

OP 504

دستورالعمل
ورود ایمن به
آدمروهای فاضلاب



زمستان ۱۳۹۹

به نام یگانه خدای که آب را آفرید
همه شایسته حیات را

بخش اول: کلیات ۴

منهول (آدمرو) ۴

فضای محبوس ۴

خطرات موجود در آدمروهای فاضلاب ۴

ویژگی های گازهای رایج در آدمروهای فاضلاب ۵

اشتباهات رایجی که منجر به مسمومیت با گاز در فضای آدمروهای فاضلاب می شود ۶

بخش دوم: معرفی تجهیزات ۸

آشکارساز گاز (گاز دتکتور) ۸

ماسک تمام صورت ۸

سیستم تنفسی ۹

ایرلاین (سیستم هوارسان دائم) ۹

ماسک تنفسی فرار ESCBA ۱۰

سه پایه نجات و وینچ ۱۰

لباس ایمنی ۱۱

چراغ پیشانی ۱۱

کلاه ایمنی ۱۱

کمربند ایمنی (هارنس) ۱۱

لنیارد ۱۲

دستکش های لاستیکی ۱۲

چکمه لاستیکی ۱۲

دمنده هوا ۱۲

دریچه بازکن آدمرو ۱۳

سایر تجهیزات ۱۳

بخش سوم: عملیات ورود به آدمرو ۱۵

اقدامات اولیه جهت شروع عملیات ۱۵

سایر نکات ایمنی مورد توجه ۱۹

مراحل ورود به آدمرو ۱۹

دستورالعمل ورود ایمن به
آدمروهای فاضلاب



♦ استفاده از مطالب نشریه با ذکر منبع بلا مانع است.

امور طراحی و صفحه آرایی: انتشارات مکت نظر

MAX 2020 MAX GROUP | CSR
DESIGN STUDIO | is our Strategy

تهیه کنندگان:

- ۱- بهنام وکیلی: مدیر کل دفتر نظارت بر بهره برداری فاضلاب شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
- ۲- صابر انتظاری: کارشناس دفتر نظارت بر بهره برداری فاضلاب شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
- ۳- دادمهر فائزی رازی: کارشناس مسئول دفتر نظارت بر بهره برداری فاضلاب شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
- ۴- وحید حسین زاده: کارشناس دفتر نظارت بر بهره برداری فاضلاب شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
- ۵- مریم یزدی: کارشناس دفتر نظارت بر بهره برداری فاضلاب شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
- ۶- سیدناصرالدین کسائی: رئیس گروه دفتر نظارت بر بهره برداری فاضلاب شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
- ۷- سید مرتضی احتشامی: معاون بهره برداری شرکت فاضلاب تهران
- ۸- مهدی مختاری هشتجین: مدیر دفتر نظارت بر بهره برداری فاضلاب آبفا منطقه ۴ تهران
- ۹- بهروز هرمزی: مدیرعامل شرکت سازه های آب فعال

مقدمه

در فضاهای بسته نظیر آدم‌روهای شبکه جمع‌آوری فاضلاب، همواره شرایطی بوجود می‌آید که در صورتیکه به خوبی شناسایی، ارزیابی، آزمایش و کنترل نشوند، می‌تواند برای بهره‌برداران خطرناک باشد. عواملی که برای انجام فعالیت‌های نگهداری و بهره‌برداری ناچار به ورود به این فضاهای بسته می‌باشند، در معرض مخاطراتی نظیر گازگرفتگی، انفجار، آتش‌سوزی، افتادن و غرق شدن در فاضلاب قرار دارند که بی‌توجهی به آن می‌تواند منجر به صدمات بدنی جبران‌ناپذیر و حتی مرگ شود. این دستورالعمل با هدف آگاهی بخشی به مدیران، کارشناسان و کارگران شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب تهیه شده تا قبل از ورود به آدم‌رو، اقدامات لازم برای پیشگیری از حوادث احتمالی نظیر گازگرفتگی را انجام دهند.

امید است با بهره‌گیری از مطالب این دستورالعمل شاهد بهره‌برداری ایمن از این تأسیسات باشیم.

سید حمیدرضا کشفی

معاون راهبری و نظارت بر بهره‌برداری

شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

زمستان ۱۳۹۹

بخش اول: کلیات

منهول (آدمرو):

منهول یا آدمرو به فضایی گفته می‌شود که برای دسترسی به تاسیسات فاضلاب طراحی می‌گردد. بخش‌های مختلف شبکه‌های انتقال فاضلاب همواره نیاز به بازرسی، تعمیر و نگهداری دارد. با توجه به ساختار محبوس آدمرو و نیز مواد شیمیایی و سمی مختلفی که در فاضلاب شهری وجود دارد، هرگونه فعالیت در آدمرو باید حساب شده و با استفاده از ابزار و امکانات مناسب صورت گیرد. از این رو شناخت خطرهای احتمالی و نیز ابزار مورد نیاز برای رفع خطر از اساسی‌ترین نیازهای کسانی است که ناگزیرند در فضای آدمرو کار کنند.

فضای محبوس:

فضاهایی که شخص می‌تواند در آن وارد شده و کار محوله را انجام دهد ولی در ورود و خروج از آن محدودیت وجود دارد (مانند مخازن روباز یا سرپشته، سیلوا، هوپرها، چاله‌ها، آدمروها، فاضلاب‌روها، تلمبه‌خانه‌ها) را فضای محبوس^۱ می‌گویند. این فضاها 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.

خطرات موجود در آدمروهای فاضلاب:

کار در محدوده آدمرو خطرات احتمالی متعددی دارد که می‌تواند به حوادث جدی منتهی شود. معمول‌ترین حوادث مرتبط با فعالیت در آدمرو عبارتند از: سقوط، لیز خوردن، آتش‌سوزی یا انفجار، کمبود اکسیژن، مسمومیت یا خفگی ناشی از گاز و غرق شدن. از میان این موارد، حوادث مرتبط با گازها بیش از همه نادیده گرفته شده و قربانی می‌گیرند.

اغلب حوادث ناشی از مسمومیت در آدمروها به یکی از دو دلیل زیر اتفاق می‌افتد:

- ۱- فقدان آگاهی و شناخت نادرست از گازهای سمی موجود در داخل آدمرو.
- ۲- عدم استفاده از وسایل حفاظت فردی و ایمنی به منظور انجام سریع وظایف محوله.

از مخاطرات هوای داخل آدمروها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

بهربرداران آدمرو در معرض خطر انواع گازها و بخارهای سمی می‌باشند که بی‌توجهی به آنها می‌تواند باعث مرگشان شود. آگاهی و شناخت کافی می‌تواند در پیشگیری از این مخاطرات بسیار موثر باشد.

کمبود اکسیژن:

غلظت 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 (به عنوان مثال مواد موجود در شبکه‌های فاضلاب)
- واکنش مواد غیرآلی، زنگ‌زدگی سطوح فلزی
- جابجایی اکسیژن با سایر گازها
- مصرف بالای اکسیژن به دلیل حضور کارگران زیاد در یک فضای محدود

در شکل ۱ نشانه‌های مواجهه کارگر با غلظت‌های مختلف اکسیژن در یک فضای محبوس نشان داده شده است.



