جمهوری اسلامی ایران
وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی
معاونت روابط کار

مرکز تحقیقات و تعلیمات
حفاظت فنی و بهداشت کار

ایمنی کار در فضای بسته

تهیه شده در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار

بسم الله الرحمن الرحيم

جمهوری اسلامی ایران

وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی

معاونت روابط کار

ایمنی کار در فضای بسته

گردآورنده: مصطفی پویاکیان

تهیه شده در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار
با همکاری دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

مرکز تحقیقات و تعلیمات
حفاظت فنی و بهداشت کار

چاپ اول

۱۴۰۴

پویاکیان، مصطفی، ،-۱۳۵۸
گردآورنده عنوان و نام پدیدآور : ایمنی کار در فضای بسته
/ گردآورنده مصطفی پویاکیان ؛ تهیه شده در مرکز تحقیقات و تعلیمات
حفاظت فنی و بهداشت کار با همکاری دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
؛ به سفارش وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، معاونت روابط کار ؛ ویراستار فنی مصطفی
ساتیاروند .مشخصات نشر : تهران: مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار، .۱۴۰۴
مشخصات ظاهری : ۲۲۲ ص:. مصور (بخشی رنگی)، جدول، نمونه (بخشی رنگی)، نمودار (بخشی
رنگی) شابک : ۶-۲۵-۶۲۰۳-۶۰۰-۹۷۸ وضعیت فهرست نویسی : فیپا یادداشت : کتابنامه: ص.
۲۱۹ - ۲۲۲. موضوع : ایمنی صنعتی Industrial safety آموزش ایمنی صنعتی Safety
education, Industrial گازهای سمی و خفه کننده - پیشبینی‌های ایمنی ,Gases.
Asphyxiating and poisonous -- Safety measures محیط کار - پیشبینی‌های
ایمنی Work environment -- Safety measures شناسه افزوده : مرکز تحقیقات و
تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار شناسه افزوده : ایران. وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی. معاونت
روابط کار شناسه افزوده : دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی Shahid Beheshti
University of Medical Sciences : افزوده شناسه رده بندی کنگره : ۵۵ T رده بندی
دیویی : ۳۶۳/۱۱ شماره کتابشناسی ملی : ۱۰۰۸۷۱۹۱ اطالعات رکورد کتابشناسی : فیپا تاریخ
درخواست : ۳۰/۰۲/۱۴۰۴ تاریخ پاسخگویی : کد پیگیری : ۱۰۰۸۲۶۴۸

ایمنی کار در فضای بسته

تهیه شده در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار
با همکاری دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

گردآورنده: ..... مصطفی پویا کیان
ناشر: ..... مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار
ویراستار فنی: ..... مصطفی ساتیاروند
صـفحه آرایی: ..... نشر برزان
نوبت چاپ: ..... اول/ ۱۴۰۴
قیمت: ..... رایـــگان
شمارگان: ..... ۵۰ نسخه
شابک : ۶-۲۵-۶۲۰۳-۶۰۰-۹۷۸ ..... ISBN:978-600-6203-25-6
مرکز پخش: تهران، بزرگراه آیت الله سعیدی، چهارراه یافت آباد، بلوارمعلم، نرسیده به میدان معلم
/ کد پستی:۵۱ ۱۳۷۱۶۱۳ /کلیه حقوق مادی و معنوی برای این مرکز محفوظ است.
و هرگونه سوء استفاده و فروش به غیر پیگرد قانونی دارد.
https://crtosh.mcls.gov.ir

مرکز تحقیقات و تعلیمات
حفاظت فنی و بهداشت کار

فهرست مطالب

عنوان | فهرست | صفحه

سخن معاون روابط کار ۱۳
مقدمه ناشر ۱۵
فصل اول: فضاهای بسته؛ دسته بندی، تعاریف و اصطلاحات ۱۹
۱-۱. مقدمه ۱۹
۱-۲. تعریف فضای بسته ۲۰
۱-۳. انواع فضاهاي بسته از نظر شکل ظاهری ۲۱
۱-۴. انواع فضای بسته از نظر ایمنی ۲۳
۱-۵. مجوز ورود به فضای بسته ۲۴
۱-۶. دلایل ورود و حضور در فضای بسته ۲۴
۱-۷. مشاغل فضای بسته ۲۷
۱-۸. افراد دخیل و وظایف آنها در عملیات ورود به فضای بسته ۲۸
۱-۸-۱. سرپرست ورود ۲۹
۱-۸-۲. وارد شوندهی مجاز ۳۰
۱-۸-۳.دستیار ورود و دستیار تجهیزات تامین هوای تنفسی ۳۱
۱-۹. عملیات و اصطلاحات کار ایمن در فضاهاي بسته ۳۴
۱- ۹- ۱. کار گرم ۳۴
۱-۹-۲.کار سرد ۳۶
۱-۹-۳.پاکسازی ۳۷
۱- ۹- ۴. گاز زدایی ۳۸
۱- ۹- ۵. گازسنجی ۳۸
۱- ۹- ۶. جداکردن ۳۸
۱- ۹- ۷. همبند سازی ۳۹
۱- ۹- ۸. قفل و آویز برگزنی ۳۹
فصل دوم : خطرات و حوادث کار در فضای بسته ۴۳
۲-۱ مقدمه ۴۳
۲-۲. خطرات و حوادث فضاهای بسته ۴۴
۲- ۳. اتمسفر خطرناک ۴۶

عنوان | فهرست | صفحه

۲- ۳- ۱. اکسیژن ۴۸
۲- ۳- ۲. گازها و بخارت سمی ۵۰
۲- ۳- ۳. اتمسفر قابل اشتعال و قابل انفجار ۵۶
۲- ۴. سایر خطرات فضاهای بسته ۵۹
خطرات مکانیکی : ۶۰
خطرات الکتریکی : ۶۰
درجه حرارت‌های نامناسب : ۶۰
۲-۵. بررسی برخی حوادث کار در فضای بسته ۶۱
۲- ۵- ۱. خفگی با نیتروژن درون راکتور ۶۱
۲- ۵- ۲. آتش سوزی در تونل ۶۲
۲- ۵- ۳. حادثه خفگی در تاسیسات پالایشگاه والرو ۶۳
فصل سوم:خطرات و حوادث کار در فضای بسته ۶۸
۳-۱. مقدمه ۶۸
۳-۲. فرایند و الگوی ارزیابی ریسک فضای بسته ۶۸
۳-۳. ارزیاب واجد صلاحیت ۷۲
۳-۴. شناسایی و ارزیابی خطرات فضای بسته ۷۲
۳-۵. تصمیمگیری در مورد ریسک فضای بسته ۷۷
۳-۶. دسته بندی فضاهای بسته نیازمند مجوز ورود بر اساس سطح ریسک ۷۹
فصل چهارم : سند مکتوب کار ایمن در فضای بسته و الزامات عمومی ۸۵
۴-۱. مقدمه ۸۵
۴- ۲. استانداردها و مقررات مرتبط با کار در فضای بسته ۸۸
۴-۳. دستورالعمل کار ایمن ۹۰
۴-۴. تمهیدات عمومی و چارچوب کلی کار ایمن در فضای بسته ۹۲
فصل پنجم: آمادگی فردی؛ آموزش و تجهیزات حفاظت فردی ۹۹
۵-۱. مقدمه ۹۹
۵-۲. آموزش افراد ۹۹
۵-۳. زمان آموزش ۹۹
۵-۴. گروه‌های هدف، مباحث و محتوای آموزشی ۱۰۰

عنوان | فهرست | صفحه

۵-۵. تجهیزات حفاظت فردی ۱۰۱
۵-۶. تجهیزات حفاظت تنفسی ۱۰۳
۵-۷. تجهیزات ورود و جابه‌جایی در فضای بسته ۱۰۶
فصل ششم: مجوز کار در فضای بسته ۱۱۳
۶-۱. مقدمه ۱۱۳
۶-۲. سیستم مجوز کار ۱۱۳
۶-۳. مجوز انجام دادن کار ۱۱۷
۶-۴. اعتبار و رنگ بندی مجوزها ۱۱۸
۶-۵. مجوز کار در فضای بسته ۱۲۰
۶-۶. اطلاعات موجود در مجوز و نمونه‌ها ۱۲۲
فصل هفتم :آماده سازی فضا؛ جداکردن، قفل و آویزبرگ زنی ۱۲۵
۷-۱. مقدمه ۱۲۵
۷-۲. جداکردن، قفل و آویزبرگ‌زنی ۱۲۶
۷-۳. ویژگیهای قفل و آویزبرگ ۱۳۰
۷-۴. مراحل کلی جداکردن، قفل و آویزبرگ‌زنی ۱۳۱
۷-۵. کیت جداکردن ۱۳۳
۷-۶. دسترسی و خروج ۱۳۶
۷-۷. حفاظ گذاری و نصب علایم ۱۳۶
فصل هشتم:گاز سنجی و تهویه فضاهای بسته ۱۴۳
۸-۱. مقدمه ۱۴۳
۸-۲. گازهای خطرناک فضای بسته در صنایع مختلف ۱۴۴
۸-۳. گازسنجی یا پایش اتمسفر فضای بسته ۱۴۶
۸-۴. گازسنجی بر اساس نسبت چگالی گاز ۱۴۸
۸-۵. ثبت نتایج گازسنجی ۱۵۱
۸-۶. تصمیم گیری بر اساس نتایج گازسنجی ۱۵۲
۸-۷. پاکسازی گاز ۱۵۴
۸-۸. انواع روشهای تهویه فضای بسته ۱۵۵
۸-۹. نکاتی درباره استفاده موثر از سیستم تهویه ۱۶۰
۸-۱۰. پسماندهای خطرناک ۱۶۴

۸-۱۱. روشهای نمونه‌برداری از اتمسفر فضای بسته ۱۶۴
۸-۱۲. گازسنج‌ها ۱۶۵
۸-۱۳. انواع گازسنج‌ها ۱۶۶
۸-۱۳-۱. گازسنج‌های ثابت و قابل‌حمل ۱۶۶
۸-۱۳-۲. گازسنج‌های دستی ۱۶۸
۸-۱۴. انواع گازسنج‌ها بر اساس سطح پایش جغرافیایی ۱۷۰
۸-۱۵. انواع گازسنج‌ها بر اساس تعداد آشکارساز (سنسور) ۱۷۰
۸-۱۶. نکات مهم در استفاده از گازسنج‌های دستی ۱۷۱
۸-17. هشدار و اعلام خطر ۱۷۲
۸-۱۸. اقدامات کنترلی پس از دریافت هشدار خطر گازسنج ۱۷۳
۸-۱۹. زمان پاسخ ۱۷۳
۸-۲۰. گازسنج‌های ضدانفجار ۱۷۴
۸-۲۱. انواع حسگرها (سنسورها) یا فناوری‌های تشخیص گاز ۱۷۶
۸-۲۲. انتخاب سنسور مناسب ۱۷۸
۸-۲۳. مقایسه سنسورها ۱۷۹
۸-۲۴. کالیبراسیون سنسورها ۱۸۱
۸-۲۴-۱. بامپ چک ۱۸۳
۸-۲۴-۲. چک صفر ۱۸۳
۸-۲۵. انتخاب و استفاده از گازسنج مناسب ۱۸۴
۸-۲۶. قرائت نتایج ۱۸۵
۸-۲۷. مقابله با آتش سوزی در فضاهای بسته ۱۸۵
فصل نهم : برنامه پاسخ به شرایط اضطراری ۱۹۱
۹-۱. مقدمه ۱۹۱
۹-۲. عملیات تخلیه فضای بسته ۱۹۱
۹-۳. تقسیم وظایف در شرایط اضطراری ۱۹۲
۹-۴. تیم امداد و نجات ۱۹۲
۹-۵. استراتژی‌های امداد و نجات ۱۹۴
۹-۶. اقدامات عملیاتی در هنگام رویارویی با شرایط اضطراری ۱۹۶
۹-۷. روش‌ها و تجهیزات احیا ۱۹۸

عنوان فهرست صفحه

پیوست ها ۲۰۳
پیوست ۱. ..... ۲۰۳
پیوست ۳. ..... ۲۰۹
پیوست ۴. ..... ۲۱۱
پیوست ۵. ..... ۲۱۳
پیوست ۶ ..... ۲۱۵
پیوست ۷. ..... ۲۱۷
پیوست ۸. ..... ۲۱۹
منابع: ۲۲۳

سخن معاون روابط کار

در جهانی که پیشرفت های صنعتی و فناوری، چهره کار را دگرگون ساخته، ایمنی کار و حفاظت فنی، به ستونی حیاتی برای حفظ جان و سلامت نیروی کار تبدیل شده است. از سویی، ترکیبی از دانش روز، تجربه های عملی و قوانین معتبر ملی و بین المللی، راهنمایی جامع برای شناسایی و مدیریت مخاطرات محیط کار ارایه می نماید.در همین راستا برای مقابله با خطرات محیط کار و چالش های نوظهور در حوزه های دیجیتال، باید تلاش نمود آگاهی را به ابزاری قدرتمند برای پیشگیری از حوادث تبدیل نمود. از این مجمل، بهره مندی از پژوهش های کاربردی و نیاز محور در تولید محصولات و محتوای های فرهنگی و آموزشی تخصصی یکپارچه و استاندارد ایمنی، یکی از کاربردی ترین و موثرترین ابزار در امر یادگیری، آموزش و ترویج در مقوله حفاظت فنی و ایمنی کار می باشد که ضمن تحقق آموزش های مستمر و هدفمند، نهایتا به ایجاد کار شایسته منجر می گردد. بدین منظور معاونت روابط کار، با اتخاذ سیاست های نوین و بروز آموزشی و پژوهشی از طریق مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار و به واسطه کارشناسان مجرب آن مرکز و دانش تخصصی اساتید دانشگاهی و متخصصین مراکز علمی و پژوهشی کشور و نیز با حمایت های بی دریغ جناب آقای دکتر میدری وزیر محترم تعاون، کار و رفاه اجتماعی، اقدام به تهیه و تدوین کتاب های تخصصی در زمینه حفاظت فنی و ایمنی نموده است. امید است نتایج و ثمرات این مکتوب که بر فرهنگ پیشگیری، مسئولیت پذیری و استفاده از فناوری های نوین تاکید دارد، بتواند بستر لازم را در ساختن فضایی امن، سالم و پایدار برای نسل های امروز و فردا، فراهم نماید.

پروانه رضایی بختیاری

معاون وزیر تعاون، کار و رفاه اجتماعی

مقدمه ناشر

تلفیق پژوهش های کاربردی و آموزش مستمر، نه تنها فرهنگ پیشگیری از خطرات شغلی را نهادینه میکند، بلکه به کاهش هزینه های ناشی از حوادث شغلی و افزایش بهره وری نیروی کار می انجامد .بی شک سرمایه گذاری در این دو حوزه، تضمین کننده محیطی امن و پایدار برای نسل های حال و آینده شاغلین کشور بوده که تهیه و انتشار کتب، دستورالعمل های فنی و استانداردهای ایمنی و حفاظت فنی، بویژه اگر از طریق نیازسنجی های علمی دقیق، کاربردی و نیاز محور انجام شده باشد، می تواند به عنوان یکی از نتایج موثر این تلفیق در ارتقای دانش علمی و تخصصی به شمار آید.

در همین راستا مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار وزارت تعاون کار و رفاه اجتماعی از سال ۱۳۸۸ و در راستای وظایف قانونی آموزشی و پژوهشی خود و رفع خلاء ناشی از کمبود کتب فنی و تخصصی در زمینه ایمنی و بهداشت کار، اقدام به تاسیس واحد انتشارات با هدف هدایت، راهبری و انتشار این کتب در سطح کشور نمود. همچنین این مرکز استاندارد سازی منابع آموزشی ایمنی و حفاظت فنی و تدوین دستورالعمل های حفاظت فنی و ایمنی را به عنوان یک حرکت پویا و نوین با تکیه بر آخرین دستاوردهای حوزه ایمنی و حفاظت فنی از طریق بهره گیری از دانش اساتید و متخصصان مراکز دانشگاهی، علمی و تحقیقاتی کشور در دستور کار خود قرار داده است. امید است بهره مندی از پژوهش های کاربردی و محتواهای آموزشی، بتواند در ترویج و ارتقای فرهنگ ایمنی کار، افزایش بهره وری، کاهش حوادث و بیماری های ناشی از کار نقش موثری ایفا نماید. در این میان برخود لازم می دانم از گردآورنده این اثر و نیز تلاش های همکاران ارزشمند خود در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار که در تولید و تدوین این کتاب ما را یاری نموده اند، تشکر و سپاسگزاری نمایم. در پایان؛ مرکز تحقیقات وتعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار؛ آمادگی بهره مندی مستمر از بازخوردها و نظرات و پیشنهادات اصلاحی و سازنده کلیه اساتید، متخصصان و فعالین این عرصه؛ به منظور بروزرسانی و رفع نواقص احتمالی و هرچه پربار تر شدن محتوای آن را خواهد داشت.

محمود حیدری

رئیس مرکز تحقیقات و تعلیمات

حفاظت فنی و بهداشت کار

فصل اول :

فضاهای بسته؛ دسته بندی، تعاریف و اصطلاحات

فصل اول: فضاهای بسته؛ دسته بندی، تعاریف و اصطلاحات

۱-۱. مقدمه

فضاهاي بسته يكي از نقاط پرخطر كاري به شمار مي‌روند و هر ساله به دليل فقدان آموزش‌ها و اطلاعات لازم درباره كار در اين فضاها، جان شمار زيادي از كارگران به خطر مي‌افتد. متاسفانه آمار و گزارش تفکیکی رسمی از حوادث کار در فضاهای بسته در ایران وجود ندارد با این حال، بر اساس گزارش دفتر آمار کار در ایالات متحده امریکا[1]، در فاصله سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۸ نزدیک به ۱۰۳۰ نفر در حوادث مربوط به کار در فضاهای بسته از بین رفته‌اند (به‌طور میانگین ۱۲۸ نفر در هر سال). این ارقام در کشورهای دیگر نیز قابل توجه است. برای نمونه بررسی ۶۴ حادثه مرتبط با فضاهای بسته در فاصله سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸ در تایوان نشان داد که ۷۰ نفر در این حوادث فوت کرده و ۵۲ نفر مجروح شده‌اند. متاسفانه در پایگاه‌های عمومی داده در ایران اطلاعات دقیق و قابل استنادی در خصوص تعداد حوادث، مرگ‌ها و جراحات ناشی از کار در فضای بسته در دسترس نیست. این گونه حوادث در همه محیط‌های کار دیده می‌شوند لیکن شیوع آنها در صنایع فرآیندهای شیمیایی بیشتر است. بنابراین توجه به ایمنی فضاهای بسته یکی از موضوعات مهم در مدیریت ایمنی محیط‌های کار است.

1- Bureau of labor Statistics (BLS)

۱-۲. تعریف فضای بسته

خطرات و عوامل زیان‌آور زیادی در محیط‌های کار وجود دارند که به‌طور معمول با استفاده از روش‌های مختلف شناسایی، اندازه‌گیری و کنترل می‌شوند. زمانی که این خطرات در فضایی محدود و محصور وجود داشته باشند و نیروی کار نیز به دلایلی مجبور به حضور موقت در چنین فضایی باشد، موضوع از منظر ایمنی کار در «فضای بسته» اهمیت پیدا خواهد کرد. عبارت فضای بسته اصطلاحی گسترده و عام است که محیط‌های گوناگونی را در بر می‌گیرد و تقریباً در هر محیط صنعتی می‌توان نمونه‌هایی از فضای بسته پیدا کرد. از منظر عمومی ویژگی اصلی فضای بسته را «تنگ و تاریک» بودن آن می‌توان دانست. این فضاها عموماً دارای دیوارهایی هستند که به سمت داخل هم‌گرا بوده و به ناحیه کوچک‌تری منتهی می‌شوند یا طبقات آنها به سمت پایین شیب دارند. (۱, ۲)، ولی از منظر علمی این عبارت برای اشاره به فضاهایی به‌کار می‌رود که به اندازه‌اي بزرگ هستند که انسان مي‌تواند درون آن به کار بپردازد، ولي اساساً براي استقرار انسان در داخل آن طراحي نشده‌اند و ورود به آن و خروج از آنها مشکل است. بنابراین هر مخزن یا فضایی که هر سه الزام ذیل را برآورده کند، فضای بسته تلقی می‌شود. این معیارها برای شناسایی فضاهای بسته در محیط کار استفاده می‌شود.

۱. به اندازه کافی بزرگ بوده و شکل آن به گونه‌ای است که فرد شاغل بتواند به لحاظ جسمانی وارد آن شده و در آن کار تعیین شده را انجام دهند.
۲. راه‌های محدود و بسته شده برای ورود یا خروج داشته باشند.
۳. برای یا به منظور اشغال یا حضور پیوسته افراد درون آنها طراحی نشده اند.

باید به این نکته نیز اشاره کرد که در برخی منابع به فضاهای بسته‌ای که تنها خطر مطرح در خصوص آنها، ورود و خروج سخت و عدم تمایل کارکنان به

حضور طولانی مدت در آن فضا (به دلیل تنگی جا) است، فضاهای محصور[1] گفته شده است. اتاقک زیرشیروانی، طاق‌های زیر زمینی، گودال‌های دراز (ترانشه) و خندق‌ها نمونه‌هایی از فضاهای محصور هستند. بنابراین، اصطلاح فضاهای بسته یا محدود[2] برای فضاهایی به کار می‌رود که در آن علاوه بر سختی ورود و خروج، خطرات دیگری همچون اتمسفر خطرناک، کمبود اکسیژن نیز وجود دارد. در این کتاب از عبارت عمومی فضای بسته برای اشاره به هر دو نوع فضا استفاده می‌شود. لیکن تفاوت میان این دو نوع فضا در دسته بندی فضاها بر اساس خطر و اقدامات مربوط به هر دسته توضیح داده خواهد شد. در فصل بعدی به تفصیل در مورد خطرات فضاهای بسته مطالبی ارائه خواهد شد.

۱-۳. انواع فضاهاي بسته از نظر شکل ظاهری

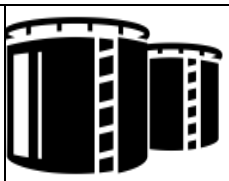
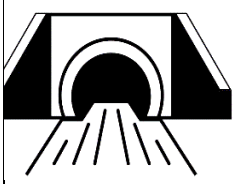
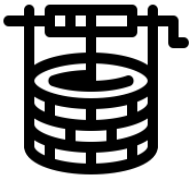
فضاهاي بسته در محیط‌هاي کاري از جنبه‌های مختلف تقسیم‌بندی می‌شوند. از نظر شکل ظاهري فضاهاي بسته شامل محیط‌هایی مانند موارد زیر هستند: (۱)

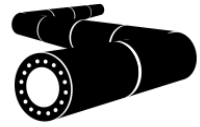
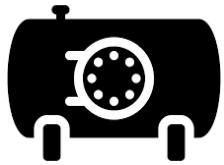
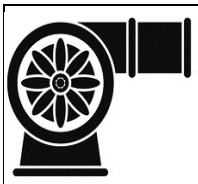
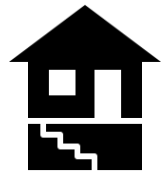
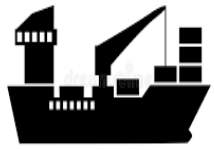
- تانکرها
- مخازن مایعات نفتی و غیر نفتی
- کانتینرهاي بزرگ
- سیلوها، تونل‌ها
- مغارهاي درون زمین، چاه
- کوره‌ها
- قیف‌ها (هاپر)
- بال‌های هواپیما
- اتاق‌هاي کوچك، اتاق کنترل برق
- چاه فاضلاب، چال، خندق
- کابین‌هاي کشتي
- خطوط لوله‌ها و کانالها
- خروجي و مجاري سیستم‌هاي تهویه
- زاغه‌ها و سردابه ها
- دیگهای بخار
- شفت‌های دسترسی

فضای بسته ممکن است در زیر زمین یا روی آن باشد. فضاهای بسته لزوماً دارای

1- Restricted space
2- Confined space

ابعاد کوچکی نیستند (به‌عنوان مثال سیلوهای ذخیره‌سازی غلات با ظرفیت صدها متر مکعب). خندق‌ها، چاه‌ها و ترانشه‌ها با اینکه به هوای آزاد دسترسی دارند، نیز به دلیل دسترسی یا امکان خروج محدود، فضای بسته در نظر گرفته می‌شوند. تونل‌ها و گذرگاه‌هایی که زیر زمین به صورت افقی وجود دارند، کانتینرهای حمل و نقل، مخازن و تانک‌ها، ظروف بزرگ و ایمنی که اغلب برای نگهداری مواد صنعتی مانند نفت، گاز، آب یا محصولات شیمیایی استفاده می‌شوند، همگی ممکن است فضای بسته محسوب شوند. مخازن و تانک‌ها در صنایع نفت و پتروشیمی بسیار پرکاربرد هستند؛ زیرا می‌توان مقادیر زیادی از مواد را در آنها ذخیره کرد. چاه‌ها، سوراخ‌هایی هستند که به صورت عمودی حفر می‌شوند تا به امکان دسترسی به زیر زمین برای انجام عملیات تعمیر و نگهداری فراهم آید. (۳) در شکل ۱-۱ تصاویر شماتیک نمونه‌هایی از فضاهای بسته نشان داده شده است.

منهول	 مخزن	سردخانه	دیگ بخار	تونل
 زیر آبگذر (کالورت)	چاله‌های روباز	سیلو	قیف (هاپر)	 چاه

				
خط لوله	ظروف فرایندی	معدن روباز	اتاق‌های کوچک	کانال‌های تهویه
				
کوره	زیرزمین	مخزن کشتی	مغار نیروگاه	لوله فاضلاب

شکل۱-۱ تصویر شماتیک برخی از فضاهای بسته از نظر شکل ظاهری

۱-۴. انواع فضای بسته از نظر ایمنی

در دسته بندی کلی و از منظر روندهای سازمانی و مدیریت کار ایمن در فضاهای بسته، این فضاها به دو دسته کلی تقسیم بندي مي‌شوند:

- فضاهاي بسته‌اي که کار در آنها نیازمند اخذ مجوز ورود[1] است
- فضای بسته بدون نیاز به مجوز ورود[2]

فضای بسته نیازمند دریافت مجوز ورود فضای بسته‌ای که هر سه الزام فضاهای بسته را دارا بوده و همچنین یا بیش از یکی از چهار ویژگی ذیل را دارا باشد:

۴. اتمسفر درون آنها متاثر از نوع مواد درونشان، خطرناك بوده یا مي‌تواند (به‌طور بالقوه) خطرناك باشد.
۵. حاوي موادي هستند (مانند خاك اره یا دانه‌هاي غلات) که ممکن است فرد وارد شده به درون فضا در آن فرو رفته یا دفن شود.
۶. شکل فیزیکي آنها به گونه‌اي است که فرد وارد شده ممکن است در میان

1- Permit required confined spaces
2- Non-permit required confined space

دیوارها یا سطوح همگرا (مانند هاپرها) به دام افتاده یا دچار خفگي شود.

۷. دارای خطر ایمنی و بهداشتی شناخته شده از هر نوعی باشد.

فضای بسته بدون نیاز به مجوز، فضای بسته‌ای است که هر سه الزام فضای بسته را دارا باشد اما پس از بازرسی و پایش اتمسفر آن هیچ از ویژگی‌های لازم را برای اینکه به‌عنوان فضای بسته نیازمند پروانه ورود طبقه بندی گردد نداشته یا پتانسیل آن را نداشته باشد. مخزنی پاکسازی شده‌ای که پس از تست فاقد گاز و بخار تشخیص داده شده و دارای ورودی بزرگ برشی در کنار مخزن برای تامین دسترسی و خروج نامحدود است؛ نمونه‌ای از فضای بسته بدون نیاز به مجوز ورود است.

۱-۵. مجوز ورود به فضای بسته

مجوز یا پروانه ورود به فضای بسته[1] سندی است مکتوب که توسط کارفرما یا نماینده کارفرما تهیه می‌شود و در آن اطلاعات ضروری ویژه تاسیسات، نوع فعالیت، خطرات بالقوه برای کنترل و مجاز کردن ورود به داخل فضای بسته نیازمند پروانه از جمله لغو پروانه و الزامات برای ایمن‌سازی یا بازگرداندن فضا به سرویس عملیاتی به دنبال اتمام ورود، فراهم شده است. فرد یا مرجعی که این مجوز را صادر می‌کند، صادر کننده مجوز[2] نامیده می‌شود. در فصل ۶ اطلاعات جزئی‌تری در خصوص مجوزهای ورود و سیستم مجوز کار در فضای بسته ارائه خواهد شد.

۱-۶. دلایل ورود و حضور در فضای بسته

با این که طبق تعریف، فضاهای بسته عموماً برای حضور مداوم نیروی انسانی درون آنها طراحی نشده‌اند؛ کارگران یا مهندسان مجبورند گاه‌گاهي به

1- Confined space entry permit
2- Permit issuer

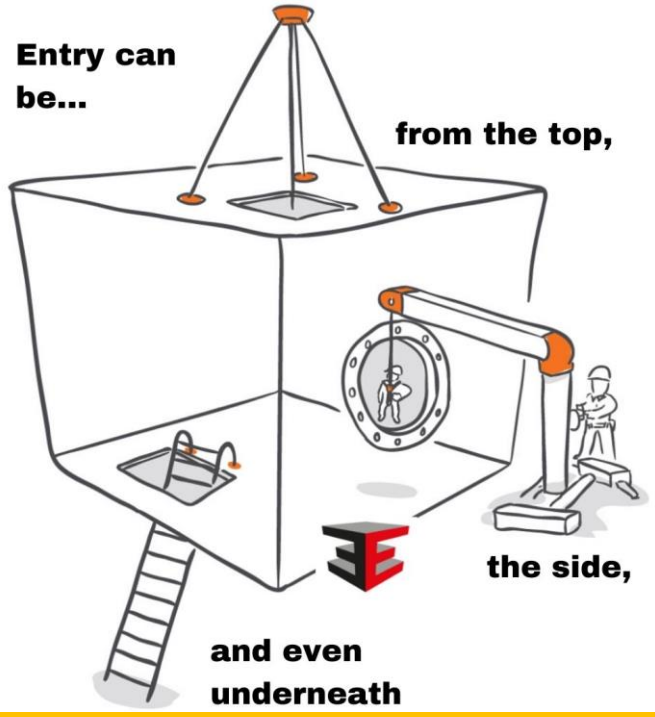
دلایل مختلف وارد فضاهای بسته شوند (شکل۱-۲). طبق تعریف ورود[1] به عملی گفته می‌شود که به واسطه آن فرد از دریچه باز به درون فضای بسته وارد می‌شود. ورود می‌تواند وارد شدن قسمتی از بدن فرد به داخل فضای بسته را شامل گردد. اساساً ورود به داخل فضاهاي بسته به يكي از دلايل زير صورت مي‌گيرد:

۸. چربی زدایی، تمیز کاری، تخلیه ضایعات، پسماندها، لجن و اتمسفر خطرناک درون مخازن
۹. بازرسي فيزيكي درون تجهيزات و ساختمان دروني فضاي بسته،
۱۰. نصب پمپ‌ها، موتورها و تجهیزات دیگر
۱۱. انجام دادن كارهايي چون سندبلاست، رنگ‌پاشی و روكش زني ديواره درون فضا
۱۲. خواندن يا اندازه‌گيري اعداد نشانگرها، سنجه‌ها و صفحات مدرج
۱۳. كارهاي تعميراتي (مانند جوشكاري و برشكاري) به منظور بستن نشتی‌ها يا ساير انواع تعميرات
۱۴. نصب، تعمير يا بازرسي كابل‌ها و سيم‌كشي‌ها (تلفن، برق، فيبر نوري)
۱۵. نصب انشعاب، نقاشي و روكش كاري يا آزمايش سيستم‌هاي لوله‌كشي (آب، بخار يا فاضلاب)
۱۶. نجات افراد آسیب دیده و گیر افتاده در داخل فضاهای بسته

1- Entry

شکل ۱-۱. ورود به فضای بسته

همان‌طور که پیشتر نیز ذکر شد ورود به فضاهای بسته فقط ورود کل بدن را شامل نمی‌گردد بلکه زمانی که فقط سر، به‌منظور بازرسی چشمی سریع در داخل فضای بسته وارد شده یا حتی دست و بازوی فرد برای انجام دادن کار وارد فضای بسته می‌شود نیز ورود به فضای بسته محسوب می‌گردد. ورود به فضای بسته می‌تواند از بالا، اطراف یا زیر فضای بسته صورت گیرد (۴) (شکل ۱-۳).



شکل ۱-۳. جهات ورود به فضای بسته

۱-۷. مشاغل فضای بسته

با نگاهی به تنوع فعالیت‌هایی که در فضاهای بسته انجام می‌شود، می‌توان دریافت که گروه‌های شغلی متنوعی ممکن است درون فضای بسته حضور داشته باشند. بنابراین، این تصور که تنها کارگران و تکنسین‌ها در این فضاها کار می‌کنند، درست نیست. این نکته اهمیت آموزش و آگاهی تمامی این گروه‌های شغلی از آموزش‌های مربوط به ایمنی کار در فضای بسته را نشان می‌دهد. مشاغلی مانند تعمیرکاران، جوشکاران، تراشکاران، پوشش کاران (نقاش‌ها، سند بلاست کاران،

روکش زن‌های دیواره‌های داخلی)، نصاب‌های تجهیزات، بازرسان و نمونه-گیرها، تکنسین‌ها و مهندسان خطوط تلفن، برق و داده‌ها، نصاب‌ها، تمیزکاران، و امدادگران، به آموزش‌های مربوط به کار در فضای بسته نیازمند هستند.

۱-۸. افراد دخیل و وظایف آنها در عملیات ورود به فضای بسته

انجام دادن کار در فضاهاي بسته به گروهي از افراد با مسئوليت‌هاي مشخص نياز دارد تا بتوانند با حفظ تمام جوانب ايمني، كار را به انجام برسانند. تعداد و مسئولیت اعضای تیم کار در فضای بسته در منابع مختلف و بسته به نوع فعالیت‌های رایج در هر صنعت تفاوت اندکی داشته باشند. (۱) قبل از دریافت مجوز انجام دادن کار، مسؤولیت تمامی افرادی که ممکن است به هر نحو به عملیات در فضای بسته مربوط شوند، در سیستم برنامه انجام دادن کار از پیش تعیین شده باشد. همگی افراد دخیل، از جمله کارفرما، سرپرست ورود، دستیار ورود یا مراقب ایمنی[1]، وارد شونده، اعضای تیم امداد و نجات، مسئول پیمان‌کار و سرپرست ایمنی بایستی به درستی از وظایف خود آگاه باشند. کارفرما بایستی بر حسن اجرای دستورالعمل‌های کار در فضای بسته نظارت کند و مسئول تهیه و اجرای برنامه مکتوب سیستم کار ایمنی در فضای بسته می‌باشد.(۵)

اعضای تیم امداد و نجات باید در دوره‌های آموزشی مربوط و کمک‌های اولیه و احیای قلبی ریوی شرکت کنند و از نحوه استفاده وسایل مورد نیاز اجرای عملیات نجات به‌طور کامل آگاه باشند. ناظر به نظارت و تائید درخواست صدور مجوز کار و پایش عملکرد پیمانکاران در انجام ایمن و صحیح امور موظف می‌باشد. سرپرست ایمنی باید از فضاهای بسته بازدید و قبل از ورود افراد به فضای بسته شرایط ایمن کار و صلاحیت صدور مجوز را تأیید کند.

در صورتی که ابعاد فیزیکی نقطه ورود و خروج کوچک باشد و به‌خصوص در شرایطی که استفاده از تجهیزات حفاظت تنفسی ضروری است، برای انجام

1- Stand-by Person

دادن کار باید افراد مناسبی از نظر فیزیک بدنی انتخاب شوند. سرپرست عملیات فردی واجد شرایط و مستقر در بیرون یا چند فضای بسته ملزم به دریافت مجوز کار است که فعالیت‌ها و افراد وارد شده به فضای بسته را به‌طور مستمر نظارت می‌کند. صادرکننده پروانه فردی است که با صدور مجوز اجازه انجام دادن کاری را می‌دهد که تحت کنترل مجوز کار باید انجام بگیرد. مراقب ایمنی کسی است که در نزدیکی فضای بسته مستقر می‌شود، قادر به برقراری ارتباط پیوسته با افراد داخل فضای بسته می‌باشد و همچنین کنترل عملیات تأمین هوا را برعهده دارد. (۶) به‌طور معمول اعضا و وظایف آنها برای ورود به فضاي بسته عبارتند از:

۱-۸-۱. سرپرست ورود

سرپرست ورود[1] شخصی است که پس از اطمینان از قابل قبول بودن شرایط ذکر شده در پروانه ورود آن‌را را امضا کرده و در محل ورود نصب می‌کند. سرپرست واحد باید خطرات فضای بسته از جمله نوع و پیامدهای مواجهه را بشناسد، طرح‌های واکنش در مواقع اضطراری، ورود، تأیید صدور مجوز کار، پایش اتمسفر، روش‌های اجرایی و تجهیزات را قبل از ورود تعیین کند. همچنین بایستی از اینکه تصمیمات و اطلاعات موردنیاز به صورت مکتوب برای هر فرد که وارد فضای بسته می‌شود قابل‌دسترس می‌باشد، اطمینان حاصل کند. سرپرست می‌تواند در صورت لزوم کار مجوز را لغو کند و عملیات ورود را پایان دهد. (۶) وظایف مهم ناظر ورود عبارتند از:

- خطرات، علایم و پیامدهاي تماس با آنها را مي‌شناسد.
- مجوز ورود را از نظر تطبیق با شرایط قابل قبول براي ورود، بررسي مي‌کند.
- مجوز ورود را صادر مي‌کند.
- عملیات ورود را سرپرستي مي‌کند.

1- Entry supervisor

- عملیات ورود و کار در داخل فضا را پایان می‌دهد.
- تیم‌ها و خدمات امداد و نجات را بررسي مي‌كند.
- افراد غیر مجاز را از محل دور مي‌كند.
- در صورت نیاز وظایف همکار ورود را انجام می‌دهد.
- از صحت روند جداکردن و آویزبرگ‌زنی اطمینان حاصل می‌کند.
- هماهنگی لازم را برای انجام تست‌های ضروری از جمله تست گازهای اتمسفری را انجام می‌دهد.
- اجرا و تایید خاتمه عملیات در فضای بسته را گزارش می‌دهد.
- از انحراف عملیات از برنامه‌ها و دستورالعمل‌ها پیشگیری می‌کند.

۱-۸-۲. وارد شونده‌ی مجاز

وارد شونده[1] فرد واجد صلاحیتی است که توسط سرپرست ورود برای داخل شدن به فضای بسته مجاز شده است. ویژگی‌ها و وظایف وارد شونده عبارتند از:

- خطرات، علایم و پیامدهاي تماس با آنها را مي‌شناسد.
- به درستي از تجهیزات خود استفاده مي‌كند.
- به‌طور منظم با دستیار ورود گفت‌وگو مي‌كند.
- در صورتي كه اتفاق غیر منتظره‌اي بیفتد، دستیار ورود را خبر مي‌كند.
- زماني كه خطر در درون فضاي بسته گسترش پیدا كند، بلافاصله از محل خارج مي‌شود.

فردی که برای انجام دادن کار وارد فضای بسته می‌شود بایستی در تمام مدت هوشیاری خود را حفظ کند، از کلیه خطرات بالقوه در فضای بسته آگاه باشد، شیوه صحیح استفاده از تجهیزات حفاظت فردی را بداند و در صورت وقوع هر اتفاق غیرمنتظره، فوراً آن را گزارش کند.

1- Authorized entrant

افرادي كه براي كار داخل فضاهاي بسته انتخاب مي‌شوند بايد ابتدا در آزمايش‌هاي پزشكي شركت كنند و گواهي نامه سلامت جسماني دريافت كنند. با توجه به شرايط ويژه كار در فضاهاي بسته بايستی مؤلفه‌هایی از قبيل سلامت تنفسي و حجم‌هاي ريوي، عدم‌ابتلا به آسم و ساير بيماري‌هاي تنفسي، سلامت سيستم شنوايي، توان جسماني مطلوب، سلامت بينايي، عدم‌حساسيت به مواد شيميايي، سلامت سيستم قلبي عروقي، عدم‌ابتلا به بيماري‌هاي عصبي مانند صرع مورد توجه قرار بگيرد و افرادي كه حائز شرايط جسمي مذكور نباشند، مجاز به كار در فضاهاي بسته نخواهند بود. (۷)

۱-۸-۳.دستیار ورود و دستیار تجهیزات تامین هوای تنفسی

دستیار ورود[1] فردی واجد صلاحیت است که در بیرون از فضای بسته به دریافت پروانه کار مستقر نیازمند شده و کار پایش و ارتباط با افراد وارد شونده را برعهده دارد و در مواقع لزوم و مطابق با دستورالعمل‌های واکنش در شرایط اضطراری عملیات امداد و نجات را آغاز می‌کند دستیار ورود، گاه با نام‌های دیگری مانند مراقب ورود یا متصدی ایمنی[2] شناخته می‌شود. بر این اساس وظایف دستیار ورود عبارتند از:

- خطرات، علايم و پيامدهاي تماس با آنها را مي‌شناسد.
- تاثير رفتارها و تصميمات مختلف بر ايمني كار را مي‌داند.
- ورود و خروج افراد را كنترل و شرايط آنها را لحظه به لحظه پايش مي‌كند.
- در طول انجام دادن كار در فضاي بسته در دريچه ورودي باقي مي‌ماند.
- ارتباط خود را با وارد شدگان حفظ مي‌كند (شكل ۱-۴).
- شرايط را در اطراف دريچه ورود حفظ مي‌كند.
- در صورت تشخیص وجود خطرات احتمالی که از قبل پیش‌بینی

1- Attendant
2- Safety watch

نشده‌اند، دستور تخلیه فوری می‌دهد.

- هنگام نیاز تیم امداد و نجات را به سرعت (با استفاده از رادیو یا تلفن همراه) فرا مي‌خواند.
- در صورت نیاز اقدامات اولیه مربوط به عملیات نجات را (بدون ورود به فضاي بسته و با استفاده از وینچ) آغاز مي‌کند.

شکل ۱-۴. حفظ ارتباط مدام مراقب ایمنی یا دستیار ورود با وارد شوندگان

مراقب ایمنی باید در کل زمان کار، بیرون فضای بسته و نزدیک ورودی حضور داشته باشد تا عملیات را نظارت و کنترل کند و نمی‌تواند پست خود را ترک کند. مراقب بایستی با حفظ ارتباط مداوم فرد ورود کننده به فضای بسته را پیوسته کنترل و قبل از ورود کمک فراهم کند. مراقب باید از خطرات موجود و بالقوه، پیامدهای مواجهه و آثار فیزیولوژیکی آنها آگاه باشد و در مواقع ضروری دستور تخلیه محل را صادر کند. در شرایط اضطراری و نجات، مراقب باید فوراً اعضای تیم امداد و نجات، آتش‌نشانی و سرپرستی را در جریان امور قرار دهد. همچنین باید مانع از ورود افراد غیرمجاز به فضاهای بسته شود. (۶)

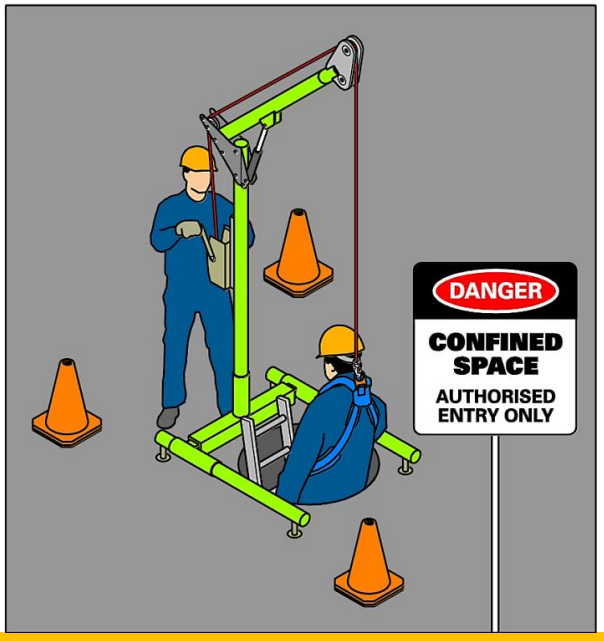
دستیار تجهیزات تامین هوای تنفسی[1] فردی واجد صلاحیت است که بر

1- Breathing air supply system attendant

صحت عملکرد تجهیزات تامین هوای سالم در فضای بسته نظارت و در مواقع اضطراری نقشی تعریف شده در فرآیند امداد و نجات را بر عهده دارد. بر این اساس اساس وظایف دستیار تجهیزات تامین هوا عبارتند از:

- اطمینان از شرایط کار نرمال تمام تجهیزات حفاظت تنفسی و تامین هوا
- پایش مداوم لوله‌های تامین هوای تنفسی و اطمینان از صحت کارکرد تجهیزات هواساز
- کمک به فرآیند امداد و نجات بر اساس وظایف تعیین شده در هنگام واکنش در شرایط اضطراری

۱۷. دستیار ورود ممکن است هنگام استفاده از تجهیزات تامین هوا وظایف دستیار تجهیزات تامین هوا را نیز انجام دهد. از این رو گاه در برخی عملیات کار در فضای بسته اعضای تیم سه نفر هستند. در شکل ۱-۴ دستیار ورود در حال پایش فرایند ورود در کنار تجهیزات نجات، موانع و تابلو ایمنی نصب شده در محل نشان داده شده است.



شکل ۱-۵. دستیار ورود در صحنه عملیات ورود وارد شونده به درون فضای بسته

۹-۱. عملیات و اصطلاحات کار ایمن در فضاهاي بسته

در عملیات کاری مربوط به فضای بسته از برخی اصطلاحات برای اشاره به نوع یا هدف عملیات استفاده می‌شود. کاربرد این عبارات در میان افرادی که به هر دلیل در فرآیند ورود و کار در فضای بسته دخیل هستند؛ به دریافت ذهنی مشترکی از نوع کار، وضعیت سیستم و خطرات مرتبط کمک می‌کند. در ادامه برخی از این عبارات متخصراً معرفی می‌شوند. توضیحات تکمیلی عبارات و اصطلاحات معرفی شده در این فصل در فصول آینده در ارائه می‌شود.

۱-۹-۱. کار گرم

عملیاتی که با ایجاد حرارت کافی به واسطه شعله، جرقه یا سایر منابع، انرژی کافی برای مشتعل‌کردن بخارات، گازها یا گردو غبار قابل‌اشتعال فراهم می‌کند و مشاغلی از جمله موارد ذیل را شامل است: جوشکاری برق، برش و جوشکاری فلزات با گاز، لحیم‌کاری، گرم‌کردن و کوبیدن میخ پرچ، استفاده از بخاری برقی با شعله روباز، روشن‌کردن دیگ‌های بخار و کوره‌های متحرک، استفاده از دستگاه‌های برقی که ضدانفجار نیستند، سند بلاست، سمباده زدن، استفاده موتورهای برقی، سیم‌های برق با سه‌شاخه، دستگاه‌های فیلم برداری و عکس‌برداری دیجیتال با فلاش و بدون فلاش، استفاده از ماشین‌های درون‌سوز بنزینی، دیزلی و گاز سوز، عملیات اتصال به خط گازدار[1]، کوبیدن، باز و بسته کردن پیچ و مهره با پتک (به جز پتک برنجی) و عملیات انشعاب گرم. (۸)

کار گرم[2] عبارتی عمومی است که برای اشاره به هر عملیاتی که می‌تواند باعث حرارت کافی به واسطه شعله، جرقه یا سایر منابع گردد به نحوی که این حرارت انرژی کافی برای مشتعل کردن بخارات، گازها یا گرد و غبار قابل اشتعال در اتمسفر فضای بسته را ایجاد کند. عملیات و فعالیت‌های زیر نمونه‌هایی از کار

1- Tie In
2- Hot work

گرم در صنعت محسوب می‌شوند:

- جوشکاری با برق،
- برش و جوشکاری فلزات با گاز،
- لحیم کاری،
- گرم کردن و کوبیدن میخ پرچ،
- استفاده از بخاری برقی با شعله روباز،
- روشن کردن دیگ‌های بخار و کوره‌های متحرک،
- استفاده از دستگاه میگر و تمامی دستگاه‌های برقی که ضد انفجار نیستند،
- عملیات سند بلاست برای آماده سازی سطوح مخازن، ظروف و دستگاه‌ها،
- سمباده زدن،
- استفاده از موتورهای برقی، سیم‌های برق با سه شاخه‌ها، دستگاه‌های فیلم برداری و عکس برداری دیجیتال با فلاش و بدون فلاش،
- استفاده از ماشینهای درون سوز بنزینی، دیزلی و گاز سوز (جز هنگام استفاده در جاده‌های عمومی محوطه)،
- باز کردن در و جاگذاری و برداشتن توپک از محفظه فرستنده و گیرنده در عملیات پیگرانی خطوط لوله،
- عملیات اتصال به خط گازدار (Tie in)،
- کوبیدن و باز و بسته کردن پیچ و مهره با هر نوع پتک (به غیر از برنجی)،
- عملیات انشعاب گرم (Hot tapping)

شکل ۱-۶ تصویری از جوشکاری درون لوله را نشان می‌دهد.

شکل ۱-۶. جوشکاری درون فضای بسته

۱-۹-۲.کار سرد

کاری که گرمای ناشی از انجام دادن آن نمی‌تواند گازها و یا بخارات قابل‌اشتعال را مشتعل سازد و انجام دادن آن به استفاده از شعله، وسایل حرارتی جرقه‌زا و یا فشار شدیدی که بتواند باعث احتراق گازهای قابل اشتعال گردد، نیاز ندارد. فعالیت‌هایی که کار گرم محسوب نمی‌شوند و سایر پروانه‌ها از جمله مجوز کار گودبرداری، کار در ارتفاع، غواصی و کار برقی را در بر نمی‌گیرد، کار سرد محسوب می‌شود. (۹) نمونه‌هایی از کار سرد عبارتند از:

- نصب، برچیدن و تمیزکاری بدون جرقه یا تولید حرارت
- عایق‌کاری و رنگ‌کاری
- تست فشار تأسیسات
- گریس‌کاری و روغن‌کاری
- کار بر تجهیزات الکتریکی
- جابه‌جایی مواد خطرناک (برای مثال منابع رادیواکتیو، مواد شیمیایی خورنده، آزبست و غیره)

اصطلاح کار سرد[1] برای عملیاتی به کار می‌رود که گرمای ناشی از انجام دادن آن نتواند گازها و یا بخارات قابل اشتعال را مشتعل سازد و انجام دادن آن مستلزم استفاده از شعله و یا وسایل حرارتی جرقه‌زا و یا فشار شدیدی نباشد که بتواند باعث احتراق گازهای قابل اشتعال گردد. فعالیت‌هایی که جزی کارهای گرم نباشند و توسط سایر پروانه‌های کار (گودبرداری، کار در ارتفاع، غواصی، کار برقی و ...) پوشش داده نشود کار سرد محسوب می‌شود. نمونه‌هایی از کار سرد عبارتند از:

- نصب، برچیدن و تمیزکاری که قادر به تولید جرقه نباشند
- تست فشار تاسیسات و تجهیزات
- تمیز کاری در صورتی که به تولید جرقه/حرارت قادر نباشد
- جابه‌جایی مواد خطرناک برای مثال منابع رادیواکتیو، مواد شیمیایی خورنده، آزبست
- عایق کاری و رنگ کاری
- گریس کاری و روغن کاری تجهیزات
- کار روی تجهیزات الکتریکی بی‌برق

۱-۹-۳.پاکسازی

پاکسازی[2] روشی که به واسطه آن، آلاینده‌ی در فضای بسته با تزریق گازهای بی اثر نظیر نیتروژن، هلیوم، دی اکسیدکربن جایگزین می‌گردد. شکلی از پاکسازی شامل حذف اکسیژن از فضای محدود و جایگزینی آن با گازهای بی اثر مانند ازت و دی اکسید کربن است، اینرسی یا بی‌اثر کردن نامیده می‌شود. باید دقت شود پس از پاکسازی آلاینده‌ها با گازهای بی اثر، فضا باید با هوای تازه تهویه شود تا جو به شرایط جوی عادی بازگردد.

هنگام پاکسازی مواد قابل اشتعال، تجهیزات مورد استفاده مانند نازل‌ها و

1- Cold work
2- Purging

لوله‌ها باید به فضا متصل شوند تا از ایجاد بارهای ساکن که می‌تواند باعث اشتعال شود، جلوگیری گردد. مدت زمان مورد نیاز برای حذف آلاینده‌ها، به غلظت آنها در اتمسفر و ظرفیت دستگاه‌های مورد استفاده برای جابه‌جایی هوا بستگی دارد.

۱- ۹- ۴. گاز زدایی

گاز زدایی[1] فرایند جمع‌آوری، اکسید کردن یا رفع کردن گازها و بخارات خارج شده از مخزن یا ظرف به گونه‌ای است که میزان رهاسازی ترکیبات آلی فرار به داخل اتمسفر را طی عملیات رهایش گاز و بخار به حداقل برساند یا از آن پیشگیری کند.

