

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## انواع مشعل

تهیه و تنظیم:

مهران صالحی حجت بهمن زاده

دانشجوی رشته مهندسی مکانیک، گرایش حرارت و سیالات

بهار 89

|         |                                             |
|---------|---------------------------------------------|
| 4.....  | (1) مقدمه                                   |
| 5.....  | (2) دسته بندی کلی مشعلها                    |
| 5.....  | 2-1 دسته بندی مشعلها بر اساس نوع مخلوط شدن  |
| 9.....  | 2-1-3 مشعلهای پیش مخلوط جزئی                |
| 10..... | 2-1-4 مشعلهای مرحله ای                      |
| 12..... | 2-2 دسته بندی بر اساس نوع سوخت              |
| 13..... | 2-2-1 مشعل های سوخت گازی                    |
| 13..... | 2-2-2 مشعل های سوخت مایع                    |
| 15..... | 2-2-3 مشعلهای سوخت جامد                     |
| 15..... | 2-2-3 مشعلهای دوگانه سوز                    |
| 16..... | 2-3 دسته بندی مشعلها بر اساس نوع اکسیدکننده |
| 18..... | 2-4 Draft Type                              |
| 18..... | 2-4-1 forced-draft مشعلهای                  |
| 19..... | 2-4-2 natural-draft مشعلهای                 |
| 21..... | 2-5 دسته بندی مشعلها از نظر نحوه گرمایش     |
| 21..... | 2-5-2 مشعلهای گرمایش غیرمستقیم              |
| 22..... | 2-6 دسته بندی مشعلها بر اساس شکل خروجی نازل |
| 24..... | (3) اجزای مشعل                              |
| 24..... | 3-1 سیستم جرقه زنی                          |
| 25..... | 3-2 Plenum                                  |
| 25..... | 3-3 Burner Tile                             |

26..... 3-4 کنترلها

26..... 3-5 سیستم ایمنی شعله

27..... (4) انواع دیگر مشعلها

27..... 4-1 مشعلهای تابش گرمایی

28..... 4-2 مشعل های دیواره تابشی

29..... 4-3 مشعل های دوار

30..... مراجع

## 1) مقدمه

احتراق، نخستین منبع کاربردی انرژی است که بشر بدان دست یافته است. احتراق، گذشته از دادن گرما و نور، گسترده‌ی خوراکی‌هایی را که بشر می‌توانست گوارش نماید گسترش بخشیده و وی را توانا ساخت که فلزات را بکار گیرد. امروز نیز هنوز بیش از 75 درصد انرژی مصرفی جهان از راه احتراق فراهم می‌شود. با وجود پژوهش‌های روزافزون برای دستیابی به انرژی‌های جانشین، شکی نیست که در سده‌های آینده نیز احتراق همچنان مهم خواهد ماند، بویژه در مواردی مانند کاربردهای ترابری که به یک روش ساده انبار سازی انرژی نیاز دارند.

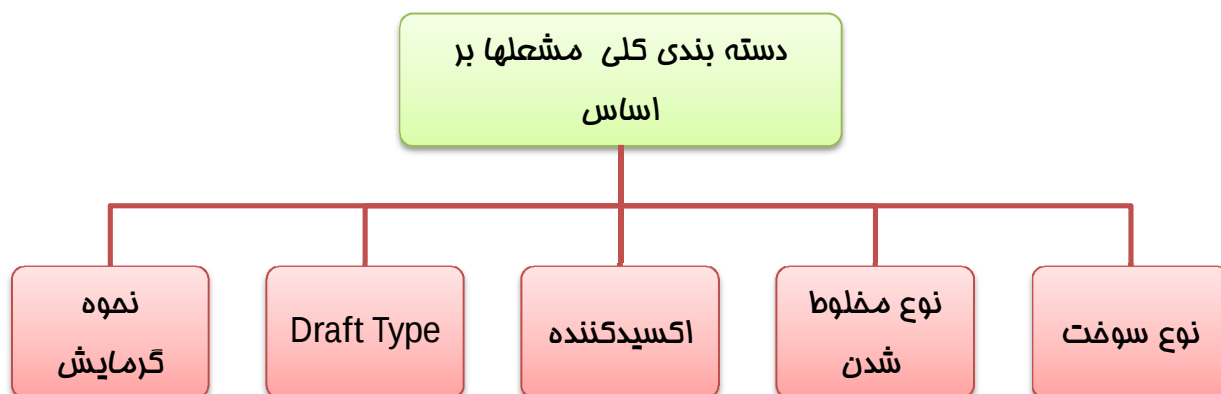
از آنجا که ذخیره‌های سوختی جهان رو به تهی شدن هستند، اینگونه سوخت‌ها پیوسته گرانتر می‌شوند و ناگزیر به منابع دیگری باید روی آورد که دسترسی به آنها دشوارتر است. از این رو، بسیار اهمیت دارد که فرایند احتراق با بازدهی بالاتر صورت پذیرد. از سوی دیگر بیشتر کاربردهای احتراق، بر محیط زیست اثرهای زیان‌آوری بر جای می‌گذارند. از این روف سزاوار است اینگونه پیامدهای ناگوار، به پایین ترین حد خود رسانده شوند.

یکی از کاربردهای اساسی فرایندهای احتراقی، بهره‌گیری آنها در دستگاه‌های گرمایشی است، که هم وسایل صنعتی و هم وسایل خانگی را در بر می‌گیرد.

مشعل یکی از قسمت‌های اساسی کوره و از تجهیزات اشتعال سوخت توسط پدیده احتراق می‌باشد. مشعل وسیله‌ای برای بهینه سوزاندن سوخت، با بازدهی مطلوب است. مشعل‌ها از پر کاربردترین وسایل تولید انرژی حرارتی در جهان هستند که کاربرد فراوانی دارند.

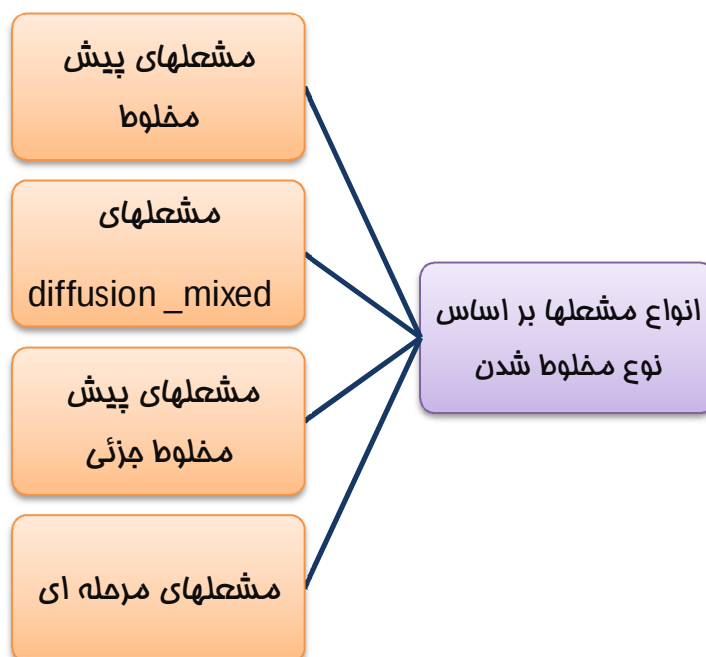
## 2) دسته‌بندی کلی مشعل‌ها

روش‌های زیادی برای دسته‌بندی مشعل‌ها وجود دارد. بعضی از روش‌های متداول دسته‌بندی مشعل‌ها در ادامه مورد بحث قرار گرفته است.



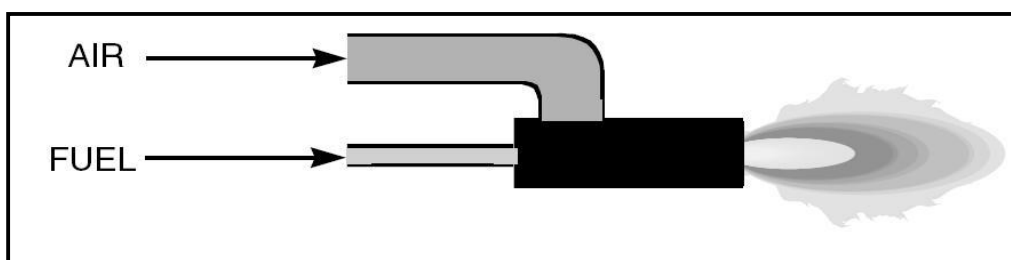
### 2-1 دسته‌بندی مشعل‌ها بر اساس نوع مفلوط شدن

یک روش دسته‌بندی مشعل‌ها بر اساس نحوه مفلوط شدن سوخت و اکسید کننده است.

