



Introduction To

Ingress & Explosion Protection

For Instruments Install In Petrochemical Plant

گردآوری و تنظیم : محمد سپهری نیا

Instrument & Control Engineer

Mashin Sazi Arak 1387



مقدمه

ادوات و تجهیزات برقی که در تاسیسات صنعتی به کار می روند باید به گونه ای انتخاب شوند که با فضای عملیاتی آن صنعت سازگار بوده، و بتوانند به نحو مطلوب و بدون ایجاد خطر مورد بهره برداری قرار گیرند. به همین منظور در انتخاب تجهیزات الکتریکی، علاوه بر پارامترهای برقی تجهیزات از قبیل ولتاژ، آمپر، توان... که می باید به دقت برگزیده شوند؛ محفظه ای (ENCLOSURE) که قطعات برقی درون آنها جاسازی می شوند نیز باید مناسب با شرایط خاص هر صنعت انتخاب شوند.

بدنه یا محفظه ادوات الکتریکی وظیفه محافظت از قطعات درون آن را به عهده دارد. اولین خاصیت بدنه این است که از ورود اجسام یا ذرات خارجی و آب با مقادیر مختلف به داخل دستگاه و همچنین از تماس با قسمت های برق دار یا متحرک جلوگیری نماید. دومین خاصیت بدنه حفاظت در مقابل انفجار و آتش سوزی می باشد. این خواص در تجهیزات برقی و ادوات کنترل بر اساس درجات مختلفی ساخته و ارائه می شوند؛ که هر یک مناسب نصب در مکان و شرایط خاصی می باشد. این شرایط در استانداردهای مختلف تعریف، نامگذاری و علامت گذاری میشوند.

این نامگذاری ها به دو صورت زیر بر روی Name Plate تجهیزات نوشته می شود که معمولاً از استانداردهای IEC و یا اروپایی تبعیت می کند. که معروف به استاندارد ATEX می باشد.



II 1 G Ex ia IIC T4



II 2 D Ex td A21 T90° IP64

کد اول مربوط به Gases and Vapor Explosion Protection می باشد، و مختص تجهیزات مورد استفاده در مکانهایی است که گازها و بخارات قابل انفجار در آنجا حضور دارند؛ مانند سایت های نفت، گاز و پتروشیمی، کد دوم Dusts Explosion Protection می باشد که مربوط به تجهیزات مورد استفاده در مکانهای محتوی غبارهای قابل اشتعال است؛ مانند کارگاه های چوب بری و پنبه زنی.

این کدها مجموعه ای از استانداردها را شامل می شوند که هر یک جداگانه تعریف و کدگذاری می شوند، و بطور یکجا قابل دسترسی نمی باشند، بطوریکه برای انتخاب یک تجهیز باید به استانداردهای مختلف مراجعه کنیم تا قادر به انتخاب تجهیز متناسب محیط صنعتی خود باشیم. در این مجموعه تصمیم گرفتیم همه این استانداردها را با کمک از مقالات و سایت های مختلف در یک مقاله جمع آوری نمایم. اکثر مطالب از سایت ایرانی www.explosionproof.ir انتخاب شده است. امیدوارم این مجموعه برای مهندسان ابزار دقیق – کنترل و علاقه مندان قابل استفاده باشد. در این متن به استانداردهای مربوط به تجهیزات مورد استفاده در صنایع هیدروکربنی می پردازم.



ABBREVIATIONS

API	American Petroleum Institute
IEC	International Electro Technical Commission
ISA	Instrumentation Systems and Automation Society
NACE	National Association of Corrosion Engineers
NEC	National Electrical Code
CEC	Canadian Electrical Code
IEC60079-X	Standard for Electrical apparatus for Explosive Gas Atmosphere
IEC60529	Standard for Degree of Protection Provided by Enclosure (IP code)
EEx	European Symbol for Explosion Protected
Ex	IEC Symbol for Explosion Protected
AEx	U.S Symbol for Explosion Protected
CENELEC	European Committee for Electro technical Standard
ATEX	ATmospheres EXplosibles
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
IP	Ingress Protection
BS	British Standard
RP	Recommended Practice



روش نامگذاری بدنه ها در آمریکا

در آمریکا سازمانی بنام انجمن ملی تولید کنندگان تجهیزات برقی به نام NEMA بدنه های مختلف تجهیزات برقی را بر حسب خاصیت و کاربرد آنها نامگذاری کرده و با شماره های خاصی همراه با علامت NEMA TYPE مشخص نموده است، مثلاً "بدنه NEMA TYPE 4". WATER TIGHT است و در مقابل ورود آب وقتی از جهات مختلف به دستگاه پاشیده شود مقاوم می باشد. این نوع بدنه جهت نصب در فضاهای باز و بارانی مناسب است. انواع مختلف بدنه های تعریف شده توسط انجمن فوق الذکر همراه با نام و علامت مشخصه آنها بطور اختصار در جدول شماره 1 داده شده است. با توجه به اینکه از این سیستم علامت گذاری در صنایع هیدروکربنی کشور ما استفاده نمی شود، از ارائه توضیحات بیشتر خودداری می گردد.

جدول استاندارد آمریکایی

ردیف	نام گذاری انواع بدنه ها	NEMA	کاربرد بدنه ها
1	GENERAL PURPOSE SURFACE MOUNTING	NEMA TYPE 1	مناسب نصب روکار در فضاهای بسته معمولی و سر پوشیده
2	SEMI DUSTTIGHT	NEMA TYPE 1A	مشابه NEMA 1 و مناسب برای فضاهای با گرد و خاک معمولی (دارای واشر در اطراف درب ها)
3	GENERAL PURPOSE FLUSH MOUNTING	NEMA TYPE 1B	مشابه NEMA 1 و مناسب نصب توکار
4	DRIP TIGHT (DRIP PROOF)	NEMA TYPE 2	مشابه NEMA 1 و مناسب فضاهای رطوبتی، (دارای حفاظ جهت جلوگیری از ورود چکه های آب)
5	WEATHER TIGHT	NEMA TYPE 3	دارای حفاظت لازم در برابر برف و باران و مناسب در فضای باز
6	WEATHER-RESISTSNT	NEMA TYPE 3R	مشابه NEMA 3 و مناسب برای فضاهای بارانی (درجه حفاظت کمتر از NEMA 3 است)
7	WEATHER TIGHT	NEMA TYPE 4	دارای حفاظت لازم در برابر بارش آب از هر جهت و مناسب نصب در فضای باز و بارانی
8	WATERTIGHT CORROSION RESISTANT	NEMA TYPE 4X	مشابه NEMA 4 ساخته شده از جنس فولاد ضد زنگ، پلی استر و یا شیشه



مناسب برای فضاهای پر گرد و خاک (دارای واشر در اطراف دربها)	NEMA TYPE 5	DUSTTIGHT	9
مناسب برای غوطه ور شدن موقتی در آب	NEMA TYPE 6	SUBMERSUBLE	10
مناسب فضاهای محتوی گازهای قابل اشتعال	NEMA TYPE 7	EXPLOSION-PROOF CLASS 1	11
مشابه NEMA 7 و محتوی روغن	NEMA TYPE 8	EXPLOSION-PROOF OIL-FILLED CLASS 1	12
مناسب فضاهای محتوی غبارهای قابل اشتعال	NEMA TYPE 9	DUST-IGNITION PROOF CLASS II	13
مناسب نصب در معادن ذغال سنگ، طبق دستورالعمل های سازمان معادن آمریکا	NEMA TYPE 10	RAQUIREMENTS OF THE BUREAU OF MINES	14
بدنه محتوی روغن، مناسب فضاهای سرپوشیده با بخارات اسیدی	NEMA TYPE 11	ACID & FUME-RESISTANT OIL IMMERSSED	15
مناسب فضاهای سرپوشیده صنعتی و مقاوم در مقابل ورود مواد روغنی	NEMA TYPE 12	DUSTTIGHT & DRIPTIGHT	16
مشابه NEMA 12 مناسب ادوات کنترل مانند دکمه های کنترل مو تورها و موارد مشابه	NEMA TYPE 13	OIL TIGHT & DUST TIGHT	17

جدول شماره 1

روش IEC برای علامت گذاری بدنه ها

در صنایع نفت و گاز و پتروشیمی کشورمان که بطور اعم در این مقاله با نام صنایع هیدروکربنی از آن یاد خواهیم کرد، در نظر است تا سرحد امکان از دستورالعمل ها و پیشنهادات کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک IEC استفاده شود، لذا طریقه ای که این سازمان جهت نشان دادن حفاظت در مقابل ذرات گرد و غبار و حفاظت در مقابل ورود آب (Water & Dust Ingress Protection) پیشنهاد نموده است مورد بررسی و تحلیل قرار می گیرد.

سازمان IEC در نشریه های خود دو خاصیت فوق برای بدنه ادوات الکتریکی را به وسیله دو عدد نشان می دهد. عدد اول نشان دهنده درجه حفاظت دستگاه در مقابل ورود اجسام خارجی و گرد و غبار به



داخل بدنه و همچنین تماس با قطعات برق دار یا متحرک، و عدد دوم نشان دهنده درجه حفاظت دستگاه در مقابل نفوذ آب به داخل آن است.

دو عدد فوق الذکر همراه با دو حرف IP بکار می روند که طبق تعریف IEC جانشین واژه International Protection می باشند. برخی اسناد فنی IP را مخفف Ingress Protection تفسیر نموده اند. که در صنایع هیدروکربنی کشور نیز این تفسیر به کار می رود. در بعضی از مدارک فنی از آن به عنوان Index of Protection یاد شده است. آنچه که مسلم است اینست که محتوای IP هر سه واژه فوق را در خود دارد.

بدین طریق با استفاده از دو عدد، درجه حفاظت تجهیزات الکتریکی در مقابل ورود اجسام خارجی و آب به داخل بدنه آنها دقیقاً تعریف می شود. در صورتیکه دستگاهی فاقد یکی از دو خاصیت فوق باشد، بجای یکی از اعداد حرف X بکار می رود. در این سیستم علامت گذاری، عدد سومی نیز مطرح است که نشان دهنده مقاومت بدنه تجهیزات الکتریکی در مقابل ضربه می باشد، عدد سوم تنها در استاندارد فرانسوی تعریف می شود. و هنوز توسط IEC پذیرفته نشده است.