۱- ۹- ۵. گازسنجی

گاز سنجی[2]؛ یعنی سنجش غلظت گاز قابل اشتعال و یا سمّی یا کمبود اکسیژن یا فزونی اکسیژن محیط کاری (معمولاً فضای بسته) قبل از انجام نوع خاصی از فعالیتها و همچنین در حین فعالیت کاری با استفاده از وسیله سنجش مناسب که به منظور تامین آگاهی و هشدار برای افراد درگیر در کار انجام می-گیرد.

۱- ۹- ۶. جداکردن

جداکردن[3] فرایندی است که به واسطه آن فضای بسته 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. جداکردن موارد ذیل را شامل

1- Degassing
2- Gas test
3- Isolation

می‌شود: مسدودسازی[۱] یا کورکردن[۲]، از هم باز کردن[۳]، ناهمتراز سازی[۴]، بازکردن و برداشتن بخش‌هایی از خط یا لوله‌ها، استفاده از سیستم مسدودسازی دوبل و تخلیه[۵]، قفل‌زنی یا برچسب‌گذاری همه منابع انرژی، قفل کردن، بستن و برچسب زدن همه شیرها و مسدود کردن و جدا کردن همه اتصالات مکانیکی (که به این موارد محدود نمی‌گردد).

۱- ۹- ۷. همبند سازی

همبند سازی[۶] اتصال بخش‌های فلزی برای تشکیل مسیر رسانای الکتریکی است که اطمینان حاصل گردد پیوستگی الکتریکی برقرار است و ظرفیت برای هدایت ایمن هر جریان تولیدی احتمالی وجود دارد.

۱- ۹- ۸. قفل و آویز برگزنی

قفل و آویزبرگ‌زنی[۷] روش ایمن برای سرویس و تعمیرات ماشین آلات یا سیستم-های الکتریکی در مواردی می‌باشد که امکان آسیب کارکنان به واسطه راه‌اندازی غیرمنتظره، یا برق‌دار شدن تجهیزات وجود داشته باشد. قفل‌زنی به معنای کنترل انرژی در طی تعمیرات و نگهداری تجهیزات است که به سبب آن منابع انرژی بی‌برق شده، ایزوله شده و سپس برای پیشگیری از راه‌اندازی ناایمن تجهیزاتی که کارکنان را در معرض خطر قرار می‌دهد، قفل زده می‌شوند. برچسب‌زنی به معنای نصب برچسب هشدار برای آگاهی سایر کارکنان از حضور تجهیزاتی است که قفل شده‌اند. برچسب‌زنی وقتی موثر است که تکمیل کننده قفل‌زنی باشد.

1- Blanking
2- Blinding
3- Breaking
4- Misalignment
5- Double block and bleed
6- Bonding
7- Lock Out/Tag Out (LOTO)

فصل دوم :

خطرات و حوادث کار در فضای بسته

فصل دوم : خطرات و حوادث کار در فضای بسته

۲-۱ مقدمه

فضاهای بسته به‌طور قابل توجهی خطرناک‌تر از محل‌های معمولی کار هستند. طیف متنوعی از خطرات در فضاهای محصور و بسته وجود دارد که بسیاری از آنها خطرات عمومی بوده و به فضای بسته منحصر نیستند؛ اما همیشه به دلیل ماهیت بسته و محصور آن تشدید می‌شوند. بنابراین، عدم توجه به ایمنی کار در فضای بسته، خطا یا سهل‌انگاری به ظاهر ناچیز باعث می‌شود این خطرات جان افراد را تهدید کرده و حوادث غم انگیزی را رقم بزنند. وجود تجهیزاتي كه بدون هشدار قبلي به كار مي‌افتند، گازهاي سمي، مواد شيميايي خورنده يا حلال‌هاي آتشگير از جمله خطراتي هستند كه ممكن است در داخل فضاهاي بسته وجود داشته باشند. بسياري از اين فضاها به دليل نوع مواد داخل آنها يا شكل فيزيكي خاصي كه دارند مي‌توانند خطراتي را در محيط كار به وجود آورند. گير افتادن در فضاهاي بسته يا تجمع اتمسفر آلوده در آنها به دليل عدم وجود چرخش هوا از جمله خطرات اين فضاهاست. كار كردن در فضاي بسته به خودي خود داراي خطرات زيادي است. زيرا، در اين حالت كارگر مجبور است در نزديكي منبع خطر به كار بپردازد. كار در داخل فضاهاي بسته يكي از خطرناك‌ترين كارها در محيط‌هاي شغلي است. از اين رو است كه متخصصين ايمني همواره خطر كار در فضاهاي بسته را به كارگران و كارفرمايان گوشزد مي‌كنند. در اين فصل به معرفی خطرات موجود در فضاهای بسته

و دسته‌بندی این فضاها از نظر ایمنی پرداخته می‌شود.

۲-۲. خطرات و حوادث فضاهای بسته

به‌طور کلی ممکن است خطرات عمومی محیط کار در محیط بسته نیز وجود داشته باشد؛ اما فضاهای بسته می‌توانند به صورت بالقوه خطرات ویژه‌ای به همراه داشته باشند. تمام خطرات محیط کار عادی را در فضای بسته نیز می‌توان یافت. بنابراین در فضاهای بسته می‌توان انتظار طیف وسیعی از خطرات مانند خطرات فیزیکی، شیمیایی، ایمنی، بیولوژیک و ارگونومیک را داشت (شکل ۲-۱). در جدول ۲-۱ مهم‌ترین شرایط خطرناک، حوادث احتمالی و آسیب‌هایی که شاغلان این فضاها را تهدید می‌کند ارائه شده است.

انتشار گازهای سمی در تمیزکاری لجن

انتشار فیوم‌های جوشکاری در فضای بسته

به دام افتادن در فضای بسته و کمبود اکسیژن

دفن و غرق شدن در فضای بسته

شکل ۲-۱. برخی از خطرات موجود در فضاهای بسته

جدول ۲-۱. شایع‌ترین خطرات و آسیب‌های احتمالی ناشی از کار در فضای بسته (۱۰)

عامل خطرناک	شرایط خطرناک یا سناریوی احتمالی حادثه	آسیب یا بیماری احتمالی
خطرات ایمنی	به کار افتادن ناگهانی تجهیزات و قطعات گردنده و	درجات مختلف تروما، انواع آسیب‌ها، قطع عضو و مرگ
	تنگ و کوچک بودن فضا، شکل فیزیکی خاص فضای بسته	گیر کردن و به دام افتادن در فضای بسته
	جابه‌جایی یا حرکت کنترل نشده مواد (مانند دانه‌های غلات) و سیالات درون فضای بسته	غرق یا دفن شدن در سیالات یا فروریختن مواد و انسداد راه‌های دسترسی
	جریان برق ایمن نشده	درجات مختلف شوک الکتریکی و سوختگی الکتریکی
	ارتفاع و سطوح لغزنده	لغزیدن، افتادن یا سقوط از ارتفاع
	وجود یا انتشار گازها و بخارات قابل اشتعال و انفجار	آتش سوزی و انفجار
خطرات شیمیایی	وجود یا انتشار گازها و بخارات سمی، عدم چرخش و تهویه هوای درون فضای بسته	مسمومیت و مرگ
	کمبود اکسیژن	هیپوکسی و مرگ
	وجود مایعات و جامدات سمی	درجات مختلف سوختگی‌های شیمیایی یا سایر بیماری‌های ناشی از تماس پوستی با مواد سمی
	انتشار بوی نامطبوع	احساس کلافگی و نارضایتی
خطرات بیولوژیک	وجود ویروس‌ها، باکتری‌ها از لجن، قارچ‌ها یا کپک‌ها	بروز بیماری‌های پوستی، تنفسی یا سایر بیماری‌های ناشی از میکروارگانیسم ها
خطرات فیزیکی	صدا و ارتعاش بیش از حد	عوارض جسمی موضعی و سیستمیک و عواش روانی ناشی از تماس با صدا و ارتعاش بالاتر از حدود مجاز
	گرما و سرمای بیش از حد	درجات مختلف گرمازدگی و سرمازدگی
	کمبود نور و دید ناکافی	کاهش ادراک فضایی از محیط و کاهش درک خطرات، آسیب‌های چشمی احتمالی
	تشعشات مختلف	آسیب‌های مختلف بسته به نوع پرتو (یونیزان/غیریونیزان)

با وجود طیف بزرگی از خطرات کار در فضای بسته، مهم ترین و شایع ترین خطرات موجود در فضاهای بسته، به شرایط اتمسفری این فضاها مربوط است. کمبود اکسیژن، وجود گازها و بخارات سمی و گازها و بخارات قابل اشتعال یا انفجار جزو مهم‌ترین خطرات محسوب می‌شوند.

بر همین اساس خفگی ناشی از کمبود اکسیژن شایع‌ترین عامل مرگ در فضاهای بسته است. با این حال خفگی ناشی از مسمومیت با گازهای خطرناکی مانند CO و H_2S، غرق یا مدفون شدن در فضای بسته و آتش سوزی نیز از حوادث شایع در فضاهای بسته هستند. درحوادث ناشی از کار در فضاهای بسته بسیاری از افراد در حین تلاش برای نجات سایر کارکنان جان خود را از دست می‌دهند. بنابراین، نجات گران بالقوه و مبتدی که برای نجات همکاران گرفتار شده‌ی خود در فضای بسته اقدام می‌کنند و گاه امدادگران حرفه‌ای جزو بیشترین جان باختگان حوادث فضاهای بسته هستند؛ آمارهای موجود در این زمینه بسیار متنوعند ولی در منابع مختلف بین ۶۰ تا ۹۰% جان باختگان جزو این گروه‌ها هستند. در ادامه خطرات ویژه کار در فضای بسته در ادامه توضیح داده می‌شوند.

۲- ۳. اتمسفر خطرناک[1]

به‌طور کلی اتمسفر خطرناک در فضای بسته به اتمسفری گفته می‌شود که در آن چند ویژگی زیر وجود داشته باشد: (۱۱)

۱۸. کمبود اکسیژن: در فضاهای بسته به دلیل جایگزینی اکسیژن هوا توسط گازهای دیگر، جذب هوا بر روی سطوح فولادی، یا در اثر فرآیندهای بیولوژیکی یا واکنش‌های شیمیایی سطح اکسیژن کاهش پیدا می‌کند.

۱۹. محیط غنی از اکسیژن: افزایش سطح اکسیژن شرایط ایده‌آلی محسوب

1- Hazardous atmosphere

نمی‌شود. افزایش سطح اکسیژن در حضور مواد قابل‌احتراق می‌تواند خطر آتش سوزی و انفجار را بیشتر کند، همچنین، موادی که در هوای عادی نمی‌سوزند ممکن است در جوی با اکسیژن غنی شروع به سوختن کنند.

۲۰. گازها و بخارات سمی: مواجهه با گازهای سمی آثار حاد سلامتی مانند اختلال تصمیم‌گیری، بیهوشی، یا مرگ به همراه دارد. در فضای بسته، به کارگیری شعله حین عملیات یا تولید آن به دلیل انجام دادن کاری خاص می‌تواند باعث تشکیل اتمسفر سمی شود. نشت از تأسیسات مجاوری که به درستی ایزوله نشده‌اند، وجود لجن و رسوبات دیگر، گازهایی که از زیر رسوبات در اثر انجام دادن کار آزاد می‌شوند، بقایای مواد ذخیره یا پردازش‌شده قبلی، همگی ممکن است سبب تشکیل اتمسفری سمی در فضای بسته شوند.

۲۱. گازها، بخارات و گرد و غبار قابل‌اشتعال یا قابل‌انفجار: وجود گازها یا مایعات قابل‌اشتعال، معلق‌بودن گرد و غبار قابل‌احتراق می‌تواند در فضای بسته اتمسفر خطرناکی شکل بدهد. احتراق اتمسفر قابل‌اشتعال ممکن است به دفع گازهای داغی منجر شود که می‌تواند باعث از هم پاشیدگی سازه گردد.

با این توضیحات و به بیان دقیق‌تر، اتمسفر خطرناک به اتمسفری گفته می‌شود که پتانسیل مواجهه ورود کننده‌ها با مرگ، ناتوانی، اختلال در توانایی فرد برای نجات خود ، صدمه یا بیماری مزمن به واسطه یا بیش از یکی از علل ذیل را داراست:

- گاز قابل اشتعال، بخار یا مه در بالای ۱۰ %حد اشتعال پایین (LEL)
- گردوغبار هوابرد قابل احتراق در غلظتی با حد اشتعال ۸۰% درصد آن یا بالاتر
- غلظت اکسیژن اتمسفر متفاوت از هوای پیرامون باشد.
- غلظت اتمسفر هر ماده متجاوز از مقادیر حد مجاز مشخص شده در استاندارد تماس شغلی باشد.
- هر شرایط اتمسفری که باعث شرایط خطر فوری برای حیات یا سلامت

می‌گردد (IDLH)

با توجه به این تعریف سنجش غلظت گازها و بخارات موجود در فضای بسته به دلیل نقش پررنگ آنها در بروز حوادث از مهم‌ترین اقدامات در ایمن‌سازی کار در فضای بسته است. در فصول آینده به تفصیل در خصوص گازسنجی صحبت خواهد شد. پیش از آن در ادامه جزئیات بیشتری در خصوص شرایط ایجاد کننده اتمسفر خطرناک ارائه می‌شود.

۲- ۳- ۱. اکسیژن

اکسیژن عنصری حیاتی برای تنفس انسان است. در شرایط عادی هوا حاوی حدود ۲۱ درصد اکسیژن است. این میزان اکسیژن شیب غلظتی مناسب برای تبادل اکسیژن و دی اکسید کربن در ریه‌ها را ایجاد می‌کند. بنابراین کاهش این مقدار سبب بروز مشکلات تنفسی خواهد شد. وجود گازهای خفه‌کننده‌ی ساده[1] مانند آرگون، نیتروژن یا دی اکسید کربن ممکن است باعث کاهش غلظت حجمی اکسیژن در ترکیب هوا شوند.

حداقل میزان اکسیژن برای ادامه بقا و فعالیت انسان ۱۹/۵ درصد است. تأثیر کمبود اکسیژن بسته به غلظت کلی آن و غلظت گازهای دیگر در اتمسفر می‌تواند تدریجی یا ناگهانی باشد. با کاهش غلظت به تدریج علایم سوی آن در قالب تنفس سریع و کوتاه، ضربان قلب تند، حالت تهوع، استفراغ، کلافگی، ناراحتی عاطفی و خستگی ذهنی، کاهش قدرت قضاوت، کاهش سطح هوشیاری، تشنج، بیهوشی، کما و مرگ رخ می‌دهد. با رسیدن غلظت اکسیژن به حد ۴ تا ۶ درصد فرد در عرض ۴۰ ثانیه به حالت کما می‌رود و جان خود را از دست می‌دهد. شرایط کمبود اکسیژن ممکن است به‌دلیل زنگ‌زدگی یا خوردگی فلزات، تخمیر یا هر واکنش اکسیداسیون که اکسیژن مصرف می‌کند، ایجاد گردد. هنگامی که مواد تجزیه می‌شوند، اکسیژن از اتمسفر گرفته می‌شود تا فرآیند اکسیداسیون را تامین کند. (۱۲)

1- Simple asphyxiants

غنی‌شدن از اکسیژن[1] هنگامی رخ می‌دهد که غلظت اکسیژن از ۲۰/۸ درصد حجمی بالاتر رود، در چنین اتمسفری احتمال و شدت آتش‌سوزی یا انفجار به‌طور قابل توجهی رو به افزایش می‌گذارد. افزایش غلظت گاز اکسیژن به بالای ۲۳/۵ درصد بر میزان اکسیداسیون می‌افزاید و علاوه‌بر آنکه فرد را در معرض مسمومیت با اکسیژن قرار می‌دهد. درجدول ۲-۲ آثار غلظت‌های مختلف اکسیژن بر بدن انسان و نیز تاثیر آن بر سوختن شعله ارائه شده است.

جدول۲-۲. نشانه‌های کمبود اکسیژن در اتمسفر بر بدن انسان و تاثیر آن بر سوختن شعله (۱۲ و ۳۹)

درصد حجمی اکسیژن	علایم در انسان	ویژگی شعله
۲۳,۵٪	حداکثر غلظت ایمن، سرخوشی و شعف غیر طبیعی، عدم کنترل اعمال، در صورت افزایش غلظت، احتمال مسمومیت اکسیژنی (اکثر حسگرهای اکسیژن در ۲۳٪ هشدار می‌دهند)	شعله ور می‌شود
۲۱-۲۰٪	غلظت طبیعی اکسیژن در هوا، تنفس و حالت طبیعی	معمول
۱۹,۵٪	حداقل غلظت ایمن (اغلب حسگرهای اکسیژن در ۱۹٪ هشدار می‌دهند)	معمول
۱۹-۱۵٪	کمبود مختصر اکسیژن، اولین علایم کمبود اکسیژن در بدن (هیپوکسی) پدیدار می‌شود. توان فعالیت بدنی به شدت کم شده و ممکن است نشانه‌های اولیه‌ای از اختلالات قلبی و تنفسی نمایان - شود.	ضعیف می‌شود
۱۴-۱۲٪	تعداد تنفس در هنگام فعالیت افزایش می‌یابد، نبض بالا می‌رود وقدرت تشخیص، قضاوت و هماهنگی عضلانی کم می‌شود.	
۱۲-۱۰٪	کمبود متوسط اکسیژن، تعداد و عمق نفسها افزایش می‌یابد. قدرت قضاوت و تشخیص شدیدا کاهش پیدا می‌کند و رنگ لبها به آبی می‌گراید.	خاموش می‌شود
۱۰-۸٪	کمبود شدید اکسیژن، ناتوانی در حرکت، از دست دادن قدرت تفکر، خاکستری شدن صورت، آبی شدن کامل لب ها، حالت تهوع، استفراغ، عدم هوشیاری	

1- Oxygen Enrichment

درصد حجمی اکسیژن	علایم در انسان	ویژگی شعله
٦-٨٪	تدوام به مدت ٦ دقیقه: ٥٠٪ احتمال مرگ تدوام به مدت ٨ دقیقه: ١٠٠٪ احتمال مرگ	
٤-٦٪	کمبود بسیار شدید اکسیژن، در عرض ٤٠ ثانیه فرد به کما می‌رود، تشنج، قطع تنفس و مرگ اتفاق می‌افتد.	

با توجه به این توضیحات سنجش غلظت اکسیژن محیط محصور پیش از ورود و همچنین حین انجام عملیات از ضروریات کار در فضاهای بسته می‌باشد. کاهش اکسیژن هوا می‌تواند در جایی که آب زیرزمینی از روی سنگ‌گچ و سنگ‌آهک عبور می‌کند و دی‌اکسیدکربن تولید می‌شود، رخ دهد. همچنین، در انبار کشتی‌ها، کانتینرها در نتیجه واکنش محموله با اکسیژن و در مخازن فولادی هنگام تشکیل زنگ‌آهن سطح اکسیژن ممکن است کاهش پیدا کند. (۱۲)

۲- ۳- ۲. گازها و بخارت سمی

گازها و بخارات سمی در فضاهای بسته‌ای که محل ذخیره مواد شیمیایی در فرم مایع یا گاز است، وجود دارند. در زمان خالی بودن این فضاها نیز احتمال وجود گازها و بخارات سمی متصاعد شده از ته مانده یا لجن مواد شیمیایی گازها و بخارات متصاعد شده وجود دارد. مهم‌ترین منابع ایجاد کننده اتمسفرهای سمی در فضاهای محدود عبارتند از محصولات ذخیره شده شامل گازهای آزاد شده پس از عملیات تمیزکاری و مواد جذب شده در دیواره‌ها نوع فعالیت‌های انجام شده. همچنین گازها، دود یا بخارهای سمی در فاضلاب‌ها و چاه‌ها و چاله‌های متصل به سیستم فاضلاب تجمع میابند. نشت لوله حاوی گاز سمی متصل به فضای بسته و نشت گاز سمی در ترانشه‌ها و گودال‌های زمین‌های آلوده، مانند محل دپوی زباله‌های قدیمی نیز از سناریوهای محتمل برای آلودگی اتمسفر فضای بسته با گازها و بخارات سمی است.

آلاینده‌های سمی هوابرد در غلظت‌های بالاتر از حدود مجاز مواجهه شغلی[1] به تهدید سلامت شاغلان در این نوع فضاها قادر می‌باشند. حدود مجاز مواجهه شغلی به غلظت آلاینده‌های هوابرد مواد شیمیایی اشاره دارد و شرایطی را بیان می‌کند که اگر کارگران به‌طور مداوم و به شکل روزانه در طول مدت زمان سنوات کاری خود با آن مواجهه داشته باشند، تقریباً همه آنها از تأثیرات زیان آور این مواد مصون خواهند ماند. مبنای تعیین حد مجاز مواجهه شغلی، آسیب وارده بر یا چند ارگان بدن است و برای هر ماده می‌تواند متفاوت باشد. غلظت هوابرد این مواد برحسب قسمت در میلیون (ppm)یا میلیگرم بر مترمکعب (mg/m3) بیان می‌شوند. حدود مجاز مواجهه شغلی مواد در چهار گروه طبقه بندی می‌شوند:

- متوسط وزنی-زمانی TWA[2] (میانگین تماس ۸ ساعته و ۴۰ ساعت کار در هفته با حداقل فاصله زمانی ۱۶ ساعت)
- حد مواجهه کوتاه مدت STEL[3] (غلظتی که فرد مجاز است در طول روز حداکثر ۴ بار، هر بار به مدت ۱۵ دقیقه با فواصل ۶۰ دقیقه‌ای از تماس قبلی، با ماده شیمیایی مواجهه داشته باشد)
- سقفی[4] (غلظتی از ماده که تماس با آن نباید حتی برای لحظه اتفاق بیفتد)
- حد مجاز سطح[5] (غلظتی از ماده روی سطوح که تماس مستقیم یا غیر مستقیم با آن احتمال آثار مضر ندارد)

به‌طور معمول برای مواد شیمیایی مختلف یا دو حد مجاز مواجهه شغلی (بسته به ویژگی‌های سم شناسی آن ماده) گزارش می‌شود و انتخاب هر کدام از این

1- Occupational Exposure Limit (OEL)
2- OEL-Time Weighted Average
3- OEL-Short-Term Exposure Limit
4- Ceiling
5- Surface limit (SL)

شاخص‌ها برای تصمیم‌گیری در خصوص شرایط کار کارکنان به سمیت ماده، زمان تماس و عوامل دیگر بستگی دارد. بنابراین، استفاده از هر کدام از این شاخص‌ها برای سنجش مقدار آلاینده و صدور مجوز کار در فضا بسته به ارزیابی این عوامل توسط کارشناس بستگی خواهد داشت. برای اطلاع از غلظت مجاز گازهای مختلف در ایران باید به آخرین ویرایش کتابچه حدود مجاز مواجهه شغلی مراجعه و استناد کرد. در جدول ۲-۳ حدود مجاز تماس برخی از گازها و بخارات ارائه شده است.

جدول ۲-۳. حدود مجاز مواجهه شغلی برخی از مواد سمی

کشور-OEL(۱۴۰۰ (بر اساس ویرایش پنجم کتابچه

ماده شیمیایی	حد مجاز شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
	OEL- TWA	STEL/C	
H2S (سولفید هیدروژن)	1 ppm	5 ppm	تحریک قسمت مذکورانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
SO2 (دی کسید سولفور)	---	0.25 ppm	واکنش ریوی؛ تحریک قسمت تحتانی تنفسی
CO (مونوکسید کربن)	25 ppm	---	کربوکسی هموگلوبین
CO2 (دی کسید کربن)	5000 ppm	30000 ppm	خفگی
N (نیتروژن یا ازت (به فرانسه))	---	---	خفقان آور ساده (کاهش غلظت حجمی اکسیژن)
NO (مونوکسید نیتروژن یا نیتریک اکسید)	25 ppm	---	هیپوکسیا/سیانوزیس؛ ایجاد نیتروزیل - هموگلوبین؛ تحریک قسمت مذکورانی دستگاه تنفس
NO2 (دی کسید نیتروژن)	0.2 ppm	---	تحریک قسمت تحتانی تنفسی
C6H6 (بنزن)	0.5 ppm	2.5 ppm	سرطان خون
C7H8 (تولوئن)	20 ppm	---	اختلال سیستم اعصاب مرکزی، بینایی و شنوایی، سیستم تولید مثل زنان، سقط جنینی
C8H10 (اتیل بنزن)	20 ppm	---	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و آسیب کلیوی(نفروپاتی)؛ اختلال بخش حلزونی گوش میانی
C8H10 (زایلن)	100 ppm	150 ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست؛ اختلال سیستم

ماده شیمیایی	حد مجاز شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
	OEL- TWA	STEL/C	
			اعصاب مرکزی

تماس با غلظت‌های بالاتر از حدود مجاز مواجهه شغلی در مورد بسیاری از گازهای سمی موجود در فضاهای بسته ظرف مدت چند ثانیه یا چند ساعت منجر به مرگ افراد خواهد شد. بنابراین سنجش غلظت این آلاینده‌ها پیش از صدور مجوز ورود به فضای بسته از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. برای مثال گاز CO در غلظت بالا و 200 ppm در کمتر از ساعت باعث مرگ خواهد شد. این غلظت در مورد گاز H_2S در حدود 1000 ppm است که در مدت زمان چند دقیقه باعث مرگ فرد می‌شود.

علاوه بر حدود مجاز مواجهه شغلی که به‌عنوان معیاری برای ارزیابی تماس‌های طولانی مدت شغلی مورد استفاده می‌گیرد، ضروری است معیارهای مواجهه کوتاه مدت و حاد نیز برای مدیریت ایمنی کار در فضاهای بسته مورد توجه قرار گیرد. این معیارها برای مدیریت ورود کارکنان به فضاهای بسته‌ی دارای اتمسفر بسیار خطرناک یا ورود به فضای بسته در شرایط اضطراری برای کارکنان تیم‌های امداد و نجات مورد استفاده قرار می‌گیرند.

مواجهه حاد یا کوتاه مدت با غلظت‌های بالای برخی از مواد شیمیایی موجود در هوا، این توانایی را دارد که به سرعت کارگران را تحت تأثیر قرار داده و منجر به طیف گسترده‌ای از پیامدهای نامطلوب سلامتی مانند تحریک چشم‌ها و مجاری تنفسی، آثار شدید سلامتی غیرقابل برگشت، اختلال در توانایی برای فرار از محیط خطرناک و در موارد شدید، مرگ باشد. شاخص‌ترین معیار در این خصوص، شاخص «فوراً خطرناک برای زندگی یا سلامتی[1]» است که توسط موسسه ملی ایمنی و

1- Immediately Dangerous to Life or Health (IDLH)

بهداشت شغلی امریکا[1] در دهه ۷۰ میلادی ارائه شده است است و به‌عنوان یکی از معیارهای انتخاب تجهیزات حفاظت تنفسی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مقادیر IDLH برای هر ماده به دو منظور تعیین شده است نخست، برای اطمینان از اینکه کارگر می‌تواند در صورت خرابی تجهیزات حفاظت تنفسی‌اش از محیط آلوده به آن ماده فرار کرده و جان خود را نجات دهد. دوم، برای نشان دادن حداکثر غلظتی که بالاتر از آن، حضور در آن فضا تنها در صورت استفاده از دستگاه حفاظت تنفسی بسیار قابل اعتماد که حداکثر حفاظت را ایجاد می‌کند، مجاز است. پس به بیان داده مقادیر IDLH غلظتی را تعیین می‌کند که تماس با آن بدون دستگاه حفاظت تنفسی مناسب، منجر به آثار دائمی بر سلامتی و از دست رفتن قدرت فرار و نجات می‌شود. در جدول ۲-۴ مقادیر IDLH برای برخی از گازهای خطرناک مطرح در فضاهای بسته ارائه شده است.

جدول ۲-۴. مقادیر IDLH(۴۰) برای برخی از گازهای خطرناک موجود در فضاهای بسته

نام ماده	مقدارIDLH
(دی اکسید سولفور)SO2	100 ppm
(سولفید هیدورژن)H2S	100 ppm
(مونوکسید نیتروژن)NO	100 ppm
(دی اکسید نیتروژن)NO2	13 ppm
(مونوکسید کربن)CO	1200 ppm
(دی اکسید کربن)CO2	40000 ppm
(بنزن)C6H6	500 ppm
(تولوئن)C7H8	500 ppm
(اتیل بنزن)C8H10	800 ppm
(زایلن- ایزومرهای ارتو-پارا و متا)C8H10	900 ppm

1- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)

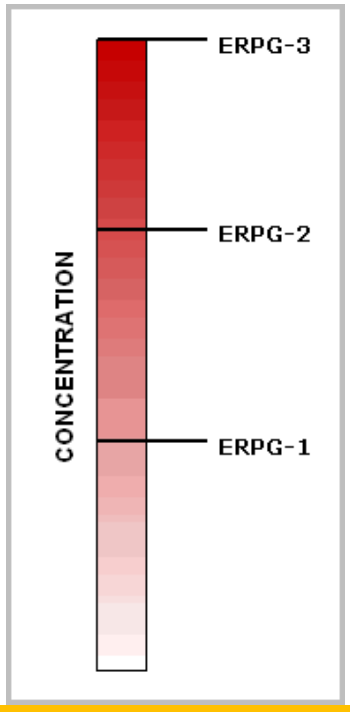
شاخص دیگر برای تماس‌های شدید در شرایط بحرانی شاخص ERGP است. مقادیر ERGP غلظت‌هایی را تخمین می‌زند که اگر به مدت ۱ ساعت در معرض مواد شیمیایی خطرناک موجود در هوا باشید، بیشتر افراد آثار سلامتی را تجربه خواهند کرد. افراد حساس مورد توجه این دستورالعمل قرار نمی‌گیرند و ممکن است در غلظت‌های کمتر نیز آثار نامطلوبی را تجربه کنند.

برای یک ماده شیمیایی ممکن است سه مقدارERGP وجود داشته باشد (شکل ۲-۲):

ERGP-1: حداکثر غلظت موجود در هوا است که پایین‌تر از آن تقریباً همه افراد می‌توانند تا ۱ ساعت در معرض ماده شیمیایی قرار بگیرند، بدون این‌که حتی آثار نامطلوب خفیف و گذرا تجربه یا بوی نامطلوبی احساس کنند.

ERGP-2: حداکثر غلظت موجود در هوا است که پایین‌تر از آن تقریباً همه افراد می‌توانند تا ۱ ساعت در معرض ماده شیمیایی قرار گیرند، بدون اینکه با عوارض یا علائم سلامتی غیرقابل برگشت یا جدی دیگری که ممکن است توانایی فرد را برای اقدامات محافظتی مختل کند، مواجه شوند.

ERGP-3: حداکثر غلظت موجود در هوا است که کمتر از آن تقریباً همه افراد می‌توانند تا ۱ ساعت در معرض قرار بگیرند بدون اینکه آثار سلامتی تهدیدکننده زندگی تجربه کنند.



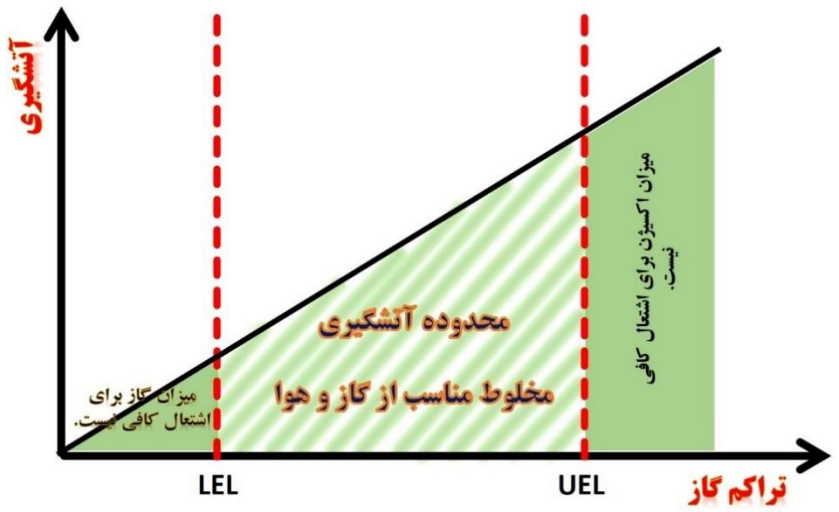
شکل ۲-۲. سطوح ERGP

۲- ۳- ۳. اتمسفر قابل اشتعال و قابل انفجار

وجود مقدار لازم از اکسیژن و بخارات و گازهای قابل اشتعال و انفجار مانند هیدروژن، متان، استیلن، پروپان، بخارات بنزین و سایر هیدروکربن‌ها در فضای بسته می‌تواند شرایط را برای انفجار یا ایجاد شعله در فضای بسته فراهم کند. وجود مخلوط مناسب از گاز یا بخار قابل اشتعال با هوا عنصر اصلی در پیدایش چنین شرایطی است. در صورتی که چنین غلظتی از هوا و ماده قابل اشتعال یا انفجار وجود داشته باشد، هرگونه منبع احتمالی شعله مانند ابزارهای برقی دستی، جوشکاری، برشکاری و یا استعمال دخانیات توسط حریق یا انفجار را آغاز خواهد کرد. بنابراین، کنترل اتمسفر فضای بسته از نظر جلوگیری از ایجاد ترکیب مناسب هوا-سوخت در حفظ ایمنی کار در فضای بسته بسیار حیاتی است.

غلظت حجمی مناسب برای هر ماده قابل اشتعال یا انفجار به ویژگی‌های

فیزیکی و شیمیایی آن ماده بستگی دارد. بنابراین با تعیین دو محدوده غلظتی شامل حد پایین انفجار[1] و حد بالای انفجار[2] می‌توان دامنه غلظتی مخلوط را شناسایی و آن را مدیریت کرد. در غلظت‌های پایین‌تر از LEL مقدار ماده سوختنی به اندازه‌ای نیست که رسیدن منبع شعله بتواند آن را مشتعل یا منفجر کند. در غلظت‌های بالاتر از UEL نیز غلظت اکسیژن در مخلوط موجود در حدی نیست که بتواند واکنش‌های اکسیداسیون را پیش ببرد (شکل ۲-۳). بنابراین باید از تشکیل محدوده خطرناک غلظت میان LEL و UEL در فضاهای بسته جلوگیری کرد.

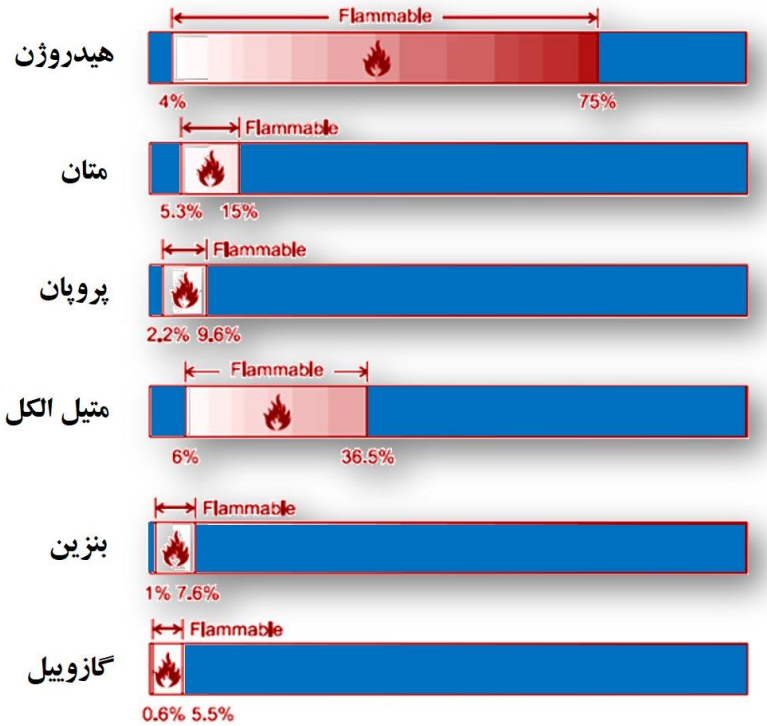


شکل ۲-۳. حدود پایین و بالای قابل انفجار

برای مثال حد پایین انفجار برای گاز متان ۵% است. یعنی اگر گاز متان با ۹۵% هوا مخلوط شده و در معرض حرارت باشد منفجر خواهد شد. حد بالای این گاز نیز حدود ۱۵% می‌باشد. یعنی مخلوطی از ۱۵% متان و ۸۵% هوا قابلیت انفجار در صورت رسیدن شعله یا منبع جرقه را خواهد داشت. در پایین تر و بالاتر از این مقادیر مخلوط موجود قابلیت انفجار یا اشتعال نخواهد داشت. هر اندازه که بازه غلظتی

1- Lower Explosion Limit (LEL)
2- Upper Explosion Limit (UEL)

برای حدود بالا و پایین آتشگیری یا انفجار گاز بزرگ‌تر باشد، خطرناک‌تر است و کنترل آن از نظر ایمنی مهم‌تر، دشوارتر و پیچیده‌تر خواهد بود. اندازه این بازه شکل ۲-۴ برای چند گاز نمایش داده شده است. در جدول ۲-۵ نیز حدود پایین بالای انفجار برای برخی از گازهای رایج مورد استفاده در صنعت ارائه شده است.



شکل۲-۴. بازه غلظت آتشگیری برای چند گاز و بخار

جدول ۲-۵. حدود پایین و بالای انفجار برای برخی از گازهای رایج مورد استفاده در صنعت (۴۱)

گاز	فرمول	حدود اشتعال پذیری (%)	
		LEL	UEL
هیدروژن	H_2	۴	۷۵/۶
سولفید هیدروژن	H_2S	۴/۳	۴۵/۵
آمونیاک	NH_3	۱۵/۵	۲۶/۶
مونوکسید کربن	CO	۱۲/۵	۷۴
متان	CH_4	۵	۱۵
اتان	C_2H_6	۳	۱۵/۵
پروپان	C_3H_8	۲	۹/۵
بوتان	C_4H_{10}	۱/۵	۸/۵
پنتان	C_5H_{12}	۱/۵	۷/۸
هگزان	C_6H_{14}	۱/۲	۷/۵
اکتان	C_8H_{18}	۱	۳/۲
استیلن	C_2H_2	۲/۰	۸۲
اتیلن	C_2H_4	۲/۷	۳۴
پروپیلن (پروپن)	C_3H_6	۲/۴	۱۰/۳
بوتادین	C_4H_6	۲	۱۱/۵
بنزن	C_6H_6	۱/۴	۷/۱
تولوئن	C_7H_8	۱/۳	۶/۷
استایرن	C_8H_8	۱/۱	۶/۱

۲-۴. سایر خطرات فضاهای بسته

همانطور که پیشتر ذکر شد اتمسفر خطرناک، خطر ویژه کار در فضاهای بسته است که می‌تواند پیامدها و خسارات بهداشتی و ایمنی مختلفی داشته باشد. با این

حال خطرات عمومی‌تری نیز در فضاهای بسته وجود دارد که سلامت و جان کارکنان را تهدید می‌کند. برای نمونه جریان‌های ناگهانی مایعات، آب گرفتگی، عوامل زیان آور بیولوژیکی و تراز بالای صدا (به ویژه با در نظر گرفتن انعکاس امواج در داخل فضاهای بسته)، ازجمله خطراتی هستند که سلامتی شاغلان این‌گونه فضاها را به شدت تهدید می‌کنند. با این حال می‌توان به‌طور کلی خطرات مکانیکی، الکتریکی و شرایط جوی فضاهای بسته را نیز جزو خطرات مهم کار در این فضاها برشمرد.

خطرات مکانیکی :

بریدگی، خراشیدگی، برخورد با اشیای، لغزش و سقوط ازجمله آسیب‌هایی است که به کرات دامنگیر شاغلان فضاهای بسته و محدود می‌شود. عواملی نظیر جانمایی فضا، ماهیت کار، محدودیت کاربرد برخی تجهیزات به همراه شرایط فیزیکی نامساعد از قبیل روشنایی نامناسب بر فراوانی و شدت عوارض مذکور می‌افزاید.

خطرات الکتریکی :

عدم استفاده از ابزارهای برقی ایمن، معیوب بودن ابزارهای برقی، مجهز نبودن تجهیزات برقی به سیستم ارت، بالا بودن درصد رطوبت نسبی یا خیس بودن محیط کار از جمله شرایط مساعد کننده برای خطرات الکتریکی می‌باشند.

درجه حرارت‌های نامناسب :

ماهای غیرطبیعی از خصوصیات فضاهای محدود محسوب می‌شود. علاوه براینکه سلامتی شاغلان را تهدید می‌کند، به افزایش بروز رفتارهای ناایمن در

بین آنها نیز کمک می‌کند. رطوبت نسبی بالا به همراه انجام عملیاتی نظیر جوشکاری و برشکاری، تهویه‌های نامناسب و استفاده از انواع تجهیزات حفاظت فردی به افزایش بیش از حد درجه حرارت و غیر قابل تحمل شدن آن کمک می‌کند. گفتنی است این خطر ممکن است در بعضی از فضاهای بسته مانند گودها و ترانشه‌ها در اقلیم‌های سرد، به صورت سرمای بیش از حد کرد پیدا کند.

در فصل مربوط به ارزیابی ریسک کار در فضای بسته، به موضوع شناسایی خطرات فضای بسته برای تصمیم‌گیری در خصوص نیاز به صدور مجوز کار و شیوه عملیات ایمن درون این فضاها پرداخته خواهد شد.

۲-۵. بررسی برخی حوادث کار در فضای بسته

در این بخش چند نمونه از حوادث کار در فضای بسته و علل آنها ارائه شده است.

۲- ۵- ۱. خفگی با نیتروژن درون راکتور

در ۲۷ مارس ۱۹۹۸ دو کارگر در کارگاه تولیدی شرکت یونیون‌کارباید حین انجام بازرسی به کمک نور سیاه[۱] در انتهای باز دچار خفگی با گاز نیتروژن شدند. دهانه لوله افقی به عرض ۴۸ اینچ باز بود زیرا تجهیزات فرآوری شیمیایی به منظور عملیات تعمیر و نگهداری از خط خارج شده بودند. برای محافظت از کاتالیزور جدید داخل راکتورها در برابر رطوبت، نیتروژن به تجهیزات تزریق شده و از طریق لوله‌کشی متصل به راکتورها در جریان بود. نیتروژن از طرف دیگر لوله باز که قبلاً به منبع تغذیه اکسیژن وصل شده بود، تخلیه می‌شود. در محل هیچ‌گونه علامت هشداری روی دهانه لوله نصب نشده بود تا کارگران متوجه فضای بسته داخل لوله شوند و هشداری هم وجود نداشت تا خطر لوله حاوی نیتروژن را مشخص کند. از آن‌جا که آفتاب ظهر، دیدن باقی‌مانده‌های چربی یا روغن را با نور سیاه دشوار می‌کرد، کارگران از ورقه

۱- از نور سیاه برای دیدن هر گونه باقی‌مانده مواد آلی مانند گریس یا روغن روی لوله استفاده می‌شود؛ زیرا پسماندهای آلی در زیر نور سیاه می‌درخشند.

پلاستیکی سیاه رنگ برای ایجاد منطقه کاری تیره‌تر استفاده کردند تا از تابش مستقیم نور خورشید جلوگیری کند و انجام آزمایش نور سیاه سهولت یابد. در که کارگران مشغول به آزمایش بودند، گاز نیتروژن را استنشاق کردند. کارگر بر خفگی جان خود را از دست داد و کارگر دیگر زنده ماند اما به شدت مجروح شد. استفاده از نیتروژن در فضاهای بسته بسیار خطرناک است زیرا توسط حواس انسان قابل تشخیص نمی‌باشد؛ اما با جابه‌جایی آن با اکسیژن در اتمسفر فضای بسته در عرض چند دقیقه باعث آسیب یا مرگ می‌شود. در شکل ۲-۵ صحنه فضای بسته‌ای که این حادثه در آن رخ داده، نشان داد شده است.

شکل ۲-۵. محلی که حادثه در آن رخ داده است

۲- ۵- ۲. آتش سوزی در تونل

در اکتبر سال ۲۰۰۷، وقوع آتش‌سوزی شیمیایی داخل فضای بسته‌ای که نیاز به دریافت مجوز داشت، در نیروگاه برق آبی Xcel Energy منجر به کشته شدن ۵ تن و زخمی شدن ۳ کارگر شد. نقاشان صنعتی در مراحل اولیه

پوشش‌زنی اپوکسی بخش فولادی پن‌استوک[1] ۴۳۰۰ فوتی بودند که آتش‌سوزی رخ می‌دهد. حلال قابل‌اشتعال که برای تمیز کردن تجهیزات اپوکسی در فضای باز پن‌استوک استفاده می‌شود، احتمالاً در اثر جرقه الکتریسیته ساکن مشتعل شده است. آتش اولیه به سرعت گسترش یافت و سطل‌های حاوی حلال و مقادیر قابل توجهی از مواد قابل‌احتراق اپوکسی را شعله‌ور کرد. همچنین در روز حادثه، ۱۶ گالن (۶۱ لیتر) حلال متیل اتیل کتون که بسیار قابل اشتعال است در سطل‌های پلاستیکی ذخیره شده بود و برای تمیز کردن اسپری اپوکسی و تجهیزات مربوط استفاده می‌شد. از بین ۱۱ کارگر در فضای بسته، ۵ نفر داخل پن‌استوک به دام افتادند و به خروج از فضای بسته آن قادر نشدند. بلافاصله تیم‌های واکنش اضطراری به این حادثه پاسخ دادند. به مدت ۴۵ دقیقه ۵ کارگر گرفتار شده به کمک رادیوهای دستی با همکاران و امدادگران اورژانس در ارتباط بودند اما درنهایت بر اثر استنشاق دود جان باختند.

۲- ۵- ۳. حادثه خفگی در تاسیسات پالایشگاه والرو

در نوامبر ۲۰۰۵ دو کارمند شرکت Matrix Service Industrial Contractors پالایشگاه Valero Energy Corporation در اثر خفگی نیتروژن جان باختند. همان‌طور که می‌دانیم، نیتروژن اغلب به تجهیزات فرآیند اضافه می‌شود تا غلظت اکسیژن داخل فضای بسته به میزان قابل توجهی کاهش یابد. این فضای خالی از اکسیژن در داخل تجهیزات خطرناک است زیرا اکسیژن کافی برای حفظ حیات افرادی که به داخل فضا وارد شده‌اند، وجود ندارد. چند روز قبل از این حادثه، سیستم تامین نیتروژن موقت در راکتور هیدروکراکر[2] (R1) نصب شده بود. اپراتورها دریچه نیتروژن

1- Penstock

در صنایع برق آبی مجرای محصور، مانند تونل یا لوله است که جریان آب را به توربین می‌رساند تا نیروی الکتریکی تولید کند.

۲-هیدروکراکر نفت سنگین را با استفاده از هیدروژن و کاتالیزور فشار بالا به هیدروکربن‌های سبک‌تر تبدیل می‌کند.

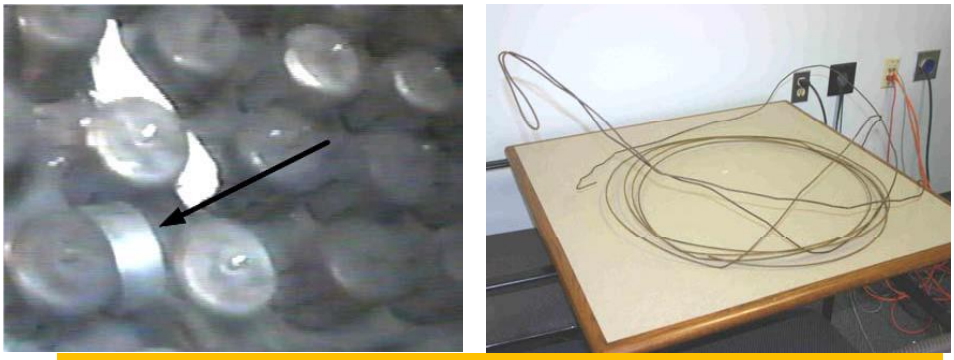
را حدود ۱ یا ۲ دور باز کردند تا داخل راکتور را پیش از بارگذاری کاتالیست، به کمک نیتروژن پاکسازی کنند. نیتروژن به آرامی از طریق مجرای بالایی، به‌عنوان تنها مسیر تخلیه در راکتور جریان پیدا می‌کند. نیتروژن داخل راکتور از واکنش کاتالیزور بارگذاری شده با اکسیژن موجود در هوا جلوگیری می‌کرد. برخلاف رویه‌های ایمنی پالایشگاه، شب حادثه هیچ‌گونه علامت هشدار برای پاکسازی نیتروژن و مانعی در محل کار وجود نداشت. دو روز پیش از حادثه، کارگران پس از پایان بارگیری کاتالیزور جدید، پوشش چوبی و برزنت پلاستیکی موقت روی راهروی قرار دادند تا از ریزش رطوبت و زباله به داخل راکتور جلوگیری شود. آنها همچنین علامت هشدار فضای بسته را به گل‌میخ‌های اطراف دهانه متصل کردند. پنج ساعت قبل از حادثه، سرکارگر نوار قرمز «خطر» را دور گل میخ‌ها می‌پیچد (شکل ۲-۶).

شکل ۲-۶. صحنه حادثه در پالایشگاه والرو

برای شروع کار در واحد هیدروکراکر، اپراتور مجوز کاری را برای خدمه شیفت شب دیگ بخار صادر می‌کند تا مونتاژ لوله را در R1.5 نصب کنند. اپراتور و سرکارگر توافق کردند که خدمه ابتدا فقط محل کار را تنظیم کنند و سرکارگر بعد از ناهار به اتاق کنترل بازگردد تا مجوز جدیدی برای از سر گیری ادامه کار نصب دریافت کند. با این حال، عنوان مجوز به «تنها تنظیم محل کار» محدود نشد و

علاوه بر این، وضعیت پاکسازی نیتروژن در مجوز علامت «N/A[1]» داشت اگرچه راکتور همچنان با نیتروژن در حال پاکسازی بود. در حدود ساعت ۱۱ شب، دو خدمه خدمه دیگ بخار پوشش چوبی را برداشتند و برزنت پلاستیکی سطح فلنج منوِی[2] را تمیز کردند که لازمه مونتاژ مجدد لوله بود. در حالی که خدمه دیگ در حال تمیز کردن سطح فلنج منوی بودند، لوله‌کش به آنها متذکر می‌شود که رول نوار چسب روی سینی توزیع زیر دهانه قرار دارد.

آنها برای بازیابی نوار قصد داشتند وارد راکتور شوند اما می‌دانستند که این کار به خدمه آموزش دیده، مجهز و دریافت مجوز ورود به فضای بسته نیاز دارد و احتمالاً آنها را تا پس از پایان شیفت کاری‌شان معطل کند. در عوض، تصمیم گرفتند قلاب با سیم بلند بسازند و آن را از طریق راهرو پایین بیاورند تا نوار را بازیابی کنند. چند دقیقه قبل از حادثه، کارگران راکتور مجاور، کارگری (اولین قربانی) را می‌بینند که در کنار گل‌میخ‌های اطراف زانو زده و سعی می‌کرد نوار را با سیم باز کند. هیچ کس به یاد نمی‌آورد که او به عمد وارد راکتور پر از نیتروژن می‌شود یا داخل آن سقوط می‌کند (شکل ۲-۷).



شکل ۲-۷. حلقه افتاده در مخزن و سیم تهیه شده برای خارج کردن آن از مخزن

فردی که روی سکوی راکتور مجاور کار می‌کرد، متوجه شده بود که سرکارگر دیگ

1- Not Applicable: قابل اجرا نیست
2- Manway

بخار (دومین قربانی) و مدیر شیفت شب از طریق راهرو به داخل R1 نگاه می‌کنند. سرکارگر با عجله نردبانی را برمی‌دارد و بلافاصله به پایین داخل رآکتور می‌رود. سپس متوجه می‌شود که مدیر شیفت شب فوراً از طریق رادیوی دستی خود کمک درخواست می‌کند و سپس آژیر اضطراری سایت فعال می‌شود. طبق شواهد تیم واکنش اضطراری و پرسنل ایمنی در کمتر از ۲ دقیقه به سکو می‌رسند و مشاهده می‌کنند که ۲ قربانی بی‌حرکت داخل راکتور دراز کشیده اند. آنها با استفاده از دستگاه اکسیژن‌سنج متوجه می‌شوند که غلظت اکسیژن نزدیک به صفر بوده است.

یک نفر از تیم واکنش اضطراری با پوشیدن ماسک تنفسی برای کمک به دو قربانی وارد راکتور می‌شود. از آن‌جا که دهانه راهرو تنها ۲۴ اینچ بود و قربانیان از طناب ایمنی استفاده نکرده بودند، بازیابی آنها از داخل راکتور بسیار دشوار بود. لذا، نیروهای امدادی کابل بالابر سه پایه مخصوص عملیات نجات از فضای بسته را دور قربانیان پیچیدند و آنها را یکی یکی بیرون آوردند. باوجود حضور به موقع امدادگران، قریب به ۱۰ دقیقه بود که قربانیان در اثر کمبود اکسیژن جان باخته بودند.

