التحقيق في

الحـوادث

ذات المنشأ الكهربائي

2008

بسم الله الرحمن الرحيم

الإهداء.....

إلى الذين يبحثون عن الحقيقة بين الرماد . . . . . .

*** هدف الدورة: تعريف المشاركين بعلم الكهرباء من وجهة نظر جنائية، وبشكل موجز ومبسط ما أمكن. أما الفئة المستهدفة فهي:**

المعنيون بالتعامل مع الحوادث المتعلقة بالكهرباء كالحرائق والانفجارات والإصابات، سواء خلال أعمال الإسعاف أو الإنقاذ أو الإطفاء أو التحقيق بالحوادث المتعلقة بالكهرباء (أو المتوقع أنها متعلقة بها)، وذلك من غير المتخصصين بعلم الهندسة الكهربائية. ويشمل: ضباط التحقيقات الجنائية والدفاع المدني والحكام الإداريون (بصفتهم رؤساء لجان للتحقيق بالحرائق الهامة)، وكذلك القضاة والمحامون ومسؤولو الحرائق في شركات التأمين، إضافة لمسؤولي السلامة العامة في المؤسسات والمصانع والشركات الكبرى.

يعتمد هذا الموجز في مضمونه على مؤلفات لمحققين دوليين وخبرات شخصية في مجال التحقيق، مراعياً بساطة الأسلوب وانتقاء المختصر المفيد من المعلومات. ويهدف إلى التعريف بالكهرباء بما يفيد التحقيق بالحوادث (حرائق / انفجار / إصابات....) الناجمة عن الكهرباء أو التي يعتقد بأنها مرتبطة بها.

المواضيع:

1. **أسباب الحرائق/عام.**
2. **أساسيات في علم الكهرباء.**
3. **دور الكهرباء الساكنة في نشوب الحرائق.**
4. **دور الكهرباء في حوادث الانفجار.**
5. **دور الأجهزة الكهربائية في نشوب الحرائق.**
6. **دور التمديدات الكهربائية في نشوب الحرائق.**
7. **دور توابع التمديدات الكهربائية في نشوب الحرائق.**
8. **مخاطر الوصلات المرخية.**
9. **التماس الكهربائي والقوس الكهربائي.**
10. **أساسيات التحقيق.**
11. **كهرباء سيارات.**
12. **مصطلحات الحريق.**
13. **أثر الكهرباء على الإنسان.**
14. **حوادث الصعق الكهربائي.**
15. **التأريض الكهربائي.**
16. **مشاهدات الموقع.**
17. **حرائق غرق العمليات.**
18. **جداول فنية تفيد المحقق.**
19. **الزجاج كشاهد على الحريق.**

مقدمة:

تقع على المحقق بأسباب الحريق مسؤولية كبيرة مادية ومعنوية، إضافة للمسؤولية القضائية، حيث أنه يحقق بقضية يمكن أن تكون أحد أخطر أنواع الجرائم وهي جريمة الحرق العمد الجنائي، كما أن رأي المحقق يكون مرجحا ومهما أمام القضاء، بل مساعدا للقاضي في إصدار حكمه.

من المعروف بأن أعمال التحقيق تتم عادةً بين الركام والأنقاض، ومخاطر الانهيار، والتعرض لأبخرة وغازات يمكن أن تكون ضارة، وفي جو من الغموض، وبين مجموعة من الأشخاص ممن له علاقة ومن ليس له علاقة أيضاً من المجاورين والفضوليين بل والمضللين أحياناً.

ومن أجل الوصول إلى الحقيقة بين الرماد، لا بد أن يكون عمل فريق التحقيق من مختلف الاختصاصات: رجل الأمن، المختبر الجنائي، الخبير الكيميائي، مسؤول الإطفاء، المهندس الكهربائي...، منسقاً بشكل كامل فيما بينهم ضمن الموقع، وعلى درجة عالية من الهدوء والتركيز والتعاون.

إن عمل كلٍ بمفرده ،...، سيبعثر الجهود ، ويعيق التوصل إلى الحقيقة.

كثيرا ما يواجه المحقق في أسباب الحريق موقفا محرجا وصعبا، وهو إقرار ما إذا كـــان التيار الكهربائي سببا للحريق أم لا ....، ولا بد قبل اتخاذ مثـــل هـــذا القـــرار أن يقـــوم باستعراض مختلف الأسباب المحتملة للحريق مثل:

1. **التدخين**
2. **الصواعق**
3. **عبث الأطفال**
4. **أجهزة الطبخ**
5. **الألعاب النارية**
6. **الاحتراق الذاتي**
7. **مدافئ (غاز/ كاز)**
8. **مختبر كيماوي سري**
9. **الشموع وبقايا الرمـــاد**
10. **عيـــدان الثقاب (الكبريت)**
11. **تفاعل مواد كيماوية بسبب سوء التخزين**
12. **الشرر المتطاير من الآلات ومواقد التدفئـــة**
13. **تركيز أشعة الشمس على مواد سريعة الاشتعال**
14. **بقايا أعمال اللحام سواء بالاستيلين أو بالكهرباء**
15. **إهمال صيانة غرف التدفئـــة (البويلرات) أو الأفران**
16. **قطط أو كلاب منزليه تسبب سقوط شعلة أو أجهزة وتسبب بداية حريق.**

هنا يتبقى أمام المحقق سببان محتملان للحريق هما: إما المنشأ الكهربائي، أو الحرق العمد الجنائي ARSON.

ولهذا فان التسرع بالحكم بأن سبب الحريق كهربائي، يمكن أن يؤدي إلى إخفاء جريمة الحرق العمد الجنائي مهما كانت دوافعها، والتي يمكن أن تتضمن جريمة أخرى، كالقتل أو السرقة أو التزوير.

كما أن التسرع باستبعاد التيار الكهربائي كسبب للحريق، يمكن أن يؤدي إلى إلحاق الظلم بأصحاب المنشأة من خلال:

1- **توجيه الأنظار باتجاه الحرق العمد الجنائي، وبالتالي حرمانهم من تعويضات شركات التأمين.**
2- **تعريض أصحاب المنشأة، والأشخاص ذوي العلاقة وخصوصا الذين ثبت وجودهم في الموقع أثناء الحريق، كالحراس أو السائقين أو ما شابه ...، تعريضهم إلى تحقيقات أمنيه مطوله وربما توقيف (اعتقال أمني رهن التحقيق)، وربما يحكم القضاء بسجن بعضهم.**
3- **فقدان ثقة الآخرين بأصحاب المنشأة، وما يتبعه من خسارة معنوية ومادية.**
4- **فقدان الثقة بين الشركاء (أصحاب المنشأة) بعضهم ببعض.**

لذا لا بد خلال دراسة المسببات المتوقعة للحريق وقبل أخذ العينات، أن يستعرض المحقق (في ذهنه) الدوافع المحتملة للحرق العمد الجنائي، مثل:

1- **الحصول على تعويض من شركات التأمين.**
2- **التهرب من الضرائب.**
3- **التهرب من صفقة خاسرة تم التعاقد عليها.**
4- **دافع الانتقام.**
5- **إخفاء جريمة أخرى وإزالة آثارها (مثل السرقة، القتل أو التزوير).**
6- **خلاف بين الشركاء.**

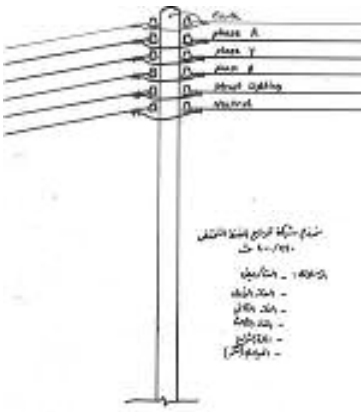
ولا يغيب عن بال المحقق، خلال تجواله بين الأنقاض في موقــع الحريــق، أن هنــاك مؤشرات عامة ترجيحية لاحتمالية الحرق العمد الجنائي مثل:

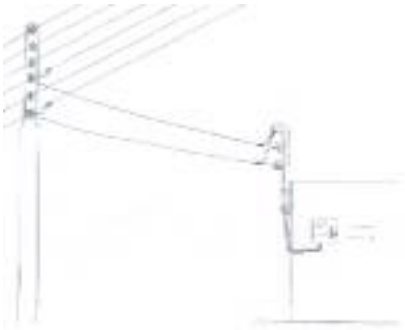
1- وجود مواد مسرعة (كالبنزين أو الكاز . . . .).
2- تعدد أماكن بداية الحريق.
3- المبنى معروض للبيع أو ديون على المالك أو فشل أعمــال المالــك فيكــون التأمين هو ملاذه الوحيد.
4- يمكن لحالة طلاق بين زوجين أن يقوم أحد الطرفين بإشعال الحريق.
5- تتبع صاحب المبنى للمحقق خلال البحث بين الأنقاض لمعرفة سبب الحريــق، دليل على خشيته من معرفة المحقق لأدوات أو طريقة جريمة الحرق العمد.
6- إن مجرم الحرق العمد يمكن أن يكرر محاولة ناجحة سابقة له، لذا فإن توفر معلومات سابقة عنه يفيد في التحقيق.
7- رفع أشياء ذات قيمة من الموقع قبل الحريق.
8- وجود جثة إنسان في موقع الحريق.
9- وجود أشياء وأدوات غريبة في موقع الحريق (أدوات لا تستخدم عادةً في هذا الموقع).

*** بدء التحقيق في الموقع:**

قبل البدء بمعاينة الموقع أو أخذ عينات، لا بد من مراعاة شروط السلامة العامة في موقع الحريق، وخصوصاً ما يتعلق بالتيار الكهربائي، وأخذ كافة الملاحظات اللازمة للتحقيق مثل:

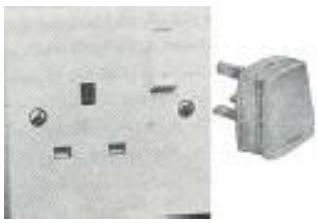
1- التأكد من أن التيار الكهربائي مفصول تماماً عن الموقع، مع مراعاة عدم وجود تغذية من مصدر آخر (من أحد المجاورين).





2- هل كان المبنى مزوداً بالتيار الكهربائي خلال الحريق.

3- التأكد من أن وضع قواطع اللوحات الكهربائية هو نفسه كما كانت عليه خلال الحريق، ولم يغير وضعها أي شخص.



4- يمكن التأكد من وضع القواطع أو المفاتيح من خلال تفحص تراكم السناج والدخان عليها، كما يمكن فحص أقطاب الفيش (الآخذ) فإذا كانت نظيفة دل ذلك أنها كانت مخفية ضمن الإبريز (المأخذ) خلال الحريق،

أما إذا كانت متسخة بالسناج أو محترقة فهذا يدل أنها كانت ظاهرة خارج الإبريز خلال الحريق، وبالتالي فإن هذا الفيش (والجهاز الملحق به) لم يكن مزوداً بالتيار خلال الحريق.

5- معاينة عامة لوضع بقايا النظام الكهربائي في الموقع.

6- مشاهدات المجاورين والسكان.

! تأثيرات التيار الكهربائي:

{1} التأثير الضوئي

{2} التأثير المغناطيسي

{3} التأثير الكيماوي

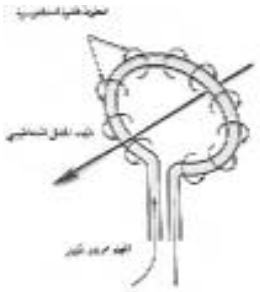
{4} التأثير الفيزيولوجي

{5} التأثير الحراري

<u>التأثير الضوئي</u>:

ارتفاع حرارة الموصل [بسبب التيار الكهربائي] لدرجة عالية يؤدي لاحمرار وتوهج مادة الموصل وبالتالي تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية.

التأثير المغناطيسي:



يؤدي مرور تيار في موصل إلى تشكل مجال مغناطيسي وهذا هو الأساس بعمل المحركات والمحولات الكهربائية وأجهزة القياس وعدادات استهلاك الطاقة الكهربائية

التأثير الكيماوي:

إن مرور التيار الكهربائي في بعض المحاليل يؤدي إلى تغيير تركيبها الكيماوي. يستفاد من هذه الخاصية في الصناعة لطلاء المعادن كهربائياً وفي صناعة البطاريات.

التأثير الفيزيولوجي:

يؤدي مرور التيار الكهربائي في الأنسجة الحية إلى تقلص لا إرادي في العضلات باعتباره منبهاً قوياً لها، كما يؤدي إلى حرق جزئي أو كلي لبعض الأنسجة ويمكن أن يسبب تحللاً للدم إذا كان تياراً مباشراً [مستمراً] بجهد مرتفع.

- **<u>التأثير الحراري:</u>**

- **الطاقة الحرارية الناجمة عن مرور التيار:**

المقاومة مضروبة بمربع التيار، هي الأساس في دور التيار الكهربائي في نشوب الحرائق.

إن تطبيق فرق الجهد على طرفي موصل ما يؤدي إلى حركة منظمة للإلكترونات وبالتالي إكسابها كمية من الطاقة الحركية التي تستنفذ بالتصادم مع جسيمات الموصل فترتفع حرارة الموصل نتيجة لها.

- **أشكال الحرارة:**

- **مفيدة: في أجهزة التسخين كالسخان والمدفأة والمكواة وإبريق الشاي الكهربائي**
- **عادية لكنها غير مفيدة: سخونة الملفات وأسلاك التوصيل خلال التشغيل الطبيعي للأجهزة بسبب مرور التيار فيها وبالتالي يحصل فقد في الطاقة**
- **ضارة: تؤدي إلى اهتراء عوازل الأسلاك وتلف بعض التجهيزات**
  - **قصر دائرة [شورت]**
  - **تسخين زائد [تحميل زائد]**
  - **تسخين موضعي [وصلات مرخية]**
  - **قوس متتابع [انهيار عازلية]**

كمية الحرارة المتولدة تتعلق بـــــ: {1} شدة التيار

{2} مقاومة الناقل

مقاومة الناقل تتعلق بـــــ:

{أ} نوعية المادة

{ب} درجة الحرارة: * المحيطة

* المتولدة

{ج} طول السلك

{د} عكسياً مع قياس السلك [المقطع العرضي]

- الحرارة العادية نتيجة التشغيل الطبيعي للتجهيزات:

{أ} فتيلة المصباح

{ب} وحدة التسخين:

- مدفأة – مكوى – كاوي لحام
- مجفف شعر – حماصة خبز
- فرن – سخان المياه
- غلاية قهوة . . . . . .

{ج} حرارة الاحتكاك ضمن المحركات: الأقشطة والبيلية

{د} تحويل الطاقة الكهربائية ضمن المحولات:

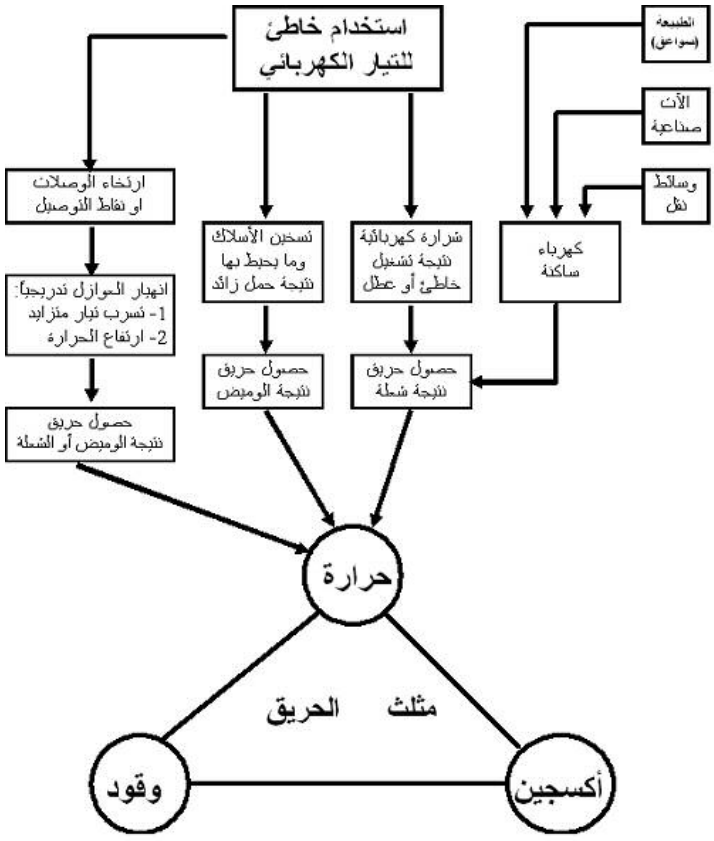
ضياعات نحاسية

ضياعات حديدية

{هـ} فحمات المحركات والمولدات

{و} تسخين الأسلاك والكوابل ضمن المسموح

***- العلاقة بين الكهرباء والحريق:**



لتوضيح أوجه العلاقة بين الكهرباء والحريق، لا بد من استعراض العلاقة بين التيار الكهربائي والحريق من جهة، والعلاقة بين الكهرباء الساكنة والحريق من جهة أخرى.

