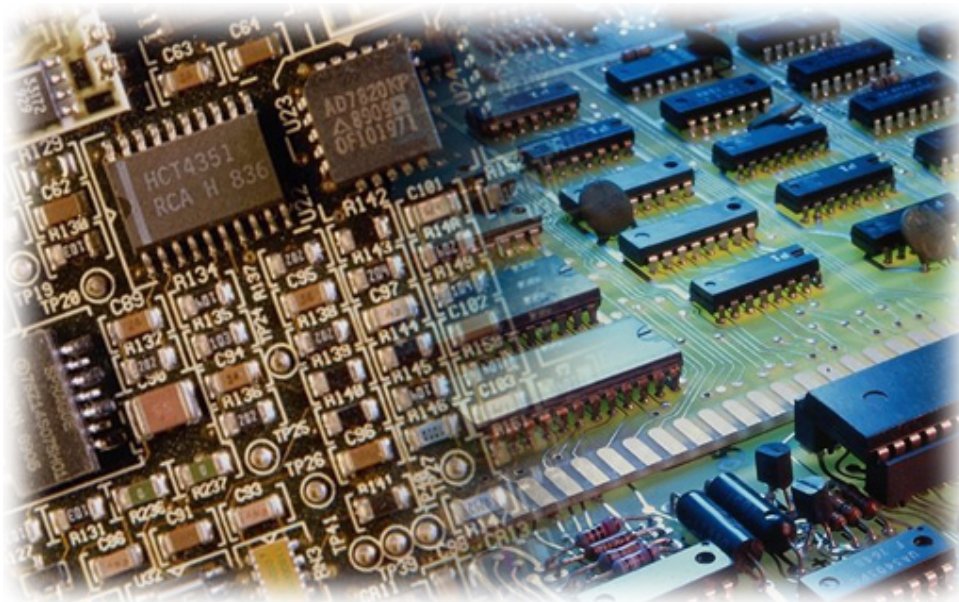


## إلكترونيات صناعية وتحكم

سلامة صناعية

١٤٢ هـ



الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد :

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التتموي، لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " سلامة صناعية " لمتدربي قسم " إلكترونيات صناعية وتحكم " للكلية التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه، إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

## بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله رب العالمين ، والصلاة والسلام على أشرف الخلق وسيد المرسلين وخاتم النبيين سيدنا محمد النبي الأمين ، الحمد لله الذي أنعم على عباده بنعمة العلم ولذة التبخر فيه ، وفتح لعباده خزائنه لينهلوا كيفما شاؤوا. وبعد ، ، ،

هذه الحقيبة محاولة متواضعة ، واجتهاد في مجال من مجالات العلوم التي تخدم البشرية والتي نتمنى أن تثاب عنها في الآخرة إن شاء الله.

وقد تم تقسيم هذا الحقيبة إلى أربعة أبواب على النحو التالي:

### الباب الأول

الخطر الكهربائي على جسم الإنسان وأنواع الإصابات والإغاثة منها.

#### الفصل الأول:

أسباب الإصابة بالتيار الكهربائي والتيار الكهربائي في جسم الإنسان.

#### الفصل الثاني:

أنواع الإصابات الكهربائية :

- الصدمة الكهربائية .
- الحروق الكهربائية.

#### الفصل الثالث:

إغاثة المصاب بالتيار الكهربائي.

- تخليص المصاب .
- التنفس الاصطناعي .
- معالجة الحروق .

## الباب الثاني

الآثار الناجمة عن مرور التيار الكهربائي إلى الأرض.

الحالات التي يتضرر بها الإنسان بالتيار الكهربائي.

- لمس طورين معاً ناقلين للتيار.
- لمس طور واحد ناقل للتيار.
- لمس مادة غير حاملة للتيار ولكنها واقعة تحت التوتر خطأً.
- تأثير توتر التماس وتوتر الخطوة.

## الباب الثالث

أنظمة الإنذار من الحريق .

### الفصل الأول:

مكونات نظام الإنذار من الحريق

- وحدة التحكم .
- كاشفات الحريق.
- كاشفات الحرارة.
- الكاشفات الدخانية.
- الأجراس والأبواق.

### الفصل الثاني:

المباني التي يجب تزويدها بنظام إنذار من الحريق :

- وحدات التشغيل اليدوية.
- وسائل الإنذار المسموعة.
- تمديدات دوائر أنظمة الإنذار من الحريق.

## الباب الرابع

إرشادات حول الصحة والسلامة المهنية .

### الفصل الأول:

الحد من التصرفات والممارسات غير الآمنة

### الفصل الثاني:

معدات الوقاية الشخصية :

- وقاية البصر.
- وقاية السمع.
- الملابس الشخصية الواقية.

- المراجع العربية والأجنبية



المملكة العربية السعودية  
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني  
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

## سلامة صناعية

### الخطر الكهربائي على جسم الإنسان

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 منزلاً الآن أو منشأة أو مصنع يستطيع الاستغناء عن الكهرباء بأي شكل كان فالكهرباء فائدة عظيمة لنا جميعاً 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 كهربائية وتتجلى بالضرر الذي يصيب أنسجة الجسم نتيجة تأثير التيار الكهربائي وغالباً ما يكون الضرر فيها سطحياً أو انصعاقاً 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 إصابته.

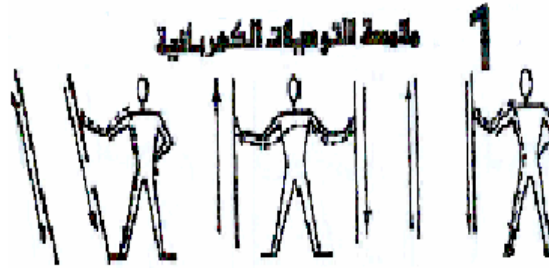
## الفصل الأول

### 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

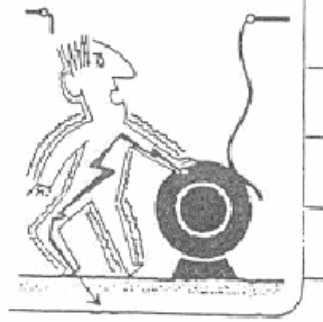


شكل ١ - ١

#### 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 عاز ليتها 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.

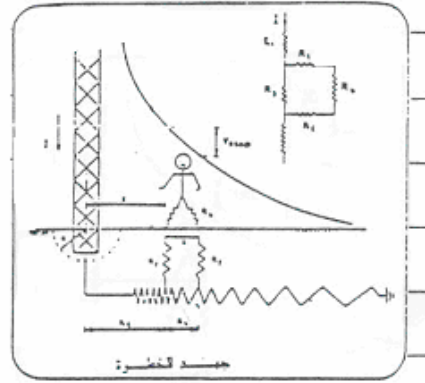
## ٤ - وقوع التجهيزات ذات الجهد المنخفض تحت أثر الجهد العالي :

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



### أثر التيارات الأرضية

شكل ١ - ٣

## ٦ - أثر الكهرباء الساكنة:

وهي تتولد من تراكم شحنات على سطح المادة المكهربة وتفرغ شحناتها 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 صق أو صدمة كهربائية للإنسان وما يحدثه 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 الكهربائي للجسم وهو حرق من الدرجة الثالثة شديد الخطورة.
- حرق على طول مسار التيار الكهربائي من جسم الإنسان وهو حرق من الدرجة الثالثة وهو أشد خطورة.
- حروق في خروج التيار الكهربائي من جسم الإنسان إلى الأرض وهي حروق من الدرجة الثالثة.

٢- الآثار البيولوجية ( تهيج العضلات ):

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

٣- الآثار التحليلية ( على مستوى الدم ):

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

ولمعرفة الآثار والأخطار الحقيقية 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 واقفاً 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) ووفقاً 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 مثلاً أولاً يسري فيه) وزمن التعرض له.

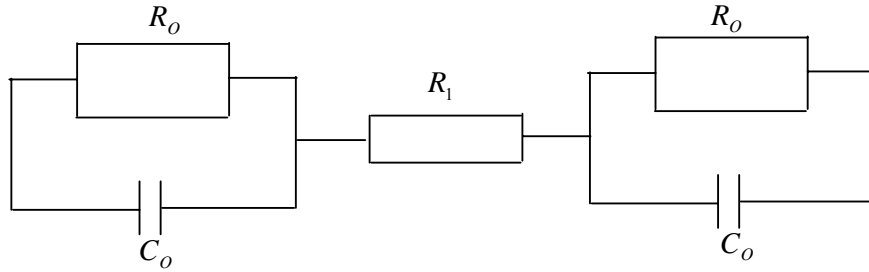
## مقاومة جسم الإنسان الكهربائية $R_b$

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 (تبلة أو جفافه)، السن، الوزن والحالة البدنية 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 أيضاً أن المراهقين من الذكور والإناث لا يتحملون التيارات العالية كما يتحملها الرجال والنساء الأصحاء ذوي الأعمار المتوسطة نسبياً.

وتتكون مقاومة الجسم عامة من مقاومة الجلد والمقاومة الداخلية للجسم. وتتراوح مقاومة الجلد بين ١٠٠٠ أوم /سم<sup>٢</sup> للجلد المبتل و ٣X١٠<sup>٥</sup> أوم /سم<sup>٢</sup> 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 إلى قدم أو قدم لقدم). رغم أن هناك تفاوتاً كبيراً 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 :



شكل ١ - ٤

وهي عبارة عن ثلاثة مقاومات - كما ذكر سابقا - مربوطة على التوالي:

- مقاومة الطبقة الخارجية اليمنى من بشرة الجلد ومقاومة الطبقة الخارجية اليسرى من بشرة الجلد

وكلاهما معاً يؤلف المقاومة الخارجية لجسم الإنسان  $R_E$

$$R_E = 2R_O$$

- مقاومة داخلية وتضم مقاومتي المنطقة الداخلية لجسم الإنسان.

- ( الأدمة ) - مع مقاومة الأنسجة الداخلية للجسم  $R_I$ .

هذا ويمكن ملاحظة أن الطبقة الخارجية للجلد بالإضافة إلى المقاومة  $R_O$  ، لها مركبة سعوية  $C_O$  - حيث إنه في ملامسة الأقطاب لجسم الإنسان يظهر مكثف أحد لبوسية القطب الكهربائي واللبوس الآخر هو أنسجة الجسم الناقلة للكهرباء والموجودة مباشرة تحت الطبقة الخارجية في حين تكون البشرة عازل المكثف.

