



## فلر چیست؟

لغت فلر برای توصیف یک شعله بی حفاظ (باز) که گازهای مازاد را می سوزاند به کار برده می شود. این پدیده معمولاً در تاسیسات نفتی نظیر تاسیسات بالادستی نفت، پالایشگاهها و صنایع پتروشیمی و همچنین در واحدهای شیمیایی به منظور حفظ ایمنی کارکنان و تجهیزات موجود در محل اتفاق می افتد. لازم به ذکر است حجم فلر در تاسیسات بهره برداری نفت و گاز به نسبت پالایشگاهها بیشتر است. همچنین برخی از صنایع معدنی نیز در فرآیندهای خود از سیستم فلر بهره میبرند. در واقع گازهای فلر هنگامی تولید می شوند که فرآیندها عملکرد کاملی نداشته باشند. عملکرد نامناسب میتواند در نتیجه کمبود سرویسهای جانبی نظیر برق، بخار و یا به دلیل فعالیتهای تعمیر و نگهداری در کارخانه باشد.

فلردهی (فلرینگ) یعنی فرآیند سوختن و احتراق مواد آلی فرار و گازهای اضافی سوختنی به صورت کنترل شده. این مواد سوختنی توسط شبکه ای از لوله ها به منطقه ای دور از محوطه عملیاتی کارخانه منتقل شده و توسط فلرهای خاص و سوخته های کمکی به صورت شعله آزاد می سوزند. کامل بودن احتراق بستگی دارد به:

۱. دمای شعله

۲. زمان ماند مواد سوختنی در ناحیه احتراق
۳. میزان اختلاط مواد سوختنی با هوا و بخار آب
۴. مقدار اکسیژن

درفلردهی احتراق تقریباً کامل است. (بیش از ۹۸ درصد تبدیل به کربن دی اکسید و بخار آب)

درفلردهی معمولاً محصولات جانبی نامطلوب و مواد تبدیل نشده و سر و صدا و دود و تشعشعات حرارتی تولید میشود که با طراحی صحیح فلر میتوان آنها را به حداقل رساند.

### مکانیزم احتراق و تولید دود

در فلرها عمل احتراق توسط یک «شعله پیش رو» صورت می گیرد. هوا از مرز مواد سوختنی و محصولات حاصل از سوختن عبور کرده به طرف مرکز جریان مواد سوختنی حرکت می کند، در این حالت پوششی از مخلوط هوا و گازهای قابل اشتعال در اطراف گازهای سوختنی تشکیل می شود که «شعله پیش رو» نام دارد که در اثر جرقه یک ناحیه شعله پایدار در اطراف گاز قابل اشتعال و بالای نوک «شعله پیش رو» یاد می شود.



کراکینگ مولکولها با تشکیل ذرات ریز و گرم کربن روی می‌دهد و موجب نورانیت می‌گردد. در صورتیکه اکسیژن وجود داشته باشد و ذرات کربن تا دمایی کمتر از دمای احتراقشان سرد شوند پدیده دود کردن اتفاق می‌افتد. در شعله‌های بزرگ پیش رو، گردش محصولات احتراق (کربن دی‌اکسید و آب) اطراف ناحیه گاز مشتعل باعث نرسیدن اکسیژن و در نتیجه تولید دود و سوسو زدن می‌شود.

### ماهیت مواد هیدروکربنی در تولید دود

در احتراق مواد هیدروکربنی تمایل به دودکردن متناسب با نسبت وزنی هیدروژن به کربن است. هرچه این نسبت کمتر باشد شدت تولید دود بیشتر می‌شود. مثلاً در متان این نسبت برابر با ۰/۳۳ است و هیچ دودی تولید نمی‌شود و در اتان برابر با ۰/۲۵ است که دود نسبتاً غلیظی تولید می‌شود.

در سوختن مخلوط‌های پیچیده گازهایی که در آنها نسبت هیدروژن به کربن بیشتر از ۰/۲۵ است هم ممکن است مقادیر قابل ملاحظه‌ای دود تولید شود و دلیل این است که گازهای فلر به طور یکنواخت مخلوط نشده و جدا سوختن گازهای دارای نسبت هیدروژن به کربن کمتر باعث تولید دود می‌گردد. بنابراین اختلاط و یکنواختی گازهای فلر عامل مهمی در کنترل میزان دود است.

