جمهوری اسلامی ایران

وزارت تعاون،کار و رفاه اجتماعی

معاونت روابط کار

اصول آتش نشانی

مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار

نام استاد: مهندس خیاطی

سال 1394

شناخت اصول
و
مبانی حریق

بسم الله الرحمن الرحیم

کلیات

کوشش اساسی برای مقابله آتش سوزی های از چهارصدسال پیش دراروپا شروع شد. در اواسط قرن نوزدهم ، ضرورت برخورد علمی با مساله آتش سوزی های صنعتی کاملاً احساس شد. دیگر شرکتهای بیمه و واحدهای آتش نشانی به تنهایی نمی توانند با حریق ها مبارزه کنند و باید به کمک دانشمندان به یک راه حل اساسی دست یافت در نتیجه ، برمبنای روشهای علمی برای حل مساله پیچیده آتش سوزی صنایع ، راه حل های 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 تاسیس اداراتی برای پیشگیری از بروز حریق و نظارت بر رعایت مقررات حفاظت ساختمانی در برابر حریق ادارات آتش نشانی ، درسازمانی 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 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 تاسیس شد.

دراین جزوه سعی شده است که تعاریف اصول اساسی مربوط به خواص اجسام ، مخصوصاً در ارتباط با آتش سوزی واطفاء به اختصار شرح داده شود.

تاریخچه

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

افلاطون عقیده داشت اجسام مختلف ، همگی از عناصر اربعه تشکیل شده اند.

ارسطو نیز به نظریه عناصر اربعه عقیده داشت . اما درک این که آتش واقعاً چیست به قرن هفدهم و هجدهم در زمان پیدایش علم شیمی باز می گردد.

رابرت هوک عقیده داشت در هوا یک حلاّ ل وجود دارد که موجب احتراق می شود. او مدعی بود چون شوره باروت در آب می سوزد، باید دارای چیزی باشد که درهوا هم هست. جان میو در سال 1679 میلادی ضمن آزمایشی نشان داد که هم درتنفس و هم دراحتراق ، چیزی از هوا مصرف می شود.

یوهان بشر اقتصادان و شیمیدان آلمانی در سال 1669 میلادی با چاپ کتابی به نام فیزیک زیرزمین نتایج مطالعات خود را در زمینه شیمی فلزات وکانی ها منتشر کرد. بشر تمام کانی ها و فلزات را مرکب از سه کیفیت می دانست.

گئورگ اشتال پزشک آلمانی نظرات بشر را دنبال کرد . طبق این نظریه مطالعه احتراق و گازها همچنان توسط شیمیدان ها دنبال شد.

در این زمینه جوزف بلک مهمترین پژوهش ها را انجام داد. بلک پزشک جوانی بود که برای بررسی برخی روشهای درمانی، آزمایش هایی را انجام می داد. وی ضمن یکی از این آزمایش ها دریافت، هوا یک ماده واحد نیست و از بیش از یک ماده تشکیل می شود. او نظریه خود را در سال 1756 منتشر کرد.

هنری کاوندیش ، پژوهش هایی انجام داد تا مواد تشکیل دهنده هوا را شناسایی کند. او دریافت که از تاثیر اسید بر روی فلز گاز قابل اشتعال آزاد می شود و نتیجه گرفت که این گاز از خود فلز سرچشمه می گیرد. کاوندیش در سال 1766 می‌لادی ضمن انتشار نتایج پژوهش های خود، این گاز را گاز قابل اشتعال نامید. جوزف پریستلی برای پیگیری این موضوع دست به انجام آزمایش های مختلفی زد. او ضمن آزمایش ها 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 1774 می‌لادی 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 مهم ترین کشف پریستلی نامید.

لازم به تذکر است قبلاً در سال1772 می‌لادی یک داروساز سوئدی به نام کارل شیل مدعی شده بود که هوا دو نوع می باشد. یک نوع که به احتراق کمک می کند و نوع دیگر که از احتراق جلوگیری می کند. نتایج کار شیل تا سال 1777 می‌لادی و ترجمه انگلیسی آن تا سال 1780 می‌لادی منتشر نشد.

به هرحال آنتوان لوران کشف کرد هوا مرکب از لااقل دو گاز با اوزان متفاوت است. وی درسال 1779 می‌لادی 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. با این کشف ، فرآیند اشتعال یا احتراق نیز مشخص شد. در این فرآیند، اکسیژن بسرعت با ماده سوختنی ترکیب می شود. در واقع تفاوت بین اشتعال و اکسیداسیون مثل زنگ زدگی فلزات و سرعت واکنش می باشد.

فصل 1

تعاریف

سوختن – احتراق

عبارت است از ترکیب یک ماده قابل سوخت با اکسیژن و در نتیجه مقداری از مولکول ها به مولکول های دیگر و اتم های سازنده خود تبدیل می گردند و درحقیقت احتراق یک واکنش اکسیداسیون حرارت زا می باشد .

آتش – شعله

یک واکنش شیمیایی بین ماده سوختنی و اکسیژن است که برای انجام سریع آن به مقدار معینی حرارت نیاز می باشد .

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 واکنش ها، 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 واجازه می دهدکه شعله به ناحیه آتش نگرفته گسترش یابد شعله وری نامیده می شود.

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 . نقطه شعله زنی مختص مایعات و برخی جامدات که حالت تصعید دارند مانند 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 عبارتست از پائین ترین درجه حرارت ، بگونه 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 بخود خواهد سوخت. و این بدان معنا است که در شرایطی خاص بعضی از مواد به خودی خود ایجاد حریق می نمایند.

د) احتراق خودبخود سوزی

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. تاثیر 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 بکار می روند یا در انبارهای علوفه و زغال ، عایق حرارتی عامل مهمی دراین نوع احتراق می باشد .

حلقه اتصال عرضی اتم ها خصوصاً در پلاستیک – Cross Linking درمولکولهای جسم مرکب که در برخی پلاستیک ها 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 – منبع آتش زنه و مدت زمانی که جسم قابل اشتعال در مجاورت آن منبع قرار دارد .

د – شکل و حجم محلی که بخارات در آن قرار دارد
ه- وجود کاتالیزور واکنش درمحیط

حدود اشتعال یا انفجار

گاز یا بخار قابل اشتعال در اختلاط با هوا با رسی‌دن شعله در حد معینی خواهد سوخت یعنی زمانی 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 عبارتست از کمترین حد تراکم که باعث شعله یا انفجار گردد و همچنین بالاترین حد اشتعال عبارتست از بیشترین حد تراکم بالاترین حد تراکم گاز یا بخار که باعث ایجاد شعله یا انفجار گردد. جدول شماره 1 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
1	استون (حلال)	2/5	13
2	استیلن (گاز)	2/5	
3	اتیل استات (نرمال)	1/1	
4	اتیل الکل (نرمال)	1/2	
5	بنزن	1/4	8
6	بنزین (اترنفت)	1/1	8/4
7	بوتان (نرمال)	1/5	9
8	ایزوبوتان	1/6	8/5
9	بوتیل الکل (نرمال)	1/7	
10	کاربن دی سولفاید	1	50
11	منواکسید کربن	12/5	74/2
12	دی کلرواتیلن 1/1	5/6	11/4
13	دی کلرواتیلن 1/2	9/7	12/8
14	اتان	3/5	15
15	اتیل الکل	3/28	19
16	اتیل گلیکول	3/2	–
17	گاز طبیعی	4/8	13/5
18	گاز نفت کوره	6	13/5
19	بنزین	1/3	6
20	هگزان (نرمال)	1/25	7/5
21	هیدروژن	¼	74
22	هیدروژن سولفاید	¾	45/5
23	نفت سفید	0/7	5
24	متان	5/3	15
25	متیل الکل	6	36/5
26	دی اتیل اتر	1/7	48
27	اتیل استات	2/8	11/5
28	اتیل دی کلورایاد	6/2	15/9
29	اکتان (نرمال)	0/84	3/2

30	اتر نفت	1/4	5/9
31	پرویان	2/4	9/5
32	الکل ایزوپروپیل	2/5	–
33	تولوئن	1/27	7
34	دربانتین	0/8	–
35	پیریدین	1/8	12/4
36	گاز طبیعی (شهری)	/5	15
37	گاز مایع (بوتان و پرویان)	1	10

اختلاف گاز و بخار قابل اشتعال

بخار ذرات کنده 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 می‌باشد .

فشار بخار : فشار اعمال شده بوسیله بخارات مولکول های جدا شده از سطح مایع یا جامد در نقطه تعادل ، فشار بخار نامیده می شود .

نقطه جوش : دمایی است که فشار بخار برابر فشار جو گردد .

مراحل احتراق

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

مهم اینجاست که بالا رفتن 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 می یابد 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 ماموران آتش نشانی هدر نرود.

مرحله 1ـ اشتعال اولیه : در این لحظه آتش بروز کرده است.

مرحله 2ـ رشد آتش : این مرحله از چند دقیقه تا چند ساعت ممکن است متفاوت باشد در اوایل این مرحله معمولاً سوخت کند می سوزد وتولید دود وگاز می کند.

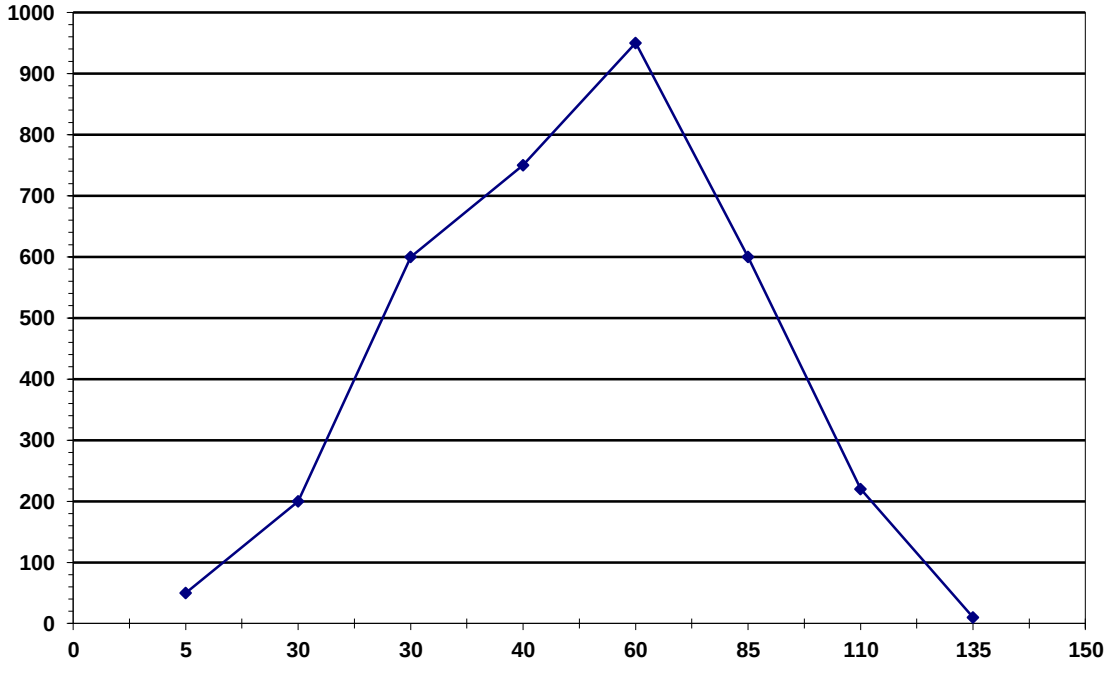
مرحله 3ـ پیشروی شعله : در این مرحله آتش به اغلب مواد سوختنی سرایت کرده و درجه حرارت سریعاً افزایش می یابد.

مرحله4 ـ اوج احتراق : آتش به حداکثر شدت خود رسیده و مواد سوختنی براحتی در حال احتراق هستند.

مرحله 5 ـ پس نشینی : سوخت کاهش یافته و درحال از بین رفتن می باشد حجم آتش کم کم کاهش می یابد.

مرحله 6ـ نیمه سوختن و دود کردن : زنجیره واکنش های خودکار احتراق در حال از هم گسیختن است.

مرحله 7 ـ خاموشی : در این لحظه آتش خاموش شده است.



