السلامة المهنية
Occupational Safety

م.م. علي فاضل حسن

١

الخطر الكهربائي على جسم الإنسان

مقدمة

الكهرباء electricity هي ثاني أكبر مظاهر الثورة الصناعية بعد البخار. ومنذ ذلك الحين يتزايد استخدام الإنسان للكهرباء في حياته اليومية فلا أعتقد أن هناك منزلا الآن أو منشأة أو مصنع يستطيع الإستغناء عن الكهرباء بأي شكل كان فالكهرباء فائدة عظيمة لنا جميعا ومع ذلك فقد تكون الكهرباء أحد أكثر المنافع في عصرنا الحديث خطراً على الإنسان والبيئة المحيطة به فالاستثمار المتزايد للطاقة الكهربائية يعرض الإنسان والمنشأة للعديد من المخاطر.

ففي كل سنة بل كل يوم يصاب أو يموت الكثير من الناس بسبب الكهرباء (الصدمة الكهربائية).
والإصابات الناجمة عن الكهرباء قد تكون تكهرب أو صدمة كهر بائية وتتجلى بالضرر ا لذي يصيب أنسجة الجسم نتيجة تأثير التيار الكهربائي وغالبا ما يكون الضرر فيها سطحيا أو انصعاقا ويتميز بالتهيج الذي يصيب الأنسجة الحية من جراء مرور التيار الكهربائي في جسم الإنسان.

لذلك يجب علينا توخي الحذر الشديد في التعامل مع الكهرباء وقاكم ووقانا الله إصابتها.

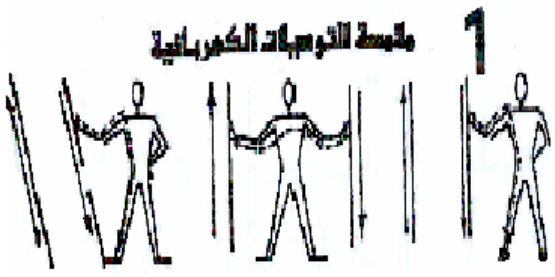
الفصل الأول

أسباب الإصابة بالتيار الكهربائي

يمكن حصر هذه الأسباب في الظروف والملابسات التالية:

١ - ملامسة التوصيلات الكهربائية :

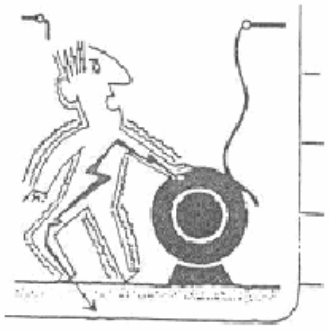
تحدث الإصابة بالتيار الكهربائي نتيجة لمس الموصلات الكهربائية بصورة مباشرة باليد أو بأحد أجزاء الجسم أو بواسطة أداة ما. غير مباشرة عن طريق التفريغ الكهربائي وظهور القوس في حالة التعرض للجهود العالية (ما فوق ١ كيلو فولط) انظر شكل ١ -١



شكل ١ -١

٢ - الأجزاء الناقلة وغير الموصلة للتيار :

وهي أجزاء المعدات والتجهيزات التي ليست تحت الجهد في حالتها الطبيعية ولكن يمكن أن ينتقل التيار عند حدوث عطل ما كانهيار عازليتها الكهربائية أو وقوع الناقل الكهربائي عليها مباشرة. انظر شكل ١ -٢



شكل ١ -٢

٣ - أثر القوس الكهربائي :

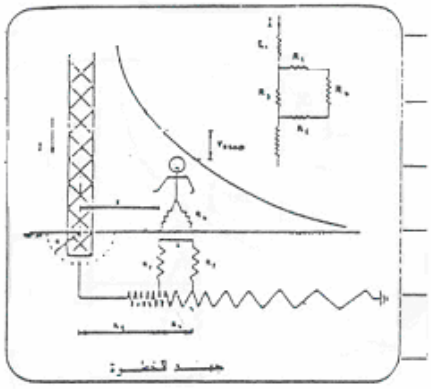
يظهر القوس الكهربائي عند حدوث دائرة قصر أو عند الفصل الخاطئ...
ويرافق ظهور القوس انتشار كمية كبيرة من الحرارة تؤدي أحيانا إلى العمى والحروق الشديدة وأيضا السقوط المفاجئ للعمال أو الأفراد من الأماكن المرتفعة.

٤ - وقوع التجهيزات ذات الجهد المنخفض تحت أثر الجهد العالي :

وذلك نتيجة تلامس الموصلات ذات الجهود المختلفة أو حدوث دائرة قصر بين ملفات الجهد العالي وملفات الجهد المنخفض في المحولات مثلا مما يؤدي لارتفاع الجهد في تجهيزات الجهد المنخفض مشكلا بذلك خطرا كبيرا.

٥ - أثر التيارات الأرضية :

وقد تؤدي جهد خطوة كبير يشكل خطرا أكيدا على الإنسان والحيوان.
انظر شكل ١ -٣



شكل ١ -٣

٦ - أثر الكهرباء الساكنة:

وهي تتولد من تراكم شحنات على سطح المادة المكهربة وتفرغ شحنتها دفعة واحدة محدثة شرارة كهربائية تتناسب وقيمة هذه الشحنة.

التيار الكهربائي في جسم الإنسان

ماهية الآثار :

تتمثل آثار ومخاطر التيار الكهربائي في جسم الإنسان فيما يحدثه التيار أو الشحنة الكهربائية من صعق أوصدمة كهر بائية للإنسان ومايحدثه الشرر الكهربائي وتفريغ الشحنة المفاجئ من حروق وآلام وغير ذلك.

يمكن أن نقسم الآثار الناجمة عن مرور التيار الكهربائي بجسم الإنسان إلى ثلاثة آثار أساسية هي:

١- الأثر (المفعول) الحراري: (حروق (خارجية، داخلية)) وهي عبارة عن:

- حرق موقع دخول التيار الكهربي للجسم وهو حرق من الدرجة الثالثة شديد الخطورة.
- حرق على طول مسار التيار الكهربي من جسم الإنسان وهو حرق من الدرجة الثالثة وهو أشد خطورة.
- حروق في خروج التيار الكهربي من جسم الإنسان إلى الأرض وهي حروق من الدرجة الثالثة.

٢- الآثار البيولوجية (تهيج العضلات):

وتتمثل في تشنجات عضلية ناتجة عن مرور التيار الكهربي فيها وهي السبب في الاختناق والسكتة القلبية.

٣- الآثار التحللية (على مستوى الدم):

وتتأثر فيها السوائل وعلى رأسها الدم وذلك أثناء مرور التيار الكهربي فيها وهي حالة خطيرة قد تؤدي إلى الموت.

ولمعرفة الآثار والأخطار الحقيقة المتسببة من التيار الكهربائي ينبغي معرفة تأثير التيار الكهربائي على جسم الإنسان. فإذا لمس الإنسان أجزاء من جهاز أو أسلاك أو تركيبات كهربائية يسري فيها التيار وكان واقفا على أرض جيدة التوصيل للكهرباء أي غير معزولة ففي هذه الحالة تكمل جسم الإنسان الدائرة الكهربائية أو فرع جديد في الدائرة الكهربائية فيسري فيه التيار الكهربائي (وحدة قياسه الأمبير) ووفقا لقانون أوم فإن شدة التيار المار في جسم الإنسان تتوقف على الجهد الكهربائي (الفولت) ومقاومة جسم الإنسان للكهرباء (أوم) وتتوقف نتيجة الحادثة التي قد يتعرض لها الإنسان نتيجة مرور تيار كهربائي بجسمه على شدة التيار ومساره في الجسم
(كأن يسري خلال القلب مثلا أولا يسري فيه) وزمن التعرض له.

مقاومة جسم الإنسان الكهربائية R_b

يعتبر جسم الإنسان مجموعة من المقاومات، وتعتمد المقاومة الكهربائية لجسم الإنسان على عدة عوامل مثل المساحة المتلامسة منه، وحالة الجلد من حيث سمكه هو درجة رطوبته (تبلله أو جفافه)، السن، الوزن والحالة البد نية والنفسية للإنسان، حيث أثبتت التجارب أن :

- الشخص المريض إصابته أخطر من إصابة الشخص السليم.
- الإنسان الجائع معرض لإصابة أخطر من الإنسان غير الجائع.
- الإنسان البدين إصابته أخطر من الآخر النحيف.
- إذا كان جلد الإنسان رقيقاً مبتلاً تقل مقاومته بشكل واضح مما يزيد شدة التيار ويزيد من ثم الضرر.
- الإنسان المرهق والمتعب خطر إصابته أكثر من الإنسان العادي.
- الشخص القلق والخائف معرض لإصابة أخطر من الإنسان غير الخائف وغير القلق.

ومن الملاحظ أيضا أن المراهقين من الذكور والإناث لا يتحملون التيارات العالية كما يتحملها الرجال والنساء الأصحاء ذوي الأعمار المتوسطة نسبيا.

وتتكون مقاومة الجسم عامة من مقاومة الجلد والمقاومة الداخلية للجسم.
وتتراوح مقاومة الجلد بين ١٠٠٠ أوم /سم^{٢} للجلد المبتل و $٣X١٠^{٥}$ أوم /سم^{٢} للجلد الجاف، وقد تكون أكثر من ذلك بالنسبة للأيدي المخشنة نتيجة للعمل اليدوي.
أما المقاومة الداخلية للجسم فهي في حدود ٤٠٠ – ٦٠٠ أوم بين الأطراف (يد إلى يد أو يد الى قدم أو قدم لقدم). رغم أن هناك تفاوتا كبيرا في قيمة المقاومة الكلية للجسم إلا أنه بناءً على التجارب العديدة والخبرة ترى جمعية IEEE الأمريكية أن ١٠٠٠ أوم هي قيمة مناسبة لمقاومة الجسم الكلية بين الأطراف. ويمكن تمثيل جسم الإنسان بالدائرة المكافئة حسب الشكل التالي :

شدة التيار الكهربائي المار في جسم الإنسان وتأثير التوتر

تتوقف نتيجة الحوادث التي تقع بسبب التيار الكهربائي على شدة التيار ومساره في الجسم كأن يسري خلال القلب مثلا أو لا يسري فيه) وزمن التعرض له.

وتتوقف مقاومة جسم الإنسان للكهرباء على حالة جسم الإنسان وعلى المسافة المتلامسة مع الكهرباء وحالةالجلد وسمكه ودرجة جفافه أو رطوبته. فالجلد الرقيق الرطب مقاومته صغيرة والعكس صحيح.

وحسبما جاءت به التجارب والبحوث تحديد المجال الأدنى لشدة التيار الكهربائي أو التيار الحدي الشعوري

وهو مابين $0.6mA \rightarrow 1.5mA$ أي ميلي أمبير تيار متردد $(50/60)Hz$ (هيرتز) أي حوالي $1mA$ (ميلي أمبير) ومابين $5mA$ و $7mA$ (ميلي أمبير) تيار مستمر.

والجدول التالي هو خلاصة ما أظهرته التجارب والملاحظات عن نسبة شدة التيار وتأثيرها

على جسم الإنسان.

