الصدمة الكهربائية

الجزء الأول للمقال

2016

احمد عامر محمد

المهندس

مدخل الى الباب الثالث الفصل الخامس من كتاب

اساسيات اختراع الكهرباء

مـلاحظة:

عزيزي القارئ ان في هذا المقال نتحدث عن الصدمة الكهربائية للأشخاص وما هي الإجراءات الوجب اتخاذها.
يمكن الاستفادة أكثر حول موضوع الصدمة الكهربائية يمكنكم الاطلاع على كتاب أساسيات اختراع الكهرباء في.
الباب الثالث الفصل الخامس رقم الصفحة 884 تم شرح الموضوع بإيجاز أكثر وأن هذه المقال هو ملخص.
لفصل الصدمة الكهربائية وليس الموضوع ككل وان هذا الفصل وهو مقدمة لفصل التأريض الوقائي.

..... مع التقدير

الأهداف العامة لهذه المقال

بعد الانتهاء من قرائه هذا المقال يتوقع من المتدرب ان:

- ✓ أسباب إصابة الانسان بالصدمة الكهربائية.
- ✓ العوامل المؤثرة على حجم الإصابة بالصدمة الكهربائية.
- ✓ الاثار المترتبة على الصدمة الكهربائية.
- ✓ الإسعافات الأولية للمصاب بالصدمة الكهربائية.
- ✓ تعليمات السلامة للعمل في الدوائر الكهربائية.
- ✓ الإسعافات الأولية عالمياً.

اولاً-المقدمة:

ان حجم الضرر الذي يلحق بالإنسان المتعرض للصدمة الكهربائية يتحدد من ثلاثة عناصر وهم:

- ✓ مسار التيار في جسم الانسان
- ✓ المدة الزمنية التي يمر فيها التيار في جسم الانسان
- ✓ شدة التيار المار في جسم الانسان

ويمكن تمثيل جسم الانسان بالموصل المعزول فالبشرة الخارجية لجسم الانسان تمثل عزل الموصل، فهي تمنع انتقال الجهود الخارجية لداخل جسم الانسان، اما داخل جسم الانسان فهو يشبه القلب النحاسي، أذ أن المقاومة الداخلية لجسم الانسان صغيرة، لاحتواء جسم الانسان على ماء مملح، وبمجرد ان يقوم الجهد الكهربائي بكسر عازلية بشرة الانسان الاخارجية يمر التيار الكهربائي في جسم الانسان، وتكون مقاومة جسم الانسان في هذه الحالة اقل ما يمكن ويصبح جسم الانسان كموصل جيد للتيار الكهربائي،

فقبل ان يحدث انهيار لعازلية البشرة الجارجية لجسم الانسان، فان مقاومة جسم الانسان كبيرة، الامر الذي يؤدي الى أمرار تيار ضعيف جدا عند تغرض جسم الانسان لجهد جارجي، ولكن بمجرد انهيار عازلية البشرة الجارجية تزداد شدة التيار المار في جسم الانسان ولذي يعمل على إثارة الجهاز العصبي والعضلات بالحد الذي يودي لاضطراب أداء الاعصاب وتلف لعضلات الجسم وخاصه عضلة القلب وقد يؤدى لتوقف القلب والوفاة.

ثانيا-أسباب إصابة الانسان بالصدمة الكهربائية:

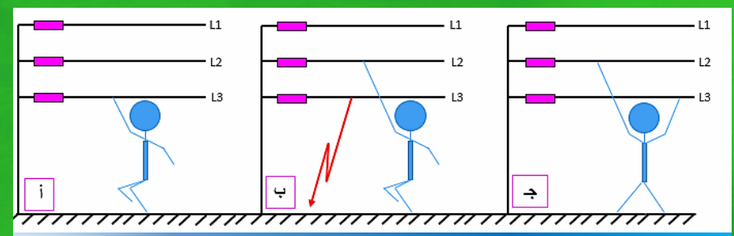
يوجد عدة أسباب تؤدي لاصابة الانسان بالصدمة الكهربائية نذكر منها ما يلي: (راجع الكتاب الباب الثالث الفصل الخامس الأسباب كاملة رقم الصفحة 885)

❖ **التلامس المباشر:** وهو ملامسة أي جزء من جسم الانسان لاحد الموصلات الحية (الحاملة للتيار الكهربائي) والشكل (1) [1**] يبين كيفية تعرض الانسان للصدمة الكهربائية نتيجة التلامس المباشر. **توضيح الاشكال المبينة على الجانب الأيمن:**

الشكل (أ-1) يتعرض الانسان للصدمة الكهربائية نتيجة للتلامس المباشر مع أحد اوجة مصدر كهربائي مؤرض.