شکل (۱) علائم مواجهه کارگر با غلظت‌های مختلف اکسیژن در فضای محبوس

گازهای خطرناک

به طور معمول منابع تولید گازهای خطرناک در آدرو شامل موارد زیر می باشد:

- تجزیه فاضلاب در شبکه‌ی جمع‌آوری، منجر به تولید گازهای متان و هیدروژن سولفید می شود. گاز هیدروژن سولفید محلول در آب بوده و در اغلب اوقات در زیر لجن و رسوبات تجمع می یابد و در داخل آدرو انباشته می شود و در اثر به هم زدن این رسوبات بلافاصله آزاد می شود.
- گاز ناشی از مخازن زیرزمینی، لوله‌های گاز و یا مکان‌های دفن زباله می تواند در اثر نشت وارد فضای داخل آدرو شود.
- استفاده از ژنراتورها و موتورهایی با سوخت بنزینی و یا دیزلی در مکان‌های همجوار که تهویه هوا به خوبی انجام نمی شود، منجر به مصرف اکسیژن داخل آدرو و افزایش غلظت کربن مونواکسید می گردد.
- تخلیه فاضلاب‌های صنعتی و شیمیایی به داخل شبکه جمع‌آوری فاضلاب.

خطر انفجار

دو عامل اصلی در بروز انفجار دخیل هستند:

- میزان اکسیژن موجود در هوا
- حضور گازها و یا بخارات قابل اشتعال

ویژگی‌های گازهای رایج در آدروهای فاضلاب

- هیدروژن سولفید، متان و کربن مونواکسید، سه گاز مهم و بسیار خطرناک در داخل آدرو می باشند که همراه با کمبود اکسیژن می توانند منجر به بیهوشی و حتی مرگ گردند.
- هیدروژن سولفید: در غلظت‌های پایین به خوبی توسط حس بویایی قابل تشخیص است ولی در غلظت‌های

بالای ۱۰۰ ppm اثر فلج کننده بر حس بویایی دارد. اعصاب حس بویایی را پس از مدت کوتاهی از کار می اندازد. از این جهت اعتماد کردن به حس بویایی برای تشخیص این گاز بسیار خطرناک است. بهترین راه برای شناسایی این گاز، استفاده از دستگاه تشخیص گاز می باشد. غلظت های بالای ۱۰۰ ppm این گاز برای سلامتی مضر بوده و غلظت های بالای ۱۰۰۰ ppm آن باعث بیهوشی خواهد شد. با توجه به اینکه آدمروها و شبکه های فاضلاب به طور معمول پر از فاضلاب می باشند، کاری که دچار گاز گرفتگی با این گاز شده پس از بیهوشی در فاضلاب دچار خفگی می شود.

- **کربن مونواکسید:** گازی کشنده و بدون رنگ و بوی خاص است. این گاز در مواردی که یک موتور دیزلی و یا بنزینی در حال کار در نزدیکی آدمرویی که به خوبی تهویه نمی شود، تولید می شود. تماس با غلظت های بالای ۳۵۰ ppm این گاز باعث سرگیجه، غش و بیهوشی می شود.
- **گاز متان:** این گاز در اثر تجزیه مواد آلی حاصل می شود. گازی بی رنگ با خاصیت اشتعال و انفجار است. تجمع گاز متان باعث جابجایی هوا و کمبود اکسیژن می شود. در جدول ۱ نکات مطرح در زمینه غلظت مجاز گازهای هیدروژن سولفید، کربن مونواکسید و متان ارائه شده است.

جدول ۱) غلظت مجاز گازهای موجود در شبکه فاضلاب

ملاحظات	محدوده انفجار بالا- محدوده انفجار پایین (درصد غلظت هوا)	دانسیته	غلظتی که بیش از آن برای سلامتی یا حیات کارگر مخاطره آمیز است (ppm)	غلظت مجاز (ppm)	گازهای سمی
بوی تخم مرغ گندیده	۴/۳-۴۵/۵	۱/۲	۱۰۰	۱۰	هیدروژن سولفید
بدون بو و رنگ	۱۲/۵-۷۵	۱/۰	۱۲۰۰	۲۵	کربن مونواکسید
جابجایی هوا، خفگی و انفجار	۵/۳-۱۵	۰/۶	-	-	متان

* غلظت اکسیژن حداقل بایستی ۱۹٫۵٪ باشد.

توجه: برای اینکه یک گاز و یا بخار قابل اشتعال باشد، غلظت آن باید در «محدوده انفجار» قرار گیرد. به عنوان مثال محدوده انفجار متان، ۵ تا ۱۵ درصد غلظت در هوا می باشد. این بدان معنی است که زیر غلظت ۵ درصد (حد پایین انفجار، ^۱LEL) مخلوط متان-هوا قابل انفجار نیست. به طور مشابه در غلظت های بیش از ۱۵٪ (حد بالای انفجار، ^۲UEL) انفجار صورت نمی پذیرد.

اشتباهات رایجی که منجر به مسمومیت با گاز در فضای آدمروهای فاضلاب می شود

- فقدان آگاهی و شناخت نادرست از گازهای سمی موجود در داخل آدمرو.
 - استفاده نکردن از وسایل حفاظت فردی و ایمنی به منظور انجام سریع وظایف محوله.
- حوادث ناشی از مسمومیت های گازهای سمی در داخل آدمرو اغلب منجر به مرگ های پی در پی می شود، زیرا همکار فرد حادثه دیده برای کمک رسانی سریع به همکار خود و بدون توجه به خطرات گازها، شتاب زده بدون استفاده از وسایل ایمنی فردی وارد آدمرو می شود. در چنین شرایطی، فرد کمک رسان نیز دچار گاز گرفتگی و مرگ ناشی از آن می شود. عملیات کمک رسانی تنها باید توسط افراد مجرب و آموزش دیده و با همکاری سایر کمک رسانان انجام و فرد کمکی نباید بدون استفاده از وسایل ایمنی فردی برای کمک رسانی وارد آدمرو شود.

1. Lower Explosive Limit

2. Upper Explosive Limit

همانطور که در شکل ۲ قابل مشاهده است عدم استفاده از وسایل حفاظت فردی و نداشتن آگاهی از خطرات بالقوه می تواند منجر به مرگ چندین نفر شود.



شکل ۲) اشتباهات رایج در ورود به آدمرو



ادامه شکل ۲) اشتباهات رایج در ورود به آدمرو

بخش دوم: معرفی تجهیزات

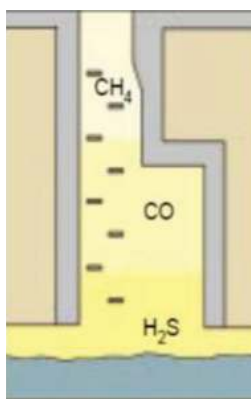
آشکارساز گاز (گاز دکتور)



شکل ۳) گاز دکتور

دستگاه دکتور جهت اندازه‌گیری میزان گازهای CH_4 و O_2 ، CO ، H_2S طراحی شده است که در صورت خارج شدن این گازها از محدوده مجاز هشدارهایی به صورت صوتی، لرزهای یا نوری به کارگر می‌دهد. پایش و اندازه‌گیری گازهای خطرناک قبل از ورود به آدمرو باید توسط فرد آموزش‌دیده انجام گیرد. این کار شامل اندازه‌گیری قبل از ورود و اندازه‌گیری در حین کار می‌شود. در صورتیکه بوق هشدار دستگاه آشکارساز به صدا درآمد یا تغییری در غلظت گازهای سمی مشاهده شد، فرد باید سریعاً از آدمرو خارج شود.

