مؤسسة التدريب المهني

مديرية البرامج والاختبارات ومصادر التعلم

سلسلة الوحدات التدريبية القائمة على أساس الكفايات المهنية

## اسم العمل

# كهربائي تمديدات كهربائية منزلية

## اسم الوحدة

# تأريض التمديدات الكهربائية المنزلية

الرقم الرمزي: Elc-7


التعاون الألماني
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

بتنفيذ من
giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

مؤسسة التدريب المهني

قررت مؤسسة التدريب المهني تطبيق هذه الوحدة التدريبية المبنية على أساس الكفايات المهنية في برامجها التدريبية ابتداء من 2019 - 2020 بموجب قرار لجنة الاعتماد الفنية رقم (2018/10) تاريخ 2018/10/7


الإشراف العام : مديرية البرامج والإختبارات ومصادر التعلّم

التدقيق الفني : م. عبدالله الهور
م. هشام دبور

لجنة الاعتماد : عمر قطيشات - رئيساً
م. عبدالله الهور
م. أحمد مصطفى
م. داود شقبوعة
د. محمود الديسي
م. رمزي الحروب

التحرير اللغوي : جمال ذيب طه

تدقيق الطباعة ومراجعتها: جمال ذيب طه - م. عصام الشامي

**إعداد**

م. ناصر درويش

**بالتعاون مع:**

فريق عمل مشروع التدريب على تطوير كفاءة استخدام المياه والطاقة (TWEED) / GIZ

- الاستاذه ايمـــان قـراعين
- الدكـتور خالـد القضـــاه

يتحمل المؤلف كافة المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه، ولا يعبر هذا المصنف عن رأي الوكالة الألمانية، دائرة المكتبة الوطنية أو أي جهة أخرى

## قائمة المحتويات


| | الموضوع | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| | دليل الوحدة | |
| 1 | المقدمة | 5 |
| 2 | المتطلبات المسبقة | 5 |
| 3 | نتاجات التعلم | 5 |
| 3 | أهداف التعلم | 5 |
| 5 | الزمن المقترح | 5 |
| 6 | أدلة التقييم الذاتي | 6 |
| | **هدف التعلم الأول: تقيس مقاومة التربة بطريقة النقاط الأربعة** | 7 |
| 1 | التأريض | 7 |
| 1-1 | مفهوم التأريض | 7 |
| 2-1 | أهمية التأريض | 8 |
| 3-1 | نظام التأريض الكهربائي في المملكة الأردنية الهاشمية. | 9 |
| 4-1 | المقاومة النوعية للتربة. | 10 |
| 5-1 | قياس المقاومة النوعية للتربة. | 11 |
| 6-1 | التقييم الذاتي. | 14 |
| 7-1 | التمارين العملية. | 16 |
| | **هدف التعلم الثاني: توصل شبكة التأريض للتمديدات الكهربائية المنزلية.** | 21 |
| 2 | **شبكة التأريض المنزلية** | 21 |
| 1-2 | مكونات شبكة التأريض المنزلية. | 21 |
| 2-2 | اختيار موقع حفرة التأريض | 25 |
| 3-2 | التأريض باستخدام مكاهر(قضبان) التأريض. | 25 |
| 4-2 | وسائل التأريض البديلة. | 32 |
| 5-2 | تأريض لوحات التوزيع الرئيسة والفرعية. | 34 |
| 6-2 | التقييم الذاتي. | 37 |
| 7-2 | التمارين العملية. | 40 |
| | **هدف التعلم الثالث: تقيس مقاومة نظام التأريض.** | 50 |
| 3 | قياس مقاومة الأرضي | 50 |
| 1-3 | طريقة الأقطاب الثلاث لقياس مقاومة مكهر التأريض. | 50 |
| 2-3 | طريقة قياس مقاومة مكهر التأريض الانتقائية. | 52 |
| 3-3 | طريقة قياس مقاومة مكهر التأريض بدون مجسات مساعدة. | 53 |
| 4-3 | الفحوصات الإضافية اللازمة لفحص أنظمة التأريض وصيانتها | 54 |
| 5-3 | التقييم الذاتي | 56 |

| | | |
|---|---|---|
| 6-3 | التمارين العملية | 57 |
| 7 | اختبار المعرفة | 59 |
| 8 | اختبار الأداء | 63 |
| 9 | قائمة المصطلحات | 68 |
| 10 | قائمة المراجع | 69 |

## دليل الوحدة

### المقدمة

حرصاً على ربط العلم بالعمل والنظرية بالتطبيق، اتجهت مؤسسة التدريب المهني نحو استخدام الكفايات المهنية في التدريب، وذلك لإكساب المتدربين المهارات العملية والمعلومات النظرية؛ إذ يتيح استخدامها مرونة التكيف مع المتغيرات المهنية التي تطرأ على ميدان العمل المهني، ويوفر للمتدربين مجال التعلم والتدريب الذاتي والتقدم فيه بحسب قدراتهم. وقامت مؤسسة التدريب المهني حتى الآن بإعداد وحدات تدريبية على أساس الكفايات المهنية في مجال الصناعة والخدمات.
تقدم هذه الوحدة التدريبية/التعلمية القائمة على أساس الكفايات المهنية المادة التعلمية التدريبية اللازمة لاكتساب الكفاية بجوانبها الأدائية، والمعرفية والاتجاهية المتعلقة بتأريض التمديدات الكهربائية، وفق معايير الكفايات المهنية الأردنية لعمل كهربائي تمديدات كهربائية منزلية حيث تتضمن هذه الوحدة المادة التعلمية النظرية مدعمة بالرسومات التوضيحية، كما تتضمن التمارين الأدائية المطلوبة، بالإضافة إلى أدلة التقييم الذاتية في المجالات الأدائية، والمعرفية والاتجاهية.

### المتطلبات المسبقة

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

- بناء الدارات الكهربائية الأساسية.
- تركيب عناصر التمديدات الكهربائية.

### • نتاجات التعلم

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة والتفاعل مع أنشطتها وخبراتها يتوقع منك أن تصبح قادراً على تأريض التمديدات الكهربائية المنزلية.

### أهداف التعلم

بعد إتمام هذه الوحدة يتوقع منك أن تصبح قادراً على أن:
1-تقيس مقاومة التربة بطريقة النقاط الأربعة.
2-توصل شبكة التأريض للتمديدات الكهربائية المنزلية.
3-تقيس مقاومة نظام التأريض.

### الزمن المقترح

الفترة الزمنية المقترحة لتنفيذ أنشطة وتمارين هذه الوحدة هي **(141)** ساعة تدريبية موزعة، كما يلي:

- دروس نظرية: 6 ساعات.
- تنفيذ التمارين العملية: 35 ساعة.
- الاختبار النظري: ساعتان.
- الاختبار العملي:ساعتان.

- التدريب الميداني: أسبوعين (12×8=96 ساعة)

## أدلة التقييم الذاتي

أجب عن أسئلة التقييم الذاتي المتوفرة في نهاية المادة النظرية المطلوبة لهذه الوحدة التدريبية القائمة على أساس الكفايات ثم اعرض إجاباتك على مدربك لتدقيقها، مما سيساعدك على مراجعة موضوعات الوحدة واستيعابها.

### هدف التعلم الأول

عند الانتهاء من تنفيذك أنشطة التعلم أدناه عليك أن تصبح قادرا على أن: تقيس مقاومة التربة بطريقة النقاط الأربعة.

| أنشطة التعلم | المصادر |
|---|---|
| المادة التعلمية | الوحدة التدريبية |
| تنفيذ التمارين العملية | المشغل/ بإشراف المدرب |
| 3-زيارة المواقع الإلكترونية | Design and installation earthing system https://www.youtube.com/watch?v=OTkgIvin-U0 |
| التدريب الميداني | |

## 1 – التأريض

تُعد سلامة الأشخاص والعاملين المستخدمين للأجهزة والآلات الكهربائية أولى الأولويات التي ينبغي مراعاتها عند التعامل مع التيار الكهربائي. وقد حظيت سلامة الإنسان وممتلكاته بنصيب الأسد من التعليمات الملزمة في كودات التمديدات الكهربائية العالمية والمحلية. ومن أهم هذه التعليمات وجوب تزويد الشبكات والأجهزة الكهربائية بنظام تأريض جيد يجنب المستخدم خطر الإصابة بالصعقة الكهربائية بسبب الأخطاء التصميمية أو التشغيلية أو الجوية أو انهيار العزل. كما يجب توفر منظومة من أجهزة الحماية لوقاية الدارات والأحمال الكهربائية من خطر قصر(شورت) الدارة أو ارتفاع تيار الحمل عن الحد المقرر، وذلك بفصلها عن المصدر لتفادي تلفها أو نشوب الحرائق.

### 1-1 مفهوم التأريض

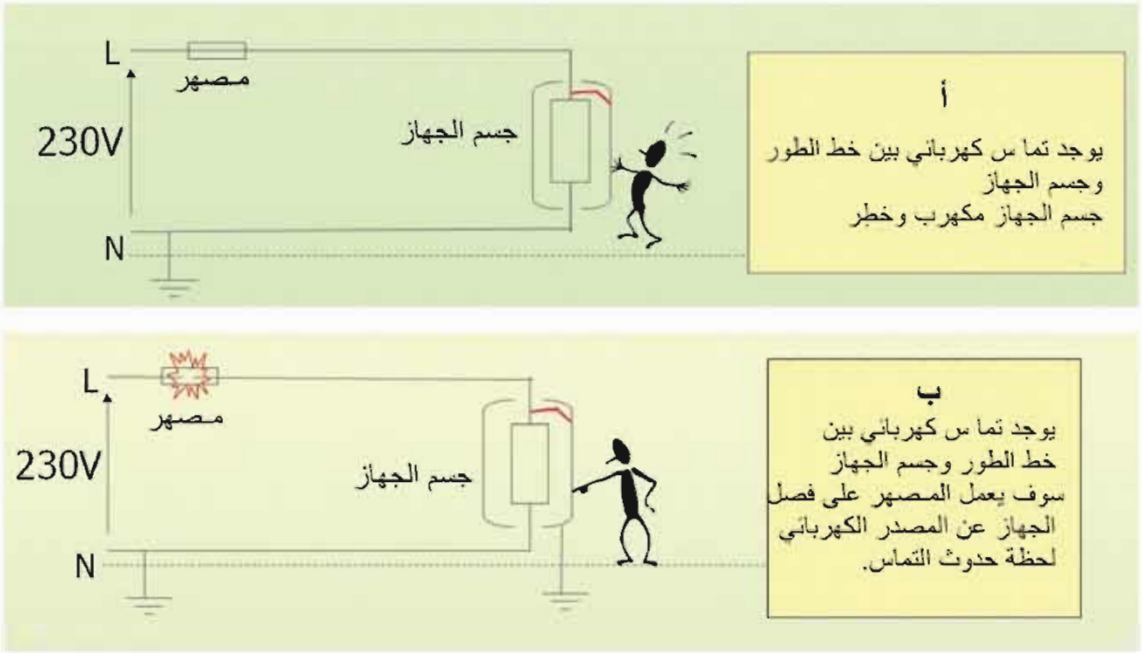
التأريض هو الربط الكهربائي المتعمد مع كتلة الأرض للهياكل والأجزاء المعدنية من الآلات والأجهزة الكهربائية بهدف وقاية الأشخاص الذين يستخدمونها من خطر الإصابة بالصعقة الكهربائية، أو تخفيف أثرها. حيث تعتبر الكرة الأرضية كتلة هائلة جدا لا تحمل فولطية كهربائية أي ان فولطيتها تساوي صفراً. أما أجزاء المنظومة الكهربائية فيمكن أن تكون ذات فولطية معينة مقارنة بفولطية الأرض. إن الموصلات الحية لأجزاء المنظومة الكهربائية تحمل عادة فولطية كهربائية خلال عملها الاعتيادي، أما الأجزاء المعدنية المكشوفة الأخرى فهي لا تحمل فولطية كهربائية خلال عملها الاعتيادي، ولكنها يمكن أن تصبح مكهربة عند حدوث عطب كهربائي (انهيار العزل مثلاً)، مما يعرض المنشآت والأفراد إلى الخطر إن لم يتم اتخاذ إجراءات وقائية، من بينها إيصال تلك الأجزاء إلى الشبكة الأرضية. لذا، لا بد من توافر نظام تأريض جيد لكل شبكة أو دارة كهربائية سواءاً كانت الشبكة داخل المنزل، أم المصنع، أم غيرها من المنشآت.

ويشترط في كافة هذه الحالات التأكد من أن كافة الهياكل والأجزاء المعدنية لكافة التركيبات والآلات والأجهزة المتصلة بشبكة الكهرباء (باستثناء موصلات التيار نفسها) متصلة اتصالاً جيدا بكتلة الأرض. فالأغطية والأجسام والهياكل المعدنية لوحدات الإنارة وغيرها من الأجهزة المعرضة للتماس مع أي خط من خطوط الأطوار، يتعين توصيلها جيداً بكتلة الأرض.

## 2-1 أهمية التأريض

لتوضيح أهمية التأريض الوقائي، أفترض أن تماساً كهربائياً حدث في جهاز كهربائي بين خط الطور (الحار) والجسم المعدني للجهاز، ولم يكن هناك خط أرضي متصل بجسم الجهاز، كما في الشكل (1/أ).في هذه الحال يصبح الجسم المعدني للجهاز مكهرب وفولطيته مساوية لفولطية خط الطور (230) فولط ، وهذا بعكس توقعات البعض لن يؤدي إلى سريان تيار كبير يعمل على تفعيل أجهزة الحماية (القواطع الآلية أو المصهرات) لفصل الجهاز عن المصدر الكهربائي، وهكذا يصبح هذا الجهاز المعطوب بمثابة مصيدة مميتة لأول شخص يلمس الجسم المعدني للجهاز، حيث تكتمل الدارة الكهربائية ومن ثم يسري تيار كهربائي خلال جسمه إلى الأرض ، مما يعرضه لصدمة كهربائية قد تودي بحياته.

أما في حال وجود خط أرضي متصل بجسم الجهاز فإن تيار قصر (شورت) سوف يسري في الدارة لحظة حدوث التماس الكهربائي من الخط الحار عبر جسم الجهاز وإلى الأرض، مما يمنع ارتفاع فولطية جسم الجهاز إلى مستوى خطر، ويؤدي في النهاية إلى تفعيل المصهر أو قاطع التيار الآلي وفصل الجهاز المعطوب عن المصدر الكهربائي، كما في الشكل (1/ب).




الشكل (1): توضيح أهمية التأريض الوقائي.

**ومن أهم مواصفات نظام التأريض الجيد:**

- يجب أن يكون ذو مقاومة منخفضة (أقل من 5 أوم) حسب كودات التأريض المحلية والدولية.
- يجب أن يكون مقاوم للصدأ والتآكل مع الزمن.
- يجب أن يكون قادراً على تبديد تيارات القصر (الشورت) بشكل متكرر.

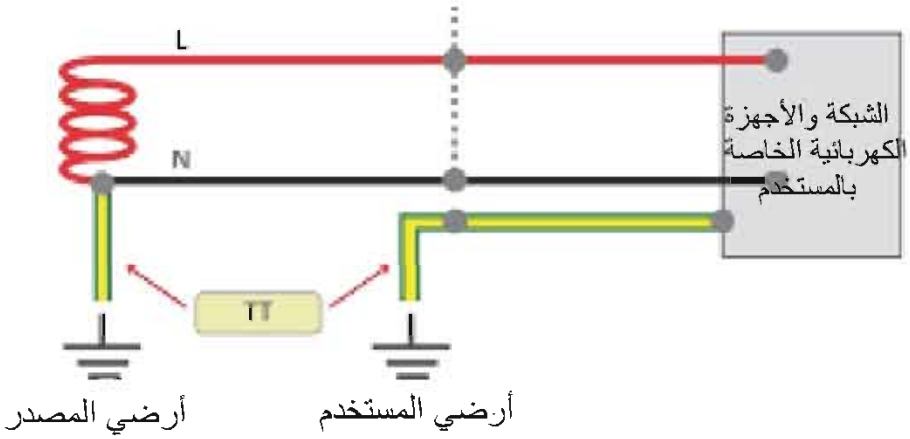
**ويمكن إجمال فوائد نظام التأريض الجيد بما يأتي:**

- حماية الأفراد من خطر الإصابة بالصعقة الكهربائية في حال تكهرب الأجسام المعدنية المكشوفة في الأجهزة والمعدات الكهربائية التي يستخدمونها، نتيجة حدوث عطب كهربائي (انهيار العزل مثلاً).

- ضمان سريان تيار كافٍ لتفعيل أجهزة الوقاية (المصهرات أو القواطع الآلية أو قواطع التسرب الأرضي)، في حال حدوث تماس بين الأجزاء الحاملة للتيار والأجزاء المعدنية غير الحاملة للتيار في الآلات والأجهزة الكهربائية.
- يحول دون وصول فولطيات أجسام الآلات والأجهزة الكهربائية تحت ظروف الأعطال إلى مستويات خطرة.
- يسهم في حماية الآلات والأجهزة الكهربائية من الارتفاعات المفاجئة في فولطية شبكة التغذية (Voltage Surges)، والتي تسببها عادة العواصف البرقية.
- يسهم في استقرار عمل الأنظمة الكهربائية وخصوصاً الأجهزة الإلكترونية الحساسة.
- يسهم في تفريغ الشحنات الكهربائية الساكنة الناتجة من الاحتكاك أو التأثير.

## 3-1 نظام التأريض الكهربائي في المملكة الأردنية الهاشمية.

يوجد أنظمة تأريض عديدة في العالم يناسب كل منها منطقة أو نظام توزيع كهربائي معين، وتهدف جميعها إلى تحقيق سلامة المستخدم واستقرار شبكات الكهرباء مع مراعاة التكاليف ما أمكن. ونظام التأريض المطبق في غالبية شبكات التوزيع الكهربائية العامة في المملكة هو نظام (Terra-Terra) وباختصار (TT)، وهو أكثر أنظمة التأريض أماناً للمستخدم. ويسمى نظام التأريض المباشر، فهناك فصل تام بين نقطة التأريض عند المصدر وبين تأريض المستخدم كما في الشكل (2). وتقوم الأرض بدور الموصل الرابط بين نقطة العطل ومصدر التغذية حيث يعود تيار العطل خلالها وبالتالي فالمستخدم أصبح بعيداً عن مشاكل الشبكة العامة وكذلك مشاكل المستخدمين الآخرين. ولكن هذا بالطبع يستلزم أن يقوم المستخدم بعمل شبكة الأرضي الخاصة به وكذلك تركيب جهاز للوقاية ضد التسريب الأرضي (Earth Leakage Protection).



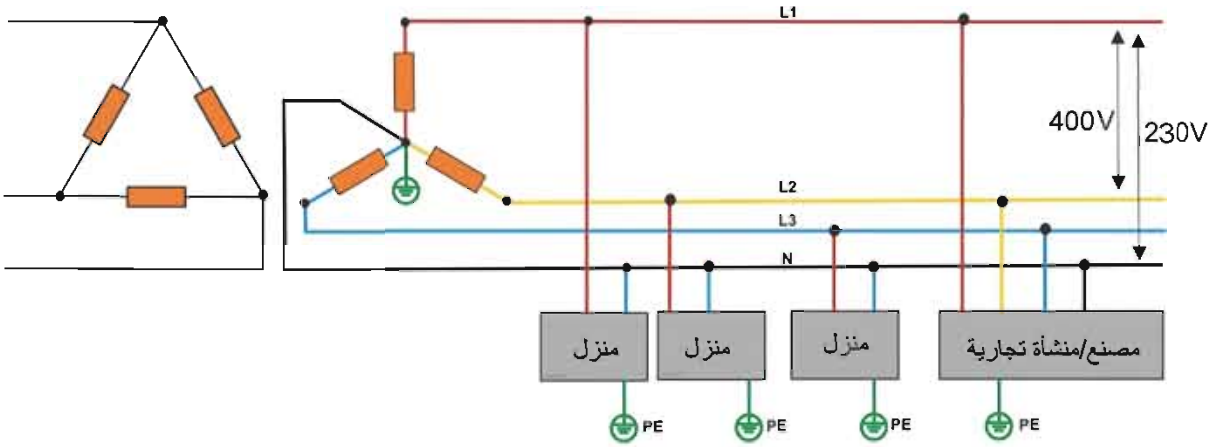

الشكل (2): نظام التأريض (TT).

**نشاط بحثي**

ابحث في صفحات الأنترنت عن نظم التأريض الشائعة في العالم لتأريض الأجسام المعدنية غير الحاملة للتيار عند المستهلك، ثم قم بإعداد عرض بوربوينت مدعم بالصور لعرضه على زملائك المتدربين اثناء الحصص الصفية.

