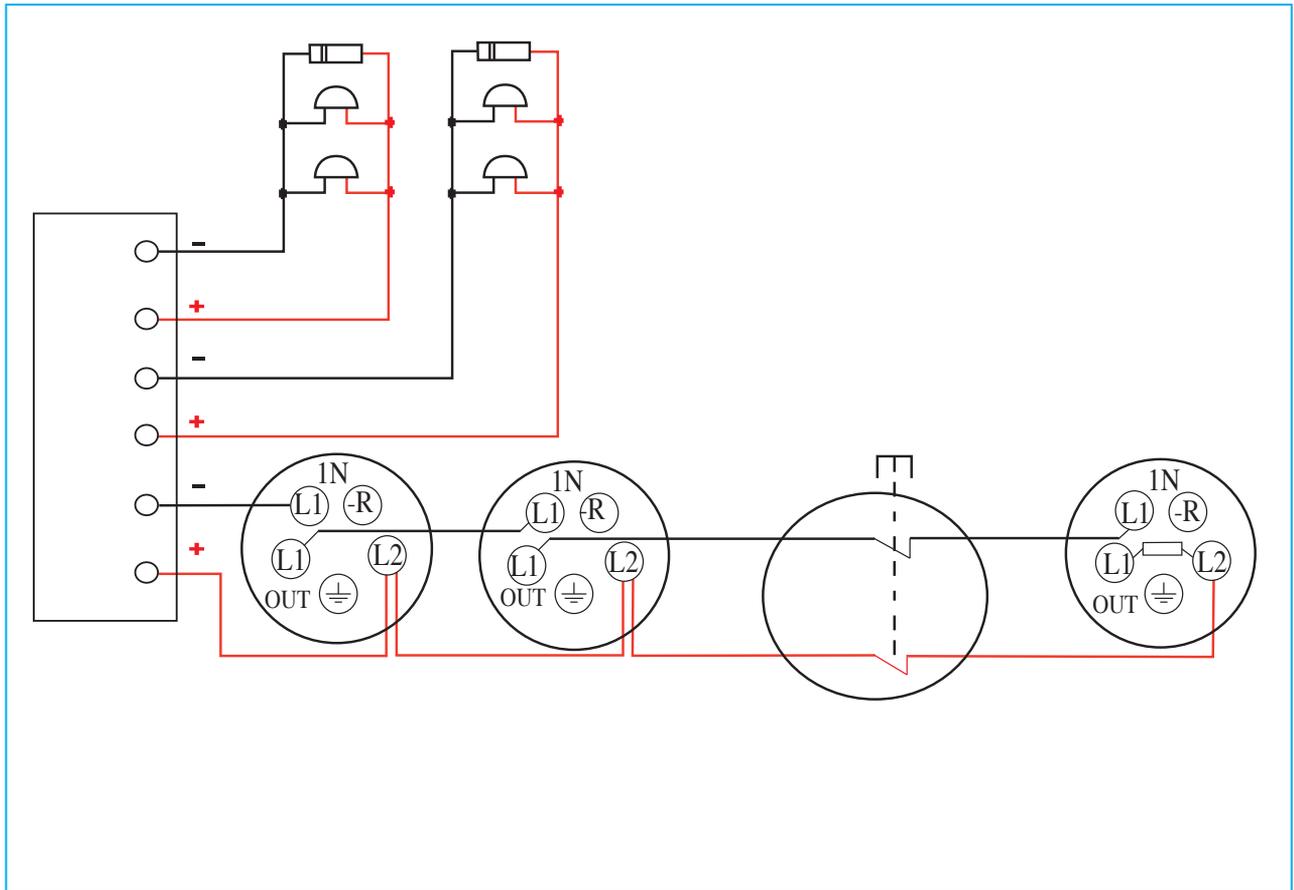
تقوم هذه الدارة بالتنبيه لنشوب حريق وتحديد مناطقه في المبنى؛ إذ يُقسَم المبنى عادة إلى وحدات أو مناطق، ويُعطي مُسمّى لكل منطقة في لوحة السيطرة الرئيسية، ويتم ذلك بوساطة كبسات التنبيه، أو أجهزة الاستشعار، أو الكواشف. ويُوضَّح الشكل (٣-٣٣) دارتي توصيل كلٍّ من: الكواشف، والأجراس.



الشكل (٣-٣٣): دائرة توصيل الكواشف والأجراس.

يوجد نوعان من الأزرار (الكبسات)، هما:

- أ - زرّ يدوي (عادي) يضغط عليه الشخص المعني عند اندلاع الحريق، ويكون عادة من النوع المخفي، ويتكوّن من إطار أحمر، ولوح زجاجي قابل للكسر.
- ب- زرّ آلي يعمل بصورة تلقائية عند ارتفاع درجة الحرارة وتجاوزها حدًا معينًا، وهو يتكوّن من جهاز استشعار للحرارة، وآخر للدخان، ويُوضَّح الشكل (٣-٣٤) صورة لوحة إنذار الحريق الرئيسية.



الشكل (٣-٣٤): دائرة توصيل الكواشف والأجراس باللوحة الرئيسية.

# الدارات الكهربائية في الواجهات الإعلانية التجارية

تاسعاً

تُستخدم الواجهات الإعلانية التجارية في المؤسسات والشركات لإظهار اسم المؤسسة وبيان طبيعة عملها، وهي لوحات تحوي أسماء ورسوماً وصوراً ملونة، وتكون مضاءة بمصابيح ثابتة أو متحركة؛ للفت انتباه المشاهد ومساعدته على تعرّف طبيعة الموقع عند التسوق، فضلاً عن مساعدتها أصحاب المحال التجارية على جذب الزبائن.

تُقسّم لوحة الإعلان من حيث الإنارة قسمين، هما:

## ١- لوحة إعلان ثابتة

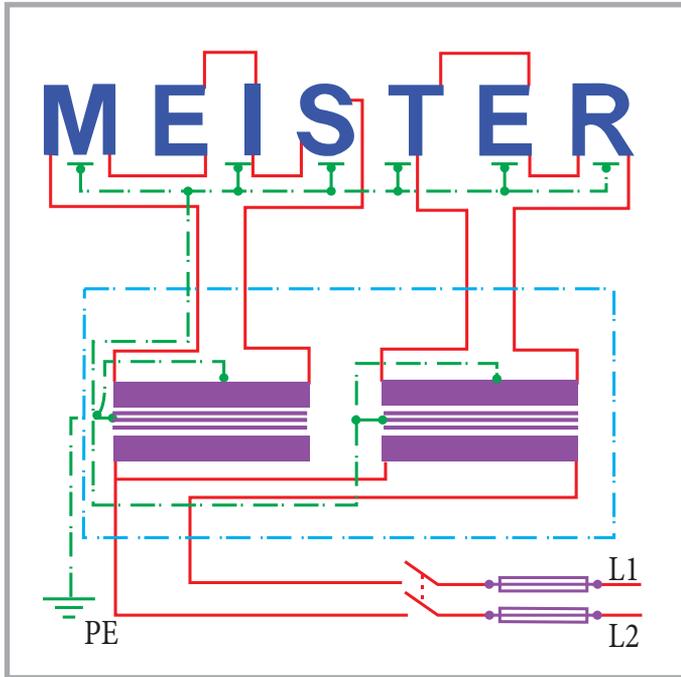
تتكوّن لوحة الإعلان هذه من أنابيب مضيئة بألوان مُتعدّدة؛ بهدف إبراز تصميم دعاية أو إعلان. تُصنّع الأنابيب المضيئة من الزجاج المطلي بمادة مشعة، وتكون مُغلّفة من الطرفين، ومُفرّغة من الهواء، ومملوءة بغاز حامل مثل غاز النيون أو الآرغون، وهي لا تحتوي على فتائل تسخين، ويوجد لكل أنبوب منها قطبان، وتُشكّل هذه الأنابيب بوساطة الحرارة، وتحتاج إنارتها إلى فولطية مرتفعة تتراوح بين (١٠٠٠) و (٧٥٠٠) فولط، ويعتمد لون الإنارة على نوع الغاز داخل الأنبوب؛ فيُستعمل غاز الآرغون للحصول على اللون الأحمر، ويضاف بخار الزئبق إلى هذا الغاز للحصول على اللون الأزرق، علماً بأنّه يمكن التحكم في تصميم زجاج الأنابيب للحصول على ألوان عدّة.

تُغذّى دارة إشعال هذه الأنابيب بمحوّلات ذوات فولطية مرتفعة، فتحدّ هذه المحوّلات من التيار الذي يسري في الدارة، ويتراوح عامل القدرة للدارة بين (٠,٥) و (٠,٦٥)، ويمكن تحسينه باستخدام مواسع، في حين يتراوح تيار الإنارة لهذه الأنابيب بين (١٥) و (٤٠٠) ملّي أمبير.

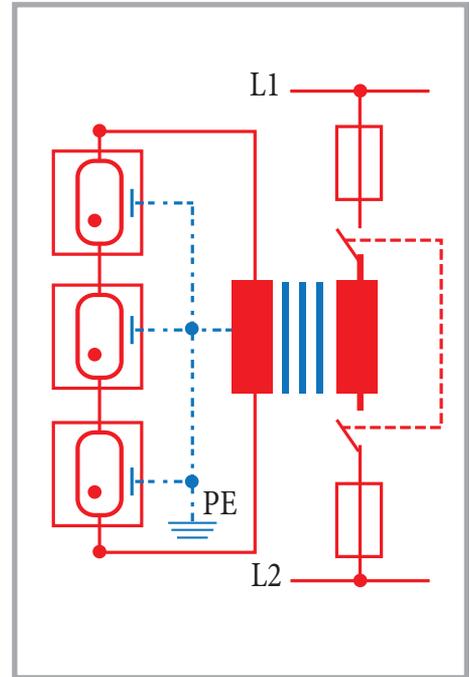
توزّع حروف الإعلان في اللوحة الثابتة على مجموعات، وتوصّل حروف كلّ مجموعة على التوالي بفولطية لا تزيد على (٧٥٠٠) فولط، ويحتوي الملف الثانوي لمحوّل الفولطية المرتفعة على نقطة وسط (متوسطة) توصّل بالأرضي.

تُصنّع الأنابيب المضيئة بأقطار عدّة (١٠، ١٣، ١٧، ٢٢، ٢٨، ٣٥) مم، كما تتراوح الفولطية

الاسمية بين (٣٠٠) و (١٠٠٠) فولط لكل متر من الأنابيب، انظر الشكل (٣-٣٥) الذي يُبيِّن مخطّط مسار تيار لدارة إنارة لوحة إعلان ثابتة لمجموعة واحدة من ثلاثة مصابيح موصولة على التوالي، والشكل (٣-٣٦) الذي يُبيِّن مخطّطًا تفصيليًا لدارة إنارة لوحة إعلان ثابتة مكوّنة من مجموعتين منفصلتين من الحروف.



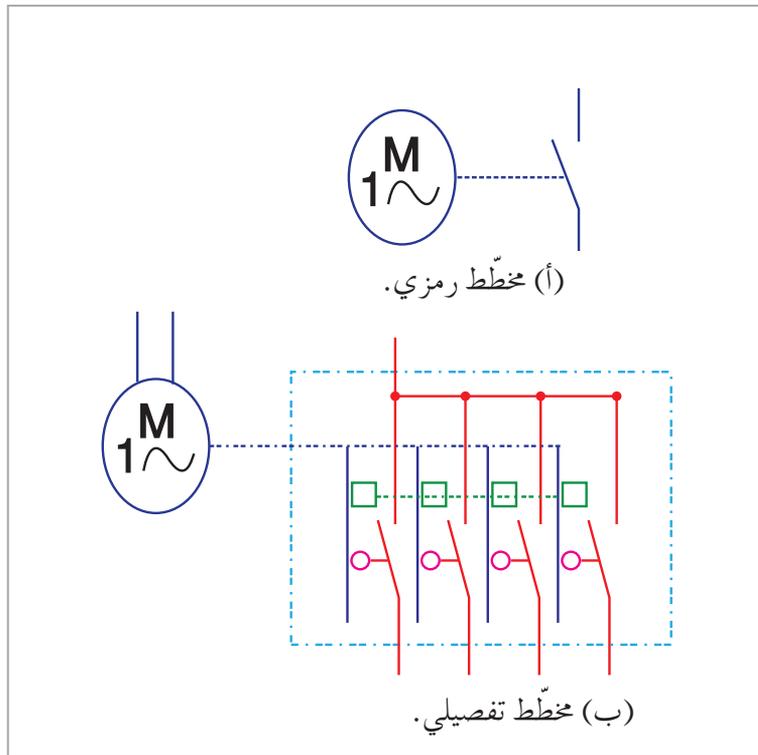
الشكل (٣-٣٦): مخطّط دارة إنارة لوحة إعلان ثابتة.



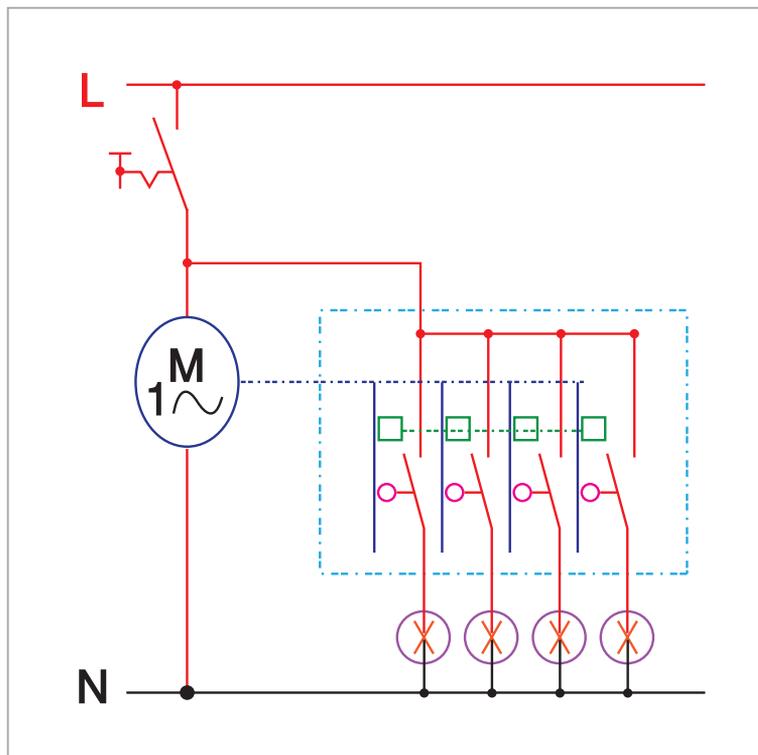
الشكل (٣-٣٥): مخطّط مسار تيار لدارة إنارة لوحة إعلان ثابتة.

## ٢- لوحة إعلان متحرّكة

يعمل جهاز تنظيم الإنارة في هذه اللوحة بالتتابع باستخدام محرّك صغير يدور بسرعة ثابتة، تُخفّض سرعته بواسطة مسنّات (تروس)، ويتّصل بمحور المحرّك حدبات (كامات) مُوزّعة على محيط المحور، تعمل كلّ منها على غلق ملامس (مفتاح)، وتتحكّم مجموعة الملامسات في إنارة المصابيح الموصولة بها بالتتابع، مُكوّنة بذلك إنارة متحرّكة. ويُبيِّن الشكل (٣-٣٧/أ) المخطّط الرمزي لجهاز تنظيم الإنارة، في حين يُبيِّن الشكل (٣-٣٧/ب) المخطّط التفصيلي للجهاز. أمّا الشكل (٣-٣٨) فيُبيِّن مخطّط مسار التيار لدارة إنارة لوحة إعلان متحرّكة ذات أربعة مخارج.



الشكل (٣-٣٧): جهاز تنظيم إنارة لوحة إعلان متحركة.



الشكل (٣-٣٨): مخطط مسار تيار لدارة إنارة لوحة إعلان متحركة ذات أربعة مخارج.

## أسئلة الوحدة

١- اختر رمز الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

(١) يُفضّل استخدام النظام الشعاعي (نصف القطري) الخاص بتوزيع الطاقة الكهربائية في:

- أ - المصانع الكبيرة.      ب- المصانع الصغيرة والمنازل والمحالّ التجارية.  
ج- المصانع الكبيرة والمنازل.      د - المصانع الكبيرة والمحالّ التجارية.

(٢) تستهلك محرّكات التيار المتناوب المستخدمة في المصانع:

- أ - قدرة فعّالة فقط.      ب- قدرة فعّالة وأخرى مراكسة.  
ج- قدرة مراكسة فقط.      د - قدرة فعّالة وعامل قدرة.

(٣) يؤدي تحسين عامل القدرة في المصانع إلى:

- أ - زيادة القدرة الفعّالة المسحوبة من الشبكة.  
ب- زيادة القدرة المراكسة المسحوبة من الشبكة.  
ج- نقصان القدرة المراكسة المسحوبة من الشبكة.  
د - نقصان القدرة الفعّالة المسحوبة من الشبكة.

(٤) وظيفة المفاتيح المغناطيسية في الدارة الكهربائية لحارقة المرجل، هي:

- أ - حماية الدارة الكهربائية للحارقة من زيادة الحمل.  
ب- حماية الدارة الكهربائية لمضخّة الماء الساخن من زيادة الحمل.  
ج- التحكّم في تشغيل الحارقة فقط.  
د - التحكّم في تشغيل الحارقة، ومضخّة الماء الساخن، ومضخّة التدفئة.

٢- عرّف كلاً مما يأتي:

- أ - أنظمة الحماية الكهربائية.  
ب - أنظمة التنبيه (الإنذار) الخاصة بكشف الحريق.  
ج - النظام الحلقي لتوزيع القدرة الكهربائية.  
د - نظام تمديد الكبلات بالصواني.

٣- اذكر خمسة من العناصر الأساسية المستخدمة في التمديدات الكهربائية الصناعية.

٤- ارسم النظام الشعاعي (نصف القطري) لتوزيع القدرة الكهربائية في المصانع.

٥- لماذا توصل مواسعات على التوازي بالحمل في المصانع؟

٦- تأمل دائرة حارقة المرجل المبيّنة في الشكل (٣-٣٩)، ثمّ أجب عمّا يأتي:

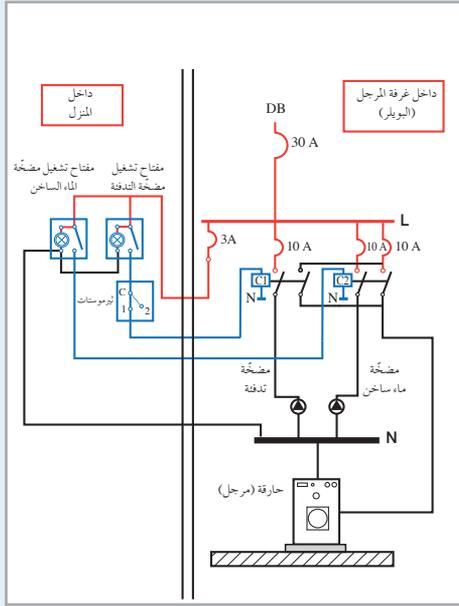
أ - ما وظيفة كلٍّ من: مضخة التدفئة، ومضخة الماء الساخن، والحارقة؟

ب- اشرح مبدأ عمل النظام في حال الضغط

على:

١. مفتاح تشغيل مضخة التدفئة.

٢. مفتاح تشغيل مضخة الماء الساخن.



الشكل (٣-٣٩): السؤال السادس.

٧- اذكر ثلاث طرائق لتنفيذ التمديدات الكهربائية

الصناعية بوساطة الكبلات.

٨- اذكر نظامين من أنظمة التمديدات الكهربائية

للسواني.

٩ - بناءً على نظام تحسين عامل القدرة للأحمال الكهربائية الصناعية، أجب عمّا يأتي:

أ - لماذا تهتم المصانع بتحسين عامل القدرة؟

ب- اذكر طريقتين لتحسين عامل القدرة.

١٠- اذكر نوعين من أنواع الحماية المستخدمة في التمديدات الكهربائية الصناعية.

١١- ما الغرض من أنظمة الإنذار المستخدمة في المرافق التجارية؟

١٢- اذكر نظامين من أنظمة الإنذار المستخدمة في المرافق التجارية.

- ١٣ - تأمّل الأدوات المُبيّنة في الشكل (٣-٤٠)، ثمّ أجب عمّا يأتي:
- أ - ما الغرض من أنظمة التنبيه (الإذار) الخاصة بكشف الحريق؟
- ب- اذكر نظامين من أنظمة الحماية من الحريق.
- ج- اذكر كاشفين من كواشف نواتج الاحتراق.
- د - ما نوع نظام التنبيه (الإذار) الخاص بكشف الحريق المُبيّن في الشكل؟



الشكل (٣-٤٠): السؤال الثالث عشر.