در خصوص اندازه‌گیری گازهای داخل آدمرو موارد زیر را باید مد نظر قرار داد:



گازهای سمی در ارتفاعات مختلفی تجمع می‌یابند
شکل ۴) نحوه قرارگیری گازهای موجود در داخل آدمرو

- تنها روش استاندارد برای اندازه‌گیری غلظت گازهای متان، کربن‌مونواکسید، سولفیدهیدروژن و اکسیژن استفاده از دستگاه آشکارساز می‌باشد. از سایر روش‌های غیر استاندارد مانند پرت کردن شعله به داخل آدمرو، مشاهده حرکت جانوران زنده در آدمرو (مانند موش) و رنگ فاضلاب جدا خودداری کنید.
- کلیه ابزارهای سنجش گاز قبلاً کالیبره شده باشند.
- دقت لازم در خصوص استفاده از دستورات عمل‌های بهره‌برداری وسایل اندازه‌گیری گاز که توسط کارخانه سازنده ارائه شده است، صورت‌پذیرد.
- ابتدا باید اندازه‌گیری اکسیژن انجام گیرد، زیرا بسیاری از دستگاه‌های اندازه‌گیری گاز نسبت به کمبود اکسیژن حساس بوده و قرائت‌های اشتباه از خود نشان می‌دهند.

گازهای مختلف با توجه به چگالی در قسمت‌های مختلف در آدمرو تجمع می‌یابند. برای مثال گاز متان به دلیل سبکی در قسمت فوقانی آدمرو و گاز هیدروژن سولفید در کف آدمرو و کربن‌مونواکسید در بین این دو گاز تجمع می‌یابد. لذا اندازه‌گیری گازها باید از بالا به پایین و در فواصل یک متری انجام گیرد. نمونه‌برداری در هر ارتفاع باید چند دقیقه طول بکشد.

- در صورتیکه دستگاه سنجش گاز هشدار می‌دهد از ورود به داخل آدمرو خودداری شود.
- سنجش گازهای داخل آدمرو بایستی از ابتدا تا پایان عملیات ورود به آدمرو انجام گیرد.

ماسک تمام صورت

این ماسک به شکل تمام صورت تولید شده و قابلیت نصب یک فیلتر را دارد. بدیهی است نوع این فیلتر متناسب با نوع و محل مصرف متفاوت است. ماسک تمام صورت باید دارای فیلتر ویژه گازهای سولفور و کلره بوده، و با توجه به نوع آلودگی، برای ذرات بسیار ریز قابل استنشاق و گازها نیز مناسب باشد. این ماسک با در نظر گرفتن کش‌های لاستیکی



شکل ۵) ماسک با جریان هوای بیرون



شکل ۶) سیستم تنفسی هوای فشرده

و فریم ماسک، کاملاً روی صورت را می‌پوشاند. برای محکم شدن کامل ماسک بر روی صورت باید سه بند لاستیکی قسمت روی سر و دو بند لاستیکی طرفین صورت را به مقدار لازم محکم کنید. برای برداشتن ماسک از روی صورت نیز باید همین بندهای لاستیکی را شل کنید. کار در مدت زمان طولانی (بیش از ده دقیقه) با ماسک تنفسی در محیط آلوده به گاز مجاز نیست و برای ادامه کار باید از ماسک با جریان هوای بیرون استفاده شود.

سیستم تنفسی

بیشترین خطری که افراد را در حین کار در محیط‌های بسته تهدید می‌کند کمبود اکسیژن می‌باشد. برای اینکه بتوانید در محیط‌هایی با اکسیژن کم کار کنید باید از دستگاه تنفسی هوای فشرده استفاده کرد. سیستم تنفسی مورد استفاده در آدم‌روها باید مقاوم در برابر حرارت، ذرات معلق، خطرات شیمیایی، آلودگی، محیط‌های پرخطر از نظر تراکم مواد شیمیایی و یا حرارتی باشد. دستگاه تنفسی شامل: ماسک تمام صورت، رابط بین کپسول و ماسک، هارنس و کپسول هوای فشرده و کوله نگهدارنده آن می‌باشد. از ویژگی‌های ماسک تنفسی هوای فشرده قابلیت نصب سایر فیلترهای هوا با توجه به نوع آلودگی محیط بوده و شخص می‌تواند از آن به صورت جداگانه استفاده کند. همچنین سیستم تنفسی هوای فشرده دارای گیج عقربه‌ای فشار کپسول می‌باشد که فشار کپسول هوای فشرده را در هر لحظه به شما

نشان می‌دهد و در صورت خالی شدن کپسول هوای فشرده هشدار صوتی در آن نصب شده که به کاربر هشدار دهد. مدت زمان استفاده از این سیستم با توجه به حجم کپسول، فشار هوای تزریق شده به داخل کپسول و نوع فعالیت کاربر تعیین می‌شود. قسمت‌های مختلف این تجهیز از قبیل میزان فشار هوای موجود در سیلندر، گیره‌ها و اتصالات، بندها و شیلنگ‌های رابط، قبل از استفاده بایستی کنترل شود. در ۱۰ دقیقه پایانی استفاده از سیستم تنفسی هوای فشرده صدای سوت ممتدی به گوش می‌رسد که نشان دهنده‌ی به پایان رسیدن هوای داخل سیلندر است و فرد با شنیدن این صدا بایستی سریعاً از محل خارج شود.

ایرلاین (سیستم هوارسان دائم)

در شرایطی که ورود به آدم‌رو به علت باریک بودن دهانه ورودی امکان‌پذیر نباشد و یا نیاز به زمان طولانی برای انجام فعالیت داخل آدم‌رو مدنظر باشد، بجای استفاده از سیستم‌های تنفسی هوای فشرده، از تجهیزاتی به نام ایرلاین جهت تامین هوای تنفسی پایدار استفاده می‌شود. سیستم ایرلاین شامل یک کمپرسور هوا، یونیت تنفسی و ماسک تنفسی می‌باشد. یونیت تنفسی یک نوع فیلتر می‌باشد که در مسیر شیلنگ هوا قرار گرفته و هوای تنفسی را عاری از هرگونه ذرات اضافی می‌نماید؛ همچنین این تجهیز قابلیت استفاده همزمان دو نفر از هوای تولیدی توسط کمپرسور را ارائه

می‌نماید. سیستم‌های هوارسان دائم با استفاده از یک کمپرسور هوا را به ماسک کارکنان می‌فرستند. این سیستم‌ها برای مقابله با احتمال از کار افتادن کمپرسور یک یا دو کپسول اکسیژن نیز دارند که در صورت از کار افتادن کمپرسور جریان هوا را برای افراد تامین می‌کنند. سیستم‌های هوارسان علاوه بر تنوع در نوع در تعداد کاربر نیز متفاوتند و باید براساس نیاز عملیات و تعداد کارکنانی که در آن شرکت دارند استفاده شود.

* تمامی نیروهایی که وارد فضای آدمرو می‌شوند بایستی مجهز به ماسک تنفسی فرار (ESCBA)^۱ با حجم حداقل ده دقیقه باشند.

