



شرکت ملی گاز ایران

امور بهداشت، ایمنی و محیط زیست

دستورالعمل ورود به فضای محدود

HSE-IN-S-200(0)-98

تدوین این دستورالعمل رافع مسئولیت‌های
قانونی و پیمانی افراد و پیمانکاران نمی‌باشد.

فرم مشخصات دستورالعمل:

عنوان دستورالعمل: دستورالعمل ایمنی ورود به فضای محدود			
شناسه دستورالعمل:			
تاریخ	شماره ویرایش	تعداد صفحات	شرح

شماره اصلاحیه	تاریخ	شماره بخش / بخش‌های تغییر یافته	شماره صفحه / صفحات

دستورالعمل پیش رو به فضاهای محدود و خطرات بالقوه و بالفعل آن‌ها، رعایت اصول ایمنی پیش از ورود و در حین انجام کار می‌پردازد. پیش از انجام هر کاری باید در مورد نوع کار، محل کار و شرایط محیط کار اطلاعات لازم و کافی را به دست آورد تا با شناخت آن‌ها بتوان تجهیزات موردنیاز را پیش‌بینی کرده و اقدامات لازم برای پیش‌گیری از وقوع حادثه انجام پذیرد. تنها مجهز بودن به تجهیزات تنفسی و ایمنی کافی نیست بلکه داشتن مهارت و تجربه کافی ضرورت دارد که این مهم با برگزاری مانورهای دوره‌ای محقق می‌شود و موجب می‌گردد که پرسنل به صورت عملی شرایط کار را درک کنند و با الزامات آن آشنا شوند. یکی از مهم‌ترین نکات در مورد فضای محدود حضور نفر پشتیبان بیرون از فضای محدود است که باید همواره ارتباط چشمی یا صوتی خود را با نفر داخل حفظ کند تا در هنگام بروز هرگونه مشکل با انجام اقدامات مناسب، از بحرانی شدن شرایط جلوگیری کند. فضای محدود می‌تواند خطرات فیزیکی و یا اتمسفری را به همراه داشته باشد که باید حتماً پیش از ورود، آن‌ها را بررسی کرد که شامل شناخت مواد، موانع و یا تجهیزات مکانیکی و الکتریکی موجود در فضای محدود و اندازه‌گیری میزان غلظت گازهای درون فضای محدود است.

با توجه به تجارب موجود در محیط‌های صنعتی، فضاهای محدود زمینه ساز وقوع حوادث ناگوار بسیاری هستند. در واقع هر فضای محدود در صورتی که به عنوان محیطی برای انجام هرگونه فعالیت انسانی باشد می‌تواند به صورت بالقوه بستری برای حوادث باشد. از این رو مدون بودن دستورالعملی جهت بررسی موارد ایمنی برای کار در فضای محدود اهمیت دوچندان دارد. در این دستورالعمل سعی شده است که اصول کار در فضای محدود مطابق با استانداردهای بین‌المللی توضیح داده شود، امید است که با رعایت نکات ایمنی روزهای بدون حادثه پیش روی داشته باشیم.

فهرست

۱- هدف.....	۹
۲- دامنه کاربرد و محدوده تأثیر.....	۹
۳- مسئولیت‌ها و ضمانت اجرا.....	۹
۴- الزامات و مستندات مرجع.....	۹
۵- تعاریف.....	۹
۶- اقدامات.....	۱۶
۶-۱- تعریف فضای محدود.....	۱۶
۶-۲- علت ورود به فضای محدود.....	۱۶
۶-۳- روش‌های شناسایی خطر.....	۱۹
۶-۴- خطرات فضای محدود.....	۱۹
۶-۴-۲- خطرات اتمسفری فضای محدود.....	۲۰
۶-۴-۳- خطرات فیزیکی در فضای محدود.....	۲۲
۶-۴-۳-۱- خطرات ناشی از تجهیزات و ماشین‌آلات.....	۲۳
۶-۴-۳-۲- خطرات پوستی و راه‌های جلوگیری از آن‌ها.....	۲۴
۶-۴-۳-۳- خطر وجود موانع هنگام خروج از فضای محدود و راه‌های پیشگیری از آن.....	۲۵
۶-۴-۳-۴- خطر لیز خوردن و برهم خوردن تعادل و راه‌های پیشگیری از آن.....	۲۶
۶-۴-۳-۵- خطر سقوط افراد.....	۲۶
۶-۴-۳-۶- خطر سقوط اجسام و ابزارآلات.....	۲۷
۶-۴-۳-۷- خطرات ناشی از دمای محیط کار در فضای محدود.....	۲۸
۶-۴-۳-۸- خطرات ناشی از تجهیزات و شیلنگ‌های فشار بالا و راه‌های پیشگیری از آن.....	۲۸
۶-۴-۳-۹- خطرات برقی و راه‌های پیشگیری از آن.....	۳۰
۶-۴-۳-۱۰- خطر به دام افتادن و غوطه‌ور شدن.....	۳۱
۶-۴-۴- اختلال در ایجاد ارتباط بین پرسنل با بیرون از فضای محدود.....	۳۱
۶-۵- علائم هشداردهنده.....	۳۲
۶-۶- آماده سازی فضای محدود.....	۳۳
۶-۶-۱- از سرویس خارج کردن.....	۳۳
۶-۶-۲- جداسازی فیزیکی.....	۳۳
۶-۶-۳- خنثی سازی.....	۳۳

۳۴	۴-۶-۶- تمیزکاری و پاک سازی.....
۳۴	۵-۶-۶- تمیزکاری با بخار آب.....
۳۵	۶-۶-۶- روش های دیگر پاک سازی.....
۳۵	۷-۶-۶- تست گاز و اکسیژن.....
۳۶	۱۱-۷-۶-۶- تجهیزات کشف گاز.....
۳۶	۷-۶- رویه لازم جهت ورود به فضای محدود.....
۴۰	۲-۷-۶- تجهیزات لازم برای ورود به فضای محدود.....
۴۰	۳-۷-۶- اجزای دستور کار در مواجهه با فضای محدود.....
۴۱	۸-۶- وظایف و مسئولیت های تیم وارد شونده به فضای محدود.....
۴۱	۱-۸-۶- مسئولیت های ناظر ورود.....
۴۱	۲-۸-۶- مسئولیت های سرپرست تیم ورود به فضای محدود.....
۴۲	۳-۸-۶- مسئولیت های پرسنلی که به فضای محدود وارد می شوند.....
۴۲	۴-۸-۶- مسئولیت های نفر فرد نگهبان یا مراقب.....
۴۳	۵-۸-۶- مسئولیت های تیم امداد و نجات.....
۴۴	۹-۶- عملیات نجات در فضای محدود.....
۴۴	۱-۹-۶- شرایط اضطراری فضای محدود.....
۴۵	۲-۹-۶- اقدامات لازم برای محافظت از تیم امداد و نجات.....
۴۵	۳-۹-۶- استراتژی سه گانه نجات.....
۴۵	۱۲-۳-۹-۶- اقدام فرد آسیب دیده برای نجات خودش.....
۴۵	۱۳-۳-۹-۶- نجات فرد آسیب دیده بدون ورود به فضای محدود.....
۴۶	۱۴-۳-۹-۶- ورود به فضای محدود جهت نجات.....
۴۶	۴-۹-۶- اطلاع رسانی به امدادگر.....
۴۶	۵-۹-۶- برنامه ریزی جهت عملیات نجات.....
۴۷	۶-۹-۶- ارزیابی مجدد برنامه نجات.....
۴۷	۷-۹-۶- تجهیزات لازم برای عملیات ورود و نجات در فضای محدود.....
۵۰	۱۰-۶- اقدامات احتیاطی تنفسی برای ورود به فضای محدود.....
۵۰	۱-۱۰-۶- ورود بدون استفاده از دستگاه تنفسی.....
۵۰	۲-۱۰-۶- ورود با استفاده از دستگاه تنفسی.....
۵۰	۱۱-۶- اطلاعات لازم در یک پرمیت (مجوز انجام کار).....
۵۱	۱۲-۶- آموزش برای پرسنل و سرپرستان تیم ورود به فضای محدود.....
۵۲	۱-۱۲-۶- سرفصل های آموزش نجات در فضای محدود.....

فهرست اشکال

شکل (۱-۶) نمونه‌هایی از فضای محدود.....	۱۸
شکل (۲-۶) خطر، پیش از ورود غلظت اکسیژن بررسی شود.....	۲۰
شکل (۳-۶) خطر وجود گاز کلر.....	۲۰
شکل (۴-۶) Lock out.....	۲۴
شکل (۵-۶) Blanking and Blinding.....	۲۴
شکل (۶-۶) خطر مواد شیمیایی خورنده.....	۲۵
شکل (۷-۶) دسترسی و ورود و خروج به این ناحیه با مشکلات و موانعی همراه است، تنها افراد دارای مجوز حق ورود دارند	۲۵
شکل (۸-۶) هشدار: خطر وجود موانع بر سر راه.....	۲۶
شکل (۹-۶) احتیاط: خطر لیز خوردن وجود دارد.....	۲۶
شکل (۱۰-۶) خطر سقوط؛ سقف سست است.....	۲۷
شکل (۱۱-۶) خطر سقوط؛ بدون تجهیزات حفاظتی از این محل عبور نکنید.....	۲۷
شکل (۱۲-۶) خطر سقوط اجسام.....	۲۷
شکل (۱۳-۶) خطر وجود دمای بالا در محیط.....	۲۸
شکل (۱۴-۶) شیوه درست تهویه هوا (دمیدن هوا).....	۲۹
شکل (۱۵-۶) توجه: وسیله تخلیه فشار اضافی در این محل قرار دارد.....	۲۹
شکل (۱۶-۶) توجه: خطر فشار بخار بالا.....	۳۰
شکل (۱۷-۶) خطر فشار زیاد.....	۳۰
شکل (۱۸-۶) خطر به دام افتادن - خطر غوطه‌ور شدن.....	۳۱
شکل (۱۹-۶) ارتباط با نفر در داخل فضای محدود.....	۳۲
شکل (۲۰-۶) علائم اعلام خطر.....	۳۲

- شکل (۶-۲۱) پشتیبانی نفرات همراه از فرد وارد شونده..... ۳۷
- شکل (۶-۲۲) بررسی هوای درون فضای محدود..... ۳۸
- شکل (۶-۲۳) ورود با احتیاط به فضای محدود بررسی تجهیزات کشف گاز..... ۳۸
- شکل (۶-۲۴) فلوچارت مراحل کار در فضای محدود..... ۳۹
- شکل (۶-۲۵) نحوه همراهی نفر وارد شونده..... ۴۳
- شکل (۶-۲۶) عملیات نجات در فضای محدود..... ۴۴
- شکل (۶-۲۷) استفاده از مهاربند به همراه طناب نجات به هنگام ورود به فضای محدود..... ۴۸
- شکل (۶-۲۸) دستبند و نحوه استفاده از آن..... ۴۸
- شکل (۶-۲۹) دستگاه بالا و پایین بر دستی..... ۴۹
- شکل (۶-۳۰) دستگاه تنفسی انفرادی-چراغ ضد انفجار..... ۴۹
- شکل (۶-۳۱) دستگاه دمنده هوا-نردبان..... ۵۰
- شکل (۶-۳۲) بررسی فضای محدود و ثبت اطلاعات در پرمیت پیش از ورود..... ۵۱

فهرست جداول

جدول (۱-۶) مشخصات برخی مواد و گازهای سمی متداول موجود در فضای محدود (ppm) (ACGIH و NIOSH) ۲۲

۱- هدف

هدف از نوشتن این دستورالعمل اطمینان از ایمنی افراد و انتخاب روشی مناسب برای ورود افراد به فضای محدود است.

۲- دامنه کاربرد و محدوده تأثیر

رعایت این سند در شرکت ملی گاز ایران و زیرمجموعه‌های آن الزامی است.

۳- مسئولیت‌ها و ضمانت اجرا

- ♦ مسئولیت ویرایش این سند به عهده امور HSE شرکت ملی گاز ایران است.
- ♦ ضمانت اجرایی این سند بر عهده مدیران عامل شرکت‌های تابعه، مدیران مناطق عملیاتی انتقال گاز و مجریان طرح‌های توسعه‌ای شرکت ملی گاز ایران است.

۴- الزامات و مستندات مرجع

- [1] ANSI/ASSE Z117.1, "Safety Requirements for Confined Spaces", 2009.
- [2] OSHA 29 CFR 1926.1204, "Permit-Required Confined Space Program", 2018.
- [3] API RP 2217A, "Safe Work in Inert Confined Spaces in the Petroleum and Petrochemical Industries", 2017.
- [4] NFPA 350, "Guide for Safe Confined Space Entry and Work", 2019.
- [5] OSHA Academy, Occupational Safety and Health Training, "Confined Space Program-course 713", 2015.
- [6] Work Safe BC (worksafebc.com), "Confined Space Entry Program; A reference Manual", 2007.
- [7] TOTAL, HSE Manual, Standard 707, "Entry into Vessels and Confined Spaces", 2002.

۵- تعاریف

تعاریف عمومی^۱

استاندارد^۱: استاندارد به مجموعه‌ای از قواعد، ضوابط، دستورالعمل‌ها یا روش‌های آزمایش که توسط گروهی واجد صلاحیت

^۱ تدوین شده است. OSHA تعاریف عمومی در دستورالعمل حاضر منطبق بر بخشنامه‌های ابلاغی وزارت نفت، رویه‌های سازمانی موجود و

تعیین، تدوین، تصویب و منتشر می‌شود، اطلاق می‌گردد. در این مجموعه منظور از استاندارد، مدارکی هستند که بر اساس استانداردهای بین‌المللی یا ملی تهیه شده باشند.

کارفرما^۲: به یکی از شرکت‌های اصلی و یا شرکت ملی گاز ایران اطلاق می‌شود.

پیمانکار^۳: به شخص، موسسه و یا شرکتی گفته می‌شود که پیشنهادش برای مناقصه پذیرفته شده است.

سازمان^۴: در این مقررات سازمان شامل هر یک از شرکت‌ها و مناطق عملیاتی تابعه شرکت ملی گاز ایران است که هرکدام به لحاظ سازمانی دارای مدیرعامل / مدیر هستند.