التيار الكهربائي Electric Current	شدة التيار الكهربائي بالملي أمبير $I(mA)$	تأثيره على جسم الإنسان Effects on human body
التيار الكهربائي المأمون	١ ميللي أمبير أو اقل $I < 1mA$	لا يشعر بالصدمة ويمكنه الابتعاد والتحكم في عضلاته
	من ١ إلى ٨ ميللي أمبير $1 < I < 8$	يشعر بالصدمة (رعشة خفيفة) بدون ألم ويمكنه الابتعاد والتحكم في عضلاته
	من ٨ إلى ١٥ ميللي أمبير $8 < I < 15$	تحدث صدمة كهربائية مؤلمة (تقلص مؤلم) لكن التحكم في العضلات مازال ممكناً
التيار الكهربائي غير المأمون	من ١٥ إلى ٢٠ ميللي أمبير $15 < I < 20$	صدمة كهربائية متوسطة ومؤلمة تؤدي إلى فقد السيطرة على العضلات القريبة من مكان الصدمة ولا يتمكن من الحركة
	من ٢٠ إلى ٥٠ ميللي أمبير $20 < I < 50$	صدمة كهربائية شديدة تؤدي إلى آلام شديدة في العضلات وصعوبة في التنفس
	من ٥٠ إلى ١٠٠ ميللي أمبير $50 < I < 100$	يحدث اختلال في وظائف القلب (اضطراب عظلات القلب) ويمكن أن تؤدي إلى الوفاة و خاصة لأصحاب الأجسام الضعيفة.
	من ١٠٠ إلى ٢٠٠ ميللي أمبير $100 < I < 200$	توقف القلب عن العمل والوفاة في الحال
	من ٢٠٠ ميللي أمبير فما فوق $I > 200$	تقلص تام لعضلة القلب وتوقف القلب خلال مدة الصدمة والوفاة المباشرة مع تقلص شديد في العضلات وحروق شديدة

ونستخلص من الجدول السابق أن الحد الأدنى للإحساس بالتيار هو حوالي 1 ميلي أمبير ويصبح هذا الإحساس مؤلما إذا زاد عن 10 ميلي أمبير وبين 10 و20 ميلي أمبير يفقد المصاب قدرة التحكم في

عضلاته بحيث أنه إذا أمسك بيده الجسم المكهرب لا يستطيع إعتاقه ومع ازدياد حجم التيار يُصبح التنفس صعبا وتصاب العضلات بالشلل أما إذا كان حجم التيار بين100 و 200 ميلي أمبير فالصدمة الكهربائية تكون مميتة نتيجة ا لانقباض البطينىغير المنتظم وإذا ازداد عن هذا الحد فيؤدي ذلك إلى توقف القلب والتنفس والإصابة بحروق خطرة إلا أنه إذا تم إسعاف المصاب فورا يمكن إنعاشه وإنقاذه من الموت وذلك على عكس حالة الانقباض البطنى غيرالمنتظم التي لايمكن إسعافها بطرق الإنعاش العادية ولذلك غالبا ما تؤدي للوفاة.

العلاقة بين شدة التيار ومقاومة الجسم للتيار الكهربائي

ويمكن تحديد مدى شدة التيار وعلاقته بمقاومة الجسم له من خلال القانون التالي :

$$\text{شدة التيار} = \frac{\text{الجهد}}{\text{المقاومة}} \quad \textbf{أو} \quad I = \frac{V\,(\text{Volt})}{R\,(\text{Ohm})}$$

والتي تقاس بالأمبير، حيث يمكن تمثيل الأمبير كما يلي: $A = \frac{Volt}{Ohm}$

مثال ١:

بتطبيق قانون أوم إذا لمس شخص موصل كهربائي ضغطه 220 فولت وكانت مقاومة جلده 100,000 أوم وكان يقف على أرضية من الخشب العازل عن الأرض تكون شدة التيار المار بجسمه:

$$I = \frac{220}{100000} 0.0022A$$

إذن شدة التيار = 0.0022 أمبير

أي 2.2 ميللي أمبير وهي القيمة المأمونة المسموح بها.

مثال ٢:

إذا تعرض نفس الشخص للتيار الكهربائي وكان جلده رطبا ومقاومته1000 أوم نتيجة إفرازات العرق أو الابتلال بالماء وكان واقفا على أرضية رطبة أومبللة يصبح التيار :

$$I = \frac{220}{1000} = 0.22A = 220mA$$

شدة التيار = 220 ميللي أمبير وهي قد تسبب الوفاة.

تأثير تردد التيار

لقد أظهرت التجارب أن التيار المستمر أقل خطرا من التيار المتردد ذي التردد $Hz(60/50)$ هيرتز وذلك للجهود المنخفضة. ومع زيادة تردد التيار تتناقص ممانعة جسم الإنسان مما يؤدي إلى زيادة شدة التيار المار فيه.

ومرور التيار الكهربائي يؤدي إلى تحلل الأجزاء المشكلة للخلايا في الجسم وتحولها في كل خلية من الخلايا إلى أيونات ذات قطبية مختلفة تتجه بالاتجاه المعاكس لقطبيتها حتى وصولها لجدار الخلية. وتؤدي هذه الحركة إلى تفكك الخلية ويظهر ذلك بشكل واضح في الخلايا العصبية لكن ذلك في الواقع يبقى صحيحا في مجال الترددات من50 إلى 60 هيرتز فقط بحيث أن زيادة التردد واقعيا تتوافق مع تناقص خطورة الضرر حيث يختفي الضرر عند تردد $kHz(450-550)$ كيلو هيرتز.

تأخذ هذه الحركة ضمن الخلية أي المسافة التي تقطعها الأيونات قيمتها العظمى عند التردد $Hz(40-60)$ هيرتز أما عند ارتفاع التردد عن ذلك فإن الحركة تقل ولا تستطيع الأيونات أن تنتقل من طرف إلى آخر في الخلية نفسها، وتلاحظ نفس الظاهرة عند انخفاض التردد وأيضا في حالة الإصابات بالتيار المستمر $Hz(f>60>50)$ إذا فإن التيار بالتردد الصناعي $Hz(60/50)$ هيرتز يكون أكبر خطراً على جسم الإنسان.

الطرق التي يمر بها التيار في جسم الإنسان :

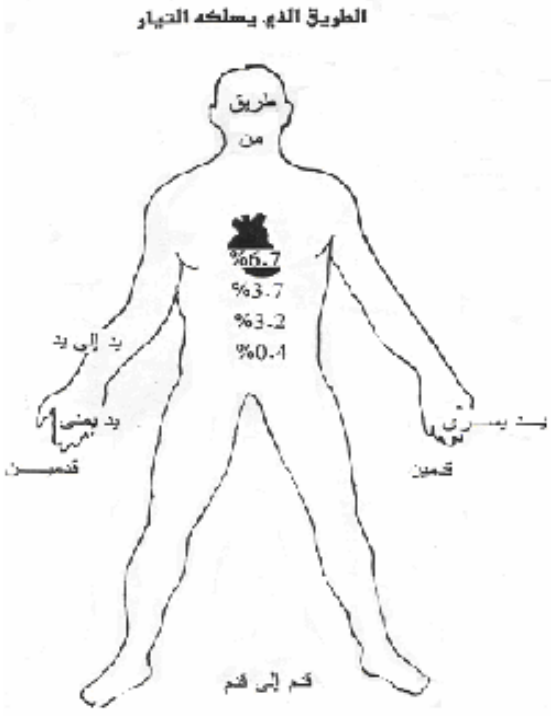
هناك طرق كثيرة يمكن أن يسلكها التيار لدى مروره في جسم الإنسان وأكثرها مصادفة هي:

١ - يد - يد .

٢ - يد - قدم أو قدمان .

٣ - قدم - قدم .

٤ - رأس – يد أو رأس قدم. وهذه أقل الحالات حدوثا. انظر الشكل ١ -٥



شكل ١ -٥

وأخطر الحالات هي مرور التيار بطريق يد يمنى ← قدمين لأن قيمة التيار المار خلال قلب الإنسان كنسبة مئوية من قيمه التيار الكلي المار خلال الجسم تقدر ب 6.7% في حين أنها لطريق يد يسرى - قدمين 3.7% وطريق يد إلى يد 3.2% وطريق من قدم إلى قدم 0.4% .

السلامة المهنية

Occupational Safety

المحاضرة الثانية

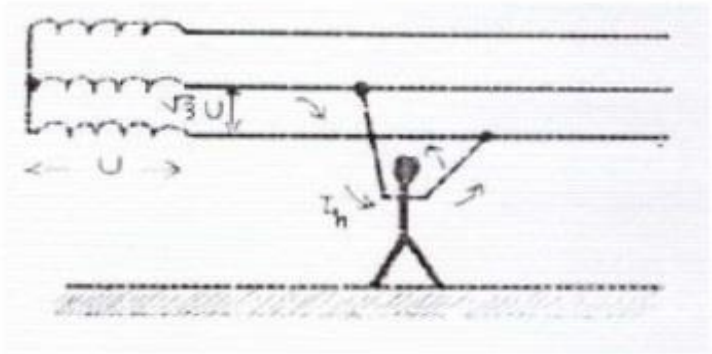
م.م .علي فاضل حسن

الحالات الناجمة عن مرور التيار الكهربائي إلى الأرض عبر جسم الإنسان

١ - الحالات التي يتضرر بها الإنسان عندما يلامس في وقت واحد نقطتين يوجد بينهما فرق في الجهد، وهي الحالات التالية:

أ - لمس خطين معاً ناقلين للتيار:

يبين (الشكل ٤) تلامس يدي الإنسان لخطين من شبكة ثلاثية الأوجه. ويتعلق التيار المار في جسم الإنسان بجهد الشبكة، ومقاومة جسم الإنسان أي:



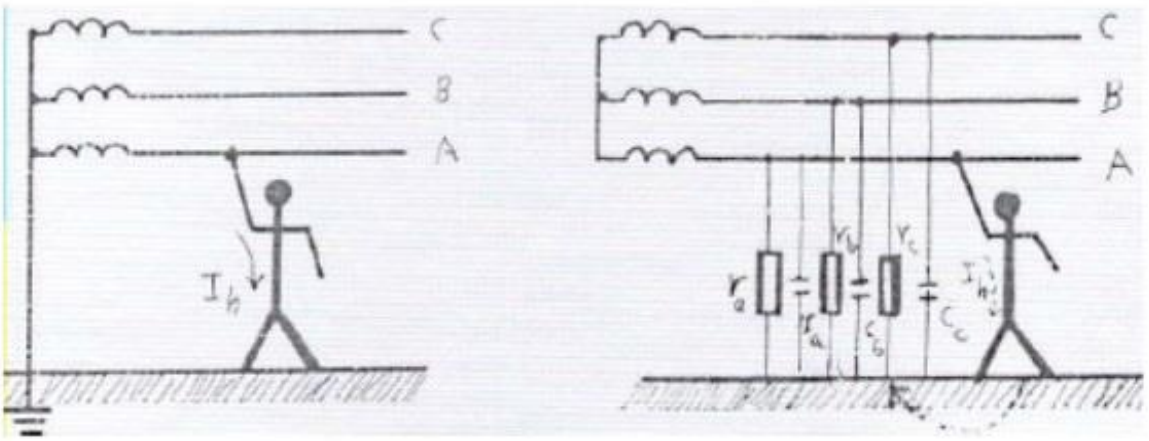
شكل (٤)

ب - لمس خط واحد ناقل للتيار:

إذا كانت الشبكة ذات قطب معزولة تماماً عن الأرض، يتم في هذا التلامس قصر دائرة التيار من خلال جسم الإنسان والممانعة المتشكلة بين خطوط الشبكة والأرض. (الشكل ٥).