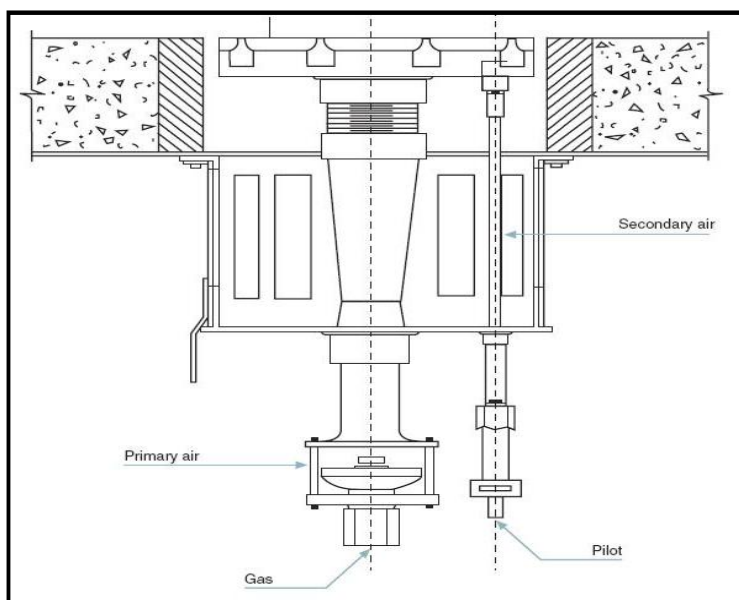


## 2-1-1 مشعل‌های پیش‌مخلوط

در مشعل‌های پیش‌مخلوط (نشان داده شده به صورت دیاگرام در شکل 1-1 و به صورت شماتیکی در شکل 1-2) سوخت و اکسید کننده قبل از اینکه احتراق شروع شود، به طور کامل با هم مخلوط می‌شوند. مشعل‌های تابش گرمایی و مشعل‌های دیوار تابشی معمولاً از نوع پیش‌مخلوط هستند. مشعل‌های پیش‌مخلوط در مقایسه با شعله‌های انتشاری اغلب شعله‌های کوتاه‌تر و شدیدتر تولید می‌کنند.



شکل 1-1 دیاگرام مشعل پیش‌مخلوط



شکل 1-2 طرح شماتیک مشعل پیش‌مخلوط

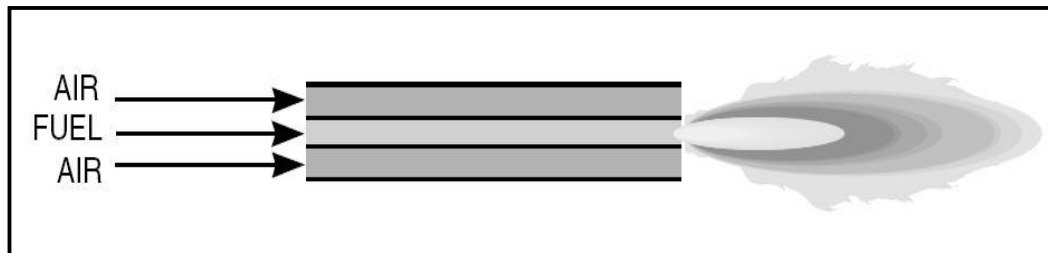
این نوع مشعل می‌تواند قسمت‌هایی با دمای بالا در شعله ایجاد کند و باعث گرمایش غیر یکنواخت و انتشار  $\text{NO}_x$  بیشتر شود، گرچه این موارد به طراحی آن وابسته است. بنابراین مشعل‌های پیش مخلوط مفید هستند، زیرا دماهای بالاتر و شعله‌های کوتاه‌تر می‌تواند نرخ گرمایش را افزایش دهد.



شکل 3-1 ویژگی‌های شعله مشعل پیش مخلوط

## 2-1-2 مشعل‌های diffusion\_mixed

در مشعل‌های diffusion - mixed نشان داده شده در شکل 3-1، سوخت و اکسید کننده تا قبل از احتراق به صورت جدا و نامخلوط باقی می‌مانند؛ سوخت با یک جت مرکزی و هوای احتراق موازی و دورتر آن وارد می‌شود.



شکل 1-4 طرح کلی مشعل diffusion-mixed

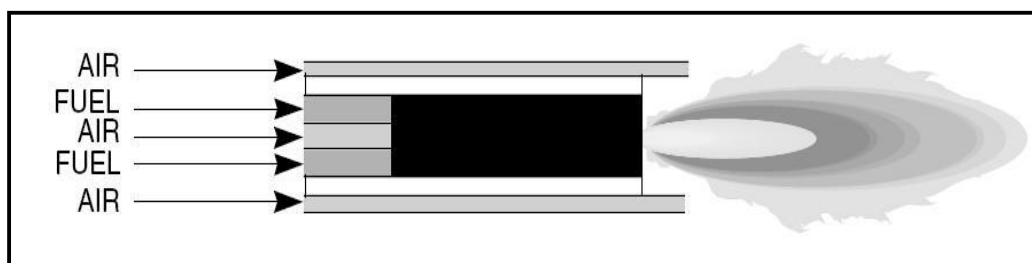
معمولاً diffusion burner شعله‌هایی بلندتر از مشعل‌های پیش‌مخلوط دارند. این مشعل‌ها، شعله‌هایی با دما و توزیع شار حرارتی یکنواخت‌تر ایجاد می‌کنند و نقطه داغ با دمای بالا ندارند. همچنین انتشار  $\text{NO}_x$  این مشعل‌ها کمتر است، گرچه این پارامتر به طراحی آن وابسته است.



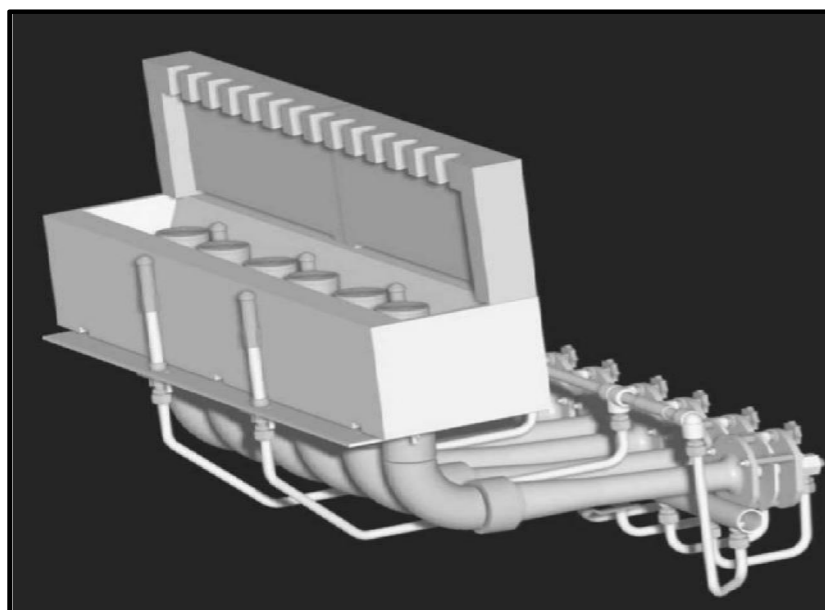
شکل 1-5 ویژگی‌های شعله مشعل diffusion-mixed

### 3-1-2 مشعل‌های پیش‌مخلوط جزئی

نوع دیگری از مشعل‌ها به صورت مشعل‌های پیش‌مخلوط جزئی هستند (نشان داده شده در شکل 1-6 و شکل 1-7) که بخشی از سوخت قبل از خروج از مشعل با اکسید کننده مخلوط می‌شود. این عمل اغلب برای پایداری و دلایل ایمنی انجام می‌شود و مخلوط شدن جزئی به مهار شدن شعله کمک می‌کند. بطوریکه مخلوط شدن ناقص شانس پس زدن شعله (flash back) را کاهش می‌دهد. این نوع مشعل، اغلب شعله ای دارد که طول و دما و توزیع شار حرارتی آن بین شعله نوع پیش مخلوط کامل و نوع diffusion است.