فصل سوم :

شناسایی خطر و ارزیابی ریسک فضاهای بسته

فصل سوم:خطرات و حوادث کار در فضای بسته

۳-۱. مقدمه

در صورتی که ورود به فضای بسته اجتناب‌ناپذیر باشد، باید ارزیابی ریسک مناسب و دقیقی انجام شود تا مشخص گردد برای اطمینان از ایمنی و سلامت افرادی که وارد می‌شوند و در فضای بسته کار می‌کنند، باید چه اقداماتی انجام شود. هدف از ارزیابی ریسک شناسایی خطرات مربوط، طراحی و تدوین دستورالعمل کار ایمن در فضای بسته و نیز طراحی و تدوین دستورالعمل عملیات واکنش در شرایط اضطراری می‌باشد. از این رو، شناسایی خطرات فضاهای بسته و ارزیابی ریسک آنها گام مهمی در مدیریت کار ایمن در این فضاهاست. اشتباه در شناسایی یا ارزیابی خطرات فضای بسته می‌تواند عواقب جدی و جبران‌ناپذیری به همراه داشته باشد. در برخی موارد شرایط کار در فضای بسته در کل مدت انجام عملیات خطرناک است. تنوع و غیرقابل پیش‌بینی بودن خطرات بالقوه فضاهای بسته سبب می‌شود تا اهمیت شناسایی، ارزیابی و کنترل خطرات این محیطها دوچندان شود. از طریق ارزیابی ریسک فضاهای بسته می‌توان در خصوص نوع و میزان خطر کار در فضای بسته اطلاعات دقیق به دست آورد و سپس در خصوص تمهیدات مورد نیاز برای انجام دادن کار در آن تصمیم‌گیری کرد. هنگام پایش خطرات فضای بسته، عوامل زیادی باید ارزیابی شوند. به همین دلیل جایی برای اشتباه وجود ندارد و این کار باید با تمرکز کامل انجام شود. در این فصل اطلاعات در خصوص ارزیابی ریسک این فضاها ارائه خواهد شد.

۳-۲. فرایند و الگوی ارزیابی ریسک فضای بسته

ارزیابی ریسک فضای بسته فرآیند سیستماتیک است که تضمین می‌کند روش‌های ایمن ورود، انجام دادن کار و خروج از فضای بسته به درستی رعایت می‌شوند و مجوزهای ضروری پیش از آغاز عملیات صادر می‌شوند. الگوهای ارزیابی ریسک فضای بسته و چک‌لیست‌های ایمنی در فرایند تست اتمسفر، ارزیابی وضعیت تهویه، استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب، تأیید امضای مسئولان و کارگران، و بررسی اسناد و مجوزها به کار گرفته می‌شوند. (۱۳) به‌طور کلی رئوس مباحث مطرح در ارزیابی و مدیریت ریسک فضای بسته می‌تواند شامل موارد زیر باشد (۱۴) :

- شرح نقش‌ها و مسئولیت‌ها و مشورت در مورد نحوه شناسایی فضاهای بسته
- شناسایی و ارزیابی تمام خطرات احتمالی (خطرات موجود در ابتدای کار، تغییرات به دلیل انجام عملیات)
- تعیین روش پایش و اندازه‌گیری اتمسفر فضای بسته
- اقدامات اصلاحی حذف یا کنترل تمام خطرات شناسایی‌شده
- تعیین تجهیزات حفاظت فردی مورد نیاز و برقراری سیستم واکنش در شرایط اضطراری
- برنامه آموزشی مدوّن برای کلیه کارگرانی که وارد فضاهای بسته می‌شوند.
- ایجاد سیستم قابل‌اعتماد صدور مجوز ورود و کار در فضای بسته
- گزارش و بررسی حوادث مربوط به کار در فضاهای بسته
- رهگیری و ثبت اسناد مربوط و دستورالعمل‌های مکتوب

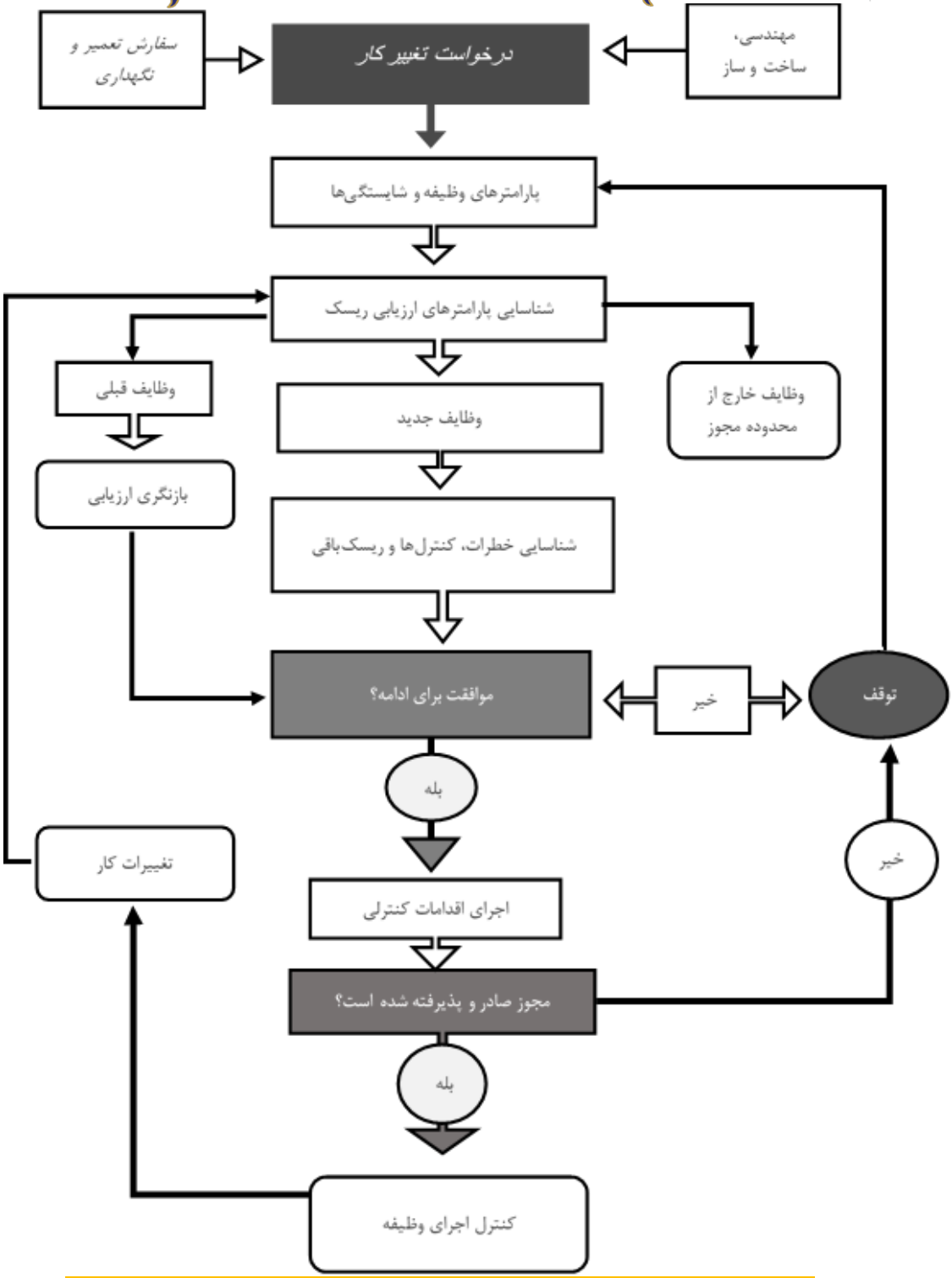
اطلاعات جمع‌آوری‌شده طی فرایند ارزیابی ریسک برای تهیه سندی استفاده می‌شود که اطلاعات و دستورالعمل‌هایی را به کارکنانی که قرار است کار را انجام دهند، ارائه می‌دهد که تمام اقدامات کنترلی ریسک و دلایل به‌کارگیری آنها شامل می‌شود. همچنین، دسترسی کسانی که حضورشان ضروری نمی‌باشد، به فضای

بسته محدود می‌کند و وسایل موردنیاز شرایط تخلیه اضطراری نیز مستند می شوند. هر زمان که شکی از وجود خطرات باشد، هرگز نباید با اطمینان خاطر از مسئله چشم‌پوشی شود.

فرایند ارزیابی ریسک بایستی خطرات را برای کسانی که وارد فضای بسته می‌شوند یا در آن‌جا کار می‌کنند، شناسایی و کنترل کند. همچنین، باید خطراتی که سایر کارگران از جمله پیمانکاران و عموم مردم را تهید می‌کند در نظر گرفته شود. در صورتی که سطح خطر شناسایی‌شده غیرقابل‌قبول باشد، بایستی از ورود به فضای بسته جلوگیری به عمل آید. اطلاعات ناقص در ارزیابی ریسک می‌تواند منجر به کاهش اثربخشی اقدامات احتیاطی در سیستم کار شود. (۱۴)

ذکر این نکته نیز ضروری است که برای برخی از فضاهای بسته، مانند فاضلاب زیرزمینی، انجام ارزیابی ریسک عمومی کافی است تا سیستم کار ایمن به‌عنوان مدل کلی برای فضاهای مشابه ایجاد شود. ولی برای محیط خاص با ویژگی‌های غیرمعمول نیاز به دقت و توجه بیشتری در فرایند شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک نیاز است تا سیستم کار ایمن ویژه برای آن فضا ایجاد گردد.

در شکل ۳-۱ دیاگرام نمونه از فرآیند و گردش کار مربوط به شناسایی، ارزیابی ریسک، صدور و تمدید مجوز کار در فضای بسته ارائه شده است.



شکل۳-۱. نمودار مجوز کار و ارزیابی ریسک

۳-۳. ارزیاب واجد صلاحیت

ارزیابی ریسک بایستی توسط فردی شایسته و مجرّب انجام بگیرد. فرد واجد صلاحیت کسی است که تجربه کافی و آشنایی با فرآیندها، ماشین‌آلات و تجهیزات مربوط را داشته باشد تا بتواند خطرات موجود را درک کند و اقدامات احتیاطی و ترتیبات اضطراری لازم را برای اطمینان از تأمین ایمنی و سلامت افراد به کار ببرد. در اغلب موارد پیچیده ممکن است به بیش از چند نفر برای ارزیابی خطرات حوزه‌های تخصصی نیاز باشد. لذا ضروری است هنگام ارزیابی خطرات ورود یا کار در فضای بسته و ایجاد سیستم ایمن کار و ترتیبات اضطراری با کارگران و کنندگان آنها مشورت شود. (۱۵)

۳-۴. شناسایی و ارزیابی خطرات فضای بسته

در زمینه شناسايي فضاهاي بسته بايد به اين نكته توجه كرد كه بايد تمامي كارگران شاغل در محل از وجود فضاهاي بسته كه كار در آنها به اخذ مجوزهاي لازم نياز است، آگاه باشند. كارگران بايد بدانند كه فضاهاي بسته در كجا واقعند، چه خطراتي دارند و كار در آنجا نيازمند اخذ مجوز كار است. براي آگاه كردن افراد از اين مسئله مي‌تواند علايم و تابلوهايي را در محل نصب كرد. در فرایند ارزیابی ریسک فضاهای بسته خطرات کلی که باید در نظر گرفته شود، شامل موارد زیر می‌باشد (۱۴):

- چه خطراتی در فضای بسته وجود دارد.
- چه خطراتی بر اثر انجام دادن کار در فضای بسته ایجاد می‌شود.
- چه خطراتی در بیرون وجود دارد که می‌تواند بر فرد داخل فضای بسته تأثیر بگذارد.

در ابتدا با ارزیابی وضعیت کلی فضای بسته باید مشخص شود چه مواد یا شرایطی وجود دارند که ممکن است باعث ایجاد خطرات شوند. ابعاد فیزیکی، ساختار و چیدمان می‌تواند بر کیفیت هوای داخل فضا، دما و رطوبت آن اثر

بگذارد. همچنین احتمال دارد امکان غوطه‌ور شدن توسط جامدات یا مایعات با جریان آزاد وجود داشته باشد. اگر فضای بسته کاملاً خالی نباشد، بایستی مشخص شود که چه موادی در داخل آن وجود دارد و چه خطراتی به همراه دارد.

ممکن است در اثر فرآیندهای بیولوژیکی یا شیمیایی در فضای بسته، گازهای خطرناک تولید شود. اطلاعات مربوط به موادی که از قبل در فضای بسته نگهداری، ذخیره یا استفاده شده‌اند، در فرایند شناسایی خطرات بسیار کارآمد می‌باشد. نشت گازها یا مایعات از تجهیزات، فرآیندها یا شبکه‌های گازی مجاور می‌تواند به‌طور غیرمنتظره‌ای در فضای بسته آلودگی ایجا کند. ممکن است از لوله‌کشی‌ها و مخازن ذخیره‌سازی واقع در فضای بسته نشتی رخ بدهد. حتی نشتی‌های بسیار کوچک می‌تواند در طی دوره زمانی، آلودگی قابل‌توجهی در اتمسفر فضای بسته ایجاد کند.

همچنین، امکان تشکیل خطرات در اثر انجام عملیات خاص در فضای بسته، بایستی ارزیابی شود؛ زیرا اغلب موارد خود عملیات کار ممکن است خطراتی را ایجاد کند. اگر کار همراه با پسمانده‌ها و آلودگی‌ها انجام شود، شرایط خطرناک‌تر هم می‌شود. کارهایی که در قسمت بیرونی فضای بسته انجام می‌شود. به‌عنوان مثال جوشکاری خارجی، نیز می‌تواند شرایط خطرناکی را در داخل ایجاد کند. برخی از خطراتی که می‌توانند ایمنی حریق فضای بسته را حین انجام دادن کار تهدید کنند شامل موارد قابل‌اشتعال، منابع اشتعال‌زا، مواد شیمیایی پاک‌کننده و موتورهای احتراقی می‌شود. برای جلوگیری از اثرگذاری خطرات بیرونی، بایستی امکان جداکردن فضای بسته ارزیابی شود. این نوع خطرات ورود مواد (مایعات، گازها، بخارات، گاز بی‌اثر، آب، مواد اولیه)، ورود منابع اشتعال‌زا، شروع به کار ناگهانی تجهیزات و بسته‌شدن سهوی فضای بسته (بستن یا مسدود شدن مسیرهای خروج) را شامل می‌شود. (۱)

در جریان ارزیابی ریسک، ارزیاب یا تیم ارزیابی باید وضعیت و احتمالات مرتبط با سه موضوع زیر را به دقت بررسی کنند:

- جداکردن نامناسب

- راه‌اندازی ناخواسته ماشین‌آلات
- کار در نزدیکی فضای بسته

جداکردن نامناسب از تجهیزات، فرآیندها و خدمات مجاور ممکن است به‌طور غیرمنتظره‌ای اجازه ورود مواد را به فضای بسته بدهد. در فرایند ارزیابی ریسک بایستی اثربخشی و اعتمادپذیری ابزارهای جداکردن، عواقب نشت شیرها، خطوط لوله، اتصالات و احتمال تخلیه ناگهانی و عواقب آن مشخص شود. کارکرد ناخواسته ماشین‌آلات یا تجهیزات، به‌عنوان مثال باز شدن خودکار شیرها توسط سیستم کنترل کارخانه یا راه‌اندازی غیرمنتظره سیستم پمپاژ در فاضلاب می‌تواند منجر به نقض عملکرد ابزارهای جداکردن شود و خطراتی مانند تماس با قطعات متحرک ماشین‌آلات به وجود می‌آید. در عملیات ورود به فضای بسته، بایستی نیروهای مکانیکی و الکتریکی بالقوه خطرناک از منبع تغذیه جدا شوند. فعالیت‌های دیگری که در نزدیکی ورودی انجام می‌شوند، ممکن است باعث ورود دودها، گرد و غبار یا جرقه به فضای بسته گردند. جوشکاری یا برشکاری خارج از فضای بسته می‌تواند به‌راحتی هوای داخل را مشتعل کند. درصورتی که خروجی سیستم تهویه نزدیک به ورودی فضای بسته باشد، ممکن است هوای خروجی به داخل بازگردد. (۱۴, ۱۶)

به‌طور کلی، ارزیابان در فرآیند شناسایی خطرات فضای بسته باید موارد زیر را مورد توجه قرار دهند: (۱۴)

- محیطی که به‌عنوان فضای بسته در آن کار انجام خواهد شد.
- وظیفه یا کاری که بایستی در فضای بسته انجام شود.
- مواد، ابزار و روشنایی موجود
- تهویه و پاکسازی اتمسفر
- جداکردن مکانیکی و الکتریکی تجهیزات
- امکان برقراری ارتباط میان اعضای عملیات کار در فضای بسته

- خستگی کارکنان درگیر در عملیات
- فرایند امداد و نجات در شرایط اضطراری

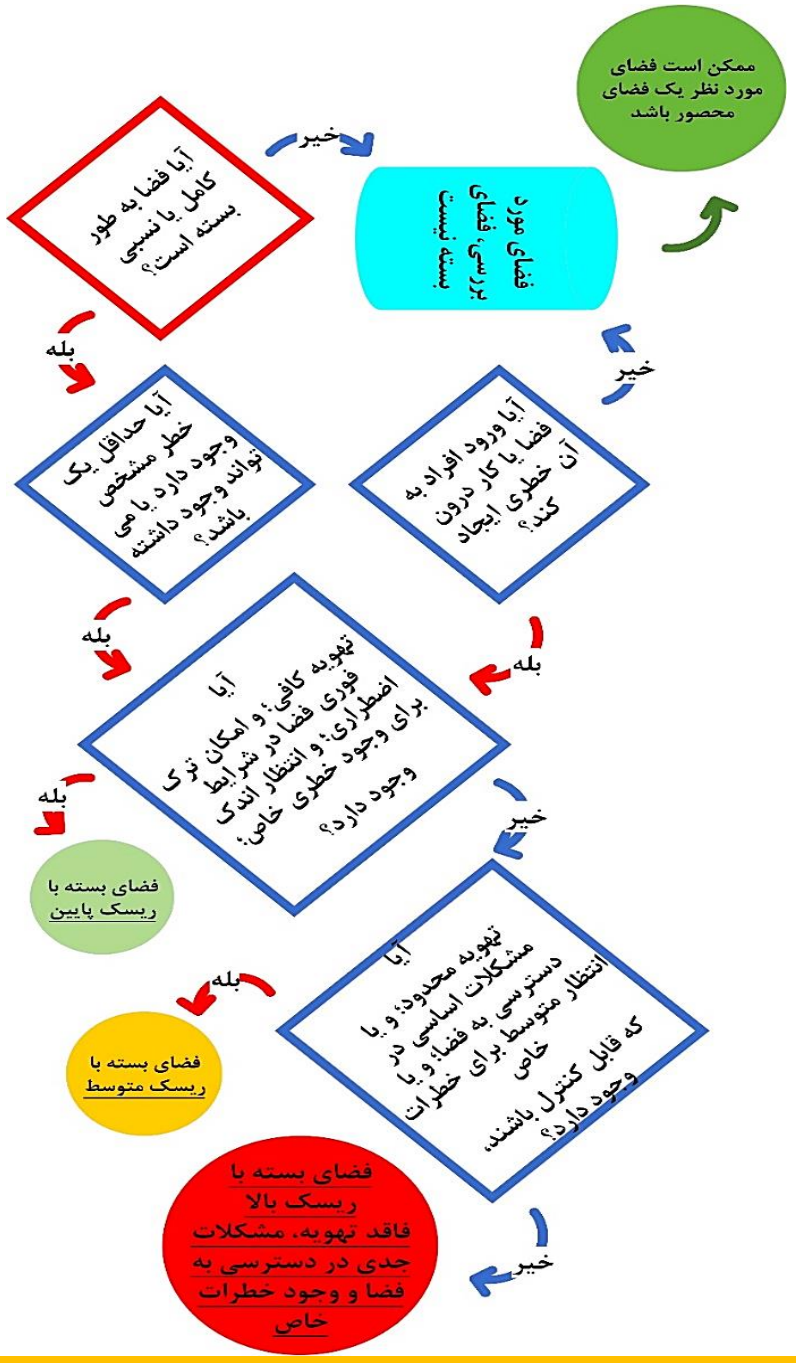
در جدول ۳-۱ نمونه‌ای از کاربرگ آنالیز ایمنی شغل (JSA) برای شناسایی خطرات ورود و کار در فضای بسته ارائه شده است.

جدول ۳-۱. نمونه جدول آنالیز ایمنی شغل برای کار در فضای بسته (۴۳)

کاربرگ آنالیز ایمنی شغل (JSA)			
عنوان شغل: کار در فضای بسته	تهیه کننده:		تاریخ تهیه:
	مراحل کار	خطر بالقوه	اقدامات کنترل خطر
۱	برنامه ریزی و آمادگی پیش از شروع به کار	۱. نقص در شناسایی صحیح خطرات و انتقال اطلاعات مربوط به ذی نفعان	۱. آموزش روش‌های مناسب شناسایی و تبادل اطلاعات خطر
۲	کار در فضای بسته	۱. خم شدن‌های ناشی از کار در مناطقی که نیاز به حرکات کششی طولانی مدت و/یا موقعیت‌های استاتیک نیاز دارند ۲. گیر افتادن و مشکل در خروج از فضای بسته ۳. تهویه ناکافی ۴. فرآیندهای کاری یا فعالیت‌های اطراف باعث ایجاد گازها، بخارات، جو خطرناک می‌شود ۵. کار در بالا، پایین یا کنار، باعث ایجاد خطر برای افتادن مواد می‌شود. ۶. لیز خوردن، سقوط و سکندری خوردن ۷. بریدگی، سوراخ شدن ۸. زباله در چشم	۱. قبل از شروع، کشش و خم شدن را انجام دهید و زمان را در فضای محدود محدود کنید. برای استراحت‌های ارگونومیک و کشش مکرر از فضا خارج شوید. ۲. محدودیت‌ها و اندازه بدن خود را بشناسید و از مناطقی که نمی‌توانید از آن خارج شوید دوری کنید. مخازن، شیلنگ‌ها و ابزار SCBA باید در نظر گرفته شوند. ۳. تهویه فضا از طریق تهویه مکانیکی مثبت؛ آزمایش هوای پیش از دسترسی و مداوم را در فضای محدود انجام دهید ۴. منطقه را برای سایر فعالیت‌های کاری ارزیابی کنید و اگر بر اتمسفر فضای بسته تأثیر منفی می‌گذارد، آنها را متوقف کنید. در صورت استفاده از مواد شیمیایی در فضا، از آماده سازی کافی از طریق خواندن SDS و رعایت اصول حفاظت فردی و کنترل‌های مهندسی ذکر شده اطمینان حاصل کنید ۵. برنامه کار و عملیات را با همه کارگران در محل، از جمله پرسنل امداد و نجات ارتباط به اشتراک گذاشته و آنها را در جریان قرار دهید. هنگام کار در ارتفاعی بالاتر از دیگران، همه ابزارها و مواد را ایمن کنید. ۶. قبل از انجام دادن کار، در حین و پس از اتمام کار، از برقراری نظم و انضباط مناسب اطمینان حاصل کنید. مسیر حرکت خود را برنامه ریزی و بررسی کنید. ۷. همیشه از دستکش‌های مقاوم در برابر برش استفاده کنید. ۸. هر فن مورد استفاده برای تهویه را طوری قرار دهید که مزاحم نشود. عینک ایمنی (که روی چشم قرار گرفته، و محافظ صورت باشد استفاده کنید..
۳	نظارت بر ایمنی و امداد	۱. برنامه ریزی، تجهیزات یا آموزش ناکافی در محل باعث شکست در عملیات نجات موثر می‌شود. ۲. طناب نجات یا مهار که باعث افزایش خطر برای کارگر می‌شود. ۳. ارتباط ناکافی یا مناسب با وارد شوندگان ۴. نبود نظارت ایمنی ۵. فقدان کمک‌های اولیه و امداد و نجات	۱. کارگران تحصیل کرده و آموزش دیده. کلیه تجهیزات مورد تایید سازمان استاندارد هستند. ۲. در صورت ایجاد خطر اضافی برای کارگران، از طناب نجات و مهار استفاده نمی‌شود. ۳. برقراری ارتباط موثر بین ناظر ایمنی و کارگران در فضای محدود ۴. با گروه امداد فنی شخص ثالث در مورد فعالیت‌ها تماس گرفته شده است، و برنامه امداد و نجات قبل از ورود بررسی شده است. جعبه کمک‌های اولیه، ایستگاه شست‌وشوی چشم، رادیو، بوق هوا، و تلفن همراه همه در جای خود و در دسترس هستند.
۴	تکمیل و اتمام کار	۱. عدم دفع پسماندهای خطرناک ۲. عدم بازرسی فضا	۱. اطمینان حاصل کنید که تمام پسماندها طبق برنامه مدون دفع می‌شوند. ۲. اطمینان حاصل کنید که فضا برای کارگران، ابزارها یا تجهیزات بازرسی شده است. پس از ایمن شدن فضای بسته، مجوز را ببندید و آن را به سرپرست سایت/ هماهنگ کننده ایمنی ارسال کنید.

۳-۵. تصمیم‌گیری در مورد ریسک فضای بسته

پس از شناسایی خطر و ارزیابی وضعیت فضای بسته از نظر مواردی همچون خطرات احتمالی موجود در آن فضا، وضعیت اتمسفر درون فضا و راه‌های دسترسی در شرایط عادی و اضطراری، حال باید در خصوص میزان ریسک فضای بسته تصمیم‌گیری کرده و متناسب با نتیجه به دست آمده، اقدامات مناسب را اتخاذ کرد. در شکل ۳-۲ در دیاگرام ساده از مراحل تصمیم گیری در خصوص ریسک فضای بسته نشان داده شده است.



شکل ۳-۲. دیاگرامی ساده برای تصمیم گیری درباره میزان ریسک فضای بسته

۳-۶. دسته بندی فضاهای بسته نیازمند مجوز ورود بر اساس سطح ریسک

دسته بندی فضاهای بسته به دو دسته نیازمند مجوز ورود و بدون نیاز به مجوز، معیارهای کلی ارزیابی ریسک برای تفکیک فضاهای بسته‌ی خطرناک ازهمدیگر را مشخص می‌کند. به کارگیری این معیارها، به اخذ تصمیم برای صدور یا عدم صدور مجوز کار در فضای بسته منتهی می‌شود. با این حال، در مورد فضاهای بسته‌ای که نیازمند مجوز ورود هستند، به معیارهای دقیق‌تری نیاز است تا ضمن شناسایی سطح ریسک آن فضا، اقدامات لازم برای عملیات ایمن در هر سطح نیز مشخص گردد. از این رو «انجمن ایمنی صنایع نفت و گاز کانادا[1]» روش دقیق‌تری را ارائه کرده و فضاهای بسته را از نظر سطح ریسک به سه دسته دسته بندی کرده است. در این دسته بندی ضمن تعیین ویژگی‌های هر سطح، اقدامات کنترلی مورد نیاز برای هر سطح را نیز مشخص شده است. بر این اساس فضاهای بسته نیازمند مجوز ورود عبارتند از:

- فضای بسته سطح ۱
- فضای بسته سطح ۲
- فضای بسته سطح ۳

در جداول ۳-۲ تا ۳-۴ تعریف، ویژگی‌ها و اقدامات مورد نیاز برای هر از این فضاها ارائه شده است.

1- Energy Safety Canada (این انجمن از ادغام دو موسسه‌ی فعال در زمینه ایمنی شامل «انجمن ایمنی اویل سندز» و «اینفورم کانادا» در سال ۲۰۱۷ تشکیل شده است)

جدول ۳-۲. تعریف، ویژگی و اقدامات مورد نیاز برای فضای بسته سطح ۱ (۴۲)

تعریف	به فضای بسته‌ای گفته می‌شود که شرایط «فورا خطرناک برای زندگی یا سلامتی » را داراست. این شرایط شامل کمبود اکسیژن، وود گازها و بخارات سمی و آتشگیر و قابل انفجار است.
ویژگی	فضای بسته‌ای سطح ۱ در نظر گرفته می‌شود که ورود به آن برای اولین بار یا ورود اولیه به آن صورت می‌گیرد. همچنین فضاهایی که اگر یکی از شرایط زیر بر آن حاکم باشد: الف) خطرات فضای بسته نامعلوم بوده یا پیشتر شناسایی نشده‌اند. ب) خطرات فضای بسته شامل یا همه موارد زیر باشند: - غلظت اکسیژن کمتر از ۱۹٫۵% یا بیشتر از ۲۳% باشد. - مقدار اتمسفر قابل اشتعال یا انفجار بین ۱۰% تا ۲۰% LEL باشد. - غلظت آلاینده‌ها در اتمسفر فضای بسته از حدود تصفیه کنندگی تجهیزات حفاظتی تنفسی فراتر باشد.
اقدمات	الف) انجام ارزیابی خطر معتبر و دقیق ب) تامین هوای تنفسی تازه در فضای بسته ج) آزمایش مداوم اتمسفر فضای بسته د) شرکت کنندگان و ناظران آموزش دیده در استفاده از دستگاه‌های تنفسی مورد استفاده ه) انتخاب وسایل حفاظت فردی مطابق با نتایج ارزیابی خطر و) حضور پایشگر ایمنی فضای بسته در تمام مدت عملیات ز) وجود طرح امداد و نجات که توسط مالک تجهیزات و کننده واکنش در شرایط اضطراری تایید شده است ح) وجود مجوز معتبر ورود به فضای بسته ط) آویزبرگ (تگ) ورودی سطح معتبر در هر ورودی ی) تهیه طرح تخلیه مکتوب ک) نصب علائم خطر و هشدار فضای بسته متناسب با سطح ورود
توضیح: هر زمان که ورودی فضای بسته‌ی سطح ۱ بدون مراقبت رها می‌شود، باید به صورت فیزیکی مسدود شده و علامت "خطر، وارد نشوید" در ورودی آویزان شود. این علامت همه علائم و هشدارهای دیگر در ورودی فضای بسته را باطل می‌کند.	

جدول ۳-۳. تعریف، ویژگی و اقدامات مورد نیاز برای فضای بسته سطح ۲ (۴۲)

تعریف	فضای بسته‌ای که تهدیدکنندگی فوری برای زندگی یا سلامتی ندارد؛ اما در صورت عدم استفاده از اقدامات پیشگیرانه، پتانسیل ایجاد آسیب یا بیماری را دارد.
ویژگی	فضای بسته‌ای سطح ۲ در نظر گرفته می‌شود که تمام خطرات آن شناسایی و کنترل شده و موارد زیر اعمال شوند: الف) غلظت اکسیژن بین ۱۹٫۵٪ و ۲۳٫۰٪ حجمی است و ب) یکی از موارد زیر وجود داشته یا احتمال وجود دارد: - اتمسفر قابل انفجار یا اشتعال بیشتر از ۱% و کمتر از ۱۰% حد پایین انفجار (LEL) است. - غلظت مواد سمی از ۵۰ درصد حد مواجهه شغلی (OEL) بالاتر است.
اقدامات	الف) ارزیابی خطر معتبر و دقیق ب) حضور پایشگر ایمنی فضای بسته در تمام مدت عملیات ج) مجوز معتبر ورود به فضای بسته د) آویزبرگ (تگ) ورود ایمن معتبر در هر ورودی ه) تهیه طرح تخلیه مکتوب و) تهیه طرح امداد و نجات معتبر ز) انتخاب وسایل حفاظت فردی مطابق با نتایج ارزیابی خطر ح) پایش مداوم گازها در صورت وجود احتمال بروز تغییر پیش بینی نشده در وضعیت اتمسفر درون فضای بسته ط) نصب علائم خطر و هشدار فضای بسته متناسب با سطح ورود
توضیح: تابلو «پایش فضای بسته و مجوز برای ورود لازم است» برای نشان دادن فضای ایمن برای ورود استفاده می‌شود، مشروط بر اینکه به ورود مجاز باشید، مجوز معتبر داشته باشید و پایشگر فضای بسته در ورودی حضور داشته باشد.	

جدول ۳-۴. تعریف، ویژگی و اقدامات مورد نیاز برای فضای بسته سطح ۳ (۴۲)

تعریف	فضای بسته‌ای که در آن خطر جانی یا سلامتی موجود در اندازه‌ای نیست که نیازی به اعمال تغییرات خاص در روش کار وجود داشته باشد.
ویژگی	فضای بسته‌ای سطح ۳ در نظر گرفته می‌شود که تمام خطرات شناسایی شده، کنترل شده باشند؛ احتمال تغییر در شرایط فضای بسته بعید باشد و همه شرایط زیر برقرار باشد: الف) غلظت اکسیژن بین ۱۹٫۵ تا ۲۳٫۰ درصد حجمی است ب) غلظت گازهای قابل انفجار کمتر از ۱% LEL است ج) غلظت مواد سمی در هوا کمتر از ۵۰ درصد OEL است.
اقدامات	الف) ارزیابی خطر معتبر و دقیق ب) ممکن است به حضور پایشگر واجد شرایط فضای بسته نیاز باشد ج) مجوز معتبر ورود به فضای بسته د) آویزبرگ (تگ) ورود ایمن معتبر در هر ورودی ه) تهیه طرح تخلیه مکتوب و) تهیه طرح امداد و نجات معتبر ز) انتخاب وسایل حفاظت فردی مطابق با نتایج ارزیابی خطر ح) نصب علائم خطر و هشدار فضای بسته متناسب با سطح ورود
توضیح: اگر ارزیابی خطر مشخص کند که نیازی به حضور پایشگر ایمنی فضای بسته نیست، باید کارگر واحد شرایط برای ارتباط با فرد (افراد) وارد شده به فضای بسته تعیین شود. باید در ورودی فضای بسته‌ای که نیازی به حضور پایشگر فضای بسته نیست، تابلو «مجوز فضای بسته برای ورود لازم است» نصب شود.	

علاوه بر الگوهای ذکر شده برای ارزیابی ریسک و تصمیم‌گیری بر اساس آن می‌توان از روش‌های ساده‌ای همچون چک لیست ارزیابی فضای بسته استفاده کرد. این چک لیست‌های حاوی تعدادی سوال و آیتم هستند که پاسخ به آنها مستلزم ارزیابی موضوع آیتم و تصمیم‌گیری در خصوص وضعیت آن است. از این طریق می‌توان در خصوص وضعیت کلی فضای بسته و ایمنی کار در آن نتیجه گیری کرد. نمونه‌ای از این چک لیست در پیوست ۱ ارائه شده است.

فصل چهارم :

سند مکتوب کار ایمن در فضای بسته و الزامات عمومی

فصل چهارم : سند مکتوب کار ایمن در فضای بسته و الزامات عمومی

۴-۱. مقدمه

کارفرما یا هر فردی که عملیات کاری را کنترل می‌کند، بایستی در مرحله طرح و برنامه‌ریزی آن کار ماهیت شدیدتر خطرات مرتبط با ورود و انجام عملیات در فضای بسته را در نظر بگیرد. اولویت باید با طرح‌هایی باشد که ضرورت ورود به فضای بسته را از میان ببرد. بنابراین، بهترین تصمیم در خصوص ایمنی کار در فضای بسته این است که حتی‌المقدور از ورود به فضاهای بسته خودداری شود. اگر روش جایگزین کار به‌طور عملی قابل‌اجرا و دربردارنده خطرات کلی کمتری برای ایمنی و سلامت افراد باشد، بایستی حتماً در اولویت قرار بگیرد. در بسیاری از موارد می‌توان کار را از بیرون فضای بسته نیز انجام داد. نمونه‌هایی از راهکارهای کنترل خطرات و شیوه‌های کاری اصلاح‌شده که از نیاز ورود به فضای بسته جلوگیری می‌کند، عبارتند از:

- پاکسازی هوا و رفع انسداد مسیر در سیلوها با دستگاه‌های چرخان از راه دور، ویبراتورها یا تصفیه‌کننده‌ها
- نمونه برداری هوای فضاهای بسته از بیرون با استفاده از تجهیزات ویژه و پراب‌های طویل
- جلوگیری از ایجاد انسداد در سیلوها با استفاده از دستگاه‌های مکانیکی مانند ویبراتور یا ایربلاستر
- بازرسی با نگاه‌کردن از طریق حفره، شیشه دید مشبک یا استفاده از سیستم‌های مدار بسته

- تمیز کردن فضای بسته و حذف پسمانده‌ها از بیرون با جت‌بخار، مواد شیمیایی یا ابزارهای دسته‌بلند

همچنین، تولیدکنندگان تجهیزات صنعتی بایستی به گونه‌ای آنها را طراحی کنند که افراد به ورود به فضای بسته نیازی نداشته باشند. برای نمونه تجهیزات دارای نمونه‌بردارها و سیستم‌های تمیزکاری توکار[1] چنین هدفی را تامین می‌کنند. همچنین براي تامين روشنايي در فضاهای بسته که دارای گاز، مایعات نفتي یا مواد شیمیایي هستند، باید از تجهیزات ضد شعله[2] استفاده شود.

با این حال، هم‌چنان در اغلب موارد ضرورت ورود به فضای بسته برای انجام دادن کار خاص به صورت دوره‌ای مورد نیاز می‌باشد و لذا، بایستی تمهیدات لازم در نظر گرفته شود تا تعداد دفعات مورد نیاز برای ورود به فضای بسته تا حد امکان به حداقل برسد. برنامه‌ریزی بهتر یا به کارگیری رویکرد یا تکنولوژی متفاوت می‌تواند نیاز به کار در فضای بسته را کاهش دهد. هر بار کارگری قصد ورود به فضای کار را دارد بایستی مشخص شود که آیا آن محیط فضای بسته محسوب می‌شود؟ برای این موضوع باید برنامه ارزیابی و کنترل خطرات فضای بسته در نظر گرفته می‌شود؟ همچنین، باید مشخص شود که آیا انجام دادن کار در داخل فضای بسته ضروری است؟ در صورت امکان فضاهای بسته باید به نحوی مدیریت شوند که ورود به آن ضرورت نداشته باشد. با این حال در صورتی که ورود به درون فضای بسته اجتناب ناپذیر باشد، باید برنامه کار ایمن در فضای بسته تهیه شود. اجزای این برنامه شامل موارد زیر است (۱۴, ۱۷):

- شناسایی فضاهای بسته، خطرات احتمالی و ارزیابی ریسک و اقدامات کنترلی پیشگیرانه
- توسعه و پیاده‌سازی سیستم ایمن برای ورود و کار در فضای بسته

1- In-situ
2- Flame Proof

- برقراري و اجراي دستورالعمل‌هاي دقيق ورود به درون فضاي بسته
- آموزش کارگران در مورد نحوه ورود ايمن به درون فضاي بسته
- حصول اطمينان از آگاهي کارگران از وظايف و مسئوليت‌هاي خود

- برنامه ریزی و ایجاد تمهیدات مناسب و کافی برای امداد و نجات افراد در شرایط اضطراری

در برنامه کار ایمن در فضای بسته، مسئولیت‌های مربوط به اقدامات ایمنی و کنترل بین کارفرمایان و کارکنان تقسیم می‌شود، لذا برقراری ارتباط و همکاری رده‌های مختلف سازمان در پیشبرد و اجرای برنامه کار ایمن کار در فضای بسته ضروری می‌باشد تا ایمنی هر فردی که وارد فضای بسته می‌شود، تضمین شود. برای مثال در چنین برنامه‌ای کارگران باید در فراگیری و رعایت آموزش‌ها و دستورالعمل‌های دریافتی، با کارفرمای خود همکاری کنند تا کارفرما بتواند سیستم کار ایمن را تدوین و ملزومات کار ایمن در فضاهای بسته را اجرا کند. در صورت نیاز، کارگران باید از تمامی تجهیزات ارائه‌شده توسط کارفرما، از جمله طناب ایمنی و تجهیزات حفاظت فردی و تنفسی، به درستی استفاده کنند.

به‌عنوان جمع‌بندی، برنامه مکتوب ورود به فضاهاي بسته بايد حاوي موارد زير باشد:

- اقدامات انجام شده براي جلوگيري از ورود غير مجاز به فضاهاي بسته
- روش‌هاي شناسايي و ارزيابي خطرات موجود در فضاي بسته پيش از ورود افراد
- تدوين و ابلاغ دستورالعمل‌هاي ورود ايمن به فضاي بسته
- تهيه و نگهداري تمام تجهيزات ضروري براي ورود (مانند وسايل حفاظت فردي، پايش گرها و غيره)

- ارزيابي شرايط فضاي بسته قبل از ورود و در حين انجام دادن كار در درون فضاي بسته
- در نظر گرفتن حداقل يك همكار ورود و تهيه دستورالعمل‌هاي لازم براي فضاهاي چندگانه
- آموزش تمام افرادي كه در فرآيند ورود به فضاهاي بسته نقش تعيين كننده‌اي دارند
- تهيه و ابلاغ دستورالعمل‌هاي امداد و نجات
- تدوين و ابلاغ مقررات مربوط به مجوز ورود (مانند صدور، استفاده و لغو آن)
- پيش بيني هماهنگي‌هاي لازم براي مقررات مربوط به فضاهايي كه چند كارفرما دارند
- تدوين دستورالعمل‌هاي مربوط به اتمام عمليات ورود و بستن فضاي بسته
- بازنگري و ارزيابي فعاليت‌هاي ورود به فضاي بسته به صورت ساليانه (در صورت نياز)
- بازنگري ساليانه برنامه ورود به فضاهاي بسته با نگاهي به مجوزهاي قديمي

اجراي دقيق و صحيح اين سيستم سبب مي‌شود كه مسئولان ذي ربط از درست بودن ابزارها، روش‌ها و اقدامات ضروري براي كار در فضاي بسته اطمينان حاصل كنند.

۴- ۲. استانداردها و مقررات مرتبط با کار در فضای بسته

آیین نامه ایمنی کار در فضای بسته وزارت کار به استناد ماده (۸۵) و تبصره (۱) ماده (۸۶) قانون کار جمهوری اسلامی ایران به منظور صیانت از نیروی انسانی و منابع مادی کشور، با هدف پیشگیری از وقوع حوادث ناشی از کار و رعایت ایمنی در کارگاه‌های دارای فضای بسته در سال ۱۴۰۱ تدوین شده است. این آیین‌نامه مشتمل بر ۷ فصل و ۵ بخش در ۹۶ ماده به استناد مواد (۸۵) و

(۸۶) قانون کار جمهوری اسلامی ایران در شورای عالی حفاظت فنی تدوین شده و سپس به تصویب سرپرست وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی رسیده است.

برخی دیگر از دستورالعمل‌ها و مستندات مرتبط با ایمنی کار در فضای بسته در کشور که توسط صنایع مختلف ارائه شده است عبارتند از:

- دستورالعمل ورود ایمن به آدم روهای فاضلاب، شرکت مهندسی آب و فضلاب کشور
- راهنمای ورود به فضای بسته، اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیر عامل وزارت نفت
- رویه اجرائي صدور مجوز کار ایمن، شرکت نفت و گاز پارس
- روش اجرایی کار در فضای بسته، شرکت مهندسی و توسعه نفت

در عرصه بین المللی استانداردها و کدهای زیادی توسط سازمان‌های معتبر ارائه شده است. استاندارد شماره ۱۹۱۰/۱۴۶ با عنوان ۱۹۱۰/۱۴۶ - Permit-required confined spaces با ضمائم A, B, C, D, E, F مرتبط با کار در فضای بسته است. ضمائم این استاندارد شامل موارد زیر می‌باشد:

- 1910.146 App A - Permit-required Confined Space Decision Flow Chart
- 1910.146 App B - Procedures for Atmospheric Testing.
- 1910.146 App C - Examples of Permit-required Confined Space Programs
- 1910.146 App D - Confined Space Pre-Entry Check List
- 1910.146 App E - Sewer System Entry.
- 1910.146 App F - Non-Mandatory Appendix F -- Rescue Team or Rescue Service Evaluation Criteria

همچنین، راهنمای NFPA 350 با عنوان Guide for Safe Confined Space Entry and Work به منظور محافظت از کارگرانی که برای بازرسی، آزمایش، تعمیرات یا

کارهای مرتبط وارد فضاهای بسته می‌شوند در برابر مرگ، جراحات یا بیماری‌ها توسط سازمان حفاظت در برابر آتش سوزی آمریکا[1] تهیه شده است. این استاندارد در سال ۲۰۲۲ ویرایش شده است.

اتحادیه اروپا مقرراتی به‌طور خاص در مورد کار در فضاهای بسته (به استثنای سایت‌های ساخت و ساز موقت[2]) معرفی نکرده است. در این خصوص EU-OSHA[3] دستورالعمل 89/654/EEC را به‌عنوان حداقل الزامات ایمنی و بهداشت محل کار ارائه می‌کند. دستورالعمل GBR95001 مقررات فضای بسته در مصوبه شماره ۱۷۱۳ سازمان بین المللی کار[4] و الزامات ایمنی و بهداشت شغلی کانادا[5] SOR/86-30 Part XI در دو نسخه انگلیسی و فرانسوی سایر مستندات قانونی هستند که به معرفی و شناسایی خطرات فضای بسته و اقدامات کنترلی مورد نیاز به منظور جلوگیری از وقوع حوادث، فجایع و بیماری‌ها در چنین محیط‌هایی می‌پردازند.

۳-۴. دستورالعمل کار ایمن[6]

در مواردی که ورود به فضای بسته برای انجام دادن کار ضرورت داشته باشد، بایستی دستورالعمل کار ایمن تدوین و در اختیار ذینفعان قرار داده شود. دستورالعمل کار ایمن، سندی مکتوب و گام به گام است که توسط سازمان برای کمک به کارگران برای انجام دادن کارهای رایج، ولی پیچیده و دشوار تهیه شده است. بر این اساس، برنامه ورود باید روش‌هایی برای شناسایی و ارزشیابی خطرات فضای بسته را پیش از ورود ارائه کند. در این برنامه به موارد مهمی از قبیل وسایل، تجهیزات حفاظتی و فرایندهای انجام عملیات ورود ایمن،

1- National Fire Protection Association (NFPA)
2- Directive 92/57/EEC
3- European Agency for Safety and Health at Work
4- International Labor Organization (ILO)
5- Canada Labour Code
6- Safe Operating Procedure (SOP)

جلوگیری از ورود افراد غیرمجاز، مراقبت از بیرون فضا، پایش اتمسفر فضای بسته، انتخاب افراد و تخصیص وظایف، روش‌های انجام عملیات نجات و تیم اضطراری، روش‌های اجرای سیستم آماده‌سازی، صدور، استفاده و لغو مجوزها و بازنگری عملیات ورود پرداخته می‌شود. اجرای دقیق این برنامه از صحت ابزارها، روش‌ها و اقدامات ضروری کار در فضای بسته اطمینان حاصل می‌کند (۱۴, ۱۸).

تهیه این دستورالعمل نیاز به تدبیر و برنامه‌ریزی دارد و افرادی که در اجرای آن دخیل هستند بایستی آموزش‌های لازم را دیده باشند و سیستم کار را درک کنند. اقدامات احتیاطی مورد نیاز در دستورالعمل کار ایمن به ماهیت فضای بسته و نتایج ارزیابی ریسک بستگی دارد. عناصر کلیدی که هنگام طراحی دستورالعمل کار ایمن باید در نظر گرفته شوند در جدول ۴-۱ ارائه شده اند:

جدول ۴-۱. عناصر ضروری سیستم ایمن کار در فضای بسته

▪ تمیزکاری فضا قبل از ورود ▪ بررسی وضعیت روشنایی ▪ جداکردن مکانیکی، الکتریکی و فرآیندی ▪ صدور و اعتبارسنجی مجوز کار در فضای بسته ▪ دستورالعمل و تجهیزات برقراری ارتباط ▪ پایش اتمسفر و نظارت بر آن (گازهای سمی، قابل اشتعال و قابل انفجار) ▪ پاکسازی گاز و تهویه فضا	▪ انتخاب افراد مناسب ▪ تعیین سرپرست ▪ شناسایی و بررسی اندازه ورودی‌ها به فضای بسته و خروجی ها ▪ آموزش ایمنی کار در فضای بسته به اعضای تیم و نظارت بر عملکرد آنها ▪ تعیین، تحویل و نظارت بر استفاده از تجهیزات حفاظت فردی ▪ تعیین نحوه مدیریت پسماندهای خطرناک

	▪ دستورالعمل واکنش در شرایط اضطراری

۴-۴. تمهیدات عمومی و چارچوب کلی کار ایمن در فضای بسته

کار در فضای بسته به دلیل خطرات زیادی که دارد باید رعایت کامل و قابل اثبات اصول ایمنی همراه باشد. بنابراین کارکنان و افراد دخیل برای کار در فضای بسته به‌عنوان دو اصل و اقدام کلی باید نکات زیر را در نظر داشته باشند:

- به گفتار و تعهد شفاهی افراد در زمینه پذیرش مسئولیت اجرای دادن کار نا ایمن توجه نکنند.
- در صورت اصرار افراد یا مسئولان مختلف بر انجام دادن کار نا ایمن یا بدون مجوز، موضوع را سریعا به مسئول بالادست خود اطلاع دهند.

چارچوب کلی برنامه ایمن‌سازی کار در فضای بسته در بردارنده دو رویکرد اساسی است که باید به‌طور همزمان مورد توجه قرار گرفته و ارتباط درستی میان برقرار باشد:

- ایمن سازی فضای بسته برای ورود و انجام دادن کار (جنبه‌های فنی و مهندسی)
- ایمن سازی عملیات (جنبه‌های مدیریتی)

در این چارچوب، توجه به الزامات قانوني برای ایجاد محیط کار ایمن و نیز رسیدگی به سلامت کارکنان ضروری است. بر اساس قوانین کار و تامین اجتماعي جمهوري اسلامي ایران کارفرمایان موظفند محیط کار ایمن و سالمي را براي کارگران خود فراهم کنند. فصل چهارم مجموعه قوانین و مقررات کار و تامین اجتماعي ایران، به قوانین مربوط به حفاظت فني و بهداشت کار مي‌پردازد. همچنین نظارت و سرپرستي صحیح از ارکان اساسی برنامه کار ایمن در فضای بسته است. این نظارت باید در تمام سطوح مرتبط با ایمنی کار در فضای بسته اعمال شود. برای مثال، در سطح تیم اجرایی، ناظر ورود مسئول سرپرستي و نظارت و روند رعایت الزامات مربوط به ایمني و بهداشت اعضاي تیم

ورود به فضاي بسته است. اين نظارت به‌طور عمده از طريق سيستم كسب مجوز كار اعمال مي‌گردد. پس از آن نيز ناظر ورود در تمام طول مدت عمليات در داخل فضاي بسته، نظارت كامل بر روند اجراي كار دارد.

در جداول ۴-۲ و ۴-۳ چک لیستی از نکات و تمهیدات کلی که باید برای کار در فضای بسته بر اساس این دو رویکرد ارائه شده‌اند. بسیاری از این تمهیدات در سیستم مجوز کار لحاظ شده و رسیدگی می‌شوند. با این حال در محیط‌های کار که به دلایل مختلف سیستم صدور مجوز کار وجود ندارد، از این فهرست می‌توان به‌عنوان راهنمایی برای اقدامات مورد نیاز استفاده کرد.

جدول ۴-۲. اقدامات ایمنی برای ایمن‌سازی عملیات کار در فضای بسته (اقدامات مدیریتی)

اقدام ایمنی	برخی از مصادیق
پایش اتمسفر فضای بسته	اندازه‌گیری اکسیژن، گازهای قابل‌اشتعال، سمی و خورنده پیش از ورود به فضای بسته و حین عملیات (به‌طور مداوم یا متناوب بر اساس نتایج ارزیابی ریسک)
ارزیابی ریسک فضای بسته	شناسایی و ارزیابی موقعیت مکان و خطرات فضاهای بسته
تعیین و تامین تجهیزات ضروری کار	تعیین و تجهیز واردشوندگان به لوازم ضروری انجام دادن کار، امداد و نجات بر اساس نوع خطرات شناسایی شده استفاده از طناب مهار براي بيرون كشيدن يا كنترل افراد داخل محوطه در شرايط خاص پیش از تجهیز افراد و محوطه به وسایل ایمنی لازم، نباید اجازه ورود فضای بسته صادر شود.
آموزش	تمامی افراد دخیل در عملیات آموزش‌های لازم ورود به فضاهای بسته را دیده باشند. مجوز ورود تنها برای افراد آموزش‌دیده و واجد صلاحیت صادر می‌شود.