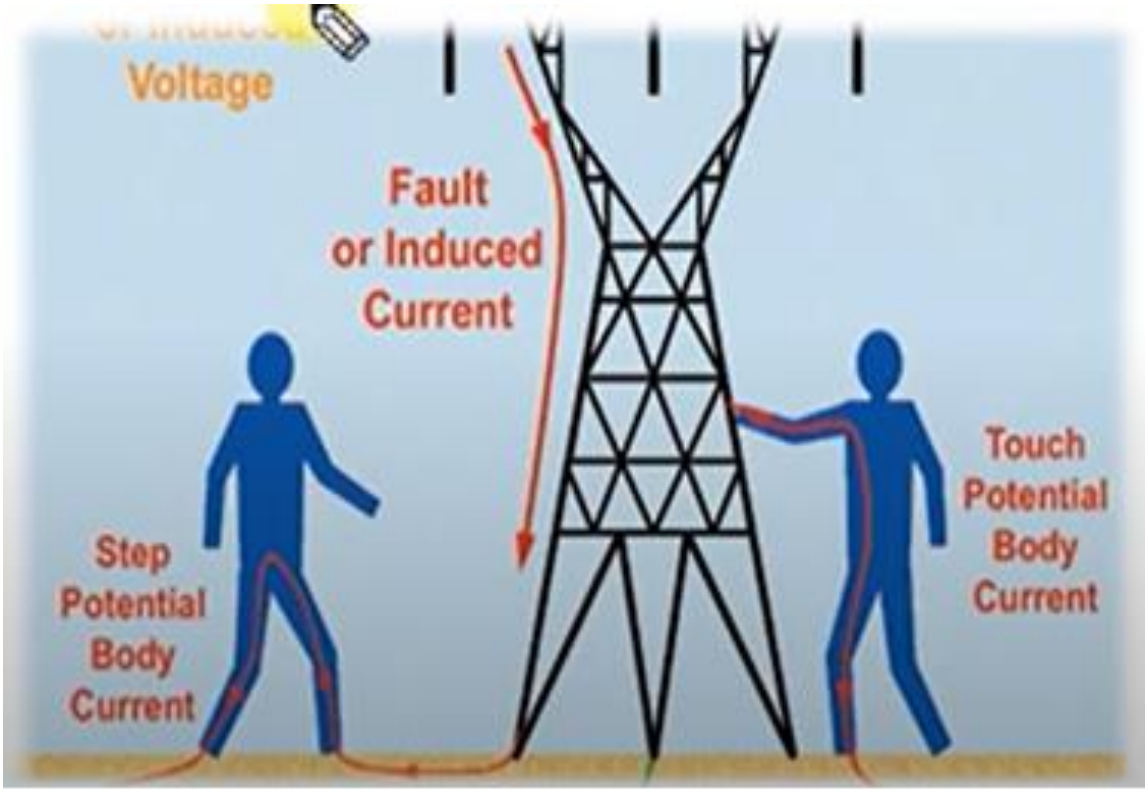
أما إذا كانت الشبكة ذات قطب مؤرض، فيتم في هذا التلامس، قصر دائرة التيار من خلال جسم الإنسان والأرض، وقطب التأريض. (الشكل ٦).

شكل (٥) شكل (٦)



تأثير جهد التماس وجهد الخطوة

جهد التماس:- هو عبارة عن فرق الجهد بين النقطة المعدنية التي يلمسها الشخص وجهد النقطة التي وقف عليها نفس الشخص .



جهد الخطوة :- هو فرق الجهد بين القدمين الانسان القريب من معدة التي بها تسريب تيار كهربائي الى الأرض .

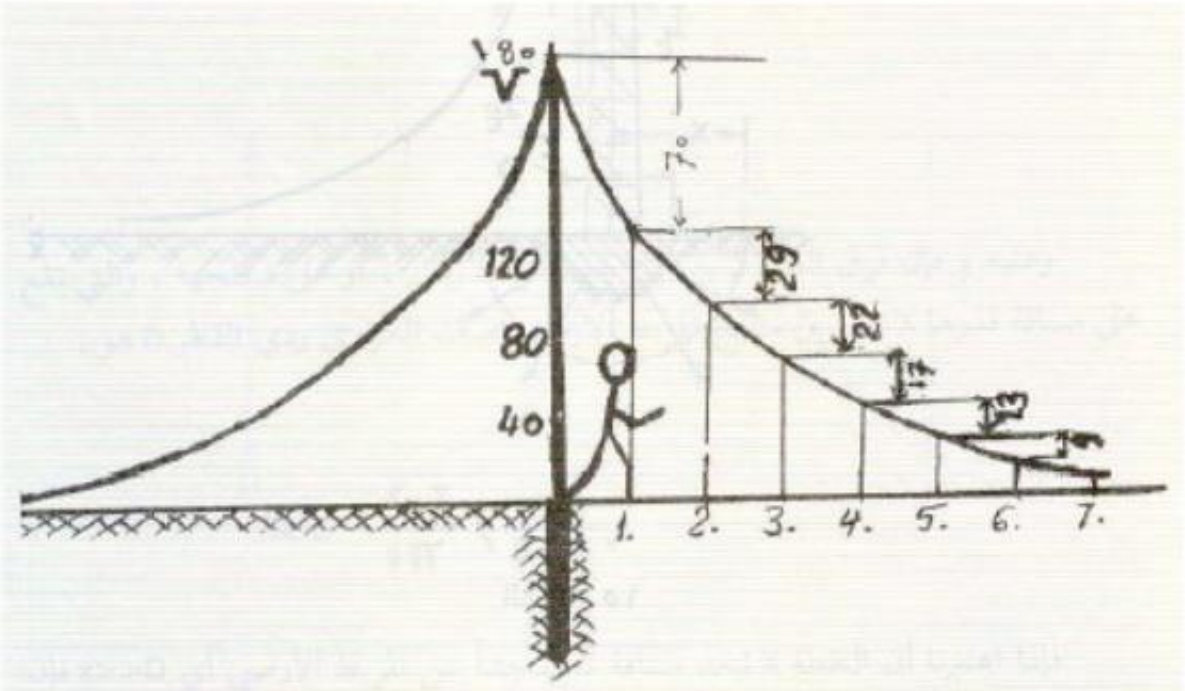
وهو من إحدى حالات جهد التماس، نتيجة فرق الجهد في نقطة التعادل الحاصل بين القدمين، أي أن جهد الخطوة، يقل تدريجياً بمقدار ما يزداد البعد عن المربط الأرضي، هذا وقد يأخذ جهد الخطوة قيماً خطيرة على جسم الإنسان في بعض الأحيان، وخاصة في محطات الجهد العالي التي يجب أن تكون مؤرضة تأريضاً فعالاً، إذ يلعب جهد الخطوة دوراً رئيسياً وهاماً في تصميم الأرضي في المحطات.

أما في شبكات الجهد المنخفض، فإن جهد الخطوة مهم فقط لحماية الحيوانات الكبيرة (الخيول و الأبقار) بسبب خطوتها الكبيرة بين قدميها الأماميتين و الخلفيتين، وقد يؤدي هذا التوتر ارتفاع ضغط الدم وتصلب الشرايين، وفي بعض الحالات يؤدي إلى الموت.

وعند إنشاذ مصاب بجهد الخطوة، يجب أن نكون حذرين، وأن لا نخطو بخطوات كبيرة، ويفضل عندها القفز، والأفضل من ذلك إلقاء سلم خشبي أو ألواح خشبية في مكان الخطر، والسير عليها للوصول إلى المصاب.

إن جهد الخطوة يكون مرتفعاً بالقرب من المربط الأرضي، فإذا افترضنا مثلاً، أن الجهد الأرضي لمربط أرضي على شكل قضيب يساوي ١٨٠ فولت، وأن خطوة الإنسان تساوي ٦٠سم، يكون جهد الخطوة الأولى ٧٠ فولت، والخطوة الثانية ٢٩ فولت، والثالثة ٢٢ فولت، والرابعة ١٧ فولت وهكذا..

(الشكل١٠)



أنواع الإصابات الكهربائية :

ويمكن تقسيم الإصابات الكهربائية إلى صنفين رئيسين:

(١) الصدمة الكهربائية :

وتتجلى بالضرر الذي يصيب أنسجة الجسم نتيجة تأثير التيار أو القوس الكهربائي. وغالباً يكون سطحياً، أي يتضرر الجلد وأحياناً الأنسجة الرخوة مع الأربطة العظام. حيث تتعلق خطورة الصدمة وصعوبة معالجتها، بنوع ومميزات ودرجة تضرر الأنسجة، ورد فعل الأعضاء على هذا التضرر، وإذا ما كانت الحروق شديدة، يموت عندها الإنسان، ليس بسبب التكهرب من مرور التيار الكهربائي ولكن بنتيجة التضرر المحلي للعضوية. وهناك عدة مظاهر للصدمة الكهربائية هي:

أ - الحروق الكهربائية :

وهي أكثر أنواع الصدمات الكهربائية انتشاراً، إذ تظهر عند أغلب المتضررين بالتيار الكهربائي، ويمكن تقسيم الحروق حسب شروط حدوثها إلى الأقسام التالية:

- الحرق التياري أو التلامسي:

وذلك عند مرور التيار مباشرة، عبر جسم الإنسان عند ملامسته للأجزاء الموصلة للتيار . وذلك في المنشآت الكهربائية ذات التوتر الأقل من ١كيلوفولت . ويتمثل باحتراق الجلد، والذي هو السطح الخارجي من الجسم.

- الحرق القوسي :

وذلك نتيجة تأثير القوس الكهربائي على جسم الإنسان، ولكن بدون مرور التيار من خلال جسمه . وذلك في المنشآت الكهربائية ذات الجهد المنخفض ٢٢٠ – ٣٨٠ فولت أثناء حدوث دائرة قصر مفاجئة، وذلك عند العمل تحت الجهد عند إجراء القياسات بأجهزة متنقلة.

- الحروق المختلطة :

وذلك نتيجة لأثر العاملين السابقين معاً، أي مرور التيار وتأثير القوس الكهربائي، وذلك في المنشآت الكهربائية ذات الجهد الأعلى من ١ كيلو فولت حيث يظهر القوس الكهربائي بين الأجزاء الحاملة للتيار الكهربائي، وبين الإنسان. إذ يؤدي التيار المار بجسم الإنسان (بضع أمبيرات) إلى وفاة المصاب.

ب _ الندبات الكهربائية :

وهي بقع جلدية صغيرة لونها إما فضي أو أصفر، ولها شكل دائري أو قطاعي، وذات لون غامق في مركزها. وأحياناً يكون شكلها مشابهاً لشكل الجزء الحامل للتيار الذي لامسه المصاب، وإن الندبات ليست ضارة، وتشفى مع مرور الزمن بسقوط طبقات الجلد العليا.

أن هذه الندبات تظهر عند حوالي ٢٠٪ من المصابين بالتيار الكهربائي.

ج _ تمعدن الجلد :

وذلك نتيجة احتراق الجلد من قبل ذرات المعدن المنصهر والمتطاير عند ظهور القوس الكهربائي - وذلك عند حدوث دائرة القصر، وعند فتح أو إغلاق الفواصل، والقواطع تحت الحمل - يظهر احمرار في الجلد نتيجة الحرارة التي ينقلها المعدن المنصهر إلى الجلد، ويتهيج الجلد ويتألم، بسبب وجود هذه الأجسام الخارجية. ويشفى الجلد بسقوطه على مرور الزمن، أما عند إصابة العين فيفقد المصاب نظره.

ويظهر تمعدن الجلد عند حوالي ١٠٪ من المصابين بالتيار الكهربائي.

د - الأضرار الفيزيائية :

وذلك نتيجة التقلص الحاد وغير الإرادي للعضلات تحت تأثير التيار المار في جسم الإنسان.

وبالتالي ظهور تشققات في الجلد، وانفجار الشرايين وتمزق الأعصاب، وكسر العظام.

