



حفاظت تجهیزات برق (IP)



امین جوینده
کارشناس برق قدرت



امیر جوینده
کارشناس مکانیک سیالات و دکتراى مدیریت



چکیده

شاید تاکنون به دلایل مختلف واژه‌ی (IP) را در جاهای مختلف دیده یا شنیده‌اید. به عنوان مثال، فلان موتور دارای IP چند است یا فلان تابلو برای چه مکان‌هایی قابل استفاده است؟ یا ممکن است برای شما این سؤال در ذهنتان نقش ببندد منظور از IP چیست؟ در صنعت آسانسور و پله برقی قطعات و ادوات الکتریکی دارای چه IP هستند؟ ارتباط آن با شرایط محیطی و غیره چیست و دهها یا صدها سؤال دیگر که پاسخ آن را در ادامه خواهید یافت. تماماً تمام خوانندگان گرامی فرم‌های ثبت سفارش موتور و تابلو فرمان آسانسورها یا فرم‌های ثبت سفارش پله برقی و آسانسورهای پکیج را دیده‌اند که در قسمت‌های مختلف از شرایط عملکرد محصول مورد نیاز با درج واژه‌ی (IP) به همراه ۲ عدد در جلوی آن و محیطی که قرار است دستگاه‌ها و ادوات محصول مورد نیاز استفاده شود، سؤال شده است!!

کلیدواژه: آسانسور، درجه‌ی حفاظت، IP

به همین منظور در انتخاب تجهیزات الکتریکی، علاوه بر پارامترهای برقی تجهیزات از قبیل ولتاژ، آمپر، توان و ... که می‌بایست به دقت انتخاب شوند، محفظه‌ای که قطعات برقی درون آن‌ها جاسازی می‌شوند نیز، باید مناسب با شرایط مکانی و خاص هر

ادوات و تجهیزات برقی که در تأسیسات صنعتی و ساختمانی استفاده می‌شوند باید به گونه‌ای انتخاب شوند که با مکان و فضای مورد استفاده سازگاری داشته و بتوانند به نحو مطلوب و بدون ایجاد خطر مورد بهره‌برداری قرار گیرند.

صنعت انتخاب شوند.

همان طور که می‌دانید، بدنه یا محفظه‌ی ادوات الکتریکی وظیفه‌ی محافظت از قطعات درون آن را به عهده دارند و 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 برق‌دار یا متحرک جلوگیری کند.

البته دومین خاصیت بدنه‌ی حفاظت در مقابل انفجار و آتش‌سوزی است که این خواص در تجهیزات برقی و ادوات کنترل بر اساس درجات مختلفی ساخته و ارائه می‌شوند که هر یک مناسب نصب در مکان و شرایط خاصی است.

این شرایط در استانداردهای مختلف تعریف، نام‌گذاری و علامت‌گذاری می‌شوند که این نام‌گذاری‌ها معمولاً از استانداردهای IEC و یا اروپایی تبعیت می‌کنند که معروف به استاندارد ATEX هستند.

درجه‌ی حفاظت (IP)

Ingress Protection یا **International Protection rating** و **Index of Protection rating**

آنچه مسلم است، این است که محتوای IP هر سه واژه‌ی فوق را در بر دارد و مرکب از عبارت IP و دو رقم و یک حرف اختیاری است.

بر اساس تعریف استاندارد بین‌المللی IEC 60529 این کد، در حقیقت طبقه‌بندی درجات حفاظت در مقابل تماس بدن با قسمت‌های برق‌دار، ورود گرد و غبار و حفاظت در مقابل ورود آب و مایعات و اجسام خارجی به محفظه‌های (Enclosures) الکتریکی است.

سازمان IEC در نشریه‌های خود و خاصیت بالا برای بدنه، ادوات الکتریکی را به وسیله‌ی دو عدد نشان می‌دهد. عدد اول نشان دهنده‌ی درجه‌ی حفاظت دستگاه در مقابل ورود اجسام خارجی و گرد و غبار به داخل بدنه و همچنین تماس با قسمت‌ها و قطعات برق‌دار و متحرک و عدد دوم، نشان دهنده‌ی درجه‌ی حفاظت دستگاه در مقابل نفوذ آب به داخل آن است.