ومن هنا إذاً تكون ممانعة الدائرة المكافئة لجسم الإنسان:

$$Z_b = \sqrt{\frac{4R_O(R_O + R_I)}{1 + R_O^2 w^2 C_O^2} + R_I^2}$$

وإذا اعتبرنا:

$(R_b)$  المقاومة بالأوم لجسم الإنسان

$$R_b = R_E + R_I$$

و  $(C_b)$  السعة بالفاراد

$$C_B = 0.5C_O$$

تصبح ممانعة الدائرة المكافئة لجسم الإنسان :

$$Z_b = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R_b^2} + w^2 C_b^2}}$$

وبما أن قيمة  $C_O$  صغيرة جدا فيمكن إهمال  $C_b = \frac{1}{2}C_O$  واعتبار المقاومة الجلدية لجسم الإنسان تساوي  $R_b = 1000\Omega$  حيث إن الجسم عندها يعتبر في حالة أمان من التيار الكهربائي وهي في الحقيقة قيمة متغيرة لها علاقة غير خطية بحالة الجلد وعناصر الدائرة الكهربائية والعوامل الفيزيائية ووضع الوسط المحيط وتؤثر قيمة التيار ومدة مروره خلال جسم الإنسان بشكل مباشر على قيمة المقاومة الكلية لجسم الإنسان .

### 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 مثلاً أو لا يسري فيه ( وزمن التعرض له. وتتوقف مقاومة جسم الإنسان للكهرباء على حالة جسم الإنسان وعلى المسافة المتلامسة مع الكهرباء وحالة الجلد 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 ما بين  $0.6mA \rightarrow 1.5mA$  أي ميلي أمبير تيار متردد  $(50/60)Hz$  (هيرتز) أي حوالي  $1mA$  (ميلي أمبير) وما بين  $5mA$  و  $7mA$  (ميلي أمبير) تيار مستمر.

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



على جسم الإنسان.

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

ونستخلص من الجدول السابق أن الحد الأدنى للإحساس بالتيار هو حوالي 1 ميلي أمبير ويصبح هذا الإحساس مؤلماً إذا زاد عن 10 ميلي أمبير وبين 10 و 20 ميلي أمبير يفقد المصاب قدرة التحكم في

عضلاته بحيث أنه إذا أمسك بيده الجسم المكهرب لا يستطيع إعتاقه ومع ازدياد حجم التيار يُصبح التنفس صعباً وتصاب العضلات بالشلل أما إذا كان حجم التيار بين 100 و 200 ميلي أمبير فالصدمة الكهربائية تكون مميتة نتيجة الانقباض البطيئ غير المنتظم وإذا ازداد عن هذا الحد فيؤدي ذلك إلى توقف القلب والتنفس والإصابة بحروق خطيرة إلا أنه إذا تم إسعاف المصاب فوراً يمكن إنعاشه وإنقاذه من الموت وذلك على عكس حالة الانقباض البطيئ غير المنتظم التي لا يمكن إسعافها بطرق الإنعاش العادية ولذلك غالباً ما تؤدي للوفاة.

### العلاقة بين شدة التيار ومقاومة الجسم للتيار الكهربائي

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

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

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

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:

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

إذن شدة التيار = 0.0022 أمبير

أي 2.2 ميلي أمبير وهي القيمة المأمونة المسموح بها.

مثال ٢ :

إذا تعرض نفس الشخص للتيار الكهربائي وكان جلده رطباً ومقاومته 1000 أوم نتيجة إفرازات العرق أو الابتلال بالماء وكان واقفاً على أرضية رطبة أو مبللة يصبح التيار :

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

شدة التيار = 220 ميلي أمبير وهي قد تسبب الوفاة.

## تأثير تردد التيار

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

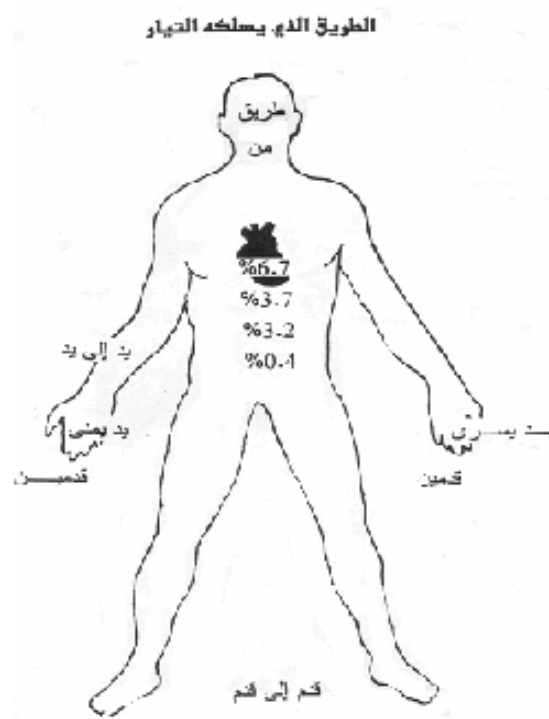
ومرور التيار الكهربائي يؤدي إلى تحلل الأجزاء المشكلة للخلايا في الجسم وتحويلها في كل خلية من الخلايا إلى أيونات ذات قطبية مختلفة تتجه بالاتجاه المعاكس لقطبيتها حتى وصولها لجدار الخلية. وتؤدي هذه الحركة إلى تفكك الخلية ويظهر ذلك بشكل واضح في الخلايا العصبية لكن ذلك في الواقع يبقى صحيحاً في مجال الترددات من 50 إلى 60 هيرتز فقط بحيث أن زيادة التردد واقعياً تتوافق مع تناقص خطورة الضرر حيث يختفي الضرر عند تردد  $450 - 550\text{kHz}$  كيلو هيرتز.

تأخذ هذه الحركة ضمن الخلية أي المسافة التي تقطعها الأيونات قيمتها العظمى عند التردد  $40 - 60\text{Hz}$  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 وأيضاً في حالة الإصابات بالتيار المستمر  $50 < f < 60\text{Hz}$  إذا فإن التيار بالتردد الصناعي  $50/60\text{Hz}$  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%.

## الفصل الثاني

### أنواع الإصابات الكهربائية

### الإصابات الكهربائية :

هي كل ما يحدثه التيار أو الشحنة الكهربائية من صدمة كهربائية للإنسان ( تكهرب ) وما يحدثه الشرر الكهربائي وتفريغ الشحنة المفاجئ من حروق وآلام .

يمكن تقسيم الإصابات الكهربائية إلى نوعين رئيسيين :

#### - الصدمة الكهربائية أو التكهرب :

وتتجلى بالضرر الذي يصيب أنسجة الجسم نتيجة تأثير التيار أو القوس الكهربائي وغالبا ما يكون الضرر فيها سطحيا فيتضرر الجلد وقد تحدث أحيانا التواءات مفاجئة في أطراف الجسم فتتكسر بعض عظامه نتيجة الانقباض المفاجئ والسريع في العضلات التي يسري فيها التيار.

تتعلق خطورة الصدمة وصعوبة معالجتها بنوع ومميزات ودرجة تضرر الأنسجة ورد فعل الأعضاء على هذا التضرر فإذا ما كانت الحروق شديدة يموت عندها المصاب ليس بسبب التكهرب من مرور التيار الكهربائي في جسمه وإنما بنتيجة التضرر المحلي للعضوية وما يترتب عليه.

#### الحروق الكهربائية :

وهي حروق خارجية وداخلية كالاتي :

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

## الفصل الثالث

### إغاثة المصاب بالتيار الكهربائي

#### مقدمة

بالرغم من وجوب التأكيد دائماً على الاهتمام بالوقاية من الحوادث، إلا أن إجراءات الإسعافات الأولية يجب كذلك معرفتها جيداً لتنفيذها فور وقوع أية حادثة ولهذه المعرفة أهمية بالغة نظراً 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 معرضاً 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 أبداً 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 حذراً فلا يلمس أي جزء عار من جسم المصاب طالما كان التيار الكهربائي سارياً فيه.
- ٤ - يُستدعى الطبيب إلى مكان الحادثة على الفور، على ألا يترك المصاب 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 فوراً بإجراء التنفس الاصطناعي له ويحذر تركه بدون تنفس ولو للحظة.



## التنفس الاصطناعي

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 ) ليطرده هواء الزفير ثم يخفف الضغط ويطلق يديه ليتيح الفرصة لدخول هواء الشهيق أوتوماتيكياً 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 مائلاً 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 موجهًا 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 نفسًا عميقًا 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:

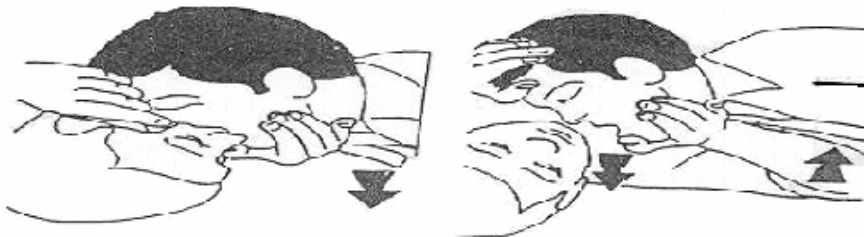


٧ - كرر العملية بمعدل 16 مرة في الدقيقة إلى أن يسترجع المختنق تنفسه الطبيعي أو تصل النجدة المختصة وإذا صعب على المسعف لأي سبب من الأسباب تطبيق طريقه فم / فم يمكن اللجوء إلى طريقة فم/ أنف لكن هنا يجب إغلاق الفم جيداً وذلك برفع الفك السفلي إلى أعلى والإبقاء على فتحتي الأنف مفتوحتين كما يجب فتح الأنف والفم 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 عملية 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 يجعل 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 تماماً 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 طبياً سريعاً بالذهاب إلى المستشفى أو استشارة طبيب متخصص حتى يحدد العلاج الملائم والمراهم المناسبة لهذا النوع من الحروق.



## سلامة صناعية

### الآثار الناجمة عن مرور التيار الكهربائي إلى الأرض

الآثار الناجمة عن مرور التيار الكهربائي إلى الأرض

## مقدمة

مما لاشك فيه أن الكهرباء ذات فائدة عظيمة للإنسان حيث يستخدمها الإنسان الآن في معظم مجالات حياته وعمله ولكن رغم هذه الفائدة العظيمة للكهرباء إلا أن خطرها عظيم فهي تحدث أضراراً كبيرة للإنسان في حالة لمسه لتيار كهربائي طور أو طورين وتتوقف خطورة وضرر التيار الكهربائي على الإنسان على جهد هذه الأطوار وهل هو واقف على مادة عازلة أولاً ولمسه للتيار.

