



شناسایی و راههای مقابله با خطرات گاز H_2S

حمیدبکائیان ، سعید بکائیان

حمید بکائیان (دانشجوی کارشناسی رشته مهندسی شیمی گرایش پالایش پتروشیمی گاز دانشگاه آزاد اسلامی واحد فراهان)

Hamid.bokaeian@gmail.com

سعید بکائیان (دانشجوی کارشناسی رشته شیمی کاربردی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب)

Saeed.bokaeian@gmail.com

چکیده

H_2S گازی بی رنگ و شدیداً سمی است که به آسانی در آب حل شده و دارای قابلیت اشتعال و انفجار است.

گازی خطرناک و کشنده است که در غلظتهای پایین بوی تخم مرغ گندیده است و در غلظتهای بالا بوی شیرین دارد...

امید است این نوشتار در جهت افزایش آگاهی نیروی انسانی مرتبط با این گاز مهلک موثر واقع گردد.

کلمات کلیدی

بی رنگ ، سمی ، انفجار ، کشنده ، غلظت ، بو

Recognition And Comparison Ways By H_2S Hazards

Hamid bokaeian & saeed bokaeian

ABSTRACT

Hydrogen sulfide often results from the bacterial breakdown of organic matter in the absence of oxygen, such as in swamps and sewers; this process is commonly known as anaerobic digestion. H_2S also occurs in volcanic gases, natural gas, and some well waters. The human body produces small amounts of H_2S and uses it as a signaling molecule.

Hydrogen sulfide is slightly heavier than air; a mixture of H_2S and air is explosive. Hydrogen sulfide and oxygen burn with a blue flame to form sulfur dioxide (SO_2) and water. In general, hydrogen sulfide acts as a reducing agent.

KEYWORDS

Colourless , Poisonous , Explosion , Attractive , Viscosity , Smell

مقاله آموزشی گاز هیدروژن سولفید (H_2S) و راههای مقابله با آن با هدف آگاه سازی و پیشگیری از ضرر و زیان احتمالی مجموعه های صنعتی می تواند ضمن کاهش خسارات مرگبار در بروز حوادث آنان را در دستیابی به اهداف بلند مدت توسعه اقتصادی و سازندگی یاری نماید.

۱- H_2S چیست؟

هیدروژن سولفور با نامهای دی هیدروژن سولفید، سولفور هیدروژن سولفورات، هیدروسولفوریک، گاز ترش، Swamp gas، هیپاتیک اسید، Sour gas، Sewer gas و damp Stink خوانده می شود. نام شیمیایی آن سولفید هیدروژن و از خانواده Inorganic می باشد.

هیدروژن سولفور گازی بی رنگ و شدیداً سمی است که به آسانی در آب حل شده و دارای قابلیت اشتعال و انفجار است. سولفید هیدروژن (H_2S) گازی خطرناک و کشنده است که در غلظتهای پایین بوی تخم مرغ گندیده و در غلظتهای بالا بوی شیرین دارد.

این گاز قابل انفجار بوده و چنانچه در غلظتهای بین ۰.۴٪ تا ۴۴٪ در هوا، در معرض شعله باز و یا منبع تولید جرقه قرار گیرد باعث ایجاد حریق و انفجار می شود. شعله آن آبی رنگ است و با افزایش دما و حرارت، شدت اشتعال آن بیشتر می گردد. به هنگام نشت، چون سنگین تر از هواست، بدون اینکه به سمت بالا حرکت کند تا مسافت زیادی پخش شده و در صورت مشتعل شدن خسارات جانی و مالی فراوانی بر جای می گذارد. (شکل ۱)

۲- مشخصات فیزیکی و شیمیایی گاز

هیدروژن سولفور

- وزن مولکولی: ۳۴/۰۸ گرم بر مول
- وزن مخصوص ۰،۷۹ در ۱۵،۶ درجه سانتی گراد و $H_2O=1$
- نقطه ذوب: $-60\text{ C } (-75\text{ F})$
- نقطه جوش ($۱/۰۱۳$ بار): $-۶/۰۲$ - درجه سانتی گراد
- دمای بحرانی: ۱۰۰ درجه سانتی گراد
- دانسیته بخار: (Air=1:176) در $60\text{ F } (15.6\text{ C})$
- دانسیته نسبی مایع: (Water =1) 0.92
- فشار بخار: 394.0 psia در $100\text{ F } (37.8\text{ C})$
- شفافیت/ رنگ: بی رنگ

۱،۲- درجات خطر مواد:

