

مقدمه‌ای بر گازهای مورد استفاده در سیستم‌های اطفاء حریق اتوماتیک

Introduction of Automatic Fire Suppression Agents

(Issue No: 30.8)



NOOR NEDA System co.

Fire & Security Solutions

تهیه و تنظیم توسط: علی چراغی

(Last Issue: 2017-06-22)

مقدمه

در این مقاله سعی بر آن دارم تا با بیان مشخصات و خصوصیات گازهای مورد استفاده در سیستم‌های اطفاء حریق اتوماتیک همانند [FM-200](#) ،

[NOVEC1230](#) ، [IG55](#) ، [IG541](#) و [CO₂](#)، شرح مختصری از این عوامل اطفاء کننده فراهم آورده و ضمن بررسی نقاط ضعف و قدرت هر یک از این

عوامل، خصوصیات سیستم‌های اطفاء حریق پایه گاز را جهت علاقه مندان به اختصار بیان نمایم.

با آگاهی از وجود اشکالاتی در این جزوه، از تمامی دوستان، اساتید و کارشناسان محترم تقاضا دارم تا پس از مطالعه، با ارائه انتقادات، پیشنهادات

و راهنمایی‌های خود اینجانب را در برطرف نمودن ایرادات موجود و ارتقاء این جزوه یاری نمایند.

از تمام ایرانیانی که همچون این حقیر عاشق ایران، ایرانی و زبان زیبا و شیرین فارسی هستند، بعلت استفاده از کلمات و اصطلاحات انگلیسی،

پوزش می‌طلبم. انجام این امر، بر خلاف میل شخصی‌ام و فقط در جهت بیان کامل و جامع مطالب و مفاهیم می‌باشد.

شاد زی ، مهر افزون

علی چراغی

نور ندا سیستم

(تهران ، بهار ۱۳۸۶)

TEL : +98 (21) 4420 1601

+98 (21) 4420 1768

FAX : +98 (21) 4420 1934

Website: www.noorneda.com

E-mail : ali@noorneda.com
ali_cheraghi@yahoo.com

صفحه	محتویات	بخش
- ۴ -	..... پیشینه	.۱
- ۸ -	.....سیستم اطفاء حریق پایه گاز (Fire Suppression System)	.۲
- ۱۵ -	..... کدها و استانداردها	.۳
- ۱۷ -	..... FM-200 Fire Suppression Agent	.۴
- ۲۵ -	.....NOVEC TM 1230 Fire Suppression Agent	.۵
- ۳۳ -	.....IG55 Fire Suppression Agent	.۶
- ۳۹ -	.....IG541 Fire Suppression Agent	.۷
- ۴۵ -	.....CO2 Fire Suppression Agent	.۸
- ۵۴ -	.....مقایسه عوامل اطفاء بصورت خلاصه	.۹

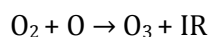
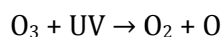
۱. پیشینه

در سال‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۸۰ گاز هالون بطور گسترده‌ای در سیستم‌های اطفاء حریق (اعم از سیستم‌های دستی و یا اتوماتیک) مورد استفاده قرار می‌گرفت. علت اصلی این امر تأثیر بسیار قوی این خانواده از خاموش‌کننده‌های شیمیایی در کنترل و اطفاء حریق‌ها بود. از عمده موارد مهم در انتخاب خاموش‌کننده‌های شیمیایی می‌توان به پایین بودن ضریب حداقل تراکم در محیط^۱ (که موجب کاهش حجم گاز مورد استفاده و در نتیجه کاهش هزینه می‌گردد)، حاشیه امنیت بالا، امکان استفاده جهت اطفاء حریق در محیط‌های الکتریکی در هنگام وصل بودن جریان الکتریکی^۲، بدون ایجاد اثرات مخرب بر بردها، تجهیزات الکترونیکی و الکتریکی و همچنین عدم باقی‌گذارن هرگونه پسماند در محیط اشاره نمود.

اما در سال ۱۹۸۰، کشف حفره‌ای در سطح لایه ازن در اتمسفر زمین باعث ایجاد تغییرات شگرفی در استفاده از این گاز گردید.

همانطور که مستحضر هستید لایه ازن (O_3)^۳، لایه‌ای در بخش استراتوسفر^۴ جو زمین می‌باشد که با جذب بیش از ۹۵٪ اشعه ماوراء بنفش^۵ ساطع شده از خورشید، سطح زمین را از تأثیرات مضر و مخرب این اشعه محافظت می‌نماید. تخریب این لایه محافظ می‌تواند موجب صدمات جبران‌ناپذیری بر حیات موجودات زنده در زمین شده و ادامه حیات را بر روی کره خاکی تهدید نماید.

برخورد اشعه ماوراء بنفش با گاز ازن موجب شکستن پیوند سست بین اتم‌های آن و آزاد شدن یک اتم اکسیژن می‌گردد. ترکیب دوباره این اتم آزاد اکسیژن با O_2 ، ضمن تشکیل O_3 ، اشعه مادون قرمز^۶ ایجاد می‌کند.



بررسی‌های علمی نشان داد که این حفره در لایه ازن در اثر آزاد شدن گازهای هالون و انواع گازهای کلروفلوئوروکربن (CFC) و^۷، در اتمسفر زمین ایجاد شده است. گازهای کلروفلوئوروکربن شامل عناصری همانند «کلر» (Cl) و «برم» (Br) هستند. این عناصر با یک اتم اکسیژن ازن ترکیب شده و موجب تخریب لایه ازن می‌گردند.

در سال ۱۹۸۷ کمیته‌ای بین‌المللی تشکیل و اولین بیانیه با عنوان توافقنامه مونترآل^۸ را در ارتباط با کاهش تولید و آزاد سازی گازهای گلخانه‌ای صادر نمود.

¹ minimum design concentration

² live electrical equipment

^۳ اوزونوسفر

⁴ stratosphere

^۵ استراتوسفر دومین لایه بزرگ اتمسفر زمین است که بالاتر از لایه تروپوسفر و پایین لایه مزوسفر واقع شده است. این لایه با ضخامتی در حدود ۱۶ تا ۳۰ کیلومتر مشتمل بر لایه ازن می‌باشد که نقش بسیار مهمی در جلوگیری از اثرات مگر بار تابش‌های شدید فرابنفش دارد. (در نزدیکی استوا از حدود ۱۸ کیلومتری شروع و تا ۵۰ کیلومتری زمین ضخامت دارد.)

⁶ ultra violet radiation

⁷ infer red radiation

⁸ chlorofluorocarbon

^۹ از موارد عمده استفاده گازهای کلروفلوئوروکربن‌ها می‌توان به گاز خنک‌کننده یخچال اشاره نمود.

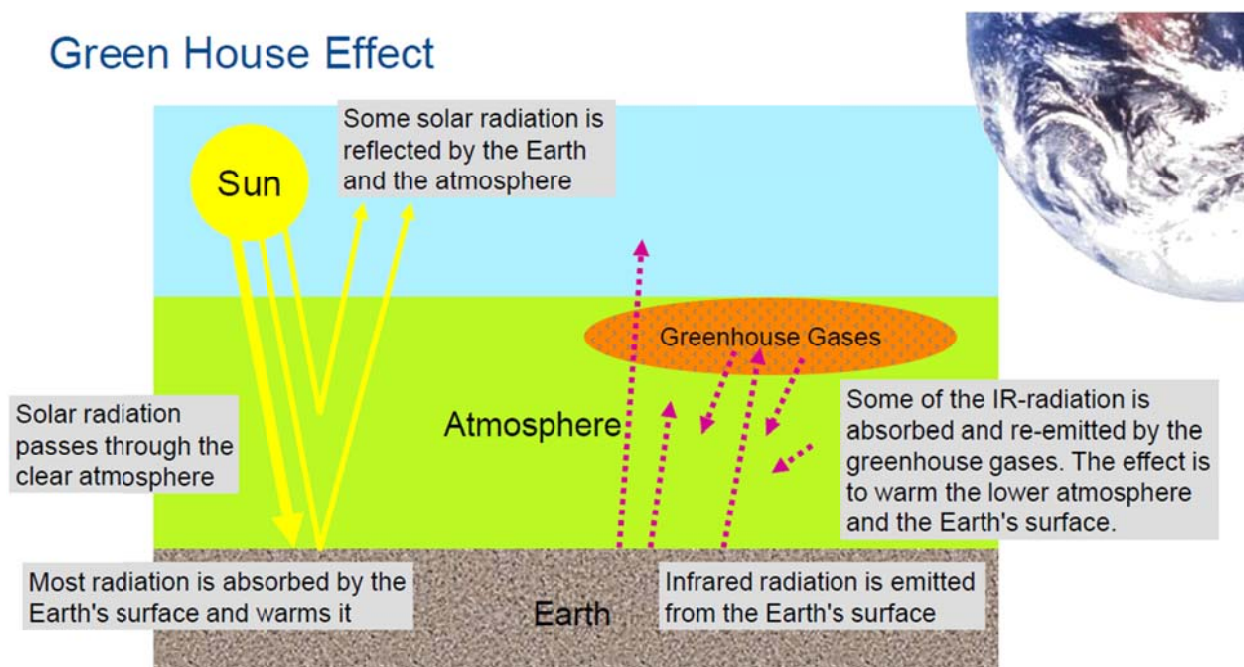
¹⁰ montreal protocol

در سال ۱۹۹۰ و در لندن اعلام گردید تولید گازهای هالون می‌بایست به دو بخش تقسیم گردیده و بخش اول تا پایان سال ۱۹۹۵ و بخش دیگر تا پایان سال ۲۰۰۰ میلادی بطور کامل متوقف گردند.

در موارد بسیار ضروری با تشخیص و تأیید مقام‌های ذیصلاح طی چند مرحله تولید گاز هالون از خط تولید خارج شده و عوامل دیگری جهت جایگزین آن انتخاب گردد و حداکثر زمان اجرای این بند تا پایان سال ۲۰۲۰ میلادی تعیین گردید.

اما مشکل دیگر ناشی از گازهای گلخانه‌ای، گرمایش دمای زمین می‌باشد. این گازها که عمده آن دی‌اکسیدکربن، متان، دی‌نیتروژن مونوکسید، CFCها و ... می‌باشند، اجازه خروج تشعشعات مادون قرمز خورشید که توسط زمین بازتابیده شده‌اند، را از جو زمین نداده و با جذب بخشی از آن و بازتابش بخشی بسمت زمین موجب گرم شدن کره زمین می‌گردند.

Green House Effect



پنج سال پس از اولین جلسه در سال ۱۹۸۷ یعنی در سال ۱۹۹۲ و در کپنهاک جهت بهبود توافق مونترآل، این کمیته تولید هالون را تا پایان سال ۱۹۹۴ ممنوع نمود.

کشورهای GCC که شامل ۵ عضو می‌باشد، پروتکل مونترآل را امضاء نمودند و تعهد نمودند تمام سیستم‌های هالون را تا سال ۲۰۱۰ جمع آوری گردند.

در پی پروتکل کیوتو^۱ در سال ۱۹۹۷ کشورهای صنعتی موظف شدند تا با کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای و کمک به کشورهای در حال رشد جهت جایگزینی انرژی‌های نو و تجدید پذیر (همانند انرژی خورشیدی و باد)، موارد طول عمر (A.L.T)^۲ و قابلیت گرمایش جو زمین (G.W.P)^۳ را بعنوان فاکتورهای مهم جهت تولید گازهای جایگزین مورد توجه قرار دهند.

¹ kyoto protocol

² atmospheric life time

³ global warming potential

از این زمان، 1987، به بعد شرکت‌های مختلف اقدام به تحقیق و پژوهش جهت تولید عاملی جایگزین با هالون نمودند که نهایتاً این تلاشها منجر به استفاده از خانواده گازهای پاک¹ گردید.

خانواده گازهای پاک به دو بخش خانواده هالوکربن‌ها² و خانواده گازهای بی اثر³ تقسیم بندی می‌شود.

(۱) از جمله اعضای مهم خانواده هالوکربن‌ها (Hydro Fluor Carbon) H.F.C، می‌توان به گازهای FM-200، NOVEC1230، ... اشاره

نمود که در ادامه به بررسی این دو گاز بسیار مهم این خانواده خواهیم پرداخت.

خانواده گازهای هالوکربن، دارای ضریب حداقل تراکم در محیط (M.D.C) پائین و در نتیجه نیازمند فضای کمتر جهت ذخیره می‌باشند.

اما این خانواده در بعضی محصولات دارای طول عمر طولانی در اتمسفر و قابلیت گرمایش جو زمین بالا می‌باشند. که در تولیدات جدید این

خانواده از جمله NOVEC™1230 موارد فوق به حداقل رسیده است. $(A.L.T = 5 - G.W.P = 1)$

hydrofluorocarbons (HFCs), hydrochlorofluorocarbons (HCFCs), perfluorocarbons (PFCs or FCs), fluoroiodocarbons (FICs) and fluoroketones (FKs)

(۲) گازهای بی اثر شامل گازهای خنثی می‌باشد که در اتمسفر اطراف ما بصورت عادی وجود داشته و ما روزانه از آنها استنشاق مینماییم.

از این گروه می‌توان به گازهایی چون IG01 (آرگون)، IG100 (نیتروژن)، ترکیب‌هایی مانند IG55، IG541، ... اشاره نمود. در ادامه دو

گاز متعارف این گروه یعنی IG55 و IG541 را مورد بررسی قرار خواهیم داد.

گازهای بی اثر دارای طول عمر طولانی در اتمسفر و قابلیت گرمایش جو زمین، صفر می‌باشند. که این دو فاکتور از عوامل تعیین کننده در

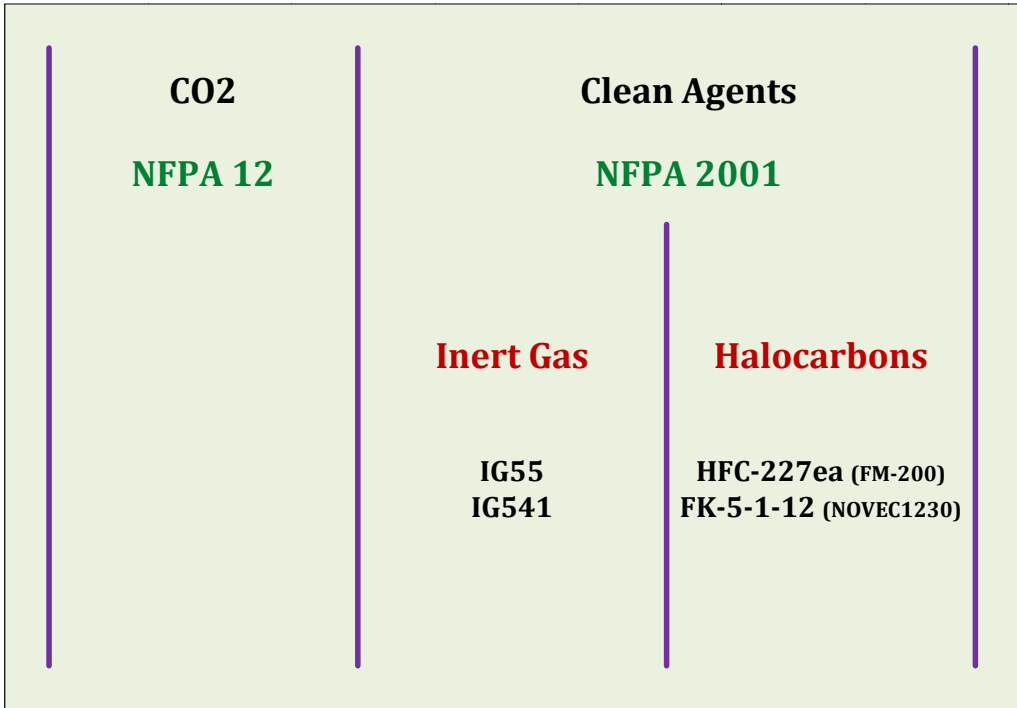
استفاده از خانواده گازهای بی اثر می‌باشد. البته بالا بودن ضریب حداقل تراکم در محیط (M.D.C) باعث افزایش حجم گاز مورد نیاز و در

نتیجه افزایش فضای مورد نیاز گشته است.

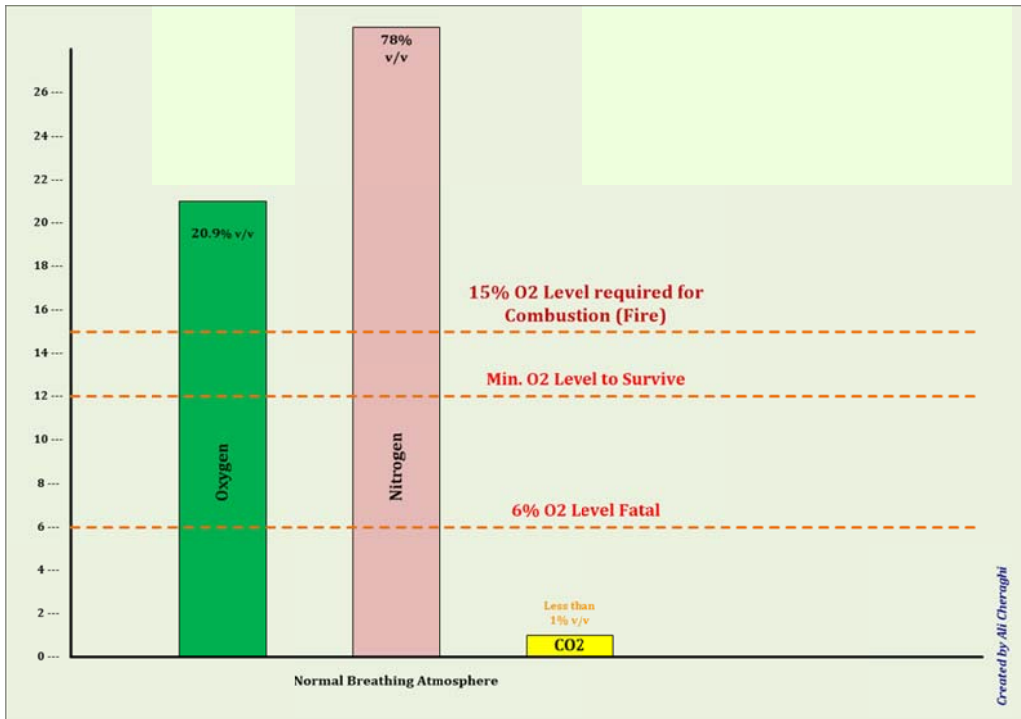
¹ clean agent

² halocarbons

³ inert gases



کدهای استاندارد NFPA



گازهای موجود در جو زمین

۲. سیستم اطفاء حریق پایه گاز (Fire Suppression System)

هدف از طراحی و اجرای سیستم‌های اطفاء حریق اتوماتیک، خاموش نمودن سریع حریق در فازهای اولیه و جلوگیری از گسترش آن و ایجاد آسیب برای افراد و محافظت از اموال در هنگام بروز حریق در محیط‌های حساس و ارزشمند می‌باشد.