تقوم شركات الكهرباء بتزويد المستهلكين بالتيار الكهربائي المتناوب من خلال نظام ثلاثي الأطوار – أربعة أسلاك. حيث توصل ملفات محول التوزيع ثلاثي الأطوار بطريقة (دلتا – نجمة)، وهذا يعني إن الملفات الابتدائية توصل بطريقة دلتا، بينما توصل الملفات الثانوية بطريقة نجمة – أربعة أسلاك، ويتم تأريض نقطة النجمة (الحيادي او النيوترل) في محول التوزيع كما هو مبين في الشكل (3). وتغذى الأحمال أحادية الطور مثل المساكن بفولطية الطور 230 فولط بوساطة خطين وهما الخط المحايد (N) وأحد خطوط الأطوار الثلاثة (L1، L2،L3 ). وتغذى الأحمال ثلاثية الأطوار مثل المصانع من خلال أربعة خطوط وهي الخط المحايد (N) وخطوط الأطوار الثلاثة (L1، L2،L3 )، على اعتبار أنها تحوي مزيج من الأحمال أحادية الطور (مصابيح إنارة وسخانات.....) وأحمال ثلاثية الأطوار (محركات ثلاثية الأطوار).

وفق نظام التأريض (TT) تقوم شركات التوزيع في المملكة أيضاً باستخدام موصل تأريض إضافي يربط أجسام أعمدة التوزيع كافة وينتهي بشبكة تأريض محطة التحويل المغذية، ويعزز هذا الموصل بوتد تأريض لكل عمود من خمسة من أعمدة الشبكة ولكل عمود تفرع.




الشكل(3): نظام توزيع الطاقة الكهربائية ثلاثي الأطوار(4) أسلاك.

## 4-1 المقاومة النوعية للتربة

يتكون نظام التأريض في المنشآت السكنية والصناعية من الأجزاء الرئيسة الآتية:

- **الأرض:** ويقصد بها التربة التي يغرس فيها مكهر (قطب) التأريض.
- **مكهر (قطب) التأريض:** هو وسيلة التأريض التي تؤمن وصل نظام التأريض في المبنى بكتلة الأرض. ويسمح باستخدام القضبان أو الشرائط أو الصفائح النحاسية كوسيلة للتوصيل مع الأرض.
- **الموصلات:** وهي مجموعة الأسلاك الكهربائية المستخدمة في ربط أجزاء النظام ببعضها البعض.

وسوف تتعرف على أجزاء نظام التأريض بالتفصيل لاحقاً.

من شروط نظام التأريض الجيد أن تكون مقاومته أقل ما يمكن وتتراوح عادة بين (1 – 5) أوم، وتلعب المقاومة النوعية للتربة المحيطة بوسيلة التأريض دوراً مهما في تحديد قيمة المقاومة الكلية لنظام التأريض، وتعرف المقاومة النوعية للتربة بأنها مقاومة مكعب من التربة طول ضلعه واحد متر، ووحدة قياسها هي أوم/متر. وتعتمد قيمة المقاومة النوعية للتربة على العوامل التالية:

- نوع التربة: تختلف المقاومة النوعية للتربة حسب نوعها، فعلى سبيل المثال المقاومة النوعية للتربة الطينية أقل من المقاومة النوعية للتربة الرملية، ويبين الجدول(1) المقاومة النوعية لأنواع مختلفة من التربة.
- الرطوبة: تقل المقاومة النوعية للتربة إذا زادت نسبة الرطوبة فيها. ولهذا السبب ينصح بوضع مكهرات التأريض على أعماق كبيرة تكون فيه الرطوبة موجودة طوال العام بحيث لا تختلف المقاومة النوعية للتربة كثيرًا من فصل إلى آخر.
- درجة الحرارة: درجة الحرارة لها أيضًا تأثير المقاومة النوعية للتربة، ولكن تأثيرها يصبح ملموساً عند درجة التجمد حيث ترتفع المقاومة النوعية للتربة بشكل ملموس.
- احتواء التربة على الأملاح: يؤدي احتواء التربة على الأملاح إلى تخفيض مقاومتها النوعية.
- حجم حبيبات التربة وكذلك توزيعها وتراصها تعد عوامل ذات تأثير على مقاومتها.

الجدول (1): المقاومة النوعية للأنواع المختلفة من التربة.

| نوع التربة | المقاومة النوعية للتربة (ρ) (أوم. متر) |
|---|---|
| تربة مغمورة بالمياه (مستنقعية) | 30 |
| تربة طينية، وتربة طفالية، وتربة زراعية | 100 |
| رمل رطب مخلوط مع صلصال. | 150 |
| تربة رملية رطبة. | 300 |
| باطون بنسبة (1:5). | 400 |
| تربة مع حصى رطبة | 500 |
| تربة رملية جافة | 1000 |
| تربة مع حصى جافة. | 1000 |
| تربة مليئة بالحجارة | 3000 |
| تربة صخرية. | 7(10) |

## 5-1 قياس المقاومة النوعية للتربة

الخطوة الأولى في تصميم نظام التأريض للمنشآت السكنية والصناعية هي قياس المقاومة النوعية للتربة في الموقع المقترح لغرس وسيلة التأريض، حيث يساعد ذلك فيما يلي:

- تحديد أفضل موقع لوضع وسيلة التأريض فيه.
- تحديد نوع وسيلة التأريض المناسبة من حيث الشكل والعدد.
- تحديد العمق الذي يجب أن توضع وسيلة التأريض فيه.
- اتخاذ قرار بشأن معالجة التربة بهدف تقليل مقاومتها النوعية.

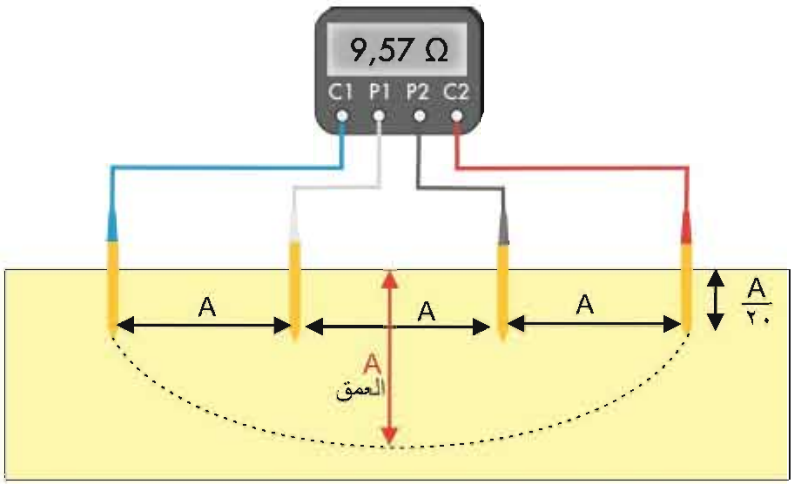
وتستخدم عادة طريقة النقاط أو الأقطاب الأربع لقياس مقاومة التربة، والتي ابتكرها العالم الامريكي (الدكتور فرانك وينر) في عام 1915. وفي هذه الطريقة يتم استخدام جهاز قياس مقاومة التربة وملحقاته، وهي أربعة مجسات مساعدة (قضبان) طول كل منها (60) سم تقريباً، وأربعة كبلات مرنة، أطوالها مناسبة لمسافات الاختبار، كما في الشكل (4).

ومبدأ عمل جهاز قياس مقاومة التربة بطريقة المجسات الأربع بسيط، ويتمثل باستخدام مجسين مساعدين لتمرير تيار متناوب (نبضات مربعة) معروف القيمة في طبقة التربة المراد قياس مقاومتها، ومن ثم استخدام مجسين مساعدين أخرين لقياس هبوط الفولطية المتولد في طبقة التربة نتيجة مرور هذا التيار وتسجيل قيمته، ومن ثم يقوم الجهاز بحساب قيمة مقاومة التربة باستخدام قانون أوم (المقاومة=الفولطية/التيار).

الشكل(4): جهاز قياس مقاومة التربة بطريقة النقاط الأربعة.

وتتم عملية قياس مقاومة طبقة التربة من سطح التربة إلى العمق (A) سم، كما هو مبين في الشكل (5) على النحو الآتي:

- إغرس المجسات المساعدة الأربعة في التربة في خط مستقيم، بحيث تكون على مسافة واحدة من بعضها البعض، وتكون هذه المسافة مساوية لعمق طبقة التربة المراد قياس مقاومتها، أي (A) سم. ويجب غرس المجسات على عمق لا يزيد عن واحد على عشرين (20/1) من المسافة الأفقية بين المكاره، أي (20/A)، وذلك للحصول على نتائج دقيقة عند حساب المقاومة النوعية للتربة.




الشكل (5): طريقة النقاط الأربعة لقياس مقاومة التربة ومقاومتها النوعية.

- صل المجسين المساعدين الخارجيين بطرفي التيار (C1) و (C2) في جهاز قياس مقاومة التربة:
- صل المجسين المساعدين الخارجيين بطرفي الفولطية (P1) و (P2) في جهاز قياس مقاومة التربة.
- عند الضغط على زر بدء الاختباري جهاز قياس مقاومة التربة، يقوم الجهاز كما ذكرنا سابقاً بتمرير تيار في طبقة التربة، وتسجيل قيمة هبوط الفولطية المتولد عبرها، ومن ثم حساب قيمة مقاومة طبقة التربة باستخدام قانون أوم وعرضه على شاشته.
- بعد الحصول على قيمة مقاومة التربة بالأوم من الجهاز، احسب قيمة متوسط المقاومة النوعية للتربة (أوم. متر) باستخدام المعادلة التالية:

$$\rho = 2\times \pi\times A \times R$$

حيث أن:

$\rho$= متوسط المقاومة النوعية لطبقة التربة بالأوم. متر.
$\pi$ =النسبة التقريبية وتساوي (3.14).
A= المسافة بين المجسات (عمق طبقة التربة)
R=قيمة مقاومة طبقة التربة بالأوم التي تم الحصول عليها من جهاز القياس.

**مثال:** إفرض أنك قررت استخدام مكهر تأريض طوله (3) متر. لقياس مقاومة التربة إلى عمق (3) متر أغرس مجسات جهاز القياس المساعدة بحيث تكون على مسافة (3) متر من بعضها البعض، وافرض أن قيمة المقاومة التي سجلها جهاز القياس تساوي (100) أوم. وفي هذه الحال تكون:

**A= 3 متر**
**R=100 أوم**
وبالتالي متوسط المقاومة النوعية للتربة يساوي:

$$\rho = 2 \times \pi \times A \times R$$

$$100 \times 3 \times 3.14 \times 2 =$$

= 1884 أوم. متر

بزيادة المسافة الأفقية بين المجسات (A)، يمكن قياس متوسط المقاومة النوعية للتربة إلى أعماق أكبر، فإذا تبين من القياسات ان قيمة متوسط المقاومة النوعية للتربة تنخفض كلما ازداد العمق، ينصح في هذا الحال باستخدام مكهر تأريض أطول. أما إذا تبين أن متوسط المقاومة النوعية للتربة لا ينخفض بشكل ملموس كلما ازداد العمق، فينصح في هذه الحال باستخدام مكهر شريطي.

## 6-1 التقييم الذاتي

1- أجب عن الأسئلة المدرجة أدناه.
2- إذا كنت غير قادر على إجابة أي من أسئلة التقييم ارجع إلى المعلومات النظرية أو استشر مدربك إن كان ذلك ضروريًا.

## الاســـئلة

**السؤال الأول: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة مما يلي**

1. **مقاومة نظام التأريض الجيد حسب كودات التأريض المحلية والدولية تساوي:**
   أ) أقل من 20 اوم.
   ب) أقل من 15 اوم
   ج) أقل من 10 اوم
   د) أقل من 5 اوم
2. **في نظام التأريض المباشر (TT) المطبق في الأردن، يستلزم أن يقوم المستخدم بـ**
   أ) عمل شبكة الأرضي الخاصة به، وكذلك تركيب لوحة توزيع فرعية.
   ب) عمل شبكة الأرضي الخاصة به وكذلك تركيب جهاز للوقاية ضد التسريب الأرضي
   ج) عمل شبكة الأرضي الخاصة به وكذلك تركيب قواطع حماية آلية،
   د) تركيب موصلات تأريض رئيسة وموصلات ربط.
3. **تقوم شركات الكهرباء بتزويد المستهلكين بالتيار الكهربائي المتناوب من خلال:**
   أ) نظام ثلاثي الأطوار – أربعة أسلاك.
   ب) نظام ثلاثي الأطوار – ثلاثة أسلاك.
   ج) نظام أحادي الطور – أربعة أسلاك.
   د) نظام أحادي الطور – سلكين.
4. **يتكون نظام التأريض في المنشآت السكنية والصناعية من الأجزاء الرئيسة الآتية:**
   أ) مكهر التأريض، وموصلات التأريض
   ب) مكهر التأريض، وقاطع الحماية من التسرب الأرضي
   ج) الأرض، مكهر التأريض، وموصلات التأريض
   د) مكهر التأريض، وموصلات التأريض، وقاطع الحماية من التسرب الأرضي.
5. **وحدة قياس المقاومة النوعية للتربة هي :**
   أ) الأوم
   ب) الأوم/متر مكعب
   ج) الأوم/متر مربع
   د) الأوم/متر
6. **يؤدي تجمد التربة إلى :**
   أ) ارتفاع مقاومتها النوعية بشكل ملموس.
   ب) انخفاض مقاومتها النوعية بشكل طفيف.
   ج) انخفاض مقاومتها النوعية بشكل ملموس
   د) تجمد التربة ليس له أي تأثير على المقاومة النوعية للتربة

**السؤال الثاني**

ضع علامة صح (✓) أمام العبارة الصحيحة، وعلامة خطأ (×) أمام العبارة الخاطئة فيما يأتي:

| | | |
|---|---|---|
| 1 | التأريض هو الربط الكهربائي المتعمد مع كتلة الأرض للهياكل والأجزاء المعدنية من الآلات والأجهزة الكهربائية بهدف وقاية الأشخاص الذين يستخدمونها من خطر الإصابة بالصعقة الكهربائية، أو تخفيف أثرها. | ( ) |
| 2 | تعتبر الكرة الأرضية بأنها كتلة هائلة جدا لا تحمل فولطية كهربائية أي أن فولطيتها تساوي صفراً. | ( ) |
| 3 | المقاومة النوعية للتربة الطينية أكبر من المقاومة النوعية للتربة الرملية. | ( ) |
| 4 | ترتفع المقاومة النوعية للتربة إذا زادت نسبة الرطوبة فيها. | ( ) |
| 5 | الانخفاض الكبير في درجة الحرارة الذي يؤدي إلى تجمد التربة، يعمل على زيادة المقاومة النوعية للتربة. | ( ) |
| 6 | يؤدي احتواء التربة على الأملاح إلى زيادة مقاومتها النوعية. | ( ) |
| 7 | نظام التأريض المطبق في غالبية شبكات التوزيع الكهربائية العامة في المملكة الأردنية الهاشمية هو نظام (TT). | ( ) |
| 8 | يعتمد نظام التأريض المطبق في المملكة الأردنية الهاشمية على الربط المباشر لنقطة الحيادي (النجمة) في محول التوزيع مع الأرض، مع تزويد المستهلكين بموصل حيادي (نيوترل) فقط. ويكون لكل مستهلك (منشأة) شبكة تأريض خاصة به. | ( ) |
| 9 | من أهم فوائد نظام التأريض ضمان سريان تيار كافٍ لتفعيل أجهزة الوقاية (المصهرات أو القواطع الآلية أو قواطع التسرب الأرضي)، في حال حدوث تماس بين الأجزاء الحاملة للتيار والأجزاء المعدنية غير الحاملة للتيار في الآلات والأجهزة الكهربائية. | ( ) |

## 7-1 التمارين العملية

### • إجراءات السلامة والصحة المهنية عند تطبيق تمارين هذه البطاقة

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

- تقيد بلباس التدريب داخل الورشة والتزم بمتطلبات السلامة الأخرى مثل: الحذاء المناسب لحماية القدمين، والقفازات الواقية لحماية اليدين، والنظارات الواقية لحماية العينين.
- تأكد من صلاحية العدد والأدوات قبل استخدامها.
- المحافظة على الأجهزة والأدوات واستخدامها وصيانتها بحسب تعليمات الشركة الصانعة.
- التقيد بإجراءات السلامة عند استخدام أدوات الحفر
- احترام قواعد العلاقات البينية والعمل كعضو ضمن فريق في بيئة العمل.

| رقم التمرين: (1) | الزمن المخصص للتمرين |
|---|---|
| **اسم التمرين: قياس المقاومة النوعية للتربة بطريقة النقاط (الأقطاب) الأربعة لتحديد ملاءمتها.** | 5 ساعات |

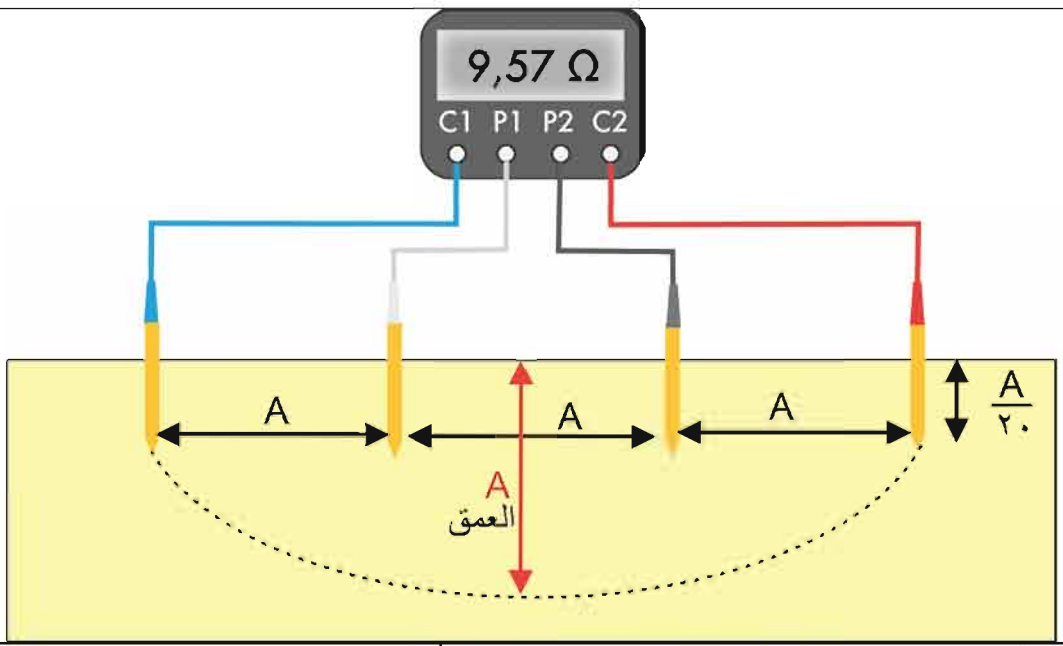
• **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تصبح قادرا على أن تقيس المقاومة النوعية للتربة بطريقة النقاط (الأقطاب) الأربعة لتحديد ملاءمتها.

