الباب الأول

الصدمة الكهربية

obeikandl.com

obeikandl.com

الصدمة الكهربية

١ / ١ - مقدمة

إن حجم الضرر الذى يلحق بالإنسان المتعرض للصدمة الكهربية يتحدد من ثلاثة عناصر وهم:

١- مسار التيار فى جسم الإنسان.

٢- المدة الزمنية التى يمر فيها التيار فى جسم الإنسان.

٣- شدة التيار المار فى جسم الإنسان.

ويمكن تمثيل جسم الإنسان بالموصل المعزول فالبشرة الخارجية لجسم الإنسان تمثل عزل الموصل، فهى تمنع انتقال الجهود الخارجية لداخل جسم الإنسان، أما داخل جسم الإنسان فهو يشبه القلب النحاسى، إذ أن المقاومة الداخلية لجسم الإنسان صغيرة؛ لاحتواء جسم الإنسان على ماء مملح، وبمجرد أن يقوم الجهد الكهربى بكسر عازلية بشرة الإنسان الخارجية يمر التيار الكهربى فى جسم الإنسان، وتكون مقاومة جسم الإنسان فى هذه الحالة أقل ما يمكن ويصبح جسم الإنسان كموصل جيد للتيار الكهربى.

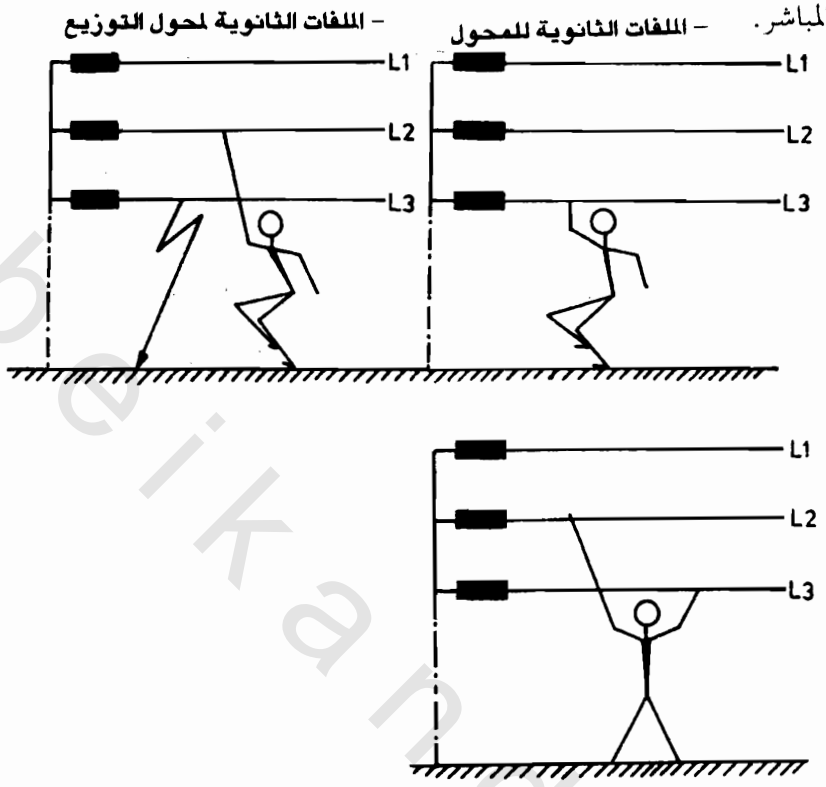
فقبل أن يحدث انهيار لعازلية البشرة الخارجية لجسم الإنسان؛ فإن مقاومة جسم الإنسان تكون كبيرة، الأمر الذى يؤدى إلى إمرار تيار ضعيف جداً عند تعرض جسم الإنسان لجهد خارجى، ولكن بمجرد انهيار عازلية البشرة الخارجية تزداد شدة التيار المار فى جسم الإنسان والذى يعمل على إثارة الجهاز العصبى والعضلات بالحد الذى يؤدى لاضطراب أداء الأعصاب وتلف لعضلات الجسم وخاصة عضلة القلب وقد يؤدى لتوقف القلب والوفاة.