نمودار درجه حرارت به زمان

سرعت سوختن

امروزه بیشتر 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. مولکول های سوخت دراثر تشعشعات انرژی حرارتی شکسته شده و با اکسیژن ترکیب می گردند. تشکیل مولکول های جدید کوچکتر باعث آزاد شدن انرژی بصورت نور وگرما می شود که این انرژی ، خود انرژی اولیه شکست مولکول های بعدی سوخت و در نهایت ادامه آتش سوزی می گردد.

سوختن سه نوع می باشد :

الف ـ 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 سوختن فقط برای شیمیدانان جالب است.

ب ـ سوختن سرعت متوسط

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

ج ـ سوختن با سرعت تند

اگر در کسری از ثانیه ، مولکول های 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.

سوختن با شعله و بی شعله

سوختن اکثر مواد یک واکنش اکسیداسیون حرارت زا بوده و انرژی حاصل از واکنش بصورت گرما آزاد شده که شامل ترکیبات تشعشع کننـده و هدایت کننده 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 اکسید اسیون 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 تلقی گردد و این عمل درحرارت های پایین صورت می پذیرد. مثال اکسیداسیون فسفر زرد را می توان ذکر کرد و همچنین اگر کمی اتر را برروی صفحه آهنی داغ بریزیم عمل اشتعال صورت نگرفته ، بلکه پرتو افکنی سبز رنگ در اتاق مشهود خواهد بود.

احتراق کامل و ناقص

احتراق کامل هنگامی است که تمام عناصر موجود درسوخت 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 :

$$C + O_2 \rightarrow CO_2 \qquad \Delta H = -94220 \quad KCal$$

$$C + \tfrac{1}{2}\ O_2 \rightarrow CO \qquad \Delta H = -26520 \quad KCal$$

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

در صورتیکه بخواهیم احتراق کامل صورت پذیرد شرایط زیر باید فراهم باشد:

1. **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 40 تا 50 درصد ، برای سوختهای مایع 8 تا 15 درصد و برای سوختهای گازی صفر تا 5 درصد است.**

2. **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 نمی‌سوزند 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 می‌سوزند 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، درصورتیکه پودر این فلزات براحتی قابل اشتعال میباشد. انفجار سیلوهای گندم نمونه ای از این موارد است.

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 سوختهای مایع این میزان بسیار زیاد است. در چوب کمتر و درذغال به حداقل می رسد و در فلزات غیر محسوس است.

مساله تهیه 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.

فشار بخار : فشار اعمال شده بوسیله 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.

فشار بحرانی	دمای بحرانی	نوع گاز
$76\,bar$	$31^0\,C$	CO_2
$49/7\ bar$	$-118/8\,^0\,C$	O_2

فشار بحرانی : فشار لازم جهت مایع نمودن گاز یا بخار دردرجه حرارت بحرانی را گویند .

نقطه جوش : دمایی است که فشار بخار برابر فشار جو گردد.

فصل 2

شناخت مثلث آتش ، روشهای اطفاء و شناخت حرارت

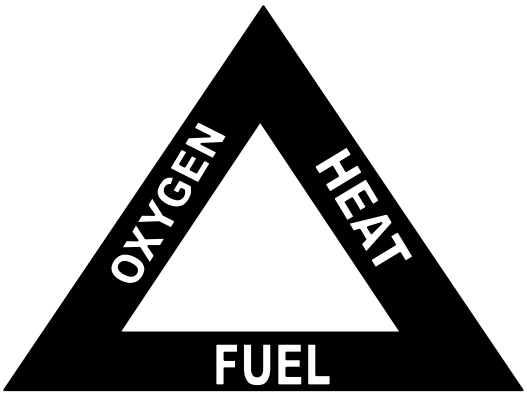
مثلث آتش سوزی

آتش نتیجه یک واکنش شیمیایی است که از ترکیب اکسیژن، حرارت و یک ماده قابل اشتعـــال بدســـت می آید. بدین طریق که اکسیژن با کربن اجسام ترکیب شده و تولیـــد دی اکسید کربن (CO_2) و گاهی هم تولید منواکسید کربن co نموده و در اثر این فعل و انفعال شعله و حرارت تولید می نماید. برای ایجاد آتش سوزی سه عامل اصلی مورد نیاز می‌باشد :

1- ماده قابل اشتعال (سوخت) .

2- حجم معینی از اکسیژن .

3- 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.



مـثـلـث حـريـق

مثلث آتش، نه تنها عوامل ایجاد آتش را نشان می دهد، بلکه راههای فرونشاندن آن را نیز 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) ، محدود کردن اکسیژن (خفه کردن) و محدود کردن حرارت (سرد کردن) با گذشت زمان تئوری مثلث آتش دستخوش دگرگونیهای زیادی شد. به صورتی که اکنون علاوه بر تئوری مثلث آتش ، تئوریهای دیگری مانند مربع آتش، هرم آتش و پنج ضلعی آتش وجود دارند.

روشهای اطفاء حریق - 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 وعمل 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 ازعوامل خنک کننده آب انجام دهیم که درهر 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.:

تقلیل درجه حرارت بوسیله سردکردن.

کاهش درصد اکسیژن بوسیله گازهای خنثی.

قطع یا دور ساختن مواد سوختنی بوسیله جداسازی.

قطع واکنشهای زنجیره ای سوختن.

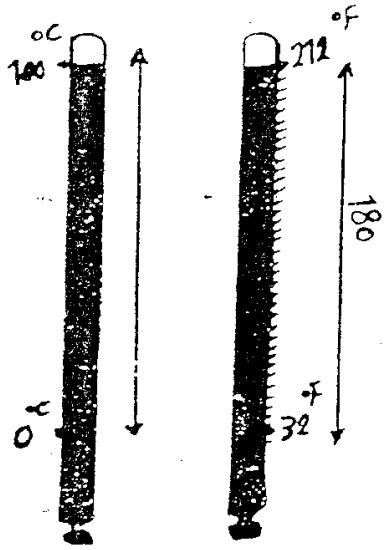
تقلیل درجه حرارت بوسیله سرد کردن

حرارت یکی از صورتهای مختلف انرژی در طبیعت می باشد 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 $(C)^o$ فارنهایت $(f)^o$ اندازه گیری می شود.

در مقیاس سانتیگراد، آب درصفر درجه یخ می زند و در صد درجه بجوش می آید. در مقیاس فارنهایت آب در 32+ درجه یخ می زند و در 212 درجه بجوش می آید.



$$TF = 1/8(Tc) + 32$$

$$\frac{TF - 32}{180} = \frac{TC}{100}$$

ب) واحدهای حرارت

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

بی تویو Btu : مقدار حرارتی است که درجه حرارت یک پوند (454 gr) آب را یک درجه فارنهایت بالا ببرد.

Btu = 252 Cal

Btu = 0/252 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. مثلاً درجه خودبخود سوزی اتر 356 و روغن موتور 700 درجه فارنهایت می باشد.

خواص آب بصورت اسپری

الف – حرارت را از مواد مشتعل میگیرد. (قدرت بالای جذب حرارت دارد وحرارت 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 1700 برابر شده و غلظت O_2 را کاهش میدهد.

معایب آب

الف) آب سنگین است وحمل و نقل آن هزینه بر میباشد . $|m^3 H_2 o = |\ Ton$

ب) آب هادی برق است و در آتش سوزی لوازم برقی و فلزات قابل اشتعال کارآیی ندارد.

ج) با بعضی مواد واکنش حرارت زا وانفجاری 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 بشرح زیر می باشد:

خفه کردن (کاهش درصد اکسیژن)

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

مقدار اکسیژن موجود در هوا 21 ٪ و نیتروژن 78 ٪ و گازهای دیگر 1 ٪ می باشد . نقش نیتروژن در هوا ، رقیق نمودن اکسیژن است با یک آزمایش این نقش بخوبی 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 سوریها استفاده می شود .

الف) جایگزین کردن گازهای سنگین تر از هوا

در این طریقه از گازهای سنگین مختلف که درسیلندرهای 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 1/5 تا حدود 5 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 ازتماس هوا با آتش جلوگیری می نمایند. مهمترین این گازها عبارتند از:

Co2 که درحدد 1/5 برابر هوا وزن دارد و در سیلندرهایی با وزنهای مختلف حاضر بکار می باشند. گاز برومو تری فلورو متان و دی برمواتان $CH_2\ Br_2$ 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 درمقابل 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 . درضمن عمل خنک کردن را نیز انجام می دهد.

جداسازی (قطع یا دور ساختن مواد سوختنی)

چنانچه ماده قابل اشتعال در مجاورت اکسیژن و حرارت نباشد آتش سوزی اتفاق نخواهد افتاد ، چون شرط اول یعنی مجاور نبودن با اکسیژن ، تقریباً غیر ممکن است لذا معمولاً سعی می شود ماده قابل اشتعال را از مجاورت با آتش دور نمایند . دربعضی 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 بنمائیم.

اگر در محلی با آتش سوزی مواجه شدیم و هیچ وسیله اطفایی نداشتیم ، حداقل باید وسایلی را که آتش نگرفته است را از محل دور نمائیم .

براساس استاندارهای بین المللی جهت جداسازی یا قطع سوخت می توان یکی از سه روش زیر را 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) .

قطع واکنشهای زنجیره ای سوختن

اطفاء نمودن بوسیله خنک نمودن (سرد کردن)، رقیق کردن اکسیژن و جابجائی 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 متد 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 تاثیر زیاد آن دراطفاء 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 زنجیره‌ای سوختن را به صورت بسیار ساده در زیر شرح می‌دهیم . مواد قابل اشتعال در طبیعت به سه صورت جامد ، مایع و گاز یافت می‌شوند و در هر سه حالت از مولکولهای تقریباً یکسان تشکیل شده‌اند که در آنها اتمهای کربن ، هیدروژن ، اکسیژن و به مقدار کمتر نیتروژن ، گوگرد ، فسفر و دیگر اتمها به فراوانی یافت می‌شود . در این مواد اتمها از طریق پیوندهای شیمیایی یک ، دو و سه گانه در کنار هم قرار گرفته و میلیاردها مولکول یک ماده را بوجود می‌آورد . اکسیژن نیز به صورت مولکولی بوده و دو اتم اکسیژن به هم پیوند

خورده می‌باشند . هنگامیکه در کنار یک ماده سوختنی ، حرارت افزایش می‌یابد این پیوندها سست شده و می‌شکنند . اکسیژنهای موجود در هوا نیز پیوندهایشان می‌شکنند و اتمهای حاصل با یکدیگر ترکیب شده و مولکولهای کوچک جدیدی همراه مقدار زیادی حرارت و نور تولید میگردد که به مجموعه آنها آتش گویند .

انرژی آزاد شده ، خود انرژی اولیه‌ای برای شکستن دیگر پیوندهای اتمی و مولکولی شده ماده قابل اشتعال شده و سوختن ادامه می‌یابد که به این واکنشهای پشت سر هم ، واکنشهای زنجیره‌ای سوختن گویند . حال اگر ماده‌ای بتواند این واکنشها را قطع نماید ، موجب خاموش شدن آتش خواهد گردید .

ازآنجایی که پیشگیری از حریق و روشهای اطفاء آن بستگی به کنترل حرارت دارد بنابراین آشنا شدن با روشهای عمومی که تولید حرارت می گردند میتواند مفید باشد. انرژی حرارتی را مستقیماً نمیتوان 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.

انرژی حرارتی شیمیایی

الف ـ گرمای احتراق

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

$$\frac{1\,BTU}{Lb} = 2/32\ {}^{J}\!/_{gr}$$

$$\frac{1\,cal}{gr} = 4/18\ {}^{J}\!/_{gr}$$

ارزش گرمازایی در محاسبه بار حریق استفاده میگردد ولی به تنهایی نشاندهنده خطرات حریق نبوده ، بلکه خطرات حریق بستگی به سرعت سوختن ومقدارحرارت ایجاد شده دارد. در تمام مراحل حریقها در اثر اکسیداسیون کامل یا ناقص مواد قابل اشتعال تولید گرما میگردد وگرمای اکسید شدن بستگی به مقدار مصرف اکسیژن دارد.

ب ـ گرمای خود بخود (خود انگیز)

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 وتولید 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 زیرکنیم در هوا) سرعت اکسیداسیون خیلی سریع تر از پراکنده شدن آن بوده و در نتیجه اشتعال صورت می گیرد.