### چرا کارخانه‌ها فلر دارند؟

فلرها برای حفاظت از تجهیزات و شاغلین در کارخانه و دور نمودن گازهای مضر از محیط صنعتی طراحی شده‌اند. طراحی فلرها به منظور حفاظت از سایر تجهیزات جانبی کارخانه (offsite) نمی‌باشد. در واقع فلر یک وسیله ایمنی است که کارخانه را از عواقب گازهای مازاد نجات می‌دهد. این گازهای مازاد که به دلایل متعددی در کارخانه تولید می‌شوند، می‌توانند از عوامل انفجار باشند.

### چرا برخی از فلرها دود میکنند؟

علت دود کردن فلرها آن است که فرآیند احتراق در آنها به خوبی انجام نگرفته و یا به عبارت دیگر احتراق ناقص بوده است. چنین فلرهایی مناسب نبوده و در صورت مشاهده دود یا شعله غیرعادی در آنها مراتب حتماً باید گزارش شود. یکی از عوامل ایجاد دود در فلرها ارسال حجم زیاد گاز (بیش از ظرفیت طراحی) به آنها است.

### چرا از فلرها بوی نامطبوع متصاعد میشود؟

گازهای متنوعی از فرآیند فلر آزاد می‌شود. اگر احتراق در فلر کامل باشد فقط بخارات آب، دی‌اکسیدکربن و دی‌اکسیدگوگرد به عنوان محصولات احتراق تولید خواهد بود. اما واقعیت آن است که کنترل احتراق گازها در تیپ فلر همیشه امکانپذیر نبوده از این رو غیر از ترکیبات مذکور، گازهای دیگری نیز تولید می‌شود. گازهای دی‌اکسیدگوگرد  $SO_2$  و سولفیدهیدروژن  $H_2S$  عامل اصلی ایجاد بوی نامطبوع در فلرها هستند.

$SO_2$  گاز بی‌رنگ با بوی بد است. این گاز سیستم تنفسی را تحریک کرده و حتی می‌تواند منجر به برونشیت و آسم نیز گردد. قرارگرفتن یک خانم باردار به طور متوالی در معرض این گاز باعث خواهد شد نوزاد او پس از تولد متبلاً به آسم باشد.

$H_2S$  ماده شیمیایی بسیار خطرناک با بوی تخم مرغ فاسد است. طبق کتاب راهنمای سولفید هیدروژن که توسط کمیته ایمنی شرکت شل در دسامبر ۱۹۸۶ منتشر شده است: «مهمترین آسیب  $H_2S$  توانایی این گاز در ایجاد مرگ ناگهانی برای کسی است که مدت طولانی در معرض غلظت بالایی از این گاز قرار گیرد.»

نکته مهم دیگر در مورد گاز سولفید هیدروژن آن است که تماس مداوم با غلظت پایین آن باعث کاهش حس بویایی در شخص خواهد شد. بدیهی است در غلظتهای بالا از این گاز حس بویایی به صورت کامل مختل می‌شود.

البته غلظت گازها در طی فرآیند فلر خیلی کمتر از حدی است که باعث ایجاد حادثه شود اما اگر همین غلظت کم بیش از حد معمول استنشاق شود باعث بروز حالت تهوع در شخص خواهد شد.

### آیا فلر بر سلامتی انسان تاثیر میگذارد؟

برخی از ترکیبات آزاد شده از فرآیند فلر می‌توانند باعث تشدید بیماریهای تنفسی از جمله آسم شوند. مطابق گزارش سال ۲۰۰۰ موسسه محیط زیست آمریکا (EPA) فلر می‌تواند غلظت بالایی از گاز سولفید هیدروژن را که مشابه سیانور سمی است و معایب آن در قسمتهای قبل ذکر گردید در محیط ایجاد نماید. قرار گرفتن کوتاه مدت در معرض این گاز ممکن است منجر به کاهش عملکرد شش همراه با برخی از نشانه‌ها مانند خس خس کردن، تنگی نفس و فشار بر قفسه سینه شود.