١ / ٢ - أسباب أصابة الإنسان بالصدمة الكهربية

يوجد عدة أسباب تؤدى لإصابة الإنسان بالصدمة الكهربية نذكر منها ما يلى:

١- **التلامس المباشر** وهو ملامسة أى جزء من جسم الإنسان لأحد الموصلات الحية (الحاملة للتيار الكهربى).

والشكل (١-١) يبين كيفية تعرض الإنسان للصدمة الكهربية نتيجة التلامس المباشر.



الشكل (١-١)

ففى الشكل (أ) يتعرض الإنسان للصدمة الكهربية نتيجة للتلامس المباشر مع أحد أوجه مصدر كهربى مؤرض.

وفى الشكل (ب) يتعرض الإنسان للصدمة الكهربية نتيجة للتلامس المباشر مع أحد أوجه مصدر كهربى غير مؤرض مع وجود انهيار لعزل وجه آخر وملامسته مع الأرض.

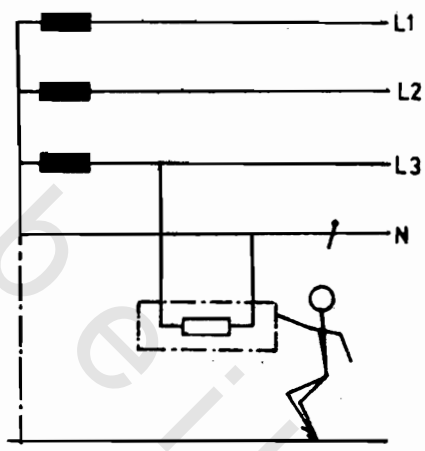
وفى الشكل (جـ) يتعرض الإنسان للصدمة الكهربية نتيجة للتلامس المباشر مع وجهين من المصدر الكهربى بواسطة اليدين.

٢ - **التلامس الغير مباشر** وينتج عن ملامسة الإنسان للأجزاء الموصلة وغير الحاملة للتيار الكهربى والمتعرضة لجهد كهربى، على سبيل المثال هياكل الأجهزة والمعدات المعدنية والتى ليست متعرضة لجهد كهربى فى الظروف الطبيعية.

obeikandl.com

ولكنها يمكن أن تنقل تيار كهربى إذا تعرضت لجهد كهربى نتيجة لتلف داخلى لعزل المعدة أو الجهاز.

والشكل (١ – ٢) يبين كيفية تعرض الإنسان للصدمة من جراء التلامس الغير مباشر.



الشكل (١-٢)

٣– القوس الكهربى الناتج عن فصل أحد القواطع الأتوماتيكية CB'S أو اقتراب شخص من أحد خطوط الجهد العالى وتجاوز المسافة الآمنة وهذا يسبب إلى إحداث شرارة كهربية تؤدى أحيانًا إلى العمى أو إحداث حروق فى جسم الإنسان.

٤– تعرض توصيلات الجهد المنخفض لجهد عالٍ بالخطأ نتيجة لصعقة كهربية أو قصر بين ملفات الجهد المنخفض والجهد العالى للمحولات وهذا يعرض المستخدمين للصدمة الكهربية.

١ / ٣ – العوامل المؤثرة على حجم الإصابة بالصدمة الكهربية

وجد أن الإنسان يمكن يشعر بالتيار الكهربى الذى شدته (1mA) وتردده)(50HZ)، أو التيار الكهربى المستمر الذى شدته (5mA). أما إذا مر تيار كهربى متردد شدته (1:8mA) فى جسم الإنسان يحدث تقلص غير مؤلم للعضلات ويمكن للشخص التخلص من مصدر التيار الكهربى المسبب للصدمة.