## الحالات التي يتضرر بها الإنسان بالتيار الكهربائي :

## ■ لمس طورين معاً ناقلين للتيار :

إن لمس الإنسان طورين معاً ناقلين للتيار فيعني ذلك أن يكون فرق الجهد بينهما ٣٨٠ فولت وهذا شديد الخطورة على الإنسان حيث أنه أشد خطورة من الجهد المعتاد ٢٢٠ فولت، وهذا يعرض حياة الإنسان للخطر الشديد الذي قد يؤدي بنسبة كبيرة إلى الوفاة وتعتبر فرص الإنسان للنجاة من ذلك الجهد ضئيلة جداً.

## ■ لمس طور واحد ناقل للتيار :

إن لمس الإنسان لطور واحد ناقل للتيار يعني أن يكون تحت جهد ٢٢٠ فولت وهذا أيضاً خطر على الإنسان ولكنه أقل خطورة من الحالة السابقة، وعندما يلمس الإنسان لطور واحد ناقل للتيار يتكهرب إذا كان ملامساً للأرض ولكن إذا كان الإنسان واقفاً على مادة عازلة مثل الخشب ومن هذه الحالة لا يتكهرب.

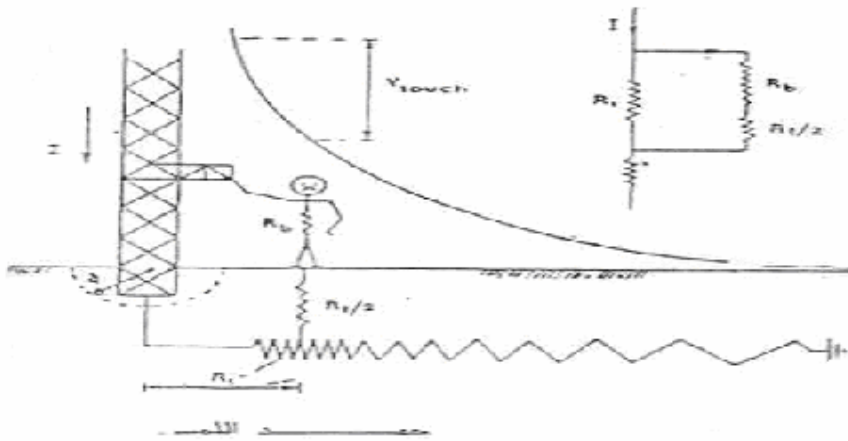
## ■ لمس مادة غير حاملة للتيار ولكنها واقعة تحت التوتر خطأً :

عندما يلمس الإنسان مادة غير حاملة للتيار ولكنها واقعة تحت التوتر خطأً، تحدث له لسعة خفيفة نتيجة شحنات متراكمة على المواد العازلة، وهذه الحالة لا تُسبب خطراً على الإنسان لأن الخطورة تتمثل في الأصل في مرور التيار.

■ تأثير توتر التماس ( جهد التماس ) وتوتر الخطوة ( جهد الخطوة ) :

- توتر ( جهد ) التماس :

هو فرق الجهد الحاصل بين نقطتين من جسم الإنسان كما في الشكل التالي :



$$V_t = I \cdot R_1$$

$$= I_b \left( R_b + \frac{1}{2} R_f \right)$$

فإذا لمس أي شخص جسماً معدنياً متصلاً مباشرة بالأرض في نفس لحظة مرور تيار القصر للأرض، فإن حجم التيار الذي يمر بين يده وقدميه يحدد ما يعرف بجهد التماس ( اللمس ). فإذا اعتبرنا أن الشخص على بعد متر واحد ( ١m متر ) من الجسم الذي يلمسه فإن جهد اللمس الفعلي هو:

$$V_{touch} = IR_1 = (R_b + R_f) I_b$$

$$R_1 = \frac{P}{2\pi} \left( \frac{1}{a} - 1 \right) \quad \text{حيث}$$

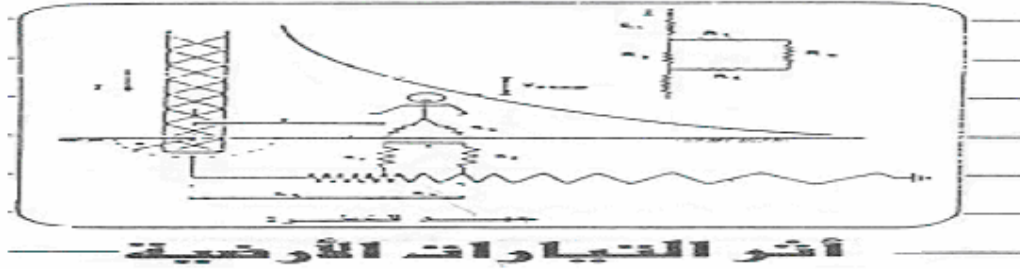
وبالتعويض بـ  $R_b = 1000$  و  $I_b = 0.116/\sqrt{t}$  نجد أن جهد اللمس المأمون وهو أقصى جهد لمس مسموح به:

$$V_{touch}(Max) = \left( 1000 + \frac{1}{2} R_f \right) \frac{0.116}{\sqrt{t}}$$

- توتر الخطوة ( جهد الخطوة ) :



هو نتيجة فرق الجهد الحاصل بين القدمين. كما في الشكل التالي:



### شكل جهد الخطوة

لنفرض أن شخصاً على بُعد  $X$  (m) من إلكترود الأرض يخطو خطوة طولها  $S$  (m) متر في نفس لحظة مرور التيار  $I$  إلى الأرض. فإذا كان نصف قطر الإلكترود الأرضي هو  $a$  فإن المقاومة  $R_2$  المحصورة بين قدمي الرجل هي:

$$R_2 = \frac{P}{2\pi} \left( \frac{1}{X} - \frac{1}{X+S} \right)$$

وفرق الجهد بين هاتين النقطتين يمثل جهد الخطوة. وهو:

$$V_{step} = IR_2 = I \cdot \frac{P}{2\pi} \left( \frac{S}{X(X+S)} \right)$$

ومن الواضح أن القيمة العظمى لهذا الجهد هي عند:  $a = X$ . وإذا افترضنا أن طول الخطوة  $s = 1m$  (متر واحد) فأقصى قيمة لجهد الخطوة هي:

$$V_{step}(MAX) = I \cdot \frac{P}{2\pi} \left( \frac{1}{a(a+1)} \right)$$

وإذا افترضنا أن مقاومه الجسم هي  $R_b$  وأن المقاومة بين كل قدم والأرض هي  $R_f$  فإن التيار المار في الجسم هو:

$$I_b = \frac{V_{step}}{R_b + 2R_f}$$

وحيث إن التيار المار في الجسم يجب ألا يزيد عن:  $0.116/\sqrt{t}$

فإن جهد الخطوة المأمون هو أقصى جهد خطوة مسموح به، هو:

$$V_{step}(Max) = (R_b + 2R_f).I_b$$

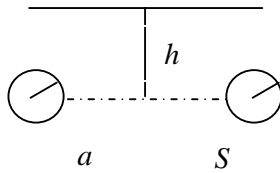
$$= (1000 + 2R_f) \cdot \frac{0.116}{\sqrt{t}}$$

ويتضح من المعادلتين ( معادلة جهد اللمس ومعادلة جهد الخطوة ) أن قيمة المقاومة بين القدم والأرض  $R_f$  تؤثر تأثيراً كبيراً على القيمة المسموح بها لكل من جهد الخطوة وجهد اللمس.

ومن الناحية العملية يمكن تمثيل القدم بمثابة إلكترود دائري نصف قطره ٨ سم ، والمقاومة للأرض لهذا الإلكترود وهي من المعادلة التالية :

$$R = \frac{P}{8a} \left( 1 + \frac{a}{a + 2.5h} \right)$$

وبالتطبيق حيث تحصل على :  $h = 0$



$$a = 8cm = 0.08m$$

$$R_f = \frac{P_s}{4a} \approx 3P_s$$

وبالتعويض عن قيمة الـ  $R_f$  في المعادلتين نجد أن :

- أقصى جهد خطوة مسموح به هو :

$$V_{step}(Max) = (116 + 0.7\ell_s) / \sqrt{t}$$

- أقصى جهد لمس مسموح به

$$V_{touch}(Max) = (116 + 0.17\ell_s) / \sqrt{t}$$

وإذا أهملنا المقاومة بين القدم والأرض وافترضنا أن :  $t = 3 \text{ sec}$  ٣ ثواني نجد أن الجهد المأمون للخطوة واللمس هو ٦٧ فولت.



## سلامة صناعية

### أنظمة الإنذار من الحريق

أنظمة الإنذار من الحريق

١

## مقدمة

مما لا شك فيه أن الحريق عدو كبير نحتاج له جميعاً ونحرص إلى توفير كل سبل الوقاية منه ودرء مسبباته والعمل على توفير أجهزة مكافحته في حالة وقوعه وأجهزة التحذير والتنبه قبل تطوره وذلك لأن الحرائق تشكل خطراً جسيماً 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 خطراً جسيماً كالاختناق نتيجة للغازات السامة الناتجة عن الاحتراق ومنها غاز أول أكسيد الكربون، وغاز ثاني أكسيد الكربون والدخان وقد ينتج عنه أيضاً حروق وإصابات جسيمة. كما قد ينتج عنه أيضاً 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 نحتاج إلى خطورة الحريق.

## مكونات نظام الإنذار من الحريق :

إن الوقت عامل هام جداً في الوقاية من الحريق. وهدف هذه الوقاية تقليل وقت الاستجابة لهذا الحدث الخطير وتقليل وقت إخلاء المبنى وأيضاً 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. وتزاولنا مع الأنظمة النضحية الأوتوماتيكية) سلسلة أنابيب في "سقف مبنى" ذات صمامات تنفتح أوتوماتيكياً عند حرارة معينة لإطفاء الحريق ( فإن الأدوات والأجهزة الموجودة والمستخدمة حالياً 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 أنظمته إنذار الحريق مجرد جزء من استراتيجية الوقاية من الحرائق الشاملة للمباني ومصمميها، 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 دائماً 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 **Combustion Products (Ionization)**

ب - دخان منظور **Visible Smoke**

ج - لهب **Flame**

د - حرارة **Heat**

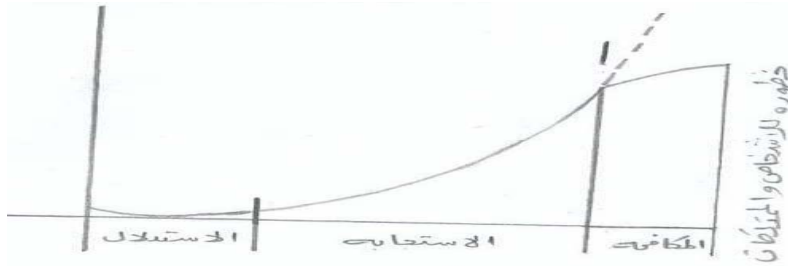
وبالتالي فإن تطور الحريق زمنياً يمكننا قسمته إلى المراحل التالية كما يبين شكل ١ -

#### 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 زمنياً 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 ومنظمة، مثل الاتصال بالدفاع المدني، وترحيل الأشخاص، والقيام بعمليات الإنقاذ والإطفاء وغيرها.