الشكل (ب-1) يتعرض الانسان للصدمة الكهربائية نتيجة للتلامس المباشر مع أحد أوجه مصدر كهربائي غير مؤرض مع وجود انهيار لعزل وجه اخر وملامستة مع الأرض.

الشكل (جـ-1) يتعرض الانسان للصدمة الكهربائية نتيجة للتلامس المباشر مع وجهين من المصدر الكهربائي بواسطة اليدين.

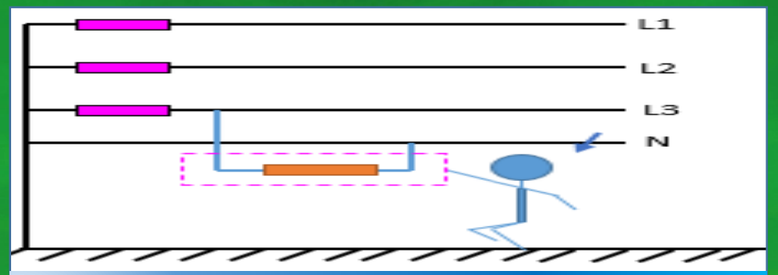


شكل (1)

❖ **التلامس الغير مباشر:** وينتج عن ملامسة الانسان للاجزاء الموصلة وغير حاملة للتيار الكهربائي والمتعرضه لجهد كهربائي، على سبيل مثال هياكل الأجهزة والمعدات المعدنية والتي ليست متعرضة لجهد كهربائي في الضروف الطبيعية. ولكنها يكمنان تنقل تيار كهربائي ذا تعرضت لجهد كهربائي نتيجة لتلف داخلي لعزل المعدة او الجهاز. والشكل (2) أسفل المقال يبين كيفية تعرض الانسان للصدمة من جراء التلامس الغير مباشر.

القوس الكهربائي الناتج عن فصل أحد القواطع الأتوماتيكية CB'S[2] او اقتراب شخص من أحد خطوط الجهد العالي وتجاوز المسافة الأمنية وهذا يسبب الى احداث شرارة كهربائية تؤدي أحيانا الى العمى او احداث حروق في جسم الانسان.**

تعرض توصيلات الجهد المنخفض لجهد عالٍ بالخطا نتيجة لصعقة كهربائية او قصر بين ملفات الجهد المنخفض والجهد العالي للمحولات وهذا يعرض المستخدمين للصدمة الكهربائية.



شكل (2)

ثالثاً: العوامل المؤثرة على حجم الإصابة بالصدمة الكهربائية:

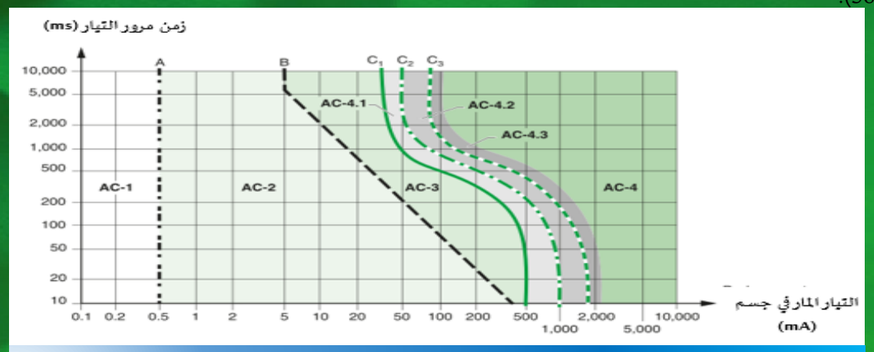
وجد ان الانسان يمكن يشعر بالتيار الكهربائي الذي شدته(1mA) وتردده (50Hz)، او التيار الكهربائي المستمر الذي شدته (5mA). اما إذا مر تيار كهربائي متردد شدته (1-8mA) في جسم الانسان يحدث تقلص غير مؤلم للعضلات ويمكن للشخص التخلص من مصدر التيار الكهربائي المسبب للصدمة. وذا مر تيار متردد شدته (15-30mA) يزداد تقلص العضلات المؤلم ويفقد المصاب سيطرته على نفسه ويفشل في التخليص نفسه من مصدر التيار الكهربائي المسبب للصدمة. وعند مرور تيار كهربائي متردد شدته(30-50mA) يصبح التنفس صعبا، اما إذا مر تيار كهربائي متردد شدته (50-100mA) يحدث خلاً في وضيفة القلب يؤدي الى الوفاة لبعض المصابين. اما إذا مر تيار كهربائي شدته (100-200mA) في جسم الانسان فان القلب يتوقف عن العمل وتفشل الإسعافات الطبية في إنقاذ المصاب. والجدير بالذكر انة عند مرور تيار كهربائي متردد أكبر من (200mA) فان المصاب سوف يصاب بحروق شديدة في مسار التيار الكهربائي. **ويمكن تلخيص العوامل المؤثرة على حجم الإصابة من الصدمة الكهربائية فيما يلي**

❖ **شدة التيار:** فكلما ازدادت شدة التيار المار في الانسان ازدادت شدة الصدمة الكهربائية

❖ **زمن مرور التيار الكهربائي:** كلما ازداد زمن مرور التيار الكهربائي في جسم الانسان ازدادت شدة الصدمة الكهربائية. فمرور تيار قدرة (80-90mA) لمدة 3 ثواني يؤدي الى توقف القلب والوفاة.

❖ **التردد:** وجد بالتجربة ان التيار المتردد اشد خطورة من التيار المشتمر فالتيار المتردد الذي ترددة 50Hz يمثل اقصى خطورة للإنسان

مسار التيار في جسم الانسان: ويمكن ترتيب مسار التيار في جسم من حيث الخطورة كما يلي (قدم الى قدم) - (يد الى يد)-(يد يسرى الى قدمين)-(يد يمنى الى قدمين)، والشكل (3) في الأسفل يبين مناطق الخطورة على الأشخاص البالغين من جراء الإصابة بالصدمة الكهربائية من تيار متردد (50-60Hz).



شكل (3)

توضيح المناطق في الشكل

المنطقة (AC-1) لايوجد تاثير على الشخص (غير محسوس)

المنطقة (AC-2) لا يوجد ضرر على وضائف الأعضاء (لكن محسوس)

المنطقة (AC-3) تقلص العضلات مع آثار عكسية

المنطقة (AC-4) إمكانية حدوث اثار لا رجهة فيها

المنطقة (AC-4-1) يحدث انقباض للعضلات بنسبة 5% (يحدث رجفان في القلب)

المنطقة (AC-4-2) يحدث أنقباض للعضلات بنسبة (5-50%) (يزداد رجفان الفلب)

المنطقة (AC-4-3) يحدث انقباض للعضلات كثر من 50% (يزداد رجفان القلب أكثر من 50%)

المنحني(A) بداية الإحساس بالتيار

المنحني (B) بداية ردور الأفعال العضلية

المنحني (C1) بداية الرجفان البطني بنسبة 0%

المنحني (C2) يحدث رجفان بطني بنسبة 5%

المنحني (C3) يحدث رجفان بطني بنسبة 50%

رابعاً-الاثار المترتبة على الصدمة الكهربائية:

هناك عدة اثار تحدث للشخص المتعرض للصدمة الكهربائية يمكن أيجازها فيما يلي:

1- الحروق الكهربائية ويمكن تقسيمها الى:

أ- حروق تنتج عن مرور التيار الكهربائي في جسم الانسان وتتمثل في ظهور بقع مستديرة لونها فضي او اصفر، وأحيانا تأخذ شكل الجزء المكهرب الذي لامسة الشخص وتشفى مع مرور الزمن

