ساختمان های اداری

نیازمندیهای عمومی

ساختمانهای اداری علاوه بر توان لازم برای روشنایی، نیاز به مقدار قابل توجهی انرژی برای تغذیه تجهیزات فنی مثل دستگاههای تهویه، آسانسورها و غیره، دارند. اگرچه با توجه به تکنولوژی لامپهای کم مصرف و مدیریت انرژی توان لازم برای روشنایی کاهش یافته است، اما توان لازم برای تجهیزات فنی و تهویه مطبوع در ساختمانها، افزایش یافته است.

- **استانداردها**: استانداردهای **EN** مربوطه و اسناد هماهنگ شده **CENELEC** به همراه یادداشتهای مربوطه به کشورهای محل مورد نصب، باید همواره مورد توجه باشند. برای تاسیسات تا ولتاژ **1000V**، این استانداردها**Hamonization Document 384** یا **EN60384**هستند. این استانداردها معادل انتشارات **IEC364** با بخشهای مجزا و نیز **DIN VDE 0100** در آلمان، می باشند. استانداردهای مربوط به سرویسهای ایمنی نیز باید مورد توجه باشند (در آلمان: **DIN VDE 0107** برای بیمارستانها و **DIN VDE 0108** برای ساختمانهایی با امکانات مشترک). هر دو استاندارد در حال حاضر هماهنگ شده و در **HD 384** مجتمع شده اند.
- **اتصال ساختمانها**: در آلمان، هنگام اتصال ساختمانها به سیستم منبع توان بخش عمومی، باید شرایط فنی اعلام شده از طرف سازمان عمومی مربوطه، رعایت شود.

ساختمانهایی با مصرف انرژی تقریباً **300kw** یا بالاتر، باید معمولاً به سیستم فشار قوی تاسیسات بخش عمومی، متصل شوند. یعنی به یک ایستگاه فرعی فشار قوی و ترانسفورمر نیاز خواهد بود. معمولاً این ایستگاه فرعی در یکی از طبقات پایین ساختمان نصب می شود.

- **ساختمانهای بلند مرتبه**: معمولاً در ساختمانهای بلند مرتبه، تجهیزات با مصرف توان بالا در طبقات بالای ساختمان وجود دارد. مثلاً موتورها یا موتور-ژنراتورها برای آسانسور، بخشهایی از سیستم تهویه و غیره. براساس مفاهیم مربوط به بهره وری، توان الکتریکی باید با بالاترین ولتاژ ممکن به مراکز بار انتقال یابند. در نتیجه ترانسفورمرها نیز در طبقات بالا در صورت نیاز در یک طبقه میانی نصب می گردند.(شکل ۱-۱-۱)

امروزه، این راه حلها با استفاده از ترانسفورمرهای خشک و عایق ضدشعله و رزین خود اطفا و تجهیزات کلید زنی بدون روغن، میسر شده است.

- **سیستمهای منبع توان**: اندازه سیستم منبع توان به مساحت زیربنا، طول کابلهای تغذیه و انواع بار، بستگی دارد. در طول مرحله طراحی پروژه باید به انواع زیر توجه شود:
  - منبع توان اصلی
  - منبع توان بار

منبع توان اصلی، توان را از تابلوی توزیع فشار ضعیف اصلی به تابلوهای فرعی و تابلوهای طبقات، منتقل می کند. این عمل توسط کابلها و شینهای اصلی انجام می شود. منبع توان بار، توان را در طبقات یا در بخشهای مستقل توان به مصرف کننده نهایی، انتقال می دهد.

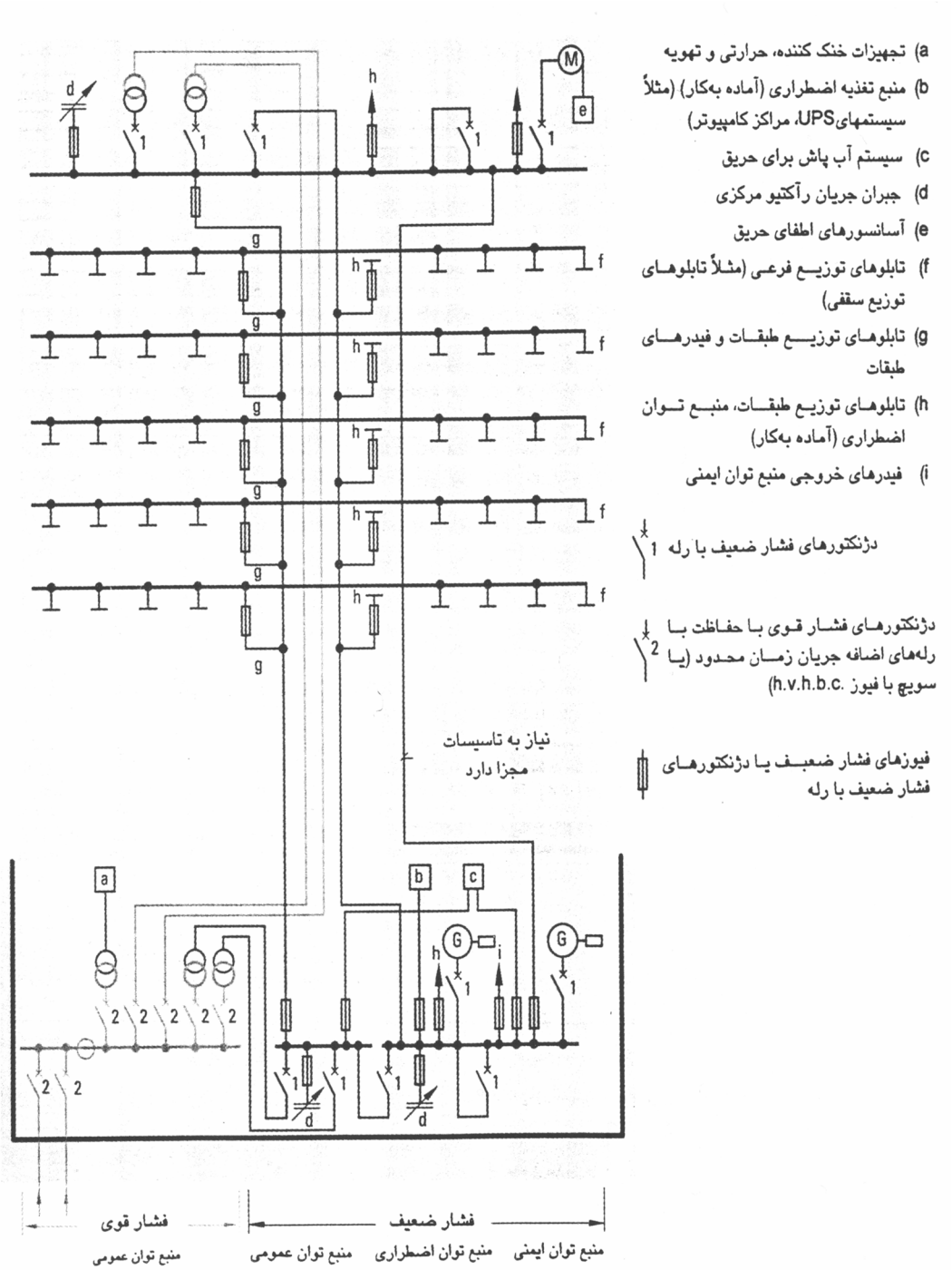
منبع توان اصلی

فاکتورهایی نظیر اندازه و شکل ساختمان، تعداد اتاقها و طبقات یا بخشهای منبع و موقعیت آنها، تعیین کننده آرایش کابلهای منبع توان هستند (شکل ۲-۱-۱)

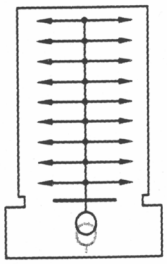
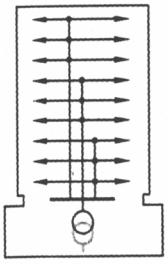
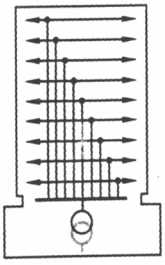
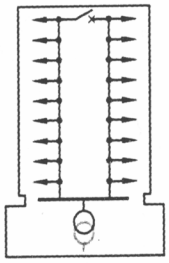
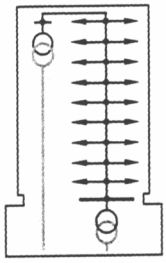
در ساختمانهای بلند و چند طبقه، کابلهای منبع توان اصلی از پایین ساختمان به صورت خطوط اصلی نصب می شوند. این خطوط در فواصلی نصب می گردند که ساختمان را به بخشهای تغذیه مستقل، تقسیم می کنند. (شکل ۳-۱-۱)

- **فیدرهای طبقات و تابلوهای توزیع**: برای این خطوط اصلی، یک یا چند محل که فیدرهای طبقات یا تابلوهای توزیع طبقات را بتوان نصب کرد، در نظر گرفته می شوند. این عمل برای جداسازی فیزیکی از یکدیگر به کار می رود.

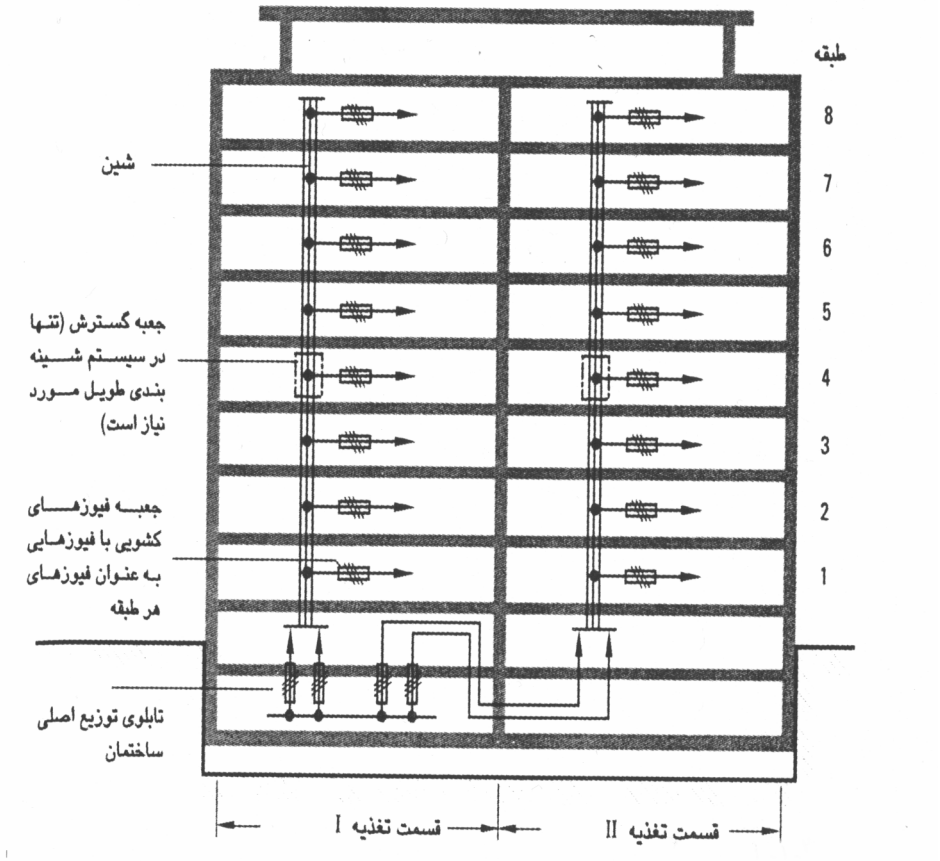
استفاده از سیستمهای توزیع شین، در سطح گسترده ای به جای کابلها و هادیهای با مقاطع بزرگ و کابلهای موازی، افزایش یافته است. در این سیستمها، نمونه های تست شده استاندارد با جریانهای نامی استاندارد، ترجیح داده می شوند.



شکل ۱-۱-۱: نمودار بلوکی نمایش دهنده منبع توان اصلی در یک ساختمان بلند مرتبه اداری

نوع منبع توان اصلی / فشار ضعیف / فشار قوی	a) پیوسته	b) گروههای تغذیه	c) تغذیه منفرد	d) تغذیه حلقوی	e) ورودی دو گانه
					
کاربرد	برای نیازمندیهای کم با توجه به ایمنی تغذیه	در حالت شینهای اصلی مطابق شکل a، مقاطع بسیار بزرگ یا تعداد زیادی از هادیهای موازی مورد نیاز خواهد بود.	در صورتی که طبقات مورد استفاده مصرف کنندگان متفاوت باشد. مثل حالت تغذیه مستقل و اندازه گیری مشترک در همکف.	برای ساختمانهای اداری نظیر ساختمانهای بلند مرتبه که به سطح ایمنی بالایی نیاز است (با و بدون سیستم انتقال اتوماتیک).	در ساختمانهای بلند مرتبه با مراکز بار در طبقات فوقانی مثل سیستمهای آسانسور، سیستمهای تهویه مطبوع، آشپزخانه.
مزایا	حداکثر بارهای طبقات متفاوت با زمانهای متغیر، یکدیگر را جبران می‌کنند.	اگر یکی از شینهای اصلی معیوب باشد، فقط یک گروه تغذیه تحت تاثیر قرار می‌گیرد. رفع عیب محدود به یک گروه تغذیه می‌شود.	وقفه در تغذیه، فقط یک طبقه را متاثر می کند.	سطح بالای ایمنی تغذیه. در صورتی که شین اصلی به‌طور مناسبی محاسبه شده باشد و نقاط تقاطع و کلیدزنی نصب شده باشند (مثل تای بریکرهای کنترل شده از راه دور) در صورت وقوع خطا، می‌توان قطعه معیوب را ایزوله و تغذیه را حفظ نمود. در حالت e، تلفات سیستم پایینی را که حاصل از ورودی دوگانه در مراکز بار است، را نیز باید در نظر گرفت. مزایای وابسته به ورودی دوگانه با انتقال رزرو، باعث پذیرش همگانی به عنوان منبع توان اصلی در ساختمانهای بلند مرتبه شده است.	
معایب	ایمنی تغذیه پایین، در صورت آسیب دیدن شین اصلی، تغذیه همه طبقات قطع می‌گردد.	حداکثر بارهای طبقات مختلف با زمانهای متغیر، فقط در یک گروه یکدیگر را جبران می‌کنند. شینها باید برای حداکثر بار یک گروه تغذیه محاسبه شوند.	حداکثر بارهای طبقات مختلف با زمانهای متغیر، یکدیگر را جبران نمی‌کنند. هر شین باید طبق حداکثر بار طبقه مورد نظر محاسبه شود.		
نکات	سیستمهای منبع توان در حومه‌ها و شهرهای بزرگ و غیره، معمولاً سیستمهای TN هستند. برای اطمینان از سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)، تمام اتصالات حلقوی مورد استفاده در اتصال ساختمانها، به صورت سیستمهای TN-S با هادیهای N و PE جداگانه، آرایش می‌شوند (بخش ۳-۱-۱).			مطابق نمونه‌های a و c، منبع حلقوی و ورودی دوگانه، غالباً برای کاهش جریانهای ساختمان، به صورت سیستمهای TN-S با هادیهای N و PE جداگانه، آرایش می‌شوند. برای تجهیزات انتقال باید از تجهیزات کلیدزنی چهار قطبی، استفاده شود (هم کلیدهای فیدر خروجی هم تای بریکرها).	

شکل ۲-۱-۱: مروری بر انواع ممکن منبع توان اصلی



شکل ۳-۱-۱: تغذیه الکتریکی یک ساختمان بزرگ با قسمتهای تغذیه جداگانه از طریق سیستم شینه بندی

منبع توان UPS اضطراری: اگر علاوه بر بارهای عمومی، بارهای حساس نظیر سیستمهای **IT** و غیره به سیستم منبع توان متصل شده باشند، استفاده از یک ژنراتور یا سیستم **UPS** مرکزی توصیه می گردد. برای این منظور، تامین یک سیستم شین ثانوی (شکل ۱-۱-۱) که از منابع تغذیه اضطراری، تغذیه می شود، مفید خواهد بود.

- **منبع توان ایمنی**: مطابق **DIN VDE 0108** و **DIN VDE 0107** (همانطور که در اسناد هماهنگ سازی **HD 384 Part 7** آمده است)، برای تغذیه تجهیزات ایمنی مهم، استفاده از منبع توان ایمنی مستقل لازم است. نمونه ای از این تجهیزات عبارتند از: روشنایی ایمنی، سیستمهای اطفای حریق، آسانسورهای اطفای حریق و غیره. برای این منظور باید سیستم منبع توان مستقلی از منبع توان عمومی، در نظر گرفته شود. برای تجهیزات انتقال (مثل کابلها، هادی ها، شینها) باید از سیستمهای با دوام استفاده گردد.
- **محاسبه تجهیزات انتقال**: هنگام محاسبه تجهیزات انتقال بین تابلوی اصلی و تابلوهای فرعی یا تابلوهای طبقات، باید به موارد زیر توجه کرد:
  - حفاظت در برابر اضافه بار
  - حفاظت در هنگام وقوع اتصال کوتاه
  - حفاظت در برابر شوک الکتریکی در هنگام تماس غیر مستقیم
  - تطابق با حداکثر افت ولتاژ مجاز
  - رفتار سلکتیو نسبت به تجهیزات بالا دست و پایین دست

برای محاسبه حداکثر جریان مورد انتظار بار **(I_B)** و جریان نامی برای خطوط تغذیه توان اصلی و شینها باید بدین صورت عمل نمود: حاصلضرب بارهای اتصال یافته هر بار مستقل در ضرایب همزمانی قطعات مستقیم سیستم

اطمینان از آنکه گروههای خاصی از بارها، همزمان سوئیچ نشوند، اهمیت دارد. غالباً توصیه می گردد، مقادیر بارهای مستقل در مدت ۲٤ ساعت بصورت یک نمودار ترسیم گردد.

