



سازمان صنایع کوچک و شهرکهای صنعتی ایران
مدیریت ایمنی، بهداشت، محیط زیست و انرژی

**دستورالعمل ایمنی مواجهه با سولفید هیدروژن و متان
در شبکه ها و تصفیه خانه های فاضلاب شهرک ها و نواحی صنعتی**

ضوابط ایمنی در مواجهه با گازهای سولفید هیدروژن و متان در شبکه ها و تصفیه خانه های فاضلاب شهرکها و نواحی صنعتی

مقدمه

هیدروژن سولفور با نامهای دی هیدروژن سولفاید، سولفور هیدروژن سولفورات، هیدروسولفوریک، گاز ترش، Swamp gas، هپاتیک اسید، Sour gas، Sewer gas و Stink damp 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 (H₂S) 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 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. در این ضوابط به این گاز و سایر گازهای موجود در شبکه ها و تصفیه خانه های فاضلاب و به روش های مواجهه و برخورد با آنها در زمان کار اشاره شده است.

جدول (1) گازهای خطرناک در سیستم های جمع آوری و تصفیه خانه های فاضلاب

نام گاز	فرمول شیمیایی	جرم ویژه	دامنه انفجار (درصد حجمی در هوا)	مشخصات	اثرات فیزیولوژیکی (درصد ذکر شده بر حسب حجم در هوا)	منبع آن در فاضلاب روها	ساده ترین روش تشخیص
اکسیژن (در هوا)	O ₂	۱/۱۱	حد پایین، حد بالا غیر قابل اشتعال	بی رنگ، بی بو، بی طعم، غیر سمی، که به احتراق کمک می نماید.	در هوا به میزان ۲۰/۹۳ درصد و اگر کم تر از ۱۹/۵ درصد باشد نباید بدون ماسک اکسیژن وارد شد.	کمبود آن به علت عدم تهویه و یا جذب یا مصرف شیمیایی اکسیژن	دستگاه های سنجش کمبود اکسیژن
بخار گازوئیل و مواد نفتی	C ₅ H ₁₂ - C ₉ H ₂₀	۳/۴ - ۴/۰	۱/۳ - ۷	بی رنگ، بودار در میزان ۰/۴ درصد - قابل اشتعال و انفجار	بی حسی در صورت استنشاق در غلظت ۲/۴۳٪ کشنده و در غلظت ۱/۱ تا ۲/۲ درصد خطرناک حتی در مدت کوتاه	نشت از مخازن ذخیره و همچنین از تعمیرگاه های وسایل نقلیه و خشک شویی ها	دستگاه های سنجش گازهای قابل احتراق - دستگاه های سنجش کمبود گاز اکسیژن برای غلظت های بیش از ۰/۳ درصد
منواکسید کربن	Co	۰/۹۷	۱۲/۵ - ۷۴/۲	بی رنگ، بی بو، غیر محرک، قابل اشتعال و انفجار	هموگلوبین خون به شدت جذب این گاز شده و در نتیجه کمبود اکسیژن در خون ایجاد می شود در غلظت ۰/۲ تا ۰/۲۵ درصد در مدت ۳۰ دقیقه موجب بی هوشی می شود.	گازهای سوختی مصنوعی	آمپول های منواکسید کربن

ضوابط ایمنی در مواجهه با گازهای سولفید هیدروژن و متان در شبکه‌ها و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهرکها و نواحی صنعتی

ادامه جدول (1) گازهای خطرناک در سیستم‌های جمع‌آوری و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب

