



International  
Association  
of Fire Chiefs

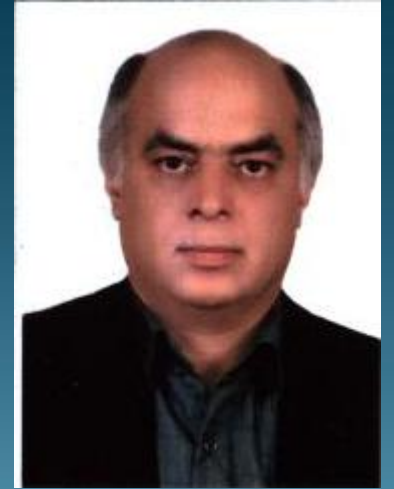


National  
Fire Protection  
Association

# Fundamentals of Fire Fighter Skills

## Chapter 5

تکنولوژی حریق



غلامعلی جوہری

کارشناس آموزش

### اهداف آموزشی (۳ از ۱)

- چهار وجهی حریق را بداند ( تعریف نماید)
- حالات فیزیکی مواد سوختنی را بشناسد
- طرق انتقال حرارت را شرح دهد
- نقطه اشتعال ، نقطه آتش و درجه حرارت اشتعال ( خود به خود سوزی) را در مورد مایعات قابل اشتعال تعریف نماید

### اهداف آموزشی (۳ از ۲)

- رابطه چگالی بخار و حدود اشتعال گازهای قابل اشتعال را تعریف نماید
- حریق های گروه A ، B ، C ، D ، و K را شرح دهد.
- مراحل حریق را شرح دهد.
- خصوصیات داخلی ساختار حریق را شرح دهد.

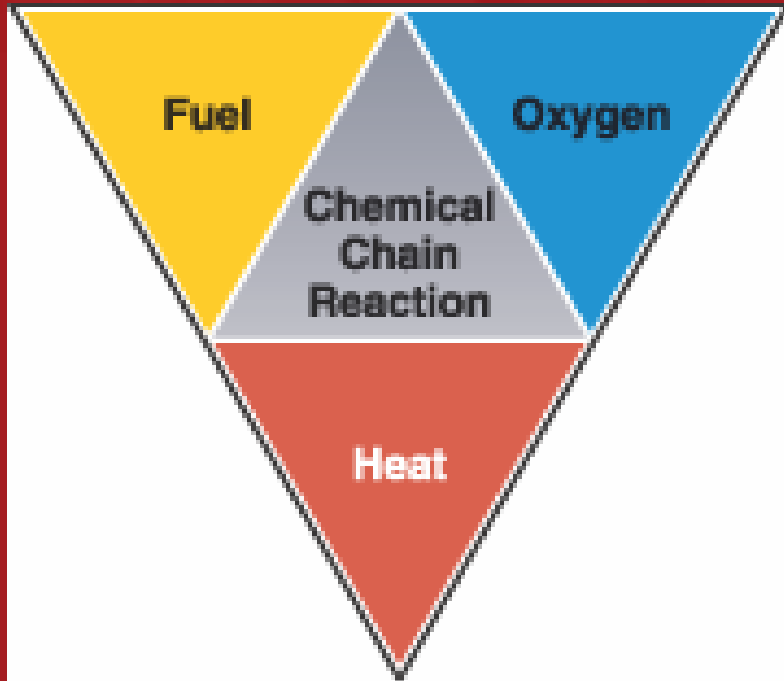
### اهداف آموزشی (۳ از ۳)

- فلاش اور و رول اور را شرح دهد.
- بک درفت (برگشت ناگهانی شعله) را شرح دهد.
- اصول لایه بندی گرمایی داخل ساختمان را شرح دهد.