- **دستگاه حفاظت اضافه بار/ اضافه جریان**: مطابق **HD384.4.43/DIN VDE 0100-430** در ابتدای مدار وجود یک دستگاه حفاظت اضافه بار، همواره لازم است. تنها در صورتی که مدار برای مجموع بارهای اتصال یافته طراحی شده باشد، می توان دستگاه حفاظتی را حذف نمود. در عمل اینکار فقط در موارد خاصی توصیه می گردد، زیرا سیستمهای فشار ضعیف غالباً در معرض خطاهایی نظیر اتصال کوتاه با مقادیر امپدانس بسیار بالا در محل نقص می باشند.

در حالت تغذیه حلقوی یا ورودی دوگانه با انتقال رزرو، اگر در هنگام بروز نقص نیاز به تغذیه تعدادی از تابلوهای توزیع فرعی وجود داشته باشد، جریان نامی محاسبه شده برای سیستم، مجموع جریانهای بار هر دو مدار خواهد بود.

- **ظرفیت رزرو در هنگام وقوع خطا**: هنگام طراحی سیستم تغذیه، علاوه بر اطمینان از تامین ظرفیت رزرو کافی در هنگام وقوع خطا، باید به تحولات آینده و امکانات توسعه نیز توجه نمود. جریان نامی **(I_n)** دستگاه حفاظتی مورد نیز برای حفاظت اضافه بار (فیوز یا دژنکتور با رله) باید بزرگتر یا مساوی با حداکثر جریان بار **(I_B)** باشد: $I_n \geq I_B$

- **حفاظت اضافه بار کابلهای موازی**: در صورتی که با در نظر گرفتن جریان بار، نیاز به استفاده از کابلهای موازی در سیستم خطوط تغذیه اصلی یا باس بارها باشد،

این کابلها باید در برابر اضافه بار حفاظت شوند. این حفاظت می تواند بصورت مستقل و در موارد خاص با استفاده از یک دستگاه حفاظتی مشترک انجام شود. در صورتی که از سه یا تعداد بیشتری کابل موازی استفاده شده باشد، فیوزها باید فقط در ابتدا و انتهای خطوط تغذیه نصب شوند.

حداکثر ظرفیت عبور جریان مجاز **(Iz)** هادیها باید بزرگتر از جریان نامی **In** دستگاه حفاظتی مورد استفاده باشد: این جریان خود باید بزرگتر از حداکثر جریان بار باشد:

Iz≥In≥Ib

- **ظرفیتهای عبور جریان**: ظرفیت عبور جریان برای کابلها و هادیها در مشخصات ارائه شده توسط تولید کنندگان و یا در استانداردهای ملی و **EN**، مشخص گردیده اند (در آلمان **DIN VDE 0293 Part 2** و **DIN VDE 0100-430** و **DIN VDE 0298 Part 4**) این استانداردها برای حالت استفاده از کابلها و هادی ها در شرایط عملیاتی متفاوت، ضرایب کاهش را مشخص کرده اند. این ضرایب کاهش باید در هنگام محاسبه ظرفیت عبور جریان مجاز کابلها و هادیها، مورد توجه قرار گیرند. ظرفیت عبور جریان و ضرایب کاهش در انتشارات زیمنس کابلهای توان و کاربرد آنها نیز مورد بحث قرار گرفته اند.

- **حفاظت اتصال کوتاه**: هنگام استفاده از تجهیزات حفاظتی، هادی مورد استفاده باید دارای ظرفیت عبور جریان مناسب باشد. باید توجه داشت که جریان تحریک **I2**

(جریان تست بزرگ) دستگاه حفاظتی از جریان نامی به اندازه ضریب **1.45** (یا بیشتر)بزرگتر می باشد: **Iz≥I2/1.45≥In. X/1.45**

- **In.X** جریان تحریک دستگاه حفاظتی، **X≥1.45**
- سطح مقطع هادی انتخاب شده باید در رابطه زیر صدق نماید:
- $K^2.S^2 \geq I_k^2.t_k$
- **K** ضریب جنس برای عایق و ماده هادی، **S** سطح مقطع هادی برحسب **mm^2**
- $I_k^2.t_k$ توان عبوری دستگاه حفاظتی هنگام زمان قطع اتصال کوتاه **t_k** .
- از آنجایی که معادله فوق در محدوده زمانی ۵-۰ ثانیه تعریف شده است، کمترین جریان اتصال کوتاه در انتهای هادی باید در اندازه کافی بزرگ باشد تا کارکرد مطمئن دستگاه حفاظتی تضمین شده و بتواند در ۵ ثانیه قطع نماید. در صورتی که هادی های **N** و **PE** دارای سطوح کاهش یافته باشند، باید در هنگام محاسبه سیستم به این موضوع توجه داشت.

- **حفاظت در برابر شوک الکتریکی هنگام تماس غیر مستقیم**: حفاظت در برابر شوک الکتریکی در هنگام تماس غیر مستقیم باید مطابق **HD 384.441/IEC 60364-4-41/DIN VDE 0100-410** صورت گیرد. این حفاظت به وسیله قطع اتوماتیک برای کمترین جریان خطا در انتهای مدار انجام می شود.

در صورتی که کمترین جریان خطا بیش از اندازه کوچک باشد، باید اندازه امپدانس حلقه هادی در مسیر انتقال، کاهش و در نتیجه سطح مقطع افزایش یابد.

در حالتهای مسیرهای طولانی کابل، نمونه هایی با هادیهای کامل **PEN** و **PE**، معمولاً در قیاس با نمونه های هادی های **PE** و **PEN** کاهش یافته، مقرون به صرفه است. مزیت دیگر این روش کاهش مقدار ماده قابل احتراق در واحد سطح در طول مسیر کابل می باشد.

- **استفاده از دژنکتور**: بطور خاص در حالت مسیرهای طولانی، استفاده از دژنکتور با رله های زمانی معکوس کوتاه مدت، نسبت به فیوز اقتصادی تر می باشد.
- **بررسی سلکتیویته**: استفاده از تجهیزات حفاظتی سلکتیو در کل ناحیه زمان-جریان برای جریانهای خطای ممکن، زمانهای قطع سیستم منبع توان را بطور قابل ملاحظه ای، کاهش می دهد (محل خطا سریعتر شناسایی می گردد). این عمل هم سطح ایمنی تغذیه را افزایش داده و هم کیفیت منبع را ارتقاء می دهد.

در صورتی که سلکتویته، فقط برای بخشی از مدار بررسی و تایید گردد، این حالت سلکتیویته نسبی گفته می شود. اگر در سیستمهایی با سلکتیویته نسبی از فیوز استفاده شده باشد، پس از وقوع نقص، برای جلوگیری از قطع اشتباه مجدد حاصل از خسارات قبلی، باید تمام فیوزهای بخش غیر سلکتیو، متاثر مدار را تعویض نمود.

- **سلکتیویته کامل در منبع توان ایمنی**: بررسی و تایید سلکتیویته کامل در تمام سیستمهای توان منبع برای خدمات ایمنی باید انجام شود.

ملاحظات ساختمانی لازم

- **طراحی محل و فضای نصب**: هنگامی که نقشه های یک ساختمان ترسیم می گردند، لازم است که نیازمندیهای مربوط به فضای نصب قطعات سیستمهای الکتریکی و محل نصب و نیز در صورت امکان مسیرهای انتقال، با آرشیتکت هماهنگ گردد.

بمنظور جلوگیری از ایجاد تغییرات هزینه بر، لازم است که موارد مربوط به ساختار تاسیسات الکتریکی نظیر مسیرهای عبور توان، فضای لازم برای قطعات بزرگ و غیره در مراحل ابتدایی طراحی در نظر گرفته شوند.

مقررات مربوط به ساختمان در کشور (در آلمان مقررات مربوط به ایالات فدرال) و خصوصاً مقررات مربوط به حفاظت در برابر حریق، انتشار و کنترل آلودگی آب باید در نظر گرفته شوند.

- **ضمیمه DIN VDE 0108 Part1**، شامل مقررات مربوط به ساختار نواحی عملیاتی تاسیسات الکتریکی **(EltBauVo)** و توصیه نامه عمومی در مورد نیازمندیهای مربوط به حفاظت در برابر آتش سوزی در آلمان می باشد.

- **نواحی عملیاتی برای ترانسفورمها و سازه های ادوات سویچ**: دسترسی به نواحی عملیاتی برای ترانسفورمرها و سازه های ادوات سویچ باید ساده و مطمئن باشد. همچنین در مواقع اضطراری باید امکان خروج بدون تاخیر از نواحی عملیاتی وجود داشته باشد. هنگام برپایی نواحی عملیاتی باید به **DIN VDE0100Part 731** (ولتاژهای

اسمی کوچکتر از ۱kv) و **prEN 50179/DIN VDE 0101** توجه داشت. هنگام تعیین ابعاد نواحی عملیاتی باید به فواصل عرض و طول راهروها و ارتفاع گذرگاهها نسبت به اندازه سازه های ادوات سویچ و تابلوهای توزیع، توجه کرد.

- **داکتها و مسیرهای کابل**: تعداد داکتها و آرایش آنها براساس سیستم منبع توان تعیین می شود. شکل و اندازه داکتها به نوع و تعداد کابلها و سیستم توزیع شین به کار رفته در خطوط منبع توان اصلی، بستگی دارد. داکتها و مسیرهای عبوری از سقف باید به تایید مهندس سازه برسد.
- **مقاومت در برابر آتش**: برای جلوگیری از گسترش آتش سوزی و خسارات ناشی از انفجار گازها، باید تمام منافذ گذرگاهها در دیوارهای ضد آتش، بطور کامل آب بندی گردند. این عملیات طبق درجه بندی های مقاومت در برابر آتش، انجام می شود.
- **ریلهای نگهدارنده**: برای نصب مستحکم و سریع کابلها و سیستمهای توزیع شین، در عمل ثابت شده است که نصب ریلهای افقی درون بتون در مراحل ساخت بسیار مفید می باشد. فاصله بین ریلهای افقی باید محاسبه و تعیین گردد. در صورت نیاز باید نسبتهای اتصال در خطوط منبع توان اصلی در نظر گرفته شوند.
- **مسیرهای حمل و نقل در ساختمانها**: مسیرهای حمل و نقل و در صورت لزوم آسانسورهای باری با ظرفیت کافی باید در مرحله طراحی در نظر گرفته شوند. این امکانات برای حمل ترانسفورمرها، سازه های ادوات سویچ، ژنراتورها و غیره به طبقات فوقانی ساختمان در نظر گرفته می شوند.

- **اتصال زمین در ساختمان**: هنگام زیربنای ساختمان می توان بدون صرف هزینه های اضافی ، حلقه های هادی اتصال زمین را در اطراف ساختمان و یا در فونداسیونها جانبی، نصب نمود. یک شبکه توری درشت اتصال زمین به حلقه هادی های اتصال زمین، جوش داده می شود. علاوه بر این حلقه هادی اتصال زمین به لوله کشی هادی داخل ساختمان، میل گردهای داخل بتون و غیره متصل می گردد.

- **سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)**: نیازمندیهای اتصال زمین باید هرچه سریعتر، مشخص گردند. هنگام طراحی تاسیسات الکتریکی، مفهوم سازگاری الکترومغناطیسی شامل حفاظت داخل و خارجی در برابر صاعقه، حفاظت در برابر شوک، حذف تداخل رادیویی و اختلال سیستم با در نظر گرفتن ایمنی سیستمها و تجهیزات به کار رفته، می باشد. یک طرح صحیح سیستم منبع توان (ترجیحاً با آرایش سیستم **TN-S** با هادی **N** و **PE** مستقل)برای تضمین سازگاری الکترومغناطیسی ضروری است.

بدین ترتیب از مراحل هزینه بر اصلاحات و تصحیح (در صورتی که امکان پذیر باشد) جلوگیری خواهد شد.

منبع توان بار

- **تابلوهای توزیع طبقات**: انتقال قدرت از منبع توان اصلی به منبع توان بار، توسط تابلوهای توزیع طبقات صورت می گیرد. این تابلوهای توزیع شامل تجهیزات حفاظتی نظیر فیوزها و دژنکتورهای مینیاتوری لازم برای منبع توان بار یک بخش خاص

(مثل یک طبقه) و تجهیزات کنترل ضروری دیگر می باشد. غالباً اندازه تابلوهای توزیع به اندازه بخش تغذیه مورد نظر، نوع توزیع (مرکزی و غیر مرکزی) نوع تجهیزات مصرف کننده جریان و دستگاههای کنترل، بستگی دارد. بعلاوه وجود سیستم های **IT** (مثل دستگاههای کلید زنی تلفن) نیز از فاکتورهای مهم تعیین اندازه تابلوهای توزیع است.

- **استانداردها**: نصب تابلوهای توزیع مطابق استانداردهای مهندسی تاسیسات توان می باشد، این استانداردها عبارتند از:

EN60439-1/03/IEC 60439-1/-3/DIN VDE 0660-500/-504 و **DIN VDE 0603** و **DIN VDE 0100** و **DIN VDE 0107** و **DIN VDE 0108** در موارد لزوم برای تکنولوژی اطلاعات **IT** استاندارد **DIN VDE 0800** و **DIN VDE 0108** به کار می روند. علاوه بر استانداردهای فوق باید به شرایط فنی تاسیسات بخش عمومی، مقررات محلی ساختمانها، سازمانهای تامین خدمات مخابراتی ملی، سازمانهای بیمه کارمندان واملاک، نیز در نظر گرفته شوند. منابع توان بار به دو صورت وجود دارند:

- تابلوهای توزیع متمرکز
- تابلوهای توزیع غیر متمرکز

تابلوهای توزیع متمرکز

در حالت تابلوهای توزیع متمرکز، تمام تجهیزات حفاظتی و تعدادی از دستگاههای کنترل تجهیزات مصرف کننده جریان در یک بخش تغذیه، درون تابلوهای توزیع مرکزی نصب می شوند (مثلاً تابلوهای توزیع طبقات).

در گذشته، استفاده از این نوع از تابلوهای توزیع معمولاً برای سیستم های سیم بندی ساده و تعداد نسبتاً کم بارها و واحدهای کنترل غیر متمرکز (برای قطع مدارد، مدارات دوطرفه و غیره) مناسب بوده اند. این نوع از تابلوهای توزیع حتی در شبکه های تغذیه نسبتاً گسترده نیز، استفاده می شده اند.

استفاده گسترده از تجهیزات الکتریکی و افزایش تعداد مدارارت الکتریکی که نیاز به تامین تغذیه با سطح ایمنی بالا دارد و تعداد فرایندهای کنترلی در ساختمانهای مدرن، تابلوهای توزیع طبقات را بسیار حجیم کرده است. تعداد بسیار زیاد کابلها و هادی های این تابلوها، منجر به افزایش بار آتش شده و عیب یابی را مشکل می کند. (شکل ٤-١-١)

- **Instabus EIB**: در سیستم های کنترل مدرن که تابلوهای توزیع مرکزی از تجهیزات کنترلی آزاد می باشند، حجم تابلوهای توزیع را می توان به مقدار قابل توجهی کاهش داد. در این سیستمها، سنسورها و فعال کننده ها، آرایش توزیع شده دارند.

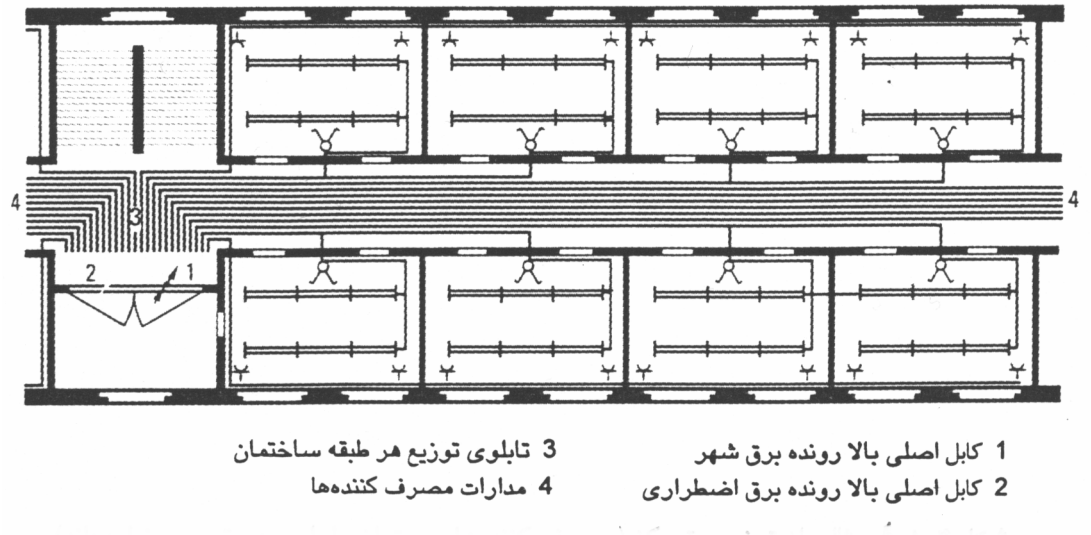
به علاوه، استفاده از تکنولوژی باس، نیز منجر به کاهش تعداد هادیها می گردد.