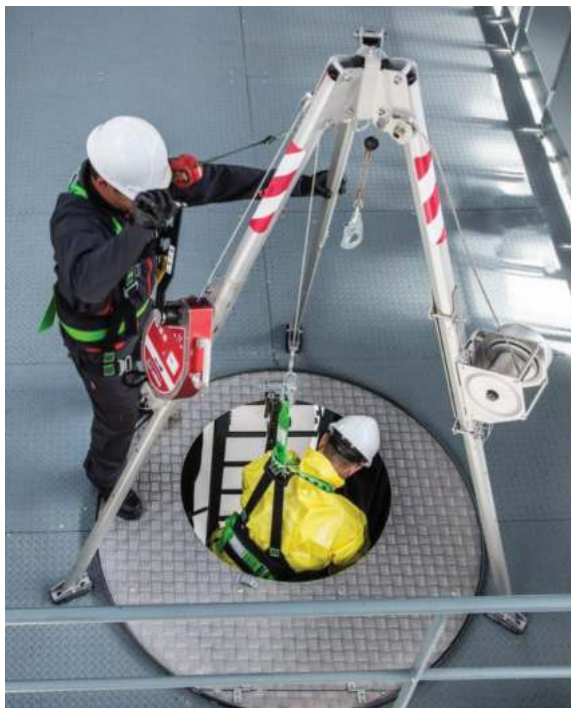
ماسک تنفسی فرار (ESCBA): ماسکی است که برای فرار از محیطی مانند آدمرو که هنوز پس از ورود به آن احتمال خطر وجود دارد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ماسک همواره همراه کارگر می‌باشد که در شرایط خطر به صورت خود زده و اکسیژن لازم را برای او فراهم می‌کند این ماسک به حجم ۲ تا ۳ لیتر و برای زمان حداکثر ۱۰ دقیقه می‌باشد.

سه پایه نجات و وینچ

سه پایه نجات جهت عملیات ورود به آدمرو و نجات افراد مصدوم می‌بایست ترجیحاً از جنس آلومینیوم با وزن سبک و دارای قابلیت تحمل بار بالا باشد. به همراه داشتن این سه پایه در اماکنی که خطر انفجار و آتش‌سوزی وجود دارد به همراه کیف مخصوص قابل حمل الزامی است. این سیستم ایمنی توسط کابل فولادی به افراد مورد نظر وصل می‌شود و از سقوط آن‌ها جلوگیری می‌کند. پارامترهای مهم در انتخاب سه پایه نجات: حداکثر قدرت کشش وینچ سه پایه، حداکثر وزن قابل تحمل سه پایه نجات، و طول کابل می‌باشد.



شکل ۷) ماسک تنفسی فرار



شکل ۸) وینچ و سه پایه نجات آلومینیومی

1. Escape Self-Contained Breathing Apparatus

لباس ایمنی

لباس ایمنی جهت کار در محیط‌های آلوده به کار می‌آید. این لباس کار یکسره یا سرهمی برای جلوگیری از تماس پوست با آلودگی‌های محیط استفاده می‌شود. جهت حفاظت کامل از سر، یک عدد کلاه در بخش بالایی تعبیه شده که قابل جدا شدن نیست و به غیر از صورت، تمام سر را به‌طور کامل پوشش می‌دهد.

چراغ پیشانی

برای داشتن دید بهتر در فضای آدم‌رو از چراغ‌های ضد آب و ضد انفجار استفاده می‌شود. چراغ پیشانی^۱ کمک می‌کند تا بتوان حین انجام کارهای گوناگون در محیط‌های تاریک راحتی، ایمنی بیشتر و دیدی بهتر را تجربه کرد. این چراغ دارای نوردهی متغیر با قابلیت تنظیم شدت نور است که متناسب با شرایط محیط تنظیم می‌شود.

کلاه ایمنی

کلاه ایمنی برای کاربران در شرایط کار در ارتفاع، بسیار سبک، راحت و متناسب و با اندازه‌های مختلف می‌باشد. کلاه و بند و یراق داخلی آن با طراحی یکپارچه بهترین کارایی را برای ثابت نگه داشتن آن روی سر کاربر حتی در شرایط سقوط فراهم می‌نماید. جنس بدنه کلاه معمولاً از جنس پی‌وی‌سی تولید می‌شود تا علاوه بر استحکام بالا از وزن مناسبی برخوردار شود. در قسمت داخلی کلاه یک فریم پلاستیکی نرم طراحی شده که سر کاربر داخل آن قرار می‌گیرد. این فریم داخلی علاوه بر ایجاد ایمنی بیشتر موجب افزایش راحتی استفاده از کلاه خواهد شد، چرا که به علت فاصله‌ای که بین سر و بدنه‌ی کلاه به وجود می‌آورد موجب جریان یافتن بهتر هوا در داخل کلاه خواهد شد. همچنین روزه‌های کوچکی که روی بدنه‌ی کلاه قرار دارد به گردش بهتر هوا کمک می‌کند.

برای استقرار کلاه روی سر از دو نگهدارنده استفاده می‌شود که یکی در زیر فک بسته می‌شود و دیگری روی بخش بالایی سر قرار می‌گیرد. هردوی این بخش‌ها قابل تنظیم هستند، و با توجه به قابلیت تنظیم سایزی که این کلاه دارد هر فردی می‌تواند از آن استفاده کند.

کمربند ایمنی (هارنس)



شکل ۹) کمربند ایمنی

کمربند ایمنی تمام بدن یا پاراشوتی که مانند کمربند ایمنی چتر نجات، به دور کتف و ران پای فرد پیچیده می‌شود و کاملاً او را در برمی‌گیرد از دو بخش تشکیل شده است. برای تشخیص این دو بخش از یکدیگر، آن‌ها را در دو رنگ متفاوت تولید کرده‌اند تا در هنگام استفاده و در زمان پوشیدن، بتوان سریع‌تر بخش‌های مختلف را از هم تشخیص داد. بخش بالایی در هنگام استفاده همانند کوله پشتی و دسته‌های نگهدارنده آن پوشیده می‌شود بطوریکه نقطه اتصال مثلثی شکل قالب لنیارد^۲ درست در پشت و در میان دو کتف جای بگیرد. در بخش پایینی، تسمه‌ها به یکدیگر متصل نیستند و آزاد می‌باشند. آن‌ها را دو به دو بر روی ران‌ها قرار داده و بوسیله اتصالات موجود محکم می‌کنند.

1. Head Light

2. Lanyard

لنیارد

لنیارد یکی از وسایل ایمنی است که در ورود به فضای بسته کاربرد زیادی دارد. اگر بخواهیم لنیارد را به زبانی ساده توصیف کنیم، اتصالی است که کاربر را به طناب نجات یا نقطه‌ای ایمن متصل می‌کند. لنیارد دارای یک طناب نگهدارنده، یک ضربه‌گیر و دو حلقه بوده که برای اتصال به فرد (معمولاً هارنس) و محلی ایمن مانند طناب نجات طراحی شده است. این طناب در هنگام سقوط، مانع از برخورد فرد با زمین شده و جان وی را نجات خواهد داد. از مزایای لنیارد می‌توان به ضربه‌گیر بودن آن اشاره کرد. این ضربه‌گیر در چند مرحله باز می‌شود و سرعت سقوط فرد را به صورت تدریجی کاهش می‌دهد، در نتیجه سرعت فرد در حال سقوط به شکل ناگهانی به صفر نمی‌رسد و فشار کمتری به او وارد می‌شود.



شکل ۱۰ سمت راست: لنیارد، سمت چپ سیستم هارنس، سه پایه و وینچ، و لنیارد

دستکش‌های لاستیکی

دستکش باید دارای مقاومت مکانیکی در مقابل سایش، سوراخ شدن و نیز مقاومت شیمیایی بسیار خوب در مقابل پاک‌کننده‌ها، مشتقات نفت و حلال‌های صنعتی و نفوذناپذیر در مقابل انواع عوامل بیولوژیک و پاتوژن باشد.