### آیا فلر بر کیفیت هوا تاثیر میگذارد؟

به دلیل آنکه احتراق در فلر معمولاً ناقص انجام می‌شود از این رو فلرها در کیفیت هوا تاثیر قابل توجهی دارند. ایستگاههای کنترل کیفیت هوا افزایش مقدار مواد به خصوصی را که طی فرآیند فلر آزاد گردیده‌اند، نشان داده‌اند. در این بررسی‌ها مشخص شده که غلظت سولفید هیدروژن در سطح زمین افزایش یافته است. البته فلرها همواره مقدار گاز دی‌اکسیدکربن را در هوا افزایش می‌دهند.

### چه ترکیباتی از فلر کارخانه‌ها به هوا تخلیه میشود؟

مطابق ۲۰۰۰ مقاله رسمی چاپ شده در انجمن سلامت عمومی کانادا، ۲۵۰ سم شناخته شده مختلف در طی فرآیند فلر به هوا تخلیه می‌شوند که برخی از آنها عبارتند از: دوده، بنزن، جیوه، اکسیدهای نیتروژن، دی‌اکسیدکربن، آرسنیک، دی‌سولفیدکربن، کروم، متان، سولفید کربنیل، تولوئن، گازهای اسیدی و هیدروکربنهای آروماتیک چند حلقه‌ای.

### چگونه متوقف شدن کارخانه (Shut Down) بر فلر اثر می‌گذارد؟

توقف در دو حالت نرمال و اضطراری ممکن است رخ دهد. توقف نرمال به منظور تمیزکردن تجهیزات و توقف اضطراری با هدف رفع خطراتی است که تجهیزات موجود در فرآیند را تهدید مینماید، نکته قابل توجه در مورد توقف نرمال آن است که این امر مطابق برنامه از پیش تعیین شده اجرا میگردد. به طور کلی هنگامی که واحد فرآیندی متوقف می‌شود میزان گازهای ارسالی به فلر به بالاترین مقدار خود می‌رسد.

### کارخانه‌ها چه مواردی را باید هنگام فلر نمودن گزارش دهند؟

در کشورهای پیشرفته، کارخانه‌ها قبل از فلر نمودن گازها موظف هستند مجوزهای خاصی را از سازمانهای دولتی دریافت نمایند. برای این منظور آنها باید اطلاعاتی از قبیل زمان و تاریخ فلر نمودن، طول زمان این رویداد، ترکیب گازهای آزاد شده از فلر، تخمینی از دبی و تقریبی از غلظت آلاینده‌های ناشی از فلر نمودن گازها در سطح زمین را در اختیار سازمانهای دولتی قرار دهند. به عنوان نمونه در کالیفرنیا، پالایشگاهها موظفند میزان دبی گازهای ارسالی به فلر و همچنین نوار ویدئویی احتراق آن را در اختیار سازمانهای



دولتی قرار دهند. مهمترین دلیل انجام این فعالیت، حوادث احتمالی ناشی از گاز سولفید هیدروژن است.

## ◀ اثرات فلر

صنایع نفت در هر کشوری از جمله صنایع تکامل یافته هستند از این رو برنامه کاهش آلودگی این صنایع برای مدت‌های طولانی است که در سطح جهان در حال انجام است. البته برنامه‌های کاهش آلودگی از کشوری به کشور دیگر تفاوت داشته که این امر گاهی وابسته به قوانین ملی و محلی کشورهاست. اگرچه اثرات زیان آور گازهای انتشار یافته از فلرها بر انسان، گیاه و حیوان هنوز به صورت کمی ارائه نشده است، اما مطالعات و فعالیت‌های انجام گرفته تا به حال این اثرات زیان بار را به صورت کیفی مشخص کرده‌اند.