نام گاز	فرمول شیمیایی	جرم ویژه	دامنه انفجار (درصد حجمی در هوا)	مشخصات	اثرات فیزیولوژیکی (درصد ذکر شده بر حسب حجم در هوا)	منبع آن در فاضلاب‌روها	ساده‌ترین روش تشخیص
هیدروژن	H ₂	۰/۰۷	۴ - ۷۴/۲	بی‌رنگ، بی‌بو، غیرسمی، قابل اشتعال و انفجار، باعث پخش شعله می‌گردد، بسیار خطرناک	به‌طور مکانیکی موجی محرومیت بافت‌ها از اکسیژن می‌گردد. - خفه‌کننده	گازهای سوختی مصنوعی	دستگاه‌های سنجش گاز
متان	CH ₄	۰/۵۵	۵ - ۱۵	بی‌رنگ، بی‌بو، بی‌طعم، غیرسمی، قابل اشتعال و انفجار	شبیه هیدروژن	- گازهای طبیعی - گازهای سوختی - گازهای ناشی از مضم بی‌هوازی لجن فاضلاب	نشیر بخار گازوئیل
هیدروژن سولفور	H ₂ S	۱/۱۹	۴/۳ - ۴۶/۰	بوی تخم‌مرغ گندیده در غلظت کم ولی غیرقابل حس در غلظت بالا - بی‌رنگ، قابل اشتعال، انفجار و سمی	- کشنده در ظرف چند دقیقه در غلظت ۰/۲ درصد - فلج‌کننده مراکز تنفسی	- گازهای نفتی - گاز متداول در فاضلاب‌روها	۱- آمپول H ₂ S ۲- تجزیه‌گر H ₂ S
دی‌اکسید کربن	CO ₂	۱/۵۳	غیرقابل اشتعال	- بی‌بو، بی‌رنگ، غیرقابل اشتعال - معمولاً به‌میزان زیاد یافت نمی‌شود مگر کمبود اکسیژن وجود داشته باشد.	در غلظت ۱۰ درصد غیرقابل تحمل است و در ظرف چند دقیقه در اعصاب و سیستم تنفسی تأثیر می‌گذارد.	- در لایه‌های کربن‌دار و در فاضلاب‌روها یافت می‌شود.	- دستگاه‌های سنجش کمبود گاز اکسیژن
نیتروژن	N ₂	۰/۹۷	غیرقابل اشتعال	- بی‌بو، بی‌رنگ، بدون طعم، غیرقابل اشتعال و انفجار - غیرسمی و در هوا به‌میزان ۷۹ درصد	نظیر هیدروژن	- در لایه‌های کربن‌دار و در فاضلاب‌روها یافت می‌شود.	- دستگاه‌های سنجش کمبود گاز اکسیژن
اتان	C ₂ H ₆	۱/۰۵	۳/۱ - ۱۵	- بی‌رنگ، بی‌بو و بی‌طعم - غیرسمی - قابل اشتعال و انفجار	نظیر هیدروژن	گاز طبیعی	دستگاه‌های سنجش گاز قابل احتراق
کلر	Cl ₂	۲/۵	غیرقابل اشتعال و غیرقابل انفجار	- سبز مایل به زرد - مایه در فشار بالا - تحریک‌کننده فوق‌العاده بالا - بسیار خورده یا وجود رطوبت	- تحریک‌کننده سیستم تنفسی و چشم در غلظت ۳۰ میلی‌گرم در لیتر گاز موجب بروز سرفه - در غلظت ۴۰ تا ۶۰ میلی‌گرم در لیتر در مدت ۳۰ دقیقه خطرناک - در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر یا چند دم و بازدم کشنده	- نشست از اتصالات به لوله	۱- توسط دستگاه سنجش گاز ۲- توسط محلول آمونیاک
دی‌اکسید گوگرد	SO ₂	۲/۳	غیرقابل اشتعال و انفجار	- بی‌رنگ و در فشار به‌صورت گاز مایع با بوی تند و زننده - بسیار خورده در حضور رطوبت	- تحریک‌کننده دستگاه تنفسی و چشم و پوست و بافت‌های مخاطی	نشست از لوله‌ها و اتصالات	۱- دستگاه سنجش گاز دی‌اکسید گوگرد ۲- محلول آمونیاک

- تمام ظروف حاوی مواد شیمیایی (بدون توجه به نوع مصرف آنها) نباید بدون برچسب حاوی اطلاعات احتیاطی تحویل گرفته شده و انبار شود.
- زمان تماس بهره‌بردار با مواد شیمیایی باید حداقل باشد. مجموعه‌ای از کنترل‌های مهندسی - مدیریتی، عملیات ایمنی و استفاده از وسایل حفاظتی موجب کاهش زمان تماس با مواد شیمیایی خواهد شد.
- بهره‌برداران بدون آشنایی با نوع خطرات و بدون استفاده از وسایل حفاظتی جهت ایمنی خود نباید هرگز مواد شیمیایی را جابجا و یا استفاده نمایند. در صورت لزوم مشورت با کارشناسان ذیربط جهت رفع هرگونه شک و شبهه در نحوه کار با این مواد ضروری است.
- نصب چشم شوی و دوش اضطراری در محل‌هایی که از مواد شیمیایی استفاده می‌شود الزامی است.

- تماس با گازهای تولیدی در تاسیسات فاضلاب

الف- هیدروژن سولفید

هیدروژن سولفید یک گاز بی‌رنگ، قابل اشتعال و فوق‌العاده خطرناک با بویی شبیه تخم مرغ گندیده می‌باشد. برخی نام‌های معمول این گاز شامل گاز فاضلاب، گاز باتلاق، گاز کود می‌باشد. این گاز به‌صورت معمول در نفت خام و گاز طبیعی وجود دارد. هیدروژن سولفید به‌دلیل تخریب باکتریایی مواد آلی و فضولات انسانی و حیوانی در شبکه و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب تولید می‌شود. هیدروژن سولفید سنگین‌تر از هوا بوده و در فضاهایی با تهویه نامناسب همانند خطوط فاضلاب و آدم‌روها تجمع می‌یابد. سریع‌ترین راه ورود این گاز به بدن تنفس آن می‌باشد. اشخاص می‌توانند بوی تخم مرغ گندیده آنرا در غلظت‌های بسیار کم در هوا حس کنند ولی در صورت استمرار تماس شخص با گاز در طولانی مدت، قابلیت درک آن از بین می‌رود (خستگی حس بویایی). این اتفاق در غلظت‌های زیاد بسیار با سرعت انجام شده و شخص فوراً حس بویایی خود را از دست می‌دهد. علاوه بر این گاز هیدروژن سولفید بسیار قابل اشتعال بوده و مخلوط آن با هوا می‌تواند قابل انفجار باشد. این گاز می‌تواند با تاثیر بر روی سیستم مصرف اکسیژن و سیستم اعصاب مرکزی سبب خفگی شود. سرعت این عمل به دوز آن و مدت تماس شخص با گاز بستگی دارد. این گاز در غلظت‌های کم سبب تحریک چشم‌ها، بینی، گلو و سیستم تنفسی می‌گردد. آثار این تحریک می‌تواند چندین ساعت و گاهی چندین روز به طول انجامد. تکرار تماس با گاز و یا طولانی شدن تماس می‌تواند سبب التهاب چشم، سر درد، خستگی، کج خلقی، بی‌خوابی، اختلالات گوارشی و ایجاد حالت تهوع و استفراغ و همچنین کاهش وزن شود.