ب- حروق تنتج من تأثير القوس الكهربائي على جسم الانسان وتتمثل في تهيج الجلد عند سقوط ذرات المعدن المنصهر اثناء القوس الكهربائي على الشخص المصاب وتشفى مع مرور الأيام

ج -حروق تنتج عن الصدمة الكهربائية بالجهود العالية نتيجة لتاثير التيار المار في جسم الانسان، وكذلك القوس الكهربائي وتمثل في ظهور بقع مستديرة وتهيج للجلد منيجة لسقوط المعدن المنصهر علية

2-اضرار عصبية ويمكن تقسيمها الى:

أ- تقلص للعضلات بدون فقدان للوعي

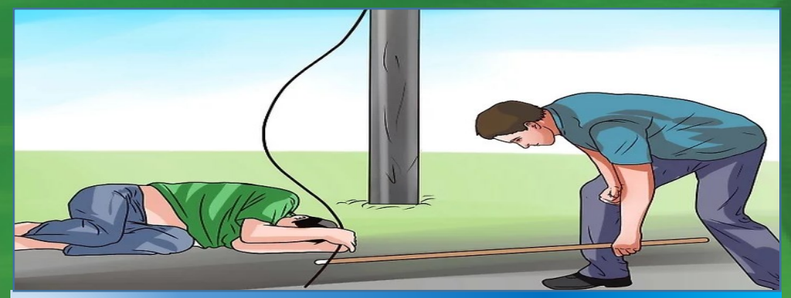
ب- تقلص للعضلات مع فقدان للوعي

ج -فقدان الوعي وتوقف القلب والتنفس وتوقف الدورة الدموية

خامساً-الإسعافات الأولية للمصاب بالصدمة الكهربائية:

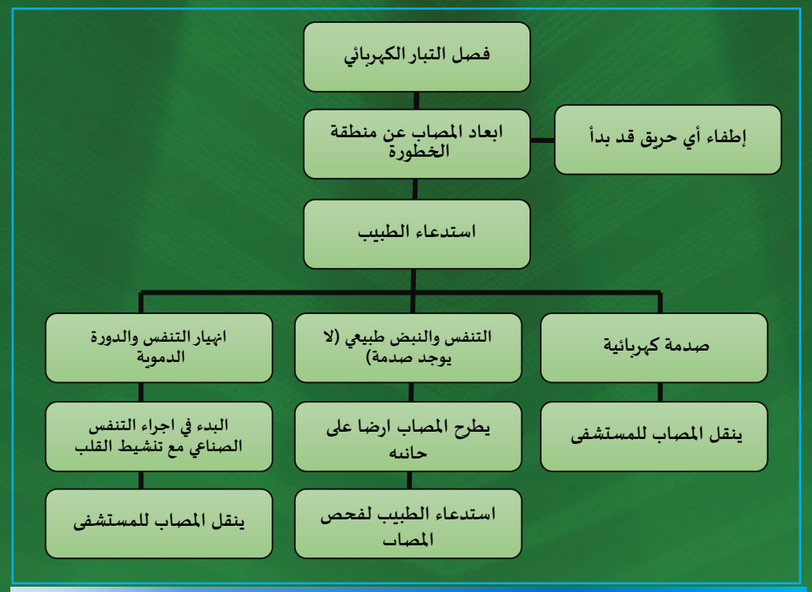
هناك عدة اسعافات أولية تجرى للمصاب بالصدمة الكهربائية ويمكن يجازها فيما يلي:

تخليص المصاب بالتيار الكهربائي وذلك بقطع التيار الكهربائي، وذا تعذر ذالك يقوم المنقذ بايعاد المصاب عن الجسم المكهرب بواسطو عمود خشبي كما هو مبين بالشكل (4) في الأسفل



شكل (4) يوضح ابعاد المصاب بواسطة عمود خشبي

وبعد ذلك يقوم المنقذ باستدعاء الطبيب ثم التعامل مع المصاب تبعا لحالتة والمخطط الصندوقي للمرحلة المتبعة لإنقاذ المصاب بالصدمة الكهربائية مبين بالشكل (5) اعلى يسار النص