عملیات اطفاء حریق بصورت پیش فرض به طریق اتوماتیک انجام خواهد شد. اما امکان فعال سازی دستی توسط افراد نیز فراهم می‌باشد.

منظور از "سیستم اطفاء حریق پایه گاز" کلیه تجهیزات، الزامات، ادوات و نرم‌افزارهای مورد نیاز جهت مهندسی و طراحی، نصب، راه‌اندازی، تست و بهره‌برداری و سرویس و نگهداری کامل و بدون نقص و نگهداری سیستم اطفاء حریق اتوماتیک می‌باشد.

در سیستم اطفاء حریق پایه گاز، عامل اطفاء کننده به فرم گاز در محیط انتشار می‌یابد و با حجم محیط و یا حجم جسم تحت حفاظت نسبت مستقیم دارد.

۱. روش‌های اطفاء حریق پایه گاز

۱) روش غرقه سازی کامل^۱

روش غرقه‌سازی کامل، جهت حفاظت از محیط‌های پر خطر که دارای حجم مشخص و ثابت می‌باشند (محیط بسته)، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

روش غرقه‌سازی کامل عبارتست از طراحی و روش اجرای سیستم اطفاء حریق پایه گاز بمنظور دستیابی به حداقل غلظت از پیش تعیین شده

عامل اطفاء در تمام حجم محیط تحت حفاظت (NFPA 2001, 2015 Edition, p. 3.3.34) (NFPA 12, 2011 Edition, p. 3.3.11.4)

در روش غرقه‌سازی کامل، کل حجم محیط تحت حفاظت توسط غلظت مشخصی از عامل اطفاء گازی شکل پر می‌گردد و این محیط باید کاملاً محفوظ (بسته) و بدون منفذ بوده و ساختار محیط حداقل ۳۰ دقیقه در برابر حریق مقاومت داشته باشد.

بازدهی روش غرقه‌سازی کامل، به باقی ماندن غلظت گاز مورد نیاز از پیش طراحی شده، برای مدت مشخص، جهت اطمینان از خاموش شدن

کامل حریق‌های درون سوز و همچنین سرد شدن کامل مواد قابل اشتعال بمیزان کافی، بستگی دارد. (جهت پیشگیری از خود اشتعالی مجدد)

در سیستم‌های اطفاء حریق پایه گاز CO₂ (در حریق‌های عمقی^۲)، غلظت گاز باید برای مدت حداقل ۲۰ دقیقه در محیط باقی بماند.

(NFPA 12, 2011 Edition, p. 5.4.1.1)

در سیستم‌های اطفاء حریق پایه گازهای پاک، غلظت گاز باید برای مدت حداقل ۱۰ دقیقه در محیط باقی بماند.

(NFPA 2001, 2015 Edition, p. 5.6)

پیش از تخلیه و در هنگام تخلیه گاز فن‌ها و سیستم‌های تهویه می‌بایست خاموش شده تا جریان هوا در درون محیط تحت حفاظت کاهش یابد.

همچنین دریچه‌های ورود^۳ و خروج^۴ هوا و سایر دریچه‌ای احتمالی توسط دمپرهای الکتریکی، جهت جلوگیری از تخلیه گاز به محیط‌های اطراف و کاهش غلظت مورد نیاز گاز، بسته شوند.

¹ total flooding

² deep seated fire

³ air supply duct

⁴ air exhaust duct

۲) روش اطفاء موضعی^۱

در روش اطفاء موضعی، سیستم اطفاء حریق پایه گاز بگونه‌ای طراحی و اجرا می‌گردد که عامل اطفاء گازی بصورت مستقیم بر روی حریق (تجهیز در حال سوختن) تخلیه گردد. (NFPA 2001, 2015 Edition, p. 3.3.1.6) (NFPA 12, 2011 Edition, p. 3.3.11.2)

روش اطفاء موضعی، جهت اطفاء حریق‌های سطح سوز^۲ در مایعات و گازهای قابل اشتعال^۳ و اجسام جامد با ضخامت کم (در مواردی جسم مورد نظر که محصور نبوده) و یا مواردی که محیط تحت حفاظت نیازهای روش غرقه سازی کامل را برآورده نمی‌نماید، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

روش اطفاء موضعی، جهت حفاظت از اشیاء و یا اجناسی که در محیط بسته قرار دارند و یا میزان بسته بودن محیط جهت استفاده از سیستم غرقه سازی کامل کافی نمی‌باشد، نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

(NFPA 2001, 2015 Edition, p. 6.1.1.2) (NFPA 12, 2011 Edition, p. 6.1.1.2)

در این روش شبکه لوله‌ها و نازل‌های بگونه‌ای طراحی و اجرا می‌شوند تا نازل‌های بصورت مستقیم بر روی جسم و یا اشیاء مورد نظر قرار گرفته و گاز اطفاء کننده بصورت مستقیم بر روی حریق تخلیه گردد.

ii. کپسول ذخیره گاز

سیلندرهای گازهای هالوکربن دار جهت نگهداری گاز متراکم بصورت مایع و نیتروژن (نیتروژن جهت تحت فشار قراردادن گاز در کپسول در فشار 24.8bar (low pressure) و یا 42bar (high pressure) در دمای 20°C مورد استفاده قرار می‌گیرد) طراحی شده‌اند.

کپسول‌های اطفاء حریق اتوماتیک خانواده گازهای پاک باید در داخل محیط تحت حفاظت و یا نزدیک‌ترین محل ممکن به فضای تحت حفاظت نصب گردند. کپسول‌ها نباید در محل‌های غیر قابل دسترس نصب گردند و همچنین نباید در معرض ضربات و آسیب‌های مکانیکی^۴، مواد شیمیایی، شرایط آب و هوایی سخت^۵ و یا سایر عوامل آسیب زنده احتمالی قرار گیرند.

(NFPA 2001, 2015 Edition, p. 4.1.3.2 & 3)

کپسول‌های محتوی گاز CO₂ باید در نزدیک‌ترین محل ممکن به محیط(ها) تحت حفاظت نصب گردند. اما **نباید** در محلی نصب گردند که در معرض حریق و یا انفجار ناشی از این محیط‌ها قرار داشته باشند.

(NFPA 12, 2011 Edition, p. 4.6.4.3)

محل نصب کپسول‌ها باید در دسترس بوده، دارای شرایط دمایی کنترل شده باشد و در برابر ضربات و آسیب‌های مکانیکی از کپسول‌ها محافظت نماید. همچنین کپسول‌ها نباید در معرض مواد شیمیایی و یا شرایط آب و هوایی سخت و سایر شرایط غیر قابل پیش‌بینی آسیب زنده قرار گیرند.

¹ local application

² surface fire

³ flammable liquids and gases

⁴ mechanical damage

⁵ harsh weather condition

سیستم‌های اطفاء اتوماتیک فشار پائین^۱ خانواده گازهای هالوکربن دار همانند FM-200، NOVECA1230 با فشار 24.8bar در کپسول‌های جوشی^۲ و سیستم‌های فشار بالا^۳ همانند FM-200 با فشار 42bar، CO2 با فشار 58bar و خانواده گازهای بی‌اثر با فشار 200bar / 300bar در کپسول‌های بدون‌درز^۴ ارائه می‌شوند.

یک دیسک کوچک فلزی جهت امنیت سیستم و حفاظت کپسول بر روی شیر کپسول تعبیه شده است.^۵

افزایش درجه حرارت محیط می‌تواند موجب افزایش فشار داخلی کپسول و در نتیجه خطراتی همانند ترک‌یدن شیر و یا کپسول گردد. بهمین دلیل و بمنظور ایمنی کپسول و جلوگیری از خطرات ناشی از افزایش فشار، دیسک کوچک فلزی ایمنی بر روی شیر کپسول تعبیه شده است. افزایش فشار داخلی کپسول به بیش از حد مجاز موجب ترک‌یدن دیسک کوچک فلزی شده و گاز داخل کپسول خارج می‌گردد.

- Halocarbon Low Pressure Cylinder (25bar) Burst Disc: 53.4bar @50°C
- Halocarbon High Pressure System (42bar) Burst Disc: 95bar
- CO2 High Pressure System (58bar) Burst Disc: 190bar
- Inert Gas High Pressure System (200bar) Burst Disc: 420bar

در سیستم‌های مشتمل بر بیش از یک کپسول (بانک کپسول)، برای هر اتصال ورودی سیلندر به منیفولد، باید شلنگ تخلیه^۶ با شیر یکطرفه^۷ در نظر گرفته شود.

در سیستم‌های مشتمل بر بیش از یک کپسول (بانک کپسول)^۸ تمام کپسول‌های متصل به یک منیفولد باید حجم یکسانی داشته باشند^۹ و با یک حجم یکسان گاز، فشار یکسان و چگالی یکسان پر شده باشند.^{۱۰}

(NFPA 2001, 2015 Edition, p. 12)

¹ low pressure

² welded

³ high pressure

⁴ seamless

⁵ burst disc

⁶ flexible discharge hose and check valve

⁷ check valve

⁸ cylinder bank

⁹ same cylinder size (volume)

¹⁰ same agent weight, pressure & fill density

iii. پیکربندی سیستم‌های اطفاء اتوماتیک حریق پایه گاز

در سیستم‌های اتوماتیک اطفاء حریق پایه گاز، حجم گاز مورد نیاز متناسب با حجم محیط (روش غرقه‌سازی کامل) و یا حجم جسم تحت حفاظت (روش اطفاء موضعی) محاسبه می‌گردد و این حجم گاز مشخص می‌تواند در یک یا چند کپسول که بصورت بانک کپسولی توسط یک منیفولد در یک مجموعه قرار گرفته‌اند، شارژ شود. این مجموعه توسط شبکه لوله کشی به نازل‌های تخلیه گاز در محیط حفاظت شده متصل شده‌اند. سیستم‌های اطفاء حریق پایه گاز در یک محیط تحت حفاظت می‌توانند در دو گروه متمرکز^۱ و یا گسترده^۲ پیکربندی و اجرا شوند.

(۱) متمرکز^۲

در روش متمرکز تمامی کپسول‌ها در یک بانک کپسولی قرار داشته و به یک منیفولد متصل می‌شوند. در این روش تمامی کپسول‌های متصله به منیفولد دارای ظرفیت یکسانی بوده و درمورد گازهای خانواده هالوکربن، حجم گاز تمامی کپسول‌ها نیز یکسان می‌باشد.

(NFPA 2001, 2015 Edition, p. 12)

تمامی کپسول‌ها توسط شلنگ تخلیه و بوسیله شیر یکطرفه به منیفولد مشترک متصل می‌گردند. منیفولد از طریق یک شبکه لوله‌کشی^۴ در محیط تحت حفاظت، به نازل‌های مربوطه متصل می‌گردند.

(۲) گسترده^۵

در روش گسترده کپسول‌ها ممکن است در دو یا چند بانک کپسولی مختلف قرار داشته باشند. کپسول‌ها در روش گسترده ممکن است دارای ظرفیت‌های متفاوت و درمورد گازهای خانواده هالوکربن، حجم گاز مختلفی باشند. این روش عموماً در مواردی که امکان متمرکز نمودن تمامی سیلندرها در یک نقطه و استفاده از یک شبکه لوله‌کشی واحد، میسر نمی‌باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش هر بانک کپسول (یا کپسول منفرد) دارای شبکه لوله‌کشی مستقلی در محیط تحت حفاظت می‌باشد. بعبارت دیگر یک محیط تحت حفاظت توسط دو یا چند شبکه لوله‌کشی مستقل که به بانک کپسولی مستقلی متصل هستند، پوشش داده می‌شود. در روش گسترده باید تمهیدات لازم جهت فعال شدن تمامی شیرهای برقی و کپسول‌ها بطور همزمان اندیشیده شود.

1 centralized
2 modular
3 centralized
4 pipework
5 modular

iv. روش های فعال سازی

راه اندازی سیستم اطفاء حریق پایه گاز به دو صورت اتوماتیک و یا دستی انجام می گیرد.

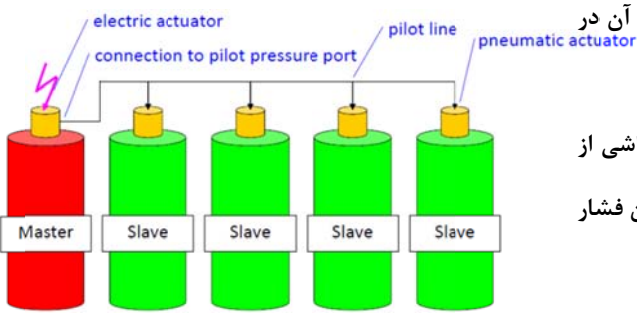
در روش اتوماتیک شیر برقی^۱ با فرمان صادره از سیستم اعلان حریق این مهم را به انجام می رساند. در روش دستی^۲، اهرمی مکانیکی جهت استفاده افراد در سیستم تعبیه می گردد.

راه اندازی سیستم اطفاء حریق پایه گاز می تواند بصورت Master/Slave و یا سیلندر راه انداز^۳ صورت پذیرد:

(۱) روش Master/Slave

در این روش شیر برقی بر روی کپسول اولیه^۴ نصب می شود.

این شیر برقی توسط فرمان ارسالی از سیستم اعلان حریق فعال می گردد و موجب باز شدن شیر اصلی کپسول^۵ اولیه می گردد. همچنین اهرم راه-انداز مکانیکی نیز بر روی این کپسول نصب می شود.



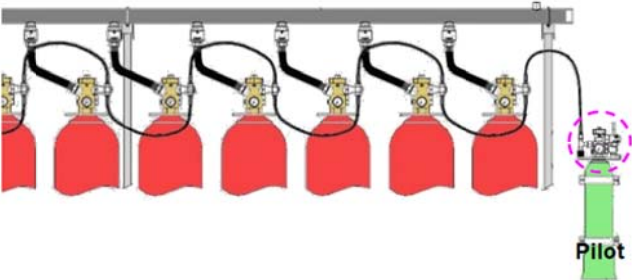
فعال شدن شیر اصلی بر روی کپسول اولیه، ضمن تخلیه محتوی گازی شکل آن در منیفولد، فشار لازم جهت فعال سازی کپسول ها ثانویه^۶ را فراهم می آورد.

بر روی سایر کپسول های ثانویه شیرهای نیوماتیکی^۷ نصب می شوند. فشار ناشی از تخلیه کپسول اول توسط شلنگ راه انداز^۸ به شیرهای نیوماتیکی منتقل و این فشار نهایتاً شیر اصلی هر یک از کپسول های ثانویه را باز می نماید.

(۲) روش سیلندر راه انداز

در این روش شیر برقی و اهرم راه انداز مکانیکی بر روی کپسول راه انداز نصب می شود. این کپسول توسط فرمان ارسالی از سیستم اعلان حریق و یا بصورت دستی فعال می شود.

کپسول راه انداز که معمولاً محتوی گاز نیتروژن^۹ می باشد، فشار لازم جهت راه اندازی شیرهای نیوماتیکی کپسول های ثانویه محتوی عامل اطفاء گازی را فراهم می آورد. بر روی کپسول های ثانویه شیرهای نیوماتیکی نصب می شوند. فشار ناشی از تخلیه کپسول اول توسط شلنگ راه انداز به شیرهای نیوماتیکی منتقل و شیر اصلی هر یک از کپسول های ثانویه را باز می نماید.



1 solenoid valve
2 mechanical manual lever/release
3 pilot cylinder
4 master cylinder
5 cylinder valve
6 slave cylinder
7 pneumatic valve
8 pilot hose
9 N2

.v عملکرد

با ارسال فرمان توسط سیستم اعلان حریق، شیر برقی متصل بر روی کپسول اولیه و یا کپسول راهانداز فعال شده و شیر اصلی آن کپسول را باز و امکان تخلیه آن کپسول را فراهم می‌آورد. باز شدن این کپسول‌ها فشار لازم جهت فعال سازی شیرهای نیوماتیکی متصله بر روی سایر کپسول‌های ثانویه ایجاد می‌شود.

فشار گاز خروجی ناشی از فعال شدن کپسول اولیه و یا سیلندر راهانداز از طریق شلنگ راهانداز¹ به شیرهای نیوماتیکی کپسول‌های ثانویه منتقل و آنها را فعال می‌نماید. این شیرهای نیوماتیکی، شیرهای اصلی کپسول‌های ثانویه را باز و محتویات آنها (عامل اطفاء حریق) از طریق شلنگ تخلیه² در منیفولد³ مربوطه تخلیه می‌شود. با فعال شدن هر کپسول اعم از کپسول اولیه و یا کپسول‌های ثانویه گاز داخل آنها در منیفولد تخلیه می‌گردد.

اتصال تمامی کپسول‌ها (اعم از کپسول اولیه و یا کپسول‌های ثانویه) به منیفولد از طریق شلنگ تخلیه و شیر یکطرفه⁴ انجام می‌گردد که این امر امکان برگشت گاز بسمت کپسول‌ها را منتفی و امکان تخلیه گاز تمامی کپسول‌ها به داخل منیفولد در بازه زمانی مشخص و با نرخ یکسان را فراهم می‌آورد.

همچنین بر روی شیر برقی متصل شده روی کپسول اولیه و یا سیلندر راهانداز، اهرم فعال سازی دستی جهت راهاندازی سیستم بصورت مکانیکی توسط افراد حاضر در محیط تعبیه شده است.

گاز تخلیه شده در منیفولد (اعم از فعال سازی اتوماتیک و یا فعال سازی دستی)، ابتدا سوئیچ فشاری⁵ را فعال ساخته تا فیدبک⁶ به سیستم اعلان حریق ارسال شده و مرکز از تخلیه گاز مطمئن شود.

گاز تخلیه شده در منیفولد از طریق شبکه لوله‌های فولادی به سمت محیط تحت حفاظت هدایت شده و از طریق نازل‌های مربوطه در محیط تخلیه می‌گردد.

¹ pilot hose
² discharge hose
³ manifold
⁴ check valve
⁵ pressure switch
⁶ feedback

vi. **M.D.C** (Minimum Design Concentration)

منظور از حداقل تراکم غلظت گاز در محیط (M.D.C)، حداقل میزان غلظت گاز مورد نیاز جهت خاموش نمودن حریق می باشد.

vii. **NOAEL** (NO Observed Adverse Effect Level)

سطح تاثیرات مضر غیرقابل مشاهده (بیشترین غلظت از گاز که در آن غلظت، هیچگونه ناسازگاری فیزیولوژیکی یا تاثیرات سمی (مسموم کننده) ملاحظه نمی شود).

viii. **LOAEL** (Lowest Observed Adverse Effect Level)

سطح تاثیرات مضر قابل مشاهده (کمترین غلظت از گاز که در آن غلظت ناسازگاری فیزیولوژیکی یا تاثیرات سمی (مسموم کننده) قابل ملاحظه می باشد).