فيما يتعلق بالتيار الكهربائي فإنه يتضمن مسببات مثل إهمال الصيانة الكهربائية سواء للأجهزة أو للتمديدات، والاستخدام الخاطئ للأجهزة، وكذلك التركيبات غير النظامية للتمديدات الكهربائية ونظام التأريض.

أما ما يتعلق بالكهرباء الساكنة فعلى الرغم من أن حالات الحرائق الناجمة عنها قليلة جداً، بالمقارنة مع غيرها من الحرائق، إلا أنه وبسبب كثرة أماكن نشوء وتراكم الكهرباء الساكنة، وما يرافقها من خطر نشوب حريق، فلا بد من الأخذ بالاعتبار إمكانية كونها سبباً محتملاً للحريق، إضافة إلى الأسباب المحتملة الأخرى.

***- دور الكهرباء الساكنة في نشوب الحرائق:**

يمكن أن تكون الكهرباء الساكنة ذات منشأ طبيعي (الصواعق)، أو منشأ صناعي (مختلف الآلات والصناعات، ووسائط النقل). وفيما يلي أهم أشكالها:

أ- الكهرباء الساكنة الطبيعية:

تعتبر الصواعق (البرق) أقوى أشكال الكهرباء الساكنة، وتحصل على شكل تفريغ لشحنات كهربائية متعاكسة القطبية تراكمت تدريجياً في السحاب، ثم انفصلت عن بعضها مسببة نشوء فرق ضغط كهربائي كبير بين السحابة والأرض، أو بين أجزاء مختلفة من السحابة، أو بين سحابتين.

أما الرعد فهو الصوت المزعج المرافق للإطلاق الفجائي للطاقة، المتسبب عن تفريغ الشحنات.

يعود سبب تراكم الشحنات إلى تأثير تيارات الهواء القوية المندفعة إلى الأعلى على مقدمة السحابة المتحركة، وحمله الرطوبة لمناطق عالية باردة حيث تتكاثف ويزيد حجمها، لتهبط إلى الأسفل ثانية بسبب الجاذبية الأرضية، وبهبوطها تتجزأ إلى قطرات صغيرة مطلقة شحنات سالبة، وبالتالي تصبح موجبة الشحنة.

عندما تصبح شدة المجال الكهربائي(الناجم عن تراكم الشحنات) كبيرة إلى حدٍ كافٍ، فإن الالكترونات تنفصل عن جزيئات الهواء الذي ينهار فجأة (يفقد خاصية العزل الكهربائي التي كان يملكها)، وبالتالي تتدفق الشحنات الكهربائية بين منطقتي اختلاف القطبية.

تصل فروقات الضغط الكهربائي المتشكل إلى مئات الملايين من الفولتات، كما أن التيارات الكهربائية الناتجة عن تفريغ البرق تصل إلى مئات الآلاف من الأمبيرات، وبالتالي فإن الطاقة الإجمالية الناتجة تكون هائلة.

إن حدوث البرق(التفريغ الكهربائي) يتضمن أخطاراً كبيرة، ما لم تؤخذ بعين الاعتبار التجهيزات الضرورية للحماية.

*** الأخطار الناجمة عن الصواعق:**

1- صعق الأشخاص أو الحيوانات في مناطق مرتفعة أو مكشوفة.

2- تعطل خطوط النقل الكهربائية، بتحطم عوازلها أو قطع أسلاكها.

3- تعطل خطوط الاتصالات السلكية، وأبراج الاتصالات اللاسلكية، وأبراج البث الإذاعي أو التلفزيوني.

4- تصدع الهيكل الإنشائي للأبنية (كالأعمدة والجسور)، وتخلخلها واحتمال تدميرها.

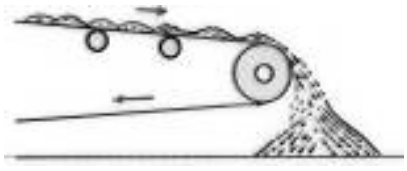
5- نشوب الحرائق في مختلف المرافق، بسبب التيارات العالية جداً الناتجة عن التفريغ الكهربائي، والتي تؤدي إلى ارتفاع شديد في حرارة الأجسام التي تعبرها، وبالتالي وصولها إلى درجة الاشتعال الذاتي وبدء الحريق.

6- حرق الأشجار العالية أو المنفردة المكشوفة، وتشكل مجالات كهربائية خطرة حولها يمكن أن تصعق الأشخاص أو الحيوانات المجاورة.

***- معالجة خطر الكهرباء الساكنة الطبيعية(الصواعق):**

تركيب نظام مانعات صواعق للأبنية الهامة كالمستودعات أو المستشفيات، والمباني الكبيرة أو المرتفعة، إضافة لمختلف الأبنية والمنشآت في المناطق كثيرة التعرض للصواعق.

ب- الكهرباء الساكنة الصناعية:



في الأعمال التصنيعية وكذلك خلال عمليات الحركة على السطوح، وما يرافقها من احتكاك، تتشكل الكهرباء الساكنة، ويظهر خطرها جلياً في المناطق التي تحتوي مواد سريعة الاشتعال، وخصوصاً إذا كان الجو المحيط جافاً. وفيما يلي أمثلة على ذلك:

1- صناعة النسيج:

تتولد وتتجمع الكهرباء الساكنة على الخيوط أثناء مرورها واحتكاكها بالماكينات، فإذا ما وصلت إلى أماكن تفريغ (رؤوس مدببة متصلة بالأرض) فإنها ستتفرغ على شكل شرارة، وهذا يتضمن خطر نشوب حريق.

2- صناعة المطاط واللدائن:

تتكون الشحنات الكهربائية خلال مراحل التصنيع، سواء داخل الخلاطات أو أثناء الفرد والتشكيل، وتشكل هذه الشحنات خطراً إذا ما أتيح لها الانفراغ، وخصوصاً مع وجود أبخرة سريعة الاشتعال منطلقة من المواد المعالجة.

3- صناعة البترول وما يتبعها من صناعات:

تتشكل وتتجمع الشحنات الكهربائية أثناء ضخ البترول أو مشتقاته عبر الأنابيب، وكذلك خلال تعبئة الصهاريج أو التخلص من الغازات من داخلها بواسطة النفاثات البخارية.

4- صناعة الورق وأعمال الطباعة:

تتشكل الشحنات الكهربائية وتتجمع خلال مرور الورق في الآلات والأسطوانات، وما يصاحب ذلك من ارتفاع في الحرارة. وإذا ما حصل تفريغ لهذه الشحنات خلال الطباعة، مع وجود أبخرة سريعة الاشتعال منطلقة من الحبر المستعمل، فإنه قد يؤدي إلى حصول حريق.

5- وسائل النـــقل:

تتراكم الشحنات على جسم الطائرة، أثناء إقلاعها في جو جاف، وقد تتفرغ هذه الشحنات إلى أقرب طائرة جاثمة. كما أن تزويد الطائرة بالوقود يؤدي إلى توليد الكهرباء الساكنة. وللتقليل مـــن خطرهـــا يستخدم التأريض خلال تعبئة الوقود (يقصد بالتـــأريض: التوصـــيل المؤقت لجسم الطائرة مع الأرض)، كما تستخدم الإطـــارات الموصـــلة التـــي تـــسرب الشحنات إلى الأرض أولاً بأول.

كذلك تتعرض وسائل النقل البحري كناقلات النفط، وأيضا النقـــل البـــري كالـــشاحنات والصهاريج، باستمرار لنشوء وتراكم الشحنات الكهربائيـــة خـــلال حركتهـــا، وتـــزداد الخطورة في ناقلات المواد البترولية كالبنزين أو الكاز أو الديزل أو الفيول، لـــذا يـــتم التأكد باستمرار مـــن صـــلاحية وســـائل تفريـــغ الـــشحنات المتراكمة، مثل الجنازير المدلاة أسفل الشاحنات والصهاريج وتلامسها بالأرض باستمرار، لـــضمان التفريـــغ المتواصـــل للشحنات المتشكلة.

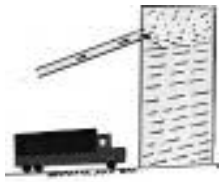
أما في حالة السماح للشحنات الكهربائية بالتراكم، بعـــدم تفريغهـــا أولاً بـــأول، فإنهـــا ستصل إلى مستويات خطرة وتكون جاهزة للانفراغ في أية لحظة، على شكل شـــرارة كبيرة قادرة على بدء الحريق في الناقلة، خصوصاً إذا وجد وقود متـــسرب أو متبخـــر جوار نقطة التفريغ.

6- حركة الروافع البرجية ضمن منطقة إرسال إذاعي أو لا سلكي:

يتسبب بشحن علاقة التحميل (كلابة/هوك)، وبسبب الكتلة الكبيرة لهذه العلاقة وكونها معزولة عن الحبال الفولاذية الحاملة لها (بواسطة التشحيم المتواصل) تتراكم عليها الشحنات الكهربائية بشكل متواصل، يتم تفريغ هذه الشحنات عند أول تلامس لها مع الأرض أو أي جسم آخر، وينشأ عن ذلك خطر الحريق إن توفرت مادة مجاورة قابلة للاشتعال ضمن منطقة حركتها.

7- المستشفيات:

تتجمع الغازات المخدرة في غرف العمليات، ويمكن أن تتولد الشحنات الكهربائية عند نزع الأغطية المطاطية أو البطانيات. كما أن حركة الأشخاص ضمن الغرفة، سواء تنقلهم أو جلوسهم على المقاعد المكسوة بالمطاط، سيؤدي إلى تولد شحنات كهربائية على أجسامهم، وأن أي تفريغ لهذه الشحنات قد يشكل خطراً لوجود غازات سريعة الاشتعال.



8- تعبئة وتخزين صوامع الحبوب بالحبوب وما يرافق ذلك من تطاير غبار وذرات حول وفوق الحبوب وتراكم الشحنات الكهربائية عليها ما لم يتم تسريبها أولاً بأول إلى الأرض بالوسائل النظامية.

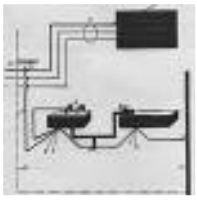
بشكل عام:

إن تشكل الكهرباء الساكنة يترافق مع العديد من الحالات، مثل وجود أحزمة متحركة ناقلة للمواد، أو عند تشغيل آلات، أو رش طلاء أو تخلص من غبار، أو عمليات الطحن أو التنظيف الجاف، أو غيره.

***- معالجة خطر الكهرباء الساكنة الصناعية:**

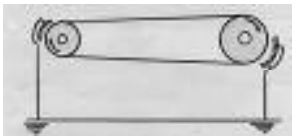
أ- الترطيب الصناعي:

إن وجود الرطوبة في الجو يساعد كثيراً على تسرب الكهرباء الساكنة، عن طريق تكوين طبقة رطبة موصلة على الأسطح المعنية، وعن طريق وجود جزيئات من بخار الماء في الجو، مما يمنع تراكم الشحنات الكهربائية.



ب- التأريض والتوصيل:

إن توصيل كافة الأجزاء المعدنية للمعدات والآلات ببعضها، وبالأرض، كفيل بتفريغ الشحنات الكهربائية المتشكلة أولاً بأول، وقبل وصولها إلى درجة الخطورة



أما في حالات الأحزمة الناقلة، فيمكن استخدام المشط السلكي المؤرض، أو الفرشاة المؤرضة، وذلك لتفريغ الشحنات أولاً بأول.

*** هناك عدة وسائل للتأريض منها:**

1- سلاسل معدنية معلقة من الأسفل بجسم المركبات أو الآليات المتحركة، وملامسة للأرض باستمرار.

2- استخدام مطاط موصل في الإطارات والأحزمة والأحذية وغيرها.

3- استخدام موصلات تأريض للآلات والأجهزة (ثابتة أو متحركة).

4- طلاء الأسطح العازلة بطلاء معدني موصل، لمنع تراكم الشحنات.

- **دور التيار الكهربائي في نشوب الحرائق:**

عموميات:

- **الأجهزة مسؤولة عن معظم الحرائق ذات المنشأ الكهربائي أما الحرائق بسبب التمديدات فنادرة الحدوث**
- **حتى لو لم نعثر على سبب واضح فإنه يستبعد حصول حريق كهربائي على مسار الأسلاك وذلك ما لم يكن هنالك وصلات أو مجاور لحرارة عالية جداً**
- **حيث أن أحد آثار التيار الكهربائي هو الأثر الحراري لذا فإن التشغيل الخاطئ للأجهزة أو التمديدات سيوفر حرارة كافية لإكمال مثلث الاشتعال.**
- **الطاقة الحرارية الناجمة عن مرور التيار: المقاومة مضروبة بمربع التيار، هو الأساس في دور التيار الكهربائي في نشوب الحرائق.**
- **يؤدي الاستخدام الخاطئ للتيار الكهربائي إلى أحد الأشكال التالية من مسببات الحريق:**

1- عطل في العزل الكهربائي يؤدي إلى تلامس بين الموصلات، وما يصاحبه من تيار كبير وحرارة موضعية عالية.

2- التسخين الزائد للكوابل والأسلاك أو المعدات، بسبب التحميل الزائد، أو عدم توفر التهوية الكافية لها.

3- المقاومة الموضعية العالية الناجمة عن التوصيل غير الجيد للأسلاك ببعضها البعض، أو على المآخذ، أو القواطع، أو المعدات ... .

4- الحرارة العالية أو الشرر الصادر عن تشغيل بعض المعدات الكهربائية، مما يؤدي إلى اشتعال الغازات والأبخرة سريعة الاشتعال.

5- أعطال شبكات التأريض.

6- حصول موجات كهربائية مفاجئة.

أولاً: عطل العزل الكهربائي:

إن تخريب العازل أو انهيار عازليته لأي سبب من الأسباب الميكانيكية أو الحرارة، أو تجمع الرطوبة أو تراكم الزيوت أو المواد الأخرى المسببة للتآكل، يؤدي إلى حصول قوس كهربائي مستمر بين موصلات التيار الكهربائي والأرض، مسبباً ارتفاع الحرارة المحيطة، مما يشكل خطر الحريق، وقد لا تعمل أجهزة الحماية التقليدية كون هذا الوضع، في كثير من الأحيان، لا يشكل حملاً زائداً عليها. إن الحرائق الناجمة عن عطل أرضي من هذا النوع (قوس مستمر)، أكثر احتمالاً بكثير لإشعال الحرائق من العطل الناشئ بين موصلات التيار الكهربائي بعضها ببعض.

! عازلية سيئة أو مهترئة لبعض الأسلاك: يؤدي لتيارات تسريب ورفع حرارة السلك لمستويات يمكن أن تكون خطرة وأحياناً تؤدي لاحتراق العازل وسقوطه على مواد قابلة للاشتعال [كالديكورات أو الموكيت أو...] مسبباً حرقها.