### مقدمه

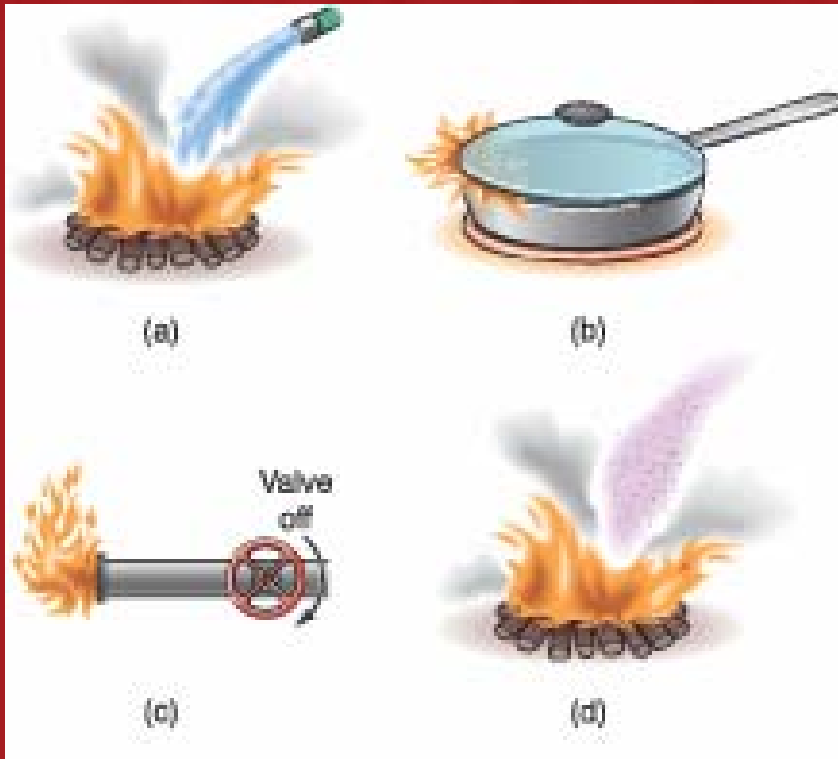
- درک اصول تکنولوژی حریق بر کار همه آتش نشانان تاثیر گذار است.
- درک صحیح اصول تکنولوژی حریق نیاز به علوم فیزیک و شیمی حریق دارد.

### مثلث و چهار وجهی حریق



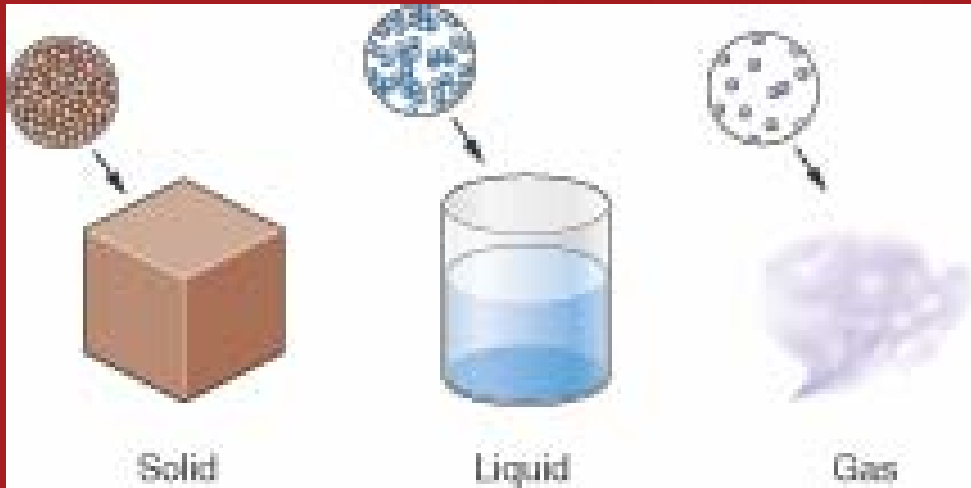
- سه عامل اصلی حریق عبارتند:
  - سوخت
  - اکسیژن
  - حرارت
- واکنش های زنجیره ای سوختن

### روش های اطفاء حریق



- سرد کردن مواد در حال اشتعال.
- کاهش یا قطع در صد اکسیژن.
- جدا سازی مواد سوختنی
- قطع واکنش های زنجیره ای سوختن