- حفاظت در قبال گاز هیدروژن سولفید

- قبل از ورود به فضاهایی که احتمال وجود این گاز می‌رود، باید بازرسی‌های لازم صورت پذیرد و در صورت امکان غلظت گاز توسط دستگاه تشخیص تعیین گردد.
- در صورت وجود گاز، فضا باید به‌صورت مستمر جهت تخلیه گاز تهویه شود.
- در صورت عدم امکان تخلیه گاز، شخص باید مجهز به ماسک اکسیژن با حداقل نیم ساعت کارایی و سایر وسایل نجات و وسایل ارتباطی باشد.

ضوابط ایمنی در مواجهه با گازهای سولفید هیدروژن و متان در شبکه‌ها و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهرکها و نواحی صنعتی

در صورتی که غلظت H_2S کم‌تر از ۱۰۰ ppm باشد، می‌توان از یک ماسک تنفس مجهز به فیلتر تصفیه هوا استفاده نمود، مشروط به آن که کارتریج فیلتر ماسک، مناسب برای هیدروژن سولفید باشد. ترجیحاً ماسک‌های تنفسی باید تمام صورت باشند در غیر این صورت استفاده از عینک‌های محافظ چشم‌ها الزامی است.

- کارگرانی که در محیط‌های حاوی هیدروژن سولفید کار می‌کنند باید در تمامی وقت تحت نظارت شخص مراقب جهت تشخیص علایم خطر باشند.
- هرگز نباید بدون در اختیار داشتن تجهیزات تنفسی مناسب، نسبت به نجات شخص گرفتار در محیط حاوی گاز هیدروژن سولفید اقدام نمود.

ب- متان

متان یک گاز بی‌رنگ و بی‌بو می‌باشد که به‌عنوان سوخت مورد استفاده قرار می‌گیرد. این گاز بخش عمده‌ای از گاز طبیعی را شامل می‌شود. گاز متان در شرایط استاندارد و فشار یک اتمسفر دارای ارزش حرارتی ۳۵۸۰۰ کیلو ژول بر مترمکعب می‌باشد. گاز تولیدی در فرآیند هضم بی‌هوازی حاوی ۶۵ تا ۷۰ درصد گاز متان می‌باشد. در اثر تنفس این گاز، شخص دچار خواب آلودگی، کسالت و بیهوشی می‌شود. در غلظت‌های زیاد، گاز می‌تواند سبب خفگی نیز گردد. در صورت ترکیب با هوا این گاز قابل اشتعال است.

- حفاظت در قبال گاز متان

- قبل از ورود به فضاهایی که احتمال وجود این گاز می‌رود باید بازرسی‌های لازم صورت پذیرد.
- در صورت احتمال وجود گاز، فضا باید قبل و در خلال کار به‌خوبی تهویه شود.
- کلیه تجهیزات الکتریکی که در محیط با احتمال نشت گاز متان به‌کار گرفته می‌شوند، باید از نوع ضد جرقه باشند.

ج- سایر گازها

علاوه بر گاز متان و سولفید هیدروژن، گازهای خطرناک دیگری در شبکه‌ها و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب وجود دارند که مشخصات آنها در جدول (۳-۳) آمده است.

فضاهای محدود^۱ و محبوس در شبکه جمع‌آوری و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

الف- فضاهایی که شخص می‌تواند در آن وارد شده و کار محوله را انجام دهد ولیکن در ورود و خروج از آن محدودیت وجود دارد (نظیر مخازن روباز یا سربسته، سیلوه‌ها، هوپر‌ها، چاله‌ها، آدم‌روها، فاضلاب‌روها، تلمبه‌خانه‌ها)

ب- فضاهایی که برای توقف و کار مستمر طراحی نشده‌اند. بنابراین ورود اتفاقی و غیرمستمر کارگران برای بازرسی، نگهداری، تعمیرات و تمیزکاری به علت امکان مواجهه با گاز، مواد شیمیایی و فیزیکی می‌تواند بسیار خطرناک باشد.

مخاطرات فضای محدود

۱- کم و یا زیاد بودن اکسیژن

الف- فضای با اکسیژن محدود

سطح اکسیژن در یک فضای محدود ممکن است در اثر واکنش‌های شیمیایی و یا بیولوژیک به کمتر از ۱۹/۵ درصد تنزل یابد. موارد زیر ممکن است به این واکنش‌ها بیانجامد و سبب کاهش اکسیژن شود.

