

June 18, 2012

بسمه تعالی

آشنایی با سیستم های گازی اطفاء حریق اتوماتیک FM200

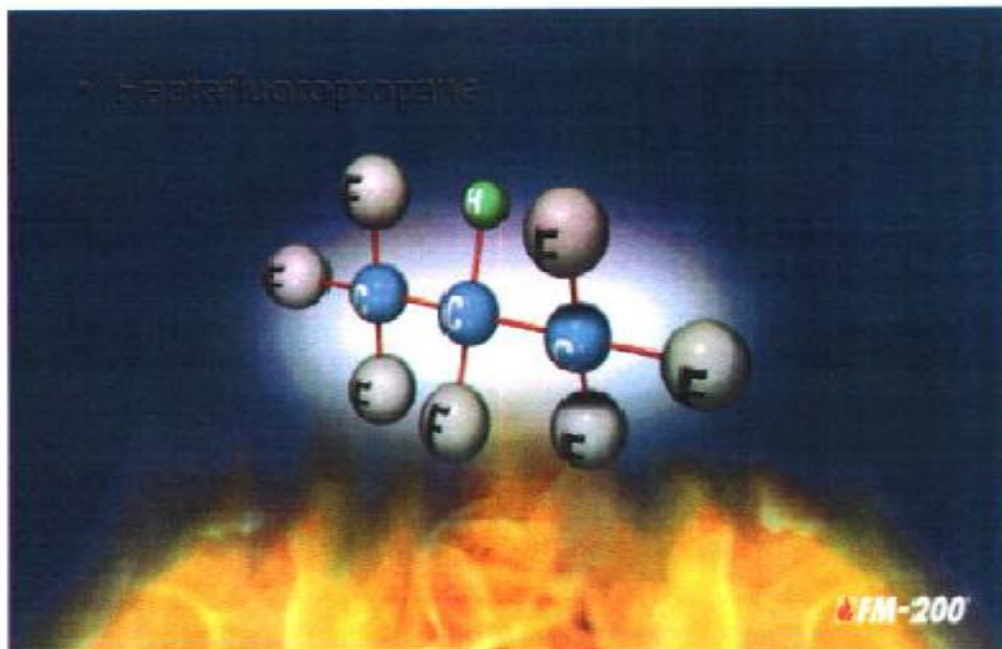
(FM200 Automatic Fire Extinguishing System)

حسن صفائی زاده و وحید چایانی

(فارغ التحصیل رشته مکانیک گرایش طراحی جامدات)

(کارشناس کل سیستم های اتوماتیک و دستی اعلام و اطفاء حریق شرکت تام ایران خودرو)

June 18, 2012



(۱) مقدمه :

در این جزوه سعی بر آن داشتیم تا با بیان مشخصات و خصوصیات گاز های FM200 شرح مختصری از سیستم های اتوماتیک با گاز (Automatic Fire Suppression System) را جهت علاقمندان به اختصار بیان نمایم.

با آگهی از وجود اشکلاتی در این جزوه ، از تمامی دوستان ، اساتید و کارشناسان محترم تقاضا دارم تا پس از مطالعه ، با ارائه پیشنهادات و راهنمایی های خود را در برطرف نمودن ایرادات و ارتقاء این جزوه یاری نمایند.

از تمام ایرانیانی که همچون این حقیر عاشق ایرانی ، ایرانی و زبان زیبا و شیرین فارسی هستند ، به علت استفاده از کلمات و اصطلاحات انگلیسی ، پوزش می طلبم و از انجام این امر ، برخلاف میل شخصی ام و فقط در جهت بیان کامل و جامع مطالب و مفاهیم می باشد.

- پس از عقد قرارداد مونترال در سال ۱۹۸۷ و ممنوعیت استفاده از گاز هالون به دلیل مخاطرات زیست محیطی و جانی، شرکت های فعال در عرصه صنعت حریق در صدد یافتن جایگزینی مطمئنی برای این عامل اطفاء کننده برآمدند. پس از انجام آزمایشات متعدد بر روی آلترناتیوهای ممکن سرانجام گاز FM200 که از يك سو از لحاظ زیست محیطی حایز حداقل استانداردهای قابل قبول بوده و از سویی دیگر به لحاظ اطفاء کنندگی نیز نزدیکترین عامل به هالون بود، به عنوان اولین جایگزین برای گاز هالون ۱۳۰۱ انتخاب گردید. این ماده که اسم شیمیایی آن هپتا فلئوئورپروپن (با نام صنعتی HFC-227ea و فرمول شیمیایی C3HF7) می باشد برای نخستین بار توسط یک شرکت امریکایی به نام تعاونی شیمیایی Great Lake تولید و مورد استفاده قرار گرفت نکته جالب توجه اینکه در حال حاضر نیز هنوز تمامی حقوق معنوی تولید این گاز در اختیار این شرکت بوده و دیگر تولید کنندگان در سطح دنیا تنها تحت لیسانس ارایه شده از طرف آن می توانند نسبت به تولید این گاز اقدام نمایند.