تبصره: با توجه به اینکه در برخی از شرکت‌های تابعه شرکت ملی گاز، فعالیت‌های اجرایی، نظارتی و مدیریت پروژه‌ها از طریق مجموعه‌های پیمانکاری و مشاوره‌ای انجام می‌شود، مدیریت پروژه (MC) و در پروژه‌های فاقد MC دستگاه نظارت به‌عنوان سازمان محسوب می‌گردد که تحت نظر عالی کارفرما (شرکت ملی گاز و شرکت‌های تابعه) فعالیت می‌نمایند.

فرد ذی‌صلاح^۵: بر اساس تعریف OSHA^۶ به افرادی اطلاق می‌شود که قادر به تشخیص خطرات موجود و قابل پیش‌بینی در محیط کار باشند. این مخاطرات شامل موارد بهداشتی و نیز خطراتی که موجب آسیب به نفرات می‌شود است. همچنین لازم است این شخص بتواند در مواجهه با پیشامدهای ناخواسته احتمالی اقدامات اصلاحی مقتضی را انجام دهد. فرد ذی‌صلاح توسط ابلاغیه معتبر، مدت‌دار و معین‌شده توسط سازمان مربوطه مشخص می‌شود.

فرد مجرب^۷: شخصی است که بنا به گواهی مدرکی معتبر، توانایی فنی و تجربه لازم و کافی برای انجام وظیفه یا مسئولیت مشخص را دارد.

حادثه: مطابق تعریف سازمان بین‌المللی کار (ILO^۸) حادثه عبارت است از یک اتفاق پیش‌بینی‌نشده و خارج از انتظار که سبب صدمه و آسیب گردد.

ریسک: به احتمال به وجود آمدن آسیب و صدمه از یک خطر معین، ریسک گویند. طبق تعریف بهداشت حرفه‌ای و سری‌های ارزیابی ایمنی (ISO 45001) ریسک، ترکیب (تابعی) از احتمال و پیامد (های) ناشی از وقوع یک اتفاق خطرناک مشخص است.

خریدار^۹: یعنی شرکتی که این دستورالعمل بخشی از مدارک سفارش خرید مستقیم آن شرکت است و یا پیمانکاری که این استاندارد بخشی از مدارک قرارداد آن است.

¹ Standard

² Owner

³ Contractor

⁴ Organization

⁵ Authorized Person

⁶ Occupational Safety And Health Administration

⁷ Qualified Person

⁸ International Labour Organization

⁹ Purchaser

فروشنده و تأمین کننده^۱: به موسسه و یا شخصی گفته می شود که تجهیزات و کالاهای مورد لزوم صنعت را تأمین می نماید.

مجری^۲: مجری به گروهی اطلاق می شود که تمام یا قسمتی از کارهای اجرائی و یا راه اندازی پروژه را انجام دهد.

بازرس^۳: در این استاندارد بازرس به فرد/گروه یا مؤسسه ای اطلاق می شود که کتباً توسط کارفرما برای بازرسی، ساخت و تجهیزات معرفی شده باشد.

باید^۴: برای کاری که انجام آن اجباری است، استفاده می شود.

توصیه^۵: برای کاری که ضرورت انجام آن توصیه می شود، بکار می رود.

ترجیح^۶: معمولاً درجایی استفاده می شود که انجام آن کار بر اساس نظارت شرکت کارفرما باشد.

ممکن است^۷: برای کاری که انجام آن اختیاری است، بکار می رود.

تعاریف اختصاصی

مسئول تأسیسات^۸: فردی است که مسئولیت کلی تأسیسات و فعالیت های مرتبط با نفت و گاز را بر عهده دارد.

صادرکننده پروانه^۹: فردی که انجام اجازه کاری که تحت کنترل پروانه کار باید انجام گیرد را صادر می نماید.

ناظر ورود^{۱۰}: ناظر ورود، شخصی است که پس از اطمینان از قابل قبول بودن شرایط ذکر شده در پروانه ورود آن را امضا کرده و در محل ورود نصب می کند.

سرپرست^{۱۱}: فردی واجد صلاحیت، مستقر در بیرون از یک یا چند فضای محدود نیازمند دریافت پروانه کار که پایش افراد وارد شونده را بر عهده دارد و همچنین همه وظایف سرپرست را مطابق با برنامه فضاهای محدود نیازمند پروانه کار اجرا می کند. سرپرستان همچنین ممکن است به هنگامی که از دستگاه حفاظت تنفسی استفاده می شود وظایف پرسنل مراقب را انجام دهند.

فرد نگهدارنده یا مراقب^{۱۲}: فرد ذیصلاحی که باید بیرون فضای محدود و مجاور آن حضور داشته و قادر به ارتباط پیوسته با وارد شونده (وارد شوندگان) به فضای محدود باشد و همچنین کنترل و بازرسی عملیات تأمین هوا را بر عهده داشته باشد.

1 Vendor And Supplier

2 Executor

3 Inspector

4 Shall

5 Should

6 Will

7 May

8 Installation Manager

9 Permit Issuer

10 Entry Supervisor

11 Attendant

12 Stand By Person

وارد شونده به فضای محدود^۱: فرد واجد صلاحیت که توسط سرپرست ورود برای داخل شدن به فضای محدود مجاز شده است.

ورود^۲: عملی که به واسطه آن یک فرد از دریچه باز به داخل یک فضای محدود داخل می شود. ورود می تواند وارد شدن قسمتی از بدن فرد به داخل فضای محدود را شامل گردد.

فضای محدود^۳: هر مخزن یا فضایی که هر سه الزام ذیل را برآورده نماید:
به اندازه کافی بزرگ بوده و شکل آن به گونه ای است که فرد شاغل بتواند به لحاظ جسمانی وارد آن شده و در آن کار تعیین شده را انجام دهد.

راه های محدود و محدود شده برای ورود یا خروج داشته باشند (برای مثال، مخازن و ظروف، مخازن ذخیره، هاپرها، اتاقک ها و چاله ها فضاهایی هستند که ممکن است راه های محدود (ورود یا خروج) داشته باشند).
برای یا به منظور اشغال پیوسته توسط کارکنان طراحی نشده اند.

فضای محدود نیازمند دریافت پروانه کار^۴: فضای محدود ای که هر سه الزام فضای محدود را دارا بوده و همچنین یک یا بیش از یکی از چهار ویژگی ذیل را دارا باشد:

۱. دارای اتمسفر خطرناک است یا اینکه احتمال بالقوه وجود دارد که اتمسفر آن مخاطره آمیز گردد.
 ۲. دارای یک ماده با پتانسیل غرق کردن فرد وارد شونده است.
 ۳. ساختار فیزیکی آن به گونه ای باشد که ورود کننده به آن بتواند به دام افتاده یا به واسطه دیوارهای همگرایی داخلی یا سقف هایی که شیب متمایل به پایین دارند، یعنی سطح مقطع کم می شود، دچار خفگی گردد.
 ۴. دارای خطر ایمنی و بهداشتی شناخته شده از هر نوعی باشد.
- گاز زدایی^۵:** فرایند جمع آوری، اکسید کردن یا رفع کردن گازها و بخارات خارج شده از یک مخزن یا ظرف به گونه ای که میزان رهاسازی ترکیبات آلی فرار به داخل اتمسفر را در طی عملیات رهایش، گاز و بخار به حداقل برساند یا از آن پیشگیری نماید.
- شیر مسدودسازی و تخلیه^۶:** بستن یک خط یا لوله به واسطه بستن یا مسدود کردن یا اضافه کردن دو شیر در خط و به واسطه باز کردن و قفل کردن یا قرار دادن یک شیر تخلیه در خط یا لوله بین دو شیر محدود شده.
- طبقه بندی ناحیه الکتریکی مکان های خطرناک:** سیستم طبقه بندی برای تعیین مکان هایی که خطرات حریق یا انفجار ممکن است به لحاظ پتانسیل حضور گازها، بخارات یا مایعات قابل اشتعال وجود داشته باشد، مورد استفاده قرار می گیرد.
- کلاس ۱، ناحیه ۱^۷:** مکانی که هر یک از شرایط ذیل برای آن صدق نماید:

¹ Entrant

² Entry

³ Confined Space

⁴ Permit Required Confined Space

⁵ Degassing

⁶ Double Block And Bleed

⁷ Class I, Division I

۱. تحت شرایط نرمال عملیاتی غلظت‌های قابل اشتعال گازها یا بخارات قابل اشتعال وجود دارد.
۲. ممکن است به دلیل عملیات تعمیر یا نگهداری یا به واسطه نشت به کرات غلظت‌های قابل اشتعال گازها یا بخارات وجود داشته باشد.
۳. غلظت‌های قابل اشتعال گازها یا بخارات ممکن است به واسطه خرابی یا نقص تجهیزات عملیات یا فرایند وجود داشته باشد که ممکن است به طور هم‌زمان باعث نقص تجهیزات گردد به صورتی که یک منبع مشتعل شود.
- کار گرم^۱:** عملیاتی که می‌تواند باعث ایجاد حرارت کافی به واسطه شعله، جرقه یا سایر منابع گردد به نحوی که انرژی کافی برای مشتعل کردن بخارات، گازها یا گردوغبار قابل اشتعال را دارد. کار گرم شامل مواردی از قبیل جوشکاری با برق، برش و جوشکاری فلزات با گاز، لحیم‌کاری، گرم کردن و کوبیدن میخ پرچ، استفاده از بخاری برقی با شعله روباز، روشن کردن دیگ‌های بخار و کوره‌های متحرک، استفاده از دستگاه میگر^۲ و تمامی دستگاه‌های برقی که ضد انفجار نیستند، عملیات سندبلاست (آماده‌سازی سطوح مخازن، ظروف و دستگاه‌ها)، سمباده زدن، استفاده از موتورهای برقی، سیم‌های برق با سه‌شاخه‌ها، دستگاه‌های فیلم‌برداری و عکس‌برداری دیجیتال با فلاش و بدون فلاش، استفاده از ماشین‌های درون‌سوز بنزینی، دیزلی و گازسوز (جز هنگام استفاده در جاده‌های عمومی محوطه)، باز کردن درب و جایگذاری و برداشتن توپک از محفظه فرستنده و گیرنده در عملیات پیگرانی خطوط لوله، عملیات اتصال به خط گازدار (Tie in)، کوبیدن و باز و محدود کردن پیچ و مهره با هر نوع پتک (به‌غیر از برنجی)، عملیات انشعاب گرم (Hot Tapping) و ... است.
- کار سرد^۳:** به هر نوع کار شامل عملیات ساخت، تعویض یا تعمیر که شامل فعالیت‌های تولید کننده حریق، گرما یا جرقه نباشد اطلاق می‌گردد.
- گاز سنجی^۴:** سنجش غلظت گاز قابل اشتعال و یا سمی یا کمبود اکسیژن یا فزونی اکسیژن یک محیط کاری (معمولاً فضای محدود) قبل از انجام نوع خاصی از فعالیت‌ها و همچنین در حین انجام فعالیت کاری با استفاده از یک وسیله سنجش مناسب که به‌منظور تأمین آگاهی و هشدار برای افراد درگیر در کار انجام می‌گیرد.
- اتم‌سفر دارای کمبود اکسیژن^۵:** اتم‌سفر حاوی کمتر از ۱۹/۵ درصد اکسیژن به لحاظ حجمی.
- اتم‌سفر غنی‌شده از اکسیژن^۶:** یک اتم‌سفر محتوی بیش از ۲۳/۵ درصد اکسیژن به لحاظ حجمی.
- بلنک کردن^۷:** مسدودسازی کامل یک لوله یا یک خط به واسطه بستن یک صفحه سخت تخت (طراحی شده برای حفظ فشار خط لوله)، بین دو فلنج با استفاده از دو گسکت و پیچ‌های کاملاً درگیر یا Stud Bolts (پیچ‌های دو سر رزوه و دو مهره جهت بستن فلنج‌ها می‌باشند). صفحات مسدودکننده دستگیره‌های دراز با یک منفذ حداقل یک چهارم اینچ در دسته‌ها دارا

¹ Hot Work

² Megger

³ Cold Work

⁴ Gas Test

⁵ Oxygen Deficient Atmosphere

⁶ Oxygen Enriched Atmosphere

⁷ Blanking

می باشند.

کور کردن^۱: مسدودسازی کامل انتهای باز یک لوله، خط یا دهانه باز ظروف تحت فشار به واسطه بستن یک صفحه سفت تخت (طراحی شده برای حفظ فشار) در سرتاسر دریچه باز، با استفاده از یک گسکت و پیچ‌های کاملاً درگیر یا استاد بولت (Stud Bolt) در همه سوراخ‌های پیچ فلنج را گویند.

جداسازی^۲: فرایندی که به واسطه آن یک فضای محدود نیازمند پروانه کار از سرویس خارج گردیده (ارتباط آن قطع می‌شود) و به‌طور کامل در برابر رهاسازی انرژی یا هر ماده به داخل فضا محافظت می‌گردد. جداسازی شامل مسدودسازی یا کور کردن (Blanking and Blinding)، از هم باز کردن (Blanking)، نا هم‌تراز سازی (Misalignment)، باز کردن و برداشتن بخش‌هایی از خط لوله‌ها، استفاده از سیستم مسدودسازی دوبل و تخلیه (Double Block and Bleed)، قفل زنی یا برچسب‌گذاری همه منابع انرژی، قفل کردن، بستن و برچسب زدن همه شیرها، مسدود کردن و جدا کردن همه اتصالات مکانیکی (که به این موارد محدود نمی‌شود) را شامل می‌گردد.

هم بندسازی^۳: اتصال بخش‌های فلزی برای تشکیل یک مسیر رسانای الکتریکی که اطمینان حاصل گردد پیوستگی الکتریکی برقرار است و ظرفیت برای هدایت ایمن هر جریان تولیدی احتمالی وجود دارد.