تعریف دقیق دو گروه اعداد بکار گرفته شده در این سیستم، در نشریه IEC 529 مندرج است. خلاصه ای از تعاریف منتصب به هر کدام از اعداد در جداول 2 و 3 آورده شده است. اصل جدول IEC به پیوست ارائه گردیده است. (پیوست 1)

نامگذاری بدنه ها طبق IEC

عدد اول IP	درجه حفاظت بدنه در مقابل ورود ذرات خارجی به داخل آن
0	بدون حفاظت
1	محافظت شده برای ورود ذرات 50 میلیمتری و بزرگتر
2	محافظت شده برای ورود ذرات 12/5 میلیمتری و بزرگتر
3	محافظت شده برای ورود ذرات 2/5 میلیمتری و بزرگتر
4	محافظت شده برای ورود ذرات یک میلیمتری و بزرگتر
5	محافظت شده برای ورود گرد و غبار به میزان نا مطلوب
6	محافظت کامل در مقابل ورود گرد و غبار

جدول شماره 2



عدد دوم IP	درجه حفاظت بدنه در مقابل ورود آب به داخل آن
0	بدون حفاظت
1	محافظت شده در برابر ریزش چکه های عمودی آب بر بدنه
2	محافظت شده در برابر ریزش چکه های عمودی آب وقتی دستگاه تا 15 درجه جابجا شود
3	محافظت شده در برابر باران عمودی آب با زاویه تا 60 درجه بر بدنه
4	محافظت شده در برابر بارش آب از هر جهت و هر زاویه ای بر بدنه
5	محافظت شده در برابر پاشیدن آب با فشار از هر جهت بر بدنه
6	محافظت شده در برابر پاشیدن آب با فشار زیاد از هر جهت بر بدنه
7	محافظت شده در برابر غوطه ور شدن موقتی دستگاه در آب
8	بدنه کاملاً آب بندی شده و مناسب استفاده دائم در زیر آب

جدول شماره 3

همانطور که ملاحظه می شود عدد اول نشان دهنده حفاظت دستگاه در مقابل ورود اجسام به داخل بدنه می باشد، در مواردیکه تعریف دقیق تری از این خاصیت یعنی حفاظت در مقابل تماس با قطعات برق دار و متحرک مورد نظر باشد، از چهار حرف که به انتهای علامت IP اضافه می شوند استفاده می گردد. این حروف را IEC حروف اضافی (Additional Letter) نامیده است که تفسیر هر یک از حروف مزبور به قرار زیر می باشد:

A : یعنی بدنه دستگاه به گونه ای است که تماس با قسمت های برق دار و متحرک با پشت دست امکان پذیر نیست.

B : یعنی تماس با قسمت های فوق الذکر با انگشت دست یا میله ای به طول 8 سانتی متر و قطر 12 میلیمتر غیر ممکن است.

C : یعنی تماس با قسمت های مذکور توسط ابزار تعمیراتی مثلاً آچار یا میله ای به طول 10 سانتیمتر و قطر 2/5 میلیمتر امکان پذیر نیست.

D : یعنی تماس با قسمت های مذکور توسط تکه سیمی به طول 10 سانتیمتر و قطر یک میلیمتر امکان پذیر نمی باشد.

سازمان IEC به منظور نشان دادن اطلاعات بیشتری در مورد بدنه تجهیزات برقی چهار حرف دیگر را تحت عنوان حروف تکمیلی (Supplementary Letter) پیشنهاد نموده که تفسیر هر کدام از آنها بدین قرار است.

H : یعنی دستگاه مورد نظر دستگاه فشار قوی است (HIGH VOLTAGE)

M : یعنی درجه حفاظت دستگاه در مقابل ورود آب به داخل آن موقعی آزمایش شده است که دستگاه برق دار و در حال کار بوده است (MOTION).



S : یعنی درجه حفاظت دستگاه در مقابل ورود آب به داخل آن موقعی آزمایش شده است که دستگاه متوقف بوده است (STATIONARY).

W : یعنی دستگاه دارای حفاظت اضافی برای شرایط آب و هوایی مشخص می باشد.
(WEATHER PROTECTED) .

کاربرد حروف اضافی و حروف تکمیلی اختیاری است و در نتیجه در صورت عدم کاربرد این حروف نیاز به استفاده از حرف X به جای آنها نخواهد بود.

با توجه به توضیحات فوق، اگر بدنه دستگاهی IP 31 علامت گذاری شده باشد، طبق تعریف IEC عدد 3 یعنی بدنه دستگاه الکتریکی به طریقی ساخته شده است که از ورود اجسامی با بزرگی بیش از 2/5 میلیمتر به داخل آن جلوگیری می کند، و عدد یک بدین معنی است که ریزش قطرات آب به صورت چکه های عمودی بر روی بدنه دستگاه مورد نظر، در عملکرد آن خللی ایجاد نخواهد کرد.
بدنه دستگاهی که با IP 3X مشخص شده باشد در مقابل ورود ذرات بزرگتر از 2/5 میلیمتر حفاظت شده، ولی هیچگونه حفاظتی جهت جلوگیری از ورود آب به داخل آن ندارد.

در صورتیکه دستگاهی با IP31D علامت گذاری شده باشد کلیه خواصی که برای IP 31 تعریف شده را دارا خواهد بود، به علاوه اینکه اگر تکه سیمی به طول 10 سانتیمتر و قطر یک میلیمتر از درون سوراخهای بدنه به داخل آن رانده شود، به قطعات برق دار و یا متحرک برخورد نخواهد کرد. در صورتیکه بر حسب شرایط عملیاتی یک صنعت، در نظر است بدنه دستگاهی به گونه ای باشد که گرد و غبار به میزان نامطلوب به داخل دستگاه نفوذ نکند و همچنین بارش باران و یا پاشیدن آب از زوایای مختلف خللی در عملکرد آن بوجود نیآورد در این صورت، درجه حفاظت دستگاه می باید IP 54 تعیین گردد.
درجه حفاظت بدنه دستگاهی که IP 21 CS علامت گذاری شده است بدین قرار است.

- عدد دو یعنی ذرات بزرگتر از 12/5 میلیمتر به داخل دستگاه نفوذ نمی کند.
- عدد یک یعنی ریزش چکه های عمودی آب بر روی دستگاه آسیبی به آن وارد نخواهد کرد.
- حرف C یعنی آچار یا میله 10 سانتیمتری به قطر 2/5 میلیمتر در صورتیکه به داخل دستگاه راه یابد به قطعات برق دار و یا متحرک برخورد نمی کند.
- حرف S یعنی درجه حفاظت دستگاه موردنظر در مقابل ورود آب به داخل آن هنگامی آزمایش شده که دستگاه خاموش بوده است.

این سیستم نامگذاری و علامت گذاری بدنه تجهیزات الکتریکی دراستانداردهای IEC به تفصیل توضیح داده شده است. علاوه بر کدهای فوق برخی اوقات از Symbol هایی جهت مشخص نمودن این حفاظت استفاده می گردد که در پیوست شماره 2 جدول آن ارایه شده است.

انتخاب بدنه های تجهیزات الکتریکی در صنایع هیدروکربنی

همانگونه که فوقاً توضیح داده شد، سیستم پیشنهادی سازمان IEC انواع بدنه های تجهیزات الکتریکی را مشخص نموده است. انتخاب بدنه مناسب برای کاربردهای مختلف، وظیفه مهندسیین طراح



خواهد بود که با توجه به امکانات بازار صنعتی و فضای عملیاتی هر صنعت صورت می پذیرد. بدنه تجهیزاتی که در صنایع هیدروکربنی بکار می روند، با اینکه از نظر مقاوم بودن در مقابل خطرات انفجار و آتش سوزی می باید دارای ویژگیهای خاصی باشند که در قسمتهای بعدی این مقاله مورد بررسی قرار خواهد گرفت، ولی از نقطه نظر درجه حفاظت در مقابل ورود اجسام خارجی و یا آب، تفاوتی با سایر صنایع نخواهند داشت و در نتیجه بر حسب محل استقرار تجهیزات، دستگاه مورد نظر باید مناسب محیط عملیاتی هر کارخانه برگزیده شود، به منظور یکنواخت کردن تجهیزات از نقطه نظر عملیات، قطعات یدکی، تعمیرات و نگهداری، ضروری است در مورد درجه حفاظت ادوات الکتریکی تصمیم یکنواخت اتخاذ گردد. در این راستا پیشنهادات زیر برای ادوات مختلف ارائه می شود.

● موتورها

درجه حفاظت موتورهای الکتریکی که در فضای باز نصب می شوند باید به گونه ای باشد که از ورود گرد و خاک به حد نامطلوب و همچنین از ورود آب به داخل موتور هنگام بارندگی و یا شستشوی محوطه جلوگیری کند. بنابراین حداقل درجه حفاظت IP 54 برای موتورهای نصب شده در فضای باز انتخاب مطلوبی است. اینگونه موتورها وقتی در فضای باز و در میان سایر تاسیسات صنعتی به گونه ای نصب می شوند که مستقیماً در معرض آفتاب و برف و باران نیستند درجه حفاظت IP 54 کفایت می کند. در صورتیکه موتور در معرض تابش مستقیم آفتاب یا بارش باران قرار دارد، ارجح است پوششی مانند سایه بان در بالای موتور منظور گردد. سازمان IEC چنین حفاظتی را Weather Protected نامیده که با حرف W مشخص می شود. بنابراین درجه حفاظت موتورهایی که در فضای باز و در معرض آفتاب هستند IP 54W خواهد بود.

برای فضاهای بسته که تا حدی از ورود گرد و خاک جلوگیری می شود، در صورتیکه فضا از نظر وجود هیدروکربن ایمن باشد می توان موتورهای با درجه حفاظت IP 44 استفاده نمود. موتورهایی که در تاسیسات دریایی مثلاً سکوهایی تولید نفت نصب می شوند باید در مقابل ورود آب به داخل بدنه مقاومت بیشتری داشته باشند. به همین لحاظ درجه حفاظت موتورهای تاسیسات دریایی حداقل IP55 و ترجیحاً IP 56 توصیه می شود. درجه حفاظت جعبه اتصال کابلها به موتور در مقابل نفوذ آب معمولاً یک درجه بیشتر از درجه حفاظت موتور انتخاب می شود. بنابراین برای موتورهای با بدنه IP 55 جعبه اتصال کابلها IP 56 پیشنهاد می گردد.

● تابلوهای برق

تابلوهای برق، در صنایع هیدروکربنی بطور اعم در داخل پست های برق نصب می شوند. در نتیجه از نقطه نظر ورود اجسام خارجی و آب به داخل آنها نیاز به درجه حفاظت بالا نخواهد بود. بنابراین درجه حفاظت تابلوهای برق جهت نصب در داخل پست های برق یا اتاقهای کنترل حداقل IP 31 و ترجیحاً IP 41 توصیه می شود. برای تابلوهای فرعی از قبیل تابلوهای روشنایی که در داخل ساختمانها نصب می شوند درجه حفاظت IP 21 کافی می باشد. در صورتیکه تابلوهای برق در فضای باز صنعتی و در معرض باد و باران نصب می گردند، درجه حفاظت بدنه آنها می بایست از نوع IP 65 انتخاب شود.



• ادوات روشنایی

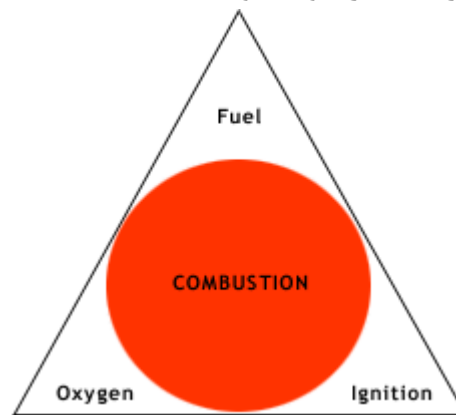
ادوات روشنایی بر حسب کاربرد آنها در فضای آزاد و یا در محیط های بسته متفاوت می باشند. درجه حفاظت ادوات روشنایی که در فضاهای باز عملیاتی بکار می روند حداقل باید IP 54 انتخاب شود. ادواتی که در فضاهای بسته مانند اتاق کنترل و دفاتر کار استفاده می شوند با توجه به اینکه در معرض گرد و خاک و یا بارش آب نیستند نیاز به درجه حفاظت بالا نخواهند داشت و لذا IP 20 کفایت می کند.

