



سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی شهرداری تهران
حوزه معاونت آموزش و تربیت بدنی

۱

اصول و مبانی حریق



مؤلف : ناصر رهبر

این جزوه حاصل انتخاب محتوا و سرفصل دروسی است که توسط واحد برنامه ریزی آموزش انتخاب و در اختیار مولف قرار گرفته است. بازنگری آن زیر نظر آقای مهندس پرویز رزمیان فر انجام شده است. در اینجا جا دارد از زحمات برادران امید تیغکار و سید امیر کلانتریان که در جهت آماده سازی و تایپ، یاری نموده اند، قدردانی به عمل آوریم. کل این جزوات در دانشکده علوم ایمنی و آتش نشانی تهران تهیه شده است، از زحمات کلیه دست اندرکاران من جمله ریاست محترم دانشکده که این امکان را برای ما فراهم نمودند تشکر و قدردانی می گردد.

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی شهرداری تهران

حوزه معاونت آموزش و تربیت بدنی

برنامه ریزی محتوا و سرفصل دروس : شورای برنامه ریزی آموزش

نام جزوه : اصول و مبانی حریق

مولف : ناصر رهبر

آماده سازی و نظارت بر تهیه : ناصر غفوری

صفحه آرا : سید امیر کلانتریان

ویرایش اول

تاریخ انتشار : بهمن ماه ۱۳۸۵

حق چاپ و کپی برداری محفوظ است.

فهرست مطالب	
۱	فصل ۱: شناخت اصول و مبانی حریق
۱۴	فصل ۲: شناخت آتش و عوامل بروز آن
۲۴	فصل ۳: طبقه بندی آتش سوزی
۴۱	فصل ۴: شناخت حرارت و روشهای تولید
۵۱	فصل ۵: شناخت روشهای انتقال حرارت
۶۲	فصل ۶: خطرات ناشی از حریق
۷۶	فصل ۷: شناخت تهویه
۸۴	فصل ۸: : شناخت انفجارات
۹۲	ضمایم
۹۵	منابع

فصل یک : شناخت اصول و مبانی حریق

۱-۱- کلیات - اصول

۲-۱- تاربخچه

۳-۱- تعاریف

۱-۳-۱- احتراق

۱-۳-۲- شعله - شعله وری

۱-۳-۳- درجه حرارت اشتعال (شعله زنی، آتش، خود سوزی)

۱-۳-۴- حدود اشتعال یا انفجار

۱-۳-۵- مراحل احتراق

۱-۳-۶- بک درفت Back draught

۱-۳-۷- فلاش آور Flash over

۱-۳-۸- بلوی BLEVE



فصل ۱

شناخت اصول و مبانی حریق

۱-۱- کلیات و اصول

کوشش اساسی برای مقابله آتش سوزی های خانمانسوز، رفته رفته از چهارصد سال پیش در اروپا شروع شد. در اواسط قرن نوزدهم، ضرورت برخورد علمی با مساله آتش سوزی های صنعتی کاملاً احساس می شد. به علت آنکه ثابت شده بود که دیگر شرکتهای بیمه و واحدهای آتش نشانی به تنهایی نمی توانند با حریقهای خانمانسوز و صنعتی مبارزه کنند و باید به کمک دانشمندان به یک راه حل اساسی دست یافت در نتیجه، بر مبنای روشهای علمی، برای حل مسئله پیچیده آتش سوزی صنایع، راه حلهای مناسبی ارایه گردید. در کشورهای پیشرفته، از یافته های این علم برای توسعه و تکامل ادارات آتش نشانی شهری نیز استفاده شد. به خصوص با تأسیس اداراتی برای پیشگیری از بروز حریق و نظارت بر رعایت مقررات حفاظت ساختمانی در برابر حریق، ادارات آتش نشانی در سازمانی که بیشتر منتظر وقوع آتش سوزی بود تا صرفاً با آن مقابله کند، به سازمان حفاظت از حریق تبدیل شد و در نهایت منجر به ایجاد دانش تحصیلی مهندسی حفاظت از حریق در اروپا گردید. در ایران پس از حدود هشتاد سال سابقه در آتش نشانی و دوره های آموزشی حرفه ای آتش نشانی، برای اولین بار مدرسه آتش نشانی به همت مسئولین محترم سازمان آتش نشانی تهران تأسیس و راه اندازی شده است.

در این جزوه از سری جزوات تدوین شده جهت دبیرستان ایمنی و آتش نشانی سعی شده است که تعاریف اصول اساسی مربوط به خواص اجسام، مخصوصاً در ارتباط با آتش سوزی و اطفاء به اختصار شرح داده شود.

۱-۲- تاریخچه :

امپدوکلس^۱ دانشمند یونانی در نظریه عناصر اربعه ابراز داشت که جهان از چهار ماده یا عنصر تشکیل شده و این چهار عنصر که وی آنها را ریشه همه چیز میدانست عبارت بودند از: خاک، هوا، آب و آتش .

افلاطون^۲ عقیده داشت اجسام مختلف همگی از عناصر اربعه تشکیل شده اند. آتش برای اجسام سماوی و ملکوتی، هوا برای موجودات بالدار و آب برای آبزیان و خاک. به عقیده وی اجسام سماوی نه تنها ملکوتی بودند بلکه روح نیز داشتند. ارسطو^۳ نیز به نظریه عناصر اربعه عقیده داشت. او درخصوص این که چرا آتش همیشه رو به بالا زبانه می کشد، چنین پاسخ می داد ” جایگاه طبیعی شعله آتش در فلکی بر فراز ماست، آتش رو به بالا زبانه می کشد چون می خواهد به سرای طبیعی خود باز گردد ”. این عقاید همچنان ادامه داشت تا اواسط قرن هفدهم که با پیشرفت علم، نظریه عناصر اربعه مردود شد. اما درک این که آتش واقعاً چیست به قرن هفدهم و هجدهم در زمان پیدایش علم شیمی باز می گردد.

رابرت هوک^۴ عقیده داشت در هوا یک حلال وجود دارد که موجب احتراق می شود. او مدعی بود چون شوره باروت در آب می سوزد، باید دارای چیزی باشد که در هوا هم هست. جان میو^۵ در سال ۱۶۷۹ م، ضمن آزمایشی نشان داد که هم در تنفس و هم در احتراق، چیزی از هوا مصرف می شود.

یوهان بشر اقتصاددان و شیمیدان آلمانی در سال ۱۶۶۹ م، با چاپ کتابی به نام فیزیک زیرزمین، نتایج مطالعات خود را در زمینه شیمی فلزات و کانیها منتشر کرد. بشر تمام کانیها و فلزات را مرکب از سه کیفیت می دانست. ترالا پیدا یا جزء شفاف قابل تبدیل به شیشه، ترامرکورالیس یا جزء سبک و فرار و تراپینگویس جزء آذرین، چرب و قابل احتراق. او عقیده داشت، موادی که قابل احتراق هستند تراپینگویس دارند.

گئورگ اشتال، پزشک آلمانی نظرات بشر را دنبال کرد. او به جای ترامرکورالیس، نظریه فلورزیستون را معرفی کرد.^۱ طبق این نظریه، اجسام قابل اشتعال، فلورزیستون دارند که هنگام اشتعال، این ماده از جسم می گریزد.^۲

با ابراز نظریه فلورزیستون، مطالعه احتراق و گازها همچنان توسط شیمیدانها دنبال شد. در این زمینه جوزف بلک، مهمترین پژوهش ها را انجام داد. بلک پزشک جوانی بود که برای

۲ - زندگی ۳۴۷-۴۲۷ پیش از میلاد

۳ - تولد ۳۸۴ و مرگ نامعلوم

۴ - تولد ۱۶۳۵، مرگ ۱۷۰۳ م.

۵. John Meyow

- کالین ا. رنان، پیشین، ص ۵۴۸ و ۵۴۷.

۲ - کیهان علمی (نشریه ماهانه علمی)، سال ششم، شماره ۶ (پیاپی ۶۶)، شهریور ۱۳۷۳، ص ۲۱.

بررسی برخی روشهای درمانی، آزمایش هایی را انجام می داد. وی ضمن یکی از این آزمایش ها دریافت، هوا یک ماده واحد نیست، بلکه از بیش از یک ماده تشکیل می شود. او این نظریه خود را در سال ۱۷۵۶ منتشر کرد.

هنری کاوندیش، پژوهش هایی انجام داد تا مواد تشکیل دهنده هوا را شناسایی کند. او دریافت که از تأثیر اسید بر روی فلز، هوای قابل اشتعال آزاد می شود و نتیجه گرفت که این هوا از خود فلز سرچشمه می گیرد.

کاوندیش در سال ۱۷۶۶م، ضمن انتشار نتایج پژوهش های خود، این هوا را هوای قابل اشتعال نامید، در واقع برمبنای نتایج او سه نوع هوا وجود داشت هوا، هوای ثابت و هوای قابل اشتعال، جوزف پریستلی برای پیگیری این موضوع دست به انجام آزمایش های مختلفی زد. وی ضمن این آزمایش ها، هواهای مختلف، از جمله هوای شوره ای، هوای فلورزیستونی، هوای اسیدی و هفت هوای دیگر را فراهم کرد. او ضمن آزمایش های دیگری دریافت که در اثر تنفس، از حجم هوا به میزان یک پنجم کاسته می شود. همچنین وی کشف کرد که گیاهان می توانند هوایی را که یک موش تنفس کرده و یا هوایی را که سوختن یک شمع تغییر داده، احیاء کنند.

وی در سال ۱۷۷۴م، با استفاده از نور آفتاب که توسط یک ذره بین متمرکز شده بود، اکسید قرمز جیوه را حرارت داد. در نتیجه هوایی بی رنگ به دست آورد، که گرچه در آب حل نمی شد ولی شمع در آن با درخشش بسیاری می سوخت. این را می توان مهمترین کشف پریستلی نامید. او این هوا را هوای بی فلورزیستون شده نامید. در سال ۱۷۸۱ م، او مخلوطی از هوای قابل اشتعال و هوای بی فلورزیستون شده را در یک بطری با جرقه ای منفجر ساخت و در نتیجه این کار شبنم به دست آورد. در این مورد او فقط اظهار داشت که « هوای معمولی وقتی فلورزیستون می شود، رطوبتش را نگه می دارد ».

بعدها کاوندیش این آزمایش را تکرار کرد و متوجه شد شبنم، همان آب خالص است، بر این مبنا نتیجه گرفت که هوای بی فلورزیستون شده در واقع چیزی به جز آب بی فلورزیستون شده نیست. اکنون، رابطه ای میان آب و اجزای هوا پیدا شده بود، اما تصویر کلی هنوز مبهم بود.

لازم به تذکر است، قبلاً در سال ۱۷۷۲ م، یک داروساز سوئدی به نام کارل شیل مدعی شده بود که هوا دو نوع می باشد. یک نوع که به احتراق کمک می کند (هوای محرق) و نوع

دیگر که از احتراق جلوگیری می کند. نتایج کار شیل تا سال ۱۷۷۷ و ترجمه انگلیسی آن تا سال ۱۷۸۰ م منتشر نشد.

به هر حال، سرانجام این لاوازیه بود که می بایست مسأله را حل کند. آنتوان لوران لاوازیه^۱ ابتدا با کوشش فکری بسیار نظریه فلوژیستون را مردود شناخت و به دور افکند. سپس کشف کرد هوا مرکب از لاقل دو گاز با اوزان متفاوت است. وی در سال ۱۷۷۹م ادعا کرد قسمت قابل احتراق هوا، جزء متشکله همه اسیدها است. او این گاز را اکسیژن، ترکیب آن را با اجسام اکسید و این فرآیند را اکسیداسیون نامید.^۲

با این کشف، فرآیند اشتعال یا احتراق نیز مشخص شد. در این فرآیند، اکسیژن با سرعت با ماده سوختنی ترکیب می شود. در واقع تفاوت بین اشتعال و اکسیداسیون (مثل زنگ زدگی فلزات)، همین سرعت واکنش می باشد.

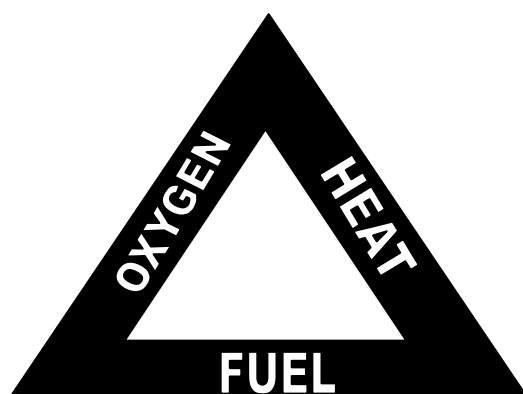
اشتعال ناخواسته و یا خارج از کنترل، آتش سوزی یا حریق نامیده می شود، برای ایجاد آتش سوزی، سه عامل اصلی مورد نیاز می باشد.

۱- ماده قابل اشتعال (سوخت)،

۲- حجم معینی از اکسیژن،

۳- حرارت کافی، در علم آتش نشانی این سه عامل را به صورت سه ضلع یک مثلث نشان می دهند که به مثلث آتش معروف است.

مثلث آتش نه تنها عوامل ایجاد آتش را نشان می دهد، بلکه راههای فرونشاندن آن را نیز



مثلث حریق

۱ - تولد ۱۷۴۳، مرگ ۱۷۹۴

۲ - کیهان علمی (نشریه ماهانه علمی)، سال ششم، شماره ۶ (شماره پیاپی ۲۶)، شهریور ۱۳۷۳، ص ۲۱.

مشخص می کند. به بیان روشنتر، چنانچه هر یک از اضلاع مثلث آتش شکسته شود (یک عامل حذف گردد)، حریق از بین خواهد رفت. براین مبنا، سه روش اصلی و اساسی آتش نشانی ابداع گردید. این روشها عبارتند از: محدود کردن سوخت (جداسازی)^۱، محدود کردن اکسیژن (خفه کردن)^۲ و محدود کردن حرارت (سرد کردن) با گذشت زمان تئوری مثلث آتش دستخوش دگرگونی های زیادی شد به صورتی که اکنون علاوه بر تئوری مثلث آتش، تئوریهای دیگری مانند مربع آتش، هرم آتش و پنج ضلعی آتش وجود دارند.

۱-۳- تعاریف

۱-۳-۱- احتراق :

عبارت است از ترکیب یک ماده قابل سوخت با اکسیژن و در نتیجه مقداری از مولکولها به مولکولهای دیگر و اتمهای سازنده خود تبدیل می گردند و درحقیقت احتراق یک واکنش اکسیداسیون حرارت زا می باشد که به واکنشهای زنجیره ای معروف می باشد.

۱-۳-۲- شعله:

یک واکنش احتراقی است که حرارت و نور را به محیط اطراف انتشار می دهد. ماهیت واقعی انتشار شعله کاملاً درک نشده است. شعله ها ساختارهای متغیر و گوناگونی دارند که به نوع گاز یا بخاری که می سوزد بستگی دارد. مناطق مختلف شعله، غالباً به وسیله نوعی از واکنشها که در هر منطقه ادامه دارد مشخص می شوند. اغلب شعله ها نیازمند اکسیژن هستند. شعله وری : یک مخلوط سوختنی اکسیدی که انرژی کافی آزاد می کند و اجازه می دهد که شعله به ناحیه آتش نگرفته گسترش یابد شعله وری نامیده می شود.

۱-۳-۳- درجه حرارت اشتعال :

الف) نقطه شعله زنی : عبارت از درجه حرارتی است که آن جسم بخارات کافی جهت تشکیل یک مخلوط قابل اشتعال با هوا در سطح خود تولید کند و در صورت وجود منبع آتش زنه برای یک لحظه شعله موقت ایجاد شده، ولی ادامه و گسترش نخواهد داشت. توجه: نقطه شعله زنی مختص مایعات و برخی جامدات که حالت تصعید دارند مثل نفتالین می باشد.

ب) نقطه آتش :

پایین ترین درجه حرارتی که یک سوخت تولید بخارات کافی جهت اشتعال و ادامه اشتعال بنماید را نقطه آتش گویند. نقطه آتش معمولاً چند درجه حرارت بالاتر از نقطه شعله زنی است. در تعریفی دیگر، نقطه آتش عبارت است از پایین ترین درجه حرارت، به گونه ای که حرارت ایجاد شده از احتراق بخار مشتعل، توان تولید بخار کافی جهت ادامه احتراق داشته باشد.

ج) درجه حرارت خود سوزی :

پایین ترین درجه حرارتی است که در آن ماده به خودی خود مشتعل می شود. یعنی ماده بدون نزدیک شدن به شعله یا منبع دیگر جرقه زنی، خود به خود خواهد سوخت و این بدان معنا است که در شرایطی خاص بعضی از مواد به خودی خود ایجاد حریق می نمایند.

د) احتراق خودبخود «خودسوزی» :

برخی از مواد خصوصاً مواد آلی که ریشه کربنی دارند ممکن است در درجه حرارت محیط با اکسیژن واکنش نشان دهند، ترکیباتی مانند روغن بزرک که دارای پیوندهای مضاعف کربن - کربن هستند برای این نوع واکنش بسیار مستعد هستند. اگر ماده سوختنی عایق خوبی برای حرارت باشد، حرارت ایجاد شده در چنین واکنشی نمی تواند از آن خارج شده و جذب محیط اطراف می شود و در نتیجه درجه حرارت ماده بالا می رود و واکنش بیشتر می شود و این عمل ادامه می یابد تا زمانی که درجه حرارت آن به درجه حرارت افروزش و اشتعال برسد و در نتیجه احتراق واقعی صورت پذیرد. تأثیر باکتری روی بعضی مواد آلی سبب افزایش درجه حرارت آنها می شود و برخی مواقع احتراق صورت می گیرد. احتراق در روغن هایی که در صنعت نساجی به کار می روند یا در انبارهای علوفه و زغال که بدیهی است عایق حرارتی عامل مهمی در این نوع احتراق می باشد. حلقه اتصال عرضی اتمها Cross Linking خصوصاً در پلاستیک درمولکولهای جسم مرکب که در برخی پلاستیکها موجود است می تواند منجر به شعله وری خودبخود گردد.

درجه حرارت اشتعال به عوامل زیر بستگی دارد :

الف - درصد بخارات تولید شده از ماده قابل اشتعال در محیط (فشار بخار) .

ب - مقدار درصد اکسیژن موجود در محیط.

ج - نوع منبع آتش زنه و مدت زمانی که جسم قابل اشتعال در مجاورت آن منبع قرار داشته است .

د - شکل و حجم محلی که بخارات در آن قرار دارد (فشار محیط) .

هـ - وجود کاتالیزور واکنش در محیط (تسريع کننده و کند کننده) .

۱-۳-۴- حدود اشتعال یا انفجار

گاز یا بخار قابل اشتعال در هوا در صورتی که ترکیب آنها در حد معینی قرار بگیرد خواهد سوخت، یعنی زمانی که یک گاز یا بخار مشتعل می گردد که با هوای کافی مخلوط شده و نسبت قابل اشتعال یا انفجار را بوجود آورده باشد. این قابلیت بستگی به درصد اختلاط آن با هوا دارد. اگر سوخت خیلی زیاد یا خیلی کم باشد افروزش یا انفجار انجام نخواهد شد و در این صورت گفته می شود که مخلوط پایین تر یا بالاتر از حدود اشتعال یا انفجار خود است و این حدود را بالاترین و پایین ترین حد قابلیت اشتعال می نامند. پایین ترین حد اشتعال یا انفجار عبارت است از کمترین حد تراکم که باعث شعله یا انفجار گردد و همچنین بالاترین حد اشتعال عبارت است از بیشترین حد تراکم (بالاترین حد تراکم گاز یا بخار) که باعث ایجاد شعله یا انفجار گردد. جدول شماره ۱ حدود اشتعال یا انفجار برخی از گازها را نشان می دهد.

دامنه یا پهنه اشتعال یا انفجار بعضی از مواد :

ردیف	ماده	پهنه یا حدود انفجار	
		حد پایین	حد بالا
۱	استون (حلال)	۲/۵	۱۳
۲	استیلن (گاز)	۲/۵	
۳	اتیل استات (نرمال)	۱/۱	
۴	اتیل الکل (نرمال)	۱/۲	
۵	بنزن	۱/۴	۸
۶	بنزین (اترنفت)	۱/۱	۸/۴
۷	بوتان (نرمال)	۱/۵	۹
۸	ایزوبوتان	۱/۶	۸/۵
۹	بوتیل الکل (نرمال)	۱/۷	
۱۰	کاربن دی سولفاید	۱	۵۰
۱۱	منواکسید کربن	۱۲/۵	۷۴/۲
۱۲	دی کلرواتیلن ۱/۱	۵/۶	۱۱/۴
۱۳	دی کلرواتیلن ۱/۲	۹/۷	۱۲/۸
۱۴	اتان	۳/۵	۱۵
۱۵	اتیل الکل	۳/۲۸	۱۹
۱۶	اتیل گلیکول	۳/۲	-
۱۷	گاز طبیعی	۴/۸	۱۳/۵
۱۸	گاز نفت کوره	۶	۱۳/۵
۱۹	بنزین	۱/۳	۶
۲۰	هگزان (نرمال)	۱/۲۵	۷/۵
۲۱	هیدروژن	۴/۱	۷۴
۲۲	هیدروژن سولفاید	۴/۳	۴۵/۵
۲۳	نفت سفید	۰/۷	۵
۲۴	متان	۵/۳	۱۵
۲۵	متیل الکل	۶	۳۶/۵
۲۶	دی اتیل اتر	۱/۷	۴۸
۲۷	اتیل استات	۲/۸	۱۱/۵
۲۸	اتیل دی کلراید	۶/۲	۱۵/۹
۲۹	اکتان (نرمال)	۰/۸۴	۳/۲
۳۰	اتر نفت	۱/۴	۵/۹
۳۱	پروپان	۲/۴	۹/۵
۳۲	الکل ایزوپروپیل	۲/۵	-
۳۳	تولون	۱/۲۷	۷
۳۴	ترباتین	۰/۸	-
۳۵	پیریدین	۱/۸	۱۲/۴
۳۶	گاز طبیعی (شهری)	۵	۱۵
۳۷	گاز مایع (بوتان و پروپان)	۱	۱۰

۱-۳-۵- مراحل احتراق :

مراحل احتراق یا چگونگی سوختن یک ماده همیشه یکسان و یک شکل نیست. سوخته‌های مختلف نیز هر یک با مشخصاتی خاص بر توسعه حریق اثر می‌کنند اما وضع درجه حرارت نسبت به زمان همواره به این شکل است که از نقطه اشتعال آغاز می‌شود، به تدریج تحت شرایطی بالا می‌رود، با رسیدن به حد نهایی غالباً تا حدودی ثابت می‌ماند و پس از کم شدن مقدار سوخت، سیر نزولی را طی می‌کند.

مهم اینجاست که بالارفتن درجه حرارت به مقدار سوخت بستگی ندارد و تابع شرایط فیزیکی و شیمیایی آن است.

در شکل زیر مراحل مختلف احتراق مربوط به نمونه سوختی مشخص در یک حریق آزمایش توسط منحنی زمان - درجه حرارت نشان داده شده است.

مرحله ای که آتش رشد می‌یابد مقطعی حساس است و از لحاظ بکارگیری اقدامات موثر مبارزه با حریق اهمیت اساسی دارد. باید بتوان خیلی زود از وجود آتش مطلع شد تا زمان مورد نیاز برای فرار اشخاص و فعالیت مأموران آتش نشانی هدر نرود.

مرحله ۱- اشتعال اولیه : در این لحظه آتش بروز کرده است.

مرحله ۲- رشد آتش : این مرحله از چند دقیقه تا چند ساعت ممکن است متفاوت باشد در اوایل این مرحله معمولاً سوخت کند می‌سوزد و تولید دود و گاز می‌کند.

مرحله ۳- پیشروی شعله : در این مرحله آتش به اغلب مواد سوختنی سرایت کرده و درجه حرارت سریعاً افزایش می‌یابد.

مرحله ۴ - اوج احتراق : آتش به حداکثر شدت خود رسیده و مواد سوختنی براحتی در حال احتراق هستند.

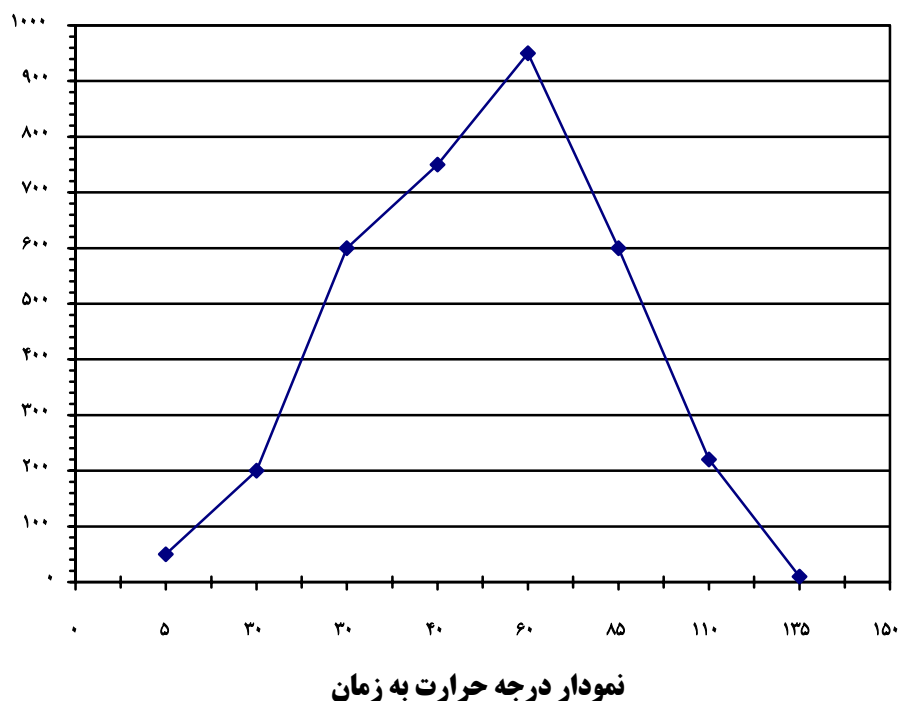
مرحله ۵ - پس نشینی : سوخت کاهش یافته و در حال از بین رفتن می‌باشد، حجم آتش کم کم کاهش می‌یابد.

مرحله ۶- نیمه سوختن و دود کردن: زنجیره واکنشهای خودکار احتراق در حال از هم گسیختن است.

مرحله ۷ - خاموشی: در این لحظه آتش خاموش شده است.

Back draught

۱-۳-۶- بک درفت



در یک محیط بسته که آتش وجود دارد بعد از مدت زمانی به علت بسته بودن دربها و پنجره ها اکسیژن مورد نیاز برای سوختن کاهش می یابد و در نتیجه ناقص سوزی سوخت آغاز می شود. حتی ممکن است در اثر کمبود اکسیژن شعله آتش خاموش شده و کند سوزی ادامه پیدا نماید و مواد نیم سوز می تواند محیط را به طور خطرناکی با بخارات و گازهای قابل اشتعال پرکند و با رسیدن هوای کافی (مثلاً به واسطه باز شدن یک درب)، بخارات و گازهای قابل اشتعال داغ دچار آتش سوزی ناگهانی و یا حتی انفجار می شوند. گاهی اوقات یک گوی آتشین از محل ورود هوا به اتاق به بیرون می آید و این به ویژه برای مأموران آتش نشانی که اتاقها را برای نجات بازماندگان مورد بازرسی قرار می دهند بسیار خطرناک است. از این رو باید قبل از ورود به اتاق های بسته، آنها را به شکل کنترل شده ای تهویه نمود.