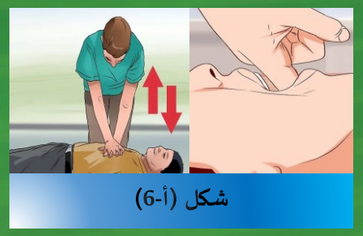
شكل (5)

والجدير بالذكر ان هناك ثلاث حالات يمكن ان يتعرض لها المصابين بالصدمة الكهربائية وهم كما يلي:

توقف الجهاز التنفسي والدورة الدموية: ويمكن التأكد من ذلك بوضع امرأة في مقابلة فم المصاب، في حاله عدم وجود تكاثف على المرأة فان هذا يدل على انهيار الجهز التنفسي ويمكن وضع ورقة في مقابلة فم وانف المصاب فاذا لم تتحرك دل على انهيار الجهاز التفسي وفي هذه الحالة يجرى تنفس صناعي للمصاب، ويمكن التأكد من انهيار الدورة الدموية وذلك بتعرض عيني المصاب للضوء فاذا لم تتقلص دل على انهيار الدورة الدموية ويقوم بتحديد طبيعة الإصابة الأشخاص المدربين على الإسعافات الأولية

وهناك طريقاتان لاجراء التنفس الصناعي للمصاب وهما كما يلي:

الطريقة الأولى: يقوم المنقذ بالضغط على صدر المصاب بكلتا راحتيه ليطرد هواء الزفير ثم يزيل الضغط لينتج الفرصة لهواء الشهيق بالدخول، ويكرر ذلك بصفة دورية بمعدل (15-12) ضغطة في الدقيقة مع مراعاة نزع ملابس المصاب التي تعوق تنفسة وفتح الفم والتاكد من عدم قيام اللسان بغلق الحلق **كما في الشكل (أ-6)**



شكل (أ-6)

الطريقة الثانية: تسمي بطريقة النفخ وتسمي أحيانا بقبلة الحياة ويقوم المنقذ بنفخ الهواء بفمه في فم المصاب ويجب ان يكون رأس المصاب مائلة للخلف حتى لا يقوم اللسان بغلق الحلق.

وفي نفس الوقت يجب تدليك الصدر براحتي اليد ثم تحريره بمعدل (80-60) مرة في الدقيقة، وبذلك تتقلص عضلة القلب وندفع الدم في الدورة الدموية.

والشكل(ب-6) يوضح الخطوات المتبعة لاجراء التنفس الصناعي بالنفخ

شكل (ب-6)

صدمة كهربائية: ان المصاب بالصدمة الكهربائية يكون نبضه سريعه وضعيف، ويشعر المصاب ببرودة ويظهر العرق على جبهته وفي هذه الحالة يطرح المصاب على ضهره ويرفع قدميه لاعلى للسماح للدم بالعودة الى الجسم.

التنفس والنبض الطبيعي: إذا كانت الدورة الدموية والجهاز التنفسي في حالة جيدة، يوضع المريض على جانبه مع إمالة الرأس للخلف قليلا وضع يده أسفل رأسة، وحماية المصاب من البرودة وذلك بتدفئته ببطانية ومنعه من شرب الماء. **والشكل (8) يعرض وضعين مختلفين لمصاب الصدمة الكهربائية والذي تتنفسة ونبضه طبيعيا**

شكل (8)

والجدير بالذكر انه يجب فحص المصاب بواسطة الطبيب حتى ولو ظن المصاب انه قد نجا وأنه خال من أي إصابة لانه في بعض الأحيان لا تظهر اعراض الانهيارات الداخلية الا بعد فترة من الزمن.

أفكار مفيدة حول الاسعافات

- حافظ على هدوئك.
- اشرح لخدمات الطوارئ الموقف بالتفصيل.
- ابق مع الضحية وراقب حالته.
- أبلغ خدمات الطوارئ بأي تغير في حالة الضحية.
- لا تتعامل لوحدك مع الكهرباء .زميلك في العمل قد ينقذ حياتك في حالة حدوث حادث.

تحذيرات حول الإسعافات

- تأكد من إغلاق التيار الكهربائي قبل مساعدة الضحية.
- لا تضع الثلج أو الزبدة أو المراهم أو الأدوية أو الضمادات القطنية أو اللاصقة على الحرق.

