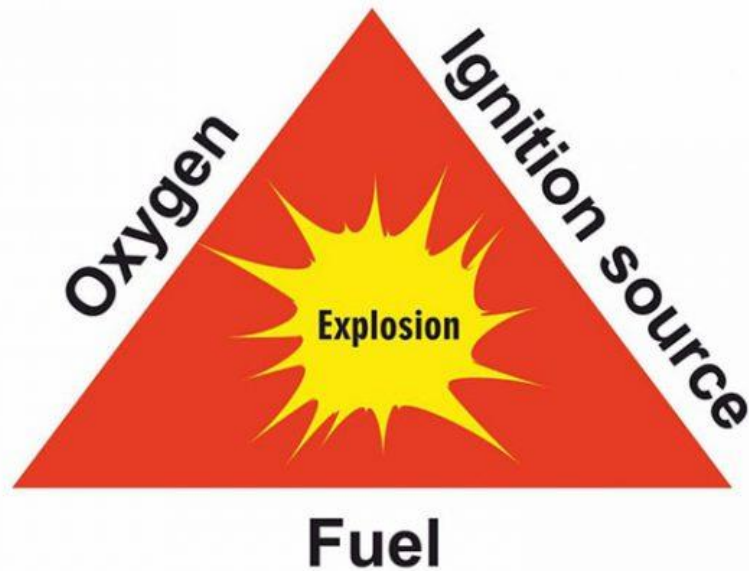


استانداردهای تجهیزات ضد انفجار و محیط های زون خطر



یکی از مهم ترین مسائل قابل توجه در واحدهای صنعتی و به خصوص مکان هایی که در آن ها مواد قابل اشتعال مانند بنزین، گاز طبیعی، گازوئیل و ... وجود دارد، تأمین ایمنی این اماکن است. به طور کلی برای ایجاد آتش، نیاز به سه عنصر اصلی هوا، ماده سوختنی و گرما می باشد. در صورتی که این سه عنصر باهم ترکیب شوند، موجب ایجاد آتش و یا انفجار در آن ناحیه می شوند. در این مقاله به بررسی استانداردهای **تجهیزات ضد انفجار** و محیط های زون خطر پرداخته خواهد شد.



استفاده از تجهیزات و ابزارهای غیر ایمن در محیط های صنعتی می تواند سبب ایجاد آتش و صدمات جبران ناپذیر جسمی و مالی بشود. **جایگاه های سوخت** مانند پمپ بنزین ها و جایگاه گازوئیل و CNG به علت آن که با مواد بسیار آتش گیر سروکار دارند، از جمله اماکنی هستند که رعایت مسائل ایمنی جهت پیشگیری از بروز آتش در آن ها بسیار ضروری است.



تجهیزات ضد انفجار

به منظور جلوگیری از حوادث احتمالی، لازم است تا تجهیزات و لوازمی که در مناطق مستعد انفجار نصب می‌شوند دارای یک سری قابلیت ها و استانداردهای ایمنی باشند. طراحی، تولید، نصب و بهره برداری از این تجهیزات باید به گونه ای باشد که محافظت لازم در برابر مواردی چون شوک الکتریکی، افزایش حرارت، اتصال کوتاه الکتریکی، جرقه و ... را دارا باشند. به این گونه تجهیزات اصطلاحاً **تجهیزات ضد انفجار (Explosion Proof)** گفته می‌شود و با نماد EX مشخص می‌گردند.



ضد انفجار EX

انفجار، اشتعال و عوامل ایجاد آن‌ها

اشتعال در حقیقت واکنش اکسیداسیون یا ترکیب مواد با اکسیژن است که با آزاد کردن انرژی به صورت نور و گرما همراه است و دارای شعله قابل رویت می‌باشد. چنانچه سرعت فرآیند اشتعال بالا باشد و طی آن مواد جامد، مایع و گازی تشکیل دهنده سوخت، در کسری از ثانیه از هم پاشیده شده و تبدیل به مواد گازی شوند، به این فرآیند انفجار می‌گویند.