جدول مقایسه‌ای عوامل مختلف خاموش کننده حریق

Description	Halon 1301	FM-200 (HFC 227/ea)	Novect™ 1230 (FK-5-1-12)	HFC23	HCFC Blend/B	Inert Gas	CO ₂	Water Mist
No. Of Cylinders Class A*	1	2	2			15	15	
No. Of Cylinders Class B*	1	2	2			15	9	
Concentration Class A	5%	7.5%	5.2%			34%-40%	50%	
Concentration Class B		9%	5.9%			47.5%	>34%	
NOAEL	5%	9%	10%			43%	<5%	
LOAEL	7.5%	10.5%	10%<			52%	n/a	
Ozone Depletion Potentia	12.0	0	0	0	0.014	0	0	0
Atmospheric Life Time	65	36	0.014	264	1.4	0	0	0
Global Warming Potential	6,900	3,500	1	11,700	120	0	1	0
Notes	Banned	Non-Sustainable Technology		Non Sustainable Technology	Banned		Unmanned Areas Only	Not for use in All Risks

Room Value 500 m³

۳. کدها و استانداردها

- ✓ NFPA12: Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems
- ✓ NFPA2001: Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems
- ✓ NFPA2010: Standard for Fixed Aerosol Fire-Extinguishing Systems
- ✓ BS5306: fire extinguishing installations
 - Part 0: Guide for selection of installed systems and other fire equipment
 - Part 1: Hose reels and foam inlets
 - Part 2: Specification for sprinkler systems
 - Part 3: Commissioning & maintenance of portable fire extinguishers
 - Part 4: Specification for Carbon Dioxide Systems
 - Part 6.1: Fire extinguishing installations and equipment on premises - Foam systems- Specification for low expansion foam systems
 - Part 6.2: Fire extinguishing installations and equipment on premises - Specification for medium and high expansion foam systems
 - Part 8: Fire extinguishing installations and equipment on premises
 - Part 9: Recharging of portable fire extinguishers
- ✓ BS6266: Code of Practice for Fire Protection for Electronic Equipment
- ✓ BS7273: Code of Practice for the Operation of Fire Protection Measures
- ✓ BS ISO 14520: Gaseous Fire-Extinguishing Systems
 - Part 1 : General Requirements
 - Part 5 : FK-5-1-12 extinguishant (Novec / Sapphire)
 - Part 9 : HFC 227ea extinguishant (FM200)
 - Part 14 : IG-55 extinguishant (i2 / i3)
 - Part 15 : IG541 extinguishant (Inergen)
- ✓ BS EN 15004, Fixed firefighting systems.
 - 15004-1: Gas extinguishing systems. Design, installation and maintenance
 - 15004-2: Gas extinguishing systems. Physical properties and system design of gas extinguishing systems for FK-5-1-12 extinguishant.
 - 15004-3: Gas extinguishing systems. Physical properties and system design of gas extinguishing systems for HCFC Blend A extinguishant.
 - 15004-4: Gas extinguishing systems. Physical properties and system design of gas extinguishing systems for HFC125 extinguishant.
 - 15004-5: Gas extinguishing systems. Physical properties and system design of gas extinguishing systems for HFC227ea extinguishant.
 - 15004-6: Gas extinguishing systems. Physical properties and system design of gas extinguishing systems for HFC23 extinguishant.
 - 15004-7: Gas extinguishing systems. Physical properties and system design of gas extinguishing systems for IG-01 extinguishant.
 - 15004-8: Gas extinguishing systems. Physical properties and system design of gas extinguishing systems for IG-100 extinguishant.

- 15004-9: Gas extinguishing systems. Physical properties and system design of gas extinguishing systems for IG-55 extinguishant.
- 15004-10: Gas extinguishing systems. Physical properties and system design of gas extinguishing systems for IG-541 extinguishant.

- ✓ BS EN 12094, Fixed firefighting systems.
 - 12094-1: Components for gas extinguishing systems. Requirements and test methods for electrical automatic control and delay devices

- ✓ Vds2093: CO2 Fire Extinguishing Systems, Planning and Installation
- ✓ Vds2093: Guidelines for Fire Extinguishing Systems - CO2 Fire Extinguishing Systems, Planning and Installation
- ✓ Vds2380: Guidelines for Fire Extinguishing Systems - Fire Extinguishing Systems Using Non-Liquefied Inert Gases, Planning And Installation
- ✓ Vds2381: Guidelines for Fire Extinguishing Systems - Fire Extinguishing Systems using Halocarbon Gases
- ✓ ISO14520: Gaseous Fire-Extinguishing Systems
 - Part 1 : General Requirements
 - Part 5 : FK-5-1-12 extinguishant (Novec / Sapphire)
 - Part 9 : HFC 227ea extinguishant (FM200)
 - Part 14 : IG-55 extinguishant (i2 / i3)
 - Part 15 : IG541 extinguishant (Inergen)

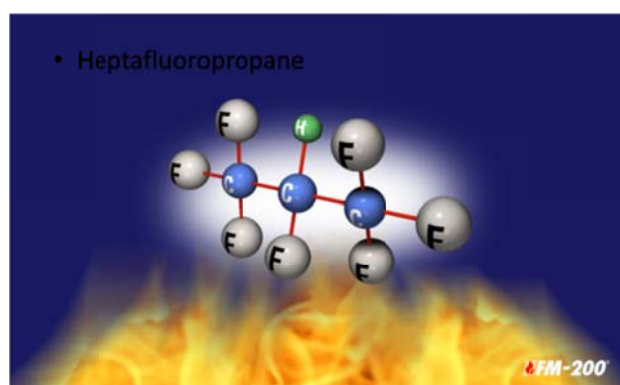
- ✓ ISO 6183: Fire Protection Equipment - Carbon dioxide extinguishing systems for use on premises - Design and installation

4. FM-200 Fire Suppression Agent

۴.۱. مشخصات عمومی (General Properties)

- FM-200 نامی تجاری برای گاز HFC-227ea با فرمول شیمیایی هپتافلئوروپروپان (Heptafluoropropane- CF₃CHF₂CF₃) می باشد که این نام تجاری در اختیار شرکت آمریکایی Dupont قرار دارد. این گاز یک عامل مؤثر، پاک و امن اطفاء حریق از خانواده هالوکرینها (Halocarbon) بوده و عامل بسیار مناسبی جهت جایگزینی با گاز هالون ۱۳۰۱ می باشد.
- بعلت سمی و خفه کننده نبودن این گاز می توان از آن بصورت کاملاً اتوماتیک در محیط های عمومی که افراد حضور دارند، استفاده نمود.

• Heptafluoropropane	
• CF ₃ CHF ₂ CF ₃	
• Molecular weight	170.03
• Boiling Point	-16.4 °C (1.9 °F)
• Freezing Point	-131.1 °C (-204 °F)
• Vapor Pressure @ 20 °C	3.91 bar
• Saturated vapour density @ 20 °C	31.18 Kg/m ³
• Critical Temperature	101.7 °C (214 °F)
• Critical Pressure	2924 KPa (422 psi)
• Critical Volume	274 cc/mole
• Critical Density	621 Kg/m ³
• Ozone Depletion Potential (O.D.P)	0
• Atmospheric Lifetime (A.L.T) (yrs)	36.5
• No Observed Adverse Effect Level (NOAEL)	9 %
• Lowest Observed Adverse Effect Level (LOAEL)	> 10.5 %



- در شرایط عادی FM-200 گازی بی بو^۱، بی رنگ^۲ و با چگالی^۳ در حدود ۶ برابر سنگین تر از هوا می باشد. این گاز رسانای الکتریکی نبوده^۴ و بطور تقریبی دارای فشار بخار^۲ 4bar در دمای 20°C می باشد و جهت استفاده در سیستم اطفاء حریق توسط نیتروژن در کپسول های مربوطه تحت فشار قرار گرفته و ذخیره می گیرد.

¹ Halon 1301

² odorless

³ colorless

⁴ density

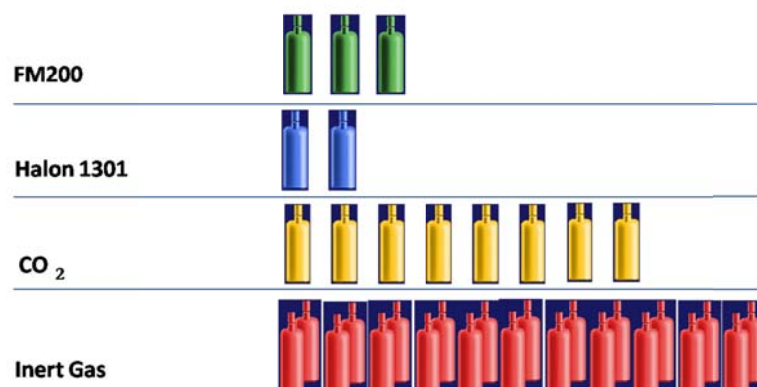
- طول عمر گاز FM-200 در اتمسفر ۳۶,۵ سال (بین ۳۱ تا ۴۲ سال) می‌باشد.
- گاز FM-200 شامل عناصری همانند برم (Br) یا کلر (Cl) نمی‌باشد و بنابراین تاثیر مخربی بر لایه ازن نداشته (O.D.P=0) و اثرات مخرب زیست محیطی از خود بجای نخواهد گذاشت.
- FM-200 جهت اطفاء حریق‌های ناشی از تجهیزات الکترونیکی و الکتریکی و همچنین مایعات و گازهای قابل اشتعال^۳ طراحی شده است.



- FM-200 بوسیله ترکیبی از تاثیرات فیزیکی و شیمیایی با مواد حاصل از سوختن، حریق را اطفاء می‌نماید. از این تأثیرات باید به جذب گرما از آتش (جذب انرژی حرارتی و در نتیجه خنک کردن) و تاثیر شیمیایی (بوسیله Fluorine Radical) بر واکنش زنجیره‌ای حریق اشاره نمود.

- این گاز به میزان کمتری نسبت به هالون اکسیژن موجود در محیط را کاهش میدهد و در نتیجه از خاصیت سمی بودن بسیار کمتری نسبت به گاز هالون برخوردار می‌باشد و می‌توان از آن جهت سیستم اطفاء حریق در مکانهای عمومی بصورت اتوماتیک استفاده نمود.
- عموماً حداقل ضریب تراکم گاز در محیط جهت طراحی 7-9% M.D.C می‌باشد که این مقدار کمتر از 9% NOAEL بوده و برای سلامتی افراد خطرناک نمی‌باشد و قرار گرفتن در معرض تراکم بیشتر برای مدت زمان کوتاه امکان پذیر می‌باشد.
- با توجه با روش عملکرد گاز FM-200 در خاموش نمودن حریق و حداقل ضریب تراکم گاز در محیط مورد نیاز، در مقایسه با سایر خاموش کننده‌ها به حجم کمتری گاز جهت اطفاء نیاز می‌باشد.

Compact storage space requirements



¹ electrically non conductive

² vapor pressure

³ flammable & combustible liquids & gases

- اجزاء مورد استفاده در سیستم FM-200 جهت عمل کردن در درجه حرارت 20°C تا 50°C طراحی شده و مورد تست قرار گرفته‌اند.
 - یک دیسک کوچک فلزی جهت امنیت سیستم و حفاظت کپسول بر روی شیر کپسول تعبیه شده است.¹
- افزایش درجه حرارت محیط می‌تواند موجب افزایش فشار داخلی کپسول و در نتیجه خطرانی همانند ترکیدن شیر و یا کپسول گردد. بهمین دلیل و بمنظور ایمنی کپسول و جلوگیری از خطرات ناشی از افزایش فشار، دیسک کوچک فلزی ایمنی بر روی شیر کپسول تعبیه شده است. افزایش فشار داخلی کپسول به بیش از حد مجاز (LP: 53.4bar @ 50°C / HP: 95bar) موجب ترکیدن دیسک کوچک فلزی شده و گاز داخل کپسول خارج می‌گردد.
- FM-200 در کپسول‌های سیستم اطفاء حریق اتوماتیک توسط گاز نیتروژن تحت فشار قرار گرفته، متراکم شده و بصورت مایع در می‌آید. این فشار نیتروژن بعنوان عامل محرک² عمل نموده و موجب تخلیه گاز در شبکه لوله‌کشی می‌گردد.
- سیستم‌های اطفاء اتوماتیک گاز FM-200 در دو دسته فشار پائین با فشار 24.8bar و فشار بالا با فشار 42bar (در دمای 20°C) تولید و ارائه میشوند. سیستم‌های فشار بالا در کپسول‌های بدون درز³ ارائه می‌شوند.
- سیستم‌های ارائه شده تحت استانداردهای آمریکایی همانند UL & FM (که الزاماً تمامی) در دسته فشار پائین (LP) با فشار 24.8bar ارائه می‌شوند اما در سیستم‌های استاندارد اروپایی همانند LPCB & Vds سیلندرهای فشار بالا (HP) با فشار 42bar نیز ارائه می‌شوند.
- سیستم‌های اطفاء حریق گاز FM-200 عموماً جهت استفاده بر روش غرقه سازی کامل⁴ طراحی و مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما مطابق استاندارد NFPA-2001 امکان استفاده از روش اطفاء موضعی⁵ نیز وجود دارد. (NFPA 2001, 2015 Edition, p. 6.1)
- FM-200 در درجه حرارت بالای 700°C به اسید هالوژن دار⁶ تجزیه می‌گردد، بهمین دلیل باید از استفاده در محیط‌های پرخطری که امکان درگیر بودن با سطوح بسیار داغ بطور مداوم وجود دارد، دوری نمود. بمحض قرار گرفتن در برابر شعله با حرارت 700°C FM-200 به اسید هالوژن دار (Halogen Acid) تجزیه خواهد شد. چنین مواردی بواسطه بوی تند و زننده که قبل از رسیدن به حداکثر سطح خطرناک ایجاد می‌شود به آسانی قابل تشخیص می‌باشد.
 - این گاز دارای پسماند⁷ (همانند ذرات بجا مانده و یا حالت روغنی) نمی‌باشد بهمین دلیل پس از انجام عملیات اطفاء نیازی به تمییز نمودن تجهیزات قرار گرفته در معرض تخلیه⁷ این گاز نمی‌باشد.

¹ burst disc

² propellant

³ seamless

⁴ total flooding

⁵ local application

⁶ halogen acid

⁷ residue

۴.۲. مراجع بین‌المللی طراحی

- ✓ NFPA2001: Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems
- ✓ UL 2166
- ✓ BS ISO 14520: Gaseous Fire-Extinguishing Systems
 - Part 1 : General Requirements
 - Part 9 : HFC 227ea extinguishant (FM200)
- ✓ BS EN 15004, Fixed firefighting systems.
 - 15004-1: Gas extinguishing systems. Design, installation and maintenance
 - 15004-5: Gas extinguishing systems. Physical properties and system design of gas extinguishing systems for HFC227ea extinguishant.
- ✓ Vds 2381: Guidelines for Fire Extinguishing Systems-Fire Extinguishing Systems using Halocarbon Gases

❖ حداقل تراکم گاز در محیط (Minimum Design Concentration)

FM-200 Minimum Design Concentration

Fire Classification	NFPA 2001 (2015)	UL 2166	ISO 14520	Vds 2381	EN 15004
Class A	6.7%	6.7 %	7.9 %	8.4 %	7.9 %
Higher Hazard Class A	-----	-----	8.5	-----	8.5%
Class B	8.7 %	9 %	9 %	8.8 %	9%
Class C	7.0	7.17 %	8.5 %	-----	-----
	(NFPA 2001, 2015 Edition, p. A.5.4.2.2) (UL 2166 & UL 2127)				

۴.۳. سایز کپسول‌ها Container Size

سیستم کم فشار 24bar (low pressure)، ساخت شرکت THORN شامل 11 سایز مختلف کپسول‌ها از 8 Liter تا 343 Liter می‌باشد.

THORN Containers Detail (DOT)

Part No.	Nom. Volume		Outlet Size		Dimension A		Diameter		Empty Weight	
	Kg	(Lbs.)	mm	In	mm	In	mm	In	Kg	lbs
(Nominal size)										
303.205.026(8 liter)	2.3 to 4.5	5 to 10	25	1"	280	11"	178	7"	7.7	17
303.205.015(8 liter)	4.5 to 8.0	10 to 18	25	1"	304	12"	254	10"	14.8	32.6
303.205.016(16 liter)	9.0 to 17.5	20 to 39	25	1"	502	19.8"	254	10"	18.4	40.6
303.205.017(32 liter)	17.0 to 33.5	38 to 74	25	1"	833	32.8"	254	10"	26.1	57.5
303.205.018(52 liter)	27.0 to 53.0	59 to 117	50	2"	596	23.5"	406	16"	49.1	108.3
303.205.019(106liter)	53.5to 106.5	118to 235	50	2"	1021	40.2"	406	16"	71.8	158.3
303.205.020(147liter)	74.0to147.5	163to 325	50	2"	1354	53.3"	406	16"	89.9	198.2
303.205.021(180liter)	91.5 to182.0	201to 401	50	2"	1634	64.3"	406	16"	105.8	233.2
303.205.022(343liter)	172 to 343	379to757	89	3.5"	1466	57.7	610	24"	207	456

LPG Containers Detail

Cylinder Liter	Pressure bar	Construction	Valve	Pressure Gauge Rated	Valve Outlet	Safety Disk	Diameter Mm	Valve Length mm	Minimum Filling kg	Maximum Filling kg		
120	42 bar (250bar T.P)	Seamless	LPG 190-50 (HP 42 bar)	0-103 bar	1 1/2" (40mm)	95±7bar	357	180 (LPG190)	57.6	138.0		
100							357		48.0	115.0		
75							267		36.0	86.2		
67							LPG 145-50 (HP 42 bar)	1" (25mm)	267	165 (LPG145)	32.4	77.0
40.2									229		19.3	46.2
26.8									229		12.9	30.8
13.4							LPG 128-50 (HP 42 bar)	3/4" (20mm)	140	148 (LPG128)	6.5	15.4
5									140		2.4	5.7

- برحسب سایز کپسول مورد استفاده و تعداد اتصالات، اندازه لوله‌ها می‌تواند از 15mm تا 50mm تعیین گردد و همچنین طول لوله تا حداکثر ۹ تا ۱۲ متر محدودیت دارد. همچنین حداکثر ۵ زانوئی^۱ و یک اتصال مهره ماسوره‌ای^۲ می‌تواند در فاصله کپسول تا نازل مورد استفاده قرار بگیرد. (این برآورد بصورت تقریبی و در مورد سیستم‌های فشار پایین بوده و مرجع اصلی نرم‌افزار محاسبات هیدرولیکی می‌باشد).
- با توجه به حالت دوفازی در لوله (مخلوط مایع و گاز)، اصطکاک ناشی از تماس این مخلوط با دیواره لوله و در نتیجه آن کاهش سرعت و تأثیر بر فشار مخلوط در لوله، طراحی هیدرولیکی این سیستم از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می‌باشد.
- همانطور که در NFPA2001 تأکید شده است، محاسبات هیدرولیکی **منحصراً** می‌بایست توسط نرم افزارهای خاص که دارای تأییدیه‌های بین‌المللی بوده^۳ و بوسیله سازنده سیستم پیشنهاد شده است و تنها توسط پرسنل آموزش دیده و متخصص انجام پذیرد.
(NFPA 2001, 2015 Edition, p. 5.1.2.5.1)

¹ elbow
² union
³ listed flow calculation software

۴.۴. ایمنی در سیستم‌های اطفاء اتوماتیک با گاز FM-200 (Safety of FM-200)

- سمی بودن :

Halone 1301	FM-200	Desc.
5.0 %	9.0 %	NOAEL (NO Observed Adverse Effect Level)
7.5 %	10.5 %	LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level)
800,000	788,696 <	Acute Exposure LC50 (4 hour rat - ppm)
5 %	7.5 - 8 %	حداقل غلظت جهت طراحی (جهت حریق‌های کلاس A)
	9 %	حداقل غلظت جهت طراحی (جهت حریق‌های کلاس B)

- ایمنی افراد Personnel Safety

گاز بطور طبیعی: جهت دوری نمودن از آسیب‌های احتمالی، باید از قرار گرفتن در معرض گاز FM-200 در غلظت بالای 9% اجتناب نمود، مگر آنکه از وسائل تنفسی جداگانه‌ای استفاده شود.