• جعبه تقسیم ها و مفصل ها

جعبه تقسیم بطور اعم جعبه هایی هستند که در آنها اتصالات برقی انجام می پذیرد و در نتیجه در مقابل ورود گرد و خاک و آب باید کاملاً حفاظت شده باشند. بنابراین درجه حفاظت جعبه تقسیم ها در صورتیکه در فضاهای باز نصب می شوند باید IP 65 انتخاب شود. در فضاهای بسته می توان از جعبه تقسیم های IP44 استفاده نمود. جعبه تقسیم هایی که در تاسیسات دریایی بکار می روند، از نوع بالاترین درجه حفاظت یعنی IP 68 توصیه می شود. مفصل کابلهای زیرزمینی نیز بایستی از نوع بالاترین درجه حفاظت یعنی IP 68 انتخاب گردد.

آتش سوزی و انفجار

آتش سوزی و انفجار موقعی به وقوع می پیوندد که سه عامل هوا، ماده قابل اشتعال و انرژی لازم جهت اشتعال موجود باشند. این سه عامل معروف به مثلث انفجار می باشند که در شکل شماره 1 تصویر آن ارائه شده است. در صنایع هیدروکربنی دو عامل هوا و مواد قابل اشتعال به درجات مختلف و از انواع مختلف موجود می باشند. بنابراین برای وقوع آتش سوزی و یا انفجار فقط عامل سوم یعنی انرژی لازم جهت مشتعل کردن مواد موجود در فضا نیاز خواهد بود.



شکل شماره 1

نیروی برق که بازوی محرک کلیه صنایع می باشد این عامل سوم را به صورت حرارت و یا جرقه همیشه به همراه دارد. بنابراین در انتخاب ادوات و تجهیزات برقی که در تاسیسات هیدروکربنی بکار می روند با توجه به وجود هیدروکربن در محل استقرار دستگاهها، و خطر انفجار و آتش سوزی، علاوه بر مشخص نمودن آنچه که فوقاً به عنوان IP تعریف شد، ضروری است مشخصات دیگری نیز برای بدنه



دستگاههای الکتریکی تعریف شود، زیرا که IP یک دستگاه فقط درجه حفاظت دستگاه را در مقابل ورود اجسام خارجی و آب مشخص می کند.

خطر آتش سوزی و انفجار در فضای محتوی هیدروکربن را چگونه می توان مهار نمود؟ پاسخ به این سوال عبارتست از شناخت فضای عملیاتی و انتخاب تجهیزات برقی مناسب، بنابراین اولین اقدام برای مهندسین طراح سیستم برق واحدهای هیدروکربنی، شناسایی محوطه یا فضای عملیاتی یک واحد است. فضاهای عملیاتی یک واحد هیدروکربنی از نقطه نظر احتمال آتش سوزی و انفجار به درجات مختلفی تقسیم می شوند. در نتیجه نمی توان فضایی را خطرناک و فضای دیگری را ایمن تشخیص داد بلکه ضروری است طبق ضوابط و مقرراتی فضاها را به درجات مختلف طبقه بندی و نامگذاری نمود. نحوه و روش این طبقه بندی در کشورهای جهان طبق استانداردها و دستورالعملهای مختلف صورت می پذیرد. چگونگی طبقه بندی فضاهای صنعتی و انتخاب استانداردهای مطلوب بدین منظور در صنایع هیدروکربنی کشور، و سپس طریقه انتخاب تجهیزات برقی مناسب، جهت استفاده در فضاهای مختلف صنایع هیدروکربنی، در بخش های بعد به تفصیل مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

ادوات و تجهیزات برقی که در تاسیسات هیدروکربنی بکار می روند با توجه به خطر انفجار و آتش سوزی می بایست دارای خاصیت دیگری نیز باشند، بطوریکه سبب آتش سوزی و یا انفجار نشوند، و در صورت بروز انفجار در داخل آنها، قادر باشند فشار حاصل از انفجار را تحمل کرده و از سرایت شعله به محیط اطراف ممانعت نمایند. جهت انتخاب صحیح تجهیزات برقی در صنایع هیدروکربنی، از نظر محافظت در مقابل آتش سوزی و انفجار، به دو مطلب باید توجه شود:

قدم اول شناسایی محوطه های صنعتی خطرناک و تشخیص میزان احتمال خطر در آنها است که بستگی خواهد داشت به وجود مواد قابل اشتعال، احتمال رها شدن و مقدار و نوع مواد مزبور در فضای عملیاتی؛ قدم دوم در این راستا عبارت است از انتخاب دستگاهها و تجهیزات موجود در بازار صنعتی از انواعی که بدنه آنها مناسب جهت نصب در فضاهای شناخته شده و طبقه بندی شده فوق باشند.

مطلب اول یعنی شناسایی و طبقه بندی فضاهای عملیاتی در صنایع و بالاخص صنایع هیدروکربنی موضوع این بخش است. این موضوع در استانداردهای مختلف جهانی تحت نام AREA CLASSIFICATION مطرح می باشد.

در کشور ما و در صنعت نفت استاندارد خاصی در این زمینه تهیه نشده، بلکه از استانداردهای شناخته شده در سطح جهانی استفاده می گردد. و با علم به اینکه تجهیزات برقی جهت کاربرد در نواحی مختلف صنعتی طبق استانداردهای جهانی ساخته می شوند، تهیه دستورالعملهای خاص برای صنعت نفت کشور در این زمینه مد نظر نمی باشد و ارجح است کماکان از استانداردهای مورد قبول در سطح جهانی در این مورد استفاده گردد. بر همین مبنا اصطلاحات فنی مربوطه در این بخش به همان صورتیکه در اصل استانداردها مطرح است عنوان می شود.



استانداردهای جهانی

در مورد طبقه بندی فضاهای عملیاتی صنایع، از نقطه نظر آتش سوزی و انفجار، دو استاندارد در سطح جهان مطرح است. یکی آئین نامه ملی برق آمریکا NEC که در آمریکای شمالی و کانادا و پاره ای کشورها مورد استفاده است و دیگری استاندارد بین المللی IEC که در اروپا و اکثر کشورهای جهان بکار می رود.

استانداردهای فوق الذکر بطور اعم برای صنایع برق تهیه شده و طبیعتاً جهت کاربرد برق در صنایع هیدروکربنی نیز معتبر هستند، ولی استفاده از این استانداردها نیاز به تفسیر و ارائه دستورالعملهای اجرایی خاصی برای صنایع هیدروکربنی دارد. به عبارتی دیگر استانداردهای نامبرده فوق فضاهای مختلف را تعریف کرده اند، ولی محدوده فیزیکی و ابعاد فضاهایی را که در آنها تاسیسات حاوی هیدروکربن مستقر است، بطور اخص مشخص ننموده اند. به همین دلیل استفاده از دستورالعملهای تهیه شده توسط انجمن ها یا سازمانهای نفتی در این زمینه بیشتر جوابگوی مسئله خواهد بود.

شناخته شده ترین دستورالعملها توسط سازمان API در آمریکا و سازمان IP در انگلستان تهیه شده است. دستورالعملهای تهیه شده توسط هر دو سازمان فوق الذکر بر مبنای استانداردهای ملی برق در کشورهای مربوطه تدوین گردیده اند. بدین معنی که سازمان API دستورالعملهای خود را بر مبنای آئین نامه ملی برق آمریکا NEC تهیه نموده و دستورالعملهای IP بر مبنای استانداردهای ملی انگلستان BS تهیه شده است. قابل ذکر است که در سالهای اخیر، استانداردهای انگلیسی نیز مشابه استانداردهای اروپایی IEC شده اند.

در رابطه با AREA CLASSIFICATION استفاده از سیستم پیشنهادی IEC بطوری که بعداً توضیح داده خواهد شد در آمریکا نیز پذیرفته شده است. در برخی از کشورها که دستورالعملهای خاص خود را به عنوان استاندارد ملی تهیه نموده اند، این دستورالعملها نیز بر مبنای پیشنهادات IEC و یا NEC تدوین گردیده اند.

در صنایع هیدروکربنی کشور ما در گذشته از دستورالعملهای IP15 جهت طبقه بندی فضاهای صنعتی قابل اشتعال استفاده می شده و اکنون استانداردهای امریکایی API بیشتر معمول هستند. با توجه به اینکه دستورالعملهای IP و API بر مبنای پیشنهادات IEC و NEC تهیه و تدوین گردیده اند، ذیلاً خلاصه ای از پیشنهادات NEC و IEC و دستورالعملهای API جهت تقسیم بندی، و نامگذاری فضاهای مستعد آتش سوزی و انفجار مورد بررسی قرار می گیرد.



پیشنهادات NEC

آئین نامه ملی برق در آمریکا یا NEC، بخشی از انتشارات سازمان استاندارد ملی آمریکا ANSI می باشد. در NEC فضاهای صنعتی بطور کلی بر حسب نوع مواد آتش زا ابتدا به سه رده بنام CLASS با تعاریف زیر تقسیم بندی شده است:

CLASS I فضایی است که در آن گازهای و بخارات (Gasses & Vapors) قابل اشتعال موجود باشد، مانند تاسیسات نفتی.

CLASS II فضایی است که در آن گرد و غبار (Dust) قابل اشتعال از قبیل غبار ذغال سنگ و غلات، غبار مگنزیوم و آلومینیوم و غبارهای مشابه دیگر موجود باشد.

CLASS III فضایی است که در آن فیبرهای (Fibers & Flyings) قابل اشتعال موجود باشد مانند پنبه، کنف، براده های چوب در کارگاههای چوب بری و غیره.

NEC هر کدام از CLASS های فوق را بر حسب احتمال آتش سوزی به دو بخش تقسیم می کند و هر بخش را یک DIVISION می نامد. تعاریف هر DIVISION به اختصار به قرار زیر است.

CLASS I DIVISION 1 در صنایع هیدروکربنی، منطقه یا فضایی است که در شرایط عادی بهره برداری از تجهیزات، گازها و یا بخارات قابل اشتعال در آن فضا پراکنده می شوند، و یا خرابی و از کار افتادن دستگاهها سبب رها شدن گازها و بخارات قابل اشتعال در محوطه می شود به گونه ای که همزمان سبب بروز خرابی در ادوات برقی می گردد.

CLASS I DIVISION 2 منطقه یا فضایی است که گازها و بخارات قابل اشتعال در شرایط عادی، درون سیستم بسته ای هستند که به محیط خارج راه ندارند، ولی در حالت غیر عادی و یا به علت از کار افتادن پاره ای تجهیزات، به فضای بیرون راه پیدا می کنند؛ فضایی که در آن بوسیله دستگاه تهویه هوا از تجمع گازها جلوگیری می شود و همچنین فضای مجاور DIVISION 1 نیز تا فاصله معینی به دلیل انتشار احتمالی گازها، DIVISION 2 در نظر گرفته می شود.

بدین ترتیب ملاحظه می شود که NEC ابتدا هر فضایی را بر حسب نوع مواد آتش زا و مشتعل شونده به سه CLASS تقسیم می کند و سپس هر CLASS را بر حسب احتمال بروز آتش سوزی و انفجار به دو DIVISION طبقه بندی می نماید.