- احتراق مواد قابل اشتعال (همانند جوشکاری، برشکاری و گرم کردن)
- واکنش باکتری‌ها با مواد آلی (به‌عنوان مثال مواد موجود در شبکه‌های فاضلاب)
- واکنش مواد غیرآلی (زنگ زدگی سطوح فلزی)
- جابجایی اکسیژن با سایر گازها
- مصرف بالای اکسیژن (حضور کارگران زیاد در یک فضای محدود)

کمبود اکسیژن در شبکه جمع‌آوری و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب معمولاً در محل‌هایی که تهویه به خوبی انجام نمی‌گیرد و یا در جاهایی که ممکن است گازهایی نظیر هیدروژن سولفور، بخارات نفتی، دی‌اکسید کربن یا گاز کلر تولید شود و یا تجمع یابد وجود دارد. کمبود اکسیژن اغلب در ساختمان‌هایی که در تراز پایین‌تر از سطح طبیعی زمین احداث شده اتفاق می‌افتد. گازهایی نظیر هیدروژن سولفور و کلر تمایل دارند در محل‌های پست تجمع یابند زیرا جرم ویژه آنها سنگین‌تر از جرم ویژه هوا می‌باشد. از آنجایی که جرم ویژه هوا برابر ۱ است، بنابراین هرگونه گازی که جرم ویژه اش بیش‌تر از ۱ باشد در محل‌های پست نفوذ کرده جایگزین هوا در آن محل می‌گردد. برعکس گاز متان که جرم ویژه آن کمتر از ۱ می‌باشد در آدم‌روها به سمت بالا هدایت شده و خارج می‌شود. تهویه می‌تواند توسط بادبزن و یا دمنده انجام گیرد.

جدول (2) شرایط مخاطره‌آمیز در حالت کاهش غلظت اکسیژن را نشان می‌دهد.

ضوابط ایمنی در مواجهه با گازهای سولفید هیدروژن و متان در شبکه ها و تصفیه خانه های فاضلاب شهرکها و نواحی صنعتی

جدول (2) شرایط مخاطره آمیز در حالت کاهش غلظت اکسیژن

شرایط خطر	غلظت اکسیژن
حداقل سطح اکسیژن قابل قبول	۱۹/۵ درصد
کاهش قابلیت کار به صورت عادی، بر هم خوردن تعادل شخص و بروز علائم اولیه	۱۹-۱۵ درصد
افزایش تنفس، تصمیم گیری ضعیف	۱۴-۱۲ درصد
افزایش تنفس، تبدیل لبها به رنگ آبی	۱۲-۱۰ درصد
ضعف مغزی، ضعف عمومی، بیهوشی، حالت تهوع و استفراغ	۱۰-۸ درصد
به مدت ۸ دقیقه کشنده- به مدت ۶ دقیقه ۵۰ درصد کشنده با احتمال بهبودی	۸-۶ درصد
حالت کما در ۴۰ ثانیه مرگ	۶-۴ درصد

ب- فضای با اکسیژن بالا

- یکی از دلایل عمده برای ایجاد فضای با غلظت اکسیژن بالا در تصفیه خانه ها، طراحی ضعیف و نگهداری غلط تجهیزات ذخیره اکسیژن می باشد که برای فرایندهای هوادهی با اکسیژن خالص مورد استفاده قرار می گیرند. این فضا دارای شرایط زیر می باشد:
- غلظت اکسیژن بیش از ۲۱ درصد است.
 - غلظت بالای اکسیژن سبب می شود مواد قابل اشتعال و احتراق هم چنین مو، لباس، مواد و لباس های آغشته به روغن در صورت ایجاد جرقه شدیداً بسوزند.
 - هرگز نباید از اکسیژن خالص برای تهویه فضا استفاده نمود.
 - هرگز نباید یک مخزن تحت فشار در فضای محدود نگهداری شود.

۲- گازهای سمی و قابل اشتعال

- گازهای سمی و قابل اشتعال می توانند به صورت زیر در فضا پراکنده شوند:
- گازهای سمی ناشی از تجزیه موادی که در فضای محدود نگهداری شوند.
 - گازهای سمی ناشی از انجام فعالیت هایی همانند جوشکاری، برشکاری، سنگ زدن، لحیم کاری، زنگ زدایی، رنگ آمیزی و چربی زدایی باشد.
 - گازهای سمی ناشی از نشت گاز در فضاهای مجاور فضای محدود باشد.

۳- خطر انفجار

- دو عامل اصلی در بروز انفجار دخیل هستند:
- میزان اکسیژن در هوا
 - حضور گازها و یا بخارات قابل اشتعال
- نسبت مناسبی از هوا و گاز می تواند به انفجار منجر شود.

برای این که یک گاز و یا بخار، قابل اشتعال باشد، غلظت آن باید در «محدوده انفجار» قرار گیرد. به‌عنوان مثال محدوده انفجار متان، ۵ تا ۱۵ درصد غلظت در هوا می‌باشد. این بدان معنی است که زیر غلظت ۵ درصد (حد پایین انفجار، LEL) مخلوط متان هوا قابل انفجار نیست. به‌طور مشابه در غلظت‌های بیش از ۱۵٪ (حد بالای انفجار UEL) انفجار صورت نمی‌پذیرد.