بمنظور ایجاد اشتعال خودبخود باید هوای کافی جهت اکسیداسیون وجود داشته باشد ، ولی مقدارش نباید به حدی باشد که موجب انتقال حرارت بطریقه 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 آببندی (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 ماده ، 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 اکسیداسیونهای 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 میتواند 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 میدهیم سرعت اکسیداسیون افزایش یافته ومقدار 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 تولیدحرارت در محصولات کشاورزی باکتریها می باشند که به علت اکسیـد شدن محصـول بـوسیله باکتری تولید حرارت می گردد. از آنجایی که باکتری ها نمی توانند درحرارتهای بالاتر از 160 تا 175 درجه فارنهایت زندگی نمایند، بنابراین فقط گرمای اولیه در اثر فعالیت این باکتریها ایجاد شده و بعد از این دما ($175^{o}F$) دراثر 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 درانبارها (معمولاً زیر شیروانی) نگهداری می گردند ، حرارتشان به مرور بالا می رود. تجربه نشان داده که چنین موادی در طول 2 تا 6 هفته حرارتشان به درجه حرارت اشتعال رسیده و مشتعل میگردند. 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 هستندکه میل زیادی به اکسید شدن دارند مانند: تخم بزرک (بذرکتان)، سبوس ، آرد، گردو و ذرت .

ج ـ گرمای تجزیه

گرمای تجزیه ، مقدار گرمایی است که دراثر تجزیه شدن ترکیباتی که به هنگام تشکیل ازعناصر اولیه نیاز به جذب حرارت اضافه دارند آزاد می گردد.

از آنجایی که اکثر ترکیبات شیمیایی بوسیله واکنشهای حرارت زا تشکیل میگردند ، 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 اثرتجزیه سریع ترکیبات ناپایدار از قبیل ماده مذکور می باشد.

د ـ 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 دراثر تماس وانحلال بعضی از مواد با محلولهای بخصوصی (از قبیل اسید سولفوریک غلیظ) گرمای آزاد شده ، ممکن است بحدی باشدکه تولید خطرات جدی بنماید. اینگونه مواد شیمیایی خود قابل اشتعال نبوده ، ولی حرارت حاصل ازآنها میتواند سبب اشتعال مواد 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 ($NH_4 NO_3$) در آب بجای تولید حرارت ، جذب حرارت می نماید ، یعنی محیط را سرد می کند (برای اینگونه مواد گرمای انحلال منفی قائل می باشند) ، ازاین عمل گاهی اوقات در کمکهای اولیه استفاده می گردد ، بطور مثال در ظرف کاملاً آببندی نیترات آمونیم خشک قرار داده و به هنگام استفاده به آن آب اضافه نموده و ظرف محتوی ، ایجاد سرما می نماید.

4-2- 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.

درهدایت کننده های خوب ازقبیل 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 وغلبه نموده بر علیه نیروهای جاذب الکترون در اتمها و برخوردها می باشد. این انرژی مصرف شده بصورت گرما آزاد می گردد.

الف ـ حرارت حاصل از مقاومت

مقاومت گرمایی بوسیله میزان گرمای تولید شده مشخص می شود و متناسب با مقاومت ومجذور 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 درمحیط 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 ـ 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 میگردد.

در تغییرات سریع درجهت جریان (جریان متناوب) انرژی اضافه تری ایجاد شده و بعلت 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 دراثر 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 میتواند 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 ـ گرمای حاصل از نشتی جریان

از آنجاییکه 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 بدلایل 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 درعایق می شود وخطرات فراوانی بدین طریق ایجاد می گردد.

د ـ 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. هنگامیکه 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 میتواند 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 روپوشهای عایق سیمها نیز از بین برود و سیم های نول و فاز مستقیماً بهم متصل شوند جرقه هایی در محل اتصال پدپد می آید و موجب سوخته شدن بقیه روپوشهای سیم شده و بدین ترتیب ممکن است آتش سوزی بزرگی بوجود آید.

هـ ـ گرمای حاصل از الکتریسیته ساکن

الکتریسیته ساکن (گاهی اوقات الکتریسیته 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.

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 دارد؛ بطور مثال گرمای حاصل از لاستیکهای اتومبیل به هنگام ترمز نمودن ناگهانی و یا گرمای حاصل از حرکت سریع طنابها بر روی قرقره در اثر اصطکاک می باشد.

ب) جرقه ایجاد شده در اثر اصطکاک

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

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

جرقه 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

درمعرض 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 2500 درجه فارنهایت ، جرقه حاصل از آلیاژ مس ـ نیکل با درصد کمی آهن بالاتر از 500 درجه فارنهایت می باشد) ؛ هرچند پتانسیل یک جرقه جهت اشتعال بستگی به مجموع گرمای نهفته در آن داشته و همچنین اندازه خود ذره تاثیر موثری 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 2000 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 رابه 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 مینمایند 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 می باشد و همچنین خطرات فولاد زنگ نزن 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 ا یجاد جرقه ندارند.

ج) گرمای تراکم

گرمای تراکم ، گرمایی است که به هنگام فشرده نمودن 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 میدهد. همچنین هرگاه در لوله ها اگر بجای اتصالات فلزی از چوب استفاده شود یک لایه خیلی نازک از روغن در سطح داخلی اتصال میتواند سبب اشتعال گردد.

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 میگردد.

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.**

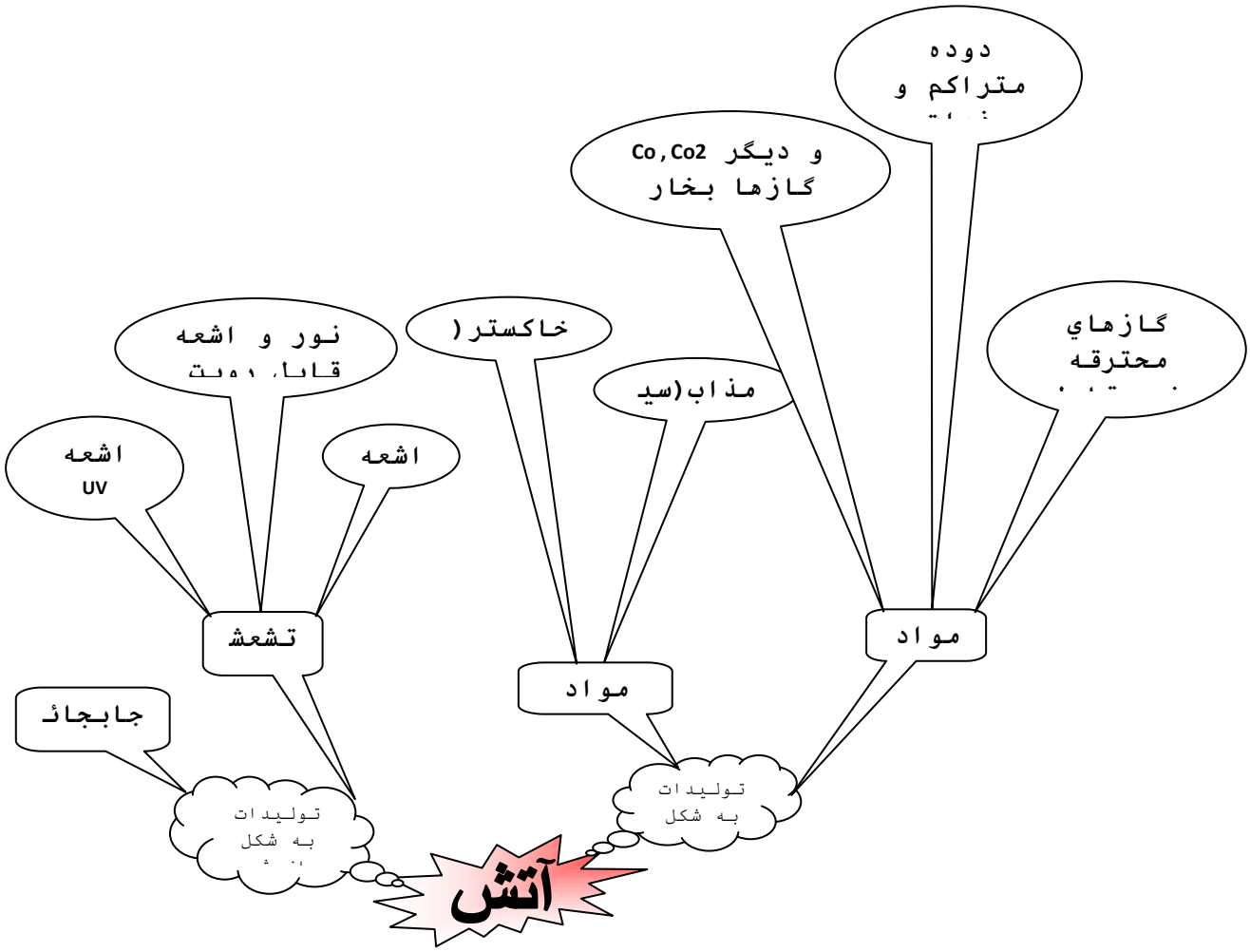
انرژی حاصل شده از بمباران هسته ها عموماً یک میلیون مرتبه بزرگتر از انرژی آزاد شده از واکنشهای شیمیایی معمولی می باشد.

در انفجارات اتمی انرژی عظیم حرارتی بطور ناگهانی رها میگردد. 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 3

خطرات ناشی از حریق

دراثر سوختن مواد، انرژی و مواد جدید تولید می شوند که بسیار متنوع میباشند. شکل زیر نمایانگر این تنوع میباشد.



بررسی علل عمده مرگ در حریق ها
دود

در کلیه حریقها دود تولید می شود و با دود مقادیر مختلفی غبار ، گرد، الیاف ، بخارات و گازها توام است.

دود مخلوط بسیار درهمی است از تولیدات فرار احتراق ترکیبات آلی مرکب از ذرات بسیار ریز جامد یامایع که درون گازها متصاعد و از حریق معلقند. بعضی از ذرات کربن تا 1 میکرون عرض دارند وبرخی دیگر ممکن است تا کمتر از 0/05 میکرون برسند.

از حریقهایی که چوب وپارچه در بر دارند دودی بر می خیزد با ذراتی مرکب از دود بخـــارات معـلق وتـرکیبات آلی قیری که نتیجه سوخت ناقص وتقطیر مخرب (Destructive Distillation) مواد اصلی است . گازهای متصاعده ازچنین حریقها ، مخلوطی هستند ازمحصولات احتراق عادی مانند دی اکسید کربن و اکسید کربن توام باهوای کشیده شده و به مصرف احتراق نرسیده.[1]

مثال : حریق 2 متر مربع نفت ممکن است در ظرف 5 دقیقه یک ساختمان 8 هزار متر مکعبی را تیره و تار سازد. ذرات دود که در جریان هوا قرار گرفته اند ممکن است به اندازه ای سرد شوندکه بخارات آب ، اسیدها و آلدئیدهای تولیدی حریق روی آنها بچسبند و درصورت استنشاق عمیقاً دردستگاه تنفسی فرو رفته و شدیداً موجب تحریک آن شوند.

این ترکیبات ضمناًچشمها را نیز شدیداً می آزارند . بنابراین بیماران دودزده ممکن است دچار عوارض مواد مختلفی قرارگرفته باشند از قبیل : هضم دود، تنفس دود، سوزشهای مجاری تنفس ، استنشاق گازها وبخارات مسموم کننده ، آب و نمک رفتگی بدن و از این قبیل که معالجه اش پزشکان متخصص و وسایل معاینه ومعالجه 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 راغلیظ 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 وخطر بهداشتی و بدنی آن پی برد.

تاریکی

محدود ساختن دید توسط ذرات دود موجب مزاحمت شدید می شود. دود در یک ساختمان باعث سردرگم کردن افراد و وحشت آنها می شود ، بخصوص وقتی با ساختمان آشنایی نداشته باشند (مانند مسافران تازه وارد در هتلها). همچنین مانع کار ماموران نجات و راه یافتن آنها به اماکن مورد نظر میگردد . 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 مواج 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.

خطرات جانی دود

در حریق بناها و محتویات بیشتر از سوختگی است. متجاوز از 80٪ تلفات جانی حریق مربوط به دود است نه شعله . دود وگازهای داغ بسیار پیش از رسیدن شعله تلفات می گیرند. در بسیاری از حریقها 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 اکسید کربن و تقلیل میزان اکسیژن هوا در آتمسفر دودی ، خطر اصلی است. اکسیدکربن سمی است قوی که بسرعت در بنای حریق زده انتشار می یابد وچون بوی مشخصی 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 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 ریه‌ها می گردد.