۱-۳-۷- فلاش آور Flash Over

شعله ورشدن یا گر گرفتن به مرحله ای گفته می شود که آتش با یک حرکت سریع و همه جانبه تمامی مواد سوختنی و فضا را یکپارچه مشتعل می کند. ابتدا بخارات حاصل از

سوخت در نزدیکی سطحی که متصاعد شده اند می سوزند و در این فاصله به طور عادی مقدار هوای دسترس بیش از مقدار مورد نیاز است. در این زمان عامل کنترل کننده سرعت احتراق، مساحت سطح ماده سوختی است. تداوم دوره رشد به عوامل متعددی بستگی دارد، اما لحظه بحرانی وقتی فرا می رسد که شعله های آتش به سقف برسند. با گسترش آتش به سطح زیر سقف، مساحتی که دچار آتش سوزی شده است به مقدار زیادی افزایش می یابد. در نتیجه تابش حرارت به طرف سطح مواد قابل احتراق به طور محسوسی افزایش می یابد در یک اتاق معمولی، با مبلمان و دکوراسیون معمولی این اتفاق در دماهای حدود ۵۵۰ درجه سانتیگراد رخ می دهد. در اینجا باقیمانده مواد سوختی به سرعت به دمای آتش خود رسیده و ظرف ۳-۴ ثانیه مشتعل می شوند.

۱-۳-۸ - بلوی BLEVE

انفجار ناشی از افزایش فشار بخار حاصل از جوشیدن مایع :

یکی از عمده ترین انفجارات که در این گروه قرار دارد انفجار در اثر ازدیاد فشار ناشی از افزایش فشار بخار حاصل از جوشیدن مایع می باشد و این انفجارات بنام BLEVE = Boiling liquid Expanding Vapor Explosion می باشد. این نوع انفجار از عمده ترین انفجارات مخازن بوده که سبب دو یا چند تکه شدن مخزن مایع در یک لحظه می شود. انفجار این مخازن زمانی صورت می گیرد که درجه حرارت مایع داخل مخزن به بالاتر از نقطه جوش خود (در فشار اتمسفر) برسد. بیشتر انفجارات BLEVE متوجه مخازن گاز مایع (LP-Gas) می باشد که اکثر این مخازن در اثر حریقها به علت جذب حرارت و وقوع عمل فوق منفجر می شوند. همزمان با ازدیاد فشار، در اثر حرارت، بدنه مخازن نیز ضعیف تر شده و عمل انفجار صورت می گیرد. البته این انفجارات فقط مختص به مخازن محتوی مایع یا گاز قابل اشتعال نبوده بلکه دیگهای بخار در اثر کار نکردن سوپاپ اطمینان یا تحت فشار بیش از حد قرار گرفتن و یا حرارت بیش از اندازه دیدن و همچنین انتخاب نامناسب دیگ از نظر گنجایش سبب چنین حالتی از انفجار می شود. چون در این سیستمها عمل تخلیه ماده محتوی مخزن به هنگام ازدیاد فشار داخلی، فیزیکی می باشد بنابراین اگر محتویات درون مخزن قابل اشتعال باشد عمل احتراق و تولید حرارت نیز در اثر آزاد شدن این مواد وجود خواهد داشت و این عمل اشتعال پدیده دوم از BLEVE می باشد.

اگرچه اکثر BLEVE شامل ضعیف شدن مخازن در نتیجه قرار گرفتن در معرض شعله است ولی تعداد کمی از این انفجارات در نتیجه عوامل دیگر از قبیل خوردگی یا نیروهای حاصل از ضربه است. ضعیف شدن در اثر برخورد به خصوص در رابطه با تصادفات به هنگام

حمل و نقل، از قبیل حمل بوسیله تانکرهای راه آهن و وسایل نقلیه درجاده ها می باشد، در این حالتها بلوی توأم با ضربه است. بزرگی بلوی اساساً بستگی به مقدار تبخیر مایع رها شده از مخزن و وزن قطعات مخزن دارد، این عمل پرتاب قطعات در بسیاری موارد همانند عملکرد موشکها به هنگام پرتاب به جلو می باشد. اکثر انفجارات بلوی گاز مایع هنگامی به وجود می آید که از حداقل مقداری کمتر از نصف تا حدود ۷۵ درصد از مقدار حداکثر مجاز بارگیری مخزن، مایع در داخل مخزن وجود داشته باشد. زمان بین شروع تماس شعله و وقوع بلوی متغیر می باشد زیرا این زمان بستگی به فاکتورهای مختلف از قبیل اندازه، ماهیت شعله و خود مخزن دارد.

اختلاف گاز و بخار قابل اشتعال :

بخار، ذرات جدا شده از سطح جامد یا مایع می باشد و برای مایع کردن آن فقط افزایش فشار کافی است. اما برای مایع کردن گاز همراه افزایش فشار، کاهش دما نیز لازم می باشد. گرمای احتراق : گرمایی است که در اثر سوختن یک گرم از جسم تولید می گردد.

$$\frac{BTu}{lb} \text{ یا } \frac{cal}{gr}$$

فشار بخار : فشار اعمال شده به وسیله بخارات مولکولهای جدا شده از سطح مایع یا جامد در نقطه تعادل، فشار بخار نامیده می شود.

دمای بحرانی : برای هر گاز یا بخار دمایی وجود دارد که بالاتر از آن یک گاز یا بخار را نمی توان تنها با فشار به مایع تبدیل نمود. بالاتر از دمای بحرانی حرکت مولکولها به قدری شدید است که نیروهای بین مولکولی نمی تواند مولکول را مایع نگهدارد.

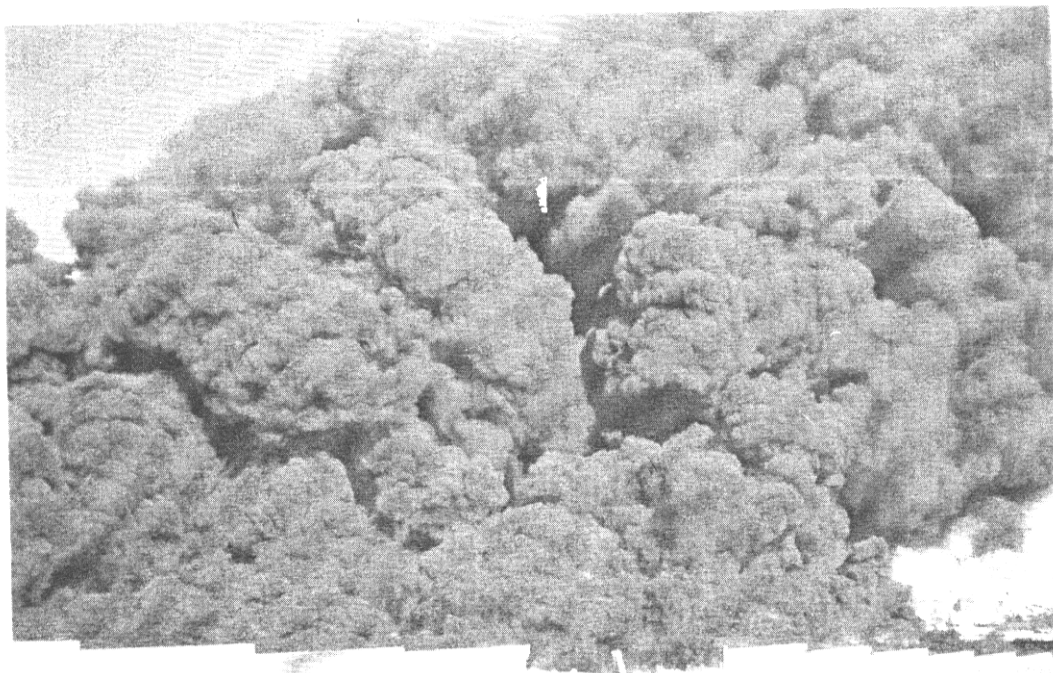
نوع گاز	دمای بحرانی	فشار بحرانی
CO_2	$31^{\circ} C$	$76 bar$
O_2	$-118/8^{\circ} C$	$49/7 bar$

فشار بحرانی : فشار لازم جهت مایع نمودن گاز یا بخار در درجه حرارت بحرانی را گویند .
نقطه جوش : دمایی است که فشار بخار برابر فشار جو گردد.

فصل ۲

شناخت آتش و عوامل بروز آن :

- ۲-۱- تعریف سوختن (کند و تند)
- ۲-۲- تعریف سوختن (با شعله و بی شعله)
- ۲-۳- احتراق کامل و ناقص
- ۲-۴- ارتفاع شعله - تعریف شعله و قسمت های تشکیل دهنده و رنگ شعله ها
- ۲-۵- مثلث آتش



۲-۱- تعریف سوختن

سوختن : واکنشهای خود پیش رونده گرما زا .

امروزه بیش از ۹۰٪ انرژی مصرفی جهان از راه احتراق فراهم می شود. پدیده های احتراق، از برهم کنش فرایندهای شیمیایی و فیزیکی ناشی می شوند. هر واکنش احتراقی دو سازنده دارد یکی سوخت و دیگری اکسنده نام دارد. مولکولهای سوخت در اثر تشعشعات انرژی حرارتی شکسته شده و با اکسیژن ترکیب می گردند. تشکیل مولکولهای جدید کوچکتر باعث آزاد شدن انرژی بصورت نور و گرما می شود که این انرژی، خود انرژی اولیه شکست مولکولهای بعدی سوخت و در نهایت ادامه آتش سوزی می گردد.

سوختن سه نوع است :

الف - سوختن آرام :

در ظرف بسته ای که در آن مواد سوختی و اکسیژن پیش آمیخته در حالت گازی به آرامی گرم شوند. چنانچه دمای سیستم از اندازه معینی بالاتر نرود. گرمای آزاد شده در واکنش شیمیایی از راه دیواره های ظرف هدر می رود تا به پایان برسد. این نوع احتراق فقط برای شیمیدانان جالب است.

ب - سوختن سرعت متوسط :

با گذشتن دما از یک حد بحرانی معینی، سرعت واکنشها و آزاد شدن انرژی در واکنش شیمیایی، از سرعت هدر رفتن گرما بیشتر می شود لذا در محیط نور و حرارت خواهیم داشت.

ج - سوختن با سرعت تند:

اگر در کسری از ثانیه مولکولهای سوخت که بصورت گازی یا بخار با اکسیژن مخلوط شده اند بصورت یکنواخت واکنش دهند که ایجاد نور، حرارت و تراک نماید انفجار گویند. این نوع انفجار را انفجار ناشی از احتراق گویند.

۲-۱- تعریف سوختن (با شعله - بی شعله)

سوختن اکثر مواد یک واکنش اکسیداسیون حرارت زا (اگزوترمیک) بوده و انرژی حاصل از واکنش بصورت گرما آزاد شده که شامل ترکیبات تشعشع کننده و هدایت کننده (گازهای داغ) می باشد. اگر انرژی آزاد شده از ترکیبات تشعشع کننده در طیف مرئی قرار داشته باشد شعله خواهیم داشت و به بیان دیگر عمل احتراق وقتی با شعله

همراه است که واکنش اکسیداسیون سریع باشد و همچنین عنصری که با اکسیژن ترکیب می شود به بخار تبدیل شده باشد و در غیر این صورت شعله نخواهیم داشت.

همچنین پدیده درخشندگی ممکن است به عنوان شعله سرد (cold Flame) تلقی گردد و این عمل در حرارت های پایین صورت می پذیرد. مثال اکسیداسیون فسفر زرد را می توان ذکر کرد و همچنین اگر کمی اتر را بر روی صفحه آهنی داغ بریزیم عمل اشتعال صورت نگرفته، بلکه پرتو افکنی سبز رنگ در اتاق مشهود خواهد بود.

۲-۳- احتراق کامل و ناقص

احتراق کامل هنگامی است که تمام عناصر موجود در سوخت به بالاترین حد اکسیداسیون خود برسند ولی اگر مقداری از مواد قابل اکسید شدن در سوخت باقی بماند یا همراه دود برده شوند احتراق ناقص صورت گرفته است و در این حالت مقداری انرژی تلف شده است. به عنوان مثال انرژی حاصل از سوختن ناقص و کامل کربن به صورت زیر است :



گرمای حاصل از واکنش اول تقریباً چهار برابر گرمای حاصل از واکنش دوم می باشد.

در صورتی که به خواهیم احتراق کامل صورت پذیرد شرایط زیر باید فراهم باشد:

۱- اکسیژن به مقدار کافی جهت سوختن موجود باشد. برای سوختن کامل باید مقدار هوای موجود بیش از هوای لازم تئوری باشد و این مقدار اضافی برای سوخت های مختلف متفاوت بوده و بستگی به نوع و جنس و ابعاد سوخت دارد. جهت سوخت های جامد مقدار هوای اضافی لازم ۴۰ تا ۵۰ درصد، برای سوخت های مایع ۸ تا ۱۵ درصد و برای سوخت های گازی صفر تا ۵ درصد است.

۲- ماده قابل سوخت باید به خوبی با اکسیژن مخلوط گردد. گازها و بخارات با هوا به خوبی مخلوط می شوند و به همین علت اگر شعله ای را به گاز و هوا نزدیک کنیم احتمال دارد تمام مخلوط مشتعل یا منفجر گردد.

مایعات به آسانی گازها محترق نمی شوند، زیرا هوا نمی تواند در ذرات آنها کاملاً نفوذ نماید، ولی اگر مایع را در اثر فشار به صورت پودر درآوریم با هوا مخلوط شده و مانند گازها به خوبی می سوزد.

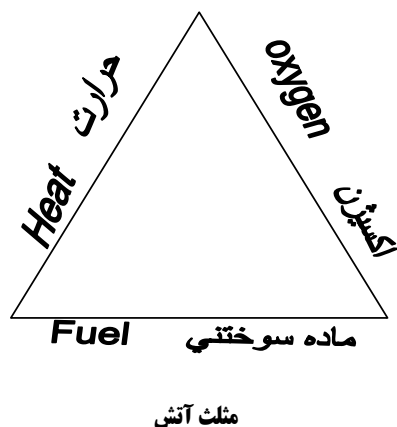
اجسام جامد فقط درحالتی به سهولت محترق می شوند که به صورت قطعات کوچک باشند، یعنی سطح های آنها با اکسیژن هوا بیشتر باشد و اگر سوخت جامد را به صورت پودر درآورده و با فشار در هوا پخش کنیم احتراق به راحتی انجام می شود، چنانچه شمش آلومینیم یا روی و دیگر فلزات به راحتی آتش نمی گیرند در صورتی که پودر این فلزات به راحتی قابل اشتعال می باشد. انفجار سیلوهای گندم نمونه ای از این موارد است.

۲-۴- ارتفاع شعله

ارتفاع شعله تابع مقدار تولید مولکول آزاد از سطح ماده سوخت می باشد. هر چه مقدار تولید بیشتر و سریعتر صورت گیرد مولکولها ناچار باید مسافت بیشتری طی کنند تا خود را به اکسیژن هوا برسانند، لذا ارتفاع شعله بالا می رود. در سوخته های مایع این میزان بسیار زیاد است. در چوب کمتر و در ذغال به حداقل می رسد و در فلزات غیر محسوس است. مساله تهیه هوا یا اکسیژن باعث می شود تا ماده قابل احتراق و فرار برای تهیه اکسیژن به مناطقی دور از منبع خود زبانه بکشد که در نتیجه سبب تشکیل شعله ای بلند می گردد.

۲-۵- مثلث آتش سوزی

آتش نتیجه یک واکنش شیمیایی است که از ترکیب اکسیژن، حرارت و یک ماده قابل اشتعال بدست می آید. بدین طریق که اکسیژن با کربن اجسام ترکیب شده و تولید دی اکسید کربن (CO_2) و گاهی هم تولید منواکسید کربن CO نموده و در اثر این فعل و انفعالات شعله و حرارت تولید می نماید.



امروزه در تمام دنیای متمدن جهت تبادل اطلاعات و افکار در خصوص مسائل آتش نشانی رابطه کامل موجود است و آرم مخصوص آتش نشانی که عبارت از یک مثلث می باشد برای کلیه آتش نشانی های دنیا شناخته شده و تقریباً بصورت آرم بین المللی در آمده است. چنانچه سه عامل اکسیژن، حرارت و ماده سوختنی را در کنار یکدیگر قرار دهیم ثلثی پدید می آید که آن را مثلث آتش گویند.

مواد سوختنی (قابل اشتعال) در طبیعت به سه حالت جامد، مایع و گاز موجود می باشد و معمولاً سوختن هر ماده قابل اشتعال با شعله همراه است و شعله نیز در اثر سوختن یک گاز یا بخار قابل اشتعال بوجود می آید. بنابراین کلیه مواد قابل اشتعال درحالات مایع و جامد می بایست با دریافت حرارت به گاز قابل اشتعال تبدیل شوند تا احتراق حاصل شود و آتش سوزی ادامه پیدا نماید.

۲-۶- طرق اطفاء یا خاموش کردن آتش :

هرگاه یکی از سه عاملی را که تشکیل دهنده مثلث آتش بوده و ضروری برای انجام عمل احتراق می باشد را از میان برداریم مثلث آتش ناقص شده و فرو می ریزد و عمل احتراق متوقف خواهد شد. این عمل را می توانیم با برداشتن (قطع) مواد قابل اشتعال (ماده سوختنی) یعنی جلوگیری از تغذیه حریق و یا جلوگیری از رسیدن اکسیژن کافی به آتش با استفاده از گازهای خنثی و یا تقلیل درجه حرارت با استفاده از عوامل خنک کننده (آب) انجام دهیم که در هر سه صورت آتش سوزی کنترل و متوقف خواهد شد. پس با توجه به مطالب فوق نتیجه می گیریم که به چهار روش می توان آتش سوزی را خاموش نمود.:

- ۲-۶-۱- تقلیل درجه حرارت به وسیله سرد کردن.
- ۲-۶-۲- کاهش درصد اکسیژن به وسیله گازهای خنثی.
- ۲-۶-۳- قطع یا دور ساختن مواد سوختنی به وسیله جداسازی.
- ۲-۶-۴- قطع واکنشهای زنجیره ای سوختن.

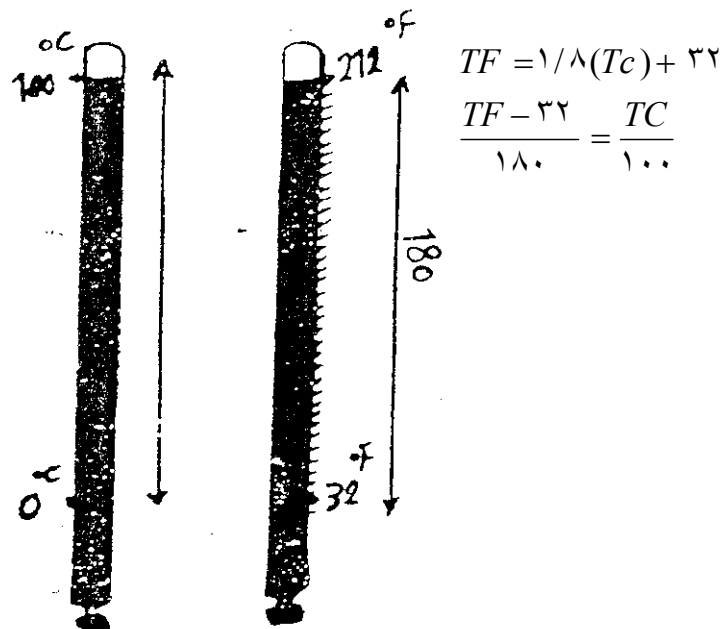
۲-۶-۱- تقلیل درجه حرارت بوسیله سرد کردن :

حرارت یکی از صورتهای مختلف انرژی در طبیعت است و به کمک آب یا خاموش کننده های سرمازا، می توان سوخت را سرد نمود و از بوجود آمدن گازهای قابل اشتعال جلوگیری کرد و آنچه که از حرارت باید بدانیم بشرح زیر می باشد.

الف) درجه حرارت :

کمیتی است که برای اندازه گیری اثر حرارت بکار برده می شود و با واحدهای مختلف سانتیگراد $(C)^{\circ}$ فارنهایت $(f)^{\circ}$ اندازه گیری می شود.

در مقیاس سانتیگراد، آب در صفر درجه یخ می زند و در صد درجه بجوش می آید. در مقیاس فارنهایت آب در ۳۲+ درجه یخ می زند و در ۲۱۲ درجه بجوش می آید.



ب) واحدهای حرارت :

کالری CAL : مقدار حرارتی است که بتواند درجه حرارت یک گرم آب را یک درجه سانتیگراد افزایش دهد.

بی توپو Btu : مقدار حرارتی است که درجه حرارت یک پوند (۴۵۳ g) آب را یک درجه فارنهایت بالا ببرد.

$$\text{Btu} = 252 \quad \text{Cal}$$

$$\text{Btu} = 0.252 \quad \text{Kcal}$$

ج : درجه حرارت خودبخود سوزی

هرگاه جسمی را حرارت دهیم (بطور مستقیم یا غیر مستقیم) درجه حرارت جسم مرتباً بالا می رود تا جایی که حرارت به اندازه ای خواهد رسید که جسم خودبخود آتش می گیرد. اگر در این حال حرارت جسم اندازه گرفته شود مقدار و اندازه حرارت مشخصی برای آن جسم بدست می آید. بطور مثال درجه خودبخود سوزی اتر ۳۵۶ و روغن موتور ۷۰۰ درجه فارنهایت می باشد.

خواص آب بصورت اسپری :

- الف - حرارت را از مواد مشتعل می گیرد (قدرت بالای جذب حرارت دارد و حرارت جسم را زیر نقطه اشتعال می آورد) .
- ب - از برخاستن بخارات قابل اشتعال جلوگیری می نماید.
- ج - بخارهای آب از انتقال تشعشعی حرارت جلوگیری می کند.
- د - آب پس از تبخیر ۱۷۰۰ برابر شده و غلظت O_2 را کاهش می دهد.

معایب آب :

- الف - آب سنگین است و حمل و نقل آن هزینه بر می باشد . $|m^3 H_2O| = Ton$
- ب - آب هادی برق است و در آتش سوزی گروه E و D کارایی ندارد.
- ج - با بعضی مواد واکنش حرارت زا و انفجاری دارد، مثل کاربید که تولید $C_2 H_2$ میکند.
- د - بعلت سنگینی در مایعات قابل اشتعال فرو می رود.
- هـ - آب پرفشار به اماکن و تجهیزات خسارت وارد می کند.
- و - در بعضی مایعات قابل اشتعال مثل الکل حل می شود.
- چون اکسیژن عامل اصلی ادامه آتش است لذا دور نمودن هوا از صحنه عملیات یعنی دور ساختن اکسیژن از آن صحنه، نتیجه اش خاموش شدن آتش است، این عمل بطرق مختلف انجام می گیرد که به شرح زیر می باشد:

۲-۶-۲- کاهش درصد هوا (اکسیژن)

هوا ترکیبی از اکسیژن، نیتروژن و مقداری گازهای دیگر نظیر دی اکسید کربن، منواکسید کربن، آرگون، بخار آب و ذرات معلق در هوا و ... می باشد .

مقدار اکسیژن موجود در هوا ۲۱٪ و نیتروژن ۷۸٪ و گازهای دیگر ۱٪ می باشد . نقش نیتروژن در هوا رقیق نمودن اکسیژن است، با یک آزمایش این نقش به خوبی مشهود می شود .

اگر شیشه ای پر از اکسیژن داشته باشیم و کبریتی را که شعله آتش آن خاموش شده باشد در آن داخل کنیم فوراً آتش می گیرد، در صورتی که همین کبریت در هوای معمولی خاموش می شود. بدین طریق مشخص می شود که نقش نیتروژن همان کاهش درصد اکسیژن می باشد. از این خاصیت برای پیشگیری از برخی آتش سوزی ها استفاده می شود .

الف) جایگزین کردن گازهای سنگین تر از هوا

در این طریقه از گازهای سنگین مختلف که در سیلندره‌های مخصوصی حاضر بکارند و یا بوسیله مایعاتی که در اثر برخورد با آتش یا حرارت محیط به گاز تبدیل می شوند (مواد هالوژنه) استفاده می نمایند.

گازهای مصرفی بین ۱/۵ تا حدود ۵ برابر از هوا سنگین تر بوده و پس از ریخته شدن بر روی آتش، چون از هوا سنگین تر می باشند جانشین هوا شده و از تماس هوا با آتش جلوگیری می نمایند. مهمترین این گازها عبارتند از:

CO₂ که در حدود ۱/۵ برابر هوا وزن دارد و در سیلندرهایی با وزنهای مختلف حاضر بکار می باشند. گاز تتراکلرید کربن، CCL₄ و دی برمومتان CH₂Br₂ و دیگر مواد هالوژنه از این دسته گازها می باشند.

ب) ایجاد یک لایه عایق بین هوا و آتش

در این روش از کف مخصوصی که بتواند در مقابل آتش سوزی مقاومت نماید استفاده می شود. در این طریق کف مصرفی ایجاد لایه عایق بین هوا و آتش نموده و از رسیدن اکسیژن موجود در هوا به بخارات قابل اشتعال (متصاعد شده) جلوگیری می کند . در ضمن عمل خنک کردن را نیز انجام می دهد.

۳- قطع یا دور ساختن مواد سوختنی :

چنانچه ماده قابل اشتعال در مجاورت هوا و حرارت نباشد آتش سوزی اتفاق نخواهد افتاد، چون شرط اول یعنی مجاور نبودن با هوا تقریباً غیر ممکن است لذا معمولاً سعی می شود ماده قابل اشتعال را از مجاورت با آتش دور نمایند. در بعضی از آتش سوزیها مانند حریق گازها و مایعات قابل اشتعال، بهترین روش قطع یا دور نمودن مواد سوختنی است، مثلاً اگر یک کپسول گاز آتش بگیرد در مرحله اول بهتر است که شیر آن را ببندیم و جریان گاز را قطع کنیم و سپس جهت ایمنی اقدام به خنک نمودن آن کنیم.

اگر در محلی با آتش سوزی مواجه شدیم و هیچ وسیله اطفایی نداشتیم حداقل این کار را می توانیم انجام دهیم که وسایلی را که آتش نگرفته است را از محل دور کنیم. براساس استانداردهای بین المللی جهت جداسازی یا قطع سوخت می توان از یکی از سه روش زیر استفاده کرد:

الف : دور کردن (جدا کردن) ماده سوختنی از شعله

- ب : دور کردن (جدا کردن) شعله از ماده سوختنی
- ج : ایجاد فاصله یا عایق بین ماده سوختنی و شعله (حرارت)

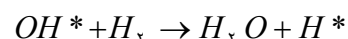
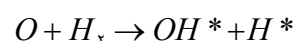
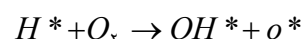
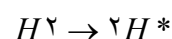
۴- قطع واکنشهای زنجیره ای سوختن :

اطفاء نمودن بوسیله خنک نمودن (سرد کردن)، رقیق کردن اکسیژن و جابجایی و انتقال ماده قابل سوخت روشی است که جهت اطفاء انواع حریقها مدل شعله ای یا بدون شعله قابل اجراء است. اطفاء بوسیله مواد شیمیایی بازدارنده فقط جهت مدل شعله ای کاربرد دارد، این روش هنوز بطور کامل تشریح نشده است و موضوعی است که هنوز تحقیق درمورد مکانیزم عمل آن ادامه دارد. ارزش بارز این روش سرعت فوق العاده و تأثیر زیاد آن در اطفاء حریق است.

البته جالب است بدانید که با استفاده از این روش می توان از عمل انفجار مخلوط گاز و هوا و یا گاز و اکسیژن جلوگیری نمود.

چگونگی واکنشهای زنجیره ای سوختن سیستم قابل احتراق هیدروژن، اکسیژن را مورد بررسی قرار می دهیم :

- آغازگر واکنش تبدیل هر مولکول هیدروژن به دو اتم هیدروژن می باشد (H^* فعال) و اتم هیدروژن فعال با مولکول اکسیژن وارد عمل شده تا تولید OH^* فعال و O^* فعال نماید.



