



موسسه آموزش عالی انرژی

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

مهندسی شیمی - بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE)

عنوان

تعیین حریم ایمن برای جایگاههای عرضه

گاز طبیعی فشرده (CNG)

استاد راهنما:

دکتر یوسف یاسی

استاد مشاور:

دکتر میر داود سیدی

پژوهشگر:

محمد حسین مهدی زاده

مرداد ۱۳۹۵

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



موسسه آموزش عالی انرژی

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

مهندسی شیمی - بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE)

عنوان

تعیین حریم ایمن برای جایگاههای عرضه

گاز طبیعی فشرده (CNG)

استاد راهنما:

دکتر یوسف یاسی

استاد مشاور:

دکتر میر داود سیدی

پژوهشگر:

محمد حسین مهدی زاده

مرداد ۱۳۹۵

تأییدیه هیئت داوران

فرم شماره ۱۱									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">تاریخ صورتجلسه گروه آموزشی</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td>شماره دانشجویی</td> <td></td> </tr> <tr> <td>کد دفاع</td> <td></td> </tr> <tr> <td>تاریخ صورتجلسه شورای پژوهشی</td> <td></td> </tr> </table>	تاریخ صورتجلسه گروه آموزشی		شماره دانشجویی		کد دفاع		تاریخ صورتجلسه شورای پژوهشی		<div style="text-align: center;">  <p>پایه علمی</p> <p>صورتجلسه دفاع</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>این فرم باید توسط دانشجو تایپ شده به تعداد خواسته شده، در روز دفاع تحویل داده شود.</p> </div>
تاریخ صورتجلسه گروه آموزشی									
شماره دانشجویی									
کد دفاع									
تاریخ صورتجلسه شورای پژوهشی									
<p>با تأییدات خداوند متعال جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد محترم / آقای محمد حسن مهدی زار</p> <p>دورشته: مهندسی (HSE) تحت عنوان: تعیین حرم ایمن برای جایگاه های عرضه گاز طبیعی (CNG)</p> <p>با حضور استاد راهنما، استاد (استادان) مشاور و هیأت داوران در مؤسسه آموزش عالی انرژی سازه در تاریخ ۱۷/۳۳ با امتیاز (بدون احتساب نمره مقاله) دریافت نمود.</p> <p>در این جلسه، پایان نامه: <input type="checkbox"/> با موفقیت مورد دفاع قرار گرفت <input type="checkbox"/> نیازمند اصلاحات است <input type="checkbox"/> مردود اعلام گردید.</p>									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"> <p>نام و نام خانوادگی استاد راهنما</p> <p>دکتر یوسف یاسر</p> </td> <td style="width: 50%; text-align: center;"> <p>محل امضاء</p> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> <p>نام و نام خانوادگی استاد مشاور</p> <p>دکتر میر داود سیدی</p> </td> <td style="text-align: center;"> <p>محل امضاء</p> </td> </tr> </table>		<p>نام و نام خانوادگی استاد راهنما</p> <p>دکتر یوسف یاسر</p>	<p>محل امضاء</p>	<p>نام و نام خانوادگی استاد مشاور</p> <p>دکتر میر داود سیدی</p>	<p>محل امضاء</p>				
<p>نام و نام خانوادگی استاد راهنما</p> <p>دکتر یوسف یاسر</p>	<p>محل امضاء</p>								
<p>نام و نام خانوادگی استاد مشاور</p> <p>دکتر میر داود سیدی</p>	<p>محل امضاء</p>								
<p>هیأت داوران:</p> <p>۱- کوروش امام صالح</p> <p>۲- علیرضا ملازاده</p>									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"> <p>معاون پژوهشی و فناوری مؤسسه آموزش عالی انرژی سازه</p> <p>محل امضاء</p> </td> <td style="width: 50%; text-align: center;"> <p>مدیر گروه یا رئیس تحصیلات تکمیلی واحد:</p> <p>نام و نام خانوادگی</p> </td> </tr> </table>		<p>معاون پژوهشی و فناوری مؤسسه آموزش عالی انرژی سازه</p> <p>محل امضاء</p>	<p>مدیر گروه یا رئیس تحصیلات تکمیلی واحد:</p> <p>نام و نام خانوادگی</p>						
<p>معاون پژوهشی و فناوری مؤسسه آموزش عالی انرژی سازه</p> <p>محل امضاء</p>	<p>مدیر گروه یا رئیس تحصیلات تکمیلی واحد:</p> <p>نام و نام خانوادگی</p>								

معاونت محترم آموزشی

احتراماً مراتب اختتام دفاع پایان نامه دانشجوی فوق الذکر اعلام می گردد. ضمناً نمره حاصل از ارزشیابی مقاله / مقالات دانشجو برابر ضوابط (از سلف آنمره) محاسبه و نمره نهایی پایان نامه (مجموع نمره دفاع و مقاله) به عدد **_____** به حروف **_____** به تصویب رسید.

معاون پژوهشی و فناوری مؤسسه آموزش عالی انرژی سازه

تقدیم بہ :

تمامی پویندگان علم

و

معرفت

تشکر و قدر دانی

حمد و سپاس خدای را که توفیق کسب دانش و معرفت را به ما عطا فرمود ، در اینجا بر خود لازم می دانم از تمامی اساتید بزرگوار، به ویژه اساتید دوره کارشناسی ارشد که در طول سالیان گذشته مرا در تحصیل علم و معرفت و فضایل اخلاقی یاری نموده اند تقدیر و تشکر نمایم •

از استادگرامی و بزرگوار جناب آقای دکتر یوسف یاسی که راهنمایی اینجانب را در انجام تحقیق، پژوهش و نگارش این پایان نامه تقبل نموده اند ، نهایت تشکر و سپاسگزاری را دارم . از جناب آقای دکتر میر داود سیدی که به عنوان استاد مشاور با راهنمایی های حکیمانه مرا مورد لطف قرار داده اند کمال تشکر را دارم .

چکیده

منابع سرشار از گاز، توسعه شبکه گاز سراسری در کشور، کمبود منابع تامین فرآورده‌های نفتی، سیاست‌های اقتصادی دولت را به سمت استفاده از گاز فشرده طبیعی (CNG) طی ۱۵ سال گذشته سوق داده است. براساس آمار سایت مدیریت طرح CNG، بیش از ۲۳۰۰ جایگاه تا پایان اردیبهشت سال ۹۵ ساخته شده است. فشرده‌سازی گاز طبیعی در مخازن نصب‌شده در جایگاه‌های CNG تا فشار ۳۶۰۰ psi و سوختگیری مخازن خودروهای مشتریان تا فشار ۳۰۰۰ psi و عدم رعایت اصول ایمنی، حوادث ناگواری را در اثرووقع انفجار این مخازن به دنبال داشته است؛ ایمنی مشتریان، پرسنل جایگاه و همسایگان از مهمترین دغدغه‌های صنعت CNG است. در این تحقیق به مطالعه تعیین حریم جایگاه با استفاده از روش ارزیابی حریق و انفجار DOW پرداخته شده و فاصله ایمن مواجهه تعیین شده است. با استفاده از نرم‌افزار Phast Risk حریم جایگاه و شعاع انفجار مخازن محاسبه شده است. همچنین سر و صدای ناشی از عملیات جایگاه اندازه‌گیری شده و نتایج حاصل مورد ارزیابی قرار گرفته است.

کلید واژه‌ها: جایگاه CNG: حریم ایمن، ارزیابی حریق و انفجار، DOW

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه.....	۱
۱-۱ مقدمه	۲
۲-۱ بیان مسئله	۳
۳-۱ فرضیات	۵
فصل دوم: مرور ادبیات و تاریخچه تحقیق	۶
۱-۲ سابقه و پیشینه تحقیق	۷
۲-۲ تاریخچه استفاده از گاز طبیعی در خودروها	۸
۱-۲-۲ برنامه های ژاپن برای گازسوز کردن خودروها	۱۰
۲-۲-۲ تجربه کره جنوبی	۱۰
۳-۲-۲ سوخت CNG در چند کشور آسیایی	۱۱
۴-۲-۲ جایگاه های سوختگیری CNG در ایران	۱۱
۳-۲ انواع گازهای طبیعی	۱۲
۴-۲ ترکیب گاز طبیعی	۱۳
۵-۲ تجهیزات ایستگاه CNG	۱۴

۱۵	۱-۵-۲ انواع جایگاه گاز طبیعی فشرده
۱۶	۲-۵-۲ ایستگاه سوخت رسانی کند
۱۷	۳-۵-۲ ایستگاه سوخت رسانی سریع
۱۸	۴-۵-۲ معرفی عملکرد میترینگ و درایر جایگاه های CNG
۲۰	۶-۵-۲ خشک کن
۲۱	۷-۵-۲ نقطه شبنم:
۲۴	۸-۵-۲ محل نصب خشک کن
۲۴	۶-۲ معرفی عملکرد کمپرسورهای CNG
۲۷	۱-۶-۲ فشار خروجی کمپرسور
۲۷	۲-۶-۲ خنک کاری کمپرسور
۲۸	۳-۶-۲ پارامترهای طراحی کمپرسور
۳۰	۴-۶-۲ مخزن بازیافت
۳۱	۷-۲ مخازن CNG
۳۴	۸-۲ الزامات و اصول کلی طراحی در جایگاه و تاسیسات
۳۷	فصل سوم: روش شناسی تحقیق
۳۸	۱-۳ شناسایی خطرات و کاهش خطرات با استفاده از روش های ایمنی
۴۰	۲-۳ شاخص حریق و انفجار DOW
۴۶	۳-۳ محاسبه خطرات عمومی خاص فرایند
۴۶	۱-۳-۳ فاکتور جریمه
۴۶	۲-۳-۳ محاسبه خطرات عمومی فرایند
۴۶	۱-۲-۳-۳ واکنش های شیمیایی گرمازا

۴۷	..... ۲-۲-۳-۳ واکنشهای شیمیایی گرماگیر
۴۸	..... ۳-۲-۳-۳ انتقال و جابجایی مواد
۴۸	..... ۴-۲-۳-۳ واحدهای فرآیندی سربسته، محصور یا داخل ساختمان
۴۹	..... ۵-۲-۳-۳ دسترسی
۵۰	..... ۶-۲-۳-۳ زه کشی و کنترل نشتی
۵۱	..... ۱-۲-۳-۳ مواد سمی
۵۱	..... ۲-۳-۳-۳ فشار کمتر از فشار اتمسفر (<500 mmHg)
۵۲	..... ۳-۳-۳-۳ عملیات یا فعالیت نزدیک محدوده اشتعال مواد
۵۲	..... ۴-۳-۳-۳ انفجار گرد و غبار
۵۳	..... ۵-۳-۳-۳ فشار تخلیه
۵۵	..... ۶-۳-۳-۳ دمای پایین و کم
۵۶	..... ۷-۳-۳-۳ مقدار مواد قابل اشتعال / ناپایدار
۵۹	..... ۸-۳-۳-۳ خوردگی و فرسایش
۶۰	..... ۹-۳-۳-۳ نشتی از اتصالات و آب بند ها
۶۰	..... ۱۰-۳-۳-۳ تجهیزات مشتعل
۶۲	..... ۱۱-۳-۳-۳ سیستم مبدل گرمایی روغن داغ
۶۳	..... ۱۲-۳-۳-۳ تجهیزات دوار
۷۰	..... مدل سازی پیامد
۷۲	..... ۴-۳ مدل سازی حادثه
۷۵	..... ۵-۳ آشنایی با نرم افزار PHAST
۷۶	..... ۱-۵-۳ سناریوها

۷۸	۳-۶ صدا
۸۰	۳-۶-۱ آثار سروصدا :
۸۰	۳-۶-۲ کاهش و کنترل سروصدا :
۸۰	۳-۶-۳ ارزیابی صدا.....
۸۱	۳-۶-۴ روش عمومی
۸۱	۳-۶-۵ روش موضعی.....
۸۱	۳-۶-۶ حد مجاز مواجهه شغلی با صدا.....
۸۴	فصل چهارم : نتایج
۸۵	۴-۱ تشریح روش تحقیق
۸۶	۴-۱-۱ محاسبه بر اساس روش شاخص حریق و انفجار DOW
۹۳	۴-۲ سر و صدای آزاردهنده چیست؟
۱۰۵	فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری
۱۰۶	۵-۱ نتایج
۱۰۶	۵-۲ مبنای اولیه در این تحقیق و نتایج شاخص حریق و انفجار
۱۰۷	۵-۳ محدودیت ها
۱۰۸	۵-۴ نتایج حاصل از اندازه گیری صدا
۱۰۹	۵-۵ نتایج حاصل از مدل سازی با نرم افزار PHAST
۱۰۹	۵-۶ نتیجه گیری
۱۱۱	منابع و مراجع

فهرست اشکال

فهرست نمودارها.....	ص
شکل ۱-۲ نمایی ساده از ایستگاه مادر - دختر.....	۱۵
شکل ۲-۲ نمایی از نحوه دریافت فشرده سازی و توزیع CNG ایستگاه سوخت رسانی کند..	۱۷
شکل ۳-۲ نمایی از نحوه دریافت فشرده سازی و توزیع CNG ایستگاه سوخت رسانی سریع	۱۸
شکل ۴-۲ اتاق اندازه گیری (میترینگ).....	۱۹
شکل ۵-۲ اتاق اندازه گیری به همراه کابینت.....	۱۹
شکل ۶-۲ اتاق اندازه گیری بدون کابینت.....	۲۰
شکل ۷-۲ (نمودار T-S آب).....	۲۲
شکل ۸-۲ منحنی تشکیل هیدراتهای متان دما- فشار(۱۲).....	۲۴
شکل ۹-۲ تقسیم بندی انواع کمپرسور.....	۲۵
شکل ۱۰-۲ نمونه ای از بانک مخازن نصب شده در جایگاه CNG.....	۳۱
شکل ۱۱-۲ نمونه مخزن نصب شده در خودرو.....	۳۲
شکل ۳-۴ نمودار فرایند انجام ارزیابی.....	۴۳
شکل (۱-۴) نمونه خاموش کننده های منصوبه در جایگاه جهت مبارزه با حریق احتمالی.....	۸۷
شکل ۲-۴ جانمایی انفجار مخزن خودرو در حال سوختگیری در سکوی وسط.....	۹۲
شکل ۲-۴ نمونه دستگاه صدا سنج.....	۹۴
شکل ۴-۴ جانمایی اتاقک کمپرسور و ایستگاه کاری کارگر.....	۹۶
شکل (۵-۴) تصاویر ناشی از حادثه انفجار جایگاه بیدخت گناباد.....	۱۰۸

فهرست نمودارها

- نمودار ۱-۳ فاکتور جریمه فشار عملیاتی ۵۴
- نمودار ۲-۳ فاکتور جریمه مایعات یا گاز قابل احتراق ۵۷
- نمودار ۳-۳ فاکتور جریمه مایعات و گاز های ذخیره شده (خارج از واحد فرآیندی) ۵۸
- نمودار ۴-۳ فاکتور جریمه جامدات ذخیره شده / گرد و غبار (داخل واحد فرآیندی) ۵۹
- نمودار ۵-۳ فاکتور جریمه نشی احتمالی از نقطه اشتعال و گرد و غبار قابل احتراق ۶۱
- نمودار ۶-۳ جریمه برای تجهیزاتی که در داخل حریق -فاصله از نشی ۶۲
- نمودار ۷-۳ شعاع انفجار بر اساس شاخص انفجار ۶۷
- نمودار ۱-۴ غلظت گاز متان پس از انفجار بر حسب فاصله ۹۸
- نمودار ۲-۴ افزایش انتشار غلظت گاز متان بر حسب زمان لحظاتی پس از انفجار ۹۹
- نمودار (۳-۴) شدت تابش حرارتی ناشی از آتش تویی بر حسب فاصله از منبع رهایش ۱۰۰
- نمودار ۴-۴ رد پای ابر نشانگر اثر باقی مانده و شدت آن ۱۰۱
- نمودار ۵-۴ حالت سه بعدی ۱۰۲
- نمودار ۶-۴ ارتفاع ابر ناشی از انفجار ۱۰۳
- نمودار ۷-۴ شعاع اولیه انفجار ۱۰۴

فهرست جداول

-

- جدول ۱-۲ نمونه ترکیب و مشخصات گاز موجود در ایران (۱۰) ۱۳
- جدول ۲-۲ نقطه شبنم گاز- افزایش نقطه شبنم CNG با یک ترکیب خاص و با افزایش فشار .. ۲۲

جدول ۳-۲	فواصل جداسازی ساختمانها و کالاهای خطرناک از واحد ذخیره گاز در فضای باز.....	۳۵
جدول ۴-۲	الف - حصارکشی مخازن ذخیره و کمپرسور.....	۳۵
جدول ۵-۲	سوختگیری کنندهها.....	۳۶
جدول ۶-۲	مخازن ذخیره سوختهای مایع.....	۳۶
جدول ۱-۳	تعیین MF.....	۴۴
	معیاری از مقدار انرژی پتانسیل ذاتی آزاد شده در رویداد حریق و انفجار.....	۴۴
جدول ۲-۳	تصحیح دمایی فاکتور مواد.....	۴۵
جدول ۳-۳	فاکتور جریمه ذرات جامد قابل سوختن.....	۵۲
جدول ۴-۳	فاکتور جریمه فشار عملیاتی بیش از ۱۰۰۰ psig.....	۵۴
جدول ۵-۳	جریمه دماهایی بالای نقطه شعله زنی یا نقطه جوش.....	۶۲
جدول ۶-۳	طبقه بندی شدت ریسک حریق و انفجار.....	۶۴
جدول ۷-۳	محاسبه مجموع فاکتور جریمه.....	۶۴
جدول ۹-۳	فرم خلاصه تجزیه و تحلیل ریسک واحد فرآیندی.....	۶۶
جدول ۱۰-۳	فرم خلاصه تجزیه و تحلیل ریسک واحد صنعتی.....	۶۶
جدول ۱۱-۳	اطلاعات مربوط به سناریوی انفجار مخزن CNG.....	۷۸
جدول ۱۲-۳	حد مجاز تراز معادل فشار صوت.....	۸۲
جدول ۱-۴	ثبت نتایج ارزیابی بر اساس دستورالعمل روش حریق و انفجار Dow.....	۸۸
جدول ۲-۴	نتایج اندازه گیری صدا در سه جایگاه.....	۹۵
جدول ۳-۴	نتایج اندازه گیری های صداها در یافتی توسط اپراتور.....	۹۵
جدول ۴-۴	اطلاعات مربوط به سناریوی انفجار مخزن CNG.....	۹۷

فصل اول: مقدمه

۱-۱ مقدمه

افزایش روزافزون مصرف بنزین و هزینه بالای سوخت، محدودیت منابع، هزینه کمتر گاز طبیعی نسبت به سوخت‌های مایع باعث شده‌است که تمایل به استفاده از گاز طبیعی به عنوان سوخت افزایش یابد با وجود اینکه استفاده از گاز طبیعی به عنوان سوخت در کشور ما از سابقه بیش از ۴۰ سال بر خوردار است لیکن عدم برنامه ریزی صحیح و همچنین پیدایش تفکر مخاطره آمیز بودن، باعث شد استفاده از آن در خودروها تا پیش از تشکیل سازمان بهینه سازی سوخت در سال ۱۳۷۹ فراگیر نگردد.

ایران اولین دارنده ذخایر عظیم گاز در جهان می‌باشد لذا جایگزینی سوخت CNG^۱ بجای بنزین می‌تواند یکی از راهکارها برای مقابله با مصرف روز افزون بنزین و سایر فراورده های سوختی باشد.

در این راستا بدون شک رشد همزمان تعداد ایستگاههای عرضه سوخت CNG و عدم رعایت مسائل ایمنی صدمات مالی و جانی تلخی را به همراه داشته است با این وجود استفاده از گاز طبیعی و عمومی سازی خودرو های گاز سوز و احداث جایگاههای مذکور در حال افزایش است.

آلایندگی کمتر گاز طبیعی نسبت به سوخت های مایع (بنزین، نفت گاز، نفت کوره) از عوامل افزایش استفاده از گاز طبیعی فشرده به عنوان سوخت خودرو در جهان می توان برشمرد. مزیت اقتصادی CNG در خودروها به دلیل منابع سرشار گاز طبیعی در ایران ضرورت حرکت به سوی استفاده از گاز طبیعی در خودروها را فراهم نمود میزان ذخایر گاز طبیعی در کشور در حدود ۲۵ تریلیون متر مکعب بوده که برای مصرف ۲۵۰ سال تخمین زده می‌شود و با وجود شبکه عظیم خط لوله گاز طبیعی در اقصی نقاط ایران وجود این گاز در همه جا در دسترس قرار دارد (۱)

^۱ Compress Natural Gas

^۲ Methyl Tertiary Butyl Ether

گاز طبیعی به عنوان پاکترین سوخت فسیلی شناخته شده است و مواد افزودنی مانند تترااتیل سرب، MTBE^۲، ذرات معلق و اکسیدهای گوگرد در آن وجود ندارد. گاز طبیعی سوختی با احتراق بهینه و پاک است که سبب افزایش عمر موتور و کاهش تعمیرات آن می‌گردد. تعویض شمع در موتورهای بنزینی تا ۳۲۰۰۰ کیلومتر و در موتورهای گازسوز ۱۲۰۰۰۰ کیلومتر پیشنهاد شده است. گاز طبیعی نسبت به فرآورده های نفتی ارزان تر است.

۱-۲ بیان مسئله

مزایای زیادی را می‌توان برای CNG برشمرد، با این وجود معایب استفاده از CNG به عنوان سوخت نباید از نظر دور داشت. جهت ذخیره‌سازی CNG در خودروها با نصب مخزن در صندوق عقب حدوداً ۵۰٪ فضای صندوق اشغال و همواره وزن کپسول حدوداً ۱۰۰ کیلوگرم بار اضافی بر خودرو اعمال می‌گردد. خودروهای گازسوز نیاز به تستهای سالیانه خاص خود را داشته و هزینه ساخت و تجهیز خودروهای گازسوز با توجه به متعلقات سیستم گازرسانی به هزینه اولیه خودرو اضافه می‌شود. بنابراین خودروهای دوگانه‌سوز گرانتر هستند. انفجار مخازن در خودروهای گاز سوز (CNG) خسارات زیادی از لحاظ جانی و مالی در کشور به بار می‌آورد. متأسفانه علیرغم نصب تابلوهای رعایت نکات ایمنی هنگام سوختگیری (پایاده شدن مسافرین باز نمودن صندوق عقب و . . .) توسط راننده بعضاً "رعایت نمی‌گردد و حوادث گزارش شده سطح کشور به خوبی نشان دهنده این موضوع است. تجهیزات تست مخازن خودروهای گازسوز خیلی گران است و هنوز مراکز محدودی در سطح کشور توانایی انجام این آزمایش را دارند. پیمایش مسیر خودرو پس از هر بار سوختگیری و صرف وقت در مقایسه با خودروهای بنزین سوز به مراتب کمتر است. با توجه به سرعت روند افزایشی تولید خودروهای گازسوز کارخانه ای و تبدیل خودروهای بنزین سوزی به گازسوز در سطح کشور انتظار می‌رود در آینده بیش از ۵۰٪ خودروها دوگانه سوز شوند با توجه به نوپا بودن صنعت CNG خلاءهای قانونی زیاد در زمینه خودروهای گازسوز وجود دارد با وجود تهیه دستورالعمل درباره الزامات کارگاههای تبدیل خودروها به CNG، در زمینه رعایت دستورالعمل نظارت کافی صورت نمی‌گیرد. تجهیزات تست این نوع کارگاهها بعضاً ناقص است نظارت کافی بر نحوه نصب مخزن و انتخاب نوع مخزن بر اساس استاندارد صورت نمی‌پذیرد. اطلاعات ناقص عموم افراد

جامعه از خطرات ناشی از عدم رعایت الزامات ایمنی خودروهای گازسوز منجر به وقوع حوادث تلخ و زیان‌باری گردیده است.

بررسی حوادث ناشی از معایب سیستم خودروهای گازسوز نشان می‌دهد دلیل اصلی وقوع حوادث مربوط به عدم استفاده از مخزن استاندارد، دستکاری مخزن گاز (برشکاری و جوشکاری مجدد مخزن گاز) و جایگزینی مخزن اصلی خودرو با مخزن غیر استاندارد بوده است.

در این زمینه استاندارد ملی ۱۱۴۳۹ که در سال ۱۳۷۱ تهیه و تدوین گردیده الزامات بکارگیری مخازن گاز را معرفی می‌نماید. این استاندارد حداقل الزامات مربوط به تولید پیوسته مخازن سبک و قابلیت پرشدن مجدد گاز را مشخص می‌نماید و فقط به منظور ذخیره گاز طبیعی فشرده به عنوان سوخت بر روی خودرو در نظر گرفته شده‌اند. (۲)

با رشد مصرف انرژی در ایران و چالش‌های موجود در تامین بنزین خودروها، یکی از راه حل‌های مناسب بکارگرفته با توجه به منابع غنی گاز طبیعی در کشور، استفاده از CNG در خودروها است. به منظور پاسخگویی به تقاضای این انرژی، جایگاه‌های CNG به سرعت ساخته شد و در حال حاضر بیش از ۲۳۰۰ جایگاه از این نوع احداث شده است. (۳)

استفاده از انرژی گاز (CNG) گذشته از مزیت‌ها، چالش‌هایی را به همراه داشته از جمله موارد مطروحه شکایت منازل همجوار جایگاه‌های CNG در زمینه سرو صدای حاصل از عملیات سوختگیری، صدای کمپرسور و صف ایجاد شده خودروهاست. در این زمینه آژانس خبری-تحلیلی زیران؛ در تاریخ: ۱۳۹۲/۱۱/۱۶ نوشت هیولا‌های خفته در شهر بوکان. آیا احداث جایگاه‌های سوخت در مجاورت اماکن مسکونی در سطح شهر بوکان روش تازه است؟ آیا نظارت کافی بر روی این جایگاه‌ها وجود دارد؟ آیا تدابیری در جهت برخورد با هر اتفاقی در این جایگاه‌ها منظور شده است؟ آیا مسئولین می‌توانند با اطمینان کامل بگویند در هیچکدام از جایگاه‌ها با بروز هر حادثه‌ای ضرر جانی وجود نخواهد داشت؟ (۴)

احتمال انفجار مخازن خودروهای در حال سوختگیری یا مخازن ذخیره سازی اصلی جایگاه از دیگر مسائل دیگر این جایگاه‌هاست که نیازمند بررسی علمی است. لازم است فاصله ایمن از منازل مسکونی، کارگاه‌های اطراف از دیدگاه علمی مورد بررسی قرار گیرد. در زمینه تعیین حریم انتقال خط لوله انتقال گاز استاندارد شرکت گاز IGS-C-SF-015 تهیه شده، همچنین در زمینه تعیین حریم انتقال خط لوله انتقال گاز ترش به روش ارزیابی کمی ریسک

مطالعاتی صورت پذیرفته اما در زمینه تعیین حریم ایمن برای جایگاههای عرضه گاز طبیعی فشرده (CNG) تا کنون هیچ کاری در این زمینه انجام نشده است.

۳-۱-۳ فرضیات

۱) وضعیت موجود حریم جایگاههای CNG مناسب و ایمن نمی باشد. و ضرورت انجام یک تحقیق جامع در این زمینه احساس می گردد.

ه-۳- اهداف:

۱) تعیین حریم ایمن و مقایسه با قوانین و استانداردها و شناسایی خطرات جایگاههای CNG

۲) بررسی سیستم های ایمنی فعلی جایگاههای مذکور

۳) ارائه راه حل و پیشنهاد در زمینه بهینه سازی جایگاهها احداث شده و یا جایگاههای آتی

و- روش پژوهش و مراحل انجام پایان نامه:

پژوهش در جایگاههای CNG با

۱) اندازه گیری عوامل زیان آور فیزیکی نظیر سر و صدای ناشی از فعالیت جایگاه، اندازه گیری صدای کمپرسور، اندازه گیری صدای اتصال نازل های سوخت گیری به منبع خودروها،

۲) اندازه گیری حریم های رعایت شده فعلی.

۳) استفاده از استاندارد های موجود فعلی اندازه گیری عوامل زیان آور در جایگاههای CNG

۴) استفاده از نرم افزار PHAST

۵) تعیین شعاع حریق و انفجار با استفاده از روش DOW

در ادامه مبحث در فصل دوم به معرفی تاریخچه صنعت CNG، انواع گاز طبیعی و معرف تجهیزات جایگاه CNG، مشخصات مخازن و کمینه فواصل ایمنی در جایگاه های CNG پرداخته شده است. در فصل سوم روش شاخص حریق و انفجار DOW جهت تعیین فاصله ایمن بیان شده و در ادامه به مدل سازی حادثه با نرم افزار PHAST و آثار ناشی از صدا بر روی کارگران اشاره شده است.

با بکارگیری روش های ذکر شده در فصل چهارم به محاسبه حریم پرداخته شده و در فصل پنجم نتایج حاصل را مقایسه و پیشنهادات لازم جهت تعیین حریم ایمن ارائه شده است .

فصل دوم: مرور ادبیات و تاریخچه تحقیق

۲-۱ سابقه و پیشینه تحقیق

در زمینه جایگاههای CNG و گاز طبیعی تحقیقات از دیدگاههای مختلفی صورت پذیرفته است. تعیین حریم ایمن خطوط لوله انتقال گاز ترش به روش ارزیابی کمی ریسک (توسط **باقری مجتبی و همکاران**، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مهندسی شیمی و نفت). در این مطالعه، چگونگی تعیین حریم ایمنی خطوط لوله انتقال گاز ترش، که با توجه به پخش احتمالی گاز سمی هیدروژن سولفید در محیط، نسبت به خطوط لوله گاز شیرین خطرناک تر است، مورد بررسی قرار گرفته است. (۵) کاری دیگری که توسط فریده عتابی و همکارانش انجام شده برآورد صرفه جویی اقتصادی ناشی از کاهش خسارات وارد بر سلامت حاصل از احداث یک جایگاه سوخت رسانی CNG در مقایسه با بنزین در شهر تهران بوده که در این مقاله با توجه به آخرین آمار و اطلاعات موجود در مورد آلودگی هوا و قیمت سوخت، میزان صرفه جویی اقتصادی ناشی از کاهش خسارات وارد بر سلامت افراد جامعه حاصل از احداث یک جایگاه سوخت رسانی گاز طبیعی فشرده تک منظوره با ۴ دیسپنسر و مصرف برآورد شده است. (۶)

مدل نشت گاز و اهمیت آن در تعیین مکانیابی جایگاههای CNG مطالعه موردی شهر اراک توسط محمد آقابابایی و همکاران انجام شده، یکی از مهم ترین نکات در مورد جایگاه های سوخت گاز طبیعی (CNG) در داخل شهرها بررسی و پیش بینی وسعت خطرات احتمالی برای مخازن و نیز مکانیابی آن بر اساس این خطرات احتمالی است. با این بررسی می توان برنامه ای احتمالی مناسب را تدوین، عوامل موثر در صورت وقوع حادثه را شناسایی کرد و به جلوگیری از صدمات وارده پرداخت. به علاوه با این بررسی می توان تا حدودی مکانیابی هرچه بهتر این جایگاه ها را نیز نشان داد. در این تحقیق یک جایگاه سوخت رسانی در منطقه شهری، واقع در شهر اراک مورد بررسی قرار گرفته است؛ پس از جمع آوری اطلاعات مخازن به مدل سازی نشت گاز از مخازن ذخیره این جایگاه پرداخته شده است. : (۷) محمد جمشیدیان

و همکارانش در دانشگاه صنعتی اصفهان در زمینه سیستم امنیت خودرو و جایگاه CNG در زمان سوخت‌گیری به بیان مکانیزمی برای افزایش امنیت خودروهای گازسوز و جایگاه‌های سوخت گاز فشرده طبیعی در هنگام سوخت‌گیری پرداخته‌اند. با توجه به خطراتی که امروزه برای خودروهای گازسوز در هنگام سوخت‌گیری در جایگاه‌های CNG وجود دارد سعی شده تا سیستمی برای کاهش خسارات جانی و مالی ارائه داده شود. این سیستم با بررسی نکات و قواعد ایمنی سوخت‌گیری این نوع خودروها که عدم رعایت آنها موجب وقوع حوادث و یا خسارات جبران ناپذیری خواهد بود، نظیر خالی بودن خودرو از سرنشین، بازبودن درب صندوق عقب، خاموش بودن موتور خودرو و مهمتر از همه معتبر بودن تاریخ معاینه‌فنی و برچسب سوخت‌گیری خودرو گازسوز، صلاحیت خودرو را جهت سوخت‌گیری در جایگاه CNG بررسی می‌کند. (۸) کاربرد مکانیک آسیب در ارزیابی عملکرد نشت قبل از شکست مخازن فولادی CNG توسط علی اکبر تقی پور و همکارانش در دانشگاه صنعتی اصفهان بررسی شد در این مقاله، یک مدل تحلیلی کارا برای ارزیابی عملکرد نشت قبل از شکست مخازن CNG فولادی در قالب تحلیل یک مخزن نمونه ارائه شده است. برای ارزیابی این رفتار، تحلیل پایداری رشد نرم ترک سطحی بحرانی در هنگام عبور از ضخامت، پیشنهاد شده است. (۹)

۲-۲ تاریخچه استفاده از گاز طبیعی در خودروها

فناوری استفاده از گاز طبیعی در خودروها^۳، دارای تاریخچه طولانی و در عین حال پراکنده است. طی دهه‌های گذشته که نگرانی‌ها در مورد اوضاع محیط زیست و تولید انرژی، مورد توجه بیشتری قرار گرفت، گاز طبیعی نیز بیش از پیش به عنوان جایگزین سوخت‌های سنتی خودروهای دیزلی و بنزینی مطرح شده است. در صورتی که توازن بین نقاط قوت و ضعف فناوری سوخت و خودرو برقرار شود، صنعت نوپای گاز طبیعی در خودروها، شایستگی ارتقا از یک سوخت جایگزین به یک جایگزین واقعی سوخت‌های موجود را خواهد یافت. ایتالیایی‌ها، استفاده از خودروهای با سوخت گاز طبیعی را قبل و در طول جنگ جهانی دوم، هنگامی که بنزین گران و به صورت گسترده در خودروهای جنگی استفاده می‌شد، به یک واقعیت بدل کردند. در اواخر دهه ۱۹۷۰ و اوایل دهه ۱۹۸۰، فعالیتهای بین المللی مهمی در مورد خودروهای با سوخت گاز طبیعی آغاز شد. در سال ۱۹۷۹، نیوزلند از اولین کشورهایی بود که از خودروهایی با گاز طبیعی استفاده کرد. کانادایی‌ها برنامه گاز طبیعی در خودروها خود را در

3 NGV: Natural Gas Vehicles

سال ۱۹۸۲، با یافتن یک پشتیبان قوی برای حمایت از برنامه گاز طبیعی در خودروها در کشور آغاز کردند. « مک گیر» وزیر آموزش عالی، علوم و ارتباطات کانادا در آن سالها اولین کسی بود که یک پارچه سفید را روی لوله اگزوز اتوبوسی شهری قرارداد، که با یک روش نسبتاً ساده، به جای استفاده از سوخت دیزل، از سوخت گاز طبیعی استفاده می‌کرد. وی بدین ترتیب نشان داد که سوخت جدید در مقایسه با موتور دیزل معمولی، دوده ندارد و هوا را سیاه نمی‌کند. در سال ۱۹۸۶ نیز یک صندوق تحقیق و توسعه گاز طبیعی در خودروها توسط دولت کانادا تأسیس شد و تا سال ۱۹۹۴ بیش از پانزده میلیون برای پروژه های تحقیقاتی مختلف مربوط به گاز طبیعی در خودروها تخصیص داد. در ژوئیه ۱۹۸۶، به بهانه برگزاری نمایشگاه انرژی کانادا در ونکوور، گروهی متشکل از ۳۵ نفر به دلیل علایق مشترک خود به گاز طبیعی در خودروها، انجمن بین المللی خودروهای گاز طبیعی با نشان اختصاری (IANGV)^۴، را تشکیل دادند. در اوایل دهه ۱۹۹۰، طرفداران گاز طبیعی در خودروها، گفتگوهایی را درباره راهبرد تجاری سازی جهانی آن آغاز کردند. از آن تاریخ، برخی از تولید کنندگان عمده خودرو، سرمایه گذاری های قابل توجهی را (که در مقایسه با استانداردهای صنعت خودرو ناچیز بود) به تحقیقات و کارهای نمایشی اختصاص دادند، تا ببینند آیا می توانند خودروهایی تولید کنند که با استفاده از سوخت گاز پاک و کارآمد، کار کنند و این که آیا صنعت گاز از نیروی کافی برای توسعه بازار خودروها، کامیونها و وانت هایی که با سوخت جدید کار می کنند، برخوردار است؟ از این سالها به بعد انجمن های منطقه ای و ملی گاز طبیعی در خودروها بتدریج شکل گرفتند. از جمله این انجمن ها می توان به تشکیل مجمع گاز طبیعی در خودروها ژاپن در سال ۱۹۹۱، انجمن خودروهای با سوخت گاز طبیعی اروپا (ENGVA)^۵ در سال ۱۹۹۴ و بسیاری دیگر از انجمن های مشابه در انگلستان، فرانسه و بعدها در استرالیا و روسیه اشاره کرد. سیاستها و اقداماتی که برخی از کشورهای جهان به منظور گازسوز کردن خودروها اجرا کرده اند در بیشتر اوقات موثر بوده است. اما آنچه مسلم است اینکه تمام این سیاستها نمی تواند برای کشور ما نیز موثر باشد و با توجه به موقعیت و نیازهای هر کشور، باید سیاست های مربوط، اجرا شود. اما تجربیات و برنامه های سایر کشورها می تواند راهنمای خوبی برای برنامه ریزان و مجریان این امر در کشور باشد تا در صورت لزوم این اقدامات را به کار برند.