قفل و برچسب‌زنی^۴: قفل و برچسب‌زنی یک روش ایمن برای سرویس و تعمیرات ماشین‌آلات یا سیستم‌های الکتریکی در مواردی است که امکان آسیب کارکنان به واسطه راه‌اندازی غیرمنتظره، یا برق‌دار شدن تجهیزات وجود داشته باشد. Lockout یا قفل زنی به معنی کنترل انرژی در حین تعمیرات و نگهداری تجهیزات است که به سبب آن منابع انرژی به برق شده، ایزوله شده و سپس برای پیشگیری از راه‌اندازی ناایمن تجهیزاتی که کارکنان را در معرض خطر قرار می‌دهد، قفل‌زده می‌شوند. Tagout یا برچسب‌زنی به معنی مستقر کردن برچسب هشدار برای آگاهی سایر کارکنان از حضور تجهیزاتی است که قفل‌شده‌اند. برچسب‌زنی وقتی مؤثر است که تکمیل‌کننده قفل زنی یا Lockout باشد. هر قفل باید فقط یک کلید داشته باشد (شاه‌کلید مجاز نیست) در صورتی که چند نفر روی سیستم کار می‌کنند باید به همان تعداد قفل بر روی سیستم وجود داشته باشد که سیستم تنها با حضور همه کلیدها راه‌اندازی گردد. برای مثال در صورتی که یک کار تعمیراتی نیاز به ۳ پرسنل دارد، در این صورت ۳ قفل باید وجود داشته باشد. هر قفل باید قفل خودش را بر روی سیستم داشته باشد. قفل‌ها می‌توانند به واسطه آن‌هایی که آن را نصب کرده‌اند، برداشته شوند و باید فقط طی فرایند خاص به شرح ذیل برداشته شوند:

- محل برای اطمینان از اینکه همه ابزارآلات و آیتم‌ها برداشته و دور شده‌اند، بازرسی گردد.
- تأیید شود که همه کارکنان و افراد در موقعیت ایمن دور از محیط خطر هستند.
- بازبینی گردد همه کنترل‌ها در وضعیت خلاص قرار دارند.
- وسایل برداشته‌شده و ماشین مجدداً برق‌دار گردد.

¹ Blinding

² Isolation

³ Bonding

⁴ Lockout/Tagout (LOTO)

□ به کارکنان و پرسنل متأثر در خصوص تمام کردن سرویس اطلاع رسانی گردد.

تذکر: به هنگام راه اندازی مجدد سیستم، جهت اطمینان هر فردی که یک قفل روی سیستم قرار داده است باید حضور داشته باشد. این شیوه به اطمینان از اینکه آن کارکنان و کارکنانی که روی سیستم کار می کردند به هنگام راه اندازی مجدد در حوزه خطر نباشند، کمک می نماید.

پاک/پاک سازی^۱: حذف همه محتویات از جمله فرآورده، بخار، لجن و باقیمانده از مخزن و شستشو، شستشو با آب و خشک کردن چنانکه هیچ فرآورده یا باقیمانده روی سطح مخزن (پوسته، زیر مخازن، ستون ها، حمایت کننده ها، سقف، لوله کشی، متعلقات و غیره) باقی نماند.

خنثی سازی^۲: جایگزینی گاز یا بخارات هیدروکربن و اکسیژن (هوا) برای حذف احتمال تشکیل اتمسفر بالقوه قابل اشتعال در یک فضای محدود که به واسطه استفاده از یک گاز بی اثر غیر قابل احتراق، غیر آلاینده و واکنش ناپذیر (برای مثال نیتروژن) یا با استفاده از یک گازی که حاوی میزان ناکافی اکسیژن برای تأمین احتراق (برای مثال گاز سوخت) انجام می گیرد به گونه ای که اتمسفر غیر قابل اشتعال و واکنش ناپذیر حاصل گردد.

خالی کردن^۳: فرایند وارد کردن یک گاز بی اثر یا جاری کردن گاز به یک ظرف، خط لوله یا مخزن به منظور کاهش محتوای اکسیژن یا برای کاهش غلظت بخارات هیدروکربن به واسطه جایگزینی آن.

تجهیزات تنفسی تأمین کننده هوا^۴: یک دستگاه تنفسی که تنفس ایمن هوا را از یک مخزن (تجهیزات تنفسی کپسول سرخود پرتابل یا مخزن خط تأمین کننده هوا) یا از یک منبع تازه (هوای تنفسی تأیید شده از کمپرسور هوا) که در معرض آلودگی نیست، تأمین کند.

اتمسفر خطرناک^۵: اتمسفری که ممکن است به دلایلی از قبیل کم بودن یا زیاد بودن غلظت اکسیژن و نیز پتانسیل وجود گازهای قابل اشتعال و انفجار و نیز مواد سمی برای انسان خطرناک و مضر باشد.

خطرات سر خوردن^۶، سکندری خوردن^۷ و افتادن^۸: خطرات سر خوردن، سکندری خوردن و نیز افتادن ممکن است در شرایط و محل های زیر رخ دهد:

□ نردبان ها و داربست هایی که برای دسترسی به محل های ورودی فضای محدود استفاده می شود.

□ وجود تجهیزات، سیم ها و کابل های برق، شلنگ ها، ابزار آلات، داکت های تهویه و سایر چیزهایی که به داخل فضای محدود آورده می شود می تواند باعث وقوع این خطرات شود.

¹ Cleaning

² Inerting

³ Purging

⁴ Air Supplied

⁵ Hazardous Atmosphere

⁶ Slip

⁷ Trip

⁸ Fall

۶- اقدامات

وجود فضاهای محصور و لزوم انجام عملیات شغلی در آنها از جمله مواردی است که با وجود پیشرفت‌های علمی و تدوین راهنماها و دستورالعمل‌های موجود هنوز هم در بسیاری از محیط‌های کاری از جمله شرکت ملی گاز دیده می‌شود. فضاهای محدود به دلیل شرایط فیزیکی نامناسب و احتمال وجود اتمسفرهای سمی و قابل انفجار می‌تواند سلامتی افراد را به شدت تهدید کند.

۶-۱- تعریف فضای محدود

منظور از فضای محدود محیط شغلی‌ای است که با وجود محدود بودن ابعادی ورودی یا خروجی آن برای وارد شدن فرد و انجام کار در درون آن به اندازه کافی بزرگ است. فضاهای محدود معمولاً برای انجام کار مداوم طراحی نمی‌شوند و تهویه در آنها مطلوب نیست. می‌توان کار در درون بویلر، کوره، سپتیک تانک، سیلو، مخازن، تونل، ظروف قیفی شکل و موارد مشابه را فعالیت در درون فضاهای محدود به حساب آورد.

۶-۲- علت ورود به فضای محدود

دلایل مختلفی از قبیل بازرسی، تعمیر، نگهداری، تمیزکاری یا رنگ‌آمیزی و یا هر عملیات مشابه خارج از برنامه و کارهای روزمره که لازم است در صنعت صورت گیرد می‌تواند علت ورود افراد به فضای محدود باشد. همچنین ممکن است ورود به فضای محدود در طول ساخت و ساز جدید رخ دهد، یکی از متداول‌ترین چالش‌های موجود در برقرار کردن رویه ایمن در کار با فضاهای محدود، کنترل ورودهای غیرمجاز است به‌ویژه زمانی که تعداد زیادی از پرسنل مانند جوشکارها، رنگ‌کارها، برق‌کارها و مسئولین ایمنی در حال رفت و آمد هستند. اما در این میان مهم‌ترین دلیل ورود به فضاهای محدود، عملیات اضطراری نجات است، این دلیل و سایر دلایل برای ورود باید قبل از ورود اولیه به فضای محدود به بهترین نحو برنامه‌ریزی شده و خطرات به‌طور کامل بررسی شود.

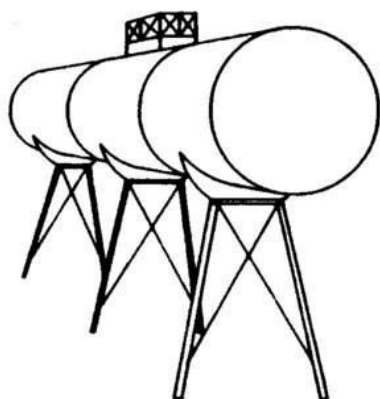
فضایی که شامل تعریف فضای محدود شود یا مصداق هر یک از موارد زیر باشد ضروری است که برای ورود به آن مجوز کار^۱ اخذ گردد.

- فضاهایی که به صورت بالفعل و یا بالقوه دارای پتانسیل خطر باشد.
- فضایی که پتانسیل غوطه‌ور کردن افراد را داشته باشد.
- فضاهایی که باعث به دام افتادن و یا خفه کردن افراد شود. مانند دیوارهای درون همگرا و یا کف‌هایی با شیب‌های مخروطی شکل
- فضایی که حاوی هر نوع خطرات بهداشتی و یا فیزیکی باشد.

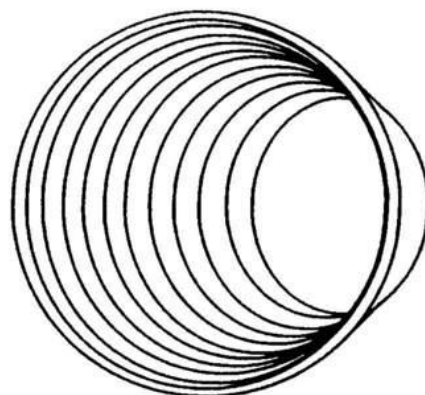
¹ Work permit

□ فضاهای محدودی که به منظور انبارش مواد جامد، مایعات، گازها و ذرات ریز طراحی شده‌اند. فضاهای مذکور معمولاً فضاهای سرباز با عمق زیاد و یا مکان‌هایی با ورودی باریک و تنگ هستند.

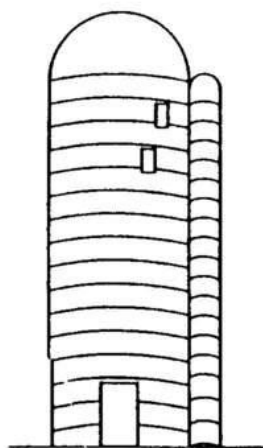
فضاهای سرباز با عمق زیاد و ورودی تنگ، چاه یا چاله، محفظه‌های کشتی، گودال‌های جمع‌آوری پسماندهای صنعتی، لوله‌ها، قیف‌ها، تونل‌ها، انبارها، مخازن، دیگچه‌ها، مجاری فاضلاب، تفکیک‌کننده‌ها، مخازن ذخیره فراورده‌ها، تجهیزات پالایشگاهی در هنگام تعمیرات اساسی و حوضچه‌های شیر نمونه‌هایی از فضاهای محدود متداول در شرکت ملی گاز ایران است.



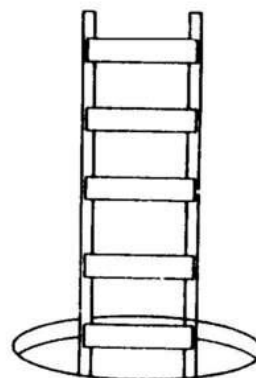
Storage Tank



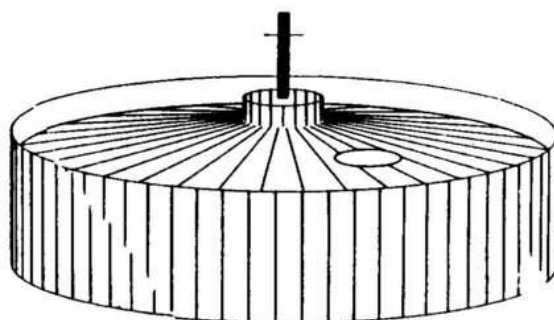
Pipeline



Silo



Manhole



Digester

شکل (۶-۱) نمونه‌هایی از فضای محدود

۳-۶- روش‌های شناسایی خطر

شناسایی و ارزیابی خطر جهت ورود به فضای محدود باید از ابتدا و قبل از ورود پرسنل انجام گیرد، باید همه خطرات موجود و بالقوه را در محل کار موردنظر قبل از صدور پرمیت، شناسایی کرد.

افرادی که به فضاهای محدود وارد می‌شوند با دو نوع خطر مواجه هستند: خطرات اتمسفری و خطرات غیر اتمسفری (خطرات فیزیکی). خطرات اتمسفری بر هوای فضای محدود تأثیر می‌گذارند و می‌توانند موجب انفجار، مسمومیت، خوردگی فلزات و یا خفگی شوند. آزمایش‌ها اتمسفری باید قبل از ورود پرسنل صورت گرفته و در طول مدت حضور در این فضا بایستی اندازه‌گیری و مراقبت گردد. همواره هوای فضای محدود را مورد آزمایش قرار داده زیرا بیشترین صدمات و مرگومیر در این محل‌ها به خطرات اتمسفری مربوط می‌شوند، هنگام تست و ارزیابی هوای درون فضای محدود به دلیل احتمال وجود گازهای خطرناک باید بسیار مراقب بود و تنها روش برای شناسایی خطرات اتمسفری این است که تست و ارزیابی از بیرون فضای محدود انجام گیرد.

آزمایش و ارزیابی خطرات ناشی از گازهای خطرناک در فضای محدود را به این ترتیب انجام دهید: اندازه‌گیری میزان اکسیژن، گازها و بخارهای قابل احتراق، گازها و بخارهای سمی. به خاطر داشته باشید که انجام مراحل (O-F-T^۱) شما را از اشتباه دور می‌کند.

۱. بررسی کمبود و ازدیاد اکسیژن^۲

۲. بررسی قابلیت انفجار یا شعله‌ور شدن هوای درون فضای محدود^۳

۳. بررسی سمی بودن یا خوردندگی هوای درون فضای محدود^۴

۴-۶- خطرات فضای محدود

شناسایی خطرات کار در فضای محدود می‌تواند به مراتب دشوارتر از کار در محیط‌های دیگر باشد، چراکه معمولاً افراد درک درستی از ابعاد خطرات بالقوه فضاهای بسته ندارند. خفگی در اثر کاهش اکسیژن هوا، مسمومیت با گازهای سمی، گیر افتادن و محبوس شدن، انفجار، غوطه‌ور شدن و حتی سقوط از جمله خطرات فضاهای محدود هستند.