توجه داشته باشید که بعضی از اتمهای فعال محصول واکنش و یک سری در واکنشهای دیگر شرکت نموده و مصرف می شوند و بعضی دیگر نیز تواتراً هر دو نقش را دارند. بنابراین مواد مذکور را می توان حاملین زنجیره نامید.

طبق بررسی های اخیر نتیجه گیری شده است که سرعت یا تندی شعله بستگی به غلظت OH^* فعال و همچنین فشار محیط واکنش دارد. برای مثال برای شعله هیدروژن - اکسیژن سرعت شعله ۱۶ اینچ در ثانیه در فشار اتمسفر بوده، که بالاترین مقدار در سوختن ها می باشد. برای سوخت های هیدروکربنی که حاوی کربن زیاد هستند، غلظت هیدروکسید (OH) کاهش یافته و در نتیجه سرعت شعله نیز تقلیل می یابد.

در سوختهایی که شامل هیدروژن نمی باشند، اکسیژن فعال (O) تعیین کننده سرعت می باشد. اطفاء نمودن شعله بوسیله بازدارنده ها هنگامی امکان پذیر است که به عناصر فعال اجازه شرکت در تکمیل نمودن واکنش زنجیره ای داده نشود. اینگونه اطفاءکننده ها بدون رقیق نمودن اکسیژن، جداکردن سوخت، پوشاندن یاخنک نمودن عمل اطفاء را انجام می دهند.

فصل ۳

طبقه بندی آتش سوزی

۳-۱ - از نظر فازهای مختلف ماده :

۳-۱-۱ - جامد

۳-۱-۲ - مایع

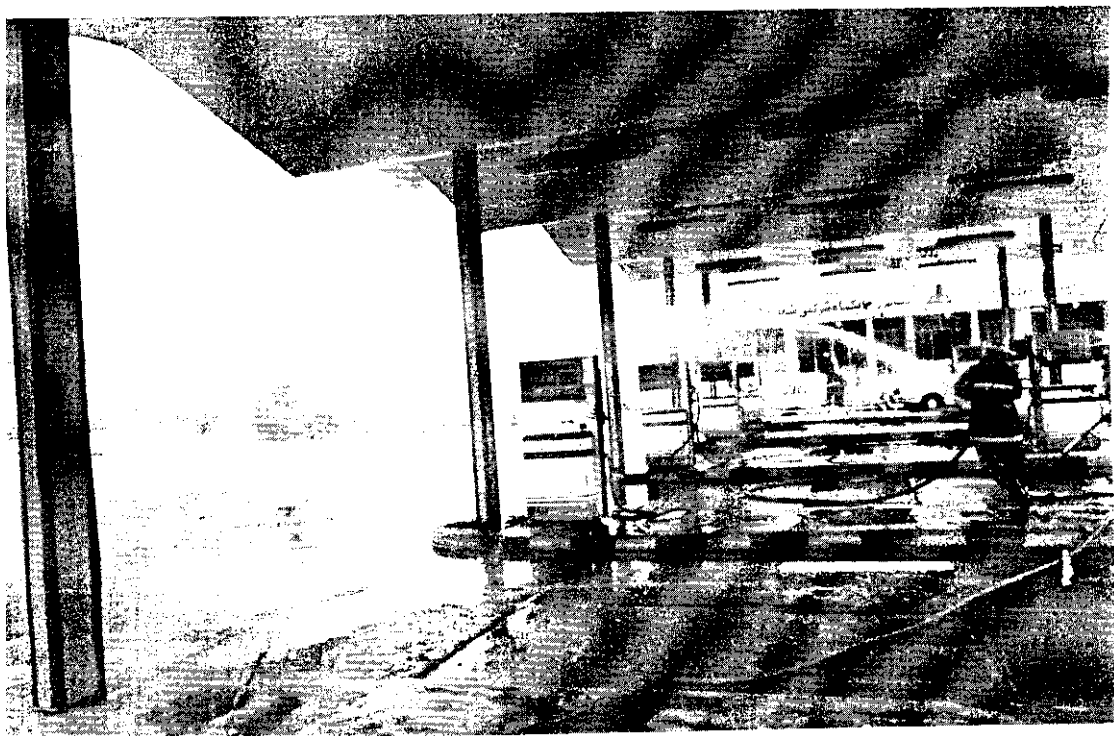
۳-۱-۳ - گاز

۳-۲ - از نظر اطفاء :

۳-۲-۱ - طبقه بندی N.F.P.A

۳-۲-۲ - طبقه بندی اروپایی

۳-۳ - از نظر وسعت



۳-۱- طبقه بندی آتش سوزیها از نظر فازهای مختلف ماده

۳-۱-۱- فاز جامد

اکثر آتش سوزی ها جامدات قابل اشتعال می باشند و خطرات آنها بیشتر هنگامی است که به صورت گرد، پودر و یا حالتی باشند که سطح تماس زیادی با هوا داشته باشند. در این حالت خطرات اینگونه مواد کمتر از خطرات مایعات قابل اشتعال نیست. مواد معدنی بکار برده شده در ساختمان در برابر آتش و حرارت واکنش نشان داده و تغییر حالتی در آنها پدید می آید. به عنوان مثال کم شدن مقاومت فولاد در برابر حرارت، شکستن و خرد شدن بتونها یا ذوب شدن شیشه ها در برابر حرارتهای زیاد می باشد، گرچه در شرایط عادی (غیر از موقعیت حریق) مواد ذکر شده در قسمتهای مختلف ساختمان نقش عمده ای را دارند.

از یک نظر مواد جامد به دو قسمت عمده تقسیم بندی می گردند :

۱- مواد قابل انعطاف از قبیل منسوجات، مبلمان، پرده و

۲- مواد ساختمانی در برگیرنده آهن، بتون و پلاستیکهای ترموست.

از آنجایی که اشتعال نیاز به تبخیر مقداری از سوخت جامد دارد گرمای داده شده به جامد در وضعیت اشتعال موثر است و بدین جهت در آزمایشهای مختلف سنجش و چگونگی شروع اشتعال مواد نتایج مختلفی در رابطه با استفاده از منابع حرارتی گوناگون دارد.



۳-۱-۲- فاز مایع

از آنجایی که عملاً آتش سوزی در فاز بخار رخ می دهد بنابراین بیشترین خطرات مایعات قابل اشتعال شامل مایعاتی است که دارای فشار بخار زیاد و تبخیر سریع می باشند. اندازه گیری نقطه شعله زنی و نقطه اشتعال نشان دهنده میزان خطرات آتش سوزی ماده بوده و هرچه این نقاط پایین تر باشد خطرات آن نیز بیشتر می باشد. در مایعات اکثر خطرات مربوط به هنگام جابجایی و انتقال مایع می باشد و بدین لحاظ باید به تبخیر سریع مایع و اجتناب از منابع آتش زنی توجه شود. در حریقهای مایعات قابل اشتعال باید سعی در کاهش سطح گسترش مایع گردد، به طور مثال استفاده از جداکننده ها بدین منظور می باشد. همچنین ملاک نگهداری و جداسازی در مایعات آلی قابل اشتعال در انبارها نیز به منظور شرکت حجم کمتری از مایع در صورت وجود آتش سوزی می باشد. گرچه شدت آتش سوزی بستگی به فراریت و میزان حرارت تولید شده از سوخت دارد ولی درموادی که میزان تبخیر کم دارند مانند: روغنهای سنگین و یا قیر، هر چند به سختی مشتعل می شوند ولی بعد از اشتعال به خوبی می سوزند چون همیشه یک قسمت از حرارت تولید شده به صورت تشعشع به سطح سوخت برگشته و موجب تبخیر بیشتر می گردد. در مایعات آلی حرارت لازم برگشتی به صورت تشعشع که جهت تبخیر لازم است درصد کمی از حرارت تولید شده در اثر سوختن می باشد.

برخی از تکنیکهای اطفاء حریق عبارت است از مداخله در قسمتی که فاز مایع به فاز بخار تبدیل می شود و این امر موجب اطفاء حریق می گردد. این عمل را میتوان به طریق سرد کردن مایع جهت کاهش دادن بخارات حاصل و استفاده از کف جهت پوشاندن سطح مایع انجام داد.

۳-۱-۳- فاز گازها

هرگازی می تواند خطرناک باشد حتی هوای فشرده داخل سیلندرها، زیرا اگر حرارت به سیلندر برسد فشار داخل آن بالا رفته و ممکن است آنرا منفجر نماید .

گازها براساس خواص شیمیایی به دو دسته تقسیم می شوند :

۱- گازهای قابل اشتعال (متان، اتان، بوتان، پروپان، استیلن، هیدروژن).

۲- گازهای غیر قابل اشتعال (نیتروژن، آرگون، هلیم، دی اکسید کربن).

گازهای قابل اشتعال از نظر وزن مخصوص به دو دسته تقسیم می شوند :

۱- گازهای سبکتر از هوا (نیتروژن، گاز متان و اتان ترکیبی).

۲- گازهای سنگین تر از هوا (گاز بوتان و پروپان ترکیبی).

گازهای قابل اشتعال عبارتند از : ئیدروکربنهای سیر شده یا سیر نشده که از نفت مشتق می شوند ئیدروکربنهای سیر شده $C_N H_{2N+2}$ مانند :

متان CH_4 ، اتان $C_2 H_6$ ، پروپان $C_3 H_8$ ، بوتان $C_4 H_{10}$.

ئیدروکربنهای سیر نشده $C_N H_{2N}$ مانند : اتیلن $C_2 H_4$ ، پروپیلن $C_3 H_6$

گازهایی که برای سوخت منازل به کار می رود بوسیله سیلندر یا نامهای مختلف از قبیل بوتان، ایران گاز، پرسی گاز و غیره حمل و نقل می شود ؛ چنانچه توأم با احتیاط های لازم مصرف و حمل و نقل نشود خطرناک بوده و در صورت تنفس باعث بیهوشی می گردد .

در صورت اختلاط با هوا با نسبتهای معین با شعله کبریت، جرقه کلید برق، جرقه حاصل از کنتاکت یخچال برقی یا جرقه هر وسیله برقی دیگر مشتعل و منفجر و باعث وارد آمدن زیانهای جانی و مالی می گردد . این گاز مخلوطی از پروپان و بوتان است که درصد اختلاط آنها در فصلهای مختلف متفاوت می باشد .

شرکت ملی نفت ایران برای مصارف خانگی و صنعتی گازهای پروپان و بوتان را مخلوط و درفصول مختلف به تناسب زیر در می آورد تا جریان گاز در لوله ها به سهولت انجام گیرد.

جدول نسبت اختلاط گاز در فصول مختلف

فصل	پروپان	بوتان
بهار	۳۰٪	۷۰٪
تابستان	۱۰٪	۹۰٪
پاییز	۳۰٪	۷۰٪
زمستان	۵۰٪	۵۰٪

نقطه جوش گاز پروپان $44/5^{\circ}C$ -

نقطه جوش گاز بوتان $0/5^{\circ}C$ -

انبساط حجمی گاز مایع به بخار ۲۳۰ تا ۲۷۰ برابر است .

فرمول شیمیایی اتیل مرکاپتان $C_2 H_5 SH$ می باشد.

بدیهی است بوی بد این ماده مربوط به گوگرد محتوی آن است همانطور که در $H_2 S$

مشهود است .

خطرات گازها و طریقه مبارزه با آن :

بطور کلی درمورد مواجه شدن باخطرات گازها دو حالت مختلف وجود دارد:

۱- مرحله ای که آتش سوزی از گاز بوجود آمده باشد.

۲- مرحله ای که گاز در ساختمان پخش شده و آتش نگرفته باشد.

برای مبارزه درمرحله اول یعنی آتش سوزی ناشی ازگاز در محلهای سرپوشیده، لازم است ابتدا اطراف مخازن گاز را با توجه به نوع آتش سوزی خاموش نماییم، در صورتی که نتوانیم بوسیله بستن شیر گاز و یا وسایل کمکی دیگر از خروج گاز جلوگیری نمائیم از خاموش کردن خود سیلندر گاز پس از خاموش کردن اطراف آن خودداری می کنیم تا زمانی که وسایل انتقال مخزن و یا جلوگیری از خروج گاز آماده گردد.

علت اینکه ازخاموش نمودن سیلندر (مخزن) گاز در صورت عدم امکان انتقال سیلندر یا جلوگیری از خروج گاز در جاهای سرپوشیده می بایست خودداری نماییم این است که امکان دارد آتش در اطراف سیلندر گاز کاملاً خاموش نشده باشد و جرقه ای در زیر جعبه ها، داخل کشتو و یا بطور کلی در محلی که خارج از دید ما است باقیمانده و وقتی گاز را خاموش نماییم و نتوانیم از خروج آن جلوگیری کنیم فضا را پر و به محض رسیدن گاز رها شده مخلوط با هوا به باقیمانده جرقه آتش تولید انفجار خواهد نمود که امکان تلف شدن افراد وجود دارد وهم خسارت ناشی از انفجار به مراتب بیشتر از آتش سوزی اولیه خواهد بود.

برای خاموش نمودن آتش سوزی گازها باید هر سه روش اطفاء را بکار ببریم یعنی :

۱- سیلندر را به وسیله آب خنک می نماییم (پایین آوردن درجه حرارت).

۲- آتش محل را بوسیله مواد خفه کننده (پودرهای شیمیایی و گاز کربنیک و غیره) اطفاء می نماییم.

۳- جریان گاز را قطع می کنیم (دور ساختن مواد سوختنی).

مرحله دوم، زمانی که گاز در ساختمان پخش شده و آتش نگرفته باشد(مرحله خطر).

در این حالت لازم است که برای جلوگیری از انفجار و آتش سوزی اقدامات زیر را انجام

دهیم .

۱- باز کردن تمام درها و پنجره های ساختمان.

- ۲- خارج کردن گاز از داخل ساختمان بوسیله ایجاد باد (برای این کار باید از وسایلی استفاده شود که تولید الکتریسته ساکن یا جرقه ننماید. وسایل مناسب عبارتند از: یک مقوای بزرگ، قطعه ای گونی یا پارچه های نخی خیس شده .
 - ۳- برای داخل شدن به محل نشت گاز از دستگاه تنفسی استفاده نمایید یا حداقل بوسیله قطعه ای پارچه خیس جلوی دهان را بپوشانید تا در زمان بروز آتش سوزی یا انفجار احتمالی، ریه و مجاری تنفسی شما دچار سوختگی نشود.
 - ۴- جلوگیری از خروج گاز بوسیله بستن شیر کنترل (گاز مایع) و فلکه اصلی (گاز شهری).
 - ۵- از قطع و وصل کردن کلیدهای برق خودداری شود ؛ یعنی اگر حتی لامپی روشن بود آنرا بوسیله کلید خاموش نکنیم چون خود کلید در اثر کنتاکت تولید جرقه می نماید. البته در مواردی که فیوز برق در خارج از ساختمان قرار دارد می توانیم فیوز کنتور را باز کنیم تا جریان برق در داخل ساختمان بدون ایجاد جرقه قطع شود ولی اگر فیوز در داخل محلی که در آن گاز پخش شده قرار داشته باشد به هیچ عنوان آنرا باز نمی کنیم.
 - ۶- خاموش کردن تمام منابع حرارتی از قبیل : بخاری، شمعک آبگرمکن، سماور برقی، اتو برقی و ...
 - ۷- از حداقل نفرات استفاده کنید.
 - ۸- از پوشیدن یا در آوردن لباس در داخل ساختمان خودداری کنید (تولید الکتریسته ساکن) .
 - ۹- اگر به عنوان نیروی آتش نشانی به چنین محلی می روید بهتر است یک یا دو سر لوله آب را قبلاً در محل آماده نمایید تا اگر آتش سوزی ایجاد شد بتوانید به موقع جهت اطفاء اقدام کنید.
 - ۱۰- بوسیله اسپری نمون آب می توانید مقداری از گاز محل را از طریق خروجی پنجره ها به بیرون هدایت نمایید.
 - ۱۱- هنگام عملیات از تجمع افراد در اطراف ساختمان خودداری کنید.
- توجه:** جهت از بین بردن مخلوط قابل اشتعال و انفجار می توانید یک یا دو دستگاه کپسول پودر و گاز را در هوای محیط تخلیه نمایید.

حدود اشتعال یا انفجار گازها :

گازها یا بخارات قابل اشتعال با اکسیژن و یا هوا تشکیل یک مخلوط قابل اشتعال یا انفجار می دهند، ولی یک حداقل از لحاظ غلظت بخارات یا گازها در هوا وجود دارد که کمتر از این مقدار درحضور یک منبع حرارتی (آتش زنه) شعله ای نخواهیم داشت.

همچنین اگر غلظت این بخارات یا گازها در هوا بیشتر از یک مقدار معینی باشد دراین حالت نیز شعله ای نخواهیم داشت. این حدود مرزی که بخار یا گاز با هوا تشکیل مخلوط قابل اشتعال می دهد به عنوان حد پایین اشتعال و حد بالای اشتعال شناخته شده اند و معمولاً برحسب درصد حجم گاز یا بخار در هوا بیان می شود. بطور کلی یک مخلوط با درصدی پایین تر از حد پایین اشتعال جهت اشتعال یا انفجار خیلی ضعیف بوده و یک مخلوط با درصدی بالاتر از حد بالای اشتعال جهت اشتعال یا انفجار خیلی قوی می باشد(مشتعل نمی گردد) . حدود اشتعال هر جسم را در فشار و حرارت نرمال اندازه گیری نموده و درجداولی منعکس می نمایند و این مقادیر در فشار و حرارتهای دیگر متفاوت خواهند بود.

شایان ذکر است هنگامی که نسبت مخلوط گاز یا بخار قابل اشتعال با هوا درقسمت میانی حد پایین و حد بالای اشتعال یا انفجار باشد، اشتعال یا انفجار حساستر و شدیدتر از هنگامی است که نسبت این مخلوط نزدیک حد بالا یا حد پایین اشتعال یا انفجار باشد.

جدول روشهای کنترل و معیارهای سنجش خطرات آتش سوزی مواد

ترکیبات خطرناک	اشتعال		گسترش		اثرات آتش	
	معیارهای سنجش	کنترل اشتعال	معیارهای سنجش	کنترل گسترش	معیارهای سنجش	کنترل اثرات آتش
گازها	حدود اشتعال	۱-انبارداری و حمل و نقل ایمن ۲- استفاده از اتمسفر گازهای خنثی	حدود اشتعال دانشیته نفوذ	سیستم تخلیه به هنگام اضطرار	نصب تابلوهای مشخص کننده مواد خطرناک	۱- عملیات اضطراری و تخلیه ۲- نصب تابلوهای مشخص کننده خطر
مایعات	نقطه شعله زنی	۱- جابجایی ایمن ۲- طبقه بندی خطرات	فراریت	۱- تهویه و جلوگیری از شعله ۲- جداسازی مخازن و انبارها	نصب تابلوهای مشخص کننده مواد خطرناک	۱- عملیات اضطراری و تخلیه ۲- نصب تابلوهای مشخص کننده خطر

جامدات ۱- منسوجات مانند پرده و مبلمان ۲- مواد ساختمانی (ترکیبات واجزاء بکار رفته در ساختمان)	آزمایشات سهولت اشتعال و گسترش شعله مانند قسمت فوقانی	۱- مواد مقاوم کننده در برابر شعله ۲- لایه های محافظت کننده مانند قسمت فوقانی	۱- گسترش شعله ۲- سرعت گرمای آزاد شده همانند قسمت فوقانی	۱- انتخاب مواد ۲- کشف و فرو نشانی ۱- مقاوم نمودن در برابر حریق استفاده از موادی با درجه اشتعال ضعیف ۲- پوششهای دیر سوز کننده ۳- کشف و فرو نشانی	۱- تولید مواد سمی از حریق ۲- تولید کننده دود ۱- تحمل واستقامت در برابر حریق ۲- تولید دود و مواد سمی	۱- استفاده از دستگاه تنفسی برای آتش نشانان ۲- سیستمهای کنترل دود مانند قسمت فوق بعلاوه طراحی لازم درساختمان و استفاده از جداکننده ها
---	---	---	--	---	---	---

۲-۳- طبقه بندی آتش سوزیها از نظر اطفاء:

مواد اطفایی عمومی که جهت اطفاء آتش سوزی ها توسط مردم و آتش نشان ها مورد استفاده قرار می گیرد، شامل موارد زیر می باشد:

۱- آب (شامل هر نوع آب)

۲- کف (انواع شیمیایی و مکانیکی)

۳- پودرهای شیمیایی

۴- دی اکسید کربن CO_2

۵- هالوژنه ها

البته مواد دیگری چون ماسه خشک، پودر شیشه، خاک و یا حتی پتو برای خاموش کردن آتش استفاده می شوند که لزومی برای قرار گرفتن این موارد در دسته بندی فوق وجود ندارد. بر مبنای همین مواد اطفایی، آتش سوزیها به را چند طبقه تقسیم می نمایند که سازمان ملی حفاظت از حریق آمریکا (N.F.P.A) آنرا به چهار طبقه و کشورهای اروپایی بر مبنای طبقه بندی کشور انگلستان آنرا به پنج طبقه تقسیم بندی نموده اند. البته برخی از صاحب نظران طبقه ششمی را هم در نظر گرفته که برخی در طبقه ششم مواد منفجره و برخی آتش های آشپزخانه منازل را در نظر گرفته اند. در هر صورت دو تقسیم بندی زیر ارایه می شود. لازم به ذکر است. در ایران طبقه بندی اروپایی رواج گسترده تری دارد.

۲-۳-۱- طبقه بندی NFPA:

طبقه A: آتش سوزی های مواد معمولی جامد از قبیل چوب، پارچه، کاغذ، لاستیک و بسیاری از پلاستیک ها.

طبقه B: آتش سوزی های مایعات قابل اشتعال، روغن ها، گریس ها، قیرها، رنگ های روغنی، لاک الکل و گازهای قابل اشتعال .

طبقه C: دستگاههای مصرف کننده برقی که در زمان داشتن انرژی برق باید از خاموش کننده عایق جهت اطفاء استفاده نمود (به هنگام قطع برق از دستگاه، ممکن است از خاموش کننده های گروه A و B به طور ایمن استفاده نمود) .

طبقه D: آتش سوزی فلزات قابل اشتعال مانند لیتیم، پتاسیم، سدیم، منیزیم، زیرکونیم

۳-۲-۲- طبقه بندی اروپایی

در سالهای قبل آتش سوزی ها در انگستان به طور غیر رسمی مانند روش NFPA دسته بندی شده بود، ولی اکنون کشورهای اروپایی در طبقه بندی انواع جدید آتش سوزی ها به توافق رسیده اند که طبقه بندی فوق به شرح زیر می باشد :

طبقه A: جامدات قابل اشتعال (مواد خشک) .

طبقه B: مایعات قابل اشتعال .

طبقه C: گازها .

طبقه D: فلزات قابل اشتعال .

طبقه E: وسایل الکتریکی (برقی) .

۳-۲-۲-۱- آتش سوزی های خشک (گروه A) :

این طبقه از آتش سوزیها موادی را شامل می شود که پس از سوختن ازخود خاکستر باقی می گذارند مانند فراورده های چوبی،پنبه ای، پشمی، لاستیکی و انواع مختلف پارچه های مصنوعی، حبوبات، غلات و غیره . برای خاموش نمودن این آتش سوزی ها بهترین طریقه سرد کردن و موثرترین وسیله آب می باشد، برای مثال چوب را به عنوان یک ماده جامد سوختنی مورد مطالعه قرار می دهیم .

چوب به مقدار زیاد بخصوص درکشورهایی که دارای جنگل هستند درمصالح ساختمانی مصرف دارد. چوب با دریافت حرارت کافی می سوزد و در صورت عدم دریافت هوای کافی تبدیل به ذغال چوب گردیده و یا تجزیه می شود. نحوه آتش گیری، گسترش و اطفاء حریق چوب، رابطه مستقیم با خواص و مشخصات چوبهای در حال سوخت دارد.

بطوری که میدانید حتی درچوب خشک نیز مقداری رطوبت وجود دارد و قبل از آنکه چوب بتواند بسوزد باید رطوبت آن تبخیر شود. چوبهای سبز (تازه) که مقدار قابل ملاحظه ای رطوبت دارند در مقابل درجه حرارت خیلی بالاتر نیز مقاومت می نمایند، چون مقدار زیادی حرارت لازم است تا رطوبت موجود درچوب را تبخیر کند و این مقدار حرارت را به نام حرارت نهان تبخیر می نامند. تمام این حرارت بدون آنکه دمای چوب بالارود یا آتش سوزی حاصل شود جذب چوب شده و جهت تبخیر رطوبت موجود در چوب هدر می رود. خاصیت آتش گیری چوب های خشک آنقدر مهم بوده که منجر به تحقیق جهت تهیه مواد و روشهایی برای مقاوم ساختن چوب در برابر حریق گردیده است. بهترین روش برای نیل به این مقصود، رنگ آمیزی چوب با مواد ضد حریق است که این رنگها را از مواد شیمیایی، فسفات ها، سولفات ها و نمک آمونیاک تهیه می کنند.

۳-۲-۲- مایعات قابل اشتعال (گروه B) :

خطر آتش سوزی مایعات قابل اشتعال بستگی مستقیم به خاصیت تبخیر شدن آنها دارد که در اثر دریافت حرارت از محیط یا یک منبع حرارتی دیگر، گاز کافی برای اختلاط با هوا تولید و مخلوط قابل اشتعال یا انفجاری را مهیا سازند.

الف (مایعات سریع الاشتعال :

مایعات سریع الاشتعال به مایعاتی گفته می شود که نقطه تبخیر آنها پایین باشد مانند : بنزین .

ب (مایعات کند اشتعال :

مایعات کند اشتعال به مایعاتی گفته می شود که نقطه تبخیر آنها بالا باشد مانند : نفت خام، روغن های حیوانی و غیره.

مایعات قابل اشتعال از نظر حل شدن در آب به دو دسته تقسیم می شوند :

- الف - مایعاتی که در آب حل می شوند مانند : الکل ها (مایعات غیر چرب).
- ب - مایعاتی که در آب حل نمی شوند مانند : فرآورده های نفتی، روغنی و غیره (مایعات چرب) .

در ظروف محتوی مایعات قابل اشتعال هرچه ظرف بیشتر خالی باشد خطر انفجار بیشتر است (بشکه یا تانکرهای بنزین و نفت).

باید توجه داشته باشیم که در آتش سوزی مایعات وسعت آتش سوزی به سطح مایع بستگی دارد.

نقطه شعله زنی مایعات کند اشتعال بالاتر از ۳۷ درجه سانتیگراد و مایعات سریع الاشتعال پایین تر از ۳۷ درجه سانتیگراد می باشد.

بنابراین در این نوع از آتش سوزی ها باید از پخش و جاری شدن آنها جلوگیری نماییم و بهترین خاموش کننده اگر حریق در سطح کوچکی باشد پودرهای شیمیایی و اگر در سطح بزرگتری باشد کف مکانیکی است. اطفاء حریق مایعات کند اشتعال و سریع اشتعال شامل قطع نمودن منبع سوختی، قطع هوا به روشهای مختلف، سرد نمودن مایع جهت جلوگیری از تبخیر شدن آن و یا استفاده توأم از روشهای فوق می باشد. جهت پیشگیری از حریق و انفجار مایعات قابل اشتعال یک یا چند تکنیک که در زیر شرح داده شده، بکار می رود:

- الف - جلوگیری از منابع آتش زنه .
- ب - از بین بردن تماس هوا با مایع (تقلیل درصد اکسیژن موجود در هوا).
- ج - نگهداری نمودن مایعات در ظروف یا سیستمهای بسته.
- د - تهویه نمودن جهت جلوگیری از ذخیره شدن بخارات و ایجاد دامنه اشتعال .
- هـ - استفاده از فضای گازهای خنثی بجای هوا .