به این صورت با استفاده از دو عدد، درجه‌ی حفاظت تجهیزات الکتریکی در مقابل ورود اجسام خارجی و آب به داخل بدنه‌ی آن‌ها دقیقاً تعریف می‌شود.

در صورتی که دستگاهی فاقد یکی از دو خاصیت فوق باشد، به جای یکی از اعداد، از حرف X استفاده می‌شود. در این سیستم علامت‌گذاری عدد سوم که نشان دهنده‌ی مقاومت بدنه‌ی تجهیزات الکتریکی در مقابل ضربه است، مطرح است که این عدد سوم تنها در استاندارد فرانسوی 2000 UTE تعریف می‌شود (UNION TECHNIQUE , ELECTRICITE) و بیش‌تر در این کشور متداول است و هنوز در سطح بین‌المللی به کار نمی‌رود و از سوی IEC هنوز پذیرفته نشده است.

تعریف دقیق دو گروه اعداد به کار گرفته شده در این سیستم، در نشریه‌ی IEC 529 مندرج است که خلاصه‌ای از این تعاریف در جدول ۱ و ۲ در ذیل آورده شده است. نام‌گذاری بدنه‌ها طبق استاندارد IEC

| درجه حفاظت بدنه در مقابل ذرات خارجی به داخل آن | عدد اول IP |
|---|------------|
| بدون محافظت | 0 |
| محافظت شده برای ورود ذرات 50 میلیمتری و بزرگتر | 1 |
| محافظت شده برای ورود ذرات 12.5 میلیمتری و بزرگتر | 2 |
| محافظت شده برای ورود ذرات 2.5 میلیمتری و بزرگتر | 3 |
| محافظت شده برای ورود ذرات 1 میلیمتری و بزرگتر | 4 |
| محافظت شده برای ورود گرد و غبار به میزان نا مطلوب | 5 |
| محافظت کامل در مقابل ورود گرد و غبار | 6 |

در خصوص جدول شماره‌ی یک می‌توان به صورت ذیل نیز توضیح تفسیری داد به گونه‌ای که مشاهده می‌کنید:

توضیح تکمیلی جدول ۱

| درجه حفاظت در مقابل تماس و نفوذ اجسام خارجی | عدد اول IP |
|---|------------|
| حفاظتی از اشخاص در مقابل تماس با قسمتهای متحرک و باردار داخل تابلو ندارد. حفاظتی برابر نفوذ اجسام جامد وجود ندارد. | 0 |
| حفاظت در مقابل تماس اتفاقی سطح بزرگی از بن با قسمتهای متحرک یا باردار تابلو وجود دارد. حفاظت در مقابل نفوذ اجسام جامد خارجی بزرگ وجود دارد. | 1 |
| حفاظت در مقابل تماس با قسمت های متحرک و یا باردار داخل تابلو با انگشتان وجود دارد. حفاظت در مقابل نفوذ اجسام خارجی جامد بلندازه متوسط وجود دارد. | 2 |
| حفاظت در مقابل تماس با قسمت های متحرک و یا باردار داخل تابلو توسط ابزارسیم ها و یا اجسامی با ضخامت بیشتر از 2.5 میلیمتر وجود دارد. حفاظت در برابر نفوذ اجسام خارجی جامد کوچک وجود دارد. | 3 |
| حفاظت در مقابل تماس با قسمت های متحرک و یا باردار داخل تابلو توسط ابزارسیم ها و یا اجسامی با ضخامت بیشتر از 1 میلیمتر وجود دارد. حفاظت در برابر نفوذ اجسام خارجی جامد کوچک وجود دارد. | 4 |
| حفاظت کامل در مقابل تماس با قسمت های متحرک و یا باردار داخل تابلو وجود دارد. حفاظت در مقابل گرد و غبار مشروط وجود دارد؛ از نفوذ گرد و غبار به طور کلی جلوگیری نشده اما گرد و غبار نمی تواند به مقداری که در عملکرد مطلوب وسایل داخل تابلو تداخل نماید داخل تابلو شود. | 5 |
| حفاظت کامل در مقابل تماس با قسمتهای متحرک و یا باردار داخل تابلو وجود دارد. حفاظت در مقابل نفوذ گرد و غبار وجود دارد. | 6 |