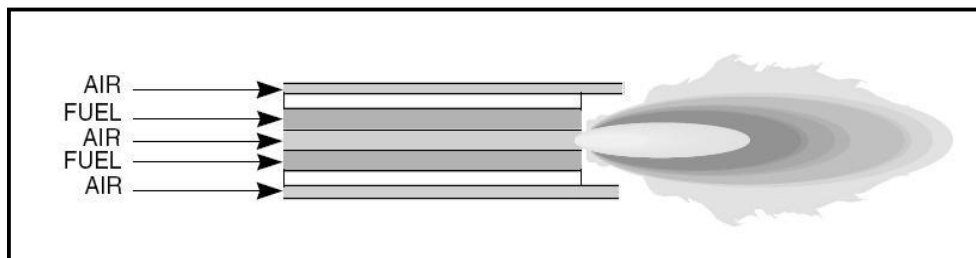
شکل 1-6 طرح شماتیک مشعل پیش مخلوط جزئی



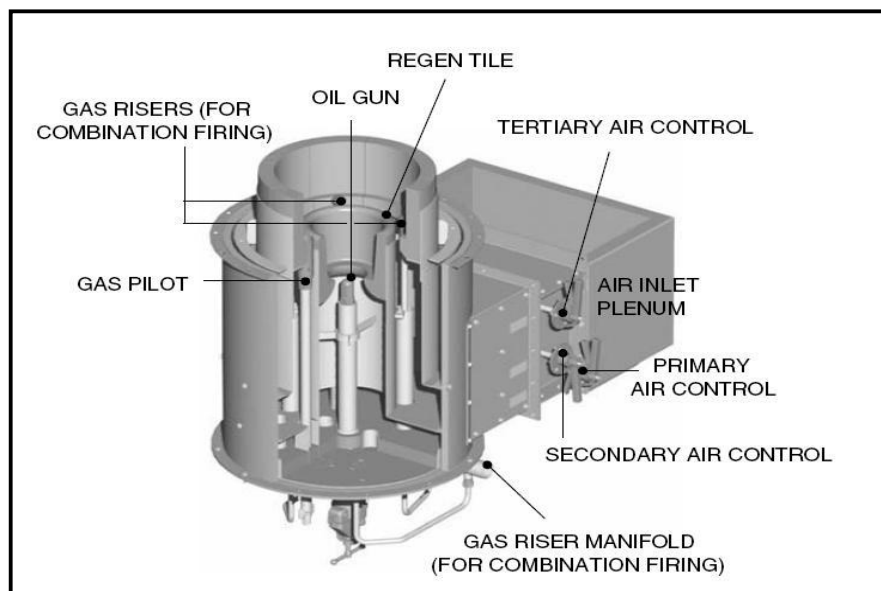
شکل 1-7 قسمتی از یک مشعل پیش مخلوط جزئی

#### 2-1-4 مشعلهای مرحله‌ای

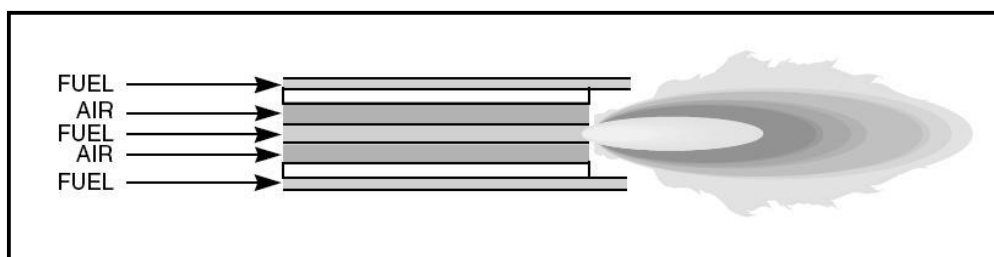
نوع دیگر دسته بندی مشعل‌ها براساس نحوه مخلوط شدن، به عنوان staging مشهور است :  
staged fuel و staged air  
مشعل Staged air در دیاگرامی در شکل 1-6 و به طور شماتیکی در شکل 1-7 نشان داده شده است.  
مشعل staged fuel در دیاگرامی در شکل 1-8 و به طور شماتیکی در شکل 9-1 نشان داده شده است.



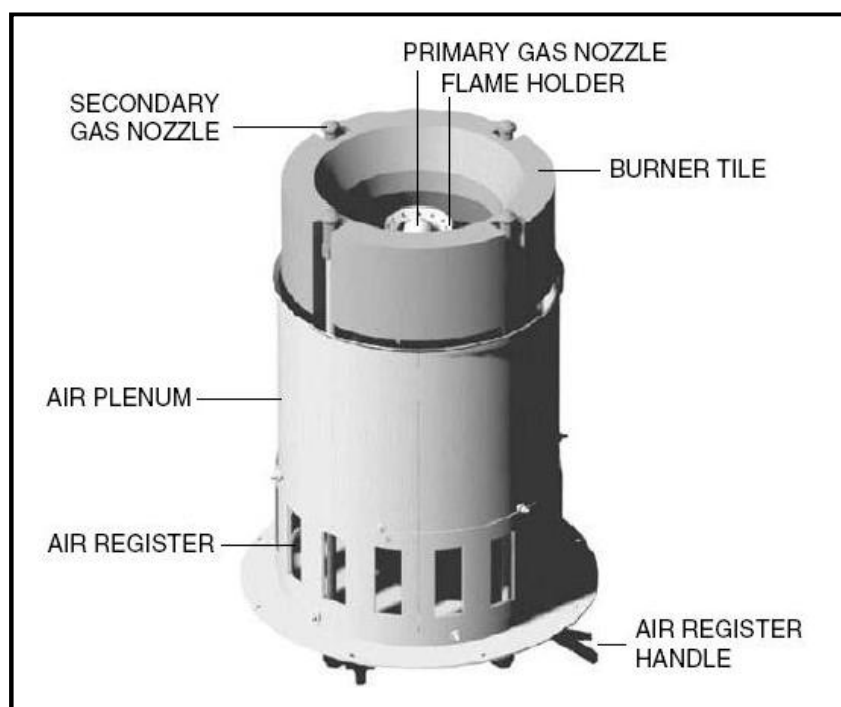
شکل 1-8 طرح کلی مشعل staged-air



شکل 1-9 طرح شماتیک مشعل staged-air



شکل 1-10 طرح کلی مشعل staged fuel



شکل 1-11 طرح شماتیک مشعل staged fuel

در این مشعل‌ها انژکتورهای دوگانه و گاهی سه‌گانه، برای پاشش قسمتی از سوخت و یا اکسید کننده به شعله استفاده می‌شوند. طبقه‌ای کردن اغلب به منظور کنترل انتقال حرارت، ایجاد شعله‌های بلندتر و کاهش انتشار آلاینده‌هایی مانند  $\text{NO}_x$  انجام می‌شود. این نوع شعله‌های بلندتر دارای دمای شعله با پیک ضعیف هستند و توزیع شار حرارتی آن یکنواخت‌تر از شعله‌های Nonstaged است.

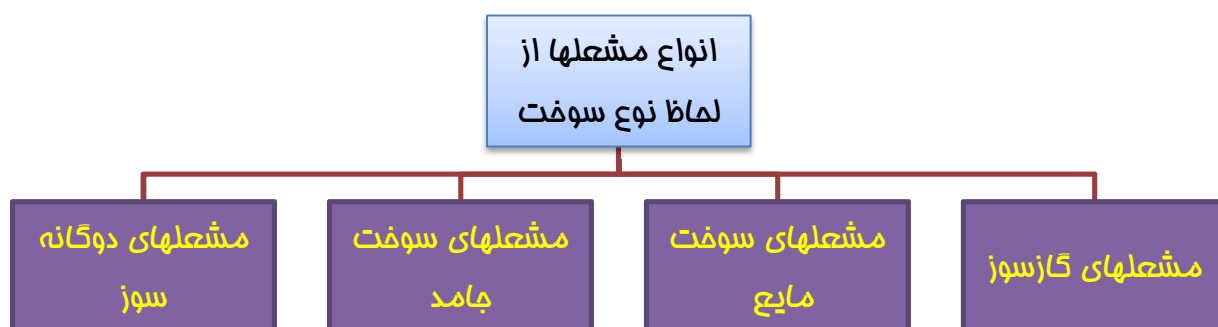
اما باید توجه کرد که شعله‌های چند برابر بلندتر می‌تواند نتایج غیر قابل پیش بینی در مقایسه با شعله‌های کوتاه داشته باشد.