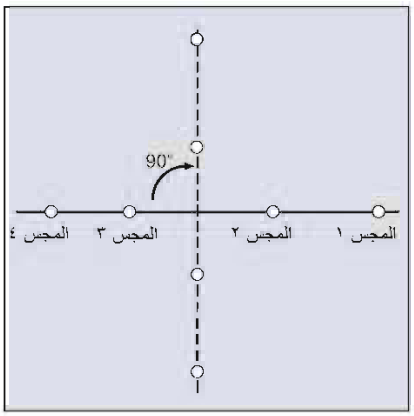
• **الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء**

| | الأدوات والتجهيزات والمواد | العدد | المواصفات |
|---|---|---|---|
| 1 | جهاز قياس مقاومة التربة وملحقاته. | 1 | |
| 2 | مجسات (أوتاد) طول كل منها (60) سم تقريباً، | 4 | ملحقات جهاز القياس |
| 3 | كبلات مرنة. | 4 | ملحقات جهاز القياس |
| 4 | صندوق عدة | 1 | |
| 5 | شريط قياس | 1 | |

• **خطوات العمل**

| | خطوات العمل والنقاط الحاكمة | الرسوم التوضيحية |
|---|---|---|
| 1 | حضر التجهيزات والأدوات والمواد اللازمة لقياس المقاومة النوعية للتربة بطريقة النقاط الأربعة | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| 2 | غقرأ دليل استخدام جهاز قياس مقاومة التربة الذي لديك، وتعرف على أجزائه وتقيد بالتعليمات الواردة في هذا الدليل في قياس مقاومة التربة ومقاومتها النوعية. أما خطوات القياس التالية فهي خطوات عامة تم وضعها بهدف التوضيح فقط. | |
| 3 | حدد النقطة المقترح غرس مكهر التأريض عندها وطول مكهر التأريض (العمق). | |
| 4 | اغرس المجسات المساعدة الأربعة في التربة على جانبي النقطة التي تم تحديدها في الخطوة السابقة وذلك على النحو الآتي:<br>• اغرس المجسات المساعدة الأربعة في التربة في خط مستقيم، بحيث تكون على مسافة واحدة من بعضها البعض، وتكون هذه المسافة مساوية لعمق طبقة التربة المراد قياس مقاومتها، أي (A) سم، كما في الشكل أدناه.<br>• اغرس المجسات على عمق لا يزيد عن واحد على عشرين (20/1) من المسافة الأفقية بين المجسات، أي (20/A)، وذلك للحصول على نتائج دقيقة عند حساب المقاومة النوعية للتربة. | |
| |  | |
| 5 | صل المجسين الخارجيين بطرفي التيار (C1) و (C2) | |

| | | |
|---|---|---|
| | في جهاز قياس مقاومة التربة | |
| 6 | صل المجسين الداخليين بطرفي الفولطية (P1) و (P2) في جهاز قياس مقاومة التربة. | |
| 7 | اضغط على زر بدء الاختبار في جهاز قياس مقاومة التربة. مع العلم أن الجهاز سوف يقوم بتمرير تيار كهربائي في طبقة التربة، وتسجيل قيمة هبوط الفولطية المتولد عبرها، ومن ثم حساب قيمة مقاومة طبقة التربة باستخدام قانون أوم وعرضه على شاشته. | |
| 8 | سجل قيمة مقاومة التربة إلى العمق (A) التي أظهرها الجهاز، وحفظها في ذاكرة جهاز القياس إذا كان ذلك ممكناً. | |
| 9 | أزح المجسات حول محورها بزاوية 90 درجة، كما في الشكل المجاور، ثم كرر عملية القياس وذلك لتفادي الحصول على قياسات مشوهة نتيجة وجود قطع معدنية في التربة. |  |
| 10 | بعد الحصول على قيمة مقاومة التربة بالأوم من الجهاز، احسب قيمة متوسط المقاومة النوعية للتربة (أوم. متر) باستخدام المعادلة التالية:<br>$\rho = 2 \times \pi \times A \times R$<br>حيث أن:<br>$\rho$ = متوسط المقاومة النوعية لطبقة التربة بالأوم. متر.<br>$\pi$ =النسبة التقريبية وتساوي 3.14.<br>A= المسافة بين المجسات (عمق طبقة التربة)<br>R=قيمة مقاومة طبقة التربة بالأوم التي تم الحصول عليها من جهاز القياس. | |
| 11 | قم بزيادة المسافة الأفقية بين المجسات المساعدة (A) ، وذلك لقياس متوسط المقاومة النوعية للتربة إلى أعماق أكبر. | |
| 12 | بناء على النتائج التي حصلت عليها حدد وسيلة التأريض الأنسب لهذه التربة، وعمقها، وإذا ما كانت التربة بحاجة لمعالجة أم لا. | |

## تمارين الممارسة العملية

نفذ التمرين الآتي بطريقة العمل الجماعي، أو حسب إرشادات المدرب

| رقم التمرين: (1) | الزمن المخصص للتمرين |
|---|---|
| **اسم التمرين: قياس المقاومة النوعية للتربة بطريقة النقاط (الأقطاب) الأربعة لتحديد ملاءمتها.** | 5 ساعات |

- **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تصبح قادرا على أن **تقيس المقاومة النوعية للتربة بطريقة النقاط (الأقطاب) الأربعة لتحديد ملاءمتها.**

- **الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء**

| | الأدوات والتجهيزات والمواد | العدد | المواصفات |
|---|---|---|---|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |

- **خطوات العمل**

| | خطوات العمل والنقاط الحاكمة | الرسوم التوضيحية |
|---|---|---|
| 1 | جهز المواد والعدد والأدوات اللازمة لتنفيذ العمل، وتأكد من صلاحيتها قبل الاستعمال. | |
| 2 | | |
| **3** | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |
| 16 | | |
| 17 | | |
| 18 | | |
| 19 | | |
| 20 | | |
| 21 | | |
| 22 | اجمع العدة، ونظف مكان العمل. | |

## هدف التعلم الثاني:

عند الانتهاء من تنفيذك أنشطة التعلم أدناه عليك أن تصبح قادرا على أن توصل شبكة التأريض للتمديدات الكهربائية المنزلية.

| أنشطة التعلم | المصادر |
|---|---|
| المادة التعلمية | الوحدة التدريبية |
| تنفيذ التمارين العملية | المشغل/ بإشراف المدرب |
| زيارة المواقع الإلكترونية | Design and installation earthing system<br>https://www.youtube.com/watch?v=OTkgIvin-U0 |
| التدريب الميداني | |

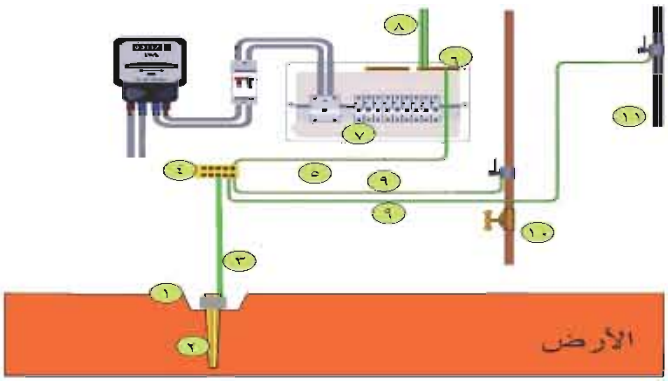
## 3- شبكة التأريض المنزلية

تعلمت فيما سبق أن نظام التأريض المطبق في غالبية شبكات التوزيع الكهربائية العامة في الأردن هو نظام (TT)، والذي يعتمد على الربط المباشر لنقطة الحيادي (النجمة) في محول التوزيع، مع تزويد المستهلكين بموصل حيادي (نيوترل) بالإضافة موصل الطور في نظام التغذية أحادي الطور، أو موصلات الأطوار الثلاث في نظام التغذية ثلاثي الأطوار. ويكون لكل مستهلك (منشأة) شبكة تأريض خاصة به، مما يضمن له عدم التأثر بأعطال الشبكة العامة أو المجاورين. وسوف تتعرف في الفقرات التالية على مكونات شبكة التأريض الخاصة بالمستهلك وطريقة تجهيزها.

### 1-2 مكونات شبكة التأريض المنزلية.

يبين الشكل (6) الأجزاء الرئيسة لشبكة التأريض المستخدمة في المنازل، وهي:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1- حفرة التأريض. | 4-جسر التأريض الرئيس. | 7-لوحة التوزيع الفرعية | 10-مواسير المياه المعدنية |
| 2- وسيلة التأريض. | 5-موصل الوقاية الرئيس. | 8-موصلات الوقاية للأحمال الكهربائية | 11-أنابيب شبكة الغاز النحاسية. |
| 3-موصل التأريض الرئيس. | 6-جسر موصلات الوقاية. | 9-موصلات تساوي الفولطية | |



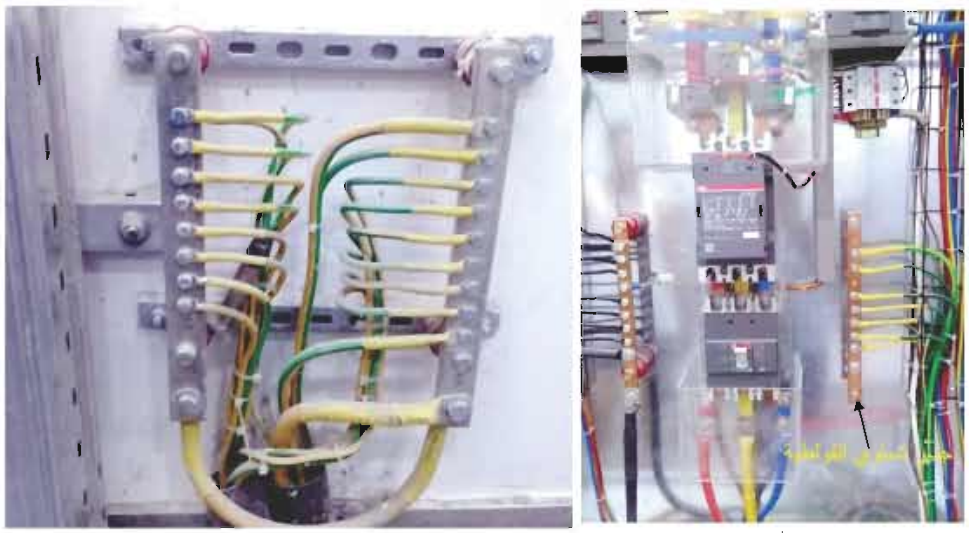

الشكل (6): أجزاء شبكة التأريض في المنزلية.

- **حفرة التأريض** (Earth Pit): هي مجموعة من الأقطاب أو المكاهر (Electrodes) التي تدفن أو تغرس في الأرض بحيث توفر تماسا جيدا وبأقل مقاومة ممكنة مع التربة المحيطة بها، وبذلك تشكل وساطة الاتصال بين أجزاء الشبكة الأرضية الأخرى وكتلة الأرض. ويسمح باستخدام الأقطاب القضيبية أو الشرائط أو الصفائح النحاسية كوسيلة للتوصيل مع الأرض، وسوف تتعرف عليها بالتفصيل لاحقاً.
- **موصل التأريض الرئيس:** هو موصل نحاسي يربط بين مكهر التأريض وجسر التأريض الرئيس النحاسي (جسرتساوي الفولطية) داخل لوحة التوزيع الرئيسة. ويستخدم عادة موصل دائري أو شريط نحاسي معزول أو غير معزول يتم تمديده داخل ماسورة لحمايته من الصدمات الميكانيكية والتآكل. ويجب أن تتناسب مساحة مقطع موصل التأريض الرئيس مع الحمل الكهربائي للمبنى. ويتم اختيار مساحة مقاطع موصلات التأريض الرئيسة والوقائية حسب الجدول (2) أدناه، والذي يبين مساحة مقطع سلك التأريض بدلالة مساحة مقطع سلك الطور في الدارة المراد حمايتها.

الجدول (2): مساحة مقطع سلك التأريض بدلالة مساحة مقطع سلك الطور في الدارة.

| مساحة مقطع سلك الطور مم2 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 10 | 35-16 | 50 | 70 | 90 | 120 | 150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مساحة مقطع سلك التأريض مم2 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 10 | 16 | 25 | 35 | 50 | 70 | 70 |

- **جسر التأريض الرئيس:** هو عبارة عن جسر نحاسي يثبت عادة داخل لوحة التوزيع الرئيسة كما في الشكل (7/أ) أو في صندوق منفصل بالقرب منها كما في الشكل (7/ب). ويجب أن يحتوي على عدد من البراغي يناسب عدد الموصلات القادمة إليه. ولا يسمح بربط أكثر من موصل على البرغي ذاته بل يخصص برغي خاص لكل موصل.



(أ) جسر تساوي الفولطية في لوحة التوزيع (ب) جسر تساوي الفولطية في صندوق منفصل

الشكل (7): جسر التأريض الرئيس (جسر تساوي الفولطية).

- **موصل التأريض الوقائي الرئيس:** وهو موصل نحاسي يربط بين جسر التأريض الرئيس داخل لوحة التوزيع الرئيسة وجسر التأريض الوقائي في لوحة التوزيع الفرعية. ويستخدم عادة موصل دائري معزول لون عازله أخضر مرقط بالأصفر، ويتم اختياره حسب الجدول (2). ويتم تمديده داخل ماسورة لحمايته من الصدمات الميكانيكية والتآكل.
- **جسر التأريض الوقائي:** هو عبارة عن جسر نحاسي يثبت داخل لوحة التوزيع الفرعية كما في الشكل (8)، ويوجد على هذا الجسر عدة فتحات توصيل تستخدم في توصيل موصلات الوقاية للأحمال الكهربائية المختلفة داخل المنزل.

الشكل (8): جسر التأريض الوقائي في لوحة التوزيع الفرعية.

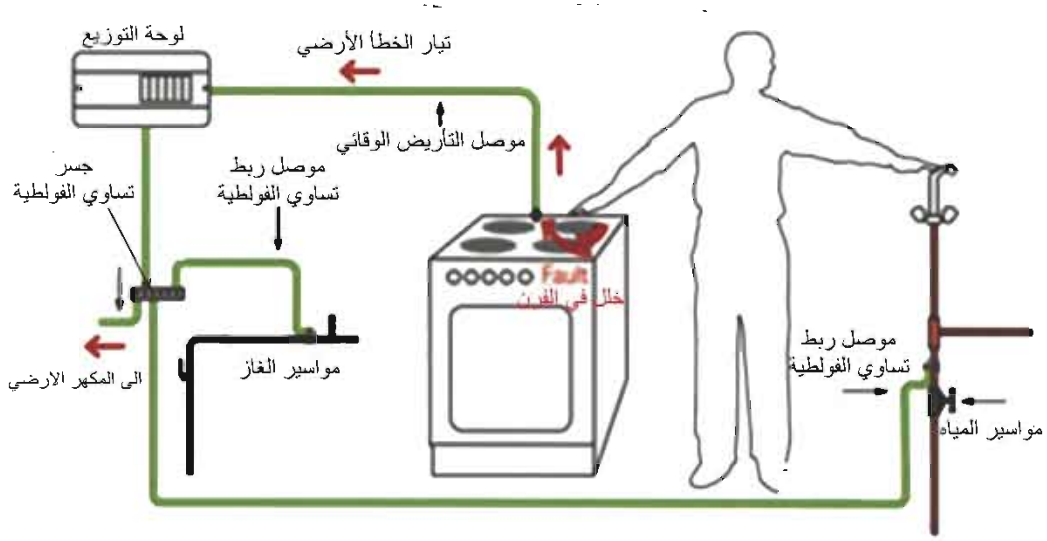
- **موصلات التأريض الوقائي:** هي موصلات نحاسية لون عوازلها أخضر مرقط بالأصفر، تصل بين جسر موصلات الوقاية في لوحة التوزيع الفرعية والأجزاء المعدنية غير الحاملة للتيار في الأجهزة والدارات الكهربائية في المنزل المراد حمايتها. ومساحة مقاطع موصلات التأريض الوقائي المستخدمة في المنازل، وهي عادة: (1.5) مم2 لدارات الإنارة، و (2.5) مم2 لدارات مقابس القدرة العادية، و (4) مم2 للأحمال التي يتم تغذيتها بموصلات مساحة مقاطعها (4) مم2.
- **موصلات ربط تساوي الفولطية:** موصلات نحاسية تربط كافة الأجسام المعدنية في المبنى التي ليس لها علاقة مباشرة بشبكة الكهرباء مع جسر تساوي الفولطية النحاسي في لوحة التوزيع الرئيسة كحماية من الصدمات الكهربائية مثل: مواسير المياه المعدنية، ومواسير الغاز المعدنية، ومواسير التدفئة والتبريد المعدنية، والحواجز المعدنية. وعند ربط هذه الأجسام يجب استخدام المرابط المناسبة لها من حيث الشكل والمادة المخصصة لأعمال التأريض، كما في الشكل (9). وحسب تعليمات كودة التأريض الأرنية يجب ألا تقل مساحة مقطع كل من موصلات لربط تساوي الفولطية الرئيسة عن نصف مساحة مقطع موصل التأريض للتركيبات الكهربائية وبحد أدنى مقداره (6) مم2.

(أ) ربط مواسير المياه المعدنية (ب) ربط مواسير الغاز

الشكل (9): مرابط تأريض مواسير المياه والغاز.

والجدير بالذكر، أن الهدف من ربط تساوي الفولطية هو إنشاء منطقة تساوي فولطية في كافة ارجاء غرف المبنى، بحيث في حال حدوث عطل تكون كافة الأجسام المعدنية المتجاورة عند نفس مستوى الفولطية، وهكذا تنعدم احتمالية أن يكون أي شخص ملامس لجسمين بينهما اختلاف كبير في مستوى الفولطية لحظة حدوث العطل، وبالتالي لن يسري التيار الكهربائي عبر جسمه، مع العلم ان من شروط سريان التيار الكهرباء بين اي نقطتين وجود فرق في الفولطية بينهما.

ويمكن توضيح مبدأ عمل نظام ربط تساوي الفولطية أكثر. بالاستعانة بالشكل (10). لحظة حدوث العطل في الفرن الكهربائي، كان الرجل في الشكل يلمس جسم الفرن المكهرب بيده اليمنى، ويلمس صنبور المياه بيده اليسرى، ولكن بفعل موصل ربط تساوي الفولطية الذي يربط مواسير المياه مع جسر تساوي الفولطية، تكون فولطية صنبور المياه مساوية لفولطية جسم الفرن في جميع الأوقات، وهكذا لن يسري تيار كهربائي من يد الرجل اليمنى إلى يده اليسرى عبر صدره.




الشكل (10): توضيح مبدأ عمل نظام ربط تساوي الفولطية.

## 2-2 اختيار موقع حفرة التأريض

الخطوة الأولى في تصميم إنشاء نظام التأريض للمنشآت السكنية والصناعية هي اختيار الموقع المناسب لحفرة التأريض، ويمكن اتباع الإرشادات العامة الواردة بهذا الخصوص في كودة التأريض الأردنية، وهي:

- عندما يكون هناك مجال لاختيار الموقع، تكون الأولوية في الاختيار حسب الترتيب على النحو الآتي:
  - التربة المستنقعية المبللة.
  - التربة الطينية، التربة الطفالية، التربة الصالحة لزراعة، والتربة الطفالية المخلوطة بكميات قليلة من الرمل
  - .تربة من الطين والطفال مخلوطة بنسب متفاوتة من الرمل والحصى والحجارة
  - تربة من الرمل الرطب، تربة من الرمل المبلل، تربة تحتوي على نباتات متحللة.
- يجب تجنب الرمل الجاف والحصى والطباشير والحجر الجيري والغرانيت وأي تربة ذات حجارة كثيرة وجميع الأماكن التي تكون الصخور فيها قريبة من السطح.
- تجنب اختيار موقع لا يكون بطبيعته مصرفاً جيداً للماء .كما أن الموضع المبتل بالماء ليس ضروريا ما لم تكن التربة رملا أو حصى، حيث لا فائدة بشكل عام من زيادة نسبة الرطوبة في التربة إلى أكثر من (20) بالمائة .ويجب تجنب الموقع الذي يبقى رطبا نتيجة انسياب الماء فوقه ( أرضية جدول ماء) لأن الأملاح اللازمة لتخفيض المقاومة النوعية للتربة قد تزاح منها كلياً.
- يجب وضع مكهرات الألواح في تربة ذات تكوين ناعم ترش بالماء وتدك حتى تتماسك بشكل معقول .وإذا أمكن، يجب تنخيل التربة وتكسير الكتل وإزالة الحجارة في المنطقة المجاورة مباشرة للمكهر.
- يجب الاستفادة قدر الإمكان من الأملاح الطبيعية الموجودة في التربة والناجمة من تأثير البكتريا على الخضراوات والمواد المتعفنة .كما أن مقاومة التربة الي تنمو فيها الخضراوات تكون أدنى من مقاومة التربة نفسها عند غياب الخضروات عنها.

## 3-2 التأريض باستخدام مكاهر (قضبان) التأريض

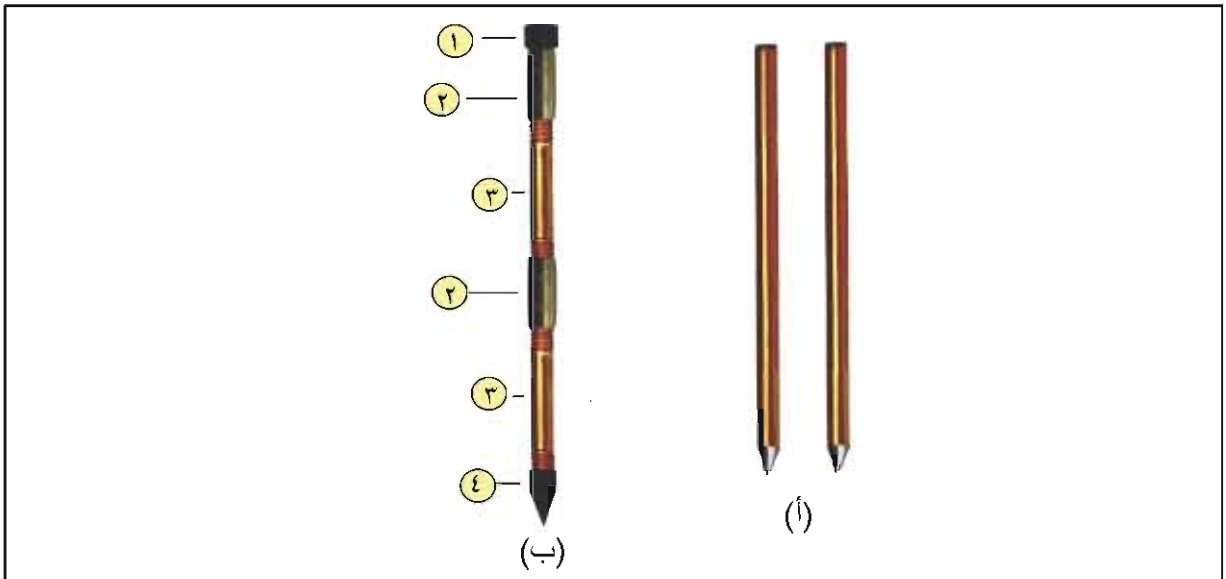
هو من أكثر وسائل التأريض انتشاراً وأرخصها ثمنا.