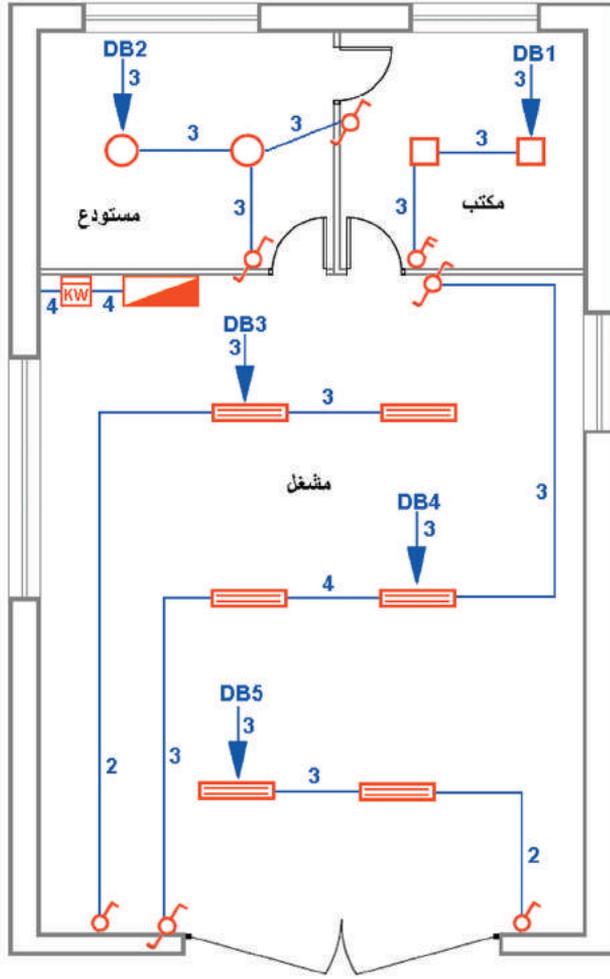
النتائج: يُتَوَقَّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

- تتعرّف دائرة الإنارة لمشغل صغير.
- تُنفِّذ دائرة إنارة لمشغل صغير.
- تتحقّق من سلامة التمديدات الكهربائية وصلاحياتها بالفحص والتجربة.

مستلزمات تنفيذ التمرين

الأدوات والتجهيزات	المواد
<ul style="list-style-type: none"> <li>- أطقم مصابيح فلورية.</li> <li>- مفاتيح إنارة مختلفة.</li> <li>- لوحة توزيع.</li> <li>- جهاز مُتعدّد القياسات.</li> <li>- علب وصل، وعلب مفاتيح مختلفة.</li> <li>- صندوق عدّة.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- كبل أحادي القلب يتراوح قياسه بين (١,٥) و (٢,٥) مم<sup>٢</sup>.</li> <li>- كلبسات (مشابك) بلاستيكية.</li> <li>- أسلاك ربط.</li> <li>- أنابيب (PVC) مُتعدّدة القياسات.</li> </ul>

الرسوم التوضيحية	خطوات العمل والنقاط الحاكمة
	<ol style="list-style-type: none"> <li>١- ارتدِ لباس العمل المهني، والتزم بتعليمات السلامة والصحة المهنية.</li> <li>٢- تتبّع مخطّط الإنارة المُبيّن في الشكل (١)، ثمّ نفّذ الخطوات العملية (٣-١٤).</li> <li>٣- جهّز الأنابيب والعلب اللازمة لتنفيذ التمرين.</li> <li>٤- حدّد موقع المفاتيح، ثمّ ثبّت العلب الخاصة بها.</li> <li>٥- حدّد مواقع وحدات الإنارة، ثمّ ثبّت العلب الخاصة بها.</li> <li>٦- مدّد الأنابيب اللازمة لتنفيذ التمرين.</li> <li>٧- اسحب الكبلات اللازمة لتنفيذ التمرين.</li> </ol>



الشكل (١).

٨ - عرِّ (١) سم من أطراف الكبلات المراد تثبيتها بالعناصر الكهربائية.

٩ - نفذ الدارة الكهربائية على النحو الظاهر في المخطط التنفيذي الموضح في الشكل (١).

١٠ - ثبت العناصر الكهربائية بالعلب الخاصة بها.

١١ - صل الدارة الكهربائية بمصدر الطاقة الكهربائية عن طريق لوحة التوزيع، بعد التأكد من سلامة التوصيل بإشراف المعلم.

١٢ - اضغط على المفاتيح، ملاحظاً إضاءة الوحدات الفلورية.

١٣ - قس التيار الساري في الدارة باستخدام جهاز الأميتر.

١٤ - افصل الدارة الكهربائية عن مصدر الطاقة الكهربائية.

١٥ - اكتب تقريراً مفصلاً عما قمت به في دفتر التدريب العملي.

نُفذ التمارين العملية الآتية بطريقة العمل الفردي، أو الجماعي في المشغل، أو حسب إرشادات المعلم:

- نُفذ خطوات العمل السابقة لدارة إنارة خاصة بمشغل آخر.
- ليعمل أحد أفراد المجموعة أعطالاً في دارة المخطّط الفرعية، ثم ليطلب إلى زملائه الآخرين اكتشاف الأعطال بالمعينة والفحص، ثم إصلاحها.
- نَظّم جدولاً بالدارات الفرعية لمخطّط المشغل، مُبيّناً فيه أرقام دارات الإنارة الفرعية، والمنطقة التي تغذيها، ومقرّرات التيار للقواطع الآلي.

## التقويم الذاتي

- دَوّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة، وفق قائمة شطب مُحدّدة واضحة كما يأتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	جهّزت العلب والأنابيب اللازمة لتنفيذ التمرين.		
٢	حدّدت مواقع المفاتيح.		
٣	ثبّتت علب المفاتيح.		
٤	مدّدت الأنابيب تمديدًا صحيحًا.		
٥	سحبت الكبلات اللازمة لتنفيذ التمرين.		
٦	عرّيت الكبلات المراد تثبيتها بالعناصر الكهربائية.		
٧	وصلت الدارة حسب المخطّط.		
٨	ثبّتت العناصر الكهربائية في العلب الخاصة بها.		
٩	وصلت الدارة الكهربائية بالمصدر عن طريق لوحة التوزيع.		
١٠	شغلت دارة إنارة الوحدات الفلورية.		
١١	قست التيار الساري في الدارة.		
١٢	وصلت الدارة الكهربائية على نحو صحيح.		

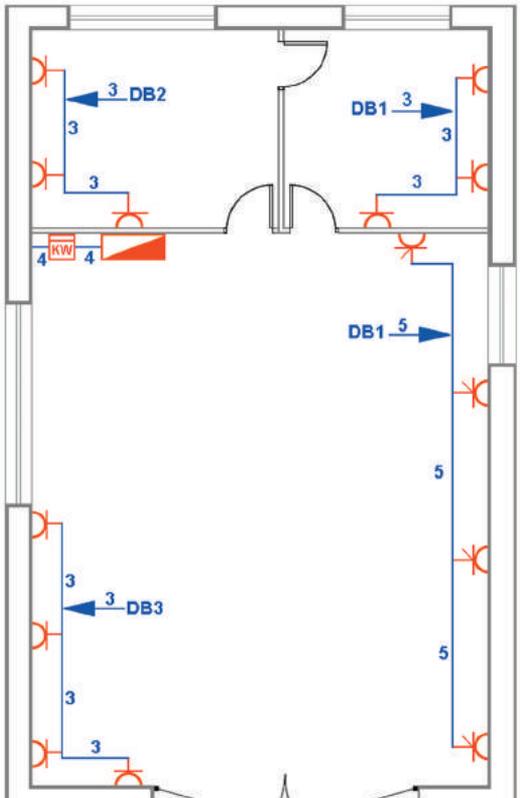
- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

النتائج: يُتَوَقَّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

- تتعرّف دارة القوى لمشغل صغير.
- تُنفذ دارة قوى لمشغل صغير.
- تتحقّق من سلامة التمديدات الكهربائية وصلاحياتها بالفحص والتجربة.

مستلزمات تنفيذ التمرين

الأدوات والتجهيزات	المواد
<ul style="list-style-type: none"> <li>- لوحة توزيع.</li> <li>- مقابس قدرة مختلفة أحادية وثلاثية الطور.</li> <li>- جهاز مُتعدّد القياسات.</li> <li>- علب وصل، وعلب مفاتيح مختلفة.</li> <li>- صندوق عدّة.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- كبل أحادي القلب يتراوح قياسه بين (١,٥) و(٢,٥) مم<sup>2</sup>.</li> <li>- كلبسات (مشابك) بلاستيكية.</li> <li>- أسلاك ربط.</li> <li>- أنابيب (PVC) مُتعدّدة القياسات.</li> </ul>

الرسم التوضيحية	خطوات العمل والنقاط الحاكمة
 <p>الشكل (١).</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>١- ارتدِ لباس العمل المهني، والتزم بتعليمات السلامة والصحة المهنية.</li> <li>٢- تتبّع مخطط القوى المُبيّن في الشكل (١)، ثمّ نفّذ الخطوات العملية (٣-١٣).</li> <li>٣- جَهّز الأنابيب والعلب والمقابس اللازمة لتنفيذ التمرين.</li> <li>٤- حدّد موقع المقابس، ثمّ ثبّت العلب الخاصة بها.</li> <li>٥- مدّد الأنابيب اللازمة لتنفيذ التمرين.</li> <li>٦- اسحب الكبلات اللازمة لتنفيذ التمرين.</li> <li>٧- عرّ (١) سم من أطراف الكبلات المراد تثبيتها بالعناصر الكهربائية.</li> <li>٨- نفّذ الدارة الكهربائية على النحو الظاهر في المخطط التنفيذي المُوضّح في الشكل (١).</li> </ol>

- ٩- تثبت العناصر الكهربائية في العلب الخاصة بها.
- ١٠- صل الدارة الكهربائية بمصدر الطاقة الكهربائية عن طريق لوحة التوزيع، بعد التأكد من سلامة التوصيل بإشراف المعلم.
- ١١- قس التيار الساري بالدارة باستخدام جهاز الأميتر.
- ١٢- قس الفولطية بين (N) و (L).
- ١٣- افصل الدارة الكهربائية عن مصدر الطاقة الكهربائية.
- ١٤- اكتب تقريراً مفصلاً عما قمت به في دفتر التدريب العملي.

### تمارين الممارسة العملية

نُفذ التمارين العملية الآتية بطريقة العمل الفردي، أو الجماعي في المشغل، أو حسب إرشادات المعلم:

- نفذ خطوات العمل السابقة لدارة قوى خاصة بمشغل آخر.
- ليعمل أحد أفراد المجموعة أعطالاً في دارة المخطط الفرعية، ثم ليطلب إلى زملائه الآخرين اكتشاف الأعطال بالمعاينة والفحص، ثم إصلاحها.
- نظم جدولاً بالدارات الفرعية لمخطط المشغل، مبيّناً فيه أرقام دارات القوى الفرعية، والمنطقة التي تغذيها، ومقررات التيار للقاطع الآلي.

### التقويم الذاتي

- دَوّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثم قيّم تنفيذك لكل خطوة، وفق قائمة شطب مُحدّدة واضحة كما يأتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا

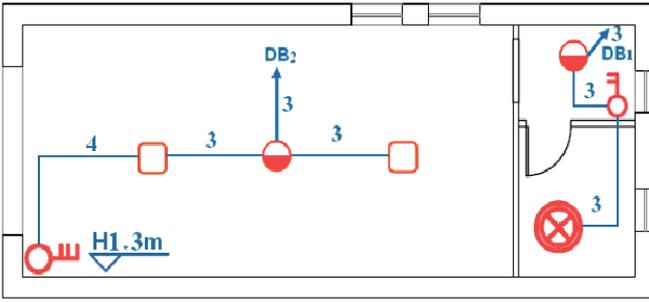
- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

النتائج: يُتَوَقَّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

- تعرّف التمديدات الكهربائية من خلال الأسقف المستعارة.
- تُنفذ التمديدات الكهربائية من خلال الأسقف المستعارة.
- تتحقّق من سلامة التمديدات الكهربائية وصلاحيتها بالفحص والتجربة.

مستلزمات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
<ul style="list-style-type: none"> <li>- كبل أحادي القلب يتراوح قياسه بين (١،٥) و (٢،٥) مم<sup>2</sup>.</li> <li>- أنابيب (PVC) مُتعدّدة القياسات.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- وحدات إنارة كهربائية مختلفة.</li> <li>- مفتاح ثلاثي (5A).</li> <li>- مفتاح مزدوج (5A).</li> <li>- علب وصل مختلفة.</li> <li>- لوحة توزيع كهربائية تحوي قاطع (20A).</li> <li>- صندوق عدّة.</li> </ul>

خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
<ol style="list-style-type: none"> <li>١- ارتدِ لباس العمل المهني، والتزم بتعليمات السلامة والصحة المهنية.</li> <li>٢- تتبّع مخطط الإنارة المُبيّن في الشكل (١)، ثم نفّذ الخطوات العملية (٣-١٢).</li> <li>٣- جهّز الأنابيب والعلب اللازمة لتنفيذ التمرين.</li> <li>٤- حدّد مواقع المفاتيح، ثم ثبّت العلب الخاصة بها.</li> <li>٥- حدّد مواقع وحدات الإنارة، ثم ثبّت العلب الخاصة بها.</li> <li>٦- حدّد الأنابيب اللازمة لتنفيذ التمرين.</li> <li>٧- اسحب الكبلات اللازمة لتنفيذ التمرين.</li> </ol>	 <p>الشكل (١).</p>

- ٨ - عرِّ (١) سم من أطراف الكبلات المراد تثبيتها بالعناصر الكهربائية.
- ٩ - نفِّذ الدارة الكهربائية عبر الأسقف المستعارة على النحو الظاهر في المخطَّط التنفيذي الموضَّح في الشكل (١).
- ١٠ - ثبَّت العناصر الكهربائية في العلب الخاصة بها.
- ١١ - صلِّ الدارة الكهربائية بمصدر الطاقة الكهربائية عن طريق لوحة التوزيع، بعد التأكد من سلامة التوصيل بإشراف المعلم.
- ١٢ - افصل الدارة الكهربائية عن مصدر الطاقة الكهربائية.
- ١٣ - اكتب تقريرًا مفصَّلًا عمَّا قمت به في دفتر التدريب العملي.

### تمارين الممارسة العملية



- نفِّذ التمارين العملية الآتية بطريقة العمل الفردي، أو الجماعي في المشغل، أو حسب إرشادات المعلم:
- نفِّذ خطوات العمل السابقة لمخطَّط قوى خاص بمكتب تجاري عبر الأسقف المستعارة.
  - تتبَّع جميع التمديدات الكهربائية للمخطَّط الذي نفَّذته، وتَحَقَّق من توصيلها وعملها على نحوٍ صحيح.
  - تتبَّع بعض التمديدات الكهربائية للأسقف المستعارة في مدرستك.
  - ليعمل أحد أفراد المجموعة أعطالاً في الدارة الكهربائية التي نفَّذتها، ثمَّ ليطلب إلى زملائه الآخرين اكتشاف الأعطال بالمعاينة والفحص، ثمَّ إصلاحها.

### التقويم الذاتي



- ما مقدار ارتفاع المقابس المُنفَّذة في كلِّ من: المنازل، والمرافق التجارية؟
- دَوِّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثمَّ قيِّم تنفيذك لكلِّ خطوة، وفق قائمة شطب مُحدَّدة واضحة كما يأتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا

- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

النتائج: يُتَوَقَّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

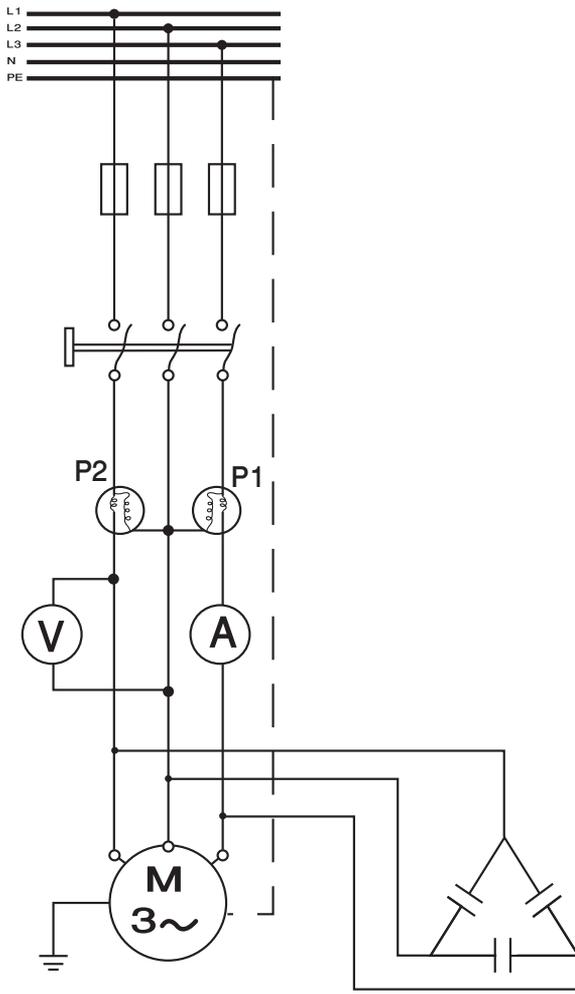
- تقيس عامل القدرة لدارة كهربائية.
- تُنفذ التوصيلات المناسبة لتحسين عامل القدرة لدارة كهربائية.
- تتحقّق من سلامة التمديدات الكهربائية وصلاحياتها بالفحص والتجربة.

مستلزمات تنفيذ التمرين

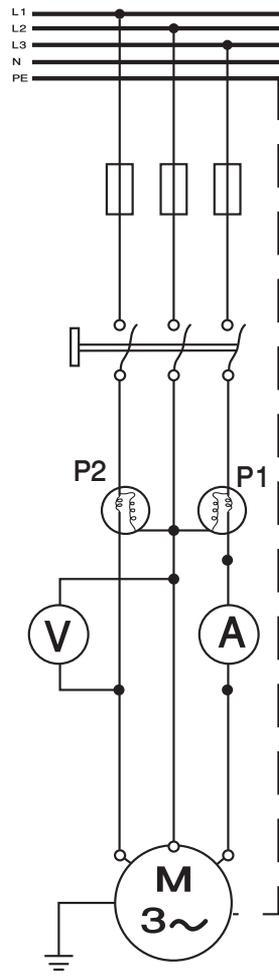
الأدوات والتجهيزات	المواد
<ul style="list-style-type: none"> <li>- مصدر فولطية تيار متناوب ثلاثي الطور متغيّر القيمة <math>V(0-380)</math>.</li> <li>- جهاز واطميتر.</li> <li>- جهاز فولطميتر لقياس فولطية التيار المتناوب.</li> <li>- جهاز أميتر لقياس التيار المتناوب.</li> <li>- محرّك حثّي ثلاثي الطور <math>(\frac{1}{3})</math> حصان، أو حسب المتوافر.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ثلاثة مواسعات من نوع: <math>15NF, 20NF/500V</math>.</li> <li>- أسلاك توصيل تناسب الحمل.</li> </ul>

الرسوم التوضيحية	خطوات العمل والنقاط الحاكمة
	<p>١- ارتدِ لباس العمل المهني، والتزم بتعليمات السلامة والصحة المهنية.</p> <p>٢- نفّذ الدارة المُبيّنة في الشكل (١).</p> <p>٣- دوّن قيم الفولطية والقدرة والتيار وعامل القدرة في الجدول (١) من دون توصيل المواسعات.</p> <p>٤- أضف المواسعات المتصلة بتوصيلة المثلث مع المحرّك كما في الشكل (٢)، ثمّ دوّن قراءات الأجهزة في الجدول (١).</p>

## الرسوم التوضيحية



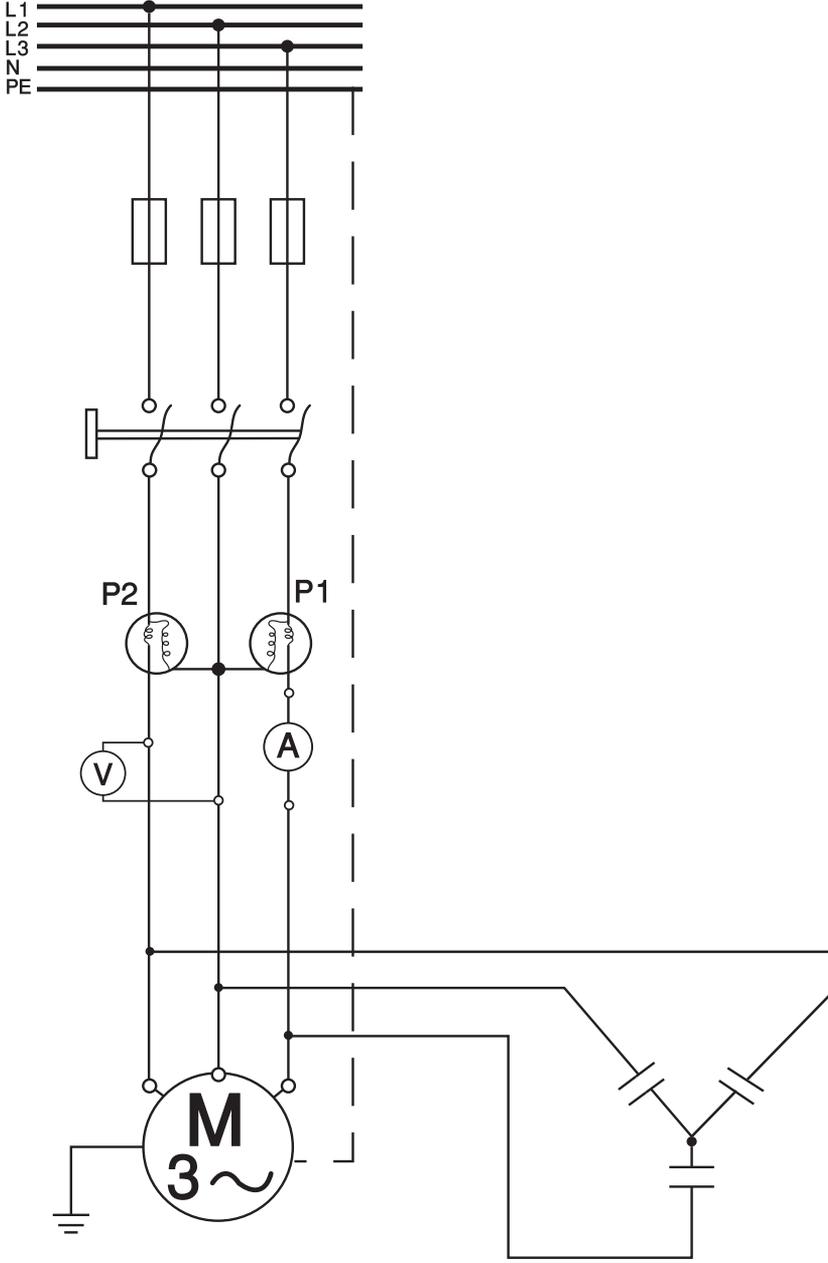
الشكل (٢).