جهت پیش بینی خطرات مواد و نحوه برخورد هنگام خطر، شامل حریق و مخاطرات شیمیایی و حتی بهداشتی، کدهای بین المللی پیش بینی شده است که باید علامتهای مربوطه بر روی ظروف و بسته بندی های مواد درج گردد. کلیه کدها در یک لوزی که به چهار بخش تقسیم شده است و به آن لوزی خطر گفته می شود درج می گردد. شکل زیر لوزی خطر را نشان می دهد:

کلیه درجات خطر بین ۴-۰ تعیین گردیده و مواد را از نظر مخاطرات به صورت زیر درجه بندی نموده اند:

۲،۲- درجه بندی مواد از نظر اشتعال

- ۱) آتش نمی گیرد.
- ۲) نیاز به حرارت قابل توجه دارد تا آتش گیرد.
- ۳) نیاز به حرارت مختصری برای آتش گیری دارد.
- ۴) احتمالاً در شرایط عادی نیز آتش می گیرد.
- ۵) مایعات با قابلیت اشتعال بالا یا گازهای مایع شده که به سرعت آتش می گیرند.

۳،۲- پایداری مواد از نظر واکنش های شیمیایی

در این ویژگی بیشتر واکنش با آب در هنگام حریق در نظر است:

- ۱) در حالت عادی و حتی در مجاورت حریق پایدار بوده و با آب واکنش ندارد.
- ۲) در درجات بالای حریق و فشار زیاد واکنش می دهند.
- ۳) به آسانی دچار تغییرات شدید شیمیایی می شوند.
- ۴) به خودی خود نیز ممکن است تجزیه شده و در صورتی که در محفظه بسته باشند، حالت انفجاری دارند.
- ۵) در شرایط عادی حرارت و فشار، قابلیت انفجار و تجزیه دارند و برخی نیز در اثر ضربه منفجر می شوند.

۴،۲- مخاطرات بهداشتی مواد هنگام حریق:

- ۱) به هنگام حریق خطر خاصی ندارند.
- ۲) مخاطرات محدودی دارند و هنگام اطفاء حریق ترجیحاً نیاز به ماسک است.

کسی گلوئی او را با دست گرفته و فشار داده باشد. یک کارگر ممکن است در عرض چند دقیقه در اثر غلظت زیاد گاز سولفید هیدروژن بیهوش گردد و شانس نجاتش کم باشد.

علاوه بر اثرات خفقان آوری که به صورت تاکی کاردی، افزایش تعداد تنفس و در نهایت دپرسیون تنفسی است، افرادی که پس از تماس اولیه زنده بمانند، ممکن است به ادم ریوی تأخیری که ناشی از اثرات تحریکی مستقیم H_2S بر ریه‌ها است، دچار شوند.

مسمومیت حاد با گاز سولفید هیدروژن ممکن است بدون هیچ‌گونه هشدار یا اتفاق بیفتد زیرا حس بویایی در اثر این گاز سریعاً از کار می‌افتد و ظرف مدت چند ثانیه باعث مرگ می‌گردد.

هر چند در مسمومیت حادتر، مرگ آوری بیشتر است، اما در صورتی که عملیات نجات به موقع و سریع انجام شود احتمال زنده ماندن فرد وجود دارد.

۲،۶،۳ - تماس مزمن

در مسمومیت مزمن با گاز H_2S ، ماده سمی به مقدار کم و جزئی در دفعات متعدد و در زمان طولانی وارد بدن شده و علائم ممکن است پس از سالها بروز یابند. گاز سولفید هیدروژن اثرات مزمن و تحت حاد گسترده‌ای دارد. در غلظت‌های خیلی پایین، این گاز باعث سردرد، خواب‌آلودگی، بی‌حالی، حالت تهوع، استفراغ، تحریک چشم‌ها و سیستم تنفسی (ریه‌ها و مسیر ورود هوا از دهان، بینی و راه‌های هوایی) می‌گردد.

چشم‌ها در اثر تماس با این گاز قرمز، ملتهب و دردناک گردیده و به نور حساس می‌شوند. اثرات مزمن این گاز بر روی سیستم تنفسی شامل سرفه، درد در بینی و گلو و درد هنگام تنفس می‌باشد.