وللإقلال من هذا الاحتمال ينصح بالتأكيد على صيانة المعدات والتجهيزات الكهربائية بشكل عام، وتفقد نقاط التوصيل باستمرار، وكذلك التحقق من استمرارية موصلات التأريض، واستخدام قواطع حماية من التسرب الأرضي.

ثانياً: التسخين الزائد للكوابل والأسلاك أو المعدات:

- **أسلاك الشبكات الهوائية:**

إن التحميل الزائد لأسلاك الشبكات الهوائية أقل خطراً من التحميل الزائد للأسلاك المعزولة والكوابل لكن ذلك يترتب عليه تمدد طولي للأسلاك واحتمال تلامسها ببعضها وإصدار شرر متتابع مما يشكل خطراً على المواد المجاورة.

التيار المقرر للأسلاك الهوائية النحاسية

مقطع السلك (مم)	التيار المقرر (أمبير)
16	130
25	170
35	200
50	250
65	310
95	400

لأسلاك الألمنيوم تضرب كافة قيم الأمبير اعلاه بـ (0.75)

- **القضبان العمومية (الباسبارات):**

تستخدم الباسبارات في لوحات التوزيع الكهربائية لتوزيع التيار من القاطع الرئيس إلى باقي القواطع.

إن التحميل الزائد لهذه الباسبارات سيرفع حرارتها وحرارة العوازل الحاملة لها وعوازل القواطع ويمكن أن يؤدي بعد فترة إلى نشوب حريق موضعي.

كثافة التيار المسموحة للقضبان العمومية النحاسية
(الباسبارات النحاسية)

العرض (مم)	السماكة (مم)	كثافة التيار المسموحة (أمبير / مم 2)
20	3	3.0
20	10	2.0
30	10	1.8
40	5	2.2
60	10	1.5
100	5	2.0
200	10	1.3

أثر استخدام أكثر من باسبار للطور الواحد
على تحمل الباسبار بمفرده

عدد الباسبارات للطور الواحد	قدرة التحمل
1	%100
2	%80
3	%70

- **المسافة بين الكوابل:**

إن اقتراب الكوابل من بعضها يزيد صعوبة انتشار الحرارة المتولدة بالكيبل نتيجة مرور التيار ضمنه لذا يجب مراعاة ذلك بالإقلال من تحميل الكيبل الواحد وخلاف ذلك سترتفع حرارة موقع التجاور لمستوى يمكن أن يشكل خطورة.

تأثير المسافة بين الكوابل الأرضية على التيار المقرر للكيبل الواحد

عدد الكوابل	المسافة بين الكوابل				
	متلاصقة	15 سم	30 سم	45 سم	60 سم
2	%80	%87	%91	%93	%95
3	%69	%78	%84	%88	%90
4	%62	%74	%81	%86	%88

- **تمرير الأسلاك بشكل متجاور أو متلاصق: كلما ازداد عدد الأسلاك المتجاورة المارة بموقع معين {أنبوب أو علبة وصل أو لوحة توزيع} كلما تجمعت الحرارة ونقصت قدرة السلك الواحد على حمل تياره المقرر فيما لو كان بمفرده.**

إن عدم مراعاة ذلك سيرفع حرارة موقع التجاور لمستويات يمكن أن تكون خطرة.

عدد الاسلاك المسموح به في الأنبوب الواحد

قياس السلك مم 2	عدد الاسلاك المسموح	
	قطر الأنبوب 16 مم	قطر الأنبوب 25 مم
1.5	9	24
2.5	7	18
4	5	13
6	4	10
10	2	6
16	—	4

اثر التجاور بين الدوائر على قدرة التحمل

عدد الدوائر	قدرة التحمل
2	%80
3	%69
4	%62
6	%55
10	%48
14	%41
18	%38

يقصد بالدائرة هنا إما سلكين (فاز + نيوترل) أو كيبل ثلاثة فازات

- **اثر الحرارة المحيطة على الأسلاك أو الكوابل:**

كلما ازدادت درجة الحرارة المحيطة بالسلك أو الكيبل كلما نقصت قدرته على تحمل تياره المقرر وخصوصاً إذا ما عبر السلك أو الكيبل أماكن تتعرض لحرارة عالية [مثل جدار المداخن . . . .]

إن عدم مراعاة ذلك يؤدي إلى التسخين الزائد وارتفاع الحرارة لمستوى يمكن أن يشكل خطورة.

اثر ارتفاع الحرارة على تحمل السلك او الكيبل

درجة الحرارة (درجة مئوية)	قدرة التحميل % من التيار المقرر على درجة 30 مئوية
25	105
35	95
40	90
45	85
50	80
55	70
60	55
65	40

جدول تقريبي بين قطر سلك الفيوز
المناسب للتيار الذي يتحمله السلك او الكيبل

قطر سلك الفيوز (مم)	التيار (أمبير)
0.2	10
0.5	25
0.75	40
1.25	75
1.5	100
2	150

- **استخدام الفيوزات ذات السلك المكشوف (القابل للتبديل) كحماية يفضل تجنب استخدام الفيوزات ذات السلك المكشوف كحماية وذلك لصعوبة التأكد من حمله المقرر والمتعلق بـــ:**
  - **مادة السلك**
  - **قياس السلك**

– يجب مراعاة اختيار الحمايات المغذية للكوابل والمعدات، بما يمنع التحميل الزائد ويستبعد احتمالية الحريق. أما أسباب ارتفاع درجة الحرارة في الدوائر الكهربائية بشكل عام فهي:

التيار المقرر لأسلاك وكوابل النحاس

المقطع (مم ٢)	تيار الحماية (أمبير)	المقطع (مم ٢)	تيار الحماية (أمبير)
1	10	70	200
1.5	15	95	225
2.5	20	120	275
4	25	150	315
6	32	185	360
10	50	240	450
16	60	300	600
25	80	400	700
35	100	500	800
50	160	630	900

1. **عدم مقدرة الكوابل والأسلاك أو المعدات على حمل التيار المطلوب منها، وهذا يتطلب رفع قدرتها (قياساتها) بما يناسب الحمل المطلوب، أو يتم توزيع الحمل على دوائر أخرى.**
2. **الحمل الزائد على الأسلاك:**

يسبب سخونتها وتلف العازل المحيط بها، وإن لم تعمل أجهزة الحماية على فصل التيار في الوقت المناسب ينشأ خطر الحريق بسبب الحرارة الزائدة إن توفرت مادة مجاورة قابلة للاشتعال.

3. **أسباب التحميل الزائد للأسلاك والكوابل الكهربائية:**

{1} عدم تناسب قياس الحمايات مع الأسلاك أو الكوابل المغذاة منها.

{2} تمديد الكوابل بشكل متلاصق مما يمنع تبدد الحرارة المتولدة فيها.

{3} تمديد عدد كبير من الأسلاك ضمن أنبوب واحدة مما ينتج عنه تراكم الحرارة المتولدة فيها

! تمديد سلك أو كيبل بشكل سيئ يؤدي لتخريب عازليته مثل:

- مده بمنطقة حركة باب غرفة [مفصل أو سحاب]
- تعريضه للعبث والخدش
- عبث بكيبل الكهرباء الرئيس المغذي لعداد المبنى [بهدف السرقة مثلاً] وحيث أن هذا الجزء من التمديدات غير محمي [لكونه قبل لوحة التوزيع والقاطع الرئيس] فإن حصول قصر دائرة [تماس] عليه سيسبب حريق موضعي يمكن أن يمتد للمواد المجاورة.

• مصادر الحرارة الضارة الناتجة عن التشغيل الخاطئ للتمديدات والأجهزة:

{1} التحميل الزائد للسلك أو الكيبل ومروره بجوار مواد سريعة الاشتعال:

① قدرة السلك أو الكيبل أقل من الحمل المطلوب

② حماية أكبر من قدرة السلك أو الكيبل

ويظهر بهذه الحالة آثار ارتفاع تدريجي بالحرارة إضافة لحدوث قصر دائرة بعدة نقاط على مسار السلك.

{2} تسرب مياه على التمديدات:

تسرب مياه ⇦ تسرب تيار ⇦ ثقب العازل [بالسلك أو الجهاز] ⇦ حرارة عالية ⇦ حريق موضعي ⇦ قصر دائرة

{3} مرور الأسلاك أو الكوابل بمنطقة ساخنة وتهوية سيئة

{4} تكبير قدرة القاطع أو الفيوز بسبب تكرار الإطفاءات ودون مراعاة تكبير السلك أو الكيبل المغذي منه يؤدي لتحميل زائد

{5} الإجهاد الميكانيكي على الأسلاك أو الكوابل [ثني – شد] وكذلك التقادم والاهتلاك

{6} زيادة تحميل الدائرة باستخدام وصلات مثلثية أو وصلات امتداد متعددة المخارج

{7} إلغاء الحماية [بوضع سلك بدلاً منها مثلاً] وهي أشد الحالات خطراً
{8} تخريب العوازل نتيجة مرور صفائح معدنية ملاصقة لها أو إدخال مسامير بها.

• التحميل الزائد للأسلاك والكوابل:

إن مراعاة حدود التيارات المقررة للأسلاك والكوابل يجنبنا خطر ارتفاع درجة حرارة السلك أو الكيبل وعوازله والمواد المجاورة له لمستويات يمكن أن تكون خطرة.

يقصد بالحماية القاطع أو الفيوز المغذي للسلك أو الكيبل.

• الكوابل أو الأسلاك العاملة معاً على التوازي:

في حالة استخدام عدة كوابل أو أسلاك معاً على التوازي [وخاصة الكوابل المفردة] يتوجب مراعاة توزيع الحمل بالتساوي بينها [تجنباً لزيادة تحميل أحدها] وذلك بالتأكد من أن:

{1} أطوالها متساوية
{2}مقاساتها متساوية [مقطعها العرضي]
{3} نفس نوعية الموصل
{4} طريقة التمديد متماثلة
{5} حماياتها متماثلة

4. **العطل الميكانيكي للجهاز: والذي يؤدي إلى زيادة الطاقة المستهلكة وارتفاع الحرارة، أو حصول تلامس ضمن الجهاز بين الموصلات ببعضها أو بينها وبين جسم الجهاز، وهذا يؤدي إلى ارتفاع الحرارة أيضاً وخطر حصول حريق. لاستبعاد هذا الخطر يتوجب تزويد المعدات والأجهزة بالوقاية اللازمة من ازدياد الحرارة، وكذلك باختيار القدرة المناسبة للحمل الميكانيكي المطلوب، ومراعاة الصيانة الدورية.**

5. **عدم توفير التهوية الكافية للمعدات، مما يسمح بتراكم حراري.**

- **الدوائر زائدة التحميل والحرائق المتعددة:**

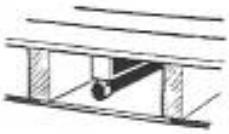
يمكن أن تحصل عدة حرائق في مبنى ويكون الرابط بين مواقع هذه الحرائق هو أنها جميعاً تتغذى كهربائياً من دائرة واحدة، وهذه الدائرة [أو السلك] محملة تحميلاً زائداً ولم تعمل معه أجهزة الحماية [ويمكن أن لا تكون هنالك حماية أصلاً]، وهذا الوضع يربك المحقق باحتمالية الحرق العمد.

الظواهر: حرق العازل في مواقع مختلفة ويكون الوضع أسوأ ما يمكن في المواقع سيئة التهوية أو التي تشمل على لفات أو عقد على مسار السلك أو منطقة توصيل السلك. وإذا جاور السلك مواد سريعة الاشتعال فستنشأ نقطة بداية حريق.

!

- **تركيب مصابيح كهربائية [توهجية، صوديوم، زئبق،...] ضمن أماكن محصورة غير مهواة وخصوصاً ضمن الديكورات. يؤدي لتراكم الحرارة المتولدة مسببة ارتفاع كبير بدرجة حرارة المواد المحيطة مؤدية لبدء الحريق.**

! استخدام مصابيح بقدرات أكبر من قدرة وحدة الإنـــارة. تسبب حرارة زائدة تفوق القدرة التصميمية التي تتحملها مادة الوحدة.

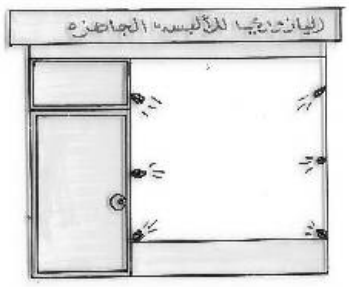


! تسليط خاطئ [أو متعمـــد] لوحـــدات إنـــارة موجهـــة [برجكتورات] ضمن محل تجـــاري أو فترينـــة عـــرض: تسبب تجمع الحرارة بنقطة معينة وترتفع درجة الحرارة لمستوى كاف لبدء الاحتراق الذاتي للمواد الموجودة بهذه النقطة.

اثر رفع قدرة المصباح

على وحدة الانارة وعلى المواد المحيطة

قدرة المصباح واط	حرارة الفتيلة درجة مئوية	حرارة غلاف المصباح درجة مئوية
100	2700-2200	175-95
200	2700-2200	260-145
300	2700-2200	340-190



ثالثاً: المقاومة الموضعية العالية في الدوائر الكهربائية:

تنشأ الحرارة وتتراكم في نقطة أو منطقة محدودة بفعل المقاومة الموضعية العالية، وبالتالي ينشأ خطر الحريق بهذه المنطقة إذا توفرت مادة قابلة للاشتعال. إن أهم سبب لزيادة المقاومة الموضعية، هو وجود وصلات أو توصيلات رديئة الصنع أو متآكلة، أو أن يكون الكيبل أو السلك، في نقطة ما، قد فقد العديد من شعراته بسبب تكرار الثني أو لتضرره بمؤثر خارجي، وبقي التيار ماراً في الشعرات المتبقية، مما يسبب حملاً زائداً وحرارة عالية في هذه النقطة.

وينطبق ذلك على توصيل الأسلاك على سوكة (ماسك) المصابيح، أو على مفاتيح الإنارة أو المعدات، كما يظهر على نقاط التماس غير النظيفة أو المتآكلة، ويؤدي لنشوء قوس كهربائي متتابع أو على فترات.

- **ارتخاء نقاط التوصيل:**

سواء على المفاتيح أو الفيوزات أو القواطع أو المخارج [الأباريز] أو وصلات الأسلاك أو علب الوصل مما يسبب ارتفاع حرارة نقطة التوصيل بسبب ارتفاع المقاومة الكهربائية لهذه النقطة، ولن تعمل الحمايات المغذية لأن الحرارة المنبعثة لا تشكل حمل زائد على الحماية.

- **يؤدي ضعف تلامسات [نقاط الاتصال] ضمن القاطع [بسبب رداءة صناعته] إلى ارتفاع حرارة متواصل، وتسخين العوازل وتخريبها تدريجيا لتصل درجة الانهيار [إما حريق موضعي أو قصر دائرة] وينطبق هذا أيضا على ارتخاء نقاط التوصيل على مدخل و مخرج القاطع.**

ملاحظة:

إن حمايات الدوائر كالقواطع أو الفيوزات أو غيرها، لا توفر الحماية لحالة القوس المتتابع، لأن التيار المار في هذه الحالة ليس تياراً زائداً. وللوقاية من ذلك يتوجب ربط جميع الموصلات بشكل جيد وبواسطة وصلات ربط خاصة، وعدم ربط الأسلاك بشكل مباشر (جَدِل). وكذلك ضرورة التفتيش الدوري لتفقد توصيلات المعدات والتمديدات وملحقاتها.

- **القوس المتعاقب (المتتابع):**

يعتبر أكثر مسببات الحرائق ذات المنشأ الكهربائي ويحصل عندما يتحول عازل ما إلى ناقل بسيط للتيار مما يسمح بمرور تيار تسريب عبر هذا العازل ويرفع حرارته، وبالتدريج ستخرب عازليته أكثر فأكثر بسبب الحرارة وستظهر نواتج التخريب على شكل:

{أ} ذرات كربون تتجمع على سطح العازل لتشكل مسار جديد للتيار

{ب} انطلاق غازات البلاستيك التي تشتعل بشكل نفثات متقطعة

ويزداد مرور التيار عبر الكربون المتشكل مما يفاقم المشكلة حتى وصولها لدرجة قصر دائرة أو بدء حريق. تظهر آثار حصول قوس متعاقب على شكل مسار أسود رفيع ضمن وعلى سطح العازل البلاستيكي ويمكن مشاهدة هذا المسار بواسطة مكبر ضوئي.