چکمه لاستیکی

ساختار اصلی چکمه، لاستیکی بوده و رویه و زیره آن از جنس پی‌وی‌سی است که موجب مقاومت آن در برابر نفوذ مایعات می‌شود. چکمه لاستیکی انعطاف بالایی می‌بایست داشته باشد و این موضوع موجب راحتی کاربر در حین کار خواهد شد. ساق بلند چکمه به خوبی از قسمت‌های بالایی مچ پا محافظت می‌کند. کف آن مقاوم در مقابل سوخت‌های مایع و روغن‌های صنعتی باشد. از طرفی دیگر طراحی کف چکمه باید به گونه‌ای باشد تا مانع از لغزش پای کاربر در محیط‌های لغزنده شود. انتخاب رنگ سفید برای چکمه به دلیل رعایت بهداشت و رویت بهتر آلودگی و نظافت آن می‌باشد.

دمنده هوا

عملیات تهویه مکانیکی برای رقیق کردن آلاینده‌های داخل آدم‌رو و جلوگیری از تجمع گاز بایستی انجام گیرد. هوادهای متحرک با پروانه بزرگ (جت فن) با لوله‌های خرطومی انعطاف‌پذیر برای تهویه آدم‌روها، فاضلاب‌روها، ایستگاه‌های پمپاژ خشک و مرطوب و یا محوطه‌های بسته ضروری است. این تجهیز جهت رقیق‌سازی هوای داخل آدم‌رو و فضای

بسته که در آن غلظت گازهای سمی بیشتر از حد مجاز باشد، استفاده می‌گردد. با دمیدن هوا به داخل آدمرو و یا مکیدن هوای آن توسط شیلنگ متصل به اگزوز فن، تهویه هوا صورت پذیرفته و غلظت گازها و بخارات داخل آدمرو کاهش می‌یابد. ظرفیت هوادهی دمنده مناسب برای ورود به آدمروهای فاضلاب، حداقل بایستی ۲۰۰۰ مترمکعب در ساعت باشد تا به طور مناسب عملیات تهویه هوا انجام شده و از رسیدن میزان گازهای نامطبوع، سمی و قابل اشتعال به حد هشدار جلوگیری نماید. در هنگام استفاده از وسیله تهویه باید مراقب بود این تجهیزات در نزدیکی منبع آلوده کننده (لوله اگزوزی که تولید گاز کربن مونواکسید می‌کند) قرار نگیرد. عملیات تهویه بایستی تا پایان عملیات ورود و خروج از آدمرو ادامه یافته و قطع نگردد. برای کارهای طولانی باید تهویه هوای داخل محیط با اعمال فشار بالا به داخل محوطه و همچنین تست گاز به طور مداوم در تمام مدت زمان کار ادامه یابد و ورود به آدمرو با فاصله زمانی مناسب پس از تهویه محیط انجام شود. در محیط آلوده به گاز حتی هنگام استفاده از ماسک ضد گاز، تهویه کامل تاسیسات زیرزمینی باید صورت گیرد.



شکل (۱۱) دمنده هوا

دریچه بازکن آدمرو

دریچه بازکن آدمرو ابزاری است که به یک کارگر این اجازه را می‌دهد که به تنهایی دریچه سنگین آدمرو را به سرعت و بدون آسیب رساندن به خود جابجا کند.



شکل (۱۲) دریچه بازکن



سایر تجهیزات

سایر تجهیزات به شرح ذیل می‌باشد:

- موتور برق آماده به کار.
 - نورافکن و منبع نور مناسب مانند چراغ ضد جرقه.
 - ابزار حصارکشی پیرامون آدم‌رو.
 - تجهیزات آتش‌نشانی شامل کپسول پودری و دی‌اکسید کربن جهت خاموش کردن آتش.
 - چراغ‌های متحرک ضد آتش و نسوز.
 - مهارهای ایمنی طناب و کمر بند.
 - تهیه مواد و تجهیزات لازم برای ضد عفونی وسایل و امکانات.
 - علائم خطر و نیز تجهیزات و علائم ترافیکی لازم.
 - ابزار کمک‌های اولیه به ویژه جهت رسیدگی به مسموم‌شدگان احتمالی با گاز H_2S
- گروه اعزام شده باید اطلاعات کافی از وضعیت شبکه داشته و یک شیت از نقشه منطقه مورد نظر را نیز همراه داشته باشد. به کارگیری افراد فاقد آموزش برای هر نوع عملیات مجاز نیست.
- اقدامات کنترل ترافیک بایستی انجام شود. تجهیزات حفاظتی و علائم خطر باید برای آگاهی مردم و محافظت از کارکنان موجود بوده و نحوه چیدن علائم و جانمایی آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. همچنین جمع‌آوری تجهیزات حفاظتی و ترافیکی پس از اتمام کار انجام خواهد گرفت.

بخش سوم: عملیات ورود به آدمرو

اقدامات اولیه جهت شروع عملیات

ارزیابی خطر

ارزیابی خطر بایستی توسط یک کارشناس انجام گیرد. کارشناس باید روش انجام کار، لوازم و تجهیزات مورد نیاز و محیط پیرامون محل کار را به خوبی بررسی نماید. در مرحله بعد کارشناس باید خطرات بالقوه‌ای که قبل از ورود به آدمرو وجود دارد را پایش کرده و نیز خطراتی که در حین کار بوجود می‌آیند را مورد ارزیابی قرار دهد. حتی اگر هیچ‌گونه گاز سمی قبل از ورود داخل آدمرو وجود نداشته باشد، ممکن است در حین کار آزاد شود. برای مثال اگر لجن یا فاضلاب هم‌زده شود هیدروژن سولفید مدفون در زیر آن به سرعت آزاد می‌شود. همچنین آزاد شدن گازهای سمی از فاضلاب قدیمی در مدار بهره‌برداری در هنگام احداث شبکه‌های جدید فاضلاب، امری است که اغلب اتفاق می‌افتد.

چیدمان ایمنی ترافیکی

خودرو تیم عملیات می‌بایست در جلوی دریچه آدمرو و با فاصله توقف نماید، به طوری که دسترسی آسان به تجهیزات فراهم باشد. کارکنان بایستی از لباس مخصوص کار که مجهز به علائم هشداردهنده است، استفاده کنند. در صورتی که کارگاه عملیاتی در معابر پیاده‌رو یا در محوطه ترافیک عمومی قرارگیرد، باید محوطه آن را بطور کامل با علائم ترافیکی و طبق قوانین راهنمایی و رانندگی مطمئن و ایمن نمود. چیدمان تجهیزات ایمنی و ترافیکی با هماهنگی سرپرست توسط اعضای گروه انجام می‌گیرد. ابتدا در فاصله معین چراغ‌های هشدار و مخروط‌های ایمنی قرار داده شده و سپس دیوار هشدار دور آدمرو نصب می‌شود تا از سقوط نفر به داخل جلوگیری شود. کارکنان باید در قسمت حفاظت شده کار کنند. در انتها تجهیزات ایمنی ترافیکی بایستی از سمت مرکز محل فعالیت و محصورسازی به سمت انتهای آن جمع‌آوری گردد.