۳-۱- منابع تولید جرقه

منابع تولید جرقه، انرژی حرارتی لازم برای مشتعل نمودن گازهای قابل انفجار را تامین می‌نمایند که شامل موارد زیر می‌باشد:

- شعله مستقیم همانند شعله‌های جوشکاری و فندک سیگار
- جرقه الکتریکی ناشی از کابل‌های معیوب و یا تجهیزات با اضافه بار
- سطوح داغ گرمکن‌ها، لامپ‌های رشته‌ای و لوله‌های بخار
- جرقه‌های ناشی از الکتریسیته ساکن مثل آنچه از لباس‌های مصنوعی ایجاد می‌شود.
- جرقه‌های ناشی از اصطکاک، همانند برخورد یک ابزار فلزی با یک وسیله دیگر

۴- خطر محبوس شدن

در موارد زیر خطر محبوس شدن وجود دارد:

- غرقاب شدن در فضای محدود
- پیدایش جریان ناگهانی آب و یا فاضلاب
- محبوس شدن در اثر جابجایی و حرکت مواد جامد ذخیره شده در فضای محدود

۵- سایر مخاطرات

سایر مخاطرات در فضای محدود شامل مخاطرات برقی و مکانیکی، صدا، دمای بسیار بالا، سقوط اجسام و لغزش و افتادن می‌باشد.

ورود به فضاهای محدود

ورود به فضاهای محدود ممکن است به‌دلیل هر یک از فعالیت‌های زیر باشد:

- تمیزکاری و تخلیه ضایعات یا لجن
- بازرسی فیزیکی تجهیزات
- نصب پمپ‌ها، موتورها و سایر تجهیزات
- کارهای نگهداری همانند سند بلاست، رنگ کاری و یا پوشش سطوح
- قرائت گیج‌ها و نشانگرها
- انجام امور تعمیراتی همانند جوشکاری و برشکاری
- نصب، تعمیر و بازرسی کابل‌های تلفن، برق و غیره

- تست لوله ها

- نجات افراد مجروح

فارغ از دلیل نیاز به ورود به فضاهای محدود انجام بررسی های اولیه زیر ضروری است:

- بازرسی اتمسفر محیط

- تشخیص وجود اتمسفر مناسب

- بررسی تمام فضاها

- بررسی عدم کمبود اکسیژن

به خاطر داشته باشید که متان سبک تر، هیدروژن سولفید سنگین تر و جرم حجمی کربن مونواکسید مشابه هواست.

الف - تهویه

- تهویه اولین راهکار برای رفع مشکلات است.

- شناخت مخاطرات در فضای محدود، جهت رفع آن الزامی است.

- عمل تهویه باید به صورت مستمر انجام شود.

- فضا قبل از ورود باید مجدد آزمایش شود.

ب- جداسازی

- خارج کردن تجهیزات برقی از مدار

- بستن و تخلیه خطوط هوای فشرده و سایر سیالات

- قطع محرکها و شفت های مکانیکی

- محکم کردن قطعات مکانیکی در موقعیت خود

- مسدود کردن جریان آب و یا فاضلاب

- فضاهای محدود نیازمند مجوز ورود

فضایی نیازمند اخذ مجوز ورود است که یک و یا چند ویژگی زیر را داشته باشد:

- دارای اتمسفر خطرناک باشد و یا شرایط برای تبدیل اتمسفر به شرایط خطرناک وجود داشته باشد.

- حاوی ماده ای باشد که امکان محبوس شدن بهره بردار در آن وجود داشته باشد.

- شکل داخلی آن به نحوی باشد که امکان محبوس شدن و یا خفه شدن فرد وجود داشته باشد.

- دارای هرگونه خطر دیگری برای ایمنی و سلامت فرد باشد.

ورود به این فضا نیازمند صدور مجوز ورود است و بدون آن ورود به فضا امکان پذیر نمی باشد.

برگه مجوز ورود باید حاوی اطلاعات و مشخصات زیر باشد.

- امضای مجوز ورود توسط مسوول ناظر ارشد

- تاریخ، موقعیت و نام فضای محدود
 - دلیل ورود و مخاطرات شناخته شده فضا
 - نام شخص و یا اشخاصی که وارد فضا می شوند، اشخاص همراه و مراقب و اشخاص ناظر ارشد
 - نتایج آزمایش اتمسفر فضا همراه با امضای شخص آزمایش کننده
 - نام و شماره تلفن تیم نجات
 - روش های برقراری تماس
 - تجهیزات حفاظت شخصی
 - روش های اعلام هشدار
 - تجهیزات نجات
 - تجهیزات تنفسی
- تیم ورود به فضای محدود را سه گروه تشکیل می دهند:

- شخصی که وارد فضا می شود^۱

شخصی است که به صورت فیزیکی وارد فضای محدود می شود تا نسبت به انجام کار اقدام نماید.

- شخص همراه^۲

شخص همراه، شخصی است که خارج فضای محدود باقی مانده و کار را تحت نظارت دارد. این شخص فضا را برای ورود غیرمجاز محافظت کرده و هرگونه شرایط غیر عادی را گزارش می دهد و همچنین در صورت نیاز تیم نجات را مطلع می سازد.