الشكل (١).

الجدول (١): القراءات والنتائج.

	القيم المقاسة					القيم المحسوبة	
	I (A)	V (V)	P1(W)	P2(W)	Cosq	QC(Var)	Cosq
الحمل.							
محرك حثي.							
محرك ومواسعات بتوصيلة المثلث.							
محرك ومواسعات بتوصيلة النجمة.							



الشكل (٣).

٥- استبدل المواسعات المتصلة بتوصيلة المثلث بتلك المتصلة بتوصيلة النجمه مع المحرك كما في الشكل (٣)، ثم دَوِّن قراءات الأجهزة في الجدول (١).

٦- اكتب تقريراً مفصلاً عمّا قمت به في دفتر التدريب العملي.



نُفِّذ التمرين العملي الآتي بطريقة العمل الفردي، أو الجماعي في المشغل، أو حسب إرشادات المعلم:  
 - نُفِّذ التمرين السابق باستخدام مواسم ذات ساعات أخرى غير تلك التي استخدمتها في التمرين، ماذا تلاحظ؟



- دَوِّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثم قَيِّم تنفيذك لكل خطوة، وَفَّق قائمة شطب مُحدَّدة واضحة كما يأتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا

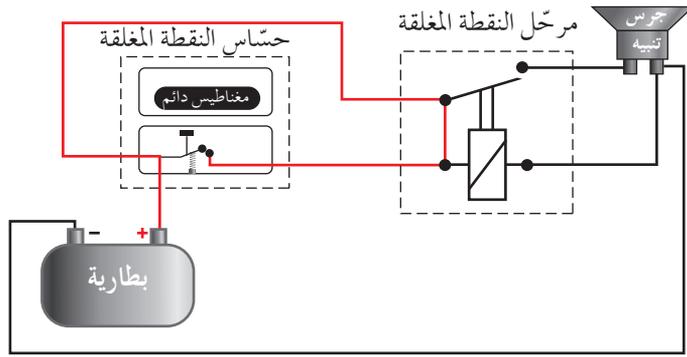
- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

النتائج: يُتَوَقَّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

- تعرّف دارات التنبيه (الإنداز) للمرافق التجارية.
- تُنفِّذ دارات التنبيه (الإنداز) للمرافق التجارية.
- تتحقّق من سلامة التمديدات الكهربائية وصلاحياتها بالفحص والتجربة.

مستلزمات تنفيذ التمرين

الأدوات والتجهيزات	المواد
<ul style="list-style-type: none"> <li>- مصدر فولطية مباشرة.</li> <li>- مرّحل مُزوّد بنقاط تلامس مفتوحة، فولطيته تناسب مصدر الفولطية.</li> <li>- حسّاس ذو نقطة مغلقة.</li> <li>- جهاز مُتعدّد القياسات.</li> <li>- صندوق عدّة.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- سلك مساحة مقطعه (١) مم<sup>٢</sup>.</li> <li>- جرس كهربائي فولطيته تناسب مصدر الفولطية.</li> <li>- مفتاح مفرد (٥ أمبير).</li> </ul>
الرسوم التوضيحية	خطوات العمل والنقاط الحاكمة
<p>الشكل (١).</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>١- ارتدِ لباس العمل المهني، والتزم بتعليمات السلامة والصحة المهنية.</li> <li>٢- ثبّت عناصر الدارة الكهربائية (دارة التنبيه المفتوحة) المبيّنة في الشكل (١).</li> <li>٣- ثبّت الحساس ذا النقطة المفتوحة على الباب أو النافذة.</li> <li>٤- افتح الباب أو النافذة، ماذا تلاحظ؟</li> </ol>



الشكل (٢).

٥- ثبّت عناصر الدارة الكهربائية (دائرة التنبيه المغلقة) المبيّنة في الشكل (٢).

٦- ثبّت الحساس ذا النقطة المغلقة على الباب أو النافذة.

٧- افتح الباب أو النافذة، ماذا تلاحظ؟

٨- اكتب تقريراً مفصلاً عمّا قمت به في دفتر التدريب العملي.

### تمارين الممارسة العملية

نُفِّذ التمرينين العمليين الآتيين بطريقة العمل الفردي، أو الجماعي في المشغل، أو حسب إرشادات المعلم:

- نُفِّذ التمرين السابق باستخدام حساسين يعملان وَفْق نظام الدارة المفتوحة كما في الشكل (١) من التمرين (٣-٥).
- ليعمل أحد أفراد المجموعة أعطالاً في التمديدات الكهربائية، ثم ليطلب إلى زملائه الآخرين اكتشاف الأعطال بالمعاينة والفحص، ثم إصلاحها.

### التقويم الذاتي

- هل يوجد فرق بين حساس النقطة المفتوحة وحساس النقطة المغلقة؟
- دَوِّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثم قيِّم تنفيذك لكل خطوة، وَفْق قائمة شطب مُحدّدة واضحة كما يأتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا

- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

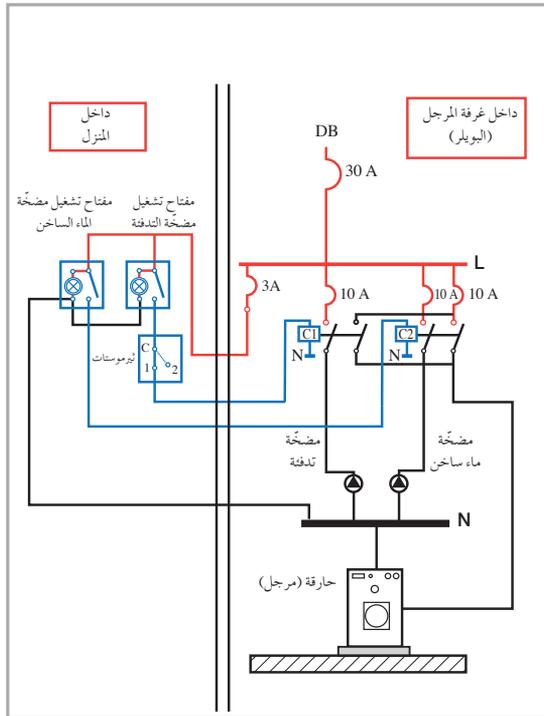
النتائج: يُتَوَقَّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

- تتعرّف التمديدات الكهربائية الخاصة بحارقة المرجل.
- تُنفذ التمديدات الكهربائية الخاصة بحارقة المرجل.
- تتحقّق من سلامة التمديدات الكهربائية وصلاحيّتها بالفحص والتجربة.

مستلزمات تنفيذ التمرين

الأدوات والتجهيزات	المواد
- حارقة المرجل كاملة.	- كبل طوله (٢،٥) مم <sup>٢</sup> .
- مضخة ماء ساخن.	- مفتاح تشغيل (٢٠ أمبير) مع مصباح إشارة.
- مضخة تدفئة.	- قاطع دارة (٢٠ أمبير).
- مفتاحان مغناطيسيان.	- قاطع دارة (١٠ أمبير).
- جهاز مُتعدّد القياسات.	
- صندوق عدّة.	

### الرسوم التوضيحية



الشكل (١).

### خطوات العمل والنقاط الحاكمة

- ١- ارتدِ لباس العمل المهني، والتزم بتعليمات السلامة والصحة المهنية.
- ٢- تتبّع المخطّط المُبيّن في الشكل (١)، ثمّ نفّذ الخطوات العملية (٣-١٠).
- ٣- جَهِّز الأنايب اللازمة لتنفيذ التمرين.
- ٤- حدّد موقع العناصر الكهربائية.
- ٥- اسحب الكبلات اللازمة لتنفيذ التمرين.
- ٦- عرِّ (١) سم من أطراف الكبلات المراد تثبيتها بالعناصر الكهربائية.

- ٧- تُبَيِّنُ العناصر الكهربائية بالأماكن المُخصَّصة لها حسب المخطط.
- ٨- نَفِّذْ الدارة الكهربائية على النحو الظاهر في المخطط التنفيذي الموضح في الشكل (١).
- ٩- شَغِّلْ الدارة الكهربائية.
- ١٠- افصل الدارة الكهربائية عن مصدر الطاقة الكهربائية.
- ١١- اكتب تقريراً مفصلاً عمَّا قمت به في دفتر التدريب العملي.

### تمارين الممارسة العملية

- نَفِّذْ التمرين العملي الآتي بطريقة العمل الفردي، أو الجماعي في المشغل، أو حسب إرشادات المعلم:
- تَحَقَّقْ من سلامة التمديدات الكهربائية وصلاحياتها؛ بالتشغيل، وإجراء فحوص الاستمرارية والقطبية بوساطة جهاز مُتعدِّد القياسات.

### التقويم الذاتي

- دَوِّنْ خطوات العمل التي اتبعتها، ثم قَيِّمْ تنفيذك لكل خطوة، وَفَقْ قائمة شطب مُحدَّدة واضحة كما يأتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا

- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

النتائج: يُتَوَقَّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

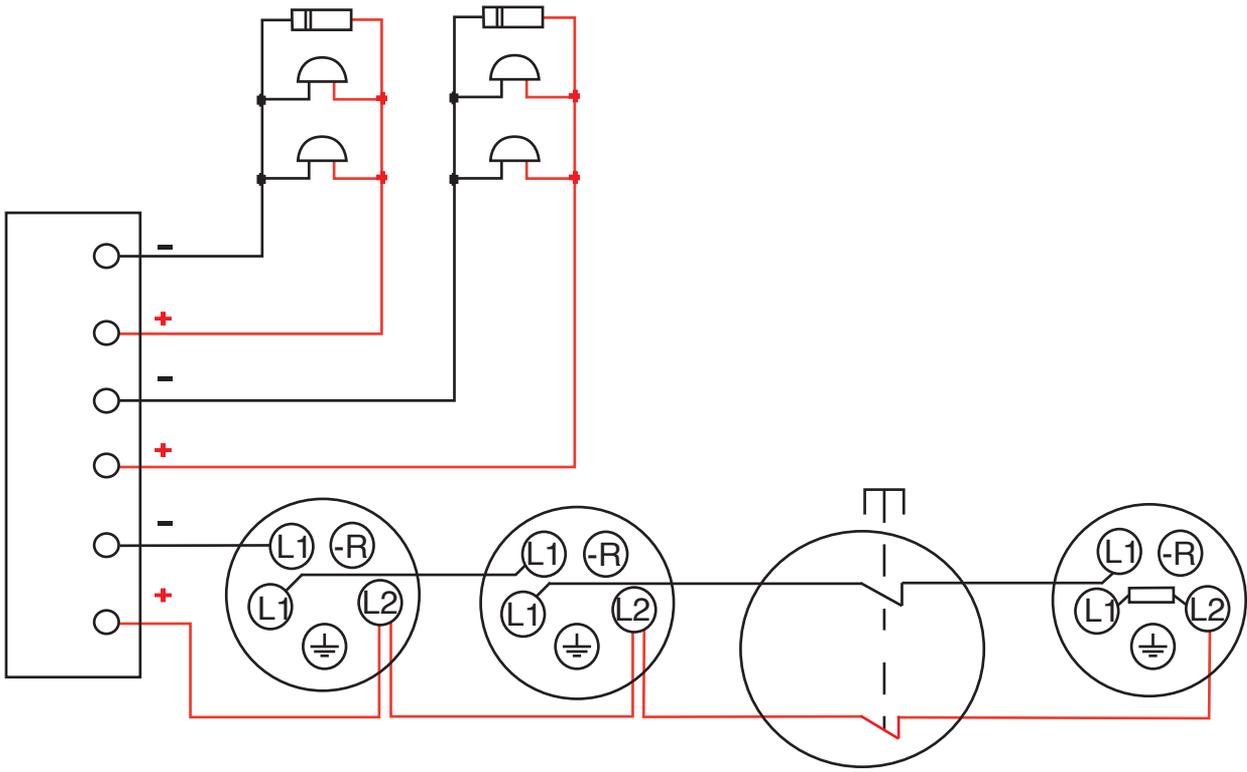
- تتعرّف التمديدات الكهربائية الخاصة بنظام إنذار الحريق اليدوي.
- تُنفذ التمديدات الكهربائية الخاصة بنظام إنذار الحريق اليدوي.
- تتحقّق من سلامة التمديدات الكهربائية وصلاحياتها بالفحص والتجربة.

مستلزمات تنفيذ التمرين

الأدوات والتجهيزات	المواد
- مُتَحَسِّس حرارة.	- سلك طوله (١،٥) مم ٢.
- جرس كهربائي (٢٤ فولط).	- سلك مساحة مقطعه (١) مم ٢.
- مصدر فولطية مباشرة (٢٤ فولط).	- مفتاح مفرد (٥ أمبير).
- جهاز مُتعدّد القياسات.	- زرّ (كبسة) يدوي.
- صندوق عدّة.	

الرسوم التوضيحية	خطوات العمل والنقاط الحاكمة
	<ol style="list-style-type: none"> <li>١- ارتدِ لباس العمل المهني، والتزم بتعليمات السلامة والصحة المهنية.</li> <li>٢- حدّد مكان الكواشف الحرارية.</li> <li>٣- حدّد مكان جرس الإنذار.</li> <li>٤- حدّد مكان وحدة إنذار الحريق.</li> <li>٥- حدّد مكان المفتاح القابل للكسر.</li> <li>٦- ثبّت عناصر الدارة في الأماكن التي حدّدتها.</li> <li>٧- نفّذ الدارة الكهربائية على النحو الظاهر في المخطّط التنفيذي الموضّح في الشكل (١).</li> <li>٨- تحقّق من عمل النظام عن طريق المحاكاة، وتجريب نظام إنذار الحريق اليدوي؛ بتعريض كاشف الحرارة لمصدر حراري، أو بتوصيل كبسة يدوية على التوازي معه لتكتمل الدارة، فيقرع الجرس.</li> <li>٩- افصل الدارة الكهربائية عن مصدر الطاقة الكهربائية.</li> <li>١٠- اكتب تقريرًا مُفصّلًا عمّا قمت به في دفتر التدريب العملي.</li> </ol>

## الرسوم التوضيحية



الشكل (١).

### تمارين الممارسة العملية

- نُفِّذ التمرين العملي الآتي بطريقة العمل الفردي، أو الجماعي في المشغل، أو حسب إرشادات المعلم:
- نُفِّذ التمرين السابق باستخدام نظام إنذار حريق لطابقين.

### التقويم الذاتي

- دَوِّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثم قَيِّم تنفيذك لكل خطوة، وفق قائمة شطب مُحدَّدة واضحة كما يأتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا

- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

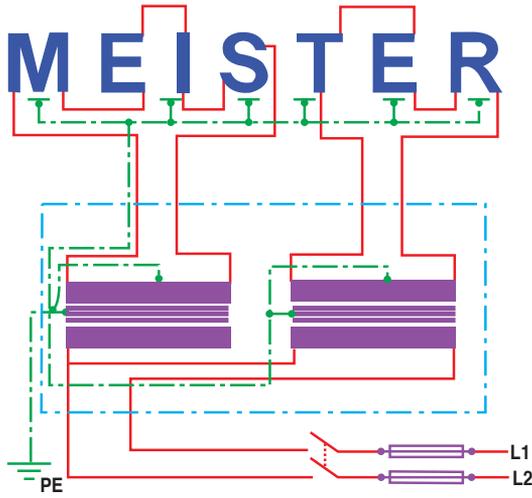
النتائج: يُتَوَقَّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

- تتعرّف التمديدات الكهربائية للواجهات الإعلانية التجارية الثابتة.
- تُنفذ التمديدات الكهربائية للواجهات الإعلانية التجارية الثابتة.
- تتحقّق من سلامة التمديدات الكهربائية وصلاحياتها بالفحص والتجربة.

مستلزمات تنفيذ التمرين

الأدوات والتجهيزات	المواد
<ul style="list-style-type: none"> <li>- محوّل فولطية أحاديا الطور: 2 K.VA، ٢٣٠ / ١٥٠٠٠ فولط.</li> <li>- قاطع دائرة (٢٠ أمبير).</li> <li>- جهاز مُتعدّد القياسات.</li> <li>- صندوق عدّة.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- سلك مفرد طوله (١،٥) مم٢.</li> <li>- براغي تثبيت.</li> <li>- سبعة أنابيب إنارة، قطر كلٍّ منها (١٣) مم.</li> <li>- مفتاح كهرباء ذو قطبين (٢٠ أمبير).</li> </ul>

الرسوم التوضيحية	خطوات العمل والنقاط الحاكمة
<p>الشكل (١).</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>١- ارتدِ لباس العمل المهني، والتزم بتعليمات السلامة والصحة المهنية.</li> <li>٢- تتبّع مخطّط مسار تيار الدارة الكهربائية للواجهات الإعلانية الثابتة المُبيّن في الشكل (١).</li> <li>٣- تُبَتّ أنابيب الإعلان على اللوحة الخاصة بذلك كما هو مُبيّن في الشكل (٢)؛ مُراعياً تصميم اللوحة، وتعليمات الشركة الصانعة.</li> <li>٤- تُبَتّ محوّلات الفولطية المرتفعة داخل صندوق مغلق؛ على أن يكون بعيداً عن متناول اليد.</li> </ol>



الشكل (٢).

٥- صل أسلاك الأنابيب ببعضها بعضاً، بحيث تكون كل مجموعة من الأنابيب موصولة على التوالي، كما هو مبيّن في الشكل (٢).

٦- صل كل مجموعة بمحوّل الفولطية المرتفعة.

٧- صل عناصر الدارة جميعها بالأرضي.

٨- تحقّق من سلامة التمديدات الكهربائية وصلاحياتها؛ بالتشغيل، وإجراء فحوص الاستمرارية والقطبية بوساطة جهاز مُتعدّد القياسات.

٩- اكتب تقريراً مفصّلاً عمّا قمت به في دفتر التدريب العملي.

### تمارين الممارسة العملية

- نُفِّذ التمرينين العمليين الآتيين بطريقة العمل الفردي، أو الجماعي في المشغل، أو حسب إرشادات المعلم:
- نُفِّذ التمرين السابق باستخدام مجموعة من خمسة مصابيح على التوالي، ومجموعة أخرى من مصابيح على التوالي.
  - ليعمل أحد أفراد المجموعة أعطالاً في التمديدات الكهربائية لنظام الواجهات الإعلانية التجارية الثابتة بحسب المخطّط، ثمّ ليطلب إلى زملائه الآخرين اكتشاف الأعطال بالمعاينة والفحص، ثمّ إصلاحها.