شکل 1-12 نمونه ای از مشعل staged fuel

## 2-2 دسته بندی بر اساس نوع سوخت

مشعل ها را می‌توان بر اساس نوع سوخت آن ها نیز دسته بندی کرد.



## 2-2-1 مشعل های سوخت گازی

مشعل های سوخت گازی، پرکاربردترین نوع مشعل مورد استفاده در اینجا هستند.

به طور کلی، گاز طبیعی (NG) به علت قیمت پایین و در دسترس بودن، عمده سوخت گازی هستند که مورد استفاده قرار می گیرند. کنترل سوخت های گازی در مقایسه با سوخت های مایع و جامد آسانتر است، زیرا نیازی به تبخیر شدن ندارند. همچنین کنترل کاهش انتشار آلاینده های سوخت های گازی ساده تر است، به این علت که سوخت های گازی را در مقایسه با سوخت های مایع و جامد می توان راحت تر به صورت staging یا طبقه طبقه به کار برد.



شکل 1-13 نمونه ای از مشعل staged fuel

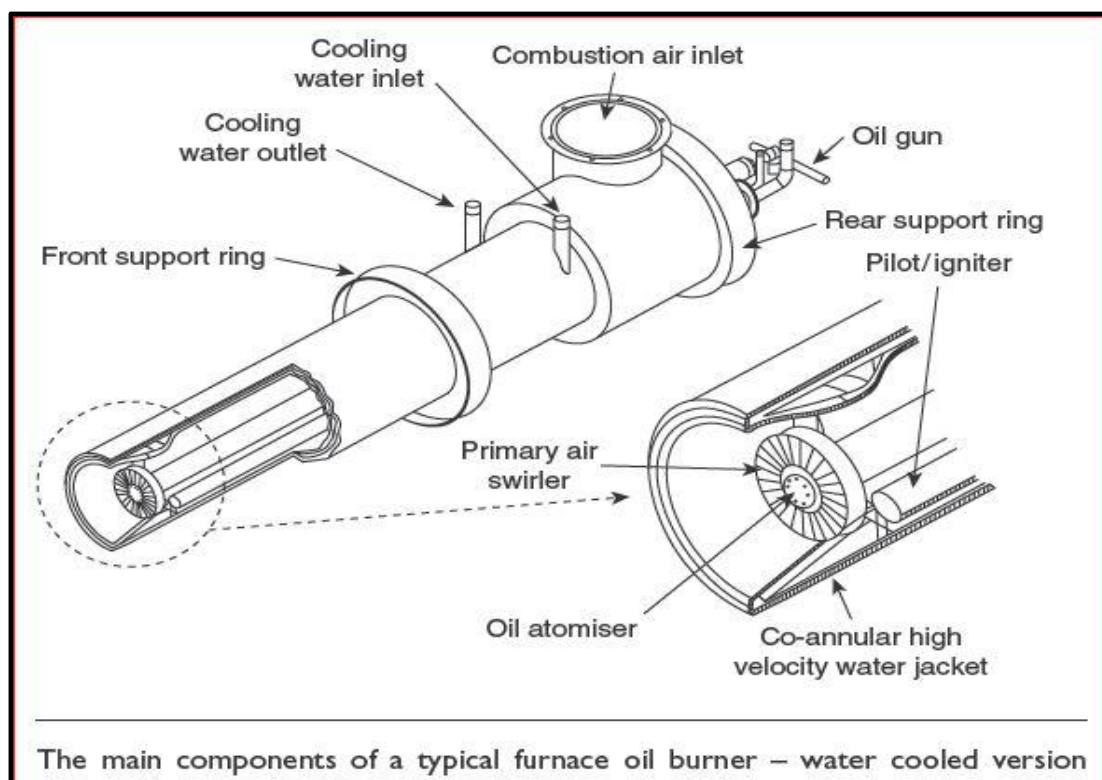
## 2-2-2 مشعل های سوخت مایع

کاربرد مشعل های سوخت مایع کمی محدودتر است، اما در برخی از مناطق جهان همچون آمریکای جنوبی متداولترند. نفت No.6 و No.2 رایج ترین سوخت مایع هستند که استفاده می شوند. سوخت

های مایع پسماند و بی مصرف نیز در فرایندهای کوره سوزانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. یکی از پارامترهای مهم در استفاده از مواد نفتی، تبخیر مایع به قطرات بسیار ریز برای احتراق بسیار کامل است. اتمایزر کردن ناکافی، باعث تولید هیدروکربن‌های نسوخته می‌شود و بازده سوخت را کاهش می‌دهد.

معمولاً برای اتمایزر کردن سوخت‌های مایع از بخار و هوای فشرده استفاده می‌شود.

اغلب نیاز به اتمایزر کردن، اختیارات را برای تغییرات در طراحی مشعل به منظور کاهش انتشار آلاینده‌ها کم می‌کند. مسأله دیگر در سوخت‌های نفتی مایع وجود ناخالصی‌هایی همچون نیتروژن و سولفور است که باعث تولید آلاینده‌های  $SO_x$  و  $NO_x$  می‌شوند.



شکل 14-1 ساختار کلی مشعل سوخت مایع

### 3-2-2 مشعل‌های سوخت جامد

عمده ترین نوع مشعل‌های سوخت جامد، مشعل زغالسنگی است. این نوع مشعل در صنایع و نیروگاه‌ها و بیشتر در کشورهایی که دارای ذخایر زغالسنگ هستند مورد استفاده قرار گرفته است. مشعل زغالسنگ در تولید مواد آلاینده و کثیفی مشهور است.

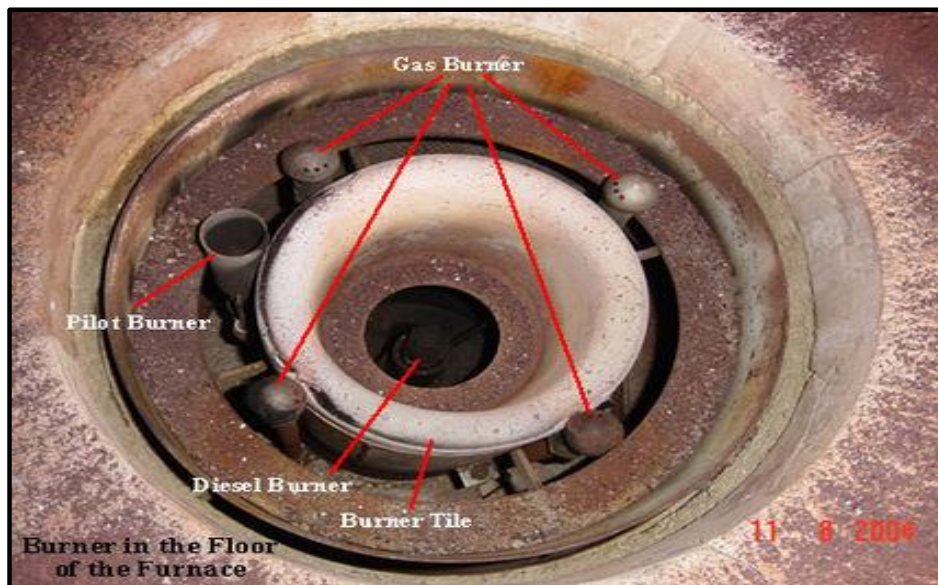
در مشعل زغالسنگی که در نیروگاه‌ها استفاده می‌شود، زغالسنگ به صورت پودر دمیده می‌شود؛ این عمل به منظور اختلاط بیشتر سوخت و هوا صورت می‌گیرد که نتیجه آن ایجاد احتراق کاملتر و سریعتر است.

مشکل این نوع مشعل‌ها تولید دود و رسوبات قیردار است.

سوخت‌های جامد در بیشتر کاربردهای صنعتی بصورت رایج مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. کک و زغالسنگ، متداولترین سوخت‌های جامد هستند. زغالسنگ در تولید برق و کک در بعضی فرایندهای اولیه تولید فلزات استفاده می‌شود. نوع دیگر سوخت جامد ساختگی، رسوبی است که از کوره‌های زباله‌سوز بدست می‌آید. اغلب سوخت‌های جامد دارای ناخالصی‌هایی همچون نیتروژن و گوگرد هستند که می‌تواند به طور قابل توجه انتشار آلاینده‌ها را افزایش دهد. بعضی از سوخت‌های جامد دارای مواد شیمیایی خطرناک هستند که مواد آلاینده سرطان‌زا را تولید می‌کنند.