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 آن ممکن است تا 10٪ 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 وتغییرات 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 ازگازها یکباره تغییر محل می دهند. حجم این گازها ممکن است در یک حریق تا 3 برابر شود که $\frac{2}{3}$ آن به نقاط دور می رود ، حتی به هنگام سردشدن نیز همین نسبت باقی خواهد ماند. این انبساط ممکن است بسیار سریع صورت گرفته و تولید فشارفوق العاده کندکه در صورت وجود مسیر بطرف بالا موجب انتشار سریع به اطراف حتی به طبقات پایین خواهد شد و این خود اهمیت حیاتی هواکش های خودکار سقفی و طبقه ای را به اثبات می رساند.

ولی این انبساط تنها به هنگام بالا رفتن درجه حرارت بوجود می آید وحال آنکه اثر دودکشی تا موقعی که درجه حرارت بین خارج و داخل بنا متفاوت است ادامه خواهد داشت. به هنگام حریق اثر دودکشی بمراتب بیش ازعمل انبساط موجب مهاجرت دودهاست و چون معمولاً یک سطح حرارتی بین فضای درونی بنا و هوای خارج وجود دارد لذا اثر دودکشی موجب جریانات داخلی بیشتر می‌شود، واز طرف دیگر چون اختلاف حرارتی گازهای دوددار در مسافتی ازکانون حریق بسرعت کم می شود لذا بازهمان جریان عادی هوای داخلی است که بیشتر باعث انتشار همه جانبه دود می گردد.

اثر دود کشی

عبارت از ورود هوا به داخل بنا از سطح پایین وخروج گازها از سطح بالا است. (درگرما گرم تابستان که هوای داخل خنکتر ازهوای محیط است عکس این عمل اتفاق می افتد) ، به عبارت دیگر در سطح پایین، فشار خارجی بیش ازفشار داخلی است و حال آنکه در سطح بالا عکس آن است ؛ لذا دریک 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.

گازها و بخارات ناشی از حریق

بیشترین گازهای متصاعد شده در حریقها عبارتند از : اکسیددوکربن ، اسیداستیک ، اکرولئین ،استالدئیدها ، اسیدفرمیک ، فرمالدئیدها ، آمونیاک، فورفورال ، قطران و بی اکسیدگوگرد، ضمناً تولیدات حریق تابع عوامل زیر هستند :

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 ومحرک دربر 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.

چوب ، پنبه و روزنامه

حاوی سلولز می باشند وممکن است مقدار قابل توجهی اکسید کربن، دی اکسید کربن ، فرمالدئیدها ، اسیدفرمیک ، الکل متیلیک ، اسید استیک و .....تولید نمایند.

فرآورده های نفتی

دی اکسید کربن ، اکسید کربن ، اکرولئین (محرک اصلی درحریقهای مواد نفتی) وحریق بنزین و موادنفتی تقطیر شده کمتر از چوب اکسیدکربن تولید می نمایند.

پشم و ابریشم

احتمالاً دی اکسید کربن و اکسید کربن ، هیدروژن سولفوره ، اسیدهیدرو سیانید HCN و آمونیاک تولید نمایند. پوست دراحتراق ناقص ممکن است هیدروژن بیشتری متصاعد کند.

کره و چربی های حیوانی

مقدار قابل توجهی دی اکسید کربن و اکسید کربن و اکرولئین می سازند.

فیلم عکاسی

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

پلاستیکها

نوع گازهای حریق پلاستیکها بستگی به نوع رزین (Resin) آنها دارند. ولی بطورکلی پلاستیکها به هنگام سوختن مقدار زیادی دی اکسید کربن و اکسید کربن و محرکین دیگر تولید می کنند و بطوری که تحقیق شده ،خطرات اینها بیش ازخطرات مواد عادی مانند چوب نمی باشند.

الف ـ 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 ـ صفحات اکریلیک (Acrylic) درون حریق نرم شده ومی افتد ولی نمی سوزد و دود نمی کند.

ج ـ اسفنجهای پلی یورتان بدتراز نوع دیگر ابرهای اسفنجی بنظر نمی رسد. در صورت حریق ممکن است ایزوسیاناتها را تولید کنندکه محرک مجاری تنفسی و چشم است.

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

هـ ـ پلی اتیلن و پلیمرهای فنل کم دود هستنددرصورتیکه لاستیکهای سلولزی بیش از حدمتوسط دودزا هستند.

و ـ مقدار دود پلیمرهای سلولزی طبیعی و مصنوعی نسبت به چگونگی در معرض حریق قرارگرفتن و اندازه های آنها بسیار متغیر می باشند.

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

ح ـ پلی اتیلن بیشتر Co_2 تولید کرده وکمی نیز آلدئیدها در آن یافت می شوند.

ت ـ رزینهای اپکسی تولیدات محرکی دارند.

ی ـ رزینهای فنولیک گازهای فورمالدئید می سازند.

ک ـ رزینهای ملامین ، هیدروژن سیانید تولید می کنند.

بطور کل گازهای محرک اعضای مخاطی چشم وجهاز تنفسی را تحریک کرده وتولید دود و سوزش وناراحتی 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 ریه‌ها وارد آید که هیچگاه از بین نرود.

گازهای ذکر شده در بالا معمولاً با بوهای تند و زننده‌ای که دارند بموقع باعث اعلام خطرمی شوند، گرچه بعضی از اوقات ممکن است با جذب شدن روی ذرات دود عمیقاً داخل ریه‌ها گردند ، قبل از اینکه اعلام خطر نمایند.

منواکسید کربن (اکسید کربن)

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

$$2C+O_2 \rightarrow 2CO+46/416$$ **کیلوکالری برمول**

منقل و بخاریهای دستی به مقدار زیادی از این گاز تولید می کنند . درحرارتهای زیاد حتی از بدنه فلزی بخاریها عبور می کنند. میل ترکیبی فوق العاده هموگلوبین خون نسبت اکسیدکربن 300 برابر میل ترکیبی آن با اکسیژن است. وقتی این ترکیب مهلک صورت می گیرد دیگر اکسیژن قادرنیست خود را به بافتهای بدن که بسیار به آن محتاجند برساند.

این گاز کمی سبکتر از هوا است ولی بعلت قابلیت زیاد انتشار در کلیه نقاط یک اتاق اعم از بالا یا پایین به سرعت پراکنده و متراکم می گردد.

اثرات مهلک Co

- **درتراکم 0/01٪ در هوا یا 100 ppm تا 8–6 ساعت ناراحتی ندارند.**
- **در تراکم 0/06٪ در هوا یا 600 ppm در ظرف 1 ساعت سردرد آغاز می گردد.**
- **درتراکم 0/1٪ در هوا یا 1000 ppm تا کمتر از یکساعت خطرناک است.**
- **درتراکم 0/4٪ درهوا یا 4000 ppm کمتر از یکساعت کشنده است.**

در نسبت $\frac{1}{1000}$ تا $\frac{1}{2000}$ حجمی درهوا یکباره شخص را به حال اغماء در می آورد ، بدون اینکه بهیچوجه قبلاً اعلام خطر کرده باشد ویکباره به گلبولهای سرخ خون حمله ور می گردد. این گازها در کمتر از $-190^{O}C$ بصورت مایع و درکمتر از $-205^{O}C$ بصورت جامد در می آید.

درهوا به آسانی سوخته وتولید co_2 می کند.

$$2CO+O_2 \rightarrow 2CO_2$$

وقتی 74–12 درصد با هوا مخلوط شود حالت انفجار پیدا می کند.

درصورت اختلاط 20٪ با هوا درجه حرارت شعله اش به 1650° C بالغ می گردد.این گاز از ترکیبات اغلب سوختهای گازی و اکسیژن گیر قوی است که می تواند حتی از اکسیدهای داغ اکسیژن گرفته و خود را به صورت CO_2 در آورد. یک موتور عادی بنزین برابر ٪12–4 ازگازهای تولیدیش اکسیدکربن تولید می کند.

3–2–8– دی اکسید کربن Co_2

هرگاه مقدار اکسیژن برای احتراق کامل کربن با ترکیبات آلی کافی باشد Co_2 بدست می آیدکه مقدار زیادی نیز حرارت به همراه دارد.

$C + O_2 \longrightarrow Co_2 + 94$ **کیلوکالری برمول**

کیلوکالری برمول 315–221 = 94

این گاز همچنین از تجزیه مواد ارگانیک و بعضی تخمیرها بدست می آید.

دی اکسیدکربن 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 دربرمی گیرد ، ولی بمحض آزاد شدن فشار دوباره گازمزبور از آب فرار می کند همانطور که درمایعات گازدار مشاهده می کنیم.

یک آتمسفر خشک وسالم بیش از0/03٪ حجمی از این گاز دربر ندارد. درصورتیکه مقدار co_2 در آتمسفر زیاد شود آن هوا قابل استنشاق نیست ، بخصوص به دلیل اینکه درصد اکسیژن ها بهمان 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 واکسیژن 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 3٪ گاز Co_2 با اکسیژن بسیار موثر است تا اکسیژن خالص ، زیرا محرک مراکز تنفسی مغز می باشد.

3–2–9– فسژن

$COCL_2$ ترکیبی است از اکسیدکربن و گاز کلر .این گاز در ریه ها به Co_2 و HCl تبدیل می شودکه اثرات بسیار تحریک کننده دارد وچون Co_2 متشکله بر تعداد وعمق تنفس می افزاید لذا رفته رفته فسژن بیشتر به ریه‌ها 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.، درصورتیکه بروی صفحات داغ فلزی ریخته شود تولید فسژن می کند وبدین لحاظ نباید از آن بعنوان خاموش کننده استفاده شود.

3–2–10– هیدروژن سولفوره H_2S

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

درجه آتشگیری $500^{O} f$ ، حدود اشتعال 44-4٪ نقطه جوش $-61/8^{O} c$ ، در آب حل شدنی است وبوی زننده تخم مرغ گندیده دارد.

گازی اسیدی و بسیار مسموم کننده است ، در نسبت 0/02٪ با هوا حس بویائی را فلج میکند بطوریکه غلظتهای بیشتراز این دیگر احساس نمی شود. چنانچه این نسبت به 0/1٪ برسد کشنده آنی است وبطور 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 بجا می ماند.

$$2H_2S + O_2 \rightarrow 2H_2O + 2S$$

درصورت احترق کامل بی اکسید گوگرد So_2 و آب باشعله آبی حاصل می شود.

$$2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2H_2O + 2SO_2$$

در درجه حرارت عادی گاز کلر آنرا تجزیه کرده وگوگرد 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 وارد شدن در آتمسفر آلوده به این گاز با شمع روشن یا کبریت یا شعله دیگر خطرناک است.

بطور کلی هرجا مقدار زیادی موادحاوی گوگرد وجود داشته باشد مانند موادی که از لاستیک طبیعی یا مصنوعی می سازند تولیدات قابل توجهی از H_2S و So_2 در حریقهای مربوطه را باید انتظار داشت .

3-2-11- اسید هیدروسیانیک HCN

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

مایعش بسیار قابل اشتعال و بخاراتش 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 میشود واغلب پیش از رسیدن پزشک مرگ فرا می رسد.

با ظهور چنین مسمومیتی باید فوراً بیمار را به هوای آزاد برسانند و فوراً اقدام به تنفس مصنوعی نمایند 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 0/1٪ درهوا (1000 ppm) به سرعت کشنده است ، لذا حتی از co نیز کشنده تر است.

به هنگام چنین حریقی باید ماسک و لباس حفاظتی خاص دربرداشت و آب فراوان بکار 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.

PVC –12–2–3

بطوریکه حساب شده هریک فوت خطی از لوله سختی که به قطر 1 اینچ می باشد قادر است تراکم کشنده ای برابر 1650 فوت مکعب HCL و 3500 فوت مکعب دود غلیظ تولیدکند.

طبق آزمایشات گزارش شده خطر آن 50 برابرخطر Co می باشد.

بطور کلی هرجا 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 درحرارتهای بالا مقداری از این گاز خودبخود می سوزد.

3–2–13– **اکرولئین** Acrolein

CH_2 مایعی است فرار ، قابل اشتعال ، صاف ، بیرنگ با بوی تند زننده و بخاراتش با هوا مخلوط انفجاری تشکیل می دهد. حدود قابلیت اشتعال آن 41–2/8٪ ، نقطه شعله زنی آن $-15^{o}f$ ، درجه آتشگیری $454^{o}f$ وزن مخصوص 0/84 تکالف بخارش 1/94 می باشد.