### أ. مكاهر التأريض القضيبية

تصنع قضبان التأريض من النحاس أو الفولاذ المطلي كهربائياً بطبقة من النحاس سمكها حوالي 0.25 مم. القضبان النحاسية هي الأفضل من الناحية الكهربائية، ولكنها مرتفعة الثمن، ولا تصلح للدق بعمق في الأرض القاسية بسبب احتمال الانحناء. أما القضبان الفولاذية المطلية بالنحاس فهي أقل تكلفة وأكثر متانة، ويوجد منها أكثر من نوع، وينصح باستخدام النوع الذي يحتوي على طبقة من النيكل تحت طبقة

النحاس (copper bonded earth rod)، حيث يضمن ذلك عدم انزلاق أو تصدع طبقة النحاس عند دق القضيب في الأرض.

تتوفر قضاب التأريض في الأسواق المحلية بطول (120) سم وبقطر 16 مم أو20 مم. كما تتوفر ايضاً قضبان تأريض مقطعية قابلة للتجميع مع بعضها للحصول على الطول المطلوب، حيث تكون هذا القضبان مسننة الطرفين وتوصل ببعضها بوساطة جلبات وصل مسننة من نفس المعدن، كما في الأشكال (2/11 و3). ولتسهيل عملية دق قضبان التأريض في التربة دون إتلافها، توفر الشركات المصنعة لقضبان التأريض رأس طرق فولاذي مسنن يركب على الطرف العلوي للقضيب، كما في الشكل (1/11). كما توفر رأس ثقب فولاذي مدبب يركب على الطرف السفلي لقضيب التأريض، كما في الشكل




| | | |
|---|---|---|
| أ-قضيب تأريض عادي | 1-رأس طرق فولاذي | 3-قضيب مسنن الطرفين. |
| ب-قضيب تأريض مقطعي مجمع | 2-جلبة وصل مسننة | 4-راس ثقب فولاذي |

(4/11).

الشكل (11): قضبان التأريض.

### ب. طريقة غرس قضيب التأريض

يتم عادة حفر حفرة بعمق (20-30) سم من سطح التربة، ثم يدق فيها قضيب التأريض في الأرض بشكل عمودي، وذلك باستخدام المطارق اليدوية أو الآلية (الكهربائية أو الهوائية أو الهيدرولية)، كما يوضح الشكل (12). وبعد الانتهاء من عملية دق القضيب تقاس مقاومته باستخدام جهاز قياس مقاومة التأريض، فإذا تبين أن مقاومه قضيب التأريض تقع ضمن الحدود المسموح بها، يشرع في إنشاء غرفة تفتيش أو تركيب غرفة تفتيش جاهزة من الباطون أو البلاستيك حول طرف القضيب البارز لحمايته من الصدمات الميكانيكية والعوامل الجوية. أما إذا تبين أن مقاومه قضيب التأريض لا تقع ضمن الحدود المسموح بها،

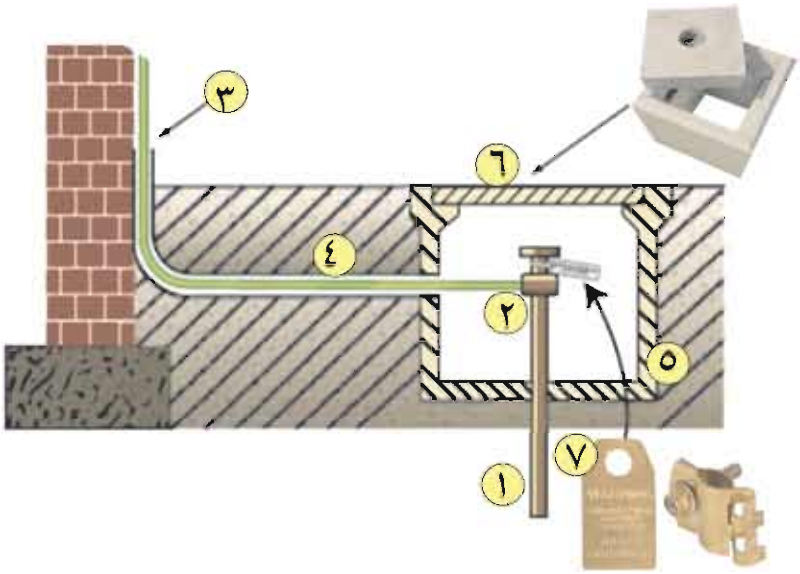
فيجب البحث عن منطقة أخرى مناسبة لغرس قضيب التأريض، أو اتباع الطرق المعتمدة لخفض مقاومة قضيب التأريض والتي سوف تتعلمها لاحقاً.

الشكل (12): طريقة غرس قضيب التأريض.

## ج. غرفة التفتيش

يجب أن يكون لكل مكهر غرفة تفتيش خاصة (منهل)، كما في الشكل (13)، وهي عبارة عن غرفة خرسانية دائرية بقطر (15) سم أو إنشاء غرفة تفتيش مربعة طول ضلعها لا يقل عن (15) سم، ويكون سمك جدار الغرفة من (11) إلى (15) سم وعمقها يصل إلى حوالي (20) سم تحت وصلة المكهر.وتغطى الغرفة بغطاء من الخرسانة أو الصلب المجلفن أو الحديد الزهر، ويجب أن يكون الغطاء مزوداً بحلقات رفع أو وسيلة أخرى مماثلة. والجدير بالذكر، أنه يوجد حالياً في الأسواق مناهل خرسانية أو بلاستيكية جاهزة ضمن هذه المواصفات.

يربط موصل التأريض الرئيس بطرف قضيب التأريض بإحكام بوساطة مربط نحاسي خاص. ويمدد موصل التأريض داخل ماسورة بلاستيكية إلى جسر التأريض الرئيس (جسر تساوي الفولطية) في لوحة التوزيع الرئيسة. ويثبت على مربط موصل التأريض في غرفة التفتيش بطاقة تحذيرية معدنية محفور عليها العبارة (وصلة كهربائية للسلامة حافظ عليها).




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1-قضيب التأريض | 3-موصل التأريض | 5-غرفة التفتيش | 7-بطاقة تحذير |
| 2-مربط موصل التأريض | 4-ماسورة | 6-غطاء غرفة التفتيش | |

الشكل (13): غرفة التفتيش.

### د. مرابط التأريض

نظام التأريض الفعال يعتمد على الموصلات الجيدة ونقاط الربط والوصل المحكمة والجيدة من حيث القوة الميكانيكية والتوصيل الكهربائي. حيث أن نقاط الربط والوصلات الرديئة والسيئة المنفذة بشكل غير نظامي أو غير محكم قد تكون سبباً في فشل عمل منظومة التأريض، وهناك ثلاثة طرق لوصل موصل التأريض بقضيب التأريض:

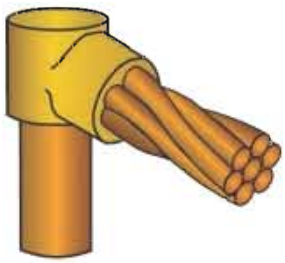
- **مرابط التأريض العادية**

يتم وصل موصل التأريض بقضيب التأريض بشكل محكم بوساطة مربط نحاسي كما في الشكل(14)، ويتم شد المربط حول طرف قضيب التأريض وطرف موصل التأريض باستخدام البراغي والصواميل. ويحتاج هذا النوع من المرابط إلى الفحص والمعاينة بشكل دوري للتحقق من سلامتها.

الشكل (14): مرابط التأريض النحاسية العادية.

- **وصلات اللحام الحراري** (Exothermic Welding)

يتم لحام موصل التأريض بقضيب التأريض بشكل محكم بوساطة وصلة لحام حرارية كما في الشكل (15)، يتم لحامها بوساطة شحنة من البارود (أوكسيد النحاس والألومنيوم). والوصلة الناتجة تكون قوية جداً ويمكن دفنها في التربة بعد تغليفها لحمايتها من التآكل.



الشكل (15): وصلة اللحام الحراري.

- **صلات الكبس (الضغط)**

يتم وصل موصل التأريض بقضيب التأريض بشكل محكم بوساطة وصلة ضغط خاصة، ويتم كبسها حول طرف قضيب التأريض وطرف موصل التأريض باستخدام أداة كبس خاصة يدوية أو هيدرولية، كما في الأشكال (1/16 و2 و3). والوصلة الناتجة تكون قوية جداً ويمكن دفنها في التربة بعد تغليفها لحمايتها من التآكل.

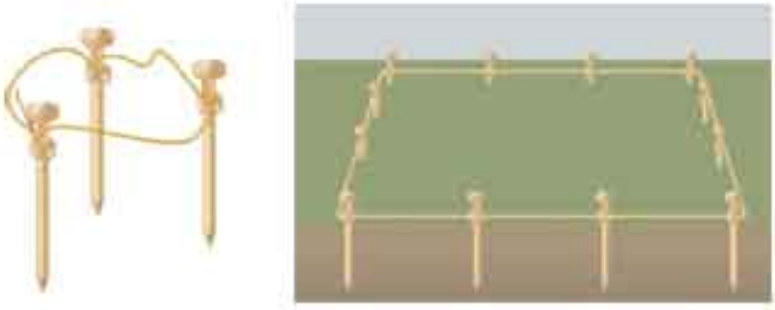
| | | |
|---|---|---|
| 1-الوصلة قبل الكبس | 2-عملية كبس الوصلة باستخدام أداة الكبس الهيدرولية. | 3-الوصلة بعد الكبس. |

الشكل (16): وصلة الضغط.

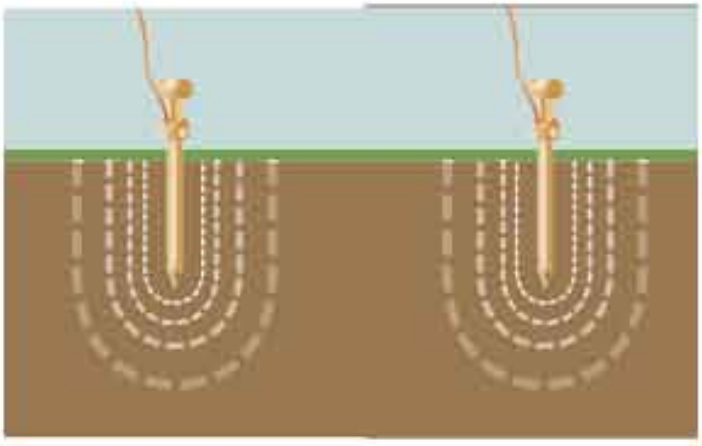
### هـ. خفض قيمة مقاومة قضبان التأريض

بعد الانتهاء من تأريض المبنى واللوحات العمومية والفرعية يتم قياس مقاومة التأريض بوساطة أجهزة خاصة بذلك، فإذا تبين أنها تزيد عن الحد المسموح به وهو أقل من 5 أوم للمباني السكنية، فإنه يلزم خفض هذه القيمة باستخدام إحدى الطرائق الآتية:

- **زيادة قطر قضيب التأريض:** زيادة قطر قضيب التأريض له تأثير ضئيل جدا في خفض قيمة مقاومة التأريض، حيث أن مضاعفة قطر قضيب التأريض سوف يؤدي إلى خفض قيمة مقاومة التأريض بنسبة 10 ٪ فقط.
- **زيادة طول قضيب التأريض:** زيادة طول قضيب التأريض له تأثير كبير في خفض قيمة مقاومة التأريض، حيث أن مضاعفة طول قضيب التأريض يؤدي عادة إلى خفض قيمة مقاومة التأريض بنسبة 40%.
- **زيادة عدد قضبان التأريض:** للحصول على مقاومة أقل يستخدم غالبا عدة قضبان تربط ببعضها على التوازي لتكوين شبكة أرضية، كما في الشكل (17). ولكي تكون هذه الشبكة فعالة، يجب أن تغرس هذه القضبان بحيث تكون متباعدة عن بعضها البعض بما لا يقل عن طول القضيب الواحد( ويفضل ضعف طول القضيب الواحد إذا أمكن) . والسبب وراء ذلك انه يوجد حول كل قضيب تأريض منطقة تفريغ خاص به، كما في الشكل (18)، وللمحافظة على فاعلية كل قضيب تأريض يجب عدم تداخل مناطق تفريغ قضبان التأريض المتجاورة مع بعضها.



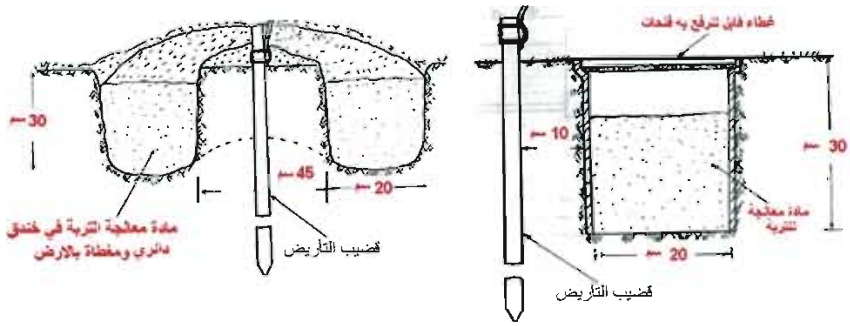
الشكل (17): استخدام عدة قضبان تربط ببعضها على التوازي لتكوين شبكة أرضية.



الشكل (18): مناطق تفريغ القضبان المتجاورة.

- معالجة التربة كيميائياً: عندما تكون التربة ذات مقاومة نوعية عالية فإنه يصعب الوصول إلى القيمة المقبولة لمقاومة الأرضي باستخدام عدد معقول من المكاهر الأرضية، وهذا يعني كلفة عالية، وبالتالي معالجة التربة كيميائيا لتقليل مقاومتها النوعية. وتعالج التربة المحيطة بمكهر (قضيب) التأريض كيميائياً للحصول على مقاومة للتأريض بإحدى الطرق الآتية:

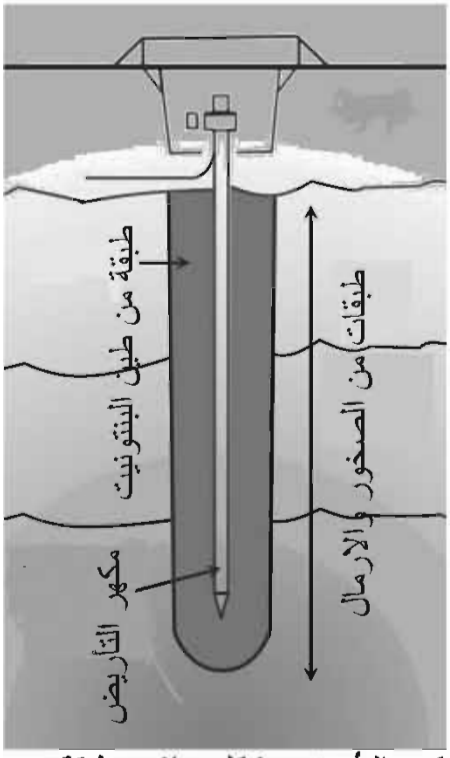
- تعمل حفره مجاورة لقضيب التأريض وتبعد عنه بمسافة لا تزيد عن 10سم كما في الشكل (20/أ)، وتملأ بأملاح كبريتات المغنيسيوم أو كبريتات النحاس أو ملح صخري حتى منسوب 30سم من سطح الأرض ويصعب تنفيذ هذه الطريقة في حال عدم توفر فراغ كافٍ بجوار قضيب التأريض.
- أو يتم عمل خندق دائري حول قضيب التأريض، بحيث لا يقل القطر الداخلي للخندق عن 45سم وعمق 30سم كما في الشكل (20/ب). ويملأ هذا الخندق بالمواد الكيميائية السابق ذكرها. ويجب ألا يكون هناك اتصال مباشر بين المواد الكيمائية وقضيب التأريض حتى لا يتسبب في تكوين طبقة من الصدأ على ذلك القضيب. والكمية التي يفضل وضعها تكون في حدود (18 إلى 40) كيلو جرام من مادة كبريتات النحاس لرخص ثمنها وجودة توصيلها الكهربائي، ويستمر مفعول هذه الكمية لمدة سنتين ثم يكرر وضعها مرة أخرى. ويتم غمر بئر التأريض في بادئ الأمر بالماء حتى يساعد على تسرب المواد الكيميائية للتربة، أما بعد ذلك فإن مياه الأمطار كافية للقيام بهذه العملية.




(أ) حفرة بجانب قضيب التأريض (ب) خندق حول قضيب التأريض

الشكل (20): إضافة حفرة أو خندق دائري حول قضيب التأريض لتقليل مقاومة التأريض.

- إحاطة مكهر التأريض بشكل مباشر بطبقة من طين البنتونيت (bentonite clay). ومن مميزات هذا الطين الطبيعي الناتج عن النشاط البركاني أنه: غير أكال (non-corrosive)، ولديه القدرة على الاحتفاظ بالماء، وموصل جيد للكهرباء، ولا يتسرب إلى طبقات التربة المجاورة له. وعند إضافة الماء إلى البنتونيت، فإنه يتضخم إلى عدة مرات من حجمه الأصلي، ويلتصق بأي سطح يكون على اتصال به، وعند تعرضه لأشعة الشمس، فإنه يغلق على نفسه ويمنع تجفيف طبقاته الداخلية.




الشكل (21): إحاطة مكهر التأريض بشكل مباشر بطبقة من طين البنتونيت.

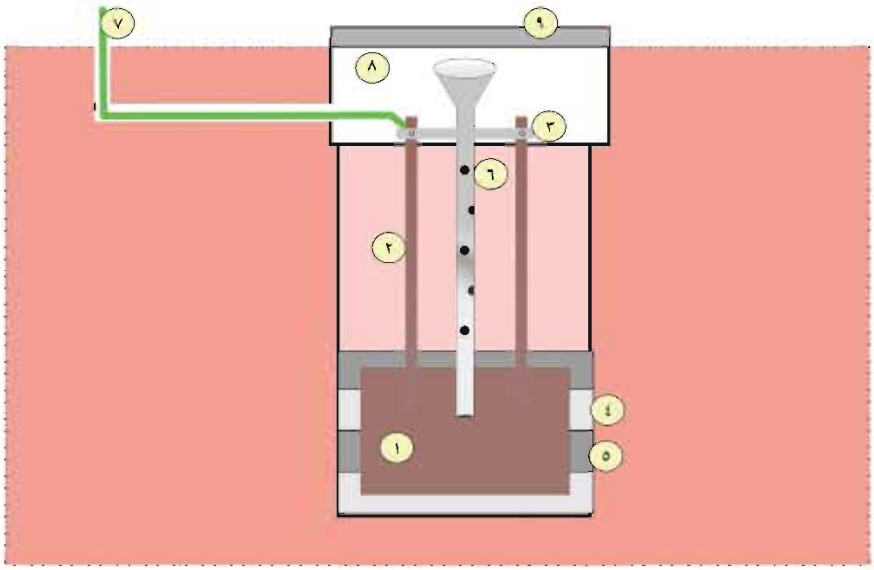
## 4-2 وسائل التأريض البديلة

في المناطق الصخرية التي يتعذر فيها دق قضبان التأريض في الأرض بأعماق مناسبة، تستخدم عادة وسائل التأريض البديلة التالية:

### أ. ألواح التأريض

تستخدم ألواح التأريض كوسيلة تأريض في حالات نادرة، نظراً إلى كبر حجم الأعمال التي يتطلبها تجهيز حفر التأريض الخاصة بها. وتستخدم عادة ألواح من النحاس مقاس 600×600× 3 مم، أو من الفولاذ المجلفن مقاس600×600× 6 مم.