تابلوهای توزیع غیر متمرکز

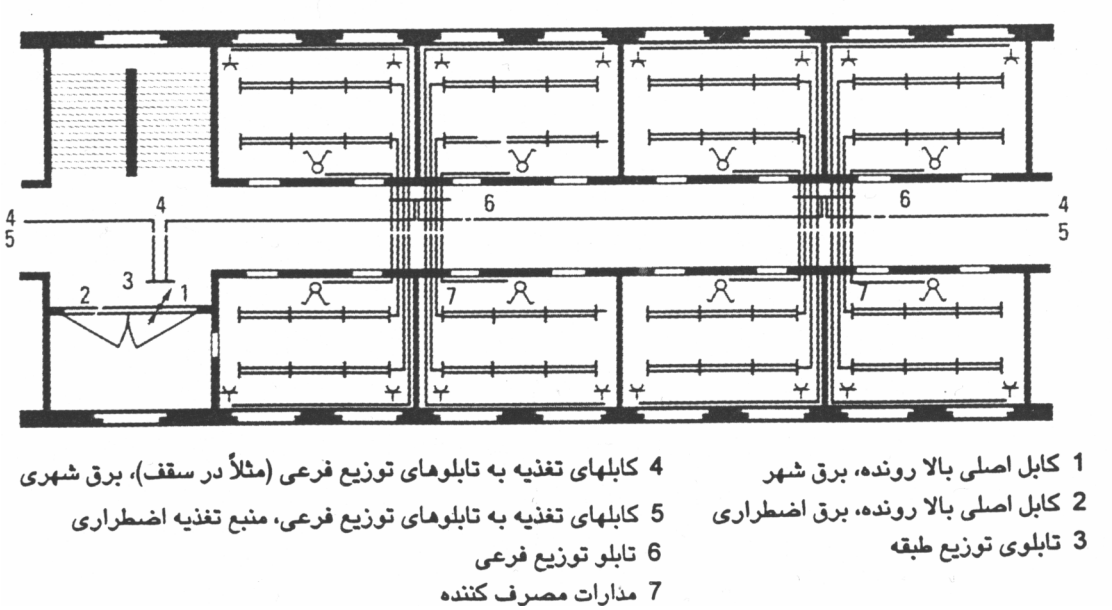
امروزه، در ساختمان از سیستم تابلوهای توزیع غیر متمرکز استفاده می شود. در این سیستم اغلب تابلوهای توزیع متحدالشکلی در فواصل مناسب در طول راهروها (شکل ٥-١-١) نصب می شوند و توسط یک تابلوی توزیع طبقه، تغذیه می گردند. در نتیجه نصب کابلها، به مقدار قابل توجهی ساده می گردد.

مزایای این نوع توزیع در تابلوهای توزیع فرعی عبارتند از:

- ساختار شفاف سیستم
- کابلهای خروجی کوتاه به بارها
- سطح احتراق پایین
- عیب یابی سر راست
- هنگام بروز خطا، تنها بخش کوچکی از سیستم باید از مدار خارج شود.



شکل ٤-١-١: مثالی از توزیع متمرکز (مصرف کننده های برق اضطراری در تصویر نیامده اند)



1 کابل اصلی بالا رونده، برق شهر
2 کابل اصلی بالا رونده، برق اضطراری
3 تابلوی توزیع طبقه
4 کابلهای تغذیه به تابلوهای توزیع فرعی (مثلاً در سقف)، برق شهری
5 کابلهای تغذیه به تابلوهای توزیع فرعی، منبع تغذیه اضطراری
6 تابلو توزیع فرعی
7 مدارات مصرف کننده

شکل ۵-۱-۱:مدلی از توزیع غیر متمرکز(مصرف کننده های برق اضطراری در تصویر نیامده اند)

قابلیت انعطاف: سیستمهای تابلوهای توزیع غیرمتمرکز متداول بسادگی با تغییرات نقشه اتاقها تطبیق می یابند.

هر تابلوی توزیع فرعی دارای یک نوار ترمینال است که توسط آن کابلها (کابلهای خروجی پریز، کابلهای کنترلی، کابلهای روشنایی و غیره) به تابلو هدایت می شوند. با استفاده از این ویژگی می توان کابلها را درون اتاقها بدون استفاده از جعبه های تقسیم، نصب نمود. در صورت ایجاد تغییرات، می توان به سادگی با تغییر آرایش اتصال ترمینال در تابلوهای توزیع فرعی، کلیدها و پریزها را آرایش نمود.

- **Instabus EIB**: سیستمهای کنترل مدرن و هوشمند، نظیر **instabus EIB**، با

ساختار سیستم غیرمتمرکز، از این نوع توزیع پشتیبانی می کنند. این عمل توسط آدرس

دهی آزادانه سنسورها توسط پارامترهای نرم افزاری (معمولاً از یک محل مرکزی) بدون نیاز به ایجاد تغییرات در تابلوهای توزیع فرعی، انجام می شود.

- **نصب تابلوهای توزیع فرعی**: برحسب ویژگیهای ساختاری ساختمان، کاربرد اتاقها و آرایش تابلوهای توزیع طبقات، تابلوهای توزیع طبقات بر روی دیوار، سطح زمین یا به شکل آویز سقف نصب می شوند. البته دسترسی آسان به تابلوهای توزیع و قراردادن سکوی اپراتور در مکان امن، مهم است.

روشنایی

تعاریف و کمیتهای اصلی روشنایی

۱-شدت نور (Luminous Intensity)

شدت نور، قوت نور ساطع شده از منابع نور را به دست می دهد. شدت نور منابع معمولی در زوایای مختلف متفاوت است. در ابتدا که شمع برای روشنایی مورد استفاده قرار می گرفت شدت نور یک شمع استاندارد در صفحه افق بعنوان واحد شدت نور مورد استفاده قرار می گرفت که با **K** مشخص می شد. این استاندارد رضایت بخش نبود و در سالهای بعد استانداردهای گوناگونی معرفی شدند که اهم آنها شمع هفنر **(Hefner kerte)** و شمع بین المللی **(International candle)** بود و اما در سال ۱۹٤۸ استاندارد بین المللی جدیدی بر پایه تشعشع کشنده ای در درجه حرارت انجماد پلاتین یعنی ۲۰٤٥ درجه کلوین مورد استفاده قرار گرفته که قابل اطمینان بود و هنوز هم استاندارد معمول است. شدت نور که با **I** نشان داده می شود با واحد کاندیلا اندازه گیری می شود.

۲-شار نوری (Luminous Flux)

یک منبع نور که در همه جهات دارای شدت نور یکنواخت ۱ کاندیلاست را در مرکز مختصات کروی در نظر بگیرید. میزان نور یا شار نوری را که از هر استرادیان **(Stradian)** زاویه فضایی خارج می شود، واحد شار نوری یا یک لومن **(Lumen)** می نامیم. اگر شدت نور **I (Ω)** کاندیلا باشد. شار نورانی این چنین محاسبه می گردد.

$$\Phi=\int I(\Omega)d\Omega$$

رابطه بالا را بصورت مشتق نیز می توان نوشت: $\frac{d\phi}{d\Omega} = I$

Ω در رابطه بالا زاویه فضایی است.

۳-درخشندگی (Luminance)

اگر دو منبع نورانی که شدت نور برابر ولی اندازه فیزیکی مختلف داشته باشند، بطور پشت سر هم رویت شوند منبعی که کوچکتر است درخشنده تر به نظر می رسد، درخشندگی **L** در هر جهت را با نسبت شدت نور ساطع شده از منبع در آن جهت به مولفه سطح منبع نورانی در آن جهت تعریف می کنیم و چنین می نویسیم: $L = \frac{I}{S}$

لذا واحد درخشندگی، کاندیلا بر متر مربع که به نیت **(Nit)** هم معروف است می باشد.

۴-توزیع شدت نور- منحنی پخش نور:

بیشتر منابع نوری، منابع نقطه ای نیستند و لذا شدت نور یکنواخت در جهات مختلف ندارند. نحوه توزیع شدت نور یک منبع برای محاسبات نوری با اهمیت است و معمولاً توسط سازنده لامپ اندازه گیری می شود و بعنوان منحنی پخش نور داده می شود. برای نمایش پخش نور روشهای مختلفی ممکن است که منحنی های قطبی یکی از معمولترین روشهاست.

شدت نور بسیاری از چراغها دارای تقارن حول محورعمود چراغ است و برای نمایش پخش نور تنها یک منحنی در یکی از صفحات قائم کافی است.

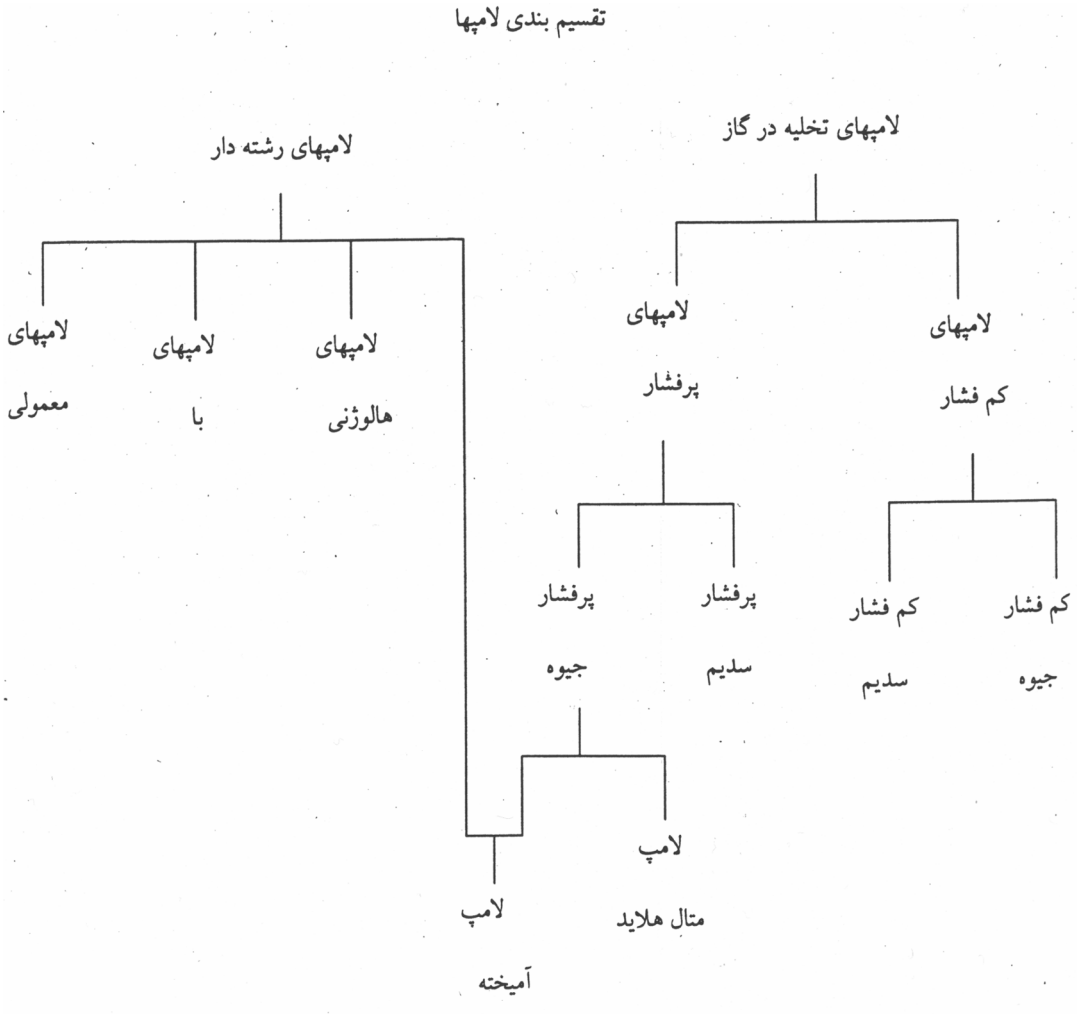
در این منحنی ها زاویه از محور قائم که از چراغ می گذرد، اندازه گیری می شود و در هر زاویه فاصله شعاعی منحنی از محل چراغ شدت نور در آن زاویه را مشخص می کند.

منابع نور

تقسیم بندی چراغها براساس پخش نور:

منابع نور را می توان به دو دسته اصلی لامپهای التهابی و تخلیه در گاز تقسیم کرد.

تقسیم بندی لامپها را می توان به صورت جدول زیر خلاصه کرد.



مشخصات لامپ:

مشخصات اصلی لامپها عبارتند از:

الف) شار نوری برحسب لومن

ب)بهره نوری برحسب لومن بر وات

ج)عمر لامپ

د)درخشندگی لامپ که برحسب کاندیلا بر مترمربع اندازه گیری می شود.

ه)رنگ دهی

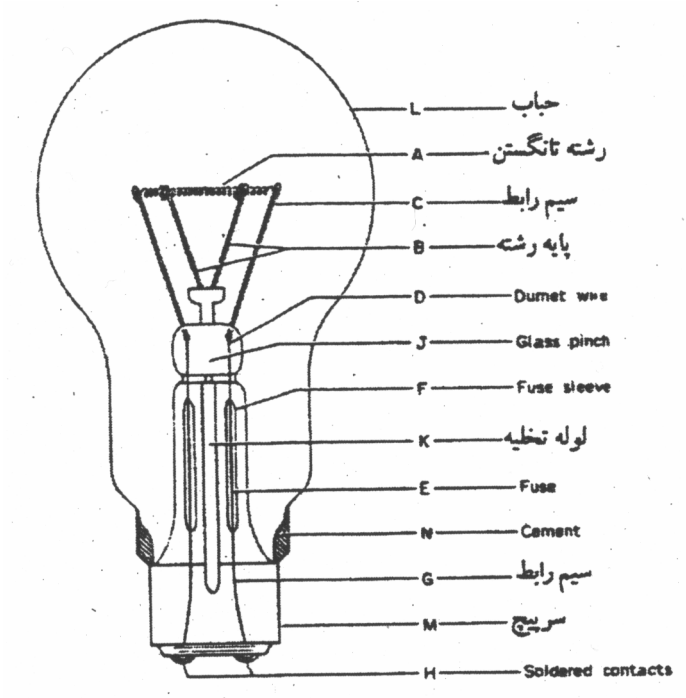
در قسمتهای بعد با اصول کار لامپها و عوامل تعیین کننده مشخصات آنها و ساختمان عمومی آنها آشنایی بیشتری پیدا می کنیم.

۱-لامپهای رشته دار:

لامپهای رشته دار حدود ۱۰۰ سال پیش ساخته شد و امروز به حد کمال رسیده اند. علیرغم بهره نوری بیشتر لامپهای فلورسنت، هنوز هم لامپهای رشته دار تولید می شوند. امتیازهای اصلی این لامپها، رنگ دهی عالی، کوچکی اندازه، قیمت کم و عدم نیاز به راه انداز است.

۱-۱-ساختمان عمومی لامپهای رشته دار:

شکل زیر یک لامپ رشته دار را نشان می دهد که دارای رشته از فلز تانگستن به شکل مارپیچ است.



ساختمان لامپ رشته دار

رشته توسط دو سیم از فلز مولیبدنوم **B** نگهداری می شود. اتصال الکتریکی به رشته از دو انتها توسط دو سیم نیکل **C** انجام می شود. سیم های **C** به دو سیم **D** جوش داده شده اند که از طرف دیگر به سیم نازک **E** که فیوز نامیده می شوند و از آلیاژ مس و نیکل ساخته می شوند متصل اند. این سیم ها از طریق دو سیم **C**، به دو نقطه اتصال **H** متصل اند. لوله تخلیه **K** برای تخلیه هوا از داخل حباب **L** و پرکردن آن از گاز خنثی مورد استفاده قرار می گیرد. سرپیچ فلزی **M** از برنج یا آلومینیوم ساخته می شود و به وسیله سمنت مخصوص **N** به حباب محکم شده است.

۱-۲-ساختمان رشته:

برای تولید نور مرئی با رنگ سفید لازم است رشته در درجه حرارت بالا کار کند. در لامپهای امروزه از رشته تانگستن استفاده می شود. تانگستن دارای دو خصوصیت مطلوب است. یکی نقطه ذوب بالا (۳٦٥٥ کلوین) و دیگری اینکه به علت کم بودن فشار بخاری تانگستن، تبخیر آن کم است.

۱-۳-شیشه یا حباب لامپ:

شیشه یا حباب لامپها به شکلهای گوناگونی وجود دارند. حروف مشخص کننده شکل حباب هستند. برای مثل حرف **A** مشخص کننده نوع ساده، **PS,P** گلابی شکل است.

حباب اغلب لامپها از شیشه معمولی ساخته می شود ولی شیشه لامپهای توان بالا و لامپهایی که در معرض باران و برف قرار می گیرند از شیشه سخت که مقاومت کافی دارد، ساخته می شود. داخل شیشه را از سیلیس می پوشانند که سبب کاهش چشم زدگی می شود.

۱-۴-سرپیچ لامپها:

سرپیچ لامپها بصورت پیچی یا میخی ساخته می شوند. در سرپیچ پیچی که به سرپیچ ادیسون هم معروف است لامپ با پیچ دادن به ساکت گیرنده متصل می شود. لامپها با سرپیچهای میخی با قرار گرفتن دو زائده به شکل پیچ در شیارهای مخصوص به ساکت گیرنده متصل می شوند.

۱-۵-گاز داخل حباب:

برای ممانعت از تبخیر رشته در درجه حرارت های بیشتر از ۲۵۰۰ درجه سیلسیوس، شیشه را از گازهای خنثی پر می کنند. در ابتدا از گاز ازت استفاده می شد لیکن بعدها گاز آرگون بعلت داشتن ضریب انتقال حرارتی ویژه کمتر که تلفات حرارتی را کاهش می داد مورد استفاده قرار گرفت.

لامپهای امروزی از آرگون با درصد کمی از ازت پر می شوند.

۱-۶-مشخصات لامپهای رشته ای:

امروزه لامپهای رشته دار در اندازه های استاندارد ساخته می شوند. خصوصیات لامپهای استاندارد برای مصارف معمول روشنایی در جدول زیر آمده است:

مشخصات لامپهای رشته دار استاندارد ۲۲۰ ولتی

توان مصرفی	قطر(میلیمتر)	طول(میلیمتر)	شارنوری(لومن)	نوع ساکت
۱۵	٦۰	۱۰۵	۱۲۰	**E27**
۲۵	٦۰	۱۰۵	۲۳۰	
٤۰	٦۰	۱۰۵	٤۳۰	
٦۰	٦۰	۱۰۵	۷۳۰	
۷۵	٦۰	۱۰۵	۹٦۰	
۱۰۰	٦۰	۱۰۵	۱۳۸۰	
۱۵۰	۷۰	۱۲۰	۲۲۰۰	
۲۰۰	۸۰	۱٤۸	۳۱۵۰	

۳۰۰	۹۰	۱۸۹	۵۰۰۰	E40
۵۰۰	۱۱۰	۲٤۰	۸٤۰۰	
۱۰۰۰	۱۳۰	۲۷٤	۱۸۸۰۰	
۲۰۰۰	۲۰۰	۳۸۰	٤۰۰۰۰	

۱-۷-انواع لامپهای رشته دار:

معمول ترین لامپهای رشته دار لامپهای معمولی هستند که در خانه ها مورد استفاده قرار می گیرند. نوع دوم این لامپها که به لامپ با منعکس کننده معروف است به منعکس کننده داخلی مجهزند که شار را در جهت معینی افزایش می دهند. نوع سوم این لامپها، لامپهای هالوژی هستند.