وتظهر هذه الأضرار لحوالي ٣٪ من المصابين بالتيار الكهربائي.

(٢) الصعقة الكهربائية:

وهي التهيج الذي يصيب الأنسجة الحية بسبب مرور التيار الكهربائي خلال جسم الإنسان والذي يترافق مع التقلص التشنجي غير الإرادي للعضلات وتصنف إلى:

أ - التقلص التشنجي للعضلات بدون فقدان الوعي.

ب - التقلص التشنجي للعضلات مع فقدان الوعي، مع المحافظة على التنفس وعلى عمل القلب.

ه - فقدان الوعي واختلال عمل القلب أو التنفس أو كلاهما.

و - الموت بتوقف التنفس والدورة الدموية، أي أن الإنسان يبدأ بالشعور بصعوبة التنفس عندما يبلغ التيار المار في جسمه شدة ٢٠ -٢٥ ملي أمبير عند تردد ٦٠ هرتز وتزداد الصعوبة مع زيادة التيار. وعند استمرار تأثير التيار، ويمكن أن يظهر الاختناق نتيجة نقص الأكسجين وزيادة غاز الفحم داخل العضوية، كما أن تأثير التيار الكهربائي على عضلة القلب يمكن أن يكون مباشراً (عندما يمر التيار مباشرة عبر منطقة القلب)، أو غير مباشر أي عبر الجملة العصبية المركزية، عندما لا يمر التيار عبر منطقة القلب. في كلا الحالتين، يمكن أن يتوقف القلب، أو يرتجف بحيث يتوقف عن العمل كمضخة للدم.

هذا وتتميز الإصابة الكهربائية برد فعل عصبي شديد للعضوية جواباً على التهيج القوي للتيار الكهربائي، والمترافق بخطر تعطل دوران الدم والتنفس، وتدوم هذه الحالة الحرجة من بضع عشرات من الدقيقة حتى يوم كامل، يمكن أن يموت الإنسان بعدها أو يشفى كاملا.

السلامة المهنية

Occupational Safety

المحاضرة الثالثة

م.م .علي فاضل حسن

إغاثة المصاب (تخليص المصاب) بالتيار الكهربائي

المقدمة

من الضروري تخليص العامل المصاب بالصدمة الكهربائية من التيار الكهربائي بأسرع وقت ممكن لأنه كلما طالت فترة تأثير التيار الكهربائي كلما كانت الصدمة أقوى ويجب أن نعرف أن المساس بناقل فيه تيار كهربائي يجعل عضلات العامل تتقلص بشكل عام وتتكمش الأصابع على الناقل بشكل غير إرادي ولذلك فإن عملية إنقاذ المصاب يجب أن تبدأ بفصل التيار الكهربائي وعلى المنقذ أن يكون مرتدياً لأدوات الوقاية اللازمة لأن لمسه للمصاب يعرضه لخطر التكهرب إذا لم يتم فصل التيار الكهربائي .

بالرغم من وجوب التأكيد دائما على الاهتمام بالوقاية من الحوادث، إلا أن إجراءات الإسعافات الأولية يجب كذلك معرفتها جيدًا لتنفيذها فور وقوع أية حادثة ولهذه المعرفة أهمية بالغة نظرا لأن أية محاولة للإنقاذ يجب القيام بها في خلال بضع دقائق من وقوع الحادثة وقبل استفحالها، خاصة وأنه من النادر وجود طبيب في مكان الحادث ومن ثم فإن النتائج المترتبة على حوادث الكهرباء تتوقف إلى حد كبير على الإجراءات التي يتخذها المناوب الطبي الموجود بمكان الحادث.

وقد يتأثر بطين القلب، أو الدورة الدموية، نتيجة للحوادث التي تقع بسبب الكهرباء كما أن الجهاز التنفسي قد يتوقف عن العمل نتيجة لتقلصات العضلات المختصة بالتنفس بحيث يتعذر على الدم التزود بالأوكسجين وبالتالي فإن المخ الذي يصبح معرضا بشدة لنقص الأوكسجين يتوقف على العمل، إلا إذا نشط فعل القلب والجهاز التنفسي بمحاولات صحيحة للإنقاذ في خلال بضع دقائق
(حوالي 5 – 8 دقائق).

تخليص المصاب :

عند وقوع حادثة بسبب الكهرباء يجب إتباع الإجراءات التالية حسب الحالة :

١ - لا نفترض أبدًا أن المصاب ميت .

٢ - يجب التدخل بدون مجازفة.

٣ - يجب عزل المصاب عن الدائرة الكهربائية بفصل الكهرباء، وذلك عن طريق نزع المصهر أو إبعاد الأسلاك النابضة بالتيار الكهربائي بواسطة قضبان أو أقطاب عزل (مصنوعة من الخشب الجاف أو ما شابه) وينبغي أن يكون الشخص المنقذ حذرا فلا يلمس أي جزء عار من جسم المصاب طالما كان التيار الكهربي ساريا فيه.

٤ - يُستدعى الطبيب إلى مكان الحادثة على الفور، على ألا يترك المُصاب وحده نظراً لحاجته إلى إجراء تنفس اصطناعي في خلال بضع دقائق من وقوع الحادثة، ويجب عدم نقل

المصاب إلى مكان الطبيب أو المستشفى ويترك للطبيب اتخاذ القرارات الضرورية.

٥ - إذا كان المصاب مستمرا في التنفس فيجب تسهيل تنفسه بفتح ملابسه المحكمة أو الأربطة المحكمة كالأحزمة وأربطة العنق ووضع المصاب ممتدا على ظهره مع فتح النوافذ والأبواب للسماح للهواء النقي بالدخول.

٦ - إذا تعذر على المصاب التنفس، يبدأ فورا بإجراء التنفس الاصطناعي له ويحذر تركه بدون تنفس ولو للحظة.

إذا كان المصاب على ارتفاع عالي فإن فصل التيار قد يؤدي إلى سقوط المصاب لذا يجب اتخاذ الإجراءات الكفيلة بحماية المصاب من السقوط وعدم تعريضه لخطر إضافي.

في حال تعذر فصل التيار الكهربائي يجب اتخاذ الإجراءات لفصل المصاب عن الأجزاء الناقلة التي تلامسه وهناك نوعان من التوترات :

أ- التوتر أقل من 1000 فولت :

1- يتم تخليص المصاب من التوتر باستعمال الألبسة الجافة أو الحبال أو عصا أو لوح خشب أو أي مادة أخرى جافة غير ناقلة للتيار ولا يسمح باستعمال الأدوات المعدنية أو المواد الأخرى الرطبة.

2- يمكن تخليص المصاب بجره من ألبسته إذا كانت جافة وغير ملتصقة بجسمه على أن ينتبه المنقذ إلى عدم لمس الأجزاء المعدنية المحيطة بالمصاب.

3- ينصح المنقذ بعدم جر المصاب من قدميه إذا لم يكن مرتديا لكفوف عازلة لأن هناك أنواع من الأحذية بها واقية فولاذية أو مسامير فتكون بمثابة نواقل للتيار الكهربائي .

4- إذا اقتضت الضرورة سحب المصاب من جسمه العاري فيجب على المنقذ ارتداء كفوف وبوط عازل أو لف الأيدي بألبسة جافة.

5-يمكن للمنقذ أن يعزل نفسه بالوقوف على لوح جاف من الخشب أو لوح بلاستيكي.
6-ينصح عند تخليص المصاب من التيار الكهربائي استعمال يد واحدة فقط قدر الاستطاعة.
7-إذا تعذر فصل التيار الكهربائي وكان المصاب يمسك بالناقل فيمكن فصل المصاب عن الأرض بإدخال لوح خشب جاف تحت قدمي المصاب أو رفع قدميه عن الأرض بواسطة حبل أو ألبسة جافة.
8-يمكن للمنقذ إتباع أسلوب قطع النواقل بواسطة فأس أو ساطور بيد خشبية جافة أو أي وسيلة أخرى على أن يتم ذلك بحذر وقطع كل ناقل على حدة وأن يكون المنقذ مرتدياً لوسائل الأمن الصناعي من كفوف وحذاء عازل.

- التوتر أكثر من 1000 فولط :

1-يجب استخدام وسائل الأمن الصناعي مثل الكفوف العازلة والحذاء المعزول والعصا العازلة الخاصة بالتوترات العالية بهدف عزل المصاب عن الأرض أو تخليصه من النواقل التي يمر بها التيار الكهربائي .

2-عندما يكون العامل المصاب يعمل على خطوط التوتر العالي يصعب عزلة لذلك يجب إجراء دارة قصر (تأريض) على الخط لفصله كلياً عن التوتر ويتم ذلك بإلقاء سلك مؤرض على الخط مع المراعاة الدقيقة لقواعد الأمن الصناعي والانتباه إلى الخطر الناجم عن ملامسة سلك التأريض لجسم المصاب أو جسم المنقذ مع مراعاة ما يلي :

أ- يجب الانتباه لعدم تعريض المصاب لخطر السقوط إذا كان على ارتفاع عالي.

ب-إذا كان المصاب يمس أحد النواقل فقط فإنه يمكن الاكتفاء بتأريض هذا الناقل.

ج- يجب تأريض السلك (وصله بالأرضي الرئيسي) في البداية ثم رميه على الناقل المراد تأريضه.

د- بعد فصل الخطوط المحملة بالتوتر العالي يمكن أن تبقى فيها شحنة كبيرة خطرة على الحياة ولا يمكن تفادي هذا الخطر إلا بالتأريض الجيد لها.

للوقاية من وقوع حوادث الصعق الكهربائي يجب اتخاذ الإجراءات التالية:

1- يجب إجراء الصيانة الدورية للمعدات والأجهزة الكهربائية ووقايتها من التلف.

2- تنبيه العمال الذين يعملون في الإنارة وصيانتها وخطوط التوتر العالي وكافة العمال الكهربائيين إلى الأخطار الناجمة عن التيار الكهربائي وإعطائهم تعليمات الأمن الصناعي والوقاية التي يجب مراعاتها بشكل دائم .

3- يجب أن تكون كافة العدد والأدوات الكهربائية مجهزة بغلاف عازل لمنع تسرب التيار الكهربائي .

4- يجب عزل نهايات الكابلات والوصلات حين إصلاح المعدات والأجهزة الكهربائية وتمديد الكابلات.

5- يفضل استعمال الأدوات والأجهزة ذات التوترات الخفيفة أي باستعمال بطاريات أو محولات كهربائية صغيرة .

6- يجب تأريض هياكل العدد والأدوات الكهربائية بواسطة سلك أرضي ذو مقاومة ضعيفة أو تجهيزها بفيوزات بحيث يحترق الفيوز أو ينفصل القاطع للدارة الكهربائية عندما يزداد التيار الكهربائي عن الحد المسموح به في حال حدوث دارة قصر مع الأرض فتنقطع الدارة الكهربائية .

7- يفضل استخدام الأجهزة والمعدات التي تكون مجهزة أصلا بسلك ثالث للتأريض .

8- يمكن استخدام قواطع تفاضلية للوقاية من التسرب الكهربائي ويقوم القاطع بفصل الدارة عند وجود قصر مع الأرض .

9- على العامل الكهربائي أن يذكر دوما أن التجهيزات أو الخطوط التي انقطع عنها التوتر فجأة يمكن أن توضع تحت التوتر بدون إعلام سابق .

10- عند تنفيذ بعض الأعمال على خطوط التوتر الكهربائي وضرورة العمل دون قطع التيار يجب استعمال أجهزة الوقاية اللازمة بالإضافة للأدوات المساعدة مثل (العصا المعزولة- مؤشر التوتر ..).