	تعیین و آموزش روش‌های خروج از فضای بسته در شرایط عادي و اضطراري
برنامه‌ریزی واکنش در شرایط اضطراری	تهیه و تدوین برنامه کامل واکنش در شرایط اضطراری و عملیات امداد و نجات آگاهی سرپرستان از وضعیت‌های اضطراری، افراد، تجهیزات و چگونگی خروج در حین عملیات داخل فضای بسته، حداقل مراقب ایمنی برای کمک و اجرای موثر عملیات نجات حاضر باشد.
تکمیل، صدور و نصب مجوز ورود	امضا و تأیید مجوز ورود توسط سرپرست، نصب مجوز در محل دید ظروف مختلف، هریک نیازمند صدور مجوز جداگانه می‌باشد. (عدم استفاده از مجوز برای کار در چند فضای بسته) لیست شیرها و صفحات مسدودکننده به مجوز ضمیمه گردد.
حفظ ارتباط	ارتباط چشمی و کلامی مراقب ایمنی با وارد شونده به‌طور پیوسته
پایش فعالیت‌های داخل و بیرون	ممانعت سرپرست ورود از ورود افراد بدون مجوز به فضای بسته جلوگیری از نزدیک‌شدن افراد غیر مجاز به محوطه عملیات استقرار دستیار ورود و مراقب ایمنی در دهانه ورود برای نظارت و پایش مداوم خطرات چنان‌چه افراد داخل فضای بسته وظایف کاری خود را به اتمام رسانند، بایستی از فضای بسته خارج گردند. ممنوع کردن ایجاد شعله به هر شکل (سیگار و غیره) در نزدیکی فضای بسته

جدول ۴-۳. اقدامات ایمنی برای ایمن‌سازی محیط فضای بسته (اقدامات فنی و مهندسی)

اقدام ایمنی	برخی از مصادیق
کنترل یا حذف	برنامه‌ریزی، اجرا و ثبت روش‌های کنترل و حذف خطرات اتمسفری

خطرات اتمسفری	تخلیه، پاکسازی، شست‌وشو یا خنثی سازی محتویات فضاهای بسته انجام اقدامات لازم جهت تهویه پیوسته فضای بسته و ایجاد لوله دائمی هوا رسان و اندازه گیری مداوم گازهای خطرناک پایش دائمی لوله تامین هوای فضای بسته در حین عملیات دمای مخازن و ظروف قبل از ورود به داخل آن باید به نزدیکی دمای محیط برسد و فضا خنک شود. در صورت نیاز، تجهیزات ضدانفجار مورد استفاده قرار گیرد.
حفاظ‌گذاری اطراف فضای بسته	نصب موانع (نرده‌های فلزی که مانع جریان تهویه هوا نباشند) و علایم هشداردهنده در اطراف دریچه‌های ورود برای جلوگیری از ورود افراد و سقوط اجسام نصب تابلوها و علائم برای ممانعت از ورود افراد غیرمجاز
جدا کردن فضای بسته و کنترل خطرات غیر اتمسفری	قفل کردن تجهیزات خطرناک و ایزولاسیون منابع انرژی و نصب آویزبرگ ظروف و فضاهای بسته کاملاً از سایر تأسیسات جدا باشند. حفرها و منافذ منتهی به فضای بسته و خطوط لوله‌کشی به شیوه صحیح مسدود شده باشند تا از آسیب رسیدن به افـراد دیگر جلوگیري شود. شیرهای ورودی و خروجی با صفحات مسدود شوند. جلوگیری از ایجاد دریچه ورود و کارکردن در کنار یا پایین تر از سطح مواد و اجسـام معلق، یا موادی که احتمال ریزش و حرکت دارند

برای جلوگیری از وقوع انفجار و آتش‌سوزی در هنگام کار گرم در فضای بسته باید شرایط عمومی زیر برقرار باشد (۱۹) :

- تمام گازها، مایعات و بخارات قابل‌اشتعال قبل از شروع کار گرم به کمک تهویه مکانیکی حذف شوند.
- غلظت مواد قابل‌انفجار ۱۰ درصد کم‌تر از حد پایین آن مواد منفجره

نگه‌داشته شود.

- اکسیژن در محدوده حجمی مجاز باشد تا خطر خفگی و انفجار از بین برود.
- سطوح آغشته به مواد قابل‌احتراق باید تمیز شوند.
- تا حد امکان از ورود ظروف حاوی سوخت (مانند بنزین و پروپان) به فضای بسته پرهیز شود.
- از سالم بودن تجهیزات جوشکاری اطمینان حاصل شود.
- ابزارهای مقاوم در برابر جرقه (ضدجرقه) استفاده شود.
- سیستم ارتینگ به درستی انجام شده باشد.
- مانیتورینگ به صورت پیوسته و مدام صورت بگیرد. تنها راه شناسایی تغییرات هوا حین عملیات ورود به فضای بسته برای جلوگیری از وقوع حوادث و شرایط اضطراری، نظارت دائم بر اتمسفر آن می‌باشد.

فصل پنجم :

آمادگی فردی؛ آموزش و تجهیزات حفاظت فردی

فصل پنجم: آمادگی فردی؛ آموزش و تجهیزات حفاظت فردی

۵-۱. مقدمه

کارکنان دخیل برای کار در فضای بسته دو آمادگی مهم را باید کسب کنند: فراگرفتن آموزش‌های ضروری، و استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب در هنگام کار در فضای بسته. در این فصل نکاتی درمورد این دو موضوع مهم ارائه می-شود.

۵-۲. آموزش افراد

همه افراد درگیر کار در فضای بسته، چه به‌عنوان طراح، رهبر یا ناظر، یا فردی که برای کار خاصی وارد فضای بسته می‌شود، بایستی بتواند نقش خود را بدون به خطر انداختن ایمنی خود و دیگران انجام دهد. بنابراین، شخصی که مسئولیت اجرای وظیفه خاصی به او سپرده شده است باید بسته به پیچیدگی و مهارت‌های مورد نیاز، در زمینه مورد نظر آموزش ببیند و تجربه کسب کند. افرادی که برای انجام دادن کار وارد فضای بسته می‌شوند باید کاملاً از خطرات احتمالی و عملیات آگاه و مطلع باشند و آنها را درک کنند. در چنینی شرایطی حضور فردی به‌عنوان ناظر یا رهبر عملیات برای اطمینان از اجرای صحیح سیستم کار ایمن ضروری می‌باشد. (۱۴)

۵-۳. زمان آموزش

کارکناني که در فضاهاي بسته کار مي‌کنند باید در مواقع زیر آموزش ببینند:

- پیش از محول کردن کار در فضاي بسته به آنان.

- پیش از تغییر شرح وظایف محوله به آنان.
- زماني كه تغيير در عمليات درون فضاي بسته سبب به وجود آمدن خطري شده است كه كاركنان پيش از اين آموزشي درباره اين خطر نديده‌اند.
- زماني كه كاركنان از اجراي صحيح دستورالعمل‌هاي ورود به فضاي بسته تخطي كرده يا دانش آنان براي بهره‌گيري صحيح از دستورالعمل‌هاي كار ايمن پايين است.

۵-۴. گروه‌های هدف، مباحث و محتوای آموزشی

دوره‌های آموزشی مناسب انجام ایمن کارها در فضای بسته برای وارد شوندگان، سرپرست و دستیاران ورود، پرسنل ایمنی و امدادگران بسیار مهم و ضروری است و باید آموزش‌های نظری و عملی را شامل باشد. این افراد باید در موارد زیر به‌طور کامل آموزش ببینند (۱۴, ۱۸) :

- شناسایی ارزیابی و کنترل خطرات احتمالی مرتبط با فضاهای بسته‌ای که وارد آن خواهند شد.
- آشنایی کامل با روش‌های راه‌اندازی و استفاده از همه تجهیزات فضاهای بسته و شناخت محدودیت‌ها (تجهیزات شرایط اضطراری، تهویه، تجهیزات کنترل خطر، جداکردن، قفل‌کردن، مانیتورینگ و غیره)
- آشنایی کامل با روش‌های راه‌اندازی و استفاده از همه تجهیزات حفاظت فردی و محدودیت‌های آنها (تجهیزات مهار تمام بدن، ماسک‌های تنفسی و غیره)
- سیستم‌های ارتباطی و سیستم‌های بازیابی (راه‌اندازی و بهره‌برداری)
- تمام مراحل کار ایمن برای ورود به فضای بسته مطابق برنامه ارزیابی خطرات ارائه‌شده توسط کارفرما
- کارکرد سیستم مجوز کار و الزامات قانونی و استانداردها
- موقعیت‌هایی که می‌تواند خطرات اضافی برای کارگر یا شرایط اضطراری

ایجاد کند.

- کمک‌های اولیه و تنفس مصنوعی[1]
- عملیات در فضای بسته ونحوه ایمن کار کردن به گونه‌ای که جان افراد را به خطر نیندازد.

مستندات مربوط به هر دوره آموزشي بايد ثبت و نگهداري شود. مديريت و سرپرست كارگاه بايد پيش از ارايه مجوزهاي لازم به افراد براي ورود به فضاهاي بسته، از گذراندن دوره‌هاي آموزشي توسط افراد اطمينان يابد. در گواهي‌نامه مربوط به آموزش اين افراد بايد موارد زير قيد شده باشد:

- نام فراگير
- امضاي آموزش دهنده
- تاريخ ارايه آموزش

اين گواهي نامه بايد براي بازبيني در اختيار سرپرست يا نماينده او قرار گيرد.

کارکنانی که مسئولیت نجات اضطراری را بر عهده دارند به آموزش‌های تخصصی بیشتری نیاز خواهند داشت. تمام آموزش‌های مرتبط با فضای بسته باید آموزش عملی با تجهیزات ایمنی، از جمله تجهیزات مهار و حفاظت فردی را شامل باشد. روش‌های نجات باید به‌طور مکرر تمرین شوند تا افراد به سطح بالایی از تسلط بر مهارت‌ها دست یابند. همچنین، کارفرمایان بایستی سوابق مربوط به دوره‌های آموزشی فضاهای بسته را ثبت کنند. (۱۴، ۱۸)

۵-۵. تجهیزات حفاظت فردی

الزامات و نکات عمومی

تجهیزات حفاظت فردی اولین خط دفاعی کارگران هنگام بروز مشکلات ایمنی و سلامتی در محل کار به شمار می‌رود. تمامی کارگرانی که در فضاهای بسته کار

1- CPR

می‌کنند، باید به وسایل حفاظت فردی مناسب مجهز باشند که محافظ سر، دست‌ها، پاها، حفاظت از قوه بینایی و شنوایی، لباس‌های ضدآب و ضدحرارت، ماسک‌ها و دستگاه‌های تنفسی و طناب‌های مهار را شامل می‌شوند.

لوازم حفاظت فردی باید متناسب با هدف و خطرات شناسایی‌شده توسط شخص ذیصلاح انتخاب شوند. لباس کار عادی، لباس محافظ مخصوص (مثلاً لباس بازتابنده)، کمربند ایمنی[1]، طناب ایمنی یا لنیارد، کلاه ایمنی، پد زانو و آرنج، مچبند، دستکش‌های مخصوص و ماسک‌های تنفسی از انواع تجهیزات فردی هستند که وارد شوندگان پیش از ورود به فضای بسته باید به آنها مجهّز گردند. در انتخاب لباس کار بایستی به مواردی توجه شود؛ از قبیل خورندگی و چسندگی مواد شیمیایی، به کارگیری روغن‌ها، آستین لباس با توجه به نوع کاری که انجام می‌شود و موادی که با بافت لباس ترکیب می‌شوند.

تجهیزات حفاظت فردی علاوه بر نشان‌های استاندارد در صورت لزوم باید گواهی آزمایش داشته باشند، مطابق دستورالعمل‌های سازنده، نگهداری و بازرسی شوند و به کاربران آموزش‌های لازم ارائه گردد. تجهیزات و موادی که به منظور تسهیل فرآیند کار به داخل فضای بسته برده می‌شوند، ممکن است خود به‌طور بالقوه در فضای بسته خطرناک باشند. لذا در ارزیابی ریسک باید شناسایی دقیق خطرات مربوط به وسایل و مواد لحاظ گردد. (۱۴, ۲۰)

به‌عنوان جمع‌بندی در هنگام استفاده از وسایل حفاظت فردي باید به نکات زیر توجه کرد:

- وسایل حفاظت فردي مورد نیازي که بر اساس ارزیابي ریسك کار در فضاي بسته مشخص شده است، مورد استفاده قرار گیرد.
- وسایل حفاظت فردي مورد استفاده مطابق با استانداردهاي ملي و داراي بهترین کیفیت باشد. هرقدر وسایل حفاظت فردي انتخاب شده راحت‌تر

1- Harness

باشند، تمایل کارگران به استفاده از آنها بیشتر خواهد بود.

- افرادي كه بايد وسايل حفاظت فردي را براي كار در فضاي بسته بپوشند بايد در مورد لزوم استفاده از اين وسايل و نحوه استفاده صحيح از آنها آموزش ببينند.
- همه وسايل حفاظت فردي بايد بازرسي، نگهداري و در صورت لزوم تعمير شوند. براي نمونه در بازرسي‌ها، وسايل حفاظت فردي از نظر شكستگي، پارگي، ترك خوردگي، ساييدگي، تغيير رنگ، پوسته پوسته شدن، خوردگي و موارد ديگر به دقت بررسي مي‌شوند.

۵-۶. تجهیزات حفاظت تنفسی

ضرورت استفاده از تجهیزات حفاظتی تنفسی[1] و نوع آن به نتایج ارزیابی ریسک بستگی دارد. زمانی که خطرات اتمسفری در فضای بسته به دلیل کمبود اکسیژن یا وجود گازهای خطرناک بالا باشد باید از ماسک تمام صورت[2] و دستگاه تنفس[3] استفاده کرد. دستگاه‌های تنفس به دو نوع اصلی «دستگاه تنفسی مستقل[4]» (که گاهی «دستگاه تنفسی با هوای فشرده[5] نیز نامیده می‌شود) و «دستگاه تامین هوای غیرمستقل»[6] تقسیم‌بندی می‌شود (شکل ۵-۱). در دستگاه تنفسی مستقل هوای مورد نیاز برای تنفس از طریق کپسول پرتابل در اختیار وارد شونده قرار می‌گیرد. ولی در دستگاه تنفسی غیر مستقل، هوای تازه از طریق لوله‌ای که در بیرون از فضای بسته به دستگاه ثابت تامین هوا متصل است، به ماسک تمام صورت و منطقه تنفسی کارگر وارد می‌شود. نوع دیگری از دستگاه‌های تنفسی «دستگاه تنفس فرار[7]» است. این دستگاه‌ها فرار منحصراً برای عملیات نجات و فرار استفاده می‌شود و هرگز نباید

1- Respiratory protective equipment (RPE)
2- Full face mask
3- Breathing apparatus
4- Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA)
5- Compressed Air-line Breathing Apparatus (CABA)
6- Supplied-Air Breathing Apparatus (SABA)
7- Escape breathing apparatus

برای کار عادی به کار رود (شکل ۵-۲). تمام افراد باید آموزش‌های لازم را در رابطه با دستگاه‌های تنفسی فرا بگیرند تا نحوه صحیح استفاده و نگهداری از تجهیزات را بیاموزند. فرایند آموزش باید با شبیه‌سازی شرایط واقعی و به صورت واقع بینانه باشد و طی ارزیابی مشخص می‌شود که چند وقت یکبار به تکرار آموزش نیاز خواهد بود. (۱۴، ۲۱)

SABA

SCBA

شکل ۵-۱. انواع اصلی دستگاه‌های تامین هوا

شکل ۵-۲. مدل از دستگاه تنفس ویژه فرار و نجات

به‌عنوان جمع‌بندی، نکات زیر در خصوص وسایل حفاظت تنفسی قابل ارائه است:

در صورتي كه اتمسفر درون فضاي بسته داراي شرايط مطلوب كاري نباشد، كار در آن بسيار خطرناك بوده و مي‌تواند در عرض چند دقيقه سبب خفگي و مرگ افراد درون فضا شود. با توجه به اين امر در صورتي كه ارزيابي‌هاي اوليه از اتمسفر درون فضاي بسته حاكي از آلوده بوده آن يا پايين بودن سطح اكسيژن بود، انتخاب وسيله حفاظت تنفسي از اهميت ويژه‌اي برخوردار مي‌شود. در انتخاب وسيله حفاظت تنفسي بايد به نكات زير توجه داشت:

- ماسك‌هاي تصفيه كننده هوا هيچ‌گونه حفاظتي در برابر كاهش غلظت اكسيژن در هواي درون فضاي بسته براي كارگر ايجاد نمي‌كنند.بنابراين در فضاهای بسته‌ای که احتمال کاهش غلظت اکسیژن وجود دارد نباید از این ماسک‌ها استفاده کرد. با اين حال اين ماسكها مي‌توانند آلاينده‌هاي هوا را جذب كرده و مانع از ورود آنها به سيستم تنفسي شوند. در صورتي

که اتمسفر درون فضاي بسته حاوي ذرات گرد و غبار، فيوم يا ميست باشد، ماسك‌هاي تنفسي بايد مجهز به فيلترهاي تصفيه كننده ذرات باشند. همچنين براي حفاظت در برابر گازها و بخارات، ماسك‌ها بايد مجهز به فيلترها و كارتريج‌هاي شيميايي باشند. در برخي موارد بايد از ماسك‌هاي كه مجهز به هر دو نوع فيلتر هستند، استفاده شود.

- زماني كه غلظت آلاينده بيش از ده برابر حد پيشنهاد شده تماس شغلي باشد، بهتر است از ماسك‌هاي تصفيه كننده فشار منفي استفاده نشود. براي تصميم‌گيري در اين مورد ابتدا بايد اتمسفر درون فضاي بسته مورد اندازه‌گيري قرار گيرد.
- استفاده از ماسك‌هاي تنفسي تامين‌كننده هوا علاوه بر جلوگيري از تماس با غلظت‌هاي بالاي آلاينده‌هاي گازي و ذره‌اي، از كارگر در برابر دماهاي بسيار بالا و بسيار پايين نيز محافظت مي‌كند. زيرا، هواي تامين شده از اين ماسك‌ها خنك مي‌باشد.
- براي جلوگيري از عوارض مربوط به كاهش غلظت اكسيژن در اتمسفر فضاهاي بسته مي‌توان از ماسك‌هاي شيلنگ‌دار همراه با كپسول‌هاي كوچك هواي فشرده براي شرايط اضطراري استفاده كرد.
- در شرايطي كه امكان سنجش مقدار آلاينده در اتمسفر درون فضاي بسته وجود ندارد و يا نوع آلاينده مشخص نيست بايد از ماسك‌هاي تنفسي خود تامين براي افرادي كه وارد فضاي بسته مي‌شوند استفاده كرد. اين نوع ماسك‌ها، تنها وسيله حفاظت تنفسي قابل قبول براي پرسنل تيم امداد و نجات در فضاهاي بسته هستند و نبايد از انواع ديگر ماسك براي اين افراد استفاده شود.

۵-۷. تجهیزات ورود و جابه‌جایی در فضای بسته

هنگام انجام دادن كار و عمليات نجات در فضاي بسته، تجهيزات ايمني بايد

به سرعت و بدون نقص عمل کرده و امکان ورود و جابه‌جایی راحت و ایمن را برای وارد شونده فراهم سازند. فضاهای محدود در اندازه، اشکال و مکان‌های متفاوتی وجود دارند و ورودی‌ها معمولاً ممکن است به دو نوع «عمودی» یا «افقی» باشند. هنگام ورود به فضاهای بسته عمودی مانند چاهک‌ها تجهیزات نجات عمودی مورد نیاز هستند. برخی از فضاهای بسته مانند مخازن، ورود از قسمت جانبی امکان‌پذیر است و در این موارد از تجهیزات ایمنی مخصوص فضای بسته افقی (جانبی) استفاده می‌شود. در ادامه برخی از تجهیزات ورود و کار در فضای بسته به همراه کارکرد و تصاویر آن به‌طور مختصر معرفی شده‌اند. (۲۲)

نوع وسیله: طناب ایمنی افقی

کارکرد: حفاظت از سقوط، محدودیت جابه‌جایی هنگام کار در فضای بسته مرتفع

شکل ۵-۳. طناب ایمنی افقی

نوع وسیله: هارنس و لنیارد

کارکرد: مانع سقوط از ارتفاع، حدودکردن امکان جابه‌جایی، امکان معلق نگه‌داشتن، بازیابی سقوط، کمک ورود به چاه‌ها

شکل ۵-۴. هارنس و لنیارد

نوع وسیله: سیستم بازو لنگری[1]

کارکرد: ورود به منهول، سهولت نجات، ابعاد قابل تنظیم، محافظت همزمان چند کارگر

1- Davit Arm Systems

شکل ۵-۵. سیستم بازو لنگری

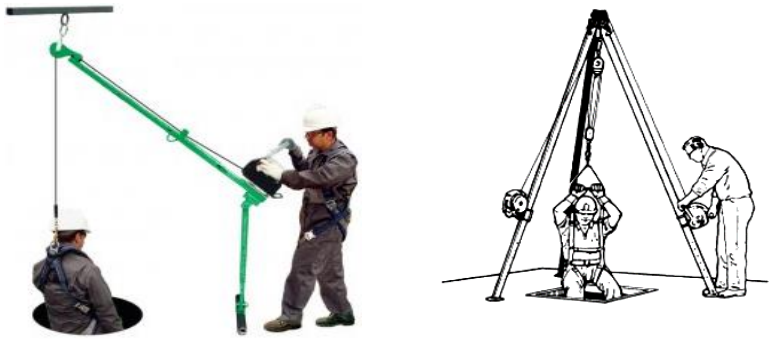
نوع وسیله: سیستم ورودی جانبی
کارکرد: مانع سقوط در دهانه عمودی کناره مخازن

شکل ۵-۶. سیستم ورودی جانبی

نوع وسیله: سه پایه، وینچ و بالابر[1]

1- Hoist

کارکرد: قابلیت تنظیم برای کار، قابلیت چرخش ۳۶۰ درجه، جلوگیری از سقوط ورودی‌های عمودی و افقی



شکل ۵-۷. سه پایه، وینچ و بالابر

نوع وسیله: غلاف تانک و مخازن

کارکرد: مانع سقوط هنگام کار از ارتفاع در فضای بسته، ورودی بالای مخازن[1]

شکل ۵-۸. غلاف تانک و مخازن

1- Tank Manway

فصل ششم:

مجوز کار در فضای بسته

فصل ششم: مجوز کار در فضای بسته

۶-۱. مقدمه

در این فصل به دو جزء بسیار مهم از برنامه کار ایمن در فضای بسته؛ یعنی سیستم جداکردن/ آویزبرگ زنی (برچسب زنی) و فرایند صدور مجوز ورود به فضای بسته پرداخته می‌شود. این دو فرایند از موثرترین اقدامات مدیریتی در تامین ایمنی کار در فضای بسته است و اجرای صحیح آنها در صنعت تاثیر بسزایی در عدم وقوع حوادث فضای بسته یا کاهش شدید آنها خواهد داشت.

۶-۲. سیستم مجوز کار[1]

سیستم مجوز کار به مجموعه فعالیت‌ها، شامل شناسایی فعالیت‌های خطرناک نیازمند مجوز، صدور مجوز و نظارت بر اجرای دقیق و صحیح مجوزها گفته می‌شود. بنابراین، صدور مجوز کار، فرایندي نظام‌مند و هدف‌گرا می‌باشد که در آن کلیه فعالیت‌ها و فرایندها بر طبق مجوز کار مدیریت مي‌گردد. سیستم مجوز اجرای کار عنصر مهمی در فرآیند مدیریت ریسک‌ها در سازمان یا صنعت است. به‌طور معمول فعالیت در صنعت، به ویژه فعالیت‌های پرخطر، نیازمند هماهنگی و همکاری افراد زیادی برای کنترل فعالیت‌ها است. در اغلب موارد افراد دخیل امکان ارتباط مستقیم باهمدیگر را ندارند. در چنین مواردی، صدور مجوز اجرای کار به‌عنوان عنصری از سیستم کار ایمن ضروری می‌باشد. برای نمونه طی عملیات کار در فضای بسته ممکن است فردی که مسئولیت کنترل و نظارت بر جداکردن تجهیزات یا فرایند را دارد، امکان تماس مستقیم با افرادی که وارد فضای بسته می‌شوند یا تست اتمسفر انجام داده‌اند، نداشته باشد. در چنین شرایطی، برپایی سیستم متکی بر مجوز اجرای کار برای اطمینان از این‌که تمام کارها به درستی و ایمن انجام می‌شوند،

1- Permit To Work System

ضروری می‌باشد. هدف از برقراری این سیستم آن است که اطمینان حاصل - شود خطرات فعالیت‌ها به صورت پیشگیرانه در محیط کار توسط افراد واجد صلاحیت بررسی و شناسایی شده و در صورت ضرورت از طریق صدور مجوز کار، اقدامات لازم برای جلوگیری از تبدیل آنها به حوادث انجام شده است. (۱۴)

نکات و موارد زیر، بخش‌هاي تشکیل دهنده و اصلي يك برنامه مدون کار در فضاهاي بسته مي‌باشد.

- خط مشي‌هاي شرکت در خصوص ایمنی کار در فضای بسته و مسئولیت‌هاي افراد
- شرح وظایف کارکنان شامل افرادي که وارد فضاي بسته مي‌شوند، افرادي که هنگام کار در فضاي بسته، بیرون از فضا کمك‌ها و تجهیزات مورد نیاز را به افراد داخل فضا مي‌رسانند و نیز سرپرست ورود.
- شناسايي و ارزیابی ریسک فضاهاي بسته و فضاهاي بسته نیازمند اخذ مجوز
- دستورالعمل‌هاي ورود به فضاهاي بسته نیازمند مجوز
- دستورالعمل‌هاي جایگزین براي ورود به فضاهاي نیازمند مجوز
- دستورالعمل اجرایی تکمیل و صدور مجوز ورود به فضاي بسته
- آموزش کارکنان مربوط
- ثبت آموزش‌هاي ارایه شده به کارکنان
- خدمات و اقدامات لازم در شرایط اضطراري و امداد و نجات

برنامه تهیه شده باید الزامات ذکر شده در قوانین ملي را رعایت کند. این برنامه باید مطابق با شرایط واقعي کار در فضاي بسته، کاري که باید افراد در فضاي بسته و اطراف آن انجام دهند و نیز با توجه به سایر شرایط محیطي باشد. سیستم مجوز دهی باید بتواند ماهیت دقیق کار، وسعت خطرات و محدودیت‌ها، و هویت افرادی که باید وظایف خطرناک را انجام دهند، مشخص کند. اعطای مجوز نشان می‌دهد که مسئول مستقیم واحد، کارخانه یا تاسیسات به تمام

کارهای خطرناکی که در آن انجام می‌شوند، آگاهی دارد. در این صورت سوابقی ارائه می‌شوند که نشان می‌دهند ماهیت کار و اقدامات احتیاطی موردنیاز توسط افراد مناسبی بررسی شده است. ممکن است برای کارهای مختلفی از جمله کار گرم و ورود به فضاهای بسته، فرم‌های مجوز مخصوصی نیاز باشد تا خطرات به‌خصوص این کارها و اقدامات احتیاطی مورد نیاز مورد بررسی دقیق‌تر شود. بر این اساس، در کنار مجوز اصلی و عمومی کار، انواع مجوز کار الحاقی وجود دارند که در صورت نیاز باید در کنار مجوز اصلی اخذ شوند. در ادامه هشت نوع از این مجوزهای تکمیلی نام برده می‌شود. البته ممکن است مجوزهای الحاقی دیگری نیز به برحسب نیاز هر صنعت یا سازمان تهیه و استفاده شود. (۱۴, ۲۳)

- مجوز کار سرد
- مجوز کار گرم
- مجوز کار در فضای بسته
- مجوز کار در ارتفاع
- مجوز حفاری و گودبرداری
- مجوز کار شیمیایی
- مجوز جداکردن (برقی، مکانیکی، ابزار دقیق)
- مجوز کار با پرتوها

مجوز جداکردن ممکن است به مجوز کار ماشین‌آلات یا تجهیزات الکتریکی بسیار شبیه باشد و برای اطمینان از اجرای صحیح عملیات جداکردن مکانیکی و الکتریکی تجهیزات خاص قبل از شروع کار بر روی آنها استفاده می‌شود. از این رو در دسته بندی مذکور این نوع مجوزها تحت عنوان مجوز جداکردن معرفی شده‌اند.

هنگام شناسایی ماهیت کار، خطرات مرتبط با آن، کنترل‌ها و اقدامات احتیاطی لازم به‌منظور کاهش ریسک‌ها شناسایی می‌شوند. سطح کنترل‌های مورد نیاز به درجه خطر آن بستگی دارد و ممکن است دریافت مجوز انجام دادن کار برای آن وظیفه ضروری باشد. مجوز کار صرفاً اجازه انجام دادن کار خطرناک را نمی‌دهد،

بلکه بخش اساسی از سیستمی است که تعیین می‌کند چگونه می‌توان کارهای خطرناک را به‌طور ایمن انجام داد. مسئله‌ای در این زمینه مطرح می‌شود آن است که نباید دریافت مجوز اجرای کار را به خودی خود عامل حذف یا کاهش خطرات در نظر بگیریم. ایمنی تنها در صورتی حاصل می‌شود که تمامی افراد وظایف خود را به نحو صحیحی که در دستورالعمل ایمن کارها آمده است، انجام دهند.(۲۴)

موفقیت سیستم مجوز انجام دادن کار، در گرو آگاهی تمامی افراد از ماهیت فعالیتی که انجام می‌دهند، می‌باشد. اگر درک درستی از الزامات، جداکردن، و ماهیت وظایف وجود نداشته باشد، اثربخشی سیستم مجوزدهی در جلوگیری از حوادث، تقلیل خواهد یافت.

به منظور اطمینان از عملکرد صحیح سیستم مجوز کار، این سیستم باید به‌طور منظم توسط افراد ذیصلاح (ترجیحاً از بیرون سازمان یا سایت) ممیزی گردد و سوابق موجود بررسی شوند. ممیزی سیستم مجوز باید حداقل هر ۳ سال یک‌بار توسط مدیریت ارشد سازمان انجام و گزارش‌های ممیزی و اطلاعات اخیر صنعت (مانند یادگیری و عبرت از حوادث و هشدارهای ایمنی) ثبت شوند. هرگونه عدم انطباق با سیستم مجوز کار بایستی ثبت شده باشد و اقدامات اصلاحی تمام مسائل پیگیری شود. حین نظارت یا ممیزی معمول، هرگونه عدم انطباق مشاهده‌شده که نمی‌توان فوراً آن را برطرف کرد، باید بلافاصله به اطلاع مدیریت برسد. چک لیست ممیزی یا ارزیابی روزانه سیستم مجوز در جدول ۶-۱ ارائه شده است. لیکن پیش از تکمیل چک لیست باید اطلاعات کلی زیر مشخص باشد:

- تاریخ و زمان ممیزی
- نوع و عنوان مجوز
- شماره مجوز
- فرد ممیز
- موقعیت کار یا عملیات

- مجوزهای ضمیمه‌شده

جدول ۶-۱. اطلاعات چک‌لیست ممیزی و پایش سیستم مجوز انجام دادن کار

آیتم	نتیجه	
	انطباق	عدم انطباق
ماهیت کار صریحاً در مجوز مشخص شده است؟	☐	☐
خطرات شناسایی‌شده در مجوز ذکر شده‌اند؟	☐	☐
محدودیت زمانی عملیات مجوز مشخص است؟	☐	☐
امضاها قابل پیگیری و خوانا هستند؟	☐	☐
کارها مطابق با مجوز انجام می‌شوند؟	☐	☐
ارزیابی خطرات مربوط در دسترس می‌باشد؟	☐	☐
اقدامات احتیاطی لازم (جداکردن) تعیین شده‌اند؟	☐	☐
مجوز به درستی تکمیل و پیوست شده است؟	☐	☐
نسخه‌ای از مجوز در مکان موردنظر نصب می‌باشد؟	☐	☐
مسئول منطقه از انجام دادن کار مطلع می‌باشد؟	☐	☐
کاربران در مورد مجوز کار توجیه هستند و به درک الزامات اذعان کرده‌اند؟	☐	☐
افراد می‌دانند در شرایط اضطراری بایستی چه کارهایی انجام دهند؟	☐	☐
اقدامات کنترلی و تجهیزات حفاظت فردی برای کار موردنظر مناسب می‌باشد؟	☐	☐
جداکردن برای اجرای وظیفه خاص مناسب می‌باشد و به درستی اجرا شده است؟	☐	☐

۳-۶. مجوز انجام دادن کار[1]

1- Permit To Work (PTW)

مجوز انجام دادن کار[1]، سند رسمی (برگه یا فایل الکترونیکی) است و برای مدیریت ایمنی کارهایی که بالقوه خطرناک هستند؛ استفاده می‌شود. این سند وسیله ارتباطی میان رده‌های مختلف سازمان از جمله مدیریت سایت، ناظران کارخانه، اپراتورها و کسانی است که کارهای خطرناک را انجام می‌دهند.

فرم مجوز به صورت سند کتبی و امضا شده، باید شرایط ایمن قبل از شروع کار، امکان حفظ ایمنی در طول مدت عملیات و ترتیبات مورد نیاز اضطراری را تعیین کند. همچنین، ماهیت دقیق، مکان و وسعت کار، خطرات و اقدامات احتیاطی مربوط را برای تمام افراد مشخص می‌کند و پس از اتمام کار و تخلیه محل، ایمنی فضای بسته را برقرار می‌کند.

مجوزهای انجام دادن کار عموماً به صورت فرم‌های اطلاعاتی هستند که بخش‌های مختلف آن توسط افراد ذیصلاح تایید یا امضا می‌شود. فرم مجوز کار باید به تسهیل برقراری ارتباط میان تمام افراد درگیر در رده‌های مختلف کمک کند. سازمانی که مجوز را صادر می‌کند، باید شرایط، موقعیت‌ها و الزامات فردی در محل انجام دادن کار را لحاظ کند. برای مثال افرادی که کارهای خطرناک را انجام می‌دهند بایستی به‌طور کامل نحوه ایمن انجام وظایفشان را درک کنند، در زمینه اقدامات احتیاطی ضروری آموزش ببینند و وظایفی را که بر عهده گرفته‌اند، به درستی انجام دهند. تایید و ثبت طی شدن این مراحل در فرم مجوز کار پیش از شروع کار، روشی قدرتمند برای اطمینان از انجام ایمن کارهاست. (۲۵)

۴-۶. اعتبار و رنگ بندی مجوزها

مجوزهای کار بر اساس اعتبار آن در سه وضعیت: مجوز اتمام یافته، معلق یا باطل شده قرار می‌گیرند. در جدول ۶-۲ ویژگی‌های هرکدام از این سه وضعیت توضیح داده شده است. همچنین به منظور شناسایی راحت‌تر مجوزها از

1- Permit To Work (PTW)

کدبندی رنگی برای تفکیک انواع مجوزها در صنعت استفاده می‌شود. یکی از کدبندی‌های رایج در جدول ۶-۳ ارائه شده است.

جدول ۶-۲. اعتبار مجوزهای کار

اعتبار مجوز	توضیح
اتمام یافته	کار قید شده در مجوز به‌طور کامل انجام شود یا اعتبار آن به پایان رسیده باشد. مجوز باید به مدت حداقل ۶ ماه در دفتر[1] بایگاني و نگهداري شود.
معلق	کار مربوط تمام نشده است و امکان ادامه کار نیز وجود ندارد. در این حالت مجوز به حالت تعلیق درمی‌آید تا مجدد تصمیم‌گیري صورت بگیرد.
باطل‌شده	مجوزی که کار مربوط به آن کامل نشود و به دلایلي مانند مخدوش‌شدن مجوز صادر شده یا بر هم خوردن شرایط کاري براي ادامه کار بایستي مجوز جدیدي صادر شود.

1- Permit Office

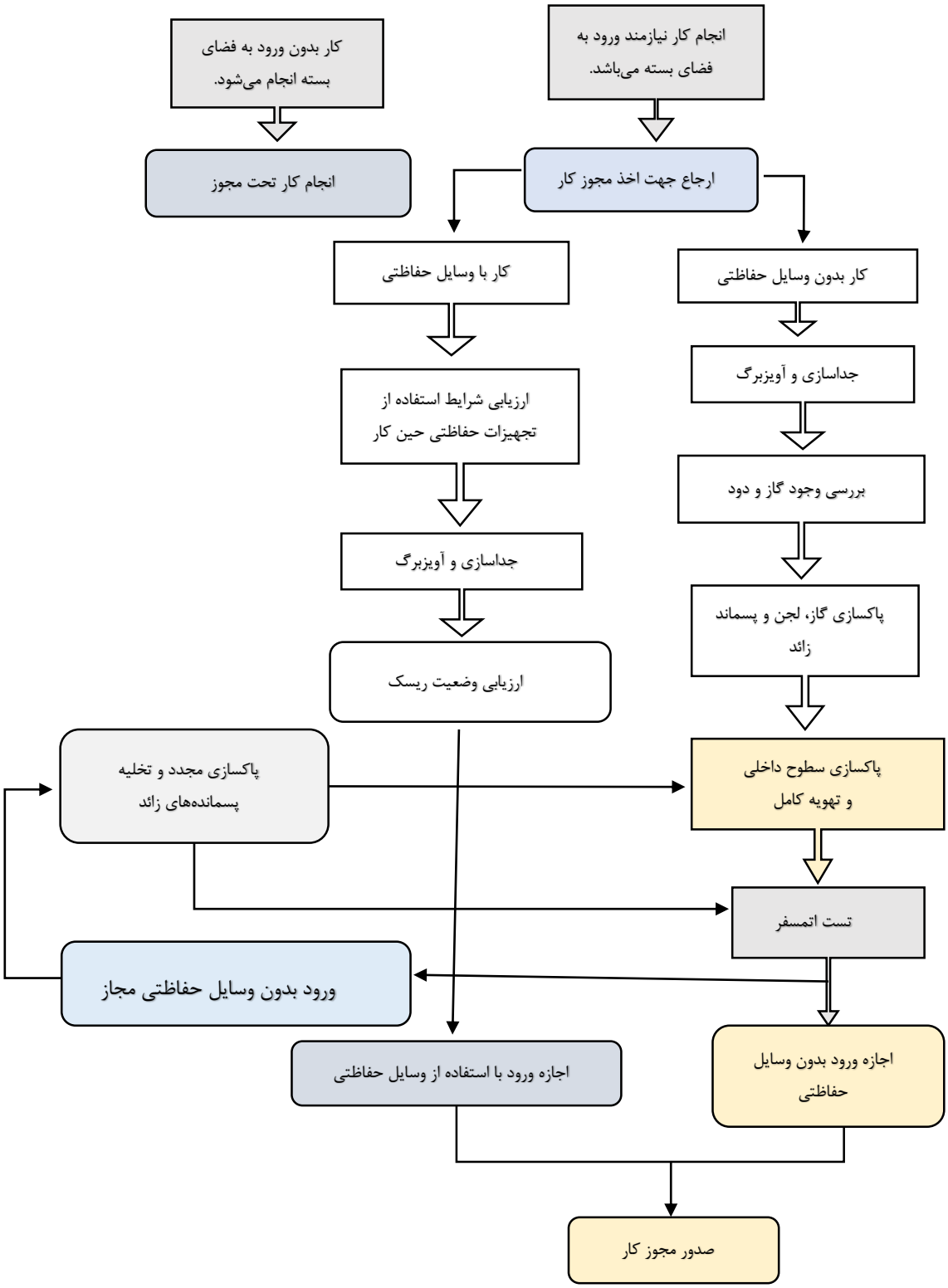
جدول ۶-۳. رنگ‌بندی توصیه‌شده انواع برگه مجوز کار

عنوان مجوز	رنگ حاشیه برگه مجوز
کار گرم	قرمز
کار سرد	آبی
کار در فضای بسته	سبز
جداکردن	سفید
حفاری و گودبرداری	سفید

۶-۵. مجوز کار در فضای بسته[1]

به مجوز کار در فضای بسته، عموماً مجوز ورود[2] گفته می‌شود. مجوز ورود، اقدامات احتیاطی لازم را در زمینه حذف یا کاهش خطرات بالقوه محیط‌های بسته‌ای که در آنها فیوم‌های خطرناک تولید می‌شود یا سطح اکسیژن کم‌تر از حد استاندارد است، مشخص می‌کند. این مجوز بایستی تأیید کند که فضای بسته موردنظر عاری از فیوم‌های خطرناک، قابل‌اشتعال، سمی یا گازهای خفه‌کننده می‌باشد. در مجوز ورود باید تأیید شود که فضای بسته موردنظر عاری از فیوم‌های خطرناک، قابل‌اشتعال، سمی یا گازهای خفه‌کننده می‌باشد. در این مجوز اقدامات احتیاطی لازم برای محافظت از افرادی که وارد فضای بسته می‌شوند ذکر می‌گردد که شامل لزوم به کارگیری تهویه مکانیکی، جداکردن فیزیکی ماشین‌آلات و فرایندها یا استفاده از تجهیزات حفاظت فردی (دستگاه تنفس یا طناب ایمنی) می‌شود. (۴، ۱۸)

1- Permit to work in confined space
2- Entry permit



شکل ۶-۱. روند صدور مجوز کار (۲۵)

مجوز ورود، جزو اقدامات کنترلی اداری است که برای مستندسازی در فرایند ارزیابی خطرات فضاهای بسته استفاده می‌شود. بایستی فردی که به‌طور کامل آموزش دیده است و تجربه کافی در زمینه کار در فضاهای بسته دارد، مجوز ورود را تکمیل کند. اگر ارزیابی خطر مشخص کند که نیاز به اقدامات کنترلی وجود دارد، تأیید و دریافت مجوز ورود برای انجام عملیات در فضاهای بسته ضروری است. مجوزهای ورود بر اساس شیوه‌نامه و بر اساس شرایط از پیش تعیین شده می‌تواند تمدید یا فسخ گردد. (۲۶)

مجوز صادر شده براي ورود به درون فضاي بسته بايد در دسترس وارد شوندگان به درون فضاي بسته يا نمايندگان آنها قرار گيرد. براي اين كار مي‌توان آن را در محل ورود نصب كرد. مدت زمان مجوز صادر شده نبايد از مدت زمان لازم براي انجام يك كار معين در فضاي بسته بيشتر باشد. بايد به‌خاطر داشت كه اگر شرايط قيد شده در مجوز ورود برقرار نگردد، مجوز ورود فاقد اعتبار مي‌باشد.

زماني كه انجام دادن كار در درون فضاي بسته به اتمام رسيده يا شرايط به وجود آمده درون فضاي بسته يا اطراف آن، شرايط پيش بيني شده در مجوز نقض كند مجوز كار بايد بلافاصله لغو شود. مجوزهاي لغو شده بايد به مدت يك سال به منظور ارزيابي سيستم صدور مجوز كار نگهداري شوند. ناظر ورود بايد دليل لغو مجوز را به‌طور دقيق بر روي مجوز مربوط ثبت كند تا بازنگري‌هاي سالانه مفيدتر و جامع‌تر باشد.

۶-۶. اطلاعات موجود در مجوز و نمونه‌ها

هر مجوز کار باید حاوی اطلاعاتی عمومی و ویژه (با توجه به نوع مجوز) باشد. در جدول ۶-۴ اطلاعات عمومی که در مجوزهای کار باید وجود داشته باشند ارائه شده است. این اطلاعات می‌تواند به همراه اطلاعاتی ویژه برای تکمیل فرم‌های مجوز اختصاصی به‌کار رود. در جدول ۶-۵ اطلاعات مجوزهای کار در فضای بسته ارائه شده است. (۲۳, ۲۶)

جدول ۶-۴. اطلاعات عمومی برگه مجوز کار

۲۲. عنوان مجوز	۲۹. تجهیزات حفاظت فردی
۲۳. شماره مجوز	۳۰. تأیید اجرای مراحل جداکردن و اقدامات احتیاطی، تاریخ و زمان اعطای مجوز
۲۴. محل اجرای کار	۳۱. موافقت، امضایی که تأیید می‌کند عملیات موردنظر و خطرات مربوط درک شده است.
۲۵. شرح عملیاتی که باید انجام شود.	۳۲. تمدید اعتبار مجوز در صورتی که به زمان بیشتری برای انجام عملیات نیاز باشد.
۲۶. مشخصات سایت (ماشین‌آلات، تجهیزات یا فرایند)	۳۳. تأیید انجام‌شدن و پایان عملیات، امضای فرد مسئول که مشخص می‌کند کار به پایان رسیده است.
۲۷. شناسایی خطرات بالقوه (خطراتی از ابتدا وجود دارند، خطرات انرژی ذخیره‌شده یا حین عملیات)	۳۴. فسخ مجوز، راه‌اندازی مجدد سیستم
۲۸. اقدامات احتیاطی ضروری (پاکسازی، جداکردن وغیره)، برنامه واکنش در شرایط اضطراری	

جدول ۶-۵. اطلاعات مجوز ورود به فضای بسته

۱. نام متصدیان ایمنی	۸. مدت زمان اعتبار مجوز
۲. نام ناظر مسئول عملیات	۹. تاریخ و ساعت ورود به فضای بسته و زمان پیش‌بینی شده خروج
۳. نام کارگرانی که مجوز ورود به فضای بسته دریافت کرده‌اند.	۱۰. خطرات احتمالی که داخل و بیرون از فضای بسته وجود دارد.
۴. موقعیت و توصیف فضای بسته	۱۱. خطرات احتمالی که در طول فعالیت کاری ایجاد می‌شود.
۵. شرح عملیاتی که قرار است در فضای بسته انجام شود.	۱۲. وسیله ارتباطی بین افراد شاغل در فضای بسته و متصدی
۶. اقدامات کنترل خطر (تهویه مکانیکی، تجهیزات حفاظت فردی)	۱۳. مجوز ورود بایستی تا پایان کار در
۷. جزئیات تست و پایش اتمسفر	

فضای بسته (زمان، مکان، نتایج، آخرین کالیبراسیون، امضای فرد مسئول)	محل نصب شود و کارفرما نسخه تکمیل شده در پرونده نگه دارد. ۱۴. جزئیات طرح واکنش در شرایط اضطراری (افراد مسئول، تجهیزات موردنیاز)

در پیوست کتاب نمونه‌هایی از مجوزهای مختلف ارائه شده است.

فصل هفتم :

آماده سازی فضا؛ جداکردن، قفل و آویزبرگ زنی

و ورود کارگران به آن به انجام عملیات جداسازی منوط است. برای جلوگیری از ورود مواد خطرناک حین عملیات ورود و کار در فضای بسته باید اقدامات احتیاطی لازم ترتیب داده شوند و تمام خطوط و سیستم‌های متصل به فضای بسته از مدار خارج گردند. در فرایند ارزیابی ریسک، اثربخشی هر سیستم جداکردن مورد بررسی قرار می‌گیرد و اگر جداکردن به درستی انجام نشده باشد، هیچ ارزشی نخواهد داشت.

۷-۲. جداکردن، قفل و آویزبرگ‌زنی

قبل از ورود به فضای بسته، بایستی تمام منابع انرژی بالقوه خطرناک (منابع الکتریکی، مکانیکی، هیدرولیک، پنوماتیکی، شیمیایی یا حرارتی) غیرفعال، جداکردن و قفل شوند تا تجهیزات به‌طور ناخواسته کار را شروع نکنند. برای تعمیر و نگهداری، راه‌اندازی، رفع ایرادات فنی یا رفع مشکلات مربوط به تغذیه ناقص یا نامناسب مواد اولیه به دستگاه، می‌توان تجهیزات و حفاظ‌های ایمنی را برداشت. در چنین شرایطی جداکردن، قفل و آویزبرگ‌زنی[1]، می‌تواند از انتقال ناخواسته یا سهوی انرژی بالقوه خطر جلوگیری کند یا آن را کاهش دهد. جداکردن، قفل و آویزبرگ‌زنی رویکرد ایمنی است که حداقل الزامات را برای شناسایی و مسدود کردن انتقال انرژی بالقوه حین عملیات تعمیر و نگه‌داری یا سرویس‌کردن تجهیزات در سیستم‌های صنعتی تعیین می‌کند. درصورتی که جداکردن یا قفل‌کردن دستگاه امکان پذیر نباشد، باید قبل از تأیید مجوز ورود به فضای بسته، اثربخشی سایر روش‌های کنترلی به کار رفته (غیر از جداکردن و قفل کردن) ارزیابی و مشخص شود.

جداکردن برای جلوگیری فیزیکی از انتقال انرژی اعمال می‌شود، سیستم را در حالت ایمن به صورت فیزیکی قفل می‌کند تا از روشن‌شدن ماشین‌آلات، تجهیزات یا فرآیند جلوگیری به عمل آورد. جداکردن از دو طریق به واسطه روش

1- Lock Out/Tag Out (LOTO)

جایگزین تضمین‌کننده ایمنی معادل انجام می‌شود.

در بسیاری از موارد کار در فضای بسته ضروری است تا اقدامات ویژه‌تری انجام شود. به‌عنوان مثال، برای از بین بردن خطر غوطه‌ور شدن یا خفگی، امکان جارشدن هرگونه مایعات از فضای بسته کنترل شود. تمام لوله‌ها باید به‌صورت فیزیکی از هم جدا شوند یا صفحات جداکردن جداگانه به کار روند و بستن دریچه‌ها کافی نمی‌باشد. همچنین دهانه ورود به و خروج از فضای بسته باید به اندازه‌ای کافی بزرگ باشد تا امکان عبور شخصی با استفاده از تجهیزات حفاظتی را فراهم کند.

مسدودسازی کامل لوله یا خط از طریق بستن صفحه سخت تخت بین دو فلنج با استفاده از گسکت و پیچ را مسدود کردن[1] و بستن انتهای باز لوله، خط یا دهانه باز ظروف تحت فشار به واسطه صفحه سفت تخت در سرتاسر دریچه با استفاده از گسکت و پیچ نیز کورکردن[2] می‌نامند. قطع منابع انرژی غیرضروری مانند جریان برق به شکلی که امکان وصل ناگهانی و بدون مجوز آن فراهم نباشد، از دیگر اقداماتی است که به منظور ایزولاسیون فضای بسته انجام می‌پذیرد.

برخی مواقع جداکردن از طریق برداشتن شیر، لوله، اتصالات متصل به فضای بسته، مسدودسازی و جداکردن یا درپوش‌گذاری انتهای باز لوله‌هایی که به فضای بسته ختم می‌شوند، حاصل می‌شود. صفحات مسدود کننده[3] یا درپوش‌ها باید از موادی باشند که با مایع، بخار یا گازی که با آن در تماس هستند، سازگار باشند. گاهی نیز جداکردن با استفاده از صفحات مسدودکننده لوله بین فلنج‌های نزدیک به فضای بسته انجام می‌شود. (۳, ۲۷)

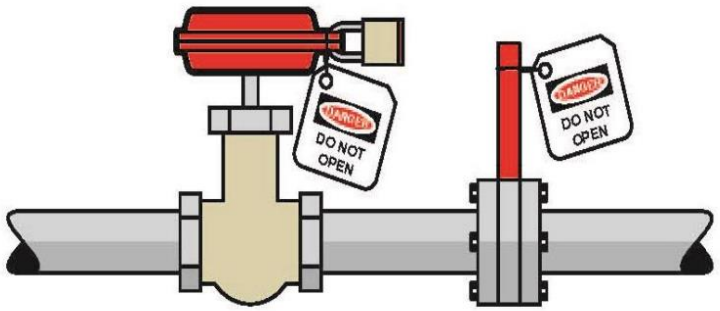
در صنایع فرایندی شیمیایی، عملیات جداکردن با استفاده از فلنج‌ها و موانع لغزنده بر قطع انرژی در مسیر فرایند و خطوط لوله‌کشی متمرکز می‌شود، فرآیندهای سیستم را غیرفعال می‌کند و سبب کاهش فشار در شبکه لوله‌کشی یا حذف تمام

1- Blanking
2- Blinding
3- Spades

محتویات می‌گردد. جداکردن انرژی می‌تواند توسط کلید قطع‌کن دستی، قطع‌کننده مدار یا شیر خط لوله صورت پذیرد، این در حالی است که دکمه‌های فشاری، سوئیچ‌های انتخاب و سایر کلیدهای کنترل مدار، به‌عنوان جداکردن محسوب نمی‌شوند. در بیشتر موارد، دستگاه‌های جداکردن دارای حلقه‌ها یا زبانه‌هایی هستند که می‌تواند آنها را به موقعیت ثابت، ایمن و بدون انرژی قفل کند. در این حالت احتمال انتقال انرژی خطرناک به‌طور سهوی، تصادفی یا ناخواسته که ممکن است به فرد آسیب برساند، از بین می‌رود. در شکل‌های ۷-۱ و ۷-۲ دو نمونه از جداکردن و قفل و آویزبرگ زنی در خطوط لوله نمایش داده شده است. (۲۸)

در هر حال پس از اقدامات مربوط به جداکردن، و به منظور جلوگیری از ورود ناگهانی و ناخواسته انرژی به سیستم، به آن قفل زده می‌شود. قفل کردن در، دریچه، اهرم یا سوئیچ‌ها و کلیدها این اطمینان را ایجاد می‌کند که دسترسی افراد غیر مجاز به راه‌اندازهای سیستم غیر ممکن است. همچنین فرآیند قفل زنی، آن‌طور که در ادامه توضیح داده خواهد شد، به گونه‌ای است که راه اندازی مجدد سیستم تنها و تنها با اطلاع و همکاری همه افراد کلیدی در ایمنی فرایند امکان پذیر است.

شکل ۷-۱. بستن انتهای باز لوله با درپوش و قفل و آویزبرگ‌زنی به نزدیک‌ترین شیر به آن



شکل ۷-۲. مسدود کردن مسیر لوله با صفحه و آویزبرگ زنی به آن همراه با قفل و آویزبرگ زنی به شیر

جداکردن و آویزبرگ‌زنی فراتر از تنها قرار دادن قفل روی سوئیچ‌های راه‌اندازی هستند و به برقراری ارتباط، هماهنگی و آموزش مناسب نیازمند می‌باشند. اهدافی که برنامه جداکردن و آویزبرگ‌زنی در عملیات فضای بسته دنبال می‌کند، عبارتند از :(۱۴)شناسایی انواع انرژی بالقوه خطرناک در فضای بسته، دستگاه‌های جداکردن انرژی و قطع جریان برق

- راهنمایی در انتخاب و نگهداری وسایل حفاظتی، سخت‌افزار و تجهیزات حفاظت فردی
- شرح روش‌های قفل‌کردن را برای تمامی ماشین‌آلات، تجهیزات و فرآیندها

- تعیین توالی قطع عملکرد دستگاه، جلوگیری از انتقال انرژی، انرژی‌دهی و راه اندازی مجدد
- شرح الزامات آموزشی برای کارگران مجاز به کار و آسیب‌دیده
- تعیین اثربخشی روش‌های ایمن عملیات، وظایف و مسئولیت‌ها

یک برنامه مؤثر جداکردن و آویزبرگ‌زنی مانع تماس با خطر هنگام انجام دادن کارهایی می‌شود که به حذف، دور زدن یا غیرفعال کردن وسایل حفاظتی نیاز دارند، از انتقال ناخواسته انرژی خطرناک (انرژی ذخیره‌شده)، راه‌اندازی یا حرکت ناگهانی ماشین‌آلات، تجهیزات یا فرآیندها جلوگیری می‌کند. هر سازمانی بایستی برنامه کلی عملیات جداکردن و آویزبرگ‌زنی داشته باشد.