### التقويم الذاتي

- دوّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثمّ قيّم تنفيذك لكل خطوة، وفق قائمة شطب مُحدّدة واضحة كما يأتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا

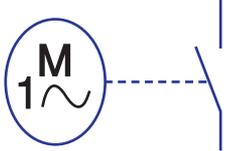
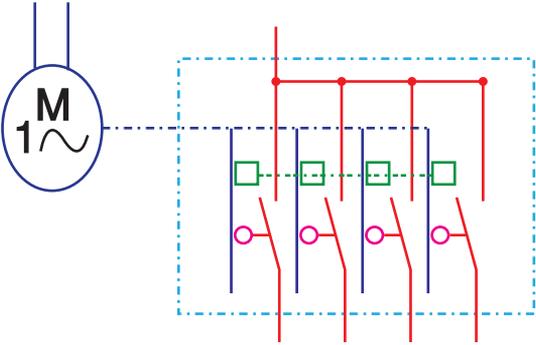
- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

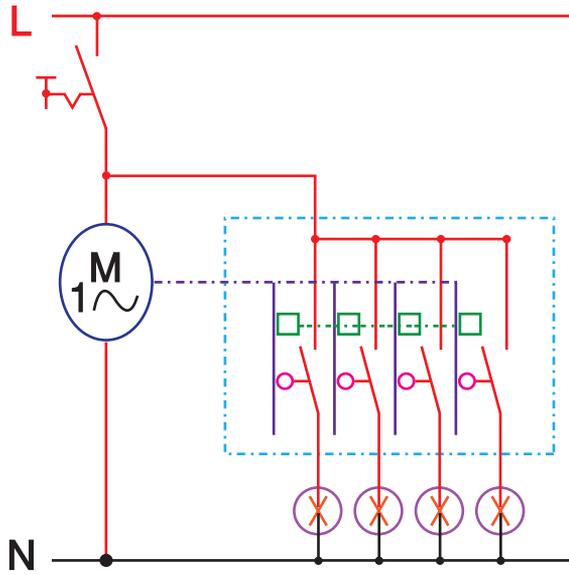
النتائج: يُتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

- تتعرّف التمديدات الكهربائية للواجهات الإعلانية التجارية المتحركة.
- تُنفذ التمديدات الكهربائية للواجهات الإعلانية التجارية المتحركة.
- تتحقق من سلامة التمديدات الكهربائية وصلاحياتها بالفحص والتجربة.

مستلزمات تنفيذ التمرين

الأدوات والتجهيزات	المواد
<ul style="list-style-type: none"> <li>- جهاز منظّم إنارة من أربع دارات، يعمل بفولطية قدرها (٢٣٠) فولط، و تيار (١٠) أمبير.</li> <li>- قاطع حماية آلي (٢٠ أمبير).</li> <li>- صندوق عدّة.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- سلك كهربائي طوله (١،٥) مم٢.</li> <li>- مصابيح كهربائية مختلفة.</li> <li>- علبة وصل.</li> <li>- علبة مفتاح.</li> <li>- أربع قواعد للمصباح.</li> </ul>

الرسوم التوضيحية	خطوات العمل والنقاط الحاكمة
 <p>(أ) المخطط الرمزي.</p>  <p>(ب) المخطط التنفيذي.</p> <p>الشكل (١).</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>١- ارتدِ لباس العمل المهني، والتزم بتعليمات السلامة والصحة المهنية.</li> <li>٢- تتبّع المخطط الرمزي والمخطط التنفيذي لجهاز تنظيم الإنارة بالتتابع المُبيّن في الشكل (١).</li> <li>٣- استعن بمخطط مسار التيار المُبيّن في الشكل (٢) لرسم المخطط التنفيذي للدائرة المُبيّنة في الشكل (١).</li> <li>٤- تبيّن العلب وجهاز تنظيم الإنارة على لوحة التمديد.</li> <li>٥- صل الأسلاك داخل علب الوصل حسب (بحسب المخطط التنفيذي) بوساطة نقاط وصل.</li> </ol>



الشكل (٢).

٦- تَحَقِّق من سلامة التمديدات الكهربائية وصلاحياتها؛ بالتشغيل، وإجراء فحوص الاستمرارية والقطبية بواسطة جهاز مُتعدّد القياسات.

٧- تَحَقِّق من عمل النظام؛ بتشغيله، ومراقبة عمله.

٨- اكتب تقريراً مفصلاً عمّا قمت به في دفتر التدريب العملي.

#### تمارين الممارسة العملية

- نُفِّذ التمرينين العمليين الآتيين بطريقة العمل الفردي، أو الجماعي في المشغل، أو حسب إرشادات المعلم:
- نُفِّذ التمرين السابق باستخدام مصباحين على التوازي لكلّ خطّ خارج من جهاز تنظيم الإنارة.
- ليعمل أحد أفراد المجموعة أعطالاً في التمديدات الكهربائية لنظام الواجهات الإعلانية التجارية بحسب المخطّط، ثمّ ليطلب إلى زملائه الآخرين اكتشاف الأعطال بالمعاينة والفحص، ثمّ إصلاحها.

#### التقويم الذاتي

- دَوِّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثمّ قيّم تنفيذك لكلّ خطوة، ووفق قائمة شطب مُحدّدة واضحة كما يأتي:

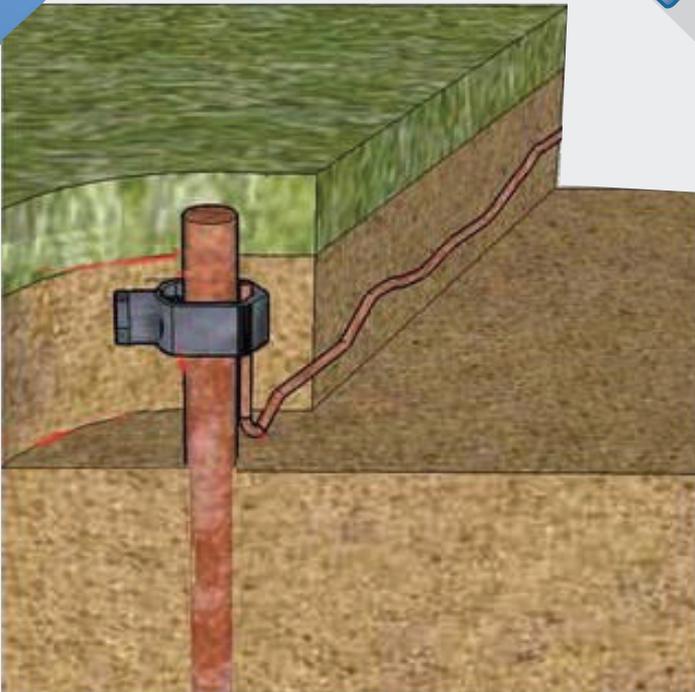
الرقم	خطوات العمل	نعم	لا

- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.



الوحدة الرابعة

التأريض



● كيف يمكنك أن تحمي نفسك والأشخاص الذين يتعاملون مع التيار الكهربائي من خطر الصدمة

الكهربائية؟

تُعَدُّ سلامة العاملين والأشخاص الذين يستخدمون الأدوات والأجهزة الكهربائية أولى الأولويات التي ينبغي مراعاتها عند التعامل مع التيار الكهربائي. ومن أجل سلامة العاملين وتجنّب التعرّض لصدمة كهربائية وغيرها من الأخطار؛ يجب أن تكون التركيبات والتمديدات الكهربائية بحالة جيدة، وتتوافر فيها شروط السلامة العامة، ولا سيّما تأريض الأجهزة الكهربائية.

– فما المقصود بالتأريض؟

– ما أهميته؟

– كيف يتم تأريض المعدات الكهربائية؟

– هذه الأسئلة وغيرها ستتمكّن من الإجابة عنها بعد دراستك هذه الوحدة.

يُتَوَقَّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

● يتعرّف مفهوم التأريض وأهميته في الوقاية من الصدمة الكهربائية.

● يختار التجهيزات اللازمة لنظام التأريض.

● يُجهِّز نظام التأريض.

● يُميِّز طرائق التأريض المختلفة بعضها من بعض.

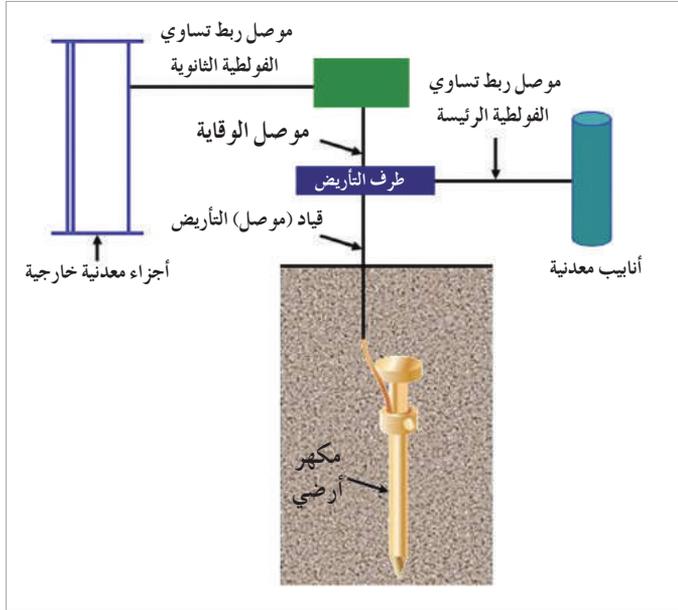
من أبرز قواعد السلامة التي يجب توافرها في الشبكات والأجهزة الكهربائية، وجود نظام تأريض جيد يُجنّب المستهلك خطر التعرّض لصدمة كهربائية، وتوافر منظومة من أجهزة الحماية لوقاية الشبكة الكهربائية من خطر قصر الدارة أو ارتفاع تيار الحمل عن الحدّ المقرّر، وذلك بفصلها عن المصدر؛ تفادياً لتلفها، أو حدوث صدمات كهربائية، أو نشوب حرائق.

يُعرّف التأريض بأنه وصل جسم الجهاز بالآلة المعدنية وصلًا جيدًا بهدف وقاية الشخص من الصدمة الكهربائية، أو تخفيف خطرهما. لذا، فمن الضروري توافر نظام أرضي جيد لكل شبكة أو دارة كهربائية، سواء كانت الشبكة داخل المنزل، أو المصنع، أو غيرهما من المنشآت.

وفي الأحوال جميعها، ينبغي التأكد من أنّ جميع الأجسام المعدنية المتعلقة بتجهيزات شبكة الكهرباء (باستثناء موصلات التيار نفسها) متصلة اتصالاً جيدًا بالأرض. فالأغطية والأجسام والهيكل المعدنية لوحدات الإنارة وغيرها من الأجهزة المعرضة للتماس من أيّ خطّ من خطوط الأطوار؛ يتعيّن توصيلها جيدًا بالأرض.

وفي حال حدوث تماس كهربائي بين أحد الأطوار وجسم الحمل المعدني، من غير وجود خطّ أرضي موصول بجسم الحمل، فإنّ جسم الحمل المعدني يصبح مكهربًا، وتساوي فولطيته فولطية الخطّ؛ ممّا يحول دون سريان تيار يُشغّل أداة الحماية. وبذا، يصبح الحمل فحًا مميتًا لأيّ شخص يلمس جسم الحمل المعدني؛ إذ تكتمل الدارة الكهربائية، ثمّ يسري تيار كهربائي خلال الجسم إلى الأرض؛ ممّا يعرّض الشخص لصدمة كهربائية قد تؤدي بحياته.

## مكونات نظام التأريض



يتكوّن نظام التأريض من الأجزاء الرئيسية الآتية:

- ١- الأرض.
- ٢- المكاهر (القضبان) الأرضية.
- ٣- الموصلات.

ويُبيّن الشكل (٤-١) أهم أجزاء نظام التأريض، وهي:

## ١- الأرض

يُقصد بها التربة المحيطة بمكهر (قضيب) التأريض، وهي ذات تأثير كبير في مقاومة الأرض وتحديد خصائص التربة الكهر فيزيائية ومقاومتها النوعية، وهي مقاومة مكعب من التربة طول ضلعه متر واحد، ووحدتها أوم. متر. ومن العوامل التي تُؤثر في مقاومة التربة النوعية:

أ - طبيعة تركيب التربة: يؤدي اختلاف تركيب التربة الفيزيائي إلى اختلاف قيم مقاومتها النوعية. فمثلاً، تكون المقاومة النوعية للتربة الطينية أقلّ منها للتربة الرملية.

ب - الرطوبة: تقلّ مقاومة التربة النوعية إذا زادت نسبة الرطوبة في الأرض؛ أي زادت موصليتها.

ج- درجة الحرارة: يؤدي ارتفاع درجة الحرارة إلى زيادة مقاومة التربة النوعية مثلما يحدث في بقية المواد، كما أنّ الانخفاض الكبير في درجة الحرارة الذي يؤدي إلى التجمّد، يعمل على زيادة المقاومة النوعية.

د - احتواء التربة على بعض الأملاح: إنّ احتواء التربة على بعض الأملاح يزيد موصليتها، ويخفض مقاومتها النوعية. وللحصول على تأريض جيد، يجب أن يتوافر للتربة مقاومة نوعية منخفضة، وأن تحتفظ بهذه الميزة مدّة زمنية طويلة.

## ٢- مكهر (قضيبي) التاريض

هو وسيلة التاريض التي تُؤمّن وصل نظام التاريض في المبنى بكتلة الأرض الكلية، ويُسمَح باستخدام إحدى الوسائل الآتية للتوصيل بالأرض:

أ - القضبان المعدنية.

ب- الشرائط المعدنية.

ج- الصفائح (الألواح) المعدنية.

تعتمد فاعلية مكهر التاريض على ظروف التربة الموضعية. وقد يلزم وجود مكهر مكوّن من قضيبي واحد أو أكثر للحصول على التاريض المطلوب. وعند اختيار مكهر التاريض، ينبغي مراعاة المعايير الآتية:

أ - ضمان مقاومة التاريض باستعمال أقلّ ما يمكن من مكاهر التاريض؛ بقصد التوفير في كمية المعدن المدفون في الأرض.

ب- المتانة الميكانيكية العالية.

ج- المقاومة المرتفعة للصدأ والتآكل.

د - تحمّل مرور تيارات مرتفعة في أثناء حدوث الأعطال والتعمير أكبر مدّة زمنية ممكنة.

أمّا المواد الشائعة الاستعمال في صنع المكاهر الأرضية فهي:

١. الصُّلب المغطّى بالنحاس.

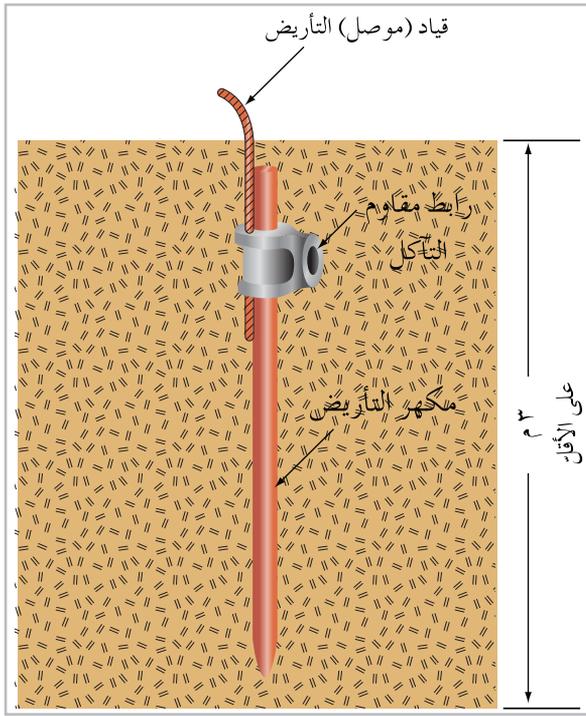
٢. النحاس المصمت.

٣. الصُّلب المجلفن.

٤. الفولاذ غير القابل للصدأ.

### ٣- قياد (موصل) التأريض الرئيس

هو الموصل الذي يربط مكهر التأريض بنظام التأريض في المبنى، انظر الشكل (٢-٤) الذي يُبين طريقة ربط موصل التأريض بالمكهر الأرضي.



الشكل (٢-٤): ربط موصل التأريض بالمكهر الأرضي.

### ٤- طرف التأريض

هو نقطة التوزيع النحاسية التي ينتهي إليها قياد التأريض، وتوزع منها موصلات الوقاية إلى الأحمال الكهربائية المختلفة في المبنى، وهي تكون عادة في لوحة التوزيع الرئيسة. ويُبين الشكل (٣-٤) طريقة ربط طرف التأريض بلوحة التوزيع.



الشكل (٣-٤): تثبيت الخط الأرضي بجسم لوحة التوزيع.

### ٥- موصلات الوقاية

وهي تصل طرف التأريض بأجزاء الجهاز المعدنية المكشوفة.

### ٦- موصلات ربط تساوي الفولطية الرئيسة.

### ٧- موصلات ربط تساوي الفولطية الثانوية.

## أنواع التأريض

يُقسَم التأريض قسمين، هما:

### ١- تأريض النظام (System Grounding or system Earthing)

وهو يختص بتوصيل واحد أو أكثر من الموصلات الحاملة للتيار الكهربائي (الخاصة بشبكات تغذية المبنى بالكهرباء) بالأرض. وقد يُنفَّذ هذا التوصيل بالأرض في مكان واحد أو أكثر من شبكة التغذية، ويتوقف ذلك على نوع نظام التغذية المعمول به. وغالبًا ما تكون النقطة المستخدمة أساسًا لتأريض شبكات توزيع الكهرباء على الفولطية المنخفضة، هي نقطة التعادل الخاصة بالملفات الثانوية وملفات الفولطية لمحوّل التوزيع الذي يغذي الشبكة.

### ٢- التأريض الوقائي (Protective Grounding)

وهو يختص بتوصيل أجسام المعدّات الكهربائية المعدنية الخارجية بالأرض. وعليه، فإنّ المعدّات الكهربائية التي يجب تأريضها وقائيًا، هي: أجسام لوحات توزيع الكهرباء خارج المباني وداخلها، ولوحات الإنارة الداخلية والخارجية، والأنابيب المعدنية المستخدمة في تمديد كبلات الكهرباء، وحوامل الكبلات المعدنية، والأجسام المعدنية لأعمدة الإنارة الخارجية، والأجسام المعدنية لوحدات الإنارة الداخلية والخارجية، والأجسام المعدنية لجميع المعدّات التي تعمل بالكهرباء.

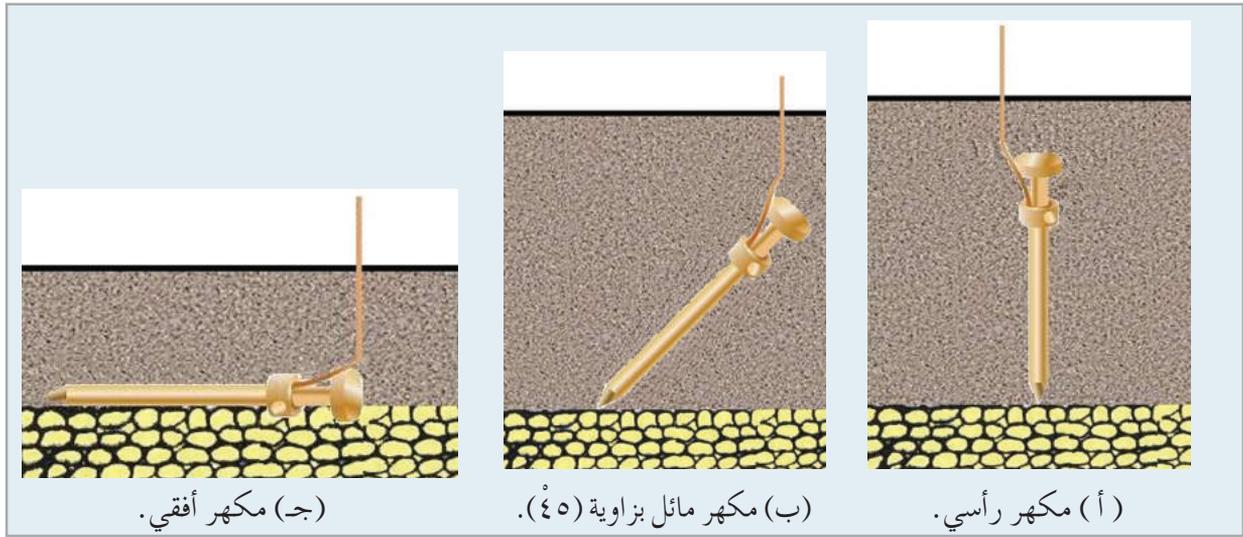
جدير بالذكر أنّ المكهر الأرضي يتكوّن من واحد أو أكثر من الأجسام المعدنية المدفونة في الأرض، المتصلة ببعضها بعضًا اتصالًا كهربائيًا جيدًا، والمزوّدة بواحد أو أكثر من أطراف التوصيل؛ لإتاحة التوصيل إليها من سطح الأرض.

## طرائق التأريض

يمكن تأريض المباني بطرائق عدّة، أبرزها:

## ١- المكاهر الأرضية

تُعدّ المكاهر الأرضية أرخص أنواع التأريض، وهي تُغرس في الأرض إمّا بصورة رأسية إذا كانت الأرض لينة، وإمّا بصورة مائلة إذا تعدّر غرسها بصورة عمودية نتيجة لاعتراض طبقة صخرية مسار القطب؛ على ألا تقلّ زاوية ميل العمود عن (٤٥) مع مستوى الأرض، أو بوضع المكهر أفقيًا على عمق متر واحد. وقد تُعالج هذه المكاهر كيميائيًا إذا كانت مقاومة التربة غير مناسبة، انظر الشكل (٤-٤) الذي يُبيّن بعض طرائق غرس القضبان الأرضية.