3–2–14– **استالدئید**

نقطه جوش آنها $69^{o}c$ و بی رنگ و قابل اشتعال ولی در این درجه بسرعت فرار می باشد. بخاراتش در نسبتهای 60–4٪ حجمی با هوا مخلوط قابل انفجار تشکیل می دهد. نقطه شعله زنی $-36^{o}f$ و درجخ آتشگیری اش $365^{o}f$ ، وزن مخصوصش 0/8 است.

بخاراتش درهوا به آسانی اکسید شده وممکن است مواد منفجره قوی و پراکسیدهای ناپایدار تولیدکند. برای پوست ، چشم و دستگاه تنفس محرک وگاه موجب چشم سوزی شدید می گردد. استنشاق طولانی آن حالت سستی می دهد. حداکثر تمرکز قابل قبول بخاراتش ppm 200 است. در برابر آن باید از لباس محافظ ، عینک و ماسک تنفس استفاده کرد.

3–3– **صدمات ناشی از حرارت حریق**

وقتی به بافتهای بدن حرارتی زیادتر ازحرارت عادی بدن برسد صدمات جبران ناپذیری به سلولهای آن وارد می شود. این صدمات در اثر تماس مستقیم با شعله اجسام یا گازهای داغ ویا تنفس هوای داغ ، بخارات وگازهای داغ احتراق می باشد.

زمان لازم برای سوختن بافتهای بدن بر اثر تماس ، نسبت به درجه حرارت فرق می کند.

جدول زیر زمان لازم برای سوختن درجه 2 را با حرارتهای مختلف نشان می دهد:

1 ثانیه یا کمتر	**حرارت بین 1700 – 1100 درجه سانتیگراد**
3 ثانیه یا کمتر	**حرارت بین 500– 400 درجه سانتیگراد**
15ثانیه یا کمتر	**حرارت 100 درجه سانتیگراد**
29 تا 60 ثانیه یا کمتر	**حرارت بین 85 – 70 درجه سانتیگراد**

حیوانات با استنشاق هوای داغ تا 400° c به مدت 1 دقیقه می میرند.

استنشاق هوای داغ با حرارتهای مذکور تولید سوزشهای دستگاه تنفس می کند ولی در مدت زمان قدری طولانی تر از آنچه گفته شد. استنشاق هوای خشک داغ معمولاً به بینی ، دهان وحلق آسیب می رساند وعمیق 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 دستگاه تنفس وارد می سازد.

گاز داغ

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

محیط داغ

درمحیط داغ رگهای خون منبسط شده و چنانچه ا زحد معینی تجاوز کند فشار خون پایین می آید و درنتیجه جریان خون در مغز بسیار کم شده و ضعف کلی رخ می دهد.

ضربت حرارتی

از حال رفتگی درنتیجه عمل تعریق حاصل می شود و درمحیطی که عرق کردن بدن تنها راه کم کردن حرارت است موضوع بسیار قابل توجهی است. پوست چنین بیماری ، داغ وخشک خواهد شدو درجه حرارت بدن ممکن است تا $44^{o}C$ برسد ، در این صورت حالت اغماء دست داده و احتمال مرگ می رود. چنین بیماری را باید بلافاصله به محل خشکی برده و بدنش را با حوله های تر ، خنک نمود وبه بیمارستان رساند.

انقباض شدید عضلات و تحلیل رفتگی حرارتی بعلت 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 ازحال برود.

احتیاط های کلی

در هنگام قرار گرفتن درمعرض 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^{oC} بمدت کوتاه و هوای مرطوب تا حد کمتری تحمل شود .
- اثرات حرارت تشعشعی از سطوح عریض باید درنظر گرفته شود.
- نباید بدون ماسک و لباس محافظ در معرض دود وگازهای 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.

مسمومیت بوسیله بخارات چوبهای آغشته به مواد

چوبهای آغشته به پنتاکلروفنل به هنگام سوختن دود سیاهی ایجاد کرده و اسیدکلریدریک وفسژن فراوان تولید می کنند . همچنین دود فوق ممکن است از راه پوست جذب 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 کربن ، گازهای سوخته ، سوختهای تبخیر شده وگازهای سمی بوجود خواهد آمد.

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

چوبهای آغشته معمولاً قسمت اعظم مواد شیمیایی درونی را 30-25 سال نگه می دارند و خاصیت احتراق آنها نیز از بین نمی رود ، ولی احتراق چوبهای تازه آغشته باشدت بیشتری نسبت به چوبهای کهنه تر صورت می گیرد .

رنگها ، پلاستیکها ، پشم شیشه ، لاستیک و مواد متعدد شیمیایی موجود درخانه ها به حجم گازهای سمی حریقهای احتمالی چوبهای آغشته در ساختمانها می افزایند.

فصل 4

شناخت روشها و عوامل انتقال حرارت و دود

انتقال حرارت یا گرما

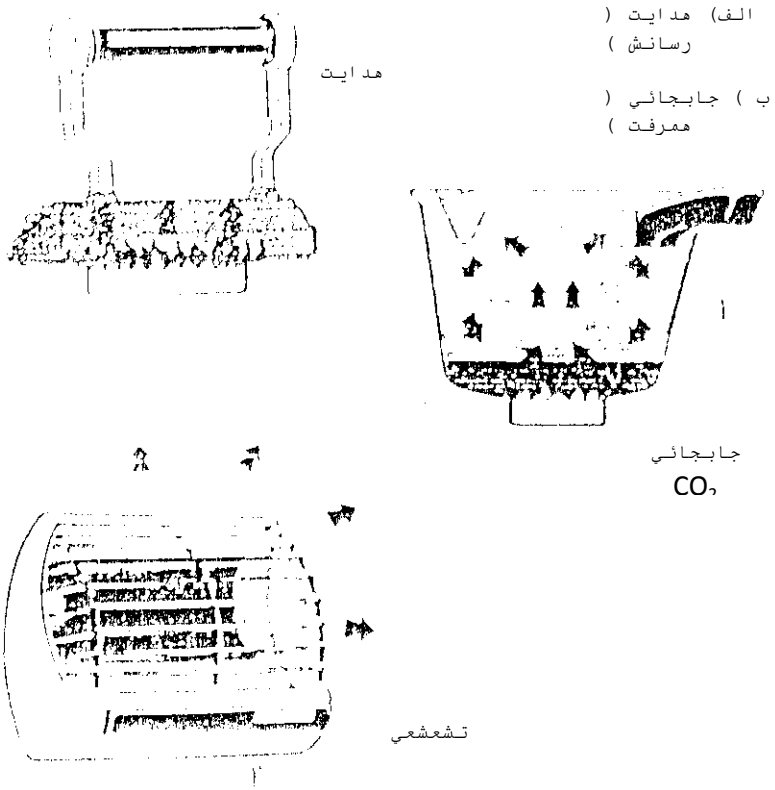
حرارت از ناحیه ای گرمتر به ناحیه ای که از دمای ناچیز یا کمی برخوردار است انتقال می یابد و اهمیتی هم ندارد که اختلاف دما چه اندازه باشد.
سه روش برای انتقال حرارت وجود دارد. (شکل 1-5)

هدایت (رسانش)

جابجایی (همرفت)

تشعشع (تابش)

هدایت (رسانش)



شکل 1-5 - نشان مي دهد که چطورحرارت انتقال مي یابد (1)

ممکن است انتقال حرارت بصورت هدایت در جامدات ، مایعات یا گازها اتفاق بیفتد . اما این امر در جامدات بهتر قابل درک می باشد. 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 نمایندو انرژی حرارتی را توسط تصادف با مولکولهای همسایه خود پیش می برند.

رسانندگی حرارتی در بین اجسام متفاوت است. بیشتر فلزات براحتی هادی حرارت هستندو 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 ومس می باشندو قدرت جریان حرارتی آلومینیوم تقریباً نصف نقره و آهن $\frac{1}{8}$ می باشد. غیر فلزات ، هادی های ضعیفی هستند وتمام مایعات (بجز جیوه که از جمله فلزات می باشد) وگازها ، هادیهای ضعیف حرارتی هستند.

درحقیقت بعضی از اجسام، مایعات وگازها 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 وتوانایی 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.

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 2-5) ، به همین صورت در آهنی ساده نیز که از یک سمت درمعرض حرارت قراردارد بسرعت حرارت را بطرف دیگر هدایت می کند. در صورتی که درب چوبی(باوجودی که ممکن است خود آتش بگیرد.) ولی عملاً یک مانع موثر درمقابل هدایت حرارت است، زیرا چوب هادی ضعیفی است. قدرت جریان حرارت در مصالح ساختمانی عامل مهمی درایجاد مقاومت ساختمان در برابر آتش سوزی است.

جابجایی یا همرفت (کنوکسیون)

جابجایی حرارت فقط درمایعات وگازها رخ می دهد. وقتی مایع یاگازی حرارت داده می شود منسبط شده و از غلظت آن کاسته می شود. یعنی مایع یا گاز سیال سبکتر که گرم شده ، بالا می آید تا جایگزین سیال غلیظ تر گردد. بنابراین جای مایع یاگاز سیال غلیظ تر را می گیرد. تکرار پی درپی این جابجایی موجب می گردد، یک جریان دورانی درگاز 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 3-5) ونیز دربیشتر سیستمهای حرارتی که ازرادیاتور استفاده می نمایند. یعنی غالباً حرارت از این رادیاتورها ازطریق جابجایی به خارج از آن انتقال می یابد. جابجایی همچنین باعث بالا رفتن دود دردودکشها میگردد.

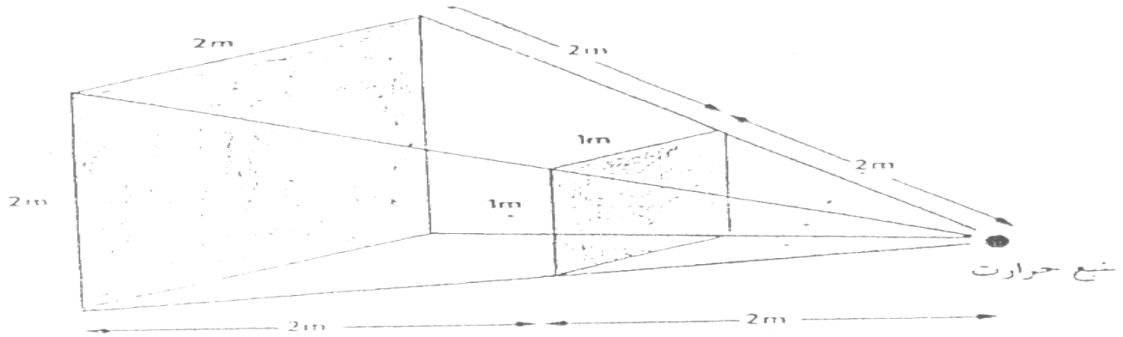
بهنگام آتش سوزی دریک ساختمان، جریان جابجایی می تواند گازهای گرم تولید شده توسط احتراق را از طریق راه پله (شکل 4–5) به بالا انتقال دهد و یا آتش را توسط کانال آسانسورها به سمت طبقات فوقانی گسترش دهد و به این ترتیب جریانی از هوای سرد بطور متوالی بطرف آتش حرکت می کندو جایگزین گازهای برخاسته از آن می شود وکمک به توسعه یافتن آتش سوزی می نماید.

تشعشع یاتابش

حرارت همچنین ممکن است درخط مستقیم توسط روشی که نه هدایت است ونه جابجایی ، انتقال یابد. حرارت خورشید ازفضای خالی می گذرد تا زمین راگرم کند. گرمای بخاری برقی که درجای بلندی از اتاق گذاشته شده است، در زیر آن احساس می شود در صورتیکه نه هدایت ونه جابجایی قادربه انجام این عمل نیستند.

این طریق انتقال حرارت را انتقال از طریق تشعشع می گویندو هیچ تماسی بین اجسام وجود ندارد و مستقل از هر ماده موجود در فضاست. این مسئله ناشی از حرکت امواج الکترومغناطیس است که شامل موج با طول بین 1500 و 3000 متر است. موج کوتاه (تقریباً 15 متر) ، رادار (تا چند سانتی متر) نور (8×10^{-5} به 4×10^{-5}) سانتیمتر واشعه های x یا گاما (10^{-11} به 10^{-9}) سانتیمتر است. همه اینها وقتی توسط جسمی جذب شوند، ایجاد حرارت می کنند و به 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، درخطوط مستقیم در مسافت 3×10^{8} 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 (5–5) بخوبی مشاهده می شود.