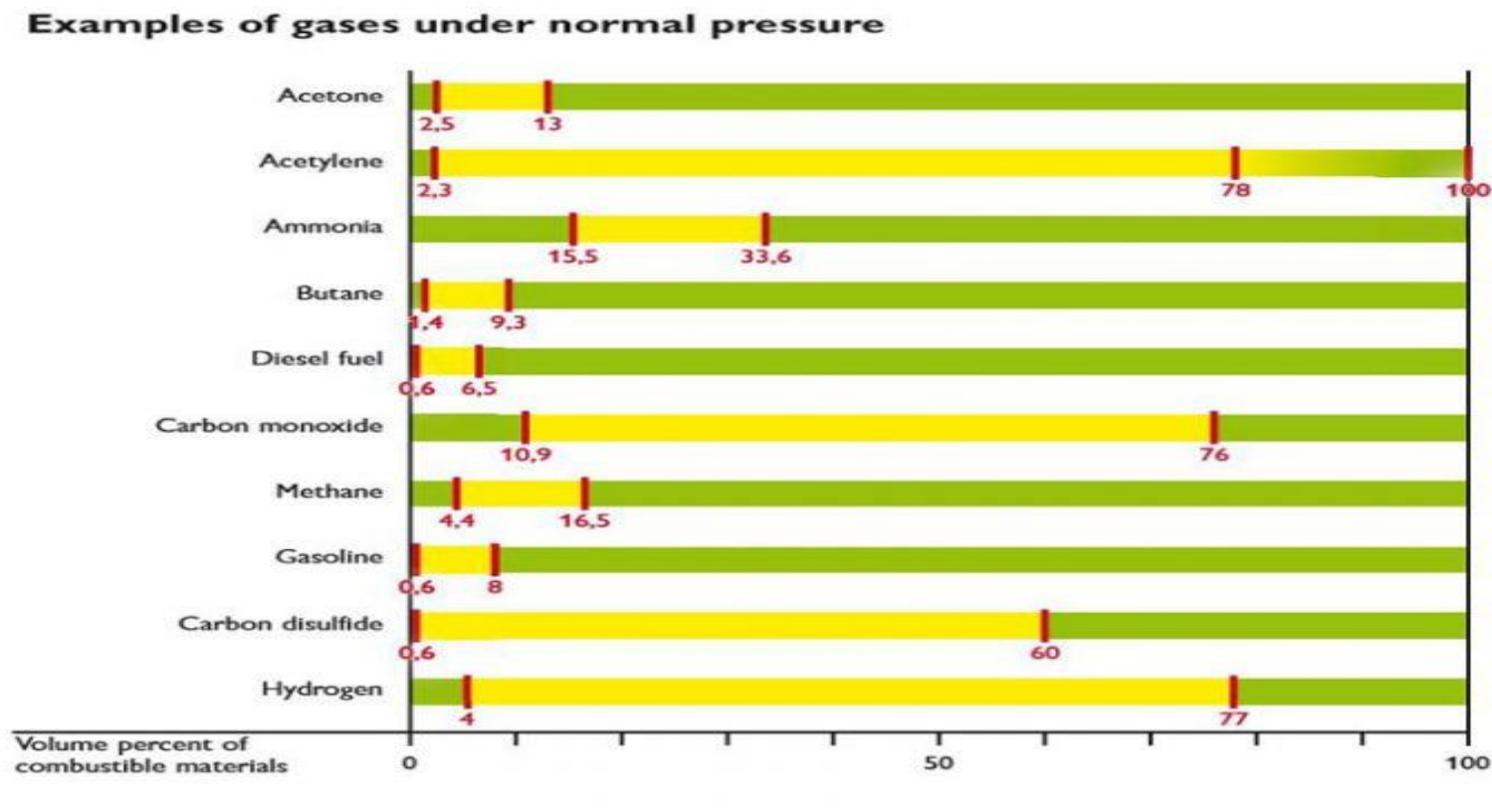
محیط قابل انفجار اصطلاحاً محیطی است که در آن مواد قابل انفجار و اکسیژن وجود داشته باشد و تنها با ایجاد عامل محرک سوم در مثلث آتش به صورت مقداری گرما، احتمال وقوع انفجار بالا می رود. انواع عواملی که می‌توانند سبب ایجاد انفجار در محیط‌های قابل انفجار شوند عبارتند از:

- عوامل خطای انسانی مانند انداختن ته سیگار و یا هرگونه آتش دیگر در محیط قابل انفجار
- حرارت بالای برخی تجهیزات که در اثر انتقال حرارت با جریان‌های گرم ایجاد شده و سبب ایجاد سطوح داغ و تأمین گرمای لازم برای انفجار می‌شوند.
- جرقه‌های مکانیکی ناشی از عواملی چون اصطکاک، سایش و ضربه توسط دستگاه‌هایی مانند سنگ فرز
- جرقه‌ها و قوس‌های الکتریکی ناشی از قطع بودن، آسیب دیدگی و شل بودن کابل‌ها و تجهیزات برقی و یا عوامل دیگری چون تخلیه بارهای الکترواستاتیک و برخورد صاعقه
- امواج و تشعشعات مانند امواج الکترومغناطیس، امواج مادون قرمز و امواج فراصوت



برخورد صاعقه و ایجاد انفجار

کمترین غلظت مورد نیاز عامل انفجار جهت ایجاد انفجار، حد پایین انفجار (LEL Low Explosion Level) و حداکثر غلظت مورد نیاز برای انفجار، حد بالای انفجار (HEL High Explosion Level) گفته می‌شود. شکل زیر مقادیر LEL و HEL چند ماده سوختنی متفاوت را نشان می‌دهد.



مقادیر LEL و HEL چند ماده سوختنی متفاوت

دستورالعمل های ضد انفجار اروپا استاندارد (ATEX)

دستورالعمل های ATEX از جمله استانداردهای مهم در زمینه ایمنی در قاره اروپا هستند. کلمه ATEX مخفف کلمه فرانسوی Atmosphere Explosive می باشد. به منظور رسیدگی به امر حفاظت در برابر انفجار، اتحادیه اروپا دستورالعمل ATEX 94/9/EC را برای تولیدکنندگان و دستورالعمل EC 92/1999 را برای استفاده کنندگان ارائه کرد. این دستورالعمل ها به مرور زمان به قوانین رسمی در کشورهای مختلف بدل شدند.

شخص استفاده کننده محصولات به منظور آن که برای تأمین مقاصدش از تجهیز مناسبی استفاده کند، لازم است تا به مطالب و جداول استاندارد ATEX رجوع کند. به طور کلی در استاندارد ATEX تجهیزات به دو گروه 1 و 2 تقسیم می شوند.

گروه I: تجهیزاتی که در معادن زیرزمینی مانند معدن زغال سنگ استفاده می شوند و تأسیسات مرتبط کننده آن ها با سطح زمین که در معرض گازهایی مانند متان و گرد و غبارهای قابل احتراق هستند.

گروه II: دستگاه ها و تجهیزاتی که در سایر مناطق به جز معدن استفاده می شوند و ممکن است در معرض گازها و مواد قابل اشتعال باشند. جدول زیر دسته بندی های استاندارد ATEX را مشخص می کند.

شرایط عملکرد	تضمین محافظت	درجه حفاظت	دسته بندی	گروه تجهیزات
در صورتی که شرایط محیط آماده برای انفجار باشد هم به دلیل ایمنی بسیار بالا می تواند به کار خود ادامه دهد.	دو اقدام جداگانه حفاظتی صورت می گیرد که در صورت خطا در عملکرد یک از آن ها، دیگری وظیفه خود را انجام دهد.	درجه ایمنی خیلی بالا	M1	I