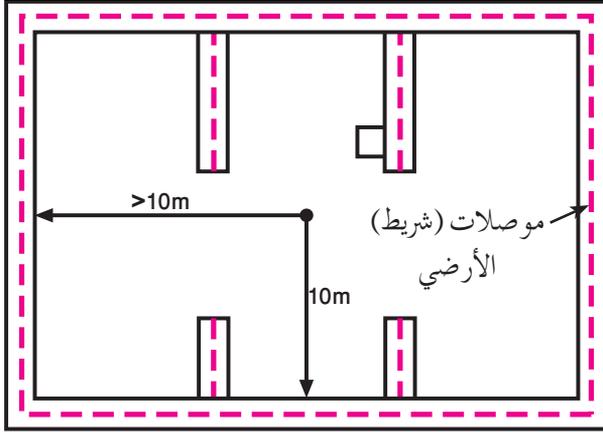


الشكل (٤-٤): بعض طرائق غرس القضبان الأرضية.

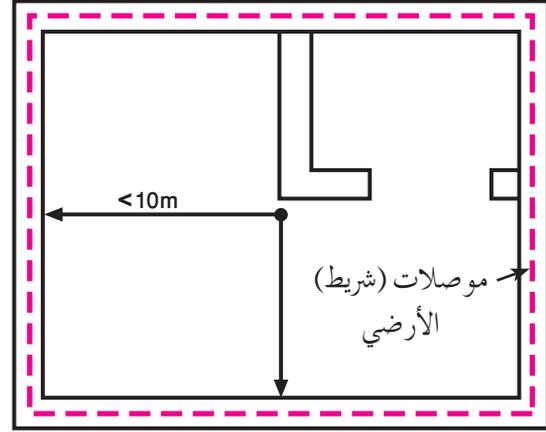
## ٢- الشرائط الأرضية المدفونة في الأساس

أظهرت معظم التجارب العملية أنّه يمكن الحصول على أفضل النتائج من دفن شريط من الصُّلب المجلفن في الأساس على شكل مسار مغلق، بحيث تكون أبعاد الشريط (٣,٢×٣٠) مم، أو (٤×٢٥) مم؛ على ألا يقلّ قطره المجلفن عن (١٠) مم، وألاّ تبعد جوانبه عن مركز الأساس أكثر من (١٠) م. وفي حال زادت المسافة على (١٠) م، يجب إمرار شريط الصُّلب في الجدران الداخلية.

يُوضّح الشكل (٤-٥/أ) أنّه لا حاجة إلى إمرار الشريط الأرضي في جدران الأساس الداخلية؛ لأنّ المسافة بين مركز الأساس والجدران أقلّ من (١٠) م، في حين يُوضّح الشكل (٤-٥/ب) أنّه يجب إمرار الشريط الأرضي في الجدران الداخلية؛ لأنّ المسافة بين مركز الأساس وجدرانه الخارجية تزيد على (١٠) م.



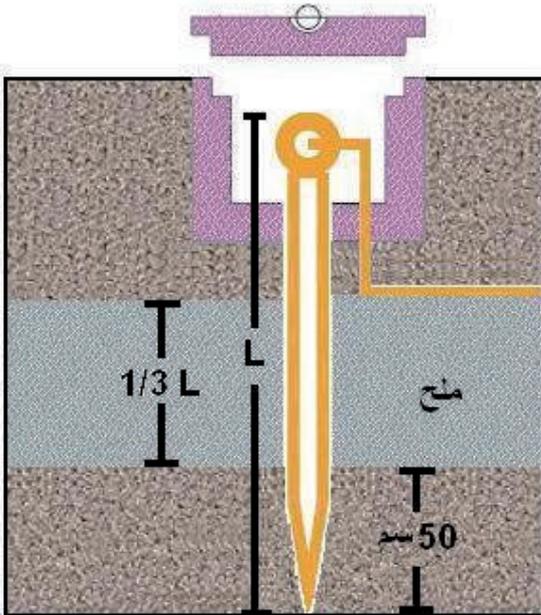
الشكل (٤-٥/ب): الشريط الأرضي المارّ بالجدران الداخلية والخارجية.



الشكل (٤-٥/أ): الشريط الأرضي المارّ بالجدران الخارجية.

### ٣- معالجة المنطقة المحيطة بالمكهر باستخدام الملح

وفيها يضاف الملح إلى منطقة أسطوانية محيطة بالمكهر، يساوي قطرها (٥,٠) متر، انظر الشكل (٤-٦).



الشكل (٤-٦): معالجة الأرض كيميائياً بالملح.

ومرور الزمن، تفقد هذه المعالجة قيمتها بسبب ذوبان الأملاح في التربة وتسربها من مكان معالجتها، لذلك يُجَبَد إجراء قياسات دورية لمقاومة الأرضي؛ بغية معرفة مدى فاعلية المعالجة.

يمكن معالجة التربة أيضاً بإضافة تربة زراعية حمراء رطبة حول المكهر، وتكون نتائج هذه المعالجة مرضية أيضاً.

#### ٤- تركيب مكهر التآريض اللوحي

تُستخدَم الصفائح المعدنية مؤرّضات في حالات نادرة؛ نظرًا إلى كبر حجم الأعمال التي يتطلّبها تنفيذ هذه الصفائح كمؤرّضات، وتشمل هذه الطريقة:

##### أ - تجهيز الحفرة الأرضية للوح النحاسي

يتطلّب تجهيز الحفرة الأرضية عمل الآتي:

١. حفر قطعة الأرض المختارة حسب الأبعاد الموضّحة في الشكل (٤-٧)، ثمّ إحاطة جوانبها ببناء.

٢. وضع لوح من النحاس بصورة رأسية في الحفرة؛ على أن تكون أبعاده (١×١) م، وسمكه (٥,٥) سم.

٣. لحم اللوح بسلك مجدول من جدائل سميكة، مساحة مقطعه (٥٠) مم<sup>٢</sup> على الأقلّ، ثمّ مدّ السلك من الحفرة إلى غرفة التفتيش الخاصة (المنهل) لاختبار مقاومة التآريض، وذلك داخل أنبوب (PVC) قطره (٤) بوصات.

٤. وضع خليط من الفحم المجروش والملح الخشن بما نسبته (١:١)؛ على أن يُدكّ الخليط جيّدًا، مع إضافة قليل من الماء.

##### ب - تجهيز غرفة التفتيش (المنهل)

في ما يأتي الخطوات اللازمة لتجهيز غرفة التفتيش:

١. بناء غرفة التفتيش الخاصة بلوح الاختبار من الخرسانة، بحيث تكون أبعادها (١×١) م، وارتفاعها (٦٠) سم.

٢. تحضير لوح الاختبار من النحاس الأحمر الذي تبلغ أبعاده (٢٠×٦٠) سم، وسمكه (١) سم.

٣. تثبيت لوح الاختبار على أرضية الغرفة، بحيث يكون اللوح مرتفعًا عن الأرضية بنحو (١٥) سم، انظر الشكل (٤-٨).

٤. تثبيت طرف سلك التوصيل المجدول بلوح الاختبار باستخدام مسمار بصامولة من النحاس الأصفر؛ على أن يحوي لوح الاختبار عدّة نقاط ذات مسمار بصامولة من النحاس لتثبيت أطراف الموصلات الممتدة من اللوح إلى داخل المبنى، الخاصة بطرف تآريض لوحات التوزيع.



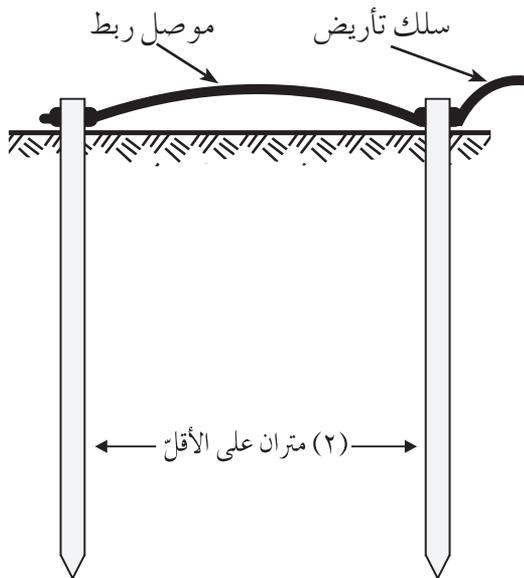
## تحسين مقاومة التربة

كثيراً ما نصادف في الحياة العملية تربة ذات مقاومة نوعية مرتفعة (تربة رملية، أو صخرية)، أو تربة تتعرض للانجماد مدة طويلة (تربة المنطقة الباردة جداً)، أو للجفاف (تربة المناطق الصحراوية). وفي مثل هذه الحالات، يصعب الحصول على قيمة للمقاومة الأرضية. ومن الطرائق الفاعلة لتقليل مقاومة التربة ومعالجتها، تخفيض مقاومة المكهر الأرضي عن طريق زيادة مساحة التلامس مع الأرض، ويمكن عمل ذلك بإضافة بعض الأملاح، من مثل: كبريتات المغنيسيوم (Magnesium Sulphate)، وكبريتات النحاس (Copper Sulphate)، والكربون، أو الفحم (Carbon or Charcoal)، وبرادة الحديد (Iron Filling).

يمكن معالجة التربة أيضاً بإضافة تربة زراعية رطبة إليها بعد خلطها بالملح؛ إذ يُقلل ذلك من مقاومتها النوعية. فقد دلت التجارب على أن إضافة (١,٠) كغم من ملح الطعام إلى التربة تؤدي إلى تقليل مقاومتها النوعية بنسبة (٨٠٪).

يمكن تحسين مقاومة التأريض؛ أي تخفيض مقاومتها بطرائق عدّة، أبرزها:

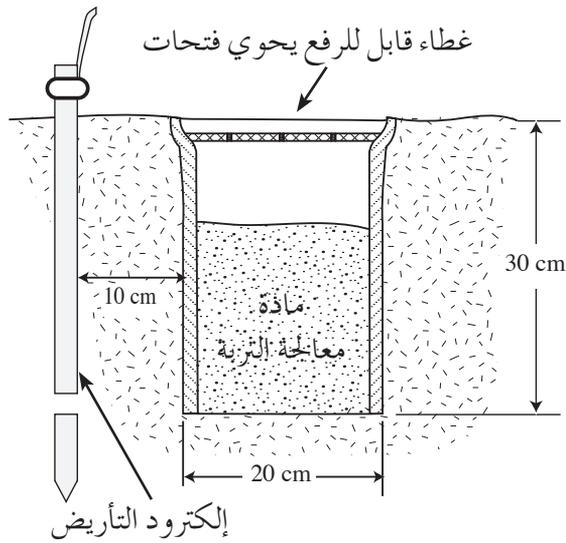
١- زيادة قطر مكهر التأريض الذي لا يُسهّم بفاعلية في تخفيض مقاومة التأريض، ولا يوصى عادة باستخدام قضبان تأريض يزيد قطرها على (١٩) مم.



٢- زيادة طول مكهر التأريض الذي يُسهّم بفاعلية في تخفيض المقاومة الأرضية، علماً بأن زيادة عمق التربة يجعلها أشدّ تماسكاً وأكثر احتواءً على الرطوبة، مما يؤدي إلى تخفيض مقاومة التأريض.

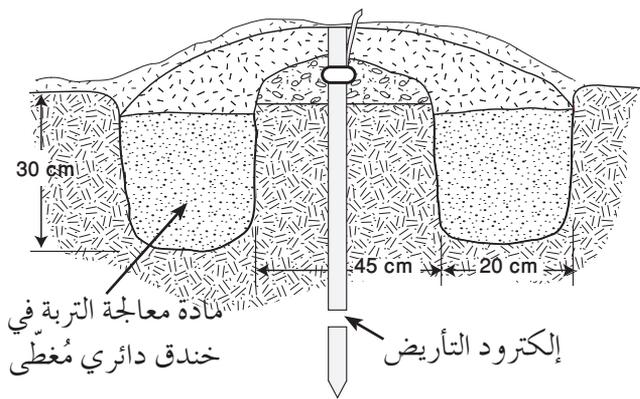
٣- استخدام مكاهر تأريض إضافية، حيث يمكن زيادة عدد المكاهر لتخفيض المقاومة بتوصيلها ببعضها بعضاً على التوازي؛ على ألا تقل المسافة بين أيّ مكهرين عن مترين، ويمكن زيادة المكاهر بحيث يصل عددها إلى ثلاثة أو أربعة كما في الشكل (٤-٩).

الشكل (٤-٩): توصيل مكهرين على التوازي.



الشكل (٤-١٠): معالجة الأرض كيميائياً في المساحات المحدودة.

الشكل (٤-١٠). وإما بحفر حفرة على شكل خندق (نصف دائري، أو دائري) حول إلكترود التأريض، بحيث لا يقل قطر الخندق الداخلي عن (٤٥) سم، وعمقه عن (٣٠) سم، ثم غمره بالماء، ثم إضافة مادة كيميائية إليه، من مثل: كبريتات المغنيسيوم (magnesium sulfate)، أو كبريتات النحاس (copper sulfate)، أو كلوريد الصوديوم (الملح العادي)، علماً بأن كبريتات المغنيسيوم هي أكثر استعمالاً؛ نظراً إلى رخص ثمنها، وموصليتها الكهربائية المرتفعة، وتأثيرها الضعيف في تآكل



الشكل (٤-١١): معالجة الأرض كيميائياً باستخدام خندق دائري.

٤- تحسين مقاومة التربة كيميائياً في المساحات المحدودة إذا لم تُفْلح الطرائق السابقة في تخفيض المقاومة؛ وذلك إما بحفر حفرة قرب القطب الأرضي، على بُعد (١٠) سم منه تقريباً، وعمق (٣٠) سم، وعرض (٢٠) سم، ثم غمر هذه الحفرة بالماء، ثم إضافة مادة كيميائية إليها، من مثل: كبريتات المغنيسيوم، أو كلوريد الصوديوم (ملح الطعام)، أو الكربون، أو الفحم، أو إضافة برادة الحديد فقط إليها، ثم تغطيتها بشبكة معدنية، انظر

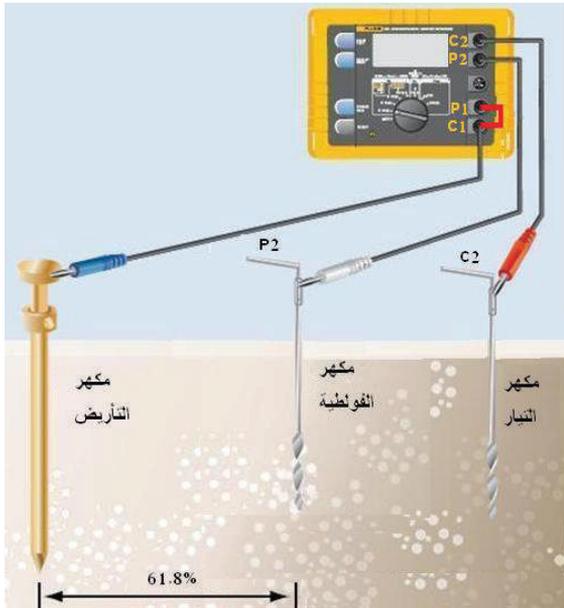
إلكترود التأريض، كما يستعمل الملح العادي كثيراً بسبب رخص ثمنه، انظر الشكل (٤-١١). يجب عمل فحص دوري لمثل هذه الحفر؛ للتأكد من عدم تسرب المادة المعالجة في التربة، كما يجب قياس مقاومة الأرضي من حين إلى آخر؛ للتأكد من عدم تجاوز مقاومة الأرضي القيمة المسموح بها.

تُقاس مقاومة مكهر التأسيس عادة بعد غرزه في الأرض، وتُعمل قياسات دورية كلّ عامين للتأكد من قيمة تلك المقاومة، وذلك باستخدام طرائق عدّة أكثرها دقة طريقة هبوط الفولطية (Fall- of- potential)، التي يُستخدم فيها جهاز قياس مقاومة الأرض، وثلاثة مكاهر فقط، وكبلات مرنة للتوصيل. وفي ما يأتي بيان لطرائق قياس مقاومة مكهر التأسيس، ومقاومة التربة:

### ١- قياس مقاومة مكهر التأسيس باستخدام مكهرين ومكهر التأسيس

توجد طريقتان لقياس مقاومة مكهر التأسيس:

#### أ- الطريقة الاولى



الشكل (٤-١٢): قياس مقاومة مكهر التأسيس باستخدام مكهرين ومكهر التأسيس.

تتضمّن هذه الطريقة ما يأتي:

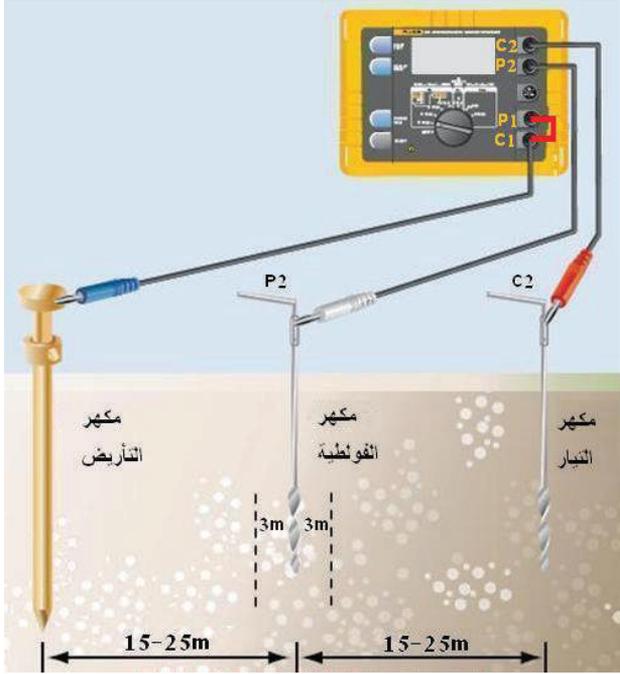
١. قصر طرف الفولطية (P1) في جهاز القياس مع طرف التيار (C1)، ثمّ وصلهما بالمكهر المراد قياس مقاومته، انظر الشكل (٤-١٢).

٢. وصل طرف التيار (C2) بمكهر تأسيس مساعد يُغرّز في الأرض على عمق (٣٠-٦٠) سم، بحيث يكون على بُعد لا يقلّ عن (٤٠) متراً عن مكهر التأسيس الأصلي.

٣. وصل طرف الفولطية (P2) بمكهر تأسيس مساعد آخر، بحيث تساوي المسافة بين المكهر المتصل بالطرف (P2) ومكهر التأسيس الأصلي ما نسبته (٦١,٨ %) من المسافة بين المكهر المتصل بالطرف (C2) ومكهر التأسيس الأصلي، إذ يكون مقدار الفولطية ثابتاً ضمن هذا المدى.

٤. تشغيل الجهاز، وقراءة قيمة مقاومة المكهر مباشرة.

## ب- الطريقة الثانية



تعدّ هذه الطريقة أساساً لقياس الأرضي، إلا أنّها تناسب أنظمة الأرضي الصغيرة (مكهر واحد، أو مكاهر عدّة)، انظر الشكل (٤-١٣).

وفيها يُغرز مكهر التيار (C2) في الأرض على بُعد (٣٠-٥٠) متراً من مكهر التآريض، ويوضع مكهر الفولطية (P2) في منتصف المسافة بين مكهر التآريض ومكهر التيار، ويوصل المكهران (C1)، و (P1) بمكهر التآريض، ثم يُؤخذ قياس الأرضي، ثم يُحرّك مكهر الفولطية (P2) مسافة (٣) أمتار من موضعه الأصلي، ثم يُؤخذ قياس

الشكل (٤-١٣): قياس مقاومة مكهر التآريض باستخدام مكهرين ومكهر التآريض.

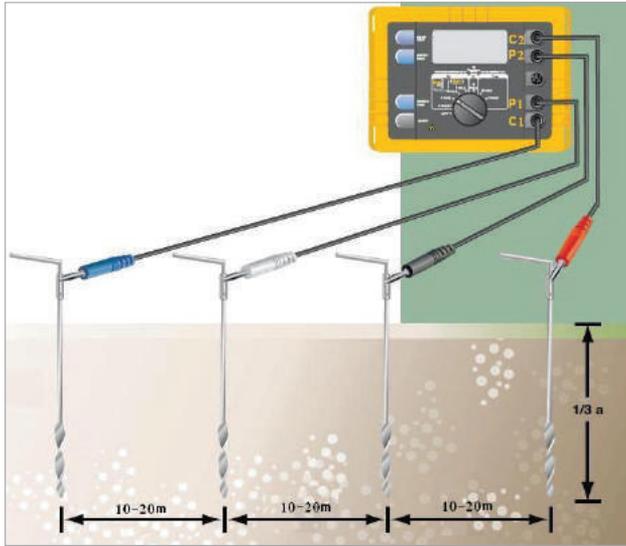
الأرضي مرّة أخرى، ثم يُحرّك المكهر (٣) أمتار أخرى من موضعه الأصلي في الاتجاه الآخر، ثم يُؤخذ قياس الأرضي. وفي حال كانت القيم المقيسة متقاربة وضمن الحدود المقبولة، يُحسب المتوسط الحسابي، ويكون هو الناتج النهائي لمقاومة الأرضي.