1-1) مشخصات فیزیکی گاز FM200:

- FM200 گازی بی رنگ است که تحت فشار مضاعف گاز نیتروژن (360psi معادل 24.8bar) بصورت مایع ذخیره سازی می شود. این گاز به هنگام تخلیه بصورت بخار غیر هادی بی رنگ و شفاف در محیط آزاد می شود و تا حدی مانع دید افراد می شود.

- FM200 عایق جریان الکتریسیته بوده فلذا برای انجام عملیات اطفاء حریق در اماکنی که بدلیل وجود تجهیزات الکتریکی، هادی نبودن عامل اطفاء جهت جلوگیری از بروز هرگونه اتصال کوتاه مورد توجه است بسیار مفید خواهد بود.

1-2) مشخصات شیمیایی گاز FM200 :

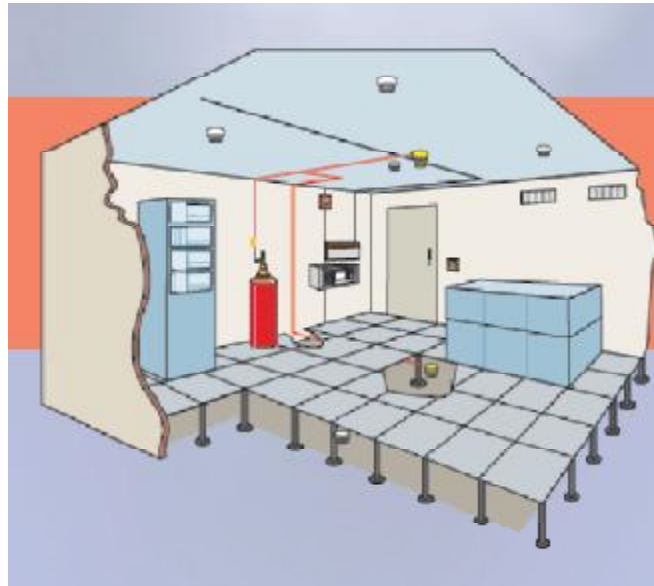
- درجه سمی بودن گاز FM200 به اندازه ای است که دررده گازهای پاک (Clean Agent) طبقه بندی می شود و از آنجایی که سطح مسمومیت ایجاد شده توسط آن به مراتب از هالون کمتر است می توان از آن با اطمینان کامل در اماکنی که احتمال حضور دائمی افراد در آنها وجود دارد استفاده نمود.
- از آنجایی که FM200 فاقد بروماین یا کلراین می باشد تاثیر مخرب آن بر روی لایه اوزن، که بامعیار Ozone Depletion Potential (ODP) سنجیده می شود، بسیار ناچیز بوده و در حد صفر ارزیابی می شود.
- بنابراین گاز FM 200 پس از آزاد شدن هیچ ماده باقیمانده ای در محیط از خود بجای نمی گذارد (No Residue) و نیاز به تمیز کردن محیط پس از اطفاء ندارد.
- پس از آزاد شدن و در صورت شرکت نکردن در چرخه حریق گاز FM200 بین ۳۱ تا ۴۲ سال در محیط زیست باقی می ماند .
- به طور معمول غلظت طراحی گاز FM200 هفت درصد می باشد که این امر باعث می شود نسبت قدرت اطفاء کنندگی در واحد جرم این گاز تا حد قابل توجهی افزایش یابد.

۱-۲) جنبه های ایمنی (Safety Considerations):

- طبق استاندارد حد تاثیر قابل ملاحظه بر روی سیستم عروقی (NOAEL) ۹ درصد می باشد که با توجه به غلظت طراحی گاز FM200 (هفت درصد) تاثیر مخرب این گاز بر روی سیستم عروقی و تنفسی بسیار پایین می باشد.