۳-۲-۲-۳- آتش سوزی گازها - گروه C

این گروه به تفصیل در همین بخش توضیح داده شده؛ این آتش سوزی ها مربوط به گازها و یا گازهای مایع است، که معمولاً به صورت پخش مایع یا نشت گاز، آتش سوزی انجام می گیرد. این نوع گازها شامل: متان، پروپان، بوتان، استیلن و غیره می باشد.

۳-۲-۲-۴- آتش سوزی فلزات اشتعال - گروه D

این نوع آتش سوزی مربوط به برخی فلزات است. مواد اطفاء حریق که دارای آب باشند برای این آتش سوزی ها خطرناک هستند. به علت آنکه با مولکهای آب واکنش داده و گاز ئیدروژن همراه گرما تولید می نمایند و گاز ئیدروژن خود گازی قابل اشتعال می باشد که می تواند دامنه حریق را گسترش دهد. همچنین به کار بردن گاز کربنیک و پودرهای شیمیایی (بی کربناتها) ممکن است بی اثر و یا خطرناک باشد. در غالب آتش سوزی های مربوط به فلزات، به کاربردن پودر گرافیت، پودر تالک، خاکستر بی کربنات سدیم، سنگ آهک و ماسه خشک معمولاً مطلوب خواهد بود. پودرهای خاص ترکیبی برای اطفاء آتش سوزی برخی از فلزات به ویژه در مورد مواد پرتوزا توصیه شده اند.

۳-۲-۲-۵- آتش سوزی وسایل الکتریکی (برقی - گروه E)

مبحث الکتریسته آنچنان وسیع است که با گردآوری تئوری ها و اصول مختلف مربوط به آن می توان کتابخانه ای تشکیل داد. نیروی برق که در صدها کیلومتر دورتر از نیروگاه ها، نیازهای وافر مصرف کنندگان را تأمین می سازد به دلیل سهولت تبدیل پذیری به سایر انواع انرژی، الکتریسته پرمصرفترین نوع انرژی درجهان است.

بهره مندی و استفاده از تسهیلات بی شمار نیروی الکتریسته، آنچنان با زندگی انسان مأنوس گردیده که باحذف آن ادامه زندگی در چهارچوب معیارهای کنونی نامقدور خواهد بود. مثلاً کارگری بدون خستگی و صرف انرژی مقدار زیادی تخته را ظرف چند دقیقه با استفاده از اهر برقی، رنده برقی و مته برقی به شکل دلخواه در می آورد. انسان دیگر قادر نیست این نوع کارهای سنگین را با نیروی بازو انجام دهد و نه به چنین شیوه ای تن در می دهد.

به لحاظ اینکه الکتریسته علی رغم تمام مزایا خطراتی را هم در بر دارد لازم است عموم مصرف کنندگان با آگاهی از اصول اولیه آن و شناخت خطرات وسایل الکتریکی که با آنها

سروکار دارند خود را از خطرات ناشی از الکتریسته و خصوصاً خطر آتش سوزی آنها مصون نگه دارند.

افرادی که هیچگونه اطلاعی از الکتریسته ندارند میتوانند در ذهن خود جریان برق در سیم را به جریان آب در لوله تشبیه نمایند. آب که بوسیله فشار در مسیرهای مشخصی درون لوله جریان می یابد به علت نفوذ ناپذیری جداره لوله نمی تواند به خارج از آن نفوذ کند. به همین نحو برق هم در اثر فشاری که توسط مولد الکترو مغناطیس، باتری یا وسایل مشابه ایجاد می گردد در سیمهای هادی جریان پیدا می کند که جهت جلوگیری از نشت یا تغییر مسیر ناخواسته آن، روی سیمها را با موادی که برق را از خود عبور نمی دهند (عایق) می پوشانند. همانطور که آب در طی مسیر خود درون لوله ها ممکن است به علت پوسیدگی و سوراخ شدن لوله ها، وجود نقص در اتصالات و خراب بودن شیرها به بیرون نشت نماید برق هم می تواند در اثر خراب شدن عایقها، معیوب بودن اتصالات و نامناسب بودن کلیدها و پریزها به خارج از حریم خود نفوذ نماید و یا مواد اطراف خود را تحت تأثیر قرار دهد که چون آثار نفوذی و تغییر مسیر آن زیان بخش می باشد و غالباً خطر آتش سوزی به همراه دارد باید از آن جلوگیری به عمل آید.

خراب شدن عایق:

مواد عایق بندی سیم ممکن است در اثر حرارت، خسارت مکانیکی، عوامل محیطی و یا نامناسب بودن سیم کشی و کابل کشی آسیب ببیند.

الف - تأثیر حرارت:

حرارت به دو صورت می تواند به عایق سیمهای برقی آسیب وارد نماید :
گرم شدن عایق در اثر مجاورت سیمها با منابع حرارتی، که برای جلوگیری از آن می باید سیمها از مواد و وسایل گرمازا دور نگه داشته شوند.

گرم شدن سیم در اثر عبور جریان زیادتر از حد مجاز، هر سیم با سطح مقطع معین، مقدار جریان مشخصی را می تواند از خود عبور دهد و اگر مقدار جریان بیش از حد تعیین شده باشد سیم گرم می شود. در هر مدار، رابطه بین فشار و مقاومت باید به گونه ای باشد که اولاً جریان بتواند از مقاومت عبور نماید (بر آن فایق شود)، همان طوری که تفوق فشار آب بر اصطکاک لوله ها، باعث جریان یافتن آب می گردد. ثانیاً مقدار جریان بیش از میزان مجاز نباشد، زیرا جریان اضافی در سیم حرارتی ایجاد می کند که مقدار آن متناسب است با مقاومت ضربدر

مجدور جریان $P = RI^2$ ؛ بطور مثال هرگاه از سیمی سه برابر میزان مجاز برق عبور نماید حرارت آن ۹ برابر می شود که چنین گرمایی ممکن است موجب از بین رفتن عایق و ایجاد آتش سوزی شود.

ب- خسارات مکانیکی :

عایق سیم و کابل ممکن است در اثر ضربه و فشار آسیب ببیند. در هر نوع سیم کشی اعم از روکار یا توکار، داخل لوله یا روی پایه باید دقت شود تا سیم و کابل در معرض اصابت ضربه و فشار قرار نگیرند.

طبقه بندی آتش سوزیها براساس استاندارد اروپایی

طبقه بندی آتش سوزیها	مواد	خاموش کننده توصیه شده
جامدات احتراق پذیر بجز فلزات A	موادی که از سطح می سوزند مثل، چوب، کاغذ، پارچه . موادی که از عمق می سوزند مثل چوب، زغال سنگ، پارچه، کهنه، وسایل گران و غیر قابل تعویض در موزه ها، بایگانی ها، کلکسیونها و غیره موادی که در اثر حریق شکل خود را ازدست می دهند مثل لاستیک نرم، پلاستیک نرم	خاموش کننده های نوع آبی پودری چند منظوره - CO₂ - هالون خاموش کننده های پودری چند منظوره خاموش کننده های نوع آبی خاموش کننده های CO₂ خاموش کننده های هالون خاموش کننده های پودری خاموش کننده های چند منظوره
مایعات قابل اشتعال B	نفت، بنزین، رنگ، لاک، روغن و غیره (غیر قابل حل در آب) مایعات سنگین مانند قیر و آسفالت و گریس الکل، کتونها و غیره (قابل حل در آب)	خاموش کننده های پودری خاموش کننده های کف شیمیایی و مکانیکی خاموش کننده های پودری و CO₂ خاموش کننده های هالون خاموش کننده های AFFF
گازهای قابل اشتعال C	موادی که چون با آب ترکیب شوند تولید گاز قابل اشتعال می نماید مانند کربید	خاموش کننده های پودری خاموش کننده های CO₂ خاموش کننده های هالون
فلزات قابل اشتعال D	منیزیم، سدیم، پتاسیم، آلومینیم	خاموش کننده های پودر خشک
لوازم برقی در محل زندگی E	کلید و پریز برق، تلفن، کامپیوتر، ترانسفورماتورها	خاموش کننده های CO₂ خاموش کننده های هالون

۳-۳- طبقه بندی آتش سوزی از نظر وسعت

به منظور توصیف آتش سوزی از نظر وسعت، شورای مرکزی آتش نشانی انگلستان موارد زیر را پیشنهاد کرده است :

الف - آتش سوزی عظیم - ۲۰ سرلوله یا تعداد بیشتر سرلوله

ب - آتش سوزی بزرگ ۸-۱۹ جت

ج - آتش سوزی متوسط ۳-۷ جت

د - آتش سوزی کوچک ۱-۲ جت یا سه شیلنگ (هوزریل)

ه - آتش سوزی جزئی ۱-۲ شیلنگ یا اطفاء حریق دستی .

آب

علیرغم تکنیکهای جدید که به کمک فرد آتش نشان آمده است، هنوز آب بعنوان موثرترین و ارزانترین واسطه اطفاء حریق در آتش سوزیها از نوع عمومی است که به سهولت نیز می توان به آن دسترسی پیدا نمود. آب در اکثر آتش سوزی ها توسط واحدهای عملیاتی آتش نشانی مورد استفاده قرار می گیرد.

هرچند روشهای بکارگیری از آن پیشرفت قابل ملاحظه ای نموده است لکن اگر بیشتر از آنچه که احتیاج است مورد استفاده واقع شود آب اضافی بیرون خواهد ریخت یا در ساختمان جاری خواهد شد و این امر باعث می گردد تا به اموال و اثاثیه بیش از آنچه که حریق به تنهایی صدمه وارد کرده است خسارت بزند. بنابراین کاربرد آب در آتش سوزی ها از حیث وسعت آتش سوزی متغیر است.

اگر فقط مقدار کمی از آب مورد احتیاج باشد ممکن است نیروی لازمه را جهت کاربرد آن توسط خاموش کننده های دستی یا پمپهای دستی بدست آورد و اگر چنانچه آتش سوزی در حدی باشد که استفاده از دستگاههای دستی غیر ممکن باشد بجای آن باید از شیلنگهای آتش نشانی استفاده نمود. در این صورت آب مورد نیاز در تانکر آبی که بر روی خودرو نصب شده است توسط پمپ آب به داخل شیلنگ پمپاژ می شود.

برای آتش سوزی های بزرگتر مقدار آب لازم زیادتر خواهد بود و بهمین دلیل از پمپهایی که نیروی خود را از موتور خودرو گرفته و قادر به پمپاژ ۴۵۰۰ لیتر آب در دقیقه باشند روی خودرو نصب می گردند و انرژی کافی جهت تهیه آب از تانکر را بوجود می آورند.

آب را می توان توسط سرلوله هایی که به آنها نازل گفته می شود بصورت قطرات در وسعتی از قطرات درشت تا ریزترین قطره که شبیه مه است تهیه نمود. استفاده درست و عاقلانه از این وسایل باعث تقلیل در آب مورد استفاده در آتش سوزی ها می شود و خسارات احتمالی آب را به حداقل می رساند و همچنین اثر بیشتر آن را نیز مطمئن می سازد.

بکاربردن آبی که از طریق نازلها بصورت پودر مانند (مه) در آمده باشد استاندارد شده و در تیم های آتش نشانی این کشور (انگلستان) مورد استفاده قرار گرفته است، خصوصاً انواع فشار پایین آن که می تواند از طریق شیلنگ عمل نماید.

استفاده از آب در آتش سوزیها کاملاً مؤثر است به ویژه اگر در شرایط مختلف از آن بطور صحیح استفاده شود، ولی میزان پرتاب آنها محدود است و بهمین لحاظ از پمپهای مخصوص و تجهیزات جانبی جهت ایجاد فشارهای زیاد که آب را بصورت مه در می آورد استفاده می شود و دامنه تبدیل آب را بصورت های مختلف زیاد می کند، ولی استفاده از این تجهیزات ویژه صرفه اقتصادی ندارد.

بخار آب

از بخار آب نیز درمقادیر زیاد برای مبرا کردن آتش استفاده می شود و درمواقعی که دسترسی به آن آسان باشد در تأسیسات ثابت می تواند مورد استفاده قرار بگیرد؛ بدیهی است که شبکه بندی آن کمک بزرگی است و کشتی ها معمولاً خودشان را با این امر وفق داده اند و انبارکشتی را با بخار آب تحت فشاری پر می کنند.

فصل ۴

شناخت حرارت و روشهای تولید آن

- ۴-۱ - انرژی حرارتی شیمیایی
- ۴-۲ - انرژی حرارتی الکتریکی
- ۴-۳ - انرژی گرمایی مکانیکی
- ۴-۴ - انرژی حرارتی هسته ای

از آنجایی که پیشگیری از حریق و روشهای اطفاء آن بستگی به کنترل حرارت دارد بنابراین آشنا شدن با روشهای عمومی که تولید حرارت می نمایند، می تواند مفید باشد. انرژی حرارتی را مستقیماً نمی توان اندازه گیری نمود.

اثر مشهود انرژی حرارتی داده شده به جسم، تغییر درجه حرارت جسم است ولی درجه حرارت یک اندازه گیری حرارت جسم است نه مقدار آن.

۴-۱- انرژی حرارتی شیمیایی

الف- گرمای احتراق:

معمولاً واکنشهای اکسیداسیون حرارت زا می باشند و این گونه انرژی تولید شده از واکنشها به عنوان اولین موضوع مهم در مهندسی پیشگیری از حریق در نظر گرفته می شود. گرمای احتراق مقدار گرمایی است که در طول اکسید شدن کامل مواد آزاد می شود. گرمای احتراق عموماً به گرمایی یا ارزش حرارتی اطلاق می گردد و به نوع و تعداد اتمهای تشکیل دهنده مولکولها و همچنین چگونگی قرار گرفتن آنها بستگی دارد و برحسب ژول بر گرم بیان می گردد.

$$\frac{1 \text{ BTU}}{\text{Lb}} = 2 / 32 \text{ J/gr}$$

$$\frac{1 \text{ cal}}{\text{gr}} = 4 / 18 \text{ J/gr}$$

ارزش گرمایی در محاسبه بار حریق استفاده می گردد ولی به تنهایی نشان دهنده خطرات حریق نبوده، بلکه خطرات حریق بستگی به سرعت سوختن و مقدار حرارت ایجاد شده دارد. در تمام مراحل حریقها در اثر اکسیداسیون کامل یا ناقص مواد قابل اشتعال تولید گرما می گردد و گرمای اکسید شدن بستگی به مقدار مصرف اکسیژن دارد.

ب- گرمای خود به خود (خودانگیز):

فرآیند افزایش دما در یک ماده بدون جذب حرارت از محیط اطراف را بعنوان گرمای خودبخود (خودانگیز) می شناسند.

گرمای خودبخود در یک ماده سبب می شود که دمای آن ماده به نقطه اشتعالش برسد و مشتعل گردد. علل اساسی و تشکیل دهنده گرمای خودبخود کم بوده، ولی شرایطی که این فاکتورها (عوامل) ممکن است عمل نمایند و ایجاد وضعیت خطرناک بنمایند زیاد و متنوع می باشد.

سه حالتی که ممکن است موجب ایجاد گرمای خطرناک گردد عبارت از : سرعت تولید حرارت، هوای مصرف شده و وضعیت و خواص ایزوله ای مواد احاطه کننده می باشد.

مواد آلی در مجاورت با آتمسفر در شرایط مناسب با اکسیژن اکسید شده و تولید حرارت می نمایند . سرعت اکسید شدن در حرارت عادی معمولاً خیلی کم بوده، چون گرمای آزاد شده به همان سرعت تولید در محیط اطراف پراکنده می گردد. بنابراین دمای جسم قابل سوخت افزایش نمی یابد ؛ ولی این موضوع درمورد تمام مواد قابل اشتعال صادق نبوده و در بعضی از مواد (بطور مثال اکسید شدن پودر زیرکیم در هوا) سرعت اکسیداسیون خیلی سریع تر از پراکنده شدن آن بوده و در نتیجه اشتعال صورت می گیرد.

به منظور ایجاد اشتعال خودبخود باید هوای کافی جهت اکسیداسیون وجود داشته باشد، ولی مقدارش نباید به حدی باشد که موجب انتقال حرارت به طریقه جابجایی گردد.

یک پارچه آغشته به روغن (روغن نباتی) که درته یک سطل زباله قرارگرفته است ممکن است دمایش در اثرایجاد گرمای خودبخود بالا رود ولی اگر همین جسم بر روی یک طناب رخت آویزان گردد و جریان باد نیز وجود داشته باشد یا بصورت توده ای درظرف آبیندی (که هوا به داخلش نفوذ نکند) قرار گیرد دمایش بالا نخواهد رفت. از طرف دیگر این جسم اگر بصورت عدل یا همان توده در محیط آزاد قرار گیرد ممکن است شرایط مناسب برای تولید گرما ایجاد گردد. بعلت بسیاری از واکنشهای احتمالی و فاکتورهای مداخله کننده مانند هوا (اکسیژن) و یا ایزوله بودن ممکن نیست بطور یقین پیشگویی نمود که حرارت زیاد بصورت خودبخود تولید می گردد. موادی که درمعرض هوا قرار می گیرند اکسیده می شوند و خود این مواد حاصل ممکن است برای اکسیداسیون های بعدی یک کاتالیزور (فعال کننده) باشند و سبب سرعت در واکنش گردند، بطور مثال : روغن زیتون اگر درمعرض هوا قرارگیرد حالت ترشیدگی و بوی نامطبوع یافته و سریعتر از روغن زیتون تازه اکسیده می گردد.

گرمای اضافه می تواند سبب ایجاد گرمای خودبخود در بعضی از مواد قابل اشتعال گردد، درحالیکه درحالت عادی چنین عملی صورت نمی گیرد.

در حالتی که یک مقدار انرژی اولیه به جسم می دهیم سرعت اکسیداسیون افزایش یافته و مقدار افزایش حرارت بعدی بیشتر از سرعت پراکنده شدن آن درمحیط خواهد بود.

بطور مثال درکارخانه های لاستیک سازی در قسمت پیش گرمکن، حریقهای زیادی به همین علت صورت گرفته است.

علل عمومی تولید حرارت در محصولات کشاورزی باکتریها می باشند که به علت اکسید شدن محصول بوسیله باکتری تولید حرارت می گردد. از آنجایی که باکتری ها نمی توانند در حرارت های بالاتر از ۱۶۰ تا ۱۷۵ درجه فارنهایت زندگی نمایند بنابراین فقط گرمای اولیه در اثر فعالیت این باکتریها ایجاد شده و بعد از این دما ($175^{\circ}F$) در اثر اکسیداسیون سریع دمای جسم به نقطه اشتعال رسیده و مشتعل می گردد. اگر محصولات کشاورزی در تماس با رطوبت قرار گیرند خطرات ایجاد گرمای خودبخود افزایش می یابد علوفه مرطوب که در انبارها (معمولاً زیر شیروانی) نگهداری می گردند، حرارتشان به مرور بالا می رود. تجربه نشان داده که چنین موادی در طول ۲ تا ۶ هفته حرارتشان به درجه حرارت اشتعال رسیده و مشتعل می گردند. یونجه اگر در معرض باران باشد و سپس در انبارکها و یا بصورت توده انباشته و نگهداری گردد جهت ایجاد گرمای خودبخود بسیار حساس می باشد. سویای انبار شده نیز نسبت به ایجاد آتش سوزی حساس می باشد (بطور مثال در دانه های انبار شده سویا قسمتی که در مجاورت با دیواره می باشد بعلت تغلیظ بخار در قسمت دیواره ها جذب رطوبت نموده و ایجاد گرما می نماید و بدین طریق می تواند سبب آتش سوزی گردد).

محصولات دیگر کشاورزی نیز نسبت به ایجاد حرارت خودبخود حساس می باشند، این محصولات عبارت از روغنهایی هستند که میل زیادی به اکسید شدن دارند مانند: تخم بزرک (بذرکتان)، سبوس، آرد، گردو و ذرت .

ج - گرمای تجزیه :

گرمای تجزیه مقدار گرمایی است که در اثر تجزیه شدن ترکیباتی که به هنگام تشکیل از عناصر اولیه نیاز به جذب حرارت اضافه دارند آزاد می گردد. از آنجایی که اکثر ترکیبات شیمیایی بوسیله واکنشهای حرارت زا تشکیل می گردند، بنابراین گرمای حاصل از تجزیه یک پدیده عمومی نیست .

ترکیباتی که در اثر واکنشهای گرماگیر تشکیل می گردند اغلب غیر پایدار می باشند. نیترات سلولز از نظر تجزیه سریع و تولید حرارت زیاد مشهور بوده و بسیاری از انفجارات در مکانهای نظامی یا تجاری در اثر تجزیه سریع ترکیبات ناپایدار از قبیل ماده مذکور می باشد.

د - گرمای انحلال :

گرمای انحلال مقدار گرمایی است که در اثر حل شدن یک ماده در یک مایع آزاد می گردد. اکثر مواد در اثر حل شدن تولید گرما می نمایند و مقدار گرمای تولید شده از انحلال آنها بحدی نیست که بتواند برای ایجاد حریق کافی باشد. ولی در اثر تماس و انحلال بعضی از مواد با محلولهای بخصوصی (از قبیل اسید سولفوریک غلیظ) گرمای آزاد شده، ممکن است بحدی باشد که تولید خطرات جدی بنماید. اینگونه مواد شیمیایی خود قابل اشتعال نبوده، ولی حرارت حاصل از آنها می تواند سبب اشتعال ماده قابل اشتعالی که در اطراف آنها وجود دارد گردد. در مقابل اینگونه مواد ترکیباتی وجود دارند که در اثر انحلال آنها ایجاد سرما می گردد، بطور مثال حل شدن نیترات آمونیم (NH_4NO_3) در آب بجای تولید حرارت، جذب حرارت می نماید، یعنی محیط را سرد می کند (برای اینگونه مواد گرمای انحلال منفی قائل می باشند)، از این عمل گاهی اوقات در کمکهای اولیه استفاده می گردد، بطور مثال در ظرف کاملاً آب بندی نیترات آمونیم خشک قرار داده و به هنگام استفاده به آن آب اضافه نموده و ظرف محتوی، ایجاد سرما می نماید.

۴-۲- انرژی حرارتی الکتریکی :

درفرآیند جریان الکتریکی در یک هادی، الکترونها از اتمی به اتم دیگر با توجه به تصادمی که بندرت بین آنها و اتم ها اتفاق می افتد انتقال می یابند. در هدایت کننده های خوب از قبیل مس و نقره الکترونهای مدار آخر براحتی آزاد شده و حرکت می نمایند؛ بنابراین نیرو با ولتاژ لازم برای ادامه حرکت آنها (جریان الکترونها) از هدایت کننده خیلی کمتر از موادی می باشد که در آنها الکترونها با نیروی بیشتری جذب به هسته می باشند، بنابراین مقاومت الکتریکی متناسب است با انرژی لازم برای حرکت یک واحد الکترون از یک ماده و غلبه نمودن بر علیه نیروهای جاذب الکترون در اتمها و برخوردها می باشد. این انرژی مصرف شده بصورت گرما آزاد می گردد.

الف - حرارت حاصل از مقاومت:

مقاومت گرمایی بوسیله میزان گرمای تولید شده مشخص می شود و متناسب با مقاومت و مجذور شدت جریان می باشد.

از آنجایی که درجه حرارت یک هادی که در نتیجه مقاومت در برابر عبور جریان پدید می آید بستگی به پراکنده شدن گرمای حاصل در محیط اطراف دارد، بنابراین سیمهای لخت (بدون روکش) میتوانند جریان بیشتری نسبت به سیمهای روکش دار (عایق شده) عبور دهند بدون اینکه گرمای زیادی در آنها ایجاد گردد و خطرناک شوند.

گرمای تولید شده در لامپهای روشنایی و یا مادون قرمز بر اثر مقاومت فیلامان در لامپها می باشد؛ موادی که دارای نقطه ذوب بالا هستند جهت فیلامان لامپهای نور سفید استفاده می گردند و برای جلوگیری از اکسید شدن آنها هوای داخل لامپ تخلیه می گردد. فیلامان لامپهای مادون قرمز در حرارت پایین تری عمل می نماید.

ب: گرمای القایی :

هرگاه یک هادی در یک میدان مغناطیسی متحرک قرار گیرد و یا اینکه در طول خطوط نیروی یک میدان مغناطیسی حرکت نماید اختلاف پتانسیل در دو سر آن بوجود می آید این اختلاف پتانسیل بوجود آمده در هادی موجب عبور جریان از هادی همراه با تولید حرارت در اثر مقاومت آن می گردد.

در تغییرات سریع در جهت جریان (جریان متناوب) انرژی اضافه تری ایجاد شده و به علت تغییر قطبها به جهت اثر مکانیکی و الکتریکی بر ساختمان اتمها بصورت انرژی گرمایی پدید می آید، در اجاقهای میکروویو، غذا بوسیله حرارت ایجاد شده در اثر اصطکاک در مولکولها که توسط امواج حامل انرژی ایجاد شده، گرم می گردد.

یکی از موارد استفاده گرمای القایی، عبور دادن جریان الکتریکی با فرکانس زیاد از یک کوئل (سیم پیچ) بوده که بوسیله این سیستم مواد مورد نظر را گرم می نماید.

جریان متناوبی که از یک سیم عبور می نماید می تواند سبب ایجاد جریان دیگر در سیمی که موازی با آن است گردد و اگر سیمی که به آن جریان القاء شده، تحمل عبور آن جریان القاء شده را نداشته باشد در آن بر اثر مقاومت حرارت پدیدار می گردد، در این مثال در مرحله اول گرما بر اثر مقاومت سیم در برابر عبور جریان بوجود آمده و در مرحله بعد بمقدار کم مربوط به اصطکاک مولکولها می باشد.

ج - گرمای حاصل از نشتی جریان :

از آنجای که تمام مواد عایق موجود در دسترس کاملاً و صددرصد عایق نبوده، هنگامی که در برابر ولتاژهای زیاد قرار گیرند مقداری جریان از آنها عبور خواهد نمود که به اینگونه جریانها، جریان نشتی اطلاق می گردد و این جریان از نقطه نظر تولید حرارت معمولاً مهم نمی باشد ولی اگر نوع عایق مناسب با ولتاژ یا شدت جریان نباشد (معمولاً بدلائل اقتصادی از عایق مناسب به علت گران بودن استفاده نمی گردد) بمرور زمان عایق با تولید دما رو به زوال رفته و نهایتاً سبب شکستگی و ترک خوردگی در عایق می شود و خطرات فراوانی بدین طریق ایجاد می گردد.

د - گرمای حاصل از جرقه :

در یک مدار الکتریکی با قطع و یا وصل نمودن جریان، چه بصورت عمدی (بطور مثال استفاده از کلیدهای چاقویی) و یا سهوی (بصورت تماس مستقیم و یا در اثر شل بودن ترمینالها) ایجاد جرقه می گردد. هنگامی که یک موتور یا دیگر مدار القایی درگیر باشد خطرات ایجاد جرقه بیشتر خواهد بود.

حرارت ایجاد شده در اثر جرقه الکتریکی خیلی زیاد بوده و این حرارت می تواند موجب اشتعال مواد قابل اشتعالی که در اطراف آن هستند گردد.

در بعضی از موارد جرقه الکتریکی موجب ذوب شدن هادی گشته و جسم ذوب شده درمحیط پراکنده شده و بدین طریق موجب آتش سوزی گردیده است. اگر روپوش های عایق سیمها نیز از بین برود و سیم های نول و فاز مستقیماً به هم متصل شوند جرقه هایی در محل اتصال پدید می آید و موجب سوخته شدن بقیه روپوشهای سیم شده و بدین ترتیب ممکن است آتش سوزی بزرگی بوجود آید.