من الأمور التي ينبغي مراعاتها في أثناء هذه العملية وضع المكاهر على خطّ مستقيم واحد، وتجنّب لمس الأسلاك بعضها بعضاً، والحذر عند استخدام سلك واحد للتوصيل بمكهر التآريض؛ لأنّ ذلك يؤدي إلى دخول مقاومة السلك في القياس. لذا، يجب قياس مقاومة السلك بعد توصيله بكلّ من: (C2)، و (P2)، ثم تشغيل الجهاز. وعليه، يُفضّل استخدام سلكين (أو أكثر) منفصلين عن بعضهما بعضاً؛ نظراً إلى عدم وجود حاجة إلى قياس الأسلاك.

## ٢- قياس مقاومة التربة

تُقاس مقاومة التربة على أعماق مختلفة من سطح الأرض؛ نظراً إلى تغيّر تلك المقاومة بتغيّر العمق، انظر الشكل (٤-١٤)، ويتم ذلك باستخدام:

أ - جهاز قياس مقاومة الأرض (Earthing Megger).



الشكل (٤-١٤): قياس مقاومة التربة.

ب- أربعة قضبان، طول كل منها (٦٠)

سم، وقطره (١٣) مم.

ج- أربعة كبلات مجدولة مرنة، أطوالها

مناسبة لمسافات الاختبار.

تتم عملية القياس هذه على النحو الآتي:

أ - غرز المكاهر الأربعة في الأرض على

عمق (٣٠) سم ضمن خطّ مستقيم،

بحيث يكون مركز هذه المكاهر

هو موضع النقطة التي تُقاس عندها

مقاومة التربة.

ب- ترك مسافة متساوية بين المكاهر بحيث تتراوح بين (١٠) أمتار، و (٢٠) متراً.

ج- وصل المكهرين الخارجيين بطرفي التيار (C1)، و (C2) في جهاز الاختبار.

د - وصل المكهرين الداخليين بطرفي الفولطية (P1)، و (P2) في جهاز الاختبار.

هـ - تشغيل الجهاز ليسري تيار بين مكهري التيار الخارجيين، وتظهر فولطية على طرفي

مكهري الفولطية الداخليين، ثم تُقرأ قيمة المقاومة مباشرة من شاشة الجهاز.

## أسئلة الوحدة

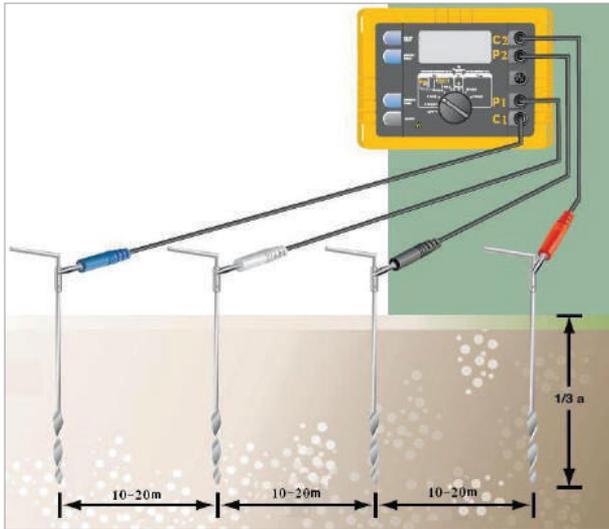
- ١- ما مكونات نظام التأريض؟
- ٢- ما المعايير التي ينبغي مراعاتها عند اختيار مكهر التأريض؟
- ٣- ما المقصود بكلِّ مما يأتي:
  - أ - مكهر التأريض؟
  - ب- طرف التأريض؟
  - ج- قياد (موصل) التأريض؟
  - د - موصلات الوقاية؟
- ٤- اذكر أهم طرائق التأريض.
- ٥- كيف يمكن تحسين مقاومة التربة كيميائيًا في المساحات المحدودة؟
- ٦- ما المواد المستخدمة في معالجة التربة؟
- ٧- كيف يمكن معالجة الأرض كيميائيًا باستخدام الخندق الدائري؟
- ٨- كيف يمكن قياس مقاومة مكهر التأريض باستخدام مكهرين ومكهر التأريض؟
- ٩- كيف تُقاس المقاومة النوعية للتربة؟

النتائج: يُتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

– تقيس مقاومة التربة النوعية.

مستلزمات تنفيذ التمرين

الأدوات والتجهيزات	المواد
– جهاز قياس مقاومة الأرض (الميجر) (Earthing Megger).	– أربعة قضبان، طول كلٍّ منها (٦٠) سم، وقطره (١٣) مم. – أربعة كبلات مجدولة مرنة، أطوالها مناسبة لمسافات الاختبار.

الرسوم التوضيحية	خطوات العمل والنقاط الحاكمة
 <p>الشكل (١).</p>	<p>١- اغرز المكاهر الأربعة في الأرض على عمق (٣٠) سم ضمن خطٍّ مستقيم، بحيث تكون المسافات بين المكاهر متساوية، وتتراوح بين (١٠) أمتار، و (٢٠) مترًا، ويكون مركزها هو موضع النقطة التي تُقاس عندها مقاومة التربة، انظر الشكل (١).</p> <p>٢- صل المكهرين الخارجيين بطرفي التيار (C1)، و (C2) في جهاز الاختبار.</p> <p>٣- صل المكهرين الداخليين بطرفي الفولطية (P1)، و (P2) في جهاز الاختبار.</p> <p>٤- شغل الجهاز ليسري تيار بين مكهري التيار الخارجيين، وتظهر فولطية على طرفي مكهري الفولطية الداخليين، ثم اقرأ قيمة المقاومة مباشرة من شاشة الجهاز.</p>



- نُفِّذ التمرين العملي الآتي بطريقة العمل الجماعي في المشغل، أو حسب إرشادات المعلم:
- صل قاطع التسرب الأرضي الأحادي الطور بمحرك أحادي الطور.
  - نُفِّذ التمرين (٤-١) بغرز أربعة مكاهر على عمق (٢٠) سم في الأرض وبالأبعاد نفسها، ثم دَوِّن قيمة الفولطية الظاهرة على شاشة الجهاز، ماذا تلاحظ؟



- دَوِّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثم قيِّم تنفيذك لكل خطوة، وفق قائمة شطب مُحدَّدة واضحة كما يأتي:

لا	نعم	خطوات العمل	الرقم

- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

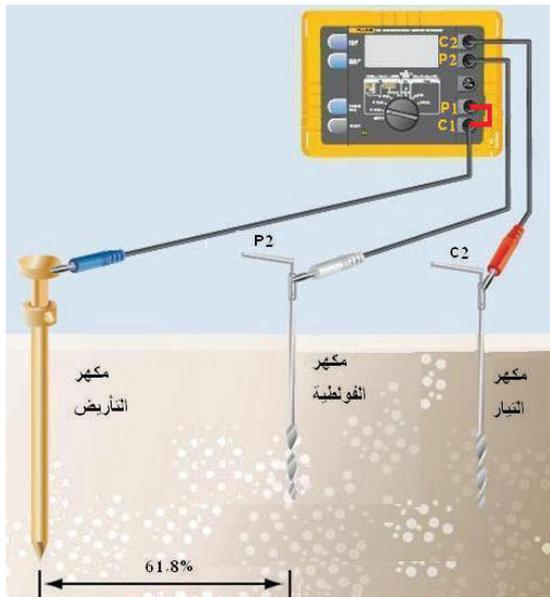
النتائج: يُتَوَقَّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

– تقيس مقاومة مكهر التأسيس.

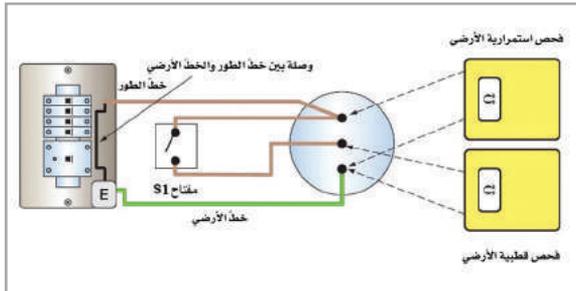
مستلزمات تنفيذ التمرين

الأدوات والتجهيزات	المواد
– جهاز قياس مقاومة الأرض (الميجر) (Earthing Megger).	– أربعة قضبان، طول كلٍّ منها (٦٠) سم، وقطره (١٣) مم. – أربعة كبلات مجدولة مرنة، أطوالها مناسبة لمسافات الاختبار.

### الرسوم التوضيحية



الشكل (١).



الشكل (٢).

### خطوات العمل والنقاط الحاكمة

١- اقصر طرف الفولطية (P1) في الجهاز مع طرف التيار (C1)، ثم صلها بالمكهر المراد قياس مقاومته، بحيث يكون جهاز القياس عند هذا المكهر كما في الشكل (١).

٢- صل طرف التيار (C2) بمكهر تأسيس مساعد، ثم اغرزه في الأرض على عمق يتراوح بين (٣٠)، و(٦٠) سم؛ على أن يبتعد مسافة لا تقل عن (٤٠) مترًا عن مكهر التأسيس الأصلي.

٣- صل طرف الفولطية (P2) بمكهر تأسيس مساعد آخر؛ على أن تبلغ المسافة بين المكهر المتصل بالطرف (P2) ومكهر التأسيس الأصلي ما نسبته (٦٢٪) من المسافة بين المكهر المتصل بالطرف (C2) ومكهر التأسيس الأصلي؛ وذلك لضمان ثبات الفولطية.

٤- شغل الجهاز، ثم اقرأ قيمة مقاومة المكهر مباشرة.

٥- صل الدارة الكهربائية المبيّنة في الشكل (٢) بعد فصل القاطع الرئيس والقواطع الفرعية.

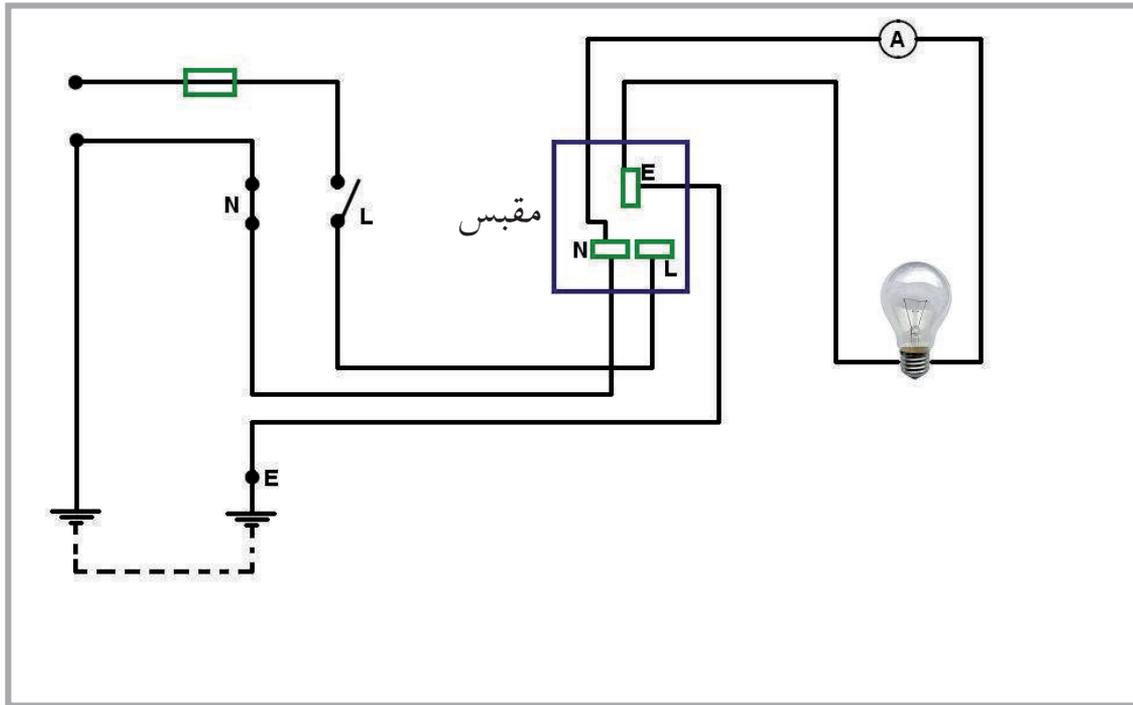
٦- افحص استمرارية الأرضي باستخدام جهاز الأومميتر كما في الوضع الأول من الشكل (٢).

٧- افحص قطبية الأرضي باستخدام جهاز الأومميتر، وذلك بإغلاق المفتاح (S1) كما في الوضع الثاني من الشكل (٢).

### تمارين الممارسة العملية

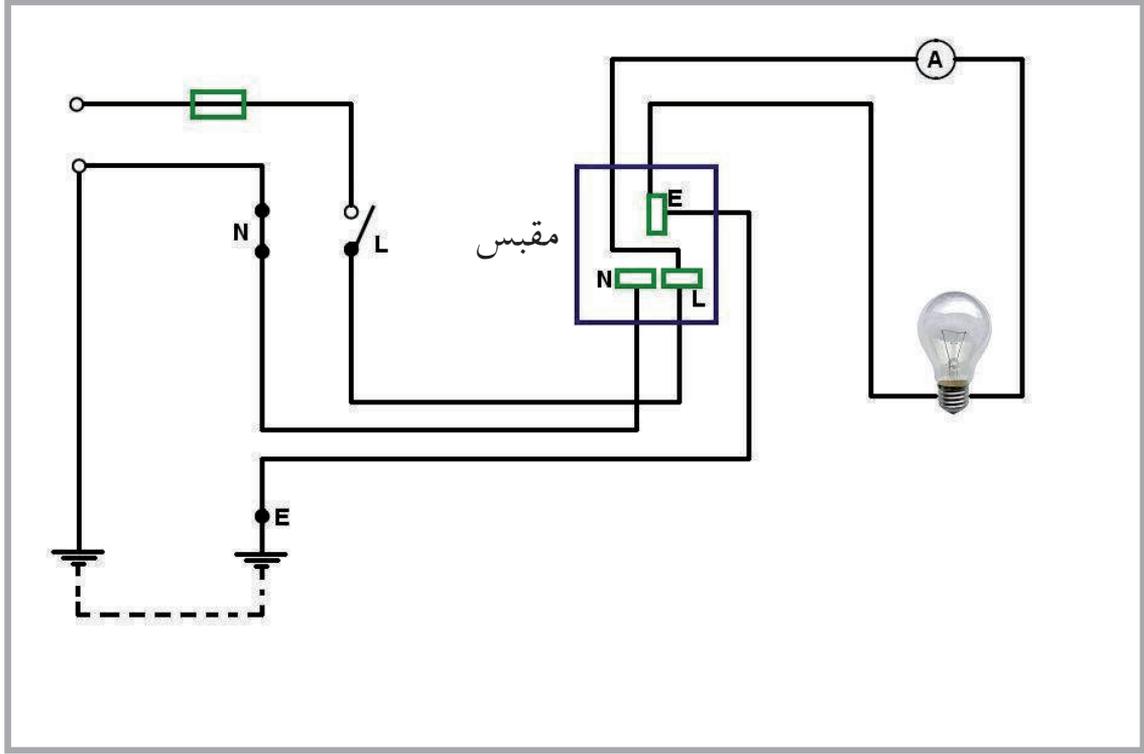
نُفِّذ التمارين العملية الآتية بطريقة العمل الفردي، أو الجماعي في المشغل، أو حسب إرشادات المعلم:

١- افحص مقاومة الأرض (حيادي - أرضي) باستخدام جهاز الأميتر، انظر الشكل (١).



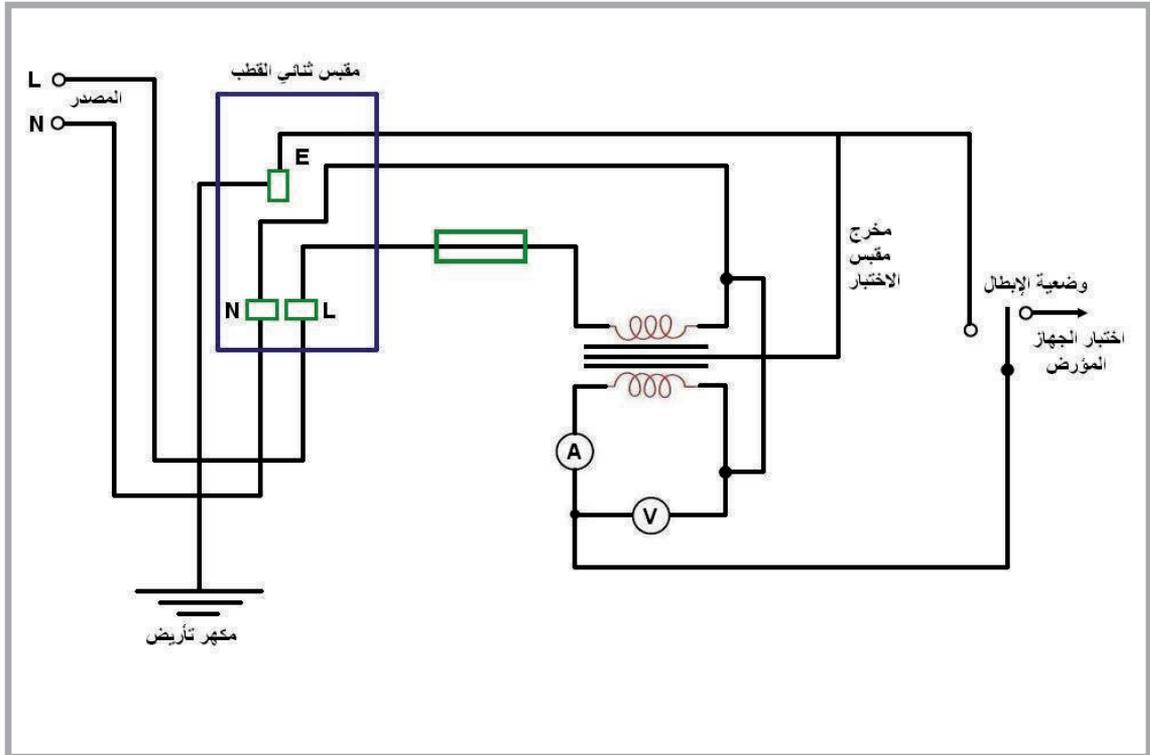
الشكل (١).

– افحص مقاومة الأرض (خط – أرضي) باستخدام جهاز الأميتر، انظر الشكل (٢).



الشكل (٢).

– افحص مقاومة الأرض باستخدام طريقة الحقن، انظر الشكل (٣).



الشكل (٣).



– دَوِّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثم قَيِّم تنفيذك لكل خطوة، وَفَق قائمة شطب مُحدَّدة واضحة كما يأتي:

لا	نعم	خطوات العمل	الرقم

– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.



## الوحدة الخامسة

# صيانة التمديدات الكهربائية



● كيف تحافظ على سلامة التمديدات الكهربائية وتطيل مدّة عملها؟

يحدث أحياناً تماس أو فصل في التمديدات الكهربائية، ممّا يؤدي إلى حدوث حالة من الإرباك، أو عدم تعرّف مواطن الخلل؛ نظرًا إلى عدم الإلمام بأساسيات الكهرباء، وطرائق التعامل معها. فما الأسباب التي تؤدي إلى حدوث مثل هذه الأعطال؟ ما طبيعتها؟ ما أهم الفحوص التي ينبغي عملها للتمديدات الكهربائية؟  
هذه الأسئلة وغيرها ستتمكن من الإجابة عنها بعد دراستك هذه الوحدة.

يُتوقَّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يتعرّف أعطال التمديدات الكهربائية ومُسبِّباتها.
- يتعرّف الأمور الواجب مراعاتها عند فحص التمديدات الكهربائية.
- يتعرّف أنواع الفحوص الخاصة بالتمديدات الكهربائية.
- يُصلح الأعطال المختلفة لعناصر الدارات والتمديدات (المقابس، المفاتيح، دارات القصر أو القطع، ...، إلخ).
- يُجري مختلف أنواع الفحوص الخاصة بالتمديدات الكهربائية.
- يُطبِّق تعليمات السلامة والصحة المهنية.