در صورتیکه تماس با این گاز ادامه پیدا کند، کارگر ممکن است دچار مسمومیت مزمن گردد. در این حالت علاوه بر تحریک چشم‌ها و ریه‌ها، ممکن است کاهش ضربان قلب، خستگی، بی‌خوابی، مشکلات گوارشی و عرق سرد هم در اثر مواجهه با گاز به وجود آید. طبق تحقیقی که در کالیفرنیا بر روی کارگرانی که در تماس با سولفید هیدروژن بودند انجام شده، مشخص گردید که کارگران مذکور از سردرد، حالت تهوع، استفراغ، افسردگی، تغییر شخصیت، خون‌ریزی از بینی و مشکلات تنفسی رنج می‌برند. در نتیجه مقایسه گروه در معرض خطر با گروه شاهد مشخص شد که مواد غیر طبیعی مثل عدم تشخیص رنگ‌ها، عدم هماهنگی بین چشم‌ها و دست، عدم تعادل و مشکلات عصبی بر روی گروه در معرض خطر دیده شده است. طبق تحقیقات آزمایشگاهی گاز سولفید هیدروژن در غلظت‌های پایین باعث ایجاد ناقص‌الخلقی در هوش می‌گردد.

۳) مخاطرات آنها محرز است و با ماسک تنفسی می‌توان به محیط آتش آنها رفت.

۴) موادی که برای سلامت بسیار خطرناک هستند و ورود با احتیاط و لباس حفاظتی و ماسک امکان‌پذیر است.

۵) به شدت مخاطره‌آمیز بوده و مرگ آور هستند حتی مخاطره پوستی نیز ایجاد می‌کنند.

۵،۲ - خطرات ویژه مواد

عموماً مخاطره یا محدودیت‌های خاموش کردن با آب با علامت W یا مواد رادیو اکتیو با علامت ستاره علامت گذاری می‌شود.

۳- منابع تولید گاز هیدروژن سولفور

- ۱) فرآیند عملیات حفاری، احداث تونل، معادن زغال سنگ، مردابها
- ۲) عملیات حفاری در لایه‌های مختلف زمین جهت کشف نفت و گاز
- ۳) تغییرات مواد آلی توسط باکتریهای موجود در فاضلاب و مجاری آب
- ۴) بعنوان ماده جانبی در برخی از فعالیت‌های صنعتی
- ۵) همراه گازهای در فعالیت آتش فشانی
- ۶) اثرات گاز H_2S بر سلامتی انسان

۱،۶،۳ - تماس حاد

در مسمومیت حاد، مقدار ماده شیمیایی وارد شده به بدن زیاد بوده و علائم در عرض چند دقیقه تا چهار ساعت ایجاد می‌شود و در صورت اقدام نکردن جهت درمان، در عرض چند ساعت تا چند روز به مرگ منتهی خواهد شد. میزان خطرات ناشی از مسمومیت حاد به سولفید هیدروژن، به غلظت این گاز بستگی دارد. زمانی که فرد گاز سولفید هیدروژن را در غلظتهای پایین استنشاق می‌کند، این گاز از طریق ریه وارد جریان خون وی می‌گردد. مکانیسم تدافعی بدن برای حفاظت، شروع به تجزیه و اکسید کردن گاز سولفید هیدروژن کرده و آن را به ترکیب بی‌ضرری تبدیل می‌کند.

در صورتی که فرد غلظت زیادی از این گاز را استنشاق کند و یا به مدت طولانی در این محیط قرار گیرد، H_2S مانند سیانید به سیتوکروم اکسیداز موجود در میتوکندری‌ها وصل شده و مانع فعالیت آن می‌شود و از این طریق از متابولیسم سلولی اکسیژن جلوگیری می‌کند. در نتیجه مرکز اصلی تنفس در مغز فلج شده و تنفس متوقف می‌گردد (فرد دچار خفگی می‌شود)، درست مثل این که

مبنی بر اثرات سرطان‌زایی گاز سولفید هیدروژن شناخته نشده است، ولی مطالعات در این زمینه ادامه دارد.

۷- موارد اجتناب از کار با گاز هیدروژن سولفور

- ۱) عدم استفاده از گاز هیدروژن سولفور در محیط‌های دارای اسید نیتریک غلیظ، سولفوریک اسید و سایر مواد اکسید کننده.
- ۲) بخارات هیدروژن سولفور وقتی با بخارات کلرین، نیترژن تری فلوراید مخلوط شوند به صورت خود به خودی می‌سوزند.
- ۳) بوی هیدروژن سولفور در مکان‌هایی که گازها یا بخارات سایر مواد شیمیایی وجود دارد غیر قابل تشخیص می‌گردد.
- ۴) تماس گاز هیدروژن سولفور با گرما، آتش یا منابع احتراقی فاجعه بار است.

۸- شناسایی، اندازه‌گیری و ارزیابی گاز سولفید هیدروژن

شناسایی، اندازه‌گیری و ارزیابی گاز سولفید هیدروژن به دو روش دستگاهی و فردی امکان‌پذیر است.