⁴ International Association for Natural Gas

⁵ European Natural Gas Vehicle Association

۲-۲-۱ برنامه های ژاپن برای گازسوز کردن خودروها

اولین اقدام ژاپن برای گازسوز کردن خودروها، شناخت زمینه های مناسب به منظور تولید انبوه خودرو با سوخت گاز طبیعی بود. در ژاپن زمینه های مناسب برای گاز سوز کردن خودروها به ترتیب شامل: اتوبوسهای شهری، کامیونهای حمل زباله، کامیونهای شرکت حمل و نقل و خودروهای تجاری است دولت ژاپن در سال ۱۹۹۹، به منظور جلوگیری از افزایش انتشار ذرات معلق حاصل از احتراق گازوئیل در خودرو و حفظ محیط زیست، برنامه ای را طراحی کرد. دولت ژاپن در این برنامه ۴ نوع سوخت خودرو را برای ۴ گروه خودرو با نام های خودروهای بنزینی کم آلاینده، خودروهای با سوخت گاز طبیعی، خودروهای با سوخت گازمایع^۶ و همچنین خودروهای دیزلی که توسط دولت، گواهی حذف ذرات خروجی از اگزوز دیزل^۷ را اخذ کرده اند پیشنهاد کرد که با استانداردهای جدید مطابقت داشتند و مردم را به استفاده از این چهار گزینه ترغیب کرد.

سایر سیاست های انجام شده در ژاپن برای افزایش خودروهای گاز سوز به شرح زیر است:

۱- ایجاد اطمینان شرکت های خودروساز از تقاضا برای خودروهای گازسوز در آینده

۲- تنوع بخشیدن به انواع خودرو و کاهش بیشتر بهای خودروها

۳- یارانه های قوی و اقدامات حمایتی

۴- وضع قیمتهای سودآور برای CNG

۵- توسعه زیرساختها در سراسر ژاپن

۶- کاهش هزینه های تسهیلات سوختگیری

۲-۲-۲ تجربه کره جنوبی

هدف وزارت محیط زیست کره جایگزین کردن ۲۰ هزار اتوبوس با سوخت گاز طبیعی فشرده شده در ۹ شهر اصلی در طول ۷ سال بوده است. برنامه CNG که در کره انجام شده، شامل نکات مهم زیر است:

- قابلیت دسترسی آسان به تکنولوژی موتورهای CNG در کارخانه های کره ای

- وجود زیرساخت های خطوط لوله گاز طبیعی در سراسر کشور

- تمایل سیاسی به تجدید نظر در قوانین موجود

6 LPG: liquid natural gas

7 diesel particulate filter: DPF

- انگیزش های مالیاتی و دیگر محرک های مالی و ابزارها برای تشویق در مورد خرید اتوبوس های جدید و ساخت جایگاه های سوختگیری.

۲-۲-۳ سوخت CNG در چند کشور آسیایی

در کشورهای آسیایی از جمله بنگلادش، چین، هند، اندونزی، مالزی، پاکستان، فیلیپین و ویتنام، برنامه هایی برای گاز سوز کردن خودروها به اجرا گذاشته شده است. توجه بیشتر این کشورها به آثار زیست محیطی ناشی از آلودگی هوا، وابستگی هر چه بیشتر این کشورها به واردات سوخت های معمول از جمله بنزین و گازوئیل و همچنین افزایش فشار هر چه بیشتر سازمانها و گروه های طرفدار محیط زیست مبنی بر استفاده از گاز طبیعی به عنوان سوخت پاکیزه و تمیز از جمله موارد اجرا شده در این کشورهاست. البته باید توجه داشت استفاده از گاز طبیعی CNG در بخش حمل و نقل در آخرین مرحله قرار دارد و اصولاً کشورهایی در گازسوز کردن خودروها موفق تر هستند که ابتدا در صنایع کوچک و سایر کاربردها گاز طبیعی را به کار گرفته باشند. (۳)

۲-۲-۴ جایگاه های سوختگیری CNG در ایران

سال ۱۳۵۶ طرح گازسوز کردن خودروها به صورت آزمایشی در شهر شیراز با تبدیل ۱۲۰۰ دستگاه سواری به مرحله اجرا درآمد و دو ایستگاه سوختگیری برای سرویس دهی به این خودروها احداث گردید. سال ۱۳۶۶ در شهرستان مشهد نیز، طرح مذکور به اجرا درآمد. سال ۱۳۶۷ یک ایستگاه سوختگیری در مشهد ساخته شد. سال ۱۳۷۴ دومین ایستگاه سوختگیری در مشهد ساخته شد. در سال ۱۳۷۹ وزارت نفت در راستای اجرای سیاست های راهبردی کشور در بخش انرژی و انجام وظایف محوله در چهار چوب قوانین بودجه سنواتی با هدف تحقق اهداف بلند مدت برنامه های اقتصادی کشور و برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور، اقدام به تاسیس شرکت بهینه سازی مصرف سوخت کشور کرد تا با متمرکز کردن فعالیتهای خود در زمینه بهینه سازی مصرف انرژی تحولی اساسی را در ابعاد کمی و کیفی نحوه مصرف انرژی در کشور بوجود آورد. شرکت بهینه سازی مصرف سوخت کشور بعد از بررسی و مطالعات گسترده در ارتباط با وضعیت مصرف انرژی در سیستم حمل و نقل کشور، به خاطر وفور منابع طبیعی گاز و همچنین کمبود درصد آلاینده های تولید شده در اثر سوخت گاز طبیعی، سیاست جایگزینی خودروهای گازسوز به جای خودروهای بنزینی و دیزلی را در دستور کار خود قرار داد. (۱)

سال ۱۳۸۱ فاز اول احداث جایگاه آغاز گردید که سه جایگاه نمونه به نامهای تاکسیرانی شهید رجائی، تحقیقات موتور ایران خودرو و پارکینگ وزارت نفت با ظرفیت ۸۰ متر مکعب در ساعت توسط شرکت بهینه سازی مصرف سوخت راه اندازی گردید که دو جایگاه اول از نوع سوختگیری آرام و جایگاه سوم از نوع سوختگیری سریع میباشد. همچنین ۶ جایگاه در شهرهای کرج، مشهد، شیراز و لرستان احداث گردید.

سال ۱۳۸۲: عملیات اجرای احداث ۱۸۰ جایگاه در ۱۵ شهر ایران، توسط شرکت بهینه سازی مصرف سوخت آغاز گردید که در شهرهای تهران، مشهد، شیراز، اصفهان، تبریز، زنجان، قزوین، کاشان، رشت، قم، کرج و اراک و مسیرهای تهران-مشهد، قم و کاشان-اصفهان راه اندازی شدند.

سال ۱۳۸۳: فاز دوم احداث جایگاه ایران می باشد که تا کنون (سال ۱۳۹۵) بیش از ۲۳۰۰ جایگاه ساخته شده است.

۲-۳ انواع گازهای طبیعی

در اینجا با توجه به روند گازسوز شدن اتومبیلها در سطح جهان به تشریح انواع هیدروکربورهای گاز طبیعی می پردازیم که به عنوان سوخت در خودروها قابل استفاده اند.

گاز طبیعی مایع (LNG)^۸: این نوع گاز طبیعی که به طور عمده از متان تشکیل شده و در دمای ۱۶۱- درجه سانتیگراد در فشار اتمسفر به مایع تبدیل می شود، گازی است با سوخت پاک، ارزان و فراوان و تا دهها سال آینده بخشی از سوخت اتومبیلها را تامین می کند. مشکل اصلی این سوخت، شیوه ذخیره سازی آن در خودرو است. چون در حال حاضر تکنولوژی ذخیره سازی در دمای پایین هنوز تا تکامل و دستیابی به جنبه های اقتصادی لازم زمان بیشتری نیاز دارد و به همین دلیل تعداد خودروهای با سوخت LNG، در سطح دنیا محدود است.

گاز مایع (LPG)^۹: این گاز مایع از پروپان و بوتان تشکیل شده که همان گازی است که در سیلندر نگهداری می شود و در منازل مورد استفاده قرار می گیرد. LPG از نظر تکنولوژی مورد نیاز، برای سوخت در خودرو کاملاً بدون مشکل است و تکنولوژی لازم با قیمت مناسب قابل دستیابی است. علاوه بر این گاز LPG مزایای زیست محیطی بسیار چشمگیری دارد. اما علی رغم مزایای زیست محیطی و تکامل تکنولوژیک، محدودیت عرضه این سوخت در جهان و نیازمندی به تاسیسات زیربنایی خاص برای سوخت گیری، آینده بکارگیری LPG را در سطح دنیا محدود می کند.

8 Liquefied natural gas

9 Liquefied petroleum gas

گاز طبیعی فشرده (CNG) : در این سیستم، گاز طبیعی به شکل فشرده شده و با فشار بالا در حدود ۲۲۰ اتمسفر ذخیره می شود. فشار بالای ذخیره سازی ایجاب می کند که شکل مخزن به صورت استوانه ای باشد. شکل استوانه ای مخزن گاز احتمال قراردادن آن را در محل باک بنزین ناممکن می سازد. بنابراین در مورد خودروهای سواری معمولاً فضای در دسترس برای این منظور، محدود به بخشی از فضای صندوق عقب خودرو است. به طور معمول بیشترین حجمی که برای مخزن گاز با توجه به محدودیت در یک خودروی سواری ۴ درب می توان دست یافت در نمونه های ساخته شده حدود ۱۰۱ لیتر است. با چنین حجمی بیشترین مسافت طی شده توسط خودرو می تواند حدود ۴۰۰ کیلومتر باشد.

در حمل و نقل عمومی، مانند اتوبوس های شهری، سوخت CNG می تواند سوخت بسیار مناسبی باشد. مثلاً در اتوبوسها می توان از سقف آنها بعنوان مخزن گاز طبیعی فشرده شده استفاده کرد. در این صورت شکل محدودیت مسافت طی شده وجود نخواهد داشت. این امر موجب شده است که در سال های اخیر بکارگیری سوخت CNG در اتوبوسهای شهری که از موتور دیزل بهره می گیرند به طور قابل توجهی رشد کند.

۲-۴ ترکیب گاز طبیعی

به طور معمول گاز طبیعی دارای متان با کسر مولی ۹۰ درصد است گاز طبیعی پالایش نشده علاوه بر متان و ترکیبات هیدرو کربوری دیگر نظیر اتان پروپان، بوتان، دارای ناخالصی هایی مانند CO₂ (دی اکسید کربن) آب و ترکیبات گوگردی است. وجود این ناخالصی ها میتواند سبب بروز مشکلاتی در تجهیزات CNG گردد

جدول ۲-۱ نمونه ترکیب و مشخصات گاز موجود در ایران (۱۰)

ترکیب	درصد مولی
متان	۹۸,۵۷
اتان	۰,۶۳
پروپان	۰,۱
ایزو بوتان	۰,۰۲
دی اکسید کربن	۰,۱
مونواکسید کربن	۰,۰۱
محتوای رطوبت	۷LB/MSCF

گاز طبیعی بی بو و بی رنگ است. جهت یافتن محل نشی احتمالی در شبکه ایستگاه ترکیبات خاصی به گاز باید اضافه گردد این ترکیب غیر سمی و به راحتی در گاز حل گردد یکی از موادی که بطور معمول به منظور تشخیص نشی مورد استفاده قرار میگیرد گاز مرکاپتان است، مرکاپتان از ترکیبات گوگرد بوده و توسط شرکت گاز به ترکیب گاز شهری افزوده می شود به طور معمول سه نوع مرکاپتان در این رابطه مورد استفاده قرار می گیرد . (۱۱)

اتیل مرکاپتان^{۱۰}

ال پروپیل مرکاپتان^{۱۱}

بوتیل مرکاپتان^{۱۲}

علاوه بر استفاده از مرکاپتان، از میزان گاز ورودی و فروش از توزیع کننده ها می توان میزان هدر رفت گاز را اندازه گرفت .

۲-۵ تجهیزات ایستگاه CNG

به طور کلی اجزاء اصلی ایستگاه سوخت رسانی CNG عبارتند از

کمپرسور - مخازن - توزیع کننده ها

گاز خروجی از از چاههای گاز پس از تصفیه و عملیات پالایش با فشار حدود^{۱۳} ۱۰۰۰ Psi به خط لوله سراسری تزریق می گردد. تصفیه شامل حذف گاز های خورنده نظیر ترکیبات گوگردی H₂S و جذب بخار آب است . در ورودی به شهر ها فشار گاز به حدود PSI ۲۵۰ (۱۷bar) کاهش داده می شود یکی از پارامتر های مهم در هزینه فشرده سازی ، فشار گاز ورودی به کمپرسور است . هرچه این فشار بیشتر باشد هزینه فشرده سازی کمتر خواهد بود . گاز پس از فشرده سازی در کمپرسور به منظور ذخیره سازی به سمت مخازن ذخیره هدایت می گردد این مخازن ذخیره گاز طبیعی پتانسیل و ظرفیت سوخت رسانی جایگاه را افزایش می دهد .

در نهایت آخرین تجهیز اصلی ایستگاه سوخت رسانی توزیع کننده^{۱۴} می باشد به طور معمول توزیع کننده ها وظیفه اصلی انتقال گاز از مخازن ایستگاه به مخزن خودروها را برعهده دارند . مخازن خودروهای سبک در هر نوبت سوخت گیری ۲۴-۱۰ نرمال متر مکعب گاز طبیعی نیاز خواهد داشت این میزان در کامیون ها در حدود ۲۰۰-۱۰۰ است . به طور معمول حد اکثر

10 ethyl mercaptan

11 N-Propyl mercaptan

12 Butyl mercaptan

13 Pounds per square inch

14 Dispenser

فشار ذخیره سازی در مخازن ایستگاه سوخت رسانی حدود ۲۵۰ bar است. این اختلاف فشار بین مخازن ایستگاه و مخازن خودرو باعث انتقال سوخت به خودرو خواهد شد.

۲-۵-۱ انواع جایگاه گاز طبیعی فشرده

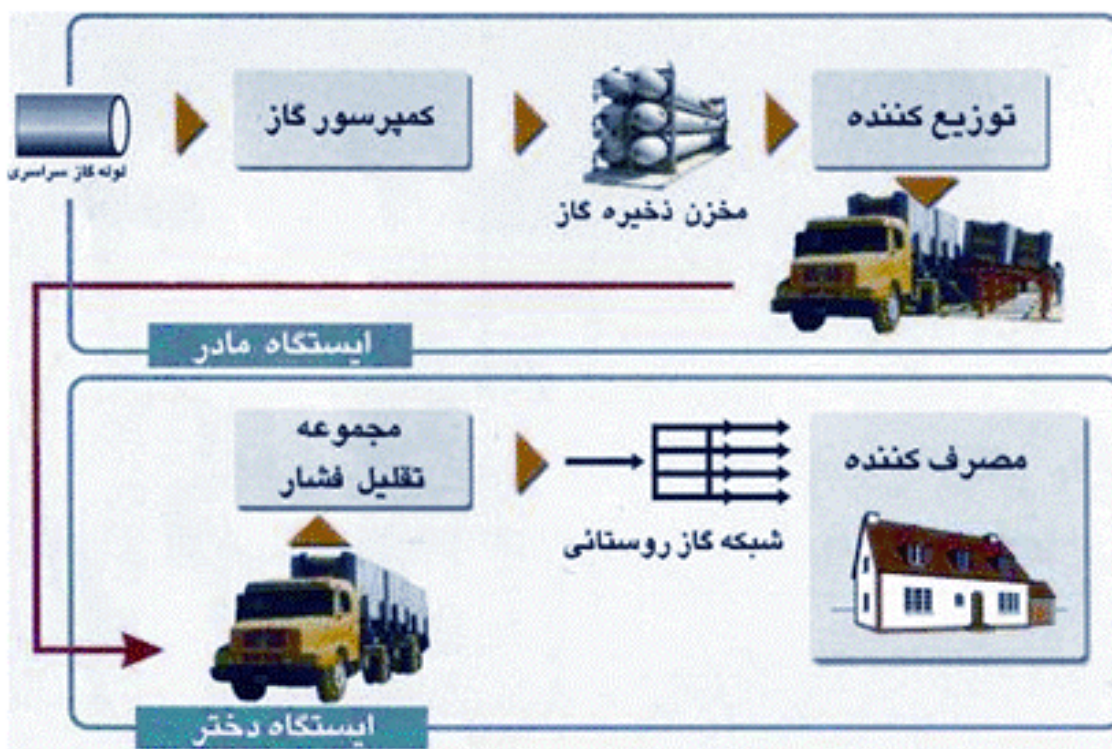
با توجه به نحوه تامین گاز مورد نیاز یک جایگاه گاز طبیعی فشرده می توان جایگاههای سوخت را به سه دسته ذیل تقسیم کرد:

۱. گاز لوله کشی شهری:

اکثر ایستگاههای سوخت رسانی CNG در سراسر دنیا، از لوله کشی گاز شهری تغذیه می شوند.

۲. سیستم مادر و دختر CNG

گاز می تواند ابتدا فشرده شده و به صورت CNG درآید و بعد در مخازن ذخیره گردد. این مخازن می توانند توسط یک کامیون به محل استفاده انتقال داده شوند.



شکل ۲-۱ نمایی ساده از ایستگاه مادر - دختر

۳. سیستم^{۱۵} LCNG

¹⁵ A liquefied-compressed natural gas (LCNG)

ابتدا گاز طبیعی مایع تولید شده و گاز به صورت مایع ذخیره می‌گردد. در ایستگاه سوخت‌رسانی، گاز به وسیله یک پمپ کرایوژونیک به فشار CNG خواهد رسید و سپس با استفاده از کمی گرما به صورت گاز در خواهد آمد و آماده تغذیه مخازن موجود در خودرو می‌گردد. بسته به فاکتور و اولویت های مهم مربوط به تعداد وسایل سوخت‌گیری‌کننده و روش سوخت‌گیری، محل ایستگاه، پتانسیل رشد در آینده و همچنین استانداردها و محدودیت های قوانین محلی می‌توان نوع ایستگاه را تعیین نمود. در ادامه انواع ایستگاه های سوخت رسانی از دیدگاه سرعت سوخت رسانی شرح داده می‌شوند.

۲-۵-۲ ایستگاه سوخت رسانی کند

که نوعی روش سوخت‌گیری گاز طبیعی فشرده است به زمان بیشتری نسبت به سوخت‌گیری سریع نیاز دارد. در این روش احتیاجی به حضور دائم متصدی جایگاه یا مالک خودرو در کنار آن نمی‌باشد. این روش سوخت‌گیری بهتر است برای خودروهای تحت نظارت سازمانها و موسسات دولتی مورد استفاده قرار گیرد.

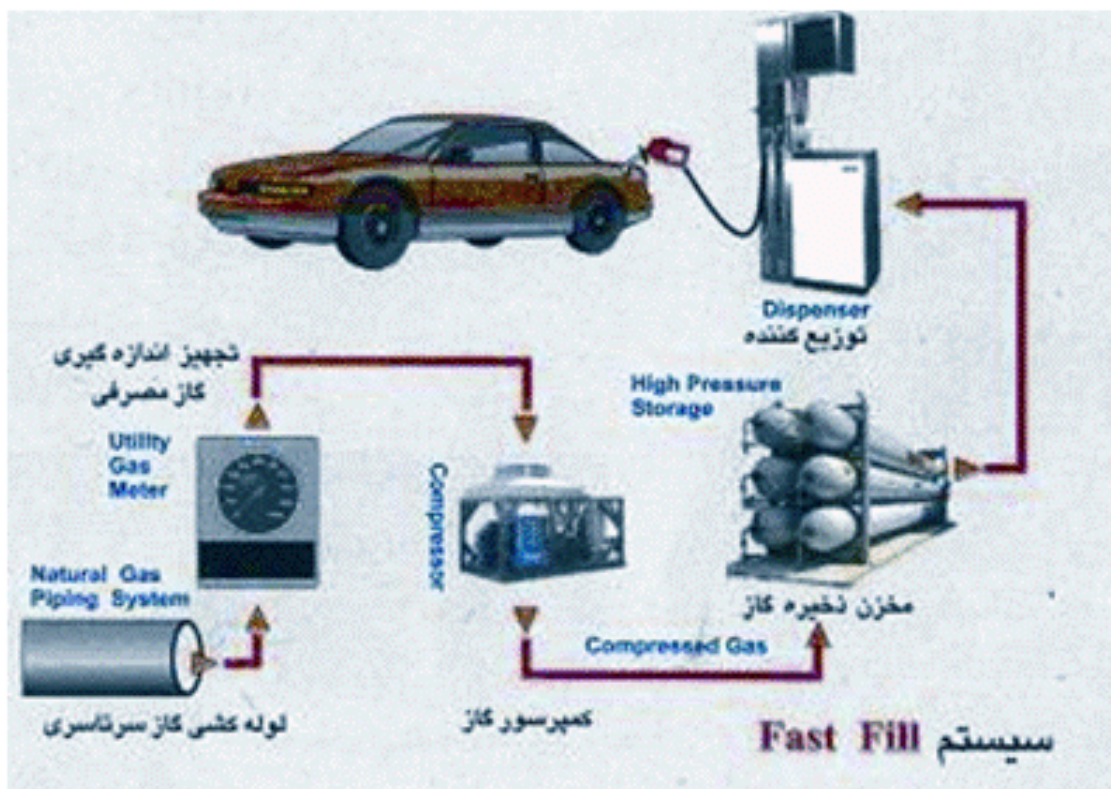
زمان دقیق سوخت‌گیری به مشخصات ایستگاه و مشخصات خودرو بستگی دارد ولی به طور متوسط این زمان در حدود 5 تا 10 ساعت خواهد بود. حذف مخازن به معنی ارتباط مستقیم کمپرسور با مخزن خودرو می‌باشد، یعنی در این روش زمانی که کمپرسور برای پر نمودن مخازن باید صرف نماید، صرف پر نمودن مخازن خودرو خواهد شد. طبیعتاً هر چند که از لحاظ زمانی، زمان سوخت رسانی بسیار زیاد خواهد شد ولی از این لحاظ که مخازن فشار بالای ایستگاه را حذف نموده ایم و کمپرسور متناسب با شرایط مورد نیاز طراحی می‌گردد، ایستگاه با هزینه سرمایه گذاری بسیار کمتری بنا خواهد شد.



شکل ۲-۲ نمایی از نحوه دریافت فشرده سازی و توزیع CNG ایستگاه سوخت رسانی کند

۲-۵-۳ ایستگاه سوخت رسانی سریع

نوعی روش سوختگیری گاز طبیعی فشرده است که در زمان کوتاهی عمل سوختگیری خودروها انجام می پذیرد. در این نوع سوختگیری لازم به احداث جایگاه CNG و مراجعه تمامی خودروها به محل جایگاه می باشد که با توجه به افزایش تردد و مراجعین، فواصل ایمنی باید کاملاً لحاظ گردند. در طراحی این نوع ایستگاهها فرض می گردد که استفاده از ایستگاه برای عموم آزاد بوده و تعداد اتومبیلهای سوخت گیری کننده در زمان خاص از قاعده معینی پیروی نمی کنند. به منظور سوخت گیری در حجم بالا و زمان کوتاه باید از یک سری مخازن مابین کمپرسور و توزیع کننده استفاده گردد. برای کاهش زمان از 5 تا 10 ساعت به 3 تا 5 دقیقه نیاز است تغییراتی نیز در کمپرسور ایجاد گردد که در نهایت باعث افزایش ابعاد و ظرفیت کمپرسور می گردد.



شکل ۲-۳ نمایی از نحوه دریافت فشرده سازی و توزیع CNG ایستگاه سوخت رسانی سریع

۲-۵-۴ معرفی عملکرد میترینگ و درایر جایگاه های CNG

در ایستگاههای سوخت رسانی CNG معمولاً گاز ورودی پس از عبور از اتاق اندازه گیری (میترینگ)، فیلتر، خشک کن گاز و تعدادی شیر به قسمت ورودی کمپرسور هدایت خواهد شد. ایستگاه میترینگ در محل اصلی و ورودی جایگاه CNG تعبیه و نصب می گردد. میترینگ وظیفه اندازه گیری دبی گاز ورودی به ایستگاه را دارد و تمامی اختیارات و الزامات این ایستگاه بر عهده شرکت گاز می باشد.



شکل ۲-۴ اتاق اندازه گیری (میتینگ)

محل نصب اتاق اندازه گیری در ورودی خط جایگاه می باشد که به عنوان کنتور عمل نموده و میزان گاز مصرفی جایگاه را ثبت می کند. محل نصب اتاق اندازه گیری باید مورد تایید شرکت گاز قرار گیرد که پس از ایجاد هماهنگی لازم اتاق اندازه گیری که باید متناسب با ظرفیت مورد نیاز کمپرسور باشد، به جایگاه CNG ارسال می گردد. اتاق اندازه گیری معمولاً به دو صورت به همراه کابینت وبدون کابینت نصب می گردند.



شکل ۲-۵ اتاق اندازه گیری به همراه کابینت



شکل ۲-۶ اتاق اندازه گیری بدون کابینت

در مدل کابینتی تمامی ادوات مربوطه در داخل یک کابینت نصب می گردند و معمولاً خطوط ورودی و خروجی آن از پایین اجرا می شوند. ولیکن در مدل بدون کابینت ، ادوات مربوطه بر روی سطح فونداسیون میترینگ اجرا می شوند که در انتها لازم است جهت حفاظت از مجموعه میترینگ سقف و دیواره ای به صورت توری ایجاد گردد. محل نصب دستگاه میترینگ از چند دلیل باید مورد ارزیابی قرار گیرد. باتوجه به تقسیم بندی مناطق خطر طبق استاندارد^{۱۶} NFPA 52 ، مجموعه میترینگ در ناحیه ۲ خطر^{۱۷} قرار می گیرد و لازم است حداقل فواصل ایمنی مورد نیاز مجموعه میترینگ لحاظ شده باشد. ایجاد حداقل فواصل مورد نیاز مجموعه میترینگ جهت تعمیرات نیز حائز اهمیت می باشد.

۲-۵-۶ خشک کن^{۱۸}

آب موجود در گاز طبیعی به صورت رطوبت و آب معمولی نمی باشد ، بلکه به صورت هیدرات و یا یخ متان می باشد که حاوی ۱۰٪ هیدروکربن و ۹۰٪ آب است. آب و یا بخار آب جمع شده در سیستم سوخت گیری باعث بروز خوردگی در آن به ویژه در جداره داخلی سیلندر می گردد. هیدراتها در دمای بالاتری از آب یخ می زنند لذا در بعضی مواقع تشکیل بلورهای یخ در اریفیسهای کوچک می تواند موجب انسداد قسمتی و یا تمام خطوط عبور CNG شود. برای اطمینان از اینکه به علت سرمایش ناشی از پایین بودن دمای محیط در

¹⁶ National Fire Protection Association

¹⁷ Zone-2

¹⁸ Dryer

مخازن و یا قطعات سیستم ، در آنها آب جمع نشود ، استفاده از سیستم خشک کن گاز ضروری می باشد. وظیفه اصلی دستگاه خشک کن حذف میزان رطوبت موجود در گاز ورودی جایگاه می باشد. در سیستم های CNG وجود رطوبت موجب زنگ زدگی در سیستم ، یخ زدن گاز و در نتیجه مسدود شدن مسیر می گردد. به همین علت استفاده از خشک کن در سیستم های CNG از اهمیت خاصی برخوردار می باشد. خشک کن ها ممکن است در قسمت پرفشار و یا کم فشار نصب گردند. در اکثر خشک کن های گاز طبیعی از ماده جاذب غریبال مولکولی، جهت جذب رطوبت و بخار آب استفاده می گردد. ماده جاذبی که برای گاز طبیعی استفاده می شود باید دارای سه ویژگی مهم ذیل باشند:

توانایی بالایی در نگهداشتن رطوبت داشته باشند.

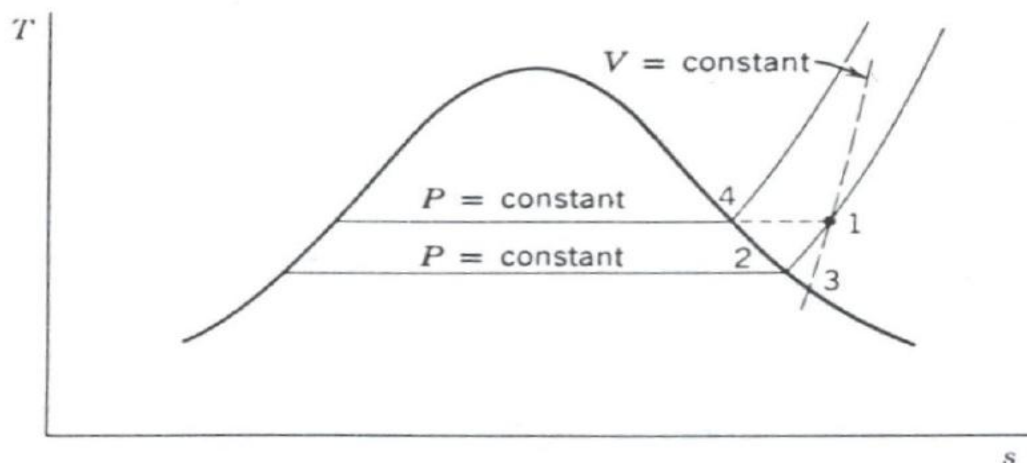
اگر رطوبت ورودی نیز کم باشد ، نقطه شبنم گاز را کاهش دهد.

کمترین میزان جذب اسانس مرکاپتان از گاز طبیعی را داشته باشد.

در ادامه به بیان مفهوم نقطه شبنم پرداخته شده است.

۷-۵-۲ نقطه شبنم:

نقطه شبنم در یک گاز ، دمایی است که در یک فشار بخار ثابت اگر گاز سرد شود ، قطرات مایع تشکیل می شود. فرض می شود که دمای مخلوط گازی و فشار جزئی بخار در مخلوط به اندازه ای است که بخار در حالت اولیه به صورت بخار مافوق داغ می باشد. (نقطه ۱ در شکل ۷-۲). همچنان که هوا در فشار ثابت سرد می گردد ، فشار بخار ثابت باقی می ماند. بنابراین بخار موجود در هوا (نقطه ۱) یک فرآیند سرد شدن فشار ثابت را طی می کند تا با خط بخار اشباع (نقطه ۲) برخورد کند. دما در این نقطه دمای نقطه شبنم می باشد و چنانچه دما مقدار بیشتری پایین بیاید ، مقداری از بخار تقطیر شده و از محیط خارج می گردد. در نتیجه مقدار بخار هوا کاهش می یابد. در ضمن خط ۱-۳ روی نمودار T-S این موضوع را نشان می دهد که اگر مخلوط در یک حجم ثابت خنک گردد مایع شدن در نقطه ۳ شروع خواهد شد به طوری که تا حدودی کمتر از دمای نقطه شبنم در حالت فشار ثابت، می باشد.



شکل ۷-۲ (نمودار T-S آب)

مطابق شکل فوق مشاهده می‌گردد که با افزایش فشار (مترکم سازی جریان گاز) دمای نقطه شبنم را افزایش می‌یابد، یعنی این که زودتر به حالت شبنم و مایع شدن می‌رسد. اگر گاز در دمایی بالاتر از دمای نقطه شبنم باشد، گاز غیر اشباع است و محتویات رطوبت آن کمتر از ماکزیمم مقدار بخاری است که می‌تواند داشته باشد.

اگر گاز در نقطه شبنم باشد، آنگاه گاز شامل ماکزیمم رطوبتی است که می‌تواند در خود نگه دارد و اگر گاز در زیر نقطه شبنم باشد، بخار آب از گاز تقطیر می‌گردد.

جدول ۲-۲ نقطه شبنم گاز- افزایش نقطه شبنم CNG با یک ترکیب خاص و با افزایش فشار

فشار (psig)					دمای نقطه شبنم
۳۶۰۰	۱۲۰۰	۴۰۰	۱۰۰	۱۰	
۵۲	۳۵	۱۵	-۱۰	-۳۷	oF
۱۱	۲	-۹/۴	-۲۳/۳	-۳۸/۳	oC

به عنوان مثال؛ گازی با محتوی رطوبت $7 \text{ lbm} / \text{MMSCF}$ در فشار 3600 Psi دارای نقطه شبنمی برابر 52°F (11°C) می‌باشد. این مسئله بدین معنی است که در مخازن ذخیره، سیستم لوله کشی و مخازن، مایع می‌تواند در دماهای پایین تر از 52°F (11°C)، گاز تقطیر گردد. هنگام کاهش دما و همچنین پدیده انبساط، مایع شدن ممکن است به یخ زدگی در سیستم منجر گردد، همچنین خوردگی در حضور CO_2 و H_2S افزایش خواهد یافت به علت اهمیت موضوع قسمتی از استاندارد^{۱۹} (SAE J1616) که در مورد نقطه شبنم گاز می‌باشد اشاره می‌گردد:

¹⁹ Standard for Compressed Natural Gas Vehicle Fuel

دمای نقطه شبنم سوخت باید با موقعیت جغرافیایی که وسیله نقلیه کار می کند تطبیق داده شود و همچنین باید این مسئله مدنظر قرار گیرد که میعان آب در داخل مخازن ذخیره در ماکزیمم فشار کاری ، رخ ندهد. دمای نقطه شبنم محلی سوخت باید 10°F (5.6°C) زیر کمترین دمای خشک ماهیانه تعریف شود. حاشیه مورد نظر بدین جهت است که حد مجاز برای سرمایش جریان گاز در حین انبساط در سرتاسر اجزاء سیستم فراهم شود. به طور کلی در دو صورت بخار آب به فاز مایع تبدیل می گردد:

در حالت افزایش فشار (متراکم شدن)

در حالت کاهش دما

و همچنین کاهش دمای گاز در ایستگاه CNG به دو علت اتفاق می افتد:

کاهش دمای محیط

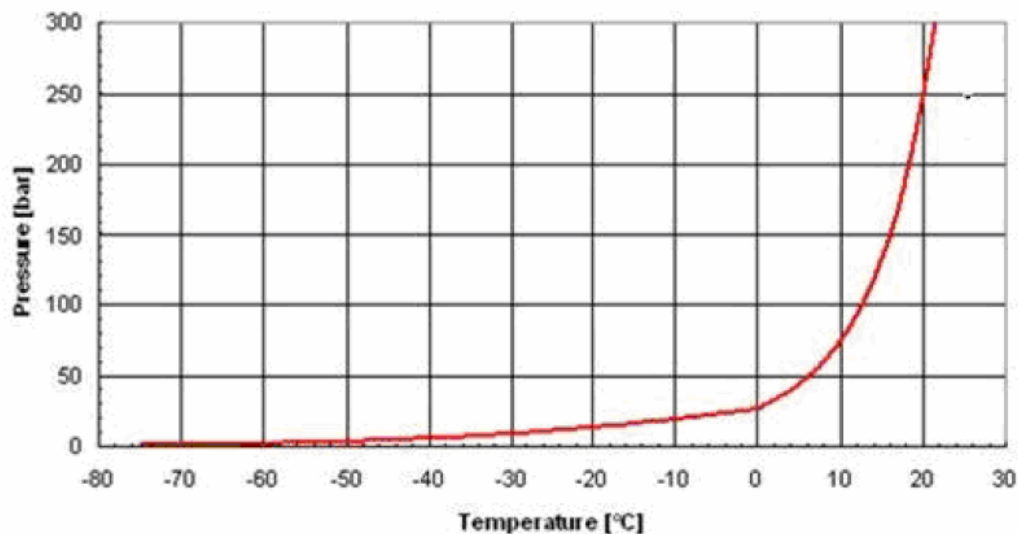
انبساط گاز

وجود بخار آب و گوگرد در گاز موجب تولید اسید سولفوریک و خوردگی در اجزا می گردد. به همین دلیل خشک کن ها به منظور کاهش رطوبت موجود در گاز طبیعی و رساندن آن به سطح قابل قبول، در ایستگاه های سوختگیری به کار می روند.