ه - گرمای حاصل از الکتریسته ساکن :

الکتریسته ساکن (گاهی اوقات الکتریسته مالشی نامیده می شود) در اثر مالش دو سطح برهم و دور نمودن آنها در آن اجسام ذخیره می گردد. دراین حالت یک سطح دارای بار منفی و سطح دیگر دارای بار مثبت می شود ؛ اگر دو سطح به یکدیگر یا به زمین متصل نشود بار آنها کافی شده و ممکن است در اثر تخلیه بارها تولید جرقه با انرژی کافی گردد.

جرقه های حاصل از این نوع الکتریسیته در زمان کوتاه واقع شده و ادامه ندارند، بنابراین این جرقه ها قادر به اشتعال مواد عادی از قبیل کاغذ نیستند ؛ هرچند قادر به اشتعال بخارات و گاز و یا گرد و غبارات اجسام قابل اشتعال می باشند.

جاری شدن سوخت در لوله ها میتوانند تولید الکتریسیته ساکن با انرژی کافی جهت اشتعال بخارات قابل اشتعال نماید.

۴-۳- انرژی گرمایی مکانیکی :

انرژی گرمایی مکانیکی همه ساله علل بسیاری از حریقها می باشد و اکثر این حریقها در اثر گرمای اصطکاک ایجاد شده، گرچه حریقهای قابل توجهی نیز بوسیله انرژی گرمایی آزاد شده از تراکم گازها صورت گرفته است.

الف - گرمای اصطکاک :

انرژی مکانیکی مصرف شده جهت غلبه نمودن بر مقاومت جسم بر حرکتش هنگامی که دو جسم جامد بر روی یکدیگر ساییده می شوند بعنوان گرمای اصطکاک شناخته شده است.

هر اصطکاکی تولید گرما می نماید، خطرات حاصل از اصطکاک بستگی به انرژی فراهم شده که در رابطه با سرعت تولید انرژی گرمایی و پراکنده شدن آن در محیط است؛ بطور مثال گرمای حاصل از لاستیکهای خودرو به هنگام ترمز نمودن ناگهانی و یا گرمای حاصل از حرکت سریع طنابها بر روی قرقره در اثر اصطکاک می باشد.

ب - جرعه ایجاد شده در اثر اصطکاک :

این جرعه ها شامل جرعه هایی است که در نتیجه اصابت سریع (ضربه) دو سطح سخت که حداقل یکی فلز می باشد ایجاد می گردد.

بعضی از انواع این نوع جرعه های ایجاد شده در اثر اصطکاک که سبب بروز حریق شده اند در اثر پرتاب شدن ابزار فولادی بر روی کف های بتونی، کشیده شدن پاشنه فلزی کفش بر روی کف های بتونی، در اثر فلزات زائد در خرد کننده ها (آسیابها) و ... بوده است.

جرعه های ناشی از اصطکاک به این صورت تشکیل می شود که گرما بوسیله ضربه یا اصطکاک تولید شده و سبب گرم شدن ذره می گردد و سپس با توجه به اینکه جسم راحت و یا سخت اکسید گردد و همچنین با در نظر گرفتن دمای سوختن آن جسم فلزی، سطحی از آن که در معرض هوا است اکسیده شده و دمایش بالاتر رفته، تا به حالت برافروختگی (تابناکی) برسد.

گرچه حرارت لازم برای برافروختگی در فلزات مختلف متفاوت می باشد ولی دمای برافروختگی اکثر فلزات بالاتر از دمای اشتعال مواد قابل اشتعال می باشد (برای مثال دمای جرقه حاصل از ابزار فولادی نزدیک به ۲۵۰۰ درجه فارنهایت، جرقه حاصل از آلیاژ مس - نیکل با درصد کمی آهن بالاتر از ۵۰۰ درجه فارنهایت می باشد) ؛ هرچند پتانسیل یک جرقه جهت اشتعال بستگی به مجموع گرمای نهفته در آن داشته و همچنین اندازه خود ذره تأثیر مؤثری در این مورد دارد.

در عمل خطرات حاصل از جرقه های مکانیکی بعلت اینکه محتوی انرژی کم می باشند (با وجود اینکه دمای آنها ممکن است ۲۰۰۰ درجه فارنهایت یا بیشتر باشد) محدود می گردد. این ذرات سریع سرد شده، ولی تحت شرایط مناسب تولید آتش سوزی می نمایند. بطورمثال درصورت تماس با کتان خشک، گرد و غبارات مواد قابل اشتعال یا مواد قابل انفجار، خطرناک می باشند.

قطعات بزرگتر فلزات قادرند گرمای حاصل را به مدت طولانی تر درخود نگه دارند ولی معمولاً در این حالت تا دمای خطرناک گرم نمی شوند.

از آنجایی که احتمال اشتعال یا انفجار بخارات و گازهای قابل اشتعال بوسیله جرقه های حاصل از اصطکاک بسیار زیاد می باشد، بنابراین در محیط هایی که هر نوع مایع یا گاز یا بخار قابل اشتعال وجود دارد یا ممکن است بوجود آید باید از منابع مکانیکی که ایجاد جرقه می نمایند از قبیل چرخ دنده ها استفاده نگردد. البته احتمال اشتعال مواد در بعضی از شرایط مخصوص (غیر معمول) را نیز نباید نادیده گرفت.

خطرات ایجاد جرقه بوسیله فلز نیکل و برنز خیلی جزئی است و همچنین خطرات فولاد ضد زنگ خیلی کمتر از ابزار فولادی معمولی می باشد، هرچند اینگونه ابزار بطور کامل نمی توانند خطر ایجاد جرقه را برطرف نمایند چون ممکن است جرقه تحت شرایط مختلف دیگری ایجاد گردد. البته جایگزین نمودن ابزار آلومینیومی بجای آهنی نیز چندان مفید نبوده، زیرا در اثر برخورد آلومینیم به قطعات آهنی ممکن است آهن اکسیده شود و شروعی برای یک واکنش حرارت زا باشد و گرمای زیادی تولید گردد . بطورکلی ابزار پلاستیکی، چرمی و چوبی هیچگونه خطری در ایجاد جرقه ندارند.

ج- گرمای تراکم:

گرمای تراکم، گرمایی است که به هنگام فشردن گازها آزاد می گردد. این نوع گرما بعنوان اثر دیزل نامیده می شود. این گرما در موتورهای دیزل بر اثر تراکم زیاد در سیلندرها ایجاد شده و در اثر پاشیده شدن سوخت بصورت ذرات ریز، انفجار صورت می گیرد، یعنی در حقیقت گرمای تولید شده در اثر تراکم عمل جرقه توسط شمع را انجام می دهد.

آزمایش نشان می دهد هرگاه هوا به طور ناگهانی و فشار خیلی زیاد وارد حفره ای در توده های چوب گردد، موجب اشتعال می شود زیرا موج حاصل از این ورود ناگهانی در حفره به گرما تبدیل شده و درجه حرارت را خیلی سریع افزایش می دهد. همچنین هرگاه در لوله ها اگر بجای اتصالات فلزی از چوب استفاده شود یک لایه خیلی نازک از روغن در سطح داخلی اتصال می تواند سبب اشتعال گردد.

۴-۴- انرژی حرارتی هسته ای:

انرژی حرارتی هسته ای، انرژی آزاد شده از هسته اتم می باشد. هسته های عناصر محتوی ذراتی با انرژی بسیار زیاد بوده که در اثر بمباران آنها بوسیله ذرات دیگر این انرژی رها می گردد.

انرژی هسته ای بصورت گرما، فشار و پرتوهای هسته ای آزاد شده و منتشر می شود. در شکافتن اتمها (Nuclear fission) انرژی از شکسته شدن هسته ها حاصل می شود و ترکیب هسته ها (Nuclear fusion) از الحاق دو هسته به یکدیگر انرژی بوجود می آید.

انرژی حاصل شده از بمباران هسته ها عموماً یک میلیون مرتبه بزرگتر از انرژی آزاد شده از واکنشهای شیمیایی معمولی می باشد.

در انفجارات اتمی انرژی عظیم حرارتی بطور ناگهانی رها می گردد. البته امروزه انرژی اتمی حاصل از اتمها را تحت کنترل در آورده و بصور مختلف استفاده می نمایند (بطور مثال تولید بخار جهت ایجاد الکتریسیته در نیروگاهها).

فصل ۵

الف) شناخت روشهای انتقال حرارت

۵-۱- هدایت (رسانش)

۵-۲- جابجایی یا همرفت

۵-۳- تشعشع یا تابش

ب) شناخت عوامل انتقال حرارت

۱- افقی

۲- عمودی

۳- ترکیبی

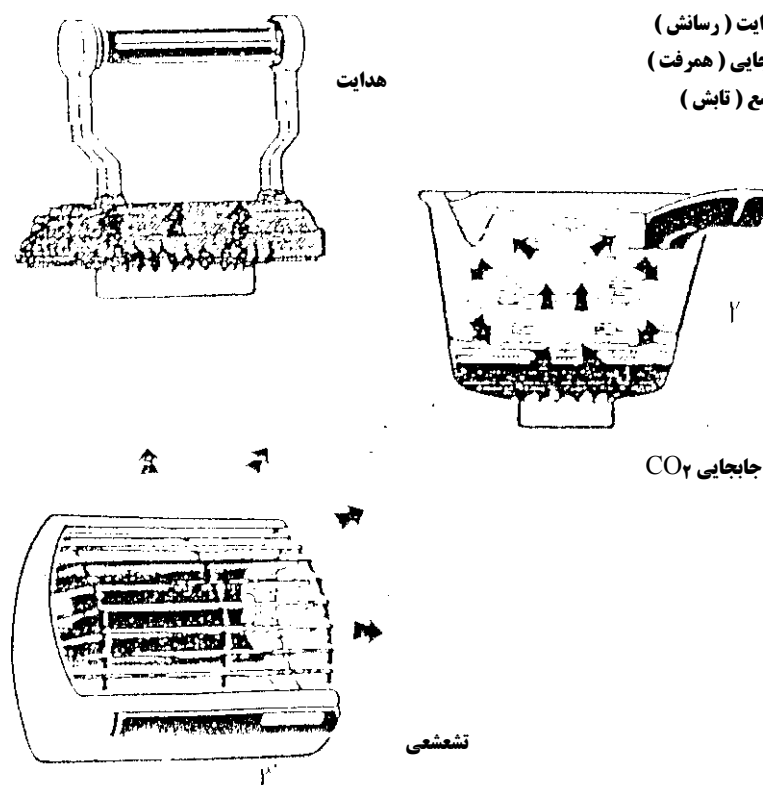
انتقال حرارت یا گرما

حرارت از ناحیه ای گرمتر به ناحیه ای که از دمای ناچیز یا کمی برخوردار است انتقال می یابد و اهمیتی هم ندارد که اختلاف دما چه اندازه باشد. سه روش برای انتقال حرارت وجود دارد. (شکل ۱-۵)

هدایت (رسانش)

جابجایی (همرفت)

تشعشع (تابش)



شکل ۱-۵ - نشان می دهد که چطور حرارت انتقال می یابد (۱) هدایت (۲) جابجایی (۳) تشعشع

۵-۱- هدایت (رسانش) :

ممکن است انتقال حرارت بصورت هدایت در جامدات، مایعات یا گازها اتفاق بیفتد . اما این امر در جامدات بهتر قابل درک است. در هدایت حرارت، انرژی حرارتی از ملکولی به ملکولی دیگر انتقال می یابد و مانند سطل آبی که دست به دست بصورت زنجیروار بین افراد رد و بدل می شود. در زنجیره مذکور افراد حرکت کوتاهی جهت دادن آب به یکدیگر انجام

می دهند و فقط این سطل آب است که پیش می رود. ولی در هدایت حرارت، مولکولها در اطراف محل خود نوسان می نمایند و انرژی حرارتی را توسط تصادف با مولکولهای همسایه خود پیش می برند.

رسانندگی حرارتی در بین اجسام متفاوت است. بیشتر فلزات براحتی هادی حرارت هستند و به همین جهت در ردیف هادی های خوب طبقه بندی شده اند. به لحاظ متفاوت بودن رسانندگی حرارتی، توانایی هدایت حرارت در بین فلزات نیز متغیر است. بهترین فلزات هادی حرارت، نقره و مس می باشند و قدرت جریان حرارتی آلومینیوم تقریباً نصف نقره و آهن $\frac{1}{8}$ می باشد. غیر فلزات، هادی های ضعیفی هستند و تمام مایعات (بجز جیوه که از جمله فلزات می باشد) و گازها، هادیهای ضعیف حرارتی هستند.

درحقیقت بعضی از اجسام، مایعات و گازها به جهت اینکه هادی های ضعیفی هستند عایق های حرارتی نامیده می شوند.

بطور کلی اجسام هادی برق، هادی های خوبی برای حرارت می باشند و برعکس هادی های ضعیف حرارتی، هادی های برق خوبی نیستند. توانایی انتقال حرارت اجسام را می توان بصورت تجربی اندازه گیری کرد که به عنوان (قدرت و توانایی حرارتی) شناخته شده اند (معمولاً با k نشان داده می شود).

جریان حرارت براساس ژول در ثانیه اندازه گیری می شود و این واحد را وات (w) می نامند. رسانندگی حرارتی درسیستم بین المللی (SI) به وات در متر در سانتیگراد اندازه گیری می شود (W/mk).

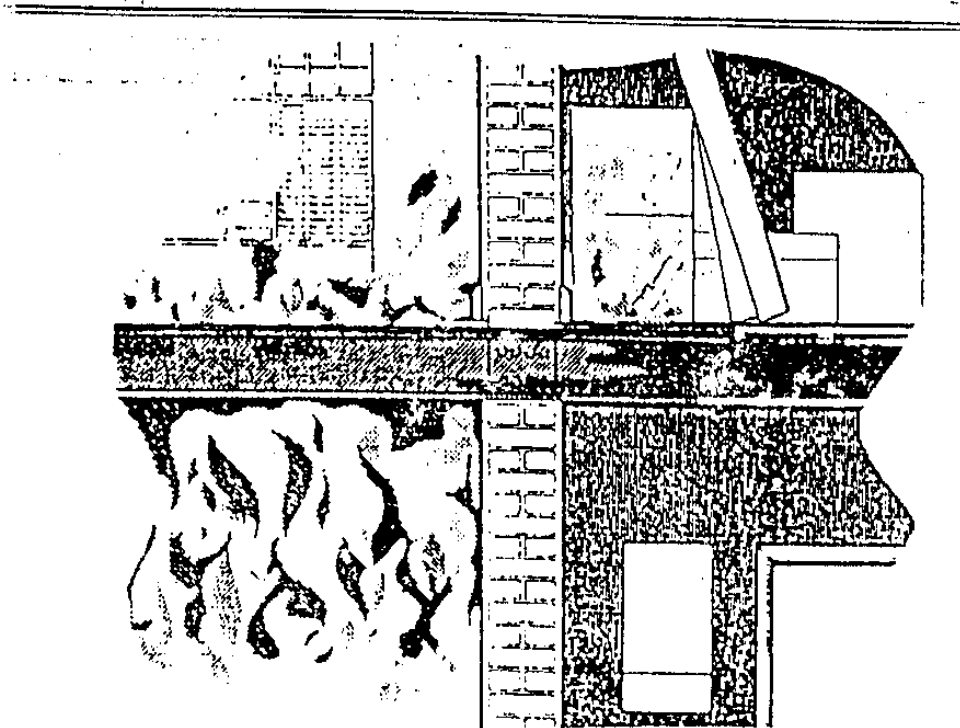
اطلاع از رسانندگی حرارتی در موقع آتش سوزی در جلوگیری از توسعه آتش، بسیار مهم است. تیرحمال آهنی در میان دیواری که عایق حرارت نیست سبب انتشار آتش سوزی می شود، زیرا حرارت توسط آن هدایت می گردد (شکل ۲-۵)، به همین صورت در آهنی ساده نیز که از یک سمت در معرض حرارت قرار دارد بسرعت حرارت را بطرف دیگر هدایت می کند. در صورتی که درب چوبی (با وجودی که ممکن است خود آتش بگیرد.) ولی عملاً یک مانع مؤثر در مقابل هدایت حرارت است، زیرا چوب هادی ضعیفی است. قدرت جریان حرارت در مصالح ساختمانی عامل مهمی در ایجاد مقاومت ساختمان در برابر آتش سوزی است.

۵-۲- جابجایی یا همرفت (کنوکسیون) :

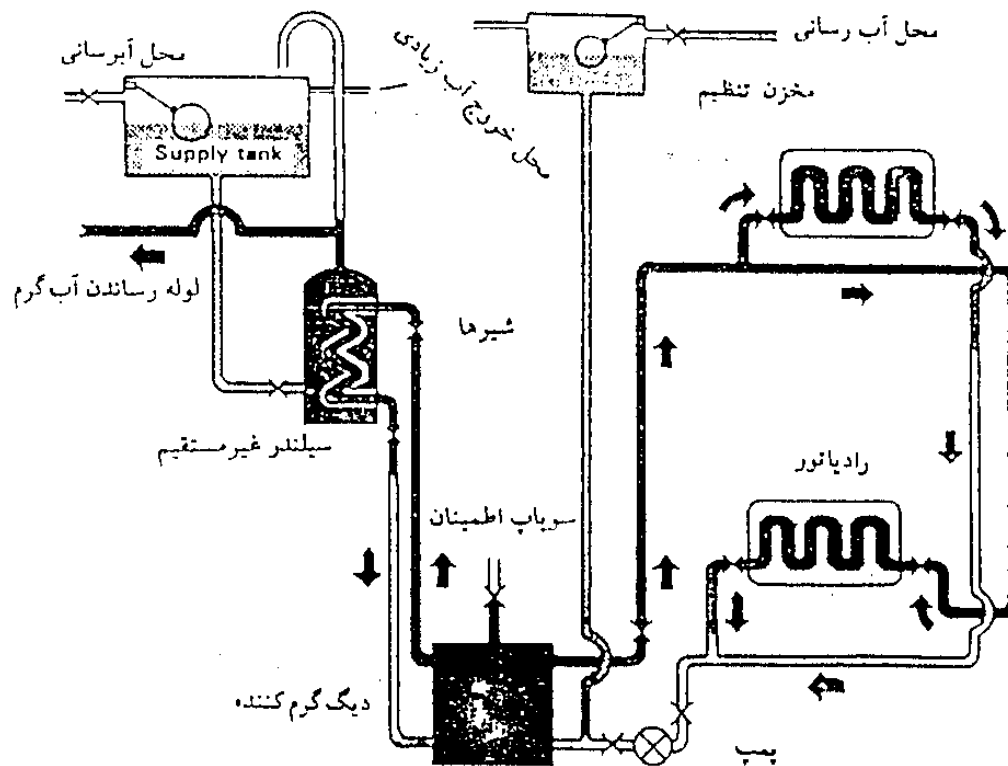
جابجایی حرارت فقط درمایعات و گازها رخ می دهد. وقتی مایع یاگازی حرارت داده می شود منسبب شده و از غلظت آن کاسته خواهد شد. یعنی مایع یا گاز سیال سبکتر که گرم شده، بالا می آید تا جایگزین سیال غلیظ تر گردد. بنابراین جای مایع یا گاز سیال غلیظ تر را می گیرد. تکرار پی در پی این جابجایی موجب می گردد یک جریان دورانی در گاز یا مایع ایجاد شود، جابجایی حرارتی توسط حرکت واقعی مولکولها در تمامی حجم گاز یا مایع انجام می شود تا زمانی که به یک درجه حرارت یکنواخت برسد.

جابجایی حرارت درسیستم حرارتی آب گرم خانگی (شوفاژ) مورد استفاده قرار می گیرد (شکل ۳-۵) و نیز در بیشتر سیستمهای حرارتی که از رادیاتور استفاده می نمایند. یعنی غالباً حرارت از این رادیاتورها از طریق جابجایی به خارج از آن انتقال می یابد. جابجایی همچنین باعث بالا رفتن دود در دودکشها می گردد.

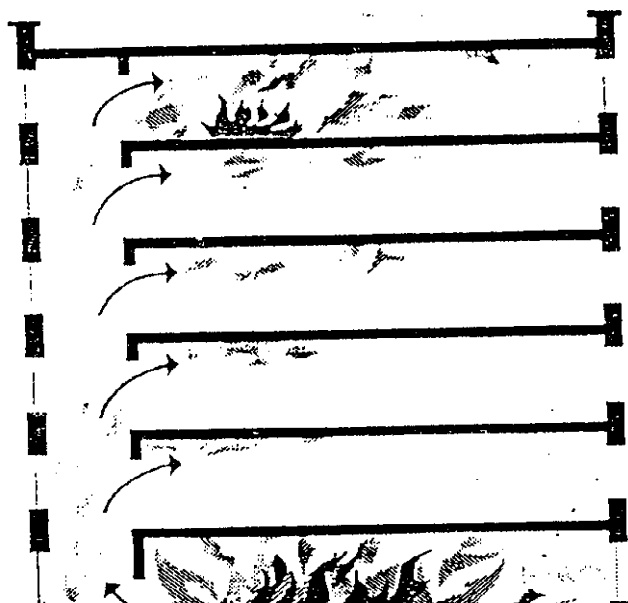
به هنگام آتش سوزی در یک ساختمان، جریان جابجایی می تواند گازهای گرم تولید شده توسط احتراق را از طریق راه پله (شکل ۴-۵) به بالا انتقال دهد و یا آتش را توسط کانال آسانسورها به سمت طبقات فوقانی گسترش دهد و به این ترتیب جریانی از هوای سرد بطور متوالی بطرف آتش حرکت می کند و جایگزین گازهای برخاسته از آن می شود و کمک به توسعه یافتن آتش سوزی می نماید.



شکل ۵-۲ نشان می دهد که چگونه آتش سوزی در یک ساختمان می تواند بخاطر هدایت حرارت از میان تیر آهن فولادی حفاظت نشده گسترش یابد.



شکل ۵-۳ حرارت دادن بور (Bore) کوچک و سیستم آب گرم



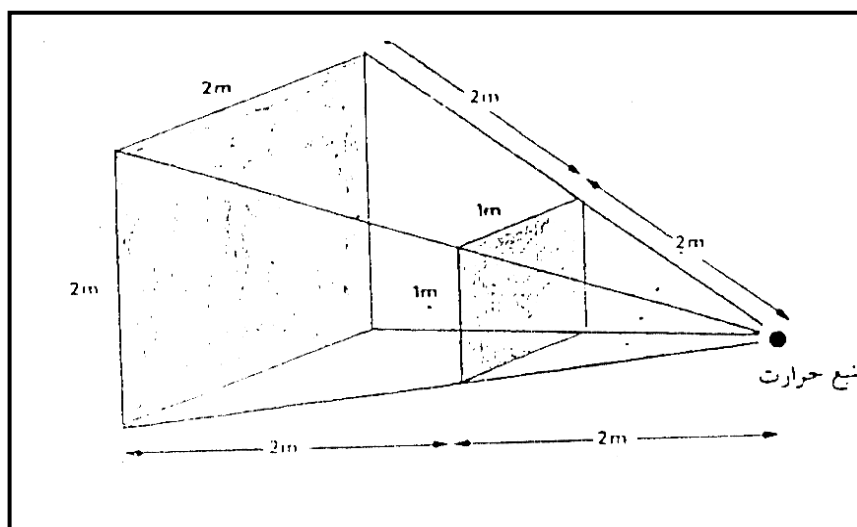
شکل ۴-۵ نشان می دهد که چگونه آتش سوزی در طبقات پایین می تواند توسط جابجایی به طبقات بالا گسترش یابد.

۵-۳- تشعشع یا تابش :

حرارت همچنین ممکن است در خط مستقیم توسط روشی که نه هدایت است و نه جابجایی، انتقال یابد. حرارت خورشید از فضای خالی می گذرد تا زمین را گرم کند. گرمای بخاری برقی که در جای بلندی از اتاق گذاشته شده است، در زیر آن احساس می شود در صورتی که نه هدایت و نه جابجایی قادر به انجام این عمل نیستند.

این طریق انتقال حرارت را انتقال از طریق تشعشع می گویند و هیچ تماسی بین اجسام وجود ندارد و مستقل از هر ماده موجود در فضا است. این مسئله ناشی از حرکت امواج الکترومغناطیس است که شامل موج با طول بین ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ متر است. موج کوتاه (تقریباً ۱۵ متر)، رادار (تا چند سانتی متر) نور (۸×10^{-5} به ۴×10^{-5}) سانتیمتر و اشعه های X یا گاما (10^{-11} به 10^{-9}) سانتیمتر است. همه اینها وقتی توسط جسمی جذب شوند ایجاد حرارت می کنند و این حرارت بستگی به مقدار انرژی دارد که آن جسم جذب می نماید. انرژی تابشی که از خورشید منتقل می شود معمولاً بصورت دسته ای از طول موجها بنام روشنایی است چرا که توسط شبکیه چشم دیده می شوند. اما اجسامی که روشنایی منتشر نمی کنند ممکن است گرما را بصورت امواج مادون قرمز منتشر نمایند این اجسام دارای طول موج بیشتر از طول موج های حدفاصل 10^{-4} , 10^{-2} سانتیمتر هستند .

تمام شکل‌های انتشار انرژی در خطوط مستقیم در مسافت 3×10^4 متر در ثانیه (M/S) حرکت می کند که این همان سرعت نور است و شدت آن بطور معکوس مربع مسافت از منبع انتشار نور می باشد. این موضوع به این معنی است که در مسافت دو برابر، شدت نور $\frac{1}{4}$ و در مسافت سه برابر، شدت نور $\frac{1}{9}$ و الی آخر است. قانون مربعات معکوس در شکل (۵-۵) به خوبی مشاهده می شود.



شکل ۵-۵ - قانون مربع معکوس که در تشعشع بکار می رود را نشان می دهد.

مربعی با ابعاد یک متر با فاصله ۲ متر از منبع نور، سایه ای به ابعاد دو متر روی صفحه ای که در ۴ متری آن قرار دارد خواهد انداخت. بنابراین انرژی در یک متر مربع برابر است با انرژی که در سطحی از $2 \times 2 = 4$ متر مربع و در فاصله ای برابر ۴ متر قرار دارد. لذا انرژی در هر متر مربع و در فاصله ۴ متری برابر است با $\frac{1}{4}$ انرژی که در ۲ متری آن است یعنی $\frac{1}{4}$ در دو برابر مسافت. این امر وقتی که اثر تشعشع از یک منبع حرارتی مثل آتش سوزی را در نظر بگیریم مهم جلوه می کند. وقتی انرژی (البته شامل انتشار مادون قرمز نیز می گردد) روی جسمی انتشار می یابد سه حالت اتفاق می افتد:

الف) انتقال:

انتقال یعنی انرژی که بدون گرم کردن جسمی از آن بگذرد. بنابراین اثر جسم نسبت به انرژی، شفاف و انتقال دهنده است.

ب) جذب:

انرژی که توسط جسمی جذب شده باشد، درجه حرارتش زیاد می شود.