۱،۸- روش دستگاهی

۱-۱-۸- تجهیزات ثابت شناسایی گاز: این تجهیزات شامل کنترلرها، صفحه نمایشگر، سنسور یا حسگر کابل‌های ارتباطی می‌باشد و در نقاطی که احتمال وجود گاز سولفید هیدروژن است، نصب می‌گردند. در صورتی که میزان گاز H_2S به مرز خطرناک برسد، آژیر یا علامت خطری به کار می‌افتد.

۲،۱،۸- تجهیزات متحرک (قابل حمل): این تجهیزات دارای

پمپ و سنسور گاز هیدروژن می‌باشند که روی کمر کارگر متصل شده و به محض ورود به منطقه حاوی گاز سولفید هیدروژن، مقدار این گاز را نشان می‌دهند.

۳،۶،۳- شواهد بالینی:

گاز H_2S با توجه به آثار فوری خفقان آوری که دارد ممکن است باعث سنکوپ یک یا چند کارگر شود. به همین خاطر در صنایع به آن گاز از پای درآورنده می‌گویند. (جدول ۱)

۵- اثر بر محیط زیست

سوختن هیدروژن سولفید سبب تولید SO_2 می‌شود که این ماده بر طبق قوانین استانداردهای ملی کیفیت هوای آزاد در گروه آلاینده های مضر طبقه بندی شده و غلظت مجاز آن 0.03 ppm می‌باشد. H_2S با آب واکنش داده و تولید سولفوریک اسید می‌کند. تولید سولفوریک اسید سبب اسیدی شدن باران می‌شود و از سویی دیگر با آمونیاک یا سایر کاتیون‌ها واکنش داده و تولید آمونیوم سولفات و یا سولفاتهای دیگری می‌کند که این ذرات سهم زیادی در ایجاد ذرات ریز معلق در هوا دارند. میتوان خطرهای بالقوه گاز H_2S را به طرق مختلف کاهش داد روشهایی مانند :

- کنترل مهندسی : استفاده از تهویه مناسب و کاهش میزان آلاینده اصلاح فرایند کاری
- شناسایی محیط‌های خطرناک
- استفاده از تجهیزات کشف و اعلام گاز هیدروژن سولفید
- آموزش کافی و تخصصی
- برنامه ریزی پیش از کار و صدور پروانه و مجوز تعمیرات موسوم به پرمیت
- نظارت بر نحوه انجام کار
- برنامه ریزی واکنش اضطراری
- رعایت دستورالعمل‌های ایمنی (مانند ممنوعیت سیگار)
- ممنوعیت روشن کردن آتش و ممنوعیت استفاده از تلفن همراه
- تمامی تجهیزات برقی باید ضد انفجار باشند
- استفاده بهینه و به موقع از دستگاه تنفس و تجهیزات حفاظت فردی

۶- اثرات سرطان‌زایی گاز H_2S

آژانس حفاظت محیط‌زیست، دفتر بین المللی تحقیقات سرطان و سرویس خدمات بهداشتی و انسانی نیز مطالعاتی بر روی سرطان‌زایی گاز سولفید هیدروژن انجام داده‌اند. در این مطالعات یافته‌هایی

جهت شناسایی مواجهه شدن با گاز سولفید هیدروژن از روش دیگری نیز استفاده می‌شود. سولفید هیدروژن سولفید در بدن انسان تبدیل به سولفات و تیوسولفات شده و از طریق ادرار دفع می‌گردد، بنابراین با استفاده از وسایل خاص آزمایشگاهی و اندازه‌گیری تیوسولفات در ادرار شخص در معرض تماس، تا ۱۲ ساعت پس از مواجهه می‌توان وجود گاز را در بدن فرد شناسایی کرد.



۲،۸- روش فردی

۱،۲،۸- احساس بویایی

گاز هیدروژن سولفور در غلظت‌های پایین بویی شبیه تخم مرغ گندیده دارد. با افزایش گاز بوی آن تغییر کرده و بوی شیرین می‌دهد. هنگام افزایش غلظت، گاز H_2S سبب فلج شدن دستگاه تنفسی گردیده و شخص حس بویایی خود را از دست می‌دهد. بنابراین، این روش برای تشخیص گاز قابل اطمینان نبوده و باید از آن پرهیز شود.



۲،۲،۸- تحریک مجاری تنفسی

در بین تمام گازهای تحریکی و سمی گاز هیدروژن سولفور تنها گازی است که مجاری تنفسی را به شدت تحریک و ملتهب می‌کند، بنابراین با استشمام این گاز توسط فرد به سرعت می‌توان به وجود گاز در محیط پی برد. این روش به دلیل صدمات دستگاه تنفسی نباید به عنوان یک روش اصلی در تشخیص گاز استفاده گردد.