علائم قرار گرفتن در معرض غلظت بیش از 10.5% ممکن است بصورت سرگیجه، از دست دادن هماهنگی و تعادل اعضای بدن، کاهش هوشیاری مغزی، بیهوشی و نتایج مشابه ظاهر گردد. در چنین مواردی سریعاً شخص را در معرض هوا آزاد قرار داده و ضمن انجام کمک‌های اولیه، بخش مراقبت‌های ویژه را احضار نمود.

- سرمازدگی Forsbite

تماس مستقیم پوست با FM-200 در محیطی که گاز به تازگی در آن تخلیه گردیده، موجب ایجاد سوزش و در مواردی ممکن است موجب سرمازدگی گردد. تماس مستقیم با مایع تبخیر شده که از تخلیه FM-200 از نازل‌ها خارج می‌گردد، تأثیرات یخ زدگی بر اشیاء داشته و تماس بیش از حد می‌تواند موجب سرما زدگی بر روی پوست گردد. تخلیه گاز موجب سرد شدن سطح حریق می‌گردد.

- نویز Noise

تخلیه گاز FM-200 موجب ایجاد نویزهای صوتی می‌گردد که ممکن است موجب وحشت‌زدگی در بین افراد حاضر در نزدیکی نازل‌ها شود، اما این نویز معمولاً جهت ایجاد صدمات جرحی (زخمی کردن) غیر کافی می‌باشد.

- اغتشاش Turbulence

اغتشاش ایجاد شده در اثر سرعت بالای تخلیه از نازل‌ها می‌تواند جهت خارج کردن اجسام از جای خود و انداختن آنها کافی باشد. (اجسامی که بطور مستقیم در مسیر تخلیه قرار دارند). اغتشاش بطور عمومی می‌تواند باعث حرکت چراغ‌ها و کاغذهای بدون حفاظ شود. پوشش‌های سقف¹ در نزدیکی نازل‌های تخلیه باید در جای خود کاملاً محکم شوند. (جهت جلوگیری از خارج شدن از جای خود در هنگام تخلیه)

¹ ceiling Tiles

● میزان دید Visibility

بمحض تخلیه گاز در محیط، میزان دید بطور مشهودی کاهش می‌یابد. (بخصوص در هوای مرطوب و در نتیجه تغلیظ بخار آب در محیط) بهمین دلیل مسیرهای تخلیه افراد از محیط باید همواره باز باشند.

● تخلیه افراد Exit

باید بمنظور تخلیه و فرار افراد از محیط مورد حفاظت راه‌های مناسبی اندیشیده شود. مسیرهای خروج باید همواره باز باشند و درب‌ها می‌بایست بسمت بیرون باز شوند و خود بخود بسته شوند. این درب‌ها باید بگونه‌ای طراحی شوند که براحتی از داخل باز شوند.

۴.۵ کمک‌های اولیه First Aid

● پوست Skin

شخص را که در معرض گاز قرار گرفته، در دمای طبیعی بدن نگهدارید (گرم نمائید)، محل تحت تاثیر قرار گرفته را با حرارت ملایم به آرامی گرم نمائید. اگر سرمازدگی^۱ رخ داده بخش مراقبت‌های ویژه پزشکی را در جریان قرار دهید. از گرم نمودن سریع و زیاد یا ماساژ سریع موضع خودداری نمایید.

● چشمها Eye

با حرارت به آرامی چشمها را گرم نمائید، اجازه ندهید شخص آسیب دیده محل تحت تاثیر قرار گرفته را لمس نماید و سریعاً بخش مراقبت‌های پزشکی را جریان قرار دهید.

¹ frostbite

۴,۶. بررسی نقاط قوت و ضعف

❖ نقاط قوت:

- ✓ قابل استفاده در محیط‌هایی که افراد بصورت دائم حضور دارند. (Occupied Area)
- ✓ عدم تأثیر مخرب بر لایه ازن $O.D.P=0$
- ✓ عدم تأثیر مخربی بر محیط زیست
- ✓ بی بو (Odorless)
- ✓ بی رنگ (Colorless)
- ✓ نارسانای الکتریکی (nonconductive)
- ✓ عدم وجود پسماندهای (residue) (روغنی، خوردگی، مرطوب کنندگی، ...)
- ✓ سمی نبودن
- ✓ زمان تخلیه (discharge time): ۶ الی ۱۰ ثانیه
- ✓ ضریب حداقل تراکم در محیط (Minimum Design Concentration) کم: بین ۷.۵%-۹%
- ✓ تعداد کپسول کم
- ✓ امکان استفاده جهت محیط‌های محتوی تجهیزات فن آوری اطلاعات همانند اتاق‌های سرور، شبکه، UPS،
- ✓ پیشنهاد شده توسط استاندارد (NFPA75 -Standard for Protection of Information Technology Equipment)
- ✓ امکان استفاده جهت محیط‌های محتوی تجهیزات مخابراتی و ارتباطی
- ✓ پیشنهاد شده توسط استاندارد (NFPA76-Standard for Protection of Telecommunication Equipment)
- ✓ امکان نصب کپسول‌ها در داخل محیط تحت حفاظت و عدم نیاز به اتاق جداگانه
- ✓ امکان شارژ در ایران
- ✓ تجربه و سابقه نصب در کشور

❖ نقاط ضعف:

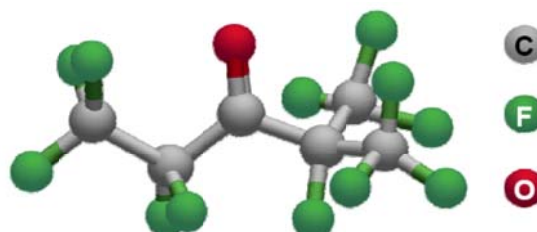
- ✓ طول عمر در جو زمین (A.L.T)
- ✓ عدم امکان استفاده در محیط‌های صنعتی با درجه حرارت‌های بالا
- از نکات مهم در استفاده از این گاز باید به امکان تجزیه گاز در درجه حرارت بالای $700^{\circ}C$ به اسید هالوژن‌دار (Halogen Acid) اشاره نمود.
- به‌همین دلیل باید از استفاده در محیط‌های پر خطری که امکان درگیر بودن با سطوح بسیار داغ بطور مداوم وجود دارد دوری نمود.

5. NOVEC™1230 Fire Suppression Agent

۵.۱. مشخصات عمومی (General Properties)

• NOVEC™1230 نامی تجاری برای گاز FK-5-1-12 با فرمول شیمیایی (C₆ Fluoroketone - CF₃CF₂C(O)CF(CF₃)₂) می‌باشد که این نام تجاری در اختیار شرکت آمریکایی 3M قرار دارد. این گاز یک عامل مؤثر، پاک و امن جهت اطفاء حریق بوده و می‌توان از آن بصورت کاملاً اتوماتیک در محیط‌های عمومی که افراد حضور دارند (بعلت عدم ایجاد خفگی) استفاده نمود.

- C₆ Fluoroketone
- CF₃CF₂C(O)CF(CF₃)₂
- Boiling Point 49 °C (1.9 °F)
- Freezing Point -108 °C (-162.4 °F)
- Vapor Pressure 0.4 bar (@ 25C)
- Specific Gravity 1.6 (Ref Std Water = 1)
- Melting Point -108 °C
- Density Gas (1 atm) 13.6 Kg/m³
- Ozone Depletion Potential (O.D.P) 0
- Global Warming Potential (G.W.P) 1
- Atmospheric Lifetime (A.L.T) (yrs) 0.014
- No Observed Adverse Effect Level (NOAEL) 10 %



C₆ Fluoroketone

- NOVEC™ 1230 نیز همانند FM-200 از خانواده گازهای هالوکربن و دارای مشخصات بسیار مشابهی با FM-200 است و در شرایط عادی گازی بی‌بو، بی‌رنگ^۱ و با چگالی^۲ در حدود 11 برابر سنگین‌تر از هوا می‌باشد. این گاز رسانای الکتریکی نبوده^۴ و دارای فشار بخار^۵ ناچیزی، بطور تقریبی در حدود 0.40 bar در دمای 20 °C می‌باشد..
- گاز NOVEC™ 1230 شامل عناصری همانند برم (Br) یا کلر (Cl) نمی‌باشد و بنابراین تاثیر مخربی بر لایه ازن نداشته (O.D.P=0) و اثرات مخرب زیست محیطی از خود بجای نخواهد گذاشت.

¹ odorless

² colorless

³ density

⁴ electrically non conductive

⁵ vapor pressure

- همچنین طول عمر گاز NOVEC™ 1230 در اتمسفر A.L.T=0.014 سال یعنی چیزی در حدود ۵ روز می باشد.

Description	Halon 1301	FM-200 (HFC 227/ea)	Novec™ 1230	Inert Gas	CO2	Water Mist
O.D.P (Ozone Depletion Potential)	12.0	0	0	0	0	0
A.L.T (Atmospheric Life Time)	65	36	0.014	0	0	0
G.W.P (Global Warming Potential)	6,900	3,500	1	0	1	0

- NOVEC™1230 جهت اطفاء حریق های ناشی از تجهیزات الکترونیکی و الکتریکی و همچنین مابعات قابل و گازهای قابل اشتعال^۱ طراحی شده است.



- NOVEC™1230 بوسیله ترکیبی از تأثیرات فیزیکی و شیمیایی با مواد حاصل از سوختن، حریق را اطفاء می نماید. از این تأثیرات باید به جذب گرما از آتش (جذب انرژی حرارتی و در نتیجه خنک کردن) و تأثیر شیمیایی (بوسیله Fluorine Radical) بر واکنش زنجیره ای حریق اشاره نمود.

- از این گاز می توان جهت اطفاء حریق در محیط های که شامل وسایل و تجهیزات گرانبها می باشند و نیاز به یک عامل غیررسانای الکتریکی جهت انجام عملیات اطفاء بوده و استفاده از آب و فوم غیر ممکن می باشد (موجب خسارات زیاد می گردند و همچنین نیاز به پاک کردن محیط بعد از اطفاء می باشد)، استفاده نمود. این گاز رسانای الکتریکی نبوده و هدایت الکتریکی ندارد، بنابراین می توان از آن جهت اطفاء وسایل الکتریکی روشن^۲ استفاده نمود. (بهترین گزینه جهت استفاده در اتاق های تجهیزات الکترونیکی و کامپیوتری همانند مراکز داده، اتاق های سیگنالینگ و کنترل و همچنین محیط هایی همانند ترانس، اتاق های برق، ژنراتورها و همچنین توربین ها می باشد).
- این گاز به میزان کمتری نسبت به هالون اکسیژن موجود در محیط را کاهش می دهد و در نتیجه از خاصیت سمی بودن کمتری نسبت به گاز هالون برخوردار می باشد و می توان از آن جهت سیستم اتوماتیک در مکان های عمومی بصورت اتوماتیک استفاده نمود.
- با توجه با روش عملکرد گاز NOVEC™1230 در خاموش نمودن آتش و و حداقل ضریب تراکم گاز در محیط مورد نیاز، در مقایسه با سایر خاموش کننده ها به حجم کمتری گاز جهت اطفاء نیاز می باشد.

¹ flammable liquids & gases

² live electrical

✓ Footprint: comparison for 200 m³ class A hazard

FM-200®:	7,9% = 0,63 kg/m ³	 126 kg - 1 x 147 ltr.
Novac™1230:	5,3% = 0,78 kg/m ³	 156 kg - 1 x 180 ltr.
Inergen:	39,9% = 0,72 kg/m ³	 144 kg - 5 x 80 ltr. (300 bar)
CO ₂ :	50% = 1,30 kg/m ³	 260 kg - 6 x 50 kg

● در کیپسول‌های فولادی سیستم اطفاء حریق اتوماتیک، توسط گاز نیتروژن در دمای 20°C تحت فشار 24.8bar (360psi) قرار گرفته، متراکم شده و بصورت مایع در می‌آید. این فشار نیتروژن بعنوان عامل محرک^۱ عمل نموده و موجب تخلیه گاز در شبکه لوله کشی می‌گردد.

● سیستم‌های اطفاء حریق گاز NOVEC1230 عموماً جهت استفاده بروش غرقه سازی کامل^۲ طراحی و مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما مطابق استاندارد NFPA-2001 امکان استفاده از روش اطفاء موضعی^۳ نیز وجود دارد. (NFPA 2001, 2015 Edition, p. 6.1)

سیستم اطفاء اتوماتیک گاز NOVEC™1230 بروش غرقه سازی کامل، شامل یک کیپسول یا بانکی از کیپسول‌ها^۴ که توسط Manifold بهم متصل شده‌اند، می‌باشد. منیفولد بوسیله شبکه‌ای از لوله‌ها جهت تخلیه گاز به نازل‌ها در محیط مورد نظر متصل شده‌اند. کیپسول‌ها فولادی دارای یک شیر اختصاصی می‌باشند که هنگامی باز شدن شیر، اجازه می‌دهد NOVEC™1230 مایع سریعاً در شبکه لوله‌های توزیع^۵ جاری گشته و بطرف نازل‌ها هدایت شده و سپس توسط یک یا چند نازل در محیط مورد حفاظت تخلیه می‌گردد. مایع تخلیه گشته بسرعت به صورت گاز بسط یافته و باعث خاموش شدن حریق می‌گردد. تخلیه NOVEC™1230 باعث ایجاد مه گشته و بطور موقت باعث کاهش دید می‌گردد.

● اجزاء مورد استفاده در سیستم NOVEC™1230 جهت عمل کردن در درجه حرارت 20°C - تا 50°C طراحی شده و مورد تست قرار گرفته‌اند.

● یک دیسک کوچک فلزی جهت امنیت سیستم و حفاظت کیپسول بر روی شیر کیپسول تعبیه شده است^۶. افزایش درجه حرارت محیط می‌تواند موجب افزایش فشار داخلی کیپسول و در نتیجه خطرانی همانند ترکیدن شیر و یا کیپسول گردد. بهمین دلیل و بمنظور ایمنی کیپسول و جلوگیری از خطرات ناشی از افزایش فشار، دیسک کوچک فلزی ایمنی بر روی شیر کیپسول تعبیه شده است. افزایش فشار داخلی کیپسول به بیش از حد مجاز (LP: 53.4bar @50°C) موجب ترکیدن دیسک کوچک فلزی شده و گاز داخل کیپسول خارج می‌گردد.

¹ propellant
² total flooding
³ local application
⁴ bank of container
⁵ discharge pipework
⁶ burst disc

- NOVEC™1230 در درجه حرارت بالای 500 °C تجزیه می‌گردد، بهمین دلیل باید از استفاده در محیط‌های پر خطری که امکان درگیر بودن با سطوح بسیار داغ بطور مداوم وجود دارد، دوری نمود.
- NOVEC™1230 بمحض قرار گرفتن در برابر شعله با حرارت 500 °C، به اسید هالوژنه (Halogen Acid) HF تجزیه خواهد شد. چنین مواردی بواسطه بوی تند و زننده که قبل از رسیدن به حداکثر سطح خطرناک ایجاد می‌شود و به آسانی قابل تشخیص می‌باشد.
- گاز NOVEC™ 1230 هیچگونه پسماند¹ (همانند ذرات بجا مانده و یا حالت روغنی) از خود بجا نمی‌گذارد و بهمین دلیل پس از انجام عملیات اطفاء نیاز به تمییز کردن ندارد.

۵.۲. مراجع بین‌المللی طراحی

- ✓ NFPA2001: Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems
- ✓ UL 2166
- ✓ BS ISO 14520: Gaseous Fire-Extinguishing Systems
 - Part 1 : General Requirements
 - Part 5 : FK-5-1-12 extinguishant (Novec / Sapphire)
- ✓ BS EN 15004, Fixed firefighting systems.
 - 15004-1: Gas extinguishing systems. Design, installation and maintenance
 - 15004-2: Gas extinguishing systems. Physical properties and system design of gas extinguishing systems for FK-5-1-12 extinguishant.
- ✓ Vds 2381: Guidelines for Fire Extinguishing Systems-Fire Extinguishing Systems using Halocarbon Gases

❖ حداقل غلظت گاز (Minimum Design Concentration)

NOVEC1230 Minimum Design Concentration

Fire Classification	NFPA 2001 (2015)	UL 2166	ISO 14520	Vds 2381	EN 15004
Class A	4.5 % (MEC n-heptan>MEC A 3.5x1.2)	4.5 %	5.3 %	5.8 %	5.3%
Higher Hazardous Class A	-----	-----	5.6 %	-----	5.6 %
Class B	5.9 % min. (S.F.=30%, MEC B 4.5x1.3)	5.9 % min.	5.9 % min.	6.1 % min.	5.9 % min.
Class C	4.7 % (S.F.=35%, MEC A 3.5x1.35)	4.7 %	5.3 %	5.8 %	5.3%
	(NFPA 2001, 2015 Edition, p. A.5.4.2.2) (UL 2166 & UL 2127)				

¹ residue

۵,۳. ساینز کپسول‌ها Container Size

سیستم کم فشار (low pressure) 24bar THORN شامل سایزهای مختلف کپسول از 8 Liter تا 343 Liter می‌باشد.

Sapphire™ Cylinders (TPED)

Container Size	Tank Diameter	Height to Valve Outlet (A)	ca. Tare Weight	Minimum Novec™1230 Filling	Maximum Novec™1230 Filling	Max. Tank Gross Weight*
liters	mm	mm	Kg	Kg	Kg	Kg
8	254	300	15	4.5	10.0	26
16	254	499	19	9.0	21.5	41
32	254	831	26	17.0	40.5	68
52	406	596	44	26.0	62.0	111
106	406	1020	72	53.5	128.0	205
147	406	1354	90	73.5	177.5	274
180	406	1633	106	90.5	209.0	332

- با توجه به حالت دوفازی در لوله (مخلوط مایع و گاز)، اصطکاک ناشی از تماس این مخلوط با دیواره لوله و در نتیجه آن کاهش سرعت و تأثیر بر فشار مخلوط در لوله، طراحی هیدرولیکی این سیستم از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می‌باشد.
- همانطور که در NFPA2001 تأکید شده است، محاسبات هیدرولیکی **منحصراً** می‌بایست توسط نرم افزارهای خاص که دارای تأییدیه‌های بین‌المللی بوده^۱ و بوسیله سازنده سیستم پیشنهاد شده است و تنها توسط پرسنل آموزش دیده و متخصص انجام پذیرد.