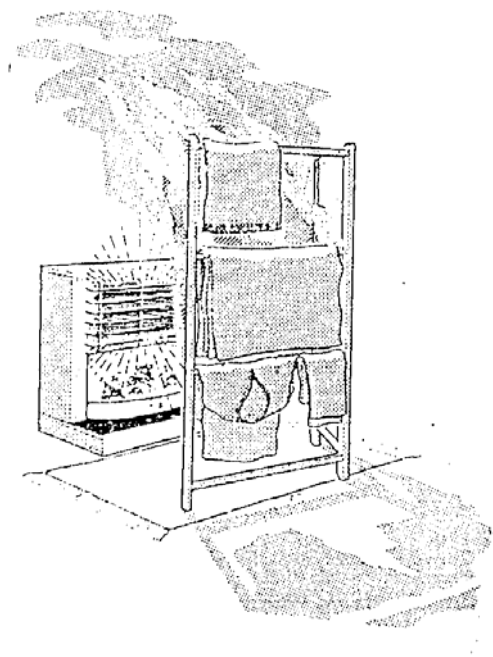
ت) انعکاس :

انرژی ممکن است از سطحی انعکاس یابد، مثلاً : انعکاس نور. بعضی عناصر نشان دهنده « پدیده جذب کننده انتخابی » هستند. یعنی آنها به قسمتی از فرم انتشار انرژی ها اجازه عبور می دهند و نه به تمامی آنها، مثلاً شیشه اجازه عبور نور را می دهد ولی مادون قرمز را جذب می کند. بنابراین شیشه ممکن است چون یک پرده (جداکننده) آتش مورد استفاده قرار گیرد. یعنی حرارت از آن نمی گذرد ولی آتش از آن دیده می شود (قصد بر این نیست که این چنین استنباط گردد که شیشه ارزشی زیاد در تحمل آتش دارد بلکه در این مورد باید عوامل زیادی را مورد نظر قرار داد). دی اکسید کربن و بخار آب نیز از این خاصیت برخوردارند، بنابراین انتشار انرژی خورشیدی (بیشتر در شکل نور) از اتمسفر گذشته و به زمین می رسد و آنرا گرم می کند، در صورتی که انتشار مادون قرمز تشکیل شده در زمین توسط اتمسفر جذب شده و از بازگشت سریع به فضا باز می ماند. عناصر دیگری مثل **Pitch** اجازه عبور انتشار مادون قرمز را می دهند ولی نور را جذب می کنند.

چگونگی سطح یک جسم در توانایی جذب یا انعکاس انتشار حرارت اثر دارد. رنگ سفید و یا سطوح صیقلی فلزات بهترین منعکس کننده ها هستند. در صورتی که سطوح مات و سیاه انعکاس دهنده های خوبی نمی باشند. یعنی منعکس کننده های خوب، جذب کننده های بدی هستند و بالعکس .

به همین منظور در آب و هوای گرم از لباسهای سفید استفاده می شود. خانه ها با رنگ های سفید نقاشی می شوند و ماشینها و غیره نیز از همین رنگ استفاده می کنند. برف و یخ نیز که سفیدند منعکس کننده های خوب و جذب کننده های ضعیفی می باشند و به کندی توسط نور آفتاب ذوب می شوند مگر زمانی که محیط اطراف بقدر کافی گرم شده و حرارت توسط هدایت یا جابجایی باعث ذوب شدن آنها گردد.

آزمایش انجام داده شده نشان داده است که اگر خاکه زغال یا پودر سیاه روی برف پاشیده شود نتیجه اثر آن تسریع در ذوب برف خواهد بود، زیرا گرمای خورشید جذب شده در آن زیادتر خواهد بود.



شکل ۵-۶ - وقتی که لباس ها بسیار نزدیک به منبع تشعشع قرار بگیرند می توانند آتش بگیرند

شناخت عوامل انتقال حرارت

۱- افقی

۲- عمودی

۳- ترکیبی

سه مکانیسم اصلی انتقال حرارت، هدایت، جابجایی و تابش که هر سه در آتش سوزی ساختمانها نقش دارند در فصل قبلی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. دراین فصل به چگونگی انتقال حرارت توسط مکانیسم های یاد شده می پردازیم. برای درک بهتر مسئله ابتدا رشد حریق در یک محیط بسته را بررسی مینماییم.

رفتار و سرعت حریق در فضاهای بسته و فضاهای باز باهم متفاوت است. در فضاهای بسته وجود سقف در بالای آتش نقش مستقیم در افزایش گرمای تابش بر روی سطح مواد سوختی داشته و وجود دیوارها این اثر را تشدید می کند (مشروط بر این که هوای کافی در دسترس باشد). در صورتی که در یک فضای بسته مقدار کافی مواد سوختی و اکسیژن موجود باشد آتش پس از شروع، این مراحل را طی می نماید: یک دوره رشد، مرحله پایدار و سپس یک دوره سرد شدن. رسم تغییرات دمای آتش برحسب زمان از لحظه شروع آفرورش « منحنی رشد حریق » را به دست می دهد. هر چند این منحنی، بسته به شرایط موجود تغییر

می نماید با درنظر گرفتن نتایج این تغییرات برای کارشناسان آتش نشانی بسیار مفید است. زمان رشد حریق از لحظه آفرورش تا زمانی که کلیه مواد قابل احتراق درون محیط بسته مشتعل می شوند درنظر گرفته می شود. ابتدا بخارات حاصل از سوخت در نزدیکی سطحی که متصاعد شده اند می سوزند و در این فاصله به طور عادی مقدار هوای دسترس بیش از مقدار موردنیاز است. دراین زمان عامل کنترل کننده سرعت احتراق، مساحت سطح ماده سوختی است. تداوم دوره رشد به عوامل متعددی بستگی دارد و دو حالت پیش می آید :

حالت اول: آتش و محصولات آتش نتوانند از اتاق خارج شوند.

حالت دوم: آتش و محصولات آتش از راه های مختلف به خارج از اتاق سرایت نموده و باعث گسترش آتش سوزی و سرایت آتش به دیگر نقاط ساختمان می شود.

حالت اول: در صورت ادامه احتراق در محیط بسته، لحظه بحرانی زمانی فرا می رسد که شعله های آتش به سقف برسند. با گسترش آتش به سطح زیر سقف، مساحتی که دچار

آتش سوزی شده است به مقدار زیادی افزایش می یابد. در نتیجه تابش حرارت به طرف سطح مواد قابل احتراق به طور محسوسی افزایش می یابد و باقیمانده مواد سوختی به سرعت به دمای اشتعال خود رسیده و ظرف چند ثانیه مشتعل می شوند که در فصل اول توضیح داده شد.

حالت دوم : حرارت و دود، دو محصول خطرناک آتش هستند. خسارات ناشی از دود در یک ساختمان ممکن است جدی باشد اما به ندرت بتواند باعث ریزش ساختمان یا خرابی کلی شود، در حالی که حرارت می تواند ساختمان را به کلی ویران سازد. مقدار گرمای آزاد شده در یک حریق، معیاری از شدت حریق است و این گرمای آزاد شده می تواند از مسیرهای افقی شامل جاری شدن مایعات قابل اشتعال، انتقال حرارت به روش تشعشعی، انتقال حرارت به روش هدایت از طریق دیوار مجاور، انتقال حرارت در اثر انفجار ناشی از احتراق یا ازدیاد فشار و کانال کولر و دیگر موارد و همچنین از مسیرهای عمودی شامل راهروها و راه پله ها، کانال آسانسور و کانال کولر، پنجره ها روزنه ها و منافذ، سقف کاذب، کانال تهویه و کابلهای برق، جاری شدن مایعات قابل اشتعال به طبقات زیرین، ریزش سقف، انتقال حرارت به روش جابجایی و در اثر انفجارات با آثار عمودی گسترش یابد و معمولاً در آتش سوزیها ترکیبی از آنها وجود دارد.

فصل ۶

خطرات ناشی از حریق

۶-۱- دود:

۶-۱-۱- تاریکی

۶-۱-۲- خطرات جانی دود

۶-۱-۳- مکانیسم دود

۶-۱-۴- اثر دود کشی

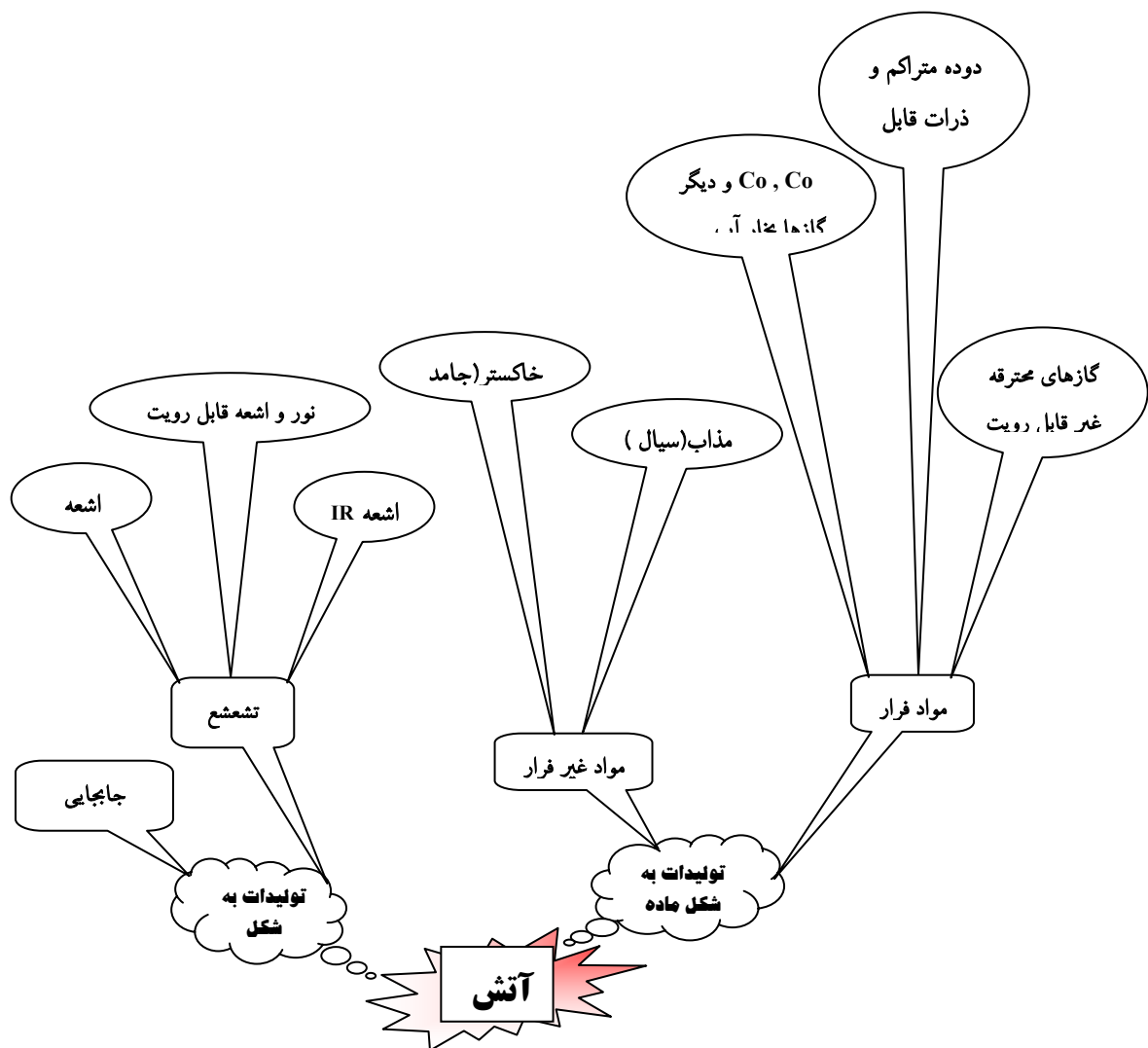
۶-۲- گازها و بخارات ناشی از حریق

۶-۳- صدمات ناشی از حرارت حریق

۶-۴- مسمومیت



دراثر سوختن مواد، انرژی و مواد جدید تولید می شوند که بسیار متنوع می باشند.
فلوچارت زیر نمایانگر این تنوع می باشد.



بررسی علل عمده مرگ در حریق ها

۶-۱- دود

در کلیه حریق ها دود تولید می شود و با دود مقادیر مختلفی غبار، گرد، الیاف، بخور و بخارات و گازها توأم است.

دود مخلوط بسیار درهمی است از تولیدات فرار احتراق ترکیبات آلی مرکب از ذرات بسیار ریز جامد یا مایع که درون گازها متصاعد و از حریق معلقند. بعضی از ذرات کربن تا ۱ میکرون عرض دارند و برخی دیگر ممکن است تا کمتر از ۰/۰۵ میکرون برسند. از حریق هایی که چوب و پارچه در بر دارند دودی بر می خیزد با ذراتی مرکب از دوده (SOOT) بخارات معرق و ترکیبات آلی قیری که نتیجه سوخت ناقص و تقطیر مخرب (Destructive Distillation) مواد اصلی است. گازهای متصاعده از چنین حریق ها مخلوطی هستند از محصولات احتراق عادی مانند اکسید دو کربن و بی اکسید کربن توأم با هوای کشیده شده و به مصرف احتراق نرسیده.^۱

مثال : حریق ۲ متر مربع نفت ممکن است در ظرف ۵ دقیقه یک ساختمان ۸ هزار متر مکعبی را تیره و تار سازد. ذرات دود که در جریان هوا قرار گرفته اند ممکن است به اندازه ای سرد شوند که بخارات آب، اسیدهای ارگانیک و آلدئیدهای تولیدی حریق روی آنها بچسبند و در صورت استنشاق عمیقاً دردستگاه تنفسی فرو رفته و شدیداً موجب تحریک آن شوند. این ترکیبات ضمناً چشمها را نیز شدیداً می آزارند . بنابراین بیماران دودزده ممکن است دچار عوارض مواد مختلفی قرار گرفته باشند از قبیل : هضم دود، تنفس دود، سوزشهای مجاری تنفس، استنشاق گازها و بخارات مسموم کننده، آب و نمک رفتگی بدن و از این قبیل که معالجه اش پزشکان متخصص و وسایل معاینه و معالجه خاص ایجاب می نماید. آب درونی مواد مورد حریق نیز دردود سازی موثر است. رطوبت از شدت احتراق می کاهد، لذا احتراق کامل صورت نمی گیرد. در نتیجه دود بیشتری تولید می شود. از طرف دیگر بخارات آب تبخیر شده دود را غلیظ تر کرده و ظاهر آن را تغییر می دهد، گرچه مضرات ترکیبات دیگر دود را ندارد.

با تمام این احوال حتی مواد خشک با هوای کافی باز در تولید مقدار دود متفاوت می باشند. بعضی از انواع چوب یا مواد دیگر سلولزی، ممکن است به نسبت کمتری دود کنند و حال آنکه موادی مانند اسفنج مصنوعی PVC, Polystyrene , Foam rubber و نفت در شرایط برابر، دود بمراتب بیشتری دارند؛ ولی از ظاهر دود نمی توان به درجه ضرر و خطر بهداشتی و بدنی آن پی برد.

۱ - طبق گزارش « کمیسیون ملی پیشگیری از حریق و کنترل حریق » آمریکا ۵۳٪ قربانی های حریق، استنشاق کنندگان تولیدات حریق و ۴۲٪ آنهایی که تا بیمارستان زنده می رسند و بر اثر حراحت این استنشاق تلف می شوند.

۶-۱-۱- تاریکی :

محدود ساختن دید توسط ذرات دود موجب مزاحمت شدید می شود. دود در یک ساختمان باعث سردرگم کردن اشغال کنندگان و وحشت می شود، بخصوص وقتی با ساختمان آشنایی نداشته باشند (مانند مسافران تازه وارد در هتلها)، مانع کار مأموران نجات و راه یافتن آنها به اماکن مورد نظر می گردد. چنانچه دود متراکم باشد مانع دید هر گونه علامت و راهنما شده و حتی کانون اصلی حریق را هم از نظر پنهان نگاه می دارد. لذا عملیات آتش نشانی نیز به اشکال بر می خورد. دود چون موج و متحرک است ممکن است باعث مرگ و جراحات در نقاطی بسیار دورتر از محل اصلی حریق گردد. مثلاً دود حریق طبقات پایین یک بنا ممکن است باعث مرگ و جراحات طبقه بالاتر شود. طبقات زیر زمین و بناهای بی پنجره مانند سینماها از لحاظ دود بسیار خطرناکتر و قابل توجه می باشند.

۶-۱-۲- خطرات جانی دود

در حریق بناها و محتویات بیشتر از سوختگی است. متجاوز از ۸۰٪ تلفات جانی حریق مربوط به دود است نه شعله. دود و گازهای داغ بسیار پیش از رسیدن شعله تلفات می گیرند. در بسیاری از حریق ها مرگ افراد به هیچ وجه آثاری از تماس با شعله یا حتی حرارت زیاد مشاهده نشده است.

خطرات دود به اشکال مختلف صورت می گیرد. پیدایش اکسیددوکربن و تقلیل میزان اکسیژن هوا در آتمسفر دودی، خطر اصلی است. اکسیددوکربن که سمی است و قوی، سرعت در بنای حریق زده انتشار می یابد و چون بوی مشخص ندارد ممکن است تا اثرات خود را شروع نکرده، به وجودش پی نبرند. ضمناً هر قدر نسبت اکسیژن هوا تقلیل پیدا کند بر تولید اکسید دو کربن افزوده می شود.

گرچه دی اکسیدکربن CO_2 خود سمی نیست ولی درصد مورد لزوم اکسیژن قابل تنفس هوا را پایین می آورد؛ از طرف دیگر مسلم شده که این گاز محرک تنفس است، لذا باعث ورود بیشتر گازهای سمی به ریه ها می گردد.

۶-۱-۳- مکانیسم دود :

از نظر حرکت، یک آتمسفر دودی و عادی واقعاً قابل تفکیک نیستند. عضو اصلی هر دو، نیتروژن است و اگر چه مقدار اکسیژن و CO_2 محتوی ممکن است تا ۱۰٪ تغییر پذیرد ولی این تغییر در مختصات فیزیکی آتمسفر موثر نیست. مختصات ترکیبات دود بطور بارزی با

مختصات هوای عادی یا نیتروژن فرق دارد ولی حتی وقتی که دود به اندازه ای متراکم باشد که دید را به صفر رساند، معذالک این تراکم اینقدرها نیست که در حرکات کلی آتمسفر اثر گذارد.

تفاوت فشار مربوط به باد، بادزن و تهویه مکانیکی به حرکت دود کمک می کند، با وجود این باید در نظر داشت که تفاوت درجه حرارت و تغییرات مربوطه معمولاً عامل مهمتری به شمار می آید.

ازدیاد پیوسته درجه حرارت در نزدیکی محل توسعه حریق موجب انبساط گردیده و در نتیجه حجم زیادتری از گازها یکباره تغییر محل می دهند. حجم این گازها ممکن است در یک حریق تا ۳ برابر شود که $\frac{2}{3}$ آن دور می رود، حتی به هنگام سرد شدن نیز همین نسبت باقی خواهد ماند. این انبساط ممکن است بسیار سریع صورت گرفته و تولید فشار فوق العاده کند که در صورت مسیر بطرف بالا موجب انتشار سریع به اطراف حتی به طبقات پایین خواهد شد و این خود اهمیت حیاتی هواکش های خودکار سقفی یا دهلیزی و طبقه ای را به ثبوت می رساند.

ولی این انبساط تنها به هنگام بالا رفتن درجه حرارت بوجود می آید و حال آن که « اثر دودکشی » تا موقعی که درجه حرارت بین خارج و داخل بنا متفاوت است ادامه خواهد داشت. به هنگام حریق « اثر دودکشی » به مراتب بیش از عمل انبساط موجب مهاجرت دودهاست و چون معمولاً یک سطح حرارتی بین فضای درونی بنا و هوای خارج وجود دارد. لذا اثر دودکشی ضمناً موجب جریانات داخلی بیشتر می باشد و از طرف دیگر چون اختلاف حرارتی گازهای دوددار در مسافتی از کانون حریق به سرعت کم می شود لذا باز همان جریان عادی هوای داخلی است که بیشتر باعث انتشار همه جانبه دود می گردد.

۶-۱-۴ - اثر دودکشی :

عبارت از ورود هوا به داخل بنا از سطح پایین و خروج گازها از سطح بالا است. (درگرمای تابستان که هوای داخل خنک تر از هوای محیط است عکس این عمل اتفاق می افتد)، به عبارت دیگر در سطح پایین، فشار خارجی بیش از فشار داخلی است و حال آن که در سطح بالا عکس آن است؛ لذا در یک سطح میانی داخلی هر دو فشار با یکدیگر برابر شده و سطح خنثی بوجود می آید. همچنین یادآور می شود که اثر باد در اثر دودکشی، خود تابع شکل و اندازه و ارتفاع بناست.

۲-۶ - گازها و بخارات ناشی از حریق:

بیشترین گازهای متصاعد شده در حریق ها عبارتند از : اکسیددوکربن، اسیداستیک، اکروئین، استالدئیدها، اسیدفرمیک، فرمالدئیدها، آمونیاک، فورفورال، قطران و بی اکسیدگوگرد، ضمناً تولیدات حریق تابع عوامل زیرند :

مواد قابل احتراقی که با هوای زیاد بسوزند گازهایی تولید می کنند که با گازهای تولیدی در اکسیژن کم بسیار متفاوتند. بطور کلی گازها و دودهایی که درآغاز حریق تولید می شوند نسبتاً سرد می باشند، ولی مقدار زیادی مواد سمی و محرک در بر دارند. تهیه لیستی از تولیدات احتراق هر نوع ماده قابل احتراق مخصوص در اینجا میسر نیست ولی درباره بعضی از مواد عادی نکاتی چند تذکر داده می شود.

۲-۶-۱ - چوب، پنبه و روزنامه :

حاوی سلولز می باشند و ممکن است مقدار قابل توجهی اکسیددوکربن، بی اکسیددوکربن، فرمالدئیدها، اسیدفرمیک، الکل متیلیک، اسید استیک وتولید نمایند.

۲-۶-۲ - فرآورده های نفتی :

اکسیددوکربن، بی اکسیددوکربن، اکروئین (محرک اصلی درحریقهای مواد نفتی) و حریق بنزین و مواد نفتی تقطیر شده کمتر از چوب اکسیددوکربن تولید می نمایند.

۲-۶-۳ - پشم و ابریشم :

احتمالاً اکسید و بی اکسیددوکربن، هیدروژن سولفور، اسیدهیدروسیناتیک HCN و آمونیاک تولید نمایند. پوست درحریق ناقص ممکن است بیشتر هیدروژن متصاعد کند.

۲-۶-۴ - کره و چربی های حیوانی:

مقدار قابل توجهی اکسید و بی اکسیددوکربن و اکروئین می سازند.

۲-۶-۵ - فیلم عکاسی :

فیلمهای نیتروسلولز به علت قابلیت زیاد اشتعال دیگر ساخته نمی شوند، چنانچه نیتروسلولز درهواي کم اکسیژن بسوزد مقدار زیادی اکسیدهای نیتروژن تولید می کند . فیلمهای سلولز استات دارای تولیدات احتراقی برابر چوب و مواد متشابه می باشند.

۶-۲-۶- پلاستیکها:

نوع گازهای حریق پلاستیک ها بستگی به نوع Resin دارند. ولی بطور کلی پلاستیک ها به هنگام سوختن مقدار زیادی اکسید و بی اکسیدکربن و محرکین دیگر تولید می کنند و بطوری که احساس شده، خطرات این ها بیش از خطرات مواد عادی مانند چوب نمی باشند.

الف - رزین پلی استر که با پشم شیشه تقویت شده، به هنگام حریق دود بسیار غلیظی متصاعد می کند که ممکن است اسید کلریدریک نیز علاوه بر اکسیدهای کربن تولید نماید.

ب - صفحات Acrylic درون حریق نرم شده و می افتد ولی نمی سوزد و دود نمی کند.

ج - اسفنجهای پلی یورتان بدتر از نوع دیگر ابرهای اسفنجی به نظر نمی رسد. در صورت حریق ممکن است انیروسیانات ها را تولید کنند که از قرار تجربیاتی که به دست آمده، محرک مجاری تنفسی و احساس است.

د - اسفنجهای پلی استایرن نیز بدتر از چوب نیستند. انواع خود خاموش ساز این نوع ممکن است تولید کنند.

هـ - پلی اتیلن و پلیمرهای فنل سلولار کم دود هستند در صورتی که لاستیکهای سلولزی Prec و شعله های بلند کف هال ریتاردنت بیش از حد متوسط دودزا هستند.

و - مقدار دود پلیمرهای سلولی طبیعی و مصنوعی نسبت به چگونگی در معرض حریق قرار گرفتن و اندازه های آنها بسیار متغیر می باشند.

ز - پتوها با پوششهای PVC مقدار قابل ملاحظه ای اکسیدهای کربن، هیدروژن کلراید و کمی هیدروژن سیانید و فسژن تولید نماید.

ح - پلی اتیلن بیشتر CO₂ تولید کرده و کمی نیز آلدئیدها در آن یافت می شوند.

ت - رزینهای اپکسی تولیدات محرکی دارند.

ی - رزینهای فنولیک گازهای فورمالدئید می سازند.

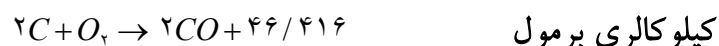
ک - رزینهای ملامین هیدروژن سیانید تولید می کنند.

بطور کل گازهای محرک اعضای مخاطی چشم و جهاز تنفسی را تحریک کرده و تولید درد و سوزش و ناراحتی می نمایند؛ معذالک از لحاظ کشندگی در درجه دوم اهمیت قرار دارند، ولی چنانچه مدت زیادی در معرض چنین گازها قرار گیرند صدمات شدید ممکن است به ریه ها وارد آید که هیچگاه از بین نرود.

گازهای مذکور در بالا معمولاً با بوهای تند و زننده که دارند به موقع باعث اعلام خطر می شوند، گرچه بعضی از اوقات ممکن است با جذب شدن روی ذرات دود عمیقاً داخل ریه ها گردند قبل از این که اعلام خطر نمایند.

۶-۷- منواکسید کربن (اکسید دو کربن) :

CO گازی است بسیار سمی، بی رنگ، بی بو و بی طعم که بیشتر در احتراقات ناقص تولید می شود.



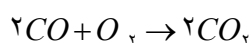
منقل و بخاری های دستی به مقدار زیادی از این گاز تولید می کنند، در حرارت های زیاد حتی از بدنه فلزی بخاری ها عبور می کنند. میل ترکیبی فوق العاده هموگلوبین خون نسبت اکسیددوکربن ۳۰۰ برابر میل ترکیبی آن با اکسیژن است. وقتی این ترکیب مهلک صورت می گیرد دیگر اکسیژن قادر نیست خود را به انساج بدن که بسیار به آن محتاجند برساند.

این گاز کمی سبکتر از هوا است (تکاتف ۱/۲۵ گرم در لیتر) ولی به علت قابلیت زیاد انتشار Diffusivity در کلیه نقاط یک اتاق اعم از بالا یا پایین به سرعت پراکنده و متراکم می گردد.

اثرات مهلک CO :

- در تراکم ۰/۰۱٪ در هوا یا ppm ۱۰۰ تا ۸-۶ ساعت ناراحتی ندارند.
- در تراکم ۰/۰۶٪ در هوا یا ppm ۶۰۰ در ظرف یک ساعت سردرد آغاز می گردد.
- در تراکم ۰/۱٪ در هوا یا ppm ۱۰۰۰ تا کمتر از یک ساعت خطرناک است.
- در تراکم ۰/۴٪ در هوا یا ppm ۴۰۰۰ کمتر از یک ساعت کشنده است.
- در نسبت $\frac{1}{1000}$ تا $\frac{1}{4000}$ حجمی در هوا یکباره شخص را به حال اغماء در می آورد، بدون اینکه به هیچ وجه قبلاً اعلام خطر کرده باشد و یکباره به گلبولهای سرخ خون حمله ور می گردد. این گازها در کمتر از $190^{\circ}C$ - بصورت مایع و در کمتر از $205^{\circ}C$ - بصورت جامد در می آید.

درهوا به آسانی سوخته و تولید CO_2 می کند.



وقتی ۷۴-۱۲ درصد با هوا مخلوط شود حالت انفجار پیدا می کند.