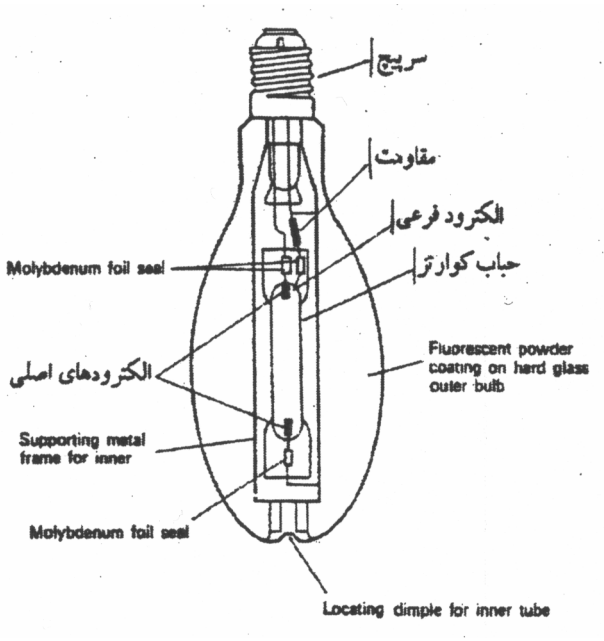
۲-لامپهای بخار جیوه:

امتیاز اصلی این لامپها در مقایسه با لامپهای رشته ای بهره نوری بالاتر تاحدود ٦٥ لومن بر وات است. این لامپها از طریق عبور جریان برق در بخار جیوه و تحریک آن نور تولید می کنند. با شروع کار لامپ، جیوه کم کم بخار می شود تا فشار داخل حباب به چند اتمسفر می رسد. در این فشارهای بالا الکترونهای سطوح انرژی بالاتر تحریک می شوند که نور مرئی تولید می کنند.

۲-۱-ساختمان عمومی لامپهای بخار جیوه:

ساختمان عمومی یک لامپ بخار جیوه در شکل زیر آمده است:

لامپ دارای دو حباب داخلی و خارجی است. حباب داخلی از کوارتز ساخته می شود. حباب خارجی استوانه ای یا بیضوی است و غالباً سطح داخلی آن از فسفر پوشانده می شود که عنوان صافی که بعضی از طول موج های موجود را جذب می کند، عمل می کند.



ساختمان لامپ بخار جیوه

۳-لامپهای متال هلاید (Metal Halide)

لامپهای متال هلاید از نظر ساختمان مانند لامپهای جیوه پرفشار هستند. تفاوت اصلی آنها با لامپهای جیوه پرفشار در این است که در حباب داخلی آنها علاوه بر جیوه مقدار کمی از نمکهای هالوژی وارد می کنند.

این نوع لامپها در اندازه های ۲۵۰ تا ۲۰۰۰ وات ساخته می شوند و در کاربردهایی نظیر روشنایی میادین ورزشی و نورتابی به جبهه ساختمانهای بزرگ مورد استفاده قرار میگیرند. در سالهای اخیر در روشنایی داخلی از این لامپها استفاده می شود.

۴-لامپهای بخار سدیم

ازنظر ساختمان شبیه لامپهای بخار جیوه هستند. در این لامپها سدیم به عوض جیوه و گاز نئون به جای آرگون مورد استفاده قرار می گیرد. راه افتادن کامل این لامپها ۱۵ تا ۲۰ دقیقه طول می کشد. این لامپها بهره نوری تا حدود ۷۰ لومن بر وات دارند. این لامپها بیشتر برای روشن کردن خیابانها و معابر و محلهای مشابهی که رنگ، اهمیت چندانی ندارد، مورد استفاده قرار می گیرند.

۵-لامپهای فلورسنت:

این لامپها از یک لوله بلند با قطر کم ساخته می شوند که سطح داخلی آنها از پودر ماده فلورسنت پوشیده شده است. فلورسنت به موادی گفته می شود که نور را در طول موجی غالباً غیرمرئی جذب می کنند و نور در طول موج دیگری که غالباً مرئی است پس می دهند. حباب دارای مقدار کمی آرگون و کمی جیوه است.

روش لومن برای محاسبه روشنایی:

غرض از محاسبه روشنایی با روش لومن تعیین تعداد چراغها و محل نصب آنها برای یک شدت روشنایی متوسط معین است. در طرح با روش لومن روشنایی متوسط روی

سطح کار مورد نظر است و تغییرات شدت روشنایی از نقطه ای به نقطه دیگر مورد توجه است. میزان روشنایی رسیده به کار از هر چراغ به منحنی توزیع نور چراغ، اندازه های اتاق و ضرایب انعکاس دیوارها و سقف بستگی دارد. علت این امر آن است که مقداری از نور چراغ به طور مستقیم به سطح کار می رسد و مقداری از آن پس از انعکاس از سقف و دیوارها و یا بعد از انعکاسهای متعدد به سطح کار می رسد.

در نتیجه شدت روشنایی متوسط $\mathbf{E_{av}}$ کف اتاق برابر است با:

$$E_{av} = \frac{\Phi}{A} cu$$

دراین معادله **cu** نسبت شار نوری مفید که به سطح کار روشنایی می بخشد به کل شار نوری تولید شده در لامپها است. لذا آن را ضریب بهره می نامیم که نحوه محاسبه آنرا در ادامه خواهیم گفت.

ضریب بهره **cu** به عوامل مختلفی چون جذب نور در چراغ، منحنی پخش نور چراغ، ارتفاع نصب چراغها طول و عرض و ارتفاع اتاق و ضرایب انعکاس سقف، دیوارها و کف بستگی دارد.

روش لومن با استفاده از شاخص فضا:

تجارت و محاسبات نشان داده است که اثرات طول و عرض و ارتفاع اتاق و ارتفاع نصب چراغها را می توان بصورت یک متغیر به نام شاخص فضا یا ضریب اتاق $\mathbf{K_r}$ بصورت زیر تعریف کرد.

در مورد نور مستقیم، نیمه مستقیم و پخش یکسان $K_r = \frac{LW}{h(L+W)}$

در مورد نور غیر مستقیم و نیمه غیر مستقیم $K_r = 1.5\frac{LW}{H(L+W)}$

در رواط بالا **L** طول اتاق، **W** عرض اتاق، **h** ارتفاع نصب چراغها از سطح کار و **H** ارتفاع سقف از سطح کار است. امروزه جداول کاملی برای ضریب بهره برای انواع معمول چراغها برای مقادیر مختلف شاخص فضا و مقادیر مختلف ضرایب انعکاس سقف، دیوارها و کف تدوین شده است.

در این جدول در ستون اول سمت چپ منحنی پخش نور چراغ رسم شده است و درصد شار نوری آن به طرف بالا و پایین داده شده است. مثلاً در مورد لامپی که در جدول زیر آمده است ۵۰٪ نور تولیدی لامپ به طرف پایین و صفر درصد به سمت بالا تولید می شود و بنابراین ۵۰٪ نور تولیدی لامپ توسط چراغ جذب و ضایع می شود. همچنین در ستون حداکثر فاصله مجاز بین مرکز دو چراغ مجاور برحسب ارتفاع نصب چراغها از کف یا برحسب ارتفاع سقف از کف داده شده است. در مورد چراغ زیر حداکثر فاصله مجاز بین دو چراغ مجاور ۰/۸ ارتفاع نصب آنها از کف اتاق است. ستون دوم از سمت چپ شاخص فضاست که از ۰/٦ تا ٥ آمده است.

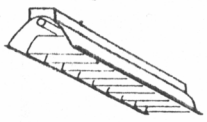
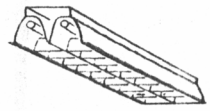
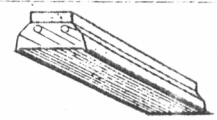
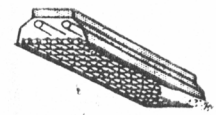
در ۱۲ ستون فرعی بعدی، ضریب بهره برای ضرایب انعکاس سقف، **ρ** از ۰/۸ تا صفر و برای ضرایب انعکاس دیوار **w ρ** از ۰/٥ تا صفر آمده است. در تعیین این ضرایب بهره ارتفاع سطح کار از کف ۸۰ سانتیمتر در نظر گرفته شده است و ضریب انعکاس کف اتاق

$f\rho$، ۰/۱ فرض شده است. در صورتی که $f\rho$ به جای ۰/۱ برابر ۰/۳ باشد، باید از ضرایب تصحیح که در جدول زیر آمده است استفاده کرد.

در ستون آخر از سمت چپ جدول، شکل ظاهری چراغ آمده و اعدادی داده شده است که ضریب نگهداری یا ضریب بهره برداری نامیده می شود.

ضریب بهره در روش استفاده از شاخص فضا

Recessed Direct Fluorescent

Typical Distribution and Maximum Spacing*	Ceiling (%)	80			70			50			30		0	Typical Luminaire and Estimated Maintenance Factors
	Walls (%)	50	30	10	50	30	10	50	30	10	30	10	0	
	Room Ratio (Index)	Coefficients of utilization (Zonal Method) For 10% Floor Reflectance (See end for 30% Floor Multipliers)												
1 Max. Spacing ← 0.8xMH	0.6 (J)	.30	.26	.25	.29	.26	.23	.29	.26	.23	.25	.23	.22	 Single lamp aluminum troffer with baffles
	0.8 (I)	.36	.32	.29	.35	.32	.29	.35	.31	.29	.31	.29	.27	
	1.0 (H)	.43	.40	.37	.43	.40	.37	.42	.39	.37	.39	.37	.36	
	1.25(G)	.47	.44	.42	.47	.44	.41	.46	.43	.41	.43	.41	.40	
	1.5 (F)	.50	.47	.44	.50	.47	.44	.49	.46	.44	.46	.44	.43	
	2.0 (E)	.53	.50	.49	.53	.50	.48	.51	.50	.48	.49	.47	.46	
	2.5 (D)	.55	.53	.51	.55	.53	.51	.54	.52	.50	.51	.50	.49	
	3.0 (C)	.57	.54	.53	.56	.54	.52	.55	.53	.51	.52	.51	.50	Maint. Good .75
	4.0 (B)	.59	.57	.55	.58	.56	.55	.56	.55	.54	.54	.53	.52	Factor Med. .70
	5.0 (A)	.60	.58	.57	.59	.57	.56	.57	.56	.56	.56	.54	.53	Poor .65
2 Max. Spacing 0.8xMH	0.6 (J)	.27	.24	.21	.27	.23	.21	.27	.23	.21	.23	.21	.20	 Two lamp aluminum troffer with louvers
	0.8 (I)	.33	.29	.26	.32	.29	.26	.32	.28	.26	.28	.26	.25	
	1.0 (H)	.36	.33	.30	.36	.33	.30	.35	.32	.30	.32	.30	.29	
	1.25(G)	.40	.36	.34	.39	.36	.34	.38	.36	.34	.36	.34	.33	
	1.5 (F)	.42	.39	.37	.42	.39	.37	.41	.38	.36	.38	.36	.35	
	2.0 (E)	.45	.42	.40	.44	.42	.40	.44	.42	.40	.41	.40	.39	
	2.5 (D)	.47	.44	.43	.46	.44	.42	.45	.44	.42	.43	.42	.41	
	3.0 (C)	.48	.46	.44	.47	.46	.44	.47	.45	.44	.44	.43	.42	Maint. Good .75
	4.0 (B)	.50	.48	.46	.49	.48	.46	.48	.47	.46	.46	.45	.44	Factor Med. .70
	5.0 (A)	.50	.49	.48	.50	.49	.48	.49	.48	.47	.47	.46	.45	Poor .65
3 Max. Spacing 0.9xMH	0.6 (J)	.26	.23	.20	.26	.22	.20	.25	.22	.20	.22	.20	.19	 Two lamp 12″-wide trofter glass, plastic, or 30° louver
	0.8 (I)	.32	.29	.26	.32	.29	.26	.31	.29	.26	.28	.26	.25	
	1.0 (H)	.37	.34	.31	.37	.33	.30	.36	.32	.30	.32	.30	.29	
	1.25(G)	.41	.37	.35	.41	.37	.35	.40	.37	.34	.36	.34	.33	
	1.5 (F)	.44	.40	.37	.43	.40	.37	.42	.40	.37	.39	.37	.36	
	2.0 (E)	.47	.44	.42	.47	.44	.41	.46	.43	.41	.42	.41	.40	
	2.5 (D)	.50	.47	.45	.49	.47	.45	.48	.46	.44	.45	.43	.42	*Louver Enclosed*
	3.0 (C)	.51	.49	.47	.51	.48	.46	.50	.47	.46	.47	.45	.44	Maint. Good .75 .70
	4.0 (B)	.53	.51	.49	.53	.51	.49	.51	.50	.48	.49	.47	.46	Factor Med. .70 .65
	5.0 (A)	.55	.53	.52	.54	.53	.51	.53	.52	.51	.51	.50	.48	Poor .65 .55
4 Max. Spacing 0.6xMH	0.6 (J)	.24	.21	.19	.24	.21	.19	.23	.21	.19	.20	.19	.18	 Two lamp 12″ wide troffer with 45° metal louver
	0.8 (I)	.29	.26	.24	.29	.26	.24	.28	.26	.24	.26	.24	.23	
	1.0 (H)	.32	.29	.27	.32	.29	.27	.32	.29	.27	.29	.27	.26	
	1.25(G)	.36	.32	.31	.35	.32	.31	.34	.32	.30	.32	.30	.29	
	1.5 (F)	.38	.35	.33	.38	.35	.33	.37	.34	.32	.34	.32	.32	
	2.0 (E)	.41	.38	.37	.40	.38	.36	.39	.38	.36	.37	.36	.35	
	2.5 (D)	.43	.40	.38	.42	.40	.38	.41	.39	.38	.39	.38	.37	
	3.0 (C)	.44	.42	.40	.43	.42	.40	.42	.41	.39	.40	.39	.38	Maint. Good .75
	4.0 (B)	.45	.44	.42	.45	.43	.42	.44	.43	.42	.42	.41	.40	Factor Med. .70
	5.0 (A)	.47	.45	.44	.46	.45	.44	.45	.44	.43	.43	.42	.41	Poor .65

* Maximum Spacing between luminaire centers for uniform illumination. MH—Mounting Height above floor. CH—Ceiling Height above floor.

NOTE: All reflectances are effective values (see page 9-3).

Approximate Multiplying Factors for 30 per Cent Reflectance Floors

(10 Per Cent Reflectance Floor = 1.00)

Ceiling	80%			70%			50%			30%		
Walls	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
Room Ratio												
0.6 (J)	1.03	1.02	1.01	1.03	1.02	1.01	1.02	1.02	1.00	1.02	1.01	1.00
0.8 (I)	1.04	1.02	1.01	1.04	1.02	1.01	1.03	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01
1.0 (H)	1.05	1.03	1.02	1.04	1.03	1.02	1.04	1.02	1.01	1.03	1.02	1.01
1.25(G)	1.06	1.04	1.02	1.05	1.04	1.02	1.04	1.03	1.02	1.03	1.02	1.01
1.5 (F)	1.07	1.06	1.03	1.07	1.05	1.03	1.05	1.04	1.02	1.03	1.02	1.02
2.0 (E)	1.09	1.07	1.05	1.08	1.06	1.04	1.05	1.04	1.03	1.04	1.03	1.02
2.5 (D)	1.10	1.08	1.06	1.09	1.08	1.06	1.07	1.05	1.04	1.04	1.04	1.03
3.0 (C)	1.12	1.10	1.08	1.10	1.09	1.07	1.08	1.06	1.04	1.05	1.04	1.03
4.0 (B)	1.14	1.12	1.10	1.12	1.10	1.08	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.04
5.0 (A)	1.15	1.13	1.11	1.13	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.05	1.05	1.04

بسته به پاکیزگی محل نصب و نوع چراغها از نظر خاک گیری سه نوع ضریب نگهداری، خوب و متوسط و بد مشخص شده است. این ضریب را با **MF** مشخص می کنیم. برای اینکه چراغها در طی عمر نور کافی به سطح کار برسانند باید این ضرایب را هم در محاسبات منظور نمود که درنتیجه معادله بصورت زیر درمی آید:

$$E_{av} = \frac{\Phi}{A}(CU)(MF)$$

برای روشن تر شدن بحث یک مثال را اینجا مطرح می کنیم.