II	M2	درجه ایمنی بالا	در شرایط عملکرد عادی تجهیزات، اقدامات حفاظتی حتی برای شرایط محیطی خطرناک هم جوابگو است.	در زمان بروز احتمال بالای انفجار در محیط باید این تجهیزات را خاموش کرده و عملکرد آن ها را متوقف کرد.
II	1	خیلی بالا	دو اقدام حفاظتی جداگانه صورت می گیرد که در صورت خطا در عملکرد یکی از آن ها، دیگری وظیفه خود را انجام دهد.	تجهیزات می توانند در ناحیه های Zone 0 ، 1 ، 2 G D 20, 21, 22 به کار خود ادامه می دهند.
II	2	بالا	در شرایط معمولی عملکردی سیستم، این تجهیزات ایمنی هستند. اما در صورت بروز شرایط بحرانی ممکن است به خوبی ایمن نباشند.	تجهیزات می توانند در ناحیه های zone 1 ، 2 G و D 21, 22 به کار خود ادامه دهند.
II	3	معمولی	فقط در شرایط معمولی عملکردی سیستم دارای ایمنی هستند.	تجهیزات می توانند در ناحیه های zone 2 G و D 22 به کار خود ادامه دهند.

دستورالعمل های ضد انفجار در ایالات متحده آمریکا و کانادا

در آمریکای شمالی یک سری دستورالعمل در راستای افزایش ایمنی و **تجهیزات ضد انفجار** تحت عنوان Hazloc ایجاد شده است. موسسات زیر نقش مهمی در جمع آوری این دستورالعمل ها داشته اند.

- آزمایشگاه های کارفرمایان (UL) (Underwriters Laboratories Inc)

- موسسه بین المللی CSA
 - تحقیقات سازندگان (Factory Mutual Research (FM)
 - انجمن مهندسان برق (IEEE Institute of Electrical & Electronics Engineers)
 - انجمن ابزار دقیق و اتوماسیون (ISA – The Instrumentation, System and Automation Society)
 - مدیریت ایمنی و سلامت معادن (MSHA Mine Safety and Health Administration)
 - اتحادیه بین المللی تولید کنندگان محصولات الکتریکی (NEMA – National Electrical Manufacturers Association)
 - اتحادیه بین المللی ضد حریق (NFPA National Fire Protection Association)
- به طور کلی کدهای ضد انفجار در ایالات متحده آمریکا (NEC) National Electrical Code و در کانادا (CEC) Canadian Electrical Code نامیده می‌شوند. در قسمت زیر به تشریح استاندارد آمریکایی NEC500 پرداخته می‌شود.

دسته بندی تجهیزات و محیط در کد آمریکایی NEC500

در استاندارد آمریکایی NEC برای تعیین میزان خطر محیط های مختلف، بر اساس نوع مواد آتش گیر موجود در محیط ها سه کلاس تعریف شده است که عبارتند از:

- کلاس 1 محیطی است که در آن گازهای دارای قابلیت اشتعال وجود دارد مانند تأسیسات نفتی و جایگاه های سوخت
 - کلاس 2 محیطی است که در آن گرد و غبارهای قابل اشتعال مانند غبار منیزیم، آلومینیوم و... موجود باشد.
 - کلاس 3 محیطی است که در آن فیبرهای قابل اشتعال مانند پنبه، براده های چوب، پارچه و... موجود باشد.
- هرکدام از سه کلاس ذکر شده برحسب احتمال آتش سوزی به دو بخش (Division) تقسیم می‌گردند که عبارتند از:
- بخش 1 : در شرایط عادی و هنگام بهره برداری از تجهیزات، مواد آتش زا در فضا وجود دارد.

- بخش 2 : در شرایط عادی و هنگام بهره برداری از تجهیزات، مواد آتش‌زا در فضا وجود ندارد، اما در حالت غیر عادی و به دلایل مختلف از جمله بروز مشکل در تجهیزات، این مواد به محیط وارد شده و منطقه پرخطر می‌شود.
- اگر محیطی جزو کلاس های 1 و 2 قرار بگیرد، لازم است تا نوع گاز و گرد و غبار قابل اشتعال موجود در محیط مشخص گردد که در استاندارد NEC500 این تقسیم بندی به صورت زیر ارائه شده است:

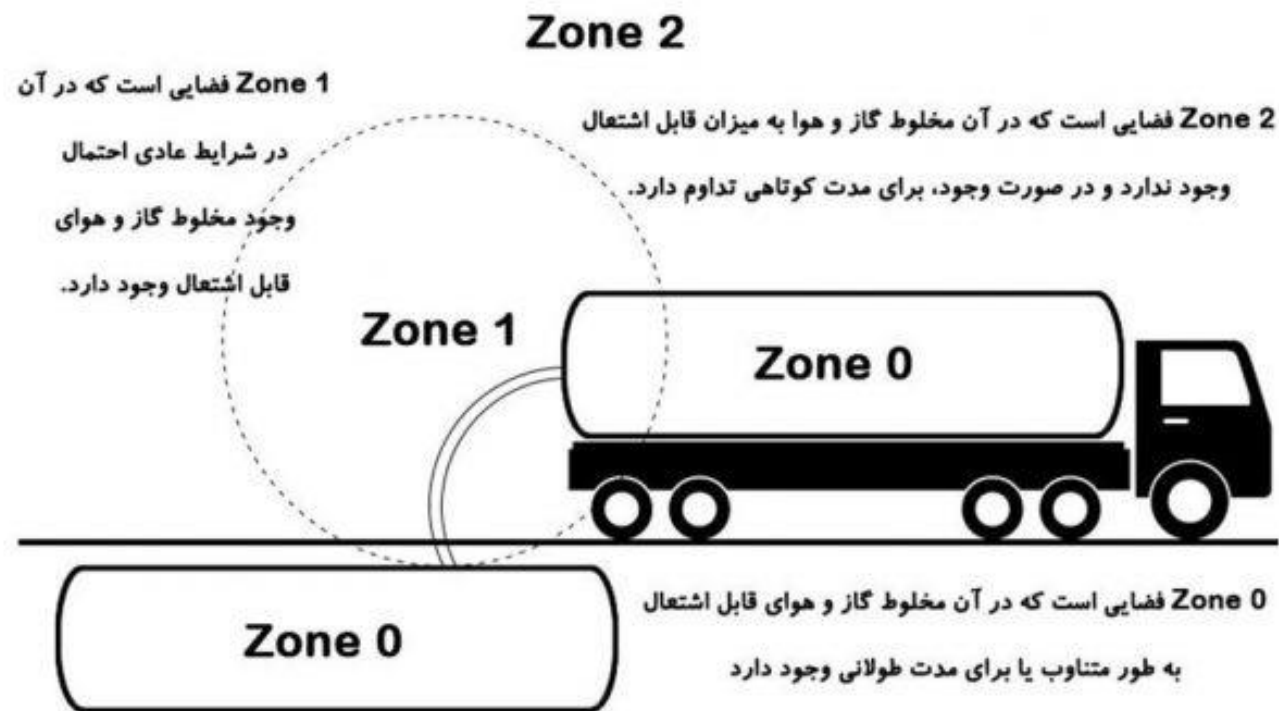
کلاس بندی منطقه	زیر گروه کاری
کلاس 1	گروه A: محیطی که در آن گاز استیلن وجود دارد. گروه B: محیطی که در آن گاز هیدروژن وجود دارد. گروه C: محیطی که در آن گاز اتیلن وجود دارد. گروه D: محیطی که در آن گاز پروپان وجود دارد.
کلاس 2	گروه E: محیطی که در آن غبار فلز وجود دارد. گروه F: محیطی که در آن گرد و غبار و خاکستر زغال سنگ وجود دارد. گروه G: محیطی که در آن گرد و غبار ناشی از غلات وجود دارد.