پیشنهادات IEC

سازمان IEC در نشریه خود، موضوع تقسیم بندی فضاهای خطرناک را برای فضاهایی که در آنها گازها و بخارات قابل اشتعال می تواند موجود باشد منتشر نموده، که در صنایع شیمیایی و هیدروکربنی کاربرد خواهد داشت. این همان فضایی است که در NEC تحت عنوان CLASS I مطرح می شود.

سازمان IEC فضاهای خطرناک فوق را بر حسب مقدار مواد قابل اشتعال و زمان تداوم آنها در محوطه های صنعتی به سه منطقه تقسیم کرده و آنها را ZONE نامیده است در حالیکه در استانداردهای آمریکایی دو منطقه بنام DIVISION مطرح می باشد.

تعاریف ZONE ها به اختصار به قرار زیر است:

ZONE 0 منطقه یا فضایی است که مخلوط گاز و هوای قابل اشتعال در آن فضا دائماً موجود است و یا برای مدت‌های طولانی وجود دارد. در استانداردهای آمریکایی این چنین فضایی جزو DIVISION 1 محسوب می شود.

ZONE 1 منطقه یا فضایی است که مخلوط گاز و هوای به مقدار قابل اشتعال در شرایط عادی بهره برداری بطور متناوب در آن فضا وجود خواهد داشت. این منطقه نیز طبق استانداردهای آمریکایی DIVISION 1 نامیده می شود.

ZONE 2 منطقه یا فضایی است که در شرایط عادی بهره برداری از تجهیزات، مخلوط گاز و هوا به مقدار قابل اشتعال در آن فضا وجود ندارد و اگر هم به دلیلی بوجود آید، برای مدت کوتاهی تداوم خواهد داشت. این منطقه همان فضایی است که استانداردهای آمریکایی آن را DIVISION 2 نامیده اند.

سازمان IEC برای فضاهایی که محتوی گرد و غبارهای (Dust) قابل اشتعال هستند از همین تعاریف و همین نحوه نامگذاری استفاده نموده و فقط به شماره ZONE ها رقم 2 را اضافه می کند. بنابراین فضاهایی که محتوی گرد و غبارهای قابل اشتعال هستند، ZONE 20 ، ZONE 21 و ZONE 22 نامگذاری شده اند.

دستورالعملهای API

همانطور که در مقدمه این بخش اشاره شد، استفاده از تعاریف و نام گذاریهای سازمانهای فوق الذکر یعنی NEC و IEC نیاز به دستورالعملهای اجرایی دارد که بهترین آنها برای صنایع هیدروکربنی دستورالعملهایی است که توسط سازمانهای نفتی تهیه شده اند. سازمان API در آمریکا استانداردها و مشخصات فنی لازم برای هر آنچه که مربوط به صنایع هیدروکربنی است تهیه می نماید که در سرتاسر



جهان نیز بکار می رود. در مورد تقسیم بندی فضاهای صنعتی در تاسیسات هیدروکربنی از نقطه نظر خطرات آتش سوزی و انفجار، نشریه ای به شماره API RP500 از طرف سازمان مزبور منتشر شده است.

این نشریه بر مبنای پیشنهادات NEC تهیه شده و در نتیجه از همان سیستم تقسیم بندی و نام گذاری استفاده گردیده است. در سیستم پیشنهادی NEC فضاها ابتدا بر حسب نوع مواد مشتعل شونده در آنها، به سه CLASS تقسیم می شوند و فضاهایی که CLASS I نامیده شده اند فضاهایی هستند که در آنها گازها و بخارات قابل اشتعال وجود دارد. در تاسیسات هیدروکربنی فقط همین CLASS I مورد توجه است. به همین دلیل سازمان API که محدوده فعالیتش در مورد تاسیسات نفتی است، دستورالعمل فوق الذکر را جهت شناسایی فضاهایی که تحت عنوان CLASS I شناخته می شوند تهیه نموده و بر حسب مقدار مواد آتش زا و احتمال بروز آتش سوزی، چنین فضاهایی را به دو منطقه به نامهای CLASS I DIVISION 1 و CLASS I DIVISION 2 تقسیم بندی نموده است.

در سال 1996 در چاپ تجدیدنظر شده NEC برای اولین بار از پیشنهادات IEC برای تقسیم بندی فضاهای مستعد آتش سوزی در صنایع استفاده گردید و طبقه بندی فضاهای صنعتی با نامهای CLASS I ZONE 0 ، CLASS I ZONE 1 و CLASS I ZONE 2 پذیرفته شد. ملاحظه می شود که سیستم پیشنهاد شده از طرف IEC که در کلیه کشورها به استثنای آمریکای شمالی و کانادا شناخته شده بود، اکنون در آمریکای شمالی نیز مورد پذیرش قرار گرفته است.

در نوامبر 1997 سازمان API نشریه ای به شماره API RP505 منتشر می نماید که بر مبنای چاپ تجدید نظر شده NEC و یا به عبارتی دیگر بر مبنای IEC تهیه گردیده است. نشریه فوق الذکر اولین نشریه سازمان API می باشد که در این رابطه طبق پیشنهادات IEC تهیه و تدوین گردیده است. بنابر این، در حال حاضر سازمان API دارای دو نشریه در مورد طبقه بندی فضاهای مستعد آتش سوزی می باشد که هر دو معتبر و قابل استفاده هستند، یکی RP500 که فضاهای هیدروکربنی را به دو DIVISION تقسیم می کند و دیگری RP505 که همان فضاها را به سه ZONE تقسیم می نماید.

انتخاب مناسب برای صنایع هیدروکربنی کشور

آنچه که استانداردهای مختلف توصیه می کنند و طریقی که کشورهای مختلف در این رابطه عمل می نمایند مورد بررسی قرار گرفت. حال باید دید که در صنایع نفت کشور خودمان چه باید کرد و کدام یک را باید برگزید. در قسمت های قبل عملاً دو روش مختلف مورد بررسی قرار گرفت. یکی روش آمریکایی که طبق NEC یا آئین نامه ملی برق آمریکا است و دیگری روش IEC که استاندارد برق بین المللی و بیشتر اروپایی می باشد. استفاده از پیشنهادات IEC در صنایع هیدروکربنی کشور، بخاطر جهانی بودنش پذیرفته شده است. ولی در مورد طبقه بندی فضاهای صنعتی، کاربرد پیشنهادات این



سازمان با مشکلاتی روبرو بوده است، زیرا در نشریه IEC فضاهای مختلف تعریف و نام گذاری شده اند ولی دستورالعمل اجرایی و کاربردی برای تعیین محدوده دقیق هر منطقه وجود نداشته و یا اگر به عنوان مثال نمونه هایی ذکر شده، کافی نبوده است. در حالیکه نشریات سازمان API با توجه به تجربیات طولانی در صنایع هیدروکربنی، نحوه تشخیص و تعیین هر منطقه را بطور دقیق مشخص نموده و راهکارهای کاربردی و عملی را در این زمینه ارائه داده اند.

به همین دلیل تا کنون در صنایع هیدروکربنی کشور تقسیم بندی فضاهای عملیاتی بر مبنای دستورالعملهای API که در نشریه API RP500 مندرج است صورت می پذیرفته و در نتیجه فضاها به دو DIVISION تقسیم می شده اند. اکنون که نشریه RP505 با تعاریف IEC منتشر گردیده و برای تعیین محدوده دقیق هر کدام از مناطق یا ZONE ها دستورالعملهای مشخص پیشنهاد نموده است، شایسته است از همین دستورالعملها که بر مبنای پیشنهادات IEC تهیه شده و فضاها را به سه ZONE تقسیم می کند استفاده گردد. بنابراین در پروژه ها و طرحهای صنایع هیدروکربنی کشور توصیه می گردد، نواحی صنعتی بر مبنای پیشنهادات IEC 60079-10 و طبق دستورالعملهای API مندرج در نشریه RP505 طبقه بندی گردند.

تشخیص فضاهای قابل اشتعال

با توضیحاتی که ارائه شد، مقرر گردید جهت طبقه بندی فضاهای خطرناک در صنایع هیدروکربنی کشور، پیشنهادات IEC و روش اجرایی API مورد استفاده قرار گیرد. در این راستا ZONE های مختلف طبق تفسیرهای API عبارتند از:

ZONE 0 : فضایی است که در آن فضا، همیشه و یا برای مدت طولانی گاز به مقدار قابل اشتعال وجود داشته باشد. تجربیات صنعتی، مدت طولانی را زمان بیش از یک هزار ساعت در سال تعیین نموده است.

ZONE 1 : فضایی است که در آن فضا، گاز به مقدار قابل اشتعال در شرایط عادی بهره برداری بطور متناوب وجود داشته باشد. تجربیات صنعتی فضایی را که در آن فضا وجود مخلوط گاز و هوا در طول سال بین ده ساعت تا هزار ساعت پیش بینی می شود ZONE 1 در نظر می گیرد. بنابراین، تعریف دقیق تر ZONE 1 عبارتست از :

- فضایی که گازهای قابل اشتعال غالباً بعلت کارهای تعمیرات و بعلت نشت طبیعی مواد در آن فضا وجود داشته باشند.
- یا فضایی که تجهیزات موجود در آن به گونه ایست که خرابی تجهیزات مکانیکی سبب رها شدن گاز و مواد مشتعل شونده در فضا می شود، و این حادثه همزمان سبب بروز خرابی در ادوات برقی خواهد شد به گونه ای که ادوات برقی عامل بروز جرقه یا حرارت می گردند.



- و یا فضایی که در مجاورت ZONE 0 قرار گرفته و انتشار گازها به آن فضا امکانپذیر می باشد، مگر اینکه توسط دستگاه هواساز و ایجاد فشار مثبت از ورود گازها جلوگیری شود.

ZONE 2 : فضایی است که در آن فضا گاز به مقدار قابل اشتعال در شرایط عادی بهره برداری وجود نخواهد داشت و اگر هم بوجود آید برای مدت کوتاهی ادامه می یابد. در صنعت، فضایی که در آن فضا احتمال وجود مخلوط گاز و هوا بین یک ساعت تا ده ساعت در سال پیش بینی گردد، ZONE 2 در نظر گرفته می شود. بنابراین تعریف دقیق تر ZONE 2 عبارتست از:

- فضایی که در آن فضا گازهای قابل اشتعال درون سیستم بسته ای هستند و در حالت عادی به خارج از سیستم راه ندارند و فقط بعلت بروز اشکال در تجهیزات و یا عملیات غیر عادی به فضای بیرون راه می یابند.
- یا فضایی که توسط دستگاه هواساز فشار داخل آن افزایش یافته و در وضعیت عادی؛ گازهای قابل اشتعال از بیرون به داخل آن وارد نخواهند شد و فقط در صورت از کار افتادن دستگاه هواساز ورود گاز به آن فضا محتمل می گردد.
- و یا فضایی که در مجاورت ZONE 1 قرار گرفته و انتشار گازها به آن فضا امکانپذیر می باشد، مگر اینکه توسط دستگاه هواساز و ایجاد فشار مثبت از ورود گازها جلوگیری گردد.