○ **دور الغبار والرطوبة بإحداث قصر دائرة وحريق محتمل:**

عندما تصل الرطوبة إلى الغبار المتراكم ضمن الأجهزة وأطـــراف التمديـــدات [نقـــاط التوصيل] يصبح هذا الغبار ناقلاً ويشكل خطورة تزداد بازدياد الفولتية.

! يشكل الغبار والرطوبة جسراً بين الأقطاب المختلفة (غالباً : فاز – أرض)

جسر من الغبار والرطوبة

⇩

مرور تيار تسريب

⇩

ارتفاع الحرارة

⇩

تغيير التركيب الكيماوي للعازل فيقل عزله

⇩

ازدياد التيار وارتفاع الحرارة

⇩

نقصان العزل وازدياد التيار والحرارة

⇩

احتمال قصر دائرة ثم حريق[بتوفر ظروف خاصة] أو حريق ثم قصر دائرة

- **العطل الكهربائي عالي المقاومة:**

إن ضرب مسمار مثلاً في كيبل بشكل مباشر سيؤدي لحصول دائرة قصر سرعان ما تجبر الحماية المغذية لها على فصل التيار.

أما إذا كان العطل تخريب عازلية فسيحصل تسريب تيار أقل من التيار المقرر للحماية ولن يفصل التيار وسيستمر العطل لفترة طويلة، وحيث أن مقاومة العطل كبيرة نسبياً فستكون منطقة العطل عبارة عن مدفأة كهربائية يمكن أن تصل حرارتها لمستويات خطرة على المواد المحيطة.

- **أثر القوارض [فئران، جرذان...]:**

إن وجود القوارض بالقرب أو ضمن لوحات التوزيع الكهربائية أو الأسلاك أو الكوابل يشكل خطراً.

إذ أن مرورها بين الباسبارات يمكن أن يسبب حصول قصر دائرة من خلال جسمها وتتولد كمية كبيرة من الحرارة تحرقها وتحرق اللوحة.

أو تقوم بقضم عوازل الكوابل أو الأسلاك مسببةً قصر دائرة بين النواقل أو بينها وبين الأرض. إن اكتمال دائرة العطل [قصر دائرة = شورت] من خلال جسم القارض [فأر – جرد . . . .] سيسبب رفع حرارة جسمه لمستويات عالية تسبب حرقه وحرق المواد المجاورة في حالات مثل:

{أ} قضم عوازل التمديدات قرب مواد سريعة الاشتعال [ورق– كرتون– برادي– أبخرة سريعة الاشتعال ...]

{ب} قضم عوازل كيبل ضمن لوحة توزيع تحتوي قش وأنقاض.

{ج} قضم عوازل كيبل قرب لوحة التوزيع وتركه وبعد فترة يمتلئ الموقع بالمياه [فصل الشتاء مثلاً] مسبباً مرور تيار عطل يرفع الحرارة لمستويات يمكن أن تكون خطرة.

رابعاً: اشتعال الغازات أو الأبخرة، بسبب الشرر المتطاير من بعض المعدات:

! وجود غبار أو أبخرة أو غازات قابلة للانفجار ضمن غرفة أو حيز مغلق:

حيث تكون نسبة مزيج الغبار أو الأبخرة أو الغاز إلى الهواء ضمن حدود الانفجار، فإن تغير وضع المفتاح الكهربائي ضمن هذا الحيز سواء بالتشغيل أو بالإطفاء فإن الشرارة البسيطة التي تحدث ضمن المفتاح تكون كافية إلى حدوث كارثة.

تتعرض بعض الأجهزة الكهربائية لحدوث شرر خلال عملية التشغيل، وأحياناً بسبب خلل أو عطل ما، وفي حالة وجود غازات أو أبخرة أو سوائل سريعة الاشتعال، أو غبار عضوي مجزأ على شكل دقائق صغيرة، فإن هذا الوضع يتضمن خطر الانفجار، لذا يجب مراعاة التالي:

أ_ تجنب تشغيل أجهزة مطلقة للشرر في هذه الأماكن، وعند الضرورة تستخدم أجهزة مغلفة كلياً.

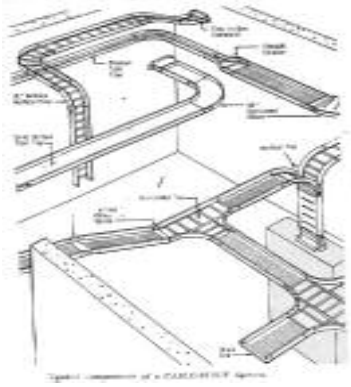
ب_ توفير التهوية الطبيعية الكافية، أو الميكانيكية بواسطة مراوح، لمنطقة تجمع الأبخرة أو الغازات القابلة للاشتعال، وذلك بهدف خفض تركيزها، مما يقلل من خطر اشتعالها أو انفجارها، وهذا ينطبق على المنطقة التي تحتوي على مواد صناعية مذيبة.

ج_ ضخ غاز خامل ضمن المنطقة المعنية، حول أو ضمن الأجهزة، وهذا الإجراء يؤدي لطرد الأبخرة والغازات القابلة للاشتعال.

خامساً: الحرائق المتسببة عن أعطال التأريض :

بسبب تكوّن قوس كهربائي وحرارة شديدة عبر مسار العطل الأرضي، الذي يتضمن نقاط ضعف، فإن خطر الاشتعال يظهر جلياً، وبخاصة إذا وجدت مواد قابلة للاشتعال، وقد ترتفع حرارة المواد المحيطة لتصل درجة الاشتعال في الحالات التالية:

1. **حصول قوس كهربائي مستمر بين موصلات التيار الكهربائي والأرض، عبر عازل فقد عازليته تدريجياً أو فجائياً.**
2. **حرارة عالية عند نقطة اتصال سيئة (مقاومة عالية)، أو عند الوصلات المتفككة أو المتآكلة على مسار العطل الأرضي.**
3. **تيارات عطل أرضي لا تعبر المسار الصحيح لشبكة الأرضي بسبب ارتفاع مقاومة هذا المسار، مما يؤدي إلى مرورها بمسار بديل وعلى شكل قوس كهربائي، إلى أي مسار أرضي مجاور مثل مواسير المياه أو الغاز، وهذا من شأنه ثقب أنبوب الغاز مثلاً وحصول حريق.**



لذا يتوجب التأكد وبشكل دوري، من استمرارية موصلات دائرة التأريض، وربط كافة الأغلفة المعدنية مع نظام التأريض، وكذلك استخدام قواطع حماية من التسرب الأرضي، إضافة لضرورة توفير الحمايات الكهربائية المناسبة، للوقاية من زيادة التيار بشكل عام.

*** الوقاية من الحرائق الكهربائية داخل المباني:**

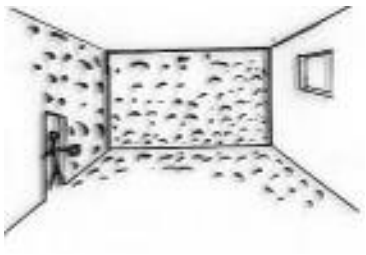
1 – تجنب وضع الأجهزة الكهربائية قرب مواد سريعة الاشتعال.

2- استعمال أجهزة ذات مواصفات عالمية، ومن مصادر معروفة.

3- استعمال أسلاك وقواطع مناسبة وبمواصفات معتمدة، في التركيبات الكهربائية.

4- عدم تعريض الأجهزة للغبار أو الرطوبة أو الغازات، ما أمكن.

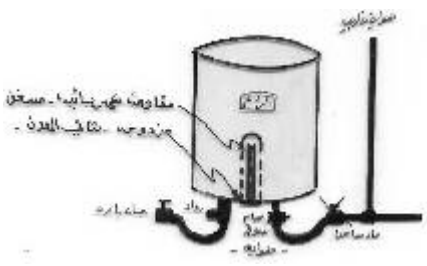
5- عدم إشعال أو إطفاء المصابيح أو الأجهزة الكهربائية،



إذا كان هناك تسرب للغاز داخل الموقع، إلا بعد تهوية المكان جيداً.

6- توفير معدات إطفاء الحرائق المناسبة.

7- الاستخدام الصحيح لسخان الماء الكهربائي من حيث تركيب صمام أمان من الضغط الزائد وكذلك رداد الماء الذي يحافظ على السخان من التفريغ غير المقصود للماء من داخله.



*** التعامل مع حريق مبنى مزود بالتيار الكهربائي:**

1-فصل التيار الكهربائي عن الموقع فوراً، وبمراعاة عدم التعرض لخطر التكهرب.

2-استعمال طفايات الحريق المناسبة، وإذا شمل الحريق أجهزة أو معدات كهربائية عالية القيمة فيفضل استخدام طفايات خاصة بحرائق الأجهزة الكهربائية.

3-عدم رش الأسلاك أو الأجهزة الكهربائية بالماء أو أية مادة إطفاء موصلة، إلا بعد التأكد من فصل التيار الكهربائي تماماً عن الموقع.

سادساً: الحرائق المتسببة عن حصول موجات كهربائية مفاجئة:

فيما يلي أبرز حالات حصول موجات كهربائية مفاجئة:

(أ) صاعقة تضرب شبكات التوزيع الكهربائية وتعبرها إلى بعض المباني.

(ب) تلامس (أو تفريغ) بين شبكات الضغط العالي والضغط المنخفض.

(ج) فقدان خط الحيادي (النيوترال) على شبكة التوزيع الكهربائية العامة.

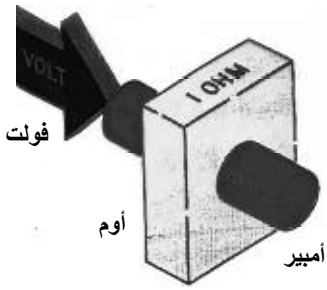
ففي الحالتين(أ) و(ب) يؤدي ارتفاع الفولتية إلى انهيار عازلية التمديدات والأجهزة وحصول حرائق ضمنها ويمكن أن تمتد لما حولها.

أما الحالة (ج) فتؤثر على الأجهزة فقط وتعطبها أو تحرقها.

وفي بعض الأحيان قد يتحول الوضع إلى حريق للمواد المجاورة لهذه الأجهزة.

أما في حالة ربط خط الحيادي (النيوترال) داخل المبنى مع شبكة تأريض المبنى فإن هذا الوضع غالباً ما يسبب حرق التمديدات، ويمكن أن يؤدي إلى حرق للمواد المجاورة قد يتطور إلى حريق لكامل المبنى.

*** أضرار الموجة المفاجئة:**



إن ارتفاع الفولتية يؤدي إلى ازدياد التيار المار في الجهاز بشكل كبير، وهذا يؤدي إلى توليد حرارة عالية ضمن الجهاز متضمناً خطر الحريق، فمثلاً: إذا تضاعفت الفولتية يتضاعف التيار أمبير المار وتصبح القدرة المستهلكة (فولت× أمبير) أربعة أضعاف القدرة التصميمية للجهاز، وترتفع الحرارة بشدة تبعاً لذلك.

*** أثر الموجة المفاجئة على التجهيزات:**

يظهر تأثير الموجة المفاجئة جلياً في الحالات التالية:

1- الأجهزة العاملة بالتحكم عن بعد، حيث تبقى وحدة التغذية الرئيسة (المحول) بوضع تشغيل، أي تبقى متصلة بمصدر التغذية الكهربائية.

2- إذا عبرت الموجة الخط الحيادي (النيوترال).

3- إذا كان الخط الحيادي للمبنى (النيوترال) موصولاً بشبكة تأريض المبنى ولم يكن القاطع الرئيس ثنائياً.

*** الظواهر التي تؤكد حصول موجة كهربائية مفاجئة:**

1- تعدد مواقع الضرر في مباني المنطقة المتأثرة بالموجة.
2- حرق عدد من الأجهزة، و/ أو عدة نقاط في التمديدات الكهربائية.
3- شطب برامج أجهزة أو حصول أخطاء عديدة فيها.
4- عمل الحمايات الكهربائية لبعض خطوط التمديدات.
5- مراجعة سجلات أعطال الكهرباء.
6- مراجعة سجلات الأرصاد الجوية حول الصواعق.

*** التحقيق في الحرائق الناجمة عن التيار الكهربائي:**

قبل البدء بأخذ عينات، من أجهزة أو تمديدات أو حمايات كهربائية مشبوهة أو متهمة بأنها سبب للحريق، لا بد من استعراض أساسيات التحقيق في الحرائق الناجمة عن التيار الكهربائي المبينة تالياً:

1- إن الحرارة المتولدة نتيجة مرور التيار، هي السبب الرئيس للحرائق ذات المنشأ الكهربائي.
2- إن العثور على أثر لتماس كهربائي (قصر دائرة) في موقع الحريق، لا يعني أنه سبباً للحريق، إنما يعني فقط أن هذا السلك أو الجهاز، كان مزوداً بالتيار الكهربائي خلال الحريق.

– إن أي حريق حول الأسلاك أو الكوابل يؤدي إلـــى انهيـــار وزوال العـــوازل، وبالتالي حدوث قصر دائرة (شورت/ تماس)، كما أن أي قصر دائرة يولـــد حـــرارة موضعية عالية يمكن أن تؤدي إلى حريق، إن توفرت ظروف محيطة خاصة كتـــوفر مادة سريعة الاشتعال.

أي حريق	أي قصر دائرة
⬇	⬇
انصهار وزوال العوازل	حرارة موضعية عالية
⬇	⬇
قصر دائرة	حريق
	[إذا توفرت ظروف خاصة]

3– في معظم القواطع الكهربائية، عندما يتعرض السلك أو الجهاز الكهربـــائي المغذى من القاطع لعطل ما، كحصول حمل زائد أو قصر دائرة، ويفصل القاطع تلقائياً، يصبح وضع ذراع التشغيل في المنتصف (وضعية العطل)، حيث الوضعية العلويـــة للتـــشغيل، والـــسفلية للإطفاء. إن هذا الوضع يعني حصول عطل مـــا، ســـواءً قبـــل الحريق مباشرةً، أو قبله بفترة طويلة، أو خلاله.

4- إن الأجهزة الكهربائية مسؤولة عن معظم الحرائق ذات المنشأ الكهربائي، أما الحرائق بسبب التمديدات الكهربائية فنادرة الحدوث.

5- حتى لو لم نعثر على سبب واضح للحريق، فإنه يستبعد حصول حريق ذي منشأ كهربائي على مسار الأسلاك، وذلك ما لم تكن هناك وصلات مرخية، أو يكون السلك مجاورا لحرارة عالية جداً.

6- إن الحريق ذا المنشأ الكهربائي يتضمن عادةً ارتفاع متدرج بالحرارة المتولدة، حتى الوصول إلى درجة الاشتعال الذاتي للمواد المجاورة كالعوازل وغيرها.

7- إن قصر الدائرة المؤدي لحريق يمكن أن يكون على نهايات الأسلاك، كعلبة الوصل، أو الإبريز(المأخذ الكهربائي)، أو لوحة التوزيع (لوحة القواطع أو الفيوزات)، أو نتيجة ضربة مباشرة للسلك أو الكيبل، وشريطة توفر مادة سريعة الاشتعال جوار الضربة.

أما إذا وجد التماس (قصر الدائرة) على مسار السلك أو الكيبل أو ضمن الجدار، فيكون غالبا نتيجة للحريق وليس سبباً له، أو يكون بسبب ضربة قديمة بهذا السلك أو الكيبل.