A: یعنی بدنه‌ی دستگاه به گونه‌ای است که تماس با قسمت‌های برق‌دار و متحرک با پشت دست امکان‌پذیر نیست؛

B: یعنی تماس با قسمت‌های گفته شده با انگشت دست یا میله‌ای به طول ۸ cm و قطر ۱۲ mm غیر ممکن است؛

C: یعنی تماس با قسمت‌های گفته شده به وسیله‌ی ابزار تعمیراتی مثلاً آچار یا میله‌ای به طول ۱۰ cm و قطر ۲,۵ mm امکان‌پذیر نیست؛

D: یعنی تماس با قسمت‌های گفته شده به واسطه‌ی تکه سیمی به طول ۱۰ cm و قطر ۱ mm امکان‌پذیر نیست.

سازمان IEC به منظور نشان دادن اطلاعات بیش‌تری در مورد بدنه‌ی ادوات چهار حرف دیگر را نیز تحت عنوان حروف تکمیلی (Supplementary Letter) پیشنهاد کرده که تفسیر هر کدام از آن‌ها به شرح ذیل است:

HV: یعنی دستگاه مورد نظر، دستگاه فشار قوی است؛ (**HIGH VOITAGE**)

M: یعنی درجه‌ی حفاظت دستگاه در مقابل ورود آب به داخل آن موقعی آزمایش شده است که دستگاه برق‌دار و در حال کار بوده است؛ (**MOTION**)

S: یعنی درجه‌ی حفاظت دستگاه در مقابل ورود آب به داخل آن زمانی آزمایش شده که دستگاه متوقف بوده است؛ (**STATIONARY**)
Ω: یعنی دستگاه دارای حفاظت اضافی برای شرایط آب و هوایی مشخص است. (**WEATHER PROTECTED**)

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

به عنوان مثال اگر دستگاهی با **IP31D** علامت‌گذاری شده باشد، همه‌ی خواصی که برای **IP31** تعریف شده را خواهد داشت (یعنی درجه‌ی حفاظت دستگاه به منظور جلوگیری از ورود اجسام خارجی به داخل آن در حد ۳ و درجه‌ی حفاظت همان دستگاه برای جلوگیری از ورود آب به داخل آن در حد درجه‌ی یک است)؛ به علاوه‌ی این که اگر تکه سیمی به طول ۱۰ cm و قطر ۱ mm از درون سوراخ‌های بدنه به داخل آن رانده شود، به قطعات برق‌دار و متحرک برخورد نخواهد کرد. (بدنه‌ی دستگاه به این شکل طراحی و ساخته شده است.)

در صورتی که بر حسب شرایط محیطی مانند نفوذ گرد و خاک و رطوبت در فرایند بهره‌برداری از دستگاه و ادوات مدنظر، تأثیرگذار باشد، حداقل درجه‌ی حفاظت دستگاه باید **IP54** تعیین شود که مطمئناً چندین بار این واژه را در صنعت آسانسور در فرم سفارش تابلو فرمان یا سیستم محرکه (موتورهای گیربکس‌دار یا موتورهای گیرلس) با آن مواجه شده‌اید. گفتنی است تنها شرایط محیطی، محدود به رطوبت و گرد و خاک نیست و میزان گازهای قابل انفجار در هوا و..... می‌تواند مدنظر باشد.

حال اگر درجه‌ی حفاظت بدنه‌ی دستگاهی که **IP21CS** علامت‌گذاری شده باشد به این معنی است که:
(۱) عدد دو یعنی ذرات بزرگ‌تر از ۱۲,۵mm به داخل دستگاه نفوذ نمی‌کند؛

| عدد نوم IP | درجه حفاظت بدنه در مقابل ورود آب به داخل آن |
|------------|---|
| 0 | بدون حفاظت |
| 1 | حفاظت شده در برابر ریزش چکه‌های عمودی آب بر بدنه |
| 2 | حفاظت شده در برابر ریزش چکه‌های عمودی آب بر بدنه وقتی دستگاه تا ۱۵ درجه جابجا شود |
| 3 | حفاظت شده در برابر ریزش باران عمودی آب با زاویه تا ۶۰ درجه بر بدنه |
| 4 | حفاظت شده در برابر بارش آب از هر جهت و هر زاویه‌ای بر بدنه |
| 5 | حفاظت شده در برابر پاشیدن آب با فشار از هر جهت بر بدنه |
| 6 | حفاظت شده در برابر پاشیدن آب با فشار زیاد از هر جهت بر بدنه |
| 7 | حفاظت شده در برابر فواره‌ور شدن موقتی دستگاه در آب |
| 8 | بدنه کاملاً آب‌بندی شده و مناسب استفاده دائم در زیر آب |