(NFPA 2001, 2015 Edition, p. 5.1.2.5.1)

¹ listed flow calculation software

۵.۴ ایمنی در سیستم‌های اطفاء اتوماتیک با گاز NOVEC™1230 (Safety of Novec™1230)

- سمی بودن :

Halone 1301	HFC 227/ea (FM-200)	Novec™ 1230	Desc.
5.0 %	9.0 %	10.0 %	NOAEL (NO Observed Adverse Effect Level)
7.5 %	10.5 %	10.0 % <	LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level)
800,000	788,696 <	100,000 <	Acute Exposure LC50 (4 hour rat - ppm)
5 %	7.5 %	5.2 %	Minimum Design Concentration

- ایمنی افراد Personnel Safety

گاز بطور طبیعی: جهت دوری نمودن از آسیب‌های احتمالی، باید از قرار گرفتن در معرض گاز NOVEC™1230 در غلظت بالای 10% اجتناب نمود، مگر آنکه از وسائل تنفسی جداگانه‌ای استفاده شود.

علائم قرار گرفتن در معرض غلظت بیش از 10% ممکن است بصورت سرگیجه، از دست دادن هماهنگی و تعادل اعضای بدن، کاهش هوشیاری مغزی، بی‌هوشی و نتایج مشابه ظاهر گردد. در چنین مواردی سریعاً شخص را در معرض هوا آزاد قرار داده و ضمن انجام کمک‌های اولیه، بخش مراقبت‌های ویژه را احضار نمود.

- سرمازدگی Frobite

تماس مستقیم پوست با NOVEC™1230 در محیطی که گاز به تازگی در آن تخلیه گردیده، موجب ایجاد سوزش و در مواردی ممکن است موجب سرمازدگی گردد. تماس مستقیم با مایع تبخیر شده که از تخلیه NOVEC™1230 از نازل‌ها خارج می‌گردد، تأثیرات یخ زدگی بر اشیاء داشته و تماس بیش از حد می‌تواند موجب سرما زدگی بر روی پوست گردد. تخلیه گاز موجب سرد شدن سطح حریق می‌گردد.

- نویز Noise

تخلیه گاز NOVEC™1230 موجب ایجاد نویزهای صوتی می‌گردد که ممکن است موجب وحشت‌زدگی در بین افراد حاضر در نزدیکی نازل‌ها شود، اما این نویز معمولاً جهت ایجاد صدمات جرحی (زخمی کردن) غیر کافی می‌باشد.

- اغتشاش Turbulence

اغتشاش ایجاد شده در اثر سرعت بالای تخلیه از نازل‌ها می‌تواند جهت خارج کردن اجسام از جای خود و انداختن آنها کافی باشد. (اجسامی که بطور مستقیم در مسیر تخلیه قرار دارند). اغتشاش بطور عمومی می‌تواند باعث حرکت چراغ‌ها و کاغذهای بدون حفاظ شود. پوشش‌های سقف¹ در نزدیکی نازل‌های تخلیه باید در جای خود کاملاً محکم شوند. (جهت جلوگیری از خارج شدن از جای خود در هنگام تخلیه)

¹ ceiling Tiles

• میزان دید Visibility

بمحض تخلیه گاز در محیط، میزان دید بطور مشهودی کاهش می‌یابد. (بخصوص در هوای مرطوب و در نتیجه تغلیظ بخار آب در محیط) بهمین دلیل مسیره‌های تخلیه افراد از محیط باید همواره باز باشند.

• تخلیه افراد Exit

باید بمنظور تخلیه و فرار افراد از محیط مورد حفاظت راه‌های مناسبی اندیشیده شود. مسیره‌های خروج باید همواره باز باشند و درب‌ها می‌بایست بسمت بیرون باز شوند و خود بخود بسته شوند. این درب‌ها باید بگونه‌ای طراحی شوند که براحتی از داخل باز شوند.

۵.۵. کمک‌های اولیه First Aid

• پوست Skin

محل تحت تاثیر قرار گرفته را با آب و صابون بخوبی بشویید، اگر نشانه‌ها و یا آسیب مشاهده گردید و برطرف نشد بخش مراقبت‌های پزشکی را در جریان قرار دهید.

• چشمها Eye

چشمها را با حجم زیاد آب بشوید. اگر نشانه‌ها و یا آسیب مشاهده گردید و برطرف نشد بخش مراقبت‌های پزشکی را در جریان قرار دهید.

• استنشاق Inhalation

شخص را از محیط خارج نموده و در معرض هوای آزاد قرار دهید.

• بلعیدن Swallowed

شخص را وادار به استفراغ ننمایید، ۲ لیوان آب به شخص مصدوم بدهید. به شخصی که در حالت غیر هشیار قرار دارد چیزی جهت بلعیدن ندهید.

۵.۶. بررسی نقاط قوت و ضعف

❖ نقاط قوت:

- ✓ قابل استفاده در محیط‌هایی که افراد بصورت دائم حضور دارند. (Occupied Area)
- ✓ عدم تاثیر مخرب بر لایه ازن $O.D.P=0$
- ✓ عدم تاثیر مخرب زیست محیطی بر گرم شدن زمین $G.W.P=1$
- ✓ طول عمر داتمسفر پایین $A.L.T=1$
- ✓ عدم تأثیر مخربی بر محیط زیست
- ✓ بی بو (Odorless)
- ✓ بی رنگ (Colorless)
- ✓ نارسانای الکتریکی (nonconductive)
- ✓ عدم وجود پسماندهای (residue) (روغنی، خورندگی، مرطوب کنندگی، ...)
- ✓ سمی نبودن
- ✓ زمان تخلیه (discharge time): ۶ الی ۱۰ ثانیه
- ✓ ضریب حداقل تراکم در محیط (Minimum Design Concentration) کم: بین ۴.۲٪-۶٪
- ✓ تعداد کپسول کم
- ✓ امکان استفاده جهت محیط‌های محتوی تجهیزات فن آوری اطلاعات همانند اتاق‌های سرور، شبکه، UPS، ...
- ✓ پیشنهاد شده توسط استاندارد (NFPA75 - Standard for Protection of Information Technology Equipment)
- ✓ امکان استفاده جهت محیط‌های محتوی تجهیزات مخابراتی و ارتباطی
- ✓ پیشنهاد شده توسط استاندارد (NFPA76-Standard for Protection of Telecommunication Equipment)
- ✓ امکان نصب کپسول‌ها در داخل محیط تحت حفاظت و عدم نیاز به اتاق جداگانه

❖ نقاط ضعف:

- ✓ عدم امکان استفاده در محیط‌های صنعتی با درجه حرارت‌های بالا
- از نکات مهم در استفاده از این گاز باید به امکان تجزیه گاز در درجه حرارت بالای $500^{\circ}C$ به اسید هالوژن دار (Halogen Acid) اشاره نمود.
- بهمین دلیل باید از استفاده در محیط‌های پر خطری که امکان درگیر بودن با سطوح بسیار داغ بطور مداوم وجود دارد دوری نمود.

6. IG55 Fire Suppression Agent

۶.۱. مشخصات عمومی (General Properties)

● گاز IG55 جزو خانواده گازهای بی‌اثر^۱ می‌باشد. این گاز از دو گاز طبیعی بی‌اثر که در اتمسفر اطراف ما بطور طبیعی وجود دارند، ترکیب شده‌است. این گازها عبارتند از نیتروژن^۲ به میزان 50% و آرگون^۳ به میزان 50%. این گاز ترکیبی دارای چگالی مشابه هوا بوده و تأثیری بر گرم شدن جو زمین (G.W.P = 0) و اثرات مخرب بر لایه اوزن (O.D.P = 0) ندارد و همچنین تأثیری بر آب و هوا ندارد.

● Nitrogen (N ₂)	50% ± 5%
● Argon (Ar)	50% ± 5%
● Pressure	200 -300 bar @ 15 °C
● Density	1.413 Kg / m ³
● Specific Reference Volume	0.7081 m ³ / Kg
● Boiling Point	-190.1 °C (-310.2 °F)
● Freezing Point	-199.7 °C (-327.46 °F)
● Critical Temperature	-134.7 °C (-210.46 °F)
● Critical Pressure	4150 kPa (602 Pisa)
● Ozone Depletion Potential (O.D.P)	0
● Global Warming Potential (G.W.P)	0
● Atmospheric Lifetime (A.L.T)	0
● No Observed Adverse Effect Level (NOAEL)	43 %
● Lowest Observed Adverse Effect Level (LOAEL)	52 %
● Not Flammable	

- گاز IG55، گازی بی‌بو^۴، بی‌رنگ^۵ و با چگالی^۶ مشابه هوا بوده و رسانای الکتریکی نمی‌باشد.^۷
- گاز IG55 بصورت گاز ذخیره می‌گردد. (نه بصورت مایع)
- سیستم IG55 (i3, iFlow) دارای تأییدیه Vds می‌باشد.
- IG55 در برابر تمام حریق‌های ناشی از مواد قابل سوختن و مایعات و گازهای قابل اشتعال^۸ مؤثر می‌باشد و می‌توان از آن جهت خاموش کردن حریق‌های فوق الذکر، کلاس A (Class A) حریق‌ها و مخصوصاً حریق‌های ناشی از تجهیزات الکترونیکی و الکتریکی استفاده نمود. این گاز جهت اطفاء حریق در محیط‌هایی که نیاز به یک عامل خاموش کننده پاک و غیر رسانای الکتریکی می‌باشد، مفید می‌باشد.
- سیستم‌های اطفاء حریق گاز IG55 عموماً جهت استفاده بروش غرقه سازی کامل^۹ طراحی و مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما مطابق استاندارد NFPA-2001 امکان استفاده از روش اطفاء موضعی^{۱۰} نیز وجود دارد. (NFPA 2001, 2015 Edition, p. 6.1)

¹ inert gas

² nitrogen

³ argon

⁴ odorless

⁵ colorless

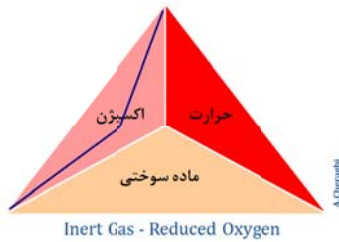
⁶ density

⁷ electrically non conductive

⁸ combustible material & flammable liquid & gas

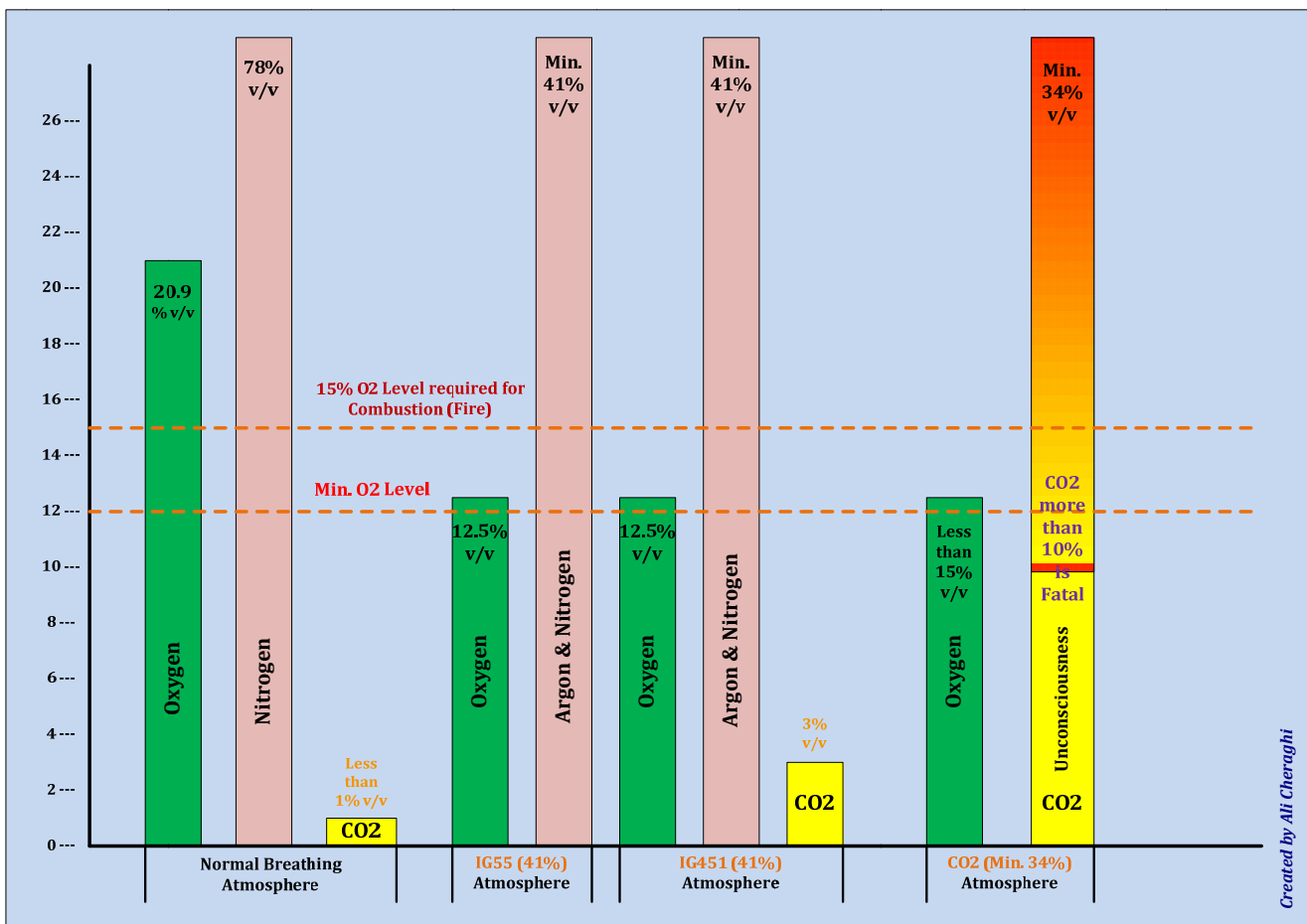
⁹ total flooding

¹⁰ local application



• IG55 بواسطه تزریق ترکیبی از گازهای آرگون و نیتروژن و در نتیجه کاهش میزان غلظت اکسیژن در محیط به کمتر از 15٪ (مابین 10٪ تا 14٪) حریق را اطفاء می نماید. زیرا حریقها جهت ادامه فعالیت نیاز به حداقل 15٪ اکسیژن دارند و غلظت کمتر از 15٪ اکسیژن در حجم محیط، جهت ادامه فرآیند سوختن اغلب مواد سوختی ناکافی بوده و حریقها خاموش می گردند.

• انسان برای ادامه حیات به حداقل 12٪ اکسیژن در حجم محیط نیاز دارد و غلظت کمتر از 12٪ تأثیراتی همانند اختلال در حواس پنجگانه، کاهش هوشیاری، بیهوشی موقت را و نهایتاً مرگ را بدنبال خواهد داشت. همانگونه که عنوان شد سیستمهای طراحی شده بروش غرقه- سازی کامل گاز IG55، با کاهش حجم اکسیژن محیط به زیر 15٪ موجب خاموش شدن حریق می شود و این حجم جهت ادامه حیات افراد برای یک مدت کوتاه کافی می باشد و بهمین دلیل استفاده از IG55 در محیطهای عمومی که افراد حضور دارند، امن می باشد. نمودار زیر حجم گازها در اتمسفر در شرایط عادی و در شرایط تخلیه گاز را نشان می دهد. میزان اکسیژن در این دامنه جهت ادامه حیات افراد برای یک مدت کوتاه کافی می باشد.



• اجزاء مورد استفاده در سیستم IG55 جهت عمل کردن در درجه حرارت 20°C - تا 50°C طراحی شده و مورد تست قرار گرفته اند.

- گاز IG55 هیچگونه تاثیر مخربی بر لایه ازن ندارد O.D.P=0، و بدون آنکه مشکلی جهت محیط زیست ایجاد کند می توان از آن در اطفاء حریق استفاده نمود. همچنین این گاز موجب گرم شدن اتمسفر نمی گردد G.W.P=0 و هیچگونه تاثیر مخربی بر تغییر آب و هوا نخواهد داشت.
- یک دیسک کوچک فلزی جهت امنیت سیستم و حفاظت کپسول بر روی شیر کپسول تعبیه شده است.¹
- افزایش درجه حرارت محیط می تواند موجب افزایش فشار داخلی کپسول و در نتیجه خطراتی همانند ترکیدن شیر و یا کپسول گردد. بهمین دلیل و بمنظور ایمنی کپسول و جلوگیری از خطرات ناشی از افزایش فشار، دیسک کوچک فلزی ایمنی بر روی شیر کپسول تعبیه شده است. افزایش فشار داخلی کپسول به بیش از حد مجاز (420bar) موجب ترکیدن دیسک کوچک فلزی شده و گاز داخل کپسول خارج می گردد.
- هر سیلندر دارای یک درجه عقربه ای² جهت نمایش دادن فشار گاز درون کپسول و یک Low Pressure Switch که در فشار پائین فعال می شود (با از دست دادن 10٪ فشار کپسول فعال می شود، Optional) می باشد.
- IG55 در معرض حرارت ناشی از آتش تجزیه نمی گردد و در نتیجه خطرات مستقیم ندارد، اما باید توجه گردد در شرایط حریق ممکن است تجزیه عوامل بوجود آمده توسط حریق مانند مونوکسید کربن CO، دود و حرارت موجب ایجاد خطرات ثانویه در محیط بسته شود و سطح اکسیژن این گونه محیطها را به پائین تر از میزان برآورد شده در هنگام طراحی کاهش داده و در نتیجه کاهش غلظت اکسیژن به پائین تر از میزان لازم جهت تنفس، باعث ایجاد خطراتی خفگی در افراد شود.
- IG55 در سیلندرها³ فولادی بدون درز⁴ تحت فشار 200bar و یا 300bar در دمای 15°C ذخیره شده و به بازار عرضه می گردد. البته این فشار عموماً توسط تقلیل دهنده فشار⁴ کاهش یافته و در خروجی منی فولد به حدود 60 bar جهت توزیع در شبکه لوله کشی کاهش می یابد. کپسول های اطفاء IG55 محتوی مقدار ناچیزی آب نیز هستند 0.005%

Container	IG55 Volume	IG55 Weight	Tare Weight	Gross weight	Working pressure	Test pressure	Height	Diameter
Tyco - i3								
80 Liter	23.6 m ³	35.5 Kg	119 Kg	153 Kg	300bar			
Tyco - LPG (iFlow)								
80 Liter	15.9 m ³	22.5 kg	76 kg		200bar	300bar	1825mm	267mm
80 Liter	22.3 m ³	32.1kg	109 kg		300bar	450bar		
140 Liter	27.8 m ³	39.9kg	154 kg		200bar	300bar	1905mm	358mm
140 Liter	39.1 m ³	56.2kg	221 kg		300bar	450bar		

شیر تعبیه شده بر روی کپسول اجازه تخلیه سریع گاز را می دهد. هنگامی که شیر باز می شود گاز در داخل شبکه توزیع لوله ها جریان یافته و از طریق نازلها در محل مورد نظر تخلیه گشته و بصورت گاز غیر قابل رویت⁵ و بدون ایجاد محدودیت دید در محیط پخش می گردد. (افراد براحتی و بدون محدودیت دید می توانند محیط را ترک نمایند).