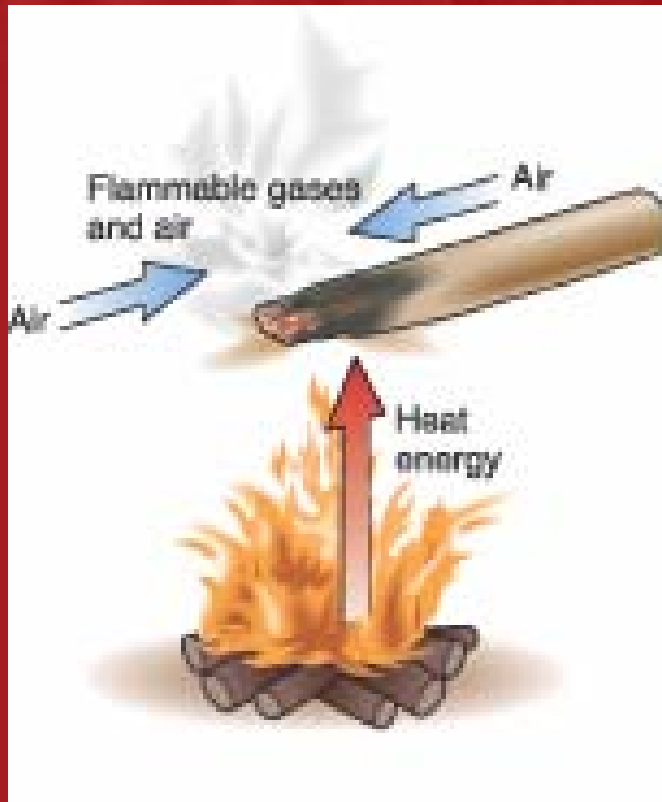
### سوخت



- در واقع ماده است که می سوزد
- حالات فیزیکی مواد:
  - جامد
  - مایع
  - گاز
- احتراق هنگامی رخ می دهد که سوخت به شکل بخار یا گاز باشد



### جامدات



- بیشتر مواد سوختنی جامد هستند.
- مولکول های جامد در اثر پیرولیز گرمایی از هم جدا می شوند.

- جامد به بخار یا گاز تبدیل می شود
- هر قدر نسبت سطح به حجم جامد بیشتر باشد آن جسم راحت تر و سریع تر آتش می گیرد.

### مایعات

- به شکل ظرفشان در می آیند.
- تبخیر باعث برخاستن مولکول های مایع به هوا می شود.
- مایعات با سطح بیشتر نسبت به حجم شان سریع تر بخار می شوند و راحت تر و سریع تر می سوزند.

### گازها

- شکل و حجم خاصی ندارند.
- به طور نامحدود منبسط می شوند.
- گازها با هوا می بایست با درصد معین مخلوط شوند تا مشتعل و منفجر شوند.

### اکسیژن و عوامل اکسید کننده

- اکسیژن آغازگر و حمایت کننده احتراق است .
- مواد سوختنی ممکن است با مواد دیگر حتی بدون حضور اکسیژن به سوزند.

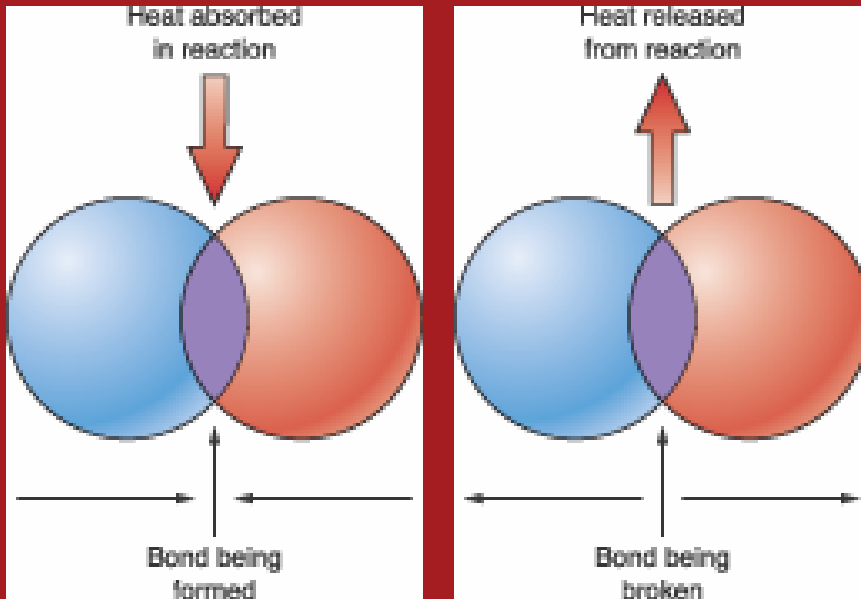
### حرارت

- برای روشن کردن آتش ضروری است
- انرژی است که از منابع مختلف ذیل ایجاد می شود:
  - انرژی مکانیکی
  - انرژی شیمیایی
  - انرژی الکتریکی

### واکنش های زنجیره ای

- واکنش های زنجیره ای باعث ادامه آتش سوزی می شوند بطوریکه سوخت ، اکسیژن و حرارت با هم بطور مناسب ترکیب شوند.
- قطع واکنش های زنجیره ای باعث اطفاء حریق می شود.