11-في حال مد شبكات جديدة لخطوط التوتر العالي أو المتوسط أو المنخفض وحين تقاطع هذه الخطوط مع خطوط محملة بالتيار الكهربائي يجب عدم البدء بالمد إلا بعد الحصول على وثيقة تفيد بقطع التيار الكهربائي عن هذه الخطوط وتصريح عمل محدد بالتاريخ والزمن وساعة البداية وساعة النهاية إذا أمكن ذلك .

12-فحص خطوط التوتر المحملة بالتيار الكهربائي والتي تم قطع التيار عنها والمراد تمرير الخطوط الجديدة من فوقها أو تحتها يجب تفريغ الشحنات الكهربائية بواسطة بندقية التأريض أو أي وسيلة أخرى معروفة ، وأن يتم تأريض الخطوط في المنطقة التي يتم العمل فيها كأمان إضافي منعا للأخطاء التي يمكن أن تحصل بإعادة التيار الكهربائي على هذه الخطوط .

السلامة المهنية

Occupational Safety

المحاضرة الرابعة

(عملية التنفس الاصطناعي ـ معالجة الحروق)

م.م .علي فاضل حسن

1

التنفس الأصطناعي

هناك عدة طرق للتنفس الاصطناعي، وهي:

١ - الطريقة اليدوية :

وتبنى على استخدام القوة للضغط على الجسم، وفيها يضغط الفرد الذي يقوم بالإسعافات الأولية على صدر المصاب بكلتا راحتيه (يديه) ليطرد هواء الزفير ثم يخفف الضغط ويطلق يديه ليتيح الفرصة لدخول هواء الشهيق أوتوماتيكيًا نتيجة للمرونة الطبيعية التي يتميز بها الصدر.

٢ - طريقة النفخ (وهي أفضل الطرق):

وفيها ينفخ الفرد القائم بالإسعافات الأولية الهواء بفمه في فم المصاب أو أنفه ويجب أن يكون رأس المصاب في هذه الحالة مائلا إلى الخلف حتى لا يتسبب اللسان في سد قنوات التنفس (وهي أفضل الطرق) انظر الشكل ١ -٦

شكل ١ -٦ التنفس الاصطناعي فم/فم أو فم/أنف

ويجب عليك اتباع التعليمات التالية:

١ - مد المصاب على سطح صلب.

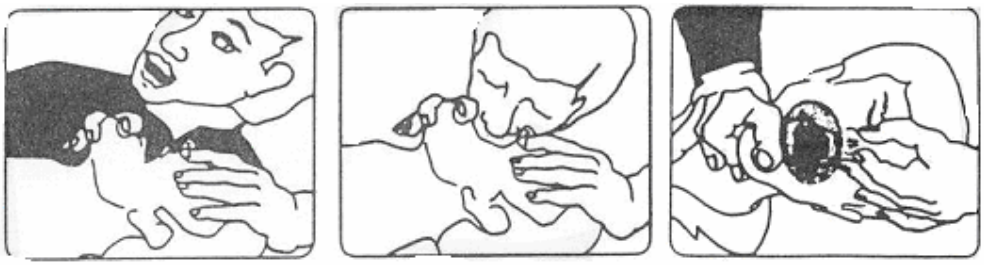
٢ - ارفع رقبة المصاب وارجع الرأس إلى الخلف حتى يصبح وجهه موجها للأعلى كما في الشكل التالي:

٣ - افتح فم المصاب مع جعل الفك الأسفل إلى الأمام كما في الشكل التالي:

٤ - استعمل الإبهام والسبابة مع قفل فتحتي الأنف.

٥ - خذ نفسا عميقا ثم افتح فمك على سعته وضعه حول فم المصاب وانفخ لملء الرئتين بالهواء (صدر المصاب يرتفع)

٦ - ارفع رأسك حتى تسمح للمصاب بطرد الهواء بنفسه مع فتح فتحتي الأنف (صدر المصاب ينخفض) كما في الشكل التالي:



٧ - كرر العملية بمعدل16 مرة في الدقيقة إلى أن يسترجع المختنق تنفسه الطبيعي أو تصل النجدة المختصة وإذا صعب على المسعف لأي سبب من الأسباب تطبيق طريقه فم / فم يمكن اللجوء إلى طريقة فم/أنف لكن هنا يجب إغلاق الفم جيدًا وذلك برفع الفك السفلي إلى أعلى والإبقاء على فتحتي الأنف مفتوحتين كما يجب فتح الأنف والفم معا عند السماح للمصاب بطرد الهواء كما في الشكل التالي:

أثناء قيام المسعف بعملية التنفس الاصطناعي عليه أن يلاحظ الآتي:

١ - عدم تسرب الهواء أثناء عمليه التنفس الاصطناعي من أنف المصاب أو بين فتحتي فم المسعف وفم المصاب.

٢ - التأكد من حركة صدر المصاب - كبر حجمه أثناء زفير المسعف وانخفاضه أثناء زفير المصاب.

٣ - الإحساس بحركة الهواء ورطوبته أثناء خروجه – (زفير المصاب). وذلك بجعل خد المسعف على مقربة من فم وأنف المصاب.

٤ - التغير المباشر لمؤشرات الحياة كلون الجلد والنبض والتنفس وتحسُن حالة المصاب بشكل عام.

معالجة الحروق

هناك ثلاث درجات من الحروق ولكل درجة طريقة معالجة مختلفة حسب شدة الحروق :

١ - حروق من الدرجة الأولى :

حروق من الدرجة الأولى هي حروق بدون حدوث فقاعات أي مجرد احمرار في الجلد فقط ويتم معالجته بوضع الجلد مكان الحرق في ماء بارد أو تحت الصنبور لمدة ربع ساعة أو وضع قطعة ثلج على الجلد المحروق لنفس المدة.

٢ - حروق من الدرجة الثانية :

ينتج عن حروق الدرجة الثانية حدوث فقاعات هوائية ويتم علاجها بنفس طريقة علاج حروق الدرجة الأولى لكن بعدها يعزل الجلد المصاب عن الهواء بوضع مادة شفافة على الجزء المحروق بحيث تعزله عن الهواء تماما وذلك لعدة أيام.

٣ - حروق من الدرجة الثالثة:

وهذا النوع من الحروق هو الأخطر على الإطلاق، حيث يحدث فيه تسلخ لجلد المصاب. ومن الخطأ هنا وضع ماء عليها فيجب معالجتها طبيًا سريعًا بالذهاب إلى المستشفى أو استشارة طبيب متخصص حتى يحدد العلاج الملائم والمراهم المناسبة لهذا النوع من الحروق.

السلامة المهنية

Occupational Safety

المحاضرة الخامسة

انظمة الانذار من الحريق – وحدة التحكم

م.م .علي فاضل حسن

مقدمة

مما لاشك فيه أن الحريق عدو كبير نحتاط له جميعا ونحرص إلى توفير كل سبل الوقاية منه ودرء مسبباته والعمل على توفير أجهزة مكافحته في حالة وقوعه وأجهزة التحذير والتنبيه قبل تطوره وذلك لأن الحرائق تشكل خطرا جسيما على الأفراد والممتلكات وقد ينشأ الحريق من مصدر صغير، كأن تتسرب بعض قطرات المياه أو المشروبات إلى داخل جهاز في وضع تشغيل أو من عقب سجائر ملقى بإهمال وحتى النفايات، إذا لم يتخلص منها، قد تشكل خطرا جسيما كالاختناق نتيجة للغازات السامة الناتجة عن الاحتراق ومنها غاز أول أكسيد الكربون، وغاز ثاني أكسيد الكربون والدخان وقد ينتج عنه أيضا حروق وإصابات جسيمة.كما قد ينتج عنه أيضا ضياع رؤوس الأموال بسبب التلفيات والتعويضات المستحقة وتوقف الإنتاج نتيجة لدمار المعدات بالإضافة إلى انخفاض معدلات الأداء نتيجة للإصابات الجسيمة ولذلك تتخذ الإدارات والهيئات الإجراءات والاحتياطات للوقاية من مخاطر الحريق قبل وقوعه ومن هذه الإجراءات والاحتياطات وجوب توافر أجهزة الإنذار من الحريق حتى نستطيع أن نتفادى أو نحتاط إلى خطورة الحريق.

مكونات نظام الإنذار من الحريق :

إن الوقت عامل هام جدا في الوقاية من الحريق. وهدف هذه الوقاية تقليل وقت الاستجابة لهذا الحدث الخطير وتقليل وقت إخلاء المبنى وأيضا تقليل وقت إخماد الحريق. فقد أظهرت أحداث الحرائق من الماضي أن نظام إستجابة أنظمة الإنذار لحدوث الحرائق يمكن أن تمدنا بنافذة الأمان الذي نحتاجه للوقاية منها وتحقيق الهدف منها وهو الوقاية من أخطارها. وتزاوجا مع الأنظمة النضحية الأوتوماتيكية(سلسلة أنابيب في"" سقف مبنى "" ذات صمامات تنفتح أوتوماتيكياً عند حرارة معينة لإطفاء الحريق) فإن الأدوات والأجهزة الموجودة والمستخدمة حاليا تقلل بالفعل من الخسائر في الأرواح والممتلكات الناتجة عن الحرائق.وقد تطورت أنظمة إنذارات الحريق في السنوات الأخيرة حيث أصبحت تتكون من مكونات تعمل بنظام الكمبيوتر وهي قادرة على القيام بعمليات كاملة داخل المباني كما أن بها أيضاً أنظمة تحكم جيدة ورغم ذلك يجب على كل شخص أن يدرك أن أنظمه إنذار الحريق مجرد جزء من استراتيجية الوقاية من الحرائق الشاملة للمباني ولمصمميها، فأنظمة الحريق المتبعة ونظام إخماد الحرائق الآلي سوف يعطي أساساً قوياً لتصميم وقاية وحماية فعالة وآمنة.

إن الهدف الأساسي لإستخدام أنظمة إنذار الحريق حماية حياة الناس بالإضافة إلى حماية الممتلكات. والسؤال الذي يطرح نفسه دائما هو: هل يمكن التنبؤ بالحرائق؟ والإجابة أنه للأسف خلال السنوات

السابقة تم التنبؤ بالقليل من هذه الحرائق وحتى لو حدث تنبؤ فهذا لا يمنع حدوث الحرائق. والأحدث في أنظمة الإنذار من الحريق هو التنبؤ عن طريق الاستشعار عن بعد. ولتتم تغطية كاملة للحريق يجب أن يتم تحذير مبكر وذلك لضمان أداء مبكر لهذه العملية.تعتبر أنظمة الإنذار من الحريق Fire Alarm Systems من أهم الأنظمة الموجودة في المباني والمنشآت الحديثة وحتى في المنازل. وتنبع أهميتها من الحفاظ على حياة الأشخاص وإنقاذ الممتلكات والأجهزة عند حدوث الحرائق. وذلك باستدلالها على وجود حريق وتحديد مصدره في المراحل المبكرة، ومن ثم إعطاء إشارة تحذيرية بوجود خطر تمهيدا لإتخاذ الإجراءات المناسبة والفعالة في مثل هذه الحالات.

مراحل تطور الحريق في المواد الصلبة هي:

أ - المراحل الأولية Incipient Stage .

ب - مرحله الدخان Smoke Stage .

ج - مرحله اللهب Flame Stage .

د - مرحله الحرارة الشديدة Intense, Heat Stage .

وتستغرق المرحلتان الأوليتان عدة ساعات، بينما تستغرق المرحلة الثالثة والمرحلة الرابعة دقائق، أو حتى ثوان.