¹ burst disc
² gauge
³ seamless cylinder
⁴ pressure reducer
⁵ invisible gas

• این گاز تاثیرات خوردگی و یا مسمومیت ندارد.

۶.۲. مراجع بین‌المللی طراحی

- ✓ NFPA2001: Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems
- ✓ BS ISO 14520: Gaseous Fire-Extinguishing Systems
 - Part 1 : General Requirements
 - Part 14 : IG-55 extinguishant
- ✓ BS EN 15004, Fixed firefighting systems.
 - 15004-1: Gas extinguishing systems. Design, installation and maintenance
 - 15004-9: Gas extinguishing systems. Physical properties and system design of gas extinguishing systems for IG-55 extinguishant.
- ✓ Vds 2380: Guidelines for Fire Extinguishing Systems - Fire Extinguishing Systems Using Non-Liquefied Inert Gases, Planning And Installation

❖ حداقل غلظت گاز (Minimum Design Concentration)

IG55 Minimum Design Concentration

Fire Classification	NFPA 2001 (2015)	UL 2166	ISO 14520 (2008)	EN 15004 (2008)	Vds2381 (2009)
Class A	37.9	37.9	40.3	40.3	----
Higher Hazard Class A	----	----	45.1	45.2	45.7
Class B	39.1	39.1	47.5	47.6	48.1
Class C	42.7	37.9	----	----	----
	(NFPA 2001, 2015 Edition, p. A.5.4.2.2) (UL 2166 & UL 2127)				

۶.۳. ایمنی در سیستم‌های اطفاء IG55 (Safety of IG55)

IG55 بواسطه کاهش میزان غلظت اکسیژن به درصدی پائین‌تر میزان لازم جهت ادامه حریق، حریق‌ها را اطفاء می‌نماید.

IG55 جهت استفاده در محیط‌هایی که عمومی بوده و افراد حضور دائمی دارند امن و مناسب می‌باشد. این امر منوط به طراحی دقیق، مناسب و

امن می‌باشد. حداقل تراکم در محیط (Minimum Design Concentration) باید با توجه به حد پائین و بالای اکسیژن در محیط تعیین گردد.

Oxygen Concentration	IG55 Concentration	Desc.
12 %	43 %	NOAEL (NO Observed Adverse Effect Level)
10 %	52 %	LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level)

• نویز Noise

تخلیه گاز IG55 موجب ایجاد نویزهای صوتی می‌گردد که ممکن است موجب وحشت‌زدگی در بین افراد حاضر در نزدیکی نازل‌ها شود، اما این نویز معمولاً جهت ایجاد صدمات جراحی (زخمی کردن) غیر کافی می‌باشد.

• اغتشاش Turbulence

اغتشاش ایجاد شده در اثر سرعت بالای تخلیه از نازل‌ها می‌تواند جهت خارج کردن اجسام از جای خود و انداختن آنها کافی باشد. (اجسامی که بطور مستقیم در مسیر تخلیه قرار دارند). اغتشاش بطور عمومی می‌تواند باعث حرکت چراغ‌ها و کاغذهای بدون حفاظ شود. پوشش‌های سقف¹ در نزدیکی نازل‌های تخلیه باید در جای خود کاملاً محکم شوند. (جهت جلوگیری از خارج شدن از جای خود در هنگام تخلیه)

• میزان دید Visibility

در شرایط عادی IG55 موجب کاهش دید در محیط نمی‌گردد، منتهای مراتب در هنگام حریق مخصوصاً در جاهائی که میزان زیادی از دود تولید شده است بسیار احتمال دارد تخلیه گاز موجب جایگزینی (بخش) دود در اطراف محیط گردد و این می‌تواند در بعضی مواقع دید را کاهش دهد.

• تخلیه افراد Exit

باید بمنظور تخلیه و فرار افراد از محیط مورد حفاظت راه‌های مناسبی اندیشیده شود. مسیرهای خروج باید باز بدون مانع بوده و درب‌ها می-بایست بسمت بیرون باز شوند و خود بخود بسته شوند. این درب‌ها باید بگونه‌ای طراحی شوند که براحتی از داخل باز شوند.

¹ ceiling Tiles

۶.۴. بررسی نقاط قوت و ضعف

❖ نقاط قوت:

- ✓ قابل استفاده در محیط‌هایی که افراد بصورت دائم حضور دارند. (Occupied Area)
- ✓ عدم تأثیر مخرب بر لایه ازن O.D.P=0
- ✓ عدم تأثیر مخرب بر محیط زیست و گرمایش زمین G.W.P=0
- ✓ بی بو (Odorless)
- ✓ بی رنگ (Colorless)
- ✓ نارسانای الکتریکی (nonconductive)
- ✓ عدم وجود پسماندهای (residue) (روغنی، خورندگی، مرطوب کنندگی، ...)
- ✓ عدم مسومیت
- ✓ عدم تجزیه در حرارت‌ها بالا
- ✓ زمان تخلیه (discharge time): ۶۰ الی ۱۲۰ ثانیه
- ✓ امکان استفاده در شبکه گستره با طول لوله زیاد
- ✓ امکان استفاده جهت محیط‌های محتوی تجهیزات فن آوری اطلاعات همانند اتاق‌های سرور، شبکه، UPS، ...
- ✓ پیشنهاد شده توسط استاندارد (NFPA75 - Standard for Protection of Information Technology Equipment)
- ✓ امکان استفاده جهت محیط‌های محتوی تجهیزات مخابراتی و ارتباطی
- ✓ پیشنهاد شده توسط استاندارد (NFPA76-Standard for Protection of Telecommunication Equipment)
- ✓ امکان شارژ در ایران تنها برای سیستم‌های 200bar (ترکیب گاز در داخل کشور قابل ساخت است اما ظاهراً کمپروسورهایی با قابلیت شارژ 300bar در کشور وجود ندارد!!!!!!)
- ✓ تجربه و سابقه نصب در کشور

❖ نقاط ضعف:

- ✓ ضریب حداقل تراکم در محیط نسبتاً زیاد: در حدود M.D.C=41%
- ✓ تعداد کیسول زیاد
- ✓ نیاز به اتاق کیسول مجزا
- ✓ نیاز به دمپر جهت تخلیه فشار اضافه محیط (over pressure damper)
- ✓ کلیه لوله‌ها باید لوله فولادی بدون درز^۱ رده ۸۰^۲ باشند.
- ✓ کلیه اتصالات برای سیستم‌های 200bar باید Class 3,000 و برای سیستم‌های 300 bar باید Class 6,000 باشند. (اعم از روش جوش weld و یا دنده‌ای thread) (NFPA 2001, 2015 Edition, p. 50)
- ✓ امکان کاهش بیش از حد اکسیژن در صورت عدم رعایت حداقل غلظت مجاز و یا وجود حجم زیاد دود و گازهای ناشی از حریق
- ✓ کیسول‌های تحت فشار بالا 200bar و 300bar نیاز به حساسیت‌های زیادی در نصب دارند و همچنین سرویس و نگهداری با دقت زیادی را طلب می‌کنند.

¹ seamless
² schedule 80

7. IG541 Fire Suppression Agent

۷.۱. مشخصات عمومی (General Properties)

- گاز IG541 جزو خانواده گازهای بی‌اثر^۱ می‌باشد. این گاز از سه گاز طبیعی بی‌اثر که در اتمسفر اطراف ما بطور طبیعی وجود دارند، ترکیب شده‌است. این گازها عبارتند از نیتروژن^۲ به میزان 52%، آرگون^۳ به میزان 40% و دی اکسید کربن^۴ به میزان 8%. این گاز ترکیبی دارای چگالی^۵ مشابه هوا بوده و تأثیری بر گرم شدن جو زمین (G.W.P = 0) و اثرات مخرب بر لایه اوزن (O.D.P = 0) ندارد و همچنین تأثیری مخرب بر آب و هوا ندارد.

• Nitrogen (N ₂)	52%
• Argon (Ar)	40% ± 7%
• Carbon Dioxide (CO ₂)	8% ± 7%
• Pressure	200 -300 bar @ 15 °C
• Density	1.5219 Kg / m ³
• Molecular Weight	34.0
• Boiling Point	-196 °C
• Freezing Point	-78.5 °C
• Ozone Depletion Potential (O.D.P)	0
• Global Warming Potential (G.W.P)	0
• Atmospheric Life	0
• No Observed Adverse Effect Level (NOAEL)	43 %
• Lowest Observed Adverse Effect Level (LOAEL)	52 %
• NOT Flammable	

- گاز IG541 بی‌بو^۶، بی‌رنگ^۷ بوده و با چگالی مشابه هوا، رسانای الکتریکی نمی‌باشد.^۸
- گاز IG541 بصورت گاز ذخیره می‌گردد. (نه بصورت مایع)
- سیستم IG541 (Inergen) دارای تأییدیه UL، FM، Vds، APSAD و LPCB می‌باشد.
- سیستم IG541 در برابر تمام حریق‌های ناشی از مواد قابل سوختن و مایعات و گازهای قابل اشتعال^۹ و مخصوصاً تجهیزات الکتریکی مؤثر می‌باشد و می‌توان از آن جهت خاموش نمودن حریق‌های فوق‌الذکر و کلاس A (Class A) و مخصوصاً تجهیزات الکترونیکی استفاده نمود. این گاز جهت اطفاء حریق در محیط‌هایی نیاز که به یک عامل خاموش کننده پاک و غیر رسانای الکتریکی می‌باشد، مفید می‌باشد.
- سیستم‌های اطفاء حریق گاز IG541 عموماً جهت استفاده بروش غرقه سازی کامل^۱ طراحی و مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما مطابق استاندارد NFPA-2001 امکان استفاده از روش اطفاء موضعی^۲ نیز وجود دارد. (NFPA 2001, 2015 Edition, p. 6.1)

¹ inert gas

² nitrogen

³ argon

⁴ carbon dioxide

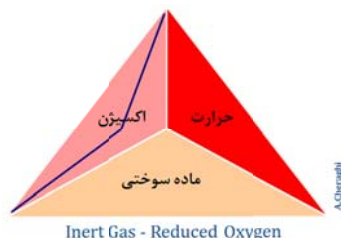
⁵ density

⁶ odorless

⁷ colorless

⁸ electrically non conductive

⁹ combustible material & flammable liquid & gas



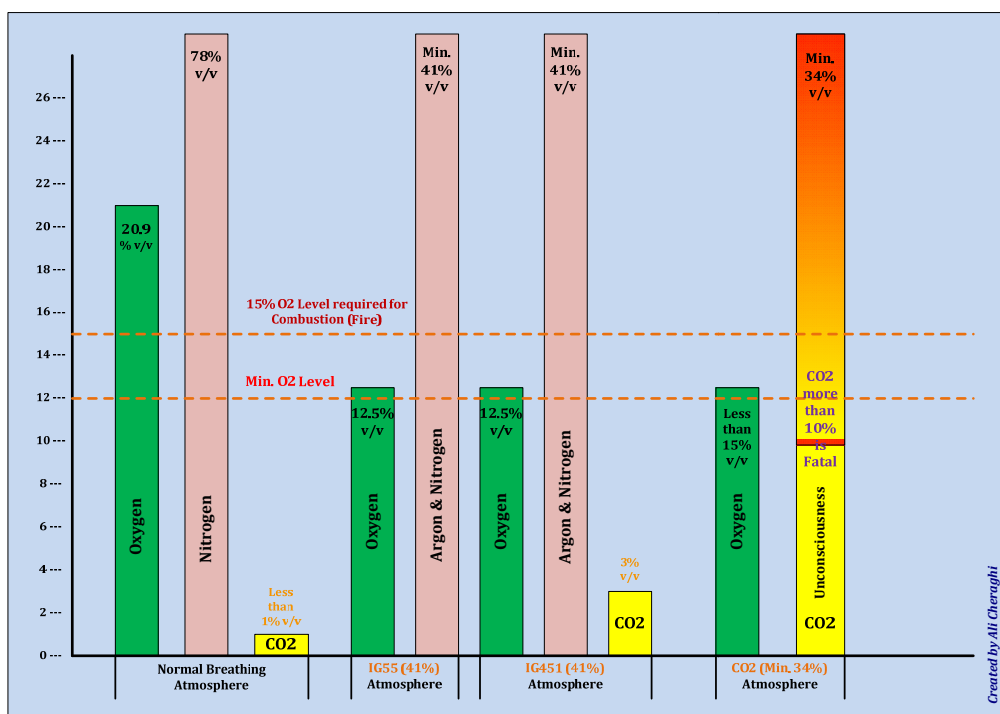
- در اتمسفر یک اتاق بطور عادی در حدود 21% اکسیژن و کمتر از 1% دی اکسید کربن وجود دارد.

سیستم IG541 بواسطه حضور گازهای آرگون و نیتروژن و در نتیجه کاهش میزان غلظت اکسیژن در محیط به حدود 12% حریق را اطفاء می نماید. زیرا حریقها جهت ادامه فعالیت نیاز به حداقل 15% اکسیژن دارند و غلظت کمتر از 15% اکسیژن در حجم محیط، جهت ادامه فرآیند سوختن اغلب مواد سوختی ناکافی بوده و حریقها خاموش می گردند. میزان اکسیژن در این دامنه جهت ادامه حیات افراد برای یک مدت کوتاه کافی می باشد بهمین دلیل استفاده از IG541 در محیطهای عمومی که افراد حضور دارند امن می باشد.

- IG541 همچنین سطح گاز CO2 محیط را از زیر 1% به حدود 3.2% افزایش می دهد. این میزان CO2 بطور همزمان بخش تنفسی افراد را تحریک کرده و باعث افزایش بازده تنفسی (میزان درصد اکسیژن مورد استفاده) افراد و توانائی سیستم تنفسی در جذب میزان بیشتری از اکسیژن و انتقال اکسیژن بیشتری به مغز می گردد.

اتمسفیری که ما در آن تنفس می کنیم دارای تقریباً 0.03% (300 p.p.m) گاز CO2 بطور معمول می باشد، البته این مقدار بطور طبیعی در داخل محیط های بسته که افراد حضور دارند و یا عملیات صنعتی در حال اجراء می باشد افزایش می یابد. افراد با بازدم خود CO2 خارج نموده و بدون تهویه کافی در یک محیط بسته سطح گاز CO2 افزایش می یابد. حداکثر میزان سطح CO2 که در طول مدت 8 ساعت کار روزانه در حدود 0.5% (5000 p.p.m) می باشد.

- این گاز از نظر پزشکی توسط مؤسسات بین المللی مورد ارزیابی و تأیید قرار گرفته و تمامی آنها تأیید نموده اند که استفاده از این گاز در محیطهای عمومی، که افراد حضور دائمی دارند، امن و بی خطر می باشد.



¹ total flooding

² local application

- گاز IG541 هیچگونه تاثیر مخربی بر لایه ازن ندارد. O.D.P=0، و بدون آنکه مشکلی جهت محیط زیست ایجاد کند می توان از آن استفاده نمود همچنین این گاز موجب گرم شدن اتمسفر نمی گردد و هیچگونه تاثیر مخربی بر تغییر آب و هوا نخواهد داشت.
- اجزاء مورد استفاده در سیستم IG55 جهت عمل کردن در درجه حرارت 20°C - تا 50°C طراحی شده و مورد تست قرار گرفته اند.
- یک دیسک کوچک فلزی جهت امنیت سیستم و حفاظت کپسول بر روی شیر کپسول تعبیه شده است¹.
- افزایش درجه حرارت محیط می تواند موجب افزایش فشار داخلی کپسول و در نتیجه خطراتی همانند ترکیدن شیر و یا کپسول گردد. بهمین دلیل و بمنظور ایمنی کپسول و جلوگیری از خطرات ناشی از افزایش فشار، دیسک کوچک فلزی ایمنی بر روی شیر کپسول تعبیه شده است. افزایش فشار داخلی کپسول به بیش از حد مجاز (420bar) موجب ترکیدن دیسک کوچک فلزی شده و گاز داخل کپسول خارج می گردد.
- هر کپسول دارای یک درجه عقربه ای² جهت نمایش دادن فشار گاز درون کپسول و یک سوئیچ فشاری³ که در فشار پائین فعال می گردد (با از دست دادن 10٪ فشار کپسول فعال می شود، Optional) می باشد.
- IG541 در معرض حرارت ناشی از آتش تجزیه نمی گردد و در نتیجه خطرات مستقیم ندارد، اما باید توجه گردد در شرایط حریق ممکن است تجزیه عوامل بوجود آمده توسط حریق مانند مونوکسید کربن CO، دود و حرارت موجب ایجاد خطرات در محیط بسته شود و سطح اکسیژن این گونه محیط ها را به پائین تر از میزان برآورد شده هنگام طراحی کاهش داده و در نتیجه کاهش غلظت اکسیژن به پائین تر از میزان لازم جهت تنفس باعث ایجاد خطراتی خفگی در افراد شود.
- کپسول های بدون درز⁴ جهت نگاهداشتن IG541 بشکل گاز تحت فشار نامی 300 bar در دمای 15°C طراحی شده اند.

TYCO Containers Detail IG541

Container	IG541 Volume	IG541 Weight	Tare Weight	Gross weight	Working pressure	Test pressure	Height	Diameter
80 Liter	16.6 m3	23.9 kg	76 kg		200bar	300bar	1825 mm	267 mm
80 Liter	23.0 m3	33.2 kg	109 kg		300bar	450bar		
140 Liter	29.0 m3	41.8 kg	154 kg		200bar	300bar	1905 mm	358 mm
140 Liter	40.2 m3	57.9 kg	221 kg		300bar	450bar		

- IG541 تحت فشار 300bar در کپسول های فولادی بدون درز ذخیره می گردد. کاهش دهنده فشار⁵ نصب شده بر روی کپسول های IG541، فشار خارج شده از کپسول را در منیفولد به 200bar کاهش می دهد و این فشار هنگام خروج از منیفولد⁶ و وارد شدن به شبکه توزیع توسط دومین تقلیل دهنده فشار⁷ نصب شده بر روی منیفولد به حدود 60bar جهت توزیع کاهش می یابد. شیر تعبیه شده بر روی کپسول اجازه تخلیه سریع گاز را می دهد. هنگامی که شیر باز می شود گاز در داخل شبکه لوله های توزیع جریان یافته و از طریق نازل ها

¹ burst disc

² gauge

³ low lressure

⁴ seamless

⁵ pressure reduction unit

⁶ manifold

⁷ second pressure reduction devise

در محل مورد نظر تخلیه گشته و بصورت گاز غیر قابل رویت^۱، بدون ایجاد محدودیت دید در محیط پخش می گردد. (افراد براحتی و بدون

محدودیت دید می توانند محیط را ترک نمایند).