### 3-2-2 مشعل‌های دوگانه‌سوز

بعضی کاربردها نیازمند این است که مشعل بتواند با سوخت گازی مانند گاز طبیعی و یا با سوخت مایع مانند نفت و یا هر دو به صورت همزمان مورد استفاده قرار گیرد. در اکثر پالایشگاه‌ها نوع سوخت کوره بسیار متنوع است. هنگامی که در واحدهای پالایشگاه، گاز به مقدار زیاد تولید گردد، سوخت کوره گازی بوده و زمانی که برشهای نفتی مازاد بر مصرف باشند، از آنها به عنوان سوخت استفاده می‌شود. لذا مشعل‌های کوره‌ها باید برای سوخت‌های گازی و نفتی تواناً طراحی گردند.

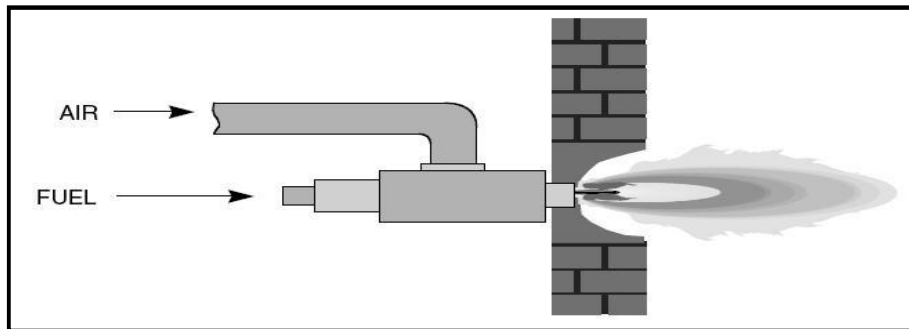


شکل 15-1 مشعل دوگانه سوز

### 2-3 دسته بندی مشعل‌ها براساس نوع اکسیدکننده

مشعل‌ها و شعله‌ها بر اساس نوع اکسیدکننده نیز دسته‌بندی می‌شوند. بیشتر مشعل‌های صنعتی از هوا برای احتراق استفاده می‌کنند. در کاربردهای گرمایش با دمای بالا و ذوب کردن، مانند تولید شیشه، اکسید کننده اکسیژن خالص است. در دیگر کاربردها، اکسید کننده ترکیبی از هوا و اکسیژن است.

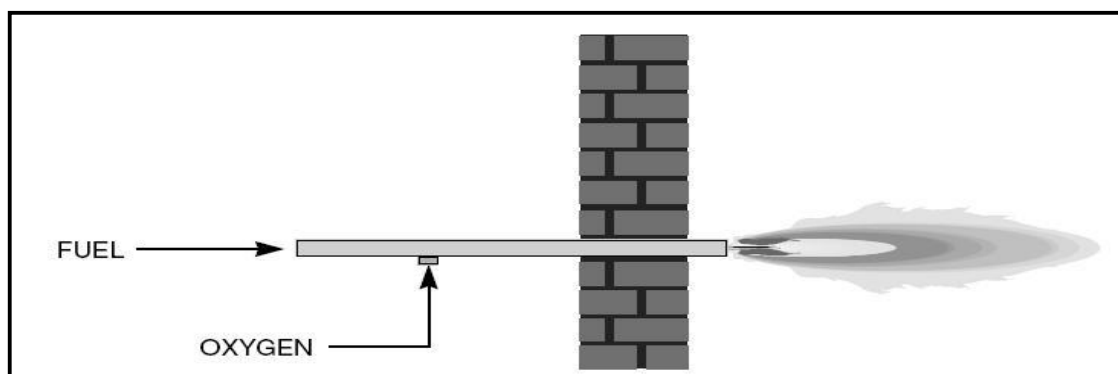
شکل 16-1 شماتیکی از مشعل هوا / سوخت را نشان می‌دهد که متداولترین نوع مشعل استفاده شده در کاربردهای احتراق صنعتی است. در بیشتر موارد، احتراق بوسیله فن یا دمنده تأمین می‌شود، هر چند موارد استعمال زیادی در صنعت پتروشیمی وجود دارد که از مشعل‌های natural-draft استفاده می‌شود.



شکل 1-16 طرح شماتیک مشعل air/fuel

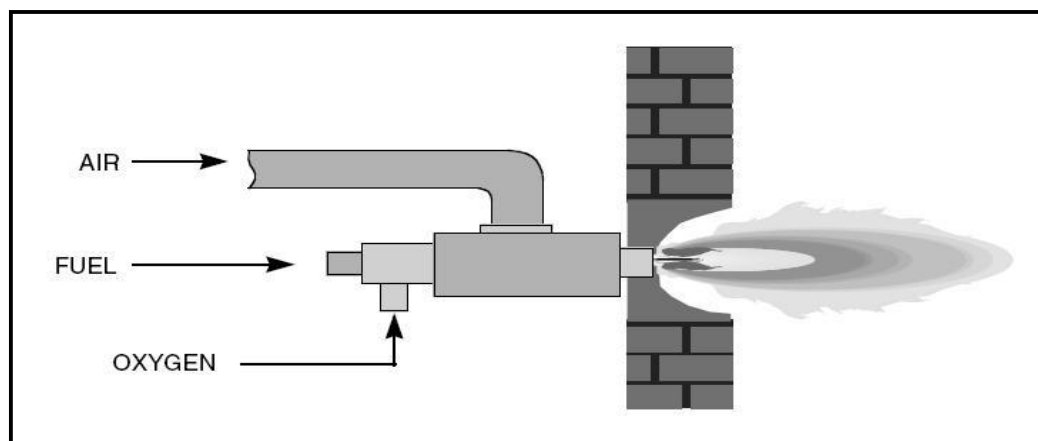
شکل 1-17 یک روش استفاده از OEC نشان داده شده که به عنوان مشعل اکسیژن / سوخت شناخته می‌شود. تقریباً در تمامی موارد، سوخت و اکسیژن در داخل مشعل جدا باقی می‌مانند. آنها با هم مخلوط نمی‌شوند تا زمانی که در خروجی به هم برسند. به این نوع مشعل‌ها، مشعل nozzle-mix نیز گفته می‌شود که یک مشعل diffusion تولید می‌کنند. در این نوع مشعل بدلیل مسائل ایمنی، گاز ها با هم پیش مخلوط نمی‌شوند؛ زیرا بعلت واکنش پذیری شدید  $O_2$  خالص، اگر گاز ها با هم پیش‌مخلوط شوند، احتمال انفجار وجود دارد. در این روش اکسیژن با درصد خلوص بالا (90درصد حجمی) برای احتراق سوخت استفاده می‌شود.

در یک سیستم اکسیژن / سوخت، خلوص واقعی اکسید کننده به روش تولید  $O_2$  بستگی دارد. احتراق در سیستم اکسیژن / سخت بیشترین پتانسیل را برای بهبود فرایند دارد، اما در عین حال می‌تواند بیشترین هزینه را هم داشته باشد.



شکل 1-17 طرح شماتیک مشعل oxy/fuel

شکل 18-1 یک فرایند سوخت/هوا را نشان می‌دهد که هوا با گاز اکسیژن غنی شده است. به این روش غنی سازی  $O_2$  سطح پایین یا غنی سازی پیش مخلوط می‌گویند. بسیاری از مشعل های رایج سوخت/هوا، از این فناوری استفاده می‌کنند. در این روش اکسیژن به هوای احتراق ورودی تزریق می‌شود؛ برای اطمینان از اختلاط کامل، معمولاً این کار را یک دیفیوزر انجام می‌دهد. این روش یک ارتقای ارزان برای سیستم مشعل است که مزایای قابل توجهی را ایجاد می‌کند. اکسیژن اضافه شده، شعله را کوتاهتر و شدیدتر خواهد کرد. اما با اضافه کردن بیش از حد اکسیژن شکل شعله به طور غیر قابل قبولی کوتاه می‌شود و در نتیجه دمای بالای شعله ممکن است به مشعل یا بلوک مشعل آسیب برساند.