### شیمی احتراق (۲ از ۱)



- واکنش های حرارت زا
  - واکنش هایی که در نتیجه آن انرژی حرارتی آزاد می شود.
- واکنش های حرارت گیر
  - واکنش هایی که در نتیجه آن حرارت جذب می شود و نیاز به گرما دارند.

### شیمی احتراق (۲ از ۲)

- اکسیداسیون
  - از ترکیب اکسیژن با مواد دیگر که ایجاد مواد جدید می شود
- احتراق
  - ترکیب سریع مواد با اکسیژن که تولید گرما و نور می نماید
- پیرولیز
  - به تجزیه مواد بوسیله حرارت خارجی گفته می شود



### محصولات احتراق

- احتراق تولید دود و مواد دیگر می نماید.
- محصولات حریق به عوامل زیر بستگی دارد:
  - ماده سوختنی
  - درجه حرارت
  - میزان اکسیژن موجود
- تعداد معدودی از حریق ها همه ماده سوختنی موجود را مصرف می کنند.

### دود

- محصولات حریقی که به هوا می روند
- شامل :
  - ذرات ریز
  - بخارات
  - گاز ها
- استنشاق دود می تواند سبب آسیب های شدیدی شود.

### محتویات دود ( ۱ از ۲ )

- ذرات ( غبارات ) ریز
  - مواد جامد ریز شامل مواد نسوخته ، مقداری مواد نیمه سوخته و یا مواد کاملاً سوخته می باشند
  - این مواد ممکن است سمی یا داغ باشند
- بخارات
  - قطرات ریز مایع در هوا
  - می تواند شامل روغن های سوخته یا بخار آب مواد اطفایی باشد

### محتویات دود (۲ از ۲)

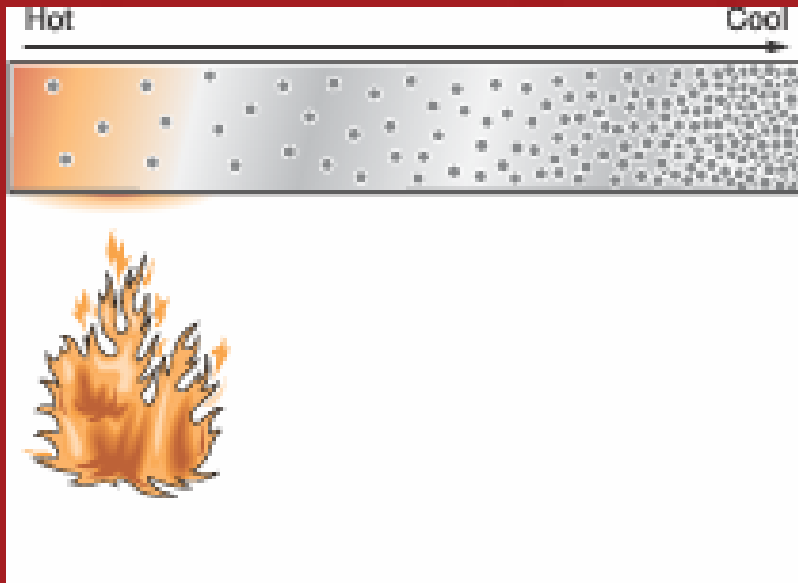
#### • گازها

- اکثر گازهای تولید شده از حریق سمی هستند
- گازهای معمول شامل :
  - کربن منواکسید
  - هیدروژن سیانید
  - فسژن