فضای ایمن، با توجه به تعاریف فوق الذکر، فضایی که احتمال وجود مخلوط گاز و هوا به مقدار قابل اشتعال در آن فضا، کمتر از یک ساعت در سال پیش بینی می شود، فضای طبقه بندی نشده و یا فضای ایمن تلقی می گردد. (Safe Area)

تعیین حدود فضاهای قابل اشتعال

اولین قدم در جهت تشخیص فضاها و طبقه بندی آنها به ZONE های مختلف، شناسایی نقاطی است که از آن نقاط امکان رها شدن هیدروکربن به محیط اطراف وجود دارد. پس از شناسایی و ارزیابی نقاط انتشار هیدروکربن، تعیین محدوده ZONE های مختلف طبق دستورالعملهای API مندرج در RP505 امکان پذیر خواهد بود. سازمان IEC و سپس سازمان API این نقاط را که محل نشت و یا انتشار هیدروکربن به فضای اطراف هستند Source of Release نامیده و به سه درجه با نامهای زیر تقسیم بندی کرده اند.

1. Continuous Grade of Release : نقطه یا محلی است که از آن نقطه انتشار مواد هیدروکربن به فضای اطراف به صورت دائم یعنی بیش از هزار ساعت در سال پیش بینی گردد. فضای اطراف چنین محل یا نقطه ای طبق تعریف ZONE 0 خواهد بود.



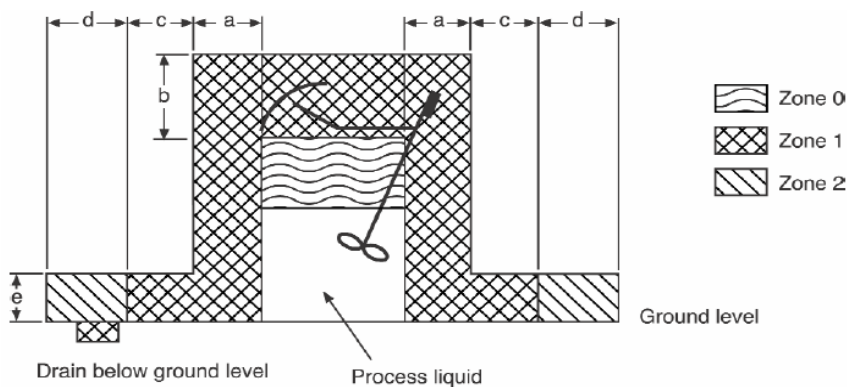
2. Primary Grade of Release نقطه یا محلی است که از آن نقطه، نشت و یا انتشار هیدروکربن به فضای اطراف در شرایط عادی عملیات و به دلایل مختلف بین ده ساعت تا هزار ساعت در سال پیش بینی گردد. فضای اطراف چنین محلی طبق تعریف ZONE 1 خواهد بود.

3. Secondary Grade of Release نقطه یا محلی است که در شرایط عادی عملیات، نشت هیدروکربن به فضای خارج امکان پذیر نیست ولی در شرایط غیر عادی و برای مدت‌های کوتاه بین یک ساعت تا ده ساعت در سال به دلایل مختلف احتمال نشت مواد به فضای خارج وجود دارد. فضای اطراف چنین محلی ZONE 2 طبقه بندی می شود.

در اینجا ذکر این نکته ضروری است که پس از تشخیص نقاط انتشار هیدروکربن، طبقه بندی فضای اطراف آن نقاط به ZONE های مختلف تابع عوامل دیگری نیز خواهد بود. از قبیل نوع مواد از نظر سبک و یا سنگین تر بودن از هوا، مقدار احتمالی نشت مواد، سرعت رها شدن مواد، و همچنین وجود تهویه چه به صورت مصنوعی و چه به صورت طبیعی، مانند باد در فضای آزاد که عامل بسیار موثری در این مورد می باشد. اثرات عوامل فوق در طبقه بندی فضاهای مورد مطالعه بطور اعم طبق تجربه و نظر مهندس طراح لحاظ می گردد. دستورالعمل‌های خاصی نیز در اینگونه موارد وجود دارند که در صورت نیاز می توانند مورد استفاده قرار گیرند.

به عنوان مثال، طبق تعاریف ارائه شده برای تعیین نقاط انتشار هیدروکربن، فلنج در سیستم‌های لوله کشی و واحدهای فرآیندی، نقطه انتشار از نوع Secondary است و لذا فضای اطراف آن بطور اعم ZONE 2 طبقه بندی می شود. ولی در صورتیکه طبق محاسبات پیشنهاد شده در نشریه IEC سیستم تهویه در اطراف فلنج مورد نظر "کافی" ارزیابی گردد، اطراف چنین فلنجی می تواند فضای ایمن طبقه بندی شود.

سطح مقطع و ارتفاع فضاهای مختلف که طبق دستورالعمل‌های API طبقه بندی می گردند باید در نقشه های جانمایی تجهیزات نشان داده شوند. ZONE های شناسایی شده، در نقشه هایی بنام AREA CLASSIFICATION DRAWING علامت گذاری می شوند. که در شکل شماره 2 یک نمونه از این نقشه ها که مربوط به یک مخزن واکنش‌های شیمیایی است را می بینید.



شکل شماره 2



نمونه هایی از تعیین حدود فضا

به منظور روشن شدن مطلب فوق و در جهت تعیین محدوده فضاهای مختلف به مثال زیر توجه کنید. تلمبه ای که مواد هیدروکربنی تلمبه می کند، در وضعیت عادی عملیاتی، مایع داخل آن به خارج راه ندارد ولی در صورت خرابی آب بندی تلمبه امکان انتشار هیدروکربن به خارج وجود دارد. بنابراین احتمال انتشار هیدروکربن در محل استقرار این تلمبه از نوع Secondary و در نتیجه محیط اطراف آن ZONE 2 خواهد بود. سطح مقطع و ارتفاع این ZONE طبق RP505 بدین طریق تعیین می شود، به مرکز تلمبه و شعاع 15 متر دایره ای رسم می گردد. سطح این دایره تا ارتفاع 7/5 متر ZONE 2 نامیده می شود. در صورتیکه همین تلمبه در ارتفاع قرار گرفته باشد، بعلاوه فضای تعریف شده در فوق فضای دیگری با سطح مقطعی به شعاع 7/5 متر و ارتفاع 7/5 متر در بالای تلمبه نیز ZONE 2 می باشد که تا سطح زمین نیز ادامه خواهد داشت. طبق پیشنهاد RP505 در اطراف چنین فضایی بر حسب تشخیص مهندس طراح، فضای اضافی دیگری به طول 15 متر و ارتفاع 60 سانتی متر را نیز می توان ZONE 2 قلمداد نمود. در مثال فوق الذکر اگر در سطح زمین فرورفتگی و یا کانالی وجود داشته باشد که امکان تجمع و ماندن گازها در آن بیشتر از 10 ساعت در سال پیش بینی شود، فضای اینگونه کانالها و فرورفتگیها ZONE 1 طبقه بندی خواهد شد. آب بندی های تلمبه ها و فلنج های نصب شده در سیستم های لوله کشی و واحدهای فرآیندی بطور عادی نقطه نشت هیدروکربن نیستند ولی در حالت غیر عادی انتشار هیدروکربن به محیط اطراف محتمل است. به همین دلیل فضای اطراف آنها ZONE 2 طبقه بندی می شود.

از بحث فوق به آسانی نتیجه گیری می شود که فضای اطراف سیستمها و لوله کشی های تمام جوش شده و بدون فلنج یا اتصالاتی که دارای نقاط انتشار هیدروکربن نیستند فضاهای ایمن تلقی می گردند.

مثالهای زیر نمونه هایی است از درجات مختلف انتشار هیدروکربن به محیط اطراف:

الف - نمونه نقاطی که از نظر انتشار هیدروکربن به عنوان Continuous تلقی می گردند، عبارتند از:

- فضای خالی بالای مواد هیدروکربن در داخل مخازن سقف ثابت که دارای دریچه هواکش هستند.
- سطح مایعات قابل اشتعال که با فضای آزاد در تماس هستند، مانند سطح بالای نفت در جداکننده های نفت از آب (OIL / WATER SEPARATOR)

ب - نمونه نقاطی که از نظر انتشار هیدروکربن، درجه Primary هستند، عبارتند از:

- آب بندی برخی از تلمبه ها که مواد داخل تلمبه به عنوان روان کننده دائماً به بیرون ریخته می شود.



- نقاط تخلیه آب از ظروف فرآیندی که هنگام تخلیه آب در عملکرد عادی، مواد قابل اشتعال در محیط اطراف پراکنده می شوند.
- شیرهای اطمینان و یا سوراخهایی که گازها می توانند در حالت عملکرد عادی از سیستم بسته فرآیندی خارج شوند.

ج - نمونه نقاطی که از نظر انتشار هیدروکربن، درجه Secondary هستند، عبارتند از:

- آب بندی تلمبه ها، کمپرسور ها و شیرها بطور اعم.
- فلنج ها و اتصالات در لوله ها و تاسیسات فرآیندی.
- نقاط نمونه گیری در صورتیکه در حالت عادی نمونه گیری، مواد به فضای بیرون راه نیابد.
- شیرهای اطمینان و سوراخها، در صورتیکه طراحی به صورتی باشد که در عملکرد عادی مواد هیدروکربن به فضای بیرون راه نداشته باشد.

تقسیم بندی هر منطقه بر حسب نوع گازها

طبقه بندی فضای عملیاتی یک واحد فرآیندی به ZONE های مختلف، نشان دهنده مقدار و مدت وجود گازهای قابل اشتعال در هر فضا می باشد. نوع گاز موجود در هر ZONE و در نتیجه انرژی لازم جهت مشتعل شدن آن، متفاوت است و بنابراین، در انتخاب صحیح تجهیزات برقی و ادوات کنترل نوع گاز موثر خواهد بود. به همین دلیل برای هر ZONE یک تقسیم بندی مجدد بر حسب نوع گاز در آن منطقه نیاز می باشد. این تقسیم بندی مجدد GAS GROUP CLASSIFICATION نامیده شده و برای هر ZONE در نقشه های مربوطه منعکس می گردد.

دستورالعملهای مبتنی بر آئین نامه های آمریکایی که فضاها را به سه CLASS طبقه بندی می کنند، گازها را به شش گروه تقسیم بندی می نمایند که چون مورد استفاده نخواهند بود از توضیح آنها خودداری می شود. این تقسیم بندی برای برخی گازها در جدول شماره 4 آورده شده است.

Class I Group A	Acetylene
Class I Group B	Hydrogen
Class I Group C	Ethylene
Class I Group D	Propone , Methane
Class II Group E	Metal Dust , Coal Dust
Class II Group G	Grain Dust
Class III	Fibers

جدول شماره 4



سازمان IEC گازهای موجود در هر ZONE از فضاهای صنعتی را به سه گروه با نامهای GROUP II C, GROUP II B, GROUP II A تقسیم بندی می کند. بعلاوه این سه گروه، گازهای موجود در فضاهای معادن زیرزمینی را که معمولاً گاز متان هستند GROUP I می نامد. پیشوند I برای گازهایی که در فضاهای زیرزمینی وجود دارند مخصوصاً معادن ذغال سنگ بکار می رود و پیشوند II برای مشخص کردن سایر فضاهای صنعتی که تاسیسات رو زمینی هستند استفاده می شود. این تقسیم بندیها بر حسب انرژی مورد نیاز برای مشتعل شدن گازهای هر گروه انجام پذیرفته که ذیلاً مورد بررسی قرار می گیرند.