در گذشته برای کنترل یخ زدگی در سیستم های CNG، از تزریق متانول نیز استفاده می شد. هنگامی که متانول به سیستم CNG تزریق می گردد ، مولکول های متانول به مولکول های آب می چسبند و موجب کاهش نقطه ذوب خواهد شد. این پروسه دقیقاً مانند اضافه کردن ضد یخ به آب خنک کاری سیستم در رادیاتور خودرو می باشد.

سیستم پاشش متانول در CNG، خود به صورت یک واحد جداگانه شامل مخزن متانول، انژکتور، شیرها و تیوبها می باشد. اضافه کردن متانول به سیستم CNG برای کنترل رطوبت، پیشنهاد نمی گردد چراکه فقط مشکلات کنترل رطوبت را پیچیده تر می نماید. هنگامی که CNG به مخازن روی خودرو منتقل می گردد بعد از مدتی دمای گاز داخل مخزن کاهش خواهد یافت، که ممکن است موجب تبدیل بخار آب به آب گردد. از طرفی در سیستم سوخت رسانی در مسیر گاز، یک افزایش ناگهانی در مساحت موجب انبساط گاز و در نتیجه کاهش دمای آن می گردد. به این ترتیب احتمال تشکیل یخ، هیدرات و بسته شدن لوله ها وجود خواهد داشت. طبق نمودار شکل ۲-۸ می توان منحنی تشکیل هیدرات های متان را مشاهده نمود. اگر ترتیب دما و فشار ذیل موجود باشد در صورت وجود آب ، هیدرات

تشکیل خواهد شد. از منحنی می‌توان دید که در فشار بالاتر از ۲۰ Bar، حتی اگر دما بالاتر از ۵۰°C باشد، هیدراتها در صورت وجود آب، تشکیل می‌شوند.



شکل ۸-۲ منحنی تشکیل هیدراتهای متان دما- فشار (۱۲)

۸-۵-۲ محل نصب خشک کن

دستگاههای خشک کن در قسمت کم فشار (ورودی) کمپرسور نصب می‌گردند.

۶-۲ معرفی عملکرد کمپرسورهای CNG

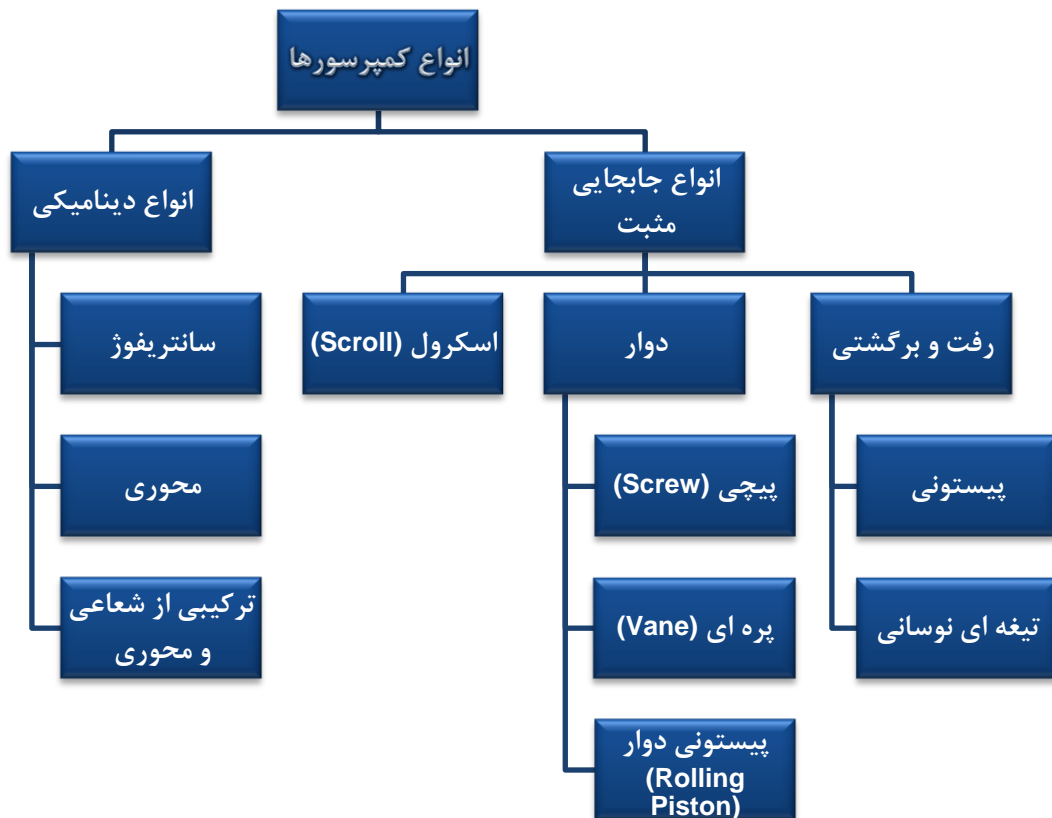
افزایش فشار مایعات و تراکم گازها در صنعت از اهمیت ویژه ای برخوردار است چرا که ماشین آلات بسیاری ابداع و اختراع شده اند که با گاز یا سیال متراکم و تحت فشار کار می‌کنند. به آن دسته از ماشین آلاتی که گازها را متراکم می‌کنند کمپرسور گفته می‌شود. اکثر کارشناسان کمپرسور را بعنوان قلب سیستم جایگاه های سوخت گیری CNG می‌دانند.

درصنعت، افزایش فشار گازها از طریق کاهش حجم و یا به روش ازدیاد انرژی جنبشی و سپس تبدیل آن به فشار از طریق پخش مولکولی^{۲۰} امکان پذیراست. بطور کلی کمپرسورها به دو دسته تقسیم می‌گردند:

کمپرسورهای جابجایی مثبت

کمپرسورهای دینامیکی

²⁰ diffusion



شکل ۲-۹ تقسیم بندی انواع کمپرسور

کمپرسورهای جایگاه های توزیع CNG برای خودروها، از نوع جابجایی مثبت و مدل رفت و برگشتی میباشند که از لحاظ عملکرد و هزینه یک قسمت مهم و اساسی به حساب می آیند و فشار گاز در خروجی آنها به حدود 3600 psig یا 250 bar می رسد، یکی از پارامترهای مهم در هزینه فشرده سازی، فشار گاز ورودی به کمپرسور است، هرچه این فشار بیشتر باشد، هزینه فشرده سازی کمتر خواهد بود، گاز پس از فشرده سازی در کمپرسور به منظور ذخیره سازی به سمت مخازن ذخیره هدایت می گردد، این مخازن با ذخیره سازی گاز طبیعی، پتانسیل ظرفیت سوخت رسانی ایستگاه را افزایش می دهند. در ایستگاه های CNG، کمپرسورها همانند قلب ایستگاه بوده و گاز طبیعی را فشرده می نمایند. این کمپرسورها معمولاً از نوع جابجایی مثبت - رفت و برگشتی پیستونی می باشند. به طور کلی کمپرسورها با استفاده از کار تولید شده توسط موتورهای الکتریکی یا موتورهای گازسوز، گاز طبیعی موجود در خطوط لوله یا منبع گاز را فشرده کرده و جهت سوختگیری در ایستگاه های CNG، در مخازن پر فشار ذخیره می نمایند و در برخی موارد بدون ذخیره سازی مستقیماً عمل سوخت دهی را به خودرو انجام می دهند.

. از مهمترین مزایای کمپرسورها نوع رفت و برگشت می توان به موارد ذیل اشاره نمود:

۱. امکان ساخت به صورت یک یا چند مرحله ای در یک پوسته واحد.
 ۲. امکان ساخت یکپارچه کمپرسور به همراه یک موتور احتراق داخلی در یک پوسته واحد
 ۳. قابلیت کنترل توان و همچنین راندمان بالا
 ۴. کارایی این کمپرسورها در حد بالا و دبی‌های نسبتاً پایین
 ۵. متداول بودن استفاده از کمپرسورهای رفت و برگشتی در صنایع دیگر
 ۶. امکان استفاده از موتورهای الکتریکی به عنوان محرک
- از معایب این کمپرسورها نیز میتوان به بزرگ بودن و ارتعاشات زیاد آنها اشاره نمود. در صورتی که فشار بالایی نیاز باشد معمولاً به دلایل فنی و اقتصادی از کمپرسورهای ۲ تا ۵ مرحله ای با فشار خروجی نسبی 3600 Psig تا 5000 Psig و با نرخ توانی در حدود ۲ تا ۱۰۰۰ اسب بخار استفاده نمایند. کمپرسورهای چند مرحله ای به چند دلیل، برتر از کمپرسورهای تک مرحله ای هستند که به اختصار در زیر آورده می‌شوند:
۱. امکان سرد کردن گاز در مراحل میانی
 ۲. به ازای یک نسبت فشار معین، کار مورد نیاز در یک کمپرسور چند مرحله ای کمتر از یک کمپرسور تک مرحله‌ای است.
 ۳. کمپرسورهای چند مرحله ای از تعادل دینامیکی بهتری برخوردارند.
 ۴. نشی کمتر گاز در کمپرسورهای چند مرحله‌ای
 ۵. به علت کاهش دما روغنکاری بهبود یافته و مشکلات ناشی از آن نیز کاهش می‌یابد.
 ۶. به علت فشار کارکرد مختلف در سیلندرها، در مراحل اولیه نیازی به ساخت سیلندره‌ای پرفشار نخواهد بود.
- به طور کلی این کمپرسورها به همراه تجهیزات وابسته همانند لوله‌ها، اتصالات، تجهیزات کنترلی و اندازه گیری و وسایل حفاظتی معمولاً روی پایه ای بنام سینی کمپرسور نصب می‌گردند.
- در این بخش برخی از نکات اصلی طراحی کمپرسور برای کمک به طراحان ایستگاههای CNG، جهت درک بهتر و انتخاب نوع کمپرسور بیان می‌گردد. پس از انتخاب نوع طراحی، پارامترهای طراحی که می‌توانند روی کارکرد بهینه و بهره برداری کمپرسور مؤثر باشند، انتخاب می‌گردند.
- فشار ورودی کمپرسور

فشار ورودی کمپرسور عبارت است از فشار گاز بالادست کمپرسور، قبل از شیر ورودی مرحله اول که به عبارتی دیگر همان فشار تغذیه است. بسته به جایگاه ایستگاه سوختگیری، فشار گاز ورودی ممکن است از ۶۰ Psig تا ۲۵۰ Psig (یا در برخی طراحی ها بالاتر از آن) متفاوت باشد. فشار مکش بالاتر موجب نرخ بیشتر جریان گاز خواهد شد. از آنجا که فشار خروجی کمپرسورها ثابت است، فشار ورودی بیشتر به معنی نسبت تراکم کلی پایین تر بوده و در نتیجه کار کمتری نیز برای فشرده سازی گاز مورد نیاز خواهد بود.

۲-۶-۱ فشار خروجی کمپرسور

پیشنهاد می گردد برای سوختگیری خودروها تا فشار ۳۰۰۰ Psig، فشارخروجی کمپرسور Psig ۳۶۰۰ باشد و به همین ترتیب در خودروهایی تا فشار ۳۶۰۰ Psig، بهتر است فشار خروجی کمپرسور Psig ۴۵۰۰ انتخاب گردد. البته بایستی در نظر داشت که فشار خروجی بیشتر باعث نسبت فشار بالاتری می گردد و در نتیجه دمای گاز خروجی سیلندرها افزایش یافته و بار روی میل پیستون نیز بیشتر می گردد.

۲-۶-۲ خنک کاری کمپرسور

کل گرمای ایجاد شده در طول سیکل تراکم، ناشی از گرمای فشرده سازی گاز (۹۰ تا ۹۵ درصد) و گرمای ناشی از اصطکاک بین اجزاء کمپرسور (۵ تا ۱۰ درصد) می باشد. این گرما بایستی در طول سیکل تراکم گاز دفع گردد. بیشتر این گرما توسط جریان گاز به کولرها (۸۵ تا ۹۰ درصد) پس داده شده و بقیه نیز از طریق سیلندرها، کارتل و لوله ها به صورت تابشی (۱۰ تا ۱۵ درصد) دفع می گردد. بنابراین روشن است که کولرهای کمپرسور بایستی طوری طراحی گردند که با نرخ تقریباً معادل با توان دائم موتور یا محرک، گرمای ایجاد شده در کمپرسور را دفع نمایند.

مقایسه کمپرسورهای هوا-خنک و آب-خنک

سیلندرهای کمپرسورهای هوا-خنک برای هدایت گرما به محیط اطراف خود، به سطح زیاد فین های خنک ساز نیاز دارند. از مزایای این سیلندرها می توان به ساختمان نسبتاً ساده آنها اشاره نمود. دمای خروجی گاز در سیلندرهای هوا-خنک به طور میانگین ۵ تا ۱۰ درصد بیش از همین دما در سیلندرهای آب-خنک می باشد. این موضوع در مواقعی اهمیت دارد که دمای سیلندرها به قدری بالا رود که بر کارکرد و دوام رینگ پیستونها و مجموعه کمپرسور اثر منفی بگذارد.

روغنکاری کمپرسور

سیستم های روغنکاری بر دو نوع می باشند:

روغنکاری تحت فشار

روغنکاری پاششی

روغنکاری پاششی

این نوع روغنکاری بیشتر در کمپرسورهای کوچک تر به کار می رود و از جمله کمپرسورهایی هستند که بر اساس روش طراحی کمپرسورهای هوا طراحی می گردند. در ماشین هایی که از این روش برای روغنکاری استفاده می گردد، روغن بایستی به طور مداوم تعویض شده و لزجت آن باید با شرایط آب و هوایی و فصلی مطابقت داشته باشد. یک محفظه گرم شده بهترین روشی است که موجب افزایش مدت بهره برداری کمپرسورها با روغنکاری پاششی می گردد زیرا لزجت روغن در این شرایط می تواند در وضع عادی نگه داشته شود.

سیلندرهای کمپرسور به دو صورت طراحی می شوند

سیلندر با نیاز به روغنکاری

سیلندر بدون نیاز به روغنکاری

در طراحی بدون روغنکاری از رینگ پیستون های تفلونی استفاده می نمایند که به طور ذاتی روان کار هستند. از آنجایی که در این حالت نیازی به تزریق روغن در سیلندر تراکم نیست، مقدار روغنی که در گاز فشرده دیده می شود، به مقدار بسیار زیادی کاهش می یابد که به عنوان مزیت سیستم به حساب می آید.

در طراحی کمپرسورها با روغنکاری، از رینگ پیستونهای چدنی، برنزی یا تفلونی استفاده می نمایند. این رینگ ها با افزودن روغن به سیلندر تراکم، روغنکاری می گردند. در این نوع کمپرسورها، به طور مداوم روغن مصرف می نمایند و نیاز به فیلترهای روغن و جداسازهای پیچیده در پایین دست کمپرسور دارند تا روغن موجود در گاز خروجی را کاهش دهند و خرابی یا نشستی سیستم روغنکاری می تواند منجر به صدمه تجهیزات و افزایش خطرات آتش سوزی و کاهش امنیت سیستم گردد.

۲-۶-۳ پارامترهای طراحی کمپرسور

به منظور دست یافتن به فشار خروجی و دبی مورد نیاز با توجه به فشار ورودی هر منطقه، پارامترهای طراحی متفاوتی وجود دارند که با تغییر آنها می توان شرایط کارکرد بهتر را بدست آورد.

البته بسیاری از این پارامترها به طراحی کمپرسور وابسته بوده و معمولاً به وسیله سازندگان تجهیزات مشخص می‌گردند. مهم است تا طراح ایستگاه تاثیر این پارامترها را بر کارکرد، بهره برداری و هزینه تجهیزات بداند. در ادامه، پارامترهایی که می‌توانند برای دستیابی به کارکرد بهینه، تنظیم گردند تشریح شده است.

سرعت کمپرسور

سرعت حرکت کمپرسور (حرکت رفت و برگشتی) می‌تواند با تغییرات سرعت محرک اصلی یا تغییرات نسبت چرخ دنده ها یا تسمه قرقره ها، تغییر یابد. دبی جریان گاز با سرعت کمپرسور نسبت مستقیم دارد. سرعت بیشینه بر اساس توان موتور یا چارچوب کمپرسور تعیین می‌گردد. این سرعت همچنین ممکن است با توجه به سرعت پیستون به دست آید. قاعده معمول این است که سرعت پیستون نمی‌بایست بیش از ۹۰۰ فوت بر دقیقه باشد. سرعت کمینه نیز محدود به سرعت مورد نیاز برای پمپ روغنکاری کمپرسور می‌باشد. چرا که برای حفظ فشار روغن و اطمینان از روغنکاری مناسب نیاز به حداقل سرعت می‌باشد.

قطر پیستون

بسته به طراحی کمپرسور، آرایش سیلندرها و قطر پیستونها می‌تواند در محدوده گسترده ای انتخاب گردند. افزایش قطر پیستون باعث افزایش دبی جریان و در نتیجه افزایش توان مصرفی می‌شود.

طول کورس

چنانچه طول کورس پیستون افزایش یابد، محدوده حرکت پیستون نیز بیشتر شده و در صورت ثابت بودن سرعت کمپرسور، سرعت پیستون نیز افزایش می‌یابد. در برخی موارد ممکن است برای دستیابی به یک سرعت قابل قبول برای پیستون، سرعت کمپرسور را کاهش دهند. طول کورس بیشتر سبب افزایش دبی جریان و در نتیجه افزایش توان مورد نیاز برای حرکت پیستونها نیز می‌گردد.

حجم مرده سیلندر

اختلاف بین حجم کل سیلندر و حجم جاروب شده سیلندر را حجم مرده سیلندر می‌گویند. با صفر شدن این حجم، راندمان حجمی سیلندر ۱۰۰ درصد خواهد شد. کاهش حجم مرده در سیلندر پیش از هر چیز باعث افزایش دبی جریان می‌گردد. تنظیم حجم مرده به طور مستقیم بر

دما تاثیر می گذارد به طوری که کاهش حجم مرده باعث افزایش نسبت فشار گردیده و در نتیجه افزایش دما را به دنبال خواهد داشت.

تعداد مراحل

تعداد مراحل مورد نیاز برای تراکم، به نسبت تراکم کل کمپرسور و همچنین دمای کولرهای میانی بستگی دارد. با افزایش نسبت تراکم کلی، نسبت تراکم هر سیلندر افزایش یافته و دمای مربوطه نیز بیشتر می شود. برای خنک کاری بیشتر در مراحل میانی ممکن است نیاز به یک مرحله اضافی باشد. تعداد مراحل کمتر تراکم، پیچیدگی سیستم و در نتیجه قیمت کمپرسور را کاهش می دهد.

لازم است برای هر مرحله فشرده سازی و در خروجی آن یک عدد شیر اطمینان متناسب با میزان افزایش فشار هر مرحله نصب گردد که در صورت افزایش فشار و عدم کارکرد ابزار دقیق، بصورت مکانیکی وارد عمل شده و گاز را به سمت لوله ونت هدایت نماید.

۲-۶-۴ مخزن بازیافت

مخزن بازیافت گاز، بیشتر گاز موجود در کمپرسور را به محض خاموش شدن آن دریافت می کند. خروجی هر مرحله توسط لوله ها به مخزن بازیافت متصل است. این مخزن به ورودی کمپرسور نیز لوله کشی می شود. پس از خاموش شدن کمپرسور، شیرهای تخلیه ناگهانی^{۲۱} باز شده و گاز موجود در هر سیلندر به مخزن بازیافت تخلیه می شود. پس از راه اندازی دوباره کمپرسور، شیرهای تخلیه ناگهانی در ابتدا باز می مانند تا این که کمپرسور به سرعت عادی خود برسد. در این هنگام کمپرسور به سادگی گاز پشت مخازن را بدون فشار اضافه، فشرده می کند و بالاخره شیرهای تخلیه ناگهانی بسته شده و کمپرسور شروع به تراکم گاز می نماید. در نتیجه کاملاً روشن است در کمپرسورهایی که از مخزن بازیافت استفاده می گردد باید حجم قابل توجهی از فضای تراکم سازی برای تعبیه و نصب مخزن بازیافت قرار گیرد.

در آن دسته از کمپرسورها که از مخازن بازیافت استفاده نمی گردد، لازم است در ورودی هر مرحله و بر روی شیر ورودی^{۲۲} هر مرحله^{۲۳} از شیر مخصوصی به نام شیر لیFTER^{۲۴} استفاده گردد. در این روش پس از خاموش شدن کمپرسور، مستقیماً گاز انباشته شده در هر مرحله اجازه برگشت تا انتهای مرحله قبل را در مسیر لوله قبل از هر مرحله پیدا می کند و پس از راه

²¹ Shut-off Valve

²² Suction Valve

²³ Stage

²⁴ Valve Lifter

اندازی مجدد کمپرسور به سادگی گاز داخل هر مرحله و در طول مسیر لوله تا مرحله بعدی را بدون فشار اضافه دیگری، جابجا می نماید تا پس از رسیدن کمپرسور به دور طراحی شده، شیر لیفتر به وضعیت نرمال برگشته و عملیات فشرده سازی انجام می پذیرد.

۷-۲ مخازن CNG

از جمله قطعات اصلی در جایگاههای CNG، که عدم رعایت اصول ایمنی در زمان ساخت یا بهره برداری می تواند منجر به وقوع حوادث جبران ناپذیر گردد، مخازن جایگاه و مخازن مورد استفاده بر روی خودرو ها است که به مختصر به ویژگی های آن اشاره می گردد.



شکل ۱۰-۲ نمونه ای از بانک مخازن نصب شده در جایگاه CNG

اطلاعات حک شده روی برجسب مخازن، (اطلاعات ضروری)



مخزن تنها برای CNG مورد استفاده قرارگیرد.



شکل ۲-۱۱ نمونه مخزن نصب شده در خودرو

بعد از تاریخ XXXX/XX استفاده نشود (به عنوان مثال ۲۰۲۲/۱۰، ۲۰۲۲ نشان دهنده سال و ۱۰ نشان دهنده ماه می باشند).

نام کارخانه سازنده مشخص باشد (مثل mcs).

شماره شناسایی مخزن (شماره سریال مخزن)

فشار کاری مخزن در دمای معین، مشخص باشد.

استاندارد ساخت مخازن

روی برجسب باید عبارت "فقط از شیر تخلیه فشاری که توسط سازنده تأیید شده، استفاده نمایید." نوشته شود.

زمانی که مخزن دارای برچسب می‌باشند باید هر مخزن یک شماره مخصوص به خود داشته و سازنده آن را روی سطح در معرض دید مخزن حک کند تا در صورت از بین رفتن برچسب بتواند مخزن را دنبال کند. (۱۳)

تاریخ ساخت مخزن

هر نوع اطلاعاتی که توسط کشور مورد نظر آمدن آن در برچسب الزامی شده است. اطلاعات جانبی و غیرضروری دیگر می‌تواند اضافه گردد ولی باید دقت کرد که شبهه‌ای در مورد اطلاعات اجباری روی برچسب، ایجاد نگردد. این اطلاعات همیشه باید پس از اطلاعات اجباری آورده شوند.

علامت‌گذاری اختیاری مخزن می‌تواند به ترتیب زیر آورده شود.

مشخص کردن شیر اطمینان^{۲۵} و شیرهای مورد تأیید برای استفاده در مخزن

محدوده دمای کاری

ظرفیت آبی مخزن برحسب لیتر معین باشد (برای مثال ۱۰۱lit).

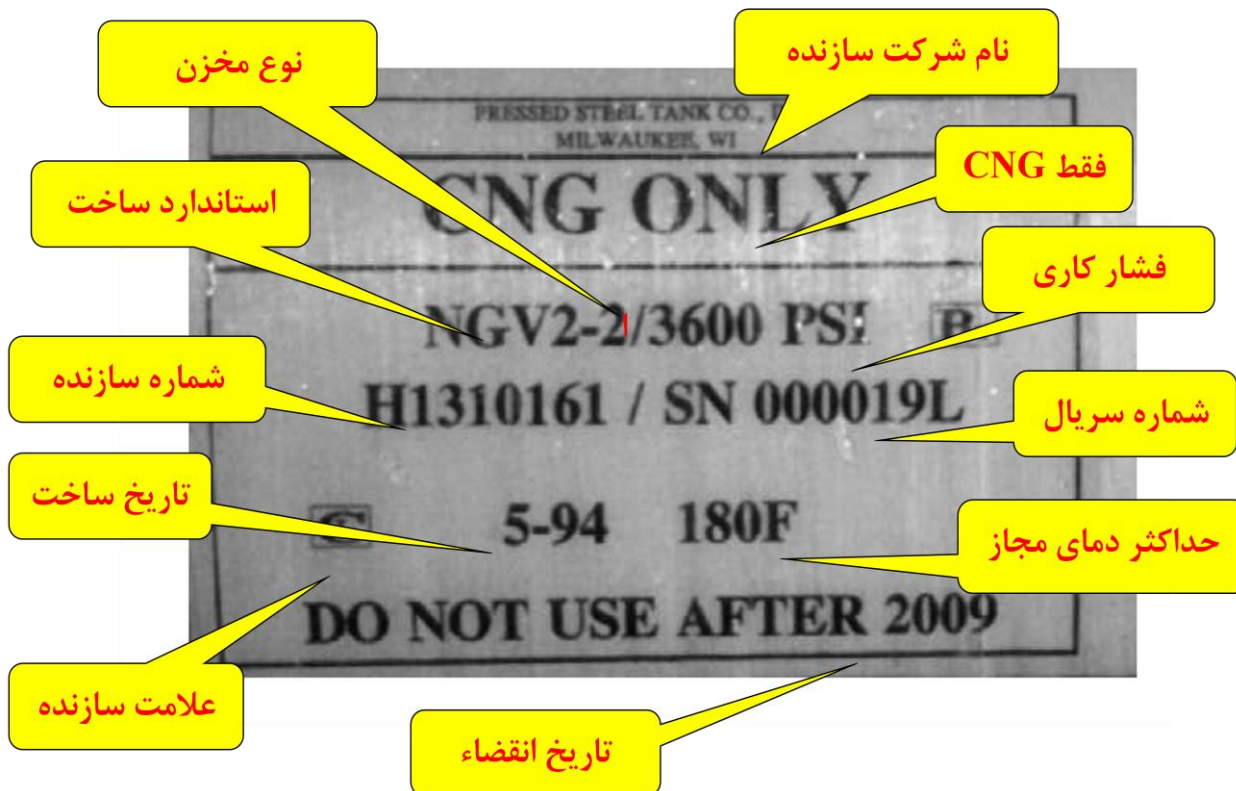
تاریخ اولین آزمون فشار روی مخزن

نشانه‌های بازرسی

مهر بازرس مخازن یا فردی که دارای صلاحیت است، مشخص باشد.

تاریخ ادواری (هر سه سال) بایستی مشخص باشد.

نمونه‌ای از برچسب روی مخزن



۸-۲ الزامات و اصول کلی طراحی در جایگاه و تاسیسات

بر اساس استاندارد ۷۸۲۹ رعایت فواصل ایمنی تعریف شده الزامی است دیوار های مشترک و جداکننده جایگاه باید با مصالح توپر با حد اقل ارتفاع ۲/۵ متر ارتفاع و ضخامت ۰/۳ متر ساخته شوند ساختمان‌ها مجاور جایگاه حد اقل ۱۰۰ متر با مسیر پیرامونی آن فاصله داشته باشد .

فواصل جدا سازی بین دیوار های منفذ دار دیوار های هر ساختمان یا سازه موجود در جایگاه سوختگیری و کلیه مخازن که برای سوختگیری گاز طبیعی فشرده بکار می روند باید با مقادیر جدول (۳-۲) منطبق باشند .

جدول ۳-۲ فواصل جداسازی ساختمانها و کالاهای خطرناک از واحد ذخیره گاز در فضای باز

ظرفیت کلی گاز یا حجم کلی ذخیره گاز	فاصله جداسازی از ساختمانها یا مرزها	فاصله جداسازی از کالاهای خطرناک یا مواد قابل اشتعال
تا ظرفیت ۱۱۰۰ (تا حجم ۴۵۰۰)	۳	۳
از ظرفیت ۱۱۰۰ تا ۲۴۵۰ (از حجم ۴۵۰۰ تا ۱۰۰,۰۰۰)	۴	۵
از ظرفیت ۲۴۵۰ تا ۲۴۵۰۰ (از حجم ۱۰۰,۰۰۰ تا ۱۰۰,۰۰۰)	۱۰	۱۰
یادآوری- ظرفیت کلی گاز، ظرفیت در دما و فشار استاندارد (۱۵ و فشار اتمسفر) است، وقتی در فشار ۲۴/۸ مگاپاسکال ذخیره شده باشد. حجم کلی ظرفیت آبی مخزن ذخیره برحسب لیتر است.		

کمیته فواصل ایمنی

تجهیزات ذخیره سازی و تراکم باید با رعایت حد اقل فواصل ایمنی مطابق با جدول زیر نصب شوند .

جدول ۴-۲ الف - حصارکشی مخازن ذخیره و کمپرسور

گنجایش ذخیره سازی (برحسب لیتر آب)	تا ۱۰۰۰۱	۱۰۰۰۱ به بالا
دیوارهای مشترک جایگاه و تاسیسات آن	۵ (متر)	۱۰ (متر)
حریم عمومی طبقه همکف	۳ (متر)	۳ (متر)
حریم عمومی طبقه فوقانی	۰ (متر)	۰ (متر)
ساختمانهای چهار طبقه و بلندتر یا برای بیش از ۱۵۰ نفر پرسنل	۱۰ (متر)	۱۵ (متر)
سوخت گیری کننده های گاز	۵ (متر)	۵ (متر)
شعله های رو باز	۳ (متر)	۳ (متر)

جدول ۲-۵ سوخت‌گیری کنندة‌ها

گنجایش ذخیره‌سازی (برحسب لیتر آب)	تا ۱۰۰۰۱	۱۰۰۰۱ به بالا
حریم عمومی	۴ (متر)	۴ (متر)
بزرگراه و جاده‌ها (نواحی روستایی)	۶ (متر)	۶ (متر)
ساختمانهای اداری جایگاه	۳ (متر)	۳ (متر)
قسمت ورودی دیوارهای مشترک جایگاه و اتاق‌ها و یا دفاتر آن (ساختمانهای اداری)	۵ (متر)	۵ (متر)
اجاق‌های رو باز	۵ (متر)	۵ (متر)

جدول ۲-۶ مخازن ذخیره سوخت‌های مایع (۱۴)

گنجایش ذخیره‌سازی (برحسب لیتر آب)	تا ۱۰۰۰۱	۱۰۰۰۱ به بالا
خروجی‌های تخلیه و یا سوخت‌گیری	۵ (متر)	۵ (متر)
دیوار کمپرسورخانه	۳ (متر)	۳ (متر)

فصل سوم : روش شناسی تحقیق

۱-۳ شناسایی خطرات و کاهش خطرات با استفاده از روش های

ایمنی

هدف همیشه اگر ممکن باشد حذف خطرات است وقتی حذف خطر ممکن نباشد کاهش سطح تمیزانی که از لحاظ هزینه قابل پذیرش باشد مد نظر است

مفاهیم ارزیابی ریسک و خطر

خطر^۱: منبع بالقوه آسیب، آسیب بالقوه ممکن است آسیب انسانی، صدمه به محیط، صدمه به اموال یا ترکیبی از اینها باشد.

ارزیابی ریسک^۲ فرایند کلی تحلیل ریسک و ارزیابی ریسک

ارزشیابی ریسک^۳: قضاوت در مورد قابل تحمل بودن ریسک بر اساس تحلیل ریسک

معیار غربالگری^۴: هدف یا استاندارد که برای قضاوت در مورد قابل تحمل بودن یک خطر یا اثر شناسایی شده به کار می رود.

اقدامات کاهش ریسک می بایست شامل ۱- پیشگیری از رویدادها (یعنی کاهش احتمال وقوع)، ۲- کنترل رویدادها (یعنی محدود کردن وسعت و طول مدت یک رخداد خطرناک) و ۳- کاهش اثرات (یعنی کاهش پیامدها) باشد. اقدامات پیشگیرانه از قبیل استفاده از طراحیهای ذاتاً ایمن تر و تضمین یکپارچگی دارائیه در صورت امکان می بایست مورد تاکید قرارگیرد.

اقدامات خروج از رویداد می بایست بر اساس ارزیابی ریسک پیش بینی شده و با در نظر گرفتن احتمال شکست اقدامات کنترل و اقدامات کاهش ریسک تدوین شوند. الزامات عملکردی و جزئیات اهداف بایستی بر اساس نتایج ارزشیابی در سطوح مناسب تعیین گردد.

¹ Hazard

² Risk Assessment

³ Risk Evaluation

⁴ Screening Criteria

عنصر کلیدی در سیستمهای اثربخش مدیریت، رویکرد سیستماتیک به شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک است. به منظور ایجاد اطلاعات لازم جهت کمک به تصمیم گیری در مورد نیاز به اعمال اقدامات کاهش ریسک می باشد.

شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک شامل مجموعه ای از مراحل به شرح زیر است:

مرحله ۱: شناسایی خطر، بر اساس توجه به عواملی مانند خواص شیمیایی و فیزیکی سیالات در حال انتقال، چیدمان تجهیزات، رویه های عملیات نگهداری و شرایط فراورش، شرایط محیط زیستی و عوامل زیان اورمحیط کار در شرایط عادی و غیر عادی در نظر گرفته شده است .

مرحله ۲: ارزیابی ریسک، ناشی از خطرات و توجه به قابلیت تحمل آن برای کارکنان، تسهیلات و محیط زیست. این امر معمولاً شامل شناسایی رخدادهای آغازگر، شناسایی توالی های احتمالی حادثه، برآورد احتمال وقوع توالی های حادثه و ارزیابی پیامدها می باشد. سپس باید براساس معیارهای مناسب وضعیت مورد نظر، قابل قبول بودن ریسک برآورد شده مورد قضاوت قرارگیرد.

ج) مرحله ۳: حذف یا کاهش ریسک غیر قابل تحمل این امر شامل شناسایی فرصتهای کاهش احتمال یا شدت پیامدهای یک حادثه می باشد.

این سه مرحله عمومی در تمام روشها عمومیت دارد. هنگام انتخاب ابزارها و تکنیکهای مناسب شناسایی خطر و ارزیابی ریسک، ماهیت و مقیاس تأسیسات، عمر تأسیسات و وجود تجربه از تأسیسات مشابه می بایست در نظر گرفته شود.

اکثر مخاطرات موجود در سیستم ناشی از نقص در طراحی، مواد مصرفی روش انجام کار یا خطاهای انسانی می باشد روش های متعددی برای تجزیه و تحلیل تجهیزات و طرحها از لحاظ ایمنی وجود دارد که از طریق آنها می توان بر مشکلات ناشی از خطاهای انسانی و خطاهای مختلف فرایندی فائق آمد.

در این تحقیق از روش ارزیابی شاخص حریق و انفجار ذیل جهت ارزیابی حریم جایگاههای CNG استفاده شده است.

با اندازه گیری صدا و میزان حد مجاز تحمل سروصدا ازدیدگاه عوامل زیان آور بررسی صورت پذیرفته و سپس با مدل سازی نرم افزار PHAST سه روش مقایسه شده است.