مثال- یک دفتر کار دارای طول ۸ متر، عرض ٦ متر و ارتفاع ۳ متر است، ضرایب انعکاس سقف ۰/۷ ، دیوارها ۰/٥ و کف ۰/۳ است. شدت روشنایی لازم روی سطح کار در ارتفاع ۸۰ سانتیمتر از کف ٥۰۰ لوکس است. با استفاده از چراغ جدول که با دو لامپ ٥۰۰۰ لومن شار نوری تولید می کند، تعداد چراغهای لازم و وضعیت نصب آنها را معین کنید؟

نور چراغها مستقیم است پس داریم:

$$Kr = \frac{8 \times 6}{(3-0.8)(8+6)} = 1.56$$

$$cu = 0.42 \Rightarrow P_c = 0.7; P_w = 0.5; P_f = 0.1$$

چون **Pf=0.3** است از جدول ضریب تصحیح **1.07** را بدست می آوریم.

$$CU = 0.42 \times 1.07 = 0.45$$

با فرض محیط نظیف، ضریب نگهداری را **0.7** فرض می کنیم، پس داریم:

$$E = \frac{\phi}{A}(CU)(MF)$$

$$\Rightarrow 500 = \frac{\varphi}{8\times 6}\times 0.45\times 0.7$$

$$\Rightarrow \varphi = 76190.47 lumen$$

تعداد چراغها **n** برابر است با:

$$n = \frac{76190.47}{5000} = 15.24 \approx 15$$

اگر فاصله چراغها را **x** فرض کنیم داریم:

$$\frac{8}{x}\times\frac{6}{x} = 15 \Rightarrow x = 1.79m$$

$$1.79\langle \frac{0.8\times 3 = 2.4}{\text{فاصله مجاز چراغها از یکدیگر}}$$

مقدار E مبنا برای پرفضا و نوع چراغ پیشنهادی:

در این پروژه سعی شده است به علت اینکه فضاها اغلب اداری-آموزشی می باشند، از لامپهای معمولی برای این فضاها که همان لامپهای فلوئورسنت می باشند، استفاده شود. با توجه به کتاب دکتر کلهر از لامپ شماره ۲ فلوئورسنت لووردار استفاده شد. بعلت تمیزی محیطها از بالاترین ضریب نگهداری **MF=0.75** استفاده شد. شارنوری هر لامپ ۴۰^{w} را **φ=4200(lum)** در نظر گرفتیم که این میزان با توجه به جدول و طرز قرارگیری **φ=4200(lum), 2×40w** را ما می دهد. همچنین ضرایب انتخابی برای انعکاس سقف، دیوار و کف به ترتیب: ۵۰، ۵۰و ۱۰ درصد انتخاب شده است. در راهروها هم از لامپ $\mathbf{2\times 40^{w}}$ استفاده شده است. با توجه به جدول محاسبات روشنایی، برای لامپ فلوئورسنت لووردار از لامپ شماره ۲ در جدول لامپهای کتاب جامعه مهندسان روشنایی آمریکا

(کتاب روشنایی دکتر کلهر صفحه ۱۳٦) برای لامپ فلوئورسنت رفلکتوری که در اتاقهای هواساز و موتورخانه و نظیر آن استفاده شده از لامپ شماره ۳۰ همان کتاب استفاده شده است.

در انباری های کوچک لامپ رشته ای پیشنهاد می شود و همچنین در پروژه کار شده شارنوری آن ۱۳۵۰=φ لومن می باشد. در انباری های بزرگتر، از لامپ فلوئورسنت 2×40^{w} استفاده شده و در موتورخانه از لامپ فلوئورسنت رفلکتوری استفاده می شود.

در بقیه فضاها اکثراً لامپ فلوئورسنت با شرح بالا مصرف شده به اضافه اینکه در محیطهایی که از نظر تامین روشنایی چندان به آنها اهمیت داده نشده مثل تراس، بالکن، سرویس بهداشتی و... از لامپ رشته ای استفاده گردیده است. همچنین در جدول محاسباتی، شماره ۱ به معنی لامپ فلوئورسنت لووردار (2×40^{w})، ۲ به معنی لامپ فلوئورسنت رفلکتوری، (2×40^{w}) و ۳ بمعنی لامپ رشته ای می باشد.

مقدار **E** مبنا برای هم فضا به شرح جدول زیر پیشنهاد می شود:

نوع کاربردی	مبنا E^{lux}
۱- گروه آموزشی (اداری)	**250**
۲-کلاسهای درس	**250**
۳- آزمایشگاهها	**300**
٤-سردخانه ها، اتاق هواساز، موتورخانه	**150**
٥-راهرو راه پله	**100**
٦- تعمیرات، موتورخانه، اتاق تابلوهای برق	**150**

۷-سرویس بهداشتی	**100**
۸- انبار، نمازخانه	**150**
۹-آشپزخانه، غذاخوری	**200**
۱۰-پست برق	**150**
۱۱-سالن کنفرانس (عمومی)	**250**
۱۲-سالن تشریح	**300**
۱۳- اتاق اساتید، منشی و انتظار	**250**
۱٤-کتابخانه، سالن کامپیوتر	**300**

پریزهای عمومی برق:

سیم کشی داخلی: سیم کشی در کل دو نوع است

۱-سیم کشی روکار ۲-سیم کشی توکار

سیم کشی روکار: در این نوع سیم کشی، سیمها و لوله های آنها در دیوارها و سقفها پنهان نمی شوند، که البته از نظر زیبایی برای محیطهای مسکونی و آموزشی مناسب نیست، بلکه برای محیطهای صنعتی مانند کارخانجات، تمام سیمها و کلیدها و پریزها و جعبه های تقسیم از روکشیده می شوند که معمولاً به سه روش ۱-سیم کشی در داخل لوله فلزی، ۲-سیم کشی در داخل کانال، ۳-سیم کشی با استفاده از کانال و پست تقسیم می شود.

سیم کشی توکار: در این نوع سیم کشی، وسایل و تجهیزات همه از نوع توکار می باشند. کلیدها، پریزها، جعبه های تقسیم و ... همه توکار هستند و زیبایی داخلی ساختمان لطمه نمی خورد. برای اینکار و عبور دادن سیمها از داخل دیوار و یا سقف و یا کف، باید سیمها را از خوردگی و نم گرفتگی محافظت نمود. بنابراین سیمها را درون لوله **PVC** یا لوله خرطومی قرار می دهیم، البته برای رد کردن سیمها از درون لوله باید از فنر مخصوص اینکار کمک گرفت. استاندارد تدوین شده برای ارتفاع پریز و کلیدها بدین گونه است. ارتفاع کلیدها از کف تمام شده ۱۲۰-۱۱۰ سانتیمتر و ارتفاع پریزها ٤٠ سانتیمتر می باشد. این استاندارد برای ساختمانهای مسکونی و اداری در نظر گرفته می شود.

در محیطهای صنعتی پریزهای برق از نوع ارت دار هستند و سیم ارت از تابلوی برق به تک تک پریزها وصل شده است. برای دستگاههای سه فاز معمولاً پریزهای چهار سوراخه (یک سوراخ برای ارت) و یا پنج سوراخه (یکی برای ارت و یکی برای نول) نیاز می باشد.

برای حفاظت از مدارهای روشنایی و پریزهای برق در برابر اتصال کوتاه و اضافه جریان و همچنین برای قطع و وصل آنها از کلیدهای مجهز به بی متال یا همان کلیدهای مینیاتوری استفاده می گردد، که معمولاً جریانهای ٤،٦،١٠،١٦ آمپری دارند و در داخل تابلوهایی نصب می گردند. (مثلاً در اتاق تابلوها)

معمولاً هر ٦ تا ٨ عدد پریز یک مدار را تشکیل داده و بعنوان بار کلید مینیاتوری به ترمینال خروجی آن متصل می شوند. از کلید مینیاتوری های ١٦ آمپر یک فاز و سه فاز

جهت کنترل و حفاظت مدارهای پریز تک فاز استفاده می شود. همچنین برای تشکیل مدار و تغذیه پریزها از سیمهای ۲/۵ میلیمتر استفاده می شود. همچنین برای کنترل مدارهای روشنایی هیچگاه از یک مینیاتوری استفاده نمی شود. بعلت اینکه با یک اضافه جریان در یک مدار، کل ساختمان بی برق می گردد. پس برای بهتر شدن حفاظت از چند مینیاتوری و تقسیم ناحیه ساختمان به چند ناحیه تحت کنترل کلید مینیاتوری ها، حفاظت بهتر انجام می شود. در این حالت از کلیدهای مینیاتوری **10^{A}** و سیم های ۱/۵ میلیمتر استفاده می شود.

برق رسانی به سیستم تهویه (فن کوئل):

برای تامین نیاز به حرارت و برودت در فصلهای مختلف سال از فن کوئل استفاده می شود. جهت هر دستگاه فن کوئل یک پریز مجزا در نظر گرفته می شود و برای محافظت الکتریکی از فن کوئل ها از یک تابلوی جداگانه تغذیه می گردند و کلاً سیم برق رسانی به فن کوئل ها از پریزهای عمومی در نظر گرفته شده مجاز می باشد. ظرفیت تولید هوای مطبوع توسط فن کوئل ها برحسب **CFM** بیان می شوند دارای توانهای الکتریکی مختلفی در حد چند درصد وات (حداکثر **500^{w}**) می باشند و هر ٦ پریز را از ٦ فن کوئل و توسط یک سیم سایز ۲/۵ میلیمتر به کلید مینیاتوری **16^{A}** محافظت می گردد. (در این پروژه فن کوئل ها ۳۰۰ وات در نظر گرفته شده اند).

کابل و کابل کشی

برای عایق کردن سیمها و کابلها از کاغذ، کاغذ آغشته به روغن، لاستیک طبیعی و لاستیک مصنوعی استفاده می شده است. کاغذ بعلت خصوصیات عایقی بسیار خوبی که دارد امروزه جزء لاینفک کابلهای فشار قوی می باشد. اما در فشار ضعیف به علل اقتصادی کمتر استفاده می شود. لاستیک طبیعی و مصنوعی نیز در عایق کابلها مورد استفاده قرار می گرفته اند، اما دارای معایبی هستند از قبیل اینکه به سهولت می سوزند، در نور آفتاب و در گرما ترک می خورند، به سهولت رطوبت جذب می کنند و همه اینها باعث می شود خاصیت عایقی آنها کاهش یابد و به همین دلیل امروزه کمتر مورد استفاده قرار می گیرند. لذا بیشتر از انواع کابلهای پلاستیکی استفاده می شود.

کابلهای پلاستیکی: کابلهای پلاستیکی و کابلهای لاستیکی کابلهایی هستند که در آن فقط از لاستیک و یا پلاستیک بعنوان ماده عایق کننده، استفاده شده است. متناسب با کابلهای گازی و کابلهای روغنی می توان این کابلها را کابلهای جامد نامید.

کابلهای لاستیکی امروزه توسط کابلهای **PVC** به کلی کنار گذاشته شده اند و شاید فقط به خاطر مصارف کاملاً اختصاصی مانند برق رسانی در کشتی، هنوز ساخته می شود. ولی قبل از اینکه کابلهای **PVC** به بازر عرضه شود، از آنها با غلاف سربی با علامت **NCK** و یا بدون غلاف سربی با علامت **NCC** در اختلاف سطح های حداکثر ٦ کیلووات استفاده می شد. کابل های پلاستیکی عموماً از عایق مصنوعی به نام پلی وینیل کلراید که

توسط کلره کردن اتیلن بدست می آید، ساخته می شوند. از **PVC** خالص نمی توان در صنعت کابل سازی استفاده کرد، زیرا این کابل در درجه حرارت معمولی سخت و شکننده می شود و در تقابل حرارت ناپایدار است، ولی با اضافه کردن مقداری ماده نرم کننده و مواد پرکننده و رنگ به پودر **PVC** و مختصر حرارت دادن، ماده شیره مانندی بدست می آید که می توان از آن به راحتی برای روکش سیم و پوشش کابلها استفاده کرد.

ماده **PVC** که برای روکش سیم و غلاف خارجی کابل از آن استفاده می شود، دارای ترکیبات مختلفی است زیرا روکش سیم باید دارای استقامت الکتریکی خوب و پوشش کابل باید دارای استقامت مکانیکی خوب باشد، کابلهای **PVC** برای اختلاف سطح تا ۱ کیلووات بدون غلاف فلزی ساخته می شوند و از سه لایه: عایق سیم، ماده پرکننده و پوشش خارجی تشکیل می شود.(کابل **NYY**)

کابلهای **PVC** برای ولتاژهای بالاتر از ۱ کیلووات باید حتماً دارای غلاف فلزی باشند. این غلاف ممکن است به صورت زره از تسمه فولادی شکل و یا به صورت یک غلاف می باشد. عایق **PVC** گرچه دارای استقامت الکتریکی خوبی است، ولی دارای ضریب تلفات بالایی است. تلفات کابل در فشارهای بالا خیلی زیاد خواهد شد و فقط می توان از کابلهای **PVC** تا فشار ۱۰ کیلووات استفاده کرد. البته چون این کابلها استقامت الکتریکی خوبی دارند می توانند تا فشار ۲۰ کیلوولت را نیز بخوبی تحمل کنند، در مسافت کم (از تابلو تا ترانسفورماتور) می توان از کابلهای **PVC** یک سیمه فشار قوی نیز استفاده نمود.

جدول باردهی و جریان مجاز کابلها

برای انواع کابلها در فشارهای مختلف انرژی جداولی استاندارد وجود دارد که برای کابلهای با سطح مقطع نرم شده جریانهای مجازی در درجه حرارت ۷۰ درجه سانتیگراد بعنوان حداکثر حرارت مجاز کابل و درجه حرارت محیط ۲۰ درجه سانتیگراد برای زمین و ۳۰ درجه سانتیگراد برای هوا در نظر گرفته شده است. در این بحث به علت متنوع بودن این جداول فقط از جدولی استفاده می کنیم که مربوط به کابل فشار ضعیف می باشدو از آن در توزیع انرژی و تاسیسات الکتریکی و مراکز صنعتی استفاده می شود.

جریان مجاز کابلها با هادی مسی و عایق و غلاف **PVC**

سطح مقطع	کابل یک سیمی		کابل دو سیمی		کابل سه یا چهار سیمی	
(میلیمتر مربع)	زمین ۲۰°	هوا ۳۰°	زمین ۲۰°	هوا ۳۰°	زمین ۲۰°	هوا ۳۰°
۱/۵	۳۷	۲۶	۳۰	۲۱	۲۷	۱۸
۲/۵	۵۰	۳۵	٤۱	۲۹	۳٦	۲۵
٤	٦۵	٤٦	۵۳	۳۸	٤٦	۳٤
٦	۸۳	۵۸	٦٦	٤۸	۵۸	٤٤
۱۰	۱۱۰	۸۰	۸۸	٦٦	۷۷	٦۰
۱٦	۱٤۵	۱۰۵	۱۱۵	۹۰	۱۰۰	۸۰
۲۵	۱۹۰	۱٤۰	۱۵۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۰۵
۳۵	۲۳۵	۱۷۵	۱۸۰	۱۵۰	۱۵۵	۱۳۰
۵۰	۲۸۰	۲۱۵	۲۱۰	۱۸۰	۱۸۵	۱٦۰
۷۰	۳۵۰	۲۷۰	۲٦۰	۲۳۰	۲۳۰	۲۰۰

۲٤٥	۲۷٥	۲۷٥	۳۱٥	۳۳٥	٤۲۰	۹٥
۲۸٥	۳۱٥	۳۲۰	۳٦۰	۳۹۰	٤۸۰	۱۲۰
۳۲٥	۳٥٥	۳۷٥	٤۰۰	٤٤٥	٥٤۰	۱٥۰
۳۷۰	٤۰۰	٤۳۰	٤٦۰	٥۱۰	٦۲۰	۱۸٥
٤۳٥	٤٦٥	٥۱۰	٥۳۰	٦۲۰	۷۲۰	۲٤۰
٥۰۰	٥۲۰	٥۹۰	٥۹۰	۷۱۰	۸۲۰	۳۰۰
٦۰۰	٦۰۰	۷۱۰	٦۸۰	۸٥۰	۹٦۰	٤۰۰
—	—	—	—	۱۰۰۰	۱۱۱۰	٥۰۰

ضریب تصحیح جریان مجاز کابلها

درجه حرارت هوا	٥	۱۰	۱٥	۲۰	۲٥	۳۰	۳٥	٤۰	٤٥	٥۰	٥٥
ضریب تصحیح	۱/۲۷	۱/۲۱	۱/۱۷	۱/۱۲	۱/۰٦	۱	۰/۹٤	۰/۸۷	۰/۷۹	۰/۷۱	۰/٦۱

درجه حرارت زمین	۱۰	۱٥	۲۰	۲٥	۳۰	۳٥
ضریب تصحیح	۱/۱۰	۱/۰٥	۱	۰/۹٥	۰/۸۹	۰/۸٤

انتخاب مقطع سیم کابل

سطح مقطع سیم کابل بستگی به جریان بار و قدرت باردهی کابل دارد. باردهی کابل در زمین و در هوا در شرایط رسمی که در زیر تعریف خواهد شد در صورتیکه در موقع کابل کشی به دلایلی از شرایط رسمی عدول شود، باردهی کابل متناسب با ضرایبی که در زیر به آن اشاره خواهد شد کم می شود.

الف)شرایط رسمی کابل در زمین عبارتند از:

۱-بار ۶۰درصد

بار ٦٠٪ بنا به تعریف عبارتست از بارگیری ۱۰۰٪ و ٦٠٪ بطور تناوب، بدین معنی که اگر به مدت ۱۰ ساعت از کابل حداکثر بار مجاز گرفته شود، باید کابل حداقل به مدت ۱۰ ساعت نیز با بارکمتر از ٦٠٪ کار کند. این چنین باری را بار ٦٠٪ می گوییم. در صورتیکه بطور مداوم بار نامی از کابل کشیده شود، احتمال خشک شدن خاک زمین اطراف کابل وجود داشته دچار وقفه می گردد ودرجه حرارت کابل بالا می رود. برای جلوگیری از گرم شدن غیر مجاز کابل باید سطح مقطع کابل را بزرگتر انتخاب کرد و یا بعبارت دیگر باردهی کابل را کم کرده و به ۷۵٪ بار مجاز آن رساند.

۲- طرز قرارگرفتن کابلها

در صورتیکه دو یا چند کابل مختلف در کنار هم قرار گیرند اثر متقابل کابلها بر یکدیگر باعث کم شدن تبادل حرارت با خارج و در نتیجه گرم شدن کابل می شود. لذا باید به

همان اندازه که از تشعشع و تبادل حرارت جلوگیری می شود، از گرم شدن کابل توسط جریان کمتر کشیدن و یا بالا بردن مقطع کابل، کاسته گردد. این ضریب که بنام ضریب تجمع کابل معروف است برای ترتیب خاصی از کابلها در جدول در ادامه بحث آمده است.