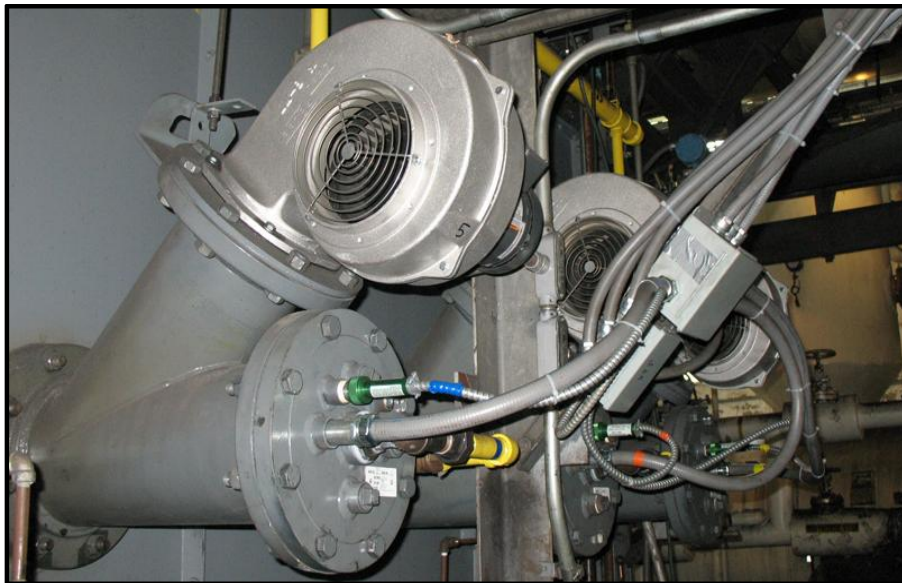


شکل 18-1 طرح شماتیک مشعل air-oxy/fuel

## Draft Type 2-4

### 2-4-1 مشعلهای forced-draft

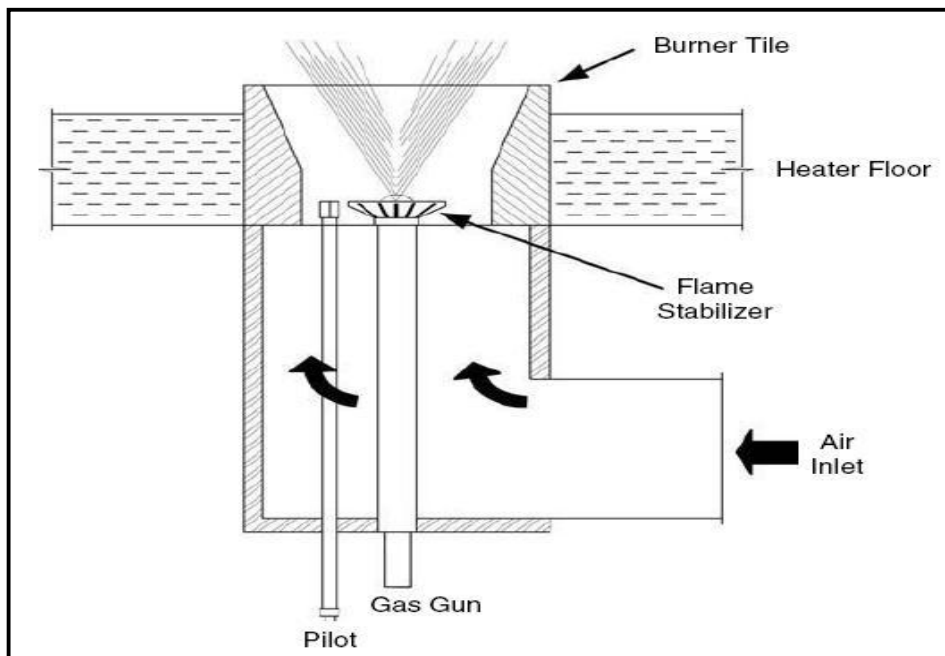
بیشتر مشعل‌های صنعتی از نوع forced-draft هستند؛ یعنی اکسید کننده به صورت تحت فشار وارد می‌شود. برای مثال در یک مشعل forced-draft هوا، هوای احتراق به وسیله یک بلوئر (دمنده) تأمین می‌شود.



شکل 1-19 بلوئر (دمنده)

## 2-4-2 مشعلهای natural-draft

در مشعلهای natural-draft، هوای احتراق به سبب draft منفی که در محفظه احتراق توسط نیروی محرک سوخت ورودی ایجاد شده، وارد مشعل می‌شود که فشار آن قابل توجه است. شکل شماتیکی این نوع مشعل در شکل 1-20 و یک مثال در شکل 1-21 نشان داده شده است. در این نوع مشعل، افت فشار و ارتفاع دودکش محفظه احتراق در تولید مکش کافی، برای القا کردن هوای احتراق کافی به داخل مشعل بسیار مهم است. این نوع مشعل در صنایع شیمیایی و پتروشیمی در گرمکن‌های سیالات به کار می‌رود. معمولاً شعله مشعلهای natural-draft بلندتر از شعله نوع forced-draft است به طوریکه شار حرارتی این شعله تا فاصله زیادی توزیع می‌شود و پیک دمایی آن اغلب پایین است.



شکل 1-20 طرح شماتیک مشعل natural-draft



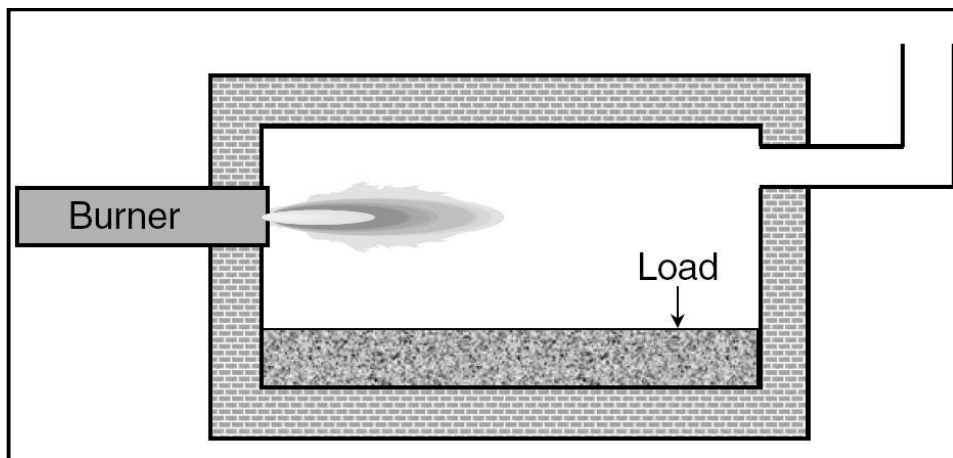
شکل 1-21 نمونه یک مشعل natural-draft

## 2-5 دسته‌بندی مشعل‌ها از نظر نحوه گرمایش

مشعل‌ها از لحاظ گرمایش به دو دسته گرمایش مستقیم و گرمایش غیر مستقیم تقسیم می‌شوند.

### 2-5-1 مشعل‌های گرمایش مستقیم

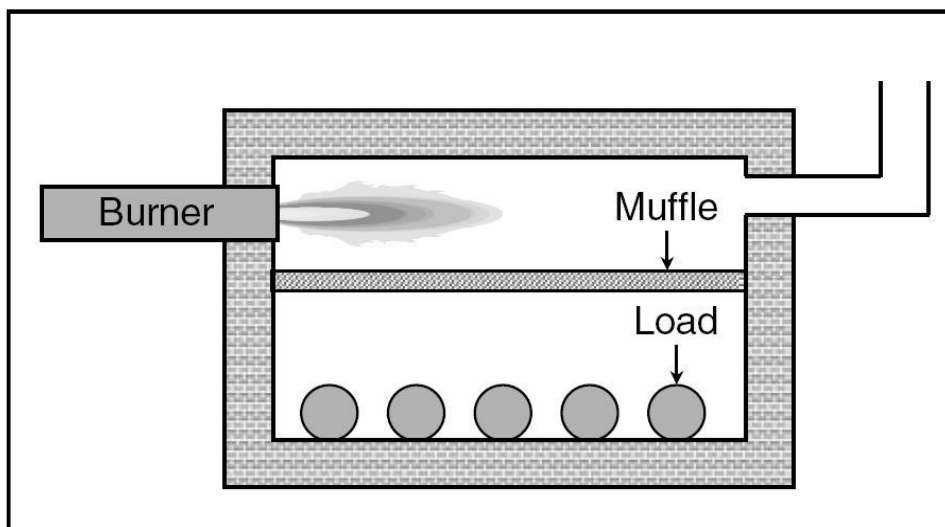
در گرمایش مستقیم (شکل 1-22)، هیچ سطح مبدل حرارتی واسط بین شعله و بار وجود ندارد.