در صورت اختلاط ۲۰٪ با هوا درجه حرارت شعله اش به 1650°C بالغ می گردد. این گاز از ترکیبات اغلب سوخته های گازی و اکسیژن گیر قوی است که می تواند حتی از اکسیدهای داغ اکسیژن گرفته و خود را به صورت CO_2 درآورد. یک موتور عادی بنزین برابر ۱۲-۴٪ از گازهای تولیدش اکسیددوکربن تولید می کند.

۶-۲-۸- بی اکسیددوکربن CO_2 :

هرگاه مقدار اکسیژن برای احتراق کامل کربن با ترکیبات آلی کافی باشد CO_2 بدست می آید که مقدار زیادی نیز حرارت به همراه دارد.



و یا با فرمول الکترونی مؤلف = کیلوکالری برمول $315 - 221 = 94$

این گاز همچنین از تجزیه مواد ارگانیک و بعضی تخمیرها بدست می آید. بی اکسیددوکربن در فشار عادی فقط کمی در آب حل می شود ولی این مقدار نسبت مستقیم با درجه فشار وارده دارد. هرچه فشار بیشتر شود مقدار بیشتری از این گاز را آب در برمی گیرد، ولی بمحض آزاد شدن فشار دوباره گازمزبور از آب فرار می کند همان طور که در مایعات گازدار مشاهده می کنیم.

یک آتمسفر خشک و سالم بیش از ۰/۰۳٪ حجمی از این گاز در بر ندارد. در صورتی که مقدار CO_2 در آتمسفر زیاد شود آن هوا قابل استنشاق نیست، بخصوص به دلیل این که درصد اکسیژن ها به همان نسبت تقلیل می یابد.

CO_2 نه تنها توسط ریه ها بلکه توسط پوست بدن نیز جذب می شود.

چنانچه در قعر چاه یا آب انبار متروک شمع روشنی خاموشی گردد، دلیل بر تراکم گاز CO_2 می باشد و اکسیژن کافی وجود ندارد و چنین هوایی قابل تنفس نیست و با ماسک مخصوص باید در آن آتمسفر بکار پرداخت. معذالک برای احیاء و نجات اشخاص مسموم، اختلاط ۳٪ گاز CO_2 با اکسیژن بسیار مؤثر است تا اکسیژن خالص، زیرا محرک مراکز تنفسی مغز می باشد.

۶-۲-۹- فسژن:

COCl_2 ترکیبی است از اکسیددوکربن و گاز کلر که در برابر اشعه $8/3^{\circ}\text{C}$ مایع و در 104°C - جامد می شود.

این گاز در ریه ها به Co_2 و HCl تبدیل می شود که اثرات بسیار تحریک کننده دارد و چون Co_2 متشکله بر تعداد و عمق تنفس می افزاید لذا رفته رفته فسژن بیشتر به ریتین داخل گشته، که نتیجه اش خفقان و مرگ است و یا لااقل موجب ذات الریه خواهد شد. ضمناً بعضی مایعات مانند کربن تتراکلراید ؛ CCl_4 که خود از مواد خاموش کننده است، در صورتی که بروی صفحات داغ فلزی ریخته شود تولید فسژن می کند و بدین لحاظ نباید از آن به عنوان خاموش کننده استفاده شود.

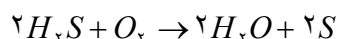
۶-۲-۱۰- هیدروژن سولفور H_2S :

در نتیجه احتراق ناقص بعضی مواد و چشمه ها آب گوگردی تولید می شود. بیشتر در تولیدات حریق پشم است همچنین در زمره گازهای متصاعد از آگوها و بعضی معادن می باشد.

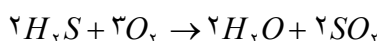
درجه آتشگیری 500°F ، حدود اشتعال $44-4.4^\circ\text{C}$ ، تکائف بخار $1/54$ گرم در لیتر، نقطه جوش $61/8^\circ\text{C}$ ، در آب حل شدنی است و بوی زننده تخم مرغ گندیده دارد.

گازی اسید بسیار مسموم کننده است، در نسبت $0.2/0$ با هوا حس بویائی را فلج می کند بطوری که غلظتهای بیشتر از این دیگر احساس نمی شود. چنانچه این نسبت به $1/0$ برسد کشنده آنی است و بطور کلی فلج کننده مرکز تنفسی مغز است. آتمسفری آلوده به $\frac{1}{1500}$ حجمی برای پرندگان و سگها و $\frac{1}{200}$ برای اسبها کشنده است.

در احتراق ناقص، گوگرد زرد رنگی با قطرات رطوبت از آن به جا می ماند.



در صورت احتراق کامل بی اکسید گوگرد SO_2 و آب با شعله آبی حاصل می شود.



در درجه حرارت عادی گاز کلر آن را تجزیه کرده و گوگرد را آزاد می کند و از این لحاظ برای تصفیه هوای آلوده به این گاز از کلر استفاده نمایند.

H_2S گازی است بسیار قابل اشتعال و با هوا قادر است مخلوط منفجره تشکیل دهد، بنابراین دخول در آتمسفر آلوده به این گاز با شمع روشن یا کبریت یا شعله دیگر خطرناک است.

بطور کلی هر جا مقدار زیادی مواد حاوی گوگرد وجود داشته باشد مانند موادی که از لاستیک طبیعی یا مصنوعی می سازند تولیدات قابل توجهی از H_2S و SO_2 در حریق های مربوطه را باید انتظار داشت .

۶-۲-۱۱- اسید هیدروسیانیک HCN :

یا هیدروژن سیانید مایع بی رنگی است که بوی بادام تلخ می دهد و در آب حل می شود. این مایع و بخارش بسیار مسموم کننده است.

مایع آن بسیار قابل اشتعال و بخاراتش به علاوه قابل انفجار است و با شعله بنفش رنگ می سوزد. تنفس بخارات آن بسرعت مرکز تنفسی مغز را فلج می سازد. از روی پوست بدن نیز جذب می گردد. علائم مسمومیتش تحریک بسیار گلو، آبریزی چشمها، اشکال تنفس، ضعف و سرگیجه است. سپس افتادن، تشنج و مرگ؛ اثرات مسموم کننده اش بسیار سریع ظاهر می شود و اغلب پیش از رسیدن پزشک مرگ فرا می رسد.

با ظهور چنین مسمومیتی صلاح است فوراً بیمار را به هوای آزاد برسانند و بلادرنگ به حرکات تنفس مصنوعی پردازند و استفاده از محلول رقیق آب اکسیژنه یا پرمنگنات دو پتاس و ایجاد تهوع در بیمار مفید است.

ابریشم، پشم، لاستیکهای ملامین یا فنولیک و اسفنجهای مصنوعی از این بخارات تولید می کنند. حتی مقدار کمی سلولوئید می تواند مقدار کشنده ای اسید هیدروسیانیک تولید نماید. تراکم $1/0\%$ در هوا (1000 ppm) به سرعت کشنده است، لذا حتی از CO نیز کشنده تر است. به هنگام چنین حریقی باید ماسک و لباس حفاظتی خاص در برداشت و آب فراوان به کار برد، تا این اسید بسیار آبکی و رقیق گردد و برای خاموش کردن از پودرهای شیمیایی خاص و CO_2 استفاده می کنند. چنانچه برای مدت طولانی انبار شود بصورت ناپایدار درآمده و حالت انفجاری پیدا می کند.

۶-۲-۱۲- PVC :

بطوری که حساب شده هریک فوت خطی از لوله سختی که به قطر ۱ اینچ می باشد قادر است تراکم کشنده ای برابر ۱۶۵۰ فوت مکعب HCL و ۳۵۰۰ فوت مکعب دود غلیظ تولید کند. طبق آزمایشات گزارش شده خطر آن ۵۰ برابر خطر CO می باشد.

بطور کلی هر جا که موادی حاوی کلر وجود داشته باشد به هنگام حریق باید انتظار HCL را داشت. نه تنها از لحاظ سمیت، بلکه از لحاظ فروزندگی و نیز در حرارت‌های بالا مقداری از این گاز خودبخود می سوزد.

Acrolein

۶-۲-۱۳-اکرولئین:

CH₂ مایعی است فرار، قابل اشتعال، صاف، بیرنگ با بوی تند زننده و بخاراتش با هوا مخلوط انفجاری تشکیل می دهد. حدود قابلیت اشتعال آن ۴۱-۲/۸٪، نقطه شعله زنی آن f ۱۵۰-، درجه آتشگیری f ۴۵۴۰ وزن مخصوص ۰/۸۴ تکالف بخارش ۱/۹۴ می باشد.

۶-۲-۱۴-استالدئید:

نقطه جوش آنها c ۶۹ و بی رنگ و قابل اشتعال ولی در این درجه سرعت فرار می باشد. بخاراتش در نسبت‌های ۶۰-۴٪ حجمی با هوا مخلوط قابل انفجار تشکیل می دهد. نقطه شعله زنی f ۳۶۰- و درجه آتشگیری اش f ۳۶۵۰، وزن مخصوصش ۰/۸ و تکالف بخاراتش ۱/۵ است.

بخاراتش در هوا به آسانی اکسید شده و ممکن است مواد منفجره قوی و پراکسیدهای ناپایدار تولید کند. برای پوست، چشم و جهاز تنفس محرک و گاه موجب چشم سوزی شدید می گردد. استنشاق طولانی آن حالت رخوت می دهد. حداکثر تمرکز قابل قبول بخاراتش ۲۰۰ ppm است. در برابر آن باید از لباس محافظ، عینک و ماسک تنفس استفاده کرد.

۶-۳-صدمات ناشی از حرارت حریق:

۱-۴- وقتی به نسوج بدن حرارتی زیاده‌تر از حرارت عادی بدن برسد صدمات جبران ناپذیری به سلول‌های آن وارد می شود. این صدمات در اثر تماس مستقیم با شعله اجسام یا گازهای داغ و یا تنفس هوای داغ، بخارات و گازهای داغ احتراق می باشد. زمان لازم برای سوختن نسوج بدن بر اثر تماس، نسبت به درجه حرارت فرق می کند.

جدول زیر زمان لازم برای سوختن درجه ۲ را با حرارت‌های مختلف نشان می دهد:

۱ ثانیه یا کمتر	حرارت بین ۱۷۰۰ - ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد
۳ ثانیه یا کمتر	حرارت بین ۵۰۰ - ۴۰۰ درجه سانتیگراد
۱۵ ثانیه یا کمتر	حرارت ۱۰۰ درجه سانتیگراد
۲۹ تا ۶۰ ثانیه یا کمتر	حرارت بین ۸۵ - ۷۰ درجه سانتیگراد

حیوانات با استنشاق هوای داغ تا 40°C به مدت ۱ دقیقه می میرند. استنشاق هوای داغ با حرارت‌های مذکور تولید سوزش‌های جهاز تنفس می کند ولی در مدت زمان قدری طولانی تر از آنچه درمورد پرلت گفته شد. استنشاق هوای خشک داغ معمولاً به بینی، دهان و حلق آسیب می رساند و عمیق تر نمی رود.، زیرا حرارت مخصوص هوای خشک زیاد پایین است ولی استنشاق بخار داغ یا هوای داغ زیاد مرطوب، صدمه بسیار به عمیق ترین قسمت جهاز تنفس وارد می سازد.

۶-۳-۱- گاز داغ:

بطور کلی استنشاق گازهای داغ باعث گرفتگی حلق و مرگ می شود.

۶-۳-۲- محیط داغ:

در محیط داغ رگهای خون منبسط شده و چنانچه از حد معینی تجاوز کند فشار خون پایین می آید و در نتیجه جریان خون در مغز بسیار کم شده و ضعف کلی رخ می دهد.

۶-۳-۳- ضربت حرارتی:

از حال رفتگی در نتیجه عمل تعریق حاصل می شود و در محیطی که عرق کردن بدن تنها راه کم کردن حرارت است موضوع بسیار قابل توجهی است. پوست چنین بیماری، داغ و خشک خواهد شد و درجه حرارت بدن ممکن است تا 44°C برسد، در این صورت حال اغماء دست داده و احتمال مرگ می رود. چنین بیمار را باید بلافاصله به محل خشکی برده و بدنش را با حوله های تر، خنک نمود و به بیمارستان رساند.

انقباض شدید عضلات و تحلیل رفتگی حرارتی به علت قرار گرفتن زیاد در برابر حرارت و کم شدن نمک و آب بدن ایجاد می شود. هرچند درجه حرارت بدن ممکن است متعادل باشد ولی شخص حالت کوفتگی، سردرد و ضعف احساس کرده و ممکن است از حال برود.

۶-۳-۴- احتیاط های کلی:

در هنگام قرار گرفتن در معرض حرارت های زیاد:

- بدون لباس و ماسک محافظ نباید به فضاهایی که حرارتش به $60-50$ درجه سانتیگراد می رسد بروید.
- هوای داغ خشک تا 150°C بمدت کوتاه و هوای مرطوب تا حد کمتری تحمل شود .
- اثرات حرارت تشعشعی از سطوح عریض باید در نظر گرفته شود.

- نباید بدون ماسک و لباس محافظ در معرض دود و گازهای حریق قرار گرفت.
- غلظت دود دلیل سمی بودن آن نیست، بعضی گازهای بسیار سمی به کلی بی بو و بی رنگ هستند.
- سردرد هر قدر کم باشد مهمترین دلیل خطر و همچنین کمترین ناراحتی ریوی می باشد .
- با ایجاد این ناراحتی ها و یا عوارض دیگر سریعاً باید به پزشک مراجعه نمود.

۴-۶- مسمومیت به وسیله بخارات چوبهای آغشته به مواد

چوبهای آغشته به پنتاکلروفل به هنگام سوختن دود سیاهی ایجاد کرده و اسیدکلریدریک و فسژن فراوان می دهند. همچنین داروی فوق ممکن است از راه پوست جذب شود.

در چوبهای آغشته به آرسنات مس ۵۰٪ آرسنیک چوب به هنگام حریق به شکل تری اکسید آرسنیک درمی آید که خود مسموم کننده خطرناکی است. بقیه آرسنیک و تمامی مس جزو خاکستر می شود.

سموم فوق در سیستم شریانهای قلبی، عصبی، جهاز تنفس، خون، کبد و کلیه اثر می گذارند. در چوبهای آغشته به مواد دیرسوز و کرئورت احتراق کامل صورت نمی گیرد، لذا تراکم زیادی از اکسید دوکربن، گازهای سوخته، سوختههای تبخیر شده و گازهای سمی بوجود خواهد آمد.

شعله زنی کرئورت مایع $1650^{\circ}f$ و نقطه خودبخود سوزی آن $637^{\circ}f$ است. ترکیب اصلی آن نفتالین با نقطه شعله زنی $1740^{\circ}f$ و درجه آتشگیری $979^{\circ}f$ می باشد و به تدریج که درجه حرارت بالا می رود در نقاط جوش سایر مواد متشکله گازهای سمی دیگری بر می خیزد.

ضمناً نفتالین و گازهای دیگر متصاعده بیشتر از نوع بیهوش کننده می باشند.

چوبهای آغشته معمولاً قسمت اعظم مواد شیمیایی درونی را ۳۰-۲۵ سال نگه می دارند و در خاصیت احتراق آنها نیز از بین نمی رود، ولی احتراق چوبهای تازه آغشته با شدت بیشتری نسبت به تا چوبهای کهنه تر صورت می گیرد . .

رنگ ها، پلاستیک ها، پشم شیشه، لاستیک و مواد متعدد شیمیایی موجود درخانه ها به حجم گازهای سمی حریق های احتمالی چوب های آغشته در ساختمان ها می افزایند.

فصل ۷

شناخت تهویه

۱-۷ - مقدمه

۲-۷ - علت تهویه :

۱-۲-۷ - جلوگیری و کاهش خسارت

۲-۲-۷ - جلوگیری از گسترش حریق

۳-۲-۷ - کمک به آتش نشانان در اطفاء حریق

۳-۷ - روشهای تهویه :

۱-۳-۷ - تهویه طبیعی

۲-۳-۷ - تهویه از کنار

۴-۷ - سیستمهای تهویه مکانیکی :

۱-۴-۷ - تجهیزات ساختمان

۲-۴-۷ - تجهیزات آتش نشانی

تهویه در آتش سوزیها**روشهای عملیاتی و قوانین تهویه****۷-۱-مقدمه :**

در عملیات اطفاء حریق، زمانی که مقادیر زیادی دود ناشی از مواد درحال اشتعال، خصوصاً مواد جدید تولید می شود مشکلات زیادی را ایجاد می نماید، در این هنگام فرمانده مسئول حریق باید کاملاً به ضرورت و انجام صحیح تهویه در ساختمان واقف باشد.

به چندین دلیل عمده تهویه انجام می پذیرد:

۱-جلوگیری از گسترش آتش سوزی

۲-کاهش خسارات ناشی از دود و حرارت

۳-کمک به آتش نشانان در محل و اطفاء آتش سوزی

بنابراین، اگر انجام تهویه به طرز صحیح انجام پذیرد می تواند خسارات ناشی از دود و حرارت را کاهش دهد و بالعکس، اگر تهویه صحیح انجام نپذیرد امکان دارد سبب گسترش آتش سوزی غیر قابل کنترل گردد.

برای انجام مؤثر و ایمن عمل تهویه فرمانده مسئول باید آگاهی خوبی از وضعیت ساختمان درحال اشتعال و راههای دستیابی به آن داشته باشد تا بتواند عمل تهویه را به خوبی انجام دهد. بطورمثال از طریق دریچه های روشنایی های ساختمان، البته شرایط و موقعیت محل و تجربه در نحوه عمل فرمانده مسئول مؤثر خواهد بود، بنابراین عملیات تهویه در حریق های گوناگون متفاوت خواهد بود.

نحوه تولید و حرکت دود

برای اینکه ارزیابی مناسب برای پاکسازی محیط از دود داشته باشیم ضرورت دارد که از نرخ تولید دود از یک حریق معمولی آگاهی داشته باشیم . حجم گازهای تولیدی ناشی از ماده در حال اشتعال در مقایسه با حجم هوایی که به محل حریق وارد می شود کاملاً ناچیز می باشد، بنابراین می توان این طور فرض کرد که نرخ تولید دود توسط آتش تقریباً با نرخ هوایی که وارد ستون گازهای داغ و شعله ها می گردد برابر است و این نرخ بستگی به موارد زیر دارد:

۱-شعاع حریق M متر

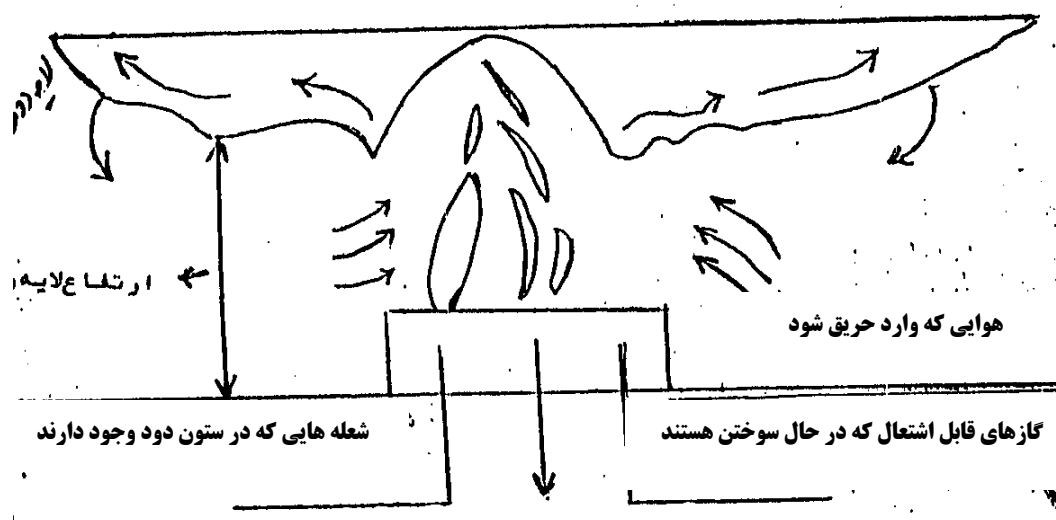
۲-مقدار تولید حرارت

۳- ارتفاع لایه دود از سطح حریق

در جدول زیر نرخ تولید دود در یک فضا را بر اساس حرارت شعله ای با دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد دمای محیط ۵۰۰ درجه سانتیگراد را نشان می دهد.

حجم نرخ تولید دود (مترمکعب بر ثانیه)	ارتفاع لایه روشن (M)	شعاع حریق (M)
۱۳/۱	۳	۱۲
۲۶/۲	۳	۱۲
۲۵	۳	۲۰
۵۰	۳	۲۰

به خاطر داشته باشید که قوی ترین دستگاه تهویه دود می تواند ۵ متر مکعب در ثانیه دود را تخلیه کند.



سوخت جامدی که در حال تولید گازهای قابل اشتعال می باشد.

۷-۲- به چه دلیل اقدام به تهویه می کنیم ؟

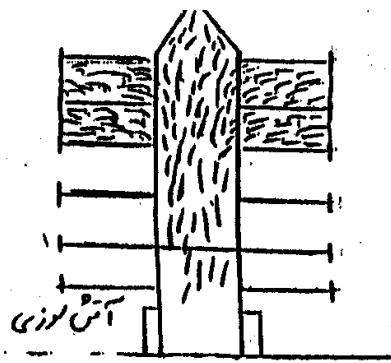
۷-۲-۱- جلوگیری و کاهش خسارت

دود می تواند خورنده، روغنی و یا آسیب رساننده باشد و اگر کنترل نشود به ساختمان و یا محتویات آن که حریق به آنها سرایت نکرده باشد، آسیب می رساند؛ به علاوه اگر آتش سوزی به طور وسیع و به مدت زیادی ادامه داشته باشد به علت کمبود اکسیژن ناقص سوزی انجام گرفته و در نتیجه مقادیر زیادی سوخته های ناقص تولید می شود.

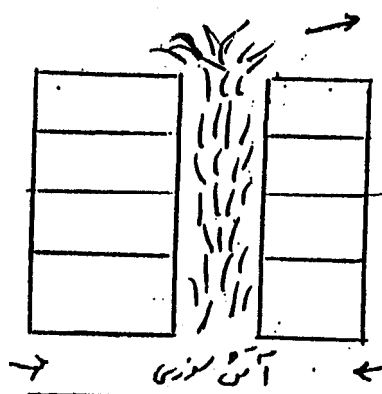
این گازهای سوخته می تواند در زیر سقف جمع شده و در نتیجه مشتعل شوند. گاهی اوقات این کار به بدترین وجه آن انجام می شود که به پدیده **Flashover** معروف است.

۷-۲-۲- جلوگیری از گسترش حریق :

تولیدات خیلی داغ ناشی از حریق از طریق دریچه های و شفت های عمودی به سمت بالا حرکت می کنند و اگر راه خروجی وجود نداشته باشد پس از برخورد با سقف بصورت قارچی در آمده، ممکن است حریق را به قسمتهای دیگر ساختمان گسترش دهد و درحقیقت این عامل یکی از علتهای اصلی گسترش آتش سوزی در ساختمان ها است . طول شعله در سقفی که فاقد تهویه می باشد هفت برابر بیشتر از مقداری است که در سقفهای دارای تهویه در بالای سطح حریق وجود دارند.



در طبقات بالا راه خروجی برای دود وجود ندارد، بنابراین حریق گسترش می یابد.



به علت وجود دریچه، جهت تهویه دودهای ناشی از آتش سوزی، حریق گسترش نمی یابد.

۷-۲-۳- کمک به آتش نشانان در اطفاء حریق :

در محل هایی که دود غلیظ وجود داشته باشد مشکلات عدیده ای برای آتش نشانان به وجود خواهد آمد که عبارتند از :

الف - پیدا کردن سریع کانون حریق

ب - ارزیابی این که بهترین شیوه حمله به حریق چیست ؟

ج - یافتن محل مصدومین یا مکانهای خطرناک (مکان های مجاور حریق و یا مکان های خطرناک دیگری که بر اثر حریق ایجاد می شوند).

هرگاه محل حریق تهویه شود آتش نشانان با مشکل و خطر کمتری روبرو خواهند بود و قادرند حریق را بطور مؤثر اطفاء نمایند و همچنین در ساختمان های بلند پاکسازی پله های فرار از دود نیز در اهداف دیگر تهویه می باشد تا مردم بسلامت از ساختمان خارج شوند.

چه زمانی باید اقدام به تهویه نمود؟

عمل تهویه را باید هر چه سریعتر انجام داد تا موثر واقع شود، ولی به هر حال این مساله بستگی به تصمیم فرمانده مسئول دارد و اگر با عجله غیر صحیح تصمیم به انجام تهویه محل بگیرد می تواند منجر به گسترش سریع حریق به همراه پدیده Flashover و همچنین خطرات جانی برای ساکنین و خسارات مادی سنگین به ساختمان گردد، قبل از شروع به عمل تهویه، افراد باید با تجهیزات مربوطه در مکانهای خاص مستقر شوند تا مانع از گسترش حریق گردند.

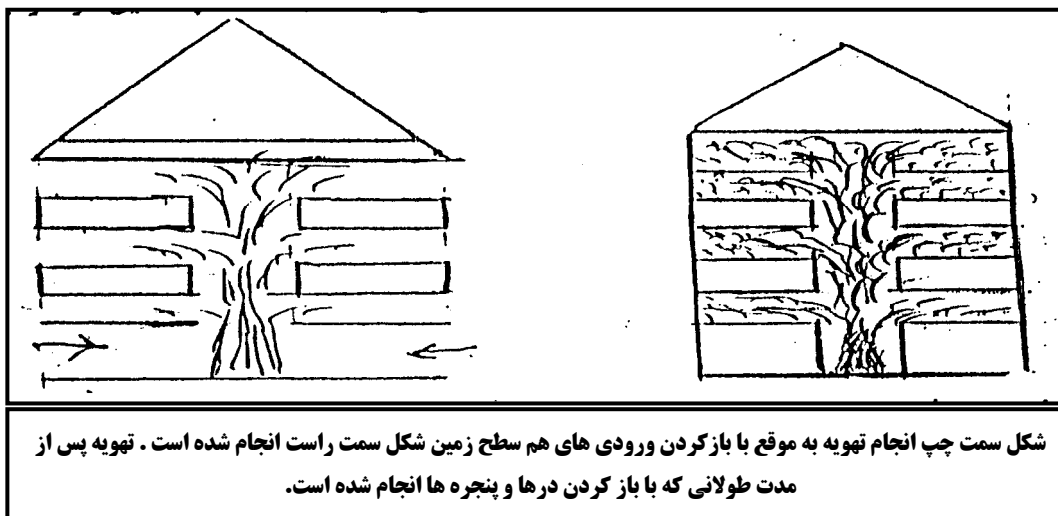
۷-۳- روشهای تهویه :

بطور اصولی تهویه یعنی راندن حرارت و دود از طریق دریچه های موجود در ساختمان و جایگزین کردن هوای تازه به جای آن می باشد.

۷-۳-۱- تهویه طبیعی :

الف - تهویه از بالای ساختمان (عمودی)

در ساختمان های چند طبقه عمل تهویه باید از بلندترین نقطه شروع شود مانند شفت پلکان ها و شفت آسانسورها و این طریق تهویه انجام دادن زمانی مؤثر خواهد بود که ورودی های کافی جهت هوای تازه وجود داشته باشد و گر نه تهویه از بالا مؤثر نخواهد بود و ظرفیت تخلیه دود کاهش خواهد یافت. این ورودی ها باید تا آنجا که امکان دارد نزدیک سطح زمین انتخاب شوند، زیرا که دیگر خطر ورود گازهای داغ و دود ناشی از طبقات پایین تر وجود ندارد.