انتخاب سطح مقطع کابل

روش دیگر تعیین سطح مقطع کابل، استفاده از فاکتور افت ولتاژ در کابل می باشد.

همانطور که می دانید مصرف کننده ها جهت یک ولتاژ معین طراحی شده اند. افزایش و کاهش ولتاژ از مقدار نامی باعث صدمه دیدن مصرف کننده ها می گردد.

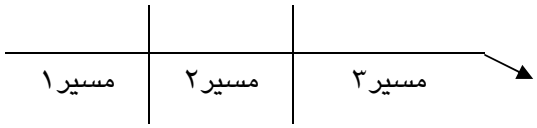
در شبکه های توزیع (با صرفنظر کردن از راکتانس کابل) به دلیل وجود مقاومت در کابل، افت ولتاژ اجتناب ناپذیر است. برای این تغییرات در ولتاژ محدوده ای قائل می شوند. دامنه مجاز افت ولتاژ بین ۳ تا ۵ درصد می باشد.

در طراحی ها معمولاً کابلی را انتخاب می نمایند که درصد افت ولتاژ آن:

ضرایب تصحیح برای گروههای بیش از سه کابل تک‌رشته‌ای یا بیش از یک کابل چندرشته‌ای:

نوع کابل و شرایط نصب	گروههای تک‌لایه، فاصله‌ای بین کابلها وجود ندارد					گروههای چندلایه، هیچ‌گونه فاصله‌ای بین کابلهای یک‌لایه یا بین لایه‌ها و یا هر گروه دیگر که در بیش از یک سطح قرار داده شده است وجود ندارد											
	تعداد هادیهای حامل جریان					تعداد هادیهای حامل جریان										
	۴	۶	۹	۱۲	> ۱۲	۴	۶	۸	۱۰	۱۲	۱۶	۲۰	۲۴	۲۸	۳۲	۳۶	۴۰
کابلهای تک‌رشته‌ای نصب شده در لوله‌ها یا مجاری یا کانال. ضرایب باید به‌مقادیر مربوط به‌دو هادیها، مندرج در جدول I یا II اعمال شود	—	—	—	—	—	۰/۸۰	۰/۶۹	۰/۶۲	۰/۵۹	۰/۵۵	۰/۵۱	۰/۴۸	۰/۴۳	۰/۴۱	۰/۳۹	۰/۳۸	۰/۳۶
کابلهای تک‌رشته‌ای بر روی سینی کابل. نصب افقی: ضرایب باید به‌مقادیر مربوط به‌دوهادی حامل جریان در جدول III یا IV اعمال شود	۰/۸۲	۰/۷۶	۰/۷۰	۰/۶۷	۰/۶۵												
نصب عمودی: ضرایب باید به‌مقادیر مربوط به‌دوهادی حامل جریان در جدول III یا IV اعمال شود.	۰/۸۰	۰/۷۲	۰/۶۶	۰/۶۳	۰/۶۰												
	تعداد کابلها					تعداد کابلها											
	۲	۳	۴	۶	۹	۲	۳	۴	۵	۶	۸	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰
کابلهای چندرشته‌ای نصب شده در مجاری یا شافت، ضرایب باید به‌مقادیر مربوط به‌دو یا سه هادی حامل جریان در جدول I یا II اعمال شود.	—	—	—	—	—												
کابلهای چندرشته‌ای نصب شده بر روی دیواره یا سینی‌کابل. نصب افقی: ضرایب باید به‌مقادیر مربوط به‌دو یا سه هادی حامل جریان در جدول III یا IV اعمال شود.	۰/۸۵	۰/۷۸	۰/۷۵	۰/۷۲	۰/۷۰	۰/۸۰	۰/۷۰	۰/۶۵	۰/۶۰	۰/۵۷	۰/۵۲	۰/۴۸	۰/۴۵	۰/۴۳	۰/۴۱	۰/۳۹	۰/۳۸
نصب عمودی: ضرایب باید به‌مقادیر مربوط به‌دو یا سه هادی حامل جریان در جدول III یا IV اعمال شود.	۰/۸۰	۰/۷۳	۰/۷۰	۰/۶۸	۰/۶۶												

از تابلو اصلی تا تابلو مسیر (مسیر ۱) حدود یک درصد و از تابلو مسیر تا تابلو مصرف (مسیر ۲) بین یک تا یک و نیم درصد و از تابلو مصرف تا مصرف کننده (مسیر ۳) بین یک تا دو و نیم درصد باشد.



افت ولتاژ در مدارهای تک فاز

در صورتیکه درصد افت ولتاژ مجاز را با **ΔV** نشان دهیم رابطه زیر حاصل می شود.

$$\Delta V = \frac{200\rho LICos\varphi}{\alpha V}$$

رابطه بالا مقطع سیم را بر حسب میلی‌مترمربع برای درصد افت ولتاژ**ΔV** بدست می دهد.

افت ولتاژ در مدارهای سه فاز

$$\Delta V = \frac{100\sqrt{3}\rho LICos\varphi}{\alpha V}$$

تعیین مقاطع سیمها و کابلها براساس جریان مجاز

۱-مدارهای تک فاز

در بارهای روشنایی توانهای قید شده توان ورودی بوده و جریان این گونه مدارها از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$I = \frac{W}{VCos\varphi}$$

در محاسبه جریان از رابطه بالا فرض بر این است که کلیه چراغها بطور همزمان مورد استفاده قرار می گیرند که در عمل چنین نیست و همه چراغهای متصل به یک مدار به ندرت به طور همزمان روشن می شوند. نسبت حداکثر توان مصرفی همزمان را به کل توان بارهای متصل ضریب مصرف یا ضریب همزمانی می گوییم و آن را با k_d نشان می دهیم.

$$I = k_d = \frac{W}{VCos\varphi}$$

ضریب مصرف برای بارهای روشنایی مختلف را بصورتی که در جدول زیر آمده است در نظر می گیریم.

ضریب مصرف بارهای روشنایی

نوع بار روشنایی	ضریب مصرف
مدار روشنایی خانگی	۱/۰
مدار روشنایی مراکز صنعتی مرکب از قسمتهای بزرگ مجاور هم	۰/۹۵
مدار روشنایی مراکز صنعتی مرکب از قسمتهای بزرگ	۰/۸۵
مدار روشنایی انبارهای بزرگ	۰/۳۵
مدار روشنایی مراکز تجاری	۰/۹۵
مدار مخلوط روشنایی و وسایل خانگی	۰/۸۰

۳- مدارهای سه فاز

بیشتر بارهای صنعتی را موتورهای القایی سه فاز با روتور قفسی تشکیل می دهند. جریان خطی یک موتور سه فاز در حالت کار در ظرفیت اسمی آن از این قرار است.

$$I = \frac{W}{\sqrt{3}V\eta Cos\varphi}$$

تغییرات راندمان و ضریب توان موتورهای سه فاز القایی با روتور قفسی با ظرفیت و سرعتهای مختلف در جدول زیر آمده است:

راندمان و ضریب قدرت موتورهای القایی سه فاز با رتور قفسی

خروجی موتور کیلووات	موتور ۲ قطبی ۳۰۰۰دور در دقیقه		موتور ٤ قطبی ۱۵۰۰ دور در دقیقه		موتور ٦ قطبی ۱۰۰۰دور در دقیقه	
	η	**cosΦ**	**η**	**cosΦ**	**η**	**cosΦ**
۰/۵	۰/۷۰	۰/۷۳	۰/٦۹	۰/٦۷	۰/٦۸	۰/٦۳
۱	۰/۷۲	۰/۷۵	۰/۷۱	۰/٦۹	۰/۷۰	۰/٦٦
۵	۰/۸٤	۰/۸٦	۰/۸۳	۰/۷٤	۰/۸۱	۰/٦۹
۱۰	۰/۸٦	۰/۸۷	۰/۸٤	۰/۷۸	۰/۸۲	۰/۷۱
۲۰	۰/۸۸	۰/۸۹	۰/۸۵	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۷۵
۵۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۸۹	۰/۸۵	۰/۸۷	۰/۸۲
۱۰۰	۰/۹۱	۰/۰۹۲	۰/۹۰	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸٤
۱۰۰۰	۰/۹۳	۰/۹٤	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۲	۰/۹۱

نصب سینی کابل و قفسه نردبانی (Ladder)

سینی کابل

دلایل انتخاب:

در صورتیکه نیاز به چند لایه کامل غلاف دار از قبیل **MMS** یا **PVC/SWA/PVC** در طول یک مسیر مشترک باشد در آن صورت زمان صرف شده برای نصب هر یک از کابلها می تواند با استفاده از یک سینی کابل صرفه جویی شود.

اگر هدف محافظت از موقعیت سینی کابل باشد، بنابراین می توان استفاده از لوله های توکار، کانال گذاری و تجهیزات دیگر سرویسها را منع نمود و در نتیجه نصب سرویسهای الکتریکی ساده تر خواهند شد.

سینی کابل شامل یک کانال فلزی مشبک شده است که کابلها توسط گیره یا بند کابل به آن بسته می شوند. این سینی ها به عرض ۵۰ میلیمتر تا ۹۰ میلیمتر و در انواع و اقسام گوناگون ساخته و پرداخته می شوند.

تعیین اندازه سینی کابل:

منظور کردن عوامل گروهی (ضرائب گروهی):

باید به این نکته توجه داشت که اندازه سینی کابل که قرار است برای گروهی یا دسته ای از کابلها مورد استفاده قرار گیرد از ظرفیت هدایت جریان در کابلها تاثیر می پذیرد.

جدول **۹b** از **EE** ضرایب تصحیح را که باید به کار برده شود تا ظرفیت هدایت جریان مسطح، را اگر کابلها دسته بندی شده باشند، در اختیار ما قرار می دهد. اگرچه کابلها در چنین مسیری ثابت شده اند، اما فاصله بین آنها از دو برابر قطر هر کابل نباید کمتر باشد، بنابراین دیگر نیازی به اعمال ضرائب گروهی نیست. (شکل ۱-۲)

انواع مختلف سینی کابل برای کارهای مختلف مناسب هستند، بنابراین میتواند طرز فکر خوبی برای نگاه کردن به بعضی از اینها ایجاد کند.

انواع سینی کابل

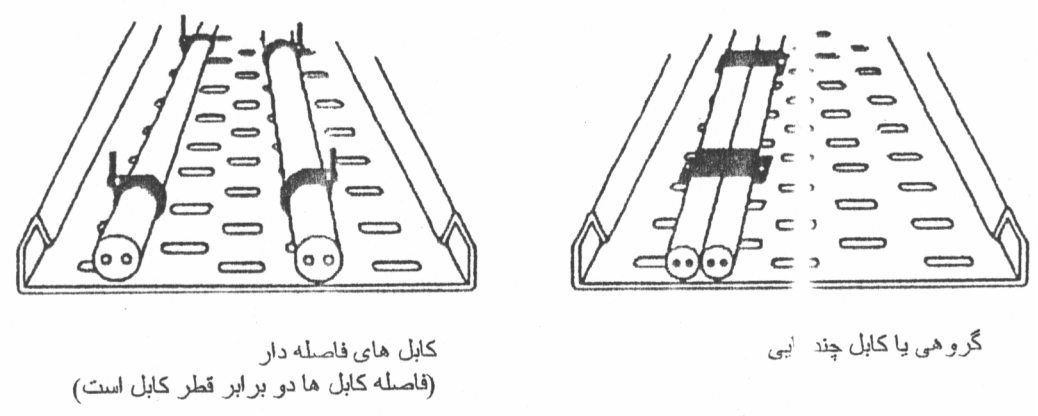
سینی کابل استاندارد:

سینی کابل استاندارد از ورقه های فولاد مشبک (سوراخ دار) شامل یک سینی تخت ساده با لبه های خم شده ساخته می شود. این سینی در عرض های متغیر بین ۵۰ تا ۹۰۰ میلیمتر قابل دسترس است که بیشتر برای نصب کابلهای سبک وزن مانند **MMS** یا اندازه های کوچکتر از **PVC/SWA/PVC** بسیار مناسب است.

روش اتصال طولی سینی ها به همدیگر بوسیله کاهش قسمت انتهایی سینی می باشد که تقریباً به اندازه پهنای استاندارد سینی است که در داخل هم قرار می گیرند.(اطلاعات صفحه **۲A** را ببینید)که این عملیات با لوازم زیادی از قبیل، اتصال سه راهی **(T)**، چهارراههای تقسیم (تقسیم کننده های چهار راهه)، کاهنده ها، خمها و غیره انجام پذیر است. (اطلاعات برگه **۲B** را ببینید)

سینی کابل مقاوم:

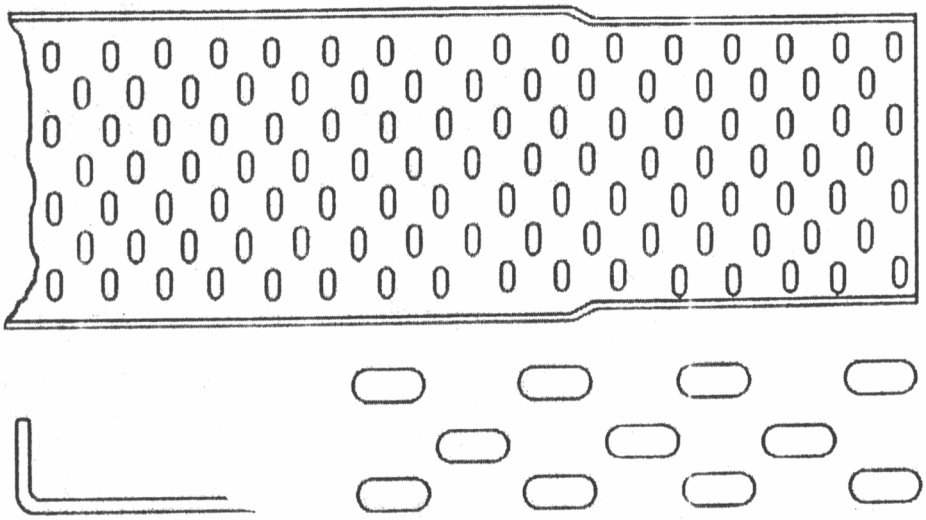
همانند سینی کابل استاندارد این سینی از ورقه فولادی مشبک ساخته می شود، با این تفاوت که این سینی از ضخامت بیشتری و لبه بیرون داده شده از عمیق تری برخوردار است. سینی های مقاوم با مشخصات **GEGB-1271**ساخته می شوند که برای کار تاسیساتی با توان مقاومتی متوسط مناسب هستند. در اینجا محدوده زیادی از وسایل و ابزار برای این نوع سینی وجود دارد که در پهنای ۱۵۰-۶۰۰ میلیمتر ساخته می شوند.



شکل ۲-۱: گروه بندی کابلها

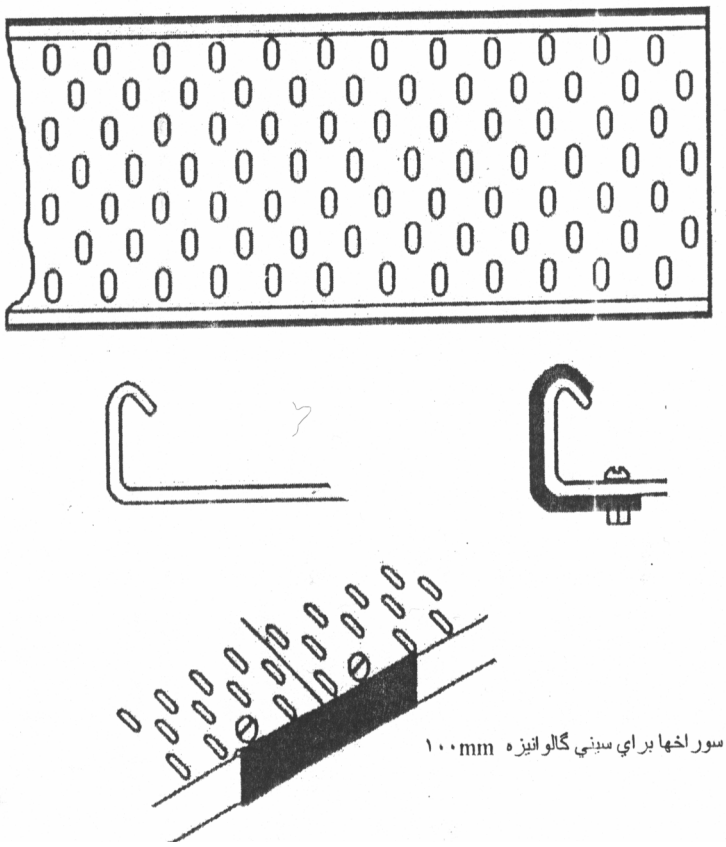
برگه اطلاعاتی شماره ۲A: سینی ها

۱- سيني استاندارد



جزئيات مقطع و حالت سوراخها براي سيني گالوانيزه ۱۰۰mm

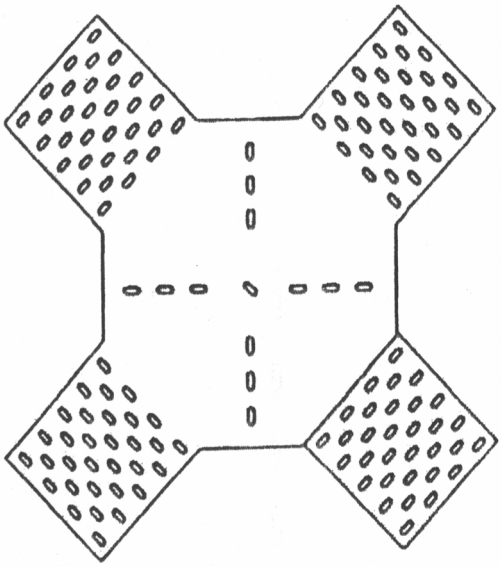
۲- سيني با لبه برگشته



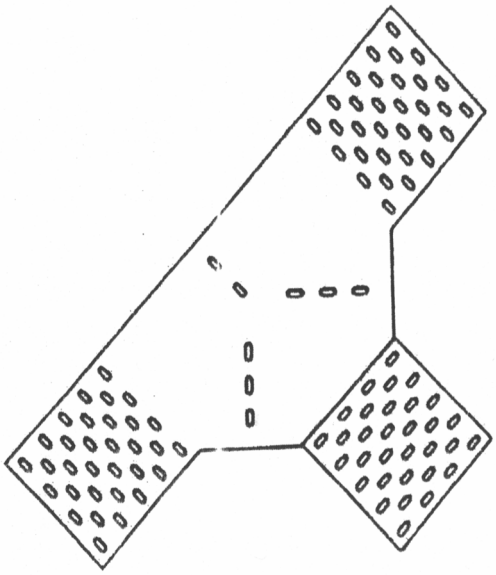
جزئيات مقطع و حالت سوراخها براي سيني گالوانيزه ۱۰۰mm