پایش هوا

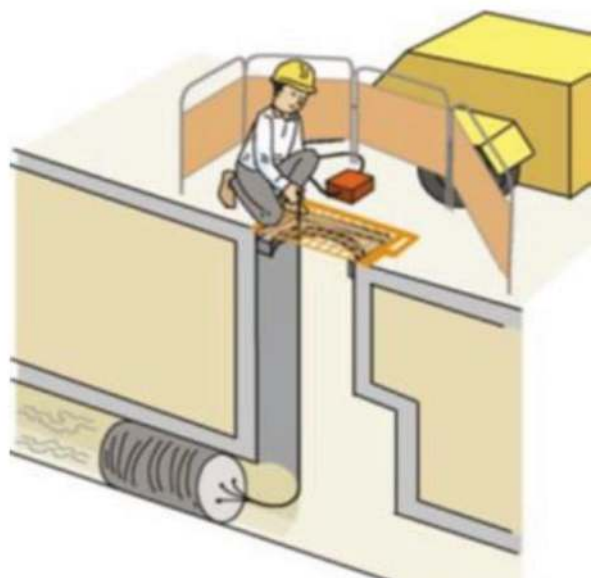
پایش و اندازه‌گیری گازهای خطرناک باید قبل از ورود به آدمرو توسط فرد آموزش‌دیده انجام گیرد. این کار شامل اندازه‌گیری قبل از ورود و اندازه‌گیری در حین کار می‌باشد. در صورتیکه بوق هشدار دستگاه آشکارساز (دکتور) به صدا درآمد یا تغییری در غلظت گازهای سمی مشاهده شد، فرد باید سریعاً از آدمرو خارج شود.



شکل ۱۳) پایش و اندازه‌گیری گازهای خطرناک قبل از ورود به آدمرو به وسیله دستگاه آشکارساز (دکتور)

قطع جریان فاضلاب:

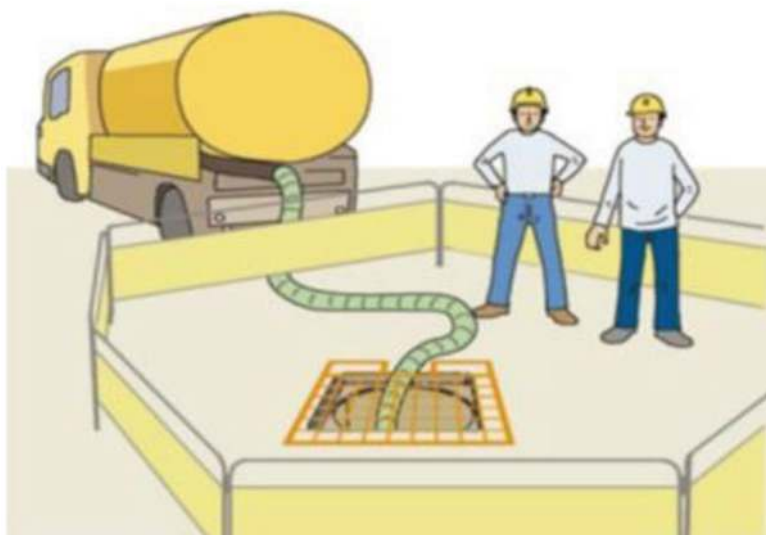
تحت شرایط خاص مانند عملیات تعمیر و نگهداری گاهی نیاز می‌باشد که جریان فاضلاب با کمک توپی انسداد مسدود شده تا از ورود فاضلاب جلوگیری شود.



شکل ۱۴) انسداد جریان فاضلاب قبل از ورود به آدمرو

شستشو و پاکسازی:

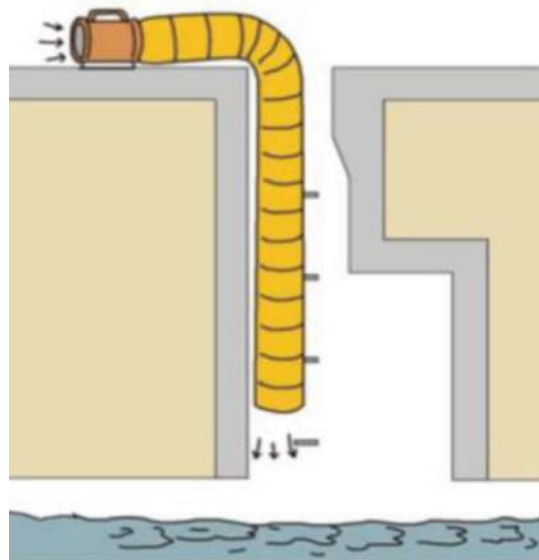
به کمک ماشین‌آلات مخصوص می‌توان رسوبات، لجن، شن و ماسه یا هر چیز دیگری که منشاء گازهای خطرناک یا سایر اتفاقات مانند سُر خوردن باشد را خارج کرد.



شکل ۱۵) شستشو و پاکسازی آدمرو و فاضلابرو قبل از ورود

تهویه هوا:

تهویه مکانیکی برای رقیق کردن آلاینده‌های داخل آدمرو و جلوگیری از تجمع گازهای سمی ضروری است.



شکل ۱۶ تهویه هوا

وسایل حفاظت فردی:

کارگران آموزش دیده فقط با وسایل حفاظت فردی استاندارد مجاز به ورود به آدمرو می‌باشند. وسایل حفاظت فردی که کارگر در هنگام ورود به آدمرو باید از آن‌ها استفاده کند در فصل قبل به آن اشاره شده است.

افراد کمکی:

حداقل تعداد افراد مورد نیاز برای ورود به آدمرو ۳ نفر می‌باشد. که حداقل دو نفر در بالای آدمرو و یک نفر داخل آن مشغول به فعالیت می‌باشند. از دو نفر بالای آدمرو یک نفر مسئول هدایت طناب نجات توسط وینچ بوده و فرد دیگر نفر کمکی است که به طور پیوسته مشغول پایش گازها و در تماس با فرد داخل آدمرو از طریق بی‌سیم می‌باشد. لازم به ذکر است برای هدایت ترافیک و انجام سایر کمک‌های لازم فرد دیگری نیز بایستی در عملیات حضور داشته باشد.

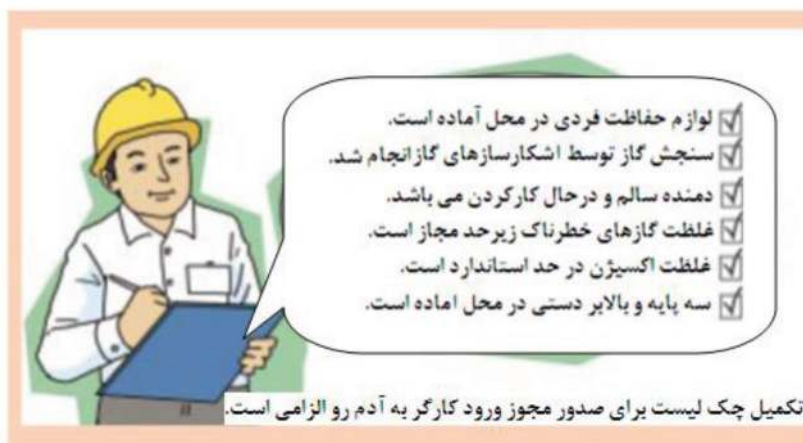
* وجود یک فرد کمکی در خارج از آدمرو که به طور پیوسته در تماس با فرد داخل باشد ضروری است. به طوری که در صورت هر گونه تغییر در غلظت گازها و یا ایجاد شرایط خطرناک سریعاً به کارگر داخل آدمرو هشدار داده و به وی کمک می‌نماید تا در اسرع وقت آدمرو را ترک کند.

آمادگی برای شرایط اضطراری:

برای مقابله با شرایط اضطراری باید یک برنامه جامع مقابله با خطرات احتمالی تدوین شود و کلیه کارگران باید به خوبی با این برنامه آشنا شده و حداقل یک بار در ماه به طور عملی تمرین کنند.