۱-۴) کاربرد:

- FM200 برای اطفاء هر سه کلاس حریق **A و B و C** مناسب بوده و قابل بهره برداری است . ولیکن بدلیل تمیز بودن و عدم بجای گذاردن مواد باقیمانده از یک سو و عدم هدایت الکتریکی از سوی دیگر بیشتر برای حفاظت فضاهایی که احتمال حضور انسان و تجهیزات الکتریکی بصورت توامان در آنها می رود از قبیل اتاقهای کامپیوتر، تجهیزات مخابراتی و ... بکار می رود.



۵-۱) مکانیزم اطفاء آتش:

FM200 برای خاموش کردن آتش از طریق جذب حرارت شعله (حذف ضلع حرارت) و مصرف اکسیژن (حذف ضلع اکسیژن) عمل می نماید. بدین ترتیب FM200 وارد زنجیره شیمیایی حریق گشته و تحت حرارت بالا تولید رادیکالهای آزاد فلز می نماید. سپس این رادیکالها با اکسیژن موجود در حریق ترکیب شده و ضمن مصرف اکسیژن و حذف آن (که منجر به ناقص ماندن سیکل حریق می گردد) بدلیل گرماگیر بودن واکنش، حرارت شعله را نیز جذب می نمایند. بدین ترتیب و در مدت زمانی نزدیک به ۱۰ ثانیه پس از تخلیه گاز FM200 عملیات اطفاء آغاز شده و به فاصله کوتاهی حریق مهار می گردد.

- انجام سریع عملیات اطفاء توسط FM200 تولید محصولات میانی زیان آور و سمی (By-Products) از جمله مونوکسید کربن (CO) را به حداقل رسانیده و بدین ترتیب خسارت کمتر، هزینه پاکسازی و بازسازی کمتر و ضریب ایمنی بالاتری برای افراد حاضر در محیط به همراه خواهد داشت.

- بطور کلی برای محافظت در تمامی اماکن و تجهیزاتی که با گاز هالون محافظت می شوند قابل استفاده است. بدلیل شباهت در تجهیزات، سیستم های گاز هالون می توانند با کمترین میزان تغییر برای سیستم های اطفاء گازی FM200 استفاده شوند.

۱-۶ جمع بندی :

۱-۶-۱) مزایا و مشخصات بارز سیستم اطفاء گازی FM200 به شرح ذیل می باشند:

- ۱- سریع و موثر
- ۲- عدم کاهش قابل ملاحظه سطح اکسیژن
- ۳- عامل گاز پاک بدون هیچ گونه ماده باقیمانده (No Residue)
- ۴- پتانسیل تخریب لایه اوزن = ۰ (ODP=0)
- ۵- پتانسیل گرم کردن جو در حد بسیار ناچیز (GWP= 0)
- ۶- بازه زمانی بسیار محدود حضور در جو
- ۷- عدم هدایت الکتریکی
- ۸- ایمن برای استفاده در فضاهایی که احتمال حضور انسان در آنها زیاد است.
- ۹- سطح انبارش بسیار کم
- ۱۰- رنج متنوعی از سیلندرها، نازل ها و فعال کننده ها را در برمی گیرد.
- ۱۱- نسبت قدرت اطفاء کنندگی به جرم عامل اطفاء بالا

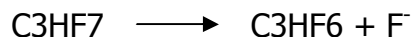
۱-۶-۲) معایب عمده سیستم اطفاء FM200 به شرح ذیل می باشند :

- ۱) قیمت بالا
- ۲) تولید محصولات میانی (در حد بسیار کم)
- ۳) گرم کردن جو (در حد بسیار کم)

۲) مکانیزم خاموش کنندگی گاز FM200 :

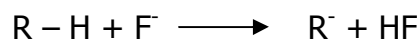
از آنجایی که گاز FM200 همانگونه که اشاره شد به عنوان جایگزینی برای هالون ۱۳۰۱ مورد استفاده قرار می گیرد، لذا کد مستقلی از استاندارد NFPA برای آن موجود نبوده و علاوه بر این از آنجایی که گاز FM200 با در نظر داشتن خاصیت اطفاء کنندگی هالون و تنها با بهینه سازی اثر معکوس این گاز بر روی محیط زیست تولید شده واز لحاظ ساختار شیمیایی نیز هر دو ترکیبات آلی هالوژنی می باشند، بنابراین با دقت قابل قبولی مکانیزم حاکم بر پروسه اطفاء توسط هالون بر مکانیزم اطفاء FM200 نیز حاکم خواهد بود. بنابراین هر چند مکانیزم خاموش کنندگی FM200 (همانند هالون و یا حتی مکانیزم خود آتش) هنوز بطور دقیق مشخص نیست ولیکن در این بخش سعی خواهد شد عملکرد اطفاء گاز FM200 را با در نظر داشتن اسلوپ حاکم بر هالون مورد بحث قرار دهیم :

گاز FM200 (هپتا فلئوروپروپن) در صنعت اطفاء حریق به عنوان ماده داخل در زنجیره آتش (Chain Breaking Agent) معروف است. بدین مفهوم که این ماده بطور مستقیم در واکنش شیمیایی حریق دخالت می نماید. FM200 پس از ورود به بطن آتش به دو رادیکال مجزا تقسیم می شود.