برگه اطلاعاتی شماره ۲B: لوازم اضافی استاندارد برای سینی

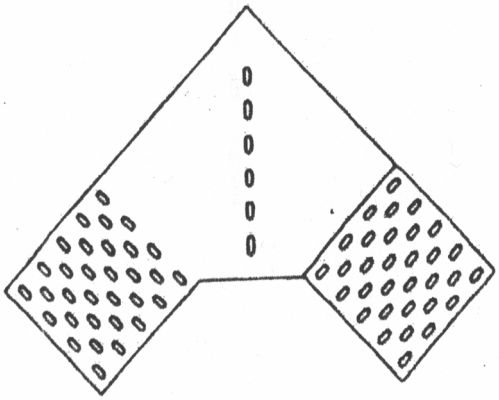
۱- قطعه متصل کننده چهار راهي (صليبي)



۲- سه راهي T شکل



۳- کنج با زاویه قائم



سینی کابل با لبه برگردانده شده:

طرحهای گوناگون زیادی از این نوع سینی کابل ها، از سینی کابلهای ساده لبه خم شده تا سینی کابلهای مقاوم وجود دارد. لبه خم شده استحکام بیشتری به سینی می دهد.ازاین رو می تواند فاصله بیشتری را بدون گروههای کمکی نسبت به سینی های معمولی تحمل کند. اغلب انواع لبه های خم شده سینی ها بوسیله اتصال دهنده هایی که در خارج سینی های لب خمیده قرار دارند، به هم متصل می گردند که برای استفاده سریع و آسان هستند.(اطلاعات برگه **۲A** را ببینید)

پرداخت کاری روی سینی کابل:

سینی کابل می تواند در یکسری پرداختهای مختلف تهیه گردد:

- ورقه های فولادی ناخالص
- آستراکسید قرمز (زیر لایه اکسید قرمز)
- آستررکروم زرد (زیر لایه کروم زرد)
- گالوانیزه فروبرده شده در محلول داغ
- پوشاندن با اکسید زرین (روکش اکسید زرین)
- روکش پلاستیکی

بدون شک پرداخت کردن (آبکاری کردن) از طریق گالوانیزه کردن عمومی ترین روش از روشهای ذکر شده در بالاست که این برای استفاده در دماهای بالا یا پایین محیط مناسب

است و این پوشش (روکش) می تواند ضربه های شدید را بدون آنکه آسیب ببیند، تحمل کند.

در پرداخت کاری، اکسید قرمز و کروم زرد پرداختهای مناسبی نیستند، مگر اینکه لایه نازکی از رنگ در پایان روی آنها را بپوشاند.

کرومات زرد دارای این مزیت می باشد که از آتش سوزی جلوگیری می کند. نمونه های مختلفی از پرداختهای پلاستیکی وجود دارند که نایلون، سخت و ضدضربه می باشد و در جاهایی که محافظت در برابر نمکهای معدنی (غیرآلی)، قلیایی، حلالهای آلی و اسیدهای آلی لازم می باشند، مناسب است. در هر حال آنها برای استفاده در جاهایی که امکان تماس آن با حلالهای کلری و اسیدهای غیرآلی وجود دارد توصیه نشده است.

پوششهای **PVC** و پلی اتیلن در برابر اسیدها و مواد قلیایی مقاوم هستند، ولی مقاومت عایقی (پایداری) آنها در برابر حلالهای آلی ناچیز می باشد.

پلی اتیلن و **PVC** در برابر ضربه های شدید مقاوم نیستند. روکش (پوشش) رزین اپوکسی سینی کابل نسبت به دیگر پوششها بسیار گران است. به هر حال این پرداخت یک پوشش سخت می باشد که می تواند در برابر ضربه ها و مواد اسیدی مقاومت کند و همچنین در برابر مواد قلیایی، آمونیاک مقاوم است. این پوشش اغلب غیر قابل اشتعال است و می تواند دردماهای مابین ۵۰- تا ۷۰ درجه سانتیگراد به کاربرده شود.

نصب سینی کابل- چگونگی نصب سینی کابل

ساخت:

اگر در موقع نصب سینی های کابل از کلیه تجهیزات و لوازم جانبی استفاده شود، در عمل مشکل زیادی نخواهیم داشت. در مواقعی که لازم است قطعاتی در محل اجرا ساخته شود، اجرای قوانین و مقررات ساخت، باعث می شود که دچار زحمت کمتری شویم. اطلاعات برگه **۲C** یک ماشین خم کاری سینی کابل را در حال استفاده برای شکل دادن یک لبه ۹۰ درجه به طرف داخل نشان می دهد.

می توان دریافت که با استفاده از خم کننده مراحل انجام کار بسیار ساده خواهد شد. پایه های ۹۰ درجه می توانند با استفاده از ابزار ساده دستی نصب شوند و همانطوری که در شکل ۲-۲ نشان داده شده است. این عمل می تواند با استفاده از یک میله کوتاه فلزی که در یک انتهایش شکاف مناسبی وجود دارد انجام شود. شکاف باید روی لبه سینی قرار داده شود و میله برای تا کردن و چروکیدن هر لبه مورد استفاده قرار گیرد تا زاویه دلخواه به دست آید.

اتصالات ساده، اتصالات **T** و عاملهای کاهنده می توانند در محل ساخته شوند، اگرچه استفاده از وسایل و تجهیزات تولید شده و آماده توصیه می شود تا باعث صرفه جویی زیادی در زمان شود.

نصب:

به دو دلیل لازم است سینی کابل از سطحی که بر روی آن نصب می شود فاصله داشته باشد:

۱) اگر برای نصب از گیره استفاده شود برای هدایت پیچها فاصله خالی مورد نیاز است. سپس اینها نیاز به شیاردار شدن در اطراف کابل دارند.

۲) وجود فاصله هوایی در اطراف کابلها باعث کاهش و دفع حرارت می شود.

زمانی که قصد استفاده از یک سینی کابل استاندارد داریم، استفاده از یک براکت کلاه استوانه ای ساده بسیار مهم است. تولید کنندگانی مانند **Unistrut,BICC** و **Cablock** با یکدیگر کانال ویژه ای با تجهیزات کامل طراحی کردند که سینی کابلها را به خوبی پشتیبانی می کند و آنها را ایمن تر می سازد.

نردبان دندانه دار

انواع نردبانهای دندانه دار

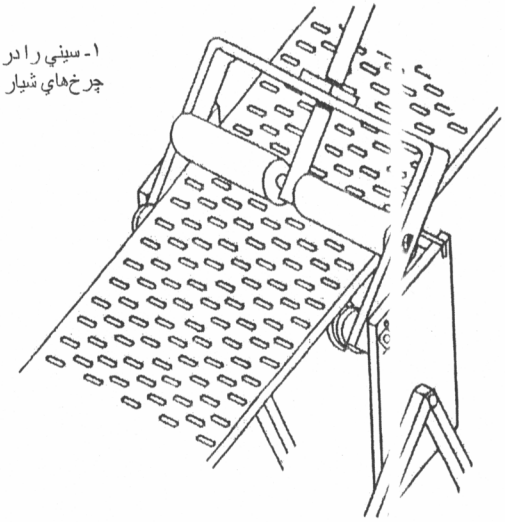
در مواردی که تعداد زیادی کابل بزرگ باید در یک مسیر مشترک نصب شوند، باید از نردبان های کابل **(Ladder)** استفاده شود. در ساختمانهای بزرگ و در اتاق فیوزها و

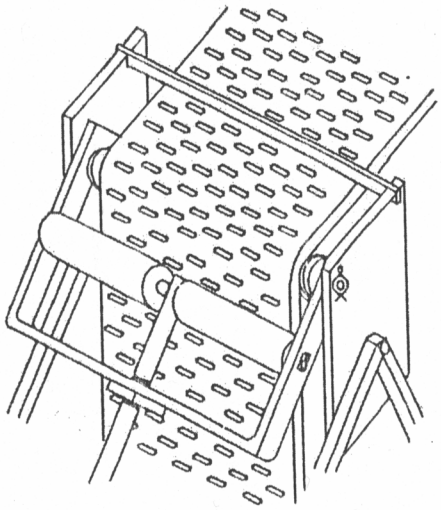
کلیدها و محل ترانس و جاهایی که کابل های فشار قوی قراردارنداستفاده ازاین نردبان ها ایده آل است.

انواع مختلفی از این نوع نردبانها در دسترس هستند. اولین شکل نشان داده شده در صفحه اطلاعات **۲D** از فولاد نرم ۲ میلیمتر است که تعداد زیادی از اسباب و لوازم در دسترس را دارا می باشد. نردبانها برای بردن لایه های کابلی شیار دار می شوند و احداث و نصب یک کار مکانیکی ساده است.

برگه اطلاعاتی شماره ۲C: شکل دادن سینی بصورت خم قائم الزاویه

۱- سینی را در خم‌کن قرار دهید. لبه سینی را در چرخ‌های شیار دار شکل دهنده قرار دهید.

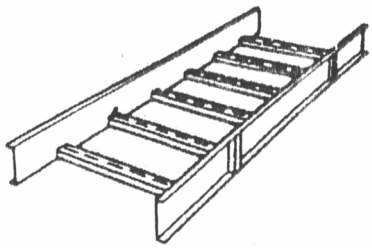




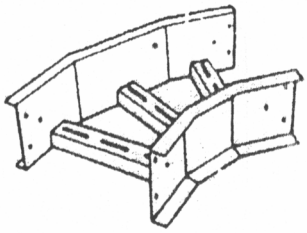
۲- بازوی خم‌کننده را پایین بیاورید تا زاویه مطلـ ب حاصل گردد.

برگه اطلاعاتی شماره ۲D: قفسه نردبانی

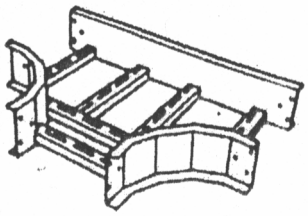
١- طول استاندارد قفسه نردباني



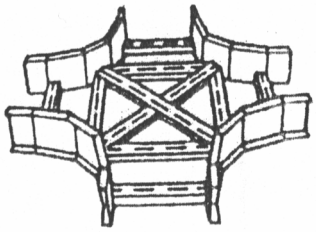
٢- قسمت پيچ خورده

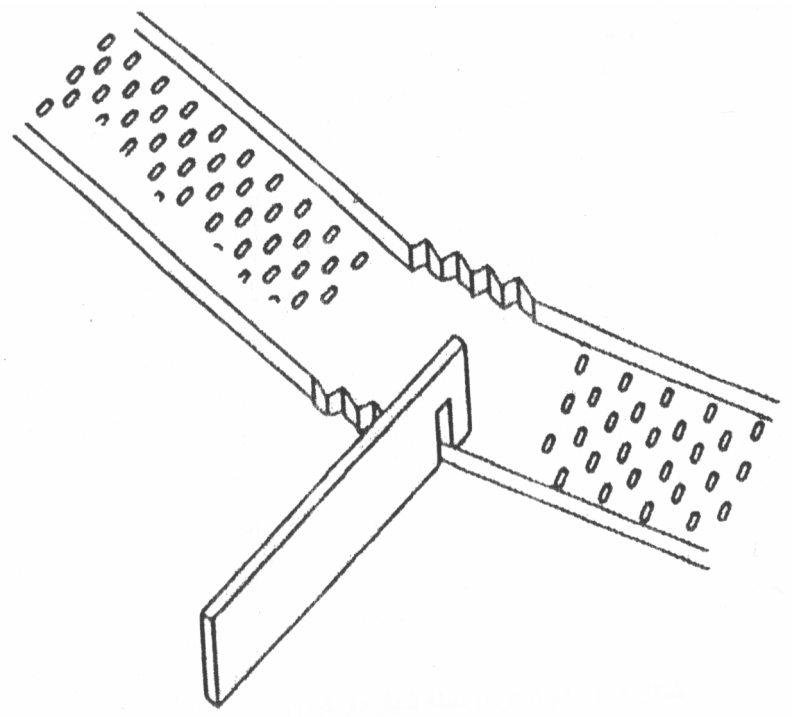


٣- اتصال T



٤- اتصال چهار راهي





تابلوهای الکتریکی

تابلوهای فشار ضعیف: تابلوهای فشار ضعیف ترکیبی از یک یا چند وسیله قطع و وصل فشار ضعیف، همراه با تجهیزات کنترل، راه اندازی، حفاظت و تنظیم که کلیداتصالات برقی و مکانیکی داخلی و قسمتهای بدنه آن بطور کامل سوار شده باشد.

طبقه بندی تابلوهای فشار ضعیف:

تابلوهای فشار ضعیف مورد استفاده در تاسیسات برق ساختمانها را می توان با توجه به محل و موقعیت استقرار نسبت به منبع تغذیه و نقشی که در سیستم کنترل و توزیع برق ایفا می کنند، به ترتیب زیر طبقه بندی کرد:

الف)تابلوی اصلی: این عنوان به تابلویی اطلاق می شود که عموماً در پست برق نصب می شود و به طرف فشار ضعیف ترانسفورماتور متصل و برق مجموعه را توزیع و کنترل کند.

ب)تابلوی غیر اصلی:اینگونه تابلوها بلوک ساختمانی یا قسمت مستقلی از مجموعه را توزیع و کنترل می کنند. تابلوهای نام برده از تابلوی اصلی تغذیه می شود.

ج) تابلوی فرعی:تابلوی فرعی تاسیسات و تجهیزات عبارت از تابلویی که برای توزیع و کنترل سیستم برق خاص مانند موتورخانه، آشپزخانه و ... بکار می رود. اینگونه تابلوها از تابلوهای نیمه اصلی تغذیه می شود. تابلو فرعی روشنایی عبارت است از تابلویی که

برق روشنایی و پریزهای عمومی مربوط به هر قسمت را توزیع و کنترل می کند. این نوع تابلو از نوع نیمه اصلی تغذیه می شود.

انواع و موارد کاربرد تابلوها:

عمده ترین انواع تابلوهای مورد استفاده در تاسیسات برق ساختمانها و موارد کاربرد آن به شرح زیر است:

الف)تابلوی تمام بسته: این نوع تابلو برای نصب در فضاهای سرپوشیده استفاده می شود و عبارت است از مجموعه سوار شده در کارخانه که تمام جوانب آن جز سطح نصب که ممکن است باز باشد به نحوی بسته باشد که حداقل درجه حفاظت **IP20** تامین شود. اینگونه تابلو را تابلوی تمام بسته ایمنی نیز می نامند. تابلوهای تمام بسته به اشکال مختلف ساخته می شوند که برحسب نوع کاربرد متفاوت و عمده ترین آنها به شرح زیر است.

۱-**تابلوهای تمام بسته ایستاده:** تابلویی است که بتواند بطور مستقل و بدون اتکا به دیوار در روی کف ساختمان استقرار پیدا کند. این تابلوها معمولاً برای تابلوهای اصلی و نیمه اصلی بکار می رود.

۲-**تابلوهای تمام بسته دیواری:** این نوع تابلو که بصورت جعبه قابل نصب در روی کار یا در توی کار در ابعاد مختلف ساخته می شوند و فقط قسمت جلوی آن قابل دسترسی

است، شامل: شیشه، کلید و وسایل حفاظت در برابر اضافه بار و برای کنترل مدارهای فرعی روشنایی و غیره بکار می رود.

اجزاء داخلی تابلوهای اصلی:

در تابلوهایی که برای توزیع نیروی برق اصلی به کار برده می شود، کلید ورودی، کلید اصلی، باید الزاماً از نوع خودکار بوده و کلیدهای توزیع فرعی در صورتیکه برای تغذیه تابلوهای نیمه اصلی یا فرعی سیستم های موتوری بکار می رود باید از نوع خودکار و چنانچه برای تغذیه تابلوهای نیمه اصلی یا فرعی سیستم روشنایی مورداستفاده قرار می گیرد، باید از نوع کلید فیوز و یا کلید گردان یا چاقوی با فیوز جداگانه باشد.

در مواردی که از کلید و فیوز جداگانه استفاده می شود، کلید باید بعد از فیوز جداگانه قرار داشته باشد. بطوریکه با برداشتن فیوز برق کلید نیز قطع شود.

تابلوی فرمان وسایل موتوری:

در تابلوی فرمان وسایل موتوری، کلید اصلی باید از نوع خودکار حفاظت موتوری بوده و مجهز به سه دستگاه آمپرمتر و یک دستگاه ولتمتر که با کلید ولت هفت حالته تغییر وضعیت می دهد.

مدارهای فرعی فرمان وسایل موتوری باید الزاماً دارای کنتاکتور رله حفاظت باشد. مگر در مورد دستگاههای مجهز به تابلوهای فرمان و راه اندازی جداگانه که در اینصورت موارد مزبور باید بوسیله کلید فیوز یا کلید گردان و فیوز جداگانه محافظت شود.

برای انتخاب کنتاکتورها، بی متالها و فیوزها و کلیدها برای وسایل موتوری ۱/۵ تا ۲ برابر جریان نامی آنها باید مدنظر قرار گرفته شود.