## أسباب فصل الدارة الكهربائية

تُفصّل الدارة الكهربائية لأسباب عدّة، أبرزها:

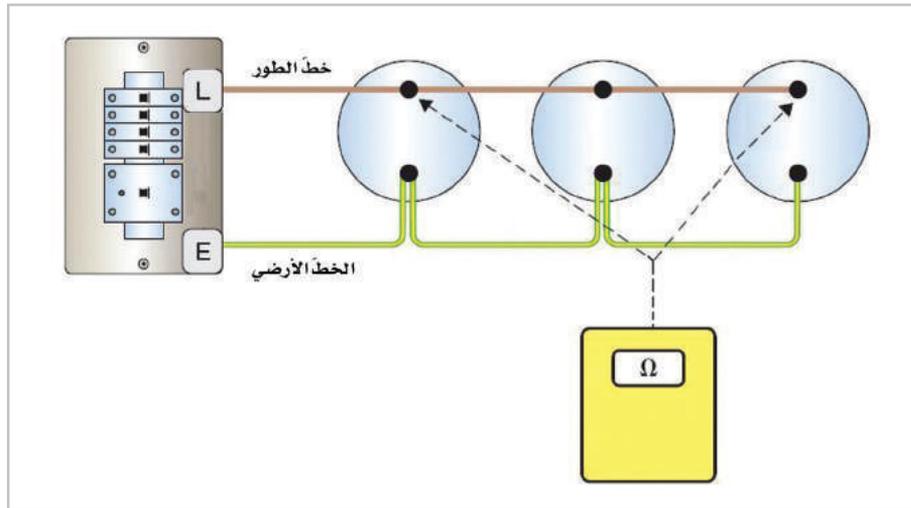
- ١- انفلات أحد الأسلاك الكهربائية من مكان اتصاله الذي يكون غالبًا في براغي المفاتيح، أو المقابس، أو القواطع؛ وذلك لعدم تثبيت الكهربائي له جيدًا، أو ارتخائه بمرور الزمن نتيجة التقلّص والتمدّد الناجمين عن شدّة التيار المغذّي لهذا المصدر، ويحدث هذا الانفلات غالبًا عند إحدى نقاط التوصيل في المفاتيح الكهربائية، وأجهزة القياس، وأجهزة الحماية. لذا، يتعيّن عمل صيانة دورية للأجهزة الكهربائية ولوحة القواطع، وأخرى دائمة لبراغي القواطع.
- ٢- ارتخاء الوصلات عند إحدى نقاط التوصيل في علب تجميع الأسلاك أو علب مفاتيح الكهرباء، ممّا يؤدي إلى فصل الخطّ المغذّي للحمل المربوط به.
- ٣- انصهار جزء من السلك الموصل من مفتاح التشغيل أو القاطع إلى الحمل المربوط به؛ بسبب استخدام وسيلة حماية غير مناسبة لهذه الدارة، أو استخدام أسلاك ذات أقطار غير مناسبة، لا تتحمّل التيار الساري فيها لتغذية الحمل المربوط بها (زيادة سحب التيار في السلك)، ممّا يُعرّض السلك لدرجة حرارة عالية جدًّا تؤدي إلى انصهاره؛ سواء كان داخل الأنبوب أو العلب، أو ظاهرًا (مكشوفًا).
- ٤- قطع السلك، وهو يصيب الأجهزة الكهربائية التي يكثر استعمالها ونقلها من مكان إلى آخر، مثل: المكواة، أو الوصلات الكهربائية المتحركة، وغيرها.
- ٥- تلف نقاط التماس في المفاتيح والمقابس والأجهزة الكهربائية، مثل الملامس الموصل بين أقطاب مفاتيح التشغيل.
- ٦- حدوث قطع داخل جهاز الحماية (القاطع) الموصل على التوالي بالدارة أو الحمل، ويكون ذلك غالبًا نتيجة زيادة الحمل على هذا القاطع، ممّا يؤدي إلى الفصل.

## طريقة الفحص والكشف عن الخلل

يمكن الكشف عن مواضع القطع أو الفصل في الدارات الكهربائية؛ بتجزئتها إلى أجزاء عدّة، ثمّ فحص كلّ جزء على حدة، وهذه الأجزاء هي: أسلاك التوصيل، ومفتاح التشغيل، ووسيلة الحماية (القاطع)، وقاعدة المصباح، والمقابس، ونقاط التوصيل. توجد طريقتان لفحص القطع، هما:

## ١- مقياس المقاومة (الأوميتر) (Ohmmeter):

وفيها يُفصل مصدر التيار الكهربائي عن الدارة (الحمل) أولاً، ثمّ تبدأ عملية الكشف والمعاينة، حيث يوصل طرف هذا المقياس بطرفي الجزء المراد فحصه، فإذا أشار مؤشر المقياس إلى قيمة المقاومة صفر فهذا يعني عدم وجود قطع بين طرفي هذا الجزء، انظر الشكل (٥-١).



الشكل (٥-١): فحص الموصلية باستخدام جهاز الأوميتر.

## ٢- المفكّ الفاحص (Tester):

وفيها يوصل الخطّ المكهرب (Live Line) (الطور: L) بأحد طرفي السلك، أو القاطع، أو الجزء المراد فحصه، ثمّ يُقرّب المفكّ الفاحص من الطرف الآخر للسلك أو القاطع بحيث يلامسه، فإذا أضاء مصباح المفكّ فهذا دليل على عدم وجود قطع في السلك أو القاطع. أمّا إذا لم يُضيء فهذا يعني وجود قطع في السلك أو القطعة المراد فحصها.

## القصر والتماس في التمديدات الكهربائية والفرق بينهما

ثلاث

يُقصد بقصر الدارة الكهربائية الاتصال المباشر لخطّ الطور (L) بالخطّ المحايد (N) فيها؛ ما يؤدي إلى تكوين دائرة تُسمّى دائرة قصر (short). أمّا التماس الكهربائي في الدارات فيعني تماس سلكين ببعضهما بعضاً، أو تماس سلك بعلبة (أو أنابيب) التمديدات المعدنية؛ ما يؤدي إلى تولّد دائرة قصر، أو دائرة غير صحيحة وغير مطلوبة.

يوجد للقصر أو التماس أشكال عدّة، أبرزها:

١- تلف المادة العازلة المُغلّفة للأسلاك، ويحدث هذا غالباً عند سحب الأسلاك داخل الأنابيب سحباً خاطئاً، مثل احتكاك السلك بزوايا الأنبوب، ممّا يؤدي إلى خدش المادة العازلة، وقد يصيب ذلك أيضاً الأسلاك الموجودة خارج الأنابيب؛ نظراً إلى تعرّضها للعديد من العوامل والأحوال المُناخية المختلفة، ولا سيّما الحرارة المرتفعة والبرودة القارسة اللتين تُسببان تلف المادة العازلة، وتلامس الأسلاك ببعضها بعضاً، ويحدث ذلك غالباً لوحداث الإنارة المعلّقة في السقف.

٢- القصر في قاعدة المصباح، ويحدث هذا -مثلاً- عند تركيب المصباح داخل قاعدته؛ إذ ينثني أحد الأقطاب النحاسية في قاعدة المصباح مُلامساً القطب الآخر، ممّا يؤدي إلى حدوث قصر في الدارة. وللكشف عن القصر أو التماس في هذه الحالة، يتعيّن استخدام طريقتي الفحص واكتشاف الخلل المذكورتين آنفاً. يمكن الكشف عن التماس بين السلك المتصل بالمفتاح والجسم المعدني، بوصل جهاز الأوميتر بطرف المفتاح المتصل بالمصباح، ووصل الطرف الثاني للجهاز بالجسم المعدني للمصباح، فإذا كانت قيمة المقاومة صفراً دلّ ذلك على وجود تماس بين طرفي المصباح.

جدير بالذكر أنّ أكثر الأعطال التي تصيب التمديدات الكهربائية المنزلية تحدث في المصابيح الفلورية، انظر الجدول (٥-١) الذي يُبيّن بعض أعطال المصابيح الفلورية، وأسبابها، وطرائق إصلاحها.

الجدول (٥-١): بعض أعطال المصابيح الفلورية، وأسبابها، وطرائق إصلاحها.

العلل	السبب	طريقة الإصلاح
- عدم إضاءة المصباح عند توصيل مفتاح الإضاءة. - انقطاع الفتيلة.	- عدم وجود مصدر تغذية، أو انفصال مفتاح التغذية.	- التأكد من وجود مصدر تغذية.
	- انقطاع الفتيلة.	- تغيير المصباح.
	- توقف بادئ التشغيل عن العمل.	- تغيير بادئ التشغيل.
- حدوث وميض (سريع، أو بطيء) عند التشغيل (فصل، أو وصل). - انخفاض فولتية مصدر التغذية.	- تشغيل المصباح مدة تجاوزت زمن تشغيله الافتراضي.	- فحص المصباح وتغييره إن لزم الأمر.
	- انخفاض فولتية مصدر التغذية.	- التأكد من قيمة فولتية المصدر.
	- عطل بادئ التشغيل.	- فحص بادئ التشغيل وتغييره إن لزم الأمر.
- تحرك الضوء حركة حلزونية.	- تركيب مصباح جديد (ينتهي ذلك بعد مدة).	- تغيير المصباح في حال استمر ذلك.
- بطء عملية التشغيل. - توهج الفتيلة من دون إضاءة المصباح.	- انخفاض فولتية المصدر، وعطل كابح التيار.	- التأكد من قيمة فولتية مصدر التغذية.
	- فحص المصباح وتغييره إن لزم الأمر.	- فحص المصباح وتغييره إن لزم الأمر.
- توهج الفتيلة من دون إضاءة المصباح.	- التحام نقطتي تلامس بادئ التشغيل.	- فحص بادئ التشغيل وتغييره إن لزم الأمر.
- احتراق الفتيلة عند توصيل مفتاح التشغيل.	- عطل كابح التيار.	- فحص كابح التيار وتغييره إن لزم الأمر.
- انخفاض الزمن (العمر) التشغيلي للمصباح.	- ارتفاع فولتية مصدر التغذية.	- التأكد من قيمة فولتية مصدر التغذية.
	- فحص كابح التيار وتغييره إن لزم الأمر.	- فحص كابح التيار وتغييره إن لزم الأمر.

طريقة الإصلاح	السبب	العطل
<ul style="list-style-type: none"> <li>- التحقق من سلامة التوصيل.</li> <li>- تبديل الملف.</li> <li>- اختيار ملف خانق مناسب.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- خطأ في توصيل الملف الخانق.</li> <li>- تلف الملف الخانق.</li> <li>- عدم مناسبة الملف الخانق للمصباح.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- إضاءة المصباح باهتة، وعدم إضاءته مرّة أخرى.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- التحقق من فولطية المنبع.</li> <li>- فحص الدارة.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- انخفاض فولطية المنبع.</li> <li>- خطأ في توصيل الدارة.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- عدم إضاءة المصباح.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- تعديل توصيل دارة المصباح وتصحيحها.</li> <li>- تبديل المصباح.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- خطأ في تركيب بادئ التشغيل (بين المصباح والملف الخانق).</li> <li>- انتهاء زمن (عمر) المصباح التشغيلي.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- المصباح لا يضيء، وبادئ التشغيل يعمل.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- تبديل البادئ.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- التصاق تلامسات البادئ.</li> <li>- قصر في مواسع منع التشويش.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- المصباح لا يضيء، والفتائل تتوهج، وبادئ التشغيل لا يعمل.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- تبديل البادئ.</li> <li>- تحسّن الإضاءة بعد مدّة قصيرة.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ضعف توهج المصباح.</li> <li>- بدء الإضاءة قبل تسخين الفتائل تسخينًا كافيًا.</li> <li>- المصباح جديد.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- صدور صوت أزيز من المصباح.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- اختيار مكان مناسب للمصباح.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- عدم تماثل درجة الحرارة على طول المصباح.</li> <li>- تعرّض أحد طرفي المصباح لبرودة أكثر من الطرف الآخر.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ظهور بقع سود على جسم المصباح.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- تثبيت الملف جيدًا باستخدام البراغي، ووضع مادة لدنة (فيبر) تحت الملف الخانق.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- عدم إغلاق الملف الخانق أو عدم تثبيته جيدًا.</li> <li>- صغر غلاف الملف الخانق المعدني وضيقه.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- صدور صوت أزيز من الملف الخانق.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- تبديل البادئ.</li> <li>- إبعاد جهاز المذياع (الراديو) مسافة مترين - على الأقل - عن المصباح.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تلف مواسع منع التشويش.</li> <li>- تشويش صادر عن إشعاع المصباح.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تشويش راديوي.</li> </ul>

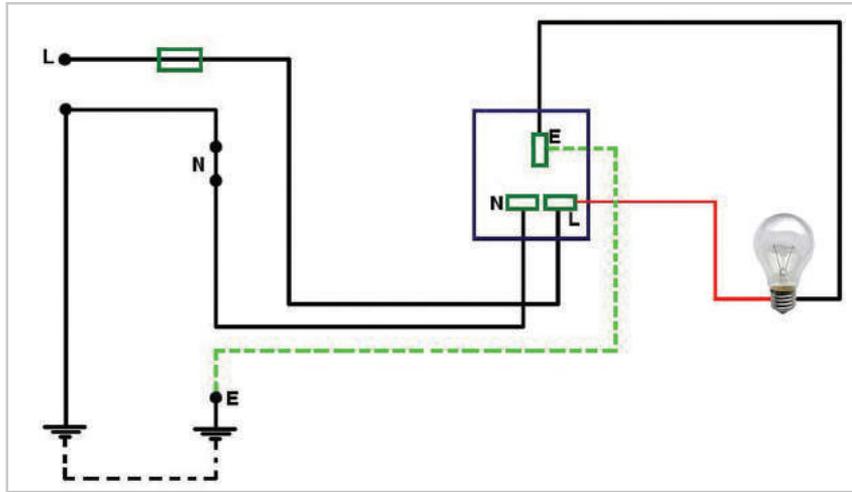
## قطبية التمديدات الكهربائية

يُقصد بقطبية التمديدات الكهربائية الالتزام بوصل كلّ خطّ بالمكان المخصّص له؛ سواء في دارات التيار المتناوب، أو دارات التيار المباشر (البطاريات). لذا، يجب التحقق من القطبية وفحصها باستخدام المفكّ الفاحص؛ وذلك بأن يلامس طرفُ المفكّ الخطّ المراد فحص قطبيته، فإذا أضاء مصباح المفكّ كان هذا الخطّ مكهرباً، وإلاّ كان محايداً، ويمكن استخدام مصباح عادي للفحص؛ وذلك بوصل أحد طرفي المصباح بالخطّ المراد فحص قطبيته، ووصل طرفه الثاني بالخطّ المحايد (N)، فإذا أضاء المصباح كان هذا الخطّ للطور، وإلاّ كان للمحايد.

يمكن الاستفادة من جهاز الأوميتر في التحقق من:

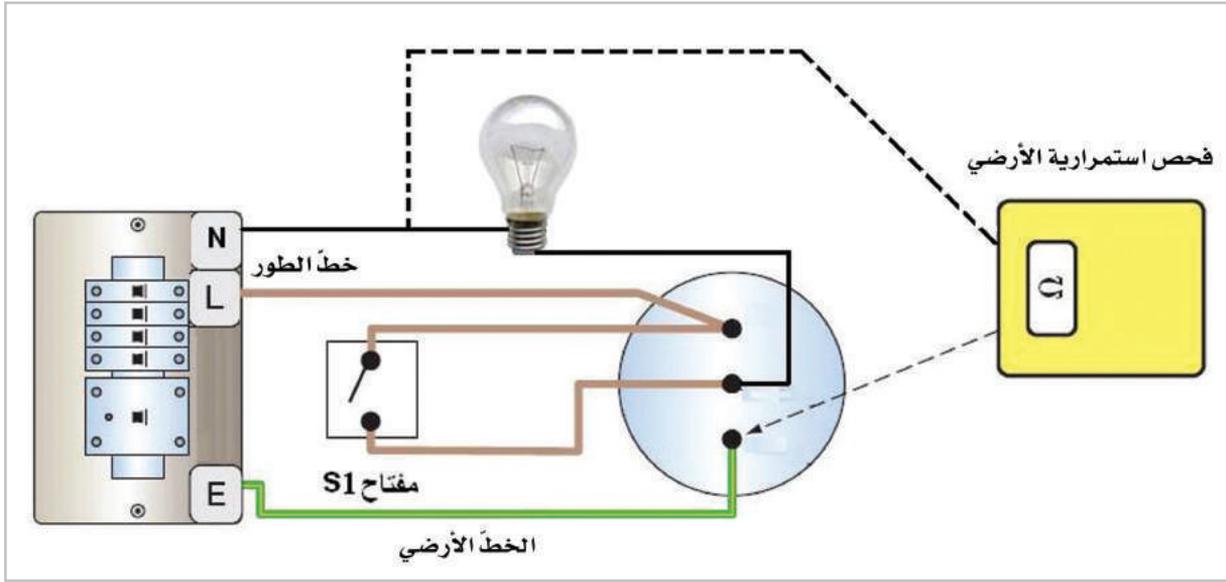
١- أنّ خطّ الطور (L) موصول بالمفتاح قبل وصله بالحمل.

٢- أنّ خطّ الطور (L) الواصل كلّ مقبس في مكانه المقرّر. وفي هذه الحالة يجب الحذر من خطر الفولطية؛ نظراً إلى وجود فولطية كاملة بين خطّ الطور والخطّ المحايد، أو خطّ الطور والخطّ الأرضي، علماً بأنّ الفولطية بين الخطّ المحايد والخطّ الأرضي تساوي صفراً، وأنّ المقاومة بينهما لا تزيد على (١) أوم. وللتحقّق من صحة القطبية في هذه الحالة، يمكن استخدام مصباح الفحص بين الخطّ المكهرب والخطّ الأرضي؛ إذ إنّ إضاءة المصباح تدل على سلامة القطبية، انظر الشكل (٥-٢).



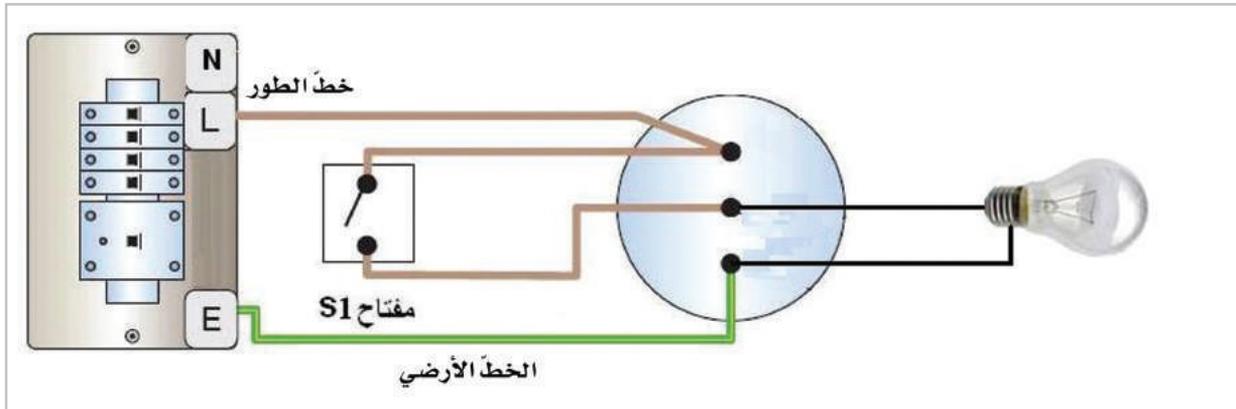
الشكل (٥-٢): التحقق من صحة القطبية باستخدام مصباح.

٣- سلامة قطبية قاعدة المصباح. ففي الأحوال العادية، يوصل خط الطور (Live Line) بمفتاح الإنارة، ومنه بالمصباح، ويوصل الخط المحايد بالحلقة المعدنية الخارجية للمصباح. ويمكن التأكد من ذلك باستخدام مقياس فحص استمرارية التوصيل والدارة مفتوحة؛ بوصل أحد طرفي المقياس بالخط الأرضي الرئيس، ووصل الخط الثاني بطرف المصباح، فإذا كانت القيمة المقروءة صفراً أو كانت المقاومة منخفضة جداً، دل ذلك على صحة القطبية، انظر الشكل (٥-٣).



الشكل (٥-٣): فحص استمرارية التوصيل والدارة مفتوحة.

يمكن عمل هذا الاختبار بوضع مصباح بين الخط الأرضي وخط الطور (نقطة الطرف الثاني للمفتاح) المتصل بالمصباح، حيث يدل توهج المصباح على صحة القطبية عندما تكون الدارة مغلقة، انظر الشكل (٥-٤).



الشكل (٥-٤): فحص القطبية والدارة مغلقة.

## فحص فاعلية التأريض

يتطلب استكمالُ اختبارات العزل والتوصيل قياسَ فاعلية التوصيل الأرضي؛ وذلك بهدف الكشف عن فاعلية الخطّ الأرضي في كلّ دارة من دارات التمديدات المنزلية، والتأكد من أنّ كلّ مصهر أو قاطع ذاتي يفصل المصدر الكهربائي عن الحمل إذا حصل قصر في دارته. ولفحص فاعلية التأريض، يتعيّن قياس مقاومة دارة الأرضي باستعمال مقياس فحص دارة الأرضي (Earth Tester).