نمونه ای از دستگاههای اندازه گیری متحرک

۹- اقدامات کنترلی کاربردی

- ۱) **کنترل‌های مدیریتی:** آموزش پرسنل، کوتاه کردن مدت شیفت کاری اشخاص در معرض تماس گاز هیدروژن سولفور، انجام معاینات شغلی قبل از استخدام و انجام معاینات دوره‌ای با توجه ویژه به دستگاه تنفس، قلب و عروق و چشمها.
- ۲) **کنترل‌های مهندسی:** استفاده از تهویه مناسب و کاهش میزان آلاینده، اصلاح فرایند کاری
- ۳) استفاده از تجهیزات کشف و اعلام گاز هیدروژن سولفور

شکل ۲

۳،۱،۸- **تجهیزات آزمایشگاهی:** به منظور شناسایی مواجهه کارگر با گاز H_2S ، مقدار سولفید هیدروژن را در هوای تنفسی اندازه‌گیری می‌نمایند. این کار با وسایل خاص آزمایشگاهی انجام می‌شود. نمونه‌ها باید تا ۲ ساعت پس از تماس به آزمایشگاه منتقل گردند.

۳) فرایندهایی را باید ترسیم نمود تا کارکنان آسیب دیده سلامت خود را بازیابند و این کار باید از طریق ارائه نمودن فعالیت‌های بهبود و احیاء به طور مناسب و در حداقل زمان ممکن پس از وقوع حادثه انجام گردد.

۴) استفاده از تجهیزات حفاظت فردی: در شرایطی که کنترل‌های فنی مهندسی و مدیریتی نتوانند سطح تماس با سولفید هیدروژن را به اندازه کافی کاهش دهند، استفاده از وسایل حفاظت فردی در محل کار ضروری می‌باشد.

۱۱- عملیات کمک‌های اولیه برای افراد مسموم شده با گاز هیدروژن سولفور (جدول ۲)

- ۱) پیش از کمک به فرد مصدوم، فرد امداد رسان باید خود از تجهیزات تنفسی استفاده کند تا مسموم نشود.
- ۲) مصدوم را به سرعت به هوای تمیز انتقال دهید.
- ۳) اگر مصدوم تنفس نمی‌کند، راه تنفسی را باز کرده و فوراً وسیله تنفس مصنوعی را بکار ببرید.
- ۴) اگر مصدوم نبضی ندارد، ماساژ قلبی را فوراً شروع کنید.
- ۵) مصدوم را گرم نگه دارید.
- ۶) وقتی مصدوم را به هوای تمیز انتقال دادید و تنفس طبیعی شروع شد، مصدوم را تحت نظر داشته باشید تا کمک‌های پزشکی برسد.
- ۷) در صورتی که مصدوم دارای ناراحتی‌های چشمی باشد، با محلول اسیدبوریک آن را شستشو داده و در حالت شدید از کمپرس سرد به مدت ۱۵ دقیقه استفاده کنید.
- ۸) در صورتی که مسموم از خشکی گلو و سرفه‌های دردناک شکایت کند، شستشوی گلو با محلول ۱۰ درصد نیترات نقره موثر خواهد بود.

۵) تجهیزات حفاظت فردی مورد نیاز برای سولفید هیدروژن عبارتند از:

- الف - استفاده از وسایل حفاظت تنفسی به صورت ماسک کامل صورت Mask Full Face با کانیستر اختصاصی جذب هیدروژن سولفور
- ب - استفاده از رسیپراتورهای هوای تنفسی (SCBA) contained self breathing apparatus که توسط MSHA/NIOSH توصیه می‌گردد.
- ج - ترکیبی از SCBA و سیستم تامین هوا بوسیله خطوط لوله هوا، برای کار در یک فضای محصور مانند تونل
- د - وسایل حفاظتی چشمها حفاظت چشمها در محیط‌های آغشته به گاز هیدروژن سولفور با استفاده از گاگل ایمنی (safety goggle) و حفاظهای صورت.
- ه - وسایل حفاظتی پوست: دستکش‌هایی از جنس لاستیک یا نئوپرن برای حفاظت دستها در مواجهه با حالت گازی یا مایع هیدروژن سولفور

۱۲- اقدامات اورژانس (جدول ۳)