وإذا مر تيار كهربى متردد شدته (15:30 mA) يزداد تقلص العضلات المؤلم ويفقد المصاب سيطرته على نفسه ويفشل فى تخليص نفسه من مصدر التيار الكهربى المسبب للصدمة. وعند مرور تيار كهربى متردد شدته (30:50mA) يصبح التنفس صعبًا، أما إذا مر تيار كهربى متردد شدته (50:100 mA) يحدث خللاً فى وظيفة القلب يؤدى للوفاة لبعض المصابين. أما إذا مر تيار كهربى شدته (100:200mA) فى جسم الإنسان فإن القلب يتوقف عن العمل وتفشل الإسعافات

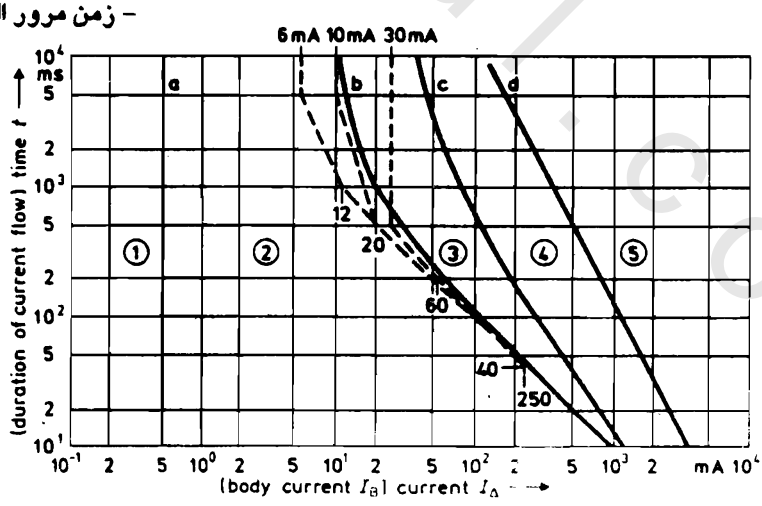
الطبية فى إنقاذ المصاب.

والجدير بالذكر أنه عند مرور تيار كهربى متردد أكبر (200 mA) فإن المصاب سوف يصاب بحروق شديدة فى مسار التيار الكهربى. ويمكن تلخيص العوامل المؤثرة على حجم الإصابة من الصدمة الكهربية فيما يلى:

- **شدة التيار**: فكلما ازدادت شدة التيار المار فى الإنسان ازدادت شدة الصدمة الكهربية.
- **زمن مرور التيار الكهربى**: كلما ازداد زمن مرور التيار الكهربى فى جسم الإنسان ازدادت شدة الصدمة الكهربية. فمرور تيار قدره (80:90 mA) لمدة 3 ثوانى يؤدى إلى توقف القلب والوفاة.
- **التردد**: وجد بالتجربة أن التيار المتردد أشد خطورة من التيار المستمر فالتيار المتردد الذى تردده 50HZ يمثل أقصى خطورة للإنسان.
- **مسار التيار فى جسم الإنسان**: ويمكن ترتيب مسار التيار فى جسم الإنسان من حيث الخطورة كما يلى:

قدم إلى قدم – يد إلى يد – يد يسرى إلى قدمين – يد يمنى إلى قدمين.

والشكل (١–٣) يبين مناطق الخطورة على الأشخاص البالغين من جراء الإصابة بالصدمة الكهربية من تيار متردد (50:60HZ).



الشكل (١–٣)

حيث إن :

لا يوجـد تأثيـر على الشـخص	Zone 1
لا يوجـد ضـرر فى وظائف الأعـضـاء	Zone 2
لا يوجـد خطورة من انقـبـاض العـضـلات	Zone 3
يحدث انقباض للعضلات بنسبة 50%	Zone 4
يحدث انقباض للعضلات بنسبة تزيد عن 50%	Zone 5

١ / ٤ - الآثار المترتبة على الصدمة الكهربية

هناك عدة آثار تحدث للشخص المتعرض للصدمة الكهربية يمكن إيجازها فيما يلى :

١ - الحروق الكهربية ويمكن تقسيمها إلى :

أ- حروق تنتج عن مرور التيار الكهربى فى جسم الإنسان وتتمثل فى ظهور بقع مستديرة لونها فضى أو أصفر، وأحيانًا تأخذ شكل الجزء المكهرب الذى لامسه الشخص وتشفى مع الزمن.