جدول تکمیلی زیر، موارد مربوط به جدول (۲) را روشن‌تر خواهد کرد:

توضیح تکمیلی جدول ۲

| عدد نوم IP | حفاظت در مقابل نفوذ آب و مایعات |
|------------|--|
| 0 | حفاظتی وجود ندارد. |
| 1 | حفاظتی در مقابل قطرات آب مترکمه وجود ندارد. قطرات آب مترکمه نباید اثر مفرطی بر روی تابلو یا قسمت‌های الکتریکی داشته باشد. |
| 2 | حفاظت در مقابل قطرات مایع وجود دارد. مایعی که تابلو با زاویه نسبت به حالت عمودی قرار گرفته، قطرات مایع که بر روی تابلو می‌ریزد نباید آسیبی به تابلو و ادوات الکتریکی برساند. |
| 3 | حفاظت در برابر باران وجود دارد. آب باران در زاویه مساوی و کوچکتر نسبت به حالت عمودی نباید هیچگونه آسیبی به تابلو و ادوات الکتریکی برساند. |
| 4 | حفاظت در مقابل پاشیدن آب وجود دارد. مایع پاشیده شده از هر جهت نباید به تابلو و ادوات الکتریکی آسیب برساند. |
| 5 | حفاظت در مقابل پاشیدن آب تحت فشار وجود دارد. آب پاشیده شده از یک شیلنگ فشار بالا از هر جهت نباید آسیبی به تابلو برساند. |
| 6 | حفاظت در مقابل شرایط موجود در عمده کشتی‌نشان و مکانهای مشابه وجود دارد. آب دریا در هنگام طوفان نباید داخل تابلوها و ادوات الکتریکی تحت شرایط پیش‌بینی شده شود. |
| 7 | حفاظت در مقابل فواره‌ور شدن در آب وجود دارد. نباید امکان ورود آب به داخل تابلو یا ادوات الکتریکی تحت شرایط پیش‌بینی شده فشار و زمان وجود داشته باشد. |
| 8 | حفاظت در مقابل فواره‌ور شدن در آب برای مدت زمان نامشخص تحت فشار مشخص شده وجود دارد. |

همان‌گونه که ملاحظه نمودید، عدد اول نشان دهنده‌ی حفاظت دستگاه در مقابل ورود اجسام به داخل بدنه است و در مواردی که تعریف دقیقی از این خاصیت یعنی حفاظت در برابر تماس با قطعات برق‌دار و متحرک مدنظر باشد، از چهار حرف که به انتهای علامت **IP** اضافه می‌شوند، استفاده می‌گردد. این حروف را **IEC** حروف اضافی (**Additional letter**) نامیده است که تفسیر هر یک از حروف به قرار زیر است:





۲) عدد یک یعنی ریزش چکه‌های عمودی آب بر روی دستگاه آسیبی به آن وارد نخواهد کرد؛

۳) حرف C یعنی آچار یا میله‌ی ۱۰ cm به قطر ۲,۵ mm در صورتی که به داخل دستگاه راه یابد، به قطعات برق‌دار و یا متحرک برخورد نمی‌کند.

۴) حرف S یعنی درجه‌ی حفاظت دستگاه موردنظر در مقابل ورود آب به داخل آن هنگامی که دستگاه خاموش بوده است آزمایش شده است.

این سیستم نام‌گذاری و علامت‌گذاری بدنه‌ی تجهیزات و ادوات الکتریکی در استاندارد IEC به تفصیل توضیح داده شده است، که علاوه بر کدهای بالا برخی اوقات از SYMBOL هایی برای مشخص کردن این حفاظت استفاده می‌شود.