شکل 5–5 – قانون مربع معکوس که در تشعشع بکارمي رود رانشان مید دهد.

مربعی با ابعاد یک متر با فاصله 2 متر از منبع نور، سایه ای به ابعاد دو متر روی صفحه ای که در 4 متری آن قرار دارد خواهد انداخت. بنابراین انرژی در یک متر مربع برابر است با انرژی که درسطحی از 4=2×2 متر مربع و در فاصله ای برابر 4 متر قراردارد. لذا انرژی در هر متر مربع و در فاصله 4 متری برابر است با $1/4$ انرژیی که در 2 متری آن است یعنی $1/4$ در دو برابر مسافت . این امروقتی 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

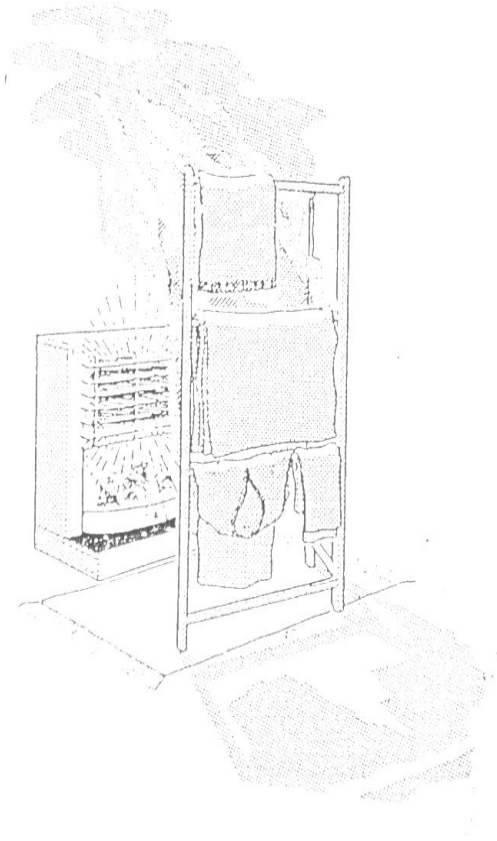
انتقال یعنی انرژی که بدون گرم کردن جسمی از آن بگذرد. بنابراین اثر جسم نسبت به انرژی، شفاف و انتقال دهنده است.

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 میدهند و نه به تمامی آنها ، مثلاً شیشه اجازه عبـور نور رامی 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



شکل 6-5 - وقتي كه لباسها بسيار نزديك به منبع تشعشع باشد مي توانند آتش بگيرند

گردد که شیشه ارزشی زیاد درتحمل آتش دارد بلکه در این مورد باید عوامل زیادی را مورد نظر قرار داد). دی اکسیدکربن و بخار آب نیز از این خاصیت برخوردارند، بنابراین انتشار انرژی خورشیدی (بیشتر درشکل نور) ازآتمسفر گذشته و به زمین می رسد و آنرا گرم می کند، درصورتی که انتشار مادون قرمز تشکیل شده در زمین توسط آتمسفر 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 راجذب می کنند. چگونگی سطح یک جسم درتوانایی 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 وماشینها وغیره نیز ازهمین رنگ استفاده می کنند.برف و یخ نیز ، که سفیدند ، منعکس کننده های خوب وجذب 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 سریع 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. زیراگرمای خورشید جذب شده در آن زیادتر خواهد بود.

عوامل انتقال حررت و دود

سه مکانیسم اصلی انتقال حرارت ، هدایت ، جابجایی و تابش که هر سه در آتش سوزی ساختمانها نقش دارند ، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. حال به چگونگی انتقال حرارت توسط مکانیسمهای یادشده میپردازیم . برای درک بهتر مسئله ابتدا رشد حریق دریک محیط بسته را بررسی مینماییم .

رفتار و سرعت حریق در فضاهای بسته و فضاهای باز باهم متفاوت است . در فضاهای بسته ، وجودسقف 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 واکسیژن 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 افروزش
منحنی رشد حریق را به دست میدهد. 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 افروزش تازمانی که کلیه مواد قابل سوختن درون محیط بسته مشتعل می شوند، درنظر گرفته می شود. ابتدا بخارات حاصل از سوخت درنزدیکی 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 سوختن ، 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 درمحیط 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 سوختن به طورمحسوسی افزایش می یابد و باقیمانده مواد سوختی به سرعت به دمای اشتعال خود رسیده و ظرف چند ثانیه مشتعل می شوند که درفصل 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 می‌تواند باعث ریزش ساخمان 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 میتواند ازمسیرهای 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 ازمسیرهای عمودی شامل راهروها و راه پله ها ، کانال آسانسور و کانال کولر، پنچره 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.

توضیحات گسترش افقی ، عمودی و ترکیبی حرارت و دود در بخش تهویه با تفصیل بیشتری مورد بررسی قرار می‌گیرد .

فصل 5

شناخت تهویه

تهویه در آتش سوزیها

روشهای عملیاتی و قوانین تهویه

شناخت تهویه :

در عملیات اطفاء حریق ، زمانی که مقادیر زیادی دود ناشی از مواد درحال اشتـــــعال ، 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:

1 - جلوگیری از گسترش آتش سوزی .
2 - کاهش خسارات ناشی از دود وحرارت .
3 - کمک به آتش نشانان در محل و اطفاء آتش سوزی .

بنابراین ، اگر انجام تهویه بطرز صحیح انجام پذیرد می تواند خسارات ناشی از دود وحرارت راکاهش دهد و بالعکس ، اگر تهویه صحیح انجام نپذیرد امکان دارد سبب گسترش آتش سوزی غیر قابل کنترل گردد.

برای انجام موثر 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 بخوبی انجام دهد . بطورمثال از طریق دریچه های روشنایی های ساختمان ، البته شرایط و موقعیت محل وتجربه در نحوه عمل فرمانده مسئول موثر خواهد بود ، بنابراین عملیات تهویه درحریقهای گوناگون متفاوت خواهد بود.

نحوه تولید و حرکت دود

برای اینکه ارزیابی مناسب برای پاکسازی محیط از دود داشته باشسم 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 اینطور 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:

1 - **شعاع حریق**
2 - **مقدار تولید حرارت**
3 - **ارتفاع لایه دود از سطح حریق**

درجدول زیر نرخ تولید دود در یک فضا را بر اساس حرارت شعله ای با دمای 800 درجه سانتیگراد دمای محیط 500 درجه سانتیگراد را نشان میدهد.

حجم نرخ تولید دود (مترمکعب بر ثانیه)	ارتفاع لایه روشن (m)	شعاع حریق (m)
13/1	3	12
26/2	3	12
25	3	20
50	3	20

بخاطر داشته باشید که قوی ترین دستگاه تهویه دود می تواند 5 متر مکعب در ثانیه دود را تخلیه کند .

5-2- به چه دلیل اقدام به تهویه می کنیم؟

5-2-1- جلوگیری و کاهش خسارت

دود می تواند خورنده ، روغنی و یا آسیب رساننده باشد و اگر کنترل نشود به ساختمان ویا محتویات آن که حریق به آنها سرایت نکرده باشد ، آسـیب می رساند ؛ به علاوه اگر

آتش سوزی بطور وسیع و به مدت زیادی ادامه داشته باشد به علت کمبود اکسیژن ناقص سوزی انجام گرفته و در نتیجه مقادیر زیادی سوختهای 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.

5 -2-2- 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 درساختمانهاست . طول شعله در سقفی که فاقد تهویه می باشد هفت برابر بیشتر ازمقداری است که در سقفهای دارای تهویه در بالای سطح حریق وجود دارند.

5-2-3- کمک به آتش نشانان در اطفاء حریق

در محلهایی که دود غلیظ وجود داشته باشد مشکلات عدیده ای برای آتش نشانان بوجود خواهد آمد که عبارتند از :

الف ـ پیدا کردن سریع کانون حریق .

ب ـ ارزیابی اینکه بهترین شیوه حمله به حریق چیست ؟

ج ـ یافتن محل مصدومین یا مکانهای خطرناک (مکانهای مجاور حریق و یا مکانهای خطرناک دیگری که براثر حریق ایجاد می شوند).

هرگاه محل حریق تهویه شود آتش نشانان با مشکل و خطر کمتری روبرو خواهند بود و قادرند حریق را بطور موثر اطفاء نمایند وهمچنین در ساختمانهای 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 بهرحال 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 بک درفت و همچنین خطرات جانی برای ساکنین وخسارات مادی سنگین به ساختمان گردد ، قبل از شروع به عمل تهویه ، افراد باید با تجهیزات مربوطه در مکانهای خاص مستقر شوندتا مانع از گسترش حریق گردند.

5-3- روشهای تهویه

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

تهویه طبیعی

الف ـ تهویه ازبالای ساختمان (عمودی)

در ساختمانهای چند طبقه عمل تهویه باید از بلندترین نقطه شروع شود مانند شفت پلکانها و شفت آسانسورها و این طریق تهویه انجام دادن زمانی موثر خواهد بود که ورودی های کافی جهت هوای تازه وجود داشته باشد و گرنه تهویه از بالا موثر نخواهد بود وظرفیت تخلیه دود کاهش خواهد یافت . این ورودیها باید تا آنجا که امکان دارد نزدیک سطح زمین انتخاب شوند ، زیرا که دیگرخطر ورود گازهای داغ و دود ناشی ازطبقات پایین تر وجود ندارد.

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 :

1 - خطر گسترش آتش سوزی بیشتر است.
2 - تغییر جهت وزش باد می تواند ازخارج شدن دود از ساختمان جلوگیری بعمل آورد و آن را بسوی 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 موثری 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 .

سیستم های تهویه های مکانیکی

تجهیزات ساختمان

هرگاه ساختمانی مجهز به سیستم تهویه مکانیکی باشد درهنگام بروز حریق کمک شایانی به آتش نشانان به جهت اطفاء موثر و بموقع حریق خواهد نمود ، این سیستم ها یا بصورت دستی و یا به صورت اتوماتیک عمل می نمایند که سیستم اتوماتیک را نیز درصورت 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.

انجام تهویه با استفاده از وسائل وتجهیزات سازمان آتش نشانی

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

الف ـ استفاده از یک سرلوله جت و یا فک که از محل دریچه ساختمان بسوی بیرون بکار 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 ـ تعدادی از سازمانهای آتش نشانی مجهز به وسایل تهویه دود می باشند واز آنها در برخی از آتش سوزیها که قبلاً بیان شد به نحو مطلوب استفاده می کنند ژنراتورهای کف ساز (توربکس) میتوانند 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 ـ با وارد کردن مقادیر متنابهی هوای تازه به درون ساختمان که متعاقب آن دود از ساختمان خارج می شود.(فشار مثبت Positive Pressure) .

د ـ خارج ساختن مستقیم دود که متعاقب آن هوای تازه خودبخود 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 باهوا و متعاقب آن پدیده Flashover آگاه هستند. آنها همچنین باید ازخطر جدی دودهای قابل اشتعال که در فضاهای بسته جمع می شوند نیز آگاه باشند.

اینگونه 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 وزنهای 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 می‌گردد و دود سفید رنگی تولیدمی شود ، این دود سفید رنگ می تواند منفجر شود وپدیده 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 بخود سوخته وتمام شده اند ، بنابراین با تهویه صحیح و با بکارگیری روشهای مناسب می توان خطر این نوع انفجارات را کاهش داد .

فصل 6

طبقه بندی آتش سوزی

طبقه بندی آتش سوزیها از نظر فازهای مختلف ماده

فاز جامد

اکثر آتش سوزی ها جامدات قابل اشتعال میباشند وخطرات 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 موادکمتر ازخطرات مایعات قابل اشتعال نیست . مواد معدنی بکار برده شده در ساختمان در برابر آتش وحرارت واکنش نشان داده و تغییرحالتی در آنها پدید می آید. به عنوان مثال کم شدن مقاومت فولاد در برابر حرارت، شکستن وخرد 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 میگردند :

1 –مواد قابل انعطاف از قبیل منسوجات ، مبلمان ، پرده و .... .
2 –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.