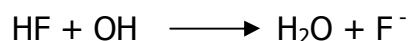


۲-۱) تئوری رادیکال آزاد :

دوتئوری اصلی در این مرحله مطرح می شود. اولین تئوری بنام نظریه رادیکال آزاد بر این مبنای قرار گرفته که رادیکال های فلئور آزاد شده در مرحله قبلی با ماده سوختنی وارد واکنش شده و تولید اسید فلئوریدریک می نمایند.



که در ادامه اسید فلئوریدریک نیز با رادیکالهای هیدروکسیل (OH) فعال حاضر در محیط ترکیب شده و مجدداً "رادیکال فلئور آزاد می شود.



رادیکال فلئور مجدد" وارد واکنش با ماده سوختنی شده و این چرخه تا جایی که ماده سوختنی فعال در محیط وجود دارد ادامه می یابد. بدین ترتیب در تئوری رادیکال آزاد مصرف ماده سوختنی توسط FM200 مینا و فرض اصلی اطفاء می باشد.

۲-۲) تئوری یونی :

تئوری دوم به عنوان یونی شناخته می شود. در این تئوری فرض بر این است که در حالت عادی در پروسه حریق یونهای اکسیژن با جذب الکترونهای آزاد هیدروکربن تشکیل پیوند یونی می دهند. و بدین ترتیب چرخه سوخت (با ترکیب اکسیژن و سوخت ایجاد و استمرار می یابد) ولیکن با ورود رادیکالهای آزاد فلئور و از آنجایی که خاصیت جذب الکترون (الکترونگاتیوی) در اتم های فلئور بیشتر از اکسیژن می باشد این رادیکالها در جذب الکترون آزاد موجود در محیط آتش (الکترون حاصل از ماده سوختنی) سریعتر از اکسیژن عمل نموده و عملاً" بجای انجام واکنش ترکیب ماده سوختنی با اکسیژن یا اکسیداسیون (که همان واکنش حریق است) واکنش ترکیب ماده سوختنی با فلئور انجام گرفته و پروسه حریق متوقف می شود.

۴) غلظت گاز مورد نیاز:

۳-۱) مینای اشتعال مجدد:

اولین مطلب در طراحی هر سیستم اطفاء گازی FM200 تعیین حداقل غلظت حجمی گاز مورد نیاز جهت انجام عملیات اطفاء در محل مورد نظر می باشد. این مطلب با توجه به نوع ماده سوختنی موجود در محیط و بسته به طبیعت این سوخت از یکی از دو مینای راکد (Inerting) و یا اطفاء شعله (Flame Extinguishing) تعیین می گردد:

۳-۱-۱) مینای گاز راکد : (Intert gas)

غلظت هایی که در آن به گاز FM200 به عنوان یک گاز راکد نگریسته می شود می بایستی در مواقعی که احتمال انفجار و یا شعله ور شدن مجدد در محیط وجود داشته باشد مینای طراحی قرار گیرند. این شرایط هنگامی که هردو پارامتر ذیل با هم در فضا مهیا باشند ایجاد می شود:

الف) مقدار سوخت موجود در محیط باندازه ای است که غلظتی معادل ویا بزرگتر از نصف حد پایین قابلیت اشتعال در محیط فراهم شود .

ب) میزان فرار بودن سوخت باندازه ای است که پیش از آغاز حریق غلظت بخارات سوخت به حد پایین قابلیت اشتعال بخار در فضا برسد ویا سرعت عمل سیستم به اندازه ای نیست که پیش از آنکه سطح فراربت (تبخیر) سوخت در نتیجه حریق به سطح خطرناکی برسد, آتش را تشخیص داده و آنرا اطفاء کند.

۲-۱-۲) مبنای اطفاء شعله (Flame Extinguishing) :

معمولا "در نقاطی که احتمال و یا ترس از اشتعال مجدد سوخت وجود نداشته باشد از حداقل غلظت های مورد نیاز جهت اطفاء شعله استفاده می شود.