سادساً-تعليمات السلامة للعمل في الدوائر الكهربائية:

لقد وجد ان الغالبية العضمى من الأشخاص الذين يتعرضون للصدمة الكهربائية نتيجة لعدم اتباعهم تعليمات السلامة لذلك يجب على كل مهندس كهرباء او فني كهرباء اتخاذ اللازم لحماية أنفسهم ورفقائهم من الصدمة الكهربائية. ويمكن تلخيص تعليمات السلامة فيما يلي:

- ✓ العزل ويتم ذلك بفصل التيار الكهربائي عن الدوائر الكهربائية التي سيتم التعامل معها وذلك بفصل القواطع او المصهرات او بوضع المفاتيح الكهربائية الرئيسية على الوضع OFF.

الشكل (9)

- ✓ التأكد من ان التيار الكهربائي لن يتم وصلة مرة أخرى بواسطة أحد الأشخاص، فعبد فصل التيار الكهربائي يجب تعليق اللوحة المبينة في الشكل (9) عند مكان المصهرات او القواطع ويفضل غلق لوحة التوزيع بقفل، مفتاحة مع القائم بالإصلاح.
- ✓ التأكد من عدم وجود جهد كهربائي قبل البدء في العمل، ويستخدم في ذلك جهاز الافوميتر[3**] ولا يستخدم مفك الاختبار[4**] لان لمبه المفك لن تضئ الا عند مرور تيار كهربائي فيها، ففي حالة وقف الشحص المختبر على أرضية عازلة فان اللمبة لن تضئ عند وجود جهد كهربائي.
- ✓ عمل قصر بين الأوجه الثلاثه مع الأرضي، ويتم ذلك بتوصيل الأرضي أولاً ثم توصيل الأوجه الثلاثه بعد ذلك، ففي حالة وجود اي شحنة كهربائية فانها سوف تتسرب للأرض، ويجب استخدام موصلات لها مساحة مقطع مناسبة كي تتحمل تيار القصر الذي قد ينتج نتيجة للتوصيل الخاطئ للمفتاح الرئيسي او القواطع او المصهرات.
- ✓ ارتداء الأحذية العازلة عند التعامل مع الدوائر الكهربائية.

النقاط الادلالية:

**1-هذه الاسلاك الشكل العلوي تمثل الملفات الثانوية الخارجة من محول التوزيع

**2-القواطع الأتوماتيكية CB'S : مفتاح يعمل تلقائيا لحماية الدوائر الكهربائية، من محركات كهربائية ووصلات منزلية، وخطوط القدرة طويلة المدى، والدوائر الكهربائية الأخرى، من الضرر الناتج عن مرور تيار كهربائي عال جداً. وقد يمر التيار الكهربائي العالي في الدائرة الكهربائية، إما نتيجة عطب في الدائرة، أو نتيجة عامل خارجي إضافي مثل البرق.أنضر الشكل (أ)

الشكل (أ)

**3-الافوميتر: هو جهاز متعدد الأغراض يستخدم في ورش الأجهزة الإلكترونية وفي معامل الإلكترونيات. وكلمه avo هي اختصار لوحدات قياس المقاومة ووحده قياس الفولت ووحده قياس التيار. أنضر الشكل(ب)

الشكل (ب)

**4-مفك الاختبار: عباره عن لمبه صغيره ومقاومه على التوالى واحتمال وجود فيوز بعد مايتدخل طرف المفك فى الكهرباء انت محتاج تقفل الدائره بمعنى

لابد من وجود فرق جهد انت وضعت المفك على 220V وجسمك بيكون هو المسار اللى يوصل الدائره بالارضي

الشكل (جـ)

الإسعافات الأولية عالمياً كيف تكون:

تسبب الشحنات الكهربائية التي تسري عبر الجسد حوادث الصدمات الكهربائية. آثار الصدمة قد تكون وخز خفيف أو موت فوري. معرفة ما يمكنك فعله في حالة التعرض لصدمة كهربائية قد ينقذ حياة أحدهم.