### انتقال حرارت

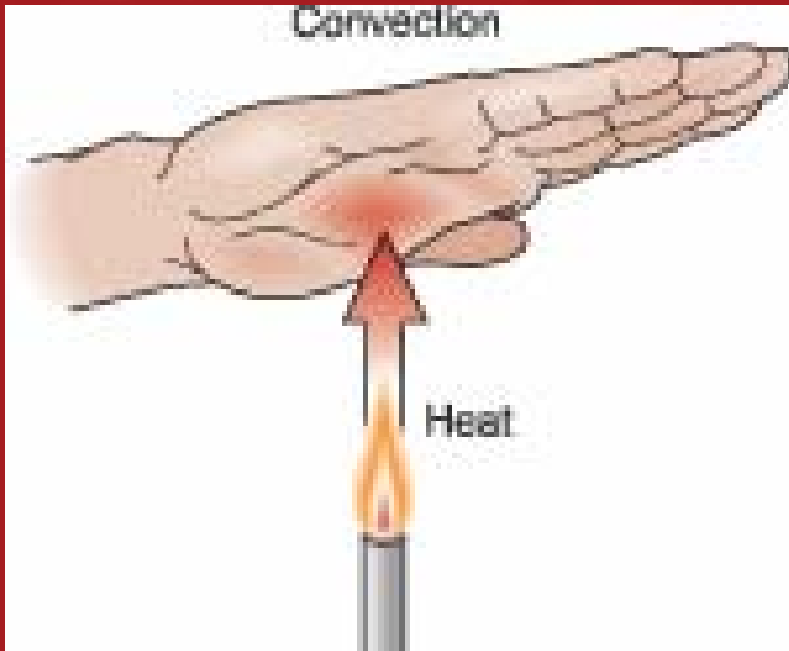
- احتراق ایجاد حرارت می کند و می تواند مواد نزدیک خود را به آتش بکشد.
- انرژی حرارتی همیشه از جای گرمتر به جای سردتر حرکت می کند.
- انتقال حرارت به سه روش صورت می گیرد:
  - هدایت
  - جابجایی ( همرفت )
  - تشعشعی ( تابش )

### هدایت



- حرارت از یک مولکول به مولکول دیگر انتقال می یابد ( هدایت مستقیم )
- هادی ها
- حرارت را بخوبی انتقال می دهند
  - مثلاً : فلزات
- عایق ها
- حرارت را خوب منتقل نمی کنند
  - مثلاً : پشم شیشه

### جابجایی



- انتقال حرارت به وسیله یک سیال واسطه مانند هوا یا یک مایع صورت می گیرد.
- ایجاد همرفت جریان گرما باعث انتقال حرارت می شود.

### جابجایی حرارت در داخل یک اتاق

- گاز های گرم به بالا می روند پس از برخورد با سقف بطور افقی گسترش می یابند.
- گاز های گرم سپس به پایین می آیند و یا از اتاق خارج می شوند.
  - بطور افقی
  - بطور عمودی



### تشعشی



- انتقال حرارت به این شکل از طریق امواج الکترو مغناطیسی نامرعی صورت می گیرد
- انتقال حرارت به طریق تشعشی می تواند ساختمانهای همجوار را به آتش بکشد ( حریق بر خوردی)
- امواج حرارتی می توانند از پنجره عبور کرده و ساختمان دیگر را به آتش بکشند

### حریق مایعات قابل اشتعال (۱ از ۳)

- مایعات قابل اشتعال قبل از سوختن باید به شکل بخار در آیند.
- يك حد پایین و حد بالای مخلوط بخار یا گاز قابل اشتعال با هوا جهت مشتعل شدن وجود دارد.
- اکثر مایعات قابل اشتعال می توانند زیر نقطه جوش خود بخوبی آتش بگیرند.

### حریق مایعات قابل اشتعال (۲ از ۳)

- شرایط لازم برای آتش گیری
  - مخلوط بخار یا گاز قابل اشتعال با هوا بین حدود اشتعال آن باشد
  - منبع آتش زنه انرژی کافی داشته باشد
  - اتصال یا جرقه بین منبع آتش زنه و مخلوط قابل اشتعال صورت گیرد

### حریق مایعات قابل اشتعال (۳ از ۳)

- نقطه شعله زنی (Flash point)

– کمترین درجه حرارتی است که آن مایع بخارات کافی جهت تشکیل يك مخلوط قابل اشتعال با هوا در سطح خود تولید نماید ( در صورت وجود منبع آتش زنه شعل موقتی بوده و خاموش می شود)

- نقطه آتش (fire point)

– کمترین درجه حرارتی است که يك مایع با سرعت کافی تولید بخار جهت ادامه اشتعال بنماید ( نقطه آتش معمولاً چند درجه بالاتر از نقطه شعله زنی است)