ب- حروق تنتج من تأثير القوس الكهربى على جسم الإنسان وتتمثل فى تهيج الجلد عند سقوط ذرات المعدن المنصهر أثناء القوس الكهربى على الشخص المصاب وتشفى مع مرور الأيام.

جـ- حروق تنتج عند الصدمة الكهربية بالجهود العالية نتيجة لتأثير التيار المار فى جسم الإنسان، وكذلك القوس الكهربى ويتمثل فى ظهور بقع مستديرة وتهيج للجلد نتيجة لسقوط المعدن المنصهر عليه.

٢ - أضرار عصبية ويمكن تقسيمها إلى :

أ - تقلص للعضلات بدون فقدان للوعى.

ب - تقلص للعضلات مع فقدان الوعى.

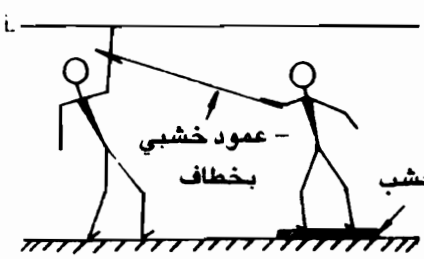
جـ - فقدان الوعى وتوقف القلب والتنفس وتوقف الدورة الدموية.

١ / ٥ - الاسعافات الأولية للمصاب بالصدمة الكهربية

هناك عدة اسعافات أولية تجرى للمصاب بالصدمة الكهربية يمكن إيجازها فيما يلى :

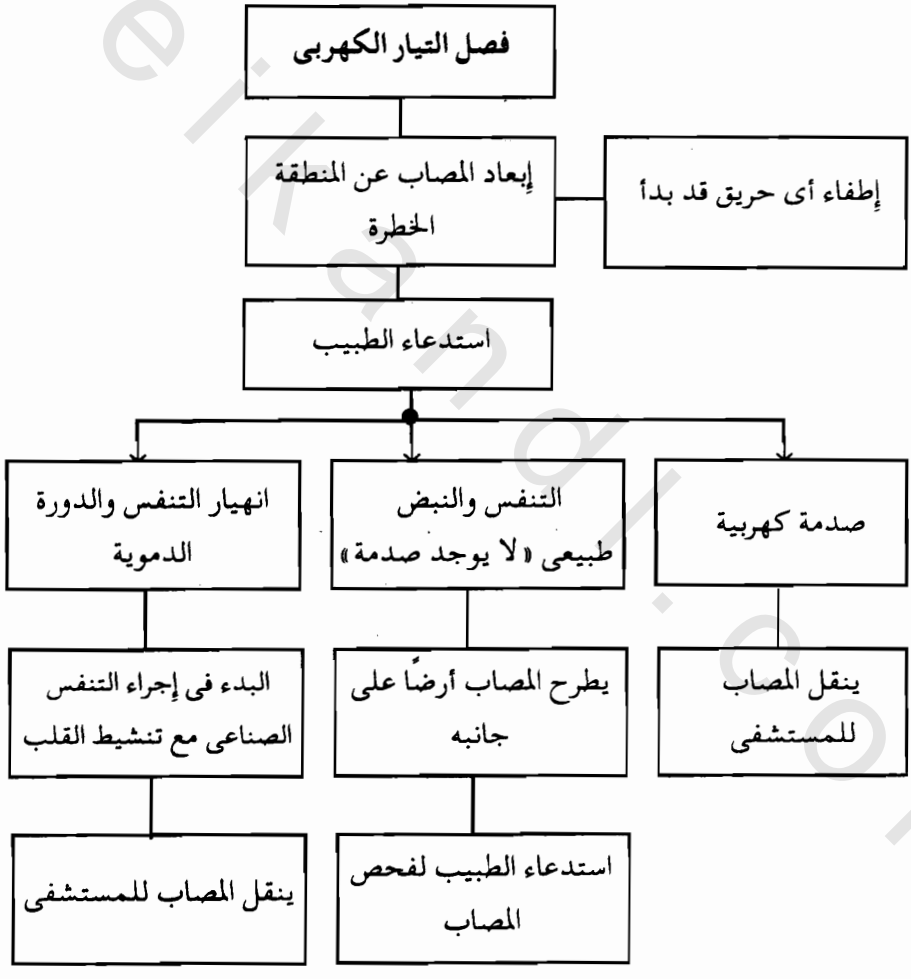
١- تخليص المصاب بالتيار الكهربى وذلك بقطع التيار الكهربى، وإذا تعذر ذلك