- شخص ناظر ارشد^۳

شخص ناظر ارشد مسوول اصلی و هماهنگ کننده ورود به فضای محدود است.

- نقشه راه و برنامه ورود به فضاهای نیازمند مجوز ورود

وجود یک نقشه راه حاوی روش های تحت کنترل قرار دادن تمامی مخاطرات احتمالی، قبل از اقدام به ورود به یک فضای محدود الزامی است. در این نقشه راه باید به موارد ذیل پرداخته شود:

- وظایف کارگران
- روش های نجات در محل
- تجهیزات نجات و روش های برقراری تماس و ارتباط با خارج

1- Entrant
2- Attendant
3- Supervisor

- تجهیزات حفاظت شخصی، شامل لباس ها و تجهیزات
- روش های جداسازی و قطع انرژی و کنترل حرکت مواد جامد و سیالات
- وظایف اشخاص همراه
- وسایل کافی برای ورود و خروج به فضای محدود
- آزمایش شرایط جوی
- روش ها و دستورالعمل های کافی برای کار در مجاورت مواد قابل انفجار و قابل اشتعال
- تهویه مناسب فضا و خارج نمودن گازهای سمی و قابل اشتعال

- فضاهای محدود بدون نیاز به مجوز ورود

فضایی که فاقد اتمسفر خطرناک بوده و یا در معرض چنین اتمسفری نباشد و همچنین قابلیت پدید آمدن اتمسفری که سبب مرگ و یا صدمات جدی فیزیکی شود در آن وجود نداشته باشد، فضای محدود بدون نیاز به مجوز ورود نامیده می شود.

- اقدامات پیشگیرانه

- مهم ترین اقدام پیشگیرانه آموزش افراد ذیربط است. این آموزش ها باید حول دو محور زیر باشد.
- الف- شناخت مخاطرات و سایر آموزش های عمومی
- هر کارگری که وارد یک فضای محدود می شود و یا کارهای مرتبط را انجام می دهد باید برای کار ایمن در این فضاها آموزش دیده باشد. این آموزش باید شامل شناخت مخاطرات مربوطه باشد.
 - باید شخصی با اطلاعات و تجربه کافی برای آموزش در نظر گرفته شود.
 - این آموزش ها باید با هماهنگی بخش سلامت و ایمنی صورت پذیرد.
 - در صورت هرگونه تغییر در شرایط کار، آموزش ها باید به روز شود.
 - در هر لحظه باید آخرین گزارش ها از دوره های برگزار شده، مربیان و اشخاص شرکت کننده در دوره های آموزشی وجود داشته باشد.
- ب- شناخت نقشه راه تهیه شده برای شرایط موجود
- باید اطمینان حاصل شود که دوره های آموزشی کافی براساس نقشه راه مربوطه برگزار شده است.
 - باید از پیروی از نقشه راه اطمینان حاصل شود.

- اقدامات فوری و روش های اولیه نجات در محل

قبل از وجود دستورالعمل ها و روش های اولیه مدون شده نجات در محل، هیچ کارگری نباید وارد یک فضای محدود شود. بدین منظور همواره باید تعداد افراد آموزش دیده به تعداد کافی برای انجام اقدامات اولیه وجود داشته باشد. دوره های آموزشی این افراد باید دربرگیرنده موارد ذیل باشد:

- روش‌های نجات در محل

- کمک‌های اولیه و روش‌های احیای قلبی - ریوی (CPR)

- بهره‌گیری مناسب از تجهیزات نجات

علاوه بر این باید اطمینان حاصل نمود که تجهیزات نجات که در نقشه راه مشخص گردیده‌اند دارای شرایط زیر است:

- تماما در دسترس باشند

- برای ورود به فضای محدود مناسب باشند.

- در دوره‌های مشخص توسط یک شخص مطلع مورد بازرسی قرار گرفته تا در شرایط عملکرد مناسب باشند. نتایج این

- بازرسی‌ها باید ثبت گردد.

- تجهیزات ارتباطی مناسب شرایط، برای برقراری تماس با اشخاص همراه در دسترس باشد.

شبکه‌های جمع‌آوری و تلمبه‌خانه‌های فاضلاب

۱- شبکه‌های جمع‌آوری

الف- مخاطرات

خطرات ترافیکی، غرق شدن، مخاطرات بیولوژیکی، مخاطرات مکانیکی، ورود به فضاهای محدود، خطر گاز گرفتگی
شدت مخاطرات: زیاد