مثال‌هایی از خطرات بالقوه‌ای که موجب حوادث متعددی در گزارش‌ها بوده است شامل عدم تهویه در مخازنی که به‌ندرت باز هستند، می‌شود. نشت گاز کلر^۵ که به دلیل سنگین‌تر بودن از هوا در پایین‌ترین سطح ته‌نشین می‌شود. کلر در حالت گازی، باعث تورم غشای مخاطی شده، در حالت مایع موجب سوختگی پوست می‌شود. مقدار ۳/۵ پی پی ام (ppm) آن لازم است تا

^۱ Oxygen – Flammability - Toxicity

^۲ Oxygen

^۳ Flammability

^۴ Toxicity

^۵ chlorine

به عنوان بویی متمایز شناخته شود و مقدار ۱۰۰۰ پی پی ام (ppm) آن کشنده است. (به همین علت، در طول جنگ جهانی اول، کلر یکی از گازهایی بود که به عنوان گاز جنگی مورد استفاده قرار گرفت.) حدود مجاز کلر در جدول (۶-۱) نشان داده شده است. کمبود اکسیژن به دلیل فساد گیاهان و لاشه حیوانات، خوردگی و زنگ زدگی جداره داخلی مخازن و ظروف و یا سایر ادوات و تجهیزات نیز از جمله موارد متعدد مشاهده شده در فضاهای محدود است. (API RP 2217A-2017-pg 21)



شکل (۶-۲) تابلو اعلام خطر جهت بررسی غلظت اکسیژن پیش از ورود به فضای محدود



شکل (۶-۳) تابلو اعلام خطر وجود گاز کلر در فضای محدود

در ادامه ضمن طبقه بندی خطرات کار در فضای محدود به توضیح آنها پرداخته شده است.

۶-۴-۲- خطرات اتمسفری فضای محدود

فضاهای محدود به علت محبوس بودن و یا عدم حرکت هوا بستر بسیار مناسبی برای خطرات اتمسفری هستند. در این بخش خطرات مذکور مورد مذاقه بیشتری قرار خواهند گرفت.

□ به علت کارکرد غیراصولی در یک فرآیند تولید و یا در اثر ترکیبات شیمیایی یا بیولوژیکی و همچنین در اثر خورندگی گازهایی مانند آمونیاک، هیدروژن کلرید، کلر و متیل آمین متصاعد می شوند. این گازها در برخی موارد موجب صدمه زدن به پوست و چشمها شده و در مواقعی هم بدون تأثیر فوری بوده ولی در اثر تماس طولانی مدت می تواند موجب سرطان گردد. باید در نظر داشت که در فضاهای محدود خطرات و دامنه اثر این گازها بسیار بالاتر از محیطهای دیگر است.

- ❑ خطر اشتعال و حتی انفجار گازهای موجود در اتمسفر فضاهای محدود همواره وجود دارد. گازهای قابل اشتعال مانند: استیلن، بوتان، پروپان و متان که وجود آن‌ها در فضای محدود رایج است. گازها، بخارات و غبارهای قابل اشتعال و انفجار که غلظت آن‌ها بیشتر از حد پایین اشتعال (LFL) یا حد پایین انفجار (LEL) هستند، می‌توانند بسیار خطرناک باشد.
- ❑ گرد و غبار معلق در هوا که جلوی دید را تا فاصله ۱/۵ متری یا کمتر تار می‌کند.
- ❑ با توجه به محدود بودن فضاهای محدود، برخی از گازهای غیر سمی مانند نیتروژن، هلیوم، بخار آب، فریون، آرگون و دی اکسید کربن باینکه سمی نیستند اما جای اکسیژن را گرفته و باعث کمبود اکسیژن در فضای محدود می‌شوند.
- ❑ کمبود اکسیژن: اگر میزان غلظت اکسیژن کمتر از ۱۹/۵ درصد باشد موجب اختلال در عملکرد تنفس، ضربان قلب و هماهنگی عضلات می‌شود.
- ❑ وجود مواد و گازهای سمی که غلظت آن‌ها بالاتر از حد مواجهه مجاز بوده و برای سلامت خطرناک هستند و یا موجب مرگ می‌شوند.
- ❑ گازهای نهفته در رسوبات مخازن مثل هیدروژن سولفور که با به هم خوردن رسوبات متصاعد می‌شود.
- ❑ مواد خود مشتعل شونده^۱: موادی هستند که در مجاورت اکسیژن و دچار خودسوزی می‌شود. سولفید آهن به‌عنوان یکی از این مواد قابل اشتعال است که در جداره مخازن وجود دارد و در هنگام باز شدن دریچه مخازن ذخیره نفت خام و سایر مخازنی که حاوی مواد نفتی است در اثر ورود هوا به داخل مخزن و تماس اکسیژن با سولفید آهن و واکنش با آن ممکن است آتش‌سوزی رخ دهد. برای جلوگیری از این آتش‌سوزی باید هنگام تخلیه مخزن و تمیزکاری، جداره داخلی مخازن مرطوب نگه‌داشته شود. در حین تمیز کردن مخازن باید همواره کف مخزن خیس باشد به همین منظور یک نازل آب آتش‌نشانی زمینی در جداره منتهول نصب گردد. اگر فرآیند تمیزکاری مخزن در یک روز خاتمه نیافت بایستی در پایان روز تمام ورودی و خروجی‌های مخزن تا شروع فرآیند در روز بعدی مسدود گردد. در صورتی که مخزن قابلیت مسدود شدن نداشت باید فرآیند تمیزکاری به‌صورت پیوسته صورت پذیرد.

¹ Pyrophoric

جدول (۶-۱) مشخصات برخی مواد و گازهای سمی متداول موجود در فضای محدود (ppm) (ACGIH^۱ و NIOSH^۲)

نام گاز سمی	TWA ^۶ حد مجاز شغلی متوسط وزنی-زمانی	STEL ^۵ حد مجاز شغلی کوتاه مدت	Ceiling ^۴ سقف مجاز مواجهه	IDLH ^۳ حد خطر آنی
آمونیاک	25	35	--	500
مونواکسید کربن	25	--	200	1200
گاز کلر	0.5	1	--	10
هیدروژن سیانید	--	--	4.7	50
هیدروژن سولفید	1	5	-	100
نیتریک اکسید	2	4	--	100
دی اکسید گوگرد	--	0.25	--	100
استون	500	750	--	2500
بنزن	0.5	2.5	--	500
دی اکسید کربن	5,000	30,000	--	40,000
متانول	200	250	--	6,000
گاز مایع (بوتان)	1,000	--	--	--
پنتان	600	--	--	1,500

۶-۴-۳- خطرات فیزیکی در فضای محدود

خطرات فیزیکی در فضای محدود شامل طیف گسترده ای از موارد متنوع می شود. اغلب به دلیل محدود بودن دامنه حرکتی افراد و ابزارها مخاطرات فراوانی نفرات را در هنگام کار در فضای محدود تهدید می کند. موارد زیر یستی از مخاطرات فیزیکی در فضاهای محدود را شامل می شود. در ادامه به تشریح خطرات عمده فیزیکی و راههای پیشگیری از آنها می پردازیم:

- وجود موانع یا فضای تنگ در ورودی و خروجی فضای محدود (مانع خروج راحت در مواقع اضطراری)
- خطرات ناشی از نفوذ مواد شیمیایی به پوست و یا سایر بافتها و غشاءهای آسیب پذیر بدن مانند چشم و مخاط مجاری تنفسی
- معلق و ناپایدار بودن تجهیزات و سقوط اشیا
- آسیب به شنوایی بر اثر تشدید اصوات موجود در فضای محدود به علت محدود بودن محیط (به عنوان مثال مکالمات بین پرسنل با افراد پشتیبانی در فضای محدود) و همچنین وجود تجهیزات
- حرکت ناگهانی و یا انرژیهای آزاد شده از تجهیزات مکانیکی، برقی و هیدرولیکی در نتیجه عدم ایزولاسیون صحیح مکانیکی در حین سرویس دوره ای یا تعمیرات

¹ American Conference Of Governmental Industrial Hygienist

² National Institute For Occupational Safety And Health

³ Immediately Dangerous To Life And Health

⁴ Ceiling

⁵ Short Time Exposure Limit

⁶ Time Weighted Average

- ❑ خوردگی مواد شیمیایی (در صورت عدم استفاده پرسنل از تجهیزات حفاظت فردی مانند لباس و عینک ایمنی موجب صدمات شدید به چشم و پوست می شود).
- ❑ عدم روشنایی کافی و تاریک بودن فضای محدود
- ❑ به دام افتادن افراد در سطوح همگرا و مخروطی شکل با شیب تندرو به پایین
- ❑ مدفون شدن، غوطه ور شدن و به دام افتادن در مواد ریز و ناپایدار یا مایعات موجود در مخازن یا سایر فضاهای محدود
- ❑ خطرات ناشی از تشعشعات لیزر، اشعه ایکس، ایزوتوپ های پرتونگاری و یا گازهای متساعد شده بر اثر جوشکاری
- ❑ لغزندگی سطوح به علت چکه کردن، نشتی و یا جمع شدن مواد و مایعات
- ❑ تنش گرمایی زیاد افراد در فضای محدود بر اثر تغییر شدید دما در اثر محدود بودن محیط
- ❑ محدودیت های فراوان حرکتی برای افراد به علت محدود بودن فضا
- ❑ کاهش شدید راندمان جسمی و ذهنی پرسنل به دلیل شرایط نامناسب محیطی و در نتیجه افزایش شدید مخاطرات ایمنی بر اثر اشتباهات فردی

۱-۳-۴-۶- خطرات ناشی از تجهیزات و ماشین آلات

فعال شدن ناخواسته تجهیزات و ماشین آلات برقی یا مکانیکی می تواند منجر به صدمه گردد. این امر می تواند نتیجه عدم ایزولاسیون مکانیکی صحیح باشد. از این رو پیش از ورود پرسنل به فضای محدود باید کلیه خطوط فرآیندی ورودی و خروجی به ظروف فرآیندی و تجهیزات برقی و کلیه قطعات و تجهیزات به صورت دستی جداسازی شده تا از فعال شدن غیر کنترل شده آنها و بروز حادثه جلوگیری شود.

اقدامات لازم جهت جلوگیری از خطرات تجهیزات:

- ❑ جلوگیری از نشت بخار، اختلال در کارکرد تجهیزات و سایر خطرات احتمالی
- ❑ قفل کردن تجهیزات^۱
- ❑ جداسازی، بستن و مسدود کردن خطوط لوله^۲
- ❑ بررسی نشتی خطوط لوله خالی و یا مسدود شده

¹ Lock Out

² Blanking and Blinding



شکل (۴-۶) شیوه صحیح Lock out و برچسب گذاری



شکل (۵-۶) انجام Blanking and Blinding جهت آماده سازی فضای محدود برای ورود نفرات

۲-۳-۴-۶- خطرات پوستی و راه‌های جلوگیری از آنها

موجود و در دسترس بودن برگه اطلاعات ایمنی تمامی مواد مورد استفاده یا موجود در فضای محدود الزامی است چرا که پرسنل درگیر با عملیات در فضای محدود باید از خطرات مواد مورد استفاده و موجود در فضای محدود مطلع باشند. صدمه و آسیب به پوست و چشم پرسنل در اثر حلال‌های سمی، پاک‌کننده‌های شیمیایی و مایعات قابل احتراق در فضای محدود از حوادث متداول و با فرکانس وقوع بالا در صنایع نفت و گاز است.

خطرات پوستی و نواحی مخاطی آسیب پذیر بدن به طور خلاصه شامل موارد زیر است:

- آسیب‌های ناشی از نفوذ مواد شیمیایی به پوست و چشم
- سوزش در پوست و چشم
- تغییر شکل در پوست

اقدامات لازم جهت جلوگیری از خطرات پوستی:

- استفاده از تجهیزات محافظتی فردی مناسب (PPE¹)
- پاک کردن مواد مایعات خطرناک نشت شده در فضای محدود (شامل مواد با خطر اشتعال یا انفجار، سمی و خورنده) پیش از ورود افراد
- در دسترس بودن تجهیزات شست‌وشو و پاک سازی در صورت وقوع حادثه

¹ Personal Protective Equipment



شکل (۶-۶) تابلو اعلام خطر مواد شیمیایی خورنده

۶-۴-۳-۳- خطر وجود موانع هنگام خروج از فضای محدود و راه‌های پیشگیری از آن

سهولت ورود و خروج در هنگام کار دارای اهمیت بسزایی است، به ویژه در شرایط اضطراری و انجام عملیات نجات عدم توجه کافی به این امر می‌تواند منجر به گسترش شدید تبعات حوادث در فضاهای محدود گردد. در اکثر موارد به دلایل زیر خروج پرسنل از فضای محدود با مشکل همراه خواهد بود:

- ❑ قرار نداشتن تجهیزات در جای مناسب
- ❑ مزاحمت ناشی از کانال‌ها و شیلنگ‌های تهویه، خطوط لوله و کابل‌های برق
- ❑ مسدود شدن راه‌های خروجی در اثر حادثه

اقدامات لازم جهت جلوگیری از گیر افتادن در فضای محدود

- ❑ مسدود نبودن مسیر خروج پرسنل به وسیله کانال‌های تهویه، شیلنگ‌ها و سایر تجهیزات
- ❑ تعبیه کردن حداقل یک مجرای اضافی جهت عبور کانال‌ها، شیلنگ‌ها و سایر تجهیزات
- ❑ در نظر گرفتن بیش از یک روش برای دسترسی به فضای محدود و یا خروج از آن



شکل (۶-۷) تابلو الزامی بودن ارائه مجوز جهت تردد افراد در فضای محدود

۴-۳-۴-۶- خطر لیز خوردن^۱ و برهم خوردن تعادل^۲ و راه‌های پیشگیری از آن

که به دلایل زیر رخ می‌دهد:

- روغن یا گریس باعث لیز شدن نردبان یا سطوح شود.
 - برخورد با شیلنگ‌ها و سایر تجهیزات که منجر به برهم خوردن تعادل و زمین خوردن می‌شود.
- اقدامات لازم جهت جلوگیری از لیز خوردن در فضای محدود:**
- مایعات ریخته شده بر سطوح باید فوراً پاک شوند.
 - بررسی‌های ویژه باید پیش از ورود انجام شده باشد.
 - باید روشنایی کافی فراهم شود.
 - قرار دادن وسایل در جای مناسب به نحوی که در مسیر رفت و آمد نباشند.