شكل ٣ - ١ مراحل تطور الحريق

#### ج - مرحلة المكافحة وإطفاء الحريق Extinguishment

وتعتمد مرحلة المكافحة وإطفاء الحريق Extinguishment على المرحلتين السابقتين. وفي هذه المرحلة تستخدم جميع الإمكانيات 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 وحدة 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 منطق واحد، وقد تتكون من عدد من المناطق **Zones**. حيث أن أهمية لوحه التحكم تكمن أثناء حدوث الحريق. لابد أن تكون هذه اللوحة في جاهزية تامة، لذلك تزود بجهاز لبيان العطل يعطي إشارة ( صوتاً أو ضوءاً ) 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 (UPS) Uninterruptible Power Supply.

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 تتحني وتغلق ملامسات كهربائية 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 كهربائية. 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 تتركب الكاشفة على محاذاته.

وبالنسبة للعنصر الحساس للحرارة Heat Sensing Element فهناك نوعان:

#### أ - كاشفات درجة 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.

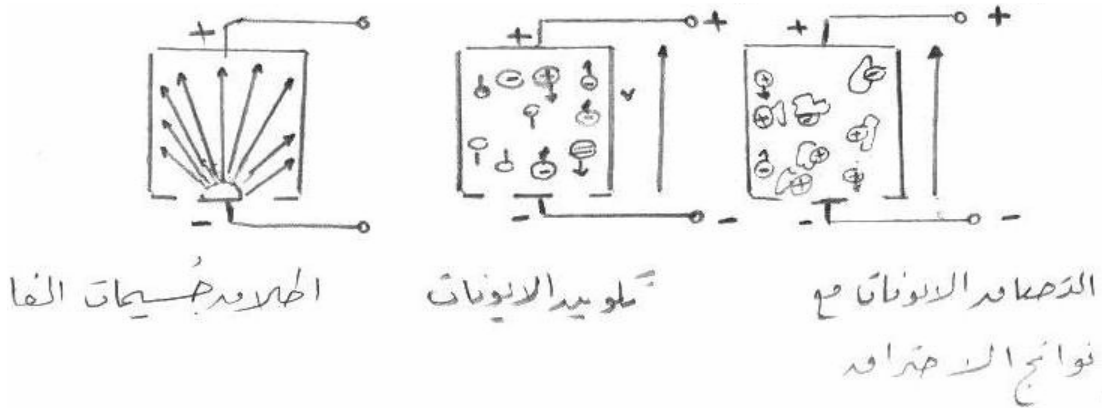
ب - كاشفات حرارة تعمل إذا كان معدل تغيير الحرارة أعلى من المعدل المغير عنده الكاشف Rate of Rise Detectors. ومن سلبيات كاشفات الحرارة أنها بطيئة بشكل عام، حيث إن هناك مسافة بين نقطة تعليق الكاشف ومكان بداية الحريق. وحيث أن الحرارة الناتجة عن الحريق تتناسب مع كبر الحريق، فإن هذه الكاشفات لا تعمل إلا بعد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

## ٢ - كاشفات الدخان : Smoke Detectors

وهناك نوعان من الكاشفات الدخانية هما :

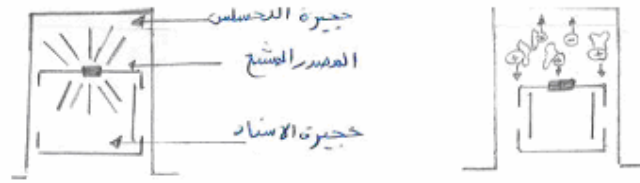
## أ - الكاشفات الأيونية : Ionization Detectors

تتكون حجيرة الكاشفات الأيونية من صفيحتين مشحونتين كهربائياً وعنصر مشع هو عنصر الأيريكيوم  $^{241}\text{Am}$  وهذا المصدر المشع يُطلق جسيمات ألفا التي تصطدم بجزيئات الهواء في الفراغ بين الصفيحتين. وتتحرك نتيجة لهذا الاصطدام الإلكترونات، فالذرات التي فقدت إلكتروناتها تصبح مشحونة بشحنة موجبة وتسمى أيونات موجبة، والذرات التي اكتسبت إلكترونات تصبح مشحونة بشحنة سالبة وتسمى أيونات سالبة. تتجذب الأيونات الموجبة للصفحة المشحونة بشحنة سالبة، بينما تتجذب الأيونات السالبة نحو الصفحة 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



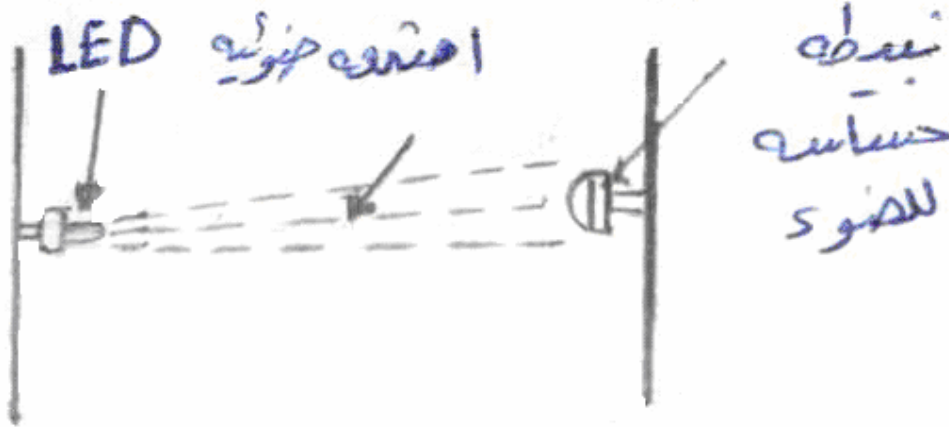
شكل ٣ - ٣ الكاشفات الأيونية ذات الحجيرة المزدوجة

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.

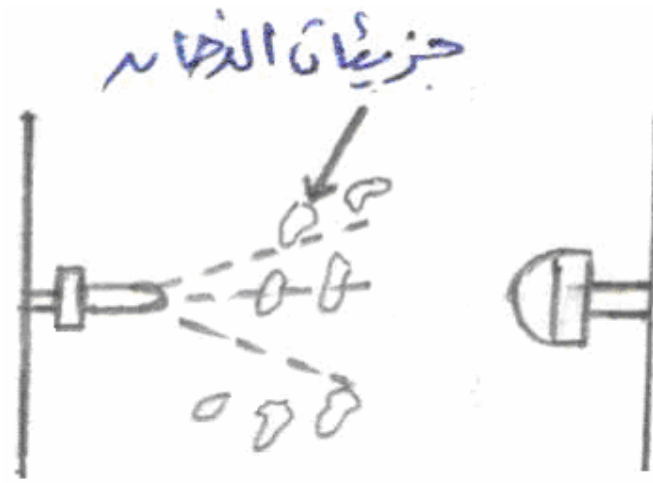
#### ب - الكاشفات الكهروضوئية :

يؤثر الدخان المنظور، Visible Smoke الناتج عن الحريق على انتشار حزمة الأشعة الضوئية في الهواء وتصمم الكاشفات الكهروضوئية على مبدأ تحسس تأثير الدخان على الضوء وانتشاره ويتكون الكاشف الكهروضوئي من مصدر أشعة غالباً ما يكون صماماً ثنائياً لبعث الأشعة Light Emitting Diode – Led ومن نبيلة 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 النبيلة التي تتلقى الضوء، وبالتالي يتغير خرج Output هذه النبيلة، وهذا التغير يؤدي إلى تشغيل دائرة 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 نبيلة الحساسية التقاطها، وعند حدوث حريق تصل جزيئات الدخان إلى الكاشف وتعمل هذه الجزيئات على تشتت الأشعة التي تصل إلى نبيلة الحساسية، فتؤثر عليها وتعمل دائرة الإنذار.

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



شكل ٣ - ٦ عمل الكاشف الكهروضوئي بطريقه تشتت الضوء

### ج - وحدات 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 معلقة 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 صوتاً أو صفيراً للتنبيه بوجود حريق ويكون صوتها عادة مميزاً عن أصوات الأجراس أو الأبواق المستخدمة في المباني لأغراض أخرى ، ويكون هذا الصوت عبارة عن صفير متقطع دلالة على الخطر ، وتوضع في أماكن غير محجوبة حتى ينتشر صوتها في جميع الاتجاهات وتختلف قوة الصوت ، أو الصفير الصادر عنها حسب المساحة المراد تغطيتها.

## 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 خطراً قاتلاً 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 منطقته 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 ، حضانات 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 أجهزة 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 إلى مناطق Zones ليسهل التحكم في المبنى، ولسهولة 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 المنفرد Single Fire Compartment

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 لو كانت حجيرة الحريق تغطي أكثر من

طابق. أما إذا كانت مساحة المبنى أقل من ٣٠٠ متر<sup>٢</sup>، 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 عند تحديد 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 أو قساعات فتكون مسافة البحث هي العامل المهم في تحديد المنطقة، ولا بد 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، ولا بد 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 يجب أن يكون تردد وسائل الإنذار المسموعة بين ٥٠٠ و ١٠٠٠ هيرتز ، ويجب أن يكون الصوت الصادر عنها متواصلاً ومتميزاً 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 لا بد أن يؤخذ بعين الاعتبار اضمحلال الصوت الصادر عن تلك الوحدات بسبب الجدران والأبواب.