۲-۳ شاخص حریق و انفجار DOW

صنایع شیمیایی بخصوص نفت و گاز به دلیل گستردگی فرایندها و مواد مصرفی و تولیدی، همواره پتانسیل زیادی برای وقوع حوادث بزرگ وجود دارد لذا شناخت این پتانسیلها و اعمال روشهای مهندسی ایمنی جهت پیشگیری و کنترل خطرات این صنایع اهمیت فوق العاده ای دارد. شاخص انفجار و حریق DOW یکی از ابزارهای مفید برای پیشگیری از وقوع حریق و انفجار در صنایع شیمیایی است. این شاخص اولین بار توسط شرکت شیمیایی داو (DOW) در ۱۹۶۴م پایه گذاری شد و پس از آن اصلاحات متعددی روی آن انجام شده است. برای تعیین این شاخص واحدهای فرآیندی کارخانه به بخشهای مجزا تقسیم شده و در هر واحد ضریب ماده و ضریب خطرات آن واحد محاسبه شده و از حاصلضرب آنها، این شاخص بدست می آید. با استفاده از این شاخص می توان فاصله ایمن مواجهه را تعیین نمود. همچنین می توان از این شاخص در تحلیل ریسک و برآورد زیانهای مالی ناشی از وقوع انفجار یا حریق را بصورت روزهای کاری قطع کار و ... استفاده نمود.

این شاخص یک نوع سیستم تجزیه و تحلیل ریسک حریق و انفجار می باشد که یک ارزیابی ریسک حریق و انفجار می باشد که یک ارزیابی سیستماتیک و منظم از پتانسیل حریق ، انفجار و واکنش پذیری تجهیزات فرایندی و مواد موجود در آنها است. این سیستم در عملیاتی که مواد قابل اشتعال، قابل احتراق و واکنش پذیر ذخیره، جابجا و فراوری شده کاربرد دارد. در ضمن اغلب روش های آنالیز ایمنی کیفی هستند و روشی که پارامترهای فرایند را به ایمنی مربوط کند به ندرت در دسترس است. روش ها و معادلات ارائه شده در این شاخص با برقراری ارتباط بین ایمنی و پارامترهای عملیاتی، تجزیه و تحلیل ایمنی فرایند را ساده می کند. در این روش ایمنی ریسک حریق و انفجار تابعی از پارامترهای عملیاتی است.

مزایای این شاخص می توان به موارد ذیل اشاره نمود

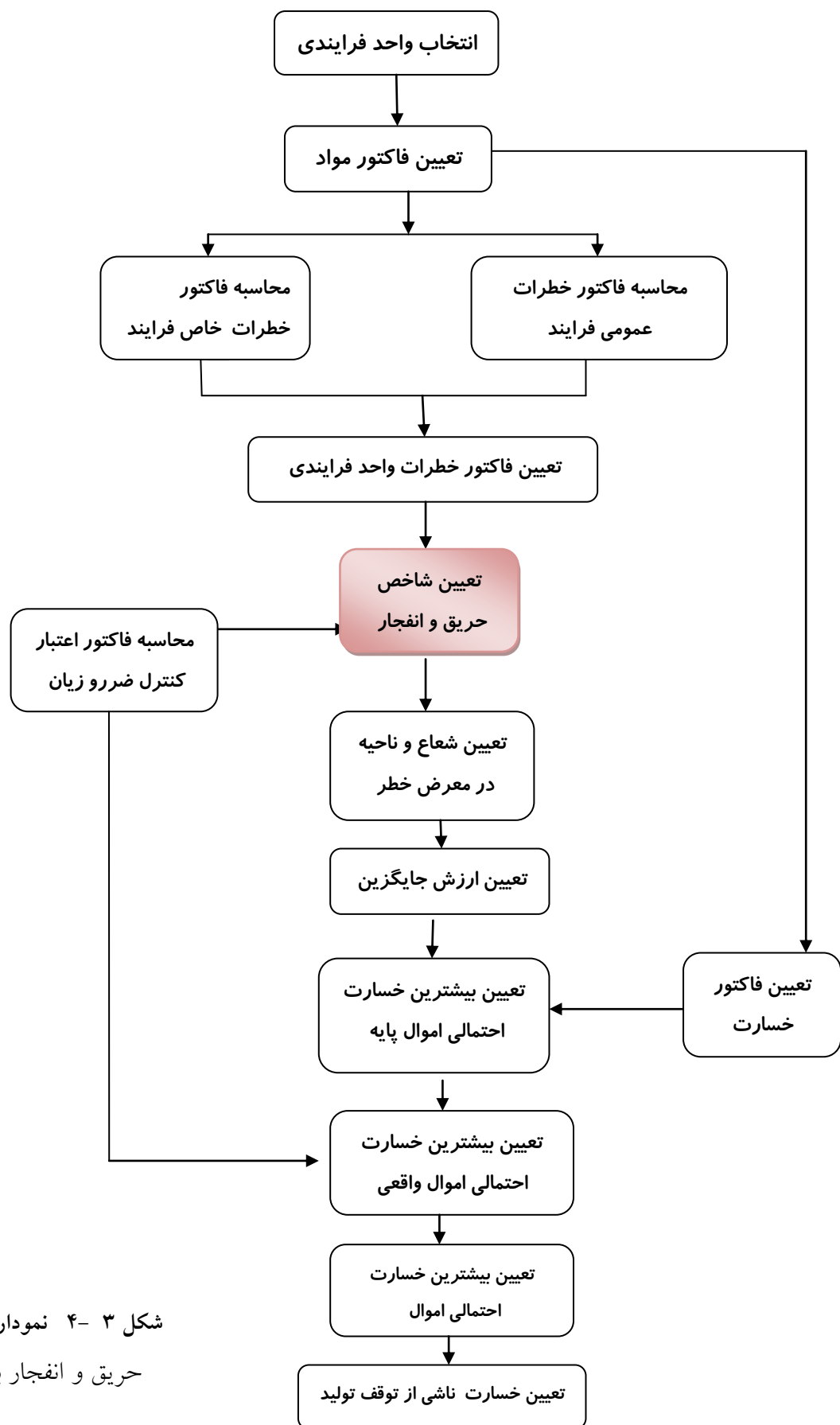
۱. به سرعت محاسبه می شوند .
۲. با استفاده از امتیازها، تفسیر نتایج را آسان می کنند.
۳. به داده جزئی فرایند نیاز ندارند .
۴. برای استفاده از آنها به سطح بالایی از تخصص احتیاج نیست .
۵. به وسیله پارامترهای عملیاتی در دسترس، به مقایسه خطرات واحد های تحت بررسی می پردازد و به تصمیم گیری برای طراحی فرایند کمک می کنند .

اهداف

۱. تعیین واقع بینانه‌ترین خسارت مورد انتظار از رویداد حریق و انفجار
 ۲. طبقه بندی خطر حریق و انفجار در واحد تولید مورد مطالعه
 ۳. شناسایی تجهیزات خطرناک به منظور تجزیه و تحلیل بیشتر
 ۴. شناسایی راههایی برای کاهش شدت خسارت ناشی از حریق و انفجار با یک روش کم هزینه و کار آمد .
 ۵. ارزیابی ایمنی ذاتی فرایند بامداخله آلترناتیوهای عملیاتی (دما فشار و...) با توجه به نوع و ماهیت عملیاتی که روی گاز متان در جایگاههای CNG انجام می شود از این روش جهت ارزیابی استفاده شده است. (۱۵)
- مراحل محاسبه
۱. انتخاب محل مهم کارخانه از نظر حریق و انفجار
 ۲. مشخص کردن مقدار مواد خطرناک (موجودی) و بررسی میزان اشتعال پذیری، واکنش پذیری آنها
 ۳. بررسی حوادث پیشین (حریق، انفجار و نشت مواد شیمیایی)
 ۴. بررسی ارزیابی ریسکهای انجام شده به عنوان مثال^۵ مطالعه حطرات عملیات در راستای تعیین نقاط با ریسک غیر قابل قبول.
 ۵. بررسی دما و فشار عملیاتی
 ۶. مشخص کردن موقعیت محل مورد مطالعه
 ۷. تاریخ محاسبه شاخص
 ۸. نام کارخانه
 ۹. نام گروه ارزیاب
 ۱۰. در صورتی که شاخص قبلا محاسبه شده در این قسمت می بایست نام افراد گروه بازنگری را ذکر کرد.
 ۱۱. شرح فرایند واحد مورد ارزیابی قرار گرفته
 ۱۲. مشخص کردن حالت بهره بردی (در زمان راه اندازی، یا توقف)
 ۱۳. موادی که در واحد فرایندی استفاده قرار می گیرند .
 ۱۴. مشخص کردن ماده اصلی که شاخص بر اساس آن مورد محاسبه قرار می گیرد .

⁵ HAZOP Study

۱۶. محاسبه خطرات عمومی فرایند.
۱۷. محاسبه خطرات خاص فرایند
۱۸. محاسبه خطرات فرایند واحد
۱۹. محاسبه محاسبه شاخص حریق و انفجار DOW
۲۰. محاسبه میزان یا درجه خطر
۲۱. محاسبه فاکتور خسارت
۲۲. تعیین شعاع و ناحیه در معرض خطر
۲۳. تعیین ارزش ناحیه در تماس
۲۴. تعیین فاکتور خسارت
۲۵. تعیین حد اکثر پایه خسارت احتمالی اموال
۲۶. تعیین حداکثر واقعی خسارت احتمالی اموال
۲۷. تعیین بیشترین خسارات احتمالی اموال ۲۸. تعیین خسارت ناشی از تعلیق تولید



شکل ۳-۴ نمودار فرایند انجام ارزیابی
حریق و انفجار به روش DOW

۳-۲-۱ محاسبه فاکتور مواد

فاکتور مواد معیاری از مقدار انرژی پتانسیل ذاتی آزاد شده از هر ماده در رویداد حریق و انفجار است که به واسطه واکنش شیمیایی، یا سوختن آن ماده تولید می‌شود. این فاکتور ترکیبی از خطر اشتعال پذیری و واکنش پذیری (فاکتورهای موجود در لوزی خطر) ماده است و مقدار عددی آن از ۱ تا ۴۰ می‌باشد.

تعیین فاکتور مواد در فرایندهایی که فقط حاوی یک ماده خالص هستند به راحتی صورت می‌گیرد. اما از آنجایی که اکثر واحدهای فرایندی حاوی مخلوطی از مواد می‌باشند لذا خطرناکترین ماده موجود در واحد عملیاتی که دارای غلظت قابل توجهی (بیشتر از ۵۰٪) است، تعیین کننده فاکتور مواد مخلوط می‌باشد.

جدول ۳-۱ تعیین MF

معیاری از مقدار انرژی پتانسیل ذاتی آزاد شده در رویداد حریق و انفجار

		واکنش پذیری یا پایداری				
مایع و گاز قابل اشتعال یا قابل احتراق	NFPA 325M or 49	Nr=0	Nr=1	Nr=2	Nr=3	Nr=4
غیر قابل احتراق	N _i =0	1	14	24	29	40
F.P.>200 °F(>93.3 °C)	N _i =1	4	14	24	29	40
F.P.>100 °F(>37.8°C)<=200 °F(<93.3 °C)	N _i =2	10	14	24	29	40
F.P.>=73 °F(>22.8 °C) <100 °F(<37.8 °C) or F.P.<73 °F(<22.8 °C) & B.P.>=100 °F(>=37.8 °C)	N _i =3	16	16	24	29	40
F.P.<73 °F(<22.8 °C) & B.P.<100 °F(<37.8 °C)	N _i =4	21	21	24	29	40
مه یا گرد و غبار قابل احتراق						
St-1(k _{st} <=200bar m/sec)		16	16	24	29	40
St-2(k _{st} =201-300bar m/sec)		21	21	24	29	40
St-3(K _{st} >300bar m/sec)		24	24	24	29	40
جامدات قابل احتراق						
>40 mm thick چگال	N _i =1	4	14	24	29	40
<40 mm thick سبک	N _i =2	10	14	24	29	40
کف، فیبر، پودر و غیره	N _i =3	16	16	24	29	40

عموما انتخاب ماده مورد نظر برای تعیین فاکتور مواد در راکتورها بسیار مشکل است به ویژه در راکتورهای دسته ای یا ناپیوسته ^۶ (در این راکتورها مواد به صورت متوالی به راکتور اضافه می شود) که به واسطه واکنشهای متوالی ترکیب مرتبا در حال تغییر است اما در راکتورهای از نوع پیوسته ^۷ (مواد به طور همزمان و دائم در راکتور جریان دارد) واکنش / واکنشهای یکسانی به طور همزمان در راکتور انجام می شوند، حال با داشتن اشتعال پذیری (Nf)، درجه واکنش پذیری (Nr) و نقطه شعله زنی (F.P) و همچنین نقطه جوش (B.P) هریک از اجزاء مخلوط مواد و با مراجعه به جدول تعیین فاکتور مواد MF، محاسبه می گردد.

نکته چنانچه دمای فرایند بالاتر از F.P^۸ و نیز بالاتر از ۱۴۰F (60°C) باشد به ضریب اشتعال پذیری ماده یک درجه اضافه می کنیم به شرط آنکه این ضریب قبلا کمتر از ۴ باشد و اگر دمای فرایند بالاتر از دمای خود بخود سوزی ماده است یک درجه به ضریب واکنش پذیری ماده اضافه می کنیم به شرط آنکه این ضریب قبلا کمتر از ۴ باشد. مثال ماده ای با درجه اشتعال پذیری ۴ و درجه واکنش پذیری ۲ فاکتور مواد ۲۴ دارد.

دمایی فاکتور مواد:

فاکتور مواد تعیین شده در مرحله بالا برای شرایط دما و فشار محیط می باشد و در صورتیکه ماده در شرایط دمایی بیشتر از ۶۰ درجه سانتیگراد (140F) باشد می بایست از جدول ذیل جهت محاسبه فاکتور ماده استفاده نمود.

جدول ۲-۳ تصحیح دمایی فاکتور مواد

ردیف	N _r	St	N _f
۱			درجه اشتعال پذیری و درجه واکنش پذیری را وارد کنید.
۲			اگر دمای عملیاتی واحد فرآیندی کمتر از ۶۰ درجه سانتیگراد (140°F) است به ردیف ۵ بروید.
۳			اگر دمای عملیاتی بالاتر از نقطه شعله زنی مواد باشد عدد ۱ را در زیر N _f وارد کنید.
۴			اگر دمای عملیاتی بالاتر از دمای خود اشتعالی مواد باشد عدد ۱ را در زیر N _r وارد کنید.
۵			اعداد هر ستون را جمع کنید. اگر جمع هر ستون ۵ شد، عدد ۴ را وارد کنید.
فاکتور موارد تصحیح شده			

⁶ batch

⁷ continue

⁸ Flash Point

۳-۳ محاسبه خطرات عمومی خاص فرایند

برای محاسبه هر یک از فاکتورهای خطرات عمومی و خاص فرایند آیتم های ویژه ای را که نقش مهمی در حوادث حریق و انفجار داشته، بررسی می شوند. برای هریک از این آیتم ها یک محدوده عددی ارائه شده است که به هر یک از این آیتم ها یک محدوده عددی این اعداد فاکتور جریمه یا پنالتی اطلاق می گردد.

۳-۳-۱ فاکتور جریمه

به هر یک از آیتم های مورد نظر برای محاسبه شاخص F&EI Dow بر اساس درجه خطر آن مقادیر عددی ویژه ای به نام پنالتی یا فاکتور جریمه اختصاص یافته است. افزایش فاکتور جریمه بیانگر افزایش شدت یا احتمال ریسک حریق و انفجار و کاهش آن بالعکس، نشانگر کاهش ریسک حریق و انفجار می باشد. چنانچه آیتم مورد نظرهیچگونه تا ثیری بر روی ریسک نداشته باشد، میزان فاکتور جریمه یا پنالتی صفر در نظر گرفته می شود با استفاده از این مقادیر عددی، تفسیر نتایج آسانتر است.

۳-۳-۲ محاسبه خطرات عمومی فرایند

آیتم های مورد نظر برای تعیین این فاکتور و روش های تعیین فاکتور جریمه مربوط به هر یک از آنها به شرح ذیل می باشد:

۳-۳-۲-۱ واکنش های شیمیایی گرمازا

واکنشی که در آن انرژی آزاد می شود. چنین واکنش هایی به دلیل آزاد سازی مقادیر زیادی از گرما یا انرژی ماهیت خطرناکی دارند به ویژه اگر ماده سریعاً تجزیه شده یا کاملاً اکسیده گردد. اگر سرعت تولید گرما از سرعت حذف گرما تجاوز کند به افزایش دما در ماده منجر خواهد شد. واکنش بواسطه افزایش دما شتاب می گیرد و ممکن است به واکنش خارج از کنترل (یک سیستم واکنشی ناپایدار از نظر حرارتی که در آن دما و سرعت واکنش به سرعت افزایش یافته و ممکن است به انفجار منتهی شود). یا تجزیه فوق العاده گرمازا منتهی گردد. بنابراین، ماکزیم مقدار گاز انرژی تولید شده در یک واکنش گرمازا پارامترهای اصلی در برآورد پتانسیل خطرات واکنش پذیری یک ماده هستند. این فاکتور در راکتورها و واحدهای فرایندی که فعل و انفعالات شیمیایی انجام می شود، بررسی می گردد و با افزایش شدت گرمایی واکنش ها فاکتور جریمه نیز افزایش می یابد. عملیات جداسازی مواد در برجها یک

نوع فرایند فیزیکی بوده و فاقد واکنش های شیمیایی گرمازا می باشد. واکنش های گرمازا براساس پتانسیل خطرات خود دارای محدوده فاکتور جریمه، ۰/۳-۱/۲۵ بوده و به دسته های زیر طبقه بندی می شوند:

۱. واکنش های شیمیایی گرمازای خفیف مانند: هیدوژناسیون، هیدرولیز، ایزومریزاسیون، سولفوناسیون و خنثی سازی که دارای فاکتور جریمه، ۰/۳ می باشد
۲. واکنش های شیمیایی گرمازای متوسط مانند: آلکیلایسیون، استریفیکاسیون، واکنش های افزایشی، اکسیداسیون، پلیمراسیون و تراکمی که دارای فاکتور جریمه، ۰/۱۵ می باشند.
۳. واکنش های شیمیایی گرمازای بحرانی مانند هالوژناسیون که دارای فاکتور جریمه ۱ می باشند
۴. واکنش های شیمیایی گرمازای فوق العاده حساس مانند نیتراسیون دارای فاکتور جریمه، ۱/۲۵ می باشند.

۳-۳-۲-۲ واکنشهای شیمیایی گرماگیر

واکنشی که در آن انرژی جذب می شود. انرژی لازم برای فرایندهای گرماگیر از طریق سوختن گاز، مایع، جامد یا جریان الکتریکی و ... می تواند فراهم گردد. در این بخش نوع واکنشی های گرماگیر بررسی می شوند. و عملیات جدا سازی مواد در برج ها یک نوع فرایند فیزیکی بوده و فاقد واکنش های شیمیایی گرماگیر می باشد فاکتور جریمه، در محدوده ۰/۲ الی ۰/۴ بوده و برای هر واکنش گرماگیر که در راکتور رخ می دهد فاکتور جریمه ۰/۲ منظور می گردد و در صورتی که انرژی مورد نیاز واکنش گرماگیر از احتراق یک سوخت جامد، مایع و گاز باشد، فاکتور جریمه ۰/۴ منظور می شود. به عنوان مثال:

۱. واکنش های گرماگیر مانند الکترولیز، پیرولیز، یا کراکینگ، که حرارت ناشی از گاز داغ به صورت غیر مستقیم یا الکتریکی باشد، فاکتور جریمه ۰/۲ در نظر گرفته می شود.
۲. واکنش های گرماگیر مانند کلسیناسیون، پیرولیز یا کراکینگ که حرارت ناشی از سوختن مستقیم باشد فاکتور جریمه ۰/۴ در نظر گرفته می شود.

۳-۲-۳-۳ انتقال و جابجایی مواد

در این مرحله عملیات بارگیری و تخلیه مواد قابل اشتعال، خطر اشتعال پذیری و واکنش پذیری مواد در حین اضافه کردن دستی آنها به تجهیزات فرآیندی و ذخیره گازها و مایعات قابل اشتعال در انبار و محوطه کارخانه بررسی می شود و محدوده فاکتور جریمه، ۰/۲۵-۱/۵ می باشد.

۱. فرآیند بارگیری یا تخلیه مواد قابل اشتعال کلاس I یا مواد شیمیایی LPG همچنین ممکن است ورود هوا در هنگام وارد کردن دستی برخی از واکنش گر ها به راکتور ناپیوسته، گریز از مرکز یا مخلوط کن های ناپیوسته باعث ایجاد خطرات آتش گیری یا واکنش پذیری گردد که در این حالت چه از سیستم گاز خنثی جهت حذف بخارات قابل اشتعال استفاده شود یا نشود، فاکتور جریمه ۰/۵ در نظر گرفته می شود.

۲. در صورتی که مواد شیمیایی با پتانسیلی خطر آتش را در فضای سربسته انبار یا ذخیره سازی در محوطه روباز مخصوص (شامل مخازن نمی شود) نمود، فاکتور جریمه آن در محدوده، ۰/۲۵-۰/۸۵ قرار می گیرد.

۱-۲. گازها یا مایعات قابل اشتعال با درجه اشتعال پذیری ۳ یا ۴ ($N_t=3 \text{ or } 4$) که در ظروفی مانند درامها، سیلندرها، ظروف قابل حمل انعطاف پذیر و قوطی های افشانه (پراکندگی ذرات جامد یا مایع بسیار ریز به شکل کلوئیدی در هوا) هستند. فاکتور جریمه ۰/۸۵ در نظر گرفته می شود.

۲-۲. جامدات قابل احتراق با درجه اشتعال پذیری ۳ ($N_t=3$) دارای فاکتور جریمه، ۰/۶۵ می باشند.

۳-۲. جامدات قابل احتراق با درجه اشتعال پذیری ۲ ($N_t=2$) دارای فاکتور جریمه، ۰/۴۰ می باشند.

۴-۲. مایعات قابل احتراق (روش تست فنجان) دارای فاکتور جریمه ۰/۲۵ هستند.
نکته: اگر هر کدام از محل های نگهداری فوق الذکر فاقد اسپرینکلر باشند به فاکتور جریمه ۰/۲ بیافزایید.

۳-۲-۳-۴ واحدهای فرآیندی سربسته، محصور یا داخل ساختمان

تهویه هوای ساختمان هایی که فرآیندی در آن محصور شد، پارامترهای عملیاتی (دما و مقدار مواد) و خصوصیات فیزیکی - شیمیایی (نقطه زنی شعله و نقطه جوش) ماده فرآوری شده در واحد فرآیندی محصور شده در این بخش مدنظر قرار می گیرد که محدوده فاکتور جریمه، ۰/۹-۰

۰/۲۵ در نظر گرفته می شود. فضای محصور در اینجا به محلی اطلاق می گردد که بصورت دیواره و سقف یا بدون سقف طراحی شده است.

۱. اگر فیلتر یا جمع کننده گرد و غبار در فضای بسته تعبیه شده باشد، فاکتور جریمه، ۰/۵ می باشد.

۲. در صورت جابجایی سیال قابل اشتعال در دمای بالاتر از نقطه شعله زنی در یک فضای محصور، فاکتور جریمه، ۰/۳ در نظر گرفته می شود.

۳. در صورت جابجایی ۱۰۰۰ گالن سیال قابل اشتعال در دمای بالاتر از نقطه شعله زنی در یک فضای محصور، فاکتور جریمه، ۰/۴۵ در نظر گرفته می شود.

۴. در صورت جابجایی LPG یا هر سیال قابل اشتعال در دمای بالاتر از نقطه جوش در یک فضای محصور، فاکتور جریمه، ۰/۶ در نظر گرفته می شود.

۵. در صورت جابجایی بیشتر از ۱۰۰۰ گالن LPG یا هر سیال قابل اشتعال در دمای بالاتر از نقطه جوش در یک فضای محصور، فاکتور جریمه، ۰/۹ در نظر گرفته می شود.

نکته: همه فاکتورهای جریمه بالا در صورتی که تهویه مکانیکی بطور مناسب برای خطرات آتش طراحی شده باشد ۵۰ درصد کاهش می یابد.

۳-۲-۳-۵ دسترسی

طراحی صحیح جاده های اطراف کارخانه، جاده های فرعی داخل کارخانه، فراهم بودن تجهیزات اطفاء حریق اضطراری و محل استقرار واحد فرآیندی به عنوان معیارهای دسترسی سریع به حریق در این بخش بررسی می شوند. برای مثال، چنانچه دسترسی به واحد فرآیندی مورد نظر از طریق یک مانیتور آتش نشانی و جاده ای که از دو طرف به آن واحد فرآیندی منتهی می شود فراهم گردد، فاکتور جریمه دسترسی صفر است. در غیر این صورت با توجه به میزان دسترسی و فراهم بودن تجهیزات اطفاء کننده از جریمه ۰/۲ تا ۰/۳۵ استفاده می شود.

عرض جاده ها و دروازه ها، درجه پیچ جاده ها، ارتفاعات و موانع احتمالی در دسترسی حریق و مانور ماشین های اضطراری موثر می باشند. در ضمن، تعداد ورودی و خروجی بیشتر کارخانه و حذف نقاط مرده در مسیرهای دسترسی از دیگر فاکتورهای مورد توجه در طراحی کارخانه هستند. نزدیکی تجهیزات اطفاء حریق مانند هایدرانت و مانیتور آتش نشانی باعث کاهش زمان دسترسی به حریق و اطفای سریع آن می شوند. فاصله مناسب تجهیزات اطفاء حریق از ساختمان کارخانه ۱۸ تا ۴۵ متر است. همچنین فاصله نصب هایدرانت ها نسبت به هم در نواحی با ریسک بالا، متوسط و کم به ترتیب ۴۵، ۶۵ و ۹۵ متر می باشد.

همه نواحی فرآیندی بیش از ۹۲۵ متر مربع یا انبارهای بیش از ۲۳۱۲ متر مربع که مسیر دسترسی کافی نداشته باشد دارای فاکتور جریمه، ۰/۳۵ هستند.

برای نواحی کوچکتر از قسمت بالا پس از بررسی مهندسی دقیق مسیر دسترسی، بیانگر پتانسیل مشکل کنترل آتش به واسطه عدم دسترسی مناسب باشند می توان از فاکتور جریمه ۰/۲ استفاده نمود.

۳-۳-۲-۶ زه کشی و کنترل نشی

در این بخش حجم مایعات قابل اشتعال/ قابل احتراق واحدهای فرایندی، حجم آب آتش نشانی مورد استفاده در مدت زمان ۶۰ دقیقه، ظرفیت سیستم زه کشی (تخلیه و هدایت آب یا سیال آلوده به خارج از سیستم) موجود، شیب زمین، فاصله واحد فرآیندی تا دهانه مجرای زه کشی، دمای عملیاتی و نقطه شعله زنی مایعات برای بررسی کفایت سیستم زه کشی به منظور دورکردن صحیح نشی مایعات از اطراف واحد های فرآیندی تعیین شدند. محدوده فاکتور جریمه، ۰/۵-۰/۲۵ بوده و هدف از سیستم زه کشی دورکردن و انتقال مایعات قابل اشتعال/ قابل احتراق خروجی از واحد های فرآیندی است. در صورت عدم وجود سیستم مذکور مایعات به طور وسیع و خطرناکی در سطح کارخانه گسترش یافته و در صورت اشتعال باعث افزایش شدت حریق می گردند. در ضمن چنانچه دمای مایعات نشت یافته بالاتر از نقطه شعله زنی آنها باشد، منجر به تشکیل ابری از بخار قابل اشتعال و در صورت فراهم بودن منبع جرقه، تشکیل حریق حوضچه ای خواهد شد. چنانچه شیب زمین به سمت مجرای زه کشی حداقل ۲ درصد و یا یک درصد برای زمین های سفت، حداقل فاصله دریچه مجرای زه کشی تا واحد فرآیندی ۱۵ متر باشد و سیستم زه کشی توانایی پذیرش حجم کل مایعات واحد فرآیندی و آب آتش نشانی برای مدت ۶۰ دقیقه را داشته باشد، فاکتور جریمه صفر است.

جهت محاسبه ظرفیت محل زه کشی می بایست بر اساس راهنمای ذیل عمل گردد:

برای واحدهای فرآیندی و مخازن ذخیره، حجم ۱۰۰٪ بزرگترین مخزن در حال کاملاً پر بعلاوه موارد ذیل در نظر گرفته می شود:

-۱۰٪ حجم بزرگترین مخزن در حالت کاملاً پر

-۳۰ دقیقه جریان آب آتش نشانی

(به عنوان مثال، ۳۰ دقیقه* گالن بر دقیقه (gpm)=گالن آب آتش نشانی)

-میزان بارندگی بر اساس بیشترین میزان در ۲۵ سال گذشته در ۲۴ ساعت شبانه روز.

باند و حصار که به منظور جلوگیری از انتشار نشتی سایر واحد ها طراحی شده، ولی تجهیزات داخل محوطه تحت تأثیر هستند و به طور عمومی محوطه مسطح اطراف واحدهای فرآیندی موجب انتشار نشتی خواهد شد و محوطه‌ی وسیعی را در صورت آتش سوزی در معرض خود قرار خواهد داد.

در صورتی که حوضچه یا کانال در معرض خطوط سرویس‌های جانبی قرارگیرد یا فاصله مورد نیاز رعایت نشده باشد، فاکتور جریمه $0/5$ در نظر گرفته می‌شود.

در صورتی که بعضی از معیارهای بالا به صورت اندک هم رعایت گردد فاکتور جریمه $0/25$ منظور می‌گردد. حال با حاصل جمع فاکتور جریمه های انتخاب شده برای هریک از آیتم های فوق الذکر به اضافه فاکتور پایه (نمره ۱)، فاکتور خطرات عمومی فرآیند (F1) می‌شود.

محاسبه خطرات خاص فرآیند

آیتم های مورد نظر برای تعیین این فاکتور و روش های تعیین فاکتور جریمه مربوط به هر یک از آنها به شرح ذیل می باشد:

۳-۳-۲-۱ مواد سمی

حاصلضرب درجه خطر بهداشتی خطرناکترین جزء موجود در مخلوط مواد شیمیایی واحد فرآیند در عدد $0/2$ تعیین کننده فاکتور جریمه این بخش است. درجه خطر بهداشتی تمام مواد موجود در واحدهای فرآیندی از لوزی خطرات موجود در استاندارد NFPA بدست می‌آید و پس از محاسبه بر اساس فرمول ذیل فاکتور جریمه آن در محدوده $0/8-0/2$ قرار می‌گیرد.

$$N_H * 0/2 = \text{فاکتور جریمه}$$

به عنوان مثال اگر $NH=0$ باشد، فاکتور جریمه، $0/0$ ، اگر $NH=1$ باشد، فاکتور جریمه، $0/2$ ، اگر $NH=3$ باشد، فاکتور جریمه، $0/6$ و در نهایت اگر $NH=4$ باشد، فاکتور جریمه، $0/8$ در نظر گرفته می‌شود.

۳-۳-۳-۲ فشار کمتر از فشار اتمسفر ($<500 \text{ mmHg}$)

در این مرحله خطر ورود هوا و تماس با مواد حساس به رطوبت یا حساس به اکسیژن، یا تشکیل مخلوط قابل اشتعال در واحدهای فرآیندی با فشار مطلق کمتر از 500 میلیمتر جیوه بررسی شده است، به عنوان مثال می‌توان به فرآیند های عریان سازی، بعضی از فرآیندهای کمپرسورها و تعداد کمی از فرآیندهای تقطیر اشاره نمود. فاکتور جریمه آن $0/5$ در نظر گرفته می‌شود.

۳-۳-۳-۳ عملیات یا فعالیت نزدیک محدوده اشتعال مواد

در این شرایط هوا وارد سیستم شده و می تواند یک مخلوط قابل اشتعال خطرناک ایجاد نماید که محدوده فاکتور جریمه در نظر گرفته برای آن، ۰/۳-۰/۸ می باشد و در بخش های ذیل تقسیم بندی می گردد:

ذخیره سازی مایعات قابل اشتعال با درجه خطر ۳ یا ۴ در مخازن ذخیره، هنگامی که هوا در فرآیند پمپ کردن یا سرد شدن ناگهانی مخزن وارد شود. به عنوان مثال شامل تانکرها و کشتی های ذخیره مواد می شود.

نکته: داشتن مسیر تخلیه باز و نبود سیستم گاز خنثی و سیستم تخلیه فشار خلاء و ذخیره سازی مایعات قابل احتراق بالای دمای اشتعال به روش فنجان بسته، فاکتور جریمه، ۰/۵ در نظر گرفته می شود و در صورتی که سیستم گاز خنثی و سیستم بسته بازیافت بخار و تجهیز نسبت به هوا کاملاً آب بندی شده باشد یا اطمینان در خصوص ورود هوا به فضا گردد، فاکتور جریمه صفر خواهد بود و به بخش های زیری مراجعه نمایید. تجهیز یا مخازن نگهداری فرآیندی که تنها در صورت نقص (اشکال عملکردی تجهیزات) نزدیک و یا در معرض شعله خواهند بود دارای فاکتور جریمه ۰/۳ هستند.

فرآیندهای عملیاتی که به صورت طبیعی در یا کنار دامنه شعله قراردارند چه به دلیل امکان ناپذیر بودن سیستم تخلیه یا بصورت عمدی بدون سیستم تخلیه یا حذف هوا باشند دارای فاکتور جریمه ۰/۸ هستند.

۳-۳-۳-۴ انفجار گرد و غبار

افزایش سطح یک جامد قابل احتراق، خطر اشتعال آن را افزایش می دهد. ذرات جامد با قطر کوچکتر از ۱۰ میکرومتر به آهستگی ته نشین نمی شوند و بنابراین گرد و غبار شناور را در هوا تشکیل می دهند. چنین ذراتی رفتاری مشابه گاز دارند و اگر ذرات جامد قابل سوختن باشند مخلوط هوا - گرد و غبار قابل اشتعال را در محدوده های معینی تشکیل می دهند. حدود انفجار ذرات با ترکیب ماده شیمیایی و سایر ذرات متفاوت است. انفجار ذرات فلزی آلومینیوم و منیزیم، انفجار گرد و غبار ذغال سنگ یا شکر نمونه هایی از انفجار گرد و غبار هستند و محدوده فاکتور جریمه در نظر گرفته برابر با ۰/۲۵-۲/۰۰ می باشد.

جدول ۳-۳ فاکتور جریمه ذرات جامد قابل سوختن

اندازه ذرات (میکرون)	دانه بندی ذرات	فاکتور جریمه (اگر از یک گاز خنثی استفاده می شود از ۱/۲ آن استفاده شود)
-------------------------	----------------	--

175+	60 ~ 80	0.25
150 ~ 175	80 ~ 100	0.50
100 ~ 150	100 ~ 151	0.75
75 ~ 100	150 ~ 200	1.25
< 75	> 200	2.00

۳-۳-۵ فشار تخلیه

جریمه فشار عملیاتی و فشار تنظیمی وسیله اطمینان واحد فرآیندی از منحنی و یا استفاده از رابطه ذکر شده ذیل جریمه این بخش محاسبه می‌شود که فاکتور جریمه آن در محدوده، ۰/۱۶-۱/۵۰ می‌باشد. در ضمن با توجه به نوع مواد (گاز های فشرده شده، مایعات قابل اشتعال تحت فشار، گاز های قابل اشتعال مایع شده، مواد با ویسکوزیته زیاد) جریمه فشار عملیاتی تصحیح می‌گردد.

این فاکتور خطر ریزش مواد را در سطوح فشار مختلف در تجهیزات حاوی مایعات با فشار عملیاتی بالاتر از فشار اتمسفر یک ارزیابی می‌کند. وقوع نشتی در دستگاه‌هایی با فشار عملیاتی بالاتر باعث آزاد سازی سریعتر مواد می‌شود. به همین منظور برای تعیین خطر این فاکتور، جریمه فشار تخلیه با توجه به فشار عملیاتی و فشار تنظیم شده هر یک از تجهیزات فرآیندی از منحنی ذیل بدست می‌آید.