• این گاز تاثیرات خوردگی و یا مسمومیت ندارد.

۷.۲. مراجع بین المللی طراحی

- ✓ NFPA2001: Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems
- ✓ BS ISO 14520: Gaseous Fire-Extinguishing Systems
 - Part 1 : General Requirements
 - Part 15 : IG541 extinguishant
- ✓ BS EN 15004, Fixed firefighting systems.
 - 15004-1: Gas extinguishing systems. Design, installation and maintenance
 - 15004-10: Gas extinguishing systems. Physical properties and system design of gas extinguishing systems for IG-541 extinguishant.
- ✓ Vds 2380: Guidelines for Fire Extinguishing Systems - Fire Extinguishing Systems Using Non-Liquefied Inert Gases, Planning And Installation

❖ حداقل غلظت گاز (Minimum Design Concentration)

IG541 Minimum Design Concentration

Fire Classification	NFPA 2001 (2015)	UL 2166	ISO 14520 (2008)	EN 15004 (2008)	Vds2381 (2009)
Class A	34.2	34.2	39.9	39.9	----
Higher Hazard Class A	----	----	39.9	45.7	45.2
Class B	40.6	40.6	41.2	48.1	47.6
Class C	38.5	34.2	----	----	----
	(NFPA 2001, 2015 Edition, p. A.5.4.2.2) (UL 2166 & UL 2127)				

¹ invisible gas

۳.۷. ایمنی در سیستم‌های اطفاء IG541 (Safety of IG541)

IG541 بوسیله کاهش میزان غلظت اکسیژن در محیط حریق‌ها را اطفاء می‌نماید و همچنین با تخلیه آن غلظت دی اکسید کربن در محیط افزایش می‌یابد.

IG541 جهت استفاده در محیط‌هایی که عمومی بوده و افراد حضور دائمی دارند امن و مناسب می‌باشد. این امر منوط به طراحی دقیق، مناسب و امن می‌باشد، بطوریکه ضریب حداقل تراکم در محیط (Minimum Design Concentration) باید با توجه به حد پائین و بالای اکسیژن در محیط تعیین گردد.

Oxygen Concentration	Inergen Concentration	Desc.
12 %	43 %	NOAEL (NO Observed Adverse Effect Level)
10 %	52 %	LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level)

• نویز Noise

تخلیه گاز IG541 موجب ایجاد نویزهای صوتی می‌گردد که ممکن است موجب وحشت‌زدگی در بین افراد حاضر در نزدیکی نازل‌ها شود، اما این نویز معمولاً جهت ایجاد صدمات جراحی (زخمی کردن) غیر کافی می‌باشد.

• اغتشاش Turbulence

اغتشاش ایجاد شده در اثر سرعت بالای تخلیه از نازل‌ها می‌تواند جهت خارج کردن اجسام از جای خود و انداختن آنها کافی باشد. (اجسامی که بطور مستقیم در مسیر تخلیه قرار دارند). اغتشاش بطور عمومی می‌تواند باعث حرکت چراغ‌ها و کاغذهای بدون حفاظ شود. پوشش‌های سقف^۱ در نزدیکی نازل‌های تخلیه باید در جای خود کاملاً محکم شوند. (جهت جلوگیری از خارج شدن از جای خود در هنگام تخلیه)

• میزان دید Visibility

در شرایط عادی IG541 موجب کاهش دید در محیط نمی‌گردد، منتهای مراتب در هنگام حریق مخصوصاً در جاه‌هایی که میزان زیادی از دود تولید شده است بسیار احتمال دارد تخلیه IG541 موجب جایگزینی (پخش) دود در اطراف محیط گردد و این می‌تواند دید را کاهش دهد.

• خروج از محیط Exit

باید بمنظور تخلیه و فرار افراد از محیط مورد حفاظت راه‌های مناسبی اندیشیده شود. درب‌ها می‌بایست بسمت بیرون باز شوند و خود بخود بسته شوند. این درب‌ها باید بگونه‌ای طراحی شوند که براحتی از داخل باز شوند.

¹ ceiling Tiles

۷,۴. بررسی نقاط قوت و ضعف

❖ نقاط قوت:

- ✓ قابل استفاده در محیط‌هایی که افراد بصورت دائم حضور دارند. (Occupied Area)
- ✓ عدم تأثیر مخرب بر لایه ازن O.D.P=0
- ✓ عدم تأثیر مخرب بر محیط زیست و گرمایش زمین G.W.P=0
- ✓ بی بو (Odorless)
- ✓ بی رنگ (Colorless)
- ✓ نارسانای الکتریکی (nonconductive)
- ✓ عدم وجود پسماندهای (residue) (روغنی، خورندگی، مرطوب کنندگی، ...)
- ✓ عدم مسومیت
- ✓ عدم تجزیه در حرارت‌ها بالا
- ✓ زمان تخلیه (discharge time): ۶۰ الی ۱۲۰ ثانیه
- ✓ امکان استفاده در شبکه گسترده با طول لوله زیاد
- ✓ تحریک سیستم تنفسی با تزریق غلظت کمی از CO2
- ✓ امکان استفاده جهت محیط‌های محتوی تجهیزات فن آوری اطلاعات همانند اتاق‌های سرور، شبکه، UPS، ...
- ✓ پیشنهاد شده توسط استاندارد (NFPA75 -Standard for Protection of Information Technology Equipment)
- ✓ امکان استفاده جهت محیط‌های محتوی تجهیزات مخابراتی و ارتباطی
- ✓ پیشنهاد شده توسط استاندارد (NFPA76-Standard for Protection of Telecommunication Equipment)
- ✓ امکان شارژ در ایران تنها برای سیستم‌های 200bar (ترکیب گاز در داخل کشور قابل ساخت است اما ظاهراً کمپروسورهای با قابلیت 300bar در کشور وجود ندارد!!!!!!)
- ✓ تجربه و سابقه نصب در کشور

❖ نقاط ضعف:

- ✓ ضریب حداقل تراکم در محیط (Minimum Design Concentration) نسبتاً زیاد: در حدود 41%
- ✓ تعداد کیسول زیاد
- ✓ نیاز به اتاق کیسول مجزا
- ✓ نیاز به دمپر جهت تخلیه فشار اضافه محیط (over pressure damper)
- ✓ امکان کاهش بیش از حد اکسیژن در صورت عدم رعایت حداقل غلظت مجاز و یا وجود حجم زیاد دود و گازهای ناشی از حریق
- ✓ کلیه لوله‌ها باید لوله فولادی بدون درز (seamless) رده ۸۰ (schedule 80) باشند.
- ✓ کیسول‌های تحت فشار بالا 200bar و 300bar نیاز به حساسیت‌های زیادی در نصب دارند و همچنین سرویس و نگهداری‌های با دقتی را طلب می‌کند.

8. CO2 Fire Suppression Agent

۸.۱. مشخصات عمومی (General Properties)

• سالیان متمادی است که از سیستم اطفاء اتوماتیک گاز CO2 جهت اطفاء حریق‌های ناشی از مواد قابل سوختن و مایعات و گازهای قابل اشتعال^۱ و تجهیزات الکتریکی استفاده می‌گردد.

• دی اکسید کربن CO2 می‌تواند بصورت‌های گاز (GAS)، مایع (Liquid) و یا جامد (Solid) موجود باشد.

- Carbon Dioxide
- CO2
- Container Nominal Pressure 58.6 bar
- Critical Temperature 31 °C (88 °F)
- Critical Pressure 73 bar
- Vapor Pressure in Container @ 20 °C 56.28 bar
- Container Maximum Work Pressure 194 bar
- Container Test Pressure 250 bar
- Nominal Tare Weight 76.9 Kg
- Nominal Gross Weight 122 Kg
- Ozone Depletion Potential (O.D.P) 0
- Global Warming Potential (G.W.P) 0
- Atmospheric Life 0

• در شرایط عادی CO2 گازی بی‌بو^۲، بی‌رنگ^۳، نارسانای الکتریکی^۴ با چگالی^۵ در حدود 50 % (۱.۵ برابر) سنگین‌تر از هوا و از خانواده گازهای بی‌اثر^۶ می‌باشد.

گاز CO2 بسادگی بوسیله فشار و سرما تبدیل به مایع می‌گردد، با سرد کردن بیشتر و گسترش آن می‌تواند به جامد تبدیل گردد. (CO2 در بالاتر از درجه حرارت بحرانی^۷ 31°C و یا در فشار پائینتر از 4.1bar (60psi)، نمی‌تواند بحالت مایع باقی بماند.) و 1Kg از مایع CO2 در فشار اتمسفری بسط یافته و در حدود 0.52 m3 از گاز آزاد تولید خواهد نمود.(10°C)

• سیستم اطفاء حریق اتوماتیک گاز CO2 می‌تواند به یکی از دو روش غرقه سازی کامل^۸، و یا روش اطفاء موضعی^۹، طراحی گردد. (NFPA 12, 2011 Edition, pp. 4.4.4.1 - 2)

• سیستم‌های اطفاء حریق اتوماتیک گاز CO2 در دو نوع فشار بالا، High Pressure Storages، و فشار پایین، Low Pressure Storages، ارائه می‌گردند.

سیستم CO2 با فشار بالا، High Pressure، شامل ذخیره سازی CO2 در مخازن در درجه حرارت 20°C و در فشاری در حدود 50bar می‌باشد.

¹ combustible material & flammable liquid & gas

² odorless

³ colorless

⁴ electrically non Conductive

⁵ density

⁶ inert gas

⁷ critical temperature

⁸ total flooding

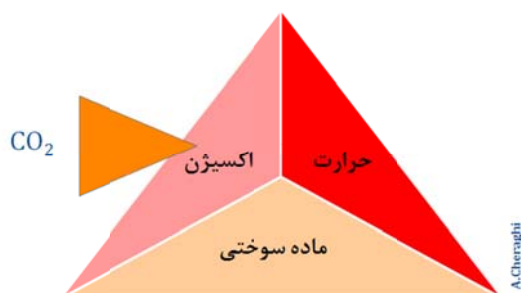
⁹ local application



سیستم CO2 با فشار پایین، Low Pressure، شامل ذخیره سازی تحت فشار CO2 در مخازن و در درجه حرارت کنترل شده 18°C- می باشد.

CO2 Low pressure Suppression System

- گاز CO2 بواسطه کاهش میزان اکسیژن در محیط به نقطه ای کمتر از میزان اکسیژن لازم جهت سوختن، آتش را خاموش می نماید.



حریق ها جهت ادامه فعالیت نیاز به حداقل 15% اکسیژن دارند و غلظت کمتر از 15% اکسیژن در حجم محیط، جهت ادامه فرآیند سوختن اغلب مواد سوختی ناکافی بوده و حریق ها خاموش می گردند.

سیستم اطفاء حریق اتوماتیک گاز CO2 اکسیژن موجود در هوای محیط را از حدود 21% به 15% کاهش می دهد و موجب اطفاء حریق می گردد.

- این گاز غیر خورنده¹ بوده و دارای پسماند² (همانند ذرات بجا مانده و یا حالت روغنی) نمی باشد بهمین دلیل پس از انجام عملیات اطفاء نیاز به تمیز کردن ندارد.

از این گاز می توان جهت اطفاء حریق در محیط های که شامل وسایل و تجهیزات گرانبها می باشند و نیاز به یک عامل³ غیر رسانای الکتریکی جهت انجام عملیات اطفاء بوده و استفاده از آب و فوم غیر ممکن می باشد (موجب خسارات زیاد می گردند و همچنین نیاز به پاک کردن محیط بعد از اطفاء می باشد)، استفاده نمود.

این گاز غیر رسانای الکتریکی بوده و هدایت الکتریکی ندارد بنابراین می توان از آن جهت اطفاء وسایل الکتریکی روشن⁴ استفاده نمود. (بهترین گزینه جهت استفاده در اتاق های ترانس، اتاق های برق، ژنراتورها و همچنین توربین ها می باشد).

- از این گاز می توان جهت اطفاء حریق های ناشی از مواد قابل سوختن و مایعات و گازهای قابل اشتعال⁵ و تجهیزات الکتریکی استفاده نمود.

- بدلیل آنکه سیستم اطفاء حریق اتوماتیک گاز CO2 تولید شارژ الکتریکی می نماید و می تواند موجب ایجاد جرقه گردد، نباید در محیط های مستعد انفجار⁶، مورد استفاده قرار بگیرد.

¹ no corrosive

² residue

³ agent

⁴ live electrical

⁵ combustible material & flammable liquid & gas

⁶ explosive

- محیطی که توسط تراکم لازم از گاز CO2 جهت خاموش کردن حریق پر شده است، اکسیژن به میزان لازم جهت ادامه حیات افراد ندارد. بنابراین وارد شدن و یا ماندن در محیطی که گاز CO2 در آن تخلیه شده است خطرناک بوده و می تواند کشنده باشد.
 - گاز CO2 جهت اطفاء حریق ناشی از فلزات هیدروژن دار (Metal Hydride) مناسب نمی باشد.
 - گاز CO2 جهت اطفاء حریق ناشی از مواد شیمیائی که خود دارای اکسیژن می باشند (و یا تولید می کنند)، مانند Cellulose Nitrate مناسب نمی باشد.
 - گاز CO2 جهت اطفاء حریق ناشی از فلزات واکنش پذیر^۱، مانند سدیم^۲، پتاسیم^۳، منیزیم^۴، تیتانیوم^۵ و زیرکونیوم^۶ مناسب نمی باشد.
- سیستم اطفاء حریق اتوماتیک گاز CO2 می تواند به یکی از دو روش غرقه سازی کلی^۷، و یا روش اطفاء موضعی^۸، طراحی گردد.
- روش غرقه سازی کلی غرقه سازی کامل در دو زیر گروه تقسیم بندی می شود:

۱. حریق های سطح سوز^۹ مشتمل بر حریق های ناشی از مایعات، گازها و یا جامدات قابل اشتعال می باشد که حریق در سطح آنها ایجاد می شود و بر خلاف حریق ها درون سوز^{۱۰} در داخل ماده سوختی حریق ندارند. بطور معمول جهت اطفاء این نوع حریق ها حداقل تراکم (M.D.C) 34% مورد استفاده قرار می گیرد.

(NFPA 12, 2011 Edition, p. 5.3.2.1.2)

۲. حریق ها درون سوز بطور معمول در برگیرنده حریق هائی می باشند که شامل جامداتی هستند که سوختن آنها با دود همراه است (بدون شعله) و معمولاً بشکل زغال سرخ شده تبدیل می شوند. برای اطفاء این نوع حریق ها بطور معمول حداقل تراکم (M.D.C) بین 50% تا 75% مورد نیاز می باشد.

(NFPA 12, 2011 Edition, p. 5.4.2.1)

سیستم اطفاء اتوماتیک گاز CO2 (High Pressure) شامل یک کپسول یا بانکی از کپسول ها که توسط منی فولد بهم متصل شده اند، می باشد، که بوسیله شبکه ای از لوله های جهت تخلیه گاز به نازل ها در محیط مورد نظر متصل گشته است.

CO2 تحت فشار بصورت مایع در آمده و در کپسول های فولادی بدون درز ذخیره می گردد.

¹ reactive metal

² sodium

³ potassium

⁴ magnesium

⁵ titanium

⁶ zirconium

⁷ total flooding

⁸ local application

⁹ surface fire

¹⁰ deep seated

کپسول‌های CO₂ عموماً ۶۷ لیتری بوده که با چگالی شارژ^۱ 0.67 kg/liter و یا 0.75 kg/liter شارژ میشوند که بترتیب محتوی 45kg یا 50kg گاز خواهند بود. در سیستم‌هایی با بیش از یک کپسول، کپسول‌های موجود در بانک^۲ از طریق شلنگ تخلیه^۳، شیر یکطرفه^۴، به منیفولد متصل می‌گردند. هر کپسول دارای یک شیر اصلی می‌باشد. هنگامی که شیر باز می‌شود CO₂ مایع از طریق منیفولد در شبکه لوله‌های^۵ توزیع جاری گشته و بطرف نازل‌ها هدایت می‌شود و سپس توسط یک یا چند نازل که در محیط مورد حفاظت نصب شده‌اند، تخلیه می‌گردد. مایع تخلیه گشته بسرعت به صورت گاز بسط یافته و با کاهش سطح اکسیژن محیط باعث خاموش شدن حریق می‌گردد. تخلیه CO₂ باعث ایجاد مه گشته و بطور موقت باعث کاهش دید می‌گردد.

- در روش طراحی غرقه‌سازی کلی^۶، محیط تحت پوشش سیستم اطفاء حریق اتوماتیک گاز CO₂ باید کاملاً محفوظ (بسته) بوده و ساختار محیط از موادی باشد که در برابر حریق برای حداقل 30 دقیقه مقاومت داشته باشند.
- کپسول‌های با فشار بالای CO₂ (High Pressure CO₂ Container)، جهت نگهداری تحت فشار CO₂ بفرم مایع در فشار نامی 56.8bar (850psi) در دمای 20 °C طراحی شده‌اند. این سیستم دارای تأییدیه Vds می‌باشد.

Container Detail	
Water Capacity	67.0 Liter
Gas Capacity	45 Kg
Length	1507 mm + - 10mm
Outside Diameter	267 mm
Maximum Work Pressure	194 bar
Test Pressure	250 bar
Climate Area	Class E
Nominal Tare Weight	76.9 Kg
Nominal Gross Weight	122 Kg

- یک دیسک کوچک فلزی جهت امنیت سیستم و حفاظت کپسول بر روی شیر کپسول تعبیه شده است.^۷ افزایش درجه حرارت محیط می‌تواند موجب افزایش فشار داخلی کپسول و در نتیجه خطرانی همانند ترکیدن شیر و یا کپسول گردد. بهمین دلیل و بمنظور ایمنی کپسول و جلوگیری از خطرات ناشی از افزایش فشار، دیسک کوچک فلزی ایمنی بر روی شیر کپسول تعبیه شده است. افزایش فشار داخلی کپسول به بیش از حد مجاز (190bar) موجب ترکیدن دیسک کوچک فلزی شده و گاز داخل کپسول خارج می‌گردد.

¹ filling density
² bank of container
³ discharge hose
⁴ non-return valve
⁵ discharge pipework
⁶ total flooding
⁷ burst disc

٨,٢. مراجع بين المللى طراحي

- ✓ NFPA12: Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems
- ✓ ISO 6183: Fire Protection Equipment - Carbon dioxide extinguishing systems for use on premises - Design and installation
- ✓ Vds 2093: Guidelines for Fire Extinguishing Systems - CO2 Fire Extinguishing Systems, Planning and Installation
- ✓ BS5306: fire extinguishing installations
 - Part 0: Guide for selection of installed systems and other fire equipment
 - Part 4: Specification for Carbon Dioxide Systems

حد اقل غلظت گاز (Minimum Design Concentration) ❖

NFPA 12

(Deep Seated Fires)

(NFPA 12, 2011 Edition, p. 5.4.2.1)

Hazard		Design Concentration (%)
Electrical Equipment	Enclosed Rotating Equipment. Dry Electrical Wiring. Electrical Insulating Materials.	Spaces 56.6 m ³
		Spaces greater than 56.6 m ³
Electronic Data Processing Installation	Central Processing Area & Equipment.	53
	Data Processing. Tape Controlled Machinery & Tape Storage Service Voids.	68
Stores	Record (bulk paper) Storage, Archives for Paper Documents, Dust & Covered Trenches	65
	Fur Storage Vaults. Dust Collectors.	75

۸.۳ ایمنی در سیستم اطفاء آتوماتیک گاز دی اکسید کربن (Safety of CO2)

اتمسفری که ما در آن تنفس می‌کنیم بطور معمول دارای تقریباً 0.03% (300 p.p.m) گاز CO2 می‌باشد. البته این مقدار بطور طبیعی در داخل محیط‌های بسته که افراد حضور دارند و یا عملیات صنعتی در حال اجراء می‌باشد، افزایش می‌یابد.