يقوم المنقذ بإبعاد المصاب عن الجسم المكهرب بواسطة عمود خشبى كما هو مبين بالشكل (١-٤).



الشكل (١-٤)

وبعد ذلك يقوم المنقذ باستدعاء الطبيب ثم التعامل مع المصاب تبعًا لحالته والمخطط الصندوقى للمراحل المتبعة لإنقاذ المصاب بالصدمة الكهربية مبين بالشكل (١-٥).



الشكل (١-٥)

والجدير بالذكر أن هناك ثلاث حالات يمكن أن يتعرض لها المصابين بالصدمة الكهربية وهم كما يلى:

أ- توقف الجهاز التنفسى والدورة الدموية ويمكن التأكد من ذلك بوضع مرآة فى مقابلة فم المصاب، ففى حالة عدم وجود تكاثف على المرآة فإن هذا يدل على انهيار الجهاز التنفسى ويمكن وضع ورقة فى مقابلة فم وأنف المصاب فإذا لم تتحرك دل على انهيار الجهاز التنفسى وفى هذه الحالة يجرى تنفس صناعى للمصاب، ويمكن التأكد من انهيار الدورة الدموية وذلك بتعريض عينيى المصاب للضوء فإذا لم تتقلص دل على انهيار الدورة الدموية ويقوم بتحديد طبيعة الإصابة الأشخاص المدربين فى الإسعافات الأولية.

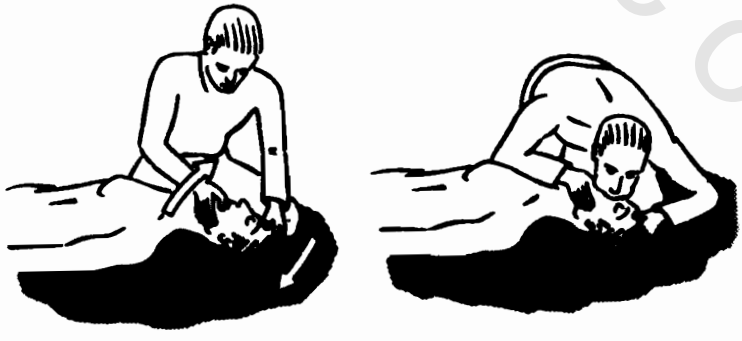
وهناك طريقتان لإجراء التنفس الصناعى للمصاب وهما كما يلى:

الطريقة الأولى: يقوم المنقذ بالضغط على صدر المصاب بكلتا راحتيه ليطرد هواء الزفير ثم يزيل الضغط ليتيح الفرصة لهواء الشهيق بالدخول، ويكرر ذلك بصفة دورية بمعدل 12:15 ضغطة فى الدقيقة مع مراعاة نزع ملابس المصاب التى تعوق تنفسه وفتح الفم والتأكد من عدم قيام اللسان بغلق الحلق.

الطريقة الثانية: تسمى بطريقة النفخ وتسمى أحيانًا بقبلة الحياة ويقوم المنقذ بنفخ الهواء بفمه فى فم المصاب ويجب أن يكون رأس المصاب مائلة للخلف حتى لا يقوم اللسان بغلق الحلق.

وفى نفس الوقت يجب تدليك الصدر براحتى اليد ثم تحريره بمعدل 60:80 مرة فى الدقيقة، وبذلك تتقلص عضلة القلب ويندفع الدم فى الدورة الدموية.