جمع بندی غلظت طراحی :

پرواضح است که غلظت مورد نیاز در حالت اول (اماکن با احتمال حریق مجدد) از حالت دوم بیشتر خواهد بود, چرا که در این حالت عامل اطفاء (گاز FM200) بدون اینکه فرصت انجام هیچ گونه واکنشی را در محیط داشته باشد و تنها بواسطه حضور خود در فضای حریق (با استفاده از اصل جابجایی اکسیژن) می بایستی حریق را اطفاء کند.

۲-۲) مبنای عمق حریق :

گذشته از درجه اشتعال پذیری مجدد متریال سوختنی موجود در حریق پارامتر دیگری که در تعیین غلظت گاز FM200 مورد نیاز در پروسه اطفاء مورد توجه قرار می گیرد عبارتست از عمق حریق ایجاد شده. برای پایه تمامی حریق ها به دودسته حریق های سطحی (Surface Fires) و حریق های عمقی (Deep Seated Fires) تقسیم بندی می شوند:

۲-۲-۱) حریق سطحی (Surface Fires) :

به حریق در مواد و یا تجهیزاتی اطلاق می شود که پیش از تخلیه گاز اطفاء کننده و رسیدن غلظت گاز به حد مورد نظر جهت انجام پروسه اطفاء آتش پیشرفت چندانی در متریال در حال سوختن نخواهد داشت. (حداقل غلظت طراحی برای این نوع حریق پنج درصد می باشد).

۲-۲-۲) حریق عمقی (Deep Seated Fires):

حریق در مواد و یا تجهیزاتی که پیش از تخلیه گاز و رسیدن غلظت آن به حد مورد نیاز جهت اطفاء آتش، آتش بصورت عمیق در تنه ماده سوختنی نفوذ پیدا می کند. آنچه مسلم است غلظت طراحی در آتش های عمیق قطعاً بالاتر از غلظت طراحی در حریق های سطحی خواهد بود.

۲-۲) سیستم تخلیه:

گام بعدی در طراحی سیستم که می بایستی جهت تعیین شرایط تخلیه به منظور محاسبه حجم گاز مورد نیاز پیش از سایر مراحل انجام شود، مشخص ساختن شرایط تخلیه (Discharge) گاز در فضا می باشد. در مکان های یکپارچه، فضای تحت پوشش و عدم امکان تقسیم بندی آن به چند منطقه (zone) مجزا، مناسب ترین سیستم برای آن سیستم اطفاء گازی تخلیه جمعی (Total Flooding) خواهد بود که به محض تشخیص وجود حریق در هر قسمت از سالن گاز به اندازه ای تخلیه می شود که غلظت FM200 در کل حجم سالن به غلظت طراحی برسد.

۲-۴) محاسبه مقدار گاز مورد نیاز:

مقدار گاز FM200 مورد نیاز جهت تامین حداقل غلظت طراحی در محیط با توجه به سه پارامتر اصلی حجم فضای تحت پوشش (V)، متوسط دمای فضای تحت پوشش (T) و ارتفاع محل نصب از سطح دریا (Altitude) مشخص می گردد.

۲-۴-۱) حجم تحت پوشش:

در این مرحله می بایستی حجم تجهیزات و فضاهای ایزوله شده را از حجم کل کسر نموده و حجم خالص تحت پوشش رامبنای طراحی قرار دهیم.

۲-۴-۲) دمای محیط:

با توجه به داشتن سیستم کنترل دما در محیط، دمای فضا بین رنج متوسط در مکان مورد نظر طراحی بر حسب درجه سلسیوس حفظ می شود.

۲-۴-۲) ارتفاع از سطح دریا :

در صورتی که ارتفاع نصب سیستم بیش از ۱۰۰۰ متر بالاتر یا پایین تر از سطح دریا باشد می بایستی ضریب تصحیح ارتفاع را در مقدار محاسبه شده برای گاز مورد نیاز ضرب نمود. با توجه به ارتفاع محل نصب در تهران و بطور متوسط ۱۵۰۰ متر از سطح دریا می باشد، ضریب تصحیح نزدیک به یک خواهد بود..

۳-۴-۴) مقدار گاز مورد نیاز:

با در نظر گرفتن پارامترهای فوق مقدار گاز مورد نیاز برای پوشش فضا های تحت نظر محاسبه می شود.