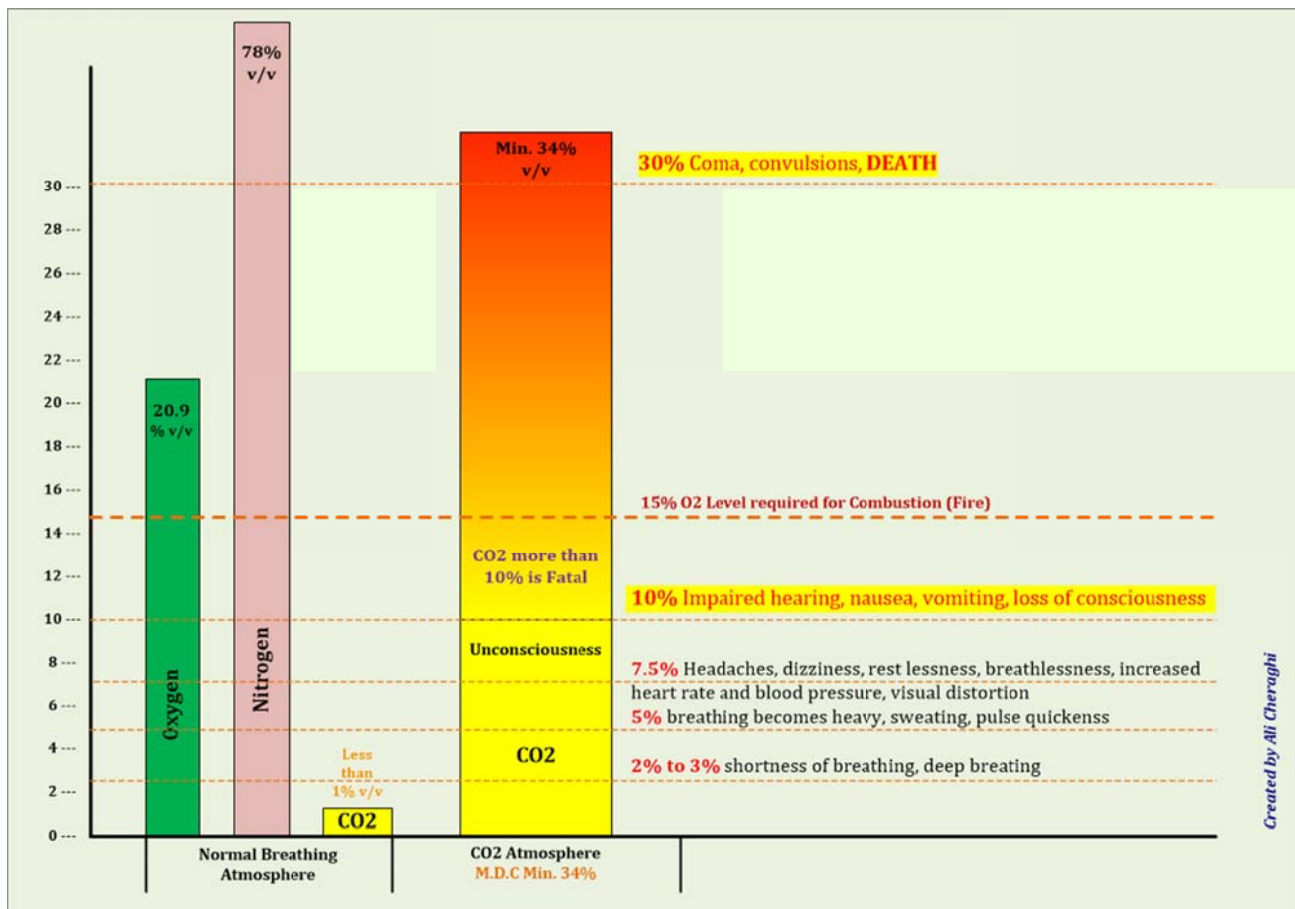
افراد با بازدم خود CO2 خارج نموده و در یک محیط بسته بدون تهویه کافی سطح گاز CO2 افزایش می‌یابد. حداکثر میزان سطح CO2 در طول مدت 8 ساعت کار روزانه در حدود 0.5% (5000 p.p.m) می‌باشد.

هنگامی که میزان CO2 در محیط افزایش می‌یابد با جابجائی هوا میزان غلظت اکسیژن در محیط کاهش می‌یابد، تأثیر این عمل موجب خواب آلودگی و عدم تعادل می‌گردد. یا افزایش CO2 تا میزان ۳٪، تنفس به میزان قابل توجهی سخت شده و همچنین ضربان نبض افزایش یافته و سردرد ظاهر می‌شود. در بالاتر از این میزان سختی تنفس کاملاً مشهود بوده و کاهش هوشیاری نیز محتمل می‌باشد.

در غلظت ۵٪ تنفس به سختی انجام شده و نبض افزایش می‌یابد.

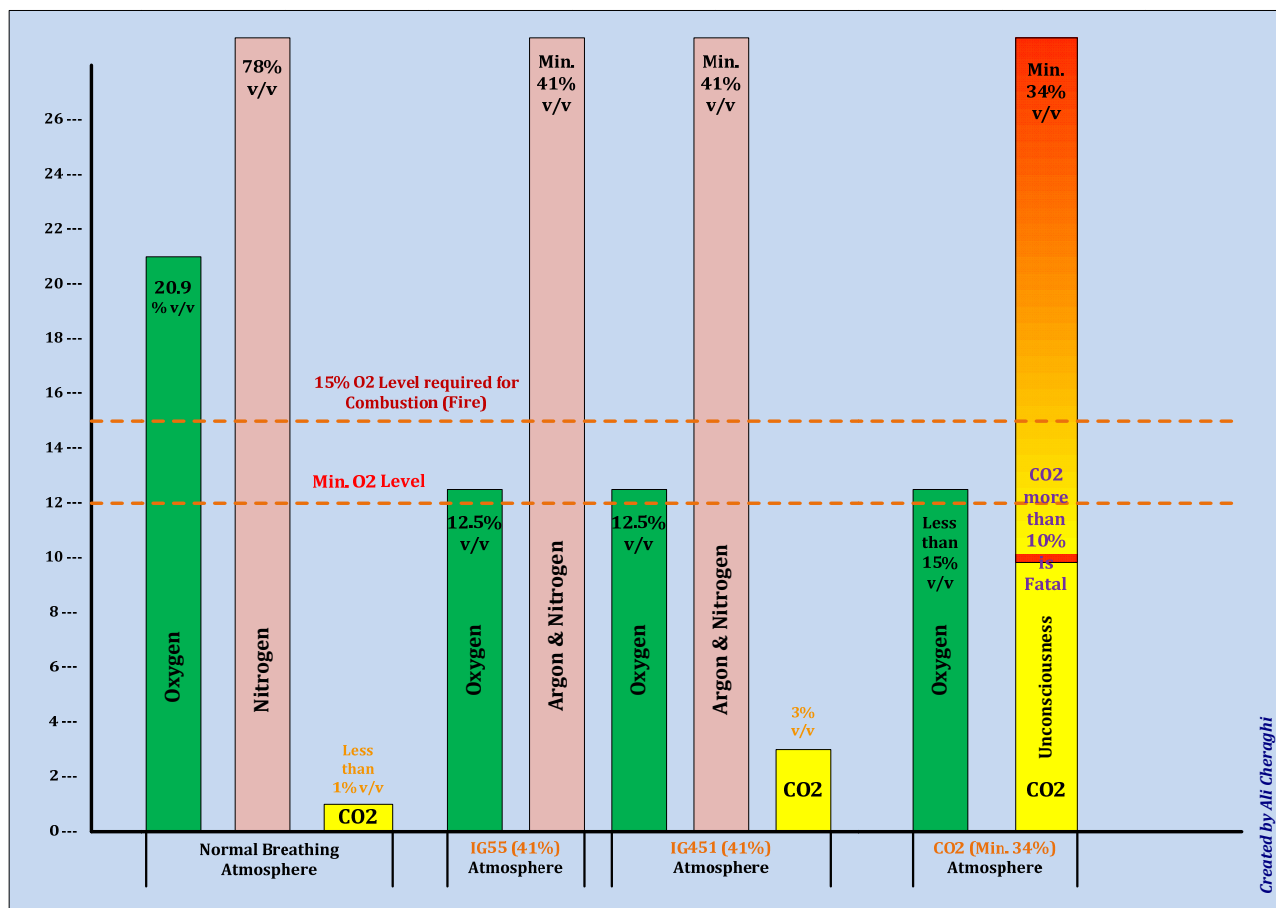
در غلظت ۷.۵٪ شاهد سردرد، سرگیجه، بی‌قراری، تنگی نفس، افزایش ضربان قلب و فشار خون، اعوجاج تصویری خواهیم بود.

افزایش غلظت به بیش از 10% بسیار خطرناک بوده و با کاهش هوشیاری و بی‌هشی همراه می‌باشد.



سیستم اطفاء اتوماتیک گاز CO2 جهت دستیابی به غلظت بیش از 30% در حجم طراحی می گردد.

**اقدامات احتیاطی و پیشگیرانه می بایست جهت اطمینان از تخلیه افراد قبل از تخلیه گاز در محیط انجام پذیرد.
طرح های پیشگیرانه جهت جلوگیری از تخلیه تصادفی گاز CO2 در محیط، بسیار مهم و حیاتی می باشد.**



سیستم های CO2 باید مجهز به شیر قطع مسیر تخلیه¹ باشند. (NFPA 12, 2011 Edition, p. 4.3.3.4)

شیر قطع مسیر تخلیه، شیری با عملکرد دستی می باشد که در مسیر تخلیه گاز بین مخزن (بانک کپسولی) و نازل ها نصب می گردد و می تواند با

قرار گرفتن در وضعیت بسته از تخلیه گاز دی اکسید کربن در محیط تحت حفاظت جلوگیری نماید. (NFPA 12, 2011 Edition, p. 3.3.4)

همچنین، معمولاً زمان تأخیر² بصورت الکتریکی جهت تخلیه افراد در نظر گرفته می شود.

اما در بعضی محیط های با اهمیت خاص، از کلید تخلیه دستی مکانیکی جهت تخلیه سریع گاز استفاده می شود. (البته باز هم استفاده از تأخیر

زمانی پیشنهاد می گردد.)

¹ stop\lockout valve

² delay time

کلید توقف تخلیه¹ در تمام سیستم‌ها (که جهت حفاظت محیط‌هایی که افراد حضور دارند و یا تخلیه آن مکانها بسادگی امکان پذیر نمی باشد.) می‌بایست نصب گردد.

این گاز از هوا سنگین‌تر بوده و در سطح آزاد شده و سطوح پائین انباشته می‌گردد. در مورد مکان‌هایی که در نزدیکی و سطوح پائین‌تر از محیط مورد نظر قرار دارند و گاز ممکن است به درون آن مکان‌ها جریان یابد، باید دقت و توجه لازم مبذول گردد. (مانند انباری، زیر زمین، پاگرد، سرداب و ...) و پس از تخلیه گاز تسببت به تهویه مناسب این مناطق اقدام لازم به عمل آید.

• نویز Noise

تخلیه گاز CO₂ موجب ایجاد نویزهای صوتی می‌شود که ممکن است موجب وحشت زدگی در بین افرادی که در محل حضور دارند، گردد، اما معمولاً جهت ایجاد صدمات جرحی (زخمی کردن) غیر کافی می‌باشد.

• اغتشاش Turbulence

سرعت بالای تخلیه از نازل‌ها می‌تواند جهت خارج کردن اجسام از جای خود و انداختن آنها کافی باشد. (اجسامی که بطور مستقیم در مسیر تخلیه قرار دارند.) اغتشاش بطور عمومی در محیط می‌تواند باعث حرکت چراغ‌ها و کاغذهای بدون حفاظ شود. همچنین پوشش‌های سقف (Ceiling Tiles) در نزدیکی نازل‌ها باید (جهت جلوگیری از خارج شدن از جای خود در هنگام تخلیه) در جای خود کاملاً محکم شوند.

• کاهش درجه حرارت

تماس مستقیم با مایع CO₂ که تبدیل به گاز شده می‌تواند تأثیر سرد کنندگی شدیدی بر اشیاء داشته باشد و می‌تواند باعث سرما زدگی بر روی پوست شود. (CO₂ مایع در هنگام مخلوط شدن با هوا تبدیل به بخار می‌شود.)

• میزان دید Visibility

بمحض تخلیه CO₂، قابلیت دید بطور قابل توجهی کاهش می‌یابد.

• تخلیه

باید بمنظور تخلیه و فرار افراد از محیط مورد حفاظت راه‌های مناسبی اندیشیده شود. درب‌ها می‌بایست بسمت بیرون باز شوند و خود بخود بسته شوند. این درب‌ها باید بگونه‌ای طراحی شوند که براحتی از داخل باز شوند.

¹ abort switch

۸,۴. کمک‌های اولیه First Aid

شخصی که در معرض گاز قرار گرفته است را در مسیر هوای آزاد قرار داده و به سرعت عملیات تنفس مصنوعی^۱ را برای او انجام دهید. شخص آسیب دیده را گرم نگاهداشته و آرام بخوابانید، سریعاً اورژانس و بخش مراقبت‌های پزشکی را در جریان قرار دهید.

۸,۵. بررسی نقاط قوت و ضعف

❖ نقاط قوت:

- ✓ عدم تأثیر مخرب بر لایه ازن O.D.P=0
- ✓ عدم تأثیر مخرب بر محیط زیست و گرمایش زمین G.W.P=0
- ✓ بی بو (Odorless)
- ✓ بی رنگ (Colorless)
- ✓ نارسانای الکتریکی (nonconductive)
- ✓ عدم وجود پسماندهای (residue) (روغنی، خوردگی، مرطوب کنندگی، ...)
- ✓ عدم تجزیه در حرارت‌ها بالا
- ✓ امکان استفاده در شبکه گسترده با طول لوله زیاد
- ✓ قابلیت شارژ در تمام مناطق کشور
- ✓ تجربه و سابقه نصب در کشور

❖ نقاط ضعف:

- ✓ عدم امکان استفاده در محیط‌هایی که افراد بصورت دائم حضور دارند. (Occupied Area)
- ✓ مسمومیت شدید و خفه کنندگی برای افراد حاضر در محیط
- ✓ ضریب حداقل تراکم در محیط (Minimum Design Concentration) نسبتاً زیاد: حداقل 34%
- ✓ تعداد کپسول زیاد
- ✓ نیاز به اتاق کپسول مجزا
- ✓ نیاز به کانال تهویه هوا جهت تخلیه گاز محیط در محیط آزاد
- ✓ نیاز به دمپر جهت تخلیه فشار اضافه محیط (over pressure damper)
- ✓ شوک حرارتی
- ✓ ایجاد الکتریسیته ساکن
- ✓ کلیه لوله‌ها باید لوله فولادی بدون درز (seamless) رده ۸۰ (schedule 80) باشند.
- ✓ عدم امکان استفاده جهت اطفاء مواد شیمیایی که خود دارای اکسیژن می‌باشند (و یا تولید می‌کنند)، مانند Cellulose Nitrate
- ✓ عدم امکان استفاده جهت اطفاء فلزات واکنش پذیر (Reactive Metal)، مانند سدیم (Sodium)، پتاسیم (Potassium)، منیزیم (Magnesium)، تیتانیوم (Titanium) و زیرکونیوم (Zirconium)
- ✓ عدم امکان استفاده جهت اطفاء فلزات هیدروژن دار (Metal Hydride)

¹ artificial respiration

۹. مقایسه عوامل اطفاء بصورت خلاصه

Fire Suppression Agents		Halone 1301	FM-200 HFC227-ea	NOVEC1230 FK-5-1-12	HFC-125 CHF2CF3	IG55 Ar-N2 50% Argon 50% Nitrogen	IG541 Ar-N2-CO2 8% CO2-40% Argon 52% Nitrogen	CO2 Carbon Dioxide	Water Mist H2O water
Chemical Formul		CBrF3	CF3CHFCF3 Heptafluoropropane	CF3CF2C(O)CF(CF3)2 C6Fluoroketone	CHF2CF3 Pentafluoroethane	Ar-N2 50% Argon 50% Nitrogen	Ar-N2-CO2 8% CO2-40% Argon 52% Nitrogen	CO2 Carbon Dioxide	H2O water
Agent Form		Gas Form	Gas Form	Gas Form	Gas Form	Gas Form	Gas Form	Gas Form	Water Powder
NFPA Code		NFPA12A	NFPA 2001	NFPA 2001	NFPA 2001	NFPA 2001	NFPA 2001	NFPA12	NFPA750
Ozone Depletion Potential	O.D.P	12	0	0	0	0	0	0	0
Global Warming Potential	G.W.P	6,900	3,500	1	3,400	0	0	0	0
Atmospheric Lifetime	A.L.T (year)	65	36.5	0.014	29	0	0	0	0
NOAEL		5%	9%	10%	7.5%	43%	43%	5%	n.a.
LOAEL		7.5%	10.5%	10%	10%			n.a.	n.a.
Discharge Time		6-10s	6-10s	6-10s	6-10s	60-120s	60-120s	7min. (4min.)	30 minutes ***
Cylinder Pressure (bar) ≈		25	25 / 42	25	25	200/ 300	200/ 300	58	200
System Type (s)		T.F	T.F / L.A	T.F / L.A	T.F / L.A	T.F / L.A	T.F / L.A	T.F / L.A	T.F / L.A
Minimum Design Concentration (NFPA-ISO)	Class A	5%	7%-7.9%	4.2%-5.3%	8%	37.9-40.3	34.2-39.9	65%	n.a.
	Class B		8.7%-9%	5.9%-5.9%	11.5%	39.1-48.1	40.6-48.1	Min.: 34%	n.a.
	Class C		7%-8.5	4.2%-5.3%	8%	37.9-42.7	34.2-38.5	50%-68%	n.a.
Residue Area		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
			Occupied Area					UnOccupied	Occupied

T.F = Total Flooding / L.A = Local Application

* Small particle Powder 10 microns in diameter - Like as gas

** According to manufacturer spec. (Pyrogen 100 g/m3)

*** Design quantities of water

1) Minimum duration of 30 minutes

2) For pre-engineered systems, the design quantities of water, additives (if used), and atomizing media (if used) shall be capable of two complete discharges

This Page is Blank