GROUP IIA

گازهای این گروه شامل اکثر گازهای موجود در تاسیسات نفتی می باشند، عبارتند از گازهایی که برای مشتعل شدن آنها حداقل به 180 میکروژول انرژی نیاز خواهد بود و یا بنا به تعریف IEC جهت مشتعل شدن آنها توسط جرقه حاصل از جریان برق، بیش از 80 درصد جریانی که در شرایط یکسان گاز متان را مشتعل می کند نیاز می باشد. این جریان Minimum Ignition Current یا MIC نامیده می شود. اکثر ترکیبات و موادی که در پالایشگاههای نفت موجود می باشند، جزو این گروه از گازها هستند.

گازهای این گروه به اختصار زیر می باشند :

- اکثر هیدروکربن های اشباع شده زنجیره ای و حلقوی (الکانها و سیکلو الکانها)
- پروپیلن
- هیدروکربن های معطر یا آروماتیک مانند بنزن، تالوئن، زایلین و اتیل بنزن
- هیدروکربن های مخلوط که به عنوان سوخت مصرف می شوند مانند گاز طبیعی (متان) ، بنزین اتومبیل، نفت سفید، گازوئیل و حلالها
- الکل ها مانند متانول، اتانول و فنول ها
- الئیدها مانند اسید آلدئید
- ستن ها مانند استن و متیل کتن (MEK) که در کارخانجات روغن سازی استفاده می شود
- استرها بطور اعم
- پاره ای اسیدها مانند اسید استیک
- ترکیبات هالوژنه از قبیل کلرومتان، کلرواتان، بروموبوتان و غیره
- ترکیبات هالوژنه اکسیژن دار از قبیل کلرواتانول
- ترکیبات گوگرددار
- ترکیبات ازت دار مانند آمونیاک و اکثر آمین ها



GROUP IIB

گازهای این گروه که بیشتر در کارخانجات پتروشیمی وجود دارند عبارتند از گازهایی که برای مشتعل شدن آنها فقط 60 میکروژول انرژی لازم است و یا برای مشتعل شدن آنها توسط جرقه حاصل از جریان برق، جریانی بین 45 درصد تا 80 درصد جریانی که گاز متان را در شرایط یکسان مشتعل می کند مورد نیاز خواهد بود.

پاره ای از گازهای این گروه عبارتند از :

- هیدروکربن های اشباع نشده از قبیل اتیلن، پروپیلن و بوتادین
- ترکیبات ازت دار مانند نیترواتان
- ترکیبات اکسیژن دار از قبیل منواکسید کربن، اترها و اکسید اتیلن
- ترکیبات هالوژنه با پیوند دوگانه مانند تترافلئوراتیلن (C2 F4)
- مرکاپتانها، مانند متیل مرکاپتان و اتیل مرکاپتان (اتیل مرکاپتان می تواند جزو گروه گازی GROUP II A نیز منظور گردد).

GROUP IIC

گازهای این گروه گازهایی هستند که توسط 20 میکروژول انرژی یا حرارت مشتعل می شوند و یا برای مشتعل شدن آنها توسط جرقه حاصل از جریان برق، جریانی کمتر از 45 درصد جریانی که گاز متان را در شرایط یکسان مشتعل می کند کافی خواهد بود. گازهای این گروه عبارتند از : هیدروژن، استیلن و دی سولفید کربن. این تقسیم بندی در جدول شماره 5 قابل مشاهده است.

Gas Grouping for Electrical Instrument	
Group	Gas
I	All underground Coal Mining applications Firedamp (methane)
IIA	Industrial methane, propane, gasoline and most industrial gases
IIB	Ethylene, coke oven gas and other industrial gases
IIC	Hydrogen, acetylene, carbon disulphide

جدول شماره 5

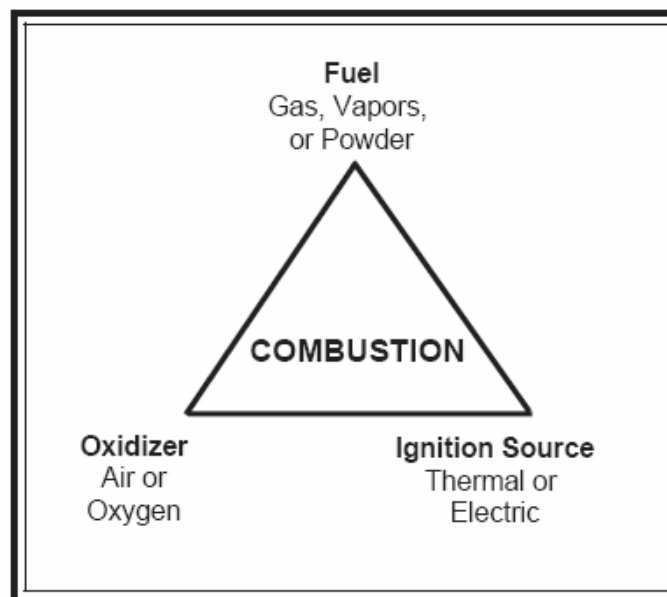


با توجه به توضیحات فوق نقشه های AREA CLASSIFICATION نه تنها فضاهای هر واحد فرآیندی را به ZONE های مختلف طبقه بندی می نمایند بلکه هر ZONE را نیز به سه گروه تقسیم می کنند. به عنوان مثال فضایی که با علامت ZONE 2 GROUP IIA نشان داده می شود، منطقه ای است که در شرایط غیر عادی، احتمال انتشار گاز برای مدت کوتاه بین یک ساعت تا ده ساعت در سال وجود دارد، نوع گازهای قابل انتشار در آن فضا از انواع مواد نفتی مثلاً بنزین اتومبیل می باشد.

محوطه ای که ZONE 2 GROUP IIC طبقه بندی شده احتمال حضور گازهای قابل اشتعال تر، مانند گاز هیدروژن در شرایط فوق وجود خواهد داشت. طبق دستورات IEC مناسب بودن تجهیزات برقی و ادوات کنترل برای انواع گازهای موجود در هر منطقه می باید بر روی دستگاهها به صورت IIA و IIB و یا IIC همراه با حداکثر درجه حرارت دستگاه به طریقی نوشته و یا حک گردد. که در بخش بعد به آن می پردازیم.

بررسی منابع تامین انرژی جهت انفجار

جهت بروز انفجار به حضور هم زمان سه عامل نیاز می باشد، که از آن به مثلث انفجار یاد می شود و در شکل شماره 3 مشخص شده است. عامل Fuel که مربوط به حضور گازها و بخارات قابل اشتعال در محیطهای هیدروکربنی بود مورد بررسی قرار دادیم؛ عامل Oxidizer مربوط به حضور اکسیژن و هوا می باشد که در همه مناطق حضور دارد. عامل سوم منبع تامین انرژی جهت انفجار می باشد که می تواند از طریق گرما و یا از طریق آزاد سازی انرژی در مدارهای الکتریکی (Arcs & Spark) ، و همچنین کنشهای مکانیکی در محیط حضور یابد. این عامل هم می باید در انتخاب تجهیزات مورد توجه قرار گیرد. که در ادامه به بررسی آن می پردازیم.



شکل شماره 3



طبقه بندی بر اساس دمای تجهیزات

Surface Temperature : انرژی لازم جهت بروز انفجار در محیطهای خطر می تواند از طریق گرم شدن سطح بیرونی تجهیزات به محیط منتقل و باعث انفجار گردد. می دانیم که بیشتر قسمت‌های مدارات الکتریکی هنگام کار گرم می شوند و این گرما به سطح تجهیز منتقل و آن را گرم می کند. گازهای قابل اشتعال نیز هر یک در دمای مشخصی به انرژی لازم جهت انفجار می رسند، لذا باید در انتخاب تجهیزات این دما مد نظر قرار گیرد. که مطابق استاندارد اروپایی EN50014 که منطبق بر استانداردهای IEC می باشد، این رنج دمایی به شش گروه از T1 تا T6 تقسیم می شود که در جدول شماره 6 آورده شده است. همانطور که دیده می شود در استاندارد آمریکایی این رنج دمایی با تفکیک بیشتری به کار می رود.

Maximum Surface Temperature °C	T- Class / Europe	T-Class / USA& Canada
450	T1	T1
300	T2	T2
280		T2A
260		T2B
230		T2C
215		T2D
200	T3	T3
180		T3A
165		T3B
160		T3D
135	T4	T4
120		T4A
100	T5	T5
85	T6	T6

جدول شماره 6

مطابق استاندارد این دما در سطح خارجی تجهیزات اندازه گیری می شود و دیده می شود که هرچه T کد بزرگتر می شود دمای لازم برای انفجار پایین می آید. به عنوان مثال در محیطهایی که گازها و بخارات موجود در آنها در دمای 135 درجه سانتیگراد به انرژی لازم جهت انفجار می رسند، باید تجهیزات آنها با کد T4 انتخاب شوند که ماکزیمم دمای سطح آنها در حین کار به 135 درجه سانتیگراد خواهد رسید. در این محیطها تنها مجاز به نصب تجهیزات با رنج دمایی T4 ، T5 و T6 می باشیم.

این دما برای برخی گازهایی که در بخش پیشین به بررسی آنها پرداختیم قابل تقسیم بندی است که در جدول شماره 7 این تقسیم بندی ارایه شده است.



Gas Group	Substances	Auto Ignition Temperature °c
IIA	Acetic Acid	464
IIA	Acetone	465
IIA	Acetic Anhydride	316
IIA	Acetone Cyanohydrin	688
IIA	Acetonitrile	524
IIB	Acetaldehyde	75
IIC	Acetylene	305

جدول شماره 7

البته این دمایی است که در حالت عادی، ترکیبات فوق نیاز دارند تا به انفجار برسند ، دمای واقعی برای انفجار به فاکتورهای متعددی بستگی دارد از جمله اینکه مقدار مخلوط گاز و هوا چقدر باشد ، اندازه و ابعاد سطحی که گرما را منتقل می نماید چقدر است و اینکه آیا جریان باد در محیط برقرار است یا نه. بر اساس این فاکتورها دمای واقعی جهت انفجار محاسبه می گردد.

طبقه بندی تجهیزات از لحاظ آزاد سازی انرژی جهت انفجار

دومین منبع تامین انرژی جهت بروز انفجار، آزادسازی انرژی از طریق جرقه می باشد. جرقه می تواند مکانیکی یا الکتریکی ایجاد شود. آزادسازی انرژی در مدارهای الکتریکی یک ویژگی ذاتی است و تنها می توانیم آنرا کنترل کنیم یا به حداقل برسانیم؛ که این مساله باید در طراحی و ساخت تجهیزات مورد استفاده در صنایع هیدروکربنی مد نظر قرار گیرد.

برخی مسایل ذاتی مدارات الکتریکی است، که می تواند زمینه انفجار در محیطهای هیدروکربنی را فراهم نماید. برای رفع این مشکل IEC استانداردهای متفاوتی برای ساخت بدنه و مدارات تجهیزات الکتریکی مورد استفاده در صنایع هیدروکربنی معرفی می کند، که مطابق این استانداردها به سه روش می توان با این مساله برخورد کرد؛ در حالت اول به عوامل لازم برای انفجار اجازه حضور داده می شود، ولی در یک شرایط کاملا کنترل شده. مانند تجهیزات Explosion Proof ، در حالت دوم عوامل لازم برای بروز انفجار کنترل می شوند به طوری که در یک لحظه در کنار هم حضور نداشته باشند مانند Pressurized Protection ، در حالت سوم یکی از سه فاکتور موجود در مثلث انفجار حذف می گردد، مانند تجهیزات Intrinsically Safe . البته استانداردهای فوق با توجه به اینکه تجهیز در کدام ZONE نصب خواهد شد در ساخت تجهیزات رعایت می شوند.