- ۱) باز کردن راه‌های تنفسی برای مسموم ضروری است.
- ۲) مکش (ساکشن) ترشحات مستفرغه مرتباً انجام شود.
- ۳) برای تزریق، یک راه داخل وریدی برقرار کنید.
- ۴) کنترل مداوم نوار قلبی انجام دهید.
- ۵) در صورت ایست قلبی تنفسی، اقدامات احیاء قلبی ریوی را سریعاً آغاز نمایید.
- ۶) در صورت وجود اسیدوز متابولیک- با بی کربنات سدیم آن را اصلاح کنید.
- ۷) در صورت مسمومیت شدید، می‌توان با استفاده از نیتريت سدیم تولید متهموگلوبین نمود و این ماده در ترکیب با سولفید با سیتوکروم اکسید رقابت می‌کند.
- ۸) در صورت لزوم می‌توان نصف دوز (مقدار) اولیه را یک ساعت بعد تکرار نمود ولی بایستی درصد متهموگلوبین را در کمتر از ۳۰٪ نگه داشت.

۱۰- الزام خدمات کمک‌های اولیه

- ۱) موسسه مهندسی رهاب باید روشهای اجرایی مناسبی را برای کاهش اثرات ناشی از حوادث، اعم از حوادث با آسیب‌های جزئی تا کشنده طرح‌ریزی نماید.
- ۲) گستره این خدمات دربرگیرنده کلیه پرسنل، کارکنان و پیمان کارانی است که در تونل صدمه دیده‌اند. بخشی از روشهای اجرایی عبارت است از:
- ۱) ایجاد تسهیلات کمک‌های اولیه مناسب با خطرات عملیات حفاری و در دسترس بودن کمک‌های بعدی مورد نیاز.
- ۲) محل‌هایی که از مراکز کمک‌های اولیه دور می‌باشند، باید کمک‌های اولیه مناسبی داشته باشند تا هر آسیبی را تا زمان رسیدن کمک‌های پزشکی کنترل نمایند.

هیدروژن سولفور اثر تحریک کنندگی بسیار زیاد بر روی قرنیه دارد که به علت ایجاد سولفور سدیم است و علاوه بر ایجاد درد و اشکریزی، سبب تاری بینایی نیز خواهد شد.

کسی که در معرض غلظت‌های زیاد هیدروژن سولفور قرار بگیرد، بعثت اثر این گاز بر مرکز تنفسی در مغز، بلافاصله جان خواهد داد.

این گاز از هوا سنگین‌تر بوده، ممکن است در شرایط سکون باعث تجمع در گودال‌ها، چاهک‌ها، حفره یا جاهای سر بسته شود.

• ماسک‌های تنفسی

ماسک‌های تنفسی باید در محیط‌های آلوده به گاز هیدروژن سولفور در دسترس افراد قرار داشته باشد.

در عملیات حفاری در قسمتهایی که غلظت گاز به شدت بالاست، باید از امکانات کاملتری برخوردار بود (سیستم هوای فشرده (SCBA)

• کمک‌های اولیه:

اشخاص دچار گاز گرفتگی باید فوراً به هوای آزاد منتقل شوند.

باید توجه داشت که شخص نجات دهنده، خود از امکانات ایمنی برای تنفس برخوردار باشد. چنانچه شخص گاز گرفته، اصلاً نفس نمی‌کشید یا بیهوش است، باید به سرعت به او تنفس مصنوعی داد. این کار باید آنقدر ادامه یابد تا شخص به حالت عادی برگردد.

۹) در مسمومیت با سولفید هیدروژن از تیوسولفات نباید استفاده کرد.

۱۰) در بیماری که به اقدامات بالا پاسخ نمی‌دهند، بایستی استفاده از اکسیژن پرفشار را مدنظر داشت.

۱۱) در صورت هیپوتانسیون (کاهش فشار خون و تشنج و اختلالات قلبی)، درمان‌های اختصاصی مربوطه انجام شود.

۱۲) در مسمومیت با سولفید هیدروژن، اگر مسموم در طی ۴ ساعت اول از بیهوشی خارج شده و بیدار شود، نشانه خوبی خواهد بود. در مسمومیت خفیف، بیمار بایستی به مدت ۴-۶ ساعت تحت نظر باشد.

۱۳) جهت درمان نهایی، مسموم را به مرکز مجهزی اعزام نمایید.

غلظت بر حسب قسمت در میلیون (ppm):

- ۵۰-۱۰۰ ppm

در این غلظت چشم‌ها و سیستم تنفسی پس از یک ساعت تماس دچار خارش می‌شوند.

- ۲۰۰-۳۰۰ ppm

در این غلظت بعد از یک ساعت چشم‌ها کبود شده و سیستم تنفسی دچار خارش می‌شود.