- تحفر حفرة بعمق (2-3) متر.
- يوصل لوح التأريض بشريطي تأريض من مادة اللوح نفسها باستخدام البراغي والصواميل أوعن طريق اللحام، كما في الشكلين (1/22 و2).
- يوصل طرف شريطي التأريض المتصلان باللوح بدعامة عرضية من الفولاذ المجلفن، كما في الشكل (3/22).



| | | |
|---|---|---|
| 1-لوح التأريض | 4-طبقة من الملح | 7-موصل التأريض الرئيس |
| 2-شريط التأريض | 5-طبقة من الفحم | 8-غرفة تفتيش |
| 3-جسر التجميع | 6-أنبوب مياه معدني مع محقان | 9-غطاء غرفة التفتيش |

الشكل (22): حفرة التأريض للألواح النحاسية أو الفولاذية.

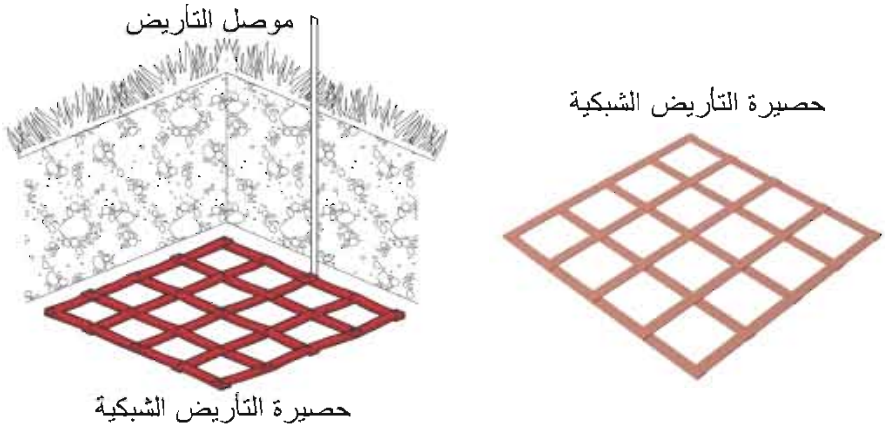
- يتم دفن لوح التأريض في الأرض بشكل عمودي، بحيث تكون حافته العليا على عمق (1) متر الأقل من سطح الأرض، وذلك لضمان ملامسته للتربة بشكل جيد، كما في الشكل (1/22).
- يحاط لوح التأريض بطبقات متناوبة من الفحم والملح سمكها 15 سم، كما في الشكلين (4/22 و5).
- يوصل أنبوب معدني مزود بقمع (محقان) بين اللوح وسطح الأرض لترطيب اللوح من وقت لآخر عن طريق سكب الماء، كما في الشكل (6/22).
- تبنى أعلى حفرة التأريض غرفة تفتيش، وذلك لتسهيل أعمال التفتيش والاختبار والصيانة الدورية، كما في الشكل (8/22).
- يربط موصل التأريض الرئيس بطرف أحد أشرطة التأريض في غرفة التفتيش بوساطة برغي وصامولة تأريض.
- يمدد موصل التأريض داخل ماسورة بلاستيكية إلى جسر التأريض الرئيس في لوحة التوزيع الرئيسة، كما في الشكل (7/22). ويثبت على مربط موصل التأريض في غرفة التفتيش بطاقة تحذيرية معدنية محفور عليها العبارة (وصلة كهربائية للسلامة حافظ عليها).

### ب. حصائر التأريض الشبكية

حصائر التأريض الشبكية المصنوعة من النحاس هي البديل الأرخص للألواح النحاسية، وهي متوفرة بالمقاسات التالية:

(600 ×600×3) مم.

(900×900×3) مم




الشكل (23): حصيرة التأريض الشبكية.

### ج. شرائط وأسلاك التأريض

تستخدم شرائط وأسلاك (حبال) التأريض العارية كوسيلة تأريض إذا اقتضت طبيعة الموقع ذلك. وعادة تدفن شرائط وأسلاك (حبال) التأريض العارية في التربة على عمق (60-70) سم بشكل أفقي مستقيم للحصول على أدنى مقاومة للمكهر الأرضي، علماً أن دفنها بطرق أخرى (بشكل متعرج أو موجي مثلاً) يزيد من مقاومة المكهر الأرضي للطول ذاته من المكهر. ويجب أن لا تقل مساحة مقطع شريط التأريض النحاسي (المستطيلة الشكل) المستخدم كمكهر تأريض عن (35×3) مم، وان لا تقل مساحة مقطع سلك التأريض النحاسي العاري المستخدم كمكهر تأريض عن (70) مم2.

الشكل (23): شرائط وأسلاك التأريض.

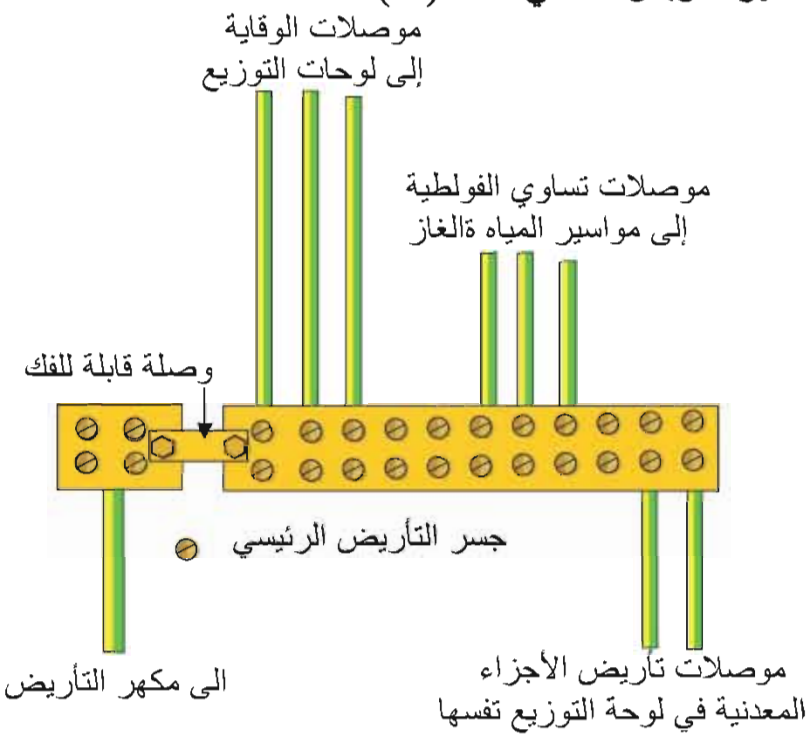
## 5-2 تأريض لوحات التوزيع الرئيسة والفرعية

لوحات التوزيع هي أحد العناصر الأساسية في أي منظومة للتمديدات الكهربائية، ووظيفتها الأساسية هي فصل وتوصيل التيار الكهربائي مع التشغيل الآمن لأي معدة أو جهاز، بالإضافة إلى حماية الأفراد والممتلكات من الأذى، والوقاية من التيار الزائد، ومن تيارات قصر الدارة، وكذلك الآثار الحرارية الناتجة من التشغيل أو الأعطال. وتقسم لوحات الفولطية المنخفضة في المباني السكنية إلى نوعين لوحات عمومية (رئيسية) ولوحات توزيع فرعية. تصنع أجسام لوحات التوزيع الكهربائية عادة من الحديد

المطلي بأصباغ خاصة مقاومة للحرارة والرطوبة بالطريقة الكهروستاتيكية، وبالتالي من الضروري توصيل أجسام لوحات التوزيع بشبكة التأريض.

### أ. تأريض لوحات التوزيع الرئيسة

يكون هيكل لوحة التوزيع الرئيسة مصنوعا من مقاطع من الفولاذ وذا قوة كافية لحمل أجزاء لوحة التوزيع والأحمال الميكانيكية الناتجة عن تشغيل المبدلات ومعالجا ضد الصدأ والتآكل.وتكون الصفائح المكون منها جسم اللوحة من حديد مضاد للصدأ مغطاة بطبقة من الطلاء المعالج حراريا.وتجهز اللوحات من الأسفل بفتحات لإدخال الكبلات او المواسير التي يتم تثبيتها بجسم اللوحات بوساطة الصواميل المزدوجة الخاصة بالمواسير، أو الجلب الخاصة بالكبلات، وذلك لضمان استمرارية التمديدات الكهربائية واستمرارية الأرضي عبر تسليح الكبل أو المواسير.
يثبت عادة داخل لوحة التوزيع الرئيسة جسر التأريض الرئيس، حيث يركب بشكل مباشر على اللوحة الخلفية.ويوصل موصل التأريض الرئيس القادم من مكهر التأريض مع جسر التأريض الرئيس بشكل مباشر او عبر وصلة قابلة للفك وذلك لتسهيل عملية فصل مكهر التأريض عن شبكة التأريض في المبنى عند قياس مقاومة مكهر التأريض، كما في الشكل (24).



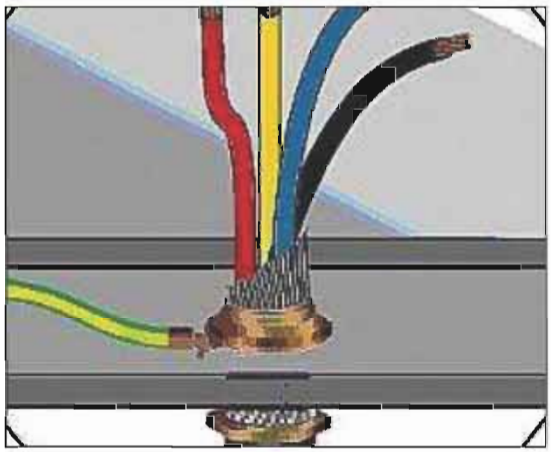

الشكل (24): جسر التأريض الرئيس.

وتخرج من جسر التأريض الرئيس موصلات الوقاية الرئيسة إلى لوحات التوزيع الفرعية. ويخرج منه كذلك موصلات تساوي الفولطية إلى كافة الأجسام المعدنية القريبة والتي لا تحمل تيار أصلاً (مواسير المياه والغاز، وشبكة حديد التسليح وإلخ). وتوصل جميع هذه الموصلات مع جسر التأريض من خلال وصلات كبس طرفية، كما يجب ترقيمها لتسهيل التعرف عليها، كما في الشكل (25).

الشكل (25): توصيل موصلات الوقاية وتساوي الفولطية مع جسر التأريض الرئيس.

ويجب توصيل جميع الأجزاء المعدنية للوحة التوزيع الرئيسة مع جسر التأريض الرئيس في اللوح، وهذا يشمل وصل أبواب لوحة التوزيع مع الجسم الرئيس للوحة المؤرضة كما في الشكل (26/أ)، وكذلك وصل شبكة تسليح الكبل المغذي للوحة مع جسر التأريض إذا كان من النوع المسلح كما في الشكل (26/ب).
ويجب أن يحتوي جسر التأريض الرئيس على عدد من البراغي يناسب عدد الموصلات القادمة إليه. لا يسمح بربط أكثر من موصل على البرغي ذاته بل يخصص برغي خاص لكل موصل.

أ-وصلة باب لوحة التوزيع المرنة



ب-تأريض كبل التغذية المسلح

الشكل (26): تأريض جميع الأجزاء المعدنية للوحة التوزيع.

**ب. تأريض لوحات التوزيع الفرعية**

يجب توصيل جسر التأريض الوقائي في لوحة التوزيع الفرعية مع جسر التأريض الرئيس في لوحة التوزيع الرئيسة. كما يجب توصيل جميع الأجزاء المعدنية للوحات المعدنية مع الأرضي، كما يحب ترقيم موصلات الوقاية الموصولة مع جسر التأريض الوقائي وكذلك موصلات النيوترل (المحايد).

## 6-2 التقييم الذاتي

1- أجب عن الأسئلة المدرجة أدناه.

2- إذا كنت غير قادر على إجابة أي من أسئلة التقييم ارجع إلى المعلومات النظرية أو استشر مدربك إن كان ذلك ضروريًا.

### الأســـئلة

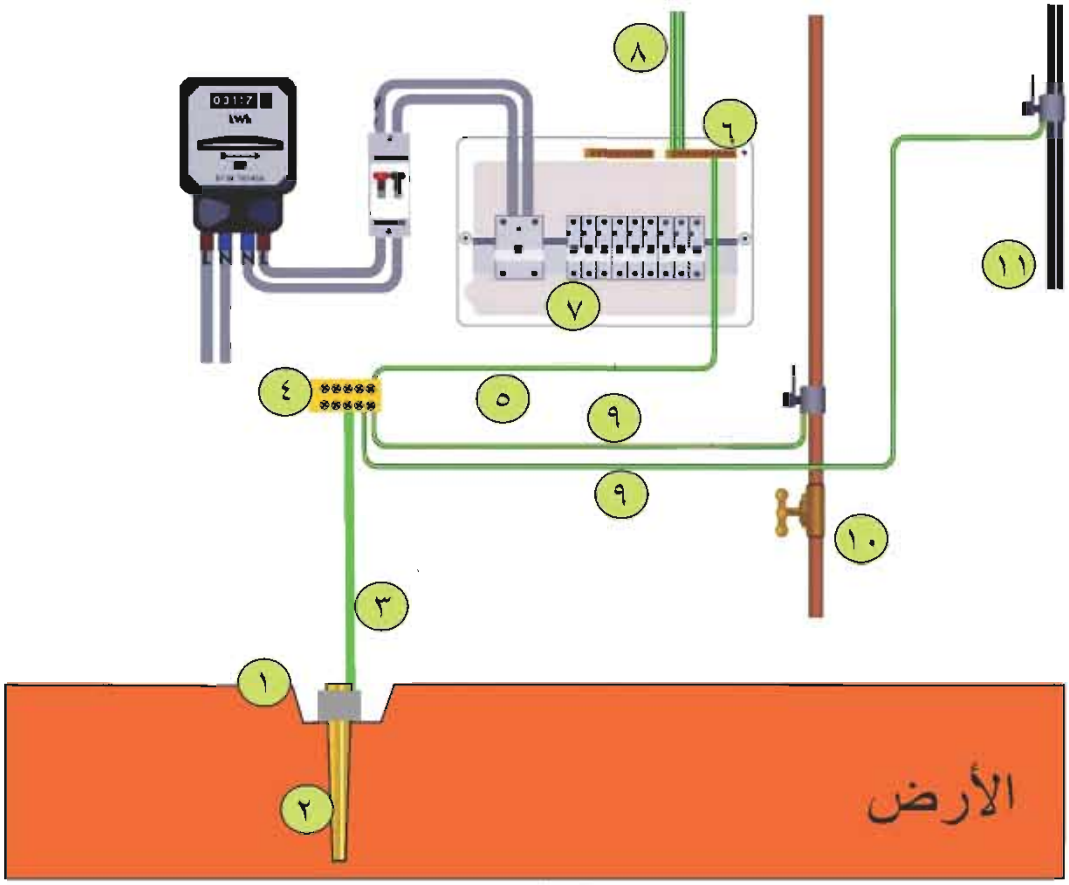
**السؤال الأول**

**ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة مما يلي**

1. **الموقع الافضل لإنشاء حفرة تأريض من بين المواقع الآتية هو:**
   - أ) موقع يحتوي على تربة مستنقعية مبللة.
   - ب) موقع يحتوي على تربة طينية.
   - ج) موقع بطبيعته لا يعتبر مصرفاً جيداً للماء في فصل الشتاء.
   - د) موقع يبقى رطبا نتيجة انسياب الماء فوقه على مدار العام (أرضية جدول ماء).
2. **مضاعفة قطر قضيب التأريض سوف يؤدي إلى خفض قيمة مقاومة التأريض بنسبة**
   - أ) بنسبة 60 ٪.
   - ب) بنسبة 50 ٪.
   - ج) بنسبة 30 ٪.
   - د) بنسبة 10 ٪.
3. **مضاعفة طول قضيب التأريض يؤدي عادة إلى خفض قيمة مقاومة التأريض :**
   - أ) بنسبة 60 ٪.
   - ب) بنسبة 50 ٪.
   - ج) بنسبة 40 ٪.
   - د) بنسبة 30 ٪.
4. **مساحة مقاطع موصلات التأريض الوقائي المستخدمة في المنازل لدارات مقابس القدرة العادية تساوي:**
   - أ) (1.5) مم2
   - ب) (2.5) مم2
   - ج) (4) مم2
   - د) (6) مم2
5. **مساحة موصل التأريض الرئيس الذي يجب استخدامه لحماية دارة كهربائية فيها مساحة مقطع سلك الطور الأكبر 25 مم2 تساوي :**
   - أ) (10) مم2
   - ب) (16) مم2
   - ج) (25) مم2
   - د) (35) مم2

**السؤال الأول:**

يبين الشكل (1) أدناه المكونات الرئيسة لشبكة التأريض المستخدمة في المنازل، أكمل الجدول (1) مبيناً اسم العنصر ووظيفته ومواصفاته الفنية.




الشكل(1)

| رقم العنصر | اسم العنصر | وظيفة العنصر ومواصفاته |
|---|---|---|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |
| 11 | | |

**السؤال الثاني:**

اذكر الطرق الممكن اتباعها لتخفيض مقاومة قضيب التأريض موضحاً فاعلية كل منها.

1. ----------.
2. ----------.
3. ----------.
4. ----------.

## 7-2 التمارين العملية

| رقم التمرين (2): | الزمن المخصص للتمرين |
|---|---|
| **اسم التمرين:** تجهيز مختلف أنواع وسائل (حفر) التأريض المنزلية. | 20 ساعة |

- **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تصبح قادرا على أن:
  1. تجهز وسيلة (حفرة) تأريض باستخدام قضيب تأريض نحاسي.
  2. تجهز وسيلة (حفرة) تأريض باستخدام عدد من قضبان التأريض الموصولة على التوازي.
  3. تجهز وسيلة تأريض(حفرة) باستخدام لوح تأريض نحاسي.