- فلرهای فعال در میدین نفت و گاز و یا موجود در عملیات پالایش به طور مستقیم ایجاد گازهای گلخانه‌ای کرده که گرم شدن کره زمین نتیجه بدون شک آن است.
- گازهای ارسالی به فلر در شرایط مختلف عملکرد آن باعث نشر

گازهای متفاوتی نظیر دوده، ترکیبات آلی فرار نسوخته، منواکسید کربن، گازهای اکسید نیتروژن، دی اکسید گوگرد، مرکاپتانها و دی اکسید گوگرد می‌شوند. نشر گازهای مذکور سلامت انسانهایی را که در محیط اطراف مشغول به کار هستند به مخاطره می‌اندازد. اثرات زیان‌بار این آلاینده‌ها در جدول پایین به صورت خلاصه آورده شده است. سر و صدا، گرما، نور و ارتعاش از جمله اثرات ناخوشایند عملیات فلر است که نیاز به توضیح ندارد.

- تلفات انرژی در فلر از لحاظ اقتصادی بسیار حائز اهمیت است. کنترل و کاستن این تلفات میتواند منجر به کاهش نشر گازهای گلخانه‌ای و گرمایش زمین نیز گردد.
- گازهای انتشار یافته از فلرها نظیر اکسیدهای گوگرد و ازت در مجاورت آب موجود در اتمسفر میتواند حجم قابل توجهی اسید تولید نماید. اسیدهای مذکور قادر خواهند بود در محدوده وسیعی از محیط اطراف فلر تا هزاران کیلومتر دورتر پراکنده شوند.

تأثیر بر سلامت	منشاء تولید	فرمول شیمیایی	نام ماده شیمیایی
وسایل نقلیه و پالایشگاه‌ها	O <sub>3</sub>	ازن	در غلظت کم موجب تحریک بینی می‌شود و در غلظت بالا باعث ایجاد مشکلات تنفسی بخصوص در سالمندان و کودکان
کلیه صنایع نفتی	H <sub>2</sub> S	سولفید هیدروژن	در غلظت کم باعث تهوع، کم‌خوابی و سردرد می‌شود و در بینایی نیز تأثیر دارد. در غلظت بالا کشنده است.
وسایل نقلیه و کلیه صنایع نفتی	NO <sub>2</sub>	دی اکسید نیتروژن	بر انتهای ششها و پیرامون مسیرهای تنفسی اثر می‌گذارد و بیماری آسم را تشدید می‌کند. غلظت بالای این گاز باعث تشکیل متاموگلوبین شده که از جذب اکسیژن توسط خون جلوگیری می‌کند.
ذرات ریز	PM	موجب صدمه به قلب و ایجاد سرطان می‌شود.	وسایل نقلیه و دودکش کارخانه‌ها
صنایع نفتی	SO <sub>2</sub>	دی اکسید گوگرد	باعث بیماریهای تنفسی (آسم و برونشیت) می‌شود. فرار گرفتن مادران باردار به صورت مکرر در معرض این گاز باعث تولد فرزندان مستعد بیماری آسم می‌شود.
آلکان‌ها شامل متان، بوتان و پروپان	CH <sub>4</sub> / C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> / C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	صنایع نفتی (بالادستی، میان دستی و پایین دستی)	در غلظت کم محرکی برای ایجاد التهاب است. خارش و تورم پوست را باعث می‌شود در غلظت بالا باعث آگزمای حاد بیماری روی می‌شود.
آلکن‌ها شامل اتیلن و پروپیلن	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> / C <sub>3</sub> H <sub>4</sub>	باعث ضعف، تهوع و استفراغ می‌شود.	پالایشگاه‌های نفت و صنایع پتروشیمی
آروماتیک‌ها نظیر بنزن، تولوئن و غیره	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> / C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	پالایشگاه‌های نفت و صنایع پتروشیمیایی	سمی بوده و بر سیستم اعصاب اثر می‌گذارند. در غلظت کم باعث خونریزی غیرعادی، تحریکات پوستی و افسردگی می‌شود.





نوآوری و پیشرفت

شرکت دانش بنیان پارسیان ثریا سازان (پارثکو)

[www.parsoco.com](http://www.parsoco.com)



PARSOOCO (EEC)

Energy Environment Customer

شرکت دانش بنیان پارسیان ثریا سازان