IEC این طبقه بندی را در بندهای استاندارد IEC60079 تعریف می نماید و بصورت یک حرف مشخص می نماید که می بایست بر روی Name Plate تجهیزات نوشته شود تا مشخص گردد که تجهیز در چه گروهی قرار می گیرد و در چه منطقه ای قابل نصب است. آن حروف و تعبیر هر یک به قرار زیر است:



d : که معرف Flameproof Enclosure می باشد، این تجهیزات به گونه ای ساخته می شوند که امکان جرقه زدن در آنها وجود دارد اما هوای داخل محفظه و خود محفظه به گونه ای ساخته شده است که تحمل فشار حاصله از این انفجار را خواهند داشت و این انرژی را به محیط اطراف انتقال نخواهند داد. تجهیزاتی که با این کد مشخص می شوند طبق استاندارد IEC60079-1 و یا استاندارد اروپایی EN50018 ساخته و ارائه می شوند. تجهیزات با این ویژگی مناسب نصب در Zone1 و Zone2 می باشند. این حفاظت بیشتر مخصوص منابع تغذیه ، نمایشگرها ، بردهای کنترل ، ترانسفورماتورها ، فیوزها ، تجهیزات نصب روشنایی ، تجهیزات مخابراتی ، موتورها ، گرم کنها و جعبه تقسیم برق که شامل رله و کنتاکتور است. که گاهی بصورت Symbol زیر بر روی تجهیزات نمایش داده می شود.



e : که معرف Increased Safety می باشد، این تجهیزات به گونه ای ساخته می شوند که دمای آنها کاملاً کنترل می شود و در رنج دمایی قرار می گیرند که منجر به انفجار نگردد. و همچنین از ایجاد جرقه هایی که بطور نرمال در تجهیزات پیش می آید کاملاً جلوگیری میگردد. محفظه این تجهیزات حداقل باید IP54 باشد تا از ورود گرد و غبار، رطوبت و گازهای قابل انفجار به درون محفظه جلوگیری گردد. در عایق بندی و ساخت محفظه تجهیز از ماده با کیفیت بالا استفاده می شود. طراحی و ساخت ترمینالها و اتصالات تجهیز با دقت بسیار بالا انجام می شود تا باعث بروز جرقه نگردند. تجهیزاتی که با این کد مشخص می شوند طبق استاندارد IEC60079-7 و یا استاندارد اروپایی EN50019 ساخته و ارائه می شوند و عمدتاً برای تجهیزاتی که در Zone1 و Zone2 نصب می شوند ارائه می شود. این استاندارد بیشتر در ساخت ترمینالها ، junction box ها ، کابینتهای کنترلی ، موتورهای قفسه سنجابی و اتصالات روشنایی به کار می رود. تجهیزات با این ویژگی مناسب نصب در Gas Group I,II A B C و رنج دمایی T1,T2,T3 می باشند. که گاهی بصورت Symbol زیر بر روی تجهیزات نمایش داده می شود.



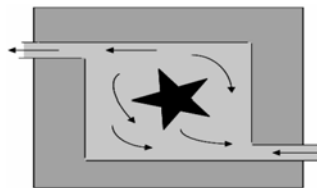
o : که معرف Oil Emersion می باشد، در تجهیزاتی که با این کد معرفی می شوند، قطعاتی که امکان بروز جرقه در آنها وجود دارد؛ درون مایعی قرار می گیرند (مانند روغن) بطوریکه هیچ جرقه ای که



باعث انفجار گردد به بیرون تجهیز و محیط اطراف راه پیدا نکند. که بیشتر مخصوص ترانسفورماتورها میباشد. تجهیزاتی که با این کد مشخص می شوند طبق استاندارد IEC60079-6 و یا استاندارد اروپایی EN50015 ساخته و ارائه می شوند. تجهیزات با این ویژگی مناسب نصب در Zone1 و Zone2 می باشند. که گاهی بصورت Symbol زیر بر روی تجهیزات نمایش داده می شود.



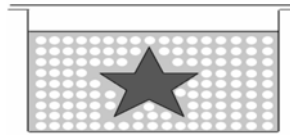
p : که معرف Purge & Pressurized Protection می باشد، مدارات درون این تجهیزات به گونه ای طراحی شده اند که احتمال بروز جرقه در آنها وجود دارد اما این تجهیزات با یک فشار بزرگتر از فضای اطراف خود پر میشوند به صورتیکه گازهای قابل انفجار به آنها راه پیدا نخواهند کرد. و در حقیقت عنصر سوخت از مثلث انفجار حذف می گردد. در صورت بروز جرقه در درون تجهیز انفجاری به وقوع نخواهد پیوست. درون برخی تجهیزات یک جریان گاز خنثی مانند نیتروژن با فشاری بزرگتر از فشار اطراف برقرار می کنند به گونه ای که گازهای قابل انفجار به هیچ طریقی نتوانند به داخل آن راه یابند. اگر فشار داخل تجهیز افت کند یا تجهیز به هر طریقی باز شود مطابق استاندارد، این تجهیزات به گونه ای طراحی می شوند که یا یک آلارم صادر شود و یا بطور اتوماتیک تغذیه تجهیز قطع می شود. تجهیزاتی که با این کد مشخص می شوند طبق استاندارد IEC60079-3 و یا استاندارد اروپایی EN50016 ساخته و ارائه می شوند. و مناسب نصب در Zone1 و Zone2 می باشند. مخصوص کلیدها ، موتورهای بزرگ ، آنالایزرها و کابینتهای کنترل و مانیتورینگ که لازم است در منطقه خطر نصب شوند. که گاهی بصورت Symbol زیر بر روی تجهیزات نمایش داده می شود.



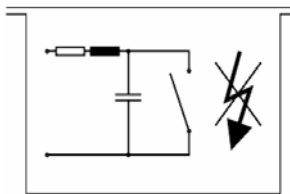
q : که معرف Powder Filling می باشد، قطعات موجود در تجهیز در جای خود محکم می شوند و بوسیله یک پودر کاملاً پوشیده میشوند به طوری که تجهیز کاملاً بی حرکت شده و هیچ جرقه ای نتواند از پودر جامد عبور کند. حداقل حفاظت برای محفظه این تجهیزات IP54 می باشد. بیشتر مخصوص ترانسفورماتورهای کوچک ، خازنها و تجهیزات الکتریکی که قطعات محرک ندارند. و به همراه تجهیزات Ex e جهت حفاظت بیشتر ارائه می شود. تجهیزاتی که با این کد مشخص می شوند طبق استاندارد IEC60079-5 و یا استاندارد اروپایی EN50017 ساخته و ارائه می شوند. تجهیزات با این



ویژگی مناسب نصب در Zone1 و Zone2 می باشند. که گاهی بصورت Symbol زیر بر روی تجهیزات نمایش داده می شود.



i: که معرف Intrinsic Safety می باشد، بر خلاف روشهای دیگر که غالباً مکانیکی بودند در این روش که یک نوع حفاظت الکتریکی می باشد؛ تجهیزات به گونه ای ساخته می شوند که تحت هیچ شرایطی در آنها جرقه ای تولید نگردد و یا گرمایی که منجر به انفجار می گردد آزاد نشود. در واقع در این تجهیزات منبع انرژی در مثلث انفجار حذف می گردد. تجهیزاتی که با این کد مشخص می شوند طبق استاندارد IEC60079-11 و یا استاندارد اروپایی EN50020 ساخته و ارائه می شوند. این استاندارد در ساخت کلیه تجهیزات اندازه گیری ، کنترل ، مخابراتی ، ترانسمیترها ، کلیه سنسورها ، Actuator ها و کلیه تجهیزاتی که با ولتاژ پایین کار می کنند به کار می رود. در این تجهیزات تغذیه به حداقل ممکن می رسد، تا در تجهیزات هیچگونه انرژی که توان لازم برای ایجاد انفجار را داشته باشد تولید نگردد. در مدارات این تجهیزات حتما باید Barrier نصب شود. (رجوع شود به مقاله Symbol (Introduction to Barriers for Intrinsically Safe Circuit). که گاهی بصورت Symbol زیر بر روی تجهیزات نمایش داده می شود.



این تجهیزات به دو گروه تقسیم می شوند:

- **ib**: مدار محافظ به گونه ای طراحی می شود که با بروز اشکال در یکی از قطعات تجهیز، مدار از حالت Safe خارج نگردد. مناسب نصب در Zone1 و Zone2 می باشند
- **ia**: مدار محافظ به گونه ای طراحی می شود که با بروز اشکال در دو قطعه از قطعات تجهیز مدار از حالت Safe خارج نگردد. در مدارات کنترلی و سنسور و ترانسمیترها ، استفاده می شوند. مناسب نصب در Zone1 و Zone2 و همچنین Zone0 می باشند. **دقت کنید که تنها تجهیزات با این استاندارد اجازه نصب در Zone0 را خواهند داشت.**

m: که معرف Encapsulation می باشد، در این تجهیزات امکان به وقوع پیوستن جرقه وجود دارد اما این تجهیزات درون کپسولهایی محافظت شده قرار می گیرند بطوریکه از ورود گازهای قابل انفجار داخل تجهیز جلوگیری شود، جنس کپسول رزین یا اپوکسی می تواند باشد. و همچنین دمای تجهیز را



در شرایط کار عادی با روشهایی کنترل می نمایند. تجهیزاتی که با این کد مشخص می شوند طبق استاندارد IEC60079-18 و یا استاندارد اروپایی EN50028 ساخته و ارائه می شوند. این استاندارد در ساخت رله و تایمرهای الکترونیکی ، لامپ تست ها ، منابع تغذیه با ولتاژ و جریان پایین ، تجهیزات کنترلی ، نمایشگرها و برخی سنسورها لحاظ می شود و مناسب نصب در ZONE1 و ZONE2 می باشند. که گاهی بصورت Symbol زیر بر روی تجهیزات نمایش داده می شود.



S : که معرف Special می باشد. این تجهیزات استاندارد معینی برای حفاظت ندارند و بیشتر به همراه تجهیزات با استاندارد m ارائه می شوند. و این کد به تجهیزاتی اطلاق می شود که استانداردهای اروپایی را دارا می باشند ولی کاملا بر آن منطبق نیستند. معمولا در Zone1 و Zone2 نصب می شوند. بیشتر در استانداردهای انگلیسی به کار می رود و در استاندارد اروپایی چندان کاربرد ندارد.

n : که معرف Non Sparking Type - n Protection می باشد، در این تجهیزات بروز اشکال در برخی قطعات قادر به ایجاد انفجار نخواهد بود. در حقیقت این تجهیزات بر خلاف نوع i با ولتاژ و جریان عادی خود کار می کنند. قطعاتی که احتمال بروز جرقه در آنها وجود دارد، به طور محکم بسته و درزگیری می شوند. سازنده این اطمینان را هم می دهد که انفجار در شرایط عادی کار تجهیز ایجاد نخواهد شد. بیشتر مناسب موتورها و چراغهای روشنایی می باشد. تجهیزاتی که با این کد مشخص می شوند طبق استاندارد IEC60079-15 و یا استاندارد اروپایی EN50021 ساخته و ارائه می شوند. **تجهیزات الکتریکی با این کد تنها مناسب نصب در Zone2 می باشند.** که گاهی بصورت Symbol زیر بر روی تجهیزات نمایش داده می شود.