8-أثر الحريق على الأسلاك وعوازلها:

- **تكور نقاط التماس على السلك: إذا كان تكوراً حاداً بشكل شبه مدبب دل على أن قصر الدائرة حصل عندما كان السلك بارداً [يحتمل قبل بدء الحريق].**

أما إذا كان التكور بشكل كروي مفلطح دل على أن السلك كان ساخناً عندما حصل عليه التماس.

- **أثر الحريق على عوازل الأسلاك:**

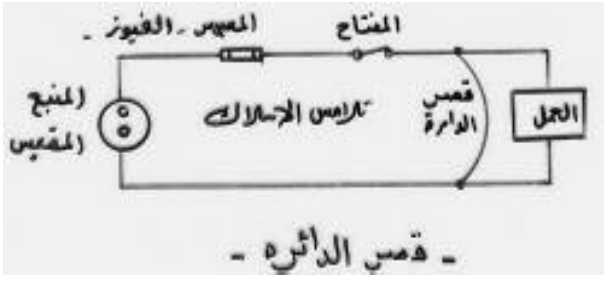
إذا كان مصدر الحرارة هو السلك نفسه [حمل زائد مثلاً] فإن العازل البلاستيكي المغلف للسلك يميل إلى الابتعاد عن السلك ويشكل أنبوب أو كم يسهل فصله عن السلك.

بينما إذا كانت الحرارة قادمة للسلك من الخارج [حريق خارجي] فإن العازل البلاستيكي يميل للانصهار ملتصقاً بالسلك نفسه.

9-<u>قصر الدائرة:</u>

معلوم أن شدة التيار الكهربائي تساوي قيمة فرق الجهد الكهربائي بالفولت مقسوماً على قيمة مقاومة الموصل والجهاز الكهربائي [الحمل] بالأوم.

كلما نقصت المقاومة في دائرة كهربائية كلما ازداد التيار الكهربائي المار فيها فإذا حصل تلامس بين موصلي الطور والحيادي [فاز ونيوترال] فإن المقاومة الكهربائية تصبح منخفضة بشكل كبير مما يزيد من شدة التيار الذي يؤدي إلى تسخين الموصل.



- قصر الدائره -

وما لم تعمل أجهزة الحماية لفصل التيار فستصل حرارة الموصل لمستويات خطرة.

*** قصر الدائرة (تماس، شورت):**

هو تدفق شديد للإلكترونات بمنطقة تماس سلكين مختلفـــي الفولتيـــة. وبمـــا أن المقاومة بمنطقة التماس عالية نسبياً [توصيل غير محكم] والتيار المار كبير، لذا فالحرارة المتولدة كبيرة جداً.

الحرارة بدورها ترفع مقاومة التوصيل، وهكذا . . . .

- تتعلق الحرارة المتولدة بمنطقة التماس بـــــ:

{1} مقاومة منطقة التماس

{2} زمن استمرار العطل [التماس] قبل عمل أجهزة الحماية

{3} شدة التيار المار والتي تتعلق بـــــ:

الفولتية

البعد عن المصدر

•مواصفات القوس الكهربائي (المرافق لقصر الدائرة):

{أ} الحرارة المتولدة: 2500 - 5000 درجة مئوية

{ب} تمتد لمسافة صغيرة خارج منطقة التماس

{ج} زمن استمرار القوس غالباً صغير إذا عملت أجهزة الحماية

{د} خطر الانفجار إذا توافرت الظروف المحيطة [مثل غرفة مليئة بغاز ضمن حدود الانفجار]

10-يمكن حصول قوس كهربائي بعدة مواقع في آن واحد في حالات خاصة مما يربك المحقق باحتمال الحرق العمد الجنائي، وذلك في الحالات التالية:

{1} حصول موجة كهربائية خارجية في حالات مثل:

- **صاعقة ضربت المنطقة والأبنية بشكل مباشر أو عبر شبكات التوزيع الكهربائية.**

- **تداخل شبكات الفولتية المتوسطة(أو العالية) مع شبكات الفولتية المنخفضة، وبالتالي تفريغ الفولتيات المتوسطة أو العالية إلى تمديدات المواطنين الداخلية عبر شبكات التوزيع الكهربائية الخارجية.**

- **فقدان أو ارتخاء خط الحيادي (النيوترال) على شبكة التوزيع الكهربائية الخارجية، مما يسبب تعريض الأجهزة الكهربائية لدى المواطنين لفولتية أعلى من قدرة تحمل هذه الأجهزة، مما يسبب عطبها وأحياناً اشتعالها لوحدها، أو تكون نقطة بداية حريق يشمل الموقع.**

{2} تمرير صفائح معدنية حادة على مسار سلك أو كيبل تؤدي لجرحه وتمرير تيار عطل كبير وإضعاف العازل بمواقع أخرى وحصول أقواس متعددة.

- **النقاط الأكثر خطراً في هذه الحالة هي الوصلات على مسار السلك أو نهايته.**

11- دلائل حصول قصر دائرة داخل علبة وصل:

قصر دائرة ⇦ قوس كهربائي ⇦ كمية كبيرة من الحرارة ... تؤدي إلى:

{1} ثقوب وفقاعات ضمن وحول العلبة

{2} تموج وانصهار والتصاق الأسلاك ببعضها وبالعلبة.

12- بشكل عام: يمكن تشبيه قصر الدائرة (التماس) بالألم عند الإنسان:

*** الألم: هو مؤشر لاختلال فيزيولوجي (مرض ، أذى ، ضرر) في مكان ما في جسم الإنسان.**

*** قصر الدائرة: هو مؤشر لاختلال فني، في الدائرة أو الظروف المحيطة.**

*** وفي كلتا الحالتين: الألم أو قصر الدائرة، يجب البحث عن السبب الحقيقي وراؤهما، لا اعتماد الظواهر فقط.**

13- حتى يكون الحريق ذا منشأ كهربائي يجب أن تتحقق ثلاثة شروط:

أ- ثبوت وجود عطل كهربائي، أو تراكم حراري كبير بسبب مرور التيار.

ب- إن موقع العطل الكهربائي هو في منطقة بدء الحريق.

ج- توفر مادة سريعة الاشتعال بجانب موقع العطل.

14- حالة التماس الكهربائي ذات الزمن الطويل (نسبياً):

إن حصول تماس كهربائي لزمن طويل نسبياً بسبب خلل في الحمايات، وهي حالات نادرة الحدوث، يمكن أن يؤدي إلى حرق للمواد المجاورة كالخشب أو المنسوجات أو النايلون أو الورق.

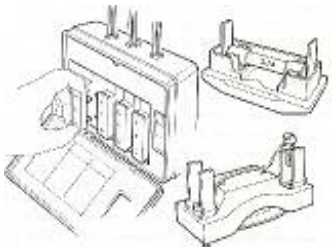
يمكن التأكد من حصول هذا الوضع، بتتبع مسار السلك أو الكيبل، إذ ستظهر آثار التسخين الزائد: كتغير لون الموصل (النحاس)، و/ أو انسلاخ وانصهار العازل مبتعداً عن الموصل في عدة مواقع، سواء قرب مركز الحريق أو بعيداً عنه باتجاه لوحة التوزيع الكهربائية.
أما إذا وجد العازل متفحماً وملتصقاً بالموصل (النحاس) فإن هذا الوضع يعني بأن مصدر الحرارة كان خارجياً، وأن السلك كان ضحية لحريق خارجي مجاور.

15- تأثر لون نحاس الأسلاك:

تؤثر الحرارة العالية على لون النحاس حيث تعطيه لوناً متدرجاً [أحمر فاتح - كرزي] وعمق تأثر اللون يبين مصدر الحرارة، يتم كشط النحاس تحت العازل مباشرة بواسطة سكين:

- فإذا ظهر لون النحاس الأصلي تحت الكشط مباشرة كان مصدر الحرارة خارجياً
- أما إذا كان تغير اللون عميقاً فمصدر الحرارة داخلي.

16- فشل أجهزة الحماية (قاطع – فيوز):



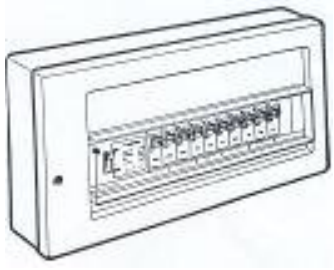
نادراً ما تفشل أجهزة الحماية بسبب عطل داخلي وغالباً يكون السبب عامل إنساني مثل:

{أ} تكبير سلك الفيوز أو رفع قدرة القاطع دون مراعاة قدرة السلك المغذي منه.

{ب} إلغاء الحماية نهائياً بـ:

- وضع سلك بدلاً منها
- ربط السلك أو الكيبل على مدخلها بدل مخرجها

17- أسباب احتراق لوحات التوزيع:



{1} وصلات مرخية

{2} انهيار عازلية أحد القواطع

{3} انفجار أحد القواطع لعدم قدرته على فصل عطل أكبر من قدرته على القطع.

{4} فشل القاطع في فتح دائرة حمل زائد مغذاة منه بسبب التقادم ولعدم تجريب تشغيل القواطع دورياً.

{5} اكتظاظ الأسلاك وتحميل زائد لبعضها.

{6} الأحمال المستجرة من لوحة التوزيع تفوق قدرتها.

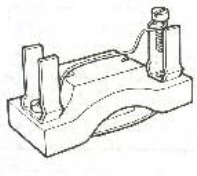
{7} استخدام مواد مسرعة للاشتعال ضمن اللوحة أو فوقها بشكل معلق، بقصد الحرق العمد.

18- أثر الحريق على صندوق مغلق لتمديدات كهربائية:

إذا كان تضرر وتفحم محتويات الصندوق متماثل دل ذلك على أن الحرارة أتت عليه من الخارج أما إذا كان هنالك تباين وتدرج في الضرر والتفحم ضمن الصندوق فهذا يدل أن مصدر الحرارة كان داخلياً.

- **أثر الحريق على الفيوزات ذات السلك المكشوف (القابل للتبديل):**

يعطي الفيوز المعطوب دلائل على سبب عطبه بالحريق:



!قصر دائرة كامل: تفكك وتقطع سلك الفيوز وقطرات صغيرة مصهورة من المعدن وظهور السناج حوله.

! زيادة تيار ولكن أقل من قصر دائرة: انصهار الجزء الأوسط من سلك الفيوز مع بقاء نهاياته كما هي.

!انصهار سلك الفيوز بسبب حرارة خارجية [حريق خارجي]: ينصهر بشكل كامل وليس بمنطقة فقط وتظهر آثار انصهار على الفيوزات المجاورة أيضاً.

- **وبشكل عام فإن فحص الدوائر المغذاة من الفيوز المشتبه فيه سيدعم المشاهدات أعلاه.**

19- القواطع الكهربائية:

- **استخدام قواطع ذات استطاعة [قدرة] قطع منخفضة ولعقار قريب من محطة التحويل أو يتغذى عبر كيبل أرضي:**

إن حصول أي عطل شديد ضمن العقار يمكن أن يؤدي إلى انفجار هذا القاطع قبل فصله وهذا الانفجار يمكن أن يتحول لحريق إذا توافرت ظروف محيطة مناسبة.

- **رداءة بعض أنواع القواطع المستخدمة:**

بحيث لا تفصل حسب القدرة المسجلة عليها [التيار المقرر] مما يسمح بتحميل زائد للتمديدات المنطلقة منها وهذا من شأنه رفع درجة الحرارة لهذه التمديدات لمستويات يمكن أن تكون خطرة.

20- انهيار عازلية إبريز كهربائي:

إن سوء عازلية الإبريز أو تعرضها للاتساخ [زيوت أو ما شابه] أو تعرضها لحرارة سواء خارجية من مصادر تسخين مجاورة أو داخلية بسبب ارتخاء توصيلاته سيؤدي إلى تخريب تدريجي في العازلية.

هذا يؤدي إلى تيار تسريب بين الفاز والأرض أو بين الفاز والنيوترال مؤدياً لمزيد من ارتفاع الحرارة الموضعية يمكن أن يسبب اشتعال ذاتي للمواد المجاورة [لوح خشب أو ديكورات . . . .

- **إذا كان بدء الحريق جانب إبريز كهربائي:**

{أ} عدم التسرع باتهام الإبريز كسبب للحريق

{ب} إن الحريق ذات المنشأ الكهربائي يتضمن عادةً ارتفاع متدرج بالحرارة المتولدة حتى الوصول إلى درجة الاشتعال الذاتي.

- **<u>تساؤلات حول اتهام الإبريز:</u>**

- ✓ **{1} هل كانت مواد سريعة الاشتعال جواره**
- ✓ **{2} هل كان مزوداً بالتيار الكهربائي خلال الحريق**
- ✓ **{3} هل يغذي جهازاً معيناً أو وصلة امتداد**
- ✓ **{4} هل يوجد مظاهر ارتفاع حرارة تدريجي**
- ✓ **{5} هل قياس السلك المغذي له متناسب مع الحماية ومع الحمل**
- ✓ **{6} هل عملت الحماية**
- ✓ **{7} هل تعرض الإبريز لمشكلات فنية قبل الحريق.**

*** فحص الفيش الكهربائي:**

- **يتم فحص أقطاب الفيش [الآخذ]: فإذا كانت نظيفة دل أنها كانت ضمن الإبريز [المأخذ] خلال الحريق.**
- **أما إذا كانت متسخة بالسناج أو محترقة فهذا يدل أنها كانت خارج الإبريز خلال الحريق وبالتالي فهذا الفيش [والجهاز الملحق به] لم يكن مزوداً بالتيار خلال الحريق.**

21- لماذا تكثر الحرائق ذات المنشأ الكهربائي في المرافق السكنية أكثر من المرافق الصناعية أو المجمعات التجارية [ما عدا الحرق العمد بطرق كهربائية]:

- **في المرافق السكنية:**

{1} التعامل مع التمديدات والتجهيزات يتم من قبل عامة الشعب
{2} كثرة التعامل مع الأباريز والمفاتيح والوصلات
{3} استخدام أسلاك وصلات خارجية بقياس لا يتناسب مع الحمل
{4} الاهتراء والتقادم وقلة الصيانة
{5} زيادة تحميل الإبريز الواحد
{6} استخدام مصباح أكبر من قدرة وحدة الإنارة.

- **في المرافق الصناعية والمجمعات التجارية:**

تتناقص الأخطار لوجود مهندس أو فني متخصص وتكون الأخطار كالتالي:

{1} ارتخاء نقاط التوصيل على النهايات [القواطع والمفاتيح]
{2} نقص صيانة الأجهزة والتمديدات
{3} استخدام أسلاك وكوابل بقياس أصغر [الجهل أو التوفير]
{4} الظروف المحيطة [الحرارة العالية أو البرودة الشديدة]

أثر التيار الكهربائي على جسم الإنسان.
وخطر الإصابة بالصعقة الكهربائية.

يمكن اختصار آثار التكهرب (الصعقة الكهربائية) كالتالي

! الموت نتيجة الرجفان البطيني أو توقف القلب.

! حروق مختلفة (سطحية وداخلية)

! اضطرابات مؤقتة للدورة الدموية والتنفس تنتهي بانتهاء التكهرب.

- العوامل المؤثرة على الإصابة بالتيار الكهربائي :

{1} مستوى الفولتية : كلما ازدادت زاد خطر الإصابة.

{2} وضعية الشخص المصاب : كلما كان معزولاً بشكل أفضل قل خطر الإصابة. هذا يشمل رطوبة سطح الجسم وطبيعة اتصال الجسم بالأرض

{3} زمن مرور التيار : كلما ازداد زاد الخطر وهذا يتطلب الإسراع دوماً بعزل المصاب عن التيار.

{4} مسار التيار الكهربائي في جسم الإنسان :تكون أشد الإصابات خطراً إذا شمل المسار أعضاء هامة كالقلب والرئتين. وبالتالي فإن أخطر المسارات هي:
من اليد اليسرى إلى القدمين

{5} الخصائص الفيزيولوجية للشخص المصاب : ترتفع خطورة الصدمة الكهربائية على الإنسان إذا كان مريضاً أو عصبياً أو مرهقاً أو متوتر الأعصاب.