۷-۳. ویژگی‌های قفل و آویزبرگ

قفل‌ها به قطعات یا قلاب‌هایی که سوراخ‌های مخصوص قفل دارند، زده می‌شوند. برای دستگاه‌ها و موقعیت‌های مختلف این قطعات به شکل‌های مختلفی تولید شده و موجود هستند. هر قفل بایستی فقط کلید داشته باشد بنابراین استفاده از شاه کلید مجاز نیست و در صورتی که چند نفر روی سیستمی کار می‌کنند باید به همان تعداد قفل وجود داشته باشد تا سیستم تنها با حضور همزمان همه کلیدها راه‌اندازی گردد. همواره در صورت نیاز به اعمال قفل زنی، آویزبرگ‌زنی نیز انجام می‌شود. آویزبرگ روی قفل نصب (آویزان) می‌شود. آویزبرگ کارت با برگه مقاوم است که روی آن اطلاعاتی برای انتقال به ببیننده ثبت شده است. فردی واجد شرایط به‌عنوان مسئول، تاریخ و زمان قفل‌کردن و اطلاعات نوشتاری و تصویری مرتبط با ایمنی را روی آن ثبت می‌کند. (۶) لیکن به‌طور کلی اطلاعات مندرج روی آویزبرگ‌ها عبارتند از:

- دلیل جداکردن و قفل‌کردن (تعمیر، نگهداری و غیره)
- زمان و تاریخ اعمال قفل و آویزبرگ
- نام شخص واجد شرایطی که جداکردن و آویزبرگ‌زنی را اعمال می‌کند.

تنها فردی اجازه جدا کردن آویزبرگ و قفل را دارا می‌باشد که در همان ابتدا به اجرای جداکردن و آویزبرگ‌زنی بر روی سیستم مجاز بوده است و دستگاه‌ها بدون اطلاع فرد مسئول، راه‌اندازی مجدد نخواهند شد. در شکل ۷-۳ نمونه‌هایی از قفل و آویزبرگ و نصب تک یا چندگانه آنها نشان داده شده است.

شکل ۷-۳. قطعه قلاب، قفل و آویزبرگ و نصب آنها

۷-۴. مراحل کلی جداکردن، قفل و آویزبرگ‌زنی

در ادامه مراحلی که باید به ترتیب در فرایند جداکردن، قفل و آویزبرگ زنی رعایت شود، توضیح داده شده است. رعایت این سلسله مراحل، تضمین کننده اثربخشی این روش در کنترل خطرات کار در فضای بسته است. (۲۹)

- آماده‌سازی: فرد واجد شرایط به‌عنوان مسئول عملیات، ماشین‌آلات، تجهیزات یا فرآیندهایی را که به قفل‌شدن نیاز دارند، شناسایی و نوع دستگاه جداکننده را مشخص می‌کند. این مرحله جمع‌آوری تمام تجهیزات مورد نیاز (دستگاه‌های جداکننده، آویزبرگ‌ها و غیره) شامل می‌شود.
- اطلاع‌رسانی به افراد مربوط: بایستی اطلاعات دستگاه‌ها و فرایندهایی که قفل می‌شوند، علت و مدت زمانی که جداکردن انجام می‌شود و نام

شخصی که می‌تواند راهنمایی‌های بیشتری درباره عملیات جداکردن ارائه کند، به تمام افراد تحت تأثیر ارائه گردد و اطلاعات بر روی آویزبرگ نیز درج شوند.

- خاموش‌کردن[1]: بایستی از قرارگیری دستگاه‌های جداکننده (ماشین‌آلات، تجهیزات و فرایندها) در وضعیت قطع کامل اطمینان حاصل شود.
- جداکردن سیستم: حالت بدون انرژی (قطع کامل انرژی الکتریسیته، هیدرولیکی، پنوماتیکی، مکانیکی، شیمیایی و گرانشی) روی سیستم برقرار گردد.
- حذف انرژی باقی‌مانده یا ذخیره‌شده: تخلیه بار خازن‌ها[2]، کنترل انرژی ذخیره‌شده هیدرولیک یا پنوماتیک در اثر فشار سیال گاز یا مایع (قرار دادن سوپاپ‌ها در حالت بسته و قفل‌کردن آنها)، حذف نیروی گرانشی (انتقال تجهیزات به ارتفاع سطح زمین)، حذف مواد شیمیایی از فرایند سیستم
- قفل و آویزبرگ‌زنی: هنگامی که منابع انرژی سیستم قطع می‌شوند، طبق دستورالعمل‌های خاصی بایستی اطمینان حاصل شود که نمی‌توان قفل را حذف کرد و سیستم ناگهانی کار نخواهد کرد.
- بازبینی و تأیید: حصول اطمینان از این که سیستم به درستی قفل شده است. دکمه‌ها و سوئیچ‌ها به کار گرفته می‌شوند و اگر جداکردن به درستی انجام شده باشد، سیستم کار را شروع نخواهد کرد.
- انجام عملیات (تعمیر، نگهداری، تمیزکاری، نصب، تعویض و غیره)
- پایان عملیات، حذف آویزبرگ‌ها و جداکننده‌ها: بایستی محل کار بررسی

1- Shutdown

2- بسیاری از سیستم‌های دارای اجزای الکتریکی، موتورها یا دنده‌ها حاوی خازن هستند.

شود تا اطمینان حاصل شود که همه ابزارها و اقلام برداشته شده‌اند، همه کارکنان به‌طور ایمن از مناطق خطرناک دور گشته و کنترل‌ها در موقعیت خنثی هستند. دستگاه‌های قفل، بر خلاف ترتیبی که نصب شده‌اند برداشته و سیستم دوباره روشن می‌شود و به کارکنان مربوط اطلاع داده می‌شود که عملیات پایان رسیده است.

بایستی به‌صورت اختصاصی برای هر ماشین و تجهیزات روش یا دستورالعمل کاری دقیق تعیین گردد که جزئیات تمام مراحل کنترل انرژی خطرناک دستگاه را حین اجرای کار در فضای بسته شرح می‌دهد، به صورت کتبی نوشته شود. این دستورالعمل اطلاعات زیر را باید دربر داشته باشد. (۶)

- تعیین ماشین، تجهیز یا فرآیند خاصی نیازمند خاموش‌شدن و قفل‌کردن
- شناسایی انرژی خطرناک بالقوه موجود و نوع دستگاه‌های قفل مورد نیاز
- شناسایی مکان‌های با ضرورت اعمال دستگاه‌های جداکننده، تشریح نحوه نصب دستگاه‌های جداکننده
- مراحل خاموش‌کردن، جداکردن، مسدود کردن و کنترل انرژی ذخیره‌شده یا باقی‌مانده
- توالی و مراحل اعمال و سپس حذف تمام دستگاه‌های جداکننده
- چگونگی اطلاع‌رسانی به سایرین از عملیات قفل و جداکردن و بازگشت مجدد به کار

۷-۵. کیت جداکردن[1]

این کیت شامل مجموعه تجهیزاتی می‌شود که برای انجام مراحل قفل‌کردن و جداکردن به کار می‌رود و معمولاً به چندین نوع قفل مختلف و آویزبرگ‌هایی مجهّز است که اطلاعات خطرات مرتبط با تجهیزات قفل‌شده در اختیار کارگران قرار

1- Lockout Kit

می‌دهد. کیت جداکردن ممکن است بسته به اینکه برای چه مواردی استفاده می‌شود، دارای انواع قفل‌های مختلف باشد. قفل‌های صنعتی متداول شامل قفل‌های قطع‌کننده مدار، قفل‌های سوپاپ و دریچه، قفل‌های سیلندر گاز و قفل‌های کابل هستند. برخی از انواع دستگاه‌های جداکننده گیره‌های قفل‌کننده، پلاگ‌ها، فلنج‌ها، درپوش‌ها و پلاگ‌های رزوه‌ای لوله‌کشی را شامل می‌شوند. کیت‌های قفل ویژه (مانند کیت قفل لیفتراک) تمام قفل‌ها و آویزبرگ‌های لازم را برای جداکردن صحیح آن سیستم به‌خصوص فراهم می‌کنند. در شکل ۷-۴ نمونه از کیت جداکردن و در شکل‌های ۷-۵ قطعه قلاب برای قفل زنی به برخی از شیرها یا تجهیزات ویژه از نمایی نزدیک نشان داده شده است.

شکل ۷-۴. نمونه تجاری از کیت جداکردن، قفل و آویزبرگ زنی

قفل و قلاب ویژه شیر توپی (بال ولو)

قفل و قلاب ویژه شیر پروانه‌ای

قفل و قلاب ویژه شیر کروی

قفل و قلاب ویژه شیر یونیورسال

قفل و قلاب ویژه شیر پروانه ای

قفل و قلاب ویژه برای نوعی جعبه برق

شکل ۷-۵. برخی نمونه‌های تجاری از قفل و قلاب‌های ویژه برای نصب بر روی تجهیزات صنعتی مانند شیرها و تابلو برق ها

۷-۶. دسترسی و خروج

دسترسی به درون فضای بسته و تسهیل ورود و خروج واردشوندگان در شرایط عادی و اضطراری از اصول مهم در ایمن‌سازی محیط فضای بسته برای عملیات است. همواره باید راه امن و راحت با اندازه مناسب برای ورود و خروج از فضای بسته فراهم گردد. وسایل فرار برای استفاده هر فرد داخل فضای بسته مناسب باشد تا او بتواند در مواقع اضطراری به سرعت فرار کند. منافذی که دسترسی به فضای بسته را فراهم می‌کنند، باید به اندازه کافی بزرگ و عاری از انسداد باشند تا افرادی که از لباس و تجهیزات حفاظتی استفاده می‌کنند، به‌راحتی دسترسی پیدا کنند و نجات بیابند. در صورت امکان برای عبور شلنگ‌ها، مجاری تهویه، خطوط برق و سایر کابل‌های مورد نیاز عملیات، بایستی از دهانه جایگزین استفاده شود. در مواردی که امکان ورود غیرعمدی یا غیرمجاز به فضای بسته وجود داشته باشد، باید با استفاده از ابزار مناسب (مانند هشدار ایمنی واضح، خوانا و آشکار) از ورود جلوگیری به عمل آید.

در مواردی که نیاز به ورود افراد به فضای بسته است، سازندگان و تامین‌کنندگان تجهیزات، طراحان و مهندسان عملیات باید اطمینان حاصل کنند که ورود و خروج با سهولت امکان‌پذیر می‌باشد. چاهک‌ها باید تا حد امکان در قسمت پایین مخازن باشند تا عملیات خروج اضطراری تسهیل شود و در صورت نیاز نردبان‌های ثابت مورد استفاده قرار بگیرند. (۱۴)

۷-۷. حفاظ گذاری و نصب علایم

حفاظ گذاری در اطراف محدوده عملیات فضای بسته به دو شیوه حفاظ گذاری نرم[1] و سخت[2] انجام می‌شود. به منظور تعیین حدود تردد افراد مجاز و غیر مجاز و جلوگیری از ورود ناخواسته به محوطه خطرناک انجام می‌شود. (۶) حفاظ‌های سخت نرده‌ها و سایر مواد سخت چوبی و پلیمری برای مسدود کردن ورودی‌ها یا محوطه اطراف آن را شامل هستند. این حفاظ‌ها از نظر شکل و ابعاد

1- Soft barricade
2- Hard barricade

و شیوه فیکس کردن بسیار متنوع بوده و بر اساس نیاز ساخته و استفاده می‌شوند. نرده‌های فلزی ثابت، حفاظ‌های پلمیری تاشو، میله یا ورق‌های مسدودکننده دریچه، نمونه‌هایی از حفاظ‌های موجود هستند. به‌طور معمول تابلوهای هشدار خطر و ممنوعیت ورود به محدوده یا فضای بسته بر روی همین حفاظ‌ها نصب می-شود. (۲، ۴) درشکل‌های ۷-۶ و ۷-۷ نمونه‌هایی از حفاظ‌های نرم و سخت مورد

استفاده برای ایمن سازی محوطه فضای بسته نشان داده شده است.

شکل ۷-۶. نمونه‌هایی از علایم هشداردهنده و حفاظ‌گذاری سخت در فضاهای بسته

حفاظ‌های نرم نیز انواع نوارهای خطر و مخروط ایمنی[1] را شامل می‌باشند. این تجهیزات عموماً شبرنگ بوده و در قابلیت دید خوبی در تاریکی دارند. نوارهای خطر که عموما به رنگ قرمز (برای خطرات شدید) و زرد (برای خطرات متوسط) هستند، معمولاً از جنس پلی اتیلن هستند و در شرایط آب و هوایی مختلف مقاومت خوبی دارد. پیام‌های نوشتاری روی نوارهای مورد استفاده برای عملیات فضای بسته، عموماً عبارتند از: «خطر»، «هشدار»، «وارد نشوید»، «ورود، تنها با داشتن مجوز ممکن است»؛ ولی بسته به شرایط می‌توان پیام‌های اختصاصی دیگری بر روی آنها چاپ کرد. حفاظ‌های نرم نمی‌توانند مانع از ورود افراد به محدود خطر شوند و عموماً برای ارائه هشدار و تعیین محدوده به‌کار می‌روند. به‌طور معمول علایم هشدار و خطر بر روی همین حفاظ‌های نصب می‌شوند. (۳۰) در شکل ۷-۸ نمونه‌هایی از حفاظ‌های نرم نشان داده شده‌اند.

شکل ۷-۷. نمونه‌هایی از حفاظ‌های نرم در اطراف فضاهای بسته

تابلوهای ایمنی که در اطراف عملیات فضای بسته نصب می‌شود علاوه بر واژه‌ی خبری «خطر» دارای نوشته‌هایی هستند که پیام‌های ایمنی مختلفی مانند ممنوعیت، الزام یا هشدارهای مرتبط با کار در فضای بسته را منتقل

1- Safety cone

می‌کنند. همچنین برخی از تابلوها دارای صورت نگاشت‌هایی[1] هستند که نشان دهنده وجود فضای بسته یا خطرات آن است. درجدول ۷-۱ نمونه‌هایی از صورت صورت نگاشت‌های مرتبط با کار در فضای بسته و نیز برخی از تابلوهای ایمنی دارای دارای صورت نگاشت‌ها و پیامهای نوشتاری مختلفی نمایش داده شده است. استفاده از صورت نگاشت و تابلو مناسب باید مطابق با استانداردهای مورد قبول شرکت یا مراجع قانونی کشور باشد. ذکر این نکته ضروری است که تابلوها می‌توانند به زبان فارسی یا دو زبانه باشند.

جدول ۷-۱. نمونه‌هایی از تابلوها و صورت نگاشت‌های مرتبط با ایمنی کار در فضای بسته

1- Pictogram

فصل هشتم:

گاز سنجی و تهویه فضاهای بسته

فصل هشتم:گاز سنجی و تهویه فضاهای بسته

۸-۱. مقدمه

حفظ سلامت و جان افراد هنگام کار در فضای بسته، جلوگیری از وقوع حوادثی نظیر آتش‌سوزی، انفجار و خفگی در گرو پایش اتمسفر و شناسایی خطرات ناشی از حضور گازها در هوای محیط بسته می‌باشد. پیش از ورود به فضاي بسته باید اتمسفر آن به شرایط بي‌خطر رسانده شود. در مورد خطراتي که به محدوده بي‌خطر نمي‌رسند باید از وسایل حفاظت فردي استفاده کرد. ناظر ورود در صورت برخورد با موارد خاص و موارد جدید در زمینه ورود افراد باید با مدیر بخش ایمني و بهداشت مشورت کند. در هر حال، پیش از ورود به فضای بسته و گاه در حین عملیات باید با نمونه‌برداری و اندازه‌گیری گازهای موجود در هوا، از خطرات به دور ماند. با توجه به نتایج ارزیابی ریسک، اغلب ضروری است تست اتمسفر به‌طور مداوم یا متناوب در طول کار تکرار شود و در مواردی که کار برای مدت طولانی ادامه دارد، باید تعداد دفعات مورد نیاز آزمایش مجدد تعیین گردد. انتخاب تجهیزات پایش اتمسفر هوا در فضای بسته، به شرایط، محل کار و نوع آلاینده‌های احتمالی بستگی دارد. برای استفاده در شرایط و محل کار، تجهیزات باید در وضعیت مناسب و کالیبره باشند و مطابق دستورالعمل سازنده نگهداری شوند. همچنین بایستی گزارشی از سوابق

کالیبراسیون نگهداری شده باشد. درنهایت، آزمایش اتمسفر و نظارت بر آن باید توسط افراد ذیصلاح انجام شود که به تفسیر صحیح نتایج قادر هستند. جزئیات مربوط به این اقدامات در این فصل ارائه خواهد شد. (۲، ۴، ۶)

۸-۲. گازهای خطرناک فضای بسته در صنایع مختلف

در بسیاری از صنایع حداقل فضای بسته وجود دارد که می‌تواند حاوی گازهای مختلف خطرناکی باشد. درجدول ۸-۱ انواع گازهایی که ممکن است در فضاهای بسته صنایع مختلف وجود داشته باشند، آورده شده است. (۳۱)

جدول ۸-۱. گازهای خطرناک در صنایع مختلف (۱۱)

صنعت/عملیات	گازهای رایج موجود در فضای بسته
کشاورزی (سیلوها)	گازهای قابل‌احتراق، CO_2، CO، اتلین، نیتریک‌اکسید، نیتروژن‌دی‌اکسید
صنایع شیمیایی (مخازن ذخیره و انتقال، راکتور)	گازهای قابل‌احتراق، CO_2، CO، کاهش اکسیژن، غنی از اکسیژن، هیدروژن‌سولفید
صنایع غذایی	گازهای قابل‌احتراق، آمونیاک، CO، گازهای مبرّد، کاهش اکسیژن، غنی از اکسیژن
HazMat (ساخت‌وساز زیرزمینی، معادن)	گازهای قابل‌احتراق، CO_2، CO، کاهش اکسیژن، غنی از اکسیژن
صنایع نفت و گاز (تمیزکاری مخازن)	گازهای قابل‌احتراق، کاهش اکسیژن، غنی از اکسیژن، بخارات حلال‌های آلی
کشتی‌سازی، دریانوردی (مخازن)	گازهای قابل‌احتراق، CO، دی‌اکسیدکلر، کاهش اکسیژن، غنی از اکسیژن، بخار حلال‌های آلی
صنایع هوانوردی (مخازن نگهداری)	گازهای قابل‌احتراق، CO_2، CO، کاهش اکسیژن، غنی از اکسیژن
صنایع شیمیایی (نشت)	گازهای قابل‌احتراق، آمونیاک، CO، اتیلن، اتیلن‌دی‌اکسید، نیتروژن‌دی‌اکسید، فسفین
ریخته‌گری	گازهای قابل‌احتراق، CO_2، CO، کاهش اکسیژن، غنی از اکسیژن
صنایع فولاد و استیل	گازهای قابل‌احتراق، CO، هیدروژن‌سولفید، کاهش اکسیژن، غنی از اکسیژن، حلال‌های آلی
صنایع کاغذسازی	گازهای قابل‌احتراق، گاز کلر، کاهش اکسیژن، غنی از اکسیژن، هیدروژن‌سولفید
جوشکاری (فضای بسته)	گازهای قابل‌احتراق، آمونیاک، CO_2، CO، اتیلن، کاهش اکسیژن، غنی از اکسیژن

پایش و اندازه‌گیري کیفیت هواي فضاي بسته، متناسب با خطرات شناسايي شده و ريسك‌هاي ارزيابي شده بايد انجام پذيرد. براي نمونه، اگر بررسي‌هاي نشان دهد كه فضاي بسته مورد بررسي حاوي فاضلاب است (يا قبلاً حاوي فاضلاب بوده

است) یا جدار دروني فضاي بسته زنگ زده است، نوع آزمايش و پايش هوا بايد متناسب با اين آلاينده‌ها و وضعيت باشد. آزمايش و اندازه‌گيري كيفيت هواي فضاي بسته مي‌تواند با اهداف مختلفي انجام شود. گاهي اوقات پايش هوا به منظور شناسايي نوع خطر در فضاي بسته است. در برخي موارد نيز هدف از آزمايش كيفيت هوا، اطمينان از حفظ شرايط ايمن در اتمسفر فضاي بسته است.

اندازه‌گيري پارامترهاي كيفيت هواي فضاهاي بسته معمولاً در فرآيند ارزيابي ريسك و به منظور برآورد سطح ريسك انجام مي‌پذيرد. با اين حال زماني كه ارزيابي ريسك فضاي بسته با اتكا به دانش و تجربه ارزياب‌ها صورت گرفته باشد، بهتر است پايش هواي درون فضاي بسته به‌عنوان يك ابزار كنترلي براي كنترل اوضاع و تاييد شرايط مورد انتظار مورد استفاده قرار گيرد. نكته بسيار مهم در پايش هواي فضاي بسته اين است كه افراد نبايد براي قضاوت در مورد ايمن بودن شرايط اتمسفري براي كار در فضاي بسته به حس خود اعتماد كنند. زيرا اساساً بسياري از گازها و بخارات سمي، قابل اشتعال و قابل احتراق فاقد رنگ و بو بوده و قابل ادراك توسط حواس پنج‌گانه نيستند.

۸-۳. گازسنجی یا پایش اتمسفر فضای بسته

به سنجش گازهای درون فضای بسته گازسنجی[1] گفته می‌شود. قبل از ورود به فضای بسته، باید سنجش کیفیت هوا و نظارت مستمر صورت بگیرد تا اطمینان حاصل شود که شرایط جوی فضای بسته برای ورود و انجام عملیات ایمن می‌باشد. همچنین هرگاه به دلایل مختلف مانند شکستگی یا نشتی لوله‌ها یا مخازن یا انجام عملیات درون فضای بسته، احتمال برود که کیفیت هوا متغیر خواهد شد، گازسنجی باید به صورت مستمر در طی مدت زمان انجام عملیات صورت گیرد. این کار با استفاده از اندازه‌گیری غلظت گازهای حیاتی برای

1- Gas test

تنفس و گازهای خطرناک محقق می‌شود. در جدول ۸-۲ سه گروه کلی گازهایی که باید در برنامه گازسنجی مورد رسیدگی قرار گیرند ارائه شده است. یادآوری می‌شود که توضیحات مبسوط در خصوص این گازها و حدود ایمن و غیرایمن آنها در فصل دوم (خطرات فضای بسته) ارائه شده است.

جدول ۸-۲. دسته‌بندی پایش اتمسفر فضای بسته (۱۹)

پایش	توضیحات
اکسیژن	کمبود اکسیژن اختلال تنفسی برای انسان، غنی‌شدن اتمسفر از اکسیژن افزایش خطر انفجار، درصد حجمی اکسیژن طبیعی در هوا برای ارتفاع سطح دریا ۲۰/۸ می‌باشد. دستگاه‌های اندازه‌گیری سطح اکسیژن برای اعلام هشدار در شرایطی تنظیم می‌شوند که سطح اکسیژن بسیار کم یا بیش از حد باشد.
گاز قابل‌احتراق یا قابل‌انفجار	خطر انفجار، برای جلوگیری از شکل‌گیری مخلوط قابل‌انفجار بایستی غلظت آن ماده حداقل ۱۰ درصد پایین‌تر از LEL باشد. دستگاه‌های شناسایی گاز قابل‌احتراق برای اعلام هشدار قبل از وقوع شرایط قابل‌انفجار بالقوه طراحی شده‌اند.
گاز سمی یا محرّک	خطر برای سلامتی انسان، بایستی بر مواجهه کارگران نظارت شود بنابراین دستگاه‌های شناسایی گاز سمی قبل از رسیدن سطح گاز به غلظت مضر، به کارگران هشدار می‌دهند. برخی مانیتورهای گاز سمی میزان مواجهه کوتاه‌مدت فرد را اندازه می‌گیرند.

غلظت اکسیژن اولین شاخصي است که مورد اندازه‌گیري قرار مي‌گیرد زیرا بسیاري از دستگاه‌هاي سنجش گازهاي قابل احتراق به غلظت اکسیژن وابسته هستند. پایش غلظت گازها در اتمسفري که غلظت اکسیژن آن کم است، مي‌تواند

به قرائت‌هاي نادرست منجر شود. بعد از اندازه‌گيري غلظت اكسيژن، غلظت گازهاي قابل احتراق اندازه‌گيري مي‌شود زيرا مهم‌ترين خطر پس از كمبود اكسيژن در فضاي بسته به خطر انفجار و آتش‌سوزي مربوط است. بنابراين، ترتيب آزمايش گازها در فضای بسته قبل از ورود كاركنان بدين صورت است:

اول. اكسيژن

دوم. بخارات و گازهای قابل اشتعال

سوم. بخارات و گازهای سمّی

دليل اصلی رعايت اين ترتيب در پايش اتمسفر فضای بسته، حساسيت دستگاه‌های اندازه‌گيری گازهای قابل‌اشتعال به كمبود اكسيژن در محيط می‌باشد؛ زيرا در صورت پايين بودن غلظت اكسيژن از محدوده تعريف‌شده برای دستگاه، گازسنج دچار خطا می‌شود.

۸-۴. گازسنجی بر اساس نسبت چگالی گاز

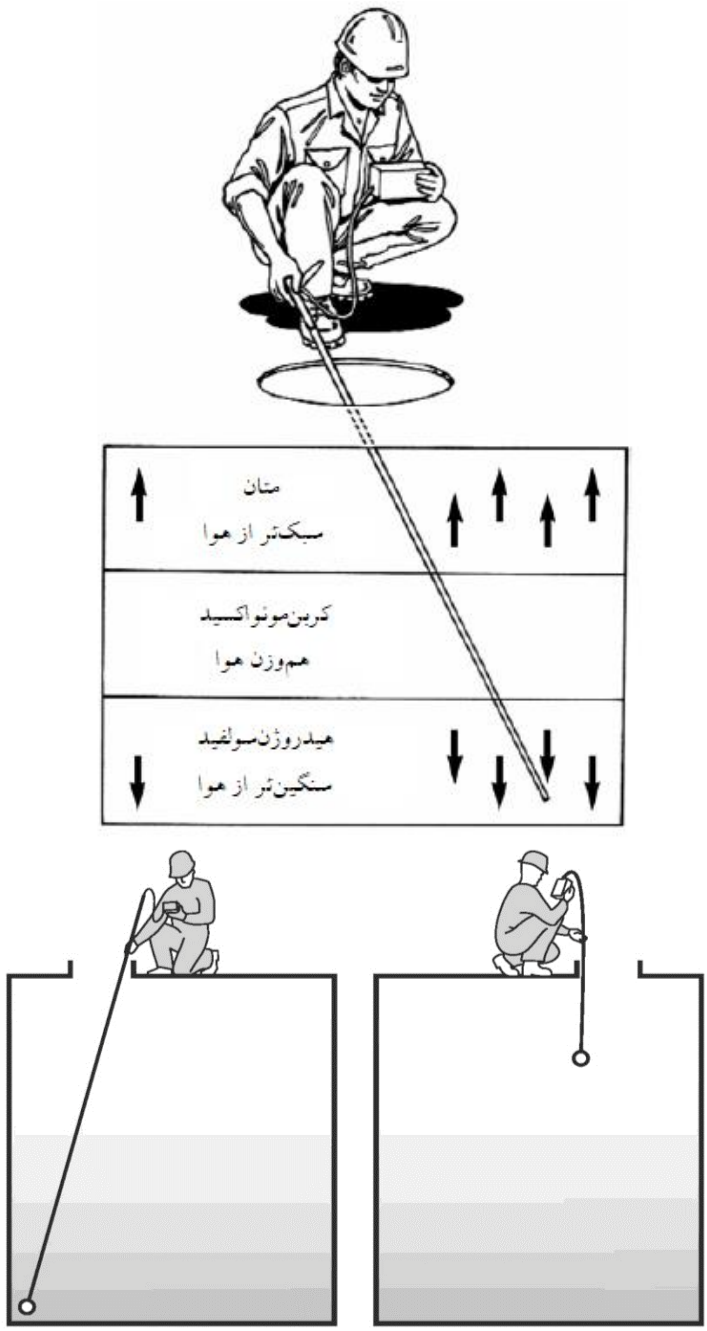
برای گازسنجی غلظت هوا بايد در قسمت‌های مختلف فضای بسته صورت گيرد. دليل اين امر تفاوت نسبت چگالی گازها و بخارات است. به اين ترتيب می‌توان از كيفيت هوای داخل فضای بسته ارزيابی درستی داشت. در جدول ۸-۳ نسبت چگالی برای چند گاز آلاينده خطرناک رايج در فضاهای بسته ارائه شده است. در صورتی كه اين نسبت از يک كمتر باشد، به اين معنی است كه آن گاز از هوا سبک‌تر بوده و انتظار می‌رود در قسمت‌های بالايی مخزن تجمع پيدا كند. برعكس، اگر نسبت گاز بالاتر از يک باشد، بخارات مربوط در كف مخزن يا فضای بسته تجمع می‌يابد. نزديک بودن نسبت چگالی گاز به عدد يک، بدين معنی است كه مولكول‌های آن گاز در تمام فضای مخزن پخش هستند. (۳۱)

جدول ۸-۳. نسبت چگالی گازهای آلاينده

گاز	نسبت چگالی	وضعيت پراكندگی گاز
متان	۰/۵۵	گازهای سبک تر از هوا

آمونیاک	۰/۵۹	
مونواکسیدکربن	۰/۹۶	
نیتروژن	۰/۹۷	
هوا	۱	
هیدروژن‌سولفید	۱/۲	گازهای سنگین تر از هوا
دی‌اکسیدکربن	۱/۵	
بنزین	۳/۴	
سوخت جتJP-8	۴/۷	

با علم به نسبت چگالی گازها، فردی که مسئول گازسنجی است باید پراب دستگاه گازسنج را در ارتفاع‌های مختلف در مخزن قرار دهد و عدد مربوط را قرائت و ثبت کند. شکل ۸-۱ روش گازسنجی در ارتفاع‌های مختلف برای برخی گازها را نشان می‌دهد. (۳۲)



شکل ۸-۱. گازسنجی در ارتفاع‌های مختلف متناسب با نسبت چگالی گاز و محل قرارگیری پراب نمونه بردار

گازسنجی باید توسط فرد مجرّب آموزش‌دیده و با استفاده از تجهیزات تست گاز (گازسنج) دارای پروب‌های نمونه‌برداری از راه دور، صورت پذیرد. همواره باید این اطمینان حاصل شود که تجهیزات گازسنج به درستی کالیبره و نگهداری می‌شوند. در ادامه فصل در خصوص شیوه‌های نمونه برداری و گازسنجی و نیز انواع گازسنج‌ها اطلاعات بیشتری ارائه خواهد شد. تست اتمسفر باید بتواند نتایج زیر را در پی داشته باشد تا الزامات اتمسفری برای تایید ورود به فضای بسته تامین شود:

- سطح اکسیژن در محدوده ایمن باشد. (نه خیلی کم و نه خیلی زیاد)
- اتمسفر بالقوه خطرناک وجود ندارد. (گازهای سمی یا قابل‌اشتعال)
- تهویه فضا به درستی کار می‌کند.

نتایج گازسنجی باید به همراه قید تجهیزات و روش‌هایی که در تست کیفیت هوا به کار گرفته شدند، در مجوز ورود به فضای بسته ثبت شوند.

۸-۵. ثبت نتایج گازسنجی

نتایج گازسنجی اولیه به‌طور معمول در فرم مجوز ورود ثبت شده و بر اساس آن مجوز ورود صادر می‌شود. در صورتی که نیاز به گازسنجی مستمر تشخیص داده شود، نتایج گازسنجی باید در فرم جداگانه ثبت و در نهایت به فرم‌های اصلی الحاق شود. در جدول ۸-۴ نمونه از لیست آزمایش گاز نشان داده شده است. اطلاعات بیشتر برای شناسایی دقیق فضای بسته می‌تواند به فرم اضافه شده و فرم شخصی سازی شده هر سازمان تولید شود.

جدول ۸-۴. نمونه فرم ثبت نتایج گازسنجی مستمر

برگه ثبت گازسنجی مستمر									نام یا لوگوی شرکت
شماره پروانه کار اصلی:									شماره پروانه کار الحاقی:
محل انجام گازسنجی:									سایر اطلاعات:
ردیف	شماره دستگاه گازسنج	نام و نام خانوادگی ارزیاب	تاریخ	ساعت	امضا	نتیجه گازسنجی				توضیحات
						CH4 (*%LEL*)	*H2S* (*ppm*)	*CO* (*ppm*)	*O2* (*%*)	
۱										
۲										
۳										
۴										
۵										

۸-۶. تصمیم گیری بر اساس نتایج گازسنجی

پس از آزمایش گازسنجی، تصمیم‌گیری درخصوص ادامه کار به احراز شرایط ایمن درون فضای بسته منوط است. جدول ۸-۵ نمونه از معیارهای تصمیم‌گیری رایج در صنایع نفت و گاز را نشان می‌دهد.

جدول ۸-۵. نمونه معیار تصمیم گیری در شرایط مختلف بر اساس نتایج گازسنجی

تصمیم / نوع گاز	ورود به مخزن بدون تجهیزات حفاظت تنفسی (B.A)	ورود به مخزن با تجهیزات حفاظت تنفسی (B.A)	ورود به مخزن مطلقا ممنوع	کار سرد در فضای باز	کار گرم در فضای باز
	کار سرد و گرم می‌تواند انجام بگیرد.	تنها کار سرد می‌تواند انجام بگیرد.	پاکسازی Purging و تهویه کامل و تست مجدد باید انجام شود.	تنها کار سرد بر تجهیزات و سیستم‌های تاسیسات می‌تواند انجام بگیرد.	کار بر تجهیزات با پاکسازی از طریق نیتروژن ممکن است. برای کار بر خطوط آلوده به هیدروکربور، باید به‌طور مداوم تست گاز انجام داد.
LEL (%)	کمتر از ۱٪	از ۱٪ الی ۱۰٪	بیشتر از ۱۰٪	از ۱۰٪ الی ۲۰٪	کمتر از ۵٪
H_2S (ppm)	کمتر از ۱	از ۱ الی ۲۰	بیشتر از ۲۰	کمتر از ۱۰ بدون B.A	کمتر از ۱۰ بدون B.A
				از ۱۰ الی ۲۰ با B.A	از ۱۰ الی ۲۰ با B.A
CO (ppm)	کمتر از ۱	کمتر از ۲۵۰	بیشتر از ۲۵۰	کمتر از ۳۵ بدون B.A	کمتر از ۳۵ بدون B.A
				بیش از ۳۵ تا ۲۵۰ با B.A	بیش از ۳۵ تا ۲۵۰ با B.A
O_2 (%)	20%≤O_2≤ 23%	هر اندازه خارج از بازه غلظت ایمن	---	فضای باز	فضای باز

مقادیر LEL بر مبنای گاز متان است.

میزان اکسیژن همواره باید در محدوده باشد. از آن‌جا که گازسنج‌ها ممکن است اعداد دقیق را نشان ندهند، باید میزان LEL را همواره در نظر داشت.

اگر شرایطی پیش آید که با جدول مطابقت نداشته باشد، باید ارزیابی ریسک اجرا و بر اساس آن اقدام شود.

باید به تغییرات اتمسفر به دلیل شرایط کار همواره توجه داشت. در هنگام استفاده از ماشین آلات دیزلی باید بالا رفتن مقدار CO را زیر نظر داشت و رصد کرد.

۸-۷. پاکسازی گاز

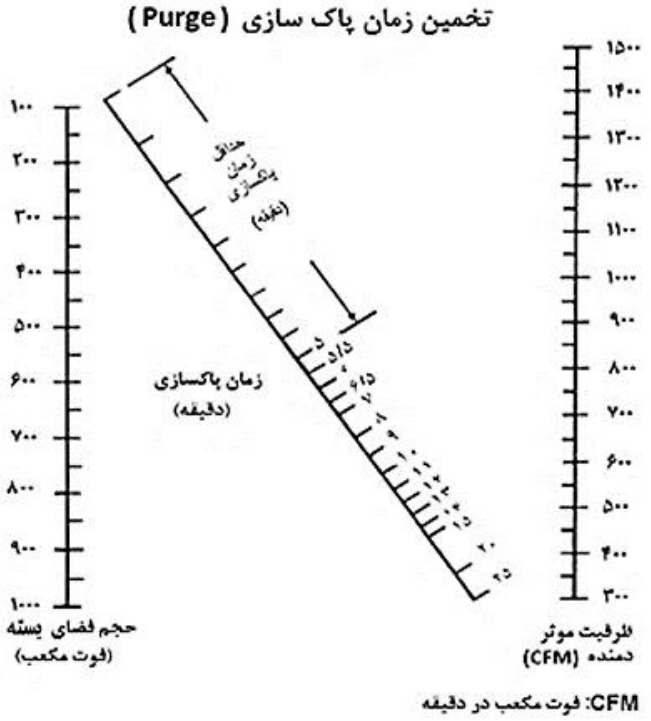
پاکسازی[1] به فرایند تزریق گاز ایمن به درون فضای بسته برای خارج کردن بخارات یا گازهای سمی و قابل اشتعال گفته می‌شود. زمانی که تزریق هوا به درون مخزن حاوی گازهای قابل اشتعال به غنی شدن هوا از اکسیژن و افزایش احتمال آتش سوزی منجر شود، از گازهای بی اثری مانند نیتروژن برای پاکسازی استفاده می‌شود. پس از عملیات تخلیه و پاکسازی و برای تأیید اثربخشی این عملیات، اتمسفر فضای بسته و به ویژه درصد اکسیژن مورد آزمایش قرار می‌گیرد تا مجوز ورود با یا بدون استفاده از دستگاه حفاظت تنفسی صادر شود. باید توجه داشت که در پاکسازی به روش تزریق نیتروژن، اتمسفر فضای بسته از گازهای قابل اشتعال و انفجار تخلیه می‌شود ولی از سوی دیگر اکسیژن فضای بسته به شدت کاهش پیدا می‌کند. بنابراین وارد شدن به چنین مخزنی بسیار خطرناک خواهد بود. در این شرایط مجوز کار با در نظر گرفتن تجهیزات حفاظت تنفسی مناسب برای وارد شوندگان و تیم‌های امداد و نجات صادر می‌شود. در مخازنی که به آن نیتروژن تزریق شده است، باید تابلوهای هشدار مناسب در دهانه ورودی نصب شود. نمونه‌ای این تابلوها درشکل ۸-۲ نشان داده شده است.

شکل ۸-۲. تابلوهای هشدار و اعلام خطر برای مخزن پر شده با نیتروژن (تابلویی با اطلاعات نوشتاری بیشتر ارجحیت دارد)

برای تازه کردن هوا در فضای بسته هرگز نباید از اکسیژن خالص استفاده

1- Purging

شود زیرا خطر آتش‌سوزی یا انفجار افزایش میابد و این کار ممکن است اثر بالقوه سمی به همراه داشته باشد. باید به‌خاطر داشت که در هنگام انجام جوشکاری و و تولید گازها و گرد و غبار، پیشبرد کارهای سخت که نیازمند اکسیژن زیاد بوده و و احتمال ماند هوا وجود دارد بایستی جریان هوای بیشتری برای فضای بسته تأمین گردد. با استفاده از نمودگرام ارائه شده در شکل ۸-۳ می‌توان مدت زمان تقریبی پاکسازی اتمسفر فضای بسته را بر اساس حجم فضا و ظرفیت سیستم دمنده‌ی مورد استفاده برآورد کرد. (۶)



شکل ۸-۳. تخمین زمان پاکسازی فضای بسته (۶)

۸-۸. انواع روش‌های تهویه فضای بسته

ممکن است حین عملیات در فضای بسته به تهویه هوا نیاز باشد تا هوای تازه و سالم جایگزین هوای آلوده گردد. در ارزیابی ریسک مشخص می‌شود که آیا سیستم تهویه طبیعی برای شرایط مورد نظر مناسب است یا تهویه مکانیکی (اجباری).

معمولاً در طول عملیات در فضای بسته و بر اثر اجرای وظیفه‌ای خاص، مخلوطی از گاز و هوا در محدوده قابل‌اشتعال ایجاد شود. بنابراین، در اغلب موارد به دلیل ماهیت و ساختار فضاهای بسته اتکا به تهویه طبیعی برای حفظ کیفیت هوا قابل اطمینان نبوده و نباید به آن بسنده کرد. در این حالت و در صورت تشخیص وجود گازها یا بخارات خطرناک یا سمی باید پس از عملیات پاکسازی، گازها یا بخارات تولید شده توسط سیستم تهویه مکانیکی از فضای بسته تخلیه شده و هوای تازه به فضای بسته وارد شود.

تهویه مکانیکی به معنای کاربرد دمنده‌ها و فن‌ها برای تزریق هوای تازه به درون فضای بسته است و معمولاً استفاده از آنها برای حفظ کیفیت هوای درون فضای بسته ضروری به شمار می‌رود. همچنین، سیستم تهویه مکانیکی مناسب، روش موثری برای کنترل گرمای بیش از حد فضاهای بسته و ایجاد آسایش حرارتی برای وارد شوندگان به‌شمار می‌رود. در صورت استفاده از این تجهیزات به سیستم هشداردهنده نیز نیاز است تا بروز خرابی یا نقص در عملکرد تجهیزات تهویه را فوراً به افراد مربوط اطلاع دهد. (۲)

چندین روش برای تهویه فضای بسته وجود دارد. روش و تجهیزات انتخابی بستگی به اندازه و ساختار و شکل دریچه‌های باز فضای بسته، گازهایی که باید تخلیه شوند و منبع جبران و یا تولید هوا دارد. انواع اصلی تهویه مکانیکی فضای بسته عبارتند از:

- تهویه اجباری (یا تهویه ترقیقی از طریق دمشی)[1]
- تهویه مکش موضعی[2]
- تهویه ترکیبی دمشی ـ مکشی[3]

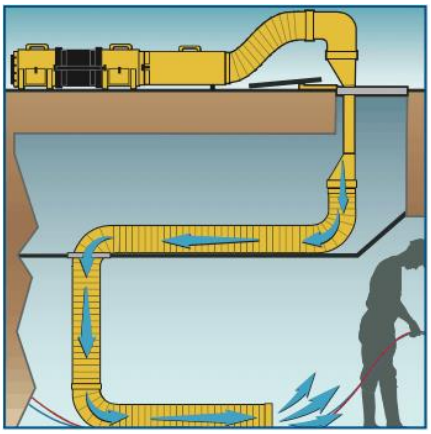
انتخاب روش تهویه‌ی مناسب به سه عامل ماهیت آلاینده، پیکربندی یا

1- Forced ventilation
2- Local Exhaust Ventilation (LEV)
3- Push-Pull system

شکل فضای بسته، و کاری که درون آن اجرا خواهد شد، بستگی دارد.

در تهویه اجباری، از لوله الاستیکی طولانی که انتهای آن متصل به فن دمنده بوده و انتهای دیگر به داخل دریچه آدم‌رو یا دریچه دسترسی پایین‌رو ارتباط دارد، استفاده می‌شود (شکل ۸-۴). در این روش منافذی برای خروج هوا از فضای بسته باید وجود داشته باشد. در این روش، لوله تهویه با طول مناسب از طریق دریچه آدم‌رو یا دریچه‌ای دیگر به قسمت پایین فضای بسته وارد می‌شود تا با رقیق سازی هوا از گازها و بخارات خطرناک، آنها را به خارج از فضای بسته بدمد. دهانه ورود هوا باید در ناحیه‌ای از بیرون فضای بسته قرار گیرد که فقط هوای تازه را مکش کند. هر تامین کننده هوایی که مجاور به سیستم خروجی قرار گرفته باشد، می‌تواند در حال تخلیه گاز فضای بسته، گاز خطرناک دیگری را به داخل وارد کند. به علت اینکه در بسیاری از فضاهای بسته اتمسفر مخاطره آمیز در صورت قطع جریان هوا دوباره می‌تواند مجددا ایجاد شود، از این‌رو تهویه باید تا حد ممکن پیوسته باشد.

برای حصول اطمینان از اینکه اتمسفر داخل فضای بسته ایمن است، سنجش دوره‌ای باید انجام گیرد. بخاطر داشته باشید که هر اطلاعات تست مربوط به فضا، باید برای وارد شونده یا کننده مراقب ذی‌صلاح قابل دسترس باشد. تخلیه هوا و گاز ظروف باید به صورتی انجام شود که مطمئن شویم خطراتی را که بتواند کار مجاور را متاثر سازد، ایجاد نخواهد کرد. تجهیزات تخلیه و تهویه باید نسبت به ساختار ظروف برای خنثی کردن آثار بار استاتیک به صورت الکتریکی اتصال زمین (Earthing) گردند.



شکل ۸-۴. تهویه اجباری (دمنده و لوله ارتجاعی برای تزریق هوای تازه به درون فضای بسته)

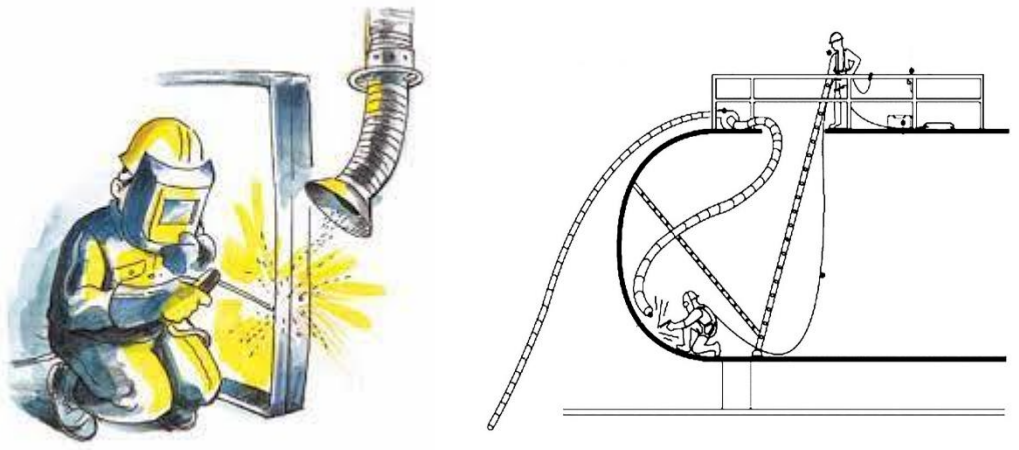
تهویه اجباری ترقیقی در شرایط زیر مناسب است:

- آلاینده‌های موجود در فضای بسته سمیت نسبتاً کمی دارند (به‌عنوان راهنمای کلی، آلاینده‌های با حد مجاز تماس OEL برابر یا ۵۰۰ ppm با سمیت کم یا بالاتر از آن تلقی می‌شوند)؛
- سرعت انتشار آلاینده‌ها یا انتشار نسبتاً ثابت است و مقادیر کمی دارد؛
- آلاینده‌ها گازها یا بخارها یا جامدات ریز معلق هستند؛
- انتشار آلاینده‌ها گسترده است
- فاصله کافی بین کارگر و منبع وجود دارد و اجازه می‌دهد رقیق سازی موثر انجام شود.

تهویه مکش موضعی از طریق بیرون کشیدن هوا از فضای بسته عمل می‌کند. این روش تهویه زمانی استفاده می‌شود که منبع مهمی از تولید آلودگی با غلظت بالا درون فضای بسته وجود دارد. برای نمونه اگر درون فضای بسته کارهایی مانند جوشکاری یا تمیزکاری در حال اجرا است، آلاینده‌های سمی با غلظت زیاد تولید خواهد شد. به‌طور کلی تهویه مکش موضعی زمانی مناسب است که شرایط زیر وجود داشته باشد:

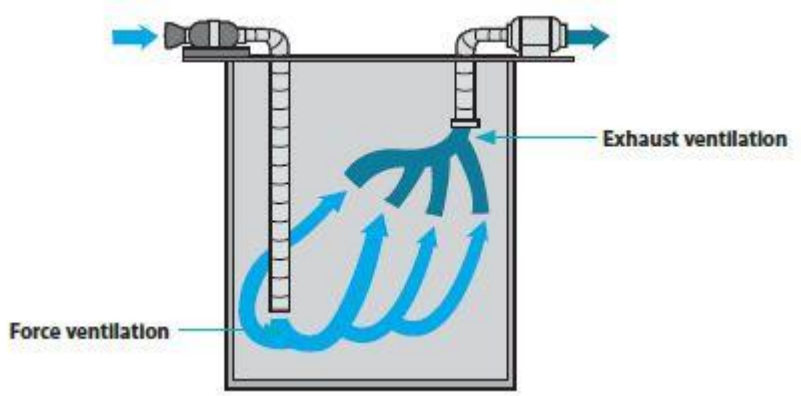
- آلاینده‌های آزاد شده دارای سمیت نسبتاً متوسط تا زیاد هستند (به‌عنوان راهنمای کلی، آلاینده‌های با OEL کمتر از ppm ۵۰۰ دارای سمیت متوسط تا زیاد در نظر گرفته می‌شود).
- میزان انتشار آلاینده بالاست.
- آلاینده‌های سنگین مانند فیوم‌ها و ذرات جامد تولید می‌شود که دفع آنها با تهویه ترقیقی دشوار است.
- آلاینده‌ها به شکل موضعی تولید و آزاد می‌شوند.
- فاصله کافی بین کارگر و منبع وجود ندارد تا امکان رقیق سازی موثر وجود داشته باشد.

در تهویه مکش موضعی باید توجه داشت که دهانه هود باید در نزدیک‌ترین نقطه به محل تولید آلودگی باشد و قدرت فن به اندازه‌ای باشد که بتواند ذرات و آلاینده‌ها را در طول کانال تهویه به بیرون هدایت کند. همچنین، با توجه به این که مکش هوا از درون فضای بسته، فشار منفی ایجاد می‌کند باید تهمیدات لازم برای جایگزینی هوای تازه از بیرون فضا فراهم شده باشد. شکل ۸-۵ نمونه‌ای از تهویه مکش موضعی در فضای بسته با نشان می‌دهد.



شکل ۸-۵. تهویه مکش موضعی در فضای بسته

تهویه ترکیبی دمشی-مکشی نیز برای بهره‌گیری از مزایای هر دو سیستم تهویه استفاده می‌شود. این سیستم تهویه به شکل موثرتری باعث تهویه فضای بسته می‌شود و توصیه می‌شود در هر جا که امکان، اجرای این سیستم فراهم باشد از آن استفاده شود. در این روش، با استفاده از دمنده، هوای تازه به درون فضای بسته وارد شده و از سوی دیگر آلاینده‌های تولید شده از طریق سیستم مکشی خارج می‌شوند. شکل ۸-۶ نمونه‌ای از سیستم تهویه ترکیبی را نشان می‌دهد.



شکل ۸-۶. سیستم تهویه ترکیبی دمشی - مکشی

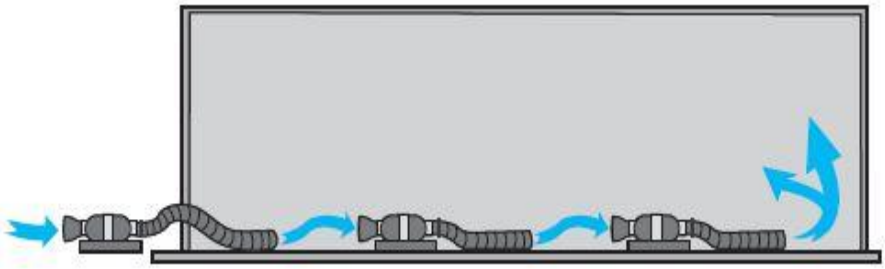
۸-۹. نکاتی درباره استفاده موثر از سیستم تهویه

برقراری تهویه موثر در فضای بسته نیازمند مقداری آشنایی با اصول جریان هوا و ویژگی‌های آلاینده‌هاست. بر این اساس برای ایجاد سیستم تهویه موثر در فضای بسته باید شش نکته زیر توجه داشت:

- تهویه در فضای بسته با طول زیاد
- تهویه در فضای بسته با عمق زیاد
- جلوگیری از ایجاد مدار کوتاه گردش هوا
- جلوگیری از بازچرخش هوا درون فضای بسته
- خارج کردن گازهای سبکتر از هوا از فضای بسته
- خارج کردن گازهای سنگین‌تر از هوا از فضای بسته

مدت زمان کار تجهیزات تهویه مکانیکی برای تأمین هوای تازه و کافی یا رقیق‌کردن هوای آلوده فضای بسته، به ساختار و حجم فضای بسته، و نیز نوع و مدت زمان انجام دادن کار بستگی دارد.