### تمديدات دوائر أنظمة الإنذار من الحريق

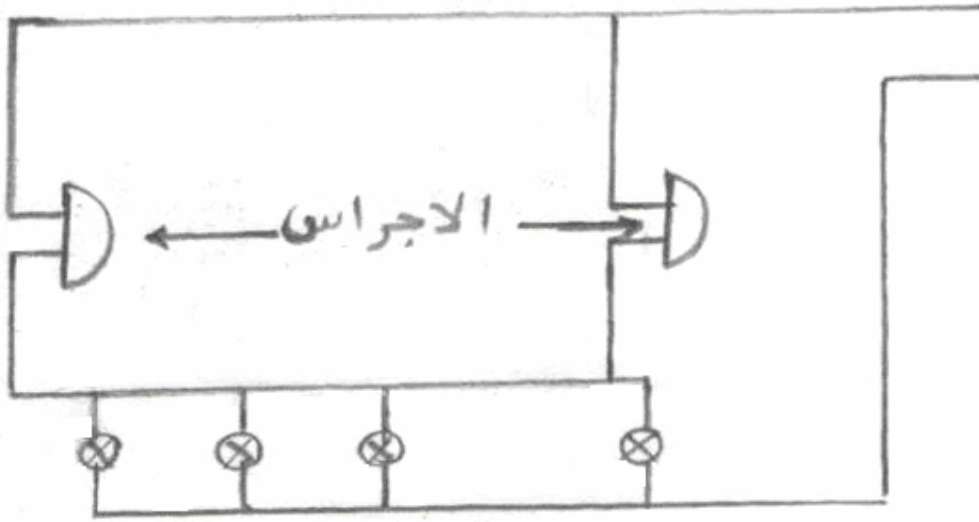
هناك نوعان من توصيلات ( تمديدات ) دوائر أنظمة الإنذار من الحريق هما :

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



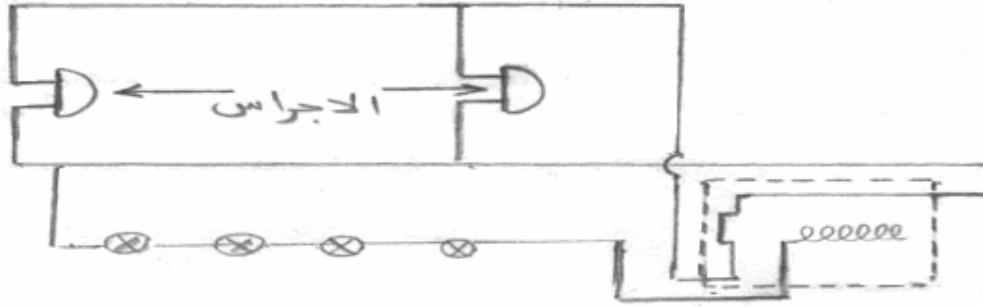
شكل ٣ - ٧ توصيلات الدائرة المفتوحة

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) الدائرة المغلقة :

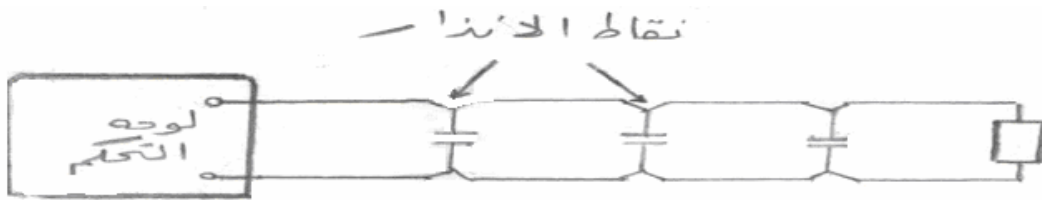
في توصيلات الدائرة المغلقة Closed Circuit، فإن نقاط الإنذار تتصل فيما بينها على التوالي، وتتصل أيضا على التوالي مع ملف المراحل الذي يكون مغلقا عندما لا يمر به تيار كهربائي، بينما يكون مفتوحا إذا كان هناك تيار كهربائي. تكون ملامسات نقاط الإنذار مغلقة في الحالة العادية، وبالتالي يمر تيار كهربائي في نقاط 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.

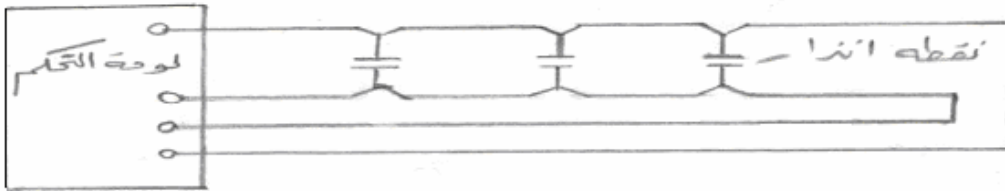


شكل ٣ - ٨ توصيلات الدائرة المغلقة

وتتميز هذه التوصيلة بوثوقيتها العالية، فإذا حدث عطل في المرحل فإن الأجراس تشتغل، كذلك الأمر بالنسبة لنقاط الإنذار، فإن أي قطع في الأسلاك يؤدي إلى تشغيل الأجراس. ويمكن تحقيق التوصيلات السابقة إما باستخدام سلكين Two - wires، وفي هذه الحالة لابد أن تنتهي التوصيلة بمقاومة نهاية الخط End Of Line Resistor، أو باستخدام أربعة أسلاك Four-Wires حيث تنتهي التوصيلة في جهاز التحكم ويبين شكل ٣ - ٩ - أ هذه التوصيلات.



شكل ٣ - ٩ - أ توصيل الدائرة المفتوحة باستخدام سلكين



شكل ٣ - ٩ - ب توصيل الدائرة المفتوحة باستخدام أربعة أسلاك

والقاعدة العامة في توصيلات أنظمة إنذار الحريق هي إتباع إرشادات وقواعد الجهة الصانعة في الدرجة الأولى، وهذه الإرشادات يكون لها الأولوية المطلقة على ما عداها من تنظيمات وقواعد.

وتخضع توصيلات (تمديدات) الأسلاك لأنظمة إنذار الحريق لنفس القواعد والتعليمات التي تخضع لها تمديدات الأسلاك الكهربائية، بحيث تكون تمديدات الأسلاك لأنظمة إنذار الحريق منفصلة كلية عن أية تمديدات أخرى، وتستطيع تحمل درجات الحرارة العليا.

لذلك لا بد أن تكون مصنوعة إما من المطاط الاصطناعي Butyl Rubber أو المطاط السيلكوني Silicon Rubber أو من نوع MICC.

ويحذر في كثير من الحالات أن يتم تمديد هذه الأسلاك داخل مواسير من الصلب المجلفن حتى تستطيع تحمل درجات الحرارة الناتجة عن الحريق.

ويمكن تمديد كوابل MICC داخل المباني بدون استخدام أنابيب Conduits.

أما إذا استخدمت تلك الكوابل في التمديدات الخارجية فيجب وضعها داخل مواسير، حيث إن الأشعة تحت الحمراء الصادرة من الشمس يمكن أن تؤثر على هذه الكوابل.

وباختصار لا بد من مراعاة الأمور التالية عند اختيار الأسلاك لأنظمة الحريق :

- أ - السعة الأمبيرية للسلك بالأمبير.
  - ب - فقد الفولطية في ظروف مرور التيار الأقصى بالفولت.
  - ج - العازلية.
  - د - المتانة الميكانيكية، ومقاومة التآكل، ومقاومة الحرارة واللهب.
- واعتماد أعلى ذلك ينصح باستخدام الأسلاك التالية:

١ - سلك بمقطع يساوي ١,٥ مم<sup>٢</sup> ومعزول بمادة PVC، ويتم تمديده داخل مواسير فولاذية ملولبة Screwed Steel Conduit.

٢ - كوابل ذات عزل معدني Mineral Insulated Cable MICC، ثنائية القلب أو عديدة القلوب بمقطع يساوي ١,٥ مم<sup>٢</sup> بحيث تكون جميع المتممات وأطراف الكابل من نفس المصدر الصانع للكابل.

- ولابد أن نشير إلى أنه في ظروف الرطوبة التي تسبب الصدأ فلا بد أن تكون الأنابيب الفولاذية مجلفنة، وتكون الكوابل ذات العزل المعدني لها قراب من مادة PVC. ولتمديدات نقاط الإنذار ( الكاشفات والأجراس ) التي تكون على ارتفاع لا يقل عن ٢.٥ متر.
- ويجوز عدم استخدام الأنابيب المعدنية الملولة إذا تحقق الشرطان التاليان :
- أ - التأكد من عدم حدوث أضرار ميكانيكية للتمديدات.
- ب - أن يسير تيار المراقبة. Monitoring Current في التمديدات بحيث يعطي آليا إشارة مرئية أو مسموعة عند حدوث قطع أو قصر دائرة في التمديدات ومن الأمور المهمة أيضا المحافظة على فقد الفولطية في تمديدات إنذار الحريق بحيث لا يتجاوز ٠.٥ فولط.
- ولحساب فقد الفولطية يحذ الرجوع إلى الجداول الخاصة بفقد الفولطية للكوابل المختلفة والموجودة في التنظيمات الكهربائية البريطانية، أو أية تنظيمات أخرى.

ولمعرفة الجدول المناسب للاستخدام لا بد من معرفة الأمور التالية :

- أ - نوع الموصل المستخدم في الكابل هل هو من النحاس أو الألمنيوم.
- ب - عدد القلوب في الكابل، مفردة القلب، ثنائية القلب، عديدة القلوب.
- ج - نوع العازلية هل هي من مادة PVC أو مادة أخرى.
- د - إذا كانت العازلية من مادة PVC، هل الكابل موجود في أنابيب أو مثبت مباشرة دون أنابيب.
- هـ - إذا كانت العازلية من مادة معدنية، هل هي للمهمات الخفيفة أو الثقيلة LIGHT OR HEAVY DUTY، وهل هي معرضة للتلامس المباشر أم لا.

بعد معرفة المعلومات السابقة، يمكننا اختيار الجدول المناسب، ثم نحسب فقد الفولطية لمقاطع مختلفة من الكوابل، ونختار الكابل الذي يكون فقد الفولطية فيه أقل من ٠.٥ فولط.

وكمثال على ذلك، نفرض أن لدينا جرسا بفولطية ٢٤ فولط و التيار المباشر المار فيه يساوي ٣ أمبير، ونريد استخدام كابل ثنائي مفرد القلب معزول بمادة PVC، وموجود داخل أنبوب. فإذا كانت المسافة بين الجرس ومصدر التغذية الكهربائية تساوي ١٥ مترا، احسب مقطع الكابل المناسب بحيث لا يتجاوز فقد الفولطية فولطاً واحداً.

فقد الفولطية = فقد الفولطية لكل أمبير و متر طول  $\times$  التيار  $\times$  المسافة

فقد الفولطية لكابل مساحة مقطعه ١ مم<sup>٢</sup>، أي  $1.5 = 15 \times 3 \times \frac{40}{1000}$  فولط، وهذا أكبر من ١ فولط.