برگشت شعله Brack draft

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 وکند سوزی ادامه پیدا

می نماید ومواد نیم سوز می تواند محیط را به طور خطرناکی با بخارات و گازهای قابل اشتعال پرکند و بارسیدن هوای کافی (مثلاً به واسطه باز شدن یک درب) ، بخارات وگازهای قابل اشتعال داغ دچار آتش سوزی ناگهانی و یاحتی انفجار می شوند. گاهی اوقات یک گوی آتشین از محل ورود هوا به اتاق به بیرون می آید و این به ویژه برای ماموران آتش نشانی که اتاقها را برای نجات بازماندگان مورد بازرسی قرار می دهند، بسیار خطرناک است. و از این رو باید قبل از ورود به اتاق های بسته ، آنها را به شکل کنترل شده ای تهویه نمود.

گُر گرفتگی (Flash Over)

شعله ورشدن یا گر گرفتن به مرحله ای گفته میشود 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. دراین 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 دریک اتاق معمولی، با مبلمان و دکوراسیون معمولی این اتفاق در دماهای حدود 550 درجه سانتیگرادرخ میدهد. در اینجا باقیمانده مواد سوختی به سرعت به دمای آتش خود رسیده و ظرف 3-4 ثانیه مشتعل می شوند.

فاز مایع

از آنجایی که عملاً آتش سوزی در فاز بخار رخ میدهد 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 نشاندهنده میزان خطرات آتش سوزی ماده بوده وهرچه این نقاط پایین تر باشد خطرات آن نیز بیشتر می باشد. درمایعات 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 درکاهش سطح گسترش مایع گردد ، به طور مثال استفاده از جدا کننده ها بدین منظور میباشد. همچنین ملاک نگهداری وجداسازی در مایعات آلی قابل اشتعال در انبارها نیز به منظور شرکت حجم کمتری ازمایع درصورت 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 وموجب تبخیر بیشترمیگردد . در مایعات آلی ، حرارت لازم برگشتی به صورت تشعشع که جهت تبخیر لازم است ، درصد کمی ازحرارت تولید شده دراثر سوختن می باشد.

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

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 واین انفجارات بنام BLEVE = Boiling liquid Expanding Vapor Explosion **میباشد. 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 میگیرد که درجه حرارت مایع داخل مخزن به بالاتر از نقطه جوش خود (در فشار اتمسفر) برسد. بیشتر انفجارات BLEVE متوجه مخازن گازمایع(**LP-Gas **) میباشد که اثر این مخازن در اثر حریقها بر اثر 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 میگیرد و البته این انفجارات فقط مختص به مخازن محتوی مایع یا گاز قابل اشتعال نبوده بلکه دیگهای بخار در اثر کارنکردن 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 میباشد. 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 میباشد.**

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 دراثر 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 توام 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 بوجود می آید که ازحداقل مقداری کمتر از نصف تا حدود 75 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.

فاز گازها

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

گازها براساس خواص شیمیایی به دو دسته تقسیم می شوند :

1. **گازهای قابل اشتعال (متان ، اتان ، بوتان ، پروپان ، استیلن ، هیدروژن).**
2. **گازهای غیر قابل اشتعال (نیتروژن ، آرگون ، هلیم ، دی اکسید کربن) .**

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

– گازهای سبکتر ازهوا (ئیدروژن ، گاز متان و اتان ترکیبی).

2– 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_NH_{2N+2} مانند :

متان CH_4، اتان C_2H_6 ، پروپان C_3H_8، بوتان C_4H_{10} .

ئیدروکربنهای سیر نشده C_NH_{2N} مانند :

اتیلن C_2H_4 ، پروپیلن C_2H_6

گازهایی که برای سوخت منازل بکار می رود بوسیله سیلندر یا نامهای مختلف از قبیل بوتان ، ایران گاز ، پرسی گاز و غیره حمل و نقل می شود ؛ چنانچه توام 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 می‌آورد تا جریان گاز در لوله ها به سهولت انجام گیرد.

جدول نسبت اختلاط گاز در فصول مختلف

فصل	پرو پان	بوتان
بهار	٪30	٪70
تابستان	٪10	٪90
پاییز	٪30	٪70
زمستان	٪50	٪50

نقطه جوش گاز پروپان $-44/5^o c$

نقطه جوش گاز بوتان $-0/5^o c$

انبساط حجمی گاز مایع به بخار230 تا 270 برابر است .

فرمول شیمیایی اتیل مرکاپتان C_2H_5SH می باشد.

بدیهی است بوی بد این ماده مربوط به گوگرد محتوی آن است همانطور که در H_2S مشهود است .

خطرات گازها و طریقه مبارزه با آن

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

1 –مرحله ای که آتش سوزی از گاز بوجود آمده باشد.
2 –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 نمائیم، 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 کنییم تا زمانیکه 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 کشو 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 بمراتب بیشتر از آتش سوزی اولیه خواهد بود.

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

1 –سیلندر را به وسیله آب خنک می نماییم (پایین آوردن درجه حرارت).
2 –آتش محل را بوسیله مواد خفه کننده (پودرهای شیمیایی وگاز کربنیک و غیره) اطفاء می نمائیم.
3 –جریان گاز را قطع می کنیم (دور ساختن مواد سوختنی).

مرحله دوم ، زمانیکه 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 .

1 –باز کردن تمام درها و پنجره های ساختمان.
2 –خارج کردن گاز از داخل ساختمان بوسیله ایجاد باد (برای اینکار 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 .
3 –برای داخل شدن به محل نشت گاز از دستگاه تنفسی استفاده نمایید یاحداقل بوسیله قطعه ای پارچه خیس جلوی دهان را بپوشانید تا درزمان بروز آتش سوزی یا انفجار احتمالی ، ریه و مجاری تنفسی شما دچار سوختگی نشود.

4 -جلوگیری ازخروج گاز بوسیله بستن شیر کنترل (گاز مایع) و فلکه اصلی (گاز شهری).

5 -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 تولیدجرقه می نماید. البته در مواردی که فیوز برق درخارج از ساختمان قراردارد می توانیم فیوز کنتور را باز کنیم تا جریان برق در داخل ساختمان بدون ایجاد جرقه قطع شود ولی اگر فیوز درداخل محـــلی که در آن گاز پخش شده قرار داشتــه باشد به هیچ عنوان آنرا بـاز نمی کنیم.

6 - خاموش کردن تمام منابع حرارتی از قبیل : بخاری ، شمعک آبگرمکن، سماوربرقی، اتوبرقی و ....

7 -از حداقل نیرو استفاده کنید.

8 -از پوشیدن یا در آوردن لباس در داخل ساختمان خودداری کنید (تولیدالکتریسته ساکن) .

9 -اگر به عنوان نیروی آتش نشانی به چنین محلی می روید بهتر است یک یا دو سر لوله آب را قبلاً درمحل آماده نمایید ، تا اگر آتش سوزی ایجاد شد بتوانید بموقع جهت اطفاء اقدام کنید.

10- بوسیله اسپری نمون آب می توانید مقداری از گاز محل را از طریق خروجی پنجره ها به بیرون هدایت نمایید.

11- هنگام عملیات ازتجمع افراد دراطراف ساختمان خودداری کنید.

توجه: جهت از بین بردن مخلوط قابل اشتعال و انفجار می توانید یک یا دو دستگاه کپسول پودر و گاز را درهوای 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 ازلحاظ 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، بعنوان 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 ازحد 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 وحرارت نرمال اندازه گیری نموده و درجداولی منعکس می نمایند و این مقادیر در فشار و حرارتهای دیگر متفاوت خواهند بود.

شایان ذکر است هنگامیکه نسبت مخلوط گاز یا بخار قابل اشتعال باهوا درقسمت میانی حد پایین و حد بالای اشتعال یا انفجار باشد، اشتعال یا انفجار حساستر و شدیدتر ازهنگامی است که نسبت این مخلوط نزدیک حد بالا یا حد پایین اشتعال یا انفجار باشد.

طبقه بندی آتش سوزیها از نظر اطفاء

مواد اطفایی عمومی که جهت اطفاء آتش سوزیها توسط مردم و آتش نشان ها مورد استفاده قرار گیرد ، شامل موارد زیر میباشد.:

1- آب

2- کف

3- پودرهای شیمیایی

4- گاز دی اکسید کربن CO_2

5- 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 مینمایند که سازمان ملی حفاظت از حریق آمریکا (N.F.P.A) آنرا به چهارطبقه و کشورهای اروپایی برمبنای طبقه بندی کشور انگلستان آنرا به پنج طبقه تقسیم بندی نموده اند. البته برخی از صاحبنظران طبقه ششمی را هم در نظر گرفته که برخی در طبقه ششم مواد منفجره و برخی آتشهای آشپزخانه منازل را درنظر گرفته اند. در هرصورت دو تقسیم بندی زیر ارایه می شود. لازم به ذکر است. در ایران طبقه بندی اروپایی رواج گسترده تری دارد.

طبقه بندی NFPA

طبقه A : آتش سوزیهای مواد معمولی جامد از قبیل چوب ، پارچه ، کاغذ ، لاستیک وبسیاری از پلاستیک ها .

طبقه B : آتش سوزیهای مایعات قابل اشتعال ، روغنها ، گریسها ، قیرها ، رنگهای روغنی، لاک الکل و گازهای قابل اشتعال .

طبقه C : دستگاههای تولید و 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 ازخاموش کننده های گروه A و B به طور ایمن استفاده نمود) .

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

طبقه بندی اروپایی

کشورهای اروپایی در طبقه بندی انواع آتش سوزیها به توافق رسیده بودند که طبقه بندی فوق به شرح زیر باشد که اکنون مورد استفاده قرار نمی‌دهند :

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) .

آتش سوزیهای خشک (گروه A)

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

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.

بطوریکه 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 بنام حرارت نهان تبخیر می نامند. تمام این حرارت بدون آنکه دمای چوب بالارود یا آتش سوزی حاصل شود جذب چوب شده وجهت 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 ، فسفاتها ، سولفاتها ونمک آمونیاک تهیه می کنند.

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 ومخلوط 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 وغیره.

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 وغیره (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 زني مايعات كند اشتعال بالاتر از 37 درجه سانتيگراد و مايعات سريع الاشتعال پايين تر از 37 درجه سانتيگراد مي باشد.

بنابراین دراین نوع از آتش سوزیها 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 توام از روشهای فوق می باشد. جهت پیشگیری از حریق و انفجار مایعات قابل اشتعال یک یا چند تکنیک که درزیر شرح داده شده ، بکار می رود:

الف – جلوگیری از منابع آتش زنه .

ب – از بین بردن تماس هوا با مایع (تقلیل درصد اکسیژن موجود درهوا) .

ج – نگهداری نمودن مایعات در ظروف یا سیستمهای بسته

د – تهویه نمودن جهت جلوگیری از ذخیره شدن بخارات وایجاد دامنه اشتعال .

هـ – استفاده از فضای گازهای خنثی بجای هوا .

آتش سوزی گازها ـ گروه B

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

آتش سوزی وسایل الکتریکی (برقی ـ گروه C)

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

بهره مندی و استفاده از تسهیلات بی شمار نیروی الکتریسته ، آنچنان با زندگی انسان مانوس 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 اره 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 دربردارد ، 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 درذهن 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، باطری 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 بعلت پوسیدگی و سوراخ شدن لوله ها ، وجود نقص در اتصالات و خراب بودن شیرها به بیرون نشت نماید، برق هم می تواند دراثر 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 تاثیر قراردهد 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. در زیر برخی از عوامل مخرب عایق آورده شده است :

خراب شدن عایق

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

الف - تاثیر 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 ازحد تعیین شده باشد، سیم گرم می شود. درهر مدار ، رابطه بین فشار و مقاومت باید به گونه ای باشد که اولاً جریان بتوانداز مقاومت عبور نماید (بر آن فایق شود) ، همانطوری که تفوق فشار آب بر اصطکاک لوله ها، باعث جریان یافتن آب میگردد. ثانیاً مقدار جریان بیش از میزان مجاز نباشد، زیرا جریان اضافی درسیم حرارتی ایجاد می کند که مقدار آن متناسب است با مقاومت ضربدر مجذور جریان $P=RI^2$؛ بطور مثال هرگاه از سیمی سه برابر میزان مجاز برق عبور نماید،حرارت آن 9 برابر می شود که چنین گرمایی ممکن است موجب از بین رفتن عایق و ایجاد آتش سوزی شود.

ب- خسارات مکانیکی

عایق سیم وکابل ممکن است دراثر 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 درمعرض اصابت ضربه و فشار قرار نگیرند.