فضاهای بسته با طول زیاد



در این فضاها باید به شکلی عمل شود که فضا از انتها دمیده و از انتهای دیگر خارج شود. در صورت نیاز می‌توان از فن‌های غیر متصل به هم در طول فضای بسته استفاده کرد (شکل ۸-۷).

شکل ۸-۷. جریان هوای تهویه در فضای بسته با طول زیاد

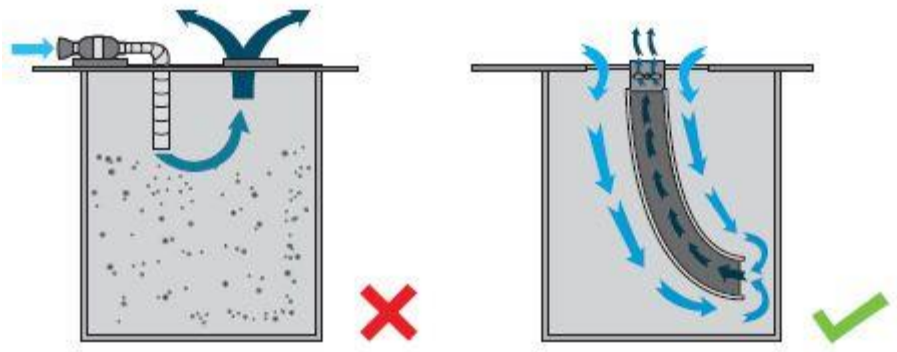
فضای بسته با عمق زیاد

در این گونه فضاها، هوای تازه باید از کف فضا دمیده و هوای آلوده از نقطه در نزدیکی سقف خارج شود (شکل ۸-۸).

شکل ۸-۸. جریان هوای تهویه در فضای بسته با عمق زیاد

جلوگیری از ایجاد مدار کوتاه گردش هوا

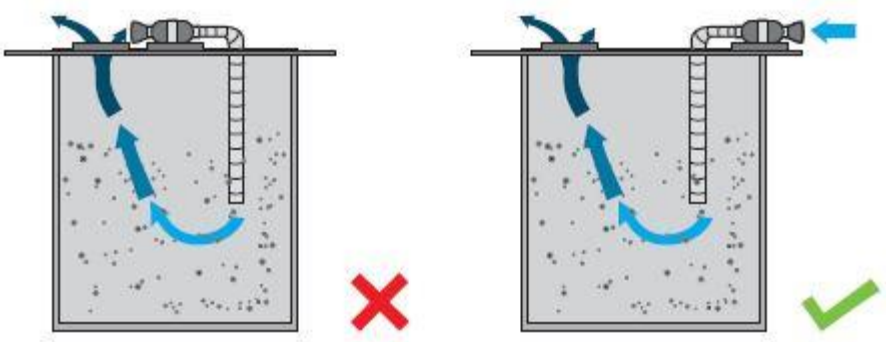
برای جلوگیری از ایجاد مدار کوتاه در فضای بسته که فقط دهانه دارد، باید از دمنده قوی برای دمیدن هوای تمیز به کل فضا یا کانال طولانی برای رسیدن هوا به انتهای فضا استفاده کرد (شکل ۸-۹)



شکل ۸-۹. جلوگیری از ایجاد مدار کوتاه گردش هوا در تهویه فضای بسته

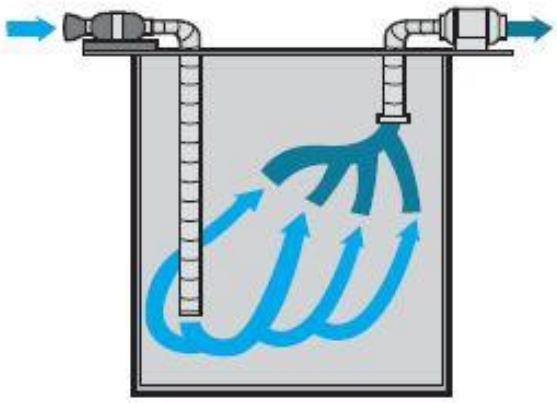
جلوگیری از بازچرخش هوا درون فضای بسته

برای جلوگیری از بازگشت مجدد هوای خروجی به درون فضای بسته، ورودی هوای تازه را از هرگونه منبع آلوده دور نگه‌دارید. این نکته دهانه فضای، بسته که هوای آلوده از آن خارج می‌شود نیز شامل می‌شود (شکل ۸-۱۰).



شکل ۸-۱۰. جلوگیری از بازچرخش هوا به درون فضای بسته

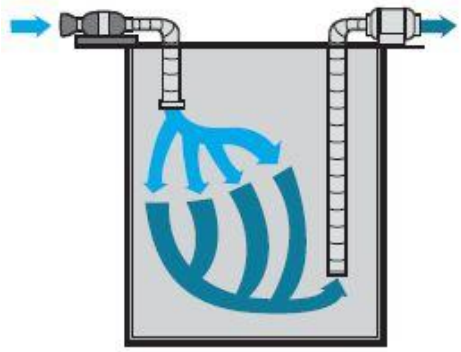
خارج کردن گازهای سبکتر از هوا از فضای بسته آلاینده‌های سبک تر از هوا را از فضای بسته که دارای دو دهانه در بالای فضا است، حذف و از دمنده و کانال کاری برای وارد کردن هوای تازه به پایین فضا استفاده کنید. فن خروجی را در دهانه دیگر قرار دهید تا هوای آلوده را از بالا بکشید (شکل ۸-۱۱).



شکل ۸-۱۱. طراحی تهویه برای خارج کردن گازهای سبکتر از هوا از فضای بسته

خارج کردن گازهای سنگین تر از هوا از فضای بسته

برای حذف آلاینده‌های سنگین‌تر از هوا، از فضای محدود که دارای دو دهانه در بالای فضا است، از فن مکشی و کانال برای جمع آوری آلاینده‌هایی که در کف مخزن جمع شده‌اند، استفاده کنید. دمنده در دهانه دیگر قرار دهید تا هوای تازه به فضا دمیده شود.



شکل ۸-۱۲. طراحی تهویه برای خارج کردن گازهای سنگین تر از هوا از فضای بسته

۸-۱۰. پسماندهای خطرناک

در فرایند تمیزکاری و پاکسازی محتویات فضای بسته پیش از ورود ممکن است برخی پسمانده‌ها به شکل لجن یا رسوبات باقی بمانند و حذف نشوند و با آزاد کردن دود و بخار سمی برای افرادی که وارد فضای بسته می‌شوند، خطر ایجاد کنند. همچنین، گازهای بالقوه خطرناک ممکن است در آجرکاری یا سایر قسمت‌های تجهیزات به دام افتاده باشند و پوشش‌های سطحی نیز ممکن است بر اثر حرارت تخریب شوند و سم آزاد کنند. اگر احتمال باقی‌ماندن پسماندهای خطرناک در فضای بسته قابل پیش‌بینی باشد، بایستی قبل از ورود اقدامات کنترلی لحاظ و تمیزکاری به صورت دقیق صورت بگیرد یا در صورت نیاز، افراد از تجهیزات حفاظتی تنفسی استفاده کنند و اتمسفر به صورت مستمر تا پایان عملیات پایش شود.

در برخی فضاهای بسته مانند برجک‌ها، مخازن سربسته یا کانال‌های پساب ممکن است بوهاي نامطبوعي در اثر فرايندهاي مختلف بوجود آيد كه ادامه فعالیت را با مشکل روبه‌رو می‌سازد ممکن است نتایج گازسنجی هم خطری را مشخص نکند. تهويه مناسب و يا استفاده از ماسك هواي فشرده انجام دادن كار را ممكن مي‌كند. (۱۴)

۸-۱۱. روش‌های نمونه‌برداری از اتمسفر فضای بسته

سه روش برای نمونه‌برداری از هوا به صورت نمونه‌برداری انتشاری[1]، پمپ‌شده[2] و آسپیره‌شده[3] در مرحله تست اتمسفر به کار گرفته می‌شوند. در نمونه‌برداری انتشاری، مولکول‌ها از ناحیه‌ای با غلظت بالا به ناحیه‌ای با غلظت به صورت طبیعی در نتیجه حرکت حرارتی تصادفی انتشار می‌یابند. شرایط محیطی مانند دما، سرعت جریان و سایر ویژگی‌های هوا در انتشار تأثیر

1- Diffusion Sampling
2- Pumped Sampling
3- Aspirated Sampling

می‌گذارد. در نمونه‌برداری آسپیره‌شده، مکنده نمونه گاز را از مکان دور به داخل سنسور می‌کشد، به هزینه و نگهداری نیاز کمی است؛ زیرا از قطعات متحرکی استفاده نمی‌شود.

در روش نمونه برداری پمپ شده از پمپ برای کشیدن نمونه از مکان دور به داخل سنسور استفاده می‌شود، نمونه‌ها را می‌توان همزمان از دو یا چند مکان جمع آوری کرد و عمده گازسنج‌های دستی که در عملیات تست اتمسفر فضای بسته به کار می‌روند به تجهیزات این نوع نمونه‌برداری مجهّز می‌باشند. در شرایط زیر بایستی از نمونه‌برداری پمپ‌شده استفاده کرد: (۳۱)

- نقطه نمونه‌برداری بسیارگرم یا بسیارسرد
- دسترسی به نقطه نمونه‌برداری دشوار
- بخار سنگین بدون امکان انتشار طبیعی
- عملیات در فضای بسته خطرناک

۸-۱۲. گازسنج‌ها

تعیین و اندازه‌گیری گاز اکسیژن، تراکم گازهای سمی و گازهای قابل‌انفجار و آتش‌گیر موجود در هوا شرط اساسی برای کار در فضای بسته است. بنابراین، ارزیابی اتمسفر فضای خطرناک به فناوری گازسنج‌های قرائت مستقیم[1] وابسته است. گازسنج‌ها تجهیزاتی هستند که حضور گازها را در هوا شناسایی کرده و تراکم آنها را اندازه‌گیری می‌کنند. به‌کمک گازسنج‌ها اتمسفر محیط بسته پیش از ورود یا در اثر ضرورت در تمام مدت کار پایش می‌شود. (۶)

افرادی که از گازسنج‌ها استفاده می‌کنند باید آموزش‌های لازم برای استفاده از این تجهیزات را دیده باشند. برنامه آموزش استفاده از گازسنج‌ها، باید عناوین و مباحث زیر را دربرگیرد:

1- Real-time Gas detectors

- خطرات و خواص مواد خطرناک موجود
- اطمینان از متناسب بودن گازسنج برای هدف و تنظیم صحیح آن
- بررسی عملکرد دستگاه و خوانش درست دستگاه
- استفاده صحیح از ابزار برای دستیابی به قرائت‌های واقعی
- واکنش به فعال‌شدن هشدار گازسنج دستی
- تفسیر نتایج دستگاه
- ضرورت استفاده از تجهیزات حفاظت فردی (آموزش تخصصی برای انتخاب، نصب صحیح و استفاده)
- واکنش در شرایط اضطراری و عملیات فرار

از نظر اصول به‌کارگیری، گازسنج‌ها در دو گروه ثابت و قابل‌حمل (دستی) تقسیم می‌شوند.

۸-۱۳. انواع گازسنج‌ها

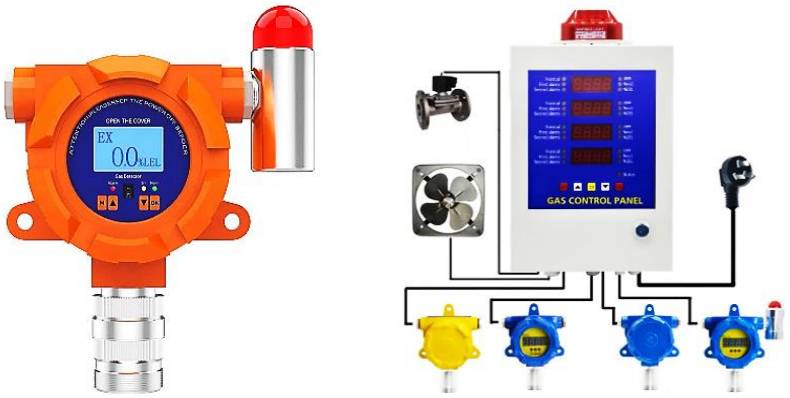
از منظر گازسنج‌ها به‌طور عمده به سه نوع ثابت[1]، دستی[2] و قابل‌حمل[3] دسته‌بندی می‌شوند.

۸-۱۳-۱. گازسنج‌های ثابت و قابل‌حمل

گازسنج‌های ثابت، به‌طور دائم در مکان مشخص نصب می‌شود تا نظارت مستمر بر دستگاه و تجهیزات از طریق اندازه‌گیری مداوم هوای کلی محیط صورت بگیرد. این گازسنج‌ها هنگام نشت گازها و بخارات از فرایندها یا تجهیزات، هشدار اولیه ارائه می‌کنند. آشکارسازهای ثابت داخل فضای بسته یا نیمه‌بسته که احتمال نشت یا تجمع گازها و بخارات وجود دارد، به‌طور مؤثری مورد استفاده قرار می‌گیرند. سامانه‌های ثابت پایش گاز به‌صورت دائم تراکم

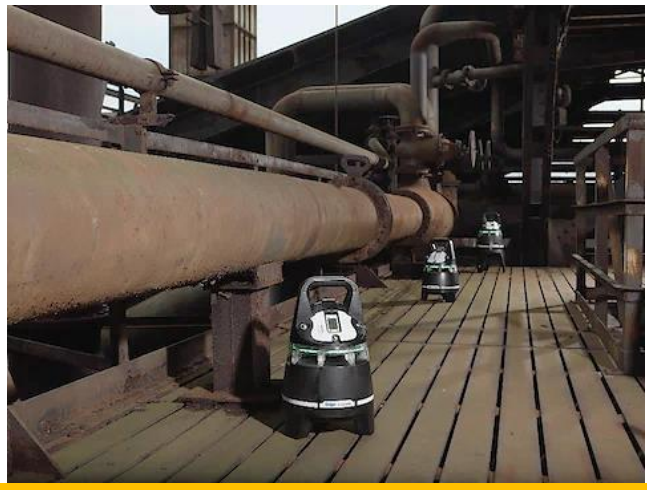
1- Fixed gas detectors
2- Portable gas detectors
3- Transportable gas detectors

اکسیژن موجود در هوا، غلظت گازهای سمی وگازهای آتش‌گیر را اندازه‌گیری و تعیین می‌کنند تا شرایط نا ایمن را به‌کمک علائم شنیداری یا دیداری هشدار دهند. دهند. این سامانه‌ها دارای سنسورهایی هستند که با توجه به خصوصیات فیزیکی فیزیکی گازهای هدف در موقعیت‌های مختلفی از فضا نصب می‌شوند و به‌صورت صورت تمام‌وقت هوای محل را پایش می‌کنند. (۳۲) شکل ۸-۱۳ دو نمونه از گازسنج‌های ثابت را نشان می‌دهد.



شکل ۸-۱۳. دو نمونه از تجهیزات گازسنج ثابت

گازسنج‌های ثابت به ندرت در عملیات مربوط به فضای بسته مورد استفاده قرار می‌گیرند. با این حال زمانی که نتوان به دلایل مختلف از گازسنج‌های ثابت استفاده کرد (مثلاً هنگامی‌که گازسنج‌های ثابت در دست تعمیر باشد یا نصب گازسنج ثابت مقرون به صرفه نباشد)، می‌توان گازسنج‌های قابل‌حمل غیردستی را در محل موردنظر جایگزین کرد (شکل ۸-۱۴). گازسنج‌های قابل‌حمل تجهیزاتی هستند که برای حمل دستی در نظر گرفته نشده‌اند اما به‌راحتی می‌توان آنها را از مکانی به مکان دیگر در محل موردنظر جابه‌جا کرد تا در شرایطی که سیستم گازسنج ثابت در حال تعمیر یا سرویس می‌باشد، به‌طور موقت هوا تحت نظارت باشد.



شکل ۸-۱۴. تجهیزات گازسنج قابل حمل غیر دستی

۸-۱۳-۲. گازسنج‌های دستی

گازسنج‌های دستی نوع دیگری از تجهیزات شناسایی گازها هستند که در صورت نیاز کاربر می‌تواند دستگاه را به محل موردنظر منتقل و پس از پایان عملیات آن را از محل خارج کند. گازسنج‌های دستی تجهیزات پایش نقطه‌ای هستند و غلظت گاز را در نقطه محل نمونه‌برداری گاز یا محل قرارگیری دستگاه اندازه‌گیری می‌کنند. پیش از ورود و شروع عملیات در محیط محصور بایستی کیفیت هوای ناحیه‌ای از فضای بسته (منطقه عملیات) یا گازهای موجود در کل هوای فضای کار با ابعاد کوچک پایش و اندازه‌گیری شوند تا شرایط نا ایمن و خطرناک شناسایی و اعلام گردد. گازسنج‌های دستی با هدف نشتابی یا تشخیص گاز قابل‌احتراق در فضاهای بسته‌ای که خارج از دسترس کاربر می‌باشد، استفاده می‌شوند. برای اندازه‌گیری نقاط خارج از دسترس عادی کاربر می‌توان به محل نمونه‌برداری آن پراب‌های طویل نصب کند. انواع پراب‌ها اغلب سفت هستند و حدود ۱ متر طول دارند؛ اما برخی پروب‌ها ممکن است تلسکوپی بوده یا دارای لوله انعطاف‌پذیر باشند. در شکل ۸-۱۵ دو نمونه تجاری

از گازسنج‌های دستی نشان داده شده است.

شکل ۸-۱۵. دو نمونه تجاری از گازسنج‌های دستی

از گازسنج‌های دستی برای پایش اکسیژن، گازهای قابل‌اشتعال، ترکیبات آلی فرّار و بسیاری از گازها، از جمله متان، کربن‌دی‌اکسید، کربن‌مونواکسید و هیدروژن‌سولفید استفاده می‌شود. این گازسنج‌ها فقط باید توسط افرادی که در زمینه روش‌های اندازه‌گیری و تفسیر نتایج آموزش دیده اند، به کار گرفته شود. گازسنج‌های قابل‌حمل را می‌توان نظارت فعال یا غیرفعال در محیط کار استفاده کرد. نظارت فعال معمولاً با استفاده از گازسنج‌های دستی انجام می‌شود و کاربر هنگام اجرای تست اتمسفر، ابزار را به اطراف حمل می‌کند. (۳۳) موارد زیر نمونه‌هایی از گازسنجی با هدف نظارت فعال می‌باشد:

- نظارت عمومی بر منطقه
- تست اتمسفر فضای بسته
- ردیابی نشت از منابع احتمالی

استفاده از گازسنج برای نظارت غیرفعال در جایی صورت می‌گیرد که ابزار به‌طور موقت در مکان برای نظارت بر اتمسفر مستقر می‌شود که می‌تواند برای چند ساعت یا چند روز باشد.

۸-۱۴. انواع گازسنج‌ها بر اساس سطح پایش جغرافیایی

گازسنج‌ها بر اساس سطح پایش جغرافیایی دو دسته‌ی گازسنج‌های نقطه-ای[1] و گازسنج‌های مسیرباز[2] تقسیم بندی می‌شوند. گازسنج‌های نقطه‌ای از نقطه هوا نمونه‌برداری و غلظت گاز را اندازه گیری می‌کنند. واحد اندازه‌گیری این دستگاه‌ها می‌تواند درصد نسبی حجمی، درصدی از حد پایین انفجار برای گاز قابل اشتعال یا قسمت در میلیون برای غلظت‌های پایین گازهای سمی باشد. گازسنج‌های مسیر باز، آشکارسازهای پرتو[3] نیز نامیده می‌شوند و معمولاً از منبع تشعشع و آشکارساز از راه دور به صورت جدا از هم تشکیل شده‌اند. گازسنج، میانگین غلظت گاز را در طول مسیر پرتو اندازه‌گیری می‌کند و این سیستم‌ها را می‌توان با طول مسیر ۱۰۰ متر یا بیشتر طراحی کرد. با این حال، گازسنج‌های مسیر باز مختص اندازه‌گیری گاز به‌خصوص نیستند و حتی بخارآب نیز قرائت و هشدار کاذب ایجاد می‌کند. گازسنج‌های دستی و قابل‌حمل همواره از نوع دستگاه‌های نقطه‌ای هستند؛ اما گازسنج‌های ثابت ممکن است نقطه‌ای یا مسیر باز باشند.

۸-۱۵. انواع گازسنج‌ها بر اساس تعداد آشکارساز (سنسور)

دسته‌بندی دیگری که برای گازسنج‌ها وجود دارد براساس تعدد گازهایی است که گازسنج می‌تواند همزمان پایش کند. بر این اساس گازسنج‌ها به دو دسته گازسنج‌های تک‌گاز[4] یا چندگاز[5] تقسیم می‌شوند. باتوجه به سنسورهای به‌کار رفته در ساخت گازسنج، گازسنج‌های تک گاز فقط به تشخیص نوع گاز قادر هستند؛ اما گازسنج‌های چندگاز می‌توانند چند گاز مختلف را همزمان شناسایی کرده و تراکم آنها را نمایش دهند. در برخی از موقعیت‌ها نصب

1- Point detectors
2- Open-path detectors
3- Beam detectors
4- Single-Gas Detector
5- Multi-Gas Detector

گازسنج ثابت تک گاز در محوطه نیاز سیستم به سنجش و پایش غلظت آلاینده مد نظر را برآورده می‌کند و به استفاده از سیستم‌های چند گاز نیازی نیست؛ ولی برای پایش اتمسفر فضای بسته عموماً نیاز به پایش اکسیژن، گازهای سمی و گازهای قابل اشتعال است. بنابراین گازسنج‌های چندگاز گزینه اصلی برای استفاده در این موقعیت‌ها خواهند بود. براساس نوع سنسور دستگاه، گازسنج‌ها در گروه پایش‌گر گازهای سمی، پایش‌گر گازهای آتش‌گیر و نمایان‌گر تراکم اکسیژن قرار می‌گیرند. به طور کلی، سنسورهای کاتالیزوری و فروسرخ می‌توانند گازهای آتش‌گیر را تشخیص دهند و اندازه‌گیری کنند. همچنین، فناوری‌های نیمه‌هادی اکسید فلزی و الکتروشیمیایی نیز قادر به شناسایی گازهای سمی هستند. (۳۴)

۸-۱۶. نکات مهم در استفاده از گازسنج‌های دستی

عوامل زیادی در تعیین دلیل استفاده از گازسنج، محل استفاده و یا موقعیت گازسنج در محل اندازه‌گیری دخیل هستند. برخی از این عوامل عبارتند از: (۳۲)

- منابع گاز قابل‌اشتعال
- الگوهای تهویه، موقعیت و اندازه منافذ، درها و سایر ورودی‌ها
- نشت از فلنج‌های لوله‌کشی، شیرها، لوله‌های آسیب دیده
- وجود لرزش یا گرمای بیش از حد، آلودگی، آسیب مکانیکی در محل اندازه‌گیری
- خصوصیات گاز هدف و چگالی نسبی آن

از زمان شروع گازسنجی، در تمام موارد، کاربر باید گازسنج را روشن و قبل از ورود به فضای خطرناک، خوانش‌های منطقه عاری از گاز هدف را یادداشت کند. اگر کاربر منطقه‌ای را به‌طور فعال با قدم زدن در آن آزمایش می‌کند، باید پراب نمونه‌برداری را به سمت جلو نگه دارد تا تعیین شود آیا ادامه دادن مسیر در آن جهت ایمن است یا خیر، همچنین ممکن است بسته به ویژگی گاز و محل انتشار، نمونه‌برداری در ارتفاع‌های بالاتر و پایین‌تر توصیه شده باشد. هنگام خواندن مانیتور،

کاربر باید مراقب باشد که روی سطح لغزنده نباشد و زمین نخورد، هنگام قرائت دستگاه در مکان ثابت بایستد.

برای ردیابی نشتی، نظارت بر نشتی‌های شناخته‌شده یا در نقاط ورودی فضاهای بسته، پراب باید تا حد ممکن نزدیک منبع گاز نگه داشته شود و کاربر در بالادست جریان آلودگی قرار بگیرد. برای تست اتمسفر فضاهای بسته، کاربر بایستی بتواند خارج از فضا بماند و همزمان پراب نمونه‌برداری را داخل فضا قرار بدهد. کاربر باید امکان تجمع گاز در برخی نقاط از فضای بسته را در نظر بگیرد و برای این کار لازم است تا تعدادی از نقاط مختلف داخل فضا را با استفاده از پراب‌های با قابلیت افزایش طول تست کند. (۱۴)

۸-17. هشدار و اعلام خطر

اگر غلظت گاز از نقطه تنظیم و مشخص‌شده فراتر برود، گازسنج باید خطر را با زنگ هشدار خطر به اطلاع کاربر برساند. زنگ هشدار نباید متوقف یا تنظیم مجدد شود مگر تا زمانی که اقدام کنترلی موردنظر انجام شود. این هشدار باید قابل‌شنیدن (صوتی)، قابل‌مشاهده (بصری) یا ترجیحاً از هر دو نوع باشد، الزامات هشدارها در استاندارد BS-EN-61779 مشخص شده‌اند. برای گازسنج دستی، قطعه اعلام هشدار یا زنگ خطر در خود دستگاه تعبیه می‌شود. اگر به هر دلیلی کاربر مجبور باشد گازسنج را در محل ثابت قرار دهد، بایستی بتواند زنگ هشدار را از محل کار ببیند یا بشنود. اگر گازسنج از کار بیفتد، ممکن است به اشتباه وضعیت را ایمن یا صفر نشان دهد. در اکثر گازسنج‌های مدرن می‌توان هشدار را تنظیم کرد، اغلب این مقدار را روی ۱۰ درصد حد پایین انفجار گاز موردنظر تنظیم می‌کنند. در طراحی گازسنج، نبایست هیچ شرایط خطای غیرقابل‌تشخیصی از قلم افتاده باشد. احتمال کاهش شارژ باتری در تمام ابزارهای قابل‌حمل وجود دارد، لذا، سازنده بایستی به‌طور دقیق جزئیات مربوط به طول عمر باتری پس از شارژشدن و زمان احتمالی خاموش‌شدن پس از هشدار افت شارژ باتری را ارائه دهد. (۳۵)

۸-۱۸. اقدامات کنترلی پس از دریافت هشدار خطر گازسنج

هدف از به کار گرفتن گازسنج‌ها، دریافت هشدار از وجود مشکل بالقوه می‌باشد. لذا قبل از ورود به فضای بسته بایستی اقدامات ضروری در صورت به صدا درآمدن هشدار گازسنج در نظر گرفته شود و به صورت کتبی در سیستم کار ایمن درج گردد. سیستم کار ایمن ممکن است نوعی رویه عملیاتی یا مخصوص شرایط اضطراری باشد که بایستی در دوره‌های آموزشی و تکمیلی فرا گرفته شود. در برخی موارد تنظیم دو مقدار برای اعلام هشدار مزیت به شمار می‌رود. پاسخ اولیه به سطح پایین هشدار می‌تواند این باشد که پرسنل کار خود را متوقف کنند، تجهیزات حفاظتی تنفسی بپوشند و مشکل را بررسی کنند تا مشخص شود که آیا می‌توان آن را به‌راحتی برطرف کرد. همچنین، پاسخ نهایی هنگام دریافت هشدار بالاتر و دوم نیز می‌تواند آغاز مراحل اضطراری مانند خاتمه دادن به عملیات یا تخلیه مکان باشد. سیستم‌های ثابت را می‌توان برای راه‌اندازی یا خاموش کردن خودکار فرایندها و تجهیزات یا افزایش نرخ تهویه مکانیکی طراحی کرد. (۳۱, ۳۲)

۸-۱۹. زمان پاسخ

زمان پاسخ گازسنج از مشخصات اصلی دستگاه آشکارساز گاز به شمار می‌رود و به‌عنوان زمانی تعریف می‌شود که خروجی سنسور به ۹۰% مقدار نهایی خود برسد.[1] بسته به ماهیت مکان اندازه‌گیری، هدف عملیات و سرعت توسعه مشکل، زمان پاسخ مورد نظر گازسنج انتخاب می‌شود. محافظت از افراد و تجهیزات در برابر نشت‌های بزرگ نیازمند زمان زیادی است، لذا در چنین شرایطی پاسخ دستگاه بایستی سریع باشد. در جایی که انتظار می‌رود غلظت گاز به آرامی افزایش یابد، ممکن است پاسخ کندتر نیز قابل قبول می‌باشد. (۳۴)

همچنین ممکن است با توجه به سطح هشدار تنظیم‌شده، زمان پاسخ سریع یا آهسته در نظر گرفته شود. برای مثال، زمان پاسخ هشدار ۲۵ درصد LEL می‌تواند

1- T90

بیشتر از زمان پاسخ ۵۰ درصد LEL باشد، زمان پاسخ گازسنج‌ها به موارد زیر وابسته است:

- بسته به نوع سنسور، زمان ذاتی که طول می‌کشد تا مکانیسم سنجش گاز پاسخ دهد.
- زمان لازم برای انتقال نمونه به سنسور برای گازسنج‌های پمپ‌شده
- زمان پاسخ و پردازش سیگنال الکترونیکی

۸-۲۰. گازسنج‌های ضدانفجار

فضاهای بسته با اتمسفر انفجاری باید به‌عنوان مناطق پرخطر طبقه‌بندی و مشخص شوند. تجهیزات مورد استفاده در مناطق قابل‌انفجار بایستی دارای گواهینامه استاندارد استفاده در شرایط خطرناک باشند و از منابع اشتعال ایزوله شوند. برای تأیید انطباق با مقررات تجهیزات و سیستم‌های حفاظتی اتمسفرهای بالقوه قابل‌انفجار[1]، بر روی دستگاه‌ها باید علامت‌های «CE» و «Ex» نصب شده باشد. رسیدگی مرتب به گازسنج‌ها، بایستی در برنامه‌های سرویس و نگهداری[2] کارخانه قرار بگیرد. عملکرد اغلب گازسنج‌ها با گذشت زمان ضعیف‌تر می‌شود و نرخ افت آن به نوع سنسور و شرایط عملیاتی (محیط آلوده گرد و غبار زیاد، خورنده و مرطوب) بستگی دارد. این عوامل بر دفعات تکرار بازرسی، نگهداری و کالیبراسیون دستگاه تأثیرگذار هستند. (۳۶) اطلاعات دقیق تر در استاندارد BS EN 500731 و کتابچه راهنمای تشخیص و کالیبراسیون هر دستگاه موجود است.

هنگام استفاده از گازسنج‌های دستی باید توجه کرد که دستگاه در وضعیت سالم و خوبی به سر ببرد و به درستی کار کند. پس از هر بار استفاده، باید هر گونه آسیب احتمالی بررسی گردد. فرورفتگی، پیچ‌خوردگی، خمیدگی، انسداد

1- EPS Regulations 1996: equipment & protective systems for use in explosive atmospheres (ATEX)
2- Preventive Maintenance (PM)

و سوراخ در پروب نمونه ممکن است بر صحت و دقت نتایج تأثیر منفی بگذارد و سبب قرائت اشتباه شود. باتری آسیب‌دیده یا ترک در بدنه می‌تواند ابزار را ناایمن یا غیرقابل اعتماد کند. آلودگی و گرد و غبار می‌تواند به خوانش نادرست و آسیب به دستگاه منجر شود. اگر نمایشگر گازسنج آسیب دیده باشد، امکان قرائت نتایج تست اتمسفر وجود ندارد یا ممکن است به اشتباه صورت بگیرد و همچنین خرابی زنگ هشدار ممکن است وضعیت خطرناکی را اعلام نکند.

فیلتر ورودی نمونه هوا بایستی تمیز باشد تا جریان هوا به داخل دستگاه برقرار شود. دفعات مورد نیاز به تکرار سرویس و بررسی عملکرد گازسنج به توصیه‌های سازنده بستگی دارد. در هنگام تعمیر یا نگهداری، گازسنج باید به مکانی امن و خارج از منطقه عملیات منتقل شود و گازسنج جایگزین دستگاه قبلی برای نظارت بر منطقه به کار رود، مگر اینکه خطر حذف شده باشد. فعالیت‌های تعمیر و نگهداری بایستی توسط پرسنل واجد شرایط و آموزش‌دیده مطابق با رویه‌های اعلام‌شده توسط سازنده انجام گیرد. اگر پرسنل واجد شرایط یا امکانات مناسب در دسترس نباشند، ممکن است لازم باشد گازسنج به سازنده یا شرکت تعمیرات واجد شرایط ارسال شود. در جدول ۸-۶ برخی از علایم و معانی آنها که می‌تواند در بررسی کیفیت یا قابلیت دستگاه‌های گازسنج مورد استفاده قرار گیرد، ارائه شده است. (۱۴)

جدول ۸-۶. مقررات و الزامات مرتبط با گازسنج‌ها (۳۷)

نشان	توضیحات
	نشان اروپایی انطباق با الزامات استاندارد تجهیزات ضد انفجار
	نشان اروپایی رعایت الزامات دستورالعمل‌های اتمسفر قابل‌انفجار برای تجهیزات الکتریکی
	نشان رعایت استانداردهای ایمنی و بهداشت اتحادیه اروپا
	نشان رعایت الزامات کمیسیون بین‌المللی گواهینامه استانداردهای تجهیزات الکتریکی اتمسفرهای انفجاری
	نشان انطباق با گواهینامه اتحادیه گمرک روسیه
	نشان انطباق با مقررات استرالیا
	نشان انطباق با استانداردهای ایالات متحده و کانادا
	کمیته اروپایی استانداردسازی الکتروتکنیک

۸-۲۱. انواع حسگرها (سنسورها) یا فناوری‌های تشخیص گاز

امروزه انواع مختلفی از سنسورها یا فناوری‌های تشخیص گاز در گازسنج‌ها در حال استفاده هستند. در جدول ۸-۷ برخی از انواع سنسورها و مزایا و معایت هر کدام به

اختصار معرفی شده‌اند. (۳۴) قابل ذکر است که معرفی مکانیزم این سنسورها از محدوده هدف این کتاب خارج است. علاقه‌مندان می‌توانند برای کسب اطلاعات بیشتر در این خصوص منابع دیگر را مطالعه کنند.

جدول ۸-۷. مقایسه مزایا و معایب سنسورهای مختلف شناسایی گاز

نوع سنسور	مزایا	معایب
مهره کاتالیزی	کاربری ساده، پایدار، کم‌هزینه	مستعد مسمومیت و آلودگی، تَرک‌خوردن
فروسرخ	مصون از مسمومیت و آلودگی، عدم نیاز به کالیبراسیون روزانه، کارکرد مناسب در حضور مستمر گاز	تشخیص فقط در ناحیه LEL گاز، مصرف بالای انرژی بالا، محدود به شناسایی گازهای فعال در ناحیه فروسرخ
الکتروشیمیایی	پاسخ سریع و قابل‌اطمینان، مصرف پایین انرژی، تشخیص غلظت‌های ناچیز، شناسایی طیف گسترده‌ای از گازها	محدود به فعالیت در دمای کم و محدوده کوچکی از فشار محیطی، نامناسب برای اتمسفر خشک، شکست‌پذیر
نیمه‌هادی	پایداری و عمر طولانی، کارکرد در گستره وسیعی از دما و حد تشخیص گاز	مصرف انرژی بالا، هشدار غلط در اثر کارکرد خودبه‌خودی
فیبر نوری	حساسیت زیاد، پاسخ سریع، کارکرد در دمای اتاق	ناپایدار در کارکرد طولانی‌مدت، برگشت‌ناپذیر، انتخاب‌پذیری محدود
لیزری	کارکرد بدون ایراد در حضور گازهای مداخله‌گر، پاسخ سریع، انتخاب‌پذیری مناسب، هزینه پایین نگه‌داری و کارکرد	شناسایی تنها گاز توسط هر وسیله، کارایی پایین در حضور گرد و غبار، مه و دود
یونش شعله‌ای	ایده‌آل برای تشخیص گازهای هیدروکربن آتش‌گیر	عدم امکان استفاده در اتمسفر قابل‌انفجار، تخریب نمونه گاز،

نوع سنسور	مزایا	معایب
		پاسخ ضعیف گازهای هیدروکربن هالوژنه، پاسخ غیراختصاصی
یونش نوری	ایده‌آل برای شناسایی گازهای آلی در غلظت‌های پایین	پاسخ غیراختصاصی، پاسخ تنها برای گازهای دارای قابلیت یونش
هدایت حرارتی	طیف خطی گسترده منحنی‌استاندارد، کاربری ساده	حساسیت پایین، محدود به شناسایی گازها در غلظت‌های زیاد
نوار آغشته	حساسیت بالا، انتخاب‌پذیری برای گازهای سمی، نمایش رد فیزیکی حضور گاز، بدون امکان ایجاد هشدار غلط	نیاز به آماده‌سازی نمونه، هزینه زیاد راه‌اندازی و نگه‌داری، شکست‌پذیر
میکروالکترومکانیکی فناوری نانو	حساسیت بسیار بالا، نسبت بالای سطح به حجم، پاسخ سریع، وزن سبک	ساخت و تکرارپذیری پرهزینه

۸-۲۲. انتخاب سنسور مناسب

محدوده تشخیص گسترده، حساسیت بالا، پایداری و انتخاب‌پذیری مناسب همگی مشخصات سنسور مطلوب به شمار می‌روند. سنسور ایده‌آل دارای خصوصیاتی چون حد تشخیص پایین، نسبت خطی و پاسخ سریع دستگاه می‌باشد. با این حال، انتخاب دستگاهی که بتواند تمام خصوصیات ایده‌آل سنسورها را یک‌جا عرضه کند غیرممکن به‌نظر می‌رسد. انتخاب گازسنج و سنسور مطلوب می‌تواند باعث افزایش سطح اطمینان عملیات پایش گازها گردد. این انتخاب نیازمند توجه ویژه به مؤلفه‌های مختلفی نظیر مشخصات فیزیکی گاز هدف، شرایط محیطی فضای محصور و حساسیت موردنیاز می‌باشد. عدم‌نیاز روزانه به انجام دادن کالیبراسیون، قابلیت اطمینان به‌معنای سیگنال های پاسخ واقعی و غیرکاذب از دیگر مشخصات گازسنج ایده‌آل خواهد بود. در جدول

۸-۸ فهرست کامل معیارهای ارزیابی و مقایسه سنسورهای گازسنج معرفی شده‌اند. (۳۴)

جدول ۸-۸. مشخصات سنسورهای گازسنج

معیار	تعریف معیار
حساسیت	تشخیص و اندازه‌گیری تغییرات کوچک
انتخاب‌پذیری	تشکیل سیگنال پاسخ، مختص گاز یا گروهی از گازها در حضور سایر مواد
ثبات	حفظ حساسیت، انتخاب‌پذیری و زمان برگشت دستگاه به حالت اول در طول زمان بهره‌برداری
حد پایین تشخیص	کم‌ترین تراکم قابل‌شناسایی نمونه در شرایط معیّن
محدوده تشخیص	طیف قابل‌شناسایی تراکم گاز نمونه
خطی‌بودن	انحراف نسبی تشخیص سنسور از خط راست کردار منحنی استاندارد
وضوح	شناسایی کوچک‌ترین تغییرات کمی قابل‌اندازه‌گیری
زمان پاسخ	مدت زمان موردنیاز جهت نمایش پاسخ از لحظه تغییر غلظت ماده
زمان برگشت	زمان موردنیاز بازگشت از حالت پاسخ تشخیص حضور گاز به حالت تراکم صفر مرجع
دمای بهینه	محدوده دمایی دستابی به حداکثر حساسیت ممکن
اختلال پسماند پاسخ	تفاوت خروجی دستگاه در هنگام افزایش تراکم ماده

۸-۲۳. مقایسه سنسورها

استفاده از گازسنج‌ها به نوع کارکرد و شرایط مطلوب محیطی آن دستگاه از نظر

دما و رطوبت بستگی دارد. انتخاب بهترین سنسور کاری دشوار است؛ زیرا فناوری‌های مختلف دارای مزایا و محدودیت‌های مخصوص خودشان هستند. حد پایین و بالای انفجار گاز قابل‌اشتعال در هوا با نوسانات دما، فشار و غلظت اکسیژن تغییر می‌کند. تغییرات عادی در شرایط محیطی نباید به‌طور قابل توجهی بر عملکرد گازسنج تأثیر بگذارد.

برای پایش گازهای آتش‌گیر، سنسورهای کاتالیزی مهره‌ای ارزان هستند و برای پایش لحظه‌ای در روال عادی عملیات استفاده می‌شوند. درصورتی که احتمال آلوده شدن یا تَرک خوردن سنسورهای کاتالیزی مهره‌ای وجود داشته باشد بهتر است برای اندازه‌گیری مطمئن و مستمر از سنسورهای فروسرخ استفاده شود. با این که سنسورهای کاتالیزی فناوری مناسب‌تری برای تشخیص گازهای آتش‌گیر دارند، ویژگی‌های نوظهور و پیشرفته فناوری مادون‌قرمز (تبدیل فوریه) کارشناسان را به استفاده بیش‌تر از این سنسورها نسبت به سنسورهای کاتالیزی سوق می‌دهد. سنسورهای فروسرخ دقت بالاتری دارند، در برابر آلودگی مصون هستند، پاسخ مطمئنی برای اندازه‌گیری گاز ارائه و برخلاف سنسورهای کاتالیزی نمونه گاز را تخریب نمی‌کنند. درگذر زمان، انرژی منبع پرتوی مادون‌قرمز رو به زوال می‌گذارد؛ اما، از آن‌جا که این تغییر انرژی برای هردو محفظه شناسایی نمونه و محفظه مرجع اتفاق می‌افتد، ایرادی در نتایج دستگاه به‌وجود نمی‌آید. به دمای بسیار بالا جهت شناسایی گاز نیازی وجود ندارد و هیچ محصول خورنده یا آتش‌گیری از کارکرد دستگاه ایجاد نمی‌شود. با این حال، ممکن است در دماهای بسیار بالا هشدار غلطی از خود نشان دهند و دچار شکست شوند.

سنسورهای شیمیایی پایدار می‌باشند و با وجود مصرف کم انرژی، قادر هستند تا با دقت ۰/۱ پی‌پی‌ام پاسخی مطمئن و سریع ارائه کنند. این سنسورها اغلب نسبت به گروه خاصی از گازها حساسیت دارند و اثر سایر گازهای

مداخله‌گر را کاهش می‌دهند. البته گاهی ممکن است تحت تأثیر عوامل مداخله‌گر، پاسخ سنسور بالاتر یا پایین‌تر از مقدار واقعی گاز مورد نظر باشد. محدودیت سنسورها زمان‌بر بودن دریافت پاسخ دستگاه، عدم‌حساسیت نسبت به گاز هدف در دوره زمانی موقت (سندرم خواب رفتن) و ایجاد هشدار غلط می‌باشد.

سنسورهای الکتروشیمیایی قادر هستند تا گستره وسیعی از انواع گازهای سمی را با غلظت‌های ناچیز شناسایی کنند؛ اما مواجهه طولانی‌مدت با گازها می‌تواند سبب کاهش عمر این دستگاه‌ها شود و تعویض آنها از نظر اقتصادی به‌صرفه نخواهد بود. بنابراین، این سنسورها برای گازسنج‌های دستی ایده‌آل هستند. برای پایش مستمر گازهای آتش‌گیر و سمی می‌توان از سنسورهای نیمه‌هادی استفاده کرد، ایراد این سنسورها سندرم به‌خواب رفتن و ایجاد هشدارهای غلط می‌باشد. (۳۴)

۸-۲۴. کالیبراسیون سنسورها

کالیبره‌بودن گازسنج به‌معنای دقیق و واقعی‌بودن نتایج نمایش داده شده آن دستگاه می‌باشد. همچنین کالیبره بودن دستگاه از مقایسه نتایج دستگاه با استانداردها و تعیین میزان خطا تعریف می‌شود. نتایج اندازه‌گیری گازسنج‌ها براساس سنجش نسبت تراکم گازهای هدف به تراکم هوای موجود در محل حاصل می‌شود. تست عملکرد برای اطمینان از کارکرد صحیح دستگاه‌های شناسایی گازها در محدوده طراحی و تست الکتریکی برای جلوگیری از تشکیل شعله در اتمسفرهای قابل‌انفجار توسط دستگاه انجام می‌شود.

ترکیبات گازی را می‌توان به‌کمک دستگاه‌های قابل‌حمل در محل مورد نظر شناسایی کرد. برای این کار بایستی براساس استانداردهای مختلف هر گاز، دستگاه گازسنج به صورت دوره‌ای کالیبره شود. خطای نسبی اندازه‌گیری گازها توسط این تجهیزات به‌طور کلی از ۵ درصد کم‌تر می‌باشد. در ابتدا تراکم نمونه هوا توسط نقطه مرجع سنجش می‌شود و سپس، نسبت غلظت گاز هدف به تراکم هوای موجود به‌دست می‌آید. بنابراین، مقیاس اندازه‌گیری گازسنج براساس کالیبره بودن دستگاه

تعریف می‌شود. اگر نقطه مرجع در گذر زمان تغییر پیدا کند، نتایج گازسنج غیرواقعی خواهد بود که این اتفاق برای بسیاری از سنسورها در گذر زمان رخ می‌دهد. تکرار دفعات اجرای کالیبراسیون به زمان کارکرد دستگاه، مواجهه با مواد شیمیایی و تجربه کاربر در استفاده از سنسور بستگی دارد. سنسورهایی که به تازگی خریداری می‌شوند تا زمانی که از پایداری نتایج دستگاه اطمینان حاصل شود به‌صورت دوره‌ای کالیبره می‌شوند. قبل از انجام دادن کالیبراسیون بهتر است دستگاه به‌مدت یک ساعت کار کند تا تطابق کامل سنسور با شرایط محیطی محل اندازه‌گیری حاصل شود.

فیلترها برای محافظت از دستگاه در برابر گرد و غبار و مواد مزاحم یا آلوده‌کننده استفاده می‌شوند و ممکن است زمان پاسخ دستگاه را افزایش دهند. رطوبت هوا یا تراکم گرد و غبار ممکن است به‌طور کامل منافذ فیلتر را مسدود کند. گرفتگی فیلترهای ورودی گاز، تحلیل‌رفتن طبیعی سنسورها، آلوده شدن، کارکرد در شرایط دشوار و غیرمعمول می‌تواند از عوامل تغییر نقطه مرجع دستگاه باشد.

در چنین شرایطی، دستگاه هم‌چنان به اندازه‌گیری مقدار گاز موجود قادر می‌باشد اما امکان تبدیل آن به خروجی صحیح از میان رفته است. آلوده‌شده سنسور با مواد پاک‌کننده، حلال‌ها و روان‌کننده‌ها ممکن است آسیب دائم به سنسورها وارد گردد. لذا، توصیه می‌شود برای تمیزکردن سنسور گازسنج دستمال نرم و خنثی، همراه پاک‌کننده آبی به کار رود. به هیچ وجه نباید برای تمیز کردن سنسور گازسنج از پاک‌کننده‌های صابونی و الکلی، ضدعفونی‌کننده‌ها، شیشه‌شوی، پاک‌کننده سیلیکونی، متانول یا هیپوکلریت استفاده شود. (۳۴)

کالیبراسیون دستگاه‌ها توسط شرکت‌هاي سازنده و از طریق مدیریت ایمني و بهداشت صنعت صورت خواهد گرفت. برگه تاییدیه کالیبراسیون باید در سوابق ثبت و نگهداری گردد.

۸-۲۴-۱. بامپ چک

برای کالیبراسیون اولیه، دستگاه را درمعرض غلظت استاندارد معیّن قرار می‌دهیم. اگر گازسنج قادر باشد با سطح قابل‌قبولی از خطا تراکم گاز را بسنجد، می‌توان از صحت نتایج دستگاه مطمئن بود و درغیر این صورت بایستی کالیبراسیون کامل انجام شود. هدف از اجرای بامپ چک آن است که از مسدود نبودن مسیر رسیدن گاز به محفظه سنسور، عملکرد صحیح سنسورها و هشدارهای دستگاه اطمینان حاصل شود.

۸-۲۴-۲. چک صفر

برای اطمینان از این‌که دستگاه، غلظت گازی را که در محل پایش موجود نیست به درستی صفر تشخیص می‌دهد چک صفر انجام می‌شود. در کالیبراسیون کامل، نتایج دستگاه بنا بر استاندارد صفر غلظتی معیّن تنظیم می‌شود. دستگاه در معرض استاندارد صفر قرار می‌گیرد و سپس خوانش آن روی صفر تنظیم می‌شود. کالیبراسیون کامل درصورتی انجام می‌شود که دستگاه به‌تازگی سرویس شده باشد یا نتایج تست اولیه مورد قبول واقع نشود. در شرایط زیر برای سنسورها به این کار اقدام می‌کنیم:

- مواجهه با ترکیبات آلوده‌کننده
- مواجهه با غلظت‌های زیاد گاز هدف
- مشاهده خطا در خوانش دستگاه
- شرایط دشوار و (دما و رطوبت زیاد)

تعمیر و نگهداری گازسنج‌ها بایستی فقط توسط پرسنل واجد شرایطی که در زمینه راه‌اندازه، نگهداری و تعمیر گازسنج‌ها آموزش دیده‌اند، در مکان امن و دور از فضاهای بسته خطرناک انجام شود. در غیر این صورت، کاربر باید دستگاه را به سازنده یا کنندگی مجاز تعمیرات ارجاع کند. پس از تصحیح هر گونه عملکرد معیوب

(تعمیر یا جایگزینی قطعات مطابق با دستورالعمل‌های سازنده)، باید مرتبه کالیبراسیون کامل مجدد انجام شود. قطعات معیوب باید به سازنده دستگاه یا کنندگی مجاز تعمیرات بازگردانده شوند، یا ممکن است در کارگاه ویژه‌ای برای تعمیرات، نگهداری شوند.

۸-۲۵. انتخاب و استفاده از گازسنج مناسب

هنگام انتخاب گازسنج مناسب برای عملیات اندازه‌گیری و پایش اتمسفر کار در فضای بسته معیارهای زیر بایست در نظر گرفته شوند: (۳۴)

- گاز یا گازهایی که باید را شناسایی شوند.
- محدوده غلظت‌هایی که ممکن است با آن مواجه شویم.
- محدوده غلظت‌هایی که توسط دستگاه قابل تشخیص هستند.
- وجود گازهای بالقوه مزاحم
- اهداف مورد نظر از به کارگیری دستگاه (به‌عنوان مثال، نظارت بر هوای منطقه، ایمنی فردی، نشتابی)
- درجه حفاظتی لازم محیط‌های بالقوه قابل‌انفجار
- شرایط محیطی منطقه مورد نظر و مقایسه الزامات با راهنمای دستورالعمل سازنده
- زمان کل پاسخ و هشدار (زمان نمونه برداری، زمان پاسخ سنسور، زمان پردازش الکترونیک)
- روش نمونه‌برداری (انتشاری، پمپ‌شده یا آسپیره‌شده)
- سازگاری تجهیزات و مواد به کار رفته در گازسنج با پارامترهای محیط (باد، باران، محیط خورنده)

بررسی عملکرد گازسنج باید مطابق با دستورالعمل سازنده و بلافاصله قبل استفاده از گازسنج انجام شود و شامل موارد زیر است:

- تنظیم صفر مجدد گازسنج‌های آنالوگ
- بررسی گرفتگی یا کثیف بودن
- بررسی حالت نقص دستگاه
- بررسی قرائت صفر دستگاه در هوای تمیز
- مهلت زمان اولیه برای شروع به کار دستگاه
- بررسی وضعیت باتری (تنظیم یا تعویض)
- بررسی تمام اتصالات الکتریکی و مکانیکی (اتصال پروب، منبع تغذیه)

۸-۲۶. قرائت نتایج

برای قرائت غلظت گاز و نتیجه تست اتمسفر، کاربر نباید مجبور باشد که وارد منطقه خطرناک شود. نمایشگر سیستم‌های ثابت گازسنج باید به گونه‌ای تعبیه شوند که بتوان به‌راحتی نتایج را قرائت کرد. همچنین، باید دسترسی به کالیبراسیون و نگهداری صحیح وجود داشته باشد. نتایج گازسنج دستی باید به‌راحتی قابل خواندن و کنترل‌های دستگاه به‌راحتی قابل استفاده باشند. از این رو، گازسنج‌های مدرن مجهّز به نمایشگر دیجیتالی روی بدنه ابزار هستند. برای برخی ابزارهای قدیمی‌تر، بازخوانی ممکن است صفحه روی پروب باشد. (۳۴)

۸- ۲۷. مقابله با آتش سوزی در فضاهای بسته

حریق در درجه حرارتي خاص که نقطه اشتعال نامیده مي‌شود، از ترکیب اکسیژن با اجسام، مایعات و گازهاي سوختني به‌وجود مي‌آید. اجسام و مایعات در اثر حرارت به گاز تبدیل می‌شوند و گازهاي گداخته در اثر ترکیب با اکسیژن تولید شعله مي‌کنند. لذا به منظور پیشگیری از ایجاد حریق بایستی از ترکیب اکسیژن با مواد سوختني جلوگیري به عمل آید، یا درجه حرارت سوخت در سطحي پایین‌تر از درجه اشتعال حفظ شود. در حین احتراق بایستی مانع شکل‌گیری فعل و انفعالات خودکار و زنجیره‌اي احتراق شویم تا آتش خاموش گردد. به‌طور کلي با کنترل اکسیژن، ماده سوختنی یا حرارت مي‌توان از تشکیل و ادامه آتش‌سوزي جلوگیري

به عمل آورد. همچنین تهویه ضعیف، استفاده از تجهیزات نامناسب، مواد قابل‌اشتعال، حضور تشعشع و گرما می‌تواند منجر به آتش‌سوزی و انفجار در فضای بسته شود.