اولاً-تفقد منطقة الحادث بحرص: قد يكون رد فعلك الأول أن تهرع لإنقاذ الشخص، ولكن إن استمر خطر الصدمات الكهربائية ستؤذي نفسك أيضًا. خذ وقتك في تقييم الموقف والبحث عن أية مخاطر محتملة.

- ابحث عن مصدر الصدمات الكهربائية. تأكد من انفصال الضحية عن المصدر. تذكر أن الكهرباء بإمكانها أن تصلك عبر جسم الضحية.
- لا تستخدم الماء مطلقًا، حتى وإن كان هنالك حريق، لأن الماء سينقل الكهرباء.
- لا تدخل المنطقة التي بها المعدات الكهربائية إن كانت الأرضية مبتلة.
- استخدم طفاية حريق مُعدة للحرائق الكهربائية. ستجد طفايات الحرائق المُعدة للحرائق الكهربائية

ثانيا-اتصل بخدمات الطوارئ: من المهم أن تطلب المساعدة بأسرع وقت ممكن. كلما اتصلت مبكرًا كلما وصل لك الدعم بسرعة أكبر. اشرح الموقف بهدوء ووضوح عند اتصالك بهم.

- اشرح لهم أن الحالة الطارئة تتضمن صدمات كهربائية حتى يكونوا على أتم استعداداتهم.
- حاول ألا تصاب بالهلع. الحفاظ على هدوئك سيساعدك في توصيل المعلومات الصحيحة.
- تحدث بوضوح. ستطلب خدمات الطوارئ معلومات دقيقة وواضحة. الحديث بسرعة قد يقود لسوء الفهم، والذي سيضيع الكثير من الوقت الثمين.
- أخبرهم بعنوانك ورقم هاتفك بدقة.

ثالثا-قم بإغلاق التيار الكهربائي: قم بإغلاق التيار الكهربائي إن كان يمكنك القيام بذلك بسهولة. لا تحاول إنقاذ شخص بجوار مصدر لشحنات كهربائية عالية.إغلاق التيار الكهربائي من الصندوق الكهربائي أو صندوق الصمامات أو الدوائر الكهربائية هو الحل الأفضل. اتّبع هذه الخطوات لغلق الكهرباء عبر الصندوق الكهربائي:

- افتح الصندوق الكهربائي. ابحث عن قطعة مستطيلة الشكل ولها مقبض، في أعلى الصندوق.
- قم بالإمساكِ بالمقبض وحرّكه للجهة الأخرى، تمامًا كما تفعل مع زر الإضاءة.
- حاول إشعال الإضاءة أو أي جهاز كهربائي لتتأكد من فصل الكهرباء

رابعا-أبعد الضحية عن مصدر الكهرباء: لا تلمس الضحية إن لم يتم فصل التيار الكهربائي، حتى ولو كانت معك مادة عازلة للكهرباء. استخدم عصا خشبية أو مطاطية أو أي مادة عازلة للكهرباء بعد تأكدك من فصل الكهرباء لإبعاد الضحية عن المصدر.

- أمثلة للمواد العازلة للكهرباء: الزجاج والبورسلين والبلاستيك والورق. الورق المقوي هو مادة شائعة وعازلة للكهرباء يمكن استخدامها كذلك.
- أما المواد التي تسمح بمرور التيار الكهربي فتشمل النحاس والألومنيوم والفضة والذهب.
- يمكن لمس الضحية دون خوف فى حالة إصابته بصاعقة برق.

يمكن الاطلاع على كيفية المساعدة والقيام بالتنفس الصناعي بدون ترتيب ومعالجه الحروق النتجه عن الصدمه الكهربائية في الكتاب رقم الصفحة من (896-890) خاصه في هذا الموضوع

المراجع:

- Gunter G.Seip.
  Electrical Installation Hand book. Germany. John wiley. Sons 1987
- Klockner Moeller.
  Automation and power Distribution Wiring manual.Germany. Klockner Moeller 1990
- Asea Brown Boveri.
  Residual Curren. Operated CB. Germany. ABB1990
- Merlin Gerin.
  Low voltage circuit breaker application Guide. France. Merlin Gerin 1990
- Asea Brown Boveri.
  Surge Arrestor Catalog .Germany. ABB 1990