حال با ارائه‌ی توضیحات بالا در مورد درجه‌ی حفاظت IP توضیحات مختصری در مورد ادوات و قطعاتی که به صورت عمده در صنعت آسانسور با آن سر و کار داریم، می‌پردازیم.

موتورها

درجه‌ی حفاظت موتورهای الکتریکی که در فضای باز نصب می‌شوند باید به گونه‌ای باشد که از ورود گرد و خاک به حد نامطلوب و همچنین از ورود آب یا رطوبت به داخل موتور هنگام بارندگی و یا شستشوی محوطه جلوگیری کند. بنابراین، حداقل درجه‌ی حفاظت IP54 برای موتورهای نصب شده در فضای باز انتخاب مطلوبی است.

در صورتی که موتور در معرض تابش مستقیم آفتاب یا بارش باران باشد، بهتر است پوششی مانند سایه‌بان در بالای موتور قرار گیرد. سازمان IEC چنین حفاظتی را WEATHER PROTECTED نامیده که با حرف W مشخص می‌شود. بنابراین، درجه‌ی حفاظت موتورهایی که در فضای باز و در معرض آفتاب هستند IP54W خواهد بود. برای فضاهای بسته که تا حدی از ورود گرد و خاک جلوگیری می‌شود، در صورتی که از نظر وجود هیدروکربن ایمن باشد، می‌توان از موتورهای با درجه‌ی حفاظت IP44 استفاده کرد.

گفتنی است درجه‌ی حفاظت موتورهای آسانسورهای که در ساختمان‌های مسکونی در اکثر شهرهای کشور نصب می‌شود دارای IP21 هستند. موتورهایی که در تأسیسات دریایی یا بندر و ... با اقلیم مشابه مثلاً سکوهای نفتی نصب می‌شوند باید در مقابل ورود آب به داخل بدنه مقاومت بیشتری داشته باشند؛ به همین دلیل حفاظت موتورهای تأسیسات دریایی یا آسانسوری که در شرایط اقلیمی موردنظر هستند حداقل IP55 و ترجیحاً IP56 توصیه می‌شود. درجه‌ی حفاظت جعبه‌ی اتصال کابل‌ها به موتور در مقابل نفوذ آب معمولاً یک درجه بیشتر از درجه‌ی حفاظت موتور انتخاب می‌شود. بنابراین، برای موتورهای با بدنه‌ی IP55 جعبه‌ی اتصال کابل‌ها IP56 پیشنهاد می‌شود.

تابلوی برق و تابلوی فرمان

تابلوهای برق و تابلوی فرمان‌های آسانسورهای امروزی در مکان‌های که در داخل ساختمان‌ها و موتورخانه‌های مسقف نصب می‌شود، از نظر ورود اجسام خارجی و آب به داخل آن‌ها به درجه‌ی حفاظت بالا

نیازی نخواهند داشت (به دلیل محیط ایمن این مکان‌ها) و درجه‌ی حفاظت IP21 کافی است و در صورتی که تابلوهای برق در فضای باز صنعتی و در معرض باد و باران نصب می‌شوند، درجه‌ی حفاظت بدنه‌ی آن‌ها می‌بایست از نوع IP65 انتخاب شود.

در نتیجه، باید اعلام کرد علاوه بر مشخص کردن آن‌چه که در بالا به عنوان IP تعریف شده ضروری است، مشخصات دیگری نیز برای بدنه‌ی دستگاه‌های الکتریکی تعریف شود، زیرا IP یک دستگاه فقط درجه‌ی حفاظت دستگاه را در مقابل ورود اجسام خارجی و آب مشخص می‌کند.

خطراتی مانند خطر آتش‌سوزی و انفجار در فضای محتوی هیدروکربن و ... که برای پاسخ به آن نیازمند شناخت فضای عملیاتی و انتخاب تجهیزات برقی مناسب است که در مباحث آتی سعی بر شناخت و دسته‌بندی سایر استانداردها و آیین‌نامه‌ها در مورد ادوات برقی خواهد شد.

منابع

IEX

EN81-20

BS EN 81-20:2014

Ελεπτορ Ωρορδ Μαγαζίνε

سایت‌ها و نشریات معتبر رشته‌ی برق و مکانیک