با به‌کارگیری اقدامات احتیاطی مناسب می‌توان از رسیدن آسیب به منابع مادی و انسانی جلوگیری کرد و خطر انفجار یا آتش‌سوزی را تا حد قابل‌قبولی کاهش داد. بایستی برای سیستم کار در فضای بسته سیاست‌هایی از قبیل الزام اخذ مجوز ورود برای کار، استفاده از تجهیزات تایید شده، پایش اتسمفر برای غلظت گازهای خطرناک، سمی و اکسیژن اعمال شود.

قبل از ورود به فضای بسته و انجام هر کاری که ممکن است شامل استقرار در آن فضا و استفاده از تجهیزات الکتریکی یا جرقه شود، بایستی اتمسفر محل از نظر آلاینده‌های قابل‌اشتعال مورد آزمایش قرار بگیرد. همچنین، حذف منابع احتراق احتمالی از فضا تضمین می‌کند که خطر آتش‌سوزی و انفجار کاهش یافته است. با این حال، علاوه بر تهیه تجهیزات پایش اتمسفر فضای بسته، ضروری است تا کارفرمایان آموزش‌های جامعی در خصوص استفاده و نگه‌داری صحیح این دستگاه‌ها برای افرادی که وارد فضای بسته می‌شوند، ارائه دهند. استفاده نادرست از تجهیزات گازسنج می‌تواند منجر به قرائت اشتباه نتایج شود و حادثه‌ای بوجود بیاورد که به‌راحتی قابل‌پیشگیری بود. غلظت بخارات قابل‌اشتعال در فضای بسته پیش از ورود و در حین عملیات تحت نظارت باشد و تا سطوح ایمن رقیق‌تر گردد. همچنین، به منظور تأمین ایمنی کارکنان در فضاهای بسته با اتمسفر خطرناک بایستی از تجهیزات الکتریکی ضدجرقه که در این کتاب بدان اشاره شد، استفاده شود.

اگر غلظت اکسیژن از ۲۰/۸ درصد حجمی بالاتر رود، در چنین اتمسفری احتمال و شدت آتش‌سوزی یا انفجار به‌طور قابل توجهی رو به افزایش می‌گذارد. لذا بایستی همواره سطح اکسیژن فضای بسته در رنج ایده‌آل نگه داشته شود تا از وقوع حوادثی نظیر حریق و انفجار ناگهانی جلوگیری به عمل آید.

برای جلوگیری از وقوع انفجار و آتش‌سوزی در فضای بسته باید تمام گازها، مایعات و بخارات قابل‌اشتعال قبل از شروع کار به کمک تهویه مکانیکی از اتمسفر حذف یا کم‌تر از حد پایین انفجار نگه‌داشته شود. پیش از ورود به فضای بسته بایستی سطوح آغشته به مواد قابل‌احتراق تمیزکاری شوند، تا حد امکان از ورود موادی که به شدت قابل‌اشتعال هستند به فضای بسته پرهیز گردد و هنگام جوشکاری بایستی از سالم بودن دستگاه جوش اطمینان حاصل شود، همچنین هنگام جوشکاری و تولید گازها و گرد و غبار قابل‌اشتعال و انجام دادن کارهای سخت نیازمند اکسیژن زیاد که احتمال ماند هوا وجود دارد، بایستی جریان هوای بیشتری توسط تهویه مکانیکی یا طبیعی برای فضای بسته تأمین گردد. به‌طور کلی برای جلوگیری از وقوع حریق یا انفجار در فضای بسته بایستی اتمسفر فضا به صورت پیوسته و مدام تحت مانیتورینگ قرار بگیرد؛ زیرا تنها راه شناسایی تغییرات در اتمسفر فضا حین عملیات، نظارت دائم و مستمر می‌باشد.

حین عملیات پاکسازی اتمسفر فضای بسته هرگز نباید از اکسیژن خالص استفاده شود زیرا خطر آتش‌سوزی یا انفجار افزایش میابد و آثار بالقوه سمی به همراه دارد. بهتر است برای پاکسازی از گازهای بی اثری مانند نیتروژن استفاده شود. همچنین، پس از پاکسازی اتمسفر فضای بسته و به منظور تأیید اثربخشی این کار، باید اتمسفر فضای بسته به‌ویژه غلظت اکسیژن موجود به کمک گازسنج‌های مخصوص سنجیده شود تا مجوز ورود صادر شود.

هنگام اجرای عملیات در فضای بسته بایستی اطمینان حاصل شود که گروهی از افراد مجرب و آموزش‌دیده در زمینه اطفای حرق و عملیات امداد و نجات به همراه ترتیبات و تجهیزات لازم و مستقر در محل در نظر گرفته شده است. همچنین، مراقب ایمنی بایستی در صورت وقوع شرایط اضطراری نظیر آتش‌سوزی در فضای بسته، فوراً اعضای تیم امداد و نجات و آتش‌نشانی را در جریان امور قرار دهد.

در اطفای حریق، آب موثرترین عامل به شمار می‌رود. وقتی که جسم سرد در تماس با جسمی داغ قرار می‌گیرد حرارت از جسم داغ تر به جسم سردتر انتقال

میابد. به دلیل بالا بودن گرمای نهان تبخیر آب، هنگامی که شروع به تبخیر می‌کند مقدار زیادی انرژی از گازهای داغ و ماده سوختنی اطراف جذب می‌کند که سبب سرد شدن و کاهش درجه حرارت آنها می‌شود. در حریق‌هایی که از خود خاکستر بر جا می‌گذارند (گروه A) اولویت اطفای، استفاده از آب می‌باشد. بایستی توجه کرد هنگامی که آب تبخیر می‌شود، بخارآب به سرعت منبسط خواهد شد و در فضای بسته ممکن است با افزایش خطرناک فشار همراه شود. این حالت می‌تواند خطر سوختگی ناشی از گازهای داغ و بخار آب را برای آتش‌نشان به همراه داشته باشد.

پیش از ورود به فضای بسته به کمک ارزیابی ریسک می‌توان به عوامل بروز حریق و انفجار پی برد. عواملی نظیر بي‌احتياطي كارگر، اشكالات فني، عدم ايزولاسيون مناسب تجهيزات فرايند، افزايش تدريجي دما، پديده‌هاي طبيعي هم‌چون صاعقه و به وجود آمدن اصطكاك در اثر مالش بين دو جسم آتش‌گير در فضای بسته می‌تواند عامل شروع حریق باشد.

بایستی کپسول‌های اطفای حریق در نوع دستی یا سوار بر چرخ در دسترس باشند تا برای مهار آتش‌سوزی‌ها پیش از گسترش به‌کار گرفته شوند.

همچنین در برخی از فضاهای بسته هم‌چون مخازن نگهداری می‌توان از سيستم‌هاي اطفای حريق اتوماتيك ثابت به دو صورت آبي و گازی استفاده كرد. سيستم آبی شامل پمپ، مخزن ذخيـره آب، لولـه‌كشي، انـواع اسپرينكلـر يا آب افشان و زنگ خطر مي‌باشد. سيستم گازی شامل تعدادی سيلندر گاز CO_2 يا هالوژن متناسب با حجم فضا مي‌باشد. قبل از استفاده از این سیستم‌ها بایستی حتماً ورودی‌ها و خروجی‌های هوا بسته و از خالی بودن این مکآنها از نفرات مطمئن بود.

فصل نهم :

برنامه پاسخ به شرایط اضطراری

فصل نهم : برنامه پاسخ به شرایط اضطراری

۹-۱. مقدمه

هنگام کار در فضای بسته باید تمهیداتی برای نجات افراد در مواقع اضطراری اندیشیده شود. هر شرایطي که سبب آسیب دیدگي یا مرگ يك یا چند نفر از افراد وارد شده به فضاي بسته گردد، به‌عنوان وضعیت اضطراري شناخته مي‌شود. همان‌طور که در فصول قبل ذکر شد، تخمین زده می‌شود بیش از ۶۰ درصد از تلفات جانی حوادث فضای بسته، به امدادگرانی مربوط باشد که به‌طور کامل آموزش ندیده اند و تجهیزات کافی ندارند. بنابراین، ضروری است برنامه‌ای مدون برای واکنش در شرایط اضطراری در فضاهای بسته تهیه، تمرین و در مواقع لزوم اجرا گردد.

۹-۲. عملیات تخلیه فضای بسته

هر فردی که مشغول کار کردن در فضای بسته می‌باشد، باید مدام از تغییر شرایط حاکم بر فضای بسته به‌طور کامل آگاه باشد. با دریافت هرگونه هشدار از تجهیزات نظارتی یا هر نشانه‌ای از خطر، کارگران باید فوراً فضای بسته را ترک کنند. بنابراین اولین گام در هنگام رویارویی با هر وضعیت اضطراری، تخلیه فضای بسته است. اگر افراد حین کار در فضای بسته دچار آسیب شوند، باید در صورتی که توان و امکان دارند، فضای بسته را ترک کنند. همچنین درصورتی که هشدارهای پایش اتمسفر حضور آلاینده‌ای را در هوا فضای بسته تشخیص دهند، ضروری است تا فضای بسته تخلیه شود. هر فرد داخل فضای بسته در صورتی که متوجه خطری شود باید تمام اعضای تیم یا فرد مراقب را از خطر به وجود آمده، دلیل تخلیه، ماهیت آسیب و مسیر تخلیه مطلع سازد تا تخلیه از ایمن‌ترین و سریع‌ترین مسیر صورت گیرد. سرپرست باید تعداد افرادی را که از فضای بسته خارج می‌شوند شمارش کند. ورود مجدد به فضای بسته تنها زمانی امکان‌پذیر است که ایمنی فضا مورد تایید و صحه مجدد قرار

بگیرد. (۱۴, ۳۸)

۹-۳. تقسیم وظایف در شرایط اضطراری

وظایف کارفرمایان در خصوص شرایط اضطراري در فضاهاي بسته عبارتند از:

- آگاهي بخشي به اعضاي گروه امداد و نجات درباره خطراتي كه ممكن است در هنگام اجراي عمليات امداد و نجات با آن روبرو شوند،
- اطمينان از انتقال سريع تيم امداد و نجات به محل حادثه
- مهيا كردن شرايط لازم براي انجام مانورهاي امداد و نجات در تمام فضاهاي بسته موجود در سطح كارگاه

وظايف اعضاي تيم امداد و نجات نيز عبارتند از:

- داشتن وسايل مورد نياز براي اجراي عمليات نجات و آشنايي با نحوه استفاده از آنها
- گذراندن آموزش‌هاي مربوط به امداد و نجات و نيز آموزش‌هاي ورود به فضاهاي بسته
- اجراي مانورهاي امداد و نجات در تمام فضاهاي بسته در سطح كارگاه، حداقل سالي يك بار
- گذراندن دوره‌هاي آموزش مداوم و ورزيدگي در مهارت‌هاي كمك‌هاي اوليه و احياي قلبي تنفسي

۹-۴. تیم امداد و نجات

پيش از صدور مجوز ورود به افراد مسئولان امداد و نجات بايد از صدور مجوز مطلع شده و تيم لازم براي واكنش در شرايط اضطراري را آماده كنند. اين تيم در شرايطي كه وارد شدگان به فضاي بسته نياز به كمك پيدا كنند، وارد عمل

می‌شود. بنا به تشخیص و ضرورت ممکن است این تیم درست در محل اجرای عملیات حاضر شده و تا پایان کار در آنجا حضور داشته باشند. گاه نیز ممکن است تیم در حالت آماده باش و در نقطه دیگری از صنعت حضور داشته باشند. تیم امداد و نجات بلافاصله پس از اطلاع از وقوع شرایط اضطراری وارد عمل می‌شود. معمولاً همکار ورود یا مراقب ورود اولین فردی است که وقوع شرایط اضطراری را اطلاع می-دهد. در هر حال، اگر شرایط اضطراری پیش بیاید و وارد شونده دچار حادثه شده و نتواند محل را ترک کند، پرسنل امداد واجد شرایط باید بلافاصله وارد عمل شده و فوراً اقدامات نجات را آغاز و کمک‌های اضطراری را ارائه بدهند. اعضای تیم امداد و نجات باید با طراحی سازه فضای بسته آشنا باشند. گروه‌هاي امداد و نجاتي كه از خطرات فضاهاي بسته آگاه نيستند يا به نحو نادرستي اقدام به كمك رساني مي‌كنند، خود به يكي از علل بروز حادثه در فضاهاي بسته تبديل مي‌شوند. تمامي اعضاي تيم امداد و نجات بايد آموزش‌هاي لازم براي واكنش در شرايط اضطراري را از پيش ديده باشند. تيم بايد به يراق و تجهيزات نجات مورد نياز دسترسی داشته و از آن استفاده كنند. البته استفاده از يراق‌های نجات در شرايطي مجاز است كه خود عامل ايجاد خطر براي افراد نشوند. تجهيزات امداد و نجات شامل هارنس تمام بدن، قرقره مكانيكی دستی و سه پايه، نردبان، حفاظ سر و تجهيزات حفاظت تنفسی می‌شود.

در صورت امكان، بايد عمليات نجات قربانيان از بيرون فضای بسته انجام شود و هيچ فردی اجازه نداشته باشد تا برای اقدام به نجات وارد فضای بسته شود، مگر

به‌طور کامل برای عملیات امداد و نجات آموزش دیده باشد و از تجهیزات حفاظت فردی مناسب استفاده کند. (۱۴, ۳۸)

۵-۹. استراتژی‌های امداد و نجات

در فرایند ارزیابی ریسک بسته به ماهیت فضای بسته، خطرات شناسایی‌شده و انواع موقعیت‌های اضطراری قابل پیش‌بینی تعیین می‌شود که چه ترتیب عملیاتی برای شرایط اضطراری ضروری می‌باشد. هر حادثه قابل پیش‌بینی از جمله آسیب جسمانی کارگر که ممکن است عملیات نجات را ضروری کند، باید در نظر گرفته شود. استراتژی‌های احتمالی نجات از فضای بسته شامل موارد زیر است: (۶)

- نجات توسط خود فرد بسته به شرایط، ماهیت خطرات و اقدامات کنترلی موجود
- نجات توسط اعضای تیم آموزش‌دیده بدون ورود به فضای بسته
- نجات توسط اعضای تیم آموزش‌دیده با استفاده از تکنیک ورود ایمن به فضای بسته
- نجات با استفاده از تکنیک ورود ایمن توسط خدمات اورژانس عمومی

مشروط به وجود زمان کافی به منظور انتخاب استراتژی مناسب، باید در جریان ارزیابی ریسک و تدوین برنامه واکنش در شرایط اضطراری به سوالات مانند سوالات زیر پاسخ داده شود:

- آیا امدادگران با چه خطراتی مواجهه خواهند بود؟
- آیا امدادگران توانایی شناسایی خطرات را دارند؟
- آیا امدادگران برای مقابله با خطرات مجهز شده‌اند؟
- آیا امدادگران قادر به واکنش در برابر خطرات مختلف هستند؟

- آیا امدادگران در محدوده خطرات شناسایی‌شده، قابلیت اجرای وظایف محوله به صورت ایمن را دارند؟
- آیا تیم نجات قادر است در زمان مؤثر برای نجات مصدومان حاضر باشد؟

تعداد، ابعاد و محل نقاط دسترسی و خروجی تأثیر مهمی بر انتخاب روش‌ها و تجهیزات مناسب عملیات فرار و نجات دارد. فرایند ارزیابی ریسک تعیین می‌کند که چه ترکیبی از استراتژی‌های نجات برای موقعیت خاص فضای بسته مناسب و قابل‌کاربرد می‌باشد. آموزش‌ها و مهارت‌های افراد، تهیه تدارکات و تجهیزات مناسب بر کارایی استراتژی‌های عملیات فرار، نجات و احیا تأثیر می‌گذارند. بایستی تدابیری در نظر گرفته شود تا افرادی که داخل فضای بسته هستند، هر لحظه و در مواقع اضطراری به برقراری ارتباط با امدادگران نجات قادر باشند. بسته به نتایج ارزیابی خطر ممکن است به حضور یا چند نفر آماده به کار بیرون از فضای بسته باشد تا در مواقع اضطراری به صورت بصری و مستقیم بر افراد داخل فضا نظارت کنند.

اغلب موارد در نتیجه تشدید وضعیت اضطراری خطر آسیب‌دیدگی برای خود امدادگران وجود دارد، به همین خاطر در ارزیابی ریسک بایستی اقدامات احتیاطی لازم برای محافظت از خود امدادگران مورد توجه واقع شود. بازیابی مصدوم از فضای بسته به برنامه‌ریزی، تدارکات و آموزش دقیق نیاز دارد. اغلب موارد برای این کار باید از طناب ایمنی و تسمه استفاده شود؛ زیرا جابه‌جایی فرد بیهوش توسط امدادگران بسیار دشوار و خطرناک می‌باشد. طناب مهار باید به گونه‌ای تنظیم و پوشیده شود که فرد بتواند با خیال راحت از هر دهانه‌ای عبور کند. استفاده از دستگاه‌های تنفس فرار در چنین شرایطی، به کاربر زمان کافی برای خروج از منطقه خطر می‌دهد. همچنین، بایستی ترتیبات لازم جهت اطلاع‌رسانی به خدمات اورژانس محلی ازجمله خدمات آتش‌نشانی یا آمبولانس در نظر گرفته شود. (۱۴)

اگر در ارزیابی ریسک مشخص شود که در صورت وقوع حادثه، به عملیات امداد و نجات نیاز فوری و بلافاصله می‌باشد، اتکا به خدمات اورژانس برای عملیات امداد

و نجات به‌تنهایی قابل‌قبول نیست. در جایی که چند ورودی و خروجی در فضای بسته وجود دارد، باید روش تخلیه کامل مورد توجه قرار بگیرد. همچنین ممکن است اقدامات لازم برای جلوگیری از تبدیل‌شدن دهانه‌ها به گلوگاه تنگ ضروری باشد. تجهیزات امداد و نجات باید متناسب با انواع احتمالی وضعیت‌های اضطراری شناسایی‌شده در ارزیابی ریسک باشند تا به موقع و به‌طور ایمن امکان انجام عملیات نجات را فراهم سازند. هر جا که کار در فضای بسته انجام می‌شود، بایستی تجهیزات هر لحظه در دسترس باشند.

طناب‌ها و مهارهای ایمنی، وسایل جلوگیری از سقوط، طناب‌های نجات، تجهیزات بالابرنده، وسایل کمک‌های اولیه، لباس‌های حفاظتی و سایر تجهیزات ویژه‌ای که برای استفاده در مواقع اضطراری ارائه می‌شوند بایستی متناسب با اهدافی که برای آن در نظر گرفته شده‌اند، به کار روند و مطابق با استانداردهای شناخته‌شده تولید و نگهداری شوند. اگر فرد مصدوم به لحاظ فیزیکی به استفاده از تجهیزات نجات (طناب نجات ایمنی، مچبند و غیره) قادر باشد، می‌توان عملیات نجات را از بیرون فضا دنبال کرد.

در چنین شرایطی، تیم نجات بایستی تجهیزات و امدادهای ضروری برای بیرون کشیدن افراد حادثه دیده از فضای بسته را انجام دهد. اگر فرد داخل فضای بسته بیهوش گردد و پاسخی از او دریافت نشود، در این حالت خطرات اتمسفری بسیار بالا بوده یا زمان قابل توجهی پیش از آن که تیم نجات در محل حاضر شود، گذشته است. تیم امداد و نجات اضطراری ممکن است تا زمانی که شرایط ورود فراهم نشده باشد، گزینه عدم ورود را انتخاب کنند. مراقب ایمنی فضای بسته هرگز نباید عملیات نجات را به تنهایی از سر گیرد و نجات نیازمند ورود بایستی تنها به واسطه تیم مجهز و آموزش‌دیده انجام شود. (۶, ۱۴)

۶-۹. اقدامات عملیاتی در هنگام رویارویی با شرایط اضطراری

به‌طور خلاصه در هنگام بروز شرایط اضطراري در فضاي بسته بايد مراحل

زیر اجرا شود:

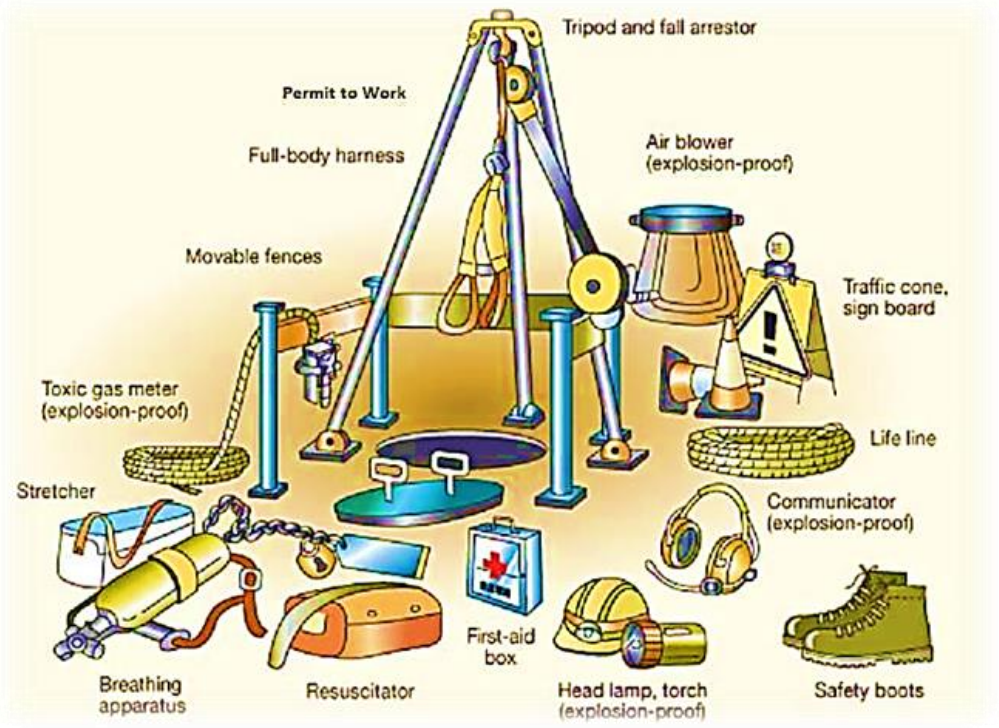
- در شرايط اضطراري همكار ورود بخش ايمني و بهداشت و حراست كارخانه را با استفاده از راديو يا تلفن همراه يا هر وسيله ارتباطي ديگر آگاه مي‌كند.
- پس از ورود اعضاي تيم امداد و نجات به محل حادثه، كنترل شرايط محل بر عهده اين افراد است.
- همكار ورود نبايد تحت هيچ شرايطي پيش يا پس از ورود تيم امداد و نجات به فضاي بسته وارد شود.
- به محض ورود تيم امداد و نجات به محل حادثه، همكار ورود بايد يك نسخه از چك ليست خطرات، تجهيزات و دستورالعمل‌هاي كار در فضاي بسته و نيز مجوز صادر شده براي ورود به فضاي بسته را در اختيار اعضاي تيم قرار دهد. همچنين همكار ورود بايد اطلاعاتي از قبيل زمان بروز حادثه، تعداد وارد شدگان به فضاي بسته و هر نكته ديگري كه دانستن آن به بهبود عمليات امداد و نجات كمك مي‌كند در اختيار آنان قرار دهد. در صورتي كه وارد شدگان به فضاي بسته با ماده شيميايي خاصي كار مي‌كردند، همكار ورود بايد برگه اطلاعات ايمني آن (MSDS) را به منظور انجام اقدامات درماني بهتر در اختيار تيم درماني قرار دهد.
- همكار ورود بايد افراد غير مسئول را از ورود به محوطه وقوع حادثه دور نگه دارد.
- پس از ورود اعضاي تيم امداد و نجات به محل، همكار ورود بايد در محل باقي مانده و براي ارايه كمك‌هاي احتمالي به اعضاي تيم آماده باشد.
- پيش از ورود اعضاي تيم امداد و نجات نبايد هيچ يك از افراد آسيب ديده يا ناتوان از درون فضاي بسته به بيرون انتقال يابند مگر اين كه زندگي فرد در معرض خطر بسيار جدي قرار داشته باشد. در صورتي كه زندگي هر يك

از افراد وارد شده در معرض تهديد جدي قرار داشته باشد، همكار ورود مي‌توان با كمك ديگران و با استفاده از فرد يا افراد را فضاي بسته خارج سازند. اين كار به شرطي است كه تهديد و خطر ديگري براي ساير افراد ايجاد نشود. اقدام به خارج كردن افراد آسيب ديده جدي نبايد پيش از فراخواني تيم امداد و نجات شروع شود. تلاش براي خارج كردن اين افراد نبايد مستلزم ورود افراد غير مسئول و غير مجاز به درون فضاي بسته شود. زيرا اين كار فرد ديگري را در معرض مخاطرات موجود در فضاي بسته قرار مي‌دهد.

- توصيه مي‌شود كه برخي از تجهيزات و وسايل ضروري امداد و نجات در محل انجام دادن كار در فضاي بسته مستقر شوند. اين تجهيزات شامل سه پايه، وينچ (جرثقيل كوچك دستي) و تجهيزات تنفسي خود تامين (SCBA) است. وسايل تنفسي خود تامين نبايد توسط افرادي كه آموزش‌هاي لازم براي استفاده درست از آن را نديده‌اند، به كار برده شود.

۷-۹. روش‌ها و تجهیزات احیا

اگر در اثر وقوع حادثه‌ای در فضای بسته، عملیات احیا ضروری باشد بایستی تمهیدات لازم لحاظ شده باشند که توصیه‌های پزشکی مناسب، آموزش تکنیک‌های احیا و نحوه استفاده صحیح تجهیزات به امدادگران شامل می‌شود. تجهیزات تنفس مصنوعی برای احیای دهانی جایگزین مناسبی هستند که باید توسط فردی با آموزش‌های تخصصی به کار گرفته شوند، یا می‌توان آنها را برای استفاده توسط شخصی که در شرایط اضطراری امداد پزشکی ارائه می‌کند، در محل نگهداری کرد. (۶)



شکل ۹-۱. تجهیزات عملیات احیا و نجات در فضای بسته

پیوست ها

پیوست ها

پیوست ۱. چک لیست ارزیابی فضای بسته (پیوست مربوط به فصل ارزیابی ریسک فضاهای بسته)

چک لیست ارزیابی فضای بسته		
نام فضای بسته:	شماره تاسیسات:	
آماده‌سازی پیش از ورود: قبل از مورد ملاحظه قرار دادن سوالات مطرح شده و هر مورد دیگری که باید مد نظر قرار گیرد، وارد فضای بسته نگردید و قبل از ورود حتما از ایمن بودن فضای بسته اطمینان حاصل نمائید.		
الف) اقدامات عمومی ایمنی		
جلسات ایمنی قبل از بررسی برگزار می‌شوند.		☐
پروانه	پروانه ورود دریافت و برای خطرات و ریسک‌های احتمالی شناسایی شده، ارزشیابی می‌گردد.	☐
سایز ورودی	آیا اندازه ورودی به فضای بسته برای بالا رفتن و خروج سریع از فضای بسته و دسترسی آسان در شرایط اضطراری کفایت می‌کند؟ سایز دریچه ورودی ممکن است به‌جای تجهیزات خود تامین تنفسی به علت حجیم بودن و بنابراین، احتمال محدود کردن عبور آسان، به استفاده از تجهیزات تنفسی لوله هوا جایگزین گردد.	☐

پاکسازی	آیا فضای بسته قبل از ورود پاکسازی شده است؟	☐
	آیا فضای بسته با بخار پاکسازی شده است؟	☐
	اگر فضا بخاردهی شده است، آیا اجازه داده شده است خنک گردد؟	☐
تهویه	به‌طور کامل تهویه شده است.	☐
	درصورتی که اتمسفر قابل قبول نبوده، بعد از انجام تهویه، تست مجدد انجام گرفته است.	☐
	تهویه مداوم در طی بررسی صورت می‌گیرد.	☐
	چک‌های مکرر اتمسفر در حالی‌که شاغلان در فضای بسته هستند و بعد از وقفه کار	☐
جداکردن	آیا محموله‌های سمّی در مجاورت فضای بسته بارگیری می‌شوند.	☐
	آیا فضا از سایر سیستم‌ها جدا شده است.	☐
	آیا تجهیزات الکتریکی قفل زده شده‌اند.	☐
	ایزوله‌کننده‌ها یا جدا کننده‌ها هر جایی که مقدور بوده است مورد استفاده قرار گرفته‌اند.	☐
	هر جا که ضرورت ایجاب کرده است، تجهیزات مکانیکی قفل شده، ایمن و جدا شده‌اند.	☐

	خطوط تحت فشار مسدود و تخلیه شده‌اند.	☐
مراقب، نجات	فرد مراقب در بیرون از فضای بسته در ارتباط دیداری و شنیداری پیوسته قرار دارد.	☐
	ارتباطات مورد توافق برقرار و تست شده است.	☐
	تجهیزات نجات برای استفاده فوری در دسترس هستند. دستگاه تنفسی در دسترس است.	☐
	روش‌های اجرایی فرار و تخلیه مورد توافق بوده و درک شده‌اند.	☐

پیوست ۲. شناسایي فضاهاي بسته و فضاهاي بسته نیازمند مجوز کار

بخش اول - آیا فضاي مورد بررسي، يك فضاي بسته محسوب مي‌شود؟			
		بله	خیر
۱	آیا این فضا به اندازه‌اي بزرگ است که يك نفر بتواند به‌طور تمام بدن وارد آن شده و به انجام دادن کار بپردازد؟		
۲	آیا فضا داراي راه‌هاي ورود و خروج محدود و کوچکي است؟		
۳	آیا این فضا اساسا براي کار انسان در درون آن طراحي شده است؟		
اگر به هر يك از سوالات مذکور جواب منفي داده شود، فضاي مورد بررسي به‌عنوان يك فضاي بسته شناخته نشده و هیچ اقدام اضافي دیگري صورت نخواهد گرفت			
	بخش دوم - آیا کار در فضاي بسته مورد	بله	خیر

	بررسي نيازمند اخذ مجوز كار است؟		
۱	آيا فضاي بسته داراي اتمسفر خطرناك است يا احتمال وجود اتمسفر خطرناك در آن وجود دارد؟		
۲	آيا در اين فضاي بسته مواد شيميايي يا باقي‌مانده مواد شيميايي وجود دارد؟		
۳	آيا در اين فضاي بسته مواد قابل اشتعال و قابل احتراق وجود دارد؟		
۴	آيا احتمال وجود تركيبات ناشي از تجزيه مواد آلي در جو فضاي بسته وجود دارد؟		
۵	آيا در فضاي بسته لوله‌اي وجود دارد كه مواد شيميايي را به درون آن وارد بكند؟		
۶	آيا در داخل فضاي بسته موادي وجود دارد كه بتواند افراد داخل شده به آن را در دام انداخته در خود فرو ببرد؟		
۷	آيا غلظت گرد و غبار در داخل فضاي بسته تا حدي است كه بتواند ديد واضح را در فاصله ۵ پايي يا كمتر با مشكل مواجه كند؟		
۸	آيا در داخل فضاي بسته تجهيزات سرويس‌دهي مكانيكي وجود دارد؟		
۹	آيا در داخل فضاي بسته ديوارهاي همگرا، سطوح شيب‌دار يا مخروطي منتهي به دهانه كوچك كه بتواند افراد را به دام انداخته يا سبب خفگي آنها گردد وجود دارد؟		
۱۰	آيا ديواره سطوح داخلي مخزن يا فضاي مورد بررسي داراي زنگ زدگي است؟		
۱۱	آيا در داخل فضاي بسته خطرات حرارتي (گرما يا سرماي بيش از حد) وجود دارد؟		

۱۲	آیا شدت صداي توليد شده در داخل فضاي بسته، به اندازه‌اي است كه بتواند مانع از برقراري ارتباط كلامي ميان وارد شدگان و همكار ورود شود؟		
۱۳	آيا خطر ليز خوردن، سكندري خوردن و سقوط در درون فضاي بسته وجود دارد؟		
۱۴	آيا در نزديكي محل ورود به فضاي بسته، فعاليتي صورت مي‌گيرد كه بتواند خطري را براي وارد شوندگان ايجاد كند؟		
۱۵	آيا خطر سقوط اشياي (از دهانه ورود يا سقف فضاي بسته) وجود دارد؟		
۱۶	آيا در فضاي بسته خطوط لوله تحت فشار وجود دارد؟		
۱۷	آيا در فضاي بسته از حلال‌هاي پاك كننده يا رنگ استفاده خواهد شد؟		
۱۸	آيا قرار است در داخل فضاي بسته عمليات جوشكاري، برشكاري، لحيم كاري، پرچ‌كاري، تراشكاري يا سمباده كاري انجام شود؟		
۱۹	آيا به استفاده از تجهيزات الكتريكي در درون فضاي بسته نيازي وجود دارد؟		
۲۰	آيا تهويه طبيعي در فضاي بسته مورد بررسي آن‌قدر ضعيف است كه بتواند سبب افزايش غلظت آلودگي هواي داخل آن شود؟		
۲۱	آيا مواد خورنده‌اي در اتمسفر فضاي بسته وجود دارد كه سبب تحريك چشم شود؟		
۲۲	آيا شرايط در داخل فضاي بسته به گونه‌اي است كه در صورت وقوع حادثه براي وارد شدگان، نتوانند خود را نجات دهند؟		

۲۳	آيا در داخل فضاي بسته از موادي استفاده مي‌شود كه بتواند سبب بروز مسموميت‌هاي حاد شود؟		
۲۴	آيا براي تامين و حفظ اتمسفر سالم در داخل فضاي بسته، به تهويه مصنوعي نياز است؟		
۲۵	آيا براي كسب اطمينان از سالم بودن اتمسفر به پايش مداوم هوا نياز است؟		
۲۶	آيا اين احتمال وجود دارد كه سطح بدن افراد در اثر تماس با سطوح داخلي فضاي بسته دچار خراشيدگي شوند؟		
۲۷	آيا به استفاده از ابزارهاي ضد جرقه براي خارج كردن ته مانده و ضايعات درون فضاي بسته نياز است؟		
۲۸	آيا استفاده از وسايل حفاظت تنفسي توسط افراد ضروري است؟		
۲۹	آيا احتمال تماس با جريان برق محافظت نشده در داخل فضاي بسته وجود دارد؟		
۳۰	آيا در فضاي بسته خطر ديگري وجود دارد كه در موارد بالا به آن اشاره نشده و مي‌تواند اخذ مجوز كار را براي آن فضا الزامي كند؟		
توجه: در صورتي كه پاسخ هر يك از سوالات در بخش دوم مثبت باشد، كار در فضاي بسته به اخذ مجوز كار از بخش‌هاي ذي صلاح نياز خواهد داشت.			

پیوست ۳. نمونه پروانه ورود به فضای بسته

شرکت فرعی:

پروانه ورود به فضای بسته

شماره پروانه:

شرکت فرعی:
محدوده انجام کار:
شماره سفارش کار:

شماره تجهیز/محدوده کار:
واحد عملیاتی:

طبقه بندی محدوده انجام کار:
مناطق خطرناک: ☐ zone ۰ ☐ zone ۱ ☐ zone ۲ ☐ بی خطر

۱- متقاضی

		نوع کار/الزامات کار	بلی	خیر
نام و نام خانوادگی		آیا کار الکتریکی انجام می گیرد؟	☐	☐
سمت		ازمایش گاز مورد نیاز است؟	☐	☐
تاریخ و امضاء		جداسازی مورد نیاز است؟	☐	☐

۲- شرح کار: انتقال کار از پروانه کار قدیم با شماره(در صورت نیاز):

۳- نفرات آماده به کار در فضای بسته حداکثر تعداد افراد:

نام و نام خانوادگی	سمت	تاریخ و ساعت ورود	تاریخ و ساعت خروج	توضیحات
	ناظر ورود همکار ورود وارد شونده			

٤- شناسایی مخاطرات (توسط متقاضی تکمیل گردد)

خرابی شیلنگ تحت فشار ☐ تجهیزات برقدار ☐ قوس الکتریکی ☐ موادقابل اشتعال ☐ سطوح داغ یا دمای بالای ۲۰۰c ☐ شعله/پاشش گدازه ☐ گاز و مواد سمی ☐ پشم شیشه ☐ سقوط از ارتفاع ☐
منابع رادیواکتیو ☐ الکتریسته ساکن ☐ ماشینهای دوار ☐ نقص در سیستم ارتباطی ☐ مواد شیمیایی ☐ ارتعاش ☐ سرو صدا ☐ عملیات زیر آب (غواصی) ☐ انفجار ☐ حمل و نقل بار سنگین ☐ ایجاد
دوربز ☐ مواد آهن پیروفوریک ☐ نشت یا نشر آلودگی ☐ لیزخوردن ☐ فضای بسته و محصور ☐ فشارآب بصورت جت ☐ درجه حرارت سرد/گرم ☐
سایر مخاطرات:

۵- آماده سازی محل کار

بازرسی ایمنی پیش از آغاز کار	☐	دستورالعمل کاری مکتوب	☐
نصب داربست	☐	فراهم نمودن روشنایی	☐
تخلیه فشار	☐	نصب علایم هشدار دهنده	☐
جداسازی مکانیکی/الکتریکی	☐	تخلیه تجهیز/ظرف/خط لوله	☐
شستشو با اب(FLUSH)	☐	فراهم ساختن وسایل ارتباطی	☐
تهویه مناسب محل	☐	حذف موانع	☐
اتصال سیم ارت	☐	حذف نشتی/ریخت وپاش مواد	☐
پاکسازی کامل تجهیزات توسط بخار/اب/گاز ازت	☐		
احتیاطات ایمنی موردی خاص (در بند۱۶-۱)	☐		

۶- حفاظت فردی

مجهز بودن به لباس ایمنی،کلاه ایمنی و کفش ایمنی در تمامی عملیات الزامی است.
دیگر لوازم حفاظت فردی :

تجهیزات تنفسی(BA)	☐	علائم هشدار دهنده ایمنی	☐
اشکار ساز دستی	☐	انواع ماسک(گرد و غیاروفیلتردار)	☐
دستکش متناسب با کار	☐	جلیقه نجات	☐
عینک ایمنی	☐	کمربند/ هارنس ایمنی	☐
حفاظ صورت	☐	لباس ویژه(ضد حریق، شیمیایی)	☐
گوشی ایمنی	☐	رادیو قابل حمل	☐

سایر وسایل حفاظتی:

۷- اقدامات پیشگیرانه ایمنی:

نصب چشم شور	☐	قطعی جریان برق	☐
تهیه MSDS مواد شیمیایی	☐	حفاظت در برابر اشعه	☐
نصب حفاظ برای قسمت های دوار	☐		
ازمایش گاز در فواصل منظم (هر .....ساعت یکبار بر اساس بند ۱۷ پروانه کار)	☐		
حضور سرپرست اجرای کار در محل بصورت :دائم☐ بیشتر مواقع ☐ بعضی اوقات ☐			

۸- اقدامات لازم جهت واکنش در شرایط اضطراری

دسترسی به راه های فرار و خروج اضطراری	☐
تیم واکنش در شرایط اضطراری	☐
روش اجرایی واکنش در شرایط اضطراری(ERP)	☐
حضور ماشین الات آتش نشانی در حین عملیات	☐
تیم امداد و نجات	☐

۹- اقدامات پیشگیرانه حریق

حذف مواد آتشگیر	☐	شیلنگ آب آتش نشانی	☐	انجام ازمایش گاز در شروع	☐	حفاظت در برابر شعله و جرقه	☐
حضور نفر آتش نشان	☐	خاموش کننده مناسب نوع:.....	☐	حضور فرد امدادرسان	☐	البسه ضد حریق	☐
استفاده از ادوات برقی ضد جرقه	☐	قطع سیستم های اعلام حریق/اشکار ساز گاز در زمان کار	☐				

احتیاطات ایمنی موردی خاص (در بند۱۱-۱)

۱۰- سایر گواهینامه ها/ضمائم مورد نیاز و مرتبط

عنوان	بله/خیر	شماره سند	عنوان	بله/خیر	شماره سند	سایر موارد:
چک لیست شناسایی و کنترل خطرات	☐		گواهینامه جداسازی مکانیکی	☐		
پروانه ورود به فضای سر بسته	☐		گواهینامه جداسازی الکتریکی	☐		
پروانه کار در ارتفاع	☐		گواهینامه خاکبرداری و حفر کودال	☐		
پروانه کار سرد	☐		گواهینامه پرتونگاری	☐		
گواهینامه ازمایش گاز	☐		گواهینامه منطقه مشترک غواصی	☐		
گواهینامه ایمنی داربست ها	☐		گواهینامه منطقه مشترک	☐		

۱۱-اعتبار پروانه کار:

از ساعت: تا ساعت: تاریخ:

۱۲- مجوز

۱۲-۱- نماینده HSE: تمام پروانه هایی که با این کار تداخل دارند لغو و یا به صورت تعلیق در آمده است (لیست شده در بند ۱۶-۲).موارد ذکر شده در جداول ۴ الی ۱۰ بایستی اجرا گردد.

نام و نام خانوادگی: شماره پرسنلی: امضاء

۱۲-۲- مسئول ناحیه: آماده سازی و اخذ گواهینامه ها بنا به موارد ذکر شده در پروانه کار آغاز شود

نام و نام خانوادگی: شماره پرسنلی: امضاء

۱۳- مسئول ناحیه: آماده سازی محیط کار بنا به موارد ذکر شده در جداول ۴ الی ۱۰ صورت گرفته است.

نام و نام خانوادگی امضاء سمت: شماره پرسنلی:

۱۴- مسئول انجام دهنده کار(پیمانکار): اینجانب با مخاطرات شرایط کار آشنایی کامل داشته و کلیه مسئولیت انجام کار به طریق ایمن را پذیرا می باشم و شخصا بر رعایت اصول ایمنی نظارت کامل می نمایم.

نام و نام خانوادگی امضاء سمت: شماره پرسنلی:

۱۵- تمدید اعتبار پروانه:

مدت زمان تمدید (ساعت) تاریخ: امضاء مسئول ناحیه:

نسخه اول: اطاق کنترل نسخه دوم: محل انجام کار، نسخه سوم: مسئول انجام دهنده کار، نسخه چهارم: اداره HSE

شرکت فرعی:

شماره پروانه:

۱۶- اقدامات احتیاطی

۱۶-۱- سایر اقدامات احتیاطی

۱۶-۲-لیست تمام عملیات و پروانه های متداخل با این پروانه

لیست تمام پروانه هایی که با این کار تداخل داشته و به دو حالت تعلیق و یا لغو درآمده‌اند و یا بصورت ایمن درحال اجرا هستند.

نام عملیات	شماره سند	تعلیق/لغو/درحال اجرا	نام عملیات	شماره سند	تعلیق/لغو/درحال اجرا

در صورت مشاهده هرگونه مغایرت با موارد ذکر شده در لیست فوق مسئول انجام دهنده کار(پیمانکار) بایستی سریعا مراتب فوق را به مسئول ناحیه و نماینده HSE اطلاع دهد.

تایید مسئول ناحیه: نام و نام خانوادگی: شماره پرسنلی: تاریخ: امضاء

۱۷- تاییدیه آزمایش گاز

طبق شماره گواهینامه آزمایش گاز به شماره.....

آزمایش پیش از انجام کار انجام گیرد؟☐ در هر نوبت کاری و یا در هر ..... ساعت آزمایش انجام گیرد ☐ پایش مستمر گاز توسط تجهیزات قابل حمل در حین انجام کار الزامی است؟☐

تست گاز	Hydrocarbon LEL%			SO_2(ppm)			H_2S(ppm)			$\%O_2$		
میزان												
تاریخ و ساعت												
نام و نام خانوادگی												

۱۸- تعهدات، تائید و تصویب مسئولین ذی ربط در زمان تغییر نوبتکاری

❋**مسئول انجام دهنده کار(تحویل دهنده نوبتکار ی):** اینجانب محیط کار را بازرسی نموده ام. محیط کار در شرایط ایمن و پاکسازی شده تحویل داده ام.

❋**مسئول ناحیه:** اینجانب به شرایط ایمن محیط کار جهت کار مورد نظر اطمینان دارم. اینجانب پروانه کار را برای دوره ی معین معتبر می دانم مشروط به اینکه همکار نسبت به پروانه و الزامات چک لیست ایمنی توافق داشته باشد. کار در صورت عدم مشاهده الزامات می تواند متوقف شود.

❋**مسئول انجام دهنده کار(تحویل گیرنده نوبتکاری):** اینجانب به طور کامل از کار و اقدامات پیشگیرانه مورد نیاز توسط متقاضی کار آگاه شده ام و اطمینان دارم محیط کار برای شروع کار ایمن است. تمامی همکاران خود را از کار و اقدامات پیشگیرانه مورد نیازآگاه کرده ام و کلیه مسئولیت انجام کار به طریق ایمن را پذیرا می باشم و شخصا بر رعایت اصول ایمنی نظارت کامل می نمایم. همچنین اینجانب کار رادر صورت عدم مشاهده پروانه کار و یا الزامات چک لیست ایمنی متوقف می کنم.

نام مسئول	نام و نام خانوادگی و امضا	ساعت و تاریخ	نام و نام خانوادگی و امضا	ساعت و تاریخ	نام و نام خانوادگی و امضا	ساعت و تاریخ
مسئول انجام دهنده کار(تحویل دهنده نوبتکاری)						
مسئول ناحیه						
مسئول انجام دهنده کار(تحویل گیرنده نوبتکاری)						

نام مسئول	نام و نام خانوادگی و امضا	ساعت و تاریخ	نام و نام خانوادگی و امضا	ساعت و تاریخ	نام و نام خانوادگی و امضا	ساعت و تاریخ
مسئول انجام دهنده کار(تحویل دهنده نوبتکاری)						
مسئول ناحیه						
مسئول انجام دهنده کار(تحویل گیرنده نوبتکاری)						

تایید و امضا مسئول ناحیه در آغاز هر نوبت کاری و تعهد و امضا مسئول انجام دهنده کار در آغاز و اتمام هر نوبتکاری الزامی است.

لغو پروانه:

۱۹-کار خاتمه یافته:

الف. پروانه کار توسط متقاضی بازگردانده شده:

امضا مسئول انجام دهنده کار(پیمانکار):

کار خاتمه یافته، تاثیرات کار و تجهیزات به صورت ایمن رها شده است.

امضا متقاضی:

تاریخ: **ساعت:**

ب. لغو پروانه کار توسط مسئول ناحیه

کار خاتمه یافته، محیط کار ایمن و پاکسازی شده است. ☐

لغو جداسازی صورت پذیرفته است. ☐

نام و نام خانوادگی و امضا مسئول ناحیه:

تاریخ: **ساعت:**

۲۰.کار ناتمام مانده:

الف. پروانه کار توسط متقاضی بازگردانده شده:

امضا مسئول انجام دهنده کار(پیمانکار):

کار متوقف شده، اما خاتمه نیافته، تاثیرات کار و تجهیزات به صورت ایمن رها شده است.

❋ادامه کار تحت پروانه کار با شماره :

❋ابقاء جداسازی تحت گواهینامه جداسازی شماره:

❋حذف در صورت نیاز ☐

امضا متقاضی: **تاریخ:** **ساعت:**

ب. لغو پروانه کار توسط مسئول ناحیه

کار متوقف شده، اما خاتمه نیافته، محیط کار ایمن و پاکسازی شده است.

نام و نام خانوادگی و امضا مسئول ناحیه:

تاریخ: **ساعت:**

۲۱. ثبت لغو پروانه:

تمام مستندات مورد نیاز فراهم شده است و به پروانه پیوست گردید.

تایید مسئول HSE : **نام و نام خانوادگی:** **شماره پرسنلی:** **تاریخ:** **ساعت:** **امضاء**

پروانه ورود به فضای بسته بدون ضمائم الزامی آن نظیر گواهینامه آزمایش گاز و همچنین ملحقات مورد نظر مسئول ناحیه فاقد اعتبار است.

کلیه کارکنان می بایست در شرایطی که محیط آلوده به گازهای رها شده، گازهای اشتعال پذیر یا سمی، بخارات یا مایعات شده و یا احتمال آلوده شدن وجود دارد و شرایط نا ایمن و مخاطره آمیز را به وجود آورده اند، هر گونه حضور و کار در فضای بسته را متوقف نمایند.

اعتبار پروانه ورود به فضای بسته به میزان زمان لازم برای انجام کار می باشد، اعتبار پروانه ماکسیمم تا زمان شیفت کاری می توان با انجام دوباره بازرسی و انجام آزمایشات لازم افزایش یابد.

پیوست ۴. نمونه پروانه کار گرم

شرکت فرعی:

پروانه کار گرم

شماره پروانه:

شرکت فرعی: | شماره تجهیز/محدوده کار: | طبقه بندی محدوده انجام کار:
محدوده انجام کار: | واحد عملیاتی: | مناطق خطرناک: ☐ zone ۰ ☐ zone ۱ ☐ zone ۲ ☐ بی خطر
شماره سفارش کار:

۱- متقاضی

		نوع کار/الزامات کار	بلی	خیر
نام و نام خانوادگی		آیا کار الکتریکی انجام می گیرد؟	☐	☐
سمت		آزمایش گاز مورد نیاز است؟	☐	☐
تاریخ و امضاء		جداسازی مورد نیاز است؟	☐	☐

۲- شرح کار: انتقال کار از پروانه کار قدیم با شماره(در صورت نیاز):

۳- شناسایی مخاطرات (توسط متقاضی تکمیل گردد)

خرابی شیلنگ تحت فشار ☐ تجهیزات برقدار ☐ قوس الکتریکی ☐ موادقابل اشتعال ☐ سطوح داغ یا دمای بالای ۲۰۰c ☐ شعله/پاشش گدازه ☐ گاز و مواد سمی ☐ پشم شیشه ☐ سقوط از ارتفاع ☐ منابع رادیواکتیو ☐ الکتریسته ساکن ☐ ماشینهای دوار ☐ نقص در سیستم ارتباطی ☐ مواد شیمیایی ☐ ارتعاش ☐ سرو صدا ☐ عملیات زیر آب (غواصی) ☐ انفجار ☐ حمل و نقل بار سنگین ☐ ایجاد دورپز ☐ مواد اهن پیروفوریک ☐ نشت یا نشر آلودگی ☐ لیزخوردن ☐ فضای بسته و محصور ☐ فشارآب بصورت جت ☐ درجه حرارت سرد/گرم ☐
سایر مخاطرات:

٤- آماده سازی محل کار

بازرسی ایمنی پیش از آغاز کار	☐	دستورالعمل کاری مکتوب	☐
نصب داربست	☐	فراهم نمودن روشنایی	☐
تخلیه فشار	☐	نصب علایم هشدار دهنده	☐
جداسازی مکانیکی/الکتریکی	☐	تخلیه تجهیز/ظرف/خط لوله	☐
شستشو با آب(FLUSH)	☐	فراهم ساختن وسایل ارتباطی	☐
تهویه مناسب محل	☐	حذف موانع	☐
اتصال سیم ارث	☐	حذف نشتی/ریخت وپاش مواد	☐
پاکسازی کامل تجهیزات توسط بخارآب/گاز ازت	☐		
احتیاطات ایمنی موردی خاص (در بند۱۱-۱)	☐		

٥- حفاظت فردی

مجهز بودن به لباس ایمنی،کلاه ایمنی و کفش ایمنی در تمامی عملیات الزامی است.
دیگر لوازم حفاظت فردی :

تجهیزات تنفسی(BA)	☐	علائم هشدار دهنده ایمنی	☐
آشکار ساز دستی	☐	انواع ماسک(گرد و غباروفیلتردار)	☐
دستکش متناسب با کار	☐	جلیقه نجات	☐
عینک ایمنی	☐	کمربند/ هارنس ایمنی	☐
حفاظ صورت	☐	لباس ویژه(ضد حریق، شیمیایی)	☐
گوشی ایمنی	☐	رادیو قابل حمل	☐

سایر وسایل حفاظتی:

٦- اقدامات پیشگیرانه ایمنی:

نصب چشم شور	☐	قطعی جریان برق	☐
تهیه MSDS مواد شیمیایی	☐	حفاظت در برابر اشعه	☐
نصب حفاظ برای قسمت های دوار	☐		
آزمایش گاز در فواصل منظم (هر .....ساعت یکبار بر اساس بند ۱۶ پروانه کار)	☐		
حضور سرپرست اجرای کار در محل بصورت :دائم☐ بیشتر مواقع ☐ بعضی اوقات ☐			

۷- اقدامات لازم جهت واکنش در شرایط اضطراری

دسترسی به راه های فرار و خروج اضطراری	☐
تیم واکنش در شرایط اضطراری	☐
روش اجرایی واکنش در شرایط اضطراری(ERP)	☐
حضور ماشین الات آتش نشانی در حین عملیات	☐
تیم امداد و نجات	☐

۸- اقدامات پیشگیرانه حریق

حذف مواد آتشگیر	☐	شیلنگ آب آتش نشانی	☐	انجام آزمایش گاز در شروع	☐	حفاظت در برابر شعله و جرقه	☐
حضور نفر اتش نشان	☐	خاموش کننده مناسب نوع.....	☐	حضور فرد امدادرسان	☐	البسه ضد حریق	☐
استفاده از ادوات برقی ضد جرقه	☐	قطع سیستم های اعلام حریق/آشکار ساز گاز در زمان کار	☐				

احتیاطات ایمنی موردی خاص (در بند۱۱-۱)

۹- سایر گواهینامه ها/ضمائم مورد نیاز و مرتبط

عنوان	بله/خیر	شماره سند	عنوان	بله/خیر	شماره سند	سایر موارد:
چک لیست شناسایی و کنترل خطرات	☐		گواهینامه جداسازی مکانیکی	☐		
پروانه ورود به فضای سر بسته	☐		گواهینامه جداسازی الکتریکی	☐		
پروانه کار در ارتفاع	☐		گواهینامه خاکبرداری و حفر گودال	☐		
پروانه کار سرد	☐		گواهینامه پرتونگاری	☐		
گواهینامه آزمایش گاز	☐		گواهینامه منطقه مشترک غواصی	☐		
گواهینامه ایمنی داربست ها	☐		گواهینامه منطقه مشترک	☐		

۱۰-اعتبار پروانه کار:

از ساعت: | تا ساعت: | تاریخ:

۱۱- مجوز

۱۱-۱- نماینده HSE: تمام پروانه هایی که با این کار تداخل دارند لغو و یا به صورت تعلیق در آمده است(لیست شده در بند ۱۵-۲).موارد ذکر شده در جداول ۳ الی۹ بایستی اجرا گردد.