مجوز ورود به آدمرو

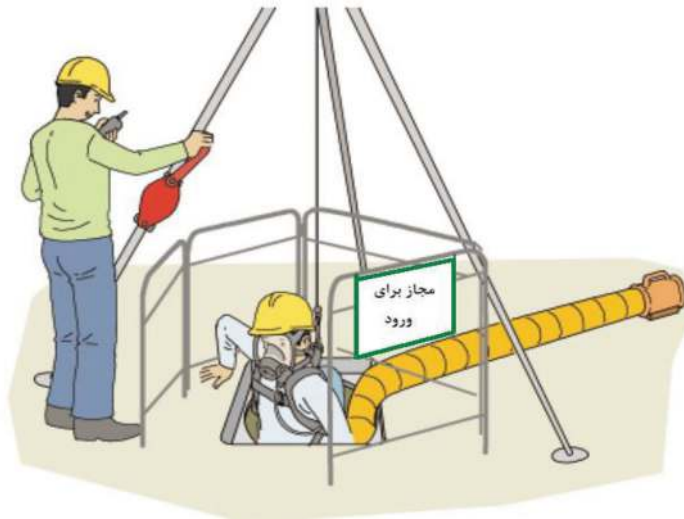
برای اطمینان از بی‌خطر بودن عملیات و حفظ جان کارکنان شبکه، مجوز ورود به آدمرو باید در ابتدای کار توسط مسئول مربوطه صادر شود. مسئول مربوطه وظیفه دارد چک لیست ارزیابی ورود به آدمرو را که شامل کلیه اقدامات احتیاطی و سنجشی است، قبل از ورود کارگر تکمیل و دستور ورود را صادر نماید. هیچ کارگری بدون داشتن این مجوز اجازه ورود به آدمرو را نخواهد داشت. نمونه چک لیست ارزیابی ورود به آدمرو در جدول ۲ موجود می‌باشد.



شکل ۱۷) چک لیست صدور مجوز ورود کارگر به آدم‌رو

جدول ۲) چک لیست ارزیابی ورود به آدم

خیر	بله	
		لباس ایمنی مناسب
		صندلی یا هارنس متصل به لنیارد یا طناب نجات
		سه پایه و بالابر دستی در محل آماده است؟
		چکمه مناسب
		دستکش مناسب
		کلاه ایمنی
		کپسول اکسیژن
		ماسک
		کپسول فرار ۱۰ دقیقه‌ای
		بی سیم
		دمنده هوا آماده به کار و فعال
		چراغ پیشانی ضد جرقه
		جعبه کمک‌های اولیه
		کنترل ترافیک و حصارکشی و علائم ایمنی اطراف آدم‌رو
		میزان غلظت اکسیژن حداقل ۱۹٫۵
		غلظت سولفید هیدروژن کمتر از ۱۰ ppm
		غلظت کربن مونواکسید حداکثر ۲۵ ppm
		گازهای انفجاری با کمتر از ۲۰ درصد LEL
		تویی انسداد
		آیا آموزش دستورالعمل‌های ایمنی به کارگران داده شده است؟



شکل ۱۸) صدور مجوز ورود به آدمرو توسط کارشناس HSE

سایر نکات ایمنی مورد توجه

- کشیدن سیگار در کلیه سازه‌های زیرزمینی و محوطه‌های بسته و اطراف آن ممنوع است.
- هیچ‌گاه نباید برای آب کردن یخ اطراف و زیر دریچه آدمروها و یا هر دریچه دیگری از شعله آتش استفاده کرد.
- برای برداشتن و گذاشتن دریچه آدمرو وسایل مکانیکی مناسب نیاز می‌باشد.

مراحل ورود به آدمرو

۱- آماده‌سازی

- ۱-۱- تجهیزات لازم برای ورود به آدمرو مطابق "بخش دوم" آماده و کنترل شود.
- ۱-۲- فرد کمکی به همراه وسایل ارتباطی لازم در محل حضور داشته باشد. (این فرد بایستی آموزش کمک‌های اولیه را دیده باشد و با اقدامات احیاء قلبی-ریوی آشنایی داشته باشد)
- ۱-۳- دستورالعمل‌های نجات در شرایط اضطراری مرور شود.
- ۱-۴- اقدامات کنترل ترافیک موضوع بخش همین فصل بایستی انجام شود.

۲- اقدامات و پایش پیش از ورود به آدمرو

- ۲-۱- اطراف آدمرو با استفاده از نوار خطر حصارکشی شود.
- ۲-۲- سه‌پایه نجات و وینچ را مستقر نمایید.
- ۲-۳- به محدوده ایمن غلظت گازهای داخل آدمرو توجه شود: اکسیژن بین ۱۹٫۵ تا ۲۳٫۵ درصد، غلظت گاز قابل انفجار در محدوده ایمن باشد، هیدروژن سولفید کمتر از ۱۰ ppm، کربن مونواکسید کمتر از ۲۵ ppm.
- ۲-۴- دریچه را برداشته و غلظت گازهای CO ، H_2S ، CH_4 و O_2 در سه ناحیه‌ی زیر دریچه آدمرو، بخش میانی آدمرو و کف آدمرو اندازه‌گیری شود. اگر غلظت گازها در محدوده ایمن نبود یا قابلیت انفجار در کف آدمرو مشاهده شد **وارد آدمرو نشده** و سریعاً به مسئول HSE اطلاع دهید. عملیات تهویه آدمرو را شروع کرده و مجدداً گازها را اندازه‌گیری نمایید. اگر غلظت گازها تغییری نکرد **وارد آدمرو نشوید**.



۲-۵- عملیات تهویه شروع شود.

۲-۶- پس از قرارگیری غلظت گازها در محدوده مجاز، عملیات تهویه را برای حداقل ۱۰ دقیقه دیگر ادامه دهید.

۲-۷- وقوع سایر خطرات قبل از ورود به آدمرو ارزیابی شود.

۲-۸- وسایل ارتباطی مجدداً کنترل شود.

۲-۹- مجوز ورود به آدمرو توسط کارشناس HSE صادر شود.

۳- ورود به آدمرو

۳-۱- فردی که وارد آدمرو می‌شود هارنس پوشیده و به سه پایه نجات و وینچ متصل شود.

۳-۲- تهویه هوا راه اندازی شود (تهویه هوا تا اتمام عملیات درون آدمرو تحت هر شرایطی ادامه داشته باشد).

۳-۳- در هنگام ورود به داخل آدمرو علاوه بر داشتن کلیه لوازم حفاظت فردی، کارگر باید مجهز به یک ماسک فرار با ظرفیت حداقل ۱۰ دقیقه، بیسیم و وسیله سنجش گاز هشداردهنده صوتی باشد.

۳-۴- در صورت نیاز جریان فاضلاب با استفاده از تویی مسدود شود.

۳-۵- داخل آدمرو در صورت نیاز شستشو و پاکسازی شود.

۳-۶- نتایج اندازه‌گیری گازها هر ۱۵ دقیقه یکبار ثبت گردد (در صورت قطع عملیات به هر دلیلی مانند استراحت، صرف غذا و ... پیش از ورود غلظت گازها مجدداً سنجش شود).

۳-۷- به‌طور دوره‌ای با فرد درون آدمرو ارتباط برقرار شود.

۴- اقدامات پس از خروج از آدمرو

۴-۱- کلیه تجهیزات بازرسی تمیز و در جای مناسب نگهداری شود.

۴-۲- درپوش آدمرو به طور مناسب در جای خود قرار گیرد.

۴-۳- فردی که در آدمرو بوده بایستی پس از خروج از آن دوش آب گرم گرفته و با لباس‌های تمیز محل کار خود را ترک نماید. تحت هیچ شرایطی این فرد نباید با لباس کار به خانه برود.