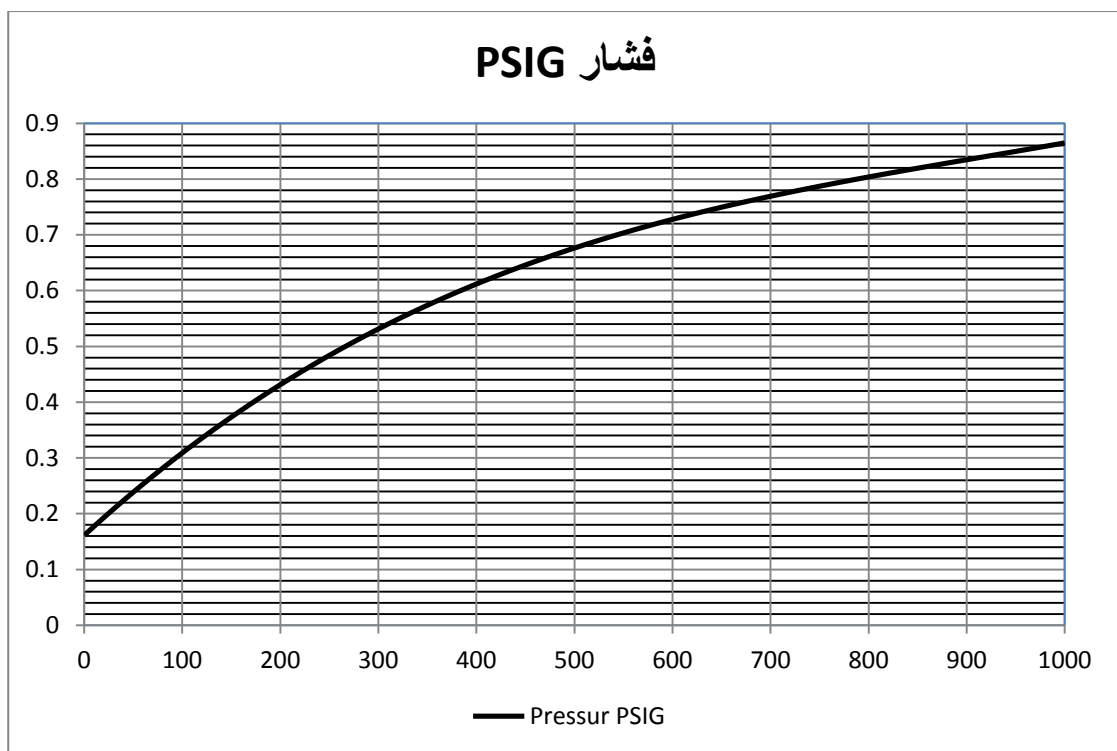
(جریمه فشار عملیاتی * فاکتور تصحیح) * (جریمه فشار تنظیمی / جریمه فشار عملیاتی) =
فاکتور جریمه فشار تخلیه

در صورتی که فشار عملیاتی بین ۰ تا ۱۰۰۰ psig باشد از معادله (3-1) یا نمودار ۳-۱

ذیل فاکتور جریمه محاسبه می‌شود.

$$\text{جریمه} = 0.16109 + 1.61503(p/1000) - 1.42879(p/1000)^2 + 0.5172(p/1000)^3$$

(3-1)



نمودار ۱-۳ فاکتور جریمه فشار عملیاتی

در صورتی که فشار عملیاتی بیش از ۱۰۰۰ psig باشد از جدول (۳-۴) فاکتور جریمه محاسبه می شود.

جدول ۳-۴ فاکتور جریمه فشار عملیاتی بیش از ۱۰۰۰ psig

فاکتور جریمه	فشار (kpa gauge)	فشار (psig)
0.86	6895	1000
0.92	10343	1500
0.96	13790	2000
0.98	17238	2500
1.00	20685 ~ 69950	3000 ~ 10000
1.50	> 68950	> 10000

نکته: نمودار و جدول فوق فقط زمانی استفاده می شوند که نقطه شعله زنی مایعات قابل اشتعال و احتراق پائین تر از ۶۰ درجه سانتیگراد باشد و برای سایر مواد می بایست از ضرایب تصحیح این جریمه که به شرح ذیل می باشد، استفاده نمود.

موادی با ویسکوزیته بالا مثل قیر، آسفالت و روغن های روان کننده سنگین باعث کاهش پراکنش مواد در حین نشتی می شوند. در نتیجه برای چنین موادی از حداقل ضریب تصحیح که برابر است با (۰/۷ * فاکتور جریمه) در نظر گرفته می شود.

برای گازهای فشرده مورد استفاده به تنهایی یا مایعات قابل اشتعال تحت فشار بوسیله سایر گازها تا ۱۵ psig دارای ضریب تصحیح برابر با (۱/۲۰ * فاکتور جریمه) می باشند. گاز های قابل اشتعال مایع شده مانند نفتا، پنتان و ریفرمیت در دمایی بالاتر از دمای جوش خود فرآوری می شوند. لذا در چنین شرایطی سرعت و مقدار پراکنش مواد در حین نشتی بسیار قابل توجه بوده و حداکثر ضریب تصحیح که برابر است با (۱/۳۰ * فاکتور جریمه) در نظر گرفته می شود.

جهت واحد های فرآیندی روزن رانی کردن (اکستروژن: فرآیندی که یک ماده جامد، نیمه نرم، سرد یا داغ با اعمال نیرو، تبدیل به قطعاتی با اشکال مختلف و دلخواه می شود) و قالب گیری فاکتور جریمه صفر در نظر گرفته می شود.

نکته قابل توجه در مورد آیتم فشار تخلیه این است که فقط در مورد تجهیزات حاوی مایعات هیدروکربنی قابل کاربرد است. زیرا در این تجهیزات احتمال جوشیدن مایعات و افزایش فشار زیاد احتمال می رود. از آنجایی که خطر ریزش مواد در فشار های بالاتر افزایش می یابد، نگهداری و طراحی چنین تجهیزاتی بسیار بحرانی و مهم است. برای مثال، سیستم هایی که در فشارهایی بالاتر از ۳۰۰۰ psig کار می کنند از آب بندهای ویژه ای در فلنجهای آنها استفاده می شود.

۳-۳-۳-۶ دمای پایین و کم

احتمال شکنندگی فولاد در فرآیند های کم دما با توجه به جنس و دمای شکست فولاد، جریمه فاکتور دمای کم که در محدوده ۰/۳ - ۰/۲ می باشد را مشخص می کند. جنس فولاد در هر یک از واحد های فرآیندی از اسناد بازرسی فنی و نقشه های کارخانه بدست می آید.

در صورتی که مواد استفاده شده در فرآیند به شکل مناسب جهت شرایط دمایی پایین تر انتخاب شده باشند و معیارهای ذیل را نیز داشته باشد، فاکتور جریمه صفر در نظر گرفته می شود.

یک ارزیابی دقیق و با احتیاط در زمان ساخت صورت پذیرفته شده باشد و احتمال دمای پایین، درجه حرارت انتقالی در شرایط نرمال و غیر نرمال بهره برداری نباشد.

تجهیزات طراحی شده، ساخت و ساز و بهره برداری مطابق با استاندارد که پتانسیل شکستگی ترد (نشت یک ماده جامد بدون تغییر شکل مومسان و یا تغییر شکل کم) (در مقایسه با شکست نرم) به کار می رود را در نظر گرفته است و انجام شده باشد.

حداقل دمای فلز کمتر از ۱۸- و بیشتر از ۲۹- درجه سانتیگراد بوده و ضخامت فلز کمتر از ۰/۵ اینچ و پیروی از قوانین کرده باشد.

در صورتی که معیارهای بالا رعایت نشود فاکتور جریمه مطابق ذیل می باشد:

۱. برای فرآیندهایی که در ساخت آنها از کربن استیل استفاده شده و دما پایین تر از حداقل دمای شکستگی نرم / شکستگی ترد باشد، فاکتور جریمه، ۰/۳ در نظر گرفته می شود. در صورتی که حداقل دمای طراحی مشخص نیست و هیچ گونه اطلاعاتی وجود ندارد، حداقل دما را ۱۰ درجه سانتیگراد در نظر بگیرید.
۲. برای سایر مواد کربن استیل که دمای عملیاتی در یا پایین تر از درجه حرارت انتقالی باشد، فاکتور جریمه ۰/۲ محسوب می گردد.

۳-۳-۳-۷ مقدار مواد قابل اشتعال / ناپایدار

گرمای سوختن مقدار مواد آزاد شده از بزرگترین خط لوله متصل به واحد فرآیندی در مدت زمان ۱۰ دقیقه، متغیر مورد نیاز برای محاسبه جریمه مقدار قابل اشتعال است. با استفاده از این متغیر و رجوع به منحنی و نمودار یا استفاده از رابطه ذیل، جریمه این بخش مشخص می گردد. جهت تبدیل واحد BTU/lb به cal/ gm mol از رابطه ذیل استفاده می گردد:

$$\text{وزن مولکولی} / 1800 * \text{BTU/lb}$$

۱. مایعات، گازها و مواد واکنش پذیر در فرآیند

این بخش شامل موادی است که در زمان نشستی، ایجاد خطر آتش سوزی یا در صورتی که آتش نگیرد به فضای مواد شیمیایی واکنش پذیر ایجاد نماید. این نکته حائز اهمیت از که ماده مذکور می بایست در فاکتور ماده در نظر گرفته شده باشد و دارای شرایط ذیل باشد:

- مایعات قابل اشتعال و مایعات قابل احتراق با نقطه اشتعال پایین تر از ۶۰ درجه سانتیگراد.

- گاز های قابل اشتعال

- گاز های قابل اشتعال مایع شده

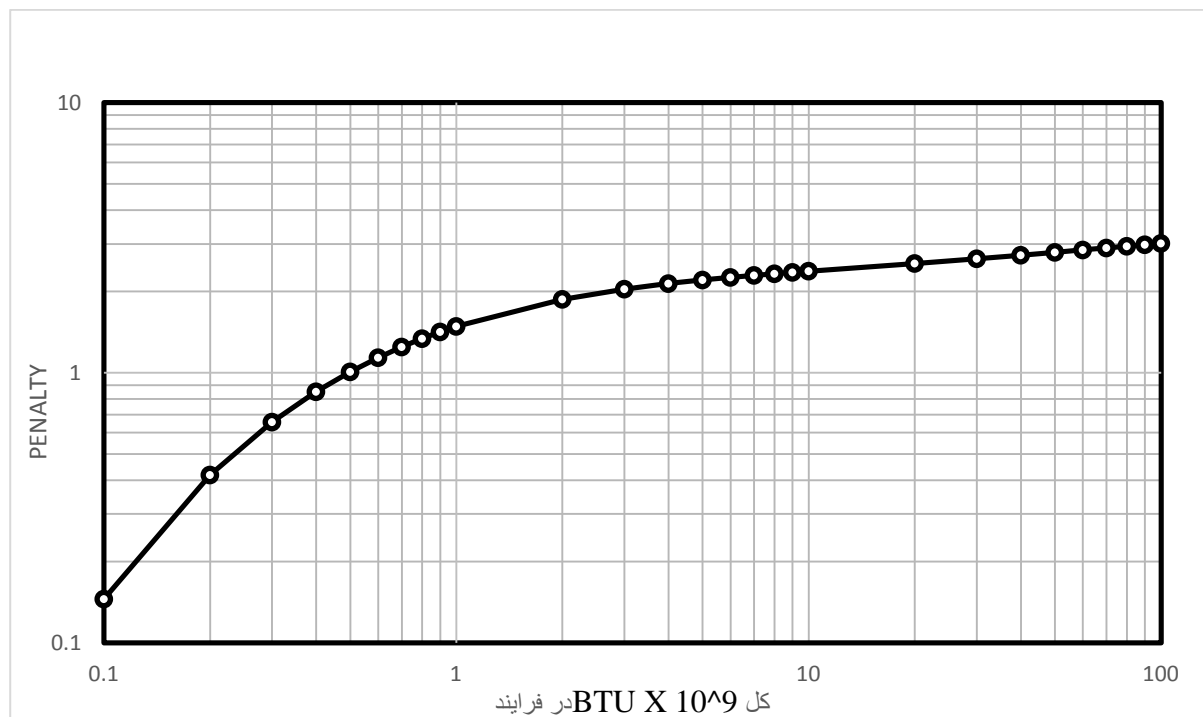
- مایعات قابل احتراق که نقطه اشتعال آنها در روش فنجان بسته بالاتر از ۶۰ درجه سانتیگراد بوده و دمای فرآیندی بیشتر از نقطه اشتعال ماده باشد.

- مواد واکنش پذیر با درجه ۲، ۳ یا ۴.

$$\text{Log}(Y) = 0.17179 + 0.42988 (\text{Log}X) - 0.37244 (\text{Log}X)^2 + 0.17712 (\text{Log}X)^3 - 0.02998 (\text{Log}X)^4 \quad (3-2)$$

Y: فاکتور جریمه

X: کل انرژی فرآیند با واحد $\text{BTU} \times 10^9$ می باشد.



نمودار ۲-۳ فاکتور جریمه مایعات یا گاز قابل احتراق

۲. مایعات و گاز های ذخیره شده (خارج از واحد فرآیندی)

این برای حالتی که مایعات و گاز های ذخیره شده خارج از واحد فرآیندی نگهداری می شوند که میزان فاکتور جریمه آن از حالتی که در داخل واحد فرآیندی باشد کمتر است. در صورتی که ۲ یا بیشتر از مخازن در یک باند بدون حوضچه زه کشی واقع شده باشند جهت محاسبه فاکتور جریمه می بایست از مجموع کلیه BTU مخازن استفاده شود.

- گازهای مایع شده

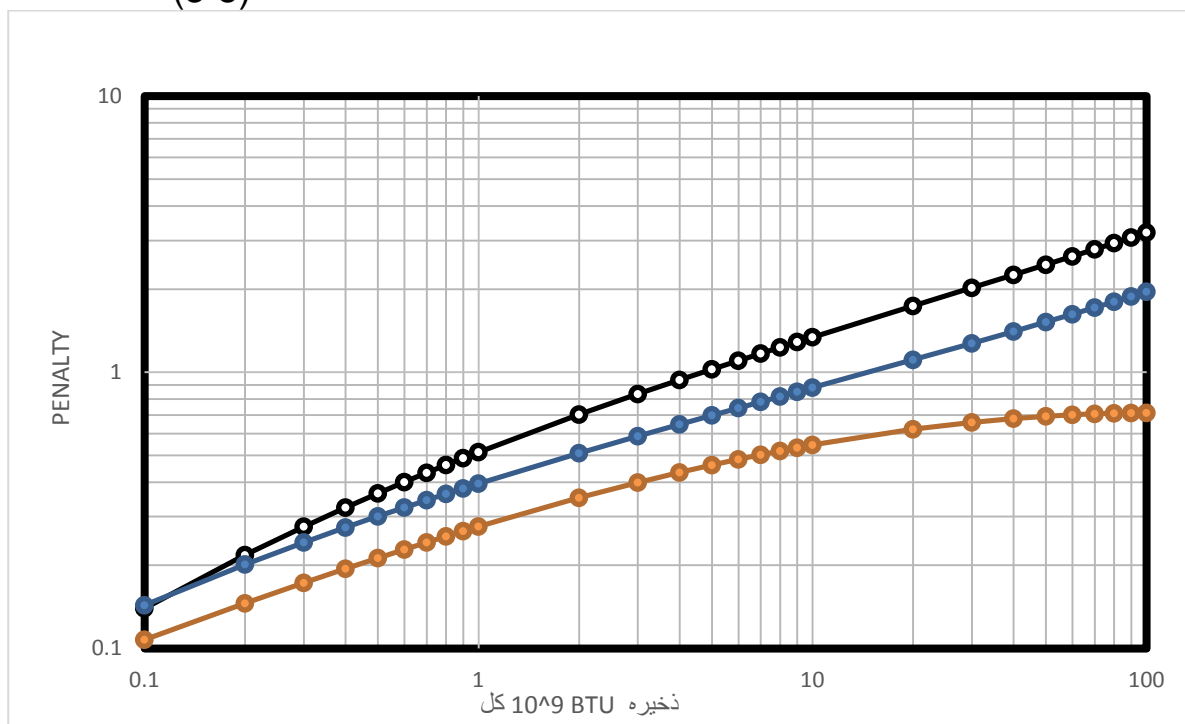
$$\text{Log}(Y) = -0.289069 + 0.47217 (\text{Log}X) - 0.074585 (\text{Log}X)^2 + 0.018641 (\text{Log}X)^3 \quad (3-3)$$

- مایعات قابل اشتعال کلاس I (نقطه اشتعال کمتر از ۱۰۰ درجه فارنهایت)

$$\text{Log}(Y) = -0.403115 + 0.378703 (\text{Log}X) - 0.046402 (\text{Log}X)^2 + 0.015379 (\text{Log}X)^3 \quad (3-4)$$

- مایعات قابل احتراق کلاس II (نقطه اشتعال بین ۱۰۰ و ۱۴۰ درجه فارنهایت)

$$\text{Log}(Y) = -0.558394 + 0.36332 (\text{Log}X) - 0.057296 (\text{Log}X)^2 + 0.057296 (\text{Log}X)^3 \quad (3-5)$$



نمودار (۳-۳) فاکتور جریمه مایعات و گاز های ذخیره شده (خارج از واحد فرآیندی)

۳. جامدات ذخیره شده / گرد و غبار (داخل واحد فرآیندی)

- موادی با دانسیته کمتر از 10 lb/ft³

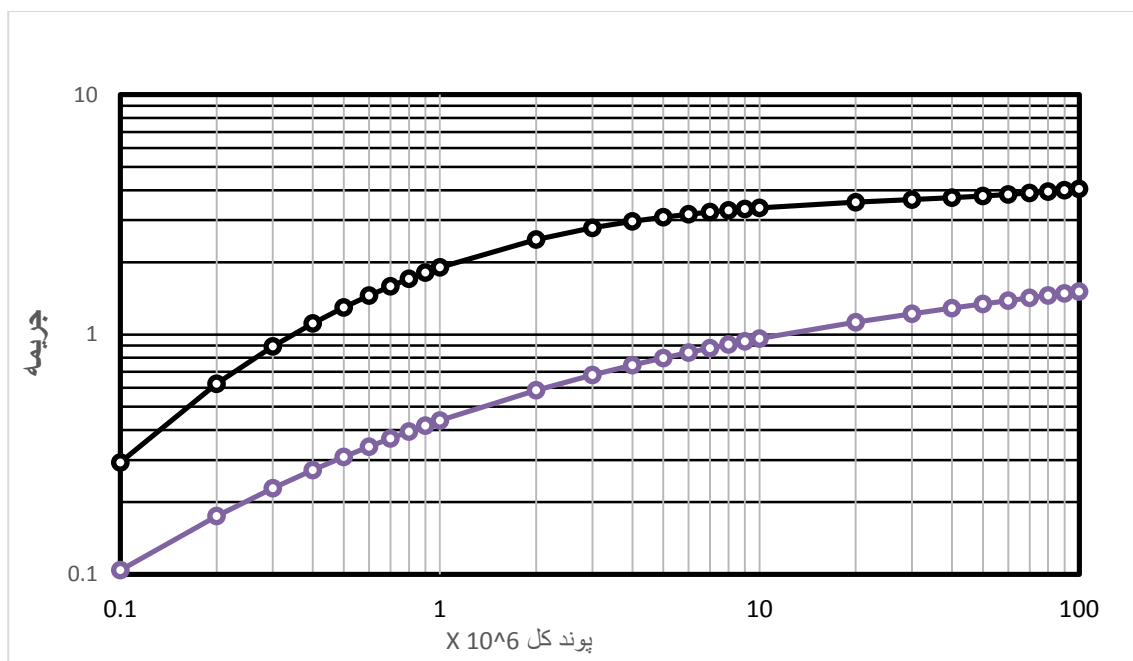
$$\text{Log}(Y) = 0.280423 + 0.464559 (\text{Log}X) - 0.28291 (\text{Log}X)^2 + 0.066218 (\text{Log}X)^3 \quad (3-6)$$

موادی با دانسیته بیشتر از 10lb/ft³

$$\text{Log}(Y) = -0.358311 + 0.459926 (\text{Log}X) - 0.141022 (\text{Log}X)^2 + 0.02276 (\text{Log}X)^3 \quad (3-7)$$

Y: فاکتور جریمه

X: کل انرژی در مخازن با واحد 10⁹ BTU می باشد.



نمودار ۳-۴ فاکتور جریمه جامدات ذخیره شده / گرد و غبار (داخل واحد فرآیندی)

۳-۳-۳-۸ خوردگی و فرسایش

سرعت خوردگی تجهیزات بر اساس نتایج گزارشات ضخامت سنجی توسط دستگاه اولتراسونیک بدست آمده و جریمه بر اساس آن تعیین می‌شود. در راهنمای Dow برای سرعت های مختلف خوردگی جریمه های جداگانه ای ارائه شده است. با افزایش سرعت خوردگی فاکتور جریمه نیز افزایش می‌یابد. که محدوده فاکتور جریمه، ۰/۷۵ - ۰/۱ می‌باشد.

برای زمانی که سرعت خوردگی کمتر از 0.5 mm/year با ریسک حفره دار شده یا خوردگی عمیق یا فرسایش موضعی باشد، فاکتور جریمه، ۰/۱۰ در نظر گرفته می‌شود و برای زمانی که سرعت خوردگی بیشتر از 0.5 mm/year و کمتر از 1.0 mm/year باشد، فاکتور جریمه، ۰/۲۰ در نظر گرفته می‌شود.

اگر از پوشش های محافظتی در جهت جلوگیری از رنگ زدایی محصول استفاده شود، فاکتور جریمه صفر در نظر گرفته می‌شود و چنانچه احتمال شکافتن بدنه فلزی دستگاه به واسطه ترکیبی از استرس - خوردگی وجود داشته باشد از فاکتور جریمه ۰/۷۵ استفاده می‌گردد. در فرآیند هایی که بدنه تجهیزات به مدت طولانی در معرض بخارات کلر قرار دارند احتمال چنین پدیده ای وجود دارد.

۳-۳-۳-۹ نشتی از اتصالات و آب بندها

نشتی از آب بندهای پمپ، شفت‌های دوار و فلنجه‌ها به ویژه در فرآیندهایی که دما و فشار بطور مکرر تغییر می‌کند. همچنین نقش طراحی واحد فرآیندی تحت مطالعه به واسطه کاربرد وسایلی نظیر اتصالات انبساطی و شیشه‌های دید بر روی نشتی در این بخش بررسی می‌گردد. کاربرد وسایلی نظیر چشمی شیشه‌ای، اتصالات آکاردیونی یا اتصالات انبساطی در طراحی واحد فرآیندی حداکثر جریمه ۱/۵۰ را به خود اختصاص می‌دهد، برای فرآیندهایی که مشکل نشتی از پمپ‌ها، کمپرسورها و اتصالات فلنج به صورت معمول وجود داشته و فرآیندهایی که تغییرات حرارتی و فشار بصورت تناوبی اتفاق افتد، جریمه ۰/۳ در نظر گرفته می‌شود، و اگر مواد استفاده شده در فرآیند ماهیت نفوذ کننده یا یک شیرابه ساینده به گونه‌ای باشد که اشکالات متناوب برای آب بندی نماید و در واحد فرآیندی از شفت دوار دارای آب بندی و پکینگ استفاده شود، جریمه آن ۰/۴ در نظر گرفته می‌شود و نشتی جزئی از آب بند و پمپها حداقل جریمه ۰/۱۰ را دریافت می‌کند.

۳-۳-۳-۱۰ تجهیزات مشتعل

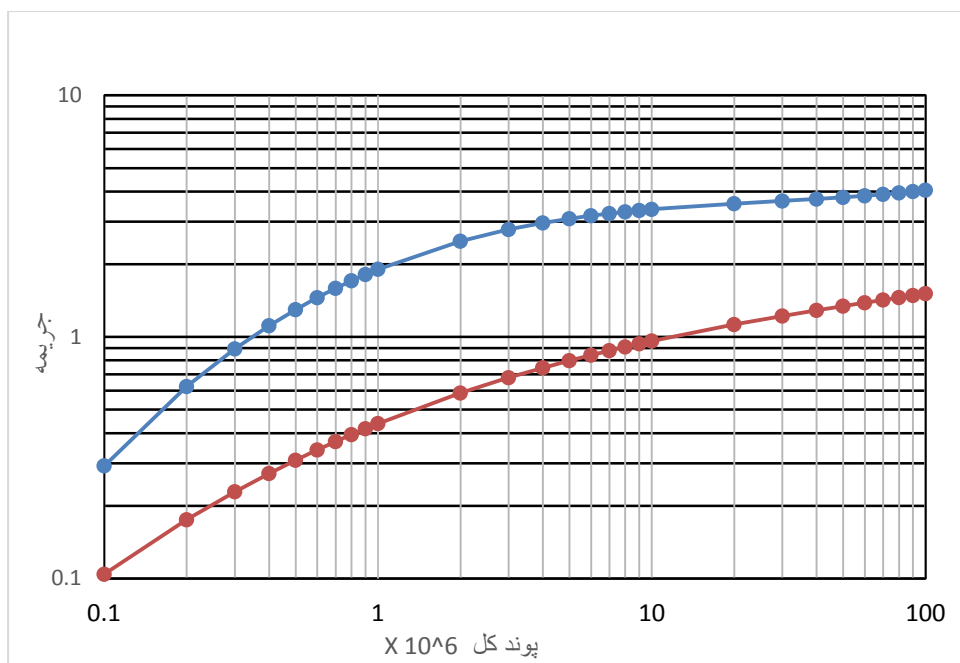
فاصله نقطه نشتی احتمالی از واحد فرآیندی تا دستگاه مشتعل، دمای عملیاتی، نقطه شعله زنی و نقطه جوش مواد واحد فرآیندی تحت بررسی پارامترهای لازم برای رجوع به منحنی‌های شکل یا معادلات ذیل برای تعیین جریمه می‌باشند. چنانچه موادی با دمای بالاتر از نقطه شعله زنی خود آزاد شوند به زمانی برای بخار شدن و پراکنش نیاز دارند. در این شرایط فاکتور جریمه در مقایسه با شرایطی که دمای عملیاتی بالاتر از دمای جوش مواد است به مراتب کمتر می‌باشند. برای مواد آزاد شده بیش از نقطه اشتعال و گرد و غبار قابل احتراق از فرمول و نمودار ذیل استفاده می‌گردد.

$$\text{Log}(Y) = -3.3243 (X/210) + 3.75127 (X/210)^2 - 1.42523 (X/210)^3 \quad (3-8)$$

۱. برای مواد آزاد شده بیش از نقطه جوش از فرمول و نمودار ذیل استفاده می‌گردد.

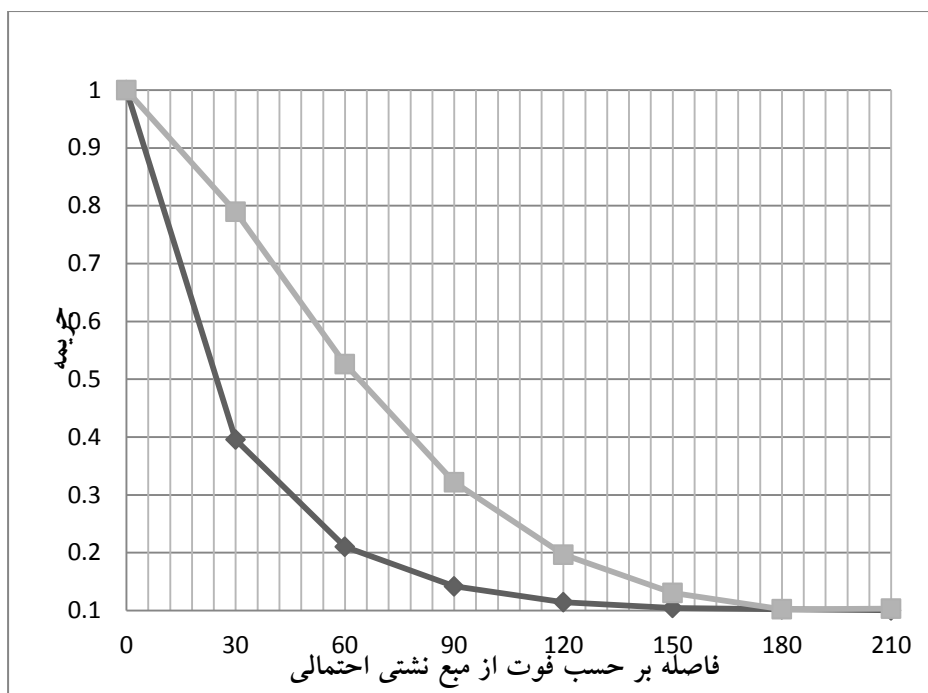
$$\text{Log}(Y) = -0.3745 (X/210) - 2.70212 (X/210)^2 + 2.09171 (X/210)^3 \quad (3-9)$$

Y: فاکتور جریمه X: فاصله با واحد فوت می‌باشد.



نمودار ۳-۵ فاکتور جریمه نشتی احتمالی از نقطه اشتعال و گرد و غبار قابل احتراق

نکته: اگر خود تجهیز مشعل در ارزیابی مد نظر باشد فاصله را صفر در نظر می‌گیریم و اگر تجهیز مواد قابل اشتعال و احتراق را گرم کند، فاکتور جریمه را ۱ در نظر می‌گیرند. اگر مواد فوق به میزان نقطه اشتعال آن گرم نشوند، این پناهی برای نواحی اطراف آتش کاربردی ندارد. ضمناً، هروضعیت دیگر تحت پوشش این بخش شامل مواد فرآیندی زیر نقطه اشتعال باشد، فاکتور جریمه صفر می‌شود. اگر قسمتی از تجهیزات مشعل در داخل فرآیند قرار گرفته باشد و ممکن است مواد انتخاب شده بر اساس MF در واحد فرآیندی بالاتر از نقطه اشتعال آن منتشر شود، فاکتور جریمه را صرف نظر از فاصله، به میزان حداقل که همان ۰/۱ است، در نظر گرفته می‌شود.



نمودار ۶-۳ جریمه برای تجهیزات در داخل حریق - فاصله از نشتی

۱۱-۳-۳-۳ سیستم مبدل گرمایی روغن داغ

از آنجایی که اغلب سیالات داغی که برای تبادل حرارت در مبدلها استفاده می‌شوند قابلیت احتراق دارند و دائما در دماهایی بالای نقطه شعله زنی یا نقطه جوش خود به کار می‌روند، این مواد باعث افزایش ریسک در واحدهای فرآیندی مورد استفاده می‌شوند. مقدار حجمی و دمای سیال داغ به کار برده شده برای تبادل حرارت در واحد فرآیندی تعیین می‌شود. سپس با دانستن نقطه شعله زنی و نقطه جوش سیال و رجوع به جدول ذیل، جریمه ویژه ای اختصاص می‌یابد که در محدوده، ۰/۱۵-۱/۱۵ قرار دارد.

جدول ۵-۳ جریمه دماهایی بالای نقطه شعله زنی یا نقطه جوش

جریمه برای دمای بالاتر از نقطه جوش سیال داغ	جریمه برای دمای بالاتر از نقطه شعله زنی سیال داغ	مقدار سیال داغ (متر مکعب)
۰/۲۵	۰/۱۵	< ۱۸/۹
۰/۴۵	۰/۳۰	۱۸/۹ - ۳۷/۹
۰/۷۵	۰/۵۰	۳۷/۹ - ۹۴/۶
۱/۱۵	۰/۷۵	> ۹۴/۶

نکته: این فاکتور جریمه برای روغن داغ غیر قابل احتراق یا سیالات قابل احتراق استفاده شده در زیر نقطه اشتعال صفر می‌باشد. مقدار سیال داغ جهت محاسبه فاکتور جریمه بر اساس زمان ۱۵ دقیقه نشتی یا میزان سیال داغ در یک سیستم فعال گردشی می‌باشد.

۳-۳-۱۲ تجهیزات دوار

پمپ‌های با توان بالاتر از ۷۵ hp (۵۵/۸ kw) و کمپرسورهایی با توان بالاتر از ۶۰۰ hp (۴۴۷ kw) در هر یک از واحد‌های فرآیندی تحت بررسی شناسایی شدند. واحد‌های فرآیندی با تجهیزات فوق‌الذکر جریمه ۰/۵ را دریافت می‌کنند. در ضمن، احتمال ایجاد گرمایی زیاد در فرآیند‌هایی که پمپ‌های آن نقش هدایت ماده سرد کننده را برای خنک کردن واحد فرآیندی دارند همچنین سایر تجهیزات دوار با سرعت بسیار بالا مانند سانتریفیوژها در این بخش بررسی می‌شود.

حال با حاصل جمع فاکتور جریمه‌های انتخاب شده برای هر یک از آیت‌های بخش خطرات خاص فرآیندی به اضافه فاکتور پایه (نمره ۱)، فاکتور خطرات عمومی فرآیند (F2) محاسبه می‌شود.