- **الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء**

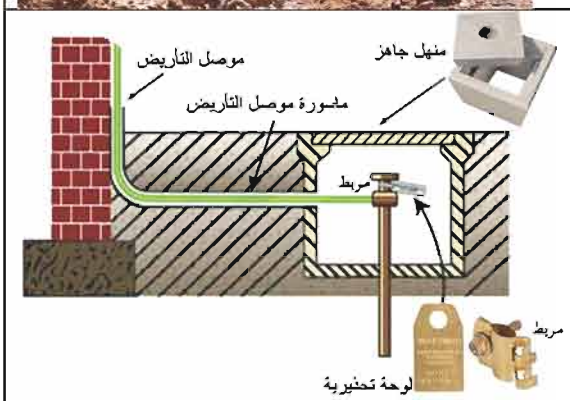
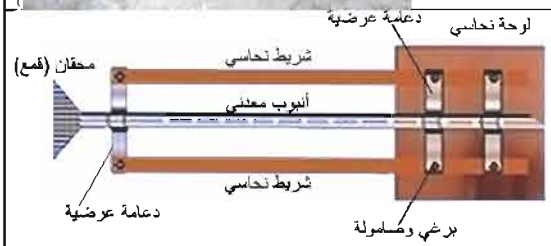
| | الأدوات والتجهيزات والمواد | العدد | المواصفات |
|---|---|---|---|
| 1 | قضيب تأريض مسنن الطرفين وملحقاته من جلبات وصل وترؤس طرق وثقب. | 4 | طوله 120سم وقطره 16 مم. |
| 2 | صفائح نحاسية | 2 | (600× 600×3) مم |
| 3 | شريط نحاسي | بكرة | (25×3) مم |
| 4 | مربط نحاسي قضيب مع كبل | 4 | |
| 5 | ماسورة بلاستيكية | 1 | (PVC) بقطر (1) بوصة; لحماية موصل التأريض |
| 6 | ماسورة معدنية | 1 | فولاذ مجلفن بقطر (4/3) بوصة |
| 7 | قمع معدني | 1 | من الصاج المجلفن. |
| 8 | موصل تأريض معزول | 1 | بمساحة مقطع لا تقل عن 10مم2 |
| 9 | موصل تأريض غير معزول | 1 | بطول كافٍ بمساحة مقطع 70 مم2 |
| 10 | أدوات حفر مناسبة | 1 | |
| 11 | منهل إسمنتي مع غطاء مناسب | 4 | |
| 12 | مواد كيميائية-لزيادة الموصلية للتربة | 2 كيس | 25 كيلوغرام |
| 13 | ماكينة لحام خاصة | 1 | (نحاس مع نحاس) |
| 14 | مكبس عادي وآخر هيدروليكي | 1 | |
| 15 | مطرقة حديد مناسبة | 1 | |
| 16 | صندوق عدة كامل | 1 | |
| 17 | لوحة تحذيرية | 1 | (وصلة كهربائية للسلامة حافظ عليها) |

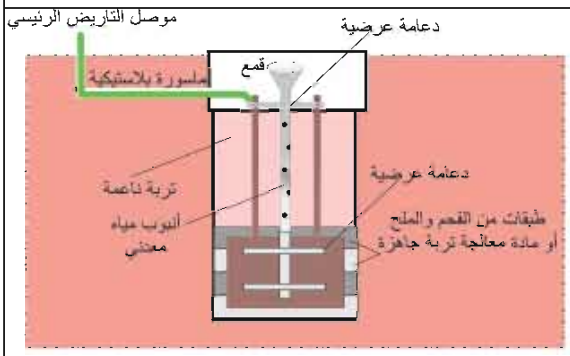
## • خطوات العمل

| | خطوات العمل والنقاط الحاكمة | الرسوم التوضيحية |
|---|---|---|
| 1-تجهز وسيلة (حفرة)تأريض باستخدام قضيب تأريض لحاسي. | | |
| 1 | حضر التجهيزات والأدوات والمواد اللازمة؛لتوصيل شبكة التأريض للتمديدات الكهربائية، كما في الشكل المُجاور | |
| 2 | اختار مكان مناسب لحفر الحفرة الخاصة بقضيب التأريض (عادة يتم اختيار التربة الأكثر رطوبة). | |
| 3 | احفر حفرة بعمق (20-30) سم من سطح التربة، ثم دق فيها قضيب تأريض مقطعي معدن الطرفين طوله (120) سم وقطره 16 مم، وذلك باستخدام المطارقة اليدوية او الآلية (الكهربائية أو الهوائية أو الهيدرولية)، كما يوضح الشكل المجاور. واستمر في عملية الطرق حتى يصبح الجزء البارز من القضيب فوق التربة حوالي 20 سم.<br><br>تنويه: يجب تركيب رأس (سدادة) طرق على الطرف العلوي لقضيب التأريض وذلك لتفادي اتلافه اثناء الطرق، كما يجب تركيب رأس ثقب فولاذي مدبب على الطرف السفلي لقضيب التأريض، لتسهيل عملية دق القضيب. | <br> |
| 4 | صل طرف قضيب التأريض الثاني مع طرف قضيب التأريض الذي قمت بغرسه في الخطوة السابقة بوساطة جلبة وصل مسننة من المعدن نفسه ، كما في الأشكال المجاورة. | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| 4 | ركب رأس (سدادة) طرق على الطرف العلوي لقضيب التأريض الثاني، كما في الشكل المجاور. ثم اعمل على دقه في التربة، وذلك باستخدام المطارق اليدوية أو الآلية (الكهربائية أو الهوائية أو الهيدرولية)، واستمر في عملية الطرق حتى يصبح الجزء البارز من القضيب الثاني فوق التربة بحوالي 20 سم. | |
| 5 | أعمل على إنشاء غرفة تفتيش أو تركيب غرفة تفتيش جاهزة من الباطون أو البلاستيك حول طرف القضيب البارز لحمايته من الصدمات الميكانيكية والعوامل الجوية، كما في الشكل المجاور.<br>**تنويه:** يجب أن يكون لكل مكهر غرفة تفتيش خاصة (منهل)، وهي عبارة عن غرفة خرسانية بأبعاد لا تقل عن (15) سم × (15)، ويكون سمك جدار الغرفة من (11) إلى (15) سم وعمقها يصل إلى حوالي (20) سم تحت وصلة المكهر. وتغطى الغرفة بغطاء من الخرسانة أو الصلب المجلفن أو الحديد الزهر، ويجب أن يكون الغطاء مزوداً بحلقات رفع أو وسيلة أخرى مماثلة. | |

| | | |
|---|---|---|
| 6 | اربط موصل التأريض الرئيس بطرف قضيب التأريض بأحكام بوساطة مربط نحاسي خاص. ومدد موصل التأريض داخل ماسورة بلاستيكية إلى جسر التأريض الرئيس (جسر تساوي الفولطية) في لوحة التوزيع الرئيسة. | |
| 7 | ثبت على مربط موصل التأريض في غرفة التفتيش بطاقة تحذيرية معدنية محفور عليها العبارة (وصلة كهربائية للسلامة-حافظ عليها) | |
| **2-تجهز وسيلة (حفرة) تأريض باستخدام عدد من قضبان التأريض الموصولة لي التوازي.** | | |
| 1 | احفر خندق بطول 10 متر وعمق 30 سم من سطح التربة. | |
| 2 | دق في الخندق أربعة قضبان تأريض بحيث تكون متباعدة عن بعضها البعض بما لايقل عن طول القضيب ألواحد( ويفضل ضعف طول القضيب ألواحد إذا أمكن) . | |
| 3 | صل قضبان التأريض مع بعضها البعض باستخدام مرابط نحاسية وقطع من موصل تأريض نحاسي عار لا تقل مساحة مقطعه عن 16 مم2. | |
| 4 | أفرغ في الخندق محتويات كيس من مادة معالجة التربة، ووزعها بالتساوي على طول الخندق. | |

| | | |
|---|---|---|
| 5 | أغرق الخندق بالماء وذلك للسماح للمادة المستخدمة في معالجة التربة بالتغلغل في التربة. | |
| 6 | جهز كل قضيب تأريض بغرفة تفتيش من الباطون أو البلاستيك، كما في الشكل المجاور. | |
| 7 | مدد موصل التأريض داخل ماسورة بلاستيكية من جسر التأريض الرئيس إلى أقرب غرفة تفتيش، ثم وصله بأحكام مع قضيب التأريض في غرفة التفتيش بوساطة مربط نحاسي، كما في الشكل المجاور. |  |
| 8 | ثبت على كل مربط من مرابط موصلات التأريض في غرفة التفتيش بطاقة تحذيرية معدنية محفور عليها العبارة (وصلة كهربائية للسلامة-حافظ عليها) | |
| **3-تجهز وسيلة تأريض(حفرة) باستخدام لوح تأريض نحاسي.** | | |
| 1 | احفر حفرة بعمق (2-3) متر باستخدام الأدوات المناسبة | |
| 2 | احضر لوح تأريض من النحاس مقاس (600×600×3) مم. وصل لوح التأريض بشريطي تأريض من نفس مادة اللوح مقاس (35×3) مم باستخدام البراغي والصواميل، كما في الشكل المجاور. |  |

| | | |
|---|---|---|
| 3 | اعمل على تجهيز لوح التأريض النحاسي بمنظومة مكونة من أنبوب معدني مقاس 4/3 بوصة مزود بقمع، كما في الشكل المجاور. | |
| 4 | انزل لوح التأريض وملحقاته في حفرة التأريض بشكل عمودي. ثم أفرغ في الحفرة حول لوح التأريض محتويات كيس من مادة معالجة التربة الجاهزة، ووزعها بالتساوي حول اللوح، كما يمكنك إحاطة لوح التأريض بطبقات من الملح والفحم. |  |
| 5 | اردم الجزء المتبقي من الحفرة بالتربة الناعمة | |
| 6 | ركب أعلى حفرة التأريض غرفة تفتيش جاهزة من الباطون أو البلاستيك، وذلك لتسهيل أعمال التفتيش والاختبار والصيانة الدورية. | |
| 7 | مدد موصل التأريض من جسر التأريض الرئيس في لوحة التوزيع الرئيسة إلى غرفة التفتيش داخل ماسورة بلاستيكية. | |
| 8 | اربط موصل التأريض الرئيس بطرف أحد شريطي التأريض في غرفة التفتيش بإحكام | |
| 9 | اسكب في القمع 3 لترات من الماء لترطيب التربة حول لوح التأريض. | |
| 10 | ثبت على مربط موصل التأريض في غرفة التفتيش بطاقة تحذيرية معدنية محفور عليها العبارة (تحذير-وصلة تأريض/أمان كهربائية – الرجاء عدم فصلها). | |

| رقم التمرين (3): | الزمن المخصص للتمرين |
|---|---|
| **اسم التمرين:** توصيل شبكة التأريض المنزلية. | 5 ساعة |

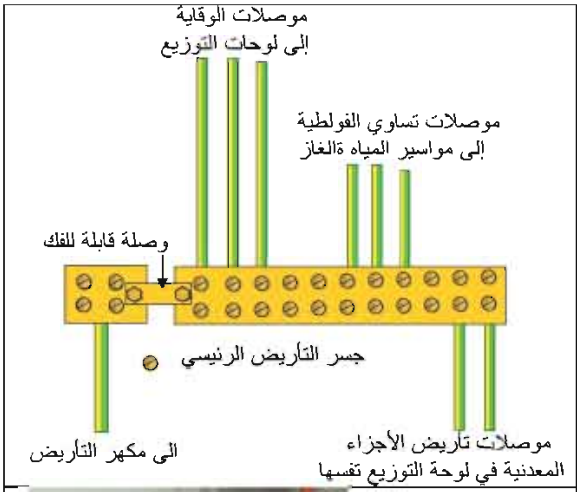
- **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تصبح قادرا على أن:
  1. تأرض لوحة التوزيع الرئيسة.
  2. تأرض لوحة التوزيع الفرعية.
  3. تأرض (ربط)انابيب المياه والغاز وكافة الأجسام المعدنية الكبير غير الحاملة للتيار الكهربائي.

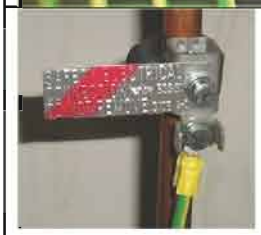
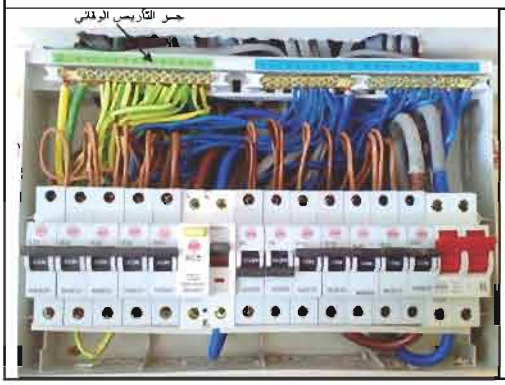
- **الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء**

| | الأدوات والتجهيزات والمواد | العدد | المواصفات |
|---|---|---|---|
| 1 | موصل تأريض | لفة | 16 مم2 أصفر مرقط بالأخضر |
| 2 | موصل تأريض | لفة | 10 مم2 أصفر مرقط بالأخضر |
| 3 | وصلات كبس طرفية | 20 | صفراء/خضراء اللون للأسلاك مقاس 70 مم2 و16مم2 و10مم2 و6 مم2. |
| 4 | زرادية كبس الوصلات الطرفية | 1 | |
| 5 | موصل تأريض | لفة | 6 مم2 |
| 6 | موصل تأريض | لفة | 4 مم2 |
| 7 | موصل تأريض | لفة | 2.5 مم2 |
| 8 | صندوق عدة كهربائي | 1 | |
| 9 | لوحات توزيع رئيسية وفرعية | | |
| 10 | مربط تأريض لأنابيب المياه | 2 | |
| 11 | مربط تأريض لأنابيب الغاز | 2 | |

- **خطوات العمل**

| | خطوات العمل والنقاط الحاكمة | الرسوم التوضيحية |
|---|---|---|
| 1 | جهز طرف كبل التأريض الرئيس القادم من حفرة التأريض بوصلة كبس طرفية ذات مقاس مناسب، كما في الشكل المجاور. | |

| | | |
|---|---|---|
| 2 | صل طرف كبل التأريض الرئيس مع جسر التأريض الرئيس في لوحة التوزيع الرئيسة بوساطة برغي تأريض خاص، وذلك بشكل مباشر او عبر وصلة قابلة للفك لتسهيل عملية فصل مكهر التأريض عن شبكة التأريض في المبنى عند قياس مقاومة مكهر التأريض. |  |
| 2 | صل أبواب لوحة التوزيع الرئيسة مع جسم اللوحة باستخدام وصلات ربط، كما في الشكل المجاور. | |
| 3 | صل جسر التأريض الرئيس مع جسم اللوحة باستخدام وصلات ربط، كما في الشكل المجاور. | |
| 4 | مدد موصل التأريض الوقائي الرئيس من لوحة التوزيع الفرعية إلى لوحة التوزيع الرئيسة داخل مأسور بلاستيكية لحمايتها من الصدمات الميكانيكية والتآكل.<br>تنويه: يجب أن تتناسب مساحة مقطع موصل الوقاية الرئيس مع الحمل الكهربائي للوحدة السكنية بشرط ألا يقل عن 16 مم2. | |
| 5 | جهز طرف موصل التأريض الوقائي الرئيس بوصلة كبس طرفية ذات مقاس مناسب، ثم رقمه وصله مع جسر التأريض الرئيس. | |
| 6 | مدد موصل ربط مقاس 10 مم2 معزول من أنبوب المياه المعدني الرئيس إلى لوحة التوزيع الرئيسة. | |

| | | |
|---|---|---|
| 7 | صل طرف موصل الربط من جهة ماسورة المياه مع ماسورة المياه بوساطة مربط نحاس مناسب لمقاس الماسورة. | |
| 8 | جهز طرف موصل الربط من جهة جسر التأريض الرئيس بوصلة كبس طرفية ذات مقاس مناسب، ثم رقمه ووصله مع جسر التأريض بوساطة برغي تأريض خاص. | |
| 9 | بالطريقة نفسها اعمل على تأريض أنبوب الغاز الرئيس بوساطة موصل ربط مقاس 10 مم2 معزول. |  |
| 10 | وأعمل أيضاً على تأريض (ربط) كافة الأجسام المعدنية الكبيرة القريبة من لوحة التوزيع الرئيسة | |
| 11 | صل موصل التأريض الوقائي الرئيس مع جسر التأريض الوقائي في لوحة التوزيع الفرعية، كما في الشكل المجاور |   |

## 8-2 تمارين الممارسة

| رقم التمرين: (3) | الزمن المخصص للتمرين |
|---|---|
| **اسم التمرين: تجهيز حفرة تأريض باستخدام شرائط وحبال التأريض النحاسية.** | 5 ساعات |

- **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تصبح قادرا على أن **تجهز حفرة تأريض باستخدام شرائط وحبال التأريض النحاسية.**

- **الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء**

| | الأدوات والتجهيزات والمواد | العدد | المواصفات |
|---|---|---|---|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |

- **خطوات العمل**

| | خطوات العمل والنقاط الحاكمة | الرسوم التوضيحية |
|---|---|---|
| 1 | جهز المواد والعدد والأدوات اللازمة لتنفيذ العمل، وتأكد من صلاحيتها قبل الاستعمال. | |
| 2 | | |
| | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |
| 16 | | |
| 17 | | |
| 18 | | |
| 19 | | |
| 20 | | |
| 21 | | |
| 22 | اجمع العدة، ونظف مكان العمل. | |

## هدف التعلم الثالث:

عند الانتهاء من تنفيذك أنشطة التعلم أدناه عليك أن تصبح قادرا على أن تقيس مقاومة نظام التأريض

| أنشطة التعلم | المصادر |
|---|---|
| المادة التعلمية | الوحدة التدريبية |
| تنفيذ التمارين العملية | المشغل/ بإشراف المدرب |
| زيارة المواقع الإلكترونية | Design and installation earthing system https://www.youtube.com/watch?v=OTkgIvin-U0 |
| التدريب الميداني | |

## 3- قياس مقاومة الأرضي

بعد الانتهاء من عملية دق أو دفن مكهر التأرب، يتم قياس مقاومته باستخدام جهاز قياس مقاومة التأريض وذلك للتحقق انها تقع ضمن الحدود المسموح بها، مع العلم أن القيمة المقبولة لمقاومة مكهر التأريض في الأردن هي أقل من (5) أوم. وإذا تبين من عملية القياس أن مقاومة مكهر التأريض لا تقع ضمن الحدود المسموح بها، فيجب البحث عن منطقة أخرى مناسبة لغرس مكهر التأريض، أو اتباع الطرق المعتمدة لخفض مقاومة مكهر التأريض. كما يجب قياس مقاومة مكهر التأريض بشكل دوري كل عامين على الأقل وذلك للتحقق من أن مقاومته ما زالت تقع ضمن الحدود المسوح بها، وإذا تبين من عملية القياس الدورية أنها قد ارتفعت مع الزمن عن الحد المسموح به، بفعل التآكل أو زيادة مقاومة التربة النوعية المحيطة بالمكهر، فلا بد حينها من اتخاذ الإجراءات اللازمة لمعالجة الوضع واستعادة كفاءة نظام التأريض.

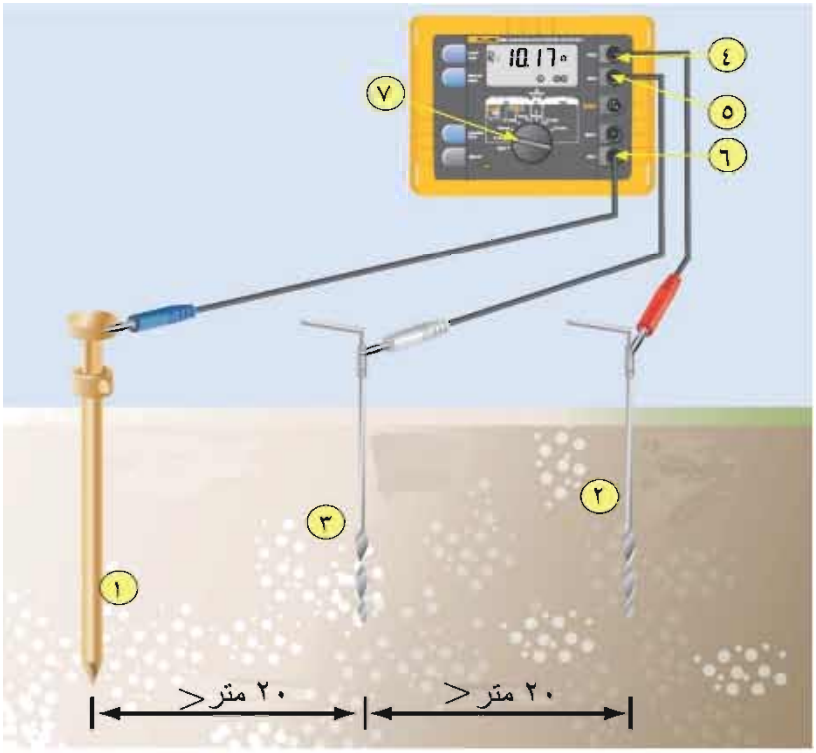
### 3-1طريقة الأقطاب الثلاثة لقياس مقاومة مكهر التأريض

هناك عدة طرق متداولة لقياس مقاومة مكهر التأريض، ولكن أكثرها استخداما ودقه هي طريقة الأقطاب الثلاثة والمعروفة أيضاً باسم فحص هبوط الفولطية-ثلاثة أقطاب (3-pole Fall-of-Potential Test). ويستخدم في هذه الطريقة جهاز قياس المقاومة الأرضي ووتَدَين مساعدين (Earth Stakes)، وتنفذ على النحو الآتي:

1. فصل مكهر التأريض المراد قياس مقاومته عن بقية نظام التأريض.
2. اختيار وضعية الاختبار (هبوط الفولطية-ثلاثة أقطاب) في جهاز قياس مقاومة الأرضي بوساطة مفتاح الاختيار، كما يوضح الشكل(27).
3. غرس المكهر المساعد الخارجي (مكهر التيار) في التربة على استقامة واحدة مع مكهر التأريض المراد قياس مقاومته، بحيث تكون المسافة الفاصلة بينهما 40 متراً على الأقل، كما يوضح الشكل (1/27 و2 و3).
4. غرس المكهر المساعد الداخلي (مجس الفولطية) في التربة في منتصف المسافة (50%) بين مكهر التأريض المراد قياس مقاومته والمكهر المساعد الخارجي (مكهر التيار)، كما يوضح الشكل (1/27 و2 و3)، وذلك في حال الأنظمة الصغيرة المكونة من مكهر واحد أو عدة مكاهر. أما في حال أنظمة التأريض المتوسطة فيتم غرس المكهر المساعد الداخلي بين مكهر التأريض المراد قياس مقاومته والمكهر المساعد الخارجي بحيث تساوي المسافة الفاصلة بين مكهر التأريض المراد قياس مقاومته والمكهر المساعد الداخلي (62%) من المسافة الفاصلة بين مكهر التأريض المراد قياس مقاومته والمكهر المساعد الخارجي.

ويجب التنويه انه لتحقيق أعلى درجة من الدقة عند قياس مقاومة مكهر التأريض الأرضي بطريقة الأقطاب الثلاث، ومن الضروري أن يتم غرس مجس الفولطية خارج مجال تأثير مكهر التأريض

المراد قياس مقاومته والمكهر المساعد الخارجي. وإذا لم يتم ذلك فسوف تتداخل المناطق الفعالة للمقاومات وتبطل صلاحية أي قياسات يتم أخذها.