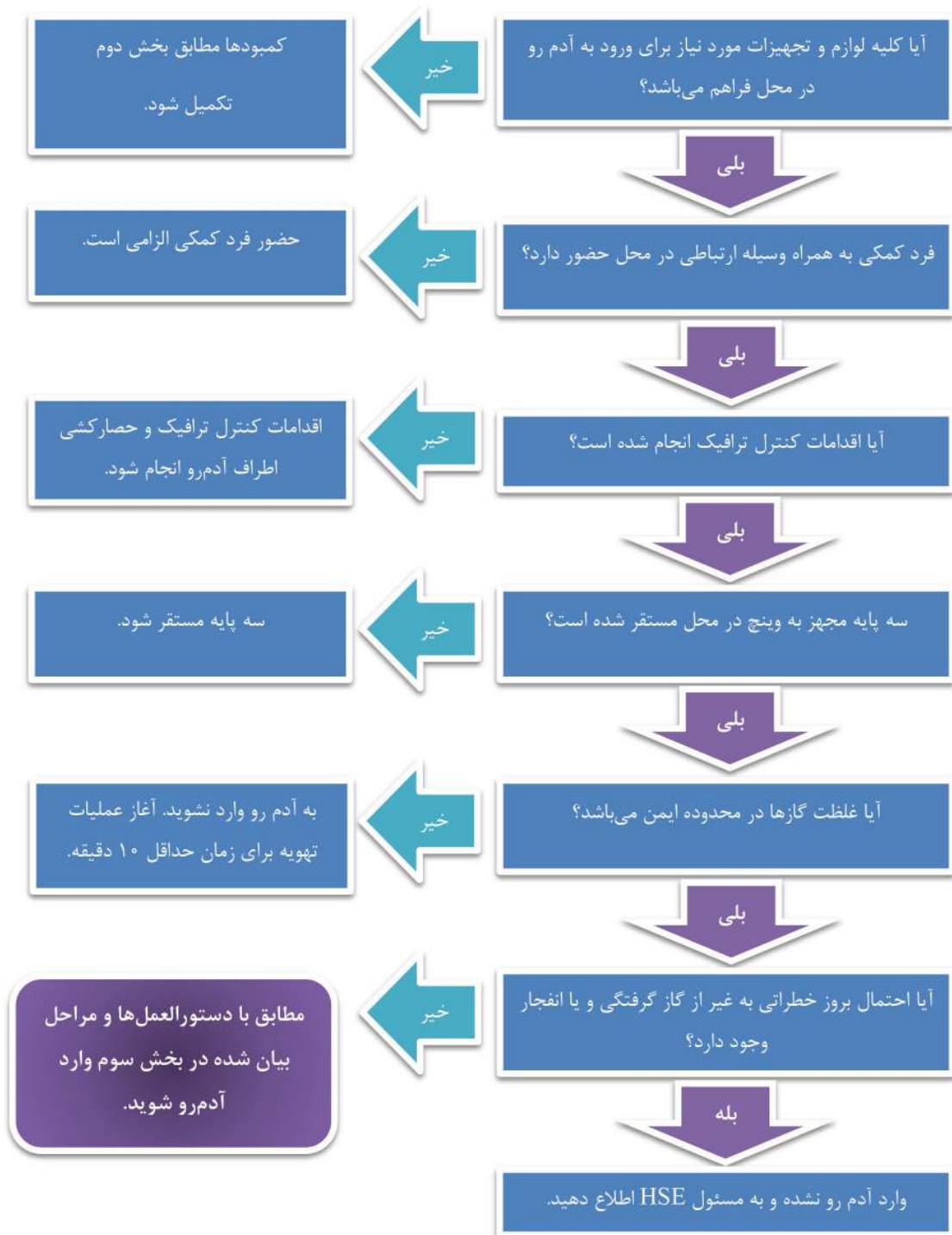
نکات مهم در هنگامی که اپراتور داخل آدمرو می‌باشد:

❖ انتهای طناب نجات باید در خارج آدمرو مهار شده باشد.

❖ در تمام مدت کار در آدمرو باید تهویه کار کند و سنجش گازها و اکسیژن انجام گیرد.

❖ در صورت هشدار دستگاه‌های اندازه‌گیری گاز و اکسیژن، اپراتور باید سریعاً از ماسک فرار استفاده کرده و فرد کمکی کارگر را از داخل آدمرو خارج نماید. توجه داشته باشید هنگامیکه فضای داخل آدمرو فاقد اکسیژن قابل تنفس شود حداکثر زمان زنده ماندن برای فرد ۱۸۰ ثانیه می‌باشد که از این مدت تنها ۳۰ ثانیه هوشیار بوده و فرصت دارد تا ماسک اکسیژن را به صورت خود بزند.

فلوچارت تصمیم‌گیری برای ورود به آدم‌رو



قبل از ورود به آدم‌رو، لوازم کامل ایمنی و حفاظت فردی را در محل آماده کنید.



شرایط خطرناک را به مسئول مربوطه اطلاع رسانی کنید. در صورت یالایودن غلظت گازهای هیدروژن سولفید، کربن مونوکسید و متان و کمبود اکسیژن وارد آدم‌رو نشوید.



۳

غلظت گازهای هیدروژن سولفید (H_2S)، کربن مونوکسید (CO)، متان (CH_4) و اکسیژن (O_2) را در آدم‌رو اندازه‌گیری کنید.



۲

با استفاده از لوازم کامل ایمنی و عدم قطع دمنده هوا به آدم رو وارد شوید.
 عملیات تهویه و اندازه گیری گازها را هرگز قطع نکنید، حتی در شرایطی که هوای داخل آدم رو برای ورود، بی خطر باشد. با لوازم کامل ایمنی و حفاظت فردی به آدم رو وارد شوید. اگر غلظت اکسیژن کمتر از ۱۹.۵٪ باشد و یا از کارکرد دمنده هوا مطمئن نیستید، حتما قبل از ورود از ماسک و کسول اکسیژن استفاده کنید.

۵

عملیات تهویه توسط دمنده هوا به داخل آدم رو انجام شود.

۴

در شرایط خطرناک سریع از آدم رو خارج شوید.
 در صورت بروز شرایط خطرناک در آدم رو و یا احساس هرگونه سردرد، سرگیجه، تهوع، دوبینی و احساس خستگی به فرد کمکی اطلاع داده و سریعاً از آدم رو خارج شوید.

۷

هیچگاه تنها وارد آدم رو نشوید.
 حضور فرد کمکی در خارج آدم رو که بطور پیوسته در ارتباط با فرد داخل آدم رو باشد ضروری است.

خطر گاز کربنیک !! یا بیرون

۶



منابع

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری. (۱۳۹۱). *ضوابط ایمنی و بهداشتی کارکنان بهره‌برداران از شبکه و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب*، نشریه شماره ۲۷۵ (تجدید نظر اول).

Kerri, K. D. (1993). *Operation and Maintenance of Wastewater Collection Systems*.

The Occupational Safety and Health Branch, Labour Department. (2007). *prevention of gas poisoning in drainage work*.

The Occupational Safety and Health Branch, Labour Department. (2017). *prevention of gas poisoning in drainage work*.

Government of Alberta, Employment and Immigration. (2010). *CH037 — Confined Spaces*.

Yale University. Yale Environmental Health & Safety. (2020). *MANHOLE ALTERNATE ENTRY PROCEDURE AND PERMIT*.



معاونت راهبردی و
نظارت بر بهره‌برداری

<https://ope.nww.ir>