## نشاط (١-٥)

مُستعينًا بالمواقع الإلكترونية المتوافرة على الشبكة العنكبوتية، ابحث عن إحدى المنشآت الصناعية، ثمّ طبّق عليها فحص فاعلية التأريض، والعزل، والتحقّق من القطبية، ثمّ اكتب تقريرًا عنها، ثمّ اعرضه على زملائك في الصف.

## أسئلة الوحدة

١ - اختر رمز الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

(١) يُقصد بفاعلية توصيل الخطّ الأرضي في التمديدات الكهربائية:

- أ - وجود الخطّ الأرضي في الدارات جميعها.
- ب - وصل الخطّ الأرضي بالأجزاء المعدنية.
- ج - فصل القاطع عند حدوث قصر لحظيًّا.
- د - وجود قيمة كبيرة جدًا للمقاومة بين الخطّ الأرضي والخطّ المحايد.

(٢) تكون الفولطية بين الخطّ المحايد والخطّ الأرضي:

- أ - (٢٢٠) فولط.
- ب - (١١٠) فولط.
- ج - (٠) فولط.
- د - أكبر من (٢٢٠) فولط.

(٣) يُستعمل لفحص العزل في التمديدات الكهربائية مقياس:

- أ - الأفوميتر.
- ب - الميجر.
- ج - المفكّ الفاحص.
- د - الأميتر.

٢ - ما أهمية عمل فحوص للتمديدات الكهربائية بعد الانتهاء من التركيب؟

٣ - كيف يمكن عمل فحص التحقّق من القطبية في الحالتين الآتيتين:

- أ - خطّ الطور (Live Line) الموصل بالفتاح قبل اتصاله بالحمل؟
- ب - خطّ الطور (Live Line) الواصل كلّ مقبس في مكانه المقرّر؟

النتائج: يُتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

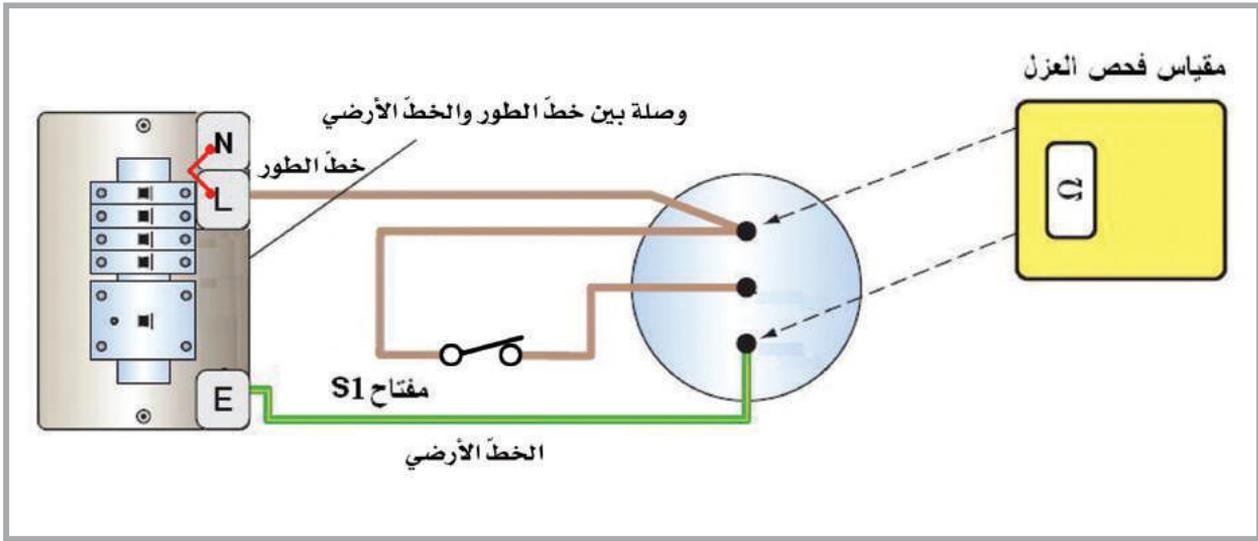
- تُطبّق اختبار عزل بين خطّ التأريض وبقية خطوط التمديدات الكهربائية.
- تُطبّق اختبار دائرة قصر بين الخطوط جميعها.

مستلزمات تنفيذ التمرين

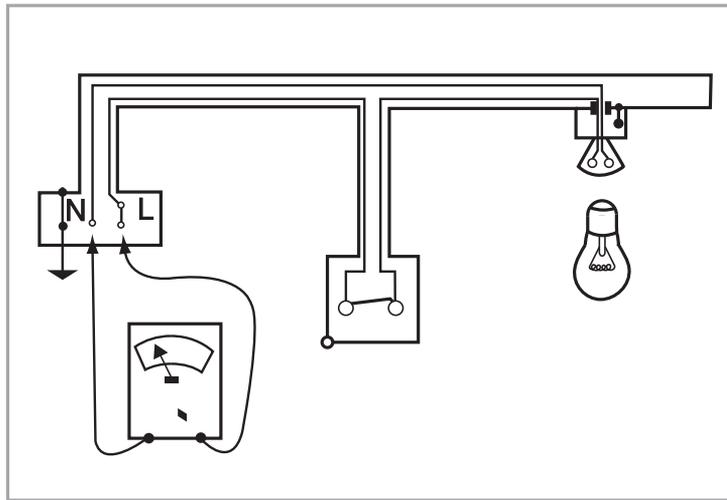
الأدوات والتجهيزات	المواد
<ul style="list-style-type: none"> <li>- جهاز قياس فحص العزل (الميجر) الذي تبلغ فولطيته (٥٠٠) فولط.</li> <li>- صندوق عدّة.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- سلك مساحة مقطعه (٢,٥) مم<sup>٢</sup>، وطوله متر واحد.</li> </ul>

الرسوم التوضيحية	خطوات العمل والنقاط الحاكمة
	<p>أولاً: اختبار العزل بين خطّ التأريض وبقية خطوط التمديدات الكهربائية.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>١- اضبط القاطع الرئيس على وضع الإغلاق (OFF).</li> <li>٢- تأكد أنّ القواطع أو المصهرات في لوحة التوزيع مغلقة.</li> <li>٣- اضبط مفاتيح الإنارة على وضع التشغيل (ON).</li> <li>٤- صل خطّ الطور (Live Line:L) بالخطّ المحايد (N) في لوحة التوزيع.</li> <li>٥- صل طرفي جهاز مقياس فحص العزل (الميجر) بخطّ الطور (Live Line :L) والخطّ الأرضي (E) كما في الشكل (١)، ثمّ شغله.</li> <li>٦- اقرأ قيمة المقاومة على تدرج جهاز القياس (يجب ألا تقلّ قيمة المقاومة بين الخطّ الأرضي وبقية الخطوط عن (١) ميغا أوم).</li> </ol> <p>ثانياً: اختبار دائرة القصر بين الخطوط جميعها.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>١- اضبط القاطع الرئيس في اللوحة على وضع الإغلاق (OFF).</li> <li>٢- انزع المصاييح من أماكنها.</li> </ol>

## الرسوم التوضيحية



الشكل (١).



الشكل (٢).

٣- اضبط مفاتيح الإنارة وقواطع لوحة التوزيع على وضع التشغيل (ON).

٤- صل طرفي مقياس فحص العزل (الميجر) بالخط المكهرب (Live Line :L) والخط المحايد كما في الشكل (٢)، ثم شغله.

٥- اقرأ قيمة المقاومة على تدريج جهاز القياس. فإذا كانت صفراً، فهذا يدل على وجود قصر في إحدى الدارات، أو عدم نزع أحد المصاييح. وإذا تراوحت القيمة بين (٥,٠) و (١) ميغا أوم، فهذا يدل على جودة العزل.



افحص الخطّ الأرضي وخطوط التمديدات الكهربائية في مدرستك.

## التقويم الذاتي



– دَوِّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثمّ قَيِّم تنفيذك لكلّ خطوة، وَفَق قائمة شطب مُحدّدة واضحة كما يأتي:

لا	نعم	خطوات العمل	الرقم

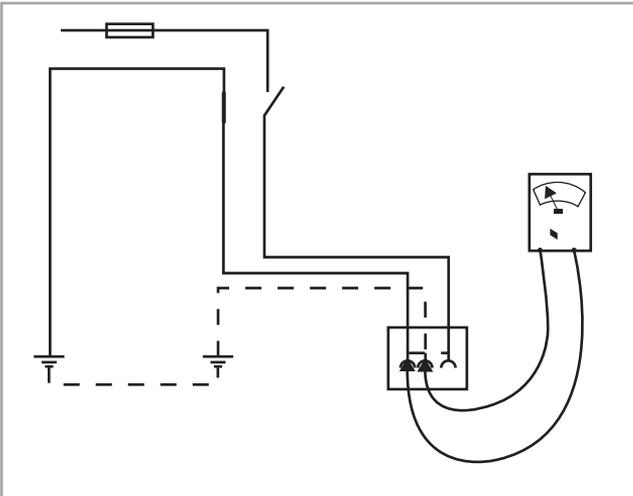
– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

النتائج: يُتَوَقَّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

– تُطبِّق اختبار فاعلية التأريض على دارات التمديدات الكهربائية.

مستلزمات تنفيذ التمرين

الأدوات والتجهيزات	المواد
– جهاز قياس مقاومة الأرض (الميجر). – صندوق عدّة.	– سلك مساحة مقطعه (٢,٥) مم <sup>٢</sup> ، وطوله متر واحد.

الرسوم التوضيحية	خطوات العمل والنقاط الحاكمة
 <p>الشكل (١).</p>	<p>١- صل طرفي جهاز قياس فحص مقاومة الأرض بالخطّ المحايد والخطّ الأرضي كما في الشكل (١)، ثمّ شغّله.</p> <p>٢- اقرأ قيمة المقاومة التي يجب ألا تزيد على (١) أوم .</p>

افحص فاعلية التأريض في الدارات الكهربائية الموجودة في أحد مرافق مدرستك.

## التقويم الذاتي

– دَوِّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثم قَيِّم تنفيذك لكل خطوة، وَفَق قائمة شطب مُحدَّدة واضحة كما يأتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا

– احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

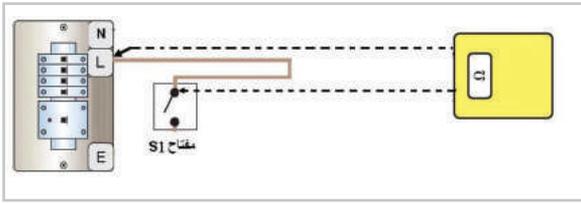
النتائج: يُتَوَقَّع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تكون قادرًا على أن:

– تُطَبِّق اختبار التحقق من القطبية على دارات التمديدات الكهربائية.

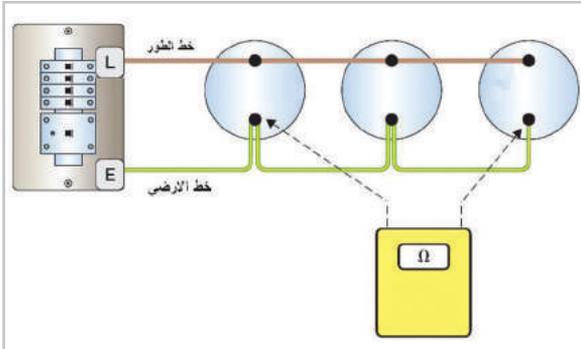
مستلزمات تنفيذ التمرين

الأدوات والتجهيزات	المواد
جهاز أوميتر.	سلك مساحة مقطعه (٢,٥) مم <sup>2</sup> ، وطوله –
صندوق عدّة.	متر واحد.

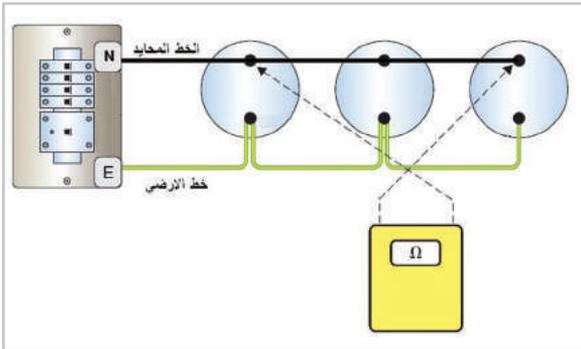
### الرسوم التوضيحية



الشكل (١).



الشكل (٢).



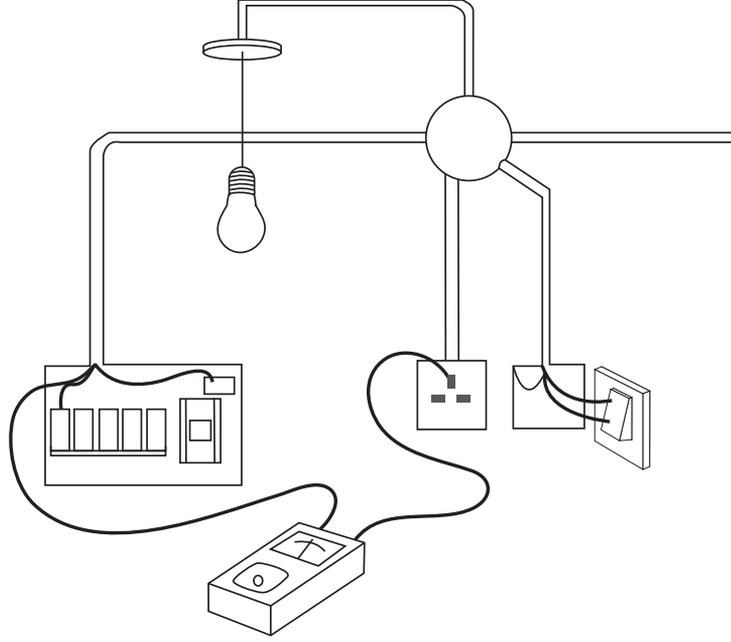
الشكل (٣).

### خطوات العمل والنقاط الحاكمة

- 1- اضبط القاطع الرئيس على وضع الإغلاق (OFF).
- 2- صل طرفي جهاز الأوميتر بخط الطور (Live Line :L) في لوحة القواطع ونقطة توصيله بالمفتاح كما في الشكل (١)، ثم شغله.
- 3- اقرأ قيمة المقاومة على تدريج الجهاز. فإذا كانت صفرًا، فهذا يدلّ على أنّ القطبية صحيحة.
- 4- صل طرفي جهاز الأوميتر بالخطّ الأرضي (E) في لوحة القواطع ونقطة توصيله بالمقابس كما في الشكل (٢)، ثم شغله.
- 5- اقرأ قيمة المقاومة على تدريج الجهاز. فإذا كانت صفرًا، فهذا يدلّ على أنّ القطبية صحيحة.
- 6- صل طرفي جهاز الأوميتر بالخطّ المحايد في لوحة التوزيع ونقطة توصيله بالمقابس كما في الشكل (٣)، ثم شغله.
- 7- اقرأ قيمة المقاومة على تدريج الجهاز. فإذا كانت صفرًا، فهذا يدلّ على أنّ القطبية صحيحة.



نُفِّذ التمرين العملي الآتي بطريقة العمل الجماعي:  
 - طَبِّق اختبار استمرارية التوصيل على دارات التمديدات الكهربائية كما في الشكل (١).



الشكل (١).



- دَوِّن خطوات العمل التي اتبعتها، ثم قَيِّم تنفيذك لكل خطوة، وَفَق قائمة شطب مُحدَّدة واضحة كما يأتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا

- احتفظ بتقويم أدائك الذاتي في ملفك الخاص.

## قائمة المصطلحات

Aerial cable	كبل هوائي
Air-core transformer	محوّل ذو قلب هوائي
Anti clock wise	عكس اتجاه عقارب الساعة
Auto transformer	محوّل ذاتي
Black out	تعطيم
Branch circuit	دارة فرعية
Burglar alarm	جرس إنذار
Cable	كبل
Cable, single-core	كبل أحادي القلب
Cable, twin	كبل ثنائي
Cartridge fuse	مصهر كبسولي
Circuit breaker, air	قاطع دارة هوائي
Circuit breaker, automatic	قاطع دارة آلي
Circuit breaker, magnetic	قاطع دارة مغناطيسي
Circuit breaker, single pole	قاطع دارة أحادي القطب
Circuit breaker, triple-pole	قاطع دارة ثلاثي القطب
Circuit, fault	دارة عطل
Conduits, electrical	مجاري التمديدات الكهربائية
Connection	توصيلة
Connection, plug-in	توصيلة قابس
Connector, plug	واصلة قابس
Contactors	ملامس
Copper wire	سلك نحاسي
Current transformer	محوّل تيار
Cut – out, current	قاطع تيار
Differential	تفاضلي
Distribution board	لوحة توزيع
Duct	مجرى
Duplex cable	كبل مزدوج
Earth electrode	مكهر أرضي
Earth rod	عمود تأريض
Earth system	نظام تأريض

Earth test instrument	جهاز اختبار التأريض
Earthed	مؤرّض
Earthing	تأريض
Earthing lead	سلك تأريض
Earthing of switches	تأريض المفاتيح
Earthing resistor	مقاوم تأريض
Earthing terminal	طرف تأريض
Earthing wire	سلك تأريض
Electric flux	تدفق كهربائي
Electric mains	منبع كهربائي
Electric motor	محرك كهربائي
Electrode	مكهر
Electrode, earth	مكهر تأريض
Fluorescent lamp	مصباح فلوري
Fluorescent tube	أنبوب فلوري
Fuse	مصهر
Fuse board	لوحة مصهر
Fuse holder	حامل مصهر
Fuse wire	سلك مصهر
Fuse, ceramic - cartridge	مصهر كبسولي خزفي
Fuse, glass cartridge	صهيرة كبسولية زجاجية
Fuse, quick - blow	مصهر سريع القطع
Grounded	مؤرّض
Illumination	إضاءة
Incandescent lamp	مصباح متوهج
Insulated conductor	موصل معزول
Join	يوصل
Lamp	مصباح
Lamp holder	قاعدة (حاملة) مصباح
Lumen	لومن (وحدة قياس تدفق الضوء)
Magnet, permanent	مغناط دائم
Main switch	مفتاح رئيس
Maintenance	صيانة
Megger	ميجر (جهاز لقياس العزل الكهربائي)

Mercury discharge lamp	مصباح تفريغ زئبقي
Mercury switch	مفتاح زئبقي
Neon lamp	مصباح نيون
Panel	لوحة
Plug	قابس
Practical training	تدريب عملي
Quad cable	كبل رباعي
Relay	مرحل
Relay, electric	مرحل كهربائي
Reset	إرجاع
Slip ring	حلقة انزلاق
Socket	مقبس
Socket, 2-pin	مقبس ثنائي
Starter	بادئ
Step down transformer	محوّل خفض
Step up transformer	محوّل رفع
switch	مفتاح
Television	تلفاز
Testing and fault location	الفحص وتحديد الخطأ
Testing of installation	فحص التمديدات
Thermal circuit breaker	قاطع دائرة حراري
Throttle	خائق
Timing	توقيت
Tool kit	صندوق عدّة
Trouble	عطل
Underground cables	كبلات تحت الأرض
Underground conduits	أنابيب تحت الأرض
Wet	مبلّل
Wire	سلك
Wiring for lighting	توصيلات إضاءة

## قائمة المراجع

### أولاً: المراجع العربية

- ١- عبد المتعال، أحمد، الأسس العملية في التركيبات الكهربائية، دار النشر للجامعات، مصر، ٢٠٠٠ م.
- ٢- موسى، عبد المنعم، التأريض الوقائي، كلية الهندسة، جامعة الإسكندرية، مصر.
- ٣- سويدان، حسان، استخدام البرمجيات في حسابات الإنارة الداخلية وتصميم شبكات التغذية الكهربائية.
- ٤- شواهين، خير، الإلكترونيات من البداية إلى الاحتراف، إربد، ١٩٩٧ م.
- ٥- تصميم الأعمال الكهربائية، نقابة المهندسين الأردنيين.
- ٦- الكودات الأردنية للأعمال الكهربائية (إنارة، تأريض).
- ٧- الكود المصري لأسس تصميم وشروط تنفيذ أعمال الإنارة.
- ٨- التنظيمات العامة للتركيبات الكهربائية، الجزء الأول، التركيبات الكهربائية غير الصناعية، الشركة الوطنية الأردنية للكهرباء/ دائرة المواصفات والأبحاث، الإصدار الثاني، ١٩٨١ م.

### ثانياً: المراجع الأجنبية

- 1-Atkinson, Bill, **Electrical Installation Designs**, Third Edition, Blackwell, UK, 2005.
- 2- Gunter, G. Seip, **Electrical Installations Handbook**, Third Edition, Wiley & Sons, Germany, 2000.
- 3-Ronald P.O Riley. **Electrical Grounding Delmar publishers Inc. USA 1988.**

### ثالثاً: المواقع الإلكترونية

[www.fluke.com](http://www.fluke.com)



تمّ بحمد الله تعالى