۷-۳-۲- تهویه از کنار (افقی) :

هرگاه به هرعلتی انجام عمل تهویه درساختمانها غیر عملی بود باید تهویه افقی مورد توجه قرار گیرد هرگاه این شکل از تهویه انجام پذیرد، وضعیت جوی و جهت باد از اهمیت زیادی برخوردار می باشد. نکات مهمی را که باید در انجام افقی عمل تهویه مورد توجه قرار داد عبارتند از :

- ۱-خطر گسترش آتش سوزی بیشتر است.
- ۲-تغییر جهت وزش باد می تواند از خارج شدن دود از ساختمان جلوگیری به عمل آورد و آن را به سوی آتش نشانان و ساکنین ساختمان برگرداند. اگر هوا بارانی و رطوبت آن زیاد باشد دود کمتری از ساختمان خارج خواهد شد بنابراین، نیاز می باشد که دریچه های بیشتری از باز نمود تا تهویه بطور مؤثری انجام پذیرد.
- بنابراین آتش نشانان بدون در نظر گرفتن نکات زیر نباید تهویه افقی را انجام دهند.

الف - جهت و سرعت باد

ب - کدام ضلع را ساختمان درجهت وزش باد قرار دارد

ج - رطوبت و درجه حرارت هوا

۷-۴- سیستم های تهویه های مکانیکی :**۷-۴-۱- تجهیزات ساختمان :**

هرگاه ساختمانی مجهز به سیستم تهویه مکانیکی باشد در هنگام بروز حریق کمک شایانی به آتش نشانان به جهت اطفاء مؤثر و به موقع حریق خواهد نمود، این سیستم ها یا بصورت دستی و یا به صورت اتوماتیک عمل می نمایند که سیستم اتوماتیک را نیز در صورت نیاز می توان دستی نمود.

در هنگام استفاده از سیستمهای تهویه مکانیکی باید کاملاً مواظب کلیه جوانب بود و اگر امکان داشته باشد، باید از مهندس مسئول ساختمان جهت کاهش خطر گسترش آتش سوزی در هنگام استفاده از تهویه مکانیکی سود جست.

۷-۴-۲- انجام تهویه با استفاده از وسائل و تجهیزات سازمان آتش نشانی

بعضی از حریق ها مانند : زیرزمینها، به علت عدم وجود تهویه طبیعی مشکلات خاصی را دارا می باشند. البته در دیگر آتش سوزی ها ممکن است تهویه طبیعی نیز به علت شرایط جوی کاملاً مؤثر نباشد. در چنین مواقعی ممکن است از وسایل و تجهیزات سازمان آتش نشانی برای انجام تهویه استفاده نمود که عبارتند از :

الف - استفاده از یک سرلوله جت و یا فک که از محل دریچه ساختمان به سوی بیرون به کار گرفته می شود که در نتیجه دود توسط جریان آب به خارج از ساختمان رانده می شود . البته این روش ممکن است روش خوبی نباشد اما می تواند تا رسیدن وسائل و تجهیزات پیشرفته تراز آن استفاده نمود.

ب - تعدادی از سازمانهای آتش نشانی مجهز به وسایل تهویه دود می باشند و از آنها در برخی از آتش سوزی ها که قبلاً بیان شد به نحو مطلوب استفاده می کنند ژنراتورهای کف ساز (توربکس) می توانند این عمل را بخوبی انجام دهند. با این وسیله که توسط نیروی آب به کار می افتد می توان به دو صورت دود را تخلیه نمود.

ج - با وارد کردن مقادیر متناهی هوای تازه به درون ساختمان که متعاقب آن دود از ساختمان خارج می شود (فشار مثبت Positive Pressure) .

د - خارج ساختن مستقیم دود که متعاقب آن هوای تازه خود به خود جانشین دود می شود (فشار منفی Negative Pressure) .

انفجارات دود:

Smoke Explosions

آتش نشانان از خطر انفجار ناشی از بخارات قابل اشتعال ناشی از مایعات قابل اشتعال و مخلوط با هوا و متعاقب آن پدیده **Flashover** آگاه هستند. آنها همچنین باید از خطر جدی دودهای قابل اشتعال که در فضاهای بسته جمع می شوند نیز آگاه باشند.

این گونه دودها هنگامی که با هوا مخلوط شوند می توانند بطور ناگهانی و شدید منفجر شوند (با بودن حرارت کافی) که کاملاً خطرناک می باشد. این قبیل انفجارات می تواند در محلهایی که فومهای لاستیکی دود می کنند انجام شود. این گونه مواد می توانند مقادیر زیادی دودهای قابل اشتعال و با وزن های مولکولی متفاوت تولید نمایند . بدیهی است دود هایی که وزن مولکولی سبکتری دارند در سطح بالای فضای بسته نسبت به دودهایی که وزن مولکولی سنگین تری دارند قرار می گیرند که این عمل سبب جذب رطوبت هوا گردید و دود سفید رنگی تولید می شود، این دود سفید رنگ می تواند منفجر شود و پدیده انفجار دود و یا **Smoke Explosion** را بوجود آورد.

مهمترین شاخصه این نوع دودها خنک بودن آنهاست که فقط کمی گرمتر از دمای محیط خود می باشند؛ پس از چند دقیقه رنگ این دود مایل به قهوه ای و زرد رنگ می شود و ممکن است روی سطح دیوارهای اطراف و غیره دود قهوه ای رنگ بنشیند . اگر این نوع دود با یک منبع حرارتی برخورد کند (توسط منابع حرارتی خارجی و یا منابع حرارتی داخلی به هنگامی که اکسیژن کافی به محل رسانده شود)، آنگاه بصورت انفجاری عمل خواهد نمود.

تعداد زیادی آتش نشان به دلیل انفجارات ناشی از دود جان خود را از دست داده اند، زیرا آنها بر این باور بودند که مکانهایی که وارد می شوند قبلاً خاموش شده اند و یا مواد سوختنی در نبود اکسیژن کافی خود به خود سوخته و تمام شده اند، بنابراین با تهویه صحیح و با بکارگیری روشهای مناسب می توان خطر این نوع انفجارات را کاهش داد .

فصل ۸

شناخت انفجارات

۸-۱ تعاریف

۸-۲ انواع انفجار

۸-۳ انواع مواد منفجره و محترقه

۸-۱- تعاریف

انفجارها خود اثر یا نتیجه پدیده های دیگری هستند. در مفهوم بازتر یک انفجار بر اثر انبساط شدید گازها و آزاد شدن انرژی حاصل می شود. اگر یک آتش را به مخزن گاز قابل اشتعال و هوا نزدیک کنیم، در نتیجه ازدیاد فشاری که بر اثر تولید گازهای حاصل از سوختن بوجود می آید مخزن محتوی این مخلوط ترکیده و این عمل انفجار نامیده می شود. در این عمل یک سیستم فیزیکی و شیمیایی سریعاً به یک سیستم مکانیکی تبدیل شده، که این عمل با تغییرات انرژی پتانسیل همراه بوده و ممکن است با امواج ضربه ای همراه باشد. همچنین مواد قابل اشتعال که تحت شرایط عادی به آرامی می سوزند، تحت شرایط خاصی مانند وجود اکسیژن به مقدار کافی و امکان ترکیب سریع با اکسیژن می تواند حالت انفجاری داشته باشند. معروفترین انفجارات مربوط به مواد منفجره است.

۸-۱-۱- مواد منفجره :

منظور از مواد منفجره در این بحث مواد منفجره از نوع سبک یا تجاری می باشد مانند انواع باروتها، دینامیت، چاشنی و غیره . اگر در این گونه از مواد منفجره آتش سوزی رخ دهد بلافاصله تمام مواد در یک لحظه توأم با انفجار از بین می رود و قدرت پرتاب تکه های ناشی از انفجار در این گونه مواد تا شعاع ۲۰۰ متر می باشد. بنابراین مبارزه با این مواد زمانی آغاز می شود که آتش به آنها نرسیده باشد و باید از سرایت آتش به این مواد جلوگیری شود.

۸-۱-۲- تعریف انفجار :

انفجار عبارت از آزاد شدن انرژی با سرعت خیلی زیاد می باشد. فرق بین احتراق و انفجار مربوط به مقدار انرژی تولیدی نمی باشد، بلکه مربوط به سرعت تولید است. مثلاً احتراق بنزین ۱۱۵۰۰ کالری گرم و ماده منفجره TNT (تری نیترو تولوئن) فقط ۲۶۷۴ کالری گرم انرژی تولید می نماید (در ۱/۵ ثانیه). همچنین یک سانتیمتر مکعب از این ماده منفجره ۹۰۰۰ سانتیمتر مکعب گاز تولید می کند و بنزین دو برابر این مقدار .

جدول اختلاف کالری تولیدی و شدت انفجار سوختهای مایع و گاز با مواد منفجره

سوختهای مایع و گاز	میزان کالری تولیدی کالری گرم	شدت انفجار به متر ثانیه
هیدروژن	۳۳۸۸۷	۲۸۱۰
متان	۱۳۲۶۵	۲۲۸۷
اتیلن	۱۲۳۹۹	۲۲۰۹
استیلن	۱۱۹۳۰	۲۴۸۲
منواکسید کربن	۲۴۰۴	۱۰۸۹

مواد منفجره	میزان کالری تولیدی کالری گرم	شدت انفجارات به متر ثانیه
TNT	۲۶۷۴	۳۲۰۰-۶۷۰۰
اسید پیکریک	۲۲۳۸	۷۰۰۰
نیتروگلیسرین	۲۳۱	۸۰۶۰
دینامیت		۵۰۰۰-۷۰۰۰
تتریل (۱/۵)	۲۹۳۴	۷۳۰۰

۸-۱-۳- شناسائی مواد منفجره :

مواد منفجره اجسامی هستند که در اثر یک عامل خارجی مانند (ضربه، حرارت و یا تاثیر توأم آنها) بطور ناگهانی تجزیه می شوند و مقدار زیادی گاز داغ تولید می کنند. اگر این مواد در هوای آزاد منفجر شوند، کار مهمی انجام نخواهد داد در صورتی که اگر انفجار آنها در محیط محدود صورت گیرد، گازهای تولید شده فشار زیادی به دیواره وارد می کند و باعث تخریب محیط می شود.

در ترکیب تمام مواد منفجره، دو عنصر کربن و هیدروژن موجود است و علاوه بر آنها اکسیژن نیز جهت احتراق و تبدیل این عناصر به مواد گازی (دی اکسید کربن و بخار آب) وجود دارد. همچنین ازت و عناصر فلزی هم در ترکیبات این مواد وجود دارد و در سالهای اخیر انواع پلاستیکی آن نیز ساخته شده است.

بایستی توجه داشت که مقدار انرژی که بوسیله مواد منفجره آزاد می شود چندان زیاد نیست و کمتر از میزان انرژی سوختهای معمولی است. اما آنچه در مورد این مواد مهم است، سرعت آزاد شدن انرژی است که فوق العاده زیاد است. مثلاً انرژی موجود در یک کیلوگرم

ماده منفجره معمولی در حدود $\frac{1}{4}$ انرژی موجود در یک کیلوگرم بنزین است؛ در صورتی که میزان انرژی آزاد شده در واحد زمان در مورد ماده منفجره مزبور در حدود ۲ میلیون برابر بیشتر از سرعت انرژی آزاد شده بنزین است.

۸-۲- انواع انفجار

یک انفجار در نتیجه حالت های زیر بوجود می آید:

۸-۲-۱ - تغییرات شیمیایی: مانند انفجار ناشی از احتراق و انفجار مواد منفجره

۸-۲-۲ - تغییرات فیزیکی: مانند انفجار بر اثر ازدیاد فشار

۸-۲-۳ - تغییرات اتمی: مانند انفجارات هسته ای

۸-۲-۱ - انفجار در اثر تغییرات شیمیایی:

یک انفجار شیمیایی، نتیجه یک واکنش شیمیایی یا تغییر حالتی است که در یک فاصله زمانی فوق العاده کوتاه رخ می دهد و با تولید مقدار زیادی حرارت معمولاً مقدار زیادی گاز همراه است. انفجارهای شیمیایی بوسیله ترکیباتی که حاوی مواد انفجاری و به هم فشرده هستند، اما لزوماً نیاز به محبوس شدن ندارند حاصل می شوند. در طی یک واکنش شیمیایی یک انتقال گرمایی فوق العاده سریع همراه با تشکیل گازها و بخارات خیلی داغ انجام می شود.

به خاطر بی نهایت سریع بودن واکنش (یک صدم ثانیه)، گازها بلافاصله منبسط نمی شوند، بلکه برای کسری از ثانیه، درون ظرف خود باقی می ماند و آن حجمی را که در ابتدا اشغال کردند، پر می کنند. بنابراین به علت فضای فوق العاده کوچک و دمای انفجار بی نهایت بالا (چندین هزار درجه)، فشار زیادی (چند صد اتمسفر) حاصل می شود، این فشار به اندازه ای زیاد است که قادر است یک موج انفجار تولید کند و دیواره ظرف را بشکند و باعث خسارت به اشیاء اطراف شود. اگر موج انفجار به اندازه کافی قوی باشد به اشیای دور نیز خسارت وارد می کند.

بسیاری از ترکیبات شیمیایی گرچه در گروه مواد قابل انفجار قرار ندارد ممکن است تحت شرایط بخصوص تجزیه انفجاری داشته باشند، به عنوان مثال یک ماده اکسید کننده و یک ماده قابل سوخت با طی یک عمل اکسیداسیون و احیا می تواند چنین حالتی داشته باشد. در انفجار مایعات نیز نظیر گازها ترکیب و ساختمان شیمیایی مایع مهم می باشد. برای اکثر جامدات قابل

انفجار سرعت انفجار با زیاد شدن دانسیته افزایش می یابد. انفجارهای گازها، گردوغبار مواد قابل اشتعال انفجار ذرات مایع (مد) نیز در این گروه قرار می گیرد.

۸-۲-۲- انفجار بر اثر تغییرات فیزیکی

یک انفجار فیزیکی وقتی بوجود می آید که یک ماده درحالی که فشرده شده، دست خوش یک تبدیل فیزیکی آنی شود. در همان زمان انرژی پتانسیل سریعاً به انرژی جنبشی تبدیل شده و دمای آن فوراً بالا رفته و منجر به تولید یک موج شوک در محیط اطراف آن می شود. یک نمونه از این گونه انفجارها، فوران آتشفشان کراکاتوا در سال ۱۸۸۳ است. در طی این فوران مقدار زیادی گدازه مذاب به اقیانوس ریخته شد و موجب تبخیر یک مایل مکعب از آب دریا گردید. این تبخیر سریع یک موج انفجاری ایجاد کرد که تا مسافت ۳۰۰ مایل دورتر قابل شنیدن بود. نوع دیگر در دیگ های بخار، سیلندرهای گاز یا ظروف تحت فشار می باشد که این ظروف به صورتی طراحی شده اند که یک ضریب اطمینان قابل قبول در برابر ازدیاد فشار که ممکن است در اثر جذب حرارت توسط مخزن صورت پذیرد، داشته باشد. ظروف تحت فشار معمولاً مجهز به یک یا چند سیستم ایمنی تخلیه فشار از قبیل توپی، قابل ذوب، شیر اطمینان، دیسک شکننده و می باشند. انفجار این ظروف و مخازن ممکن است در اثر یکی از عوامل زیر اتفاق بیفتد:

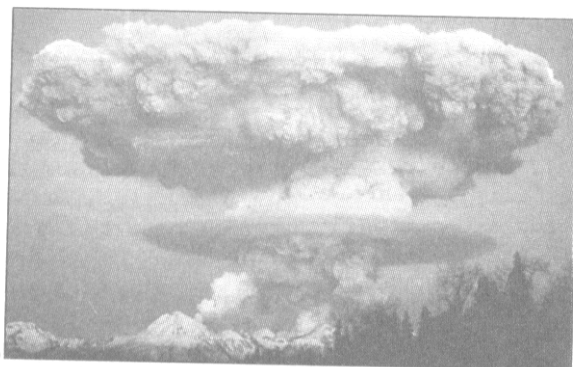
وجود عیب و نقص در ظروف تحت فشار، اشکال در عملکرد سیستمهای ایمنی، انتخاب سیستم های ایمنی نامناسب، متمرکز شدن حرارت در یک نقطه از بدنه سیلندر و مخزن. یکی از عمده ترین انفجارات که در این گروه قرار دارد انفجار در نتیجه ازدیاد فشار بر اثر افزایش فشار بخار حاصل از جوشیدن مایع می باشد و این انفجار به نام **B LEVE** می باشد که در فصل اول توضیح داده شد.

سوال: دو سیلندر یازده کیلویی مایع گاز بوتان با کیفیت بدنه یکسان، در دو آتش سوزی با میزان حرارت و نوع برخورد یکسان قرار می گیرند. اولی $\frac{1}{3}$ حجم سیلندر و دومی $\frac{2}{3}$ حجم سیلندر مایع گاز دارد کدامیک زودتر منفجر می شوند و چرا؟

۸-۲-۳- انفجار بر اثر تغییرات اتمی:

یک انفجار هسته ای در نتیجه توزیع مجرد پروتون ها و نوترون ها در هسته اتم واقع می گردد. این عمل به واسطه دو فرآیند شکستن و امتزاج هسته اتمها تولید می گردد. عناصری که بیشتر در این رابطه به کار می روند، عبارتند از اورانیوم ۲۳۵ و پلوتونیوم ۲۳۹.

در فرآیند امتزاج هسته ای یک جفت هسته سبک با یکدیگر ترکیب شده و تشکیل یک هسته اتم سنگین تر را می دهند. نوع انرژی آزاد شده از انفجار هسته، بستگی به هسته و محیط اطراف انفجار دارد. به طور معمول ۵۰ درصد انرژی به صورت موج و صدای انفجار، ۳۵ درصد به صورت حرارت و مابقی به حالت پرتوهای هسته ای آزاد می گردد. انرژی آزاد شده از انفجار هسته ای معادل چندین تن T.N.T می باشد.



۸-۳ - انواع مواد منفجره و محترقه :

تقسیم بندی مواد منفجره دارای تاریخچه ای است که در طول زمان اصلاح شده و اساس کار در تقسیم بندی ها این بوده که کلیه مواد منفجره را در بر گیرد و هر زمان نقص مشاهده می شد اصلاحی صورت می گرفت. ولیکن مواد منفجره از جنبه های مختلف مورد طبقه بندی قرار گرفته است، مثلاً از نظر شیمیایی، به این مفهوم که تمامی مواد منفجره یکی از عوامل هشتگانه را در ساختمان شیمیایی خود دارند، مواد منفجره به هشت گروه تقسیم شده اند. که توضیح آنها خارج از بحث این مقطع می باشد. تقسیم بندی دیگر از دیدگاه کاربردی مواد منفجره است که در زیر توضیح داده می شود :

انواع مواد منفجره :

۱- بر مبنای ماهیت انفجار :

الف) ماهیت فیزیکی ب) ماهیت شیمیایی

۲- بر مبنای نحوه انفجار :

الف) کند ب) شدید

۳- بر مبنای حساسیت :

الف) حساس (شروع کننده) ب) نیمه حساس (کمکی) ج) غیر حساس (تنبل)

۸-۴- تقسیم بندی مواد منفجره :**۸-۴-۱- ماهیت فیزیکی :**

این گروه آن دسته از مواد منفجره را در بر می گیرد که در اثر انفجار، ترکیب شیمیایی آنها تغییر نکرده و فقط مشخصات فیزیکی آنها تغییر می کند (هوای فشرده - گازکربنیک مایع) .

۸-۴-۲- ماهیت شیمیایی :

در این دسته از مواد منفجره که معمولترین گروه این مواد هستند انفجار به علت واکنشهای شیمیایی بین عناصر مختلف موجود درجسم انجام می گیرد و بنابراین پس از انفجار، مشخصات شیمیایی آنها تغییر می کند (دینامیت ها) .

۸-۴-۳- مواد منفجره کند :

مواد منفجره کند، حجم گازهایی که در اثر انفجار این گونه مواد تولید می شود چندان زیاد نیست و بدین ترتیب فشار ناشی از آنها نیز زیاد نمی شود، سرعت انفجار این مواد نیز زیاد نیست و تحت تأثیر شعله شروع به انفجار می کند مانند باروت .

۸-۴-۴- مواد منفجره شدید:

مواد منفجره شدید این مواد در اثر تماس با شعله و یا در نتیجه ضربه شدید منفجر می شود و حجم گازهای تولید شده به وسیله آنها زیاد است. سرعت انفجار آنها نیز زیاد و معمولاً در حدود چند هزار متر در ثانیه است مانند انواع دینامیت ها و فتیله انفجاری. این مواد اغلب خرج حساس چاشنی ها و ماسوره ها را تشکیل می دهند مانند فومینات جیوه، نیترو گلیسرین .

۸-۴-۵- مواد حساس :

به موادی گفته می شد که دارای حساسیت زیاد بوده و با ضربه، حرارت، اصطکاک، موج انفجار، تکان و... منفجر می شوند ؛ این مواد اغلب خرج حساس چاشنی ها و ماسوره ها را تشکیل می دهند مانند فومینات جیوه و نیتروگلیسرین .

۸-۴-۶- مواد نیمه حساس :

موادی هستند که حساسیت آنها زیاد نبوده و با ضربه های شدید و حرارت های بالا و یا موج انفجار ضعیف (موج انفجار حاصل از خرج حساس) منفجر می شود. این مواد معمولاً خرج چاشنی ها، خرج کمکی مین ها، خرج فتیله انفجاری را تشکیل می دهند مانند پتتریت، تتریل، آر - دی ایکس (R.D.X) و

۸-۴-۷- مواد غیر حساس:

موادی هستند که نسبت به ضربه، شعله و حرارت حساس نبوده و فقط باموج انفجار منفجر می شوند، این مواد اغلب خرج اصلی نارنجک ها، مین ها، خمپاره ها و گلوله های توپ و ... را تشکیل می دهند و نیز برای تخریب و انهدام به کار برده می شوند، مانند: T.N.T و C۴، دینامیت، نیترات آمونیم و....

ضمیمه : فهرست واحد های اندازه گیری SI مورد استفاده در آتش نشانی

ردیف	واحد	واحد اصلی	واحد های تصویب شده اندازه گیری	نسبت های تبدیل
۱	طول	متر m	Km کیلو متر m متر mm میلیمتر	متر ۱۶۰۹ = مایل ۱ ۱ m = ۱/۰۹۳ یارد ۱ inch = ۲/۵۴ cm
۲	مساحت	متر مربع m ^۲	Km ^۲ کیلو متر m ^۲ متر مربع mm ^۲ میلیمتر مربع	۱ m ^۲ = ۱۰ ^۴ cm ^۲ = ۱۰/۷۶ Ft ^۲ = ۱۵۵۰ inch ^۲ ۱ ft ^۲ = ۱۴۴ inch ^۲ = ۹۲۹ cm ^۲ ۱ Km ^۲ = ۰.۸۳۸۶ mile ^۲
۳	حجم	متر مکعب m ^۳	m ^۳ متر مکعب	۱ m ^۳ = ۱۰ ^۶ cm ^۳ = ۱۰۰۰ lit ۱ m ^۳ = ۳۵/۳۱ ft ^۳ = ۶۱۰۲ inch ^۳ ۱ cm ^۳ = ۱ cc ۱ galon us = ۳/۷۳۵ lit galon us = ۴/۵۴ lit ۱ bbl = ۴۲ galon = ۱۵۹ lit
۴	حجم، جریان (دبی)	متر مکعب در ثانیه m ^۳ /s	m ^۳ /s متر مکعب در ثانیه lit/min لیتر در دقیقه	۱ m ^۳ /s = ۳۵/۷ feet ^۳ /s ۱ lit/min = ۰/۲۲ galon/min
۵	جرم	کیلو گرم Kgr	kgr کیلو گرم T تن	۱ kgr = ۲/۲۰۵ lb ۴۵۲ gr = ۱ lb ۱ Ton = ۹۰۷ kgr
۶	سرعت	متر در ثانیه m/s	m/s متر بر ثانیه Km/h کیلو متر بر ساعت	۱ m/s = ۳/۲۸۱ ft/s ۱ km/h = ۰/۶۲۱ mile/hour
۷	شتاب	متر در هر مربع ثانیه	m/s ^۲ متر در هر مربع ثانیه	۱ m/s ^۲ = ۳/۲۸۱ ft/s ^۲
۸	نیرو	نیوتن	KN کیلو نیوتن N نیوتن	kn = ۰/۱۱ تن نیرو N = ۰/۲۲۵ پوند نیرو
۹	انرژی - کار	ژول (نیوتن متر) J=۱Nm	J ژول KJ کیلو ژول	J = ۰/۷۳۸۱ فوت پوند نیرو KJ = ۰/۹۵۳۱ واحد حرارت انگلیسی

				$1 \text{ BTU} = 252 \text{ cal} = 1055 \text{ J}$
				$\frac{KW}{h}$ کیلو ژول $\frac{KW}{h}$ کیلو وات در ساعت
ردیف	واحد	واحد اصلی	واحد های تصویب شده اندازه گیری	نسبت های تبدیل
۱۰	توان	W وات $\frac{Nm}{S} = \frac{J}{S}$	KW کیلو وات W وات	$1 \text{ KW} = 1/341$ قدرت اسب بخار $1 \text{ W} = 0/735 \frac{ft.lb}{s}$
۱۱	فشار	$\frac{N}{m^2}$ نیوتن در هر متر مربع	bar بار $mili \text{ bar}$ میلی بار	$1 \text{ bar} = 0/991 \text{ atm}$ $1 \text{ bar} = 10^5 \frac{N}{m^2}$
۱۲	حرارت	J ژول	J ژول KJ کیلو ژول	$1 \text{ KJ} = 0/953 \text{ BTU}$
۱۳	جریان حرارت	W وات	W وات Kw کیلو وات	$1 \text{ W} = 3/41 \frac{BTU}{\text{HOUR}}$ $1 \text{ KW} = 0/953 \frac{BTU}{S}$
۱۴	درجه حرارت	درجه سانتیگراد $^{\circ}C$	درجه سلسیوس $^{\circ}C$	$T_f = 1/8 T_c + 32$

واحدهای اصلی در سیستم های مختلف :

طول	زمان	جرم	نیرو	انرژی	درجه حرارت	
cm	Sec	Gr	Dyne	erg – jule Calorie	C – K	CGS
Foot	Sec	Lb	Poundal	Foot poundal	F – R	FPS انگلیسی مطلق
M	Sec	Kgr	N	J	C – K	SI
Foot	Sec	Slug	Pound weight	BTU	F – R	مهندس انگلیسی
foot	Sec hour	lb _m	lb _f	BTU	F – R	مهندس آمریکایی

طول × نیرو

منابع :

۱- Fireman ship book ۱

۲- NFPA ۴۹

۳- NFPA ۳۲۵M

- ۱- راهنمای آتش نشانی ترجمه عباس پیری - وزارت کشور
- ۲- اصول و مبانی حریق مهندس پرویز رزمیانفر
- ۳- جزوه دوره کارآموزان حرفه ای سازمان آتش نشانی
- ۴- جزوه دوره مهارتی دبیرستان ایمنی و آتش نشانی
- ۵- پیدایش و توسعه آتش نشانان در جهان - فرشید قاسملو - انتشارات سازمان شهرداریها
- ۶- استاندارد خاموش کننده های دستی - ترجمه مهندس رزمیانفر - انتشارات سازمان شهرداریها
- ۷- جزوه بررسی عوامل عمده مرگ در حریقها - مهندس علیزاده - سازمان آتش نشانی تهران
- ۸- اصول ایمنی حریق در ساختمانها - ترجمه زرین قلم و بختیاری - مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
- ۹- شیمی مواد منفجره - مومنیان - دانشگاه امام حسین
- ۱۰- مواد منفجره - ترجمه دهنوی و بزاز - دانشگاه امام حسین
- ۱۱- فیزیک - هالیدی، رزنیک - نشر دانشگاهی سم شناسی صنعتی، نشر دانشگاه تهران.