محاسبه خطرات واحد فرآیند (F3)

حاصل ضرب فاکتور خطرات عمومی و خطرات خاص فرآیند، فرآیند خطرات واحد فرآیندی است.

$$F3 = F1 * F2 \quad (3-10)$$

تعیین شاخص حریق و انفجار Dow

حاصل ضرب فاکتور خطرات واحد در فاکتور مواد عدد شاخص حریق و انفجار Dow را مشخص می‌کند.

$$F\&EI = F3 * MF \quad (3-11)$$

تعیین درجه خطر

بر طبق راهنمای Dow حداقل و حداکثر این شاخص به ترتیب برابر ۱ و ۳۲۰ می‌باشد که طبقه بندی شدت ریسک حریق و انفجار با توجه به شاخص Dow در جدول (۳-۶) مشاهده می‌شود. (۱۶)

جدول ۳-۶ طبقه بندی شدت ریسک حریق و انفجار

درجه خطر	F&EI Dow
کم	۱ - ۶۰
خطر محدود	۶۱ - ۹۶
متوسط	۹۷ - ۱۲۷
زیاد	۱۲۸ - ۱۵۸
شدید	بیشتر از ۱۵۹

جدول ۳-۷ محاسبه مجموع فاکتور جریمه

موقعیت:		واحد تولید کننده:	واحد فرآیندی:
شرایط عملیاتی:		مواد واحد فرآیندی:	ماده/ مواد اصلی جهت تعیین فاکتور مواد:
فاکتور مواد:		فاکتور مواد تصحیح شده:	
تهیه کننده:		بازنگری کننده:	تاریخ:
۱- خطرات عمومی فرآیند		حدود فاکتور جریمه	فاکتور جریمه انتخاب شده
فاکتور پایه		۱	
۱. واکنش شیمیایی گرمازا		۰/۳۰-۱/۲۵	
۲. فرآیند های گرماگیر		۰/۲۰-۰/۴۰	
۳. انتقال، جابجایی و انبار کردن مواد		۰/۲۵-۱/۰۵	
۴. واحد های فرآیندی محصور شده یا داخلی		۰/۲۵-۰/۹۰	
۵. دسترسی		۰/۲۰-۰/۳۵	
۶. زه کشی و کنترل نشتی		۰/۲۵-۰/۵۰	
فاکتور خطرات عمومی فرآیند (F1)			
۲- خطرات خاص فرآیند			
فاکتور پایه		۱	
۱. مواد سمی		۰/۲۰-۰/۸۰	
۲. فشار کمتر از اتمسفر ($< 500 \text{ mmHg}$)		۰/۵۰	
۳. عملیات نزدیک محدوده اشتعال مواد <input type="checkbox"/> گاز خنثی <input type="checkbox"/> عدم گاز خنثی <input type="checkbox"/>		۰/۳۰-۰/۸۰	

-	محوطه مخازن نگهداری مایعات قابل اشتعال	۰/۵۰	
-	فرآیند که تنها در زمان نقص عملکردی تجهیزات در معرض اشتعال است	۰/۳۰	
-	وجود دائمی محدوده قابل اشتعال	۰/۸۰	
۴.	انفجار گرد و خبار	۰/۲۵-۲/۰۰	
۵.	فشار تخلیه	۰/۱۶-۱/۵۰	
۶.	میزان فشار بهره برداری (برحسب psig یا kpa): میزان فشار تنظیمی تخلیه (برحسب psig یا kpa):		
۷.	دمای پایین و کم	۰/۲۰-۰/۳۰	
۸.	مقدار مواد قابل اشتعال/ ناپایدار مقدار (برحسب پوند یا کیلوگرم): Hc: BTU/lb or Kcal/Kg		
-	گاز ها یا مایعات در واحد های فرآیندی		
-	گاز ها یا مایعات در مخازن ذخیره		
-	جامدات قابل احتراق در مخازن ذخیره، گرد و غبار در فرآیند		
۹.	خوردگی و فرسایش	۰/۱۰-۰/۷۵	
۱۰.	نشتی از اتصالات و آب بند ها	۰/۱۰-۱/۵۰	
۱۱.	استفاده از تجهیزات مشعل		
۱۲.	سیستم مبدل گرمایی روغن داغ	۰/۱۵-۱/۱۵	
۱۳.	تجهیزات دوار	۰/۵۰	
	فاکتور خطرات خاص فرآیند (F2)		
	فاکتور خطرات واحد فرآیند $F1 * F2 = F3$		
	شاخص حریق و انفجار Dow $F3 * MF = F\&EI$		

جدول ۳-۹ فرم خلاصه تجزیه و تحلیل ریسک واحد فرآیندی

۱.	شاخص حریق و انفجار
۲.	شعاع تماس (متر)
۳.	ناحیه تماس (متر مربع)
۴.	ارزش تجهیزات ناحیه تماس \$
۵.	فاکتور آسیب
۶.	محتمل ترین خسارت پایه (حاصلضرب ردیف ۴ و ۵)
۷.	فاکتور اعتبار کنترل ضرر و زیان
۸.	محتمل ترین خسارت واقعی (حاصلضرب ردیف ۶ و ۷)
۹.	محتمل ترین روزهای از دست رفته
۱۰.	خسارت تعلیق تولید \$

جدول ۳-۱۰ فرم خلاصه تجزیه و تحلیل ریسک واحد صنعتی

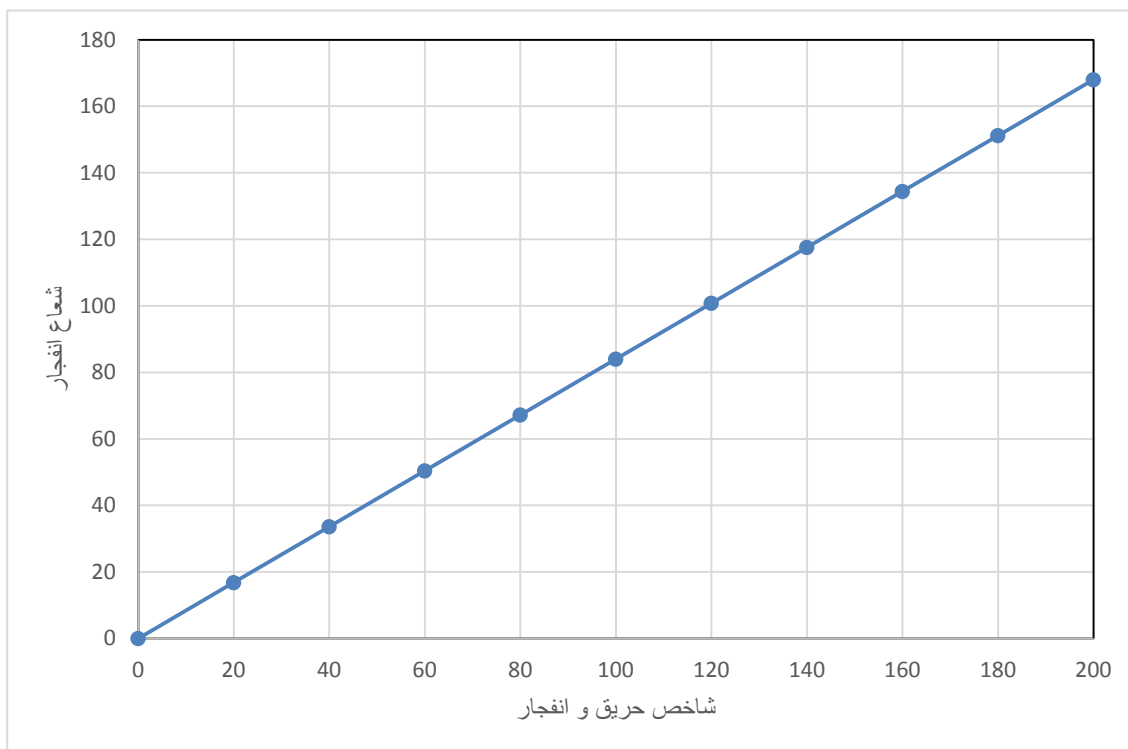
موقعیت		دسته بندی		مساحت منطقه	
نوع فعالیت کاری		واحد صنعتی		محل	
تاریخ		مجموع تولید. ارزش جایگزینی واحد		راه اندازی	
BI3 اتلاف \$MM	روزهای خارج از سرویس	Actual MPPD1 \$MM	Base MPPD \$MM	سطح در معرض انفجار	F&EI شاخص حریق

تعیین شعاع و ناحیه تماس با خطر حریق و انفجار

با استفاده از شاخص F&EI و رجوع به نمودار یا معادله ذیل، شعاع در معرض خطر حریق و انفجار در اطراف هر یک از واحد های فرآیندی تعیین می گردد. دایره ای با شعاع مذکور مساحت در معرض خطر را مشخص می سازد.

$$(ft) = 0.84 * (F\&EI) \quad (3-13)$$

$$(ft^2) = IIR^2 \quad (3-14)$$



نمودار ۳-۷ شعاع انفجار بر اساس شاخص انفجار

تعیین ارزش ناحیه در تماس

هزینه های جایگزینی تجهیزات موجود در ناحیه تماس با خطر حریق و انفجار که در هر یک از واحد های فرآیندی با تجهیزات نو می شوند و همچنین شامل مواد موجود، می باشد. مبلغ فوق مختص تجهیزاتی است که در اثر حریق و انفجار نابود می شوند. قابل ذکر است که کل تجهیزات موجود در ناحیه تماس به واسطه وقوع حریق و انفجار در یک واحد فرآیندی تخریب نمی شوند. لذا بر اساس تجارب کسب شده از حوادث گذشته پتانسیل ذاتی مواد واحد فرآیندی (فاکتور مواد) و فاکتور خطرات واحد (F3) در تعیین درصد آسیب به ناحیه تماس نقش دارند.

$$\text{Replacement Value} = \text{Original Cost} * 0.82 * \text{Escalation Factor} \quad (3-15)$$

Escalation : صعود خاص قیمت ها. این امکان وجود دارد که هر یک از اقلام ورودی شرکت با نرخ مشخصی طی سال های مختلف رشد داشته باشند که این نرخ معمولاً طی دوره زمانی عمر پروژه ثابت می باشد. عموماً این واژه در مورد افزایش قیمت یک قلم از هزینه ها (در آمد ها) نسبت به افزایش عمومی قیمت ها به کار برده می شود. نرخ تورم بیانگر یک افزایش عمومی قیمت ها در یک سال خاص در مورد واحد پول داخلی و یا خارجی می باشد که از یک شاخص عمومی از جمله شاخص قیمت مصرف کنندگان تبعیت می کند. یک قسمت می تواند هم تآثر از تورم و هم صعود خاص قیمت ها باشد و این دو با هم منافاتی ندارد.

فاکتور ۰/۸۲ تخفیفی برای اقلامی که هزینه جایگزینی و یا خسارت، ندارند، مانند هزینه تجهیزات زیر زمینی، جاده ها، فونداسیون، آماده سازی سایت و هزینه های مهندسی شامل این ارزش نمی شوند ولی ممکن است بر اثر برآورد دقیق آنها این فاکتور تغییر نماید. البته روش های دیگری مثل برآورد دقیق هزینه های تک تک تجهیزات موجود در ناحیه تماس برای محاسبه ارزش جایگزین وجود دارد اما این روش خیلی زمان بر است و عمدتاً در کارخانجات جدید مناسب می باشد.

تعیین فاکتور خسارت

از آنجایی که کل تجهیزات موجود در ناحیه تماس به واسطه رویداد حریق و انفجار تخریب نمی شوند فاکتور آسیب یا درصد آسیب با استفاده از فاکتور مواد و فاکتور خطرات واحد و رجوع به منحنی های ذیل تعیین می گردد.

a.Material Factor 1:

$$Y = 0.003907 + (0.002957 * X) + (0.004031 * X^2) - (0.00029 * X^3) \quad (3-16)$$

b.Material Factor 4:

$$Y = 0.025817 + (0.019071 * X) - (0.00081 * X^2) - (0.00029 * X^3) \quad (3-17)$$

c.Material Factor 10:

$$Y = 0.098582 + (0.017596 * X) + (0.000809 * X^2) - (0.000013 * X^3) \quad (3-18)$$

d.Material Factor 14:

$$Y = 0.20592 + (0.017596 * X) + (0.007628 * X^2) - (0.00057 * X^3) \quad (3-19)$$

e.Material Factor 16:

$$Y = 0.256741 + (0.019886 * X) + (0.011055 * X^2) - (0.00088 * X^3) \quad (3-20)$$

f.Material Factor 21:

$$Y = 0.340314 + (0.076531 * X) + (0.003912 * X^2) - (0.00073 * X^3) \quad (3-21)$$

g.Material Factor 24:

$$Y = 0.395755 + (0.096443 * X) - (0.00135 * X^2) - (0.00038 * X^3) \quad (3-22)$$

h.Material Factor 29:

$$Y = 0.484766 + (0.094288 * X) - (0.00216 * X^2) - (0.00031 * X^3) \quad (3-23)$$

i. Material Factor 40:

$$Y = 0.554175 + (0.080772 * X) + (0.000332 * X^2) - (0.00044 * X^3) \quad (3-24)$$

فاکتور خسارت نشان دهنده تاثیر کلی آتش به همراه آسیب انفجار ناشی از انتشار سوخت یا انرژی واکنشی یک واحد فرآیند است.

تعیین حداکثر پایه خسارت احتمالی اموال

خسارت پایه خسارتی است که بدون در نظر گرفتن اقدامات ایمنی و کنترلی موجود برآورد می‌شود. اما از آنجایی که هر واحد فرآیندی به یکسری از اقدامات کنترلی مجهز می‌باشد، خسارت واقعی همیشه کمتر از خسارت پایه است. بنابراین متناسب با بهبود ویژگی‌های کنترلی، میزان خسارت واقعی کاهش می‌یابد. محتمل‌ترین خسارت پایه از حاصلضرب فاکتور آسیب در ارزش جایگزینی تجهیزات در ناحیه تماس واحد فرآیندی به دست می‌آید که با افزایش درصد آسیب و ارزش جایگزینی ناحیه تماس محتمل‌ترین خسارت پایه نیز افزایش می‌یابد.

$$\text{Base MPPD} = \text{Damage Factor} * \text{Value of Area of Exposure} \quad (3-25)$$

تعیین حداکثر واقعی خسارت احتمالی اموال واقعی

محتمل‌ترین خسارت واقعی از حاصلضرب محتمل‌ترین خسارت پایه در فاکتور اعتبار کنترل ضرر و زیان برآورد می‌گردد.

$$\text{Actual MPPD} = \text{Loss control} * \text{Base MPPD} \quad (3-26)$$

تعیین محتمل‌ترین روز های از دست رفته بر اساس محتمل‌ترین خسارت واقعی و با در نظر گرفتن پارامترهای موثر بر هزینه های وقفه در تولید (مثل: موازی یا سری بودن خط تولید، تحریم اقتصادی، وابستگی صنایع پایین دستی به محصولات کارخانه و...) و رجوع به منحنی ذیل، تعداد روز های از دست رفته کاری برآورد می‌گردد. علاوه بر موارد فوق گاهی اوقات تجهیزاتی با هزینه جایگزینی بسیار کم به زمان زیادی برای تعمیر نیاز دارند. تعمیر کابل‌های آسیب دیده در مقایسه با تعمیر یا جایگزینی تجهیزاتی نظیر پمپها، وسایل ابزار دقیق و موتور های الکتریکی کوچک به زمان طولانی تری نیاز دارند. اگر چه هزینه جایگزینی کابلها بسیار کمتر از تجهیزات مذکور می‌باشد.

بر طبق راهنمای Dow و بر اساس تجزیه و تحلیل حوادث گذشته و خسارتهای آنها بین محتمل‌ترین خسارت واقعی در هر واحد فرآیندی و تعداد روز های از دست رفته کاری همبستگی وجود دارد.

۱. با محدود بیشتر از ۷۰٪ احتمال

$$\text{Log}(Y) = 1.550233 + 0.598416 * \text{Log}(X) \quad (3-27)$$

۲. نرمال

$$\text{Log}(Y) = 1.325132 + 0.592471 * \text{Log}(X) \quad (3-28)$$

۳. با محدود کمتر از ۷۰٪ احتمال

$$\text{Log}(X) = 1.045515 + 0.610426 * \text{Log}(X) \quad (3-29)$$

تعیین خسارت ناشی از تعلیق تولید

بر اساس تعداد روز های از دست رفته کاری و درآمد ماهیانه کارخانه، خسارت ناشی از تعلیق تولید برآورد می گردد.

$$BI \text{ (US \$)} = (MPDO/30) * VPM^1 * 0.7 \quad (3-30)$$

VPM ارزش تولید در ماه و ضریب ۰/۷ نشان دهنده هزینه ثابت بعلاوه سود و ۳۰ تبدیل ماه به روز می باشد.

هزینه های ثابت

هزینه هایی ثابت نامیده می شوند که بدون تغییر باقی بمانند و حتی وقتی که حجم کار بین صفر تا حداکثر تغییر می کند نیز صرف شوند. این هزینه ها شامل هزینه هایی چون حقوق مدیریت، حقوق پرسنل اجرایی، کرایه، نرخ دارایی، مالیات شغلی، گرمایش، بیمه و غیره باشد. هزینه های ثابت اغلب می توانند با هزینه های غیر مستقیم (سربار) برابر فرض شوند.

مدل سازی پیامد

حوادث واحدهای فرآیندی همواره با یک واقعه آغاز می شوند، چنین وقایعی می تواند شامل ترکیدن، شکستن لوله، ایجاد سوراخ یا وقوع واکنش های غیر قابل کنترل باشد. در جایگاه های CNG، اینگونه حوادث علاوه بر آسیب های مالی و آسیب به تاسیسات ممکن است همراه با آسیب های جانی و روحی و روانی باشد.

گاز متان (CNG) دارای خاصیت اشتعال پذیری می باشد که انتشار آن احتمال بروز حوادث ثانویه مانند آتش سوزی و ایجاد آسیب مجدد را ممکن است به دنبال داشته باشد. لذا پیش بینی رفتار گاز پس از انتشار به منظور تخمین پیامد و شعاع صدمات امری ضروری است.

مدل سازی پیامد عبارت است از پیش بینی اثرات و عواقب ناشی از رهاش و پخش یک ماده بوسیله مدل های ریاضی. با استفاده از روش های مدلسازی ریاضی اثرات حوادث را آسیب به سرمایه، تجهیزات، تاسیسات، اثرات سوء بر سلامت افراد و محیط زیست ارزیابی کرد. پیامد اصلی رهاش مواد قابل اشتعال (مانند گاز متان) آتش سوزی و انفجار می باشد که در اثر نشت نیز احتمال آتش سوزی افزایش می یابد.

مهم ترین کاربرد مدلسازی پیامد در واحد های صنعتی تعیین محدوده اثر گذاری حوادث بر تجهیزات و افراد (پرسنل و مشتریان حاضر در محل) می باشد. برای ارزیابی پیامد روش های متنوعی وجود دارد که تقریباً ساختار مشابهی دارند، اما در جزئیات و تقسیم بندی مراحل تفاوت هایی وجود دارد.

برای ارزیابی پیامد های ناشی از حوادث محتمل الگوی ۴ مرحله پیشنهاد شده است:

مرحله ۱. انتخاب سناریو

سناریو، حادثه یا ترکیبی از حوادث است که وقوع آنها منجر به ایجاد مخاطرات فرآیندی چون آتش، انفجار یا رهایی مواد سمی می شود. کلیدی ترین مرحله در ارزیابی مهارت، همین گام نخست است، چرا که برگزیدن سناریو های محتمل از بین تعداد بسیار زیاد گزینه باعث کاهش زمان و حجم محاسبات می گردد. دوم اینکه عواقب حادثه مورد نظر باید دارای شدت و تاثیر کافی باشد.

تعیین اعتبار سناریو ها معمولاً به صورت کیفی و بنا بر دانش تجربی، سابقه حوادث در گذشته صورت می گیرد. برخی حوادث مانند نشت ماده شیمیایی از درزگیر ها محتمل هستند، اما چون حجم ماده رها شده در این حالت کم است، نمی توان آنرا به عنوان سناریو قابل اعتنا قلمداد نمود.

مرحله ۲. تحلیل شرایط

در این مرحله، شرایط فیزیکی تاثیر گذار بر حادثه مانند فشار، دما، شرایط جوی، تاثیر گذار بر حادثه شناسایی می شود. یعنی برای هر یک از سناریو ها به طور جداگانه، عواملی که بر چگونگی شکل گیری و پیشرفت آن موثرند را باید مشخص کرد.

مرحله دوم، تحلیل شرایط

در این مرحله سعی می شود تمام شرایط فیزیکی تاثیر گذار بر حادثه شناسایی شود. یعنی برای هر یک از سناریو ها به طور جداگانه، عواملی که بر چگونگی شکل گیری و پیشرفت آن موثرند، باید مشخص شوند. برای مثال اگر سناریو مورد مطالعه نشت ماده شیمیایی از سوراخ ایجاد شده در جداره یک مخزن نگهداری باشد، قبل از سعی در پیش بینی چگونگی رهایی و اثر آن باید تمامی عوامل تاثیر گذار در این فرآیند بررسی شود. در این سناریو چگالی ماده رها شده نسبت به هوا، دمای انتشار، دمای محیط و نیز سرعت رهاش از جمله عوامل موثر هستند. کشف و در نظر گرفتن این عوامل، کمک به برگزیدن مدل مناسب برای شبیه سازی حادثه در مرحله بعد می کند.

مرحله سوم، مدلسازی حادثه

در مرحله سوم و پس از در نظر گرفتن تمامی عوامل موثر در حادثه، اقدام به شبیه سازی حادثه می شود. یعنی بوسیله مدل های ریاضی، توالی رخداد های پس از وقوع یک سناریو پیش بینی می شوند. از نتایج حاصله در این مرحله در مرحله بعد می توان بری تخمین پیامدها و خسارت استفاده کرد. پس از انتخاب سناریو های منطقی، مهمترین عامل در انجام صحیح ارزیابی پیامد، برگزیدن مدلی صحیح است که بتواند تا حد مکان، حادثه را نزدیک به حالتی که در واقعیت رخ می دهد شبیه سازی کند.

اکثر سناریوها به صورت خروج یک ماده خطرناک از یک منبع در اثر ایجاد یک نشتی و یا پارگی در نظر گرفته می شوند. بنابراین در ابتدا و با توجه به شرایط حاکم، مدلی برای پیش بینی چگونگی رهایش آن از منبع باید انتخاب شود. پس از رهایش، انتشار صورت می گیرد. برای شبیه سازی این مرحله نیز مدل های شناخته شده ای وجود دارد. در این مدل ها تاثیر عواملی چون پایداری جو و وزش باد، منظور می شوند. به وسیله این مدل ها توزیع غلظت ماده رها شده نسبت به مسافت از منبع انتشار محاسبه می شود. اکثر مدل های موجود پیچیده و شامل محاسباتی بسیار زمان بر هستند، لذا در این مرحله تمایل بسیاری نسبت به استفاده از نرم افزارهای موجود برای مدلسازی، وجود دارد. از جمله این نرم افزارها می توان به نرم افزار PHAST کرد که توانایی مدلسازی رهایش مواد و حوادث ناشی از آنها را دارد.

مرحله چهارم، ارزیابی خسارات

بر اساس نتایج خروجی از مدل و سنجیدن آنها با معیارهای موجود، شدت آسیب رسانی حادثه مورد بررسی مشخص می شود. برای مثال فشار ایجاد شده در اثر انفجار یا میزان تشعشع حرارتی رسید * در اثر آتش، برای نقاط با فواصل مختلف از مبداء حادثه، که از مدلسازی نتیجه شد، با مقادیر مجاز یا قابل تحمل که در مراجع وجود دارد، مقایسه می شود. همچنین در صورتی که سناریو مورد بررسی انتشار یک ماده سمی در محیط باشد، توزیع غلظت ماده منتشر شده در فواصل مختلف، با آستانه سمیت آن ماده مقایسه شده و محدوده خطر مشخص می شود.

۳-۴ مدلسازی حادثه

بروز یک حادثه منجر به آزاد شدن مقداری از مواد شیمیایی به محیط می گردد. علاوه بر نوع حادثه ای که منجر به خروج مواد از تجهیزات فرایندی شده است، عوامل مختلف دیگری بر شکل گیری پیامدهای نهایی موثرند. با توجه به مرحله مختلفی که یک ماده از زمان شرع تخلیه

تا زمان وقوع پیامد مخرب نهایی طی می کند، می توان حادثه مورد نظر را مدلسازی کرد. این مراحل عبارتند از :

- تخلیه
- انتشار
- آتش / انفجار / سمیت

مراحل انتشار گازها و مایعات اندکی با هم تفاوت دارد. رهایش گازها در محیط شامل مراحل تخلیه و رهایش گاز از منبع انتشار و پخش و انتشار گاز می باشد. در حالیکه رهایش مایعات شامل سه مرحله تخلیه و خروج مایع از منبع انتشار، تشکیل حوضچه و تبخیر و انتشار مایع تخلیه شده می باشد.

مدلسازی تخلیه مواد

به منظور درک رفتار سیال پس از رهایش و پیش بینی چگونگی توزیع سیال منتشر شده ضروری ست تا فرآیند تخلیه مواد مدلسازی شود. بری آگاهی از پیامدهای انتشار یک سیال باید روند انتشار، غلظت مواد و رفتار ترمودینامیکی سیال قابل پیش بینی باشد.

جهت مدلسازی تخلیه مواد نیاز به یک مدل تخلیه جرمی مناسب است که همراه با موازنه جرم بتواند جرم باقیمانده در دستگاه. یا مخزن حادثه دیده را تعیین نماید. مدل های تخلیه مواد توانایی پیش بینی شدت سرعت تخلیه مواد، مقدار کل ماده پخش شده و حالت فیزیکی ماده در هنگام تخلیه را دارند. شدت تخلیه مواد تابعی از زمان می باشد و در اکثر مواقع با گذشت زمان کاهش می یابد. از طرفی دما و فشار فرآیندی نیز با گذشت زمان بطور دائم در حال تغییر می باشد، لذا برای در نظر گرفتن تاثیرات این پارامترها در چگونگی رهایش مواد نیاز به مدل های بسیار پیچیده ای می باشد. (۱۷)

مدلسازی انتشار مواد پخش و انتشار گازها در محیط تحت تاثیر عوامل مختلفی قرار می گیرد که بر چگونگی توزیع غلظت آن ماده موثرند. مهمترین عوامل موثر عبارتند از:

- ارتفاع منبع رهایش
- انرژی جنبشی سیال
- سطح زمین
- شرایط جوی

در جایگاههای CNG خطر حریق و انفجار همواره به دلیل قابلیت اشتعال گاز متان و بالا بودن فشار عملیاتی، فراریت و قابلیت تشکیل مخلوطی قابل انفجار از اهمیت فوق العاده برخوردار

است. به همین دلیل حوادث حریق و انفجار به ترتیب از اولین و دومین خطرات اصلی در این جایگاهها به شمار می رود. بررسی حوادث انفجار مخازن خودروها در جایگاههای CNG نشان میدهد که بیشتر انفجارها منجر به آتش سوزی نمی گردد. فیلم های گرفته شده توسط دور بین های جایگاه ها از حوادث نشان می دهد که انفجار منجر به آسیب به افراد، سایبان جایگاه سایر خودرو های در حال سوختگیری است.

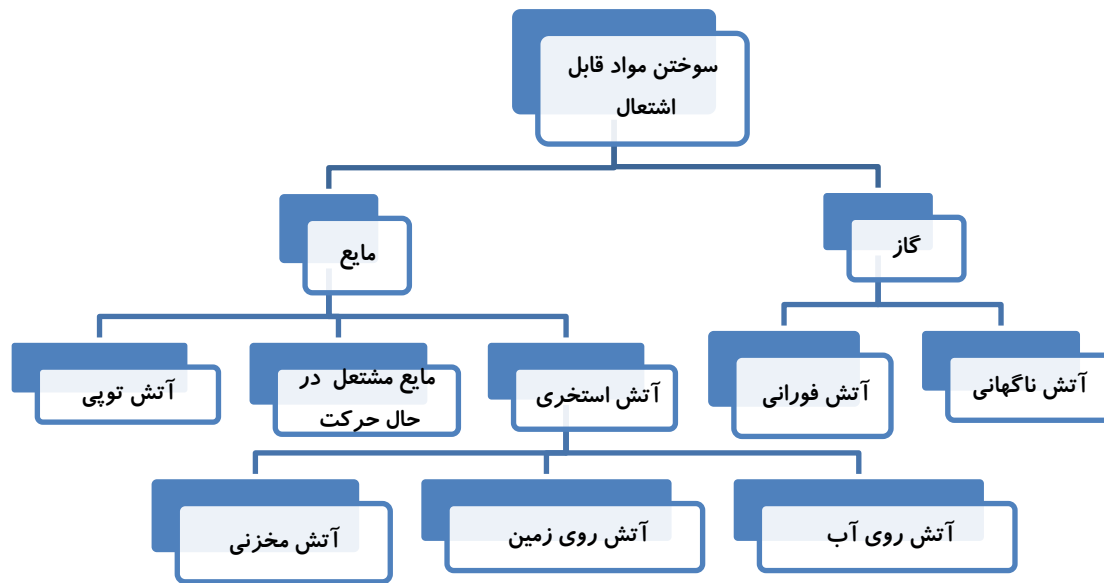
حوادث بزرگ همواره با نشت یک ماده آغاز می شوند ماده ای که داخل یک تجهیز (مثلا یک مخزن، ستون تقطیر یا لوله) از طریق یک سوراخ، ترک یا شیر وارد فضا می شود علت ممکن است خوردگی، ضربه مکانیکی، افزایش فشار یا خطای انسانی باشد. نشت یا بیرون ریختن مواد می تواند به خودی خود همانند انفجار یک مخزن می تواند یک حادثه باشد و منجر به حوادث بزرگتر گردد. هنگامی که نشت یک ماده آغاز می شود چگونگی ادامه رخداد به مجموعه ای از عوامل همانند شرایط ماده (گاز مایع یا مخلوطی از هردو) خواص ماده، شرایط ماده، شرایط آب و هوایی و تمهیدات ایمنی انجام گرفته جهت کاهش نشت وابسته است.

به منظور پیش بینی آثار و پیامد یک حادثه مفروض باید سرعت رهایش ماده ابعاد استخر مایع و سرعتی که در آن مایع تبخیر می شود تخمین بزنیم این اطلاعات جهت بکارگیری و استفاده در مدل های ریاضی بررسی حوادث و پیش بینی فیزیکی حادثه (غلظت، تشعشع گرمایی یا موج انفجار) به صورت تابعی از زمان و فاصله ضروری هستند. هنگام نشت یک ماده خطرناک حوادث مختلفی می تواند رخ دهد.

ماده رها شده اغلب یک سیال است. (گاز یا مایع)، رها شدن مواد ممکن است به صورت پیوسته در بازه زمانی و یا به صورت ناگهانی و ناپیوسته باشد. رهایش های پیوسته می تواند در اثر وجود سوراخ در مخزن شکستگی لوله یا تخلیه از شیر های اطمینان رخ دهد.

انواع آتش

می توان آتش هایی را که در تاسیسات صنعتی یا طی حمل و نقل مواد خطرناک رخ دهند بر اساس وضعیت سوخت و شرایط بروز جرقه طبقه بندی نمود.



طبقه بندی انواع آتش بر اساس وضعیت سوخت و شرایط بروز (۱۸)

هرچند احتراق مواد جامد می تواند آتش های بزرگی را ایجاد کند، بیشتر سوخت های رایج در حوادث صنعتی مایع یا گاز هستند. بنابراین حادثه با نشت یا انفجار یک سیال می تواند آغاز شود اگر سیال مایع باشد حوضچه ای را در روی زمین به وجود آورد که منجر به ایجاد آتش استخری گردد. اگر مایع جریان داشته باشد بعضی مواقع خاموش کردن آن بسیار مشکل می شود اگر مایع به دلیل افت فشار دچار تبخیر شود، احتمالاً آتش کروی شکل خواهد گرفت. هنگامی که ماده رها شده گاز یا بخار باشد جرقه سریعاً رخ دهد، آتش ناگهانی رخ خواهد داد. اگر جرقه فوری نباشد با توجه به شرایط آب و هوایی ممکن است ابری از مواد آتش گیر شکل گیرد و پس از بروز جرقه آتش ناگهانی ایجاد شود. همچنین اگر در سطح حوضچه جرقه ایجاد نشود پس از تبخیر آتش ناگهانی روی خواهد داد. آتش های مخزنی و استخری جزء شایعترین انواع آتش هستند. که به دنبال آتش فورانی، ناگهانی و کروی ایجاد می شوند. در حالی که ممکن است آتش استخری و فوارنی مدت زیادی طول بکشد. آتش کروی معمولاً کمتر از یک دقیقه (اغلب چند ثانیه) به طول می انجامد و آتش ناگهانی یک پدیده بسیار کوتاه است که تنها در چند دهم ثانیه اتفاق می افتد.

۳-۵ آشنایی با نرم افزار PHAST

مدلسازی پیامد شامل مدلسازی رهائش مواد در محیط و به دنبال آن مدلسازی پیامدهای ناشی از سمیت، اشتعال یا انفجار مواد می باشد. امروزه این کار به دلیل پیچیدگی معادلات و زمان بر

بودن حل آنها، توسط نرم افزارهای کامپیوتری انجام می‌گیرد. در بخش مدلسازی، تعدادی از نرم افزارهایی که قادر به محاسبه پخش مواد هستند، ارائه شدند. تعدادی از این نرم افزارها تنها قادر به مدلسازی پخش مواد می‌باشند و قادر به مدلسازی پیامدهای آتش و انفجار نیستند. امروزه تعداد زیادی از این نرم افزارها موجود هستند که برخی از آنها عبارتند از:

•PHAST (DNV, Det Norske Veritas Inc)

QRAWorks (Primatech, Cloumbus, OH)

.SAFETI (DNV, Det Norske Veritas In)

SUPERCHEMS (Arthur D. Little, Cambridge, MA)

TRACE (Safer Systems, Westlake Village, CA)

در بین موارد گفته شده، PHAST یکی از قویترین و مشهورترین نرم افزارهای موجود است. این نرم افزار یکی از چندین محصولی است که توسط شرکت نرم افزاری DNV، از پیشگامان ارزیابی مخاطرات و حوادث صنعتی، تهیه شده است. در نتیجه، این نرم افزار به عنوان یکی از ابزارهای تصمیم‌گیری شرکتها و دولتها در امر مخاطرات صنعتی و ایمنی عمومی شناخته شده است. نرم افزار PHAST به صورت گسترده‌ی مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است.

اطلاعات مورد نیاز برای مدلسازی با نرم افزار PHAST

– داده‌های مربوط به منبع انتشار مواد

برای مدلسازی به وسیله نرم افزار PHAST باید ابتدا مشخصات منبع انتشار را مشخص کرد. اطلاعات مورد نیاز در این بخش شامل نوع مواد، مقدار مواد و شرایط عملیاتی نظیر دما و فشار در تجهیز مورد نظر می‌باشد.

۳-۵-۱ سناریوها

پس از تعیین مشخصات مواد موجود در فرایند باید نوع سناریوی محتمل را تعیین کرد. نرم افزار PHAST قادر به مدلسازی سناریوهای مختلفی به شرح زیر می‌باشد:

(۱) تخلیه ناگهانی مواد^۹

(۲) پارگی لوله^{۱۰}

^۹ Catastrophic Rupture

^{۱۰} Line Rupture

- (۳) پارگی دیسک^{۱۱}
- (۴) نشتی از سوراخ^{۱۲}
- (۵) انتشار در زمان معین^{۱۳}
- (۶) انتشار از شیرهای فشارشکن^{۱۴}
- (۷) تخلیه بخار از ونت^{۱۵}
- (۸) انتشار از لوله بلند^{۱۶}
- (۹) انهدام سقف تانک^{۱۷}

مشخصات منبع انتشار – مخزن متان	
نوع ماده	گاز متان
دما	۵۰ C
فشار	۲۰۰ barg
قطر	۰/۴۰۶ متر
طول	۰/۹۸۳ متر
حجم	۲۴ متر مکعب
مشخصات سناریو	
نوع سناریو	انفجار
ارتفاع مخزن از سطح زمین	۱/۲ متر
شرایط آب و هوایی مربوط به بازه زمانی	

¹¹ Disc Rupture

¹² Leak

¹³ Minute Release

¹⁴ Relief Valve

¹⁵ Vent from Vapor Space

¹⁶ Long Pipeline

¹⁷ Tank Roof Failure

دما	۴۰ درجه
رطوبت	۵۰ درصد
سرعت باد	۵ متر بر ثانیه
پایداری جو	

جدول ۳-۱۱ اطلاعات مربوط به سناریوی انفجار مخزن CNG

توضیحات کامل تر درمورد نحوه کار با نرم افزار PHAST در قسمت ضمايم آمده است.

۳-۶ صدا

پیشرفت و توسعه فناوری، استفاده وسیع از ماشین آلات را باعث شده و در نتیجه، بشر در زندگی روزمره و شغلی خود با آشفتگی های ناخوشایند آکوستیکی روبرو شده است. مطالعات نشان می دهد که تراز شدت صدا در جوامع ارتباط مستقیم با میزان جمعیت دارد در نتیجه در جوامع صنعتی و شهری مردم و نیروی کار بیشتر در معرض این پدیده قرار دارند. صوت یک انرژی مکانیکی است که توسط مکانیسم شنوایی قابل تشخیص است. طیف ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز امواج صوتی، را طیف شنوایی می گویند فرکانسهای کمتر از آنرا مادون صوت و بیش از این طیف را ماوراء صوت یا فراصوت می نامند فرکانس های گفتگوی روزانه حدود ۵۰۰ تا ۴۰۰۰ هرتز می باشد.

صدا در انسان آثار مختلف و متعددی دارد بطوریکه از اثر روی اندام بینایی (کاهش عکس العمل به نور) سیستم تعادلی (گیجی، تهوع)، اثرات عصبی و گوارشی، روانی، فیزیولوژیک عمومی (ضربان قلب، فشارخون) تا ناراحتی های اجتماعی را در بر می گیرد. اشخاصی که در کارگاه های مختلف صنعتی مانند صنایع سنگین، موتورجت، چکشهای پنوماتیک (جک های باری و دژبر)، مته های برقی پر سروصدا و ماشین های برش سروکار دارند و کارگرانی که به فلزکاری، صاف کاری، آهنگری، نجاری و غیره مشغولند در معرض ضایعات جبران ناپذیر گوش قرار دارند (۱۹)

واحد شدت صوت بل می باشد که مقیاس دیگر آن دسی بل (dB) است.

$$1 \text{ dB} = 10^{-12} \text{ w/m}^2$$

میزان حد مجاز تحمل سروصدا در روز به شرح زیر است:

اصولاً صداهای ۳۵ تا ۵۵ دسی بل طبیعی هستند و حد تحمل صدا طبق نظریه اسپیس^{۱۸} برای کار فکری ۷۵ دسی بل و در کار غیر فکری ۸۵ دسی بل است.

اثر سروصدا روی کارگران:

اثر روانی: عصبانیت، تحریک پذیری. مطالعه نشان می‌دهد که منازعات و اختلافات خانوادگی در کارگرانی که در محیطی پر سروصدا کار می‌کنند بیشتر است.

اثر روی شنوایی: تشخیص صدا و جهت صدا دشوار می‌شود

افت شنوایی: در این حالت فرکانس آستانه شنوایی افزایش می‌یابد که در ابتدا موقتی^{۱۹} و در صورت تکرار دائمی^{۲۰} خواهد بود. عواملی مانند سابقه کار، نژاد، تغذیه و بیماری نیز در این امر دخیل است. پاره‌ای از مسمومیت‌ها (اکسید کربن، جیوه، فسفر، سرب) و برخی داروها مانند استروپتومایسین^{۲۱} نیز می‌تواند به افت شنوایی منجر شود.