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1-مكهر التأريض المراد قياس مقاومته. | 3-المكهر المساعد الداخلي (مجس الفولطية) | 5-طرف الفولطية الثاني (P2) | 7-وضعية الاختبار (هبوط الفولطية-ثلاثة أقطاب) |
| 2-المكهر المساعد الخارجي (مكهر التيار) | 4-طرف التيار الثاني(C2) | 6-طرف التيار الأول (C1) | |

الشكل (27): طريقة الثلاثة أقطاب لقياس مقاومة مكهر التأريض.

5. وصل مكهر التأريض المراد قياس مقاومته مع طرف التيار الأول (C1) في جهاز قياس مقاومة التربة، كما في الشكل(6/27).
6. وصل المكهر المساعد الخارجي مع طرف التيار الثاني (C2)في جهاز قياس مقاومة التربة، كما في الشكل(4/27).
7. وصل المكهر المساعد الداخلي (مجس الفولطية) مع طرف الفولطية الثاني (P2)في جهاز قياس مقاومة التربة، كما في الشكل(5/27).
8. وعند الضغط على زر بدء الاختبار في جهاز قياس مقاومة التربة، يقوم جهاز القياس بحقن تيار محدد بين مكهر التأريض المراد قياس مقاومته والمكهر المساعد الخارجي في التربة، ويقوم جهاز القياس بتسجيل قيمة هبوط الفولطية المتولدة بين مكهر التأريض المراد قياس مقاومته والمكهر المساعد الداخلي، ومن ثم يقوم الجهاز بحساب قيمة مقاومة مكهر التأريض باستخدام قانون أوم (المقاومة=الفولطية/التيار) وعرضها على شاشته.والجدير بالذكر أنه إذا كان مكهر التأريض موصول بالتوازي مع سلسلة من مكاهر التأريض، تكون قيمة المقاومة التي يظهرها جهاز القياس هي قيمة المقاومة الكلية لمقاومات المكاهر.

9. وللتحقق من دقة النتائج التي تم الحصول عليها ، والتأكد من أن مجس الفولطية يقع خارج مجال تأثير مكهر التأريض المراد قياس مقاومته والمكهر المساعد الخارجي ، يجب أخذ قياس إضافي جديد بعد تحريك المكهر المساعد الداخلي (مجس الفولطية) مسافة واحد متر في أي اتجاه من موضعه الأصلي، وإذا لوحظ أن هناك تغيير كبير في القراءة (30 ٪)، يجب الاستمرار في زيادة المسافة بين مكهر التأريض المراد قياس مقاومته والمكهر المساعد الداخلي والمكهر المساعد الخارجي حتى تستقر قيمة القراءة التي يتم الحصول عليها بعد تحريك المكهر المساعد الداخلي (مجس الفولطية) . والجدول (3) هو دليل تحديد موقع كل من المكهر المساعد الخارجي والمكهر المساعد الداخلي.

الجدول (3): دليل تحديد موقع كل من المكهر المساعد الخارجي والمكهر المساعد الداخلي.

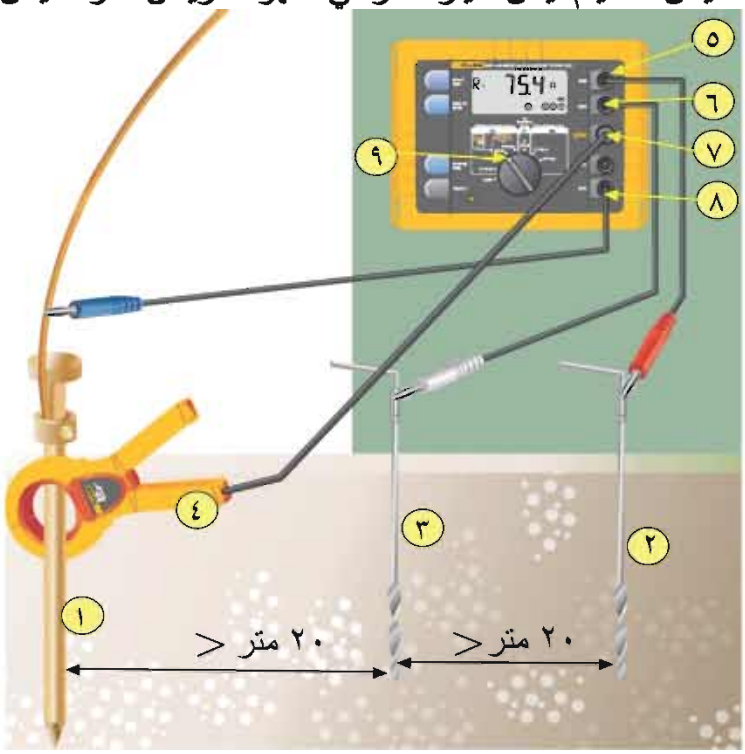
| عمق مكهر التأريض (متر) | بعد المكهر المساعد الداخلي عن مكهر التأريض المراد قياس مقاومته(متر). | بعد المكهر المساعد الخارجي عن مكهر التأريض المراد قياس مقاومته (متر) |
|---|---|---|
| 2 | 15 | 25 |
| 3 | 20 | 30 |
| 6 | 25 | 40 |
| 10 | 30 | 50 |

## 2-3 طريقة قياس مقاومة مكهر التأريض الانتقائية

تشبه طريق القياس السابقة ولكنها أسهل وأكثر أماناً، حيث لا تتطلب فصل مكهر التأريض المراد قياس مقاومته عن نظام التأريض في المبنى عند إجراء الاختبار وبالتالي عدم تعريض الفاحص أو باقي الأفراد في المبنى للخطر أثناء إجراء هذا الفحص. ويستخدم في هذه الطريقة جهاز قياس مقاومة الأرضي ومكهرين مساعدين (Earth Stakes)، بالإضافة إلى ملقط لقياس التيار في المكهر المراد قياس مقاومته، وتنفذ بطريقة مشابهة لطريقة الأقطاب الثلاث، على النحو الآتي:

1. اختار وضعية الاختبار (ثلاثة أقطاب مع ملقط تيار) في جهاز قياس مقاومة الأرضي بوساطة مناح الاختيار، كما يوضح الشكل(1/28).
2. اغرس المكهر المساعد الخارجي (مكهر التيار) في التربة على استقامة واحدة مع مكهر التأريض المراد قياس مقاومته، بحيث تكون المسافة الفاصلة بينهما 40 متراً على الأقل، كما يوضح الشكل (2/28)
3. اغرس المكهر المساعد الداخلي (مجس الفولطية) في التربة في منتصف المسافة (50%) بين مكهر التأريض المراد قياس مقاومته والمكهر المساعد الخارجي (مكهر التيار)، كما يوضح الشكل (3/29).
4. ضع ملقط التيار حول مكهر التأريض أو موصل التأريض، كما يوضح الشكل (4/28)، بحيث يتم قياس التيار المار في مكهر التأريض فقط.
5. صل مكهر التأريض المراد قياس مقاومته مع طرف التيار الأول (C1) في جهاز قياس مقاومة التربة.
6. صل المكهر المساعد الخارجي مع طرف التيار الثاني (C2)في جهاز قياس مقاومة التربة.
7. صل المكهر المساعد الداخلي (مجس الفولطية) مع طرف الفولطية الثاني (P2) في جهاز قياس مقاومة التربة.
8. عند الضغط على زر بدء الاختبار لجهاز قياس مقاومة التربة، يقوم جهاز القياس بحقن تيار متناوب محدد بين مكهر التأريض المراد قياس مقاومته والمكهر المساعد الخارجي التربة، ويقوم جهاز القياس بتسجيل قيمة هبوط الفولطية المتولدة بين مكهر التأريض المراد قياس مقاومته والمكهر

المساعد الداخلي، ومن ثم يقوم الجهاز بحساب قيمة مقاومة مكهر التأريض باستخدام قانون أوم (المقاومة=الفولطية/التيار) وعرضها على شاشته.
والجدير بالذكر، أنه إذا في أنظمة التأريض متعددة المكاهر يجب قياس مقاومة كل مكهر على حدة، لأنه في طريقة القياس هذه يتم قياس التيار المار في مكهر التأريض المراد قياس مقاومته فقط.

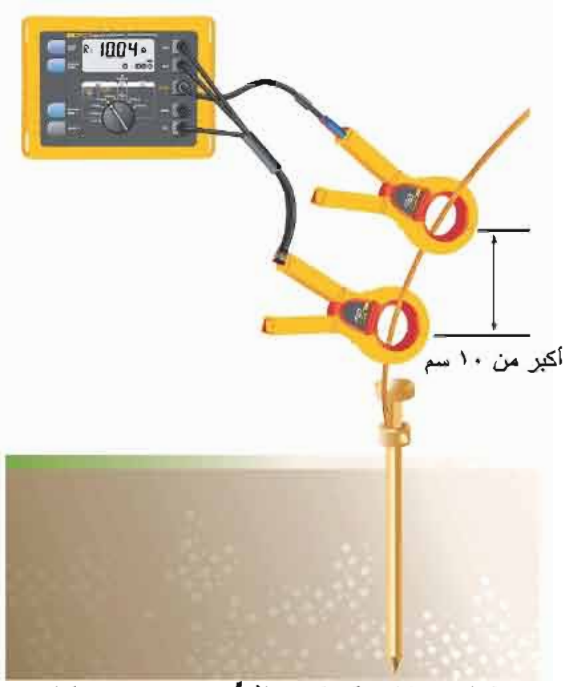



| | | |
|---|---|---|
| 1-مكهر التأريض المراد قياس مقاومته. | 4-ملقط قياس التيار في المكهر. | 7-طرف توصيل ملقط التيار |
| 2-المكهر المساعد الخارجي (مكهر التيار) | 5-طرف التيار الثاني(C2) | 8-طرف التيار الأول (C1) |
| 3-المكهر المساعد الداخلي (مجس الفولطية) | 6-طرف الفولطية الثاني (P2) | 9-وضعية الاختبار (هبوط الفولطية-ثلاثة أقطاب مع ملقط تيار) |

الشكل (28): طريقة قياس مقاومة مكهر التأريض الانتقائية.

## 3-3 طريقة قياس مقاومة مكهر التأريض بدون مكاهر مساعدة

بعض أجهزة قياس مقاومة الأرضي الحديثة تتيح قياس مقاومات حلقات الأرضي في الأنظمة متعددة وسائل التأريض باستخدام ملقطي التيار والفولطية فقط (بدون مكاهر مساعدة). وفي هذه الطريقة لا يوجد حاجة لفصل مكهر التأريض المراد قياس مقاومته عن نظام التأريض في المبنى عند إجراء الاختبار.
وفي هذه الطريقة يتم وضع ملقطين حول مكهر التأريض أو موصل التأريض، كما يوضح الشكل (29). ويقوم أحد الملاقط (ملقط الفولطية) بتوليد فولطية بالحث، بينما يقوم الملقط الأخر (ملقط التيار) بقياس قيمة التيار. ويقوم جهاز القياس بشكل آلي بتحديد مقاومة حلقة الأرضي لهذا المكهر. ويجب التنويه إلى أنه إذا كان هناك مسار واحد إلى الأرض كما هو الحال في الكثير من المباني السكنية فإن طريقة الاختبار هذه بدون مكاهر مساعدة لن تعطي نتائج مرضية، ويجب استخدام طريقة الثلاث أقطاب.




الشكل (29): قياس مقاومة مكهر التأريض بدون مكاهر مساعدة.

## 4-3 الفحوصات الإضافية اللازمة لفحص أنظمة التأريض وصيانتها

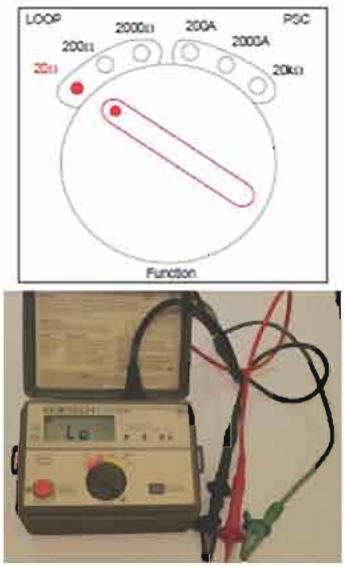
### 1-اختبار استمرارية موصلات الوقاية

لفحص استمرارية موصلات الوقاية، يجب ان يتم إجراء هذا الفحص ومصدر الطاقة مفصول، ويستخدم جهاز قياس مقاومة قادر على قياس قيم منخفضة جداً من المقاومة (20أوم)، كما في الشكل (30).

الشكل (30): جهاز فحص استمرارية موصلات الوقاية

### 2-فحص مقاومة العزل الكلية بين موصل الوقاية والخط المتعادل والخط الحار في لوحة توزيع أحادية الطور

يستخدم لهذا الفحص جهاز يدعى جهاز قياس العزل (الميجر الخاص بالعزل)، حيث يتم اختيار الجهاز المناسب لفولطية الدارة المراد قياس العزل فيها، حيث تولد هذه الأجهزة فولطية متناوبة قياسية (250فولط/ 500فولط/ 1000فولط)، ولكن بقيمة تيار قليل جداً(1) ملي أمبير، وألا تقل قيمة مقاومة العزل المقاسة في نظام (230 فولط مثلا عن 200كيلو أوم) ألف ضعف قيمة فولطية الدارة المراد قياس مقاومة عزل الموصلات فيها على الأقل، كما في الشكل (31).




**الشكل (31): جهاز قياس مقاومة العزل.**

## 5-3 التقييم الذاتي

1- أجب عن الأسئلة المدرجة أدناه.
2- إذا كنت غير قادر على إجابة أي من أسئلة التقييم ارجع إلى المعلومات النظرية أو استشر مدربك إن كان ذلك ضروريًا.

### الأســـئلة

**السؤال الأول**

**ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة مما يلي**

1. **مقاومة نظام التأريض الجيد حسب كودات التأريض المحلية والدولية تساوي:**
   أ) أقل من 20 اوم.
   ب) أقل من 15 اوم
   ج) أقل من 10 اوم
   د) أقل من 5 اوم
2. **يستخدم في طريقة الأقطاب الثلاث لقياس مقاومة مكهر التأريض:**
   أ) وتد مساعد واحد
   ب) وتَدَين مساعدين
   ج) ثلاثة أوتاد مساعدة
   د) أربعة أوتاد مساعدة
3. **يغرس المكهر المساعد الداخلي (مجس الفولطية) في التربة في طريقة الأقطاب الثلاثة لقياس مقاومة مكهر التأريض في**
   أ) خمس المسافة (20%) بين مكهر التأريض المراد قياس مقاومته والمكهر المساعد الخارجي (مكهر التيار).
   ب) ربع المسافة (25%) بين مكهر التأريض المراد قياس مقاومته والمكهر المساعد الخارجي (مكهر التيار).
   ج) ثلث المسافة (33%) بين مكهر التأريض المراد قياس مقاومته والمكهر المساعد الخارجي (مكهر التيار).
   د) منتصف المسافة (50%) بين مكهر التأريض المراد قياس مقاومته والمكهر المساعد الخارجي (مكهر التيار).

**السؤال الثاني:**

أ. **ما الذي يجب فعله إذا تبين من عملية القياس أن مقاومة مكهر التأريض لا تقع ضمن الحدود المسموح بها؟**

---

ب. **ما العوامل التي قد تؤدي إلى ارتفاع مقاومة مكهر التأريض مع مرور الزمن؟**

---

ج. **ما الموصل الذي يجب فصله عند قياس مقاومة مكهر التأريض بطريقة الأقطاب الثلاث؟**

---

## 6-3 التمارين العملية

| رقم التمرين: (4) | الزمن المخصص للتمرين |
|---|---|
| **اسم التمرين: قياس مقاومة مكهر التأريض** | 5 ساعات |

- **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تصبح قادرا على أن :
  - تقيس مقاومة مكهر التأريض.

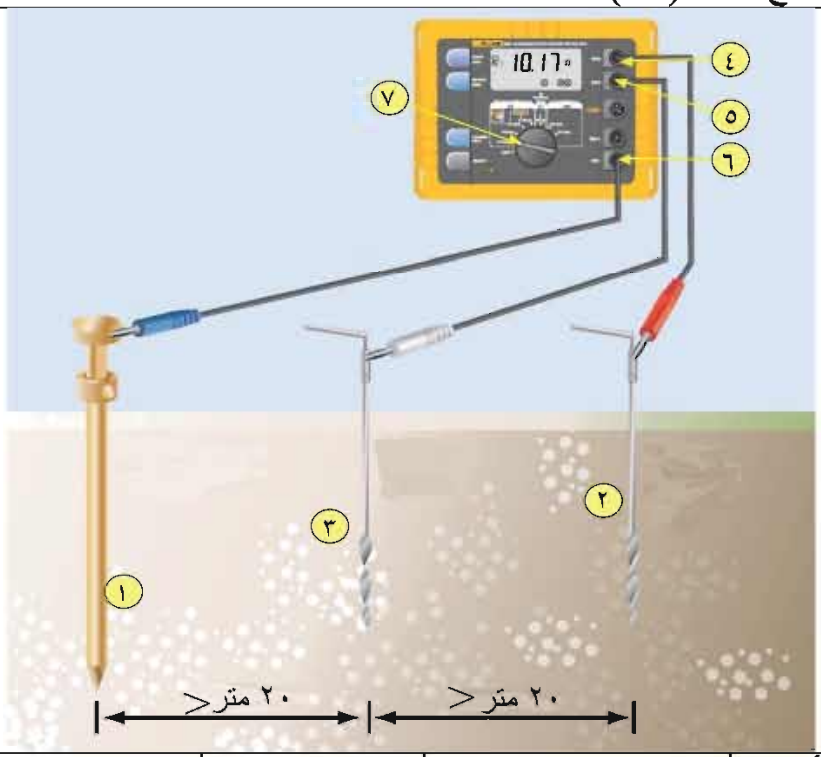
- **الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء**

| | الأدوات والتجهيزات والمواد | العدد | المواصفات |
|---|---|---|---|
| 1 | جهاز فحص مقاومة الأرضي ذو الأقطاب الثلاث (هبوط الفولطية) وملحقاته. | 1 | |
| 2 | قضيب تأريض | | طوله 120سم وقطره 16 مم2 |
| 3 | مربط نحاسي مناسب للقضيب. | | |
| 4 | مادة عازلة (فازلين/ شحمة). | | |
| 5 | ماسورة (pvc) بقطر (1) بوصة. | | |
| 6 | موصل تأريض معزول بمساحة مقطع لا تقل عن (10مم2). | | |
| 7 | عِدَد وأدوات حفر مناسبة. | | |
| 8 | منهل أسمنتي مع غطاء مناسب. | | |
| 9 | مواد كيميائية؛ لزيادة الموصلية للتربة. | | |
| 10 | مطرقة حديدية مناسبة. | | |
| 11 | صندوق عدة كامل. | | |

- **خطوات العمل**

| | خطوات العمل والنقاط الحاكمة | الرسوم التوضيحية |
|---|---|---|
| 1 | حضر التجهيزات والأدوات والمواد اللازمة لقياس مقاومة مكهر التأريض. | |
| 2 | أقرأ دليل المستخدم لجهاز القياس الذي لديك، وتعرف على طريقة استخدامه لقياس مقاومة مكهر التأريض. | |
| 3 | افصل مكهر التأريض المراد قياس مقاومته عن بقية نظام التأريض. | |
| 3 | اختر وضعية الاختبار (هبوط الفولطية-ثلاثة أقطاب) في جهاز قياس مقاومة الأرضي بوساطة مفتاح | |

| | |
|---|---|
| | الاختيار، كما يوضح الشكل (7/1). |




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1-مكهر التأريض المراد قياس مقاومته. | 3-المكهر المساعد الداخلي (مجس الفولطية) | 5-طرف الفولطية الثاني (P2) | 7-وضعية الاختبار (هبوط الفولطية-ثلاثة أقطاب) |
| 2-المكهر المساعد الخارجي (مكهر التيار) | 4-طرف التيار الثاني(C2) | 6-طرف التيار الأول (C1) | |