ب- اقدامات پیشگیرانه

- قبل از شروع کار در خیابان یا مناطق پرترافیک، حتی هنگام بازکردن دریچه آدم‌روها باید محدوده کار بررسی و برای انجام کار برنامه‌ریزی شود.
- کار در آدم‌روها مستلزم حفاظت محل توسط علائم اختطاری و یا بستن مسیر حرکت وسایل نقلیه به سمت آدم‌رو است
- علائم خطر و سیستم حفاظت از ترافیک باید در نظر گرفته شده و کوشش شود که کار در زمان‌های کم ترافیک انجام گیرد.
- نصب علائم بلند و پرچم در فاصله حدود ۱۵۰ متری در محل کار و یا نصب مخروط‌های ترافیک (مجهز به فلورسنت) می‌تواند ترافیک را به سمت مناسب هدایت کند و اخطار مناسبی برای رانندگان وسایل نقلیه باشد. علائم باید به نحوی نصب شود که مشکلات ترافیکی را به حداقل ممکن کاهش دهد.
- به عنوان یک امر حفاظتی در صورت امکان وسیله نقلیه بهره‌بردار می‌تواند بین محل کار و ترافیک قرار گیرد. این امر می‌تواند وسایل نقلیه را از حضور بهره‌بردار مطلع نماید. باید مطمئن شد که در این وضعیت وسیله نقلیه بهره‌بردار تا محل کار در حد مناسبی باشد. نصب چراغ چشمک زن با نور قرمز وسیله مناسبی جهت اخطار به ترافیک است.
- به پیش‌بینی هواشناسی برای این که خطر لحظه‌ای پرشدن سریع فاضلاب‌روها و سایر فضاهای محدود از رواناب ناشی از بارندگی وجود دارد یا خیر و یا این که فاضلاب لحظه‌ای چندین واحد مسکونی و صنعتی چه زمان به‌وقوع می‌پیوندد نباید اعتماد کرد، لذا لازم است همواره احتیاط لازم هنگامی که کارگر بهره‌بردار وارد فاضلاب‌روها می‌گردد در نظر گرفته شود، چه در غیر این‌صورت جریان سیلاب یا فاضلاب همه چیز داخل فاضلاب‌رو را خواهد برد.
- اگر فاضلاب‌رو در معرض آب‌های سطحی ناشی از رواناب قرار گیرد در این صورت لازم است یک کارگر بیرون فاضلاب‌رو و یا آدم‌رو بتواند خطر بروز سیل را اعلام نماید.
- تمهیدات احتیاطی و حفاظتی نظیر میله‌های ایمنی یا زنجیرهای مقاوم در مقابل خوردگی در آدم‌روها باید پیش‌بینی شود. لیکن مهم‌تر از همه فاصله مناسب آدم‌روها در شبکه است. به طوری که در صورت اعلان خطر، شخص با وسایل سنگین همراه خود بتواند قبل از طی مسافت زیاد از طریق آدم‌رو از شبکه خارج شود. توصیه کلی این است که در هیچ شرایطی فاصله آدم‌روها از ۱۰۰ متر تجاوز نکند. کلیه مخازنی که احتمال خطر افتادن افراد در آنها وجود دارد باید توسط نرده با ارتفاع مناسب (حدود ۱ متر) یا ایجاد سقف روی آنها محافظت شود.

- همان گونه که قبلا گفته شد، هرگز نباید بدون آگاهی از وجود گازهای قابل انفجار، گاز هیدروژن سولفور، کمبود اکسیژن و یا سایر گازها که ممکن است موجب بروز حوادث و صدمات گردد وارد آدمرو گردید.
- قبل از ورود به داخل آدمروها باید گازهای مضر با تهویه مناسب تخلیه شوند. امروزه وسایل و تجهیزات مختلفی برای اندازه‌گیری هرگونه هوای آلوده وجود دارد که می‌تواند حسب نوع آلودگی، وسیله مورد نظر انتخاب و مورد استفاده قرار گیرد. برای آشنایی با روش‌های اندازه‌گیری غلظت گازهای خطرناک می‌توان به جدول (۳-۳) مراجعه نمود.
- هرگز نباید از انگشتان دست برای باز کردن درب دریچه آدمروها استفاده نمود. لازم است همواره از ابزار مخصوص این کار استفاده شود. در ضمن لازم است پس از برداشتن درپوش آدمرو آن را به صورت افقی در فاصله مناسبی (حدود ۱ متر) از ورودی آدمرو قرار داد تا فضای لازم برای کار در اطراف آدمرو فراهم شود.
- در استفاده از نردبان یا پله‌های نصب شده در آدمروها باید احتیاطات لازم معمول و از شل نبودن و یا پوسیده نبودن آنها قبل از ورود به داخل آدمرو مطمئن گردید.
- پله‌های فلزی باید به منظور جلوگیری از خوردگی با مواد مناسب (نظیر پلی پروپیلین) پوشش داده شوند، چه در غیر این صورت باید به طور مرتب پله‌ها مورد بازدید قرار گیرد و در صورت خرابی تعویض گردد. اتصال پله‌ها به دیواره آدمروها باید به نحوی باشد که به راحتی عمل تعویض صورت گیرد.
- استفاده از نردبان متحرک نسبت به پله‌های نصب شده در آدمروها از ایمنی بیش‌تری برخوردار است. ولیکن لازم است پایه پله در داخل آدمرو به نحوی استقرار یابد که امکان سرخوردن وجود نداشته باشد.
- ماهیچه آدمروها باید به اندازه کافی عریض و با شیب مناسبی (حدود ۱:۶) احداث شود.
- هرگز نباید به تنهایی وارد آدمرو شد. همواره باید یک نفر کمکی در خارج آدمرو نظاره گر ورود و خروج از آدمرو باشد. در ضمن توصیه می‌شود حداقل با یک یا چند نفر دیگر که در فاصله قابل دسترس از محل آدمرو هستند تماس حاصل نمود تا بتوان در شرایط اضطراری شخص مصدوم را از آدمرو خارج نمود. از وسیله نقلیه مجهز به بالا بر نیز می‌توان جهت خروج شخص مصدوم از داخل آدمرو استفاده نمود.
- هنگام کار در داخل آدمرو باید از دستکش و چکمه لاستیکی با اندازه مناسب برای حفاظت شخص از ابتلا به عفونت استفاده شود.
- وسایل و ابزار آلات کار باید در یک سبد به داخل آدمرو انتقال یابد و از پرت کردن ابزارآلات برای فردی که در داخل آدمرو است خودداری شود. حمل ابزار آلات با یک دست هنگام پایین رفتن به داخل آدمرو از نظر ایمنی مناسب نیست.