چگونگی فرایند شنوایی :

صوت بصورت امواج مکانیکی وارد گوش می‌شود و پرده گوش را تحریک می‌کند. توسط مرکز شنوایی درک می‌شود و در گوش داخلی به امواج الکتریکی تبدیل می‌شود و به مغز می‌رود.

ویژگی‌های فیزیولوژیک امواج صوتی :

بلندی یا شدت صوت

ارتفاع یا فرکانس صوت : انسان فرکانس های بین ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز را می‌شنود و فرکانس صحبت روزمره بین ۵۰۰ تا ۴۰۰۰ هرتز است.

طنین یا شکل ارتعاشات

امواج با فرکانس زیاد و بلند برای گوش دردناک هستند. بطوریکه در فرکانس های بالاتر از ۴۰۰۰ هرتز گوش بتدریج آسیب می بیند و دچار عارضه شنیدن صدای دائمی^{۲۲} می شود که روی اعصاب آثار ناگوار می گذارد.

صدای انفجار نیز ممکن است به پارگی پرده یا ایجاد خونریزی داخل صماخ شود و گاهی گسیختگی زنجیره استخوانی را به وجود آورد. آسیب دیدگی گوش داخلی غیر قابل بازگشت است.

¹⁸ Spieth

¹⁹ Temporary Threshold shift

²⁰ Permanent Threshold shift Pts

²¹ Streptomycin

²² Tinnitus

۳-۶-۱ آثار سروصدا:

• عوارض روانی و عصبی : این اثر به مشخصات فیزیکی (فرکانس، فشار و شدت صدا) دارد و بطور کلی سروصدای زیاد باعث کاهش تمرکز اعصاب و فعالیت های مغزی شده، روی سلسله اعصاب اثر می گذارد و علائمی نظیر سردرد، سرگیجه، ضعف عمومی، بی خوابی و عصبیت ظاهر می شود و تداوم آن عوارض روانی ایجاد می کند.

• تداخل در ارتباطات

• خستگی و کاهش راندمان کار

• اثر فیزیولوژیک : شامل کاهش شنوایی (کری موقت یا دائم) درد گوش، بالا رفتن فشارخون، زخم معده

۳-۶-۲ کاهش و کنترل سروصدا:

می توان برای کاهش و کنترل سروصدا در کارگاههای صنعتی از روشهای تعویض وسایل کار، استفاده از ماشین های بدون سروصدا، استفاده از روش های معمول مانند روغنکاری، تعویض قطعات فرسوده استفاده از قطعات لاستیکی استفاده نمود. همچنین استفاده از گوشی ها و کلاه های مخصوص توصیه می شود.

بطور کلی برای حذف سروصداهای مزاحم می توان از روش جذب صدا (مانند وسایلی برای تخفیف ارتعاشات و جذب در سقف ها و دیوارها) و عایق کردن صدا (جدا کردن کانونهای صدا از بقیه محیط) و از بین بردن صدا در منبع (روغنکاری، اتوماتیک کردن بخشهای مختلف، سیستم ارتباطی مناسب برای جلوگیری از صحبت با صدای بلند، استفاده از کف پوش مناسب، بی صدا کردن حمل بار مثلاً چرخ بجای اصطکاک) استفاده کرد.

۳-۶-۳ ارزیابی صدا

برای بررسی سروصدا باید صدای موجود در محیط کار را اندازه گیری کرد که این کار به دو روش زیر انجام می گیرد:

۳-۶-۴ روش عمومی^{۲۳}

در اندازه‌گیری به روش عمومی ابتدا باید نقشه کارگاه تهیه شود و بعد محل استقرار دستگاه‌ها را روی نقشه مشخص کنیم و سپس کارگاه را شبکه بندی می‌کنیم. شبکه بندی کارگاه به این صورت است که کل کارگاه را به مربع های مساوی تقسیم می‌کنند و بعد وسط هر مربع و یا چهار گوشه مربع را اندازه گیری می‌کنند.

اندازه گیری صدا به روش تهیه نقشه ناحیه بندی (نقشه صوتی)

طبعاً هر چه ابعاد نواحی کوچکتر یا مساحت محل بزرگتر باشد تعداد این نواحی بیشتر خواهد شد. هرچند زیاد بودن تعداد نواحی برای حصول به نتیجه مطلوبتر است اما امکانات و نفقات و زمان نیز دارای محدودیت بوده و عملاً زیاد بودن نقاط اندازه گیری، مطالعه و اندازه گیری صدا را با مشکل روبرو می‌سازد.

۳-۶-۵ روش موضعی

در صورتیکه کارگر در طول شیفت کاری با صدای یکنواخت مواجهه داشته باشد. اگر کارگر با ترازهای فشار صوت معین و متفاوت در زمان های مختلف ولی مشخص مواجهه داشته باشد.

اگر کارگر با ترازهای فشار صوت معین و متفاوت در زمان های مختلف و نامشخص مواجهه داشته باشد.

۳-۶-۶ حد مجاز مواجهه شغلی با صدا

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی با صدا و مدت مواجهه با آن به شرایطی اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با این مقادیر قرار گیرند آثار نامطلوب در توانایی شنیداری و درک محاوره ای طبیعی آنان ظاهر نشود. در گذشته اختلال شنوایی در درک مکالمات به حدی اطلاق می‌شد که متوسط حد آستانه شنوایی از ۲۵ dB در فرکانسهای ۵۰۰ و ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز تجاوز نماید. (ANSI S3.6-1989) مقادیر ارائه شده در این کتابچه برای پیشگیری از افت شنوایی به محدوده فرکانسهای بالاتر مانند ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ هرتز نیز گسترش یافته است. لذا مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی میبایست میانه^{۲۴} جامعه شاغلین را در مقابل افت شنوایی ناشی از صدای ناچیز در حد 2 دسی بل در فرکانسهای ۵۰۰، ۲۰۰۰، ۱۰۰۰، ۳۰۰۰، ۴۰۰۰ هرتز پس از ۴۰ سال مواجهه، شغلی با صدا محافظت نماید.

²³ General Method

²⁴ Median

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی به عنوان راهنما برای کنترل مواجهه با صدا مورد استفاده قرار می‌گیرد و با توجه به حساسیت متفاوت افراد نباید به عنوان مرز حقیقی بین حد ایمنی و خطر تلقی گردد. باید تأکید نمود که مقادیر حد مواجهه شغلی، همه شاغلین را در برابر اثرات نامطلوب مواجهه با صدا محافظت نمی‌نماید و برای افرادی که مواجهه بیش از حدود تعیین شده در این کتابچه دارند مراقبتهای پزشکی انجام گردد و برای کلیه شاغلینی که مواجهه آنها بیش از حد مراقبت (اقدام) است سایر اقدامات پیشگیرانه حفاظت شنوایی نیز باید انجام گردد. براساس جدول شماره (۳-۱۲) حد مجاز مواجهه شغلی با صدا بر مبنای تراز معادل فشار صوت برای ۸ ساعت کار روزانه برابر با 85 dB(A) است. در صورتیکه کارگر طی نوبت کاری ۸ ساعته در مواجهه با صدای بیش از حد توصیه شده قرار گیرد. میبایست اقدامات کنترلی مدیریتی و فنی جهت کاهش مواجهه با صدا در محیط کار اجرا گردد. علاوه بر این حد مراقبت (اقدام) توصیه شده صدا برای شروع برنامه حفاظت شنوایی برای ۸ ساعت کار روزانه برابر با 82 dB(A) تعیین شده است. اجرای برنامه حفاظت شنوایی با در نظر گرفتن کلیه عوامل مؤثر شامل اندازه‌گیری و ارزیابی مداوم مواجهه کارگر، استفاده از وسایل حفاظت شنوایی، آموزش و نظارت کافی بر کارگران و آزمایش شنوایی سنجی در مواقعی که شاغلین در مواجهه با صدای بیش از حد مراقبت (اقدام) توصیه شده 82 dB(A) قرار دارند، ضروری است. طبق این حد مجاز، قاعده ۳ دسی بل نیز تعیین شده است و این بدان معنا است که به ازای افزایش ۳ دسی بل تراز فشار صوت، زمان مجاز مواجهه نصف خواهد شد. به همین منظور برای مواجهه با تراز 88 dB(A) مدت زمان مجاز ۴ ساعت تعیین شده است و این معیار برای ترازهای بالاتر به همین صورت ادامه می‌یابد.

برای شاغلینی که در محیطهای صنعتی یا مشاغل دیگر دارای فعالیت اداری یا فکری میباشند، همانند اپراتورهای اتاق کنترل یا متصدیان امور بانکی و سایر مشاغل دفتری، هر چند حدود توصیه شده در این مبحث برای آنها به تمامی مرجعیت دارد، لیکن با توجه به فعالیت فکری آنان حد تراز معادل ۸ ساعته، برای کنترل استرس شغلی و تأمین سلامت عصبی-روانی آنان به میزان 75 dB(A) تعیین می‌گردد. این حد قابل تسری به سایر مشاغل نمی‌باشد.

جدول ۳-۱۲ حد مجاز تراز معادل فشار صوت

مدت مواجهه در روز	حد مجاز تراز معادل فشار صوت به SPL-TWA dB(A) **	حد مراقبت (اقدام) تراز معادل فشار صوت به SPL-TWA
----------------------	---	--

(فشار مبنا ۲۰ میکرو پاسکال)	dB(A)** (فشار مبنا ۲۰ میکرو پاسکال)	
۲۴ ساعت	۸۰	۷۷
۱۶ ساعت	۸۲	۷۹
۸ ساعت	۸۵	۸۲
۴ ساعت	۸۸	۸۵
۲ ساعت	۹۱	۸۸
۱ ساعت	۹۴	۹۱
۳۰ دقیقه	۹۷	۹۴
۱۵ دقیقه	۱۰۰	۹۷

مواجهه با صداهای پیوسته، متناوب کوبه ای با تراز فشار صوت ماکزیمم در شبکه وزن یافته C

بیش از ۱۴۰ دسی بل مجاز نمی باشد (۲۰)

تراز فشار صوت بر حسب دسی بل با دستگاه صداسنج اندازه گیری میشود و دستگاه مذکور باید مطابق با ویژگیهای مندرج در استاندارد ANSI کد S1,4,1983(R2006) گروه تراز سنج صوت Type-S₂A باشد و اندازه گیری در شبکه وزنی A و در وضعیت سرعت پاسخ slow انجام پذیرد. این وسایل باید به طور صحیح و با دستگاه استاندارد کالیبره شوند.

فصل چهارم : نتایج

۴-۱ تشریح روش تحقیق

شناسایی خطرات مهم در جایگاههای CNG بررسی حوادث در جایگاههای CNG نشان می‌دهد که حوادث بصورت مشابه تکرار می‌شوند حوادثی که منجر به آسیب‌های انسانی تخریب تاسیسات، تعطیلی جایگاه و عرضه سوخت به خودروهای مشتریان می‌گردد. این گونه حوادث طی سالهای گذشته به وقوع پیوسته و باعث شده تجربه در زمینه صنعت CNG افزایش یابد. بنابراین ما قادر خواهیم بود خطرات موجود را بهتر تشخیص دهیم و از وقوع آنها جلوگیری کنیم .

یکی از بهترین راههای شناسایی خطرات مراجعه به گزارش‌ها و آمار ثبت شده حوادث این گونه رویداد ها و بررسی سوابق آنها می‌باشد. بررسی علل حوادث نشان می‌دهد نقص در مخازن بهره گیری از مخازن گاز CNG که دارای استاندارد های لازم نیستند یکی از علل اصلی وقوع حوادث است.

شناسایی خطرات

چه چیز می‌تواند باعث این شود که حادثه واقع شود برخی از این تهدیدات و به عبارتی دلایلی که پتانسیل آزاد شدن خطر را در جایگاه CNG را دارند .

- ۱- فشار عملیاتی و ذخیره سازی
- ۲- تنش ناشی از خالی و پر شدن مخزن خودرو
- ۳- خوردگی بدنه مخزن به علت وجود آب و ترکیبات مرکاپتان (تشکیل اسید سولفوریک)
- ۴- عدم انجام تست های بازرسی دوره ای (۵ ساله)

۵- دستکاری مخازن

در این تحقیق علاوه بر محاسبه بر اساس روش شاخص حریق و انفجار از دیدگاه عوامل زیان آور محیط کار محیط کار سرو صدای ایجاد شده از عملیات جایگاه که بیشتر ناشی از سرو صدای کمپرسور قطع و وصل نازلها جایگاه است. موضوع مورد بررسی قرار گرفته و سپس با نرم افزار PHAST با توجه به شرایط عملیاتی نسبت به مدل سازی انفجار اقدام شده است.

خلاصه این که در تحقیق حاضر از سه دیدگاه به بررسی جایگاههای CNG پرداخته شده است

۱- محاسبه شاخص حریق و انفجار

۲- اندازه گیری سرو صدای ناشی از عملیات جایگاه

۳- مدل سازی انفجار مخزن خودرو در حال سوختگیری با نرم افزار PHAST

۴-۱-۱ محاسبه بر اساس روش شاخص حریق و انفجار DOW

هدف اولیه از این شاخص راهنمایی جهت انتخاب روش های حفاظت در برابر آتش و انفجار بوده و به سمتی سوق پیدا می کند که خطرات صنایع شیمیایی را شناسایی کرده و با اطلاعات کلیدی به دست آمده کمک به ارزیابی ریسک آتش و انفجار به صورت کلی می نماید محاسبه بر اساس مراحل ذیل انجام شده است.

ماده اصلی فرایند فشرده سازی گازمتان CH_4 بوده که براساس اطلاعات مشخصات گاز موجود در ایران جدول (۲-۱) فصل اول ۵۷/۹۸ است.

فرایندی که در جایگاه CNG صورت می گیرد دریافت گاز از خط لوله، فشرده سازی تا فشار ۳۶۰۰ Psi ذخیره سازی و تزریق گاز به مخازن خودروهای مشتریان و سپس خروج خودروها از محدوده جایگاه است. بر این اساس به محاسبه شاخص حریق و انفجار پرداخته شده است.

MF فاکتور مواد از جدول ضمیمه دوم برای متان برابر ۲۱ خواهد بود سایر فاکتورهای جرمیه انتخاب شده براساس دستورالعمل فرایند (بیان شده در فصل ۳) است

خطرات عمومی فرایند

۱- فرایند با توجه به نوع عملیات تراکمی دارای فاکتور جرمیه ۰/۵

۲- به علت گرمایابی این فاکتور (جریمه فرایند های گرماگیر) برابر ۰ است

- ۳- متان قابلیت اشتعال پذیری ۴ را داراست فاکتور جریمه انتقال، جابجایی و انبار کردن مواد ۰/۸۵ منظور شده است .
- ۴- با توجه به انجام عملیات در فضای سر باز فاکتور (جریمه واحد های فرآیندی محصور شده یا داخلی) برابر صفر منظور می گردد.
- ۵- با توجه به فراهم بودن بودن تجهیزات اطفاء حریق در محوطه جایگاه (خاموش کننده ۵۰ کیلویی پودر و گاز ، خاموش کننده های ۱۲ کیلویی پودر و گاز روی سکو های جایگاه و عدم وجود سیستم هیدرانت آب آتش نشانی ضریب دسترسی ۰/۲ انتخاب گردید.



شکل (۴-۱) نمونه خاموش کننده های منصوبه در جایگاه جهت مبارزه با حریق احتمالی

- ۶- زه کشی و کنترل نشتی : با توجه به ماهیت گاز و عدم جاری شدن ضریب صفر در نظر گرفته شد.

بنا بر این فاکتور عمومی : $F1=2.55$

خطرات خاص فرآیند

فاکتور پایه برابر ۱

حاصل ضرب درجه خطر بهداشتی خطرناکترین جزء (متان) از جدول ضمیمه الف $NH=1$ در عدد ۰/۲ فاکتور (مواد سمی) جریمه ۰/۲ را می دهد .

به علت بالا بودن فشار فاکتور جریمه کمتر از فشار اتمسفر برابر صفر می گردد .

عملیات نزدیک محدوده اشتعال مواد انجام نمی شود فاکتور جریمه = ۰

محوطه فاقد مخازن نگهداری مایعات قابل اشتعال (فاکتور جریمه = ۰)

فرایند سوختگیری در زمان نقص عملکردی تجهیزات در معرض اشتعال است .
فرایند فاقد سطح قابل احتراق است بنابراین این فاکتور جریمه برابر صفر می گردد .
فشار کاری 3000-3500 Psi است بنابراین این فاکتور جریمه فشار بهره برداری برابر ۱ می گردد.

با توجه دمای کاری حدود ۳۰ الی ۵۰ درجه فاکتور جریمه دمای پایین و کم برابر صفر منظور می گردد .

مقدار انرژی حاصل از اشتعال مخزن خودرو (۲۴ متر مکعب متان)

(انرژی حاصل از سوختن ۱ متر مکعب متان = 8600 kcal ، 1Btu= 252cal)

$$24 \text{ M}^3 * 8600 \text{ kcal} * 1000 * \frac{1 \text{ Btu}}{252 \text{ cal}} = 819047 \text{ Btu}; \log 819047 = 5.9 \quad (4-1)$$

با استفاده از نمودار تعیین فاکتور ، فاکتور جریمه $\frac{2}{2} = ۱$ بدست می آید .

خوردگی و فرسایش باتوجه به سرعت کم خوردگی فاکتور جریمه $\frac{۰}{۱}$ منظور میگردد.

نشتی از اتصالات و آبدها وجود ندارد بنابراین صفر منظور می گردد.

۱۱ و ۱۲ ایتم تجهیزات روغن داغ و تجهیزات دوار وجود ندارد

بنابراین فاکتور خاص فرایند برابر : $F2=5.8$ و $F3=F1 * F2$ که $F3=14.79$ و شاخص

حریق و انفجار (Dow)

$$F \& EI = F3 * MF = 14.79 * 21 = 310 \text{ ft}$$

جدول ۴-۱ ثبت نتایج ارزیابی بر اساس دستورالعمل روش حریق و انفجار Dow

موقعیت: جایگاه cng		واحد تولید کننده:	واحد فرآیندی:
شرایط عملیاتی: دریافت و فشرده سازی گاز طبیعی		مواد واحد فرآیندی: گاز متان	ماده/ مواد اصلی جهت تعیین فاکتور مواد: Methan
فاکتور مواد: ۲۱		فاکتور مواد تصحیح شده:	
تهیه کننده: محمد حسین مهدی زاده		بازنگری کننده:	تاریخ: مرداد ۹۵
۶- خطرات عمومی فرایند		حدود فاکتور جریمه	فاکتور جریمه انتخاب شده
فاکتور پایه		۱	۱
۷. واکنش شیمیایی گرمازا		۰/۳۰-۱/۲۵	۰/۵
۸. فرایند های گرماگیر		۰/۲۰-۰/۴۰	۰

۰/۸۵	۰/۲۵-۱/۰۵	۹. انتقال، جابجایی و انبار کردن مواد
۰	۰/۲۵-۰/۹۰	۱۰. واحد های فرآیندی محصور شده یا داخلی
۰/۲	۰/۲۰-۰/۳۵	۱۱. دسترسی
۰	۰/۲۵-۰/۵۰	۱۲. زه کشی و کنترل نشتی
۲/۵۵		فاکتور خطرات عمومی فرآیند (F1)
		۷- خطرات خاص فرآیند
۱	۱	فاکتور پایه
۰/۲	۰/۲۰-۰/۸۰	۱۴. مواد سمی
۰	۰/۵۰	۱۵. فشار کمتر از اتمسفر ($< 500 \text{ mmHg}$)
۰	۰/۳۰-۰/۸۰	۱۶. عملیات نزدیک محدوده اشتعال مواد □ گاز خنثی □ عدم گاز خنثی □
۰	۰/۵۰	- محوطه مخازن نگهداری مایعات قابل اشتعال
۰/۳	۰/۳۰	- فرآیند که تنها در زمان نقص عملکردی تجهیزات در معرض اشتعال است
۰	۰/۸۰	- وجود دائمی محدوده قابل اشتعال
۰	۰/۲۵-۲/۰۰	۱۷. انفجار گرد و غبار
۱	۰/۱۶-۱/۵۰	۱۸. فشار تخلیه میزان فشار بهره برداری (برحسب psig یا kpa): میزان فشار تنظیمی تخلیه (برحسب psig یا kpa):
۰	۰/۲۰-۰/۳۰	۱۹. دمای پایین و کم
۲/۲	۲/۲	۲۰. مقدار مواد قابل اشتعال / ناپایدار ۱۶ کیلو گرم مقدار (برحسب پوند یا کیلوگرم): BTU/lb or Kcal/Kg : Hc
-	-	- گاز ها یا مایعات در واحد های فرآیندی
-	-	- گاز ها یا مایعات در مخازن ذخیره
-	-	- جامدات قابل احتراق در مخازن ذخیره، گرد و غبار در

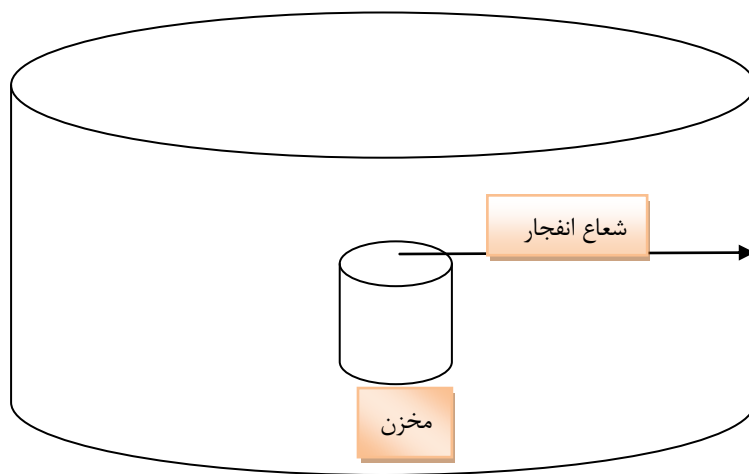
فرآیند		
۲۱. خوردگی و فرسایش	۰/۷۵-۰/۱۰	۰/۱
۲۲. نشستی از اتصالات و آب بند ها	۰/۱۰-۱/۵۰	۰
۲۳. استفاده از تجهیزات مشعل		۰
۲۴. سیستم مبدل گرمایی روغن داغ	۰/۱۵-۱/۱۵	۰
۲۵. تجهیزات دوار	۰/۵۰	۰
فاکتور خطرات خاص فرآیند (F2)	۵/۸	
فاکتور خطرات واحد فرآیند $F1 * F2 = F3$	$۲/۵۵ * ۵/۸ = ۱۴/۷۹$	
شاخص حریق و انفجار Dow $F3 * MF = F\&EI$	$۱۴/۷۹ * ۲۱ = ۳۱۰ Ft$	

براساس روش که در فصل ۳ بیان شد تعیین شعاع و ناحیه تماس با خطر حریق و انفجار با استفاده از شاخص F&EI و رجوع به نمودار یا معادله ذیل، شعاع در معرض خطر حریق و انفجار در اطراف هر یک از واحد های فرآیندی تعیین می گردد. دایره ای با شعاع مذکور مساحت در معرض خطر را مشخص می سازد.

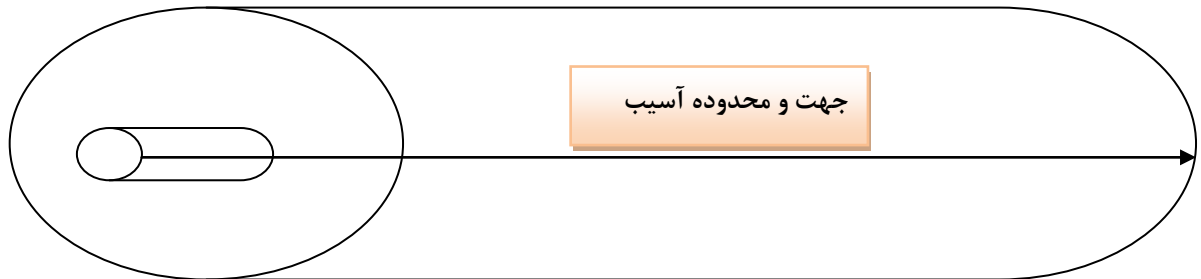
$$R \text{ (ft)} = 0.84 * (F\&EI) = 0.84 * 310 = 260 \text{ ft (84m)}$$

$$A \text{ (ft}^2\text{)} = \pi R^2$$

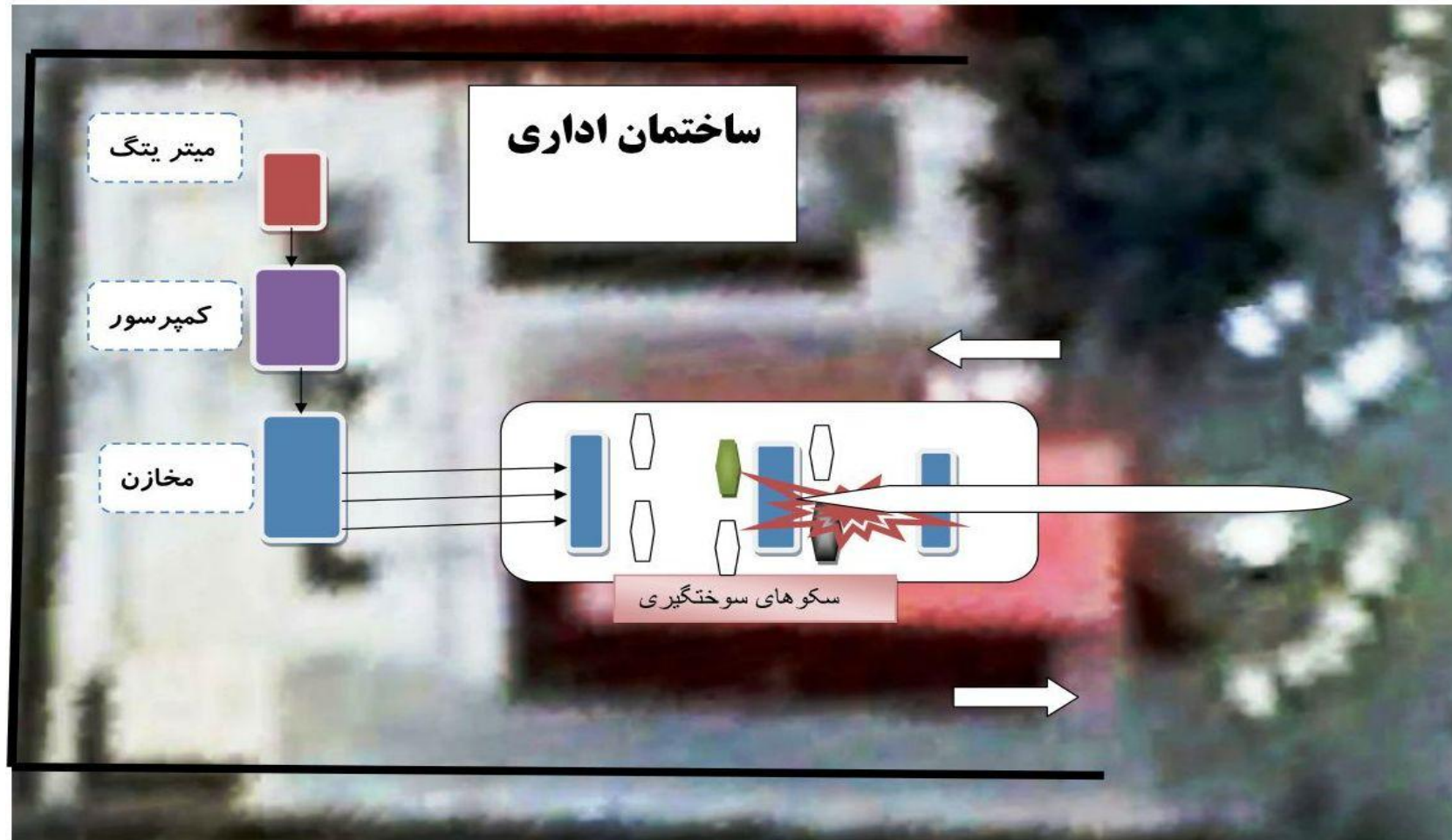
$$\text{سطح انفجار} = 213837 \text{ (ft)} = 19866 \text{ (m)}$$



بررسی گزارش حوادثی که تاکنون برای مخازن خودرو های در حال سوخت گیری اتفاق افتاده است نشان می دهد در حالتی که یک مخزن دچار انفجار گردد شعاع آسیب و پرتاب قطعات در شدید ترین حالت در یک جهت به طول حد اکثر ۹۰ متر می رسد.



نقشه جا نمایی جایگاه CNG



شکل ۲-۴ جانمایی انفجار مخزن خودرو در حال سوختگیری در سکوی وسط

۴-۲ سر و صدای آزاردهنده چیست؟

در کارخانجات و مراکز تولیدی و صنعتی، سر و صدای ناشی از کار با ماشین آلات و ابزار را سر و صدا می‌نامند البته سر و صدا در محیط زندگی نیز وجود دارد.

عوارض و عواقب آن چیست؟

اگر شاغلین در صنایع و مراکز صنعتی و تولیدی با سر و صدای ممتد تماس داشته باشند به تدریج دچار کم شنوایی عصبی میشوند اما تماس با صدای ضربه ای و انفجاری ممکن است به کم شنوایی ناگهانی منجر شود کم شنوایی ناشی از سر و صدا را کری شغلی مینامند ضمناً سر و صدای انفجاری ممکن است باعث پارگی پرده گوش یا ضایعات گوش میانی شود.

هر چه شدت سر و صدا بیشتر باشد کم شنوایی سریعتر و حتی ممکن است عمیقتر پدید آید در مدت یک شیفت کار ۸ ساعت شدت سر و صدای بیش از ۹۰ دسی بل ممکن است به کم شنوایی منجر شود.

منظور از ۹۰ دسی بل (A) چیست؟

(A) آرامترین محیط در یک روستا هنگام شب حدود ۳۰ دسی بل سر و صدا دارد دفتر کار آرام ۵۰ دسی بل A، دفتر کار پر رفت و آمد ۷۰ دسی بل، قطار مترو ۸۰ دسی بل کارگاه کوچک ۹۰ دسی بل و سر و صدای تیراندازی بیش از ۱۲۰ دسی بل A است اعداد ذکر شده تقریبی و فقط برای توضیح بیشتر ارائه شده است.

اگر سر و صدای محیط کار بیش از ۹۰ دسی بل باشد چه باید کرد؟

برای کنترل سر و صدا سه روش مد نظر است

: الف - کنترل در منبع ، با سرویس به موقع و تعویض قطعات فرسوده، ایجاد فونداسیون مناسب و ... میتوان سر و صدا را در منبع آن کاهش داد.

ب - جداسازی اکوستیکی (کارگاههای پر سر و صدا با ایجاد دیوارها) پارتیشن بندی ا و همچنین نصب مواد جاذب سر و صدا روی سقفها، دیوارها و ... میتوان از تشدید سر و صدا و انتشار آن جلوگیری کرد

ج - استفاده از گوشیهها و پلاکها

چگونه شدت سر و صدا را اندازه گیری میکنند؟

با صداسنج میتوان شدت سر و صدا را مشخص کرد.



شکل ۴-۲ نمونه دستگاه صدا سنج

براساس دستور العمل تعمیرات و نگهداشت جایگاههای CNG سرویس دوره ای هفته ای ماهیانه ، و تعمیرات ۸۰۰۰ ساعت کارکرد و تعمیرات اساسی ۱۶۰۰۰ ساعت کارکرد انجام می گردد که خود میتواند به کاهش و کنترل صدا در منبع تولید کمک نماید . قرار گرفتن کمپرسور داخل کانوپی کمک زیاد به کاهش صدای منتشره از کمپرسور نموده است به منظور مطالعه وضعیت آلودگی صوتی ناشی از فعالیت جایگاه CNG سه جایگاه در سه نقطه مختلف انتخاب و اندازه گیری صدا در آنها انجام گرفت .

ج ۱- جایگاه CNG امام رضا ج ۲ - جایگاه CNG ولی عصر ج ۳ - جایگاه CNG حمایت از زندانیان

که نتایج مشابهی از نظر آلودگی صوت بدست آمد . نتایج به شرح جدول (۴-۲) می باشد

جدول ۲-۴ نتایج اندازه گیری صدا در سه جایگاه

ردیف	موقعیت اندازه گیری	فاصله از کانون اصلی ایجاد آلودگی صوتی (متر)	شدت صوت (دسی بل)		
			ج ۱	ج ۲	ج ۳
۱	داخل کانوپی کمپرسور	۱	۱۰۱	۹۶	۹۹
۲	بیرون کانوپی درها بسته	۲	۸۵	۸۷	۸۰
	بیرون کانوپی درها بسته	۵	۷۵	۷۷	۷۴
۳	در حالت در کانوپی نیمه باز	۵	۸۳	۸۴	۸۲
۴	در حالت در کانوپی نیمه باز	۱۰	۸۰	۸۰	۷۲
۵	در حالت در کانوپی نیمه باز	۱۵	۶۵	۶۶	
۶	در حالت در کانوپی نیمه باز	۲۰	۶۲	۶۵	۶۷
۷	در حالت در کانوپی نیمه باز	۲۵	۶۰	۶۱	۶۰
۸	در حالت در کانوپی نیمه باز	۳۰	۵۸	۶۳	۶۴
	در حالت در کانوپی نیمه باز	۴۰			۶۲
	در حالت در کانوپی نیمه باز	۴۵			۶۰
	در حالت در کانوپی نیمه باز	۵۵			۵۸
	در حالت در کانوپی نیمه باز	۷۰			۵۵

جدول ۳-۴ نتایج اندازه گیری های صدا های دریافتی توسط اپراتور

ج ۱	ج ۲	ج ۳	صدا های دریافتی توسط اپراتور بصورت لحظه ای و متناوب
۸۷	۹۰	۹۰	صدای ناشی از قطع نازل سوخت گیر (توسط اپراتور)
۷۰	۷۵	۷۲	صدای ناشی از ورود گاز به مخزن خود رو پس از وصل نازل

همانطور که مشاهده می گردد صدای اندازه گیری شده بیش از حد مجاز (برای مناطق مسکونی) است . در فصل تابستان به دلیل بالا رفتن دمای کمپرسور، نیاز به باز کردن درهای کانوپی جهت کاهش دمای تجهیزات داخل کانوپی است که باعث بالارفتن شدت صوت منتشره از کمپرسور می گردد .

صدای ناشی از قطع و وصل نازل سوختگیری عامل دیگری که در حال حاضر تمهید خاصی برای کاهش صدای آن در نظر گرفته نشده است . در اندازه گیری صورت پذیرفته در این تحقیق تا شعاع ۵۵ متر صدای عملیات جایگاه اندازه گیری شد. باتوجه به اثرات سایر منابع تولید صوت بر اندازه گیری، جهت کاهش صداهای مزاحم جایگاه (ج ۳) که خارج از محدوده شهری منطقه تربت حیدریه بود جهت ارزیابی انتخاب شد. این نکته را باید مد نظر داشت که تردد خودرو ها در بزرگراهها و مسیرهای پر تردد و باعث تولید صدای حداقل ۷۰ می گردد.