**الشكل (1)**

| | |
|---|---|
| 4 | اغرس المكهر المساعد الخارجي (مكهر التيار) في التربة على استقامة واحدة مع مكهر التأريض المراد قياس مقاومته، بحيث تكون المسافة الفاصلة بينهما 40 متراً على الأقل، كما يوضح الشكل (1/1 و2 و3). |
| 5 | اغرس المكهر المساعد الداخلي (مجس الفولطية) في التربة في منتصف المسافة (50%) بين مكهر التأريض المراد قياس مقاومته والمكهر المساعد الخارجي (مكهر التيار)، كما يوضح الشكل أعلاه (1/1 و2 و3)، |
| 6 | شغل الجهاز بالضغط على كبسة البدء(START). |
| 7 | اقرأ القيمة المبينة على شاشة الجهاز وسجلها. |
| 8 | حرك المكهر المساعد الداخلي (مجس الفولطية) مسافة واحد متر في أي اتجاه من موضعه الأصلي. |
| 9 | شغل الجهاز بالضغط على كبسة البدء(START)، واقرأ القيمة المبينة على شاشة الجهاز وسجلها. وإذا لاحظت أن هناك تغيير كبير في القراءة (30 ٪ مثلاً)، يجب الاستمرار في زيادة المسافة بين مكهر التأريض المراد قياس مقاومته والمكهر المساعد الداخلي والمكهر المساعد الخارجي حتى تستقر قيمة القراءة التي يتم الحصول عليها بعد تحريك المكهر المساعد الداخلي (مجس الفولطية). |

## اختبار المعرفة

| اسم الوحدة التدريبية: | | المهنة: |
|---|---|---|
| اسم المتدرب: | اسم المدرب: | علامة المتدرب: |

تعليمات الاختبار:
- أجب عن الأسئلة الآتية جميعها
- مدة الاختبار: ساعتان

**السؤال الأول (20 علامة)**

**ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة مما يلي**

4. **مقاومة نظام التأريض الجيد حسب كودات التأريض المحلية والدولية تساوي:**
   ه) أقل من 20 اوم.
   و) أقل من 15 اوم
   ز) أقل من 10 اوم
   ح) أقل من 5 اوم
5. **في نظام التأريض المباشر (TT) المطبق في الأردن، يستلزم أن يقوم المستخدم بـ**
   ه) عمل شبكة الأرضي الخاصة به، وكذلك تركيب لوحة توزيع فرعية.
   و) عمل شبكة الأرضي الخاصة به وكذلك تركيب جهاز للوقاية ضد التسريب الأرضي
   ز) عمل شبكة الأرضي الخاصة به وكذلك تركيب قواطع حماية آلية،
   ط) تركيب موصلات تأريض رئيسة وموصلات ربط.
6. **يتكون نظام التأريض في المنشآت السكنية والصناعية من الأجزاء الرئيسة الآتية:**
   أ) مكهر التأريض، وموصلات التأريض
   ب) مكهر التأريض، وقاطع الحماية من التسرب الأرضي
   ج) الأرض، مكهر التأريض، وموصلات التأريض
   د) مكهر التأريض، وموصلات التأريض، وقاطع الحماية من التسرب الأرضي.
7. **وحدة قياس المقاومة النوعية للتربة هي**
   أ) الأوم
   ب) الأوم/متر مكعب
   ج) الأوم/متر مربع
   د) الأوم/متر
8. **يؤدي تجمد التربة إلى :**
   أ) ارتفاع مقاومتها النوعية بشكل ملموس.
   ب) انخفاض مقاومتها النوعية بشكل طفيف.
   ج) انخفاض مقاومتها النوعية بشكل ملموس
   د) تجمد التربة ليس له أي تأثير على المقاومة النوعية للتربة.

**9. الموقع الافضل لإنشاء حفرة تأريض من بين المواقع الآتية هو:**

أ) موقع يحتوي على تربة مستنقعية مبللة.

ب) موقع يحتوي على تربة طينية.

ج) موقع بطبيعته لا يعتبر مصرفاً جيداً للماء في فصل الشتاء.

د) موقع يبقى رطبا نتيجة انسياب الماء فوقه على مدار العام (أرضية جدول ماء).

**10. مضاعفة قطر قضيب التأريض سوف يؤدي إلى خفض قيمة مقاومة التأريض بنسبة**

أ) بنسبة 60 ٪.

ب) بنسبة 50 ٪.

ج) بنسبة 30 ٪.

د) بنسبة 10 ٪.

**11. مضاعفة طول قضيب التأريض يؤدي عادة إلى خفض قيمة مقاومة التأريض**

أ) بنسبة 60 ٪.

ب) بنسبة 50 ٪.

ج) بنسبة 30 ٪.

د) بنسبة 10 ٪.

**12. مساحة مقاطع موصلات التأريض الوقائي المستخدمة في المنازل لدارات مقابس القدرة العادية تساوي:**

أ) (1.5) مم2

ب) (2.5) مم2

ج) (4) مم2

د) (6) مم2

**13. مساحة موصل التأريض الرئيس الذي يجب استخدامه لحماية دارة كهربائية فيها مساحة مقطع سلك الطور الأكبر 25 مم2 تساوي:**

أ) (10) مم2

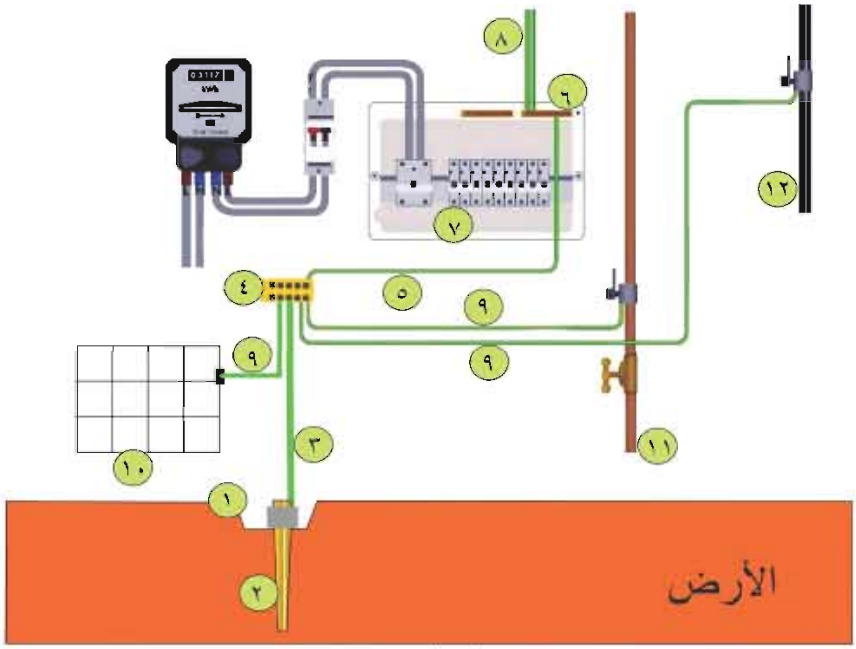
ب) (16) مم2

ج) (25) مم2

د) (35) مم2

**السؤال الثاني: (20 علامة)**

يبين الشكل (1) أدناه المكونات الرئيسة لشبكة التأريض المستخدمة في المنازل، أكمل الجدول (1) مبيناً اسم العنصر ووظيفته ومواصفاته الفنية.




الشكل(1)

| رقم العنصر | اسم العنصر | وظيفة العنصر ومواصفاته الفنية |
|---|---|---|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |
| 11 | | |

**السؤال الثالث(20 علامة)**

اذكر خمساً من فوائد نظام التأريض الجيد

1. ----------
2. ----------
3. ----------
4. ----------
5. ----------

**السؤال الرابع20 علامة)**

اذكر أربع طرق يمكن اتباعها لتخفيض مقاومة قضيب التأريض موضحاً فاعلية كل منها.

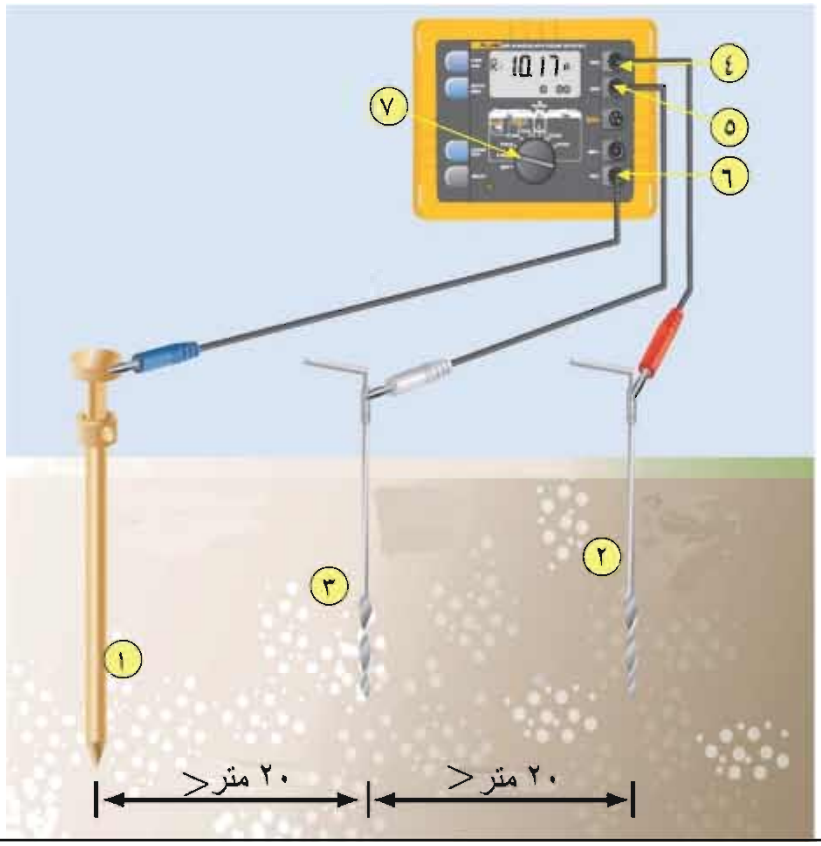
1. ----------
2. ----------
3. ----------
4. ----------

**السؤالخامس (20 علامة)**

ضع علامة صح (✓) أمام العبارة الصحيحة، وعلامة خطأ (×) أمام العبارة الخاطئة فيما يأتي:

| | | |
|---|---|---|
| 1 | حسب تعليمات كودة التأريض الأردنية يجب ألا تقل مساحة مقطع كل من موصلات ربط تساوي الفولطية الرئيسة عن نصف مساحة مقطع موصل التأريض للتركيبات الكهربائية وبحد أدنى مقداره (10) مم2. | ( ) |
| 2 | تعتبر الكرة الأرضية أنها كتلة هائلة جدا لا تحمل فولطية كهربائية أي ان فولطيتها تساوي صفراً. | ( ) |
| 3 | ترتفع المقاومة النوعية للتربة إذا زادت نسبة الرطوبة فيها. | ( ) |
| 4 | يؤدي احتواء التربة على الأملاح إلى زيادة مقاومتها النوعية. | ( ) |
| 5 | تستخدم ألواح التأريض كوسيلة تأريض في حالات نادرة، نظراً إلى كبر حجم الأعمال التي يتطلبها تجهيز حفر التأريض الخاصة بها | ( ) |
| 6 | تدفن شرائط وأسلاك (حبال) التأريض العارية في التربة بشكل متعرج أو موجي يقلل من مقاومة المكهر الأرضي للطول ذاته من المكهر. | ( ) |
| 7 | لفحص استمرارية موصلات الوقاية، يجب أن يتم إجراء هذا الفحص ومصدر الطاقة مفصول، ويستخدم جهاز قياس مقاومة قادر على قياس قيم منخفضة جداً من المقاومة (20أوم)، | ( ) |
| 8 | إذا تبين من القياسات أن قيمة متوسط المقاومة النوعية للتربة تنخفض كلما ازداد العمق، ينصح في هذا الحال استخدام مكهر تأريض أطول. | ( ) |
| 9 | يعتمد نظام التأريض المطبق في المملكة الأردنية الهاشمية على الربط المباشر لنقطة الحيادي (النجمة) في محول التوزيع مع الأرض، مع تزويد المستهلكين بموصل حيادي (نيوترل) فقط. ويكون لكل مستهلك (منشأة) شبكة تأريض خاصة به. | ( ) |
| 10 | من أهم فوائد نظام التأريض ضمان سريان تيار كافٍ لتفعيل أجهزة الوقاية (المصهرات أو القواطع الآلية أو قواطع التسرب الأرضي)، في حال حدوث تماس بين الأجزاء الحاملة للتيار والأجزاء المعدنية غير الحاملة للتيار في الآلات والأجهزة الكهربائية. | ( ) |

## اختبار الأداء

| الرقم | الأسئلة العملية | الوقت | العلامة |
|---|---|---|---|
| س1 | **دق قضيب تأريض في التربة وقياس مقاومته بطريقة الأقطاب الثلاثة.**<br>**الإجراء المطلوب من المتدرب/ة:**<br>1- تحضير العدد والأدوات اللازمة لإجراء الاختبار.<br>2- دق قضيب التأريض في الأرض باستخدام المطرقة اليدوية.<br>3- توصيل جهاز قياس مقاومة الأرضي لقياس مقاومة قضيب التأريض.<br>4- تحريك المكهرات المساعدة وأخذ قياسات إضافية للتحقق من سلامة القياسات الماخوذة. | | 100 |
| |  | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1-مكهر التأريض المراد قياس مقاومته. | 3-المكهر المساعد الداخلي (مجس الفولطية) | 5-طرف الفولطية الثاني (P2) | 7-وضعية الاختبار (هبوط الفولطية-ثلاثة أقطاب) |
| 2-المكهر المساعد الخارجي (مكهر التيار) | 4-طرف التيار الثاني(C2) | 6-طرف التيار الأول (C1) | |

الشكل (1)

**اسم المتدرب:** ----------

**الزمن: ساعتان**

اسم الاختبار: دق قضيب تأريض في التربة وقياس مقاومته بطريقة الأقطاب الثلاث.

## استمارة مراقبة وتدرج الاختبار العملي

| محتوى الاختبار | | خطوات العمل والنقاط الحاكمة | معيار الأداء | العلامة | | التسهيلات اللازمة |
|---|---|---|---|---|---|---|
| عناصر الأداء | عناصر المناقشة | | | المخصصة | الممنوحة | |
| 1-تحضير العدد والأدوات اللازمة لإجراء الاختبار ودق القضيب في التربة | | تحضير التجهيزات والأدوات والمواد اللازمة والتحقق من صلاحيتها قبل استخدامها. | | 4 | | - قضيب تأريض (19مم2) بطول 120سم.<br>-مربط نحاسي مناسب للقضيب.<br>- مادة عازلة (فازلين/ شحمة).<br>-ماسورة (PVC) بقطر (1) إنش.<br>-موصل تأريض معزول، بمساحة مقطع لا تقل عن (19مم2).<br>-عِدَد وأدوات حفر مناسبة. |
| | | اختيار مكان مناسب( التربة الأكثر رطوبة) لحفر الحفرة الخاصة بقضيب التأريض. | | 2 | | |
| | لماذا اخترت هذا المكان لحفر الحفرة الخاصة بقضيب التأريض | | | 5 | | |
| | | تركيب رأس (سدادة) طرق على الطرف العلوي لقضيب التأريض وذلك لتفادي اتلافه أثناء الطرق، كما يجب تركيب رأس ثقب فولاذي مدبب على الطرف السفلي لقضيب التأريض، لتسهيل عملية دق القضيب. | | 4 | | |
| | لماذا ركبت رأس (سدادة) طرق على الطرف العلوي للقضيب | | | 5 | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | حفر حفرة بعمق (20-30) سم من سطح التربة، ثم دق فيها قضيب تأريض مقطعي مسنن الطرفين طوله (120) سم وقطر 16 مم، وذلك باستخدام المطارق اليدوية | ±2سم | 6 | | -منهل اسمنتي مع غطاء مناسب.<br>-مواد كيميائية: لزيادة موصلية التربة.<br>-مشرقة حديدية مناسبة.<br>-صندوق عدة كامل |
| | | الاستمرار في عملية الطرق حتى يصبح الجزء البارز من القضيب فوق التربة حوالي 20 سم. | ± 1سم | 6 | | |
| 2-توصيل جهاز قياس مقاومة الأرضي وضبطه لقياس مقاومة قضيب التأريض. | | اختيار وضعية الاختبار (هبوط الفولطية-ثلاث أقطاب) في جهاز قياس مقاومة الأرضي بوساطة مناح الاختيار. | | 6 | | |
| | | غرس المكهر المساعد الخارجي (مكهر التيار) في التربة على استقامة واحدة مع مكهر التأريض المراد قياس مقاومته، بحيث تكون المسافة الفاصلة بينهما 40 متراً على الأقل. | ±10سم | 4 | | |
| | لماذا غرست المكهر المساعد الخارجي (مكهر التيار) في هذا المكان | | | 5 | | |
| | | غرس المكهر المساعد الداخلي (مجس الفولطية) في التربة في منتصف المسافة (50%) بين مكهر التأريض المراد قياس مقاومته والمكهر المساعد الخارجي (مكهر التيار). | ±5سم | 4 | | |
| | لماذا غرست المكهر المساعد الداخلي (مجس الفولطية) في هذا المكان | | | 5 | | |
| | | تشغيل الجهاز بالضغط على كبسة البدء(START). | | 6 | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | قراءة القيمة المعروضة على شاشة الجهاز وتسجيلها. | | **6** | | |
| **3-تحريك المكهرين المساعدين وأخذ قياسات إضافية للتحقق من سلامة القياسات الماخوذة.** | | تحريك المكهر المساعد الداخلي (مجس الفولطية) مسافة واحد متر في أي اتجاه من موضعه الأصلي. | | **6** | | |
| | | تشغيل الجهاز بالضغط على كبسة البدء(START). | | **6** | | |
| | | إذا لوحظ أن هناك تغيير كبير في القراءة (30 ٪)، يجب الاستمرار في زيادة المسافة بين مكهر التأريض المراد قياس مقاومته والمكهر المساعد الداخلي والمكهر المساعد الخارجي حتى تستقر قيمة القراءة التي يتم الحصول عليها بعد تحريك المكهر المساعد الداخلي (مجس الفولطية). | | **4** | | |
| | لماذا قمت بزيادة المسافة بين مكهر التأريض المراد قياس مقاومته والمكهر المساعد الداخلي والمكهر المساعد الخارجي | | | **2** | | |
| | | تحديد القيمة النهائية لمقاومة مكهر التأريض | | **4** | | |
| | | جمع العدة، وحفظها بحسب التعليمات، وتنظيف موقع العمل. | | **90** | | |
| | | **أقل من (1.30) ساعة** | | **10** | | |
| | | **من (1.30-1.45) ساعة** | | **5** | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | من (1.45-2.00) ساعة | | صفر | | |
| | | العلامة الكلية | | 100 | | |

اسم المدرب/الفاحص: --------  التوقيع: --------  التاريخ: ----------

# قائمة المصطلحات

| المصطلح الإنجليزي | المصطلح العربي |
|---|---|
| Bound | ربط |
| Bounding jumper | وصلة ربط |
| Checking | فحص |
| Clamp on meter | جهاز قياس ذو ملقط |
| Current | تيار |
| Depth | عمق |
| Down conductor | الموصل الهابط |
| Driven rod | القضيب المغروس |
| earth | الأرض |
| Earth electrode | مكهر (قطب) تأريض |
| Earth resistance | مقاومة الأرض |
| Earth shells | طبقات الأرض |
| Earthing conductor | موصل التأريض |
| Earthing network | شبكة التأريض |
| Earthing strip | شريط تأريض |
| Electrical substation | محطة توزيع فرعية |
| Electrode diameter | قطر المكهر |
| Electrode length | طول المكهر |
| Fall of potential | هبوط الفولطية |
| Ground testing | قياس الأرضي |
| Inner stake | الوتد الداخلي |
| Lightning protection system | نظام الحماية ضد الصواعق |
| Main Earthing terminal | جسر التأريض الرئيس |
| measurement | قياس |
| method | طريقة |
| soil | تربة |
| Soil composition | مكونات التربة |
| Soil Resistivity | المقاومة النوعية للتربة |
| stake | وتد |
| voltage Drop | هبوط الفولطية |

## المراجع العربية


1. مركز بحوث البناء _ الجمعية العلمية الملكية، كودة التأريض -كودات البناء الوطني الأردني ،1986.
2. م. عاطف عباسي، نظام التأريض في المملكة الأردنية الهاشمية، 2006،
3. الدكتور عبد المنعم موسى، التأريض الوقائي، جامعة الإسكندرية، 2010
4. الدكتور محمود الجيلاني، المرجع في التركيبات والتصميمات الكهربائية، جامعة القاهرة،2012.


## المراجع الاجنبية


1. John Whitfield: The Electricians Guide to the 16th Edition IEE Regulations, Section 5.2: Earthing systems, 5th edition.
2. Geoff Cronshaw: Earthing: Your questions answered. IEE Wiring Matters, autumn 2005.


## المواقع الإلكترونية


- Earthing system, https://en.wikipedia.org/wiki/Earthing_system