نام و نام خانوادگی: | شماره پرسنلی: | امضاء

۱۱-۲- مسئول ناحیه: اماده سازی و اخذ گواهینامه ها بنا به موارد ذکر شده در پروانه کار آغاز شود

نام و نام خانوادگی: | شماره پرسنلی: | امضاء

۱۲- مسئول ناحیه: آماده سازی محیط کار بنا به موارد ذکر شده در جداول ۳ الی ۹ صورت گرفته است.

نام و نام خانوادگی | امضاء | سمت: | شماره پرسنلی:

۱۳- مسئول انجام دهنده کار(پیمانکار): اینجانب با مخاطرات شرایط کار آشنایی کامل داشته و کلیه مسئولیت انجام کار به طریق ایمن را پذیرا می باشم و شخصا بر رعایت اصول ایمنی نظارت کامل می نمایم.

نام و نام خانوادگی | امضاء | سمت: | شماره پرسنلی:

۱٤- تمدید اعتبار پروانه:

مدت زمان تمدید (ساعت) | تاریخ: | امضاء مسئول ناحیه:

نسخه اول: اطاق کنترل نسخه دوم: محل انجام کار، نسخه سوم: مسئول انجام دهنده کار، نسخه چهارم: اداره HSE

شماره پروانه:

شرکت فرعی:

۱۵- اقدامات احتیاطی

۱۵-۱- سایر اقدامات احتیاطی

۱۵-۲-لیست تمام عملیات و پروانه های متداخل با این پروانه

لیست تمام پروانه هایی که با این کار تداخل داشته و به دو حالت تعلیق و یا لغو درآمده‌اند و یا بصورت ایمن درحال اجرا هستند.

نام عملیات	شماره سند	تعلیق/لغو/درحال اجرا	نام عملیات	شماره سند	تعلیق/لغو/درحال اجرا

در صورت مشاهده هرگونه مغایرت با موارد ذکر شده در لیست فوق مسئول انجام دهنده کار(پیمانکار) بایستی سریعا مراتب فوق را به مسئول ناحیه و نماینده HSE اطلاع دهد.

تایید مسئول ناحیه: نام و نام خانوادگی: شماره پرسنلی: تاریخ: امضاء

۱۶- تاییدیه آزمایش گاز

طبق شماره گواهینامه آزمایش گاز به شماره.....

آزمایش پیش از انجام کار انجام گیرد؟☐ در هر نوبت کاری و یا در هر ..... ساعت آزمایش انجام گیرد ☐ پایش مستمر گاز توسط تجهیزات قابل حمل در حین انجام کار الزامی است؟☐

تست گاز	Hydrocarbon LEL%			SO_2(ppm)			H_2S(ppm)			$\%O_2$		
میزان												
تاریخ و ساعت												
نام و نام خانوادگی												

۱۷- تعهدات، تائید و تصویب مسئولین ذی ربط در زمان تغییر نوبتکاری

*مسئول انجام دهنده کار(تحویل دهنده نوبتکار ی): اینجانب محیط کار را بازرسی نموده ام. محیط کار در شرایط ایمن و پاکسازی شده تحویل داده ام.

*مسئول ناحیه: اینجانب به شرایط ایمن محیط کار جهت کار مورد نظر اطمینان دارم. اینجانب پروانه کار را برای دوره ی معین معتبر می دانم مشروط به اینکه همکار نسبت به پروانه و الزامات چک لیست ایمنی توافق داشته باشد. کار در صورت عدم مشاهده الزامات می تواند متوقف شود.

*مسئول انجام دهنده کار(تحویل گیرنده نوبتکاری):اینجانب به طور کامل از کار و اقدامات پیشگیرانه مورد نیاز توسط متقاضی کار آگاه شده ام و اطمینان دارم محیط کار برای شروع کار ایمن است. تمامی همکاران خود را از کار و اقدامات پیشگیرانه مورد نیازآگاه کرده ام و کلیه مسئولیت انجام کار به طریق ایمن را پذیرا می باشم و شخصا بر رعایت اصول ایمنی نظارت کامل می نمایم. همچنین اینجانب کار رادر صورت عدم مشاهده پروانه کار و یا الزامات چک لیست ایمنی متوقف می کنم.

نام مسئول	نام و نام خانوادگی و امضا	ساعت و تاریخ	نام و نام خانوادگی و امضا	ساعت و تاریخ	نام و نام خانوادگی و امضا	ساعت و تاریخ
مسئول انجام دهنده کار(تحویل دهنده نوبتکاری)						
مسئول ناحیه						
مسئول انجام دهنده کار(تحویل گیرنده نوبتکاری)						

نام مسئول	نام و نام خانوادگی و امضا	ساعت و تاریخ	نام و نام خانوادگی و امضا	ساعت و تاریخ	نام و نام خانوادگی و امضا	ساعت و تاریخ
مسئول انجام دهنده کار(تحویل دهنده نوبتکاری)						
مسئول ناحیه						
مسئول انجام دهنده کار(تحویل گیرنده نوبتکاری)						

تایید و امضا مسئول ناحیه در آغاز هر نوبت کاری و تعهد و امضا مسئول انجام دهنده کار در آغاز و اتمام هر نوبتکاری الزامی است.

لغو پروانه:

۱۸-کار خاتمه یافته:

الف. پروانه کار توسط متقاضی بازگردانده شده:

امضا مسئول انجام دهنده کار(پیمانکار):

کار خاتمه یافته، تاثیرات کار و تجهیزات به صورت ایمن رها شده است.

امضا متقاضی:

تاریخ: **ساعت:**

ب. لغو پروانه کار توسط مسئول ناحیه

کار خاتمه یافته، محیط کار ایمن و پاکسازی شده است. ☐

لغو جداسازی صورت پذیرفته است. ☐

نام و نام خانوادگی و امضا مسئول ناحیه:

تاریخ: **ساعت:**

۱۹.کار ناتمام مانده:

الف. پروانه کار توسط متقاضی بازگردانده شده:

امضا مسئول انجام دهنده کار(پیمانکار):

کار متوقف شده، اما خاتمه نیافته، تاثیرات کار و تجهیزات به صورت ایمن رها شده است.

*ادامه کار تحت پروانه کار با شماره :

*ابقاء جداسازی تحت گواهینامه جداسازی شماره:

*حذف در صورت نیاز ☐

امضا متقاضی: **تاریخ:** **ساعت:**

ب. لغو پروانه کار توسط مسئول ناحیه

کار متوقف شده، اما خاتمه نیافته، محیط کار ایمن و پاکسازی شده است.

نام و نام خانوادگی و امضا مسئول ناحیه:

تاریخ: **ساعت:**

۲۰. ثبت لغو پروانه:

تمام مستندات مورد نیاز فراهم شده است و به پروانه پیوست گردید.

تایید مسئول HSE : **نام و نام خانوادگی:** **شماره پرسنلی:** **تاریخ:** **ساعت:** **امضاء**

پروانه کار گرم بدون ضمائم الزامی آن نظیر گواهینامه آزمایش گاز و همچنین ملحقات مورد نظر مسئول ناحیه فاقد اعتبار است.

کلیه کارکنان می بایست در شرایطی که محیط آلوده به گازهای رها شده، گازهای اشتعال پذیر یا سمی، بخارات یا مایعات شده و یا احتمال آلوده شدن وجود دارد و شرایط نا ایمن و مخاطره آمیز را به وجود آورده اند، هر گونه کار گرم را متوقف نمایند.

* برای ادامه کارهایی که از گذشته در دست انجام است می توان از پروانه صادر شده در آن روز استفاده نمود مشروط بر این که پس از خاتمه وقت عادی اداری و نوبت کاری بنا به درخواست مسئول انجام دهنده کار ،محل انجام کار توسط مسئول ناحیه دوباره بازرسی شود و درصورت نیاز آزمایشهای لازم جهت وجود گازهای قابل اشتعال و مسموم کننده باید مجددا انجام گرفته و پس از درج در گواهینامه ی آزمایش گاز میبایست پروانه موجود مجددا به امضای مسئول ناحیه برسد.

* در هر صورت در آغاز روز بعد در صورتیکه کار حرارت زا به پایان نرسیده باشد صدور پروانه مجدد ضروری است.

* هرگاه کار گرم تا دو ساعت بعد از آزمایش گاز آغاز نگردد می بایست پیش از آغاز کار، آزمایش گاز مجدداً انجام گرفته و در گواهینامه مربوطه، درج گردد. سپس در گواهینامه آزمایش گاز ساعت انجام آزمایش مجدداً ذکر شود تا پروانه کار اعتبار داشته باشد.

پیوست ۵. نمونه پروانه کار سرد

شرکت فرعی:

پروانه کار سرد

شماره پروانه:

شرکت فرعی: | شماره تجهیز/محدوده کار:
محدوده انجام کار: | واحد عملیاتی:
شماره سفارش کار:

طبقه بندی محدوده انجام کار:
مناطق خطرناک: zone ۰ ☐ zone ۱ ☐ zone ۲ ☐ بی خطر ☐

۱- متقاضی

		نوع کار/الزامات کار	بلی	خیر
نام و نام خانوادگی		آیا کار الکتریکی انجام می گیرد؟	☐	☐
سمت		آزمایش گاز مورد نیاز است؟	☐	☐
تاریخ و امضاء		جداسازی مورد نیاز است؟	☐	☐

۲- شرح کار: انتقال کار از پروانه کار قدیم با شماره(در صورت نیاز):

۳- شناسایی مخاطرات (توسط متقاضی تکمیل گردد)

خرابی شیلنگ تحت فشار ☐ تجهیزات برقدار ☐ قوس الکتریکی ☐ موادقابل اشتعال ☐ سطوح داغ یا دمای بالای ۲۰۰c ☐ شعله/پاشش گدازه ☐ گاز و مواد سمی ☐ پشم شیشه ☐ سقوط از ارتفاع ☐ منابع رادیواکتیو ☐ الکتریسته ساکن ☐ ماشینهای دوار ☐ نقص در سیستم ارتباطی ☐ مواد شیمیایی ☐ ارتعاش ☐ سرو صدا ☐ عملیات زیر آب (غواصی) ☐ انفجار ☐ حمل و نقل بار سنگین ☐ ایجاد دوربز ☐ مواد آهن پیروفوریک ☐ نشت یا نشر آلودگی☐ لیزخوردن ☐ فضای بسته و محصور ☐ فشارآب بصورت جت ☐ درجه حرارت سرد/گرم ☐

سایر مخاطرات:

٤- آماده سازی محل کار

بازرسی ایمنی پیش از آغاز کار	☐	دستورالعمل کاری مکتوب	☐
نصب داربست	☐	فراهم نمودن روشنایی	☐
تخلیه فشار	☐	نصب علایم هشدار دهنده	☐
جداسازی مکانیکی/الکتریکی	☐	تخلیه تجهیز/ظرف/خط لوله	☐
شستشو با آب(FLUSH)	☐	فراهم ساختن وسایل ارتباطی	☐
تهویه مناسب محل	☐	حذف موانع	☐
اتصال سیم ارت	☐	حذف نشتی/ریخت وپاش مواد	☐
پاکسازی کامل تجهیزات توسط بخاراب/گاز ازت	☐		
احتیاطات ایمنی موردی خاص (در بند۱۱-۱)	☐		

۵- حفاظت فردی

مجهز بودن به لباس ایمنی،کلاه ایمنی و کفش ایمنی در تمامی عملیات الزامی است.

دیگر لوازم حفاظت فردی :

تجهیزات تنفسی(BA)	☐	علائم هشدار دهنده ایمنی	☐
آشکار ساز دستی	☐	انواع ماسک(گرد و غبارو فیلتردار)	☐
دستکش متناسب با کار	☐	جلیقه نجات	☐
عینک ایمنی	☐	کمربند/ هارنس ایمنی	☐
حفاظ صورت	☐	لباس ویژه(ضد حریق، شیمیایی)	☐
گوشی ایمنی	☐	رادیو قابل حمل	☐

سایر وسایل حفاظتی:

٦- اقدامات پیشگیرانه ایمنی:

نصب چشم شور	☐	قطعی جریان برق	☐
تهیه MSDS مواد شیمیایی	☐	حفاظت در برابر اشعه	☐
نصب حفاظ برای قسمت های دوار ☐			
آزمایش گاز در فواصل منظم (هر .....ساعت یکبار بر اساس بند ۱۶ پروانه کار) ☐			
حضور سرپرست اجرای کار در محل بصورت :دائم☐ بیشتر مواقع ☐ بعضی اوقات ☐			

۷- اقدامات لازم جهت واکنش در شرایط اضطراری

دسترسی به راه های فرار و خروج اضطراری	☐
تیم واکنش در شرایط اضطراری	☐
روش اجرایی واکنش در شرایط اضطراری(ERP)	☐
حضور ماشین الات آتش نشانی در حین عملیات	☐
تیم امداد و نجات	☐

۸- اقدامات پیشگیرانه حریق

حذف مواد آتشگیر	☐	شیلنگ آب آتش نشانی	☐	انجام آزمایش گاز در شروع	☐	حفاظت در برابر شعله و جرقه	☐
حضور نفر آتش نشان	☐	خاموش کننده مناسب نوع:.....	☐	حضور فرد امدادرسان	☐	البسه ضد حریق	☐
استفاده از ادوات برقی ضد جرقه	☐	قطع سیستم های اعلام حریق/آشکار ساز گاز در زمان کار	☐				
احتیاطات ایمنی موردی خاص (در بند۱۱-۱)							

۹- سایر گواهینامه ها/ضمائم مورد نیاز و مرتبط

عنوان	بله/خیر	شماره سند	عنوان	بله/خیر	شماره سند	سایر موارد:
چک لیست شناسایی و کنترل خطرات	☐		گواهینامه جداسازی مکانیکی	☐		
پروانه ورود به فضای سر بسته	☐		گواهینامه جداسازی الکتریکی	☐		
پروانه کار در ارتفاع	☐		گواهینامه خاکبرداری و حفر گودال	☐		
پروانه کار سرد	☐		گواهینامه پرتونگاری	☐		
گواهینامه آزمایش گاز	☐		گواهینامه منطقه مشترک غواصی	☐		
گواهینامه ایمنی داربست ها	☐		گواهینامه منطقه مشترک	☐		

۱۰-اعتبار پروانه کار:

از ساعت: | تا ساعت: | تاریخ:

۱۱- مجوز

۱۱-۱- نماینده HSE: تمام پروانه هایی که با این کار تداخل دارند لغو و یا به صورت تعلیق در آمده است(لیست شده در بند ۱۵-۲).موارد ذکر شده در جداول ۳ الی۹ بایستی اجرا گردد.

نام و نام خانوادگی: | شماره پرسنلی: | امضاء

۱۱-۲- مسئول ناحیه: آماده سازی و اخذ گواهینامه ها بنا به موارد ذکر شده در پروانه کار آغاز شود

نام و نام خانوادگی: | شماره پرسنلی: | امضاء

۱۲- مسئول ناحیه: آماده سازی محیط کار بنا به موارد ذکر شده در جداول ۳ الی ۹ صورت گرفته است.

نام و نام خانوادگی | امضاء | سمت: | شماره پرسنلی:

۱۳- مسئول انجام دهنده کار(پیمانکار): اینجانب با مخاطرات شرایط کار آشنایی کامل داشته و کلیه مسئولیت انجام کار به طریق ایمن را پذیرا می باشم و شخصا بر رعایت اصول ایمنی نظارت کامل می نمایم.

نام و نام خانوادگی | امضاء | سمت: | شماره پرسنلی:

۱٤- تمدید اعتبار پروانه:

مدت زمان تمدید (ساعت) | تاریخ: | امضاء مسئول ناحیه:

نسخه اول: اطاق کنترل نسخه دوم: محل انجام کار، نسخه سوم: مسئول انجام دهنده کار، نسخه چهارم: اداره HSE

شرکت فرعی:

شماره پروانه:

۱۵- اقدامات احتیاطی

۱۵-۱- سایر اقدامات احتیاطی

۱۵-۲-لیست تمام عملیات و پروانه های متداخل با این پروانه

لیست تمام پروانه هایی که با این کار تداخل داشته و به دو حالت تعلیق و یا لغو درآمده‌اند و یا بصورت ایمن درحال اجرا هستند.

نام عملیات	شماره سند	تعلیق/لغو/درحال اجرا	نام عملیات	شماره سند	تعلیق/لغو/درحال اجرا

در صورت مشاهده هرگونه مغایرت با موارد ذکر شده در لیست فوق مسئول انجام دهنده کار(پیمانکار) بایستی سریعا مراتب فوق را به مسئول ناحیه و نماینده HSE اطلاع دهد

تایید مسئول ناحیه: نام و نام خانوادگی: شماره پرسنلی: تاریخ: امضاء

۱۶- تاییدیه آزمایش گاز

طبق شماره گواهینامه آزمایش گاز به شماره.....

آزمایش پیش از انجام کار انجام گیرد؟☐ در هر نوبت کاری و یا در هر ..... ساعت آزمایش انجام گیرد ☐ پایش مستمر گاز توسط تجهیزات قابل حمل در حین انجام کار الزامی است؟☐

تست گاز	Hydrocarbon LEL%			SO_2(ppm)			H_2S(ppm)			$\%O_2$		
میزان												
تاریخ و ساعت												
نام و نام خانوادگی												

۱۷- تعهدات، تائید و تصویب مسئولین ذی ربط در زمان تغییر نوبتکاری

*مسئول انجام دهنده کار(تحویل دهنده نوبتکار ی): اینجانب محیط کار را بازرسی نموده ام. محیط کار در شرایط ایمن و پاکسازی شده تحویل داده ام.

*مسئول ناحیه: اینجانب به شرایط ایمن محیط کار جهت کار مورد نظر اطمینان دارم. اینجانب پروانه کار را برای دوره ی معین معتبر می دانم مشروط به اینکه همکار نسبت به پروانه و الزامات چک لیست ایمنی توافق داشته باشد. کار در صورت عدم مشاهده الزامات می تواند متوقف شود.

*مسئول انجام دهنده کار(تحویل گیرنده نوبتکاری):اینجانب به طور کامل از کار و اقدامات پیشگیرانه مورد نیاز توسط متقاضی کار آگاه شده ام و اطمینان دارم محیط کار برای شروع کار ایمن است. تمامی همکاران خود را از کار و اقدامات پیشگیرانه مورد نیاز آگاه کرده ام و کلیه مسئولیت انجام کار به طریق ایمن را پذیرا می باشم و شخصا بر رعایت اصول ایمنی نظارت کامل می نمایم. همچنین اینجانب کار رادر صورت عدم مشاهده پروانه کار و یا الزامات چک لیست ایمنی متوقف می کنم.

نام مسئول	نام و نام خانوادگی و امضا	ساعت و تاریخ	نام و نام خانوادگی و امضا	ساعت و تاریخ	نام و نام خانوادگی و امضا	ساعت و تاریخ
مسئول انجام دهنده کار(تحویل دهنده نوبتکاری)						
مسئول ناحیه						
مسئول انجام دهنده کار(تحویل گیرنده نوبتکاری)						

نام مسئول	نام و نام خانوادگی و امضا	ساعت و تاریخ	نام و نام خانوادگی و امضا	ساعت و تاریخ	نام و نام خانوادگی و امضا	ساعت و تاریخ
مسئول انجام دهنده کار(تحویل دهنده نوبتکاری)						
مسئول ناحیه						
مسئول انجام دهنده کار(تحویل گیرنده نوبتکاری)						

تایید و امضا مسئول ناحیه در آغاز هر نوبت کاری و تعهد و امضا مسئول انجام دهنده کار در آغاز و اتمام هر نوبتکاری الزامی است.

لغو پروانه:

۱۸- کار خاتمه یافته:

الف. پروانه کار نوسط منقاضی بازگردانده شده:

امضا مسئول انجام دهنده کار(پیمانکار):

کار خاتمه یافته، تاثیرات کار و تجهیزات به صورت ایمن رها شده است.

امضا متقاضی:

تاریخ: **ساعت:**

ب. لغو پروانه کار توسط مسئول ناحیه

کار خاتمه یافته، محیط کار ایمن و پاکسازی شده است. ☐

لغو جداسازی صورت پذیرفته است. ☐

نام و نام خانوادگی و امضا مسئول ناحیه:

تاریخ: **ساعت:**

۱۹.کار ناتمام مانده:

الف. پروانه کار نوسط منقاضی بازگردانده شده:

امضا مسئول انجام دهنده کار(پیمانکار):

کار متوقف شده، اما خاتمه نیافته، تاثیرات کار و تجهیزات به صورت ایمن رها شده است.

*ادامه کار تحت پروانه کار با شماره :

*ابقاء جداسازی تحت گواهینامه جداسازی شماره:

*حذف در صورت نیاز ☐

امضا متقاضی: **تاریخ:** **ساعت:**

ب. لغو پروانه کار توسط مسئول ناحیه

کار متوقف شده، اما خاتمه نیافته، محیط کار ایمن و پاکسازی شده است.

نام و نام خانوادگی و امضا مسئول ناحیه:

تاریخ: **ساعت:**

۲۰. ثبت لغو پروانه:

تمام مستندات مورد نیاز فراهم شده است و به پروانه پیوست گردید.

تایید مسئول HSE : **نام و نام خانوادگی:** **شماره پرسنلی:** **تاریخ:** **ساعت:** **امضاء**

پروانه کار سرد بدون ضمائم الزامی آن و همچنین ملحقات مورد نظر مسئول ناحیه فاقد اعتبار است.

قبل از انجام هرگونه کار فنی و بازرسی در نواحی ممنوعه و خطرناک، اخذ پروانه کار سرد ضروری است.

حداکثر مدت زمان تمدید اعتبار پروانه کار سرد ۱۴ روز می باشد. که از اول هفته شروع شده و در پایان روز کاری هفته خاتمه می یابد. برای مناطق اقماری بسته به نوع کارکرد یک هفته ای یا دو هفته ای زمان اعتبار پروانه کار ۷ یا ۱۴ روز می باشد که از شروع کار مسئول ناحیه و مسئول انجام دهنده کار شروع و با پایان یافتن زمان کاری آنها خاتمه می یابد.اگر کار تا ۲ ساعت پس از صدور پروانه کار سرد آغاز نشود برای شروع می بایست مجدداً پروانه صادر گردد. در مواردیکه احتمال وجود گازها و بخارات قابل اشتعال، سمی و زیان آور وجود دارد، انجام آزمایش گاز ضروری است.

پیوست ۶. نمونه پروانه کار در ارتفاع

پروانه کار در ارتفاع

شماره پروانه:

شرکت فرعی: | شماره تجهیز/محدوده کار: | طبقه بندی محدوده انجام کار:
محدوده انجام کار: | واحد عملیاتی: | مناطق خطرناک: zone ۰ ☐ zone ۱ ☐ zone ۲ ☐ بی خطر ☐
شماره سفارش کار:

۱- متقاضی

نوع کار/الزامات کار	بلی	خیر
نام و نام خانوادگی		
سمت	آیا کار الکتریکی انجام می گیرد؟	☐ ☐
تاریخ و امضاء	آزمایش گاز مورد نیاز است؟	☐ ☐
	جداسازی مورد نیاز است؟	☐ ☐

۲- شرح کار: انتقال کار از پروانه کار قدیم با شماره(در صورت نیاز):

۳- شناسایی مخاطرات (توسط متقاضی تکمیل گردد)

خرابی شیلنگ تحت فشار ☐ تجهیزات برقدار ☐ قوس الکتریکی ☐ موادقابل اشتعال ☐ سطوح داغ با دمای بالای ۲۰۰ ☐ شعله/پاشش گداره ☐ گاز و مواد سمی ☐ پخش شیشه ☐ سقوط از ارتفاع ☐ منابع رادیواکتیو ☐ الکتریسته ساکن ☐ ماشینهای دوار ☐ نقص در سیستم ارتباطی ☐ مواد شیمیایی ☐ ارتعاش ☐ سرو صدا ☐ عملیات زیر آب (غواصی) ☐ انفجار ☐ حمل و نقل بار سنگین ☐ ایجاد دوروز ☐ مواد آهن پیروفوریک ☐ نشت یا نشر آلودگی ☐ لیزخوردن ☐ فضای بسته و محصور ☐ فشارآب بصورت جت ☐ درجه حرارت سرد/گرم ☐

سایر مخاطرات:

۴- آماده سازی محل کار

بازرسی ایمنی پیش از آغاز کار	☐	دستورالعمل کاری مکتوب	☐
نصب باریست	☐	فراهم نمودن روشنایی	☐
تخلیه فشار	☐	نصب علایم هشدار دهنده	☐
جداسازی مکانیکی/الکتریکی	☐	تخلیه تجهیز/ظرف/خط لوله	☐
شستشو با آب(FLUSH)	☐	فراهم ساختن وسایل ارتباطی	☐
تهویه مناسب محل	☐	حذف موانع	☐
اتصال سیم ارت	☐	حذف نشتی/ریخت وپاش مواد	☐
پاکسازی کامل تجهیزات توسط بخارآب/گاز ازت	☐		
احتیاطات ایمنی موردی خاص (در بند۱۱ ۱)	☐		

۵- حفاظت فردی

مجهز بودن به لباس ایمنی،کلاه ایمنی و کفش ایمنی در تمامی عملیات الزامی است.

دیگر لوازم حفاظت فردی :

تجهیزات تنفسی(BA)	☐	علائم هشدار دهنده ایمنی	☐
آشکار ساز دستی	☐	انواع ماسک(گرد و غبار،فیلتردار)	☐
دستکش متناسب با کار	☐	جلیقه نجات	☐
عینک ایمنی	☐	کمربند/ هارنس ایمنی	☐
حفاظ صورت	☐	لباس ویژه(ضد حریق، شیمیایی)	☐
گوشی ایمنی	☐	رادیو قابل حمل	☐

سایر وسایل حفاظتی:

۶- اقدامات پیشگیرانه ایمنی:

نصب چشم شور	☐	قطعی جریان برق	☐
تهیه MSDS مواد شیمیایی	☐	حفاظت در برابر اشعه	☐
نصب حفاظ برای قسمت های دوار ☐			
آزمایش گاز در فواصل منظم (هر .....ساعت یکبار بر اساس بند ۱۶ پروانه کار) ☐			
حضور سرپرست اجرای کار در محل بصورت :دائم☐ بیشتر مواقع ☐ بعضی اوقات ☐			

۷- اقدامات لازم جهت واکنش در شرایط اضطراری

دسترسی به راه های فرار و خروج اضطراری	☐
تهیه واکنش در شرایط اضطراری	☐
روش اجرایی واکنش در شرایط اضطراری(ERP)	☐
حضور ماشین الات آتش نشانی در حین عملیات	☐
تهیه امداد و نجات	☐

۸- اقدامات پیشگیرانه حریق

حذف مواد آتشگیر	☐	شیلنگ اب آتش نشانی	☐	انجام آزمایش گاز در شروع	☐	حفاظت در برابر شعله و جرقه	☐
حضور نفر آتش نشان	☐	خاموش کننده مناسب نوع:	☐	حضور فرد امدادرسان	☐	البسه ضد حریق	☐
استفاده از ادوات برقی ضد جرقه	☐	قطع سیستم های اعلام حریق/آشکار ساز گاز در زمان کار	☐				

احتیاطات ایمنی موردی خاص (در بند۱۱-۱)

۹- سایر گواهینامه ها/شهائم مورد نیاز و مرتبط

عنوان	بله/خیر	شماره سند	عنوان	بله/خیر:	شماره سند	سایر موارد:
چک لیست شناسایی و کنترل خطرات	☐		گواهینامه جداسازی مکانیکی	☐		
پروانه ورود به فضای سر بسته	☐		گواهینامه جداسازی الکتریکی	☐		
پروانه کار در ارتفاع	☐		گواهینامه خاکبرداری و حفر گودال	☐		
پروانه کار سرد	☐		گواهینامه پرتونگاری	☐		
گواهینامه آزمایش گاز	☐		گواهینامه منطقه مشترک غواصی	☐		
گواهینامه ایمنی داربست ها	☐		گواهینامه منطقه مشترک	☐		

۱۰-اعتبار پروانه کار:

از ساعت: | تا ساعت: | تاریخ:

۱۱- مجوز

۱۱-۱- نماینده HSE: تمام پروانه هایی که با این کار تداخل دارند لغو و یا به صورت تعلیق در آمده است(لیست شده در بند ۱۵ ۲).موارد ذکر شده در جداول ۳ الی۹ بایستی اجرا گردد.

۱۱-۲- مسئول ناحیه: اماده سازی و اخذ گواهینامه ها بنا به موارد ذکر شده در پروانه کار آغاز شود

نام و نام خانوادگی: | شماره پرسنلی: | امضاء

نام و نام خانوادگی: | شماره پرسنلی: | امضاء

۱۲- مسئول ناحیه: آماده سازی محیط کار بنا به موارد ذکر شده در جداول ۳ الی ۹ صورت گرفته است.

نام و نام خانوادگی | امضاء | سمت: | شماره پرسنلی:

۱۳- مسئول انجام دهنده کار(پیمانکار): اینجانب با مخاطرات شرایط کار آشنایی کامل داشته و کلیه مسئولیت انجام کار به طریق ایمن را پذیرا می باشم و شخصا بر رعایت اصول ایمنی نظارت کامل می نمایم.

نام و نام خانوادگی | امضاء | سمت: | شماره پرسنلی:

۱۴- تمدید اعتبار پروانه:

مدت زمان تمدید (ساعت) | تاریخ: | امضاء مسئول ناحیه:

نسخه اول: اطاق کنترل نسخه دوم: محل انجام کار، نسخه سوم: مسئول انجام دهنده کار، نسخه چهارم: اداره HSE

شماره پروانه:

۱۵- اقدامات احتیاطی

۱۵-۱- سایر اقدامات احتیاطی

۱۵-۲-لیست تمام عملیات و پروانه های متداخل با این پروانه

لیست تمام پروانه هایی که با این کار تداخل داشته و به دو حالت تعلیق و یا لغو درآمده‌اند و یا بصورت ایمن درحال اجرا هستند.

نام عملیات	شماره سند	تعلیق/لغو/درحال اجرا	نام عملیات	شماره سند	تعلیق/لغو/درحال اجرا

در صورت مشاهده هرگونه مغایرت یا موارد ذکر شده در لیست فوق مسئول انجام دهنده کار(پیمانکار) بایستی سریعا مراتب فوق را به مسئول ناحیه و نماینده HSE اطلاع دهد.

تایید مسئول ناحیه: نام و نام خانوادگی: شماره پرسنلی: تاریخ: امضاء

۱۶- تاییدیه آزمایش گاز

طبق شماره گواهینامه آزمایش گاز به شماره.....

آزمایش پیش از انجام کار انجام گیرد؟ ☐ در هر نوبت کاری و یا در هر ..... ساعت آزمایش انجام گیرد ☐ پایش مستمر گاز توسط تجهیزات قابل حمل در حین انجام کار الزامی است؟ ☐

تست گاز	Hydrocarbon LEL%			SO_2(ppm)			H_2S(ppm)			O_2%		
میزان												
تاریخ و ساعت												
نام و نام خانوادگی												

۱۷- تعهدات، تائید و تصویب مسئولین ذی ربط در زمان تغییر نوبتکاری

*مسئول انجام دهنده کار(تحویل دهنده نوبتکار ی): اینجانب محیط کار را بازرسی نموده ام. محیط کار در شرایط ایمن و پاکسازی شده تحویل داده ام.

*مسئول ناحیه: اینجانب به شرایط ایمن محیط کار جهت کار مورد نظر اطمینان دارم. اینجانب پروانه کار را برای دوره ی معین معتبر می دانم مشروط به اینکه همکار نسبت به پروانه و الزامات چک لیست ایمنی توافق داشته باشد. کار در صورت عدم مشاهده الزامات می تواند متوقف شود.

*مسئول انجام دهنده کار(تحویل گیرنده نوبتکاری):اینجانب به طور کامل از کار و اقدامات پیشگیرانه مورد نیاز توسط متقاضی کار آگاه شده ام و اطمینان دارم محیط کار برای شروع کار ایمن است. تمامی همکاران خود را از کار و اقدامات پیشگیرانه مورد نیازآگاه کرده ام و کلیه مسئولیت انجام کار به طریق ایمن را پذیرا می باشم و شخصا بر رعایت اصول ایمنی نظارت کامل می نمایم. همچنین اینجانب کار را در صورت عدم مشاهده پروانه کار و یا الزامات چک لیست ایمنی متوقف می کنم.

نام مسئول	نام و نام خانوادگی و امضا	ساعت و تاریخ	نام و نام خانوادگی و امضا	ساعت و تاریخ	نام و نام خانوادگی و امضا	ساعت و تاریخ
مسئول انجام دهنده کار(تحویل دهنده نوبتکاری)						
مسئول ناحیه						
مسئول انجام دهنده کار(تحویل گیرنده نوبتکاری)						

نام مسئول	نام و نام خانوادگی و امضا	ساعت و تاریخ	نام و نام خانوادگی و امضا	ساعت و تاریخ	نام و نام خانوادگی و امضا	ساعت و تاریخ
مسئول انجام دهنده کار(تحویل دهنده نوبتکاری)						
مسئول ناحیه						
مسئول انجام دهنده کار(تحویل گیرنده نوبتکاری)						

تایید و امضا مسئول ناحیه در آغاز هر نوبت کاری و تعهد و امضا مسئول انجام دهنده کار در آغاز و اتمام هر نوبتکاری الزامی است.

لغو پروانه:

۱۸-کار خاتمه یافته:

الف. پروانه کار توسط متقاضی بازگردانده شده:

امضا مسئول انجام دهنده کار(پیمانکار):

کار خاتمه یافته، تاثیرات کار و تجهیزات به صورت ایمن رها شده است.

امضا متقاضی:

تاریخ: **ساعت:**

ب. لغو پروانه کار توسط مسئول ناحیه

کار خاتمه یافته، محیط کار ایمن و پاکسازی شده است. ☐

لغو جداسازی صورت پذیرفته است. | |

نام و نام خانوادگی و امضا مسئول ناحیه:

تاریخ: **ساعت:**

۱۹.کار ناتمام مانده:

الف. پروانه کار توسط متقاضی بازگردانده شده:

امضا مسئول انجام دهنده کار(پیمانکار):

کار متوقف شده، اما خاتمه نیافته. تاثیرات کار و تجهیزات به صورت ایمن رها شده است.

*ادامه کار تحت پروانه کار با شماره :

*ابقاء جداسازی تحت گواهینامه جداسازی شماره:

*حذف در صورت نیاز ☐

امضا متقاضی: **تاریخ:** **ساعت:**

ب. لغو پروانه کار توسط مسئول ناحیه

کار متوقف شده، اما خاتمه نیافته. محیط کار ایمن و پاکسازی شده است.

نام و نام خانوادگی و امضا مسئول ناحیه:

تاریخ: **ساعت:**

۲۰. ثبت لغو پروانه:

تمام مستندات مورد نیاز فراهم شده است و به پروانه پیوست گردید.

تایید مسئول HSE : **نام و نام خانوادگی:** **شماره پرسنلی:** **تاریخ:** **ساعت:** **امضاء**

پروانه کار در ارتفاع بدون ضمائم الزامی آن و همچنین ملحقات مورد نظر مسئول ناحیه فاقد اعتبار است.

برای هرگونه کار در ارتفاع بیشتر از ۱,۲ متر، اخذ پروانه کار در ارتفاع ضروری است.

اگر کار تا ۲ ساعت پس از صدور پروانه کار در ارتفاع آغاز نشود برای شروع می بایست مجدداً پروانه صادر گردد.

در مواردیکه احتمال وجود گازها و بخارات قابل اشتعال، سمی و زیان آور وجود دارد، انجام آزمایش گاز ضروری است.

حداکثر مدت زمان تمدید اعتبار پروانه ی کار در ارتفاع ۱۴ روز می باشد. که از اول هفته شروع شده و در پایان روز کاری هفته خاتمه میابد. برای مناطق اقماری بسته به نوع کار کرد یک هفته ای یا دو هفته ای زمان اعتبار پروانه ی کار ۷ یا ۱۴ روز می باشد که از شروع کار مسئول ناحیه و مسئول انجام دهنده ی کار شروع و با پایان یافتن زمان کاری آن ها خاتمه می یابد.

پیوست ۷. نمونه پروانه جداکردن

شرکت فرعی:	**گواهینامه جداسازی / لغو جداسازی (الکتریکی/مکانیکی/ابزار دقیق)**	شماره گواهینامه شماره پروانه مربوطه

شرکت بهره برداری | شماره تجهیز/محدوده کار: | واحد عملیاتی:

پروانه های مربوطه: کار گرم شماره:..... ..... کار سرد شماره:.....

۱– جداسازی الکتریکی:

شماره دستگاه: ..... ولتاژبالا : ..... ولتاژ پایین: ..... نام دستگاه: .....

شرح کار:

متقاضی جداسازی:	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:

فرایند جداسازی الکتریکی	محل جداسازی	شماره جعبه ایمنی محل نگهداری کلید ها	محل قراردادن فیوزها	قطع منبع برق	قطع اتصال به دستگاه	سایر ملاحظات

تایید مسؤول ناحیه/تجهیز مبنی بر انجام جداسازی	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:
نماینده **HSE**: کار با فعالیت های دیگر تداخل ندارد.	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:
مسئول انجام دهنده جداسازی: جدا سازی مطابق با مقررات و الزامات انجام خواهد گرفت	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:
مسئول ارشد برق/ شخص مجاز: مطابق با قوانین ایمنی برق جداسازی انجام گرفت.	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:

محل نگهداری کلید ها:

شماره جعبه کلید ها	جهت ایزوله ماندن دستگاه ها بطور ایمن نگهداری می شود			
کلید اول(سرپرست انجام کار)	امضا تایید تحویل کلید	تاریخ	امضا تایید برگرداندن کلید	تاریخ
کلید دوم (مسئول برق)	امضا تایید تحویل کلید	تاریخ	امضا تایید برگرداندن کلید	تاریخ
کلید سوم(دختر ایمنی)	امضا تایید تحویل کلید	تاریخ	امضا تایید برگرداندن کلید	تاریخ

لغو جداسازی الکتریکی:

متقاضی لغو جداسازی:	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:
تایید مسؤول ناحیه/تجهیز مبنی بر انجام جداسازی	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:
نماینده **HSE**: کار با فعالیت های دیگر تداخل ندارد.	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:
مسئول انجام دهنده لغو جداسازی: لغوجدا سازی مطابق با مقررات و الزامات انجام خواهد گرفت	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:
مسئول ارشد برق/ شخص مجاز: لغو جداسازی، سیستم به حالت اولیه برگشت.	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:

۲– جداسازی سیستم های ایمنی و اضطراری آیا برگه ضمیمه دارد؟ خیر ..... بله ..... شماره برگه ضمیمه: .....

شرح کار:

متقاضی جداسازی:	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:
تایید مسؤول ناحیه/تجهیز مبنی بر انجام جداسازی	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:
نماینده **HSE**: کار با فعالیت های دیگر تداخل ندارد.	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:
مسئول انجام دهنده جداسازی: جدا سازی مطابق با مقررات و الزامات انجام خواهد گرفت	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:
مسئول اتاق کنترل/ شخص مجاز: مطابق با قوانین ایمنی فرایند جداسازی انجام گرفت.	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:

نسخه اول: اتاق کنترل، **نسخه دوم:** محل انجام کار، **نسخه سوم:** مسؤول انجام دهنده کار، **نسخه چهارم:** اداره HSE

شماره گواهینامه:
شماره پروانه مربوطه:

شرکت فرعی:

لغو جداسازی سیستم های ایمنی و اضطراری:

متقاضی لغو جداسازی:	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:
تایید مسؤول ناحیه/تجهیز مبنی بر انجام جداسازی	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:
نماینده HSE: کار با فعالیت های دیگر تداخل ندارد.	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:
مسئول انجام دهنده لغو جداسازی: لغوجدا سازی مطابق با مقررات و الزامات انجام خواهد گرفت	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:
مسئول اتاق کنترل/ شخص مجاز: مطابق با قوانین ایمنی فرایند لغو جداسازی انجام گرفت.	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:

۳- جداسازی مکانیکی:

شماره دستگاه: ..... نوع سیستم : ..... آیا برگه ضمیمه دارد؟ خیر ..... بله ..... شماره برگه ضمیمه: .....

شرح کار:

متقاضی جداسازی:	نام و نام خانوادگی:	سمت:	امضاء:	تاریخ:

فرایند جداسازی مکانیکی	شماره شیرها(valves)	باز(opened)	بسته(closed)	(spade)	(blank)	سایر ملاحظات

تایید مسؤول ناحیه/تجهیز مبنی بر انجام جداسازی	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:
نماینده HSE: کار با فعالیت های دیگر تداخل ندارد.	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:
مسئول انجام دهنده جداسازی: جدا سازی مطابق با مقررات و الزامات انجام خواهد گرفت	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:
مسئول ارشد فرایند/ شخص مجاز: مطابق با قوانین ایمنی فرایند جداسازی انجام گرفت.	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:

لغو جداسازی مکانیکی:

متقاضی لغو جداسازی:	نام و نام خانوادگی:	سمت:	امضاء:	تاریخ:

فرایند لغو جداسازی مکانیکی	شماره شیرها(valves)	باز(opened)	بسته(closed)	(spade)	(blank)	سایر ملاحظات

تایید مسؤول ناحیه/تجهیز مبنی بر انجام جداسازی	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:
نماینده HSE: کار با فعالیت های دیگر تداخل ندارد.	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:
مسئول انجام دهنده لغو جداسازی: لغوجدا سازی مطابق با مقررات و الزامات انجام خواهد گرفت	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:
مسئول ارشد فرایند/ شخص مجاز: مطابق با قوانین ایمنی فرایند لغو جداسازی انجام گرفت.	نام و نام خانوادگی:	سمت:	شماره پرسنلی:	امضاء:	تاریخ:

پیوست ۸. چك ليست خطرات، تجهيزات و دستورالعمل كار در فضاي بسته

نوع و محل فضای بسته:	
خطرات موجود	
	۱. انتشار مونو کسید کربن آزاد شده از وسایل نقلیه مجاور
	۲. احتمال کاهش غلظت اکسیژن
	۳. افزایش بسیار زیاد دمای درون فضا
	۴. تماس با بخار آب
	۵. برق گرفتگی در اثر خیس بودن سطوح داخلی فضای بسته
	۶. برق گرفتگي ناشي از وجود اتصال كوتاه در تجهيزات الكتريكي، مانند تابلو برق و الكتروپمپ
چك ليست تجهيزات	
☐	۱. بی سیم و تلفن همراه برای همکار ورود
☐	۲. بند شانه تمام بدن برای تمامی وارد شوندگان
☐	۳. طناب برای هر بند تمام بدن
☐	۴. دتكتور قرائت مستقيم اندازه‌گيري چهار گاز (مونوكسيد، اكسيژن، دي اكسيد گوگرد و LEL)
☐	۵. دستکش‌های مخصوص برق کاران
☐	۶. تجهیزات تهویه
چك ليست دستورالعمل	
☐	۱. فرم ورود به فضای بسته را پرکنید.
☐	۲. همکار ورود و وارد شوندگان صلاحیت دار را تعیین کنید
☐	۳. مراحل کار را به دقت با همکار ورود و وارد شوندگان مرور کنید
☐	۴. اتمسفر فضاي بسته را با استفاده از دتكتور قرائت مستقيم چك كرده و نتايج را ثبت كنيد. در صورتي كه نتايج اندازه‌گيري نشان دهنده وجود شرايط غير

	استاندارد باشد، فضا را به مدت ۱۵ دقیقه تهویه کنید و پس از آن در حین کار سیستم تهویه مجددا اندازه‌گیري را انجام دهید. در صورتي که شرایط جوي مساعد در فضاي بسته ایجاد شده بود، دستور ورود را صادر کنید و همزمان سیستم تهویه را نیز روشن نگهدارید. در غیر این صورت، ورود به فضاي بسته مجاز نمي‌باشد.
☐	۵. فضاي بسته از نظر وجود آب یا سطوح خیس در آن بررسي کنید. در صورتي که در اثر خراب شدن الکتروپمپ، در داخل فضاي بسته آب وجود داشته باشد، باید پیش از ورود آب را تخلیه کرد. در صورتي که سطوح داخلي فضا خیس باشد، باید به دقت آن‌جا را از نظر وجود خطرات الکتریکي بازرسي کرد.
☐	۶. فضاي بسته را از نظر وجود بخار آب بررسي کنید. در صورت وجود بخار آب در فضاي بسته باید، شیر جریان بخار آب را از منبع آن قطع کرده و صبر کرد تا دماي محیط به سطح قابل قبولي برسد.
☐	۷. دماي داخل فضا را اندازه‌گیري کنید در صورتي که دماي درون فضاي بسته از ۱۰۰ در جه فارنهایت بیشتر و از ۱۲۰ درجه کمتر باشد، باید به‌طور مداوم فضا را تهویه کرد. همچنین به وارد شوندگان اجازه داد که پس از هر ۱۰ دقیقه کار، به مدت ۵ دقیقه از فضاي بسته خارج شوند. در صورتي که دماي داخل فضاي بسته بیش از ۱۲۰ درجه فارنهایت بود، باید از ورود افراد به آن جلوگیري کرد.
☐	۸. فضا را از نظر وجود خطرات الکتریکي بررسي کنید. در صورتي که وجود خطرات الکتریکي در فضاي بسته مشخص شد، باید با قطع جریان از تابلو برق اصلي تامین کننده برق فضاي بسته، آن را ایمن کرد. قطع جریان برق باید توسط افراد ذي صلاح از قسمت تاسیسات برقي و با رعایت دستورالعمل‌هاي ایمني انجام شود.
☐	۹. پس از اتمام کار تمام فرم‌ها را براي بایگاني به بخش HSE

منابع

منابع:

1.Confined Space Entry Program Reference Manual: WorkSafeBC; 2008.

2.Rekus JF. Complete confined spaces handbook: CRC Press; 2018.

3.CCOHS. Confined Space - Introduction [Internet]: Canadian Centre for Occupational Health & Safety; 2022 [Available from: https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/confinedspace_intro.html.

4.Spellman FR. Confined Space Entry: Guide to Compliance: CRC Press; 1998.

5.ANSI/API. Requirments for safe entery and cleaning of petroleum storage tanks. 2001-2015.

MOP-HSED-GI-**202(1).- 6.**۲۰۱۶ .راهنمای ورود به فضاهای بسته. اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیرعامل وزارت نفت

7.P M. Confined Space Entry Requirements for Employers: The Journal of Employee Protection; 2010 [Available from: https://www.hsimagazine.com/article/working-in-confined-spaces-what-you-should-know-208/.

8.OSHA. CFR 1917.152 - Welding, cutting and heating [hot work]. 2000.

9.OSHA. CFR 1915.4(s) - Occupational Safety and Health Standards. **2002**.

10.CCOHS. What are the hazards in a confined space? : Canadian Centre for Occupational Health and Safety; **2021** [Available from:

https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/confinedspace_intro.html.

11.McManus N. Safety and health in confined spaces: Routledge; **2018.**

12.NFPA. Oxygen Deficient Environments in Confined Spaces: National Fire Protection Association **2012** [Available from: https://www.nfpa.org/news-and-research/publications-and-media/blogs-landing-page/nfpa-today/blog-posts/**2012/11/13**/oxygen-deficient-environments-in-confined-spaces.

13.What is Confined Space Risk Assessment? : Safety Culture; **2022** [Available from: https://safetyculture.com/checklists/confined-space/.

14.Dalton M. Code of Practice for Working in Confined Spaces. Health and Safety Authority (HSA); **2017.**

15.Risk assessments: Health and Safety Executive; **2021** [Available from: https://www.hse.gov.uk/involvement/riskassessments.htm.

16.OSHA. The Lockout/Tagout Standard. **1995.**

17.Standard Operating Procedure for Confined Spaces. NY CREATES; **2021.**

18.HSE. Safe work in confined spaces - Confined Spaces Regulations. Health and Safety Executive

1997.

19.Hot Work Safety Guide. Old Dominion University; **2016-2022.**

20.OSHA. Personal Protective Equipment (PPE) in Confined Spaces. **2018.**

21.Daniel Clark MJ. How to Select the Right Respirator for Confined Space Work: Safeopedia; **2022** [Available from:

https://www.safeopedia.com/how-to-select-the-right-respirator-for-confined-space-work/**2/9322.**

22.Confined Space Equipment: Horizontal Lifeline; **2012** [Available from: https://horizontal-lifeline.com/store/confined-space-equipment.

۲۳- مجموعه مقررات صدور پروانه‌های انجام دادن کار. شرکت ملی گاز ایران; ۲۰۱۶. NIGC.

24.Guidance on permit-to-work systems. In: HSE, editor.: Health and Safety Executive; 2005.

25.OSHA. Permit-Required Confined Spaces 2004 [Available from: https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/osha3138.pdf.

26.راهنمای سیستم پروانه کار. In: NIOC, editor.: **۲۰۱۶** ;شرکت ملی نفت ایران.

27.OSHA. CFR 1910.146 Permit-required confined spaces 2011.

28.Confined Spaces Management Plan: University of Queensland 2021 [Available from: https://staff.uq.edu.au/files/7900/confined-spaces-management-plan.pdf.

29.OSHA. CFR 1910.147 - The control of hazardous energy (lockout/tagout). 2011.

30.OSHA. CFR 1910.145 - Specifications for accident prevention signs and tags. 2013.

31.MSA. Gas Detection Handbook2014.

32.Gas Detection Principles: JJS Technical Services; 2021 [Available from: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiA5-TawbT6AhXI66QKHTeJBXMQFnoECAcQAQ&url=https%3A%2F%2F

www.jjstech.com%2Fgasdepr.html&usg=AOvVaw34XTgHZt11XeXOqa0CDfHK.

33.Confined Space Gas Detection - What You Need to Know: MSR Training and Rescue; 2020 [Available from: https://www.mrsl.co.uk/news/confined-space-gas-detection-what-you-need-know.

34.Chaulya S, Prasad G. Gas sensors for underground mines and hazardous areas. Sensing and Monitoring Technologies for Mines and Hazardous Areas. 2016:161-212.

35.BS EN 61779 - Electrical apparatus for the detection and measurement of flammable gases British Standards European Norm (BS-EN); 2000 [Available from: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiPitT2y7T6AhXthv0HHbwaDgwQFnoECAQQAw&url=https%3A%2F%2Flandingpage.bsigroup.com%2FLandingPage%2FSeries%3FUPI%3DBS%2520EN%252061779&usg=AOvVaw1Wg2VxmgW8d1iCIW1vHK5D.

36.BS EN 50073 - Guide for selection, installation, use and maintenance of apparatus for the detection and measurement of combustible gases or oxygen: British Standards European Norm (BS-EN); 1999 [Available from: http://www.iso-iran.ir/standards/bs/BS_EN_50073_1999_,_Guide_for_Selection.pdf.

37.Monitor Systems designs, builds, installs and commissions monitoring systems and instrumentation in compliance with key industry standards: Monitor Systems Scotland Ltd; [Available from: https://www.monitor-

systems-engineering.com/compliance.html.

38.OSHA. CFR 1926.1211 - Rescue and emergency services. 2019.

39.دستورالعمل ورود ایمن به آدم روهای فاضلاب، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، معاونت راهبردی و نظارت بر بهره برداری، ۱۳۹۹

40. Documentation for Immediately Dangerous To Life and Health Concentrations (IDLHs), Ludwig et. al., NISOH, 1994

41. NFPA 350, Guide for Safe Confined Space Intry and Work, 2019

42.www.energysafetycanada.com/standards/programs/Confined-space access date :July 2022

43. HSE Safety management System, Job Hazard Analysis for Confined Space Work, available at: https://www.industra.ca/wp-content/uploads/2023/07/JHA-Confined-Space.pdf

Safety in Confined Spaces

ISBN : 978-600-6203-25-6

مرکز تحقیقات و تعلیمات
حفاظت فنی و بهداشت کار