- درجه حرارت اشتعال (Ignition Temperature)

– کمترین درجه حرارت لازم که سبب اشتعال خودبخود مخلوط سوخت و هوا می شود

### حریق سوخت های گازی (۱ از ۲)

#### • چگالی بخار

- وزن واحد حجم يك گاز یا بخار را چگالی بخار گویند
- گازهای با چگالی بخار کمتر از ۱ به هوا می روند
- گازهای با چگالی بخار بیشتر از ۱ به پایین می آیند
- دانستن چگالی بخار به پیشگیری از حریق گازها کمک می کند

### حریق سوخت های گازی (۲ از ۲)

- گازها فقط هنگامی که با درصد معینی با هوا مخلوط شوند قابل اشتعال هستند.

- حدود اشتعال یا انفجار (Flammability/explosive limits)

– گازها یا بخارات قابل اشتعال با اکسیژن و یا هوا تشکیل یک مخلوط قابل اشتعال یا انفجار می دهند که با درصد بیان می شود

- یک مخلوط با درصدی پایین تر از حد پایین اشتعال یا انفجار جهت اشتعال ضعیف است (مشتعل نمی شود)

– یک مخلوط با درصدی بالاتر از حد بالای اشتعال یا انفجار جهت اشتعال بیش از حد قوی است (مشتعل نمی شود)

### بلوی (BLEVE) (از ۳)

- بلوی: انفجار ناشی از ازدیاد فشار بر اثر افزایش فشار بخار حاصل از جوشیدن مایع می باشد .
- بلوی زمانی رخ می دهد که مایع درون مخازن تحت فشار بیش از نقطه جوش مایع گرم بشود.

### بلوی (BLEVE) (۳ از ۲)

#### • مراحل بلوی :

- مخزن یا تانک گرم می شود
- فشار داخلی از حد توانایی سوپاپ تهویه بیشتر می شود.
- سیستم ایمنی تانک از کار می افتد
- سوخت مایع به نقطه جوش یا بالاتر از آن می رسد
- مایع بشدت منبسط شده و به شکل ابری از بخار منفجر می شود
- بخارات قابل اشتعال به شکل يك گوی آتشین در می آیند



### بلوی (BLEVE) (۳ از ۳)

- انفجارات بلوی بسیار خطرناک بوده و می تواند یه اشخاص و آتش نشانان صدمه بزند و حتی باعث کشته شدن آنان شود
- گوی آتشین که از انبساط شدید گاز و با شعله وری همراه هست
- تکه های بزرگ تانک یا مخزن را به فاصله دور پرتاب می نماید

### گروه بندی حریق ها ( ۱ از ۲ )

- حریق ها بر مبنای نوع سوخت گروه بندی می شوند
- مواد خاموش کننده بر مبنای نوع حریقی که اطفاء می کنند دسته بندی می شوند.
- يك خاموش کننده ممکن است برای بیشتر از يك گروه حریق دسته بندی شود.

## گروه بندی حریق ها (۲ از ۲)

• گروه های پنجگانه حریق:

A – گروه

B – گروه

C – گروه

D – گروه

K – گروه

### گروه A

• مواد خشك معمولی شامل :

– چوب

– کاغذ

– پارچه

• ماده اطفایی:

– آب ( سرد کردن )

### گروه B

• مایعات قابل اشتعال مانند :

– بنزین

– نفت

– روغن ها

• مواد اطفایی:

– فوم ( کف ) یا گاز کربنیک

– پودر شیمیایی

### گروه C

- حریق وسایل برقی
  - پس از قطع برق وسایل جزو گروه A یا B قرار می گیرند
  - خطر برق گرفتگی در این نوع حریق ها وجود دارد
- مواد اطفایی :
  - گاز کربنیک
  - از خاموش کننده های محتوی آب استفاده نشود
  - قبل از اطفاء حریق با آب جریان برق را قطع نمایید

### گروه D

• فلزات قابل اشتعال :

– پتاسیم

– لیتیم

– منیزیم

• مواد اطفایی :

– پودر خشک یا ماسه خشک

– هرگز از آب استفاده نشود

### گروه K

- حریق ناشی از روند پخت و پز

- روغن های سرخ کردنی

- چربی ها

- مواد اطفایی طراحی شده جدید به عنوان گروه K می باشد.