- ۵۰۰-۷۰۰ ppm

در این غلظت در مدت ۱۵ دقیقه گیجی، سردرد و تهوع و پس از ۳۰-۶۰ دقیقه بیهوشی و مرگ احتمالی عارض می‌گردد.

- ۷۰۰-۹۰۰ ppm

در این غلظت به سرعت باعث بیهوشی و بعد از چند دقیقه باعث مرگ می‌شود.

- بیش از ۱۰۰۰ ppm:

در این غلظت در یک لحظه باعث مرگ می‌شود.

تماس با غلظت‌های کم، سبب ریزش اشک از چشم و تحریک مخاط بینی و حلق می‌شود، سردرد و سرگیجه نیز ممکن است به دنبال داشته باشد.

۲) ضعف سازمان یا شرکت مسئول پروژه در ایجاد سیستم تقدیر و تشکر

۳) مدیریت ایمنی و محیط زیست

۴) خطای انسانی

۵) عدم رعایت مقررات و استانداردها

تقدیر و تشکر

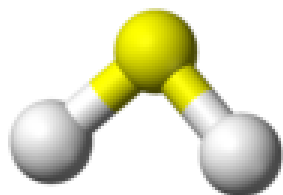
در این بخش وظیفه خود دانسته که از خانم مهندس راحله بیات و آقای مهندس مسعود احمدی، خانم مهندس میترا ابراهیمی نژاد و همچنین جناب آقای دکتر حسن فتحی نژاد به دلیل همفکری ها و راهنمایی‌هایی که داشته اند، تشکر کرده و از خداوند منان بهروزی و شادکامی و سلامتی را برای ایشان آرزو میکنم.

نتیجه گیری

وجود منابع عظیم نفت و گاز در کشور و صادرات میعانات گازی مسبب توجه خاص به درآمد زایی صنعت مذکور در پیشبرد اهداف اقتصادی کشور شده است.

H_2S یکی از گازهای موجود در محیط های کاری صنایع نفت و گاز بوده که با انجام بررسی ها و تحقیقات گسترده به جهت ریشه یابی حوادث مرتبط با گاز H_2S ، نقش عوامل انسانی و مدیریتی پروژه را در پیدایش و گسترش این حوادث بسیار موثر میدانند. عواملی مانند:

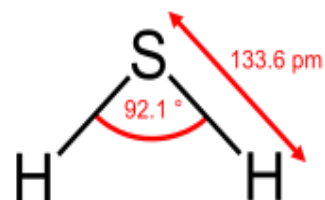
(۱) نبود یا ضعف فرهنگ ایمنی



Hydrogen sulfide-3D-balls



Hydrogen sulfide-2D-balls



Hydrogen sulfide-2D-dimensions

(شکل ۱)

اثرات گاز H_2S بر روی انسان از لحاظ زمان تاثیرگذاری (جدول ۱)

H ₂ S VOL % (ppm)	۰ تا ۲ دقیقه	۲ تا ۱۵ دقیقه	۱۵ تا ۳۰ دقیقه	۳۰ دقیقه تا ۱ ساعت	۱ تا ۴ ساعت	۴ تا ۸ ساعت	۸ تا ۴۸ ساعت
۰،۰۱ الی ۰،۰۱۵				ورم ملتحمه و خفیف و سوزش اندام تنفسی			
۰،۰۱۵ الی ۰،۰۲		سرفه و سوزش چشمها و از دست دادن حس بویایی	اختلال تنفسی و درد چشمها و خواب آلودگی	سوزش گلو	ترشح و ریزش آب بینی و درد چشمها و سرفه	تشدید علائم بیماری	خون ریزی و مرگ
۰،۰۲ الی ۰،۰۳۵	سوزش چشمها و از دست دادن حس بویایی	سوزش چشمها	سرگیجه و ریزش اشک و کوفتگی بدن	سرخی چهره و ریزش آب بینی و درد چشمها	آمبولی (تجمع آب در ریه ها) و خونریزی و مرگ	خون ریزی و مرگ	
۰،۰۳۵ الی ۰،۰۴۵		سوزش چشمها و از دست دادن حس بویایی	به سختی سرفه کردن و سوزش چشمها	سردرد خفیف و کوفتگی	سرگیجه و کوفتگی و سوزش فزاینده و مرگ	مرگ	
۰،۰۵ الی ۰،۰۶	از پا افتادن و بیهوشی	اختلال تنفسی و سوزش چشمها و از پا افتادن	سوزش شدید چشمها و تپش قلب و احتمال وقوع مرگ	سرگیجه و رعشه و ضعف شدید اعضای بدن			
۰،۰۶ الی ۰،۰۸	از پا افتادن و بی هوشی و مرگ	از پا افتادن و بی هوشی و مرگ					