شکل (۸-۶) هشدار: خطر وجود موانع بر سر راه



شکل (۹-۶) احتیاط: خطر لیز خوردن وجود دارد

۴-۳-۵- خطر سقوط^۳ افراد

سقوط افراد یکی از مهم‌ترین عوامل تلفات است. حادثه‌های ناشی از عدم رعایت نکات ایمنی هنگام استفاده از تجهیزات کار در ارتفاع از قبیل نردبان‌ها، داربست‌ها و بالابرها اغلب جدی و حتی مرگ‌آور نیز هستند. مکان‌هایی که خطر سقوط در آن‌ها محتمل است: دریچه‌ها، لبه بام، چاله‌ها و چاه‌ها. نصب گاردریل در اطراف این اماکن به جهت جلوگیری از خطر سقوط الزامی است.

¹ Slipping Hazard

² Tripping Hazard

³ Fall Hazard



شکل (۶-۱۰) خطر سقوط؛ سقف سست است



شکل (۶-۱۱) خطر سقوط؛ بدون تجهیزات حفاظتی از این محل عبور نکنید

۶-۴-۳-۶- خطر سقوط اجسام و ابزارآلات

در برخی از فضاهای محدود خطر سقوط اجسام و مصالح از قسمت دریچه بر روی پرسنل وجود دارد که در صورت نداشتن کلاه ایمنی و تجهیزات حفاظتی مناسب آسیب‌های جدی پرسنل را تهدید خواهد کرد. از جمله این خطرات سقوط ابزارآلات مورد استفاده برای کار است که برای پیشگیری از وقوع حادثه باید تجهیزات لازم را پیش از ورود پرسنل به داخل فضای محدود انتقال داده همچنین پس از اتمام کار و بیرون آمدن پرسنل تجهیزات را از فضای محدود خارج کرد. به این معنی که وقتی پرسنل در فضای محدود قرار دارد عمل بالا و پایین بردن تجهیزات انجام نگردد تا هنگام سقوط اجسام و ابزارآلات پرسنل در زیر آن‌ها قرار نداشته باشد.



شکل (۶-۱۲) تابلو اعلام خطر سقوط اجسام

۶-۴-۳-۷- خطرات ناشی از دمای محیط کار در فضای محدود

گرمای و سرمای بیش از حد و همچنین سطوح بسیار گرم برای پرسنل ایجاد مشکل می کنند به طور مثال کارکنانی که در فضای محدود مشغول فعالیت سنگین هستند و لباس محافظتی پوشیده و تجهیزات تنفسی و ایمنی لازم را به همراه دارند علاوه بر این که خود برای پرسنل شرایط سختی را فراهم می کند گرمای محیط کار می تواند منجر به گرمزدگی، گرفتگی عضلات، کم شدن آب بدن، از دست رفتن هوشیاری و یا مرگ شود. بنابراین باید پیش از ورود به فضای محدود از میزان دمای آن مطلع شد.

عوامل مؤثر در گرمای محیط کار:

دمای هوا، سرعت باد، میزان رطوبت هوا، گرمای تابش خورشید و گرمای ناشی از تجهیزات موجود در فضای محدود.

اقدامات لازم جهت جلوگیری از خطرات ناشی از افزایش دما در فضای محدود:

- ❑ مصرف زیاد مایعات.
- ❑ استراحت مکرر حین انجام کار.
- ❑ انجام تهویه مناسب.
- ❑ آموزش آگاهی های لازم به پرسنل.



شکل (۶-۱۳) خطر وجود دمای بالا در محیط

۶-۴-۳-۸- خطرات ناشی از تجهیزات و شیلنگ های فشار بالا و راه های پیشگیری از آن

استفاده از تجهیزات فشار بالا و یا کار کردن در کنار آن ها خطراتی را به همراه دارد از قبیل:

- ❑ تماس با بخار، آب یا روغن با فشار بالا، ماسه خروجی از دستگاه سند بلاست و یا فشار هوای خروجی از وسایل تمیزکننده.
 - ❑ برخورد لوله ها و شیلنگ های فشار بالا که از کنترل خارج شده اند با اعضای بدن.
- این برخوردها ممکن است آسیب های زیر را به دنبال داشته باشد:
- ❑ پارگی یا قطع اعضا بدن مانند دست یا انگشت ها.

- ❑ سوختگی ناشی از تماس با آب یا بخار داغ.
 - ❑ آسیب جدی به چشم‌ها و نابینایی.
- با رعایت نکات ایمنی زیر می‌توان از بروز خطرات پیشگیری کرد:
- ❑ استفاده از تجهیزات حفاظتی فردی. (مانند لباس، دستکش، کلاه، عینک و کفش ایمنی)
 - ❑ بررسی موقعیت محل کار و همچنین نوع کار در دست انجام.
 - ❑ پیش از شروع کار لوله‌ها و شیلنگ‌ها و اتصالات آن‌ها به خوبی بررسی شود.
 - ❑ نحوه استفاده از تجهیزات فشار بالا مطابق با دستورالعمل شرکت سازنده باشد.
 - ❑ هرگز از اکسیژن برای تمیز کردن یا تهویه استفاده نکنید زیرا خطر انفجار و سایر خطرات ذکر شده بالا را به دنبال خواهد داشت. برای تهویه از دستگاه‌های دمنده هوا استفاده شود.

Not Recommended Recommended



شکل (۶-۱۴) شیوه درست تهویه هوا (دمیدن هوا)

چند نمونه از علائم هشدار تجهیزات فشار بالا



شکل (۶-۱۵) توجه: وسیله تخلیه فشار اضافی در این محل قرار دارد



شکل (۶-۱۶) توجه: خطر فشار بخار بالا



شکل (۶-۱۷) خطر فشار زیاد

۶-۳-۹- خطرات برقی و راه‌های پیشگیری از آن

همه کارکنانی که با تجهیزات برقی در محیط‌های خیس یا مرطوب کار می‌کنند در معرض خطرات برقی قرار دارند از جمله عوامل حادثه‌ساز در این محیط‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ❑ معیوب بودن اتصالات وسایل برقی.
 - ❑ لامپ‌های روباز و بدون پوشش مستعد ایجاد خطر هستند.
 - ❑ پارگی کابل‌ها و سیم‌های برق.
- رعایت نکات ایمنی زیر جهت پیشگیری از حوادث برقی توصیه می‌شود:
- ❑ وسایل برقی و روشنایی‌های سیار اتصال اِرت (اتصال به زمین) داشته باشند.
 - ❑ بررسی تجهیزات برقی و حصول اطمینان از صحت عملکرد آن‌ها پیش از استفاده.
 - ❑ همه تجهیزات برقی باید به قطع کن جریان برق (GFCI¹) مجهز و متصل شوند. (این وسیله در صورت عبور جریان برق از بدن یا آب، جریان برق دستگاه را قطع کرده و از برق‌گرفتگی جلوگیری می‌کند).

¹ Ground Fault Circuit Interrupter

- تجهیزات برقی مطابق و سازگار با نوع کار و محیط کار باشند.
- وسایل برقی به محافظ ولتاژ و شدت جریان مدار مجهز باشند.
- تعمیر تجهیزات باید توسط متخصصین واجد شرایط و مجرب انجام پذیرد.
- تمهیدات لازم جهت جلوگیری از برخورد اجسام تیز و سنگین با کابل های برق در نظر گرفته شود و حتی الامکان کابل های برق حتماً دارای پوشش مناسب باشند و از محل های بی خطر عبور داده شوند.

۶-۴-۳-۱۰- خطر به دام افتادن و غوطه ور شدن

شکل برخی فضاهای محدود به گونه ایست که پرسنل در داخل آن گرفتار می شود و نمی تواند خارج شود مانند فضاهای تنگ یا سطوح شیب دار رو به پایین و مخروطی شکل. در اماکنی که خطر ریزش مصالح بر روی پرسنل وجود دارد و یا حاوی مایعات یا ذرات ریز جامد هستند، خطر غوطه ور شدن وجود دارد که ممکن است به خفه شدن پرسنل منجر شود همچنین سطوح و مواد ناپایدار یا فضایی که به ظاهر ایمن هستند اما زیر آن خالی است و پرسنل با راه رفتن روی آن به داخل سقوط کرده و گرفتار می شود.



شکل (۶-۱۸) خطر به دام افتادن - خطر غوطه ور شدن

۶-۴-۴- اختلال در ایجاد ارتباط بین پرسنل با بیرون از فضای محدود

ارتباط بین پرسنل داخل فضای محدود با نفر همراه که بیرون قرار دارد بسیار مهم و حیاتی است. در مواقعی که شکل فضای محدود طوری باشد که پرسنل در محدوده دید نفر همراه قرار نگیرد اگر پرسنل به هر دلیلی آسیب ببیند و نتواند درخواست کمک کند شرایط برای وی بسیار بحرانی می شود زیرا نفر همراه نمی تواند به راحتی موقعیت پرسنل مصدوم را تخمین زده و او را نجات دهد در این حالت استفاده از تجهیزات ارتباطی صوتی و آلام هشدار ضد انفجار و یا سیستم های پیشرفته GPS برای یافتن فرد و نجات آن بسیار ضروری است.



شکل (۶-۱۹) ارتباط با نفر در داخل فضای محدود

۵-۶- علائم هشداردهنده

اگر یک مکان طوری باشد که برای ورود به آن نیاز به مجوز باشد، کارفرما باید کارکنانی که در معرض خطر قرار دارند را آگاه کند. وقتی که کارفرما نمی‌خواهد کارکنانی وارد فضاهایی محدود شوند باید آن مناطق را به علائم هشداردهنده ورود ممنوع تجهیز کرده و همچنین سایر اقدامات مؤثر جهت جلوگیری از ورود افراد به مناطق محدود را انجام دهد. اقدامات مؤثر به معنی کسب اطمینان از اینکه پرسنل نتوانند به راحتی و بدون ممانعت وارد فضای محدود شوند، دریچه‌ها و پوشش‌ها باید نسبتاً به سختی باز شوند.

برخی از علائم اعلام خطر مانند:

- DANGER ✓
- PERMIT REQUIRED CONFINED SPACE ✓
- AUTHORIZED ENTRANTS ONLY ✓



شکل (۶-۲۰) علائم اعلام خطر

۶-۶- آمادگی سازی فضای محدود

۶-۶-۱- از سرویس خارج کردن^۱

قبل از این که سایت یا محل برای ورود آماده شود، باید از بخش خدمات برق و گاز و غیره جدا و ایزوله شده تا پرسنل نتوانند شیر یا تجهیزاتی را راه اندازی کنند که می تواند ایمنی پرسنل را تحت تأثیر قرار دهد. برای تضمین این که از سرویس خارج شدن محل و تجهیز مورد نظر کامل شده است، برای فرد مسئول این کار، لازم است تا این کار را در گواهینامه تکمیلی ایزوله سازی^۲ تأیید و ثبت نماید. این ورود باید به گونه ای باشد که همه اپراتورهای سایت در مورد از سرویس خارج شدن محل ورود و عملیات متذکر شده باشند. علائم خطر نیز باید به صورت مناسب نمایش داده شوند.

۶-۶-۲- جداسازی فیزیکی^۳

پس از خارج شدن سایت یا محل ورود از سرویس، اقدامات احتیاطی باید برای جلوگیری از نفوذ مواد خطرناک بالقوه در نظر گرفته شود.

در تمام موارد، فضای مورد نظر باید کاملاً از هر قسمت دیگری از سایت جدا باشد و علاوه بر آن، هر ورودی و خروجی لوله بسته شود. به عنوان راه جایگزین می توان از Blind نیز استفاده نمود. نقاط ایزولاسیون، روش های ایزوله سازی و نیز هر نو اقدامات احتیاطی باید به طور دقیق در گواهینامه تکمیلی ایزوله سازی و نیز نقشه های P&ID مشخص شوند.

۶-۶-۳- خنثی سازی^۴

سایت هایی که حاوی گاز یا بخار قابل اشتعال هستند باید با گاز بی اثر پاک سازی شده تا مقدار مواد قابل اشتعال در فضا به سطحی برسد تا وقتی هوا وارد محل شود، قبل از ورود آن، یک مخلوط انفجاری تولید نگردد. با این حال، این خطر وجود دارد که خطر حریق و انفجار ممکن است با خطر مهلک خفگی و گازهای سمی جایگزین شود که در این صورت نیاز به تهویه ممکن است لازم باشد.

اگر فرد یا افرادی لازم است که وارد سایت شده یا حتی به آن نزدیک گردند، درحالی که محل با گاز خنثی پاک سازی شده باشد، اقدامات احتیاطی باید به گونه ای انجام شود که اکسیژن کافی برای نجات جان افراد وجود داشته باشد. بنابراین گاز بی اثر باید با هوا پاک سازی شود و از آن پس تمام بخش های سایت باید برای کمبود اکسیژن تست شوند.

قبل از تهویه کامل با هوا، هر نوع ورود به محل مورد نظر باید با استفاده از دستگاه تنفسی انجام شود. آزمایش کامل بعد از ورود هوای تازه لازم است چون ممکن است هنوز کمبود اکسیژن در سطوح خاصی ناشی از تمایل گاز بی اثر برای باقی ماندن

¹ Withdrawal From Service

² Complementary Isolation Certificates

³ Physical Isolation

⁴ Inerting

در لایه‌ها وجود داشته باشد.

برای کمک به حذف لجن تولیدی گاز از پایه ظرف یا مجرا، قبل از باز کردن ظرف، پوشش گاز بی‌اثر باید در بازه ۲ تا ۳ بار (Barg) حفظ شود و دریچه تخلیه باز شده تا هرگونه ماده‌ای از آن خارج گردد.

۴-۶-۶- تمیزکاری و پاک‌سازی^۱

تمام مواد، جامد، مایع یا گاز که ممکن است خطری برای افرادی که در داخل ظرف فرآیندی^۲ و یا فضای محدود کار می‌کنند، باید حذف شوند.