- محتوی مواد شیمیایی مرطوب Wet chemical می باشد که از

- محلول آبی استات پتاسیم ، کربنات پتاسیم و سیترات پتاسیم به تنهایی یا مخلوط بر هم استفاده می شود.



### مراحل حریق

- مراحل حریق شامل چهار مرحله متمایز می باشد:
  - اشتعال ( افروزش )
  - رشد
  - توسعه کامل
  - خاموشی

### مرحله اشتعال ( افروزش )

- سوخت ، حرارت و اکسیژن وجود دارد
- مواد سوختنی تا درجه حرارت اشتعال گرم شده است

### مرحله رشد

- حجم سوخت افزایش می یابد
- آتش رشد بیشتری می کند
- جابجایی هوای بیشتر را به سوی آتش می کشاند
- لایه های گرمایی:
- گازهای گرم در زیر سقف جمع می شوند و به پایین می آیند

### Flashover فلاش اور

- انفجاری است که در مرز بین مرحله رشد و مرحله توسعه کامل رخ می دهد
- همه مواد قابل اشتعال موجود در محیط یکباره مشتعل می شوند
- درجه حرارت ممکن است به ۱۰۰۰ درجه فارنهایت برسد
- فلاش اور کشنده است

### مرحله توسعه کامل

- حرارت تولید شده در حداکثر سرعت نرخ آن قرار دارد
- اکسیژن هوا بشدت مصرف می گردد
- آتش بیشتر توسعه می یابد و اکسیژن کم می آید

### مرحله خاموشی



- مواد سوختنی در حال تمام شدن و دود کردن است
- شدت آتش رو به کاهش است
- سرانجام آتش فرو می نشیند و خاموش می شود

### مشخصات درونی و ساختار آتش

- آتش سوزی هایی که کاملاً یا تا حدودی در داخل ساختمان ها رخ می دهد شامل:
- ساختمان ها مانند يك جعبه عمل می کنند
- نکات مهم و ویژه:
  - محتویات ساختمان
  - بار حریق و نحوه پخشایش آن
  - فلاش اور، رول اور ، بک درفت و لایه های حرارتی

### محتویات ساختمان

- در اکثر آتش سوزی ها محتویات داخل ساختمان می سوزند و خود ساختمان کمتر می سوزد
- ساختمان های مدرن محتوی مقدار زیادی پلاستیک و مواد مصنوعی هستند
- اسباب و اثاثیه منزل ممکن است مقاومت کمی نسبت به اشتعال و شعله وری داشته باشند
- دیوارها و سقف ساختمان ممکن است از مواد قابل اشتعال باشند و بسرعت بسوزند



### بار حریق و گسترش آن

- مقدار کل مواد قابل اشتعال در يك مكان بر حسب كيلو گرم بر متر مربع را بار حریق می نامند
- بار حریق تعیین کننده مقدار حرارت و دودی خواهد بود که در آتش سوزی تولید می گردد
- اندازه ، شکل و ترتیب قرار گرفتن مواد سوختنی در قدرت اشتعال و سرعت انتشار حریق موثر است

### توجهات ویژه

• چار عامل اساسی که در حریق های داخل ساختمان جهت ایمنی و محافظت متصرفین و اقدامات آتش نشانی موثرند عبارتند از:

– فلاش اور Flashover

– فلیم اور یا رول اور (Flameover (or rollover)