دسته بندی ناحیه ها (Zone Classification)

محیط ها بر حسب میزان گاز ها و غبار های قابل اشتعال به سه دسته (Zone) تقسیم می شوند. جدول زیر نشان دهنده این تقسیم بندی می باشد:

توضیحات	گرد و غبار (Zone)	گازها (Zone)
محیطی که در آن مواد قابل اشتعال برای مدت طولانی و بیش از 1000 ساعت در سال وجود دارد. معمولا در Zone0 تجهیزات برقی نصب نمی شود.	20	0
محیطی که در آن به طور متناوب و گاه گاه مواد قابل اشتعال وجود دارد و زمان وجود این مواد بین 10 تا 1000 ساعت در سال متغیر است.	21	1
محیطی که در آن در شرایط عادی قابل اشتعال وجود ندارد و یا اینکه مدت وجود آن ها در محیط بسیار کم و زیر 10 ساعت است.	22	2

قوانین ناحیه های گازی در استاندارد EN 60079-10 و ناحیه های گرد و غبار در استاندارد EN 61241-10 توضیح داده شده اند. در شکل زیر به عنوان مثال یک تانکر که در حال تخلیه سوخت در جایگاه است با تقسیم بندی ناحیه ها (Zone) مشخص گردیده است.



تقسیم بندی ناحیه ها Zone

جداول استانداردها

جدول زیر مربوط به استانداردهای ایمنی تجهیزات الکتریکی ای است که در کلاس 1 یعنی فضای دارای گازهای قابل اشتعال، کار می‌کنند.

نوع حفاظت	اقدام حفاظتی	استاندارد EN و IEC	استاندارد (FM (USA	استاندارد UL (USA,div
مقرران کلی General Regulations	مبنای پایه ای انواع مختلف حفاظت	EN 60079-0	FM 3600 (ISA 12.00.01)	
ایمنی طبیعی Intrinsic safety	محدودیت انرژی	En 60079-11	FM 3610	UL 913
ایمنی افزایش یافته Increased safety	اقدامات ساختاری در فضا و ابعاد	En 60079-7	FM 3600 (ISA 12.16.01)	UL 2279 pt.11
غیر محرک Non – incendive	اقدامات ساختاری در فضا		FM 3611	ISA 12.12.01
ضد انفجار Explosion proof	اقدامات ساهتاری داخل محفظه		FM 3615	E.g housing UL 1203

محفظه ضدشعله Flameproof enclosure	اقدامات ساختاری داخل محفظه	En 60079-1	FM 3600 (ISA 12.22.01)	UL 2279 Pt.1
مدول های کپسولی Molded encapsulation	انفجار محیط مستعد برای انفجار	En 60079-18	FM 3600 (ISA 12.23.01)	UL 2279 pt.18
نگه داری روغن و نفت Oil encapsulation	انفجار محیط مستعد برای انفجار	En 60079-6	FM 3600 (ISA 12.16.01)	UL 2279 pt.6
نگه داری شن Sand encapsulation	انفجار محیط مستعد برای انفجار	En 60079-5	FM 3622 And FM 3600 (ISA 12.00.01)	UL 2279 pt.5
تحت فشار Pressurization	انفجار محیط مستعد برای انفجار	En 60079-2	FM 3620	NFPA 496
نوع n Protection type n	افزایش کیفیت صنعتی	En 60079-15	FM 3600 (ISA 12.12.02)	UL 2279 pt.15

جدول زیر مربوط به استانداردهای ایمنی تجهیزات الکتریکی ای است که در کلاس 2 یعنی فضای دارای گرد و غبار قابل اشتعال، کار می کنند.

نوع حفاظت	اقدام حفاظتی	استانداردهای IEC , EN	استاندارد FM (USA)	استاندارد UL (USA,div)
مقرران کلی General Regulations	مبانی پایه ای انواع مختلف حفاظت	EN 60079-0	FM 3600	
محافظت توسط غلاف Protection provided by housing	محافظت توسط غلاف	EN 60079-31	FM 3616 FM 3611	UL 1203
ایمنی طبیعی Intrinsic safety	محدودیت انرژی	EN 61241-11	FM 3610	UL 913
تحت فشار Pressurization	انفجار محیط مستعد برای انفجار	EN 61241-4	FM 3620	NFPA 496
مدول های کپسولی Molded encapsulation	انفجار محیط مستعد برای انفجار	EN 60079-18		