تأثير التيار الكهربائي {فولتية التوزيع 400/230 فولت } على جسم الإنسان

كلما طال زمن التعرض للصدمة الكهربائية كلما ارتفعت درجة حرارة الجسم ونقصت مقاومته وبالتالي ازداد تلقائياً التيار المار فيه.

يبين الجدول التالي تدرج الإصابة مع ارتفاع قيمة التيار المار وهي كذلك تتناسب مع ازدياد زمن التعرض للصدمة.

قيمة التيار المار (ميللي أمبير)	تأثيره على جسم الإنسان
1	رجفة مزعجة
8	تقلصات عضلية ويمكن الإفلات من ملامسة التيار
30	تشنجات مؤلمة ويصعب الإفلات دون مساعدة الآخرين، وميل للإستسلام
50	تقلص الرئتين واحتمال الإختناق
100	إختلال عمل عضلة القلب واحتمال تصلبها والوفاة
200	توقف القلب تماماً وحروق بالأحشاء الداخلية

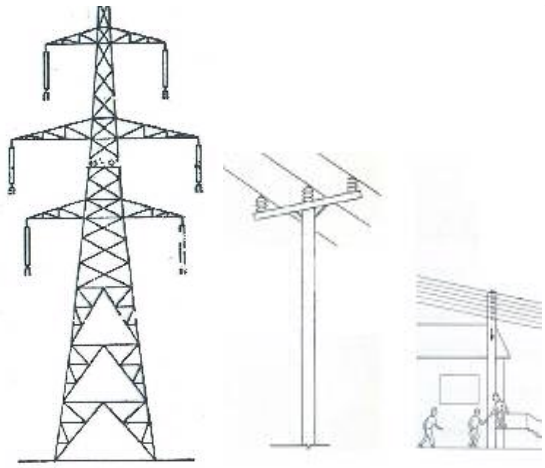
تأثير التيار الكهربائي على جسم الإنسان

- فولتيات عالية {بالكيلو فولت }: تتم معظم حوادث التكهرب قبل لمس المصاب لموصلات التيار بسبب حصول قوس كهربائي مع جسمه تؤدي لرد فعل عضلي شديد تبعده عن مصدر التكهرب.وفي معظم الحالات تؤدي لحروق داخلية خطيرة.
- فولتيات مستمرة {تيار مستمر }

– بسبب مرور التيار ترتفع حرارة الأحشاء وتؤدي لحروق داخلية تتناسب مع مستوى الفولتية.

– الفولتيات المستمرة العالية تؤدي إلى تحلل دم المصاب وبالتالي توقف تزويد الأكسجين للأعضاء {رغم استمرار عمل الرئتين قبل الوفاة مباشرة }

إن خطر الاقتراب من الشبكات {سواء خطر الصعقة الكهربائية على الإنسان أو خطر القوس الكهربائي المؤدي لحريق} يزداد بازدياد الفولتية. كلما ازدادت الفولتية ازدادت مسافة الأمان المطلوبة.



الفولتية المقدرة بين الأطوار (الطرات) (كيلو فولت)	أدنى مسافة (سم)
لغاية 6.6	60
6.6 - 11	65
11 - 33	70
33 - 66	80
66 - 132	125
132 - 275	275
275 - 375	350

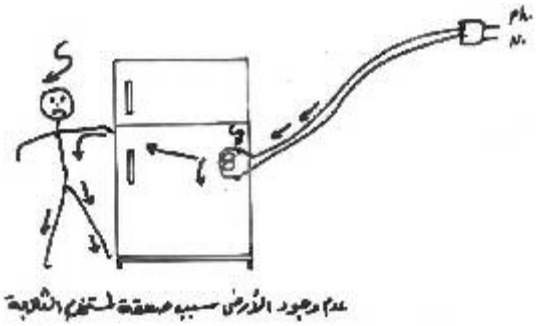
المسافة بين الشبكة وأقرب نقطة من جسم العامل

---

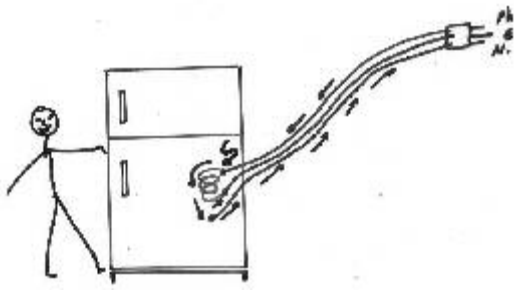
* أسباب حوادث التكهرب (الصعقة الكهربائية):

{1} عدم التقيد بمتطلبات السلامة والأمان
{2} نقص المعرفة بالنواحي العلمية والفنية
{3} استخدام عوازل ونواقل كهربائية دون المستوى اللازم
{4} الاستهتار بمخاطر التيار الكهربائي بحجة :
- ! الخبرة الطويلة
- ! الشجاعة أو الجرأة

<u>إجراءات وقائية لتقليل خطر الصدمة الكهربائية</u>: توفير التأريض الكهربائي لحماية الأشخاص



عدم وجود الأرضي سبب صعقة لشخص الثلاجة



نظراً لأن تنفيذ نظام تأريض ذي مقاومة صغيرة يكلف مبالغ عالية فإنـــه يمكـــن القبول بنظام تأريض بمقاومة عالية نسبياً مع استخدام قاطع التسريب الأرضي. الذي يعمل على حماية الأشخاص من خطر الصعقة الكهربائية ويفصل التيار عند حصول أي خطر سواء قبل ملامسة الشخص للجسم المعدني المكهرب أو بعده.

الصدمة الكهربائية .... مطلوب التصرف الفوري ... التأخير مميت

<u>التأكد من الوصول الآمن إلى المصاب:</u> إذا لم يكن المصاب بعيداً عن مصدر التيار. يتم إبعاده عن التلامس وذلك بفصل التيار فوراً، إما بنزع القابس [الفيش] أو نزع الكيبل، وإذا لم يكن ذلك ممكناً، يتم الوقوف على سطح عازل [مثل: مطاط، خشب جاف، طوب جاف، جرائد مطوية وسميكة، كتب] ومحاولة دفع أو سحب المصاب حتى يتخلص من التلامس، وذلك باستخدام مواد عازلة مثل عصا مكنسة طويلة جافة.

! عدم لمس المصاب بأيد عارية.

حرائق غرف العمليات

أ- مسببات الحرائق:

حتى يتم تفاعل الحريق لا بد من توفر ثلاثة عناصر هي: الوقود والأكسجين (عنصر مؤكسد) والحرارة (مصدر إشعال). وهو ما يعرف بمثلث الاشتعال.

في غرف العمليات تتوفر جميعها. لذا فإن أي خطأ أو سوء تنسيق بين فريق العمل يمكن أن يؤدي إلى كارثة.

يعتبر خطر الحريق ملازماً لأية عملية جراحية سواء بغرفة العمليات أو عيادة الطبيب أو الرعاية السريرية للمريض، ويشمل الخطر المريض والفريق الطبي وكذلك الأجهزة الطبية وغيرها.

ينشأ الحريق في غرف العمليات عند تشغيل أدوات جراحة أو أدوات كيّ كهربائية، في جو مشبع بالأكسجين ضمن مواد محيطة قابلة للاشتعال،

فيمكن مثلاً حصول شعلة للاسفنجة المستعملة للتجفيف أو إشعال طرف الشرشف (غطاء المريض).

مما ينجم عن الحريق حروقاً متفاوتة الشدة للمريض، تتضمن الوجه، الرقبة، الصدر، وكذلك الفخذ.

- **تتجمع الأبخرة المخدرة في غرف العمليات بشكل عام**
- **يمكن أن تتولد الشحنات الكهربائية الساكنة عند نزع الأغطية المطاطية أو البطانيات ضمن الغرفة.**
- **كما أن حركة الأشخاص ضمن الغرفة سواء تنقلهم أو جلوسهم على المقاعد المكسوة بالمطاط سيؤدي لتوليد الشحنات الكهربائية على أجسامهم**
- **أي تفريغ لهذه الشحنات سيشكل خطورة لوجود أبخرة سريعة الاشتعال.**

- جسم الإنسان:

- إن جسم الإنسان مراكم جيد للكهرباء الساكنة ويسهل شحنه...

- لذا فإنه يتعرض للخطورة في الأماكن التي تحتوي أبخـــرة أو غـــازات قابلـــة للاشتعال

وخصوصاً في الجو الجاف.

ويزيد من خطر الحريق في غرفة العمليات تعدد الأشخاص العاملين بوقت واحد:

- **الجراح: يوفر الحرارة (مصدر الإشعال)**
- **طبيب التخدير: يوفر المادة المؤكسدة**
- **التمريض: يوفر المواد القابلة للاشتعال**

وقد تتداخل أدوار فريق العمل من حيث مشاركتهم بمثلث الاشتعال.

إن عناصر مثلث الاشتعال المتوفرة في غرفة العمليات هي:

أ- وقود:

- أغطية وشراشف طبية – ملابس وأثواب طبية- إسفنج- غـــازات التخـــدير- أقنعة وجه – أدوات وأنابيب التنفس الإضافي – فوط ومحارم-مناشـــف- غطـــاء الأسرّة- فرشات- مواد مطهرة يمسح بها جسم الإنسان- أنسجة جسم الإنسان- أبخرة المواد العضوية الكيماوية- شعر الإنسان -غازات المعدة الـــصادرة عـــن المريض- غازات الهيدروجين والميثان التي تنتجها البكتيريا- ومواد أخرى.

إن هذه المواد لا تشتعل بسهولة في جو الغرفة العادي (21% أكسجين) أما فـــي جو غرفة العمليات حيث الأكسجين المرتفعة فإن اشتعالها يصبح سهلا وسريعا.

فمثلا بلاستيك أنابيب التنفس يشتعل بسهولة في جو 26% أكسجين.
كما أن شعر جسم الإنسان يشتعل بسرعة في الجو المشبع بالأكسجين (50% أكسجين)

ب- مادة مؤكسدة:

جو الغرفة الغني بالأكسجين، إضافة لأكاسيد النيتروجين N_2O، والهواء الطبيعي، والهواء الطبي المضغوط.
ولأن الأكسجين أثقل من الهواء فهو يتجمع في أماكن غير متوقعة مثل الفراغات المتشكلة تحت الأغطية والشراشف وبالذات في منطقة الرأس والرقبة.
كما يتسرب الأكسجين عادةً من خلال فراغات بالشراشف (الأغطية) ليصل موقع الجراحة.
إن الحرائق في جو غني بالأكسجين تكون سريعة وأكثر سخونة، وتنتشر أسرع من تلك التي تحصل في جو طبيعي، وهذا هو سبب تفاقم الخطر في غرف العمليات.

ج- الحرارة (مصدر إشعال): أجهزة الليزر- أجهزة الكي أو الجراحة الكهربائية- مصابيح الإنارة الإضافية-جهاز الصدمة الكهربائية للقلب – التأريض الكهربائي
- إضافة لخطر تفريغ الكهرباء الساكنة:

- أداة الكي الكهربائية:
تعتمد على رفع حرارة سلك التسخين في مقدمتها والذي يلامس بدوره أنسجة الجسم بهدف القطع أو الوصل أو التئام الجرح أو غير ذلك.

<u>الأجهزة الطبية ذات الترددات العالية (الموجات القصيرة جداً)</u>:

أجهزة تولد أمواجاً كهرومغناطيسية ترددتها عالية جداً (تصل 400 ميغا هرتز) يتم تعريض أجزاء من جسم الإنسان لهذه الموجات (بوضعها بين قطبي هذه الأجهزة)، فتخترقها وتسخنها.

كما تستخدم أجهزة الجراحة الكهربائية بترددات بين 0.5–3 ميغا هرتز لأغراض القطع أو التخثير، باستخدام أقطاب خاصة تؤدي الغرض (سواء القطع أو التخثير) وتقلل الأثر التخريبي خارج المنطقة المستهدفة.

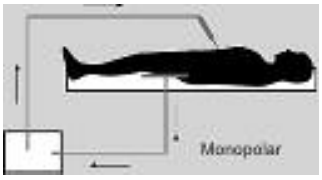
فائدة التيارات ذات الترددات العالية:

1- أثر حراري كبير ناتجاً عن مقاومة النسج لها

2- لا تسبب تنبيهاً للأعصاب والعضلات.

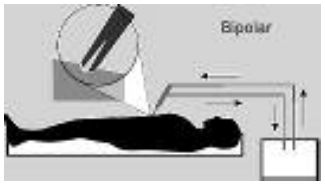
- <u>أداة الجراحة الكهربائية</u>: تعتمد تمرير تيار كهربائي من خلال أنسجة الجسم لمعالجتها باستخدام تيار ذي تردد عالي لا يسبب تقلص العضلات. وهي نوعان:

_ أحادية القطب:



يكون دخول التيار إلى الجسم عبر قلم (قطب) يتحكم به الجراح في موقع الجراحة. أما خروج التيار فيكون عبر قطب عريض على شكل لصاقة تثبت على الجسم بمكان بعيد عن موقع الجراحة.

_ ثنائية القطب :



تكون على شكل ملقط يمر بين طرفيه تيار كهربائي عبر النسيج المراد جراحته (تخثير أو دمج أو التئام أو قطع أورام أو غيرها)

أداة جراحة الليزر:

تعتمد إطلاق طاقة حرارية موجهة على شكل فوتونات إلى الهدف وهو المنطقة المعنية بالمعالجة، فنمتصها الخلايا وتتضرر بنسب مختلفة، لذا تعتمد الجراحة بالليزر على عدة عيارات من حيث طول الموجه وفترة النبضة وقطر تركيز الأشعة وكذلك معدل التكرار.

وإذا أعطيت جرعة أكثر من اللازم فقد تتضرر الأنسجة أو الجلد على شكل ندب أو قروح، ويمكن أن يسبب تغيير لونه أو بنيته.

جهاز الصدمة الكهربائية للقلب:

- يستعمل هذا الجهاز لإخراج القلب من حالة الانقباض العضلي (التليف)

- يتألف من مكثف كبير يتم شحنه عن طريق شاحن، يتم تفريغ شحنته بواسطة قطبين

يوضعان على صدر المريض.

- يصل الجهد الذي يولده آلاف الفولتات وتستغرق الصدمة 5 ميللي ثانية فقط.

- ضرورة الاهتمام بنظافة الأقطاب واستدام المرهم الأيوني الناقل وضغط الأقطاب بشكل

جيد على صدر المريض بهدف تخفيض مقاومة الأقطاب.

- يتم تطبيق الصدمة بتشغيل كبستين (على قطب كبسة) في آن واحد لغايات الأمان في التشغيل.

أجهزة الأمواج فوق الصوتية:

تعتمد الاهتزازات الميكانيكية عالية التردد (1-20 ميغا هرتز بينما الأذن البشرية يمكنها سماع لغاية 17 كيلو هرتز)

إن جعل خفقان قلب الجنين مسموعاً هو أن القلب المتحرك يعكس أمواج فوق الصوتية الموجه إليه مما يغير التردد المنعكس لهذه الموجات، ويقوم الجهاز بتحويل التردد إلى صوت مسموع (وبالتالي لا تؤثر تشويشات المحيط على نقاء الصوت).

الأشعة السينية:

أمواج كهرومغناطيسية ذات ترددات عالية جداً تستطيع اختراق الجسم (حيث لا تستطيع الأمواج الضوئية المرئية اختراقه) .

إن امتصاص الأجسام لهذه الأشعة يعتمد على نوع وسماكة الجسم لذا تستخدم الأشعة السينية بالتصوير.

ومن وجهة نظر الحريق... لا مخاطر تذكر.

- الكهرباء الساكنة:

إن المنسوجات المصنوعة من خيوط صناعية كالنايلون والبيرلون وغيرها تشحن كهربائياً بالاحتكاك، يتبعه نشوء جهود كهربائية ساكنة عالية، وتفريغ على شكل انفراغات وميضية، قد يؤدي إلى انفجارات أو حرائق.