ج- پوشش لازم برای بهره‌برداران

روپوش ضد آب و استاندارد، کلاه ایمنی، کفش ایمنی، دستکش، ماسک، عینک ایمنی
چک لیست ارزیابی مخاطرات ورود به شبکه جمع‌آوری فاضلاب در پیوست ۴ آورده شده است.

۲- تلمبه‌خانه‌های فاضلاب

الف- مخاطرات

سقوط، سطوح لغزنده، نظافت نامناسب، مخاطرات بیولوژیکی، مخاطرات مکانیکی، خطر شوک الکتریکی، مخاطرات ورودی ب- فضاهای محدود، خطر گازهای سمی و قابل انفجار، روشنایی کم، خطر آتش‌سوزی، خطر تماس با سطوح داغ موتورها
شدت خطر: متوسط

ب- اقدامات پیشگیرانه

- قبل از روشن کردن دستگاه باید کنترل شود که شخص دیگری مشغول به انجام تعمیرات نباشد.
- هنگام راه‌اندازی تجهیزات چرخشی کلیه اشخاص باید در فاصله مناسبی از شفت در حال چرخش باشند. گرد و غبار، روغن یا فلزات شل ممکن است از شفت‌ها یا کوپلینگ‌ها پرتاب شود.
- روشنایی تلمبه‌خانه‌ها باید در حد مناسبی باشد و چراغ‌ها باید به نحوی استقرار یابند که هیچ‌گونه سایه ایجاد نشود.
- پله‌ها در تلمبه‌خانه‌ها باید مجهز به دستگیره و کف پله غیر لغزنده باشند. هنگامی که محدودیت فضا مانع نصب پله باشد در این صورت پله‌های پیچوار، نردبان کشتی^۱ و نردبان عمودی توصیه می‌شود. در صورتی که عمق تلمبه‌خانه بیش از ۶ متر باشد نردبان عمودی باید همراه با قفس که نردبان را احاطه کرده است باشد. اگر در نردبان حفاظ یا قفس پیش‌بینی نشود در این صورت هر ۶ متر باید یک سکوی میانی پیش‌بینی شود.
- هرگونه شرایط نامتعارف باید سریعاً به سرپرست واحد گزارش شود.
- محوطه تلمبه‌خانه‌ها باید به صورت مداوم تمیز شود. تجمع آب یا روغن در کف تلمبه‌خانه، دید ضعیف به علت چراغ‌های کثیف و پله‌های پوشیده شده از چربی و گرد و خاک در تلمبه‌خانه امری عادی است که باید به‌طور مرتب توسط بهره‌بردار تلمبه‌خانه به صورت برنامه‌ریزی شده تمیز گردد.
- از پوشش مناسب و دستکش استفاده شود.
- پس از انجام کار دست‌ها باید با مایع ضد باکتریال شسته شود.
- رعایت دستورالعمل‌های ورود به فضاهای محدود در مورد تلمبه‌خانه‌ها الزامی است.
- درب ورودی ساختمان باید در مواقع غیر ضروری بسته باشد.
- به موقعیت قرارگیری تجهیزات اطفای حریق برای دسترسی سریع در مواقع مورد نیاز باید توجه شود. نوع این وسایل باید به نحوی باشد که بتوان هم برای وسایل برقی و سایر مواد جامد دیگر استفاده شود. استفاده از مواد اطفای حریق مایع باید اجتناب گردد. مواد شیمیایی پیشنهاد شده در آتش‌های نوع A-B-C به عنوان اطفای کننده حریق توصیه می‌شود
- به موقعیت قرارگیری جعبه کمک‌های اولیه باید توجه شود.
- حفاظ‌های تجهیزات باید بعد از انجام تعمیرات بر روی دستگاه نصب گردند.

ضوابط ایمنی در مواجهه با گازهای سولفید هیدروژن و متان در شبکه ها و تصفیه خانه های فاضلاب شهرکها و نواحی صنعتی

- استفاده از بهره برداران کم تجربه با نظارت بهره برداران مجرب صورت پذیرد.
- باید از انجام عملیات بهره برداری توسط افراد غیر متخصص پرهیز شود. به عنوان مثال کارهای برقی باید توسط متخصصین مربوطه صورت پذیرد.
- بهره برداران نباید از لباس های گشاد و آویزان استفاده نمایند.

ج- پوشش لازم برای بهره برداران

روپوش ضد آب، کلاه ایمنی، کفش ایمنی، دستکش، عینک ایمنی