ويترافق الحريق مع عدد من المظاهر التي يمكن بواسطتها الاستدلال عليه وهذه المظاهر هي :

أ - الهباء الجوي Aerosols :

ويسمى أحيانا بغازات الاحتراق Combustion Gases . ويتكون الهباء الجوي من جسيمات عالقة في الهواء المحيط بمكان الاحتراق، ويكون حجمها أكبر من حجم جزيئات الهواء، وتنتج هذه الجسيمات من جميع المواد تقريبا، مثل احتراق المواد السليلوزية (الخشب، الورق، الكرتون) والمواد الهيدروكربونية (النفط ومشتقاته)، والمواد العازلة (الطبيعية والاصطناعية). وتشير الخبرة المتراكمة في هذا المجال، إلى أن زيادة تركيز هذه الجسيمات في الهواء تدل على حدوث عملية الاحتراق.

ب - البخار Vapor :

ويسمى البخار المتكثف الناتج عن زيادة تسخين بعض المواد قبل عملية احتراقها الفعلية، مثل البخار الناتج عن المواد البلاستيكية وخاصة المصنوعة من مادة PVC ويتميز هذا البخار بقدرته على تشتيت الضوء، وعامة، يترافق وجود البخار مع وجود الهباء الجوي Radiation .

ج - الإشعاع X :

ويصدر هذا الإشعاع عن جميع أنواع اللهب، وكذلك عن السطوح التي ترتفع درجة حرارتها.

وهناك نوعان من الإشعاع :

الأول هو: الإشعاع تحت الأحمر Infrared Radiation.

الثاني هو: الإشعاع فوق البنفسجي .Ultra Violet Radiation.

د - الحرارة Heat :

وتنتج الحرارة عن جميع أنواع الحرائق، حيث يسخن الهواء بفعلها وتزداد حرارته ويرتفع إلى الأعلى.

هـ. التغير الكيميائي Chemical Change :

وينتج التغير الكيميائي نتيجة استهلاك الأكسجين في عملية الاتراق واستبداله بغاز ثاني أكسيد الكربون .

ونستنتج من العرض السابق، أن كل مرحلة من مراحل الحريق قد تترافق مع واحدة أو أكثر من الظواهر التالية :

أ - نواتج الحريق أو التأين (Ionization) Combustion Products

ب - دخان منظور Visible Smoke

ج - لهب Flame

د - حرارة Heat

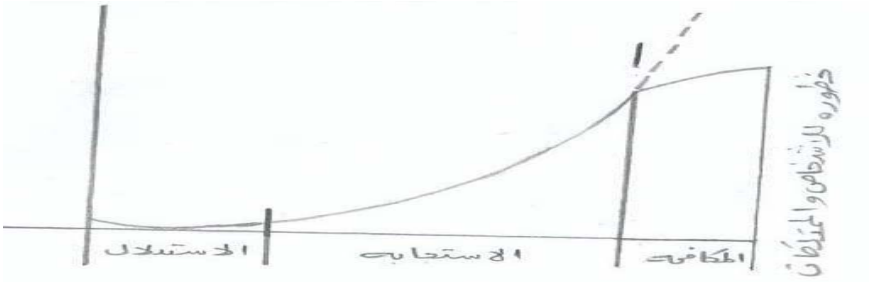
وبالتالي فإن تطور الحريق زمنياً يمكننا قسمته إلى المراحل التالية كما يبين شكل -١

أ - مرحلة الاستدلال على الحريق Fire Detection Stage :

وتعتبر مرحلة الاستدلال على الحريق Detection من أهم المراحل، وتتم عن طريق نظام إنذار الحريق، ويعتبر العامل الزمني في هذه المرحلة مهماً جداً فكلما قلت هذه المرحلة زمنيا كانت مقاومة الحريق أسهل.

ب - مرحلة الاستجابة Response Stage :

بعد الاستدلال على الحريق ومصدره، فإن الاستجابة Response لمتطلبات الخطر الناتج تعتبر مهمة أيضاً، حيث تكون الاستجابة على شكل إجراءات مدروسة ومنتظمة، مثل الاتصال بالدفاع المدني، وترحيل الأشخاص، والقيام بعمليات الإنقاذ والإطفاء وغيرها.



شكل ٣ -١ مراحل تطور الحريق

ج – مرحله المكافحة وإطفاء الحريق Extinguishment

وتعتمد مرحلة المكافحة وإطفاء الحريق Extinguishment على المرحلتين السابقتين.

وفي هذه المرحلة تستخدم جميع الإمكانات المتاحة للقضاء على مصدر الحريق في أقل فترة زمنية ممكنة .

مكونات نظام إنذار الحريق :

يتكون أي نظام لإنذار الحريق من المكونات الرئيسية التالية:

أ – وحدة التحكم Control Unit

ب - كاشفات الحريق Fire Detector وتشمل على :

- كاشفات الحرارة .

- كاشفات الدخان .

ج - وحدات التشغيل اليدوية Manual Stations

د – الأجراس والأبواق Bells And Horns

هـ - وحدة التغذية الكهربائية Power Supply

و - أجهزة إضافية Supplementary Equipment

المكونات الرئيسية لنظام إنذار الحريق:

أ - وحدة التحكم Control Unit **:**

تعتبر وحدة التحكم عقل نظام إنذار الحريق، وتتكون من دارات (دوائر) إلكترونية ومنطقية، حيث تستلم الإشارات الواردة من كاشفات الحريق التي تسمى بنبائط البدء Initiating Devices وتمررها إلى الأجراس والأبواق التي تسمى بأجهزة الإبانة Indicating Appliances. وتوجد في وحده التحكم الإشارات والمصابيح اللازمة التي تبين المنطقة Zone التي حدث فيها الحريق، وكذلك نبائط لمعرفة إذا كان الإنذار كاذباً، وكبسه لإرجاع النظام إلى حالته الطبيعية.وتتصل بلوحه التحكم الأجهزة الإضافية مثل المرحلات التي تستلم الإشارات من لوحه التحكم وذلك لفصل وحدات التكييف أو قفل الأبواب وغيرها .وقد تكون لوحه التحكم بسيطة، أي تتكون من منطقه واحدة، وقد تتكون من عدد من المناطق Zones. حيث أن أهمية لوحةالتحكم تكمن أثناء حدوث الحريق.

لابد أن تكون هذه اللوحة في جاهزية تامة، لذلك تزود بجهاز لبيان العطل يعطي إشارة (صوتا أوضوءاً) في الحالات التالية:

أ - فقد التغذية الكهربائية

ب - حدوث قطع Open في أسلاك المراقبة.

ج - عطل أرضي، أي اتصال سلك المراقبة مع الأرض.

د - فقد مضخم الصوت أو الأجهزة المضخمة الأخرى المتصلة به.

هـ - فقد الاتصال بين نبائط البدء وأجهزه الإنابة.

ويتم تركيب اللوحة بشكل عامودي على الجدار، بحيث تكون مرئية،ولا تحجبها عن الرؤية أية عوائق. وعادة تزود لوحة التحكم بوحدة تغذية رئيسية Main Power Supply. وبوحدة تغذية احتياطية Standby Power Supply.ويتم تزويد لوحة التحكم بالتغذية الرئيسية من لوحة توزيع كهربائية من دائرة منفصلة، وتتم حمايتها بقاطع آلي منفصل.

أما التغذية الاحتياطية فتتم عن طريق بطاريات قابلة للشحن ومتصلة بشاحن عن طريق استخدام مصدر قدرة غير منقطع Uninterruptible Power Supply (UPS).

ب - كاشفات الحريق Fire Detectors :

هي عبارة عن أجهزة تعمل بشكل آلي مصدرة إشارة إلى لوحة التحكم منبهة إلى وجود حريق. وأهم أنواع كاشفات الحريق هي:

١ - كاشفات الحرارة **Heat Detectors**

٢ - كاشفات الدخان **Smoke Detectors**

السلامة المهنية

Occupational Safety

المحاضرة السادسة

انظمة الانذار من الحريق – وحدة التحكم

م.م. علي فاضل حسن

أ - فقد التغذية الكهربائية

ب - حدوث قطع Open في أسلاك المراقبة.

ج - عطل أرضي، أي اتصال سلك المراقبة مع الأرض.

د - فقد مضخم الصوت أو الأجهزة المضخمة الأخرى المتصلة به.

هـ - فقد الاتصال بين نبائط البدء وأجهزه الإنابة.

ويتم تركيب اللوحة بشكل عامودي على الجدار، بحيث تكون مرئية،ولا تحجبها عن الرؤية أية عوائق. وعادة تزود لوحة التحكم بوحدة تغذية رئيسية Main Power Supply. وبوحدة تغذية احتياطية Standby Power Supply.ويتم تزويد لوحة التحكم بالتغذية الرئيسية من لوحة توزيع كهربائية من دائرة منفصلة، وتتم حمايتها بقاطع آلي منفصل.

أما التغذية الاحتياطية فتتم عن طريق بطاريات قابلة للشحن ومتصلة بشاحن عن طريق استخدام مصدر قدرة غير منقطع Uninterruptible Power Supply (UPS).

ب - كاشفات الحريق Fire Detectors :

هي عبارة عن أجهزة تعمل بشكل آلي مصدرة إشارة إلى لوحة التحكم منبهة إلى وجود حريق. وأهم أنواع كاشفات الحريق هي:

١ - كاشفات الحرارة **Heat Detectors**

٢ - كاشفات الدخان **Smoke Detectors**

والجزء التالي سيشرح هذه الأنواع بالتفصيل :

١ - كاشفات الحرارة Heat Detectors **:**

وتعمل هذه الكاشفات على الحرارة المرافقة للحريق، حيث إنها مزودة بنبيطة ثنائية المعدن Bi Metal Device . تتأثر بالحرارة، حيث تنحني وتغلق ملامسات كهر بائية بدورها تصدر الإشارة، كذلك يمكن استخدام مصهر متصل بزمبرك يجعل الملامسات في وضعية مفتوحة في الحالة العادية، أما عند ارتفاع درجة الحرارة فإن هذا المصهر ينصهر ويتحرر الزمبرك بحيث تصبح الملامسات مغلقة وتصدر إشارة كهر بائية. وهناك نوع يعمل على ضغط الهواء الذي يتمدد بفعل التسخين وبالتالي يتغير ضغطه وهناك فئتان من كاشفات الحرارة، الأولى الكاشفات النقطية Point Detectors التي تعمل عند ما يلامس الهواء الساخن الكاشفة الحرارية نفسها، والثانية: الكاشفات الخطية Line Detector التي تعمل عندما تلامس طبقة الهواء الساخن الخط الذي تركب الكاشفة على محاذاته.

وبالنسبة للعنصر الحساس للحرارة Heat Sensing Element فهناك نوعان:

أ - كاشفات درجه الحرارة الثابتة Fixed Temperature Detectors :

ويعمل هذا الكاشف إذا كانت درجة الحرارة في الوسط الموجود فيه هذا الكاشف أعلى من درجة الحرارة المغير عندها الكاشف، حيث يعمل الأخير ويرسل إنذاراً بوجود حريق.