عندما يلمس الإنسان جسماً مشحوناً بكهرباء ساكنة، ويكون في الوقت ذاته متصلاً بشكل أو بآخر بالأرض، فإنه يتلقى صدمة كهربائية، وأيضاً إذا كان هو نفسه مشحوناً ولامس جسماً مؤرضاً.

- التأريض الكهربائي:

عندما يكون المريض مربوطاً إلى جهاز سيء التأريض ويقوم بملامسة شخص ما يلامس بدوره جسماً مؤرضاً كسرير أو غيره، فإن ذلك يشكل أيضاً خطورة. حيث يمكن أن يسري تيار من الجهاز سيء التأريض إلى المريض وعبر الشخص المجاور إلى السرير إلى الأرض، وربما كان التيار مميتاً تحت ظروف معينة، كما تشكل شرارة التفريغ البسيطة خطر الحريق إذا كان الجو المحيط قابلاً للاشتعال.

ب- الوقاية من الحرائق:

من الضروري تثقيف فريق الجراحة كاملا (الجراحين-التخدير-التمريض-الفنيين ..) بالخطر المحيط بهم، والإلمام المسبق بقابلية الاشتعال للمواد التي يتعاملون معها مثل الأصبغة والمحاليل والألبسة المستخدمة خلال الجراحة، والحذر من إمكانية اشتعال أبخرة هذه المواد.

تتم الوقاية من الحرائق بإضعاف عناصر الاشتعال: الوقود- الأكسجين- الحرارة:

أ- الوقود:

- **تغطية شعر المريض (خصوصاً شعر الرأس والذقن والشارب) بالقرب من موقع الجراحة. وذلك باستخدام هلام (دهون) غير قابل للاشتعال.**
- **تغطية عيون المريض بقماش مبلل بكلوريد الصوديوم**
- **تجنب التنظيف بمواد قابلة للاشتعال**
- **استخدام شراشف وأغطية مسامية (بها ثقوب) لخفض خطر تجمع الأكسجين (أو أبخرة قابلة للاشتعال) ضمنه.**
- **استخدام أغطية وشراشف مقاومة للاشتعال، ما أمكن**

- **ترتيب وتنظيم المواد في غرفة العمليات وبخاصة الشراشف والمحاليل القابلة للاشتعال**
- **ترطيب متواصل لقطع الشاش والإسفنج المستخدمة في القصبات الهوائية لمنع تسرب الغازات.**
- **التخلص من قطع الشاش والإسفنج المستخدمة أولاً بأول بعيداً عن موقع الجراحة.**
- **إعادة ترتيب الأغطية والشراشف باستمرار لمنع تشكل فراغات ضمنها يمكن أن تمتلئ بالغازات.**
- **خلال جراحة البلعوم: استخدام أنبوب الشفط (المضخة الماصة) أقرب ما يمكن من موقع تسرب غازات التنفس وذلك لمنع الغازات من التجمع**
- **استخدام أنبوب الشفط (المضخة الماصة) أقرب ما يمكن من موقع تسرب غازات التنفس وذلك لمنع الغازات من التجمع.**

ب- **<u>الأكسجين:</u>**

- **عدم السماح بتجمع الأكسجين (O)، أو أكسيد النيتروجين (N_2O) أو أية غازات أخرى تحت الأغطية (الشراشف) وخصوصاً حول الرأس أو الرقبة.**
- **استخدام أغطية (أو شراشف) مسامية لمنع تشكل قنوات تمتلئ بالغازات تحتها.**
- **عدم استخدام الأكسجين بنسبة تزيد عن 50% إلا للضرورة وخصوصاً خلال جراحة الرأس أو الرقبة وعند استخدام الأنبوب الأنفي. ويمكن استخدام أكسجين بتركيز 30% إذا كان ذلك كافياً لطبيعة العملية.**
- **ضخ أكسجين بالكميات الضرورية فقط، لأنه كلما ازداد تفاقمت الخطورة.**
- **إيقاف ضخ الأكسجين لمدة دقيقة،أن أمكن، قبل البدء باستخدام أدوات الكي أو الجراحة الكهربائية أو جراحة الليزر، وذلك لعمليات الرأس أو الرقبة.**

ج- خفض خطر الحرارة (مصدر الإشعال):

أولاً: ما يتعلق بالاستخدام:

إن المصدر الرئيس للإشعال هو أدوات الكي والجراحة الكهربائية وأدوات الليزر وكذلك مصابيح الإنارة المساعدة، إضافة لتفريغ الكهرباء الساكنة والتأريض الكهربائي.

لذا يراعى التالي:

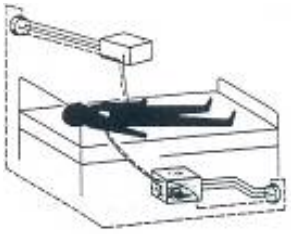
أولاً- ما يتعلق بالاستخدام:

- **وضع قلم (قطب) الجراحة على الحمالة الخاصة عندما لا يكون بالاستخدام**
- **تشغيل المعدات فقط عندما تكون بيد الجراح وتحت نظره المباشر.**
- **إطفاء المعدات قبل رفعها من موقع الجراحة**
- **عند استخدام مصدر أكسجين مفتوح يفضل استخدام أدوات جراحة ثنائية القطب طالما أمكن ذلك جراحياً، خصوصاً لأعمال جراحة الرأس والرقبة. على اعتبار أن خطر الشرر والقوس الكهربائي للأداة ثنائية القطب أقل من تلك الأحادية.**
- **عدم استخدام أدوات الكي أو الجراحة الكهربائية لجراحة القصبة الهوائية تجنباً لاشتعالها**
- **عدم استخدام مفاتيح تشغيل عن طريق القدم لضمان عدم التشغيل العفوي لها**
- **عدم وضع أية أداة كهربائية أو مصابيح الكهربائية المساعدة (إن وجدت) على السرير أو على مواد قابلة للاشتعال، بل على الحامل الخاص بها سواء خلال التشغيل أو الإطفاء.**

- تستخدم أدوات الليزر من قبل الشخص المخول باستخدامها فقط، ويتم وضع الجهاز بحالة الاستعداد STANDBY أو الإطفاء طالما أنه ليس قيد العمل، ومهما كانت فترة التوقف قصيرة.
- الانتباه عند الاستغناء عن أداة الكي الكهربائية أن يتم فصل سلك التسخين (في المقدمة)، قبل إلقائها في النفايات (وكذلك رفع البطاريات منها، إن كانت تعمل بالبطاريات)

ثانياً: ما يتعلق بالتوصيلات:

-- الكهرباء الساكنة: يتم تجنب خطر الكهرباء الساكنة من خلال:



أ- توصيل جميع المعدات الكهربائية والأجسام المعدنية داخل

غرفة العمليات إلى خط تأريض لتحقيق هدفين:

1- تفريغ أية شحنات كهربائية متولدة، أولاً بأول

2- منع حدوث فرق جهد كهربائي بين نقطتين مهما كان منشأه.

ب- استخدام أرضيات خاصة تكون موصلة للتيار الكهربائي.

ج- استخدام أحذية للأشخاص ذات مسامير معدنية (مقاومة للشرر أيضاً)

د- ترطيب المكان قدر الإمكان.

ذ- تفادي استخدام المواد التي يمكن أن تشحن بالكهرباء الساكنة

-- التيار الكهربائي: يتم تجنب خطر التسريب الكهربائي من خلال:

1- أن تغذى الأجهزة المربوطة إلى مريض واحد من مأخذ واحد أو من مجموعة مآخذ متجاورة لها نقطة حماية التأريض ذاتها
2- أن تؤرض كل الأجسام المعدنية الموجودة قرب المريض كل على حده مع نفس نقطة الحماية بالتأريض
3- أن يربط المريض عن طريق قطب تأريض وحيد مع الأرضي المشترك
4- التعامل بحذر وانتباه مع الأسلاك الكهربائية والمآخذ وفحصها من قبل الفنيين بشك دوري ومنتظم للتأكد من عدم وجود انقطاعات أ وعيوب في الأسلاك، ولا يسمح باستخدام أسلاك التطويل.
5- أي شعور بوخزة كهربائية مهما كانت بسيطة (عند ملامسة أي جهاز)، يستوجب سحبه من العمل لحين إصلاحه.

- مكافحة حرائق غرف العمليات:
  - إغلاق مصادر الغازات الطبية
  - نزع الأغطية والشراشف وإلقاؤها جانباً على الأرض، وكذلك أية مواد أخرى يمكن أن تشتعل
  - إطفاء أية حرائق أو شعلات جانبية
  - إخلاء غرفة العمليات إن تكاثر دخان
  - استخدام طفاية الحريق المناسبة، ويفضل جود طفاية ثاني أكسيد الكربون (CO_2) على مدخل غرفة العمليات لسرعة تناولها.
  - طلب المساعدة الخارجية إن خرج الموقف عن السيطرة

!الانفجار الدخاني *(Back Draft)*

هو انفجار غاز أول أكسيد الكربون ويحصل في الحرائق المحصورة قليلة الأكسجين (نار مدخنة) وعندما يتوفر الأكسجين فجأة (فتح أو كسر مدخل) يحصل احتراق سريع جداً بشكل انفجار مسبباً أضراراً بالغة وخطراً على رجال الإطفاء.

!الانفجار *(Explosion)*

حريق مفاجئ سريع جداً ينتج عنه تمدد هائل بحجم الغازات وارتفاع هائل بالضغط وصوت عالي وحرارة يمكن أن تصل إلى 1600 درجة مئوية

!حدود الانفجار *(Explosive Limits)*

تعطى عادة كحد أعلى وحد أدنى للنسبة المئوية للمادة إلى الهواء فإذا كانت النسبة خارجها فلن يتم تفاعل الانفجار.

!الحرق العمد الجنائي *(Arson)*

جريمة استخدام النار أو الانفجار لتخريب أملاك الآخرين أو الاحتيال على شركات التأمين أو إخفاء جريمة أخرى

!درجة النار *(Fire Point)*

درجة الحرارة التي يعطي عندها الوقود السائل أبخرة كافية لاستمرار الاحتراق وهي عادة أعلى بضع درجات من نقطة الوميض.

!الاحتراق الذاتي (الاحتراق العفوي) *(Spontaneous Combustion)*

هو الاشتعال الذاتي للمادة بسبب التسخين الذي يبدأ بتفاعل كيماوي داخلي أو تفاعل بيولوجي في المادة ينتج كمية كافية من الحرارة لإشعال هذه المادة.

!درجة الاشتعال

(Ignition Temperature)

أقل درجة حرارة (يسخن إليها الوقود الممزوج بالهواء) يمكن أن يستمر الاحتراق عندها دون الاعتماد على مصدر التسخين.

!حدود الاشتعال

(Flammability Limits)

وهي حدود نسبة الغاز (الوقود) إلى الهواء اللازمة ليستمر الاحتراق (الاشتعال)، فإذا كانت النسبة خارجها فلن يستمر.

!الوميض *(Flash Over)*

العملية التي تحصل عادة كنتيجة للنار المدخنة (قليلة الأكسجين) حيث ترتفع حرارة المواد في الموقع إلى درجة الاشتعال وتشتعل فجأة كافة المواد بوقت واحد بشكل نار مفاجئة تشمل المكان كله لذا فإن الوميض هو الحالة الواقعة بين النار المدخنة والنار الشاملة

كما يمكن أن يحدث الوميض عندما يؤثر الحريق نفسه على حيز ما فيرفع درجة حرارة موجوداته إلى درجة الاشتعال فتشتعل عندها تلقائياً كافة الموجودات في وقت واحد.

!نقطة الوميض *(Flash Point)*

درجة الحرارة التي يطلق عندها السائل (الوقود) أبخرة كافية لإحداث وميض عندما يتوفر مصدر إشعال أو شرارة، ولكن لن تكون كافية لاستمرار الحريق.

الدوائر الكهربائية في السيارة

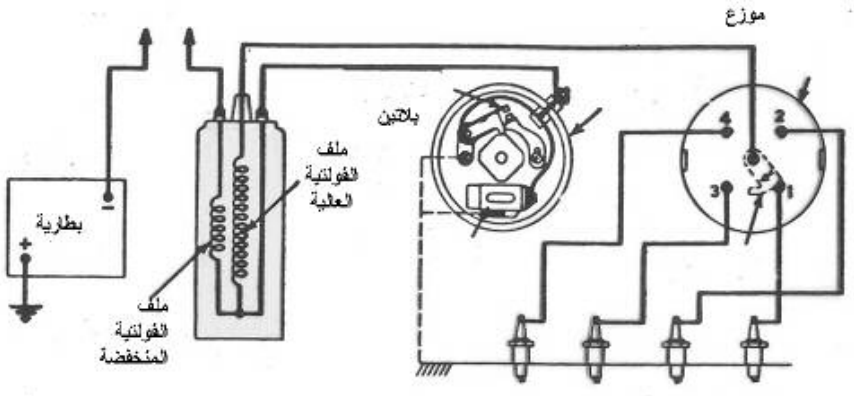
يتضمن النظام الكهربائي للسيارة دائرة واحدة فولتية عالية، ودوائر عديدة فولتية منخفضة 12 فولت:

*** دائرة الفولتية العالية:**

1- **يتم تقطيع التيار الكهربائي المستمر (تيار بطارية السيارة 12 فولت) بواسطة البلاتين لإدخاله كتيار متناوب إلى ملف الاشتعال (الكويل)، لعدم إمكانية رفع فولتية التيار المستمر.**

2- **يقوم الكويل برفع الفولتية من 12 إلى 12000 فولت ويرسلها إلى الموزع (الدستربيوتر).**

3- **يقوم الموزع بتوزيع الشرارة بالتتابع لكل شمعة احتراق (بوجية) على حده، لإحداث انفجار لمزيج البنزين والهواء ضمن اسطوانة الاحتراق (السلندر).**

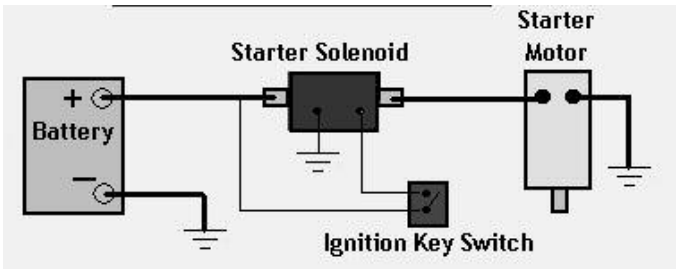


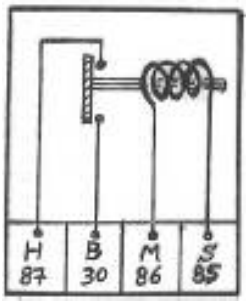
المخاطر:

إن اهتراء عوازل الأسلاك الحاملة للفولتية العالية سيؤدي إلى مرور شرر منها إلى جسم المحرك. وفي حالة توفر بخار بنزين (أو ديزل) سيؤدي لاشتعاله ويمكن أن يستمر لحرق السيارة كاملةً.

*** دوائر الفولتية المنخفضة:**

- **كافة دوائر السيارة تعمل على 12**
- **إن تغذية الأحمال الخفيفة مثل: الإنارة المنخفضة والإنارة الداخلية والخلفية وإنارة الغمازات وضوء البريكات والمروحة والراديو والمسجل .... ، تتم عبر أسلاك محمية بفيوزات.**
- **أما الأحمال الكبيرة فيتم تشغيلها عبر ملف يسمى (ريليه = كتاوت) وهو يعمل بواسطة مفاتيح تشغيل صغيرة من داخل غرفة السيارة تغذي الملف (الكتاوت) بتيار تشغيل صغير، ويقوم هذا الملف بإكمال دائرة تشغيل الحمل الكبير مباشرةً من البطارية بدون حمايات.**
- **لذا يجب التأكد دوماً من سلامة هذه التوصيلات.**





مثل هذه الأحمال الكبيرة:

- **محرك بدء الحركة (السيلف)، والمكيف (الكوندشن) الكهربائي في السيارات الحديثة (حيث في السيارات الحالية والقديمة يعمل المكيف بواسطة قشاط مربوط على المحرك مباشرةً.**
- **الأضواء الأمامية الرئيسية للسيارة.**

<u>تلخص المخاطر بـ:</u>

أ- إضافة أجهزة أو تمديدات كهربائية في السيارة بدون فيوزات حماية، وبالتالي فإن أي تلامس عارض لها مع جسم السيارة سيؤدي إلى شرر واحتراق للأسلاك غير المحمية يمكن أن يتطور إلى حريق كامل السيارة.