۳-۵) سیستم توزیع:

۳-۵-۱) نرخ تخلیه:

- حداقل نرخ تخلیه طراحی می بایستی بر مبنای مقداری از گاز FM200 که مورد نیاز است تا در زمان تخصیص یافته به غلظت مورد نظر طراحی دست یافت تعیین شود.

۳-۵-۲) زمان تخلیه:

- زمان تخلیه گاز FM200 مطابق استاندارد می بایستی ۱۰ ثانیه باشد. این زمان بصورت فاصله زمانی از لحظه خروج اولین ذرات FM200 مایع از نازل تا وقتی که کل ماده اطفاء تخلیه شده تماما "بصورت گازی درآمده و کل فضا را اشغال نماید محاسبه می شود. این نقطه (تخلیه گازی کامل) از تغییر صدای تخلیه و ظاهر گاز تخلیه شده قابل محاسبه است.

- در صورتی که به هر علتی به زمانی بیش از ۱۰ ثانیه برای تخلیه نیاز بود می بایستی نرخ تخلیه به اندازه ای باشد که در هر صورت غلظت مورد نظر در طول مدت فعال شدن سیستم (غلظتی که در مرحله قبل محاسبه گردیده) را تامین نماید.

۳-۵-۳) انتخاب نوع و محل نازل:

June 18, 2012



پس از تعیین میزان کل گاز مورد نیاز زمان تخلیه گازودبی (نرخ تخلیه)، نوبت به انتخاب سیستم توزیع (تخلیه) مناسب جهت تحویل دبی مورد نظر به محیط می رسد. بدین منظوری بایستی نازل های تخلیه به گونه ای انتخاب و در فضای تحت پوشش توزیع شوند که اولاً " عامل اطفاء (گاز FM200) بطور مستمر و متناسبی در تمام طول مدت تخلیه به تمامی نقاط و تجهیزات واقع در فضای تحت پوشش رسیده و ثانیاً فاقد اثرات مخرب بر روی محیط کاری نصب (از قبیل ترشح مایع FM200 در غیر از زمان تخلیه، ایجاد انفجار، ایجاد توده غبار در فضا که می توانند باعث استمرار حریق شوند) باشند.

۳-۶ شبکه پایپینگ:

جهت سایزینگ شبکه پایپینگ سیستم اطفاء در نظر گرفته شده از اتصالات و لوله های کربن استیل با رده ۸۰ و متریال گالوانیزه فشار بالا استفاده می شود.

سایز کپسول ها Container Size :

June 18, 2012



بازده سایز مختلف کپسول از 8 Liter تا 343 Liter موجود می باشد:

Part No.	Nom. Volume		Outlet Size		Dimension A		Diameter		Empty Weight	
	Kg	(Lbs.)	mm	in	mm	in	mm	in	Kg	lbs
(Nominal size)										
303.205.015(8Liter)	4.5 to 8.0	10 to 18	25	1"	304	12"	254	10"	14.8	32.6
303.205.016(16Liter)	9.0 to 17.5	20 to 39	25	1"	502	19.8"	254	10"	18.4	40.6
303.205.017(32Liter)	17.0 to 33.5	38 to 74	25	1"	833	32.8"	254	10"	26.1	57.5
303.205.030(40Liter)	22.0 to 43.0	48 to 95	50	2"	1352	53.2"	227	9"	52.2	115
303.205.018(52Liter)	27.0 to 53.0	59 to 117	50	2"	596	23.5"	406	16"	49.1	108
303.205.031(67Liter)	33.5 to 66.5	74 to 147	50	2"	1526	60"	265	10.4"	81.6	180
303.205.032(80Liter)	44.0 to 80.5	91 to 180	50	2"	1685	66.3"	176	11"	95.3	210
303.205.019(106Liter)	53.5 to 106.5	118 to 235	50	2"	1021	40.2"	406	16"	71.8	158
303.205.020(147Liter)	74.0 to 147.5	163 to 325	50	2"	1354	53.3"	406	16"	89.9	198
303.205.021(180Liter)	91.5 to 182.0	201 to 401	50	2"	1634	64.3"	406	16"	106	233
303.205.022(343Liter)	172 to 343	379 to 757	89	3.5"	1466	57.7"	610	24"	207	456

مراجع طراحی:

June 18, 2012

-استانداردهای NFPA

-آرشیو فنی سیستم های اطفاء حریق شرکت تام ایران خودرو

-نت برداری از مقاله ها و جزوات معتبر در سایت های مختلف

-استفاده از تجربیات اجرایی و توانمندی های شخصی

End