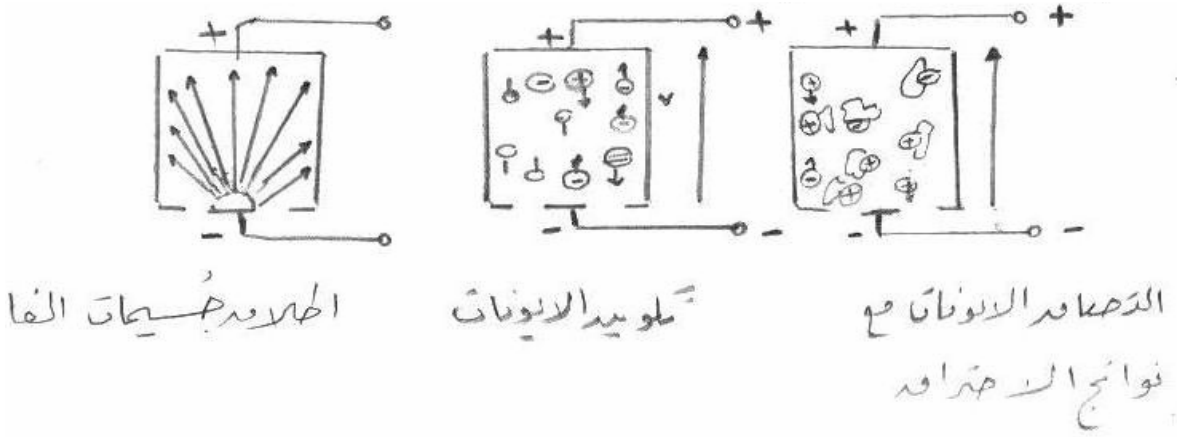
ب - كاشفات حرارة تعمل إذا كان معدل تغيير الحرارة أعلى من المعدل المعير عنده الكاشف Rate of Rise Detectors. ومن سلبيات كاشفات الحرارة أنها بطيئة بشكل عام، حيث إن هناك مسافة بين نقطة تعليق الكاشف ومكان بداية الحريق. وحيث أن الحرارة الناتجة عن الحريق تتناسب مع كبر الحريق، فإن هذه الكاشفات لا تعمل إلابعد أن تتراكم الحرارة خلال فترة زمنية معينة.

٢ - **كاشفات الدخان** Smoke Detectors :

وهناك نوعان من الكاشفات الدخانية هما :

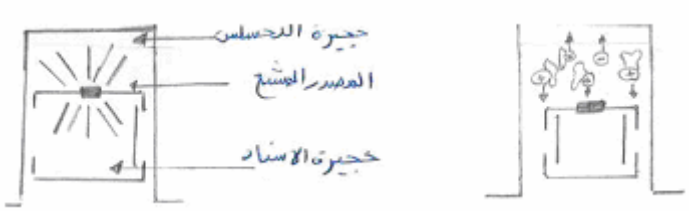
أ - **الكاشفات الأيونية Ionization Detectors :**

تتكون حجيرة الكاشفات الأيونية من صفيحتين مشحونتين كهربائياً وعنصر مشع هو عنصر الأمريكيوم Americium 241 وهذا المصدر المُشع يُطلِق جسيمات ألفا التي تصطدم بجزيئات الهواء في الفراغ بين الصفيحتين. وتتحرر نتيجة لهذا الإصطدام الإلكترونات، فالذرات التي فقدت إلكتروناتها تصبح مشحونة بشحنة موجبة وتسمى أيونات موجبة، والذرات التي اكتسبت إلكترونات تصبح مشحونة بشحنة سالبة وتسمى أيونات سالبة. تنجذب الأيونات الموجبة للصفيحة المشحونة بشحنه سالبة، بينما تنجذب الأيونات السالبة نحو الصفيحة المشحونة بشحنة موجبة، وهكذا يصبح الهواء في الحجيرة متأيناً ويسري تيار كهربائي صغير بين الصفيحتين. وعند حدوث حريق تنطلق جسيمات من نواتج الحريق، وهذه الجسيمات أكبر من الأيونات. وعندما تنطلق وتدخل الحجيرة تصطدم بالأيونات وتتصل بها، وهكذا نجد أن عدد الأيونات يقل مع الزمن، وبالتالي يقل التيار الأيوني في الحجيرة، وبالتالي يعمل الكاشف الأيوني. ويبين شكل ٣ -٢ هذه العمليات



شكل ٣ -٢

إن الكاشفات الأيونية تتأثر بالرطوبة والضغط الجوي، ولتجنب هذه التأثيرات فقد تم تصميم كاشفات أيونية بحجيرة مزدوجة، كما يبين شكل ٣ -٣



شكل ٣ -٣ الكاشفات الأيونية ذات الحجيرة المزدوجة

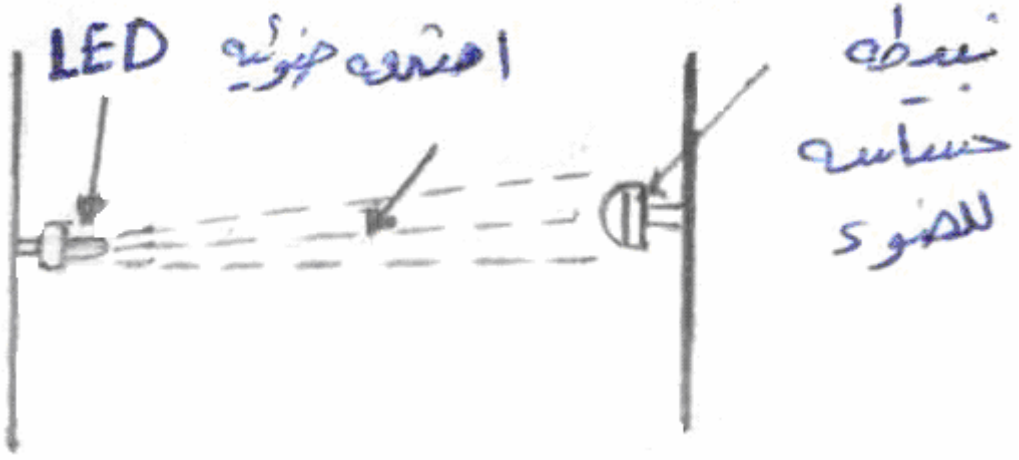
وتسمى الحجيرة الأولى بحجيرة الإسناد Reference Chamber ، وتسمى الحجيرة الثانية بحجيرة التحسس Sensing Chamber. وتتأثر كلا الحجرتين بالرطوبة والضغط الجوي، بينما تتأثر حجيرة التحسس إضافة إلى ذلك بجسيمات الحريق، فإن تغير الضغط والرطوبة يؤثر على كلا الحجرتين بينما تتأثر حجيرة التحسس بنواتج الحريق.

ب - الكاشفات الكهروضوئية :

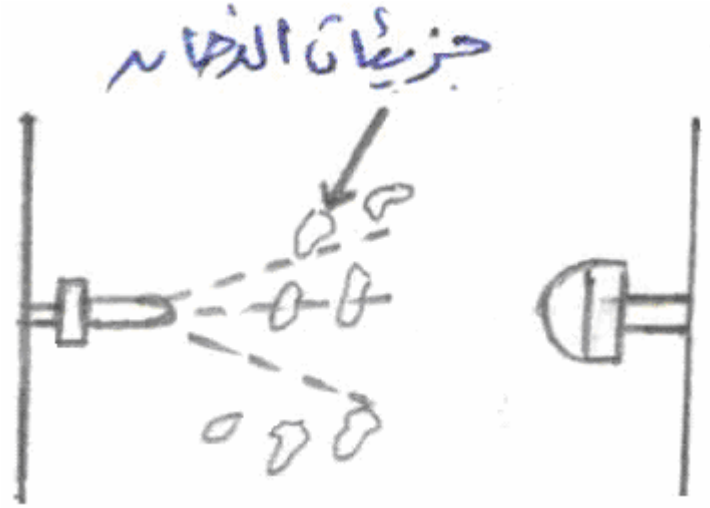
يؤثر الدخان المنظور، Visible Smoke الناتج عن الحريق على انتشار حزمة الأشعة الضوئية في الهواء وتصمم الكاشفات الكهروضوئية على مبدأ تحسس تأثير الدخان على الضوءوانتشاره

ويتكون الكاشف الكهروضوئي من مصدر أشعة غالباً ما يكون صماماً ثنائياً لبعث الأشعة Light Emitting Diode – Led ومن نبيطة حساسة للضوء مثل صمام ضوئي Photodiode

أو ترانزستور ضوئي Photo Transistor ، كما يبين شكل ٣ -٤ :



شكل ٣ -٤



شكل ٣ -٥

وعندما تصل جزيئات الدخان إلى الأشعة الصادرة فإن هذه الجزيئات تحجب هذه الأشعة عن النبيطة التي تتلقى الضوء، وبالتالي يتغير خرج Output هذه النبيطة، وهذا التغير يؤدي إلى تشغيل دارة الإنذار منبهاً إلى وجود حريق كما في الشكل ٣ – ٥.

وهناك نوع آخر يعمل خاصية تشتت الضوء، ويتكون من نفس العنصرين السابقين، إلا أن الأشعة الصادرة عن الـ Led في الحالة العادية لا تستطيع نبيطة الحساسية التقاطها، وعند حدوث حريق تصل جزيئات الدخان إلى الكاشف وتعمل هذه الجزيئات على تشتت الأشعة التي تصل إلى نبيطة الحساسية، فتؤثر عليها وتعمل دارة الإنذار.

ويبين شكل ٣ -٦ عمل الكاشف المبني على استخدام هذه الظاهرة .

شكل ٣ -٦ عمل الكاشف الكهروضوئي بطريقه تشتت الضوء

ج - وِحدات التشغيل اليدوية Manual Stations :

هي عبارة عن وحدات يتم بواسطتها تشغيل دارة الإنذار لإعطاء تنبيه يدوي لحدوث حريق. وهناك تصاميم مختلفة لهذه الوحدات، حيث أن بعضها يعمل عندما يتم كسر الزجاج الأمامي لهذه الوحدة بواسطة مطرقة خاصة معلقه بجانب الوحدة.

ولتجنب حدوث الإنذار الكاذب نتيجة كسر الزجاج غير المعتمد يتم تزويد الوحدة بكبسة للضغط عليها للإعلام عن وجود حريق. وعادة فإن لون هذه الوحدات يكون أحمر للدلالة عليها أينما وجدت.

د - الأجراس والأبواق Bells and Horns :

هي عبارة عن وحدات صوتية تطلق صوتا أو صفيرا للتنبيه بوجود حريق ويكون صوتها عادة مميزا عن أصوات الأجراس أو الأبواق المستخدمة في المباني لأغراض أخرى، ويكون هذا الصوت عبارة عن صفير متقطع دلالة على الخطر، وتوضع في أمكنة غير محجوبة حتى ينتشر صوتها في جميع الاتجاهات وتختلف قوة الصوت، أو الصفير الصادر عنها حسب المساحة المراد تغطيتها.

السلامة المهنية

Occupational Safety

المحاضرة السابعة

المباني التي يجب تزويدها بنظام إنذار من الحريق

م.م. علي فاضل حسن

الفصل الثاني

المباني التي يجب تزويدها بنظام إنذار من الحريق

تستخدم أنظمه الحريق في المباني والمنشآت لتحقيق أحد أو كلا الهدفين التاليين:

أ - حماية الأشخاص المتواجدين في المبنى :

يسبب الحريق خطرا قاتلا على الأشخاص المتواجدين في المبنى نتيجة للدخان أو الحروق أو سقوط الأجسام الصلبة بفعل الحريق. فقد يمتلئ المبنى بالدخان، وتصبح الرؤية فيه معدومة في ممرات النجاة، فلا يستطيع الشخص السير في منطقه تكون الرؤية فيها بحدود عشرة أمتار.
وفي مثل هذه الظروف تعم الفوضى، وتصبح السيطرة على المتواجدين في المبنى غير ممكنة عملياً. لذلك فوجود نظام إنذار الحريق يعطي إمكانية للتنبيه بوجود حريق قبل وقت كاف من أجل تنظيم عملية ترحيل الأشخاص، وبدء مكافحة الحريق.