شکل 1-22 فرایند گرمایش مستقیم

### 2-5-2 مشعل‌های گرمایش غیرمستقیم

در گرمایش غیر مستقیم، مانند مشعل‌های لوله تابشی، یک سطح میانی بین شعله و بار وجود دارد. این سطح میانی برای جلوگیری از تماس محصولات احتراق با بار تعبیه می‌شود تا برای بار آلودگی ایجاد نشود.



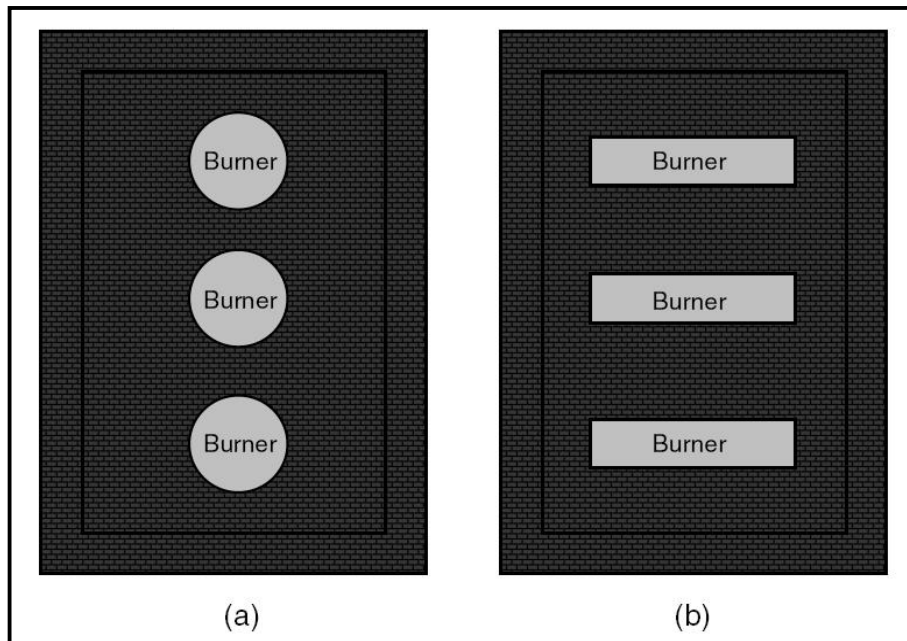
شکل 1-23 فرایند گرمایش غیر مستقیم

انتقال حرارت تشعشعی از شعله به محصول در بسیاری از سیستم‌های احتراق صنعتی صورت می‌گیرد. انواع مختلفی از این مشعل‌ها با تکیه بر این مکانیزم وجود دارند. مشعل‌های تابشی گرمایی، مشعل‌های لوله تابشی و مشعل‌های دیوار تابشی از این نوع مشعل‌ها هستند.

## 6-2 دسته‌بندی مشعل‌ها بر اساس شکل خروجی نازل

دو شکل اولیه برای خروجی نازل مشعل‌های صنعتی وجود دارد: مدور و مستطیلی

شکل 1-24 هیترهای یکسان را با تعداد مشعل‌های برابر اما با شکل هندسی متفاوت نشان می‌دهد: شعله مدور و شعله تخت. به طور عمده در صنعت از شعله‌هایی با شکل مدور استفاده می‌شود. یکی از علل استفاده آن پایین‌تر بودن هزینه ساخت شکل دایره در مقایسه با شکل مستطیل است. علت دیگر به قسمت سفالی آن مربوط می‌شود؛ بطور کلی شکل مدور نیاز به نگهداری کمتری در مقایسه با شکل مستطیلی دارد، زیرا شکل مستطیلی دارای گوشه‌های مستعد برای ترک برداشتن است.



شکل 1-24 مشعل: مدور (a), مستطیلی (b)

شکل‌های مستطیلی گاهی اوقات در کاربردهای ویژه‌ای، بسته به هندسه محفظه احتراق و بار ترجیح داده می‌شود. به مشعل‌هایی با نسبت طول به عرض زیاد «مشعل‌های شعله تخت» نیز می‌گویند؛ زیرا شکل شعله به صورت تخت به نظر می‌رسد. یک مثال برای این نوع شعله، کوره‌های کراکینگ اتیلن است که مشعل‌های با شکل تخت در امتداد یک دیوار نسوز مشتعل می‌شوند تا دیوار را برای تشعشع به لوله‌های مقابل دیوار گرم کنند. مثال دیگر کوره‌های شیشه‌ای است که در آن شعله‌های تخت بر روی شیشه مذاب در حال اشتعال است. این شکل‌های مستطیلی ناحیه تحت پوشش بهتری دارند؛ گرمایش آنها یکنواخت‌تر و بازده گرمایی آنها بالاتر است.

### (3) اجزای مشعل

چندین قسمت مهم بطور مختصر در اینجا مطرح می‌شود.

#### 1-3 سیستم جرقه زنی

سیستم جرقه زنی مهمترین قسمت یک مشعل است. ایگنایتور ها اغلب در داخل مشعل قرار دارد، اما در بعضی موارد ممکن است به صورت جداگانه باشد. سیستم جرقه زنی یا به صورت تمام اتوماتیک یا کاملاً دستی است. انواع مختلفی از ایگنایتور ها موجود هستند ؛ در بسیاری از آنها، برای روشن کردن شعله اصلی از پیلوت استفاده می‌شود. پیلوت ممکن است به صورت دائم فعال یا بصورت مقطعی عمل کند که بستگی به طراحی آن دارد.

نصب پیلوت می‌تواند به صورت دائم و یا قابل جدا شدن باشد. روشن شدن آن یا توسط چیزی شبیه spark-ignitor است یا بوسیله یک مشعل خارجی . پیلوت را به یک مسیر سوخت رسانی جداگانه نیاز دارند و اصولاً پیش مخلوط هستند.



شکل 1-25 ایگنایتور؛ دو الکتروود که با اختلاف ولتاژ بالا جرقه را بوجود می آورند.



شکل 25-1 پیلوت؛ شعله کوچکی که در سر مشعل قرار دارد.

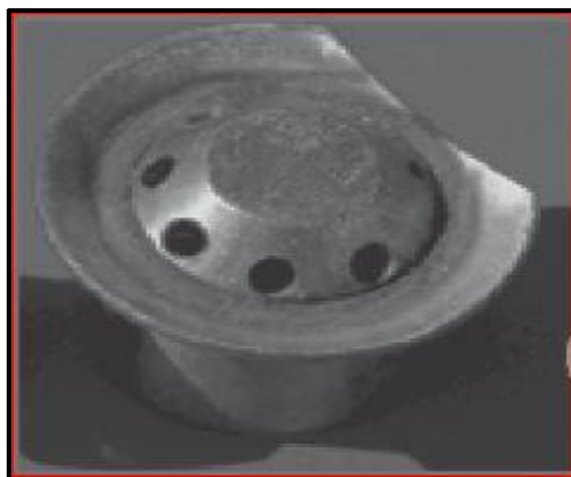
## Plenum 3 -2

پلنیوم را برای همگن کردن جریان گاز های ورودی و توزیع یکنواخت آنها در خروجی مشعل بکار می‌روند. این گازها شامل هوای احتراق، سوخت و هوای پیش مخلوط و یا سوخت و هوای پیش مخلوط شده جزئی هستند. اگر پلنیوم خیلی بزرگ باشد، ممکن است جریان های گاز به طور یکنواخت در خروجی نازل مشعل پخش نشوند و اگر پلنیوم خیلی کوچک باشد، افت فشار توسط پلنیوم زیاد می‌شود.

## Burner Tile 3 -3

یکی از مهمترین قسمت های مشعل است که باعث شکل گرفتن شعله می‌شود و همچنین از Overheat شدن قسمت های داخلی مشعل جلوگیری می‌کند. در بیشتر طراحی ها، وابسته به دمای

مورد نیاز، burner tile از بعضی انواع سرامیک ساخته می‌شود که اغلب شامل آلومینیا و سیلیکا ست.