جدول راهنمای اقدامات مدیریتی و فنی در مواجهه با گاز هیدروژن سولفور (جدول ۲)

مقدار ppm	اثرات	نحوه عملکرد
۰,۱۳	کمترین غلظتی که قابل درک با حس بویایی است	مراقب باشید.
۱۰	چشم‌ها شروع به اشک آمدن می‌کنند و کمی دردناک می‌شوند	مراقب باشید.
۲۷	بوی بسیار شدید و نامطلوب ولی قابل تحمل	هوای تازه تنفس کنید.
۱۰۰	از بین رفتن حس بویایی	۱- مصدوم را به هوای تازه منتقل کنید. ۲- امداد پزشکی را خبر کنید.
۵۰۰	از بین رفتن هوشیاری و مرگ در یک ساعت	۱- قربانی را به هوای تازه منتقل کنید. ۲- کمک‌های اولیه را شروع کنید. ۳- امداد پزشکی را خبر کنید.
۱۰۰۰	فوراً از هوش می‌رود ، توقف تنفس و مرگ	۱- تنفس مصنوعی را اعمال کنید. ۲- در صورت نیاز ماساژ قلبی دهید. ۳- امداد پزشکی را خبر کنید.

جدول مخاطرات ناشی از تماس با گاز هیدروژن سولفور (H₂S) (جدول ۳)

انواع خطرات	علائم	نحوه جلوگیری	کمک‌های اولیه/اطفاء حریق
آتش سوزی	شدیداً قابل اشتعال	۱- کاهش مقادیر H ₂ S با تهویه مناسب ۲- کنترل منابع جرقه و ممانعت از بروز جرقه، ممنوعیت استعمال دخانیات	قطع تغذیه آتش، خاموش کردن آتش با اسپری آب، پودر خاموش کننده، گاز دی‌اکسید کربن
انفجار	مخلوط هوا و H ₂ S قابل انفجار است.	تهویه هوا، استفاده از تجهیزات الکتریکی و روشنایی ضد انفجار، ممانعت از ایجاد الکتریسیته ساکن (با اتصال زمین) در کاربردهای مختلف از هوای کمپرس شده استفاده نشود.	در صورت بروز آتش‌سوزی، سیلندرها را با اسپری آب خنک نگه دارید.
تماس (استنشاق)	سرگیجه، سردرد، سرفه، گلودرد، تهوع، تنفس سخت، بی‌هوشی (علائم ممکن است با تاخیر بروز کند)	تهویه مناسب استفاده از تجهیزات تنفسی	انتقال به هوای تازه، استراحت، نیمه بالای بدن بالا نگه داشته شود، اعمال تنفس مصنوعی، تنفس دهان به دهان انجام شود.
تماس (پوست)	در تماس مستقیم با مایع تاول‌زدگی ایجاد می‌شود.	استفاده از دستکش‌های مخصوص و محافظ	در صورت تاول‌زدگی، تاول با مقدار زیادی آب شسته شود.
تماس (چشم‌ها)	قرمز شدن چشم‌ها، درد و سوزش شدید	۱- استفاده از عینک‌های ایمنی مخصوص ۲- محافظت از چشم‌ها به همراه دستگاه تنفسی	چشم‌ها با آب زیاد شسته شود، به پزشک مراجعه شود.

منابع و مراجع

- (۱) سایت بهداشت محیط ایران به آدرس: www.environmentalhealth.ir/147
- (۲) جزوه آموزشی: شناسایی و راه‌های مقابله با خطرات گاز H₂S. تهیه کننده: بهمن درواچ تهیه شده از سایت:
- (۳) www.darvah-hse.persianblog.ir/post/59
- (۴) گاز هیدروژن سولفید (H₂S) و راه‌های مقابله با زیان‌های آن. مولفین: محمد بهزادی و غلامحسین پرمون. انتشارات اندیشه سرا چاپ دوم

سال ۱۳۹۲

- (۵) www.safetydirectory.com/hazardous_substances/hydrogen_sulfide.htm
- (۶) www.pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/summary/summary.cgi?cid=402&loc=ec_rcs
- (۷) www.npi.gov.au/substances/hydrogen-sulfide/index.html
- (۸) www.androidphonebuzz.com/hydrogensulfide
- (۹) www.archive.rubicon-foundation.org/10235
- (۱۰) www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2084282
- (۱۱) www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3384190