فقد الفولطية لكابل مساحة مقطعه ١,٥ مم<sup>٢</sup>، أي  $1.2 = 15 \times 3 \times \frac{27}{1000}$  فولط، وهذا أكبر من ١ فولط.

فقد الفولطية لكابل مساحة مقطعه ٢,٥ مم<sup>٢</sup>، أي  $1.2 = 15 \times 3 \times \frac{16}{1000}$  فولط، وهذا أقل من ١ فولط.



المملكة العربية السعودية  
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني  
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

## سلامة صناعية

### إرشادات حول الصحة والسلامة المهنية

إرشادات حول الصحة والسلامة المهنية

٤



## مقدمة

يعتبر موضوع الصحة والسلامة المهنية من أهم الموضوعات فهو يستهدف راحة العامل وكرامته لهدف زيادة انتاجه ، كما يستهدف الإبقاء على معدل الحوادث الصناعية في حده الأدنى وتحسين صحة العمال إلى أعلى درجة ممكنة وهذا يعني أن أهدافه وقائية بالدرجة الأولى لأنها تهتم بتوفير كافة الإمكانيات التي تساعد على عدم وقوع حوادث صناعية وبالتالي تمنع وقوع إصابات عمل ويؤثر هذا الاهتمام بالعامل وصحته على زيادة كفاءته الإنتاجية وإنتاجية المنشأة الصناعية بصفة عامة.

وتعني الصحة والسلامة المهنية بتكليف العمل للعامل بأوسع ماتحمله كلمة العمل من معنى من حيث طرق تأدية العمل، وأدوات العمل، وظروفه، ومكانه.

وعند تكليف العمل للعامل ينبغي مراعاة الاعتبارات التالية :

- ١ - تصميم الآلات والأدوات والعدد بحيث يتسنى استخدامها على نحو يزيد من الإنتاجية ولايزيد من التعب.
- ٢ - ترتيب أدوات العمل ومعداته ومواده بحيث يستطيع العامل أن يجدها حين يحتاج إليها في سرعة وسهولة دون أن يضيع وقتاً في البحث عنها.
- ٣ - تصميم أوان ومواعيد لنقل المواد إلى متناول يد العامل أو لتسريح المواد التي فرغت الآلة منها.
- ٤ - الكشف عن الأوضاع الجسمية المناسبة التي يجب أن يتخذها العامل أثناء عمله.
- ٥ - إعداد مكان لكل آلة.
- ٦ - تحاطب الجنازير والأجزاء المتحركة بحواجز تمنع الأخطار الناتجة منها.
- ٧ - حفظ الآلات والمعدات في حالة جيدة وصيانتها باستمرار.
- ٨ - يجب عند العمل على الأجهزة الكهربائية توقي أخطار التيار الكهربائي.

ولتجنب الإصابة بالكهرباء يجب اتباع القواعد الآتية :

- ١ - إتباع الشروط الواجبة عند عزل موصلات الكهرباء عزلاً كافياً.
- ٢ - استخدام الأجهزة القانونية في التوصيلات الكهربائية.

## الفصل الأول

### الحد من التصرفات والممارسات غير الأمنية

#### مقدمة

مما لا شك فيه أن الاستثمار البشري هو أفضل أنواع الاستثمار لأن الإنسان وخاصة المدرب يعتبر أهم مقومات النجاح في أي عمل وأهم مقومات الإنتاج وأهم عوامل زيادة الدخل القومي في كل دولة نامية لتنفيذ برامج التنمية الحاضرة والمستقبلية، لذا وجب إعداد القوى العاملة اللازمة لهذه البرامج وتوفير جو العمل المناسب السليم والمأمون في كل مصنع ومعمل وورشة. فإعداد العامل صاحب المهنة وتدريبه وتأهيله يفوق بالأهمية بناء المصنع وتجهيز الورشة وسلامة العامل تأتي بالدرجة الأولى قبل سلامة الآلات والأجهزة لذا بدأ التفكير بالأمان والسلامة المهنية مع أول عهد الإنسان بالآلة حيث أن السلامة المهنية للعامل هي التي تؤهله للوصول إلى أعلى درجات الإنتاجية والتقدم في العمل.

هناك بعض التصرفات والممارسات غير الأمنية التي قد تسبب الأذى والضرر الصحي والمهني للعمال والمشتغلين في المجال المهني ويجب على العاملين في المجال المهني أن يتجنبوها وأن يتبعوا تعليمات السلامة المهنية من أجل المحافظة على صحتهم وحياتهم.

- ومن التصرفات والممارسات غير الأمنية التي يجب تجنبها مايلي :
- تشغيل الآلات والمكينات بطرق غير آمنة وعمل غير المختصين على الآلات.
  - عدم ارتداء الملابس الواقية بأنواعها قبل مباشرة العمل.
  - ترك الخلل في الآلات لفترات طويلة دون ملاحظة أو التنبيه عنه.
  - عدم الانتباه إلى لوحات وإعلانات الأمان الصناعي وتدابير السلامة.
  - قلة أو عدم وجود وحدات ووسائل الأمان الصناعي في مواقع العمل.
  - قلة وسائل الإسعافات الأولية والمساعدة في إسعاف المصابين.
  - إهمال التفتيش اليومي على احتياطات الأمان المتبعة والتأكد من سلامتها وفعاليتها.
  - ضيق المساحات التي تفصل بين العامل والآلة.
  - ترك قطع العدد على جسم الآلة أو القطع الصلبة على الأرض.

- ترك أماكن العمل غير مرتبة وغير نظيفة.
- ترك الأدوات في غير مكانها الصحيح.

كل هذه الأمور وغيرها من الممارسات غير الآمنة قد تسبب الضرر والأذى للعامل لذا فجميع العاملين مطالبون باتباع احتياطات السلامة وتحقيق النظام والترتيب في أماكن العمل،

وفيما يلي دليل للنقاط التي يجب التأكد منها لتحقيق النظام والترتيب الجيد :

### الترتيب والنظافة يجعلان مكان العمل أكثر أماناً

ماهو الوضع العام لمنطقة عملك؟ هل تتوفر لك فيها السلامة أم توجد فيها عوامل تساعد على وقوع الحوادث؟ أجب على الأسئلة التالية للتأكد من ذلك!

هل يوجد عدد كاف من سلال المهملات والمنافض المعدنية في كل غرفة؟

- القمامة والفضلات القابلة للاشتعال:

- ❖ هل يتم التخلص منها عدة مرات دون السماح بتراكمها؟
- ❖ هل يتم جمعها بانتظام وعلى فترات قصيرة؟
- ❖ هل تحفظ في أوعية معدنية مغطاة؟
- ❖ هل غرف التخزين منظمة ومرتبطة؟

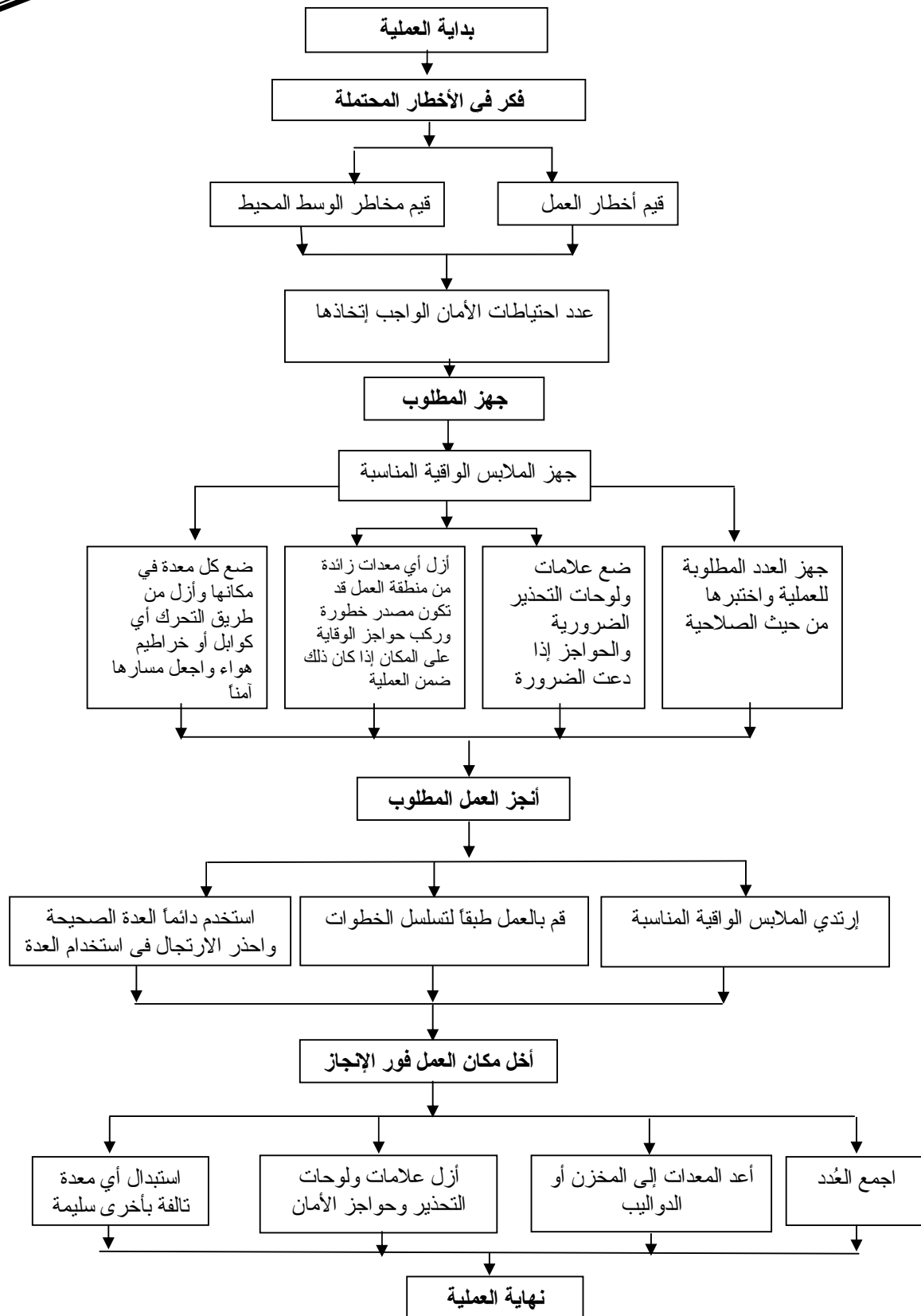
- السوائل والدهانات القابلة للاشتعال :