شکل 1-26 Burner Tile

#### 4-3 کنترل‌ها

منظور کنترل‌هایی است که روی مشعل قرار دارند. برای مثال، دمپری که در مشعل‌های نوع natural draft برای کنترل جریان هوای ورودی قرار دارند. کنترل‌های دیگری نیز برای تنظیم توزیع سوخت یا هوا در مشعل در نظر گرفته شده‌اند. برای مثال، اگر یک مشعل چندین انژکتور سوخت داشته باشد، کنترل‌ها مقدار سوخت ورودی به هر انژکتور را تنظیم می‌کنند.

#### 5-3 سیستم ایمنی شعله<sup>1</sup>

سیستم ایمنی شعله برای عملکرد مطمئن سیستم احتراق بسیار مهم است. این سیستم شامل نوعی اسکنر شعله یا میله شعله است که عمل کردن پیلوت و شعله را تأیید می‌کند. این سیستم به سیستم

---

1 . flame safety system

سوخت‌رسانی متصل می‌شود تا اگر شعله خاموش شد، برای جلوگیری از انفجار گازهای محترق نشده سوخت در اثر تماس با سطح داغ محفظه احتراق، جریان سوخت متوقف شود.

## 4) انواع دیگر مشعلها

علاوه بر مشعلهای نام برده شده مشعلهای دیگری نیز در صنعت متداول است و برخی از آنها تلفیقی از مشعلهای فوق می‌باشند. اکنون به مطالعه و بررسی تعدادی از این مشعلها می‌پردازیم:

### 1-4 مشعل‌های تابش گرمایی

مشعل‌های تابش گرمایی دسته‌ای از مشعل‌ها هستند که انتقال حرارت در آنها از طریق تابش گرمایی (اصولاً مادون قرمز<sup>۱</sup>) صورت می‌گیرد. این دسته از مشعل‌ها شامل مشعل‌های لوله تابشی<sup>۲</sup> و مشعل‌های دیوار تابشی<sup>۳</sup> نیستند. مشعل‌های تابش گرمایی به طور کلی برای دماهای پایین، اغلب برای کاربردهای خشک کردن<sup>۴</sup> مورد استفاده قرار می‌گیرند.

مشعل‌های تابش گرمایی برای ایجاد یک منبع گرم با دمای سطحی یکنواخت طراحی شده‌اند تا در گرم کردن و ذوب کردن مواد مختلف بکار روند. سطوح با دمای یکنواخت، باعث گرمایش همگن‌تر مواد می‌شوند که در نتیجه کیفیت محصولات در مقایسه با مشعل‌های معمولی افزایش می‌یابد. مزایای دیگر این مشعل‌ها عبارتند از:

- بازده گرمایی بالا
- انتشار مواد آلاینده کمتر

---

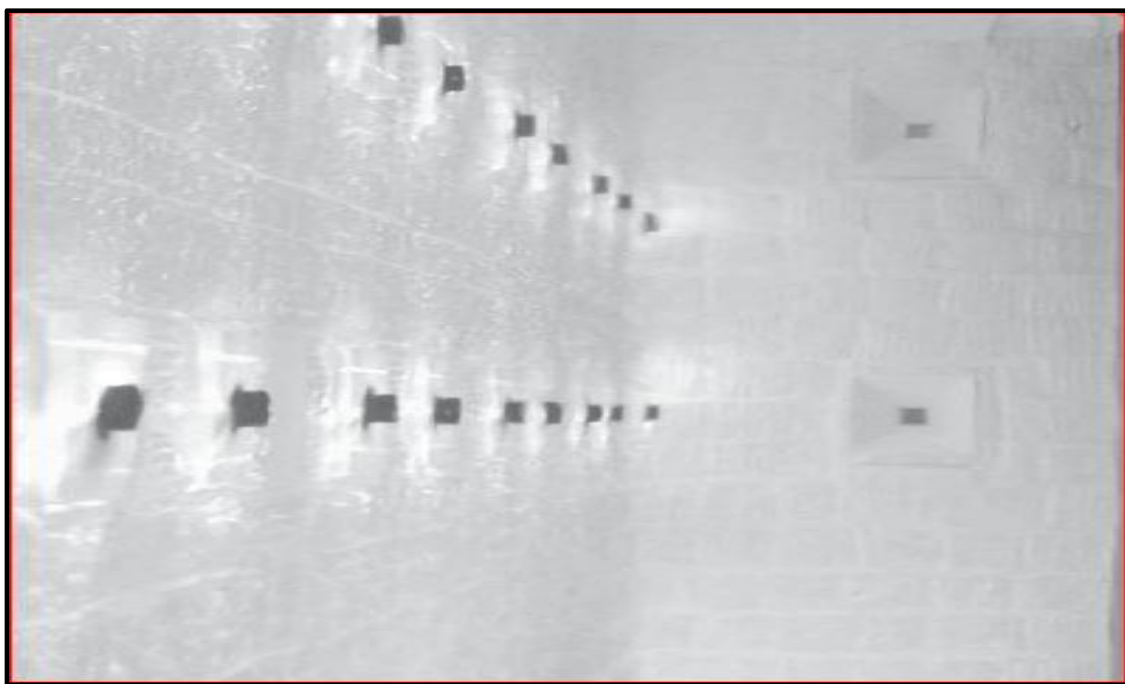
1 . Infrared  
2 . radiant tube burner  
3 . radiant wall burner  
4 . drying

- گرمایش جهت‌دار
- پاسخ زمانی خیلی سریع در برابر تغییرات بار
- گرمایش خیلی سریع در مقایسه با گرمایش جابجایی

## 2-4 مشعل های دیواره تابشی

کاربرد این مشعلها عموماً به واحدهایی با درجه حرارت زیاد مانند کوره رفرمر یا کوره پیرولیز منحصر می گردد. به دلیل کمی ظرفیت هر یک از این مشعلها، کوره‌های فوق‌الذکر جهت ایجاد گرمای معین، به تعداد بیشتری از این مشعلها احتیاج دارند. از طرفی مزیت چنین مشعل‌هایی توزیع بهتر و کنترل بیشتر مقدار حرارت است.

مشعل‌های دیواره تابشی فقط با سوخت گازی محترق شده و از دو نوع غیر پیش مخلوط یا پیش مخلوط هستند. نوع اخیر برای 100% هوای اولیه طراحی شده است، شعله حاصل از آن مسطح و شعاعی است. برخورد شعله با سطح بازتابنده مشعل ایجاد یک دیواره تابشی می نماید. نوع بدون غیر پیش‌مخلوط معمولاً بر روی سطوح مختلف کوره قرار گرفته و شعله آن به صورت عمودی یا متمایل می‌باشد؛ به طوری که یک دیواره متشعشع را ایجاد می کند. این نوع مشعل از سوخت‌های مایع سبک نیز جهت احتراق استفاده می نماید.



شکل 27-1 مشعل دیواره تابشی

### 3-4 مشعل های دوار

این مشعل‌ها از انرژی سینتیکی سوخت تحت فشار بهره برداری نموده و به واسطه اصل عکس العمل، یک پروانه را به چرخش در می آورند. پروانه طوری طراحی شده که اختلاط سوخت و هوا را به نسبت معین تأمین نماید.

سوخت گازی از طریق سوراخهای متعدد درون بازوهای دوار تخلیه شده با جریان هوا حاصل از چرخش پروانه مخلوط می گردد. مزیت این مشعل وجود هوای اضافی کم، جهت ایجاد شعله کوتاه است.

## مراجع

- 1) -----, *Industrial Burners Handbook*.
  - 2) P.Mullinger and B.Jenkins, *Industrial and Process Furnaces Principles, Design and Operation*.
  - 3) -----, *Boiler Efficiency and Combustion*.
  - 4) J. Colannino, *Modeling of Combustion Systems*.
  - 5) S.Teir , *Modern Boiler Types and Applications*.
- ۶) محمد خشنودی ، شعله و احتراق.
- 7) [www.Wikipedia.org](http://www.Wikipedia.org)
  - 8) [www.burner.blogfa.com](http://www.burner.blogfa.com)
  - 9) [www.iran-eng.com](http://www.iran-eng.com)
  - 10) [www.wasteoilheat.com](http://www.wasteoilheat.com)