مراقبت ویژه باید هنگام تمیز کردن اعمال شود. فرآیند تمیز کردن ممکن است چندین بار تکرار شود تا اطمینان حاصل شود که تمام مواد خطرناک بالقوه حذف شده‌اند.

جایی که لازم است فرد وارد ظرف فرآیندی شود تا هرگونه لجن باقیمانده و غیره که باعث ایجاد بخارات خطرناک می‌شوند را از بین ببرد اجازه ورود به یک فضای محدود^۳ باید مورد استفاده قرار گیرد تا جنبه‌های ایمنی ورود به فضای محدود را برای کار تمیز کردن پوشش دهد. دستگاه تنفسی مناسب درجایی که امکان‌پذیر است باید استفاده شود. تجهیزات و پرسنل نجات نیز باید حضور داشته باشد.

۵-۶-۶- تمیزکاری با بخار آب^۴

روش تمیز کردن به ماهیت مواد موردنظر بستگی دارد. در اغلب موارد تمیز کردن با بخار نتایج رضایت بخشی به همراه دارد. اگر موادی که باید حذف شوند به آسانی فرآر یا خورنده نباشند، عملیات اولیه با شستشوی مکرر با آب، دیگر حلال‌های مناسب و یا با یک عامل خنثی‌کننده، ممکن است قبل از تمیزکاری با بخار انجام شود.

درجایی که ماده جامد در کف یک ظرف فرآیندی وجود دارد، از یک لوله بخار می‌تواند برای بالا بردن مواد ته‌نشین شده و کمک به حذف آن مورد استفاده نمود. دقت خاصی باید اعمال نمود تا اطمینان حاصل شود که تمام لوازم جانبی ظرف به‌طور کامل تمیز شده باشد.

تناوب استفاده از بخار در تمام موارد باید برای حذف مواد خطرناک از فضای محدود، کافی باشد. میزان دقیق این تناوب باید توسط فردی که مسئول نصب است، تصمیم‌گیری و بررسی شود. ضروری است که استفاده از بخار تا زمانی که مواد خطرناک حذف شوند ادامه پیدا کند. اگر محل موردنظر به مدت بیش از چند ساعت پس از کار با بخار رها شود، توصیه می‌شود که بلافاصله قبل از ورود، با استفاده مجدد از بخار آب، ذرات بخار دیگر که ممکن است از درون شکاف‌ها آزاد شده‌اند یا مقداری از ذرات کوچک ته‌نشین شده، پاک شوند.

¹ Cleaning And Purging

² Vessel

³ Permit To Enter An Enclosed Space

⁴ Steam Cleaning

۶-۶-۶- روش های دیگر پاک سازی

روش های دیگر تمیز کردن را می توان بسته به موادی که باید حذف شوند، مورد استفاده قرار داد. این عمل می تواند به صورت ساده، اما کامل، به وسیله شستشو با آب داغ یا سرد، استفاده از حلال ها، عوامل خنثی کننده یا فشار زیاد آب^۱ باشد.

این موضوع بسیار حائز اهمیت است که هیچ خطر ثانویه به واسطه استفاده از یک حلال سمی یا قابل اشتعال و همچنین هیچ گونه خرابی متعاقب از آن برای حذف تمام نشانه های آلودگی از فضای محدود ایجاد نشود. در چنین مواقعی استفاده از روش پاک سازی با بخار برای حذف این نوع حلال ها ضروری است. هنگامی که تمیز کردن کامل شد، تمام مایع باقی مانده در فضای محدود باید تخلیه شود و منهول ها^۲ باید برای تهویه باز شوند.

در روش تمیز کاری با بخار، این روش باید در هنگامی که تجهیز یا محل مورد نظر گرم و داغ است انجام گیرد تا از جریان های همرفت استفاده شود. اگر تهویه طبیعی برای پاک کردن آخرین اثر بخارات و غیره کافی نباشد، وسایل مصنوعی، به عنوان مثال دمنده^۳، اگزاست فن^۴ و یا هوای فشرده، باید مورد استفاده قرار گیرند.

نکته: قبل از تمیز کردن، هر ظرف فرایندی یا فضای محدود باید به عنوان «فضای دارای گاز»^۵ در نظر گرفته شود، سپس هر گونه تجهیزاتی که برای تمیز کردن یا تخلیه کردن مورد استفاده قرار می گیرد، به عنوان مثال نیزه بخار^۶، جت فشار بالا، یا دمنده هوا باید به طور مناسب دارای یک سیم اتصال به زمین باشد تا از رخ دادن هر گونه تخلیه استاتیکی^۷ و شعله ور شدن گازهای باقیمانده جلوگیری کند.

۶-۶-۷- تست گاز و اکسیژن

قبل از هر ورود به محوطه محدود و فضا های محدود باید تست گاز و اکسیژن به عمل آید و ورود به محوطه محدود باید حتماً در طی حداکثر یک ساعت بعد از تست گاز انجام شود در غیر این صورت تست گاز باید دوباره انجام و تکرار گردد. در هر تست گاز باید حداقل ۲۰٪ اکسیژن در خروجی تهویه وجود داشته باشد. استفاده از ابزارهای صحیح و روش های مناسب جهت انجام تست گاز یک امر حیاتی است. دتکتورهای سیار قابل حمل که جهت تست گاز اکسیژن و H₂S برای این کار، استفاده می شوند. برای تست اکسیژن باید از اکسیژن سنج های سیار استفاده شود. تمام تجهیزات باید به خوبی نگهداری شوند و همیشه کالیبره باشند. تست اتمسفر داخل محوطه های محدود با انفجار سنج^۸ برای ارزیابی خطرات گازهای سمی اصلاً مطلوب و رضایت بخش

¹ Pressure Jetting

² Manholes

³ Blower

⁴ Exhaust Fan

⁵ Not Gas Free

⁶ Steam Lance

⁷ Static Discharge

⁸ LEL Detector

نیست. در صورتی که میزان اکسیژن داخل کمتر از ۱۵٪ باشد، گاز سنج‌ها به‌طور صحیح کار نمی‌کنند. قبل از هر نوع تست گاز هر نوع لجن که در کف مخزن وجود دارد باید به هم زده شود تا گازها و بخارات آن‌ها خارج شود. به‌طور ایدئال تست باید از تمام نقاط محوطه نقاطی که بیشتر احتمال تجمع هیدروکربن‌ها در آنجا می‌رود، گرفته شود.

اگر نیاز است که یک نفر داخل فضای محدود شده تست گاز نماید در این صورت باید یک دستگاه تنفسی همراه با پوشیدن کمر بند ایمنی و طناب نجات استفاده شود. این طناب نجات باید توسط یک نفر که در بیرون از مخزن ایستاده است نگه‌داشته شود.

موقعی که تست گاز میزان و غلظت گازها و بخارات داخل مخزن را در حد مطلوب نشان می‌دهد این بدان معنا نیست که افراد می‌توانند بدون هیچ اقدام احتیاطی وارد آن شوند، چراکه میزان و غلظت این گازها همیشه در نوسان است و هر لحظه امکان دارد که در اثر به هم خوردن لجن‌ها یا هرگونه نشتی از تجهیزات مجاور که به‌طور صحیح جداسازی (ایزوله) نشده‌اند میزان گاز افزایش یابد. اگر هرگونه شک و شبه‌ای نسبت به میزان گازهای داخل محوطه محدود وجود داشته باشد نباید بدون دستگاه تنفسی وارد آن محوطه شد. در صورتی که در حین کار و در اثر به هم خوردن لجن‌ها میزان LEL به ۱۰٪ برسد در این صورت پرسنل باید حتماً از آنجا خارج شده و محل مذکور تهویه گردد تا دوباره مجوز ورود صادر شود.

۶-۷-۱۱- تجهیزات کشف گاز

تجهیزات اندازه‌گیری گازها در چهار حالت یا پنج حالت مستقل وجود دارند و می‌توانند میزان غلظت اکسیژن، غلظت گازهای قابل احتراق برحسب درصد، مونواکسید کربن و سولفید هیدروژن و SO₂ را اندازه‌گیری کنند. پیش از خرید یا به‌کارگیری این تجهیزات باید نکات زیر در نظر گرفته شود:

- دستگاه در برابر دما و رطوبت محیط کار مقاوم باشد.
- زمان فعال شدن و پاسخ دستگاه کوتاه باشد.
- حصول اطمینان از استحکام دستگاه.
- سهولت در نگهداری و کار با دستگاه.
- به عمر باتری و زمان کالیبراسیون دستگاه دقت شود.
- قابلیت ذخیره‌سازی اطلاعات را داشته باشد.
- میزان شارژ باتری با مدت زمان کار تناسب داشته باشد.
- Shelf Time

۶-۷- رویه لازم جهت ورود به فضای محدود

۱. دریافت مجوز انجام کار از فرد ذیصلاح
۲. خاموش کردن و قطع منابع برق و سیستم‌های حرارتی در صورت لزوم.

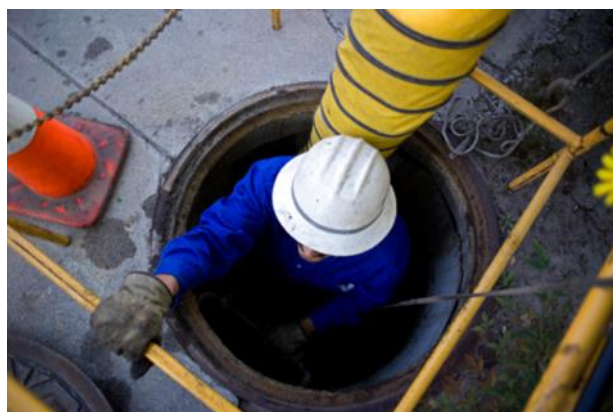
۳. تخلیه آب و تهویه هوای درون فضای محدود در صورت نیاز.
۴. قرار دادن تابلو هشدار با مضمون «پرسنل در فضای محدود است».
۵. ایزولاسیون، بستن خطوط لوله ورودی و خروجی مخزن موردنظر.
۶. بررسی هوای درون فضای محدود شامل اندازه‌گیری میزان اکسیژن، گازهای قابل اشتعال و سمی در ارتفاعات مختلف.
۷. راه‌اندازی و نصب تجهیزات موردنیاز مانند فن دمنده، دستگاه پایین‌بر.
۸. بررسی البسه و تجهیزات ایمنی.
۹. پوشیدن البسه ایمنی موردنیاز، تجهیزات حمایل بندی و اتصال طناب نجات به آن.
۱۰. درج نام فرد وارد شونده و زمان ورود در پروانه ورود به فضای محدود.
۱۱. ورود به فضای محدود با رعایت نکات ایمنی.
۱۲. نفر همراه ملزم به حضور دائمی، حفظ و برقراری ارتباط با نفر واردشده و بررسی خطرات اتمسفری و بالقوه محیط، است.
۱۳. نفر همراه موظف به پشتیبانی و رساندن وسایل موردنیاز به فرد واردشده با رعایت نکات ایمنی است.
۱۴. فرد واردشده پس از اتمام کار یا به دستور نفر همراه فضای محدود را ترک کند.
۱۵. درج زمان خروج در پروانه ورود به فضای محدود.
۱۶. سرپرست، بخش ثبت پایان کار مجوز را امضا کرده و جهت بایگانی به کارفرما تحویل دهد.



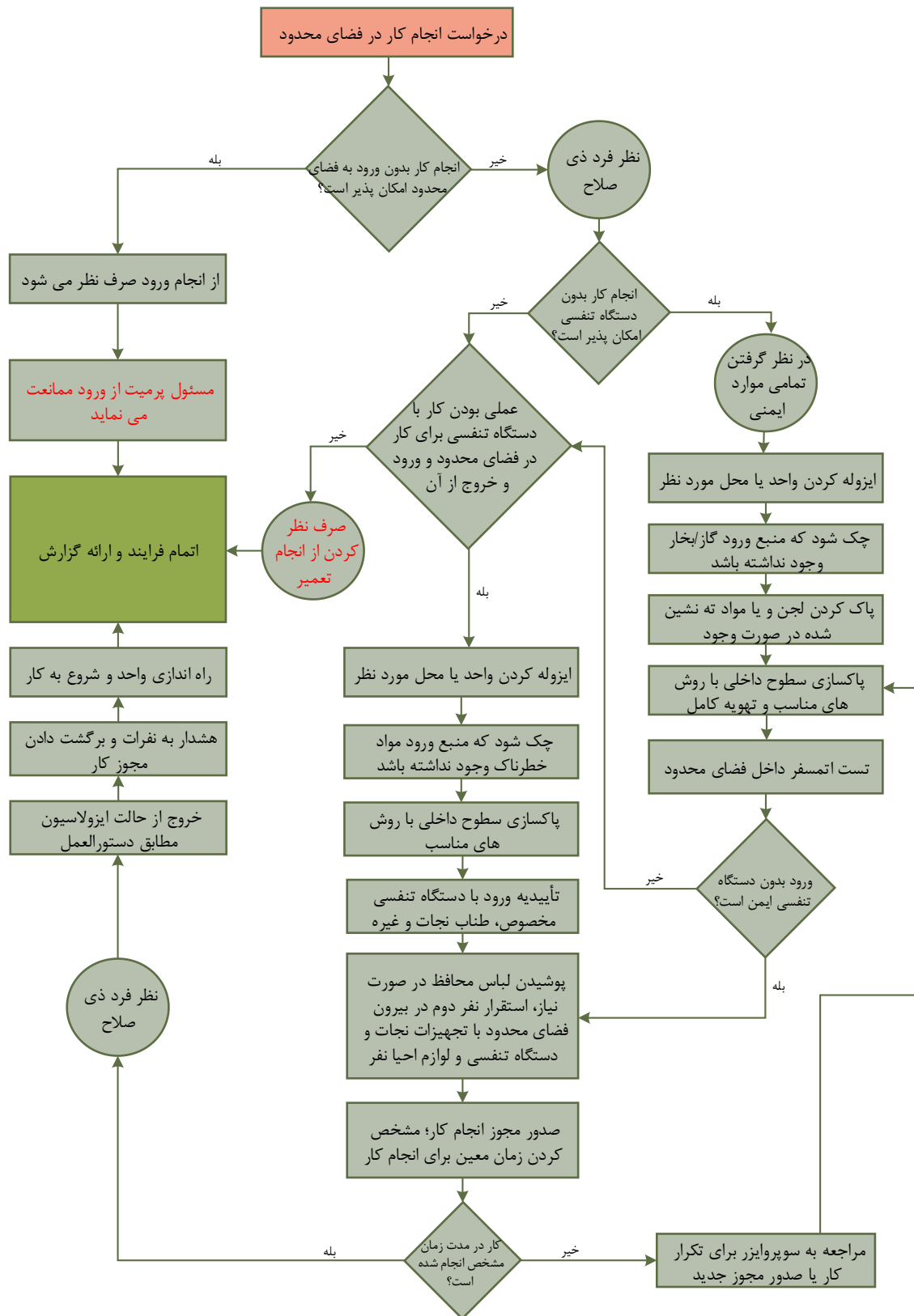
شکل (۶-۲۱) پشتیبانی نفرات همراه از فرد وارد شونده



شکل (۶-۲۲) بررسی هوای درون فضای محدود



شکل (۶-۲۳) ورود با احتیاط به فضای محدود بررسی تجهیزات کشف گاز



شکل (۴-۶) فلوچارت مراحل کار در فضای محدود

۶-۷-۲- تجهیزات لازم برای ورود به فضای محدود

برای ورود به فضای محدود باید وسائل کار لازم و تجهیزات حفاظت فردی مورد نیاز همراه نفرات باشد. علاوه بر این تجهیزات زیر نیز به طور کلی باید برای ورود ایمن به فضای محدود فراهم شده باشد:

- تجهیزات تست و مانیتورینگ، تهویه، ابزار ارتباطی و روشنایی مناسب
- محافظها و جدا کننده ها
- نردبان ها و وسائل
- وسائل نگهدارنده مانند حمایل بندها، هارنس و ...