ب- إن الأسلاك المغذية للأحمال الكبيرة عبر ريليه (كتاوت) غير محمية، وبالتالي فإن حصول عطل عليها (كشط العازل أو ما شابه) سيؤدي لصدور شرر أو ارتفاع حرارة شديد، وبالتالي بداية حريق.

ت- تعطل الريليه (الكتاوت) سيؤدي إلى استمرار تزويد الحمل الكبير (السيلف مثلاً) بتيار كهربائي لفترة طويلة تؤدي إلى تسخينه وتسخين الأسلاك المغذية له بشكل خطر، كما يؤدي لتسخين كبير للبطارية وقد يؤدي إلى اشتعالها أو انفجارها.

ث- بشكل عام، فإن الأعطال على الأسلاك غير المحمية يؤدي لارتفاع حرارتها وحرارة البطارية لمستويات خطرة.

ملحق (أ) تأثر الزجاج بالحريق:

1- تلوث الزجاج بالدخان

2- تصدّع وتكسر الزجاج

3- تطاير شظايا الزجاج بسبب الانفجار

أولاً: التلوث الدخاني للزجاج في موقع الحريق

يعتبر الزجاج أحد شواهد تطور الحريق ويساعد على حل لغز سبب الحريق، ويعتمد تأثر الزجاج على تراكم الدخان والسناج (التلوث الدخاني)، الحرارة، اللهب، البعد عن النار، نوع المادة المحترقة وفترة استمرار الحريق.
إن تنوع سماكات الزجاج وتنوع كثافاته وأنواعه يؤثر على امتصاص الحرارة وتتغير بالتالي مستويات تلوثه وتأثره بالحريق، وكذلك سماكة السناج عليه، وبالتالي لا يجوز مقارنة تأثر زجاج الطاولة مع زجاج الشبابيك مثلاً.

بشكل عام فإن الدخان الناتج عن النار سيلوث الزجاج، كما أن التلوث الدخاني الكثيف للزجاج يشير إلى كمية كبيرة من الجزيئات غير محترقة من المادة القابلة للاشتعال. إن هذا يمكن أن يحدث بسبب الاحتراق غير الكامل للوقود جانب الزجاج المعني بالفحص. كما يمكن أن يحدث في نقطة بعيدة عن مصدر الدخان.
وبشكل عام فإن سماكة التلوث الدخاني للزجاج هو مؤشر لكميات كبيرة من الدخان في الموقع وهذا مؤشر لحدوث نار مدخنة بطيئة.
أما التلوث الدخاني الخفيف للزجاج فهو يدل على كميات قليلة من الجزيئات غير مكتملة الاحتراق من المادة القابلة للاحتراق، وهذا يمكن أن يحدث في حالة كون النار بعيدة عن الزجاج، وكذلك من نار سريعة عالية الحرارة.

حالة أخرى يمكن أن تحدث إذا كانت النار قريبة من الزجاج وبالتالي فإن الجزيئات غير المكتمل احتراقها سيكتمل بواسطة اللهب المباشر.
يمكن تصنيف التلوث الدخاني للزجاج بالاعتماد على نوع وخصائص التلوث الدخاني وليس على كميته (مع أن كميته يجب أخذها بالاعتبار أيضاً):

1- تلوث دخاني محمّص(مشوي بشدة): يكون ملتصقاً بالزجاج بقوة وكأن الزجاج مدهون بالفرنيش، وبالتالي يصعب إزالته بأصابع اليد. لكن يمكن كشط طبقة رقيقة منه بواسطة الأظافر. هذا النوع من التلوث الدخاني ينتج عن نار مرتفعة الحرارة تؤدي إلى تحميص جيد لبقايا الجزيئات الدخانية على الزجاج.

2- تلوث دخاني عبارة عن بودرة غير متماسكة يكن إزالتها بأصابع اليد، وتلتصق بالأصبع تاركة اتساخاً بسيطاً على الزجاج.
تقسم هذه البودرة حسب خواصها إلى ثلاثة أقسام:

أ-بودرة ناعمة جافة، على شكل رواسب سهلة التقشير: وهي نتيجة لنار حرّة بطيئة لمواد مشتعلة عادية مثل الورق والخشب وقطع القماش.
ب- بودرة متماسكة وكأنها خليط دهني شحمي: تشير إلى أن الدخان نشأ نتيجة لاحتراق مواد هيدروكربونية لكن ليس بالضرورة مؤشر لاستخدام مواد مسرعة، لأن عدد من أنواع البلاستيك والمعدات المنزلية مصنوعة من الهيدروكربونات، لكن يتوجب إجراء مزيد من الفحوصات والتحققات للتأكد.

ت- بودرة ذات مظهر ريشي (كطبقات الريش): وهي مؤشر على أن الدخان أو معظمه قد نشأ عن احتراق مطاط رغوي foam rubber .

إن كمية الاتساخ الدخاني تتناسب طردياً مع كمية الدخان المتولدة، وكقاعدة عامة فإنه كلما كان الزجاج أقرب لنقطة المنشأ فإن كمية الاتساخ الدخاني ستكون أكبر.
لكن هنالك استثناءات: فمثلاً إذا كان شباك زجاج فوق كرسي مشتعل ومصدّر للدخان، وقد تعرض هذا الزجاج للكسر سواء بسبب الحرارة أو غيرها، فإن اللهب سيجد مخرجاً له من خلال هذا الشباك. وبهذه الحالة فإن ألسنة اللهب ستزيل الاتساخ الدخاني عن الزجاج، كون هذا الاتساخ عبارة عن جزيئات غير مكتملة الاحتراق و أن الحرارة الناتجة عن ألسنة اللهب ستكون عوناً لها على استكمال الاحتراق، وبالتالي ترك الزجاج نظيفاً من السناج (الاتساخ الدخاني).

في مثل هذه الحالة سنجد قطع زجاج متسخة بشدة ملقاة على الأرض تحت الشباك، بينما الأجزاء المتبقية من الزجاج على الشباك ضمن إطار الشباك ستكون نظيفة.
كما يمكن ملاحظة الحالتين بنفس الوقت: بداية الاتساخ الدخاني (سناج) ملتصق بشدة كالفرنيش على الزجاج،وبعد ذلك يوجد جزيئات سناج ضعيفة على الزجاج.
هذا يمكن أن يحدث في حالة نار سريعة ذات حرارة مرتفعة، يتبعها نار بطيئة مدخنة.
بشكل عام، وفي أية حالة نلاحظ فيها سناج ضعيف غير متماسك على قطع زجاج يتوجب تجربة مسحه بالأصبع للتأكد من وجود أو عدم جود سناج آخر تحته ملتصق بشدة (كالفرنيش).

ثانياً: تصدع وتكسر الزجاج في موقع الحريق

يعطي الزجاج دلائل أخرى في موقع الحريق غير التلوث الدخاني ألا وهو شكل التصدع والتشظي (شظايا)، كالتالي:

- **عدد كبير من التشققات بالزجاج تذهب بكل اتجاه على شكل بيت العنكبوت: هذا يعطي مؤشر على أن الزجاج تعرض لتغير سريع بالحرارة، وهذا يحصل عادةً نتيجة ارتفاع سريع بمستوى الحرارة جواره.**
  إذا كانت علامات التشقق قريبة من بعضها فإن هذا يعني كثافة حرارة عالية قريبة من الزجاج.
  بينما إذا كانت علامات التشقق بعيدة فيشير إلى كثافة حرارية أقل، مما يعني أن مصدر الحرارة بعيد نسبياً عن الزجاج.

- **إن زجاج الشبابيك سيتمدد بسبب الحرارة، وحيث أن الزجاج محصور ضمن الإطار فإن هذا سيؤدي إلى تكسر الزجاج. وعادةً فإن جزء من الزجاج سيبقى ضمن الإطار بينما المتبقي سيسقط على الأرض.**
  يتم تفحص قطع الزجاج المتكسرة، فإذا ظهرت بأشكال غير منتظمة فهي حالة ارتفاع سريع بالحرارة المحيطة، ويمكن أن يكون الارتفاع خلال 1-5 دقائق.
  أما إذا كانت قطع الزجاج متصدعة فإن هذا يشير إلى أن الحرارة كانت عالية لكن ارتفاع الحرارة كان تدريجياً ولم يكن سريعاً.

- إذا وجد الزجاج داخل البناء وكان نظيفاً وبقطع كبيرة مثلثية أو مستطيلة تقريباً، يمكن أن يشير إلى أن الزجاج قد كسر بالقوة من الخارج قبل بدء الحريق.

وهنا يظهر عدة تشققات قطرية تنطلق من نقطة تعرض الزجاج للكسر بأداة ما. وستكون قطع الزجاج المتناثرة بعيدة عن مكانها الأصلي باتجاه الداخل، خلافاً لقطع الزجاج التي تتساقط نتيجة الأثر الحراري للحريق.
هذه الحالة يمكن أن تحصل قبل بدء الحريق (اقتحام لأجل السرقة مثلاً)، أو خلال الحريق لعمل تهوية لرجال الإطفاء.

إن التدقيق على آثار التلوث الدخاني (سناج) عليها وكذلك سؤال رجال الإطفاء سيؤكد طبيعة وسبب الكسر.

- بشكل عام فإن التشققات (التصدعات) الناتجة عن الحرارة ضمن الزجاج تسير بشكل فوضوي وأشكال غريبة. فإذا وجد تحت الأنقاض قطع متصدعة غير ملوثة، في حين أن بقية القطع المتصدعة ملوثة دخانياً (سناج) أو متضررة حرارياً، فهذا يدل أن القطع غير الملوثة قد كسرت بسبب الحرارة الزائدة في وقت مبكر من الحريق.

ثالثاً: تطاير شظايا الزجاج بسبب الانفجار

أ- يتكسر الزجاج الموجود في موقع الانفجار ويتطاير مبتعداً عن الموقع الأصلي له، ويشير بُعد الشظايا عن موقعها الأصلي إلى قوة الانفجار، كما أن موقعها يحدد اتجاه الانفجار. وهنالك دلالات عامة يعطيها الزجاج المتناثر مثل:

- شظايا رفيعة طويلة، وتصل مسافات بعيدة من الموقع: يدل على انفجار ضخم كالديناميت.

- شظايا عريضة قصيرة وبعيدة نسبياً عن الموقع (مسافات أقل من الحالة السابقة): يدل على انفجار غباري أو أبخرة وقود.

ب- إذا وجدت شظايا الزجاج نظيفةً فهذا يدل على انفجار فقط، أو أن الانفجار كان سابقاً للحريق في الموقع.
أما إذا وجدت شظايا الزجاج ملوثةً دخانياً (سناج) فهذا يدل على أن الحريق قد سبق الانفجار.

عام:

يلين الزجاج بمختلف أنواعه بين 550 و 750 درجة مئوية، ويسيل عند 850 ، ويمكن لحواف الزجاج المكسور أن تبدأ بالتكور (التدوّر) بحـــرارة 600 ، وهذا يعني بأن قطعة الزجاج كانت ضمن الإطار عندما وصلت لهذه الحرارة.

وبشكل عام فإن انصهار الزجاج في الموقع يعني أن حرارة الحريق كانـــت شديدة.

جداول فنية تفيد المحقق في موقع الحريق:

ألوان الدخان لبعض أنواع الوقود

لون الدخان	الوقود
أسود إلى بني	زيت الترينتين حرائق مواد سائلة، مطاط لدائن، مركبات الغاز
أسود	كيروسين، نفط، غازولين وكذلك من نقص الاكسجين بموقع الحريق لوجود جزيئات كربون غير محترقة

ألوان الدخان لبعض أنواع الوقود

لون الدخان	الوقود
أزرق	مواد كحولية
أصفر	مواد كبريتية، صوديوم
أبيض	مواد رطبة، حامض الكبريت، الفسفور
أبيض إلى رمادي	بنزين (سائل ملتهب)
رمادي إلى بني	خشب، ورق، ملابس مواد جافة مكدسة فوق بعضها (قش، ورق مجعد، تبن)

درجة حرارة انصهار بعض المواد

المادة	درجة الانصهار (درجة مئوية)	ملاحظات
قصدير	232	
رصاص	326	
تونياء / خارصين	410	
مغنزيوم	650	
المنيوم	660	400 بلين
برونز	800	
زجاج	850	750 بلين
نحاس أصفر	950	
فضة	950	

درجة حرارة انصهار بعض المواد

المادة	درجة الانصهار (درجة مئوية)	ملاحظات
نحاس	1082	
ذهب	1095	
حديد صب	1500 - 1100	
حديد	1540	
فولاذ	1600 - 1400	600 بنقوس
نيكل	1460	
بلاتين	1775	
كروم	1875	
تنغستين	3380	

تغير لون الكروم مع إرتفاع الحرارة

درجة الحرارة درجة مئوية	اللون
250	أصفر
400	أزرق
500	أحمر فاتح
800	أحمر ساطع
1000	ليموني
1200	أبيض
فوق 1300	أبيض ساطع

حدود الانفجار لبعض الغازات

الغاز	نسبةالغاز إلى الهواء ٪	
	الدنيا	العليا
بيوتان	1.6	8.5
اول اكسيد الكربون	13	75
كحول إثيلي	3.2	19
غاز طبيعي	4.8	14
غازولين (بنزين السيارات)	1.3	6
هيدروجين	4.1	74
كحول مثيلي	6	37
نفط	1.2	6
بروبان	2.3	9.5
تولووين	1.2	7

علاقة لون اللهب بمستوى الحرارة

(أعلى حرارة) درجة مئوية	لون اللهب
600	أحمر
750	أحمر كرزي
900	أحمر ساطع
980	برتقالي
1150	أصفر فاتح
1250	أبيض
فوق 1400	أبيض ساطع

الوان اللهب لبعض انواع الوقود

الوقود	لون اللهب
خشب / ورق / ملابس	احمر إلى اصفر
غازولين (بنزين السيارات)	أحمر إلى ابيض
بنزين (سائل ملتهب)	اصفر إلى أبيض
زيت الترينتين	أصفر إلى أبيض
كيروسين	أحمر فاتح الى اصفر برتقالي
نفط	أزرق فاتح إلى أبيض

تاثر الدهانات بالحرارة

درجة الحرارة (درجة مئوية)	تاثر الدهان
150 -200	تلين وجه الدهان
200 - 260	زوال اللون وتعتيم
260 - 315	تحول الدهان إلى أسود (تفحم)
315 - 370	إبيضاض (تحول للون الأبيض)
فوق 370	يخرب الدهان ويظهر المعدن مكشوف (يتجرد المعدن من الدهان)

أقصى حرارة لا يتغير عندها شكل المادة

المادة	أقصى حرارة درجة مئوية
تيب وعازل *PVC*	80
مطاط / إطارات	85
أغلفة أجهزة منزلية (بولي اتيلين / بولي بروبلين)	100
راتنج الفنول (للأباريز)	125
بوليستر	135
ملامين	140
سيليكون / مطاط	180
سيليكون / طلاء	250

		مصابيح توهجية وأحمال تسخين	مصابيح فلورسانت وزئبق وصوديوم	محركات
حمل	*kW*	1.5	1.7	2
ثلاثة	*kVA*	1.5	1.5	1.5
فاز	*HP*	—	—	1.7
حمل	*kW*	4.5	5	6.5
فاز	*kVA*	4.5	4.5	4.5
واحد	*HP*	—	—	5

م. عاطف غالب عباسي

Atghasi55@yahoo.com

Mobile: 00962 79 5519300