– بک درفت Backdraft

– لایه های حرارتی و تراز گرمایی و thermal layering and thermal balance

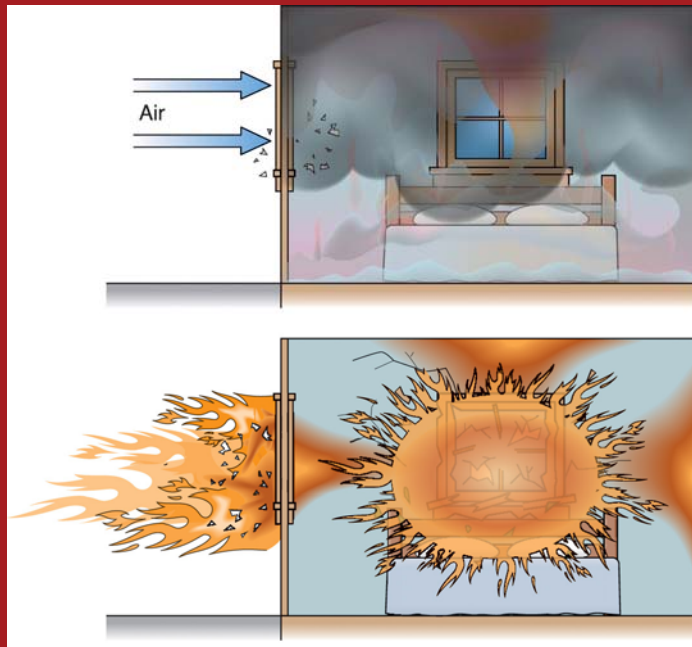
### فلاش اور Flashover

- ناگهان تمام محتویات ساختمان یکباره شعله ور می شود
- شانس بسیار کمی برای جان سالم بدر بردن از این انفجار وجود دارد
- اغلب انفجار فلاش اور هنگامیکه آتش نشانان به صحنه حریق می رسند رخ می دهد
- علایم و نشانه های فلاش اور:
  - دود سیاه و غلیظ با تراکم بالا
  - دود متراکم نیمی از در یا پنجره را پوشانده است
  - شعله قابل رویت است

### رول اور یا فلیم اور (Rollover (Flameover)

- علایم اخطار از انفجار قریب الوقوع فلاش اور وجود دارد
- شعله آتش کمی در بالای لایه دود قرار دارد
- در چنین موقعیتی باید محل را تخلیه کرده و با آب هوای محیط را سرد نموده و مکان آتش سوزی را تهویه کرد

### بک درفت (Backdraft) (۱ از ۴)



- انفجاری است که در اثر وارد شدن ناگهانی اکسیژن هوا به محیط دربسته ای که دارای مواد قابل اشتعال بسیار داغ و بخار شده می باشد

### Backdraft بک درفت (۲ از ۴)

- معمولاً زمانی رخ می دهد که آتش در مرحله کند سوزی است
- فضای ساختمان با گاز منو اکسید کربن و دیگر محصولات حریق پر شده است
- ورود ناگهانی هوا باعث این انفجار می گردد

### Backdraft بك درفت (۳ از ۴)

- علایم و نشانه های قریب الوقوع بك درفت :
  - شعله کم و قابل مشاهده نیست
  - دود ساطع شده تحت فشار از شکاف ها خارج می شود
  - هیچ بازشویی باز نیست
  - گرمای حریق حس می شود
  - رنگ دود حریق تغییر کرده است
  - دود شیشه ها را پوشانده و سیاه کرده است
  - درجه حرارت بالاست و علایم آن مشهود است

### Backdraft بك درفت (۴ از ۴)

- پیشگیری از بك درفت :
  - تهویه از بالاترین سطح که باعث گازهای بسیار گرم شود
  - حمله به آتش با هماهنگی کامل و احتیاط از انفجار



### لایه های حرارتی و تراز گرمایی

- گازهای بسیار گرم شده در زیر سقف جمع می شوند
- درجه حرارت در قسمت کف بسیار کم است
- جریان آتش سوزی ایجاد گاز و بخارات منبسط و بالا رونده می نماید
- پیشگیری:
  - همزمان حمله به آتش و تهویه محل با هماهنگی کامل
  - استفاده از جریان آب بصورت جت که کمترین بخار آب را تولید نماید

### خلاصه مطالب

(۳۱۱)

- آتش نشانان برای موفق بودن در عملیات اطفاء حریق باید رفتار حریق را بشناسند
- خصوصیات جامدات ، مایعات و گازها با هم متفاوت است
- مثلث حریق و چهار وجهی آن برای شرایط احتراق لازم و ضروریست

### خلاصه مطالب

(۳ از ۲)

- هر يك از پنج گروه حریق روش های اطفایی بخصوصی دارد
- آگاهی و شناخت راه های انتقال حرارت برای درک پیشرفت و توسعه حریق ضروریست
- يك نمونه بارز آتش سوزی از چهار مرحله تشکیل می شود

### خلاصه مطالب

(۳ از ۳)

- آتش سوزی جامدات ، مایعات و گازهای قابل اشتعال و حریق های داخل ساختمان هر يك خصوصیات منحصر به فردی دارند
- فلاش اور ، رول اور ، بک درفت و لایه های گرمایی شرایطی هستند که جان آتش نشانان و مردم را تهدید می نماید