۶-۷-۳- اجزای دستور کار در مواجهه با فضای محدود

یک دستور کار مفید در مورد کار در فضای محدود شامل اصول بسیار مهمی خواهد بود که هرکدام از این اصول باید در برنامه نوشته و تعریف شده باشند. این برنامه یکی از مهم ترین اجزاء دستور کار است که چگونگی انجام کار را به هرکسی که قرار است کار را انجام دهد توضیح می دهد. کسی که این وظایف و مسئولیت ها را بداند و در انجام کار به روش های حرفه ای توانا باشد، احتمال وقوع خطر را به طور فراوانی کاهش خواهد داد. طرح ایمنی در فضای محدود شامل بندهای زیر است:

- شناسایی فضای محدود.
- ارزیابی خطرات در مکان هایی که ملزم به اخذ مجوز کار هستند.
- اجرا و توسعه برنامه ورود ایمن.
- تهیه و حفظ تجهیزات مورد نیاز (شامل تجهیزات ایمنی فردی، تجهیزات تنفسی و...)
- ارزیابی شرایط مکان های ملزم به مجوز، قبل از ورود و همچنین در هنگام اجرای کار
- وظایف تیم وارد شونده به فضای محدود (پرسنل و سرپرست ها)
- روش ها و متدهای ویژه فضاهای چندگانه.
- ورود به فضای محدود و آموزش نجات.
- روش های عملیات نجات اضطراری.
- روند اخذ مجوز ورود (شامل موضوع کار، کاربرد و لغو عملیات)
- اقدامات اتخاذ شده برای جلوگیری از ورود پرسنل غیرمجاز.
- دستورالعمل ورود چندین پرسنل به فضای محدود.
- دستورالعمل برای خاتمه دادن ورود به فضای محدود.
- بازدید و ارزیابی عملکرد ورود در طول سال.
- مرور سالیانه برنامه مجوز فضاهای محدود با استفاده از تاریخچه پر میت ها.

۸-۶- وظایف و مسئولیت‌های تیم وارد شونده به فضای محدود

۸-۶-۱- مسئولیت‌های ناظر ورود

- حصول اطمینان از اینکه لیست فضاهاى محدود تهیه و به‌روز شده باشد.
- حصول اطمینان از آموزش دیدن اعضای تیم وارد شونده و همچنین سایر افرادی که به فضای محدود وارد می‌شوند.
- حصول اطمینان از ایجاد ارتباط با افراد پشتیبان بیرون از فضای محدود.
- حصول اطمینان از اینکه تجهیزات حفاظت شخصی مطابق با استانداردها و نیز دستورالعمل تجهیزات حفاظت فردی^۱ است.

۸-۶-۲- مسئولیت‌های سرپرست تیم ورود به فضای محدود

- سرپرست تیم ورود به فضای محدود دارای مسئولیتی مهم و کلیدی است که باید موارد زیر را رعایت کند:
- رفع تمامی نیازمندی‌ها جهت ورود به فضای محدود پیش از اخذ مجوز ورود.
 - نظارت بر مراحل اخذ مجوز ورود و فعالیت‌های داخل فضای محدود.
 - حصول اطمینان از اینکه نظارت بر روند ورود به فضای محدود توسط پرسنل شایسته و آموزش‌دیده انجام می‌گیرد.
 - حصول اطمینان از اینکه تیم نجات، حداقل یک مانور نجات در هر ماه انجام داده‌اند.
 - دانستن علائم و عواقب خطرانی که ممکن است در طول ورود به فضای محدود با آن‌ها مواجهه شد.
 - تعیین نیازمندی‌ها و شرایط قابل قبول برای ورود به فضای محدود.
 - آگاه نمودن کلیه پرسنل در خصوص پیش‌نیازهای اخذ پرمیت ورود به فضای محدود.
 - تجدید و یا درخواست صدور مجوز کار (پرمیت) و یا تکمیل فرم مجوز کار در صورت نیاز (برای هر شیفت پرمیت جدید موردنیاز است)
 - تعیین تعداد پرسنلی که برای انجام کار موردنیاز هستند.
 - انجام کارهایی که لازم است توسط پرسنل در فضای محدود انجام شود.
 - اطمینان از اینکه پرسنل نحوه ارتباط با پرسنلی که به فضای محدود وارد می‌شوند را می‌داند.
 - داشتن معیارهای مطمئن و آشکار برای جلوگیری از ورود غیرمجاز به فضاهاى محدود.
 - قرار دادن علائم و موانع ایمنی موردنیاز.
 - آمادگی در برابر تغییر وضعیت که ممکن است بر شرایط اخذ پرمیت تأثیر بگذارد. (مانند تغییر در تجهیزات حفاظت فردی یا تغییر نتیجه پایش وضعیت هوای فضای محدود)
 - ارائه خدمات به‌عنوان یک سرپرست تا زمانی که افراد برای وظیفه خود به شکل مناسب آموزش ببینند و مجهز شوند.

¹ HSE-IN-S-208(0)-98

- حصول اطمینان از نظارت متناوب بر شرایط اتمسفری فضای محدود مطابق با پرمیت‌های مورد نیاز.
- حصول اطمینان از صحت عملکرد پرسنلی که کارها را انجام می‌دهند و اینکه همه پرسنل پشتیبانی مطابق با پیش‌نیازهای صدور پرمیت عمل می‌کنند.
- حصول اطمینان از صحت عملکرد تجهیزات ارتباطی.
- حصول اطمینان از خروج کلیه پرسنل مشغول به کار در فضای محدود پیش از محدود شدن درب ورودی.
- چک کردن کار برای حداقل دو بار در هر شیفت به جهت بررسی و تهیه مدارک مورد نیاز پرمیت و اطمینان از رعایت آن. (در مواقعی که پیش‌بینی می‌شود شرایط و کار بر پرمیت تأثیرگذار هستند باید این بررسی به دفعات بیشتر انجام گیرد)
- اطمینان از اینکه اطلاعات خطرات شیمیایی برای پرسنل و یا تیم نجات در محل کار قرار داده شده است.
- اطمینان از اینکه تیم نجات در دسترس بوده و وظایف مربوطه را آموزش دیده باشند.
- اطمینان از اینکه حداقل یک نفر از افراد تیم نجات دارای گواهینامه به روز شده کمک‌های اولیه و CPR باشد.

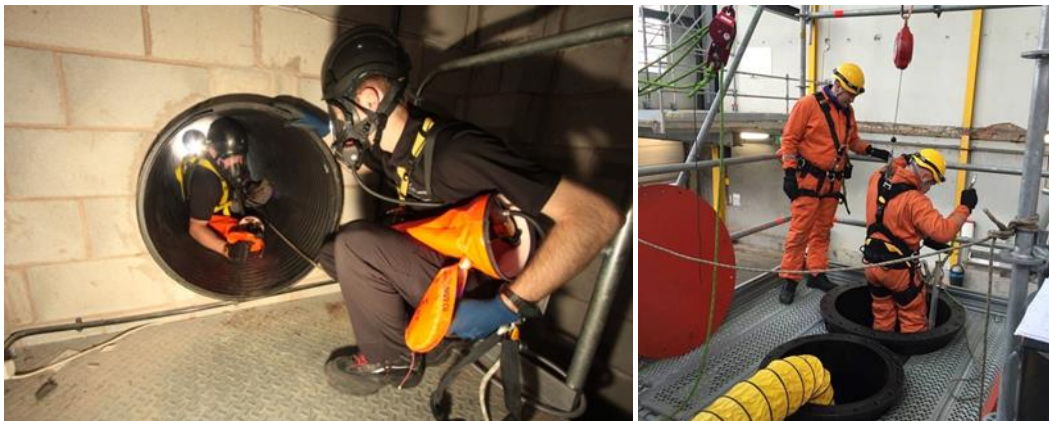
۶-۸-۳- مسئولیت‌های پرسنلی که به فضای محدود وارد می‌شوند

- پرسنلی که مجوز ورود به آن‌ها داده شده است باید موارد زیر را رعایت کنند:
- مطالعه و رعایت مفاد نیازمندی‌های پرمیت.
 - آماده بودن در برابر خطراتی که ممکن است با آن‌ها در فضای محدود مواجه شوند.
 - استفاده از تجهیزات حفاظتی مورد نیاز قید شده در پرمیت.
- پرسنل در مواقع زیر باید فوراً فضای محدود را ترک کنند:
- به دستور نفر همراه. (که بیرون از فضای محدود مراقب فرد داخل شده است)
 - هنگام به صدا درآمدن آژیر خطر عمومی.
 - هنگامی که احساس خطر کنند.
 - هنگامی که متوجه تغییرات و تنش‌هایی در عملکرد سیستم بدن خودشان و یا همکاران بشوند مانند سرگیجه، تاری دید یا تنگی نفس.

۶-۸-۴- مسئولیت‌های نفر فرد نگهبان یا مراقب

- نفر همراه باید بیرون از محل کار بایستد و موارد زیر را رعایت کند:
- در شناختن خطرات بالقوه فضای محدود آگاه و توانا باشد.
 - کنترل ورود و خروج پرسنل به فضای محدود و اطمینان داشتن از اینکه همه پرسنل وارد شده خارج شده‌اند، به وسیله درج ورود و خروج در برگه ثبت ورود و خروج به فضای محدود.

- بررسی محیط اطراف فضای محدود و اطمینان از فراهم شدن ایمنی پرسنل.
- مراقبت و تماس پیوسته با پرسنل هنگام ورود، انجام کار و خروج.
- مطلع کردن فوری تیم نجات در صورت نیاز.
- بیرون کردن پرسنلی که مجوز ورود ندارند و گزارش آن به مسئول مربوطه.
- در موارد زیر باید به پرسنل وارد شده در فضای محدود دستور ترک محل را بدهد:
 - مشاهده وضعیتی که در پرمیت مجاز تشخیص داده نشده است.
 - مشاهده رفتار غیرطبیعی پرسنل وارد شده به فضای محدود در اثر مواجهه با مواد خطرناک.
 - آگاه شدن از شرایطی در بیرون از فضای محدود که ممکن است پرسنل وارد شده را به مخاطره بی اندازد.
 - آگاه شدن از خطری در داخل فضای محدود که قبلاً شناسایی و در نظر گرفته نشده بود.
 - اگر باید محل کارش را ترک کند.
- اگر می‌باید توجه خود را برای نجات افراد داخل فضای محدود دیگری که مسئولیت آن را هم به عهده دارد متمرکز کند.



شکل (۶-۲۵) نحوه همراهی نفر وارد شونده

۶-۸-۵- مسئولیت‌های تیم امداد و نجات

- پیش از آنکه مجوزی صادر شود باید دوره‌های بازآموزی تئوری ۶ ماهه و مانورهای عملیاتی ماهیانه در محل فضای محدود شبیه‌سازی شده انجام پذیرد.
- پاسخ فوری به تقاضای کمک از سوی نفر همراه یا هر پرسنلی که نیاز به کمک دارد.
- آموزش‌های واکنش سریع در مواقع اضطراری را دیده باشند همچنین پرسنل وارد شونده به فضای محدود آموزش‌های لازم را ببینند.

دارای گواهینامه به روز شده کمک‌های اولیه و CPR باشند. □



شکل (۶-۲۶) عملیات نجات در فضای محدود

۹-۶- عملیات نجات در فضای محدود (OSHAcademy-Confined Space Program-2015-pg 63)

دو سوم مرگ‌ومیرها در فضاهای محدود برای امدادگران رخ می‌دهد، برای جلوگیری از این اتفاق استفاده از تمرین‌های مناسب ورود به فضای محدود بسیار حیاتی و لازم است ولی برای عملیات نجات کافی نیست. فرآیند نجات می‌تواند توسط هر پرسنل عادی و یا امدادگر حرفه‌ای انجام شود به این شرط که به‌طور کامل دوره‌های آموزشی نجات را طی کرده باشد و صلاحیت امدادگری را داشته باشد. این صلاحیت شامل دانش کافی نسبت به عملیات نجات در فضای محدود و همه خطرات آن به همراه تجربه کاری لازم در این زمینه است. فضاهای محدود فریبنده هستند و اغلب بی‌خطر به نظر می‌رسند، علائم خطر آشکار نیست و ممکن است ورود به آن‌ها پیش از این به دفعات و بدون خطر انجام شده باشد، بنابراین پرسنل نباید هیچ‌گاه فرض کند که شرایط ایمن است، فضای محدود همیشه در شرایط ایمنی قرار ندارد و ورود به آن در هر زمان مجاز نیست.