برای محیطهای که با ZONE20 و ZONE21 و همچنین ZONE22 مشخص می شوند نیز استانداردهایی تعریف می شود که با حروف md , id , pd , td مشخص می گردند. که مخصوص محیطهای Dust Explosion Proof می باشند. و در سایتهای هیدروکربنی کاربرد نخواهند داشت.



Equipment Code	Description	Suitable for zones...
Ex ia	Intrinsic safety 'ia'	0, 1, 2
Ex ib	Intrinsic safety 'ib'	1,2
Ex d	Flameproof protection	1,2
Ex p	Purge/pressurized protection	1,2
Ex e	Increased safety	1,2
Ex m	Encapsulation	1,2
Ex o	Oil immersion	1,2
Ex q	Sand / powder (quartz) filling	1,2
Ex n	Type - n protection	2
Ex s	Special protection	Normally 1 and 2

کدگذاری تجهیزات بر اساس مکان نصب

کد زیر را به خاطر دارید که در ابتدای بحث به آن اشاره کردیم و بیشتر قسمت‌های آنرا به تفکیک مورد بحث قرار دادیم تنها قسمت ابتدایی کد باقی می ماند که مربوط به دسته بندی تجهیزات از لحاظ مکان نصب آنها می باشد.

II 1 G Ex ia IIC T4

کد اول مربوط به این است که تجهیز را در کدام صنعت می توانیم نصب کنیم و با نمادهای زیر بر روی تجهیزات نوشته می شود:

I : یعنی تجهیز مناسب نصب در معادن می باشد و مسایل ایمنی این صنعت را پوشش می دهد.

II : یعنی تجهیز مناسب نصب در دیگر محیطهای قابل انفجار می باشد و مسایل ایمنی آنها را پوشش می دهد

کد دوم اشاره به این دارد که مجاز به نصب تجهیز در کدام منطقه می باشیم که تقسیم بندی آنها در بخشهای قبلی به تفصیل مورد بررسی قرار گرفت. نمادهای آن به قرار زیر است:

1: یعنی تجهیز مناسب نصب در Zone0 و یا Category 1G ، می باشد. و یا مناسب نصب در Zone20 ، سایت‌هایی که دارای غبارات قابل اشتعال هستند.

2 : یعنی تجهیز مناسب نصب در Zone1 و یا Category 2G ، می باشد. و یا مناسب نصب در Zone21 ، سایت‌هایی که دارای غبارات قابل اشتعال هستند.

3 : : یعنی تجهیز مناسب نصب در Zone2 و یا Category 3G ، می باشد. و یا مناسب نصب در Zone22 سایت‌هایی که دارای غبارات قابل اشتعال هستند.



M1 : مخصوص نصب در معادن و در شرایطی که گاز قابل اشتعال معدن در محیط حضور داشته باشد قابل استفاده می باشد و لازم نیست تجهیز از سرویس خارج شود.

M2 : مخصوص نصب در معادن و در شرایطی که گاز قابل اشتعال معدن در محیط حضور داشته باشد قابل استفاده نمی باشد و لازم است تجهیز از سرویس خارج شود.

کد سوم مربوط به ماده قابل انفجار در محیط می باشد و مشخص کننده این است که تجهیز متناسب آن ساخته شده است. با دو حرف زیر بر روی تجهیز مشخص می شود:

G : یعنی ماده قابل انفجار از نوع گازها و بخارات قابل انفجار می باشد و تجهیز قابل نصب در آن محیط ها می باشد.

D : یعنی ماده قابل انفجار از نوع گرد و غبارهای قابل اشتعال است و تجهیز قابل نصب در آن محیط ها می باشد.

عبارت Ex هم به معنای Explosion Protected می باشد. در تجهیزاتی که بر اساس استاندارد IEC ارائه می شوند کدهایی که در بالا اشاره شد به کار می روند. گاهی بر روی تجهیزات یک حرف E دیگر هم دیده می شود بصورتی که در زیر می بینید، این حرف به معنای European Standard می باشد. یعنی این تجهیز بر اساس استانداردهای اروپایی ساخته شده است. در تجهیزات نصب شده در صنایع هیدروکربنی کشور بیشتر به این صورت مشاهده می گردد. اگر تجهیز آمریکایی باشد به جای این حرف، حرف A قرار می گیرد که به معنای American National Standard می باشد.



II 1 G EEx ia IIC T4

مثالهایی از نصب تجهیزات در مناطق مختلف

در انتها با ارائه نمونه هایی به این مساله می پردازیم که تجهیزات مختلف را با چه استانداردهایی مجاز هستیم در مناطق مختلف نصب نماییم.

ZONE0

در این منطقه مجاز به نصب هیچ تجهیز برقی و مدار الکترونیکی نیستیم و چنانچه ناچار به این کار باشیم تنها مجاز هستیم تجهیزات با استاندارد Ex ia را در این منطقه نصب نماییم. که بیشتر شامل



ترانسمیترها ، سنسورها و کنترل ولوها می شود. مجاز به نصب ترانسفورماتور ، موتور ، روشنایی ، جعبه تقسیم الکتریکی و سوئیچهای الکتریکی در این منطقه نیستیم.

ZONE1

در این منطقه که از نظر درصد حضور بیشترین درصد در صنایع هیدروکربنی را به خود اختصاص داده است، مجازیم تجهیزات با استانداردهای زیر را در آن نصب نماییم:

- موتورها با استاندارد Ex p و Ex d
- ترانسفورماتورها و خازنها با استاندارد Ex d
- ترانسمیترها با استاندارد Ex i
- تجهیزات کنترلی با استاندارد Ex i
- تجهیزات روشنایی با استاندارد Ex d
- جعبه تقسیم برق با استاندارد Ex d
- جعبه تقسیم ابزار دقیق با استاندارد Ex e
- تجهیزات مخابراتی و هشدار دهنده با استاندارد Ex i
- چراغ قوه و روشنایی های سیار با استاندارد Ex i

ZONE2

در این منطقه مجازیم تجهیزات را با استانداردهای زیر نصب نماییم:

- موتورها با استاندارد Ex d , Ex p , Ex e , Ex n
- ترانسفورماتورها و خازنها با استاندارد Ex p و Ex d
- ترانسمیترها با استاندارد Ex i
- تجهیزات کنترلی با استاندارد Ex i
- تجهیزات روشنایی با استاندارد Ex d , Ex e , Ex n
- جعبه تقسیم برق و تجهیزات برقی با استاندارد Ex o و Ex d
- جعبه تقسیم ابزار دقیق با استاندارد Ex e
- تجهیزات مخابراتی و هشدار دهنده با استاندارد Ex i
- چراغ قوه و روشنایی های سیار با استاندارد Ex i



IP codes: Degrees of Protection Provided by Enclosures

This standard describes a system for classifying the degrees of protection provided by the enclosures of electrical equipment. Developed by the European Committee for Electro technical Standardization (IEC), these standards are designed to numerically rate an electrical product on the level of protection its enclosure provides. By assigning different number codes, the product's degree of protection can be identified quickly and easily.

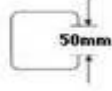

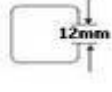


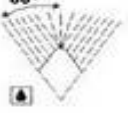
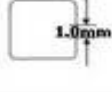





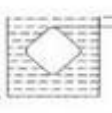

First Characteristic Numeral	DEGREE OF PROTECTION (First Number in Code)	
	Brief Description	Definition
0	Not protected	—
1	Protected against solid foreign objects of 50mm diameter and greater.	The object probe, sphere of 50mm diameter, shall not fully penetrate. ¹
2	Protected against solid foreign objects of 12.5mm diameter and greater.	The object probe, sphere of 12.5mm diameter, shall not fully penetrate. ¹
3	Protected against solid foreign objects of 2.5mm diameter and greater.	The object probe, sphere of 2.5mm diameter, shall not penetrate at all. ¹
4	Protected against solid foreign objects of 1mm diameter and greater.	The object probe, sphere of 1mm diameter, shall not penetrate at all. ¹
5	Dust-protected	Ingress of dust is not totally prevented, but dust shall not penetrate in a quantity to interfere with satisfactory operation of the apparatus or to impair safety.
6	Dust-tight	No ingress of dust.

¹ The full diameter of the object shall not pass through an opening of the enclosure



Second Characteristic Numeral	DEGREE OF PROTECTION (Second Number in Code)	
	Brief Description	Definition
0	Not protected	—
1	Protected against vertically falling water drops.	Vertically falling drops shall have no harmful effects.
2	Protected against vertically falling water drops when enclosure is tilted up to 15 °.	Vertically falling drops have no harmful effects when the enclosure is tilted at any angle up to 15° on either side of the vertical.
3	Protected against spraying water.	Water sprayed at an angle up to 60° degrees on either side of the vertical shall have no harmful effects.
4	Protected against splashing water.	Water splashed against the enclosure from any direction shall have no harmful effects.
5	Protected against water jets.	Water projected in jets against the enclosure from any direction shall have no harmful effects.
6	Protected against powerful water jets.	Water projected in powerful jets against the enclosure from any direction shall have no harmful effects.
7	Protected against the effects of temporary immersion in water.	Ingress of water in quantities causing harmful effects shall not be possible when the enclosure is temporarily immersed 1 meter in water under standardized conditions of pressure and time.
8	Protected against the effects of continuous immersion in water.	Ingress of water in quantities causing harmful effects shall not be possible when the enclosure is continuously immersed in water under conditions which shall be agreed between manufacturer and the user, but are more severe than for number 7.



IP54 = IP Letter Code _____ IP			
1st Digit _____ 5		2nd Digit _____ 4	
1st Digit	Protection from solid objects	2nd Digit	Protection from moisture
0	Non protected	0	Non protected
1	 Protected against solid objects greater than 50mm	1	 Protected against dripping water
2	 Protected against solid objects greater than 12mm	2	 Protected against dripping water when tilted up to 15°
3	 Protected against solid objects greater than 2.5mmØ	3	 Protected against spraying water
4	 Protected against solid objects greater than 1.0mmØ	4	 Protected against splashing water
5	 Dust protected	5	 Protected against water jets
6	 Dust tight	6	 Protected against heavy seas
<p>Note: EN 60529 does not specify sealing effectiveness against the following: mechanical damage of the equipment; the risk of explosions; certain types of moisture conditions, e.g. those that are produced by condensation; corrosive vapours; fungus; vermin</p>		7	 Protected against immersion up to 15m - 1m
		8	 Protected against submersion (see note)



References

www.explosionproof.ir

www.acromag.com

www.ecom-ex.com

www.icoso.co.uk

www.IAEI.org

www.exindustries.com

www.ec.europa.eu/enterprise/atex

www.Tiger-Vac.com

www.fineexlamps.com

The Basics of Explosion Protection from www.stahl.com

The Basics of Dust – Explosion Protection from www.stahl.com

Ex Digest Chapters from www.crouse-hinds.com

The Art of Intrinsic Safety from www.ronan.com

AN9003 from www.mtl-inst.com

Intrinsic safety Circuit Design from www.omega.com

Installation Guide for Hazardous Areas from www.wilcoxon.com

Official Journal of European Union for use in potentially explosive atmosphere

ATEX Directive 94/9/CE