آتش سوزی فلزات قابل اشتعال ـ گروه D

این نوع آتش سوزی مربوط به برخی فلزات است. مواد اطفاء حریق که دارای آب باشند برای این آتش سوزیها خطرناک هستند. به علت آنکه با مولکهای آب واکنش داده و گاز ئیدروژن همراه گرما تولید می نمایند وگاز ئیدروژن خود گازی قابل اشتعال می باشد که میتواند 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 سوزیهای مربوط به فلزات ، بکاربردن 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 بویژه در مورد مواد پرتوزا توصیه شده اند.

طبقه بندی آتش سوزیها براساس استاندارد اروپایی

خاموش کننده توصیه شده	مواد	طبقه بندی آتش سوزیها
خاموش کننده های نوع آبی پودری چند منظوره ـ co2 ـ 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	موادی که از سطح می سوزند مثل ، چوب ، کاغذ ، پارچه . موادی که ازعمق می سوزند مثل چوب، زغال سنگ ، پارچه ، کهنه ، وسایل گران وغیر 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	جامدات احتراق پذیر بجز فلزات A
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	نفت، بنزین، رنگ، لاک، روغن و غیره (غیرقابل حل درآب) مایعات سنگین مانند قیر و آسفالت وگریس الکل، کتونها و غیره (قابل حل در آب)	مایعات قابل اشتعال *B*
خاموش کننده های پودری خاموش کننده های CO_2 خاموش کننده های هالون	موادی که چون با آب ترکیب شوند تولید گاز قابل اشتعال می نماید مانند کاربید	گازهای قابل اشتعال *B*
خاموش کننده های CO2 خاموش کننده های هالون	کلید و پریزبرق، تلفن، کامپیوتر، ترانسفورماتورها	لوازمات برقی در محل زندگی C
خاموش کننده های پودر خشک	منیزیم، سدیم، پتاسیم، آلومینیم	فلزات قابل اشتعال *D*

طبقه بندی آتش سوزی ازنظر اندازه

به منظور توصیف آتش سوزی از نظر اندازه ، شورای مرکزی آتش نشانی انگلستان موارد زیر را پیشنهاد کرده است که نسبی میباشد :

الف ـ آتش سوزی عظیم - 20 سرلوله یا تعداد بیشتر سرلوله

ب ـ آتش سوزی بزرگ 19-8 جت

ج ـ آتش سوزی متوسط 7-3 جت

د ـ آتش سوزی کوچک 2-1 جت یا سه شیلنگ (هوزریل)

هـ ـ آتش سوزی جزئی 2-1 شیلنگ یا اطفاء حریق دستی .

آب

علیرغم تکنیک های جدید، که به کمک فرد آتش نشان آمده است، هنوز آب بعنوان موثرترین و ارزانترین واسطه اطفاء حریق در آتش سوزیها از نوع عمومی استکه به سهولت نیز می توان به آن دسترسی پیدا نمود. آب دراکثر آتش سوزیها 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 میگردد تا به اموال و اثاثیه بیش از آنچه که حریق به تنهایی صدمه وارد کرده است خسارت بزند . بنابراین کاربرد آب در آتش سوزیها از حیث بزرگی 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 برروی خودرو نصب شده است توسط پمپ آب به داخل شیلنگ پمپاژ می شود.

برای آتش سوزیهای بزرگتر مقدار آب لازم زیادتر خواهد بود و بهمین دلیل از پمپهایی که نیروی خود را از موتور خودرو گرفته و قادر به پمپاژ 4500 لیتر آب دردقیقه 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 سوزیها می شود وخسارات احتمالی آب را به حداقل می رساند و همچنین اثر بیشتر آنرا نیز مطمئن می سازد.

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

استفاده از آب در آتش سوزیها کاملاً موثر است، بویژه 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 رابصورت مه پاش در می آورد استفاده می شود و دامنه تبدیل آب را بصورتهای مختلف زیاد میکند، ولی استفاده از این تجهیزات ویژه صرفه اقتصادی ندارد.

فصل 7

شناخت انفجارات

تعاریف

انفجارها خود اثر یا نتیجه پدیده های دیگری هستند . در مفهوم بازتر یک ا نفجار 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 وممکن 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.

مواد منفجره

منظور از مواد منفجره در این بحث مواد منفجره از نوع سبک یا تجاری می باشد مانند انواع باروتها ، دینامیت ، چاشنی وغیره .

اگر در اینگونه از مواد منفجره آتش سوزی رخ دهد بلافاصله تمام مواد در یک لحظه توام با انفجار از بین می رود وقدرت پرتاب تکه های ناشی ازانفجار در اینگونه مواد تا شعاع 200 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.

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 11500 کالری گرم وماده منفجره **TNT** (تری نیترو تولوئن) فقط 2674 کالری گرم انرژی تولید می نماید (در 1/5 ثانیه). همچنین یک سانتیمتر مکعب از این ماده منفجره 9000 سانتیمتر مکعب گاز تولید می کندو بنزین دو برابر این مقدار .

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

سوختهای مایع و گاز	میزان کالری تولیدی کالری گرم	شدت انفجار به متر ثانیه
هیدروژن	33887	2810
متان	13265	2287
اتیلن	12399	2209
استیلن	11930	2482
منواکسید کربن	2404	1089

مواد منفجره	میزان کالری تولیدی کالری گرم	شدت انفجارات به متر ثانیه
TNT	2674	3200–6700
اسید پیکریک	2238	7000
نیتروگلیسیرین	231	8060
دینامیت		5000–7000
تتریل (1/5)	2934	7300

شناسائی مواد منفجره

مواد منفجره اجسامی هستند که در اثر یک عامل خارجی مانند (ضربه ، حرارت و یا تاثیر توام 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.

درترکیب تمام مواد منفجره ، دو عنصر کربن وهیدروژن 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 انرژیی 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 $\frac{1}{10}$ انرژی موجود در یک کیلوگرم بنزین است ؛در صورتیکه میزان انرژی آزاد شده در واحد زمان در مورد ماده منفجره مزبور درحدود 2 میلیون برابر بیشتر از سرعت انرژی آزاد شده بنزین است .

انواع انفجار

یک انفجار در نتیجه حالتهای زیر بوجود می آید:

تغییرات شیمیایی : مانند انفجار ناشی از احتراق و انفجار مواد منفجره .

تغییرات فیزیکی : مانند انفجار بر اثر ازدیاد فشار

تغییرات اتمی : مانند انفجارات هسته ای .

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 میدهد 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. درطی یک واکنش شیمیایی یک انتقال گرمازایی 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 مانند 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 (چندصد 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 ازترکیبات شیمیایی گرچه درگروه مواد قابل انفجار قرار ندارد ممکن است تحت شرایط بخصوص تجزیه انفجاری داشته باشند، به عنوان مثال یک ماده اکسید کننده ویک ماده قابل سوخت با طی یک عمل اکسیداسیون و احیا میتواند 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 دراین گروه قرار می گیرد.

انفجار براثر تغییرات فیزیکی

یک انفجار فیزیکی وقتی بوجود می آیدکه یک ماده در حالی که فشرده شده ، دستخوش 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 اینگونه انفجارها ، فوران آتشفشان کراکاتوا در سال 1883 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 300 مایل دورتر قابل شنیدن بود . نوع دیگر در دیگهای 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 دراثر 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 درعملکرد سیستمهای ایمنی ، انتخاب سیستم های ایمنی نامناسب ، متمرکز شدن حرارت در یک نقطه از بدنه سیلندر و مخزن .

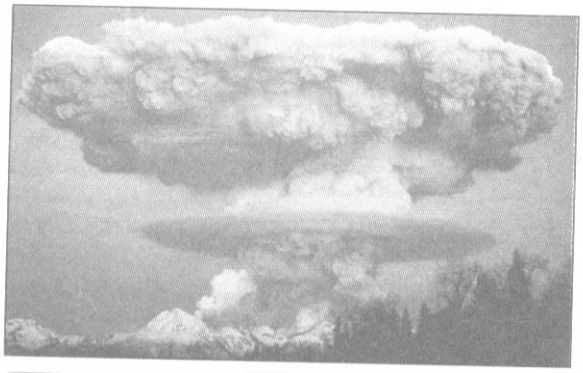
یکی از عمده ترین انفجارات که در این گروه قرار دارد انفجار در نتیجه ازدیاد فشار بر اثر افزایش فشار بخار حاصل از جوشیدن مایع می باشد و این انفجار به نام B LEVE میباشد که درفصل قبل توضیح داده شد.

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

انفجار بر اثر تغییرات اتمی

یک انفجار هسته ای در نتیجه توزیع مجرد پروتونها و نوترونها در هسته اتم واقع می گردد. این عمل به واسطه دو فرایند شکستن و امتزاج هسته اتمها تولید میگردد. عناصری که بیشتر در این رابطه بکار می روند ، عبارتند از اورانیم 235 و پلوتونیم 239

در فرآیند امتزاج هسته ای یک جفت هسته سبک با یکدیگر ترکیب شده وتشکیل یک هسته اتم سنگین تر را میدهند. نوع انرژی آزادشده از انفجار هسته ، بستگی به هسته ومحیط اطراف انفجار دارد. به طور معمول 50 درصد انرژی به صورت موج و صدای انفجار ،
35 درصد به صورت حرارت و مابقی به حالت پرتوهای هسته ای آزاد می گردد. انرژی آزاد شده از انفجارت هسته ای معادل چندین تن T.N.T می باشد.



انواع مواد منفجره ومحترقه

تقسیم بندی مواد منفجره دارای تاریخچه ای است که درطول زمان اصلاح شده و اساس کار در تقسیم بندی ها این بوده که کلیه مواد منفجره را در بر گیرد وهر زمان نقص مشاهده می شد اصلاحی صورت می گرفت. ولیکن مواد منفجره از جنبه های مختلف مورد طبقه بندی قرارگرفته است ، مثلاً از نظر شیمیایی ، به این مفهوم که تمامی مواد منفجره یکی ازعوامل 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 :

تقسیم بندی مواد منفجره

برمبنای ماهیت انفجار

الف) ماهیت فیزیکی ب) ماهیت شیمیایی

برمبنای نحوه انفجار

الف) کند ب) شدید

برمبنای حساسیت

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

تقسیم بندی مواد منفجره

ماهیت فیزیکی

این گروه آندسته 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) .

ماهیت شیمیایی

در این دسته ازمواد منفجره که معمول ترین 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).

مواد منفجره کند

مواد منفجره کند، حجم گازهایی که در اثر انفجار اینگونه 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 وتحت تاثیر شعله شروع به انفجار می کند مانند باروت .

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 چندهزار 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 فولمینات جیوه ،
نیترو گلیسیرین .

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 فولمینات جیوه و نیتروگلیسیرین .

مواد نیمه حساس

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

مواد غیر حساس

موادی هستند که نسبت به ضربه ، شعله وحرارت حساس نبوده و فقط باموج انفجار منفجر می شوند، این مواد اغلب خرج اصلی نارنجکها ، مینها ، خمپاره ها و گلوله های توپ و ... را تشکیل می دهند و نیز برای تخریب و انهدام بکار برده می شوند ، مانند : T.N.T و C4 ، دینامیت ، نیترات آمونیم و... .

منابع :

1- Fireman ship book 1

2- NFPA 49

3- NFPA 325M

1 -راهنمای آتش نشانی - ترجمه عباس پیری – وزارت کشور
2 -اصول و مبانی حریق - مهندس رزمیانفر
3 -جزوه دوره کارآموزان حرفه ای سازمان آتش نشانی
4 -جزوه دوره مهارتی دبیرستان ایمنی و آتش نشانی
5 -پیدایش و توسعه آتش نشانان در جهان – فرشید قاسملو – انتشارات سازمان شهرداریها
6 -استاندارد خاموش کننده های دستی –ترجمه مهندس رزمیانفر - انتشارات سازمان شهرداریها
7 -جزوه بررسی عوامل عمده مرگ در حریقها – مهندس علیزاده – سازمان آتش نشانی تهران
8 -اصول ایمنی حریق در ساختمانها – ترجمه زرین قلم و بختیاری – مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
9 -شیمی مواد منفجره – مومنیان – دانشگاه امام حسین
10 - مواد منفجره – ترجمه دهنوی و بزاز - دانشگاه امام حسین
11 - فیزیک – هالیدی ، رزنیک – نشر دانشگاهی
12 - سم شناسی صنعتی ، نشر
13 - دانشگاه تهران.