۹-۶-۱- شرایط اضطراری فضای محدود

وقوع شرایط بحرانی در فضای محدود یا خارج از آن می‌تواند ناشی از عدم موفقیت در کنترل خطرات یا تجهیزات به وجود آید و ممکن است به پرسنل آسیب وارد کند. در شرایط بحرانی تعداد تلفات امدادگران اغلب از تعداد نجات‌یافتگان بیشتر است. اهمیت دارد که بدانید برای یک عملیات نجات موفق یک دوره زمانی کوتاه فرصت هست، چون پس از چهار دقیقه فقدان اکسیژن، خفگی پرسنل و یا آسیب مغزی و مرگ او نیز محتمل است.

نکاتی که امدادگران باید رعایت کنند:

□ غلبه بر احساسات و هیجانات.

- ❑ ریسک نکردن در مواقع غیرضروری.
- ❑ شناخت خطرات انجام کار.
- ❑ داشتن نقشه مناسب برای نجات.
- ❑ گذراندن دوره‌های آموزشی نجات در فضای محدود.

۶-۹-۲- اقدامات لازم برای محافظت از تیم امداد و نجات

انجام بهترین برنامه‌ریزی برای نجات، حصول اطمینان از این که اعضای تیم نجات وظایف خود را به خوبی می‌دانند و تمرینات مداوم دارند. اطمینان از اینکه امدادگر خارج از محدوده دسترسی به منبع هوای تنفسی، دستگاه تنفسی همراه و یا کپسول تنفسی فرار قرار ندارد.

مسافت، شکل فضای محدود، موانع فیزیکی، کل زمان لازم برای وارد شدن به فضای محدود، اجرای عملیات نجات و ترک فضای محدود به طور کامل بررسی شود. در صورت بروز نقص در تجهیزات حفاظت تنفسی و یا به دستور سرپرست باید فضای محدود را فوراً ترک کرد. هر فردی که قصد نجات دیگران را دارد باید فرض کند که فضای محدود مرگ‌آور است و ورود به آن برای نجات ممکن است با بدترین حالت همراه باشد.

۶-۹-۳- استراتژی سه گانه نجات

با توجه به اهمیت و شدت عملیات نجات اضطراری، از روش‌های مختلفی برای نجات می‌توان استفاده کرد. اغلب در مواقع اضطراری جزئی بهترین عملکرد این است که فرد گرفتار خودش برای نجات جاننش اقدام کند. با این حال اگر پرسنل ناتوان شده باشد برای نجات وی باید به فضای محدود وارد شد که البته این کار برای نجات‌دهنده خطرناک است و لذا تا زمانی که نیاز مبرم نباشد نباید صورت پذیرد.

۶-۹-۳-۱۲- اقدام فرد آسیب‌دیده برای نجات خودش

به این دلیل که خطرات فضای محدود می‌تواند به سرعت موجب ناتوانی و مرگ گردد تلاش فرد گرفتار برای نجات خودش بهترین راه است زیرا هنگامی که پرسنل، علائم خطر در هوای داخل فضای محدود را تشخیص می‌دهند و یا متوجه می‌شوند که در وضعیت خطرناک قرار دارند می‌توانند از فضای محدود خارج شده و خود را از خطرات نجات دهند، ترک محل خطر زمان بسیار کمتری نسبت به منتظر ماندن جهت نجات می‌برد و همچنین می‌توانند همکاران خود را از خطرات احتمالی آگاه کنند.

۶-۹-۳-۱۳- نجات فرد آسیب‌دیده بدون ورود به فضای محدود

بهترین گزینه پس از اقدام فرد مصدوم برای نجات خودش، نجات فرد مصدوم بدون ورود به فضای محدود است زیرا می‌تواند بلافاصله آغاز شده و از مواجهه سایر پرسنل با خطرات ناشناخته و نیز شرایط غیرقابل کنترل جلوگیری نماید. در مواردی که

شرایط فضای محدود به گونه‌ای باشد که امکان انتقال مصدوم به بیرون میسر نباشد تنها راه باقیمانده برای نجات وی ورود به فضای محدود با رعایت نکات ایمنی است.

۹-۳-۱۴-۶ ورود به فضای محدود جهت نجات

در صورتی که برای نجات جان فرد گرفتار در فضای محدود راهی به جز ورود نیست باید اقدام کرد که این مهم نیازمند کمک‌های اولیه اضطراری از جمله احیا قلبی و تنفسی، کمک‌های اولیه و تأمین هوای تنفسی به وسیله تجهیزات تنفسی همراه Air-line،(SCBA) و سایر تجهیزات مناسب است.

۹-۴-۶ اطلاع رسانی به امدادگر

آگاه‌سازی امدادگران به اطلاعات مهم و حیاتی بسیار دارای اهمیت است زیرا بدین وسیله از کارآمدی مناسب‌تری در عملیات نجات برخوردار خواهند شد. یک امدادگر نیازمند دانستن موارد زیر است:

- شمار حادثه دیدگان و محل‌های اضطراری.
- مدت زمانی که حادثه دیدگان در معرض خطر بوده‌اند.
- علت‌های احتمالی وقوع حادثه.
- همه اطلاعات مربوط به مجوز کار در فضای محدود شامل: نتایج آزمایش‌ها اتمسفری، فرایند ایزولاسیون محیط و برگه اطلاعات ایمنی مواد. (SDS)^۱

۹-۵-۶ برنامه‌ریزی جهت عملیات نجات

تفکر و کنکاش مستمر در خصوص یک فرآیند موفق نجات از اهمیت بالایی برخوردار است، عملیات نجات ممکن است که با استفاده از نیروهای مستقر در محل و یا اتکا به نیروهای خارج از محل صورت پذیرد. در یک برنامه نجات موفق باید موارد زیر در نظر گرفته شود:

- وجود یک منطقه امن برای کنترل ازدحام افراد.
- در نظر گرفتن تهویه اضافی.
- پیش‌بینی و کنترل خطرات دیگری که پیش خواهد آمد مانند: محبوس شدن، ازدحام.
- البسه و تجهیزات حفاظتی.
- تجهیزات روشنایی ضد انفجار و ضد آب مناسب.
- روش‌های ارتباط با همکاران و با واحد پشتیبانی.
- در نظر گرفتن یک تیم نجات اضافی و آماده به کار.
- تجهیزات انتقال و جابجایی مصدومان.

- در اختیار داشتن وسایل نقلیه اضطراری.
- پرسنلی که در زمینه کمک‌های اولیه آموزش دیده‌اند.
- انجام تمرینات مشابه‌سازی حوادث و نجات در فضاهای محدود مختلف. این تمرینات باید حداقل یک‌بار در سال صورت پذیرد و یا به دفعاتی که مورد نیاز تشخیص داده شود.

۶-۹-۶- ارزیابی مجدد برنامه نجات

در صورت به وجود آمدن شرایط زیر باید برنامه نجات مورد ارزیابی مجدد قرار گیرد:

- تغییر شرایط در داخل فضای محدود.
- پرسنل خطرات جدیدی را کشف کنند.
- تغییر در پرسنل امداد و نجات یا پرسنل موجود.
- خریداری تجهیزات جدید.
- نامطلوب بودن نتایج آموزش مهارت‌ها.
- ناموفق بودن عملیات نجات شبیه‌سازی شده.

۶-۹-۷- تجهیزات لازم برای عملیات ورود و نجات در فضای محدود

- تجهیزات کشف گازهای سمی.
- تجهیزات ارتباطات رادیویی ضد انفجار (EX)
- مهاربند کامل بدن همراه با طناب نجات. (Full body harness)
- کپسول‌های هوای تنفسی انفرادی
- تجهیزات برقی EX

همه پرسنل دارای مجوز و همچنین امدادگرانی که قصد ورود به فضاهای محدود را دارند نیازمند استفاده از مهاربند کامل بدن و طناب نجات می‌باشند در صورتی که طناب نجات کمکی به فرایند عملیات نجات نکند و یا باعث افزایش خطر شود لزومی به استفاده از طناب نجات نیست.



شکل (۶-۲۷) استفاده از مهاربند به همراه طناب نجات به هنگام ورود به فضای محدود

- تجهیزات لازم برای نجات مانند جعبه کمک‌های اولیه، برانکارد، دست بند (wristlets) (در محل‌هایی که خطر کمتری فرد مصدوم را تهدید می‌کند می‌توان برای خارج کردن آن از فضای محدود استفاده کرد)



شکل (۶-۲۸) دستبند و نحوه استفاده از آن

- دستگاه بالا و پایین بر مکانیکی دستی. (در محل‌هایی که عمق آن ۵ فوت یا بیشتر است استفاده می‌شود) (Hand cranked mechanical winch)

تنها تجهیزاتی باید مورد استفاده قرار گیرند که برای جابجایی انسان مناسب بوده و توسط کارخانه طراحی و ساخته شده‌اند، این تجهیزات باید دارای توان و سرعت بالایی برای انتقال مصدوم از فضای محدود باشند بدون اینکه به امدادگر آسیبی وارد آید و یا موجب جراحات بیشتر برای فرد مصدوم شود.



شکل (۶-۲۹) دستگاه بالا و پایین بر دستی

- ❑ نردبان (Ladder)
- ❑ چراغ های ضد انفجار (Explosion-Proof Lighting)
- ❑ تجهیزات تنفسی انفرادی همراه (SCBA) و یا شیلنگ هوا (Air line)
- ❑ دستگاه دمنده هوا مخصوص تهویه فضای محدود (Blower)
- ❑ تجهیزات حفاظت فردی مانند لباس، کفش و کلاه ایمنی، دستکش و سایر ملزومات.



شکل (۶-۳۰) دستگاه تنفسی انفرادی-چراغ ضد انفجار



شکل (۳۱-۶) دستگاه دمنده هوا-نردبان

۱۰-۶- اقدامات احتیاطی تنفسی برای ورود به فضای محدود

۱-۱۰-۶- ورود بدون استفاده از دستگاه تنفسی

قبل از ورود به یک ظرف و غیره بدون دستگاه تنفسی، شرایط زیر باید رعایت شود:

□ گازهای قابل اشتعال $1\% \text{ LEL} >$

□ $23\% <$ اکسیژن 20%

□ $0 = \text{H}_2\text{S}$

□ $0 = \text{CO}$

هنگامی که هر کار داخل یک ظرف فرایندی انجام می شود، اتمسفر باید به طور مداوم با استفاده از یک دستگاه کنترل اکسیژن^۱

چک شود؛ برای کار گرم، علاوه بر دستگاه کنترل اکسیژن، یک آشکارساز گاز قابل اشتعال نیز باید مورد استفاده قرار گیرد.

۲-۱۰-۶- ورود با استفاده از دستگاه تنفسی

برای ورود به یک ظرف یا فضای محدود، با دستگاه تنفسی شرایط زیر باید رعایت شود:

□ گازهای قابل اشتعال $10\% \text{ LEL} >$ (در محل خروجی تهویه)

□ اکسیژن-در هر مقدار

□ $1\text{ppm} < \text{H}_2\text{S} < 20\text{ppm}$

□ $1\text{ppm} < \text{CO} < 250\text{ppm}$

۱۱-۶- اطلاعات پیشنهادی لازم در یک پرمیت (مجوز انجام کار)

• تشریح فضایی که قرار است به آن وارد شوند.

• هدف ورود به فضای محدود.

¹ Oxygen Monitor

- تاریخ ورود به فضای محدود، شروع کار و اتمام آن.
- خطرات مربوط به آن فضای محدود.
- نتایج آزمایش‌ها هوای داخل فضای محدود جهت ارزیابی خطرات.
- درج نام و امضا آزمایش‌کننده و تاریخ انجام آزمایش.
- فرآیند ایزولاسیون پیش از ورود به فضای محدود جهت جلوگیری و کنترل خطرات.
- نام پرسنلی که قصد ورود به فضای محدود را دارند.
- نام و امضای سرپرست فعلی گروه وارد شونده.
- شرح نحوه ارتباطات ضروری بین پرسنل و همچنین با تیم پشتیبانی.
- تجهیزات ضروری برای ورود.
- لوازم و تجهیزات نجات موجود و اطلاعات تماس با واحد پشتیبانی تجهیزات.
- سایر پرمیت‌ها مانند پرمیت پرسنل. (چنانچه در فضای محدود، پرسنل نظیر جوشکاری یا برشکاری انجام می‌شود باید کلیه الزامات ایمنی مربوطه در نظر گرفته شود)
- تشریح مشکلاتی که در طول ورود با آن مواجه خواهند شد.



شکل (۶-۳۲) بررسی فضای محدود و ثبت اطلاعات در پرمیت پیش از ورود

۶-۱۲- آموزش برای پرسنل و سرپرستان تیم ورود به فضای محدود

باید طریقه وارد شدن به فضاهای خاص آموزش داده شود، وظایف و مسئولیت‌های تیم وارد شونده (سرپرست، پرسنل) مشخص شود همچنین هنگام کار در داخل فضای محدود باید حداقل یک نفر بیرون از فضای محدود به جهت حمایت و کمک کردن در شرایط بحرانی مستقر باشد.

۶-۱۲-۱- سرفصل‌های آموزش نجات در فضای محدود

آموزش نجات در فضای محدود باید حداقل شامل موضوعات زیر باشد:

- شناخت خطرات فضای محدود
- کنترل خطرات فضای محدود
- نحوه استفاده از تجهیزات بررسی و آزمایش هوای فضای محدود
- نحوه استفاده و نگهداری تجهیزات حفاظت فردی
- نحوه استفاده از دستگاه تنفسی^۱ SCBA
- نحوه استفاده و نگهداری از تجهیزات نجات جان
- انجام تمرینات نجات در فضای محدود حداقل ماهی یکبار
- مهارت در کمک‌های اولیه و احیاء قلبی
- اسناد و مدارک آموزشی معتبر

دستگاه تنفسی انفرادی: (Self-Contained Breathing Apparatus)