شکل ۴-۴ جانمایی اتاقک کمپرسور و ایستگاه کاری کارگر

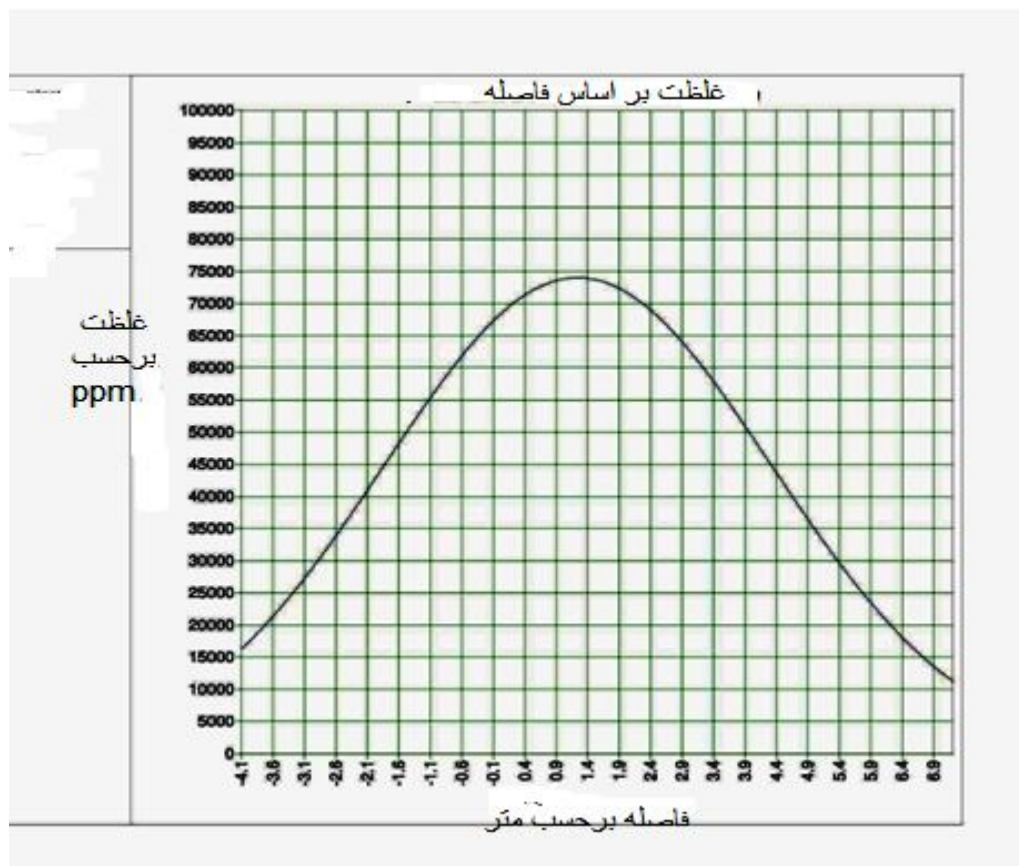
نتایج مدل سازی نرم افزار PHAST

نرم افزار PHAST قادر است با توجه به اطلاعات ورودی نتایج را به دو صورت نمودار و گزارش نشان دهد برای مشاهده نتایج می توان پس از اجرای مدل مورد نظر گزینه Graph یا Report از کشوی view انتخاب نمود. شرایط در نظر گرفته شده بر اساس اطلاعات جدول (۴-۴) برای نرم افزار تعریف شد.

جدول ۴-۴ اطلاعات مربوط به سناریوی انفجار مخزن CNG

مشخصات منبع انتشار – مخزن متان	
نوع ماده	گاز متان
دما	۵۰ C
فشار	۲۰۰ barg
قطر	۰/۴۰۶ متر
طول	۰/۹۸۳ متر
حجم	۲۴ متر مکعب
مشخصات سناریو	
نوع سناریو	انفجار
ارتفاع مخزن از سطح زمین	۱/۲ متر

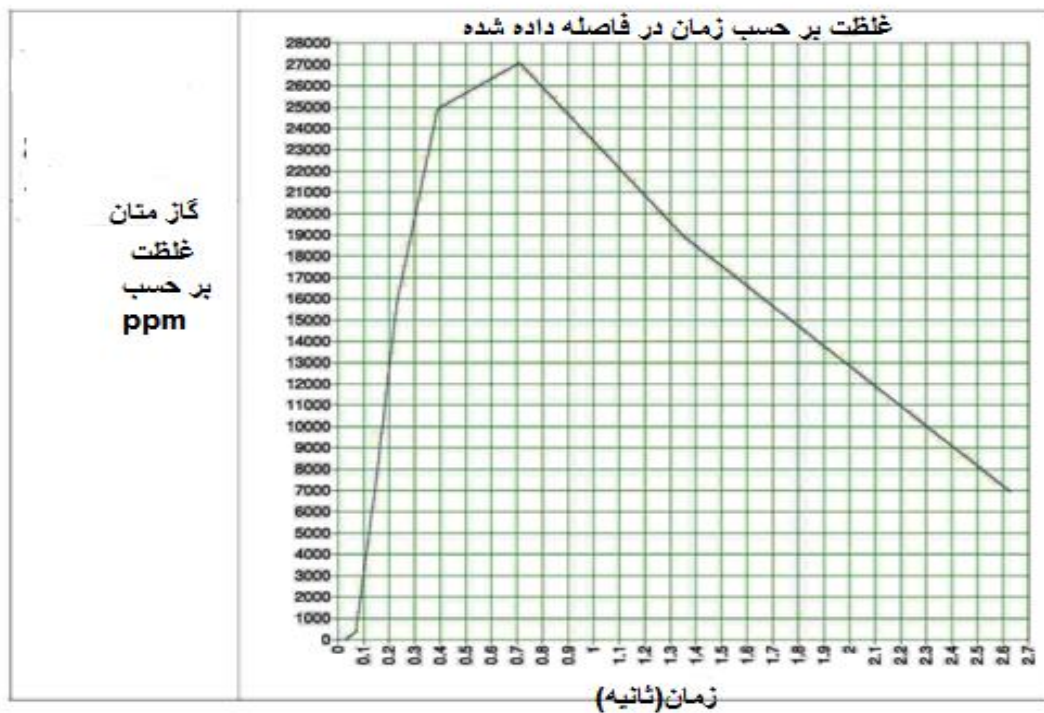
نتایج حاصل از این مدل سازی در نمودارهای ۴-۱ الی ۴-۷ در صفحات بعد آمده است



نمودار ۱-۴ غلظت گاز متان پس از انفجار بر حسب فاصله

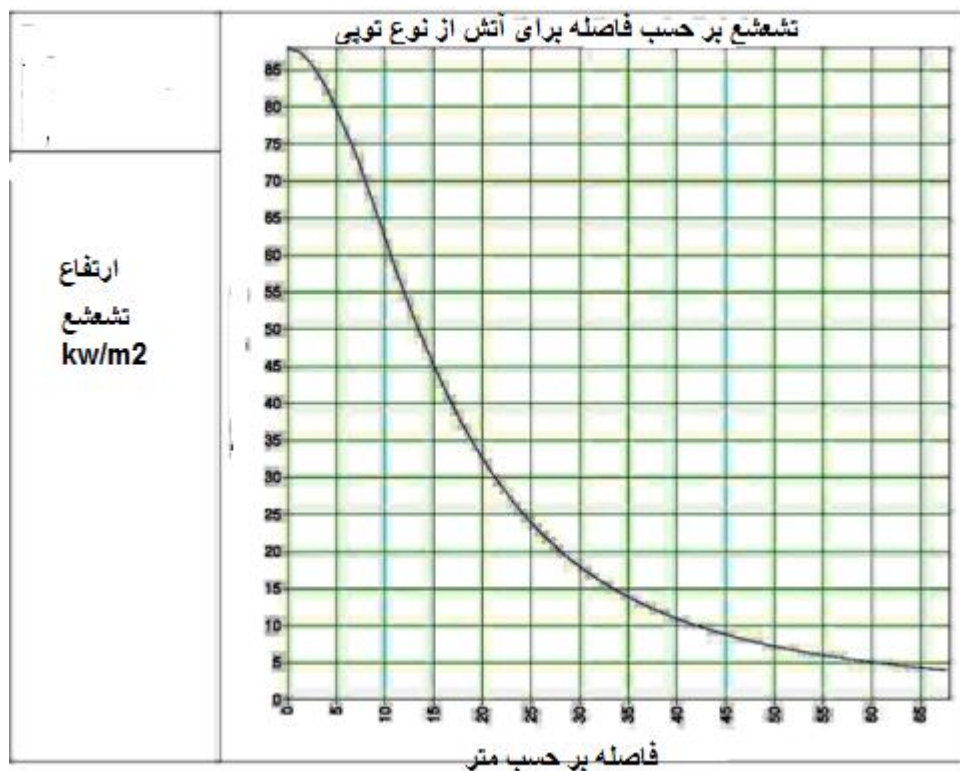
اولین نمودار پرو فایل موج انفجار (شکل ۱-۴) در فواصل مختلف از محل وقوع سناریو می باشد در این نمودار محور افقی فاصله از مبداء حادثه در جهت باد و محور عمودی آن میزان افزایش ناگهانی غلظت گاز متان را (بر حسب ppm^۱) نشان می دهد بیشترین غلظت گاز در شعاع حدود ۱ متر اطراف محل انفجار است .

^۱ Part per million



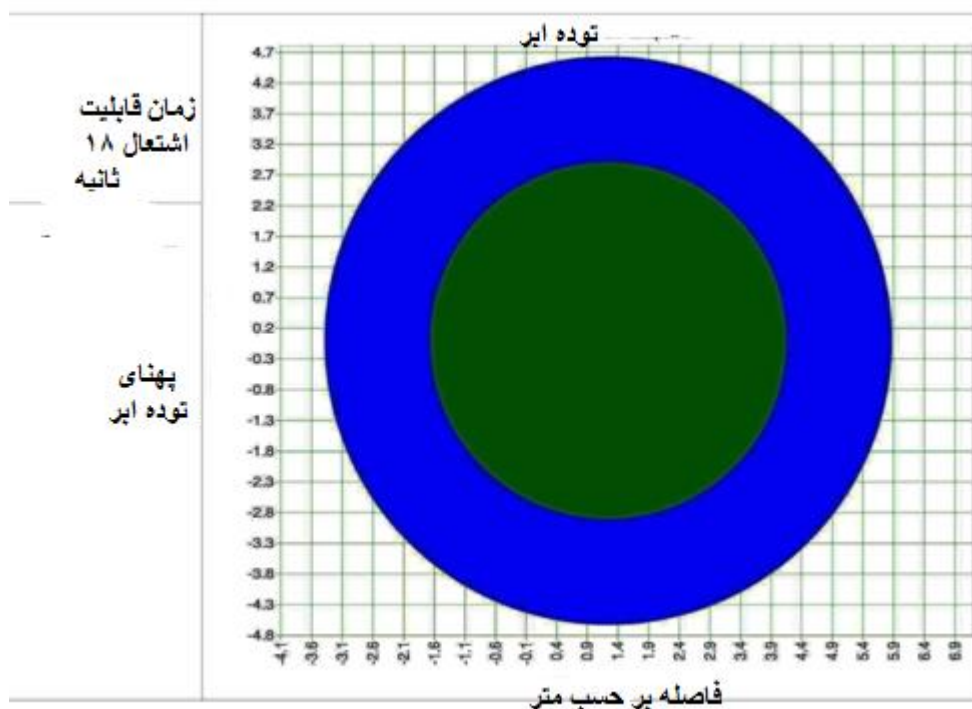
نمودار ۲-۴ افزایش انتشار غلظت گاز متان بر حسب زمان لحظاتی پس از انفجار

در نمودار بعدی (۲-۴) با توجه به افزایش انتشار غلظت گاز متان بر حسب زمان که در هنگام تعریف کردن مدل تعیین شده اند را نشان شده ، همانطور که نمودار نشان می دهد غلظت در کمتر از ۱ ثانیه به بیشترین مقدار ۲۷۰۰۰ (۲/۷ درصد) رسیده و پس از چند ثانیه کاهش می یابد .



نمودار ۳-۴ شدت تابش حرارتی ناشی از آتش توپی بر حسب فاصله از منبع رهائش

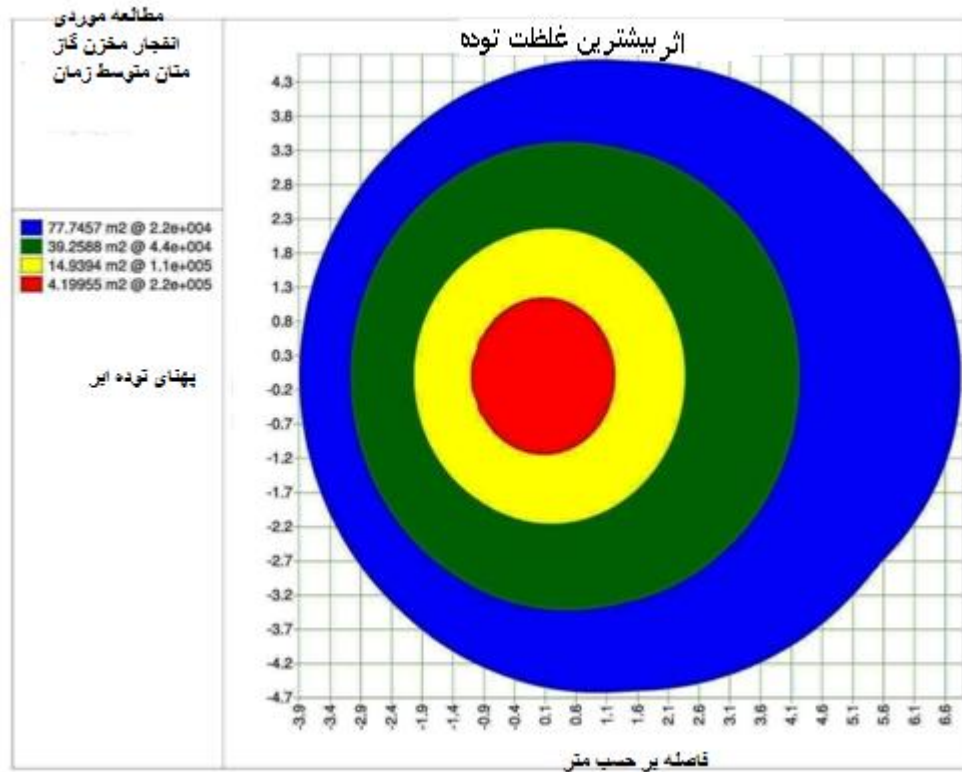
با فرض ایجاد حریق از نوع آتش توپی شدت تابش حرارتی بر حسب فاصله از منبع رهائش را نشان می دهد محور افقی این نمودار فاصله از منبع رهائش در جهت باد و محور عمودی شدت تابش حرارتی است مدت زمان این نوع آتش کوتاه و شدت تشعشع آن زیاد است. در ارزیابی پیامدهای ناشی از آتش ناگهانی تجربه نشان داده افرادی که در محدود این آتش یعنی فاصله بین غلظت حد پایین انفجار و حد بالای انفجار ماده اشتعال پذیر قرار گیرند به شدت آسیب می بینند.



نمودار ۴-۴ رد پای ابر نشانگر اثر باقی مانده و شدت آن

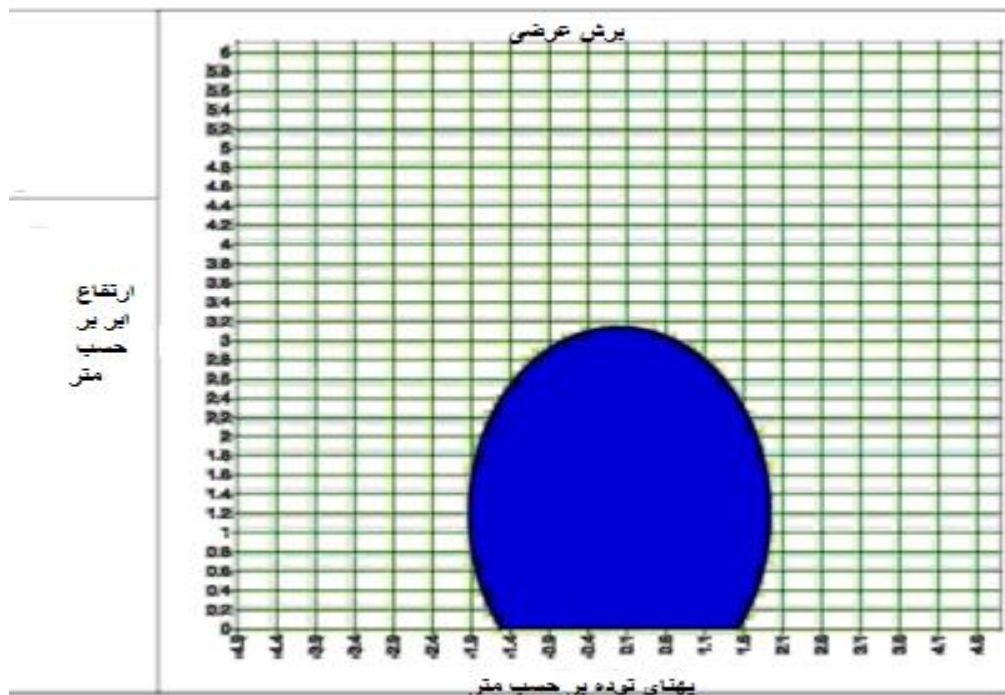
نمودار (رد پای ابر)^۲ نشانگر اثر باقی مانده و شدت آن در محدود مدل است در محدوده وسط تصویر اثر ابر ایجاد شده از انفجار شدیدتر است. با دور شدن از محل انفجار غلظت گاز کاهش می یابد. که تصویر بعدی (نمودار ۴-۵) حالت سه بعدی این مدل با در نظر گرفتن جهت وزش باد می باشد.

² cloud footprint



نمودار (۴-۵) حالت سه بعدی

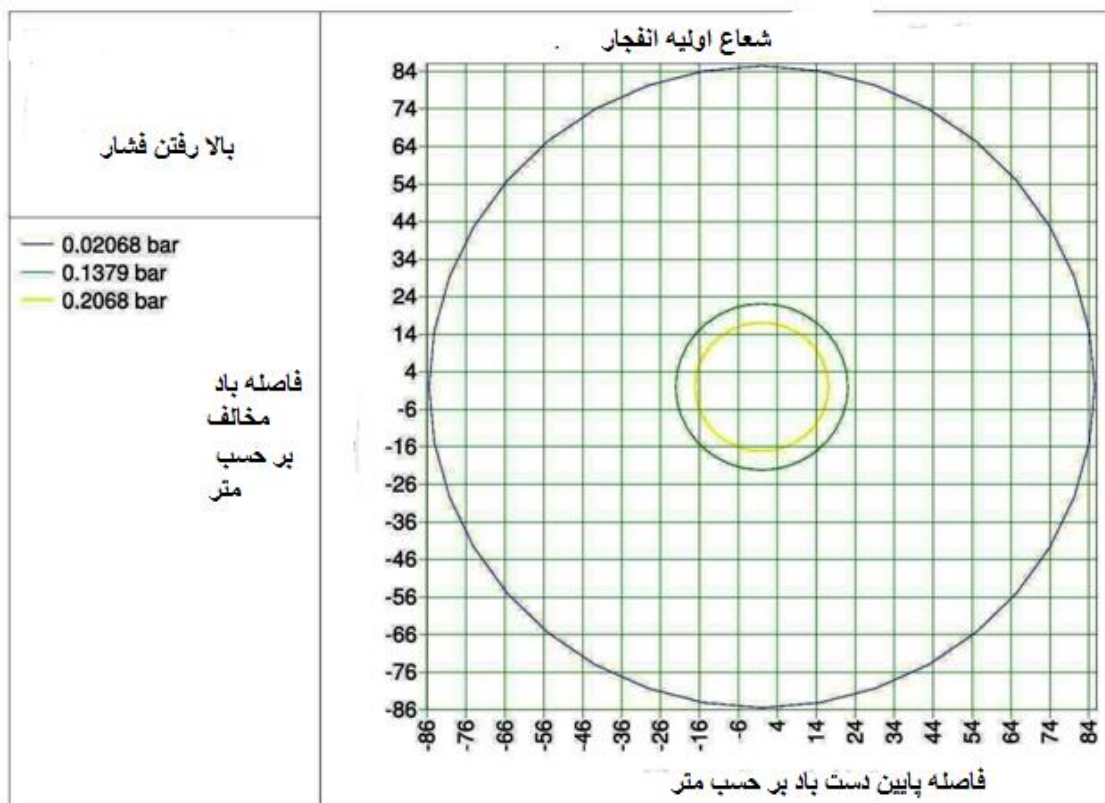
تصاویر و فیلم‌ها حوادث واقعی از حوادث انفجار گاز نیز موید این موضوع است که غلظت گاز متان با فاصله از محل انفجار کاهش یافته و وزش باد کمک زیادی به کاهش غلظت در زمان کوتاه تری خواهد نمود.



نمودار ۴-۶ ارتفاع ابر ناشی از انفجار

در نمودار cloud section پهنای و ارتفاع ابر ناشی از انفجار محاسبه و نشان داده شده است .

طول منطقه گسترش متناسب با قطر منبع با توجه به مقدار این پارامتر محاسبه می شود. در منطقه توسعه، مواد منتشر در حال گسترش به فشار اتمسفر است گاز همانند حباب در آب نبوده، بنابراین رقیق سازی گاز در زمان کوتاهی در هوا صورت می پذیرد و در منطقه گسترش می یابد .



نمودار ۴-۷ شعاع اولیه انفجار

در این نمودار شعاع اولیه انفجار بیش از حد تحمل بوده و گستره انفجار نشانگران است که تا شعاع ۸۴ متر آسیب جدی در اثر موج انفجار ایجاد خواهد شد.

فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری

۵-۱ نتایج

هرچه از عمر یک صنعت می گذرد تجربه ما در زمینه آن افزایش می یابد. گاهی این، نتیجه‌ی حوادث تلخ و زیان باری است که تجربه شده است. آنچه که مسلم است در طراحی سیستم ها سعی شده است در مرحله طراحی، ایمنی سیستم لحاظ گردد. در طراحی تجهیزات صنعتی، معمولاً ضریب ایمنی با توجه به نوع استاندارد بکار رفته متفاوت است. جهت اطمینان از عملکرد تجهیزات، در دوره های زمانی مشخص، آزمون‌های متفاوتی گرفته می‌شود. با این وجود رسیدن به ایمنی ۱۰۰ درصد اگر نگوییم غیر ممکن است، باید بگوییم دشوار است زیرا متغیر هایی وجود دارند که قابل پیش بینی یا تحت کنترل ما نیستند و به همین علت لازم است سیستم مرتب مورد ارزیابی ریسک قرار گیرد.

مخازن گاز CNG نصب شده بر روی خودروها که معمولاً با فشار کاری حد اکثر ۱۸۰ الی ۲۰۰ بار مورد استفاده قرار می گیرند بر اساس استاندارد ملی، تست هیدرو استاتیک با ۱/۵ برابر فشارکاری، و تست نئوماتیک ۱/۴ فشار کاری (به مدت ۸ ساعت) باید هر ۲ سال یک بار تحت شرایط خاص صورت پذیرد. اما در زمینه تست مخازن CNG زیرساخت مناسب و کارگاهی که بتواند این گونه آزمایشات را انجام دهد در تمام نقاط کشور وجود ندارد به همین علت هر لحظه احتمال حادثه دور از ذهن نیست.

به کمک روش ارزیابی ریسک حریق و انفجار DOW که تابعی از پارامتر های عملیاتی است خطرات صنایع شیمیایی شناسایی و با اطلاعات کلیدی بدست آمده به ارزیابی ریسک حریق و انفجار پرداخته شده است. این روش را مبنایی بر این تحقیق قرار گرفته است.

۵-۲ مبنای اولیه در این تحقیق و نتایج شاخص حریق و انفجار

با توجه به توانایی شاخص حریق و انفجار DOW در محاسبه شعاع آسیب به تجهیزات بخصوص آنکه با استفاده از این شاخص می توان فاصله ایمن مواجهه را تعیین نمود. همچنین

می توان از این شاخص در تحلیل ریسک و برآورد زیانهای مالی ناشی از حوادث مشابه مانند وقوع انفجار یا حریق و ... استفاده نمود. با توجه به عملیات جایگاه که فشرده سازی گاز از فشار ورودی حدود ۱۷bar به فشار 240bar در مخازن جایگاه صورت می پذیرد و در نهایت با اتصال نازل به مخازن خودروها فشار سوخت گیری به 200 bar می رسد. افزایش فشار مخزن از صفر تا 200 bar باعث افزایش دما و ایجاد تنش و خستگی در مخزن می گردد با فرض اینکه عملیات جایگاه در شرایط عادی در حال انجام است حریم حریق و انفجار را در فصل ۴ بر روی یک خودرو محاسبه کردیم که حدود ۸۴ متر بدست آمد. معمولاً جهت اطمینان در تعیین ضرایب ۱۰ درصد به عدد بدست آمده افزوده می شود ، که با احتساب این ضریب شعاع ۹۲/۴ به دست می آید .

۵-۳ محدودیت ها

اگر خواسته باشیم در یک آزمایش عملی صحت شعاع ذکر شده را اثبات نماییم مسلماً انجام چنین آزمایشی عملاً خیلی گران و خطرناک و محتاج زیر ساخت مناسب است . آنچه از بررسی و مشاهده اثرات حوادث طی یک دهه گذشته بدست آمده صحت شعاع بدست آمده را اثبات می کند. به عنوان نمونه حادثه جایگاه CNG بیدخت گناباد که اثر دستکاری مخزن (برشکاری و جوشکاری) خودرو نیسان وانت در سال ۸۹ به وقوع پیوست و تکه های مخزن منفجر شده در فاصله ۸۰ متری مشاهده شد اشاره نمود . در این حادثه قسمتی از بدنه خودرو پاره و آسیب به سقف و ستون جایگاه وارد آمد و راننده آن از ناحیه دست زخمی شد.





شکل (۴-۵) تصاویر ناشی از حادثه انفجار جایگاه پیدخت گناباد

۴-۵ نتایج حاصل از اندازه گیری صدا

از دیدگاه عوامل زیان آور محیط کار، دو منبع اصلی تولید صدا ناشی از فعالیت جایگاه در فرایند جایگاه CNG وجود دارد. ۱- صدای کمپرسور ۲- صدای ناشی از قطع و وصل نازل و ورود گاز به مخزن خودرو

اندازه گیری سرو صدای کمپرسور (در حالت بسته بودن در های کانوپی) در ایستگاه کاری اپراتور (فاصله حدود ۷ متر) نشانگر آن است که سرو صدا در حد مجاز است و در حالت باز بودن در های کانوپی این میزان نیز از حد مجاز ۸۵ دسی بل برای ۸ ساعت کاری فراتر نمی رود.

صدای قطع نازل که ناشی از تخلیه شدید گاز حبس شده بین نازل و مخزن خودرو است در محدود ۱۰ متری خارج از جایگاه تا حدود ۸۵ دسیبل می رسد این صدا بخصوص از دیدگاه صدای زیست محیطی برای همسایگان دیوار به دیوار جایگاههای CNG آزار دهنده است بر اساس استاندارد آلودگی صوتی آیین نامه اجرایی نحوه جلوگیری از آلودگی صوتی مصوب ۱۹ خرداد ۸۷ حد مجاز آلودگی صوتی در محیط های مسکونی در روز (۷ صبح الی ۲۲) ۵۵ دسیبل و در شب (۲۲ الی ۷ صبح) ۴۵ دسیبل تعیین شده است. اندازه گیری انجام شده نشان می دهد که آلودگی صوتی در فاصله ۷۰ متری 55dB(A) است بنابراین باید فاصله حد اقل ۸۰ متر را برای محیط های مسکونی منظور نمود.

۵-۵ نتایج حاصل از مدل سازی با نرم افزار PHAST

همانطور که در فصل چهارم بیان شد نرم افزار PHAST با توجه به اطلاعات ورودی و تعریف شرایط مخزن خودرو (دما 50°C ، فشار 200 bar و حجم 24 M^3) مدل سازی نمود. در خوشبینانه ترین حالت آن است که انفجار مخزن منجر آتش سوزی نگردد در این حالت شعاع بدست آمده ۸۴ متر گردید. آنچه مسلم است در مواردی که انفجار منجر به ایجاد آتش سوزی شده، دامنه حادثه و آسیب شدتدید تر شده است.

۵-۶ نتیجه گیری

همانطور که فصل اول بیان شد علت ورود به این بحث حوادث و انفجارات واقع شده، خطرات ناشی از فعالیت جایگاههای CNG که مشتریان، همسایگان و پرسنل جایگاه را تهدید می کند، و شکایات همسایگان از سرو صدای جایگاهها، مزاحمت ناشی از صف های طولانی خودرو ها جلوی منازل و ... است. همان گونه که اشاره شد استاندارد ۷۸۲۹ خودرو - جایگاه سوختگیری گاز طبیعی فشرده در مورد حریم داخلی جایگاه فاصله مخازن، توزیع کننده ها فاصله ها را مشخص نموده، در زمینه جداسازی ساختمانها و کالاهای خطر ناک یا مواد قابل اشتعال حد اکثر فاصله پیشنهادی حدود ۱۰ متر بیان شده اما در مورد ساختمانهای مسکونی از دیدگاه آسایش همسایگان حریمی تعیین نشده بر اساس اطلاعیه شماره ۲۷/۲۷۴۱۰ مورخه ۲۸/۶/۱۳۹۰

سازمان محیط زیست حریم ۵۰ متر را جهت جایگاههای CNG تعریف نموده است. بر اساس روش ارزیابی ریسک حریق و انفجار DOW و همچنین مدل سازی با نرم افزار PHAST که از آن استفاده شد حریم ایمن محاسباتی ۸۴ متر بدست آمد این نکته را نباید از نظر دور داشت که در این سناریو، بدترین حالت وقوع حادثه که احتمال آن پایین است ارزیابی انجام شده و بر اساس آن حریم پذیرفته شده است. حال بحث این است که آیا فاصله و حریم تعریف شده در استاندارد ۷۸۲۹ فاصله ایمن است؟ مسلماً اگر فاصله عنوان شده در استاندارد بر اساس تجربه های حوادث، و مشکلات موجود مورد ارزیابی قرار گیرد نیاز به بازنگری دارد. یافته های ما در این تحقیق نشان می دهد فواصل تعریف شده مناسب نیست و شعاع ایمن برای مجاور جایگاه حداقل ۸۴ متر است. در استاندارد ۷۸۲۹ حریم عمومی سوختگیری کننده گاز ۵ متر تعیین شده درحالی که این فاصله به هیچ عنوان کافی نیست و حتی در حالت معمول احتمال آتش سوزی دور از ذهن نیست.

پیشنهاد می شود محدوده زمین ها اطراف جایگاه به دو محدوده شعاع ۵۰ متری و شعاع ۵۰ متر تا ۹۰ متر تقسیم گردد . زمین اولیه پیشنهادی در محلی انتخاب گردد که تا شعاع ۹۰ متری اطراف ساختمانهایی با کاربری تجمعی مانند مدرسه، سالن اجتماعات ، سینما ، تئاتر و محل انجام مراسم عروسی یا مذهبی نباشد .

در شعاع ۵۰ تا ۹۰ متر می توان فضاهایی مانند انبار کالاها و محصولات غیر خطر ناک ، تعمیرگاه، کارواش ، بجز کارگاههایی که با کار گرم و شعله باز مانند نانوایی یا کارگاه جوشکاری در نظر گرفت سروکار دارند .

فهرست منابع و مآخذ

1- Khaki, A., ۲۰۰۴ *Iranian one of the World Largest NGV Market* ,Buenos Aires, Argentina

۲- استاندارد, کمیسیون, مخازن گاز - مخازن تحت فشار بالا, برای ذخیره گاز طبیعی بعنوان سوخت. مکان نشر: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

۳- شرکت ملی پخش فراورده های نفتی, ۱۳۹۵. مدیریت طرح CNG.

[/http://cng.oldportal.niopdc.ir](http://cng.oldportal.niopdc.ir)

۴- تاریخ: ۱۳۹۲/۱۱/۱۶. آژانس خبری - تحلیلی زیریان.

<http://ziryan.ir/NewsDetail.aspxitemid>

۵- باقری, م. و همکاران, ۱۳۹۲. تعیین حریم ایمن خطوط انتقال گاز ترش به روش ارزیابی کمی ریسک. نشریه شیمی و مهندسی شیمی ایران, تابستان. ص ۵۷. الی ۷۱.

۶- عتابی, ف. و. ه. تابستان ۹۱. برآورد صرفه جویی اقتصادی ناشی از کاهش خسارات وارد بر سلامت حاصل از احداث یک جایگاه سوخت رسانی CNG در مقایسه با بنزین در شهر تهران. نشریه علوم و تکنولوژی محیط زیست.

۷- آقابابایی, م. و همکاران, مدل نشت گاز و اهمیت آن در تعیین مکان یابی جایگاه های CNG مطالعه موردی شهر اراک.

۸- جمشیدیان, م. سیستم امنیت خودرو و جایگاه CNG در زمان سوخت گیری

۹- تقی پور, ع. ا. کاربرد مکانیک آسیب در ارزیابی عملکرد نشت قبل از شکست مخازن CNG فولادی

10- jefrey, M., ۲۰۰۵ *Geneva Merging Model of NGV Market Development*
United nation Working Party on Gas

۱۱- بهرامی بالاجاده, ح. و کردی, م. ۱۳۸۵. ایستگاه سوخت رسانی CNG. تهران: کلید آموزش و توسعه آموزش.

12- Neeras, O., ۲۰۰۲ *NGV master PPlanfor Iran, Conceptual Designe of filling Station and Vehicle System.*

13- Marathon Technical Services, Jan ۲۸, ۲۰۰۳ Recommended practices for cng fueling station design construction and operation

۱۴- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران, بدون تاریخ استاندارد ۷۸۲۹ جایگاه سوختگیری گاز فشرده خودرو الزامات عمومی. مکان نشر نامشخص: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

۱۵- انجمن مهندسين شیمی آمریکا, ۱۳۹۱. شاخص حریق و انفجار DOW. تهران: فن آوران

16- Anon., 1994. fire explosion index hazard classification guide 5th edition. s.l.: American Institute of Chemical Engineers (AIChE).

۱۷- باسلون, ز. ک., ۱۳۹۲. ارزیابی تاثیرات و پیامدهای حوادث بزرگ در کارخانجات صنعتی. مکان نشر نامشخص: انتشارات روابط عمومی شرکت ملی پالایش و پخش فراورده های نفتی ایران.

18- Drysdale, D., ۱۹۹۷ An Introduction to Fire Dynamics. John Wiley and Sons ., New York

۱۹- چوبینه, د. ع., امیرزاده, ف. & ارقامی, ش., ۱۳۹۰. کلیات بهداشت حرفه ای. تهران: انتشارات دانشگاه علوم پزشکی شیراز.

۲۰- مرکز سلامت محیط و کار, ۱۳۹۰. حدود مجاز مواجهه شغلی. تهران: وزارت بهداشت, درمان و آموزش پزشکی-مرکز سلامت محیط و کار.

دومین همایش سراسری مباحث کلیدی در مهندسی عمران ، معماری و شهرسازی ایران

۱۸ آذر ماه ۱۳۹۵ سالن همایش های دانشگاه فرهنگیان استان گلستان

تاریخ : ۱۳۹۵/۰۹/۱۸

شماره : ۰۵/ع/۱۰۵۱



گواهینامه

پژوهشگران ارجمند؛

جناب آقای / سرکار خانم محمد حسین مهدی زاده ، میرداد سیدی ، یوسف یاسی

بدینوسیله گواهی و تأیید می گردد ، مقاله جنابعالی تحت عنوان

تعیین حریم ایمن برای جایگاههای عرضه گاز طبیعی فشرده (CNG) در شهرها

توسط داوران منتخب کمیته علمی دومین همایش سراسری مباحث کلیدی در مهندسی عمران ، معماری و شهرسازی ایران مورد پذیرش قرار گرفته و به صورت شفاهی ارائه گردیده است.

امید است همواره با خلق خدمات و ارائه پژوهش های ارزشمند خود در مسیر اعتلای ایران عزیز موفق و مؤید باشید.

دبیر علمی

دکتر هومن جانفشان عراقی

دبیر اجرایی

مهندس سید اتحادی

2nd National Conference of the key issues in civil engineering , architecture and urbanism in iran

IRAN.Gorgan Thursday 8 , Dec , 2016



Abstract

Rich resources of natural gas, the development of the national gas network, lack of fossil fuel resources, and financial policies have lead the government to develop and incorage application and use of compressed natural gas CNG . According to the CNG management progam's site, more than 2,300 CNG stations have been built by the end of May 2016.

Main Gas tanks installed in CNG stations undergo gas pressures upto 3600 psi and automobile gas cylinder have to tolerate pressures upto 3000 psi. Many of explossions of gas tanks in cars have been due to Non-compliance with the safety measures. Safety of customers employees and neighbors have always been the major concerns of the CNG industry. In this study, determination of the safe area around the station has been undertaken by using "the fire and explosion method, DOW. Here a minimum safe distance has been determined by application of the "phast risk" software. Also the noise due to the process of refilling and presence of cars where studied and appraised.

Keywords: The CNG Margin of Safety, Fire and Explosion Assessment, DOW



Energy Institute for Higher Education

Faculty of Engineering

Department Of Chemical Engineering – HSE

Thesis For

Degree Of Master of Science (M .Sc)

Title:

Determine the Margin of Safety Compressed Natural Gas (CNG) Stations

Supervisor:

Yousef Yassi

Advisor:

Mir Davood Seyedi

By:

Mohammad Hossein Mahdizadeh

August 2016