- ❖ هل تحفظ في خزانات معدنية جيدة التهوية؟
- ❖ هل تخزن بأقل كمية ممكنة؟
- ❖ هل تحفظ في أوعية معدنية مغلقة بإحكام؟
- ❖ هل جميع الأدراج مغطاة بمواد مانعة للانزلاق؟
- ❖ هل تبقى جميع أبواب الأدراج مغلقة في حالة عدم استعمالها؟
- ❖ هل تحمل النوافذ والأبواب الطويلة المصنوعة من الزجاج الشفاف علامات لتجنب الأشخاص الارتطام بها؟
- ❖ هل كل التريزينات مثبتة بإحكام؟

• جميع المخارج :

- ❖ هل هي مزودة بأضواء طوارئ صالحة للعمل؟
- ❖ هل هي خالية من العوائق ويمكن الوصول إليها بسهولة؟
- ❖ هل تحمل علامات "الخروج" الصحيحة وهل هي مضاءة بصورة كافية؟
- ❖ هل تبقى خزانات المفاتيح الكهربائية مغلقة باستمرار؟
- ❖ هل أسلاك الامتداد وأسلاك الأجهزة الكهربائية في حالة جيدة؟
- ❖ هل تحفظ جميع المحركات نظيفة وجيدة التهوية لتجنب ارتفاع حرارتها إلى أكثر من الحد المقرر؟
- ❖ هل تفحص جميع المناطق العامة بدقة بعد انتهاء الدوام للتأكد من خلوها من مخاطر الحريق؟
- ❖ هل الأرضيات خالية من العوائق والمواد التي تسبب الانزلاق والتعثر؟

واللوحة الإرشادية التالية تمثل تعليمات واضحة لأية عملية مهنية أو صناعية من أول بداية العملية حتى الانتهاء منها وتحتوي على جميع التعليمات والتوصيات الواجب اتباعها ومراعاتها بدقة لتوفر للعامل أماناً وسلامة في أداء عمله وتنظيماً وترتيباً وتنظيفاً لمكان العمل حيث ينتج عن العمل بهذه التعليمات سلامة العامل وسلامة الآلة والماكينة وسلامة الورشة والمصنع وبالتالي جودة الأداء وسرعة الأداء بأقل جهد ممكن.



## الفصل الثاني

### معدات الوقاية الشخصية

إن العاملين في المناطق الصناعية يتعرضون لكثير من المخاطر كالسقوط والانحشار والعدد اليدوية والكهرباء والحريق....لذا ولتفادي كل هذه الأخطار جدير بكل عامل أن يضع نصب عينيه منع الحوادث سواء في عمله أو في حياته الخاصة وأن تكون تصرفاته تتبع هذا الإدراك....ومن الضروري إذاً أن يستعمل ملابس واقية تمثل خط الدفاع الأخير أمام الخطر وتختلف الملابس الواقية باختلاف نوع العمل وظروفه ومكان أدائه وطبيعة هذا الأداء فمنها ما يستخدم لوقاية الرأس مثل الخوذة، ومنها ما يستخدم لوقاية الوجه ( ستار الوجه )، ومنها ما يستخدم لوقاية العينين ( النظارات الواقية ) ومنها ما يستخدم لوقاية الأذن ( سدادات الأذن ) ومنها ما يستخدم لحماية التنفس ( أجهزة التنفس ) ومنها ما يستخدم لوقاية اليدين ( القفازات الواقية ) ومنها ما يستخدم لوقاية القدمين ( أحذية السلامة )، ومنها ما يستخدم لوقاية الجسم ( الملابس الواقية ) .

وسنوضح فيما يلي ما يتعلق بمعدات وقاية البصر، ومعدات وقاية السمع، والملابس الشخصية الواقية

#### وقاية البصر – ( النظارات الواقية )

تأخذ وقاية العين طابع الأهمية القصوى لما لها من تأثير فعال وحساس على مستقبل العامل. وكثيرا ما تتعرض العين للضرر أثناء العمل بسبب إهمال أساليب الوقاية من الأشياء التالية:

- الذرات المعدنية المتطايرة أو الشظايا الناتجة عن الطرق أو النشر أو الثقب أو الجليخ أو الحفر .
- رذاذ السوائل عند تناول الكيماويات أو الأحماض أو القلويات.
- أجزاء المعادن المتطايرة أثناء الصب واللحام.
- الإشعاعات الحرارية أو الضوئية الناتجة عن اللحام بالكهرباء أو الأفران.
- الأتربة أو الغازات أو الأبخرة العامة التي تصيب العين مباشرة.



وتنقسم إصابات العين حسب نوع العمل إلى الأقسام التالية:

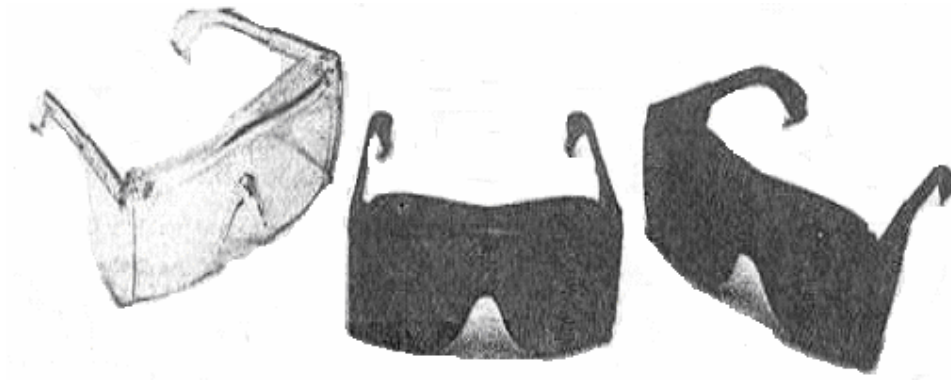
- ١ - آلام والتهابات ناتجة عن دخول أتربة أو غازات أو أجزاء معدنية صغيرة.
- ٢ - تلف ناتج عن التعرض للأشعة فوق البنفسجية أوتحت الحمراء أو الإشعاعات المرئية القوية.
- ٣ - فقد النظر نتيجة لاختراق أجزاء معدنية حادة لعدسة العين.

ولحماية العين لما تمثله من أهمية عظمى للإنسان وضعت عدة أنواع من النظارات الواقية تختلف باختلاف التعرض للمخاطر ومنها:

#### • نظارات أجواء العمل العادية :

نظارات خفيفة تقي العين من أجواء العمل العادية تزود بحاجز من الجانبين.

كما في شكل ٤ - ١

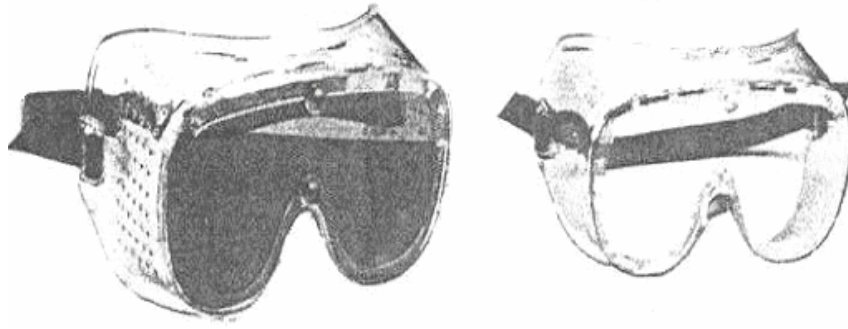


شكل ٤ - ١

#### • النظارات المقاومة :

نظارات ذات عدسات صلبة لمقاومة الصدمات غير العادية كما في حالات الجليخ تغطي

العين بكل إحكام كما في شكل ٤ - ٢

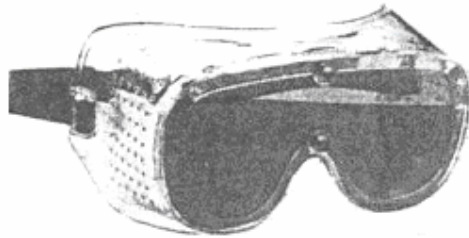


شكل ٤ - ٢

- نظارات المختبرات :

نظارات ذات عدسات خاصة تقي من السوائل والمحاليل الكيماوية المحرقة. كما في

الشكل ٤ - ٣



شكل ٤ - ٣

- نظارات الكهربائي :

هي نظارات ذات عدسات ملونة أو شفافة توفر للعين الحماية من الآثار السلبية الناتجة عن

القوس الكهربائي كما في شكل ( ٤ - ٤ )

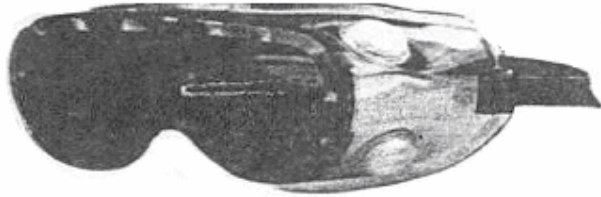


شكل ٤ - ٤

• النظارات الملونة خفيفاً :

تستعمل عند العمل بالقرب من معدات اللحام لوقاية العين من الانبهار بتوهج اللهب كما

في شكل ٤ - ٥



شكل ٤ - ٥

- نظارات اللحام :

هي نظارات ذات عدسات داكنة تحفظ العين من بريق ضوء اللحام والشرر.

- النظارات الملونة كثيفا :

تستخدم عند العمل في اللحام بالغاز كما في شكل ٤ - ٦



شكل ٤ - ٦

- النظارة القناع :

تستعمل عند اللحام بالقوى الكهربائية لحام القوس الكهربائي، كما في شكل ٤ - ٧



شكل ٤ - ٧

إن النظارات المستخدمة في اللحام بالغاز لا توفر وقاية كاملة عند اللحام بالقوس الكهربائي بينما القناع المستخدم في اللحام بالقوس الكهربائي يكون سميكا لدرجة تمنع الرؤية الكاملة عند اللحام بالغاز.

### وقاية السمع ( سدادات الأذن وأغطية الأذن )

وتستعمل في حالة وجود ضوضاء كثيرة وأصوات قوية لوقاية طبلة الأذن.