والشكل (١-٦) يوضح الخطوات المتبعة لإجراء التنفس الصناعى بالنفخ.



الشكل (١-٦)

ب- **صدمة كهربية**: إن المصاب بالصدمة الكهربية يكون نبضه سريع وضعيف، ويشعر المصاب ببرودة ويظهر العرق على جبهته وفى هذه الحالة يطرح المصاب على ظهره ويرفع قدميه لأعلى للسماح للدم بالعودة إلى الجسم.

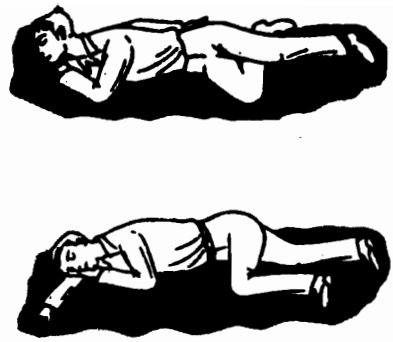
والشكل (١-٧) يبين وضع الصدمة

الشكل (١-٧)

جـ- التنفس والنبض طبيعى:

إذا كانت الدورة الدموية والجهاز التنفسى فى حالة جيدة، يوضع المريض على جانبه مع إمالة الرأس للخلف قليلاً مع وضع يده أسفل رأسه، وحماية المصاب من البرودة وذلك بتدفئته ببطانية ومنعه من شرب الماء.

والشكل (١-٨) يعرض وضعين مختلفين لمصاب الصدمة الكهربية والذى تنفسه ونبضه طبيعياً.



الشكل ١-٨

والجدير بالذكر أنه يجب فحص المصاب بواسطة الطبيب حتى ولو ظن المصاب أنه قد نجا وأنه خالٍ من أى إصابة لأنه فى بعض الأحيان لا تظهر أعراض الانهيارات الداخلية إلا بعد فترة من الزمن.

١ / ٦ - تعليمات السلامة للعمل فى الدوائر الكهربية

لقد وجد أن الغالبية العظمى من الأشخاص الذين يتعرضون للصدمة الكهربية نتيجة لعدم اتباعهم تعليمات السلامة لذلك يجب على كل مهندس كهرباء أو فنى كهرباء اتخاذ اللازم لحماية أنفسهم ورفقائهم من الصدمة الكهربية. ويمكن تلخيص تعليمات السلامة فيما يلى:

١- العزل ويتم ذلك بفصل التيار الكهربى عن الدوائر الكهربية التى سيتم التعامل معها وذلك بفصل القواطع أو المصهرات أو بوضع المفاتيح الكهربية الرئيسية على وضع OFF.

٢- التأكد من أن التيار الكهربى لن يتم وصله مرة أخرى بواسطة أحد الأشخاص، فبعد فصل التيار الكهربى يجب تعليق اللوحة المبينة بالشكل (١-٩) عند مكان المصهرات أو القواطع ويفضل غلق لوحة التوزيع بقفل، مفتاحه مع القائم بالإصلاح.

الشكل (١-٩)

٣- التأكد من عدم وجود جهد كهربى قبل البدء فى العمل، ويستخدم فى ذلك جهاز الآفوميتر ولا يستخدم مفك الاختبار لأن لمبة هذا المفك لن تضىء إلا عند مرور التيار الكهربى فيها، ففى حالة وقوف الشخص المختبر على أرضية عازلة فإن اللمبة لن تضىء عند وجود جهد كهربى.

٤- عمل قصر بين الأوجه الثلاثة مع الأرضى، ويتم ذلك بتوصيل الأرضى أولاً ثم توصل الأوجه الثلاثة بعد ذلك، ففى حالة وجود أى شحنة كهربية فإنها سوف تتسرب للأرض، ويجب استخدام موصلات لها مساحة مقطع مناسبة كى تتحمل تيار القصر الذى قد ينتج نتيجة للتوصيل الخاطىء للمفتاح الرئيسى أو القواطع أو المصهرات

٥- ارتداء الأحذية العازلة عند التعامل مع الدوائر الكهربية.