ب - حماية الممتلكات :

يسبب الحريق تدمير الممتلكات والأجهزة وينتج عن ذلك خسائر مادية كبيرة ولذلك فاستخدام نظام إنذار الحريق، خاصة في الأماكن التي لا يتواجد فيها الأشخاص بشكل مستمر، يؤدي إلى تقليل الخسائر المادية.

لذلك لابد من استخدام نظام إنذار الحريق في المباني والمنشآت التالية :

أ - في المباني التي يتواجد فيها في آن واحد مجموعة كبيرة من الأشخاص، مثل : قاعات الاجتماعات، المدارس، الفنادق، الأسواق المركزية... الخ.

ب - في المباني التي تكون قدرة الأشخاص فيها على الحركة محدودة، مثل: المستشفيات، ملاجئ العجزة، دور كبار السن، حضانة الأطفال.

ج - الأماكن التي تحتوي على مواد قابله للتفجير أو الاشتعال السريع مثل: غرف الغلايات، أماكن تخزين المواد المتفجرة، أماكن تخزين مشتقات النفط، أماكن تخزين المواد الكيماوية، مصنع البتروكيماويات، مصانع البلاستيك والدهانات...الخ.

د - وينصح بتركيب أنظمة إنذار الحريق في العمارات السكنية التي تحتوي على شقق عديدة،

وكذلك في المنازل والبيوت الريفية المصنوعة من الخشب.

هـ - المناطق التي توجد فيها مخطوطات قيمة أو أثرية أو لوحات فنية، مثل: المكتبات العامة، غرف الأرشيف، المتاحف.

و - المناطق التي توجد فيها أجهزه ثمينة وذات قيمة مادية كبيرة مثل: غرف الكمبيوتر، البنوك، غرف الاتصالات، المختبرات.

وهناك عدد من الاعتبارات التصميمية يجب أن نراعيها عند تصميم أنظمة إنذار الحريق وتعتبر هذه الاعتبارات بمثابة دليل إرشادي للتصميم حتى يحقق النظام المستخدم الهدف المتوخى منه، وهو حماية الأشخاص والممتلكات في حالة حدوث حريق.

وأول هذه الاعتبارات هو ضرورة توفر مخطط تفصيلي للمبنى يبين طبيعة إشغال المبنى والمباني الخارجية، ومنفذ الحريق للمبنى، والممرات، وعدد الأدوار ومواقع غرف الكهرباء والغلايات، وكيفية تغذية المبنى بالطاقة الكهربائية، وأماكن خزانات السولار لأغراض التدفئة أو لتشغيل المولدات الاحتياطية.

ولا بد أن تكون لدينا كافة المعلومات التفصيلية من أبعاد وإرتفاعات ونوعية مواد البناء والديكور المستخدم.

قد نحتاج إلى تقسيم المبنى الى مناطق Zones ليسهل التحكم في المبنى، ولسهوله معرفة مكان الحريق بسرعة، وذلك إذا كانت مساحة المبنى كبيرة أو تقع في عدد من المستويات المختلفة. وعند اختيار المناطق لابد أن نراعي وجود منفذ من المنطقة إلى طرق الإخلاء الرئيسية في المبنى، وسهولة هذا المنفذ.

أما الاعتبارات الأخرى، والخاصة بنظام إنذار الحريق نفسه، فسنستعرضها في الفقرات التالية :

عند اختيار المناطق يجب أن نراعي الأمور التالية:

١ - يجب أن لا تمتد المنطقة أكثر من حجيرة الحريق المنفردSingle Fire Comportment التي تتحدد بالجدران الرئيسية والأرضية والسقف.

٢ - يجب ألا تزيد مساحة المنطقة على ٢٠٠٠ متر مربع.

٣ - يجب ألا تغطي المنطقة أكثر من طابق واحد، حتى لوكانت حجيرة الحريق تغطي أكثر من طابق. أما إذا كانت مساحة المبنى أقل من ٣٠٠ متر^{٢}، فيمكن اعتبار هذه المساحة منطقة

واحدة، حتى لو تكون المبنى في هذه الحالة من أكثر من طابق.

٤ - إن أهم هدف لاستخدام نظام المناطق هو سرعة تحديد مكان الحريق.

وفي الحالات التي تكون فيها المنطقة معقدة من ناحية معمارية، فلانكتفي بعامل المساحة عندتحديد المنطقة، بل نستخدم مفهوم مسافة البحث Search Distance داخل المنطقة ، وهي المسافة اللازمة لتحديد مكان الحريق عن طريق الرؤية ، ويجب أن لاتزيد هذه المسافة على ٣٠ مترا . وبشكل عام، فإذا كانت المنطقة مفتوحة الرؤية من منطقة الدخول ويمكن تحديد مكان الحريق فيها دون أن تنتقل فيها، فتكون المساحة هي العامل المهم في تحديد المنطقة. أما إذا كانت الرؤية غير ممكنة في المنطقة من نقطة الدخول كوجود جدران أوقسامات فتكون مسافة البحث هي العامل المهم في تحديد المنطقة، ولابد من استخدام الإشارات التحذيرية الواضحة والإرشادية التي تبين المخارج ومنافذ الحريق والهروب عن طريق الأسهم المضيئة والكتابة الواضحة.

وحدات التشغيل اليدوية :

تستخدم وحدات التشغيل اليدوية للإعلان عن وجود الحريق عن طريق تشغيل هذه الوحدة التي تعطي إنذارا صوتيا مسموعا.

ويجب توزيع وحدات التشغيل في جميع أرجاء المبنى مع مراعاة الأمور التالية:

أ – يجب توزيع وحدات التشغيل في نقاط المخارج وعلى طول ممرات الهروب، وأن تكون الوحدة في مكان جيد الرؤية وغير محجوبة، ويحبذ وضع وحدة طارئة فوق وحدة التشغيل حتى يكون مكانها واضحا، ولابد أن يكون ارتفاع التعليق أكثر من متر ولا يزيد على ١.٥ متر.

ب – يجب أن يحتوي كل طابق على وحدة تشغيل يدوية واحدة على الأقل إذا كانت مساحة الطابق تساوي ١٠٠٠ متر مربع أو أكثر، كذلك يجب إضافة وحدات تشغيل بحيث لاتزيد المسافة التي يقطعها الشخص إلى تلك الوحدة على ٦٠ مترا.

وسائل الإنذار المسموعة والأجراس والأبواق :

ويقصد بوسائل الإنذار المسموعة الأجراس Bells ، والأبواق Horns ، والأجراس متآلفة الألحان Chimes ، والطنان Buzzer وصفارات الإنذار Sirens ، ومكبرات الصوت Speakers.

من المعروف أن أذن الإنسان حساسة للأصوات التي يقع ترددها في مدى من ٥٠٠ هيرتز وحتى ٨٠٠٠ هيرتز، أما الأصوات التي تقع خارج ذلك المدى فلا تسمعها أذن الإنسان لذلك يحبذ أن يكون تردد وسائل الإنذار المسموعة بين ٥٠٠ و١٠٠٠ هيرتز ، ويجب أن يكون الصوت الصادر عنها متواصلا ومتميزا عن أية أصوات تصدر عن وسائل أخرى .
أما مستوى الصوت Level Sound فيجب أن لا يقل عن ٦٥ ديسبل، أو أن يزيد بمقدار (٥) ديسبل من أجل إيقاظ النائمين.

ويجب توزيع وحدات الإنذار المسموعة داخل المبنى بشكل يضمن سماع الصوت الصادر عنها في جميع أرجاء المبنى وأن يكون عددها لا يقل عن اثنتين. كذلك لابد أن يؤخذ بعين الاعتبار اضمحلال الصوت الصادر عن تلك الوحدات بسبب الجدران والأبواب.

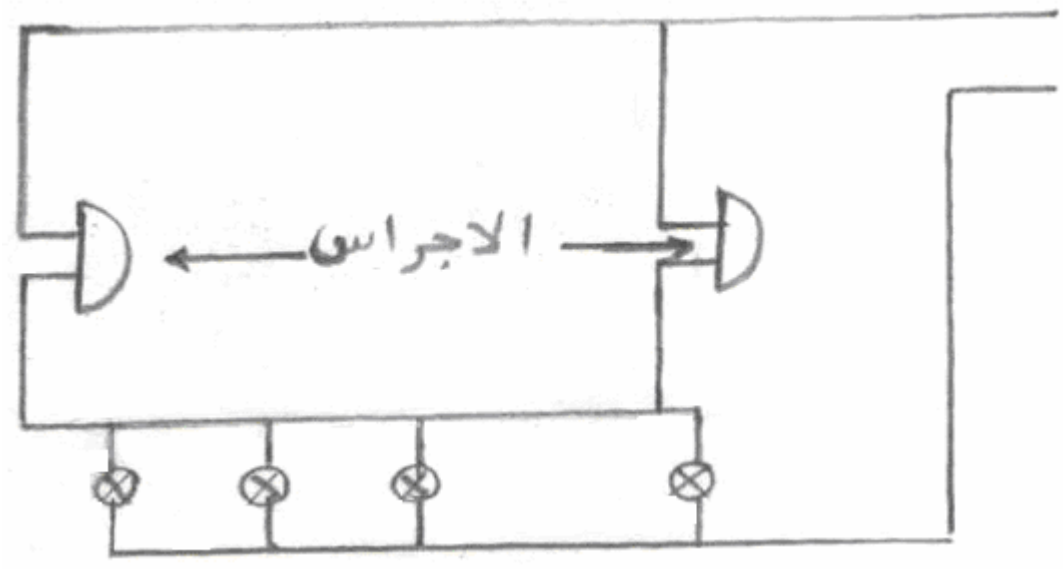
تمديدات دوائر أنظمة الإنذار من الحريق

هناك نوعان من توصيلات (تمديدات) دوائر أنظمة الإنذار من الحريق هما:

أ - توصيلات الدائرة المفتوحة Open Circuit :

فإن نقاط الإنذار Alarm Points (كاشفات الحريق، وحدات التشغيل اليدوية) تتصل على التوازي، وتكون ملامستها مفتوحة في الحالة العادية.

وعندما يحدث الحريق فإن هذه الملامسات تغلق وبالتالي تمرر التيار الذي يعطي إشارة إلى لوحة الإنذار تشغل وحدات الإنذار المسموعة (الأجراس، الأبواق...الخ).
كما في الشكل التالي: شكل ٣-٧



شكل ٣ -٧ توصيلات الدائرة المفتوحة

ومن سلبيات هذه التوصيلة أن أية نقطة إنذار تمرر التيار العكسي للأجراس، وكذلك إذا حدث أي عطل فإن هذه الدائرة لا تعمل.

ب. توصيلات (تمديدات) الدائره المغلقة :

في توصيلات الدائرة المغلقة Closed Circuit، فإن نقاط الإنذار تتصل فيما بينها على التوالي، وتتصل أيضا على التوالي مع ملف المراحل الذي يكون مغلقا عندما لا يمر به تيار كهربائي، بينما يكون مفتوحا إذا كان هناك تيار كهربائي. تكون ملامسات نقاط الإنذار مغلقة في الحالة العادية، وبالتالي يمر تيار كهربائي في نقاط الإنذار وتكون ملامسات الملف مفتوحة. أما في حالة حدوث حريق فإن أحد ملامسات نقاط الإنذار يصبح مفتوحا وبالتالي لا يمر تيار كهربائي ويصبح ملف المراحل مثبطا De- energized وبالتالي تغلق الملامسات وتشتغل الأجراس.

ويبين شكل ٣ - ٨ هذه التوصيلة.