#### • سدادات الأذن Ear Plugs :

وهي عبارة عن سدادات من المطاط أو البلاستيك كما في ( شكل ٤ - ٨ )

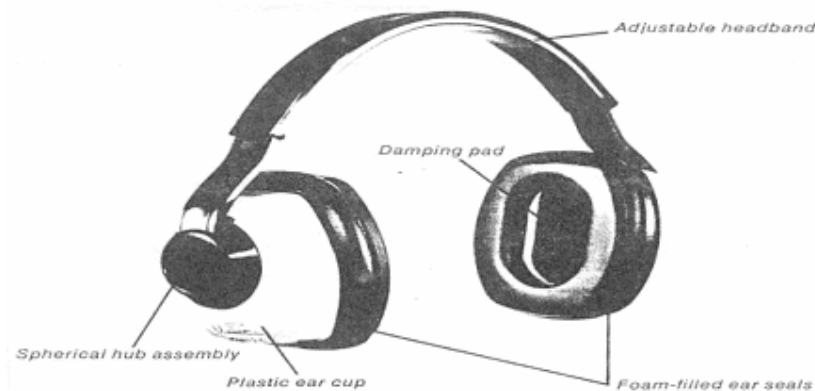


شكل ٤ - ٨

#### • أغطية الأذن Ear Muffs :

وتتكون من قطعتين كل منها في شكل يشبه الكوب لتغطية الأذنين ويصل بينهما ماسك مرن يسمح بتغيير المسافة وتغطية الأذنين بصورة محكمة وتصنع الأغطية عادة من البلاستيك أو

المطاط شكل ٤ - ٩



شكل ٤ - ٩

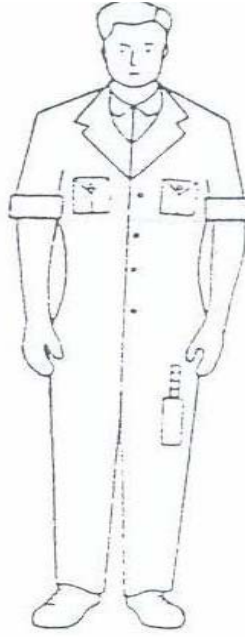
## الملابس الشخصية الواقية

تختلف الملابس الواقية التي تعتبر جزءاً مهماً في تدابير السلامة باختلاف نوع العمل وظروفه ومكان أدائه ويمكن اختيارها على شكل قمصان، بنطلونات، جاكيتات، معاطف، افرولات، بدل محكمة تغطي الجسم كله....مرايل، أغطية للرأس والعنق وأغطية مستقلة للذراع أو الساق. ومن أهم الملابس الواقية لدى الفنيين في أعمال الصيانة والورش والوحدات، الافرول من قطعة واحدة أو قطعتين والقمصان والبناطيل وهي من قماش يتميز بخاصية مقاومة اللهب والعزل الحراري. وعموماً يجب أن تكون الملابس الواقية مريحة تسمح للعامل بحرية الحركة فهي إذاً لا ضيقة ولا فضفاضة كما يجب أن تكون نظيفة لأن تشبعها بالزيوت والأوساخ يسبب الحساسية لمرتديها أو مسك حريق في حالة التماسها بالأجسام السخنة.

أنواع هذه الملابس وفوائدها وطرق استعمالها وأنواع المخاطر التي تساعد على الوقاية منها:

### ١ - الافرول من قطعة واحدة :

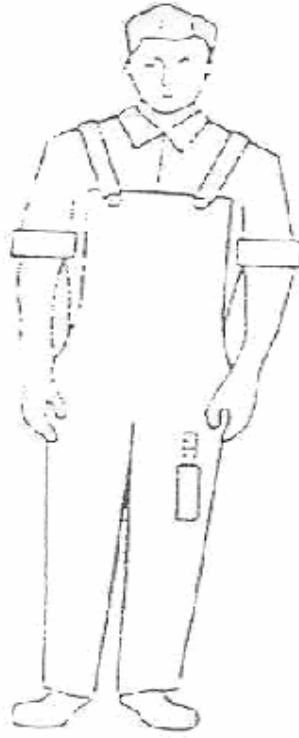
يعطي وقاية كاملة للعامل أو المتدرب والملابسه وهو غير قابل للتعليق بالأجزاء المتحركة في الماكينات وهو مناسب للعاملين في ورش الماكينات والحرارة واللحام وعمال التخزين وورش السيارات والمعدات الثقيلة شكل ٤ - ١٠ - أ.



شكل ٤ - ١٠ - أ

## ٢ - الافرول من قطعتين :

يعطي وقاية كافية للعامل أو المتدرب، مريح، وسهل الارتداء والخلع ويفضل استعماله في أعمال النجارة والحدادة وأي أعمال تحتاج إلى جهد يدوي وهو زي مناسب للورش الخفيفة ولكنه لا يوفر الأمان الذي يوفره الافرول من قطعة واحدة وهو مكون من بنطلون بحمالة وقميص شكل ٤ - ١٠ - ب.



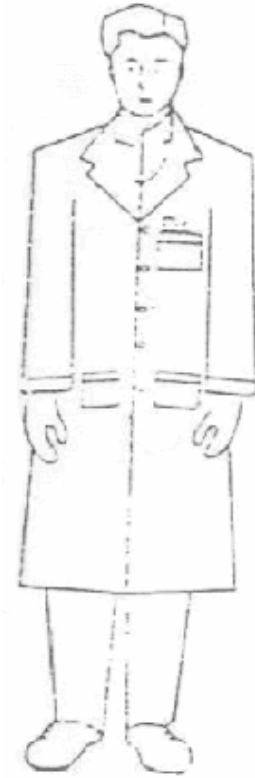
شكل ٤ - ١٠ - ب

١. - الباطو :

مريح وسهل الارتداء والخلع وبسبب عدم التصاقه بالجسم فهو يصلح للارتداء للمدربين والمشرفين

والخازنين والمفتشين ومساعدى المعامل الكيميائية شكل ٤ - ١٠ - ج





شكل ٤ - ١٠ - ج

• الاستعمال السليم لملابس الوقاية :

الاستعمال السليم لملابس الوقاية لا يتوقف على لبس ما يوافق جسم العامل منها فقط بل يجب أن يتوفر إلى جانب ذلك عدة احتياطات يجب مراعاتها أثناء ارتداء أي نوع من أنواع ملابس الوقاية كما هو موضح بالشكل شكل ٤ - ١٠ - د



شكل ١٠ - د

## ١. الشعر الطويل :

تجنب إطالة الشعر لأن الشعر الطويل معرض للإشتباك بالأجزاء الدوارة من الآلات وخاصة المثاقيب والمخارط وقد يسبب ذلك جروحاً أليمة وخطرة وكذلك فإن الشعر الطويل في المصانع والورش ضار بالصحة لأنه يتعرض للغبار والدخان وبقايا المعادن فيصعب تنظيفه فيجب بقاؤه قصيراً وتغطيته بقبعة صغيرة للمحافظة عليه.

## ٢. الآلات الحادة :

تجنب وضع الآلات والمعدات الحادة في جيوب الصدر لأن وضعها كذلك يمكن أن يسبب جروحاً خطيرة لمعصم اليد أثناء الحركة خاصة وأن أعصاب تحريك الأصابع موجودة قريبة من الجلد عند المعصم.

### ٣. الأضرار المفقودة :

الأضرار الفاقدة تماثل خطورتها الملابس الواسعة ويمكن أن تتسبب في تعليق الملابس بالأجزاء المتحركة من الماكينات.

### ٤. الأكمام السائبة :

تجنب الأكمام السائبة لأنها بجانب قابليتها للتعلق بالأجزاء المتحركة مثل الملابس السائبة فهي أيضا تعوق العامل عن محاولة إبعاد يده عن مصدر الخطر. وعند العمل على الآلات الدوارة يجب ثني الأكمام حتى الكوع وإذا احتاج الأمر يجب ارتداء قفاز واق لوقاية جلد اليد.

### ٥. ثقب بالجيب :

تجنب الثقب بالجيب لأن العدة التي يمكن أن تسقط منها قد تتسبب في أذى الأرجل بالإضافة إلى صرف إنتباه العامل عن الآلة في لحظة حرجة وخطرة مما يمكن أن تحدث له إصابة.

### ٦. أفروول أطول من اللازم :

إن الأفروول الأطول من اللازم قد يسبب سقوط مرتديه وخاصة عند صعود السلم.

وهذه الأدوات والملابس الواقية لا تمنع حدوث الحوادث ولكنها تقلل من الإصابات وتحد من خطورتها وذلك بشرط أن يحافظ عليها في حالتها السليمة وأن تستخدم الاستخدام الصحيح.

## المراجع

## أولاً: المراجع العربية :

- ١ - كهرباء الغربية - دائرة التدريب الفني والمهني - المخاطر الكهربائية وأساسيات المحافظة على الحياة.
- ٢ - سلامة المنزل والعائلة.
- ٣ - سلامة صناعية.
- ٤ - مهمات الوقاية الشخصية العامة.
- ٥ - السلامة الصناعية. التوجيه الصناعي. المرحلة الأولى. كهرباء الشرقية.
- ٦ - حوادث الصناعة والأمن الصناعي. السيد رمضان ١٩٨٤. المكتب الجامعي الحديث محطة الرمل - إسكندرية.
- ٧ - الأمن الصناعي في المملكة العربية السعودية. سمير سعيد رسلان.
- ٨ - تجنب الإصابات بمرفق الاتصالات. منطقه ينبع للاتصالات. الإصدار الثاني. جمادى الثانية ١٤١٢هـ.
- ٩ - الدفاع المدني - الدليل الإرشادي للمدارس. اليوم العالمي للدفاع المدني لعام ١٤٢٢هـ تحت شعار الأركان الأساسية للحماية المدنية والأخطار المنزلية.
- ١٠ - الأمن الصناعي، السلامة والصحة المهنية في المؤسسات الصناعية. إعداد حسان زيدان.
- ١١ - السلامة والصحة المهنية. إعداد حسان زيدان.
- ١٢ - الأمن الصناعي، الوقاية من الحوادث الصناعية. ترجمة مؤسسة الأهرام، دار النشر الشعبية.
- ١٣ - حوادث الصناعة والأمن الصناعي. إعداد السيد رمضان.
- ١٤ - السلامة والأمان في المؤسسات والمنشآت. إعداد أ. حمد محمد مرعي.

## ثانياً: المراجع الأجنبية :

**Fire Protection Handbook. Eighteenth Edition Section ٥. Detection and Alarm.**  
**Dean K. Wilson, Wayne D. Moore, Robert P. Schifiliti, John M. Cholin.**

الصفحة	العنوان
	تمهيد
١	الوحدة الأولى : الخطر الكهربائي على جسم الإنسان
٢٤	الوحدة الثانية : الآثار الناجمة عن مرور التيار الكهربائي إلى الأرض
٢٨	الوحدة الثالثة : أنظمة الإنذار من الحريق
٤٨	الوحدة الرابعة : إرشادات حول الصحة والسلامة المهنية
٦٧	المراجع

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم

المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة

GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS

**BAE SYSTEMS**