تابلوهای فرعی روشنایی:

در این نوع تابلوها که بصورت سه فاز و تک فاز هستند، کلید باید حتی الامکان از نوع گردان بوده و برای حفاظت در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه نیز از فیوز فشنگی متناسب با ظرفیت کلیداصلی استفاده شود.

کلیدهای مدارهای خروجی که برای روشنایی پریزها و غیره بکار می رود، باید ترجیحاً بوسیله کلیدهای مینیاتوری با فیوز فشنگی با ظرفیت اسمی زیر محافظت گردد:

برای مدارهای زنگ اخبار و احضارحداکثر ٤ آمپر- برای مدارهای روشنایی حداکثر ۱۰ آمپر- برای مدار پریزهاحداکثر ١٦ آمپر

کلیدهای اتوماتیک، فیوزها و مدارها:

حداکثر جریان مجاز، مقدار جریانی است که برحسب آمپر که رسانا بطور پیوسته در شرایط کار بدون بالا رفتن درجه حرارت ناشی می تواند از خود عبور دهد.جریان مجاز و ایمن برای هر اندازه از انواع سیمها تعیین شده است، اگر از جریان بیش از اندازه مجاز بگذرد، درجه حرارت آن بالا می رود و ممکن است عایق آن صدمه ببیند و در نتیجه عمر سیم کم و باعث ایجاد خطر شود.

اگر بار اضافی بسیار بالاتر از آمپر مجاز سیم باشد، خطر آتش سوزی وجود خواهد داشت.

وسایل حفاظت جریان اضافی:

مقدار جریانی که از هر سیم می گذرد با بکار بردن وسایل حفاظتی جریان اضافی، حداکثر تا جریان مجاز هر سیم محدود می شود دو نوع از آنها استفاده عمومی دارند. فیوزها و کلیدهای اتوماتیک که هر دو برحسب آمپر طبقه بندی شده اند، هرگونه وسیله حفاظتی جریان اضافی مورد استفاده نباید دارای جریان ناشی بیش از جریان مجاز رسانای محافظت باشد بعنوان مثال سیم نمره ۲/۵ حداکثر ۲۰ آمپر را بدون اشکال عبور می دهد. پس فیوزی که برای حفاظت آن بکار می رود، حداکثر ۲۰ آمپر می تواند باشد.

فیوزها:

فیوز رشته یا قطعه کوتاه فلزی از نوع و اندازه ای است که مطابق آزمایش وقتی جریان بیش از جریان ناشی از آن عبور کند ذوب خواهد شد، این رشته فلزی در بدنه مناسبی قرار دارد تا در صورت سوختن فیوز از پخش فلز مذاب جلوگیری و تعویض آن آسان شود. معمولی ترین نوع فیوزها از نوع فشنگی، آلفا، مینیاتوری و کتابی (چاقویی) هستند.

فیوزهای تاخیر زمانی

فیوزهای تاخیر زمانی قادر هستند ۸۰٪ جریان نامی خود را بصورت نامحدود بکشند ولی اگر دو برابر جریان نامی از آنها عبور کند، سریعاً می سوزد. به همین دلیل فیوزها غالباً هنگام راه اندازی موتورها می سوزند. زیرا موتوری که هنگام کار عادی ٦آمپر مصرف می کند در هنگام راه اندازی برای چند ثانیه ممکن است ۳۰ آمپر بکشد.

از سوی دیگر سیمی که می تواند ۱۵ آمپر را بطور مداوم با ایمنی از خود عبور دهد، اگر ۳۰ آمپر پیوسته از آن بگذرد احتمالاً صدمه خواهد دید و یا حتی ممکن است سبب آتش سوزی شود. اما اگر ۳۰آمپر برای چند لحظه از آن بگذرد، سیم آسیب نمی بیند و سبب آتش سوزی نخواهد شد.

به همین دلیل نوع دیگری از فیوزها ساخته شده که به فیوزهای تاخیر زمانی معروف است. فیوزهای تاخیر زمانی در موارد اتصال کوتاه و یا مداری بار اضافی کم و پیوسته، به همان صورت فیوزهای معمولی می سوزند ولی قادرند بار اضافی زیاد را در کمتر از یک دقیقه تحمل کنند، به همین دلیل این فیوزها برای موتورها مناسب اند.

کلیدهای اتوماتیک مینیاتوری:

کلیدهای اتوماتیک مینیاتوری مانند کلید معمولی دسته دار است با دسته ای که پایین و بالا زدن آن مدار را قطع و وصل می کند. عملکرد کلید اتوماتیک مینیاتوری ساده است. بار اضافی باعث قطع کلید و مدار می شود.

اگر کلید اتوماتیک مینیاتوری در اثر بار اضافی قطع شود، شما باید دسته کلید را به حالت اول برگردانید تا مدار وصل شود. امروزه این کلیدها از ۱/۵ تا۵۰ آمپر بصورت تک پل و سه پل موجودند. این کلید ۸۰٪ مقدار نامی اش را بطور نامحدود و اضافه جریان ضعیف را برای مدت طولانی تحمل می کند. اما جریان اضافی زیاد را در مدت کوتاهی قطع می کند. با وجود این کلید می تواند جریان اضافی را در مدت زمان راه اندازی موتورها از خود عبور دهد.

پست برق

پست توزیع: در طراحی پست برای تاسیسات مورد نظر باید موارد زیر را در نظر گرفت:

۱-باید بتوان عملیات لازم در پست را از جمله نظارت، مراقبت، فرمان قطع و وصل کلیدها، خارج کردن ادوات الکتریکی و تمیز کردن اجزاء پست بدون مشکل انجام داد.

۲-فاصله گذاری بین اجزاء برق دار همچنین فاصله بین دستگاهها تا زمین از استانداردهایی پیروی کند.

۳-امنیت متصدیان پست فراهم شود.

٤-سطح زیربنای پست، کمترین حد ممکن باشد و از طرفی امکان توسعه داشته باشد.

٥-روشنایی داخل پست در حدود **lux**۲۰۰-۱۵۰ در نظر گرفته شود.

٦-امکان برخورد متصدی با اجزاء فشار قوی بطور غیر عمدی وجود نداشته باشد.

۷-درهای تابلوهای برق با کلیدها **Interlock** داشته باشد بطوریکه قبل از قطع کلیدها غیر قابل باز شدن باشد.

انتخاب محل پست

هر پست بر حسب نوع و بزرگی از چند انشعاب و ورودی خروجی های متعددی تشکیل می شود. عموماً پست های توزیع در داخل خود اجزایی از قبیل ترانس توزیع، **Ct**، **Pt**، رله، کلید، دژنکتور، سکسیونر و... را شامل می شوند. معمولاً پستهایی که برای تاسیسات و ساختمانها استفاده می شوند از نوع شین ساده می باشند. بنابراین اجزاء پست، درون قفسه های فلزی قرار گرفته و بین آنها دیواری از جنس آجر، فلز یا صفحه های پیش ساخته قرار می گیرد. همچنین تمام این قفسه های فلزی (تابلوها) در نزدیکی دیوار نصب می شوند.

پست ها معمولاً در دو طبقه ساخته می شوند: در طبقه اول کابلهای تابلوها و ترانسفورماتورها و کابلهای ارتباطی و کابلهای ورودی و خروجی قرار می گیرند و در طبقه دوم که ۱/٥ متر از طبقه اول بالاتر است و کف آن در واقع روی زمین می باشد،

تجهیزات از جمله ترانس ها و تابلوها و... نصب می گردند و از زیر، کابلهای ارتباطی، به این تجهیزات وصل می گردند.

ابعاد پست هم از یک استاندارد مشخصی پیروی می کند. مثلاً برای یک پست **۲۰kv** به یک فضای ۸×٦ متر احتیاج می شود. در پست ها برای خنک کردن تجهیزات از فن و ترموستات بهره می گیریم.

انتخاب ترانسفورماتور:

برای انتخاب ترانس توزیع که معمولاً به شبکه **۲۰kv** متصل می شود ابتدا سطح ولتاژ و نسبت تبدیل مشخص می گردد. پس از آن توان ترانس با توجه به نیاز الکتریکی کل ساختمان و احتمال افزایش بار در آینده مشخص می شود. همچنین گروه برداری ترانس مورد استفاده باید مشخص شود. گروه برداری های زیر برای ترانس توزیع پیشنهاد می شود:

Y_{z5}: برای قدرتهای تا 200^{KVA}

D_{y5}: برای قدرتهای $250\sim1600^{KVA}$

سپس فیوزهای طرف فشار قوی و فشار ضعیف ترانس و دژنکتور ها همراه با رله های قطع جریان زیاد (اتصال کوتاه) در فشار قوی و ضعیف از جداول استاندارد مربوطه به قدرت انتخاب شده، تعیین می شوند و همچنین از روی معیارهایی مانند ولتاژ نامی، حداکثر ولتاژ نامی، قدرت قطع نامی و جریان نامی شبکه نوع شبکه، یعنی سرپوشیده یا باز تعیین می گردد.

انتخاب کلید قدرت (دژنکتوری):

مانند محاسبات بررسی سیستمهای قدرت، شبکه را یک شبکه بی نهایت فرض می کنیم. سپس در محل نصب دژنکتوری، یک اتصال کوتاه سه فاز را مدل می کنیم. سپس با داشتن راکتانس معادل شبکه جریان اتصال کوتاه را بدست می آوریم. این جریان پارامتر انتخاب کلید دژنکتور ما خواهد بود.

زمین کردن پست:

برای پست توزیع هم زمین کردن حفاظتی و هم زمین کردن الکتریکی اعمال می گردد. همچنین می توان در تاسیسات و پستهای توزیع متناسب با تغذیه و برق رسانی ترانس از یک زمین مشترک یا دو زمین مجزا استفاده نمود. بدین شرح که اگر کابل فشار قوی که ترانس توزیع را تغذیه می کند، دارای غلاف فلزی (سربی یا الومینیومی) باشد، (بدون پوشش خارجی از عایق مثلاً **PVC**، قیرگونی و ...) و غلاف فلزی مستقیماً با زمین در تماس باشد می توان از یک زمین مشترک استفاده کرد.

همچنین در حالیکه کابل های فشار ضعیف ترانس از غلاف فلزی بدون پوشش عایقی باشند یا در پستی مجزا کردن و زمین حفاظتی و الکتریکی عملاً ممکن نباشد (مانند ترانسهای محلی یا پستهای ترانسفورماتور که در ساختمانهایی از بتون آرمه قرار گرفته اند) بهتر است از یک زمین مشترک بهره گرفت.

باید توجه شود که اختلاف پتانسیل میل زمین کننده در اثر عبور جریان از این میل، بیشتر از ٦٥v نشود. غیر از این حالت که در بالا ذکر شده باید زمین الکتریکی طرف فشار

ضعیف و زمین حفاظتی طرف فشار قوی بطور مجزا تاسیس گردد. همچنین حداقل فاصله مجاز بین این دو زمین ۲۰ متر می باشد.

نقطه صفر ترانسفورمر و بدنه تابلوهای برق و غلاف کابل در طرف فشار ضعیف، به زمین الکتریکی متصل می گردد و بدنه ترانس و تابلو فشار قوی به زمین حفاظتی پست متصل می شود.

تابلوهای فشار ضعیف:

از لحاظ توزیع انرژی الکتریکی در کاخانجات و تاسیسات صنعتی، تابلوها به سه نوع اصلی، نیمه اصلی و فرعی تقسیم می گردند. تابلوهای اصلی بیشتر از نوع ایستاده و تابلوهای نیمه اصلی ممکن است نوع ایستاده و یا دیواری انتخاب شود. تابلوهای فرعی معمولاً از نوع دیواری می باشند.

تابلوهای اصلی در واقع تابلوهای تغذیه کننده می باشند و در آنها وسایل اندازه گیری مختلفی از جمله ولت متر، آمپرمتر **Cosφ** متر و فرکانس متر استفاده می شود و این وسایل روی تابلو نصب می شوند. وسایل اندازه گیری در ابعاد ۹۶×۹۶ یا ۱٤٤×۱٤٤ در بازار یافت می شوند. آمپرمترها بعلت وجود جریان بالا به کمک **Ct** ها از نوع عبوری که نسبت به تبدیل های ۷۵/۵ تا ٤۰۰/۵ را دارا می باشند، اندازه گیری می کنند. یک ولت متر توسط کلید گردان مخصوص ولتاژها بین فازها و فاز و نول را مستقیماًاندازه گیری می کند.

همچنین برای تعیین ضریب قدرت به **Ct** نیازمندیم. این وسایل معمولاً در قسمت بالای تابلو نصب می شوند و برای نشان دادن اینکه این تابلو سه فاز است در بیرون آن از سه چراغ استفاده می شود.

همچنین انواع کلیدهایی که در تابلو نصب می گردند با توجه به کاربرد آنها بصورت زیر تعیین می شوند.

۱-برای حفاظت کابلهای بین دو تابلو یا کابل از تابلو به دستگاه با قدرت بالا، از کلید فیوز استفاده می شود.

۲-برای حفاظت از تابلوهای اصلی ازکلید اتوماتیک یا **MCCB** ها استفاده می گردد.

۳-تابلوهای دیواری و کلیدهای مینیاتوری دارای کلید اصلی می باشند که این کلید از نوع گردان است.

٤-از کلیدهای مینیاتوری جهت روشنایی، پریزها و دستگاههای با قدرت پایین استفاده می گردد.

محل نصب تابلو:

برای تعیین محل نصب تابلو به نکات زیر توجه می شود:

۱-تابلوها در مرکز ثقل بارهای هر قسمت نصب می گردد.

۲-تعداد تابلوها در هر قسمت با توجه به معیارهایی مانند پراکندگین توسعه و قدرت مصرفی بارها تعیین می شود.

۳-متناسب با قدرت مصرفی و نوع و محل از تابلوهای ایستاده و دیواری استفاده می گردد.

در ادامه، انواع کلیدهایی که در رابطه با پست با آن مواجه هستیم بیان می شود:

۱-کلیدهای فشار ضعیف:

این کلیدها در محدوده ولتاژ پایین تر از **۱kv** در تاسیسات الکتریکی و همچنین برای حفاظت سیمها تاسیسات و مصرف کننده های بزرگ به صورت متنوعی مورد استفاده قرار می گیرند. که به ٤ دسته عمده تقسیم می شوند.

۱-کلید دستی:

همانطور که از اسم این نوع کلید پیداست، با دست عمل می نماید انواع مختلفی دارد که عبارتند از:

الف)کلید تیغه ای: که تیغه متحرک آن را از چند چاقوی موازی می سازند و قادر به قطع جریان اتصال کوتاه نمی باشد. برای جریان **A** ۱۰۰۰~۱۰۰ ساخته می شوند. همچنین برای اتصال از یک شین به شین دیگر هم استفاده می شود (کلید تیغه ای متحرک)

ب)کلید گردان: در این نوع کلید هر دو کنتاکت مربوط به یک قطب در داخل یک محفظه عایقی مخصوصی قرار گرفته است به همین جهت از این کلید با تعداد قطبهای متعدد جهت مدارهای پیچیده استفاده می شود و محدوده کاری این کلیدها تا **A**۱۰۰ است. معمولاً در

تابلوها نصب می شوند و از فیوزهای مختلف مانند فیوزهای فشنگی به همراه آنها استفاده می شود. این کلیدها قابل قطع زیر بار هستند.

ج)کلید فیوز: این کلیدها به جای مجموعه کلید و فیوز استفاده می شوند. بعلت اینکه ممکن است به هنگام تعمیر فیوزها در شبکه فشار ضعیف، قوس الکتریکی ایجاد شود، این کلیدها برای جریان های ۶۳۰~۶ آمپر ساخته می شوند. توانایی قطع جریان اتصال کوتاه تا **۱۰۰KA** را نیز دارند و در پستهای توزیع و تاسیسات برقی فشار ضعیف کاربرد دارند.

۲-کلید خودکار:

این کلید مزایایی نسبت به کلید قبلی دارد، که از جمله آن اینکه: بعد از قطع مدار به هر دلیلی، قابلیت وصل مجدد بلافاصله دارند، با وجود کنتاکتهای کمکی در کلید، وضعیت قطع و وصل کلید روی اتاق فرمان یا تابلو فرمان مشخص می شود (توسط چراغ یا آلارم و...) این کلیدها مجهز به رله جریان زیاد هستند دارای سه رله حرارتی در محدوده **۳۰~۳۱۵۰A** می باشد. کاربرد این کلیدها در تاسیسات برق صنعتی برای حفاظت کابل و سیم و ماشین آلات صنعتی می باشد.

۳-کلیدهای مغناطیسی (کنتاکتورها):

کنتاکتورها به همراه کلیدهای استپ استارت تشکیل یک کلید مغناطیسی را می دهند و امکان فرمان قطع و وصل از راه دور را دارند. کنتاکتورها براساس قطع و وصل زیاد

(چند میلیون بار) ساخته شده اند. بنابراین دارای قدرت قطع بالا نیستند. پس نیاز به فیوز در این نوع کلیدها احساس می شود.

کلیدهای فشار قوی:

کلیدهای فشار قوی به انواع زیر تقسیم می شوند:

۱-سکسیونرها:

این دستگاهها در تاسیسات فشار قوی برای قطع مدارهایی که تقریباً بدون جریان می باشند و بعلت اینکه مجهز به خاموش کننده جرقه نمی باشند، در جریان های خیلی بالا بکار نمی روند. معمولاً در طرفین و یا یک طرف دژنکتور ها نصب می شوند.

انواع آنها:

الف)سکسیونر تیغه ای: معمولاً تا ولتاژ ۳۰kv ساخته می شود و مکانیزم عمل کننده آن دستی و موتوری می باشد.

ب)سکسیونر کشویی: برای تابلوها و سلولهایی که دارای قفسه های کم عمق می باشند، مناسب است.

ج)سکسیونر دورانی: برای ولتاژهای زیاد ۶۰kv و ۱۱۰kv و بالاتر ساخته می شوند و از درجه عایقی خوبی برخوردار است و بصورت یک پل ساخته می شود.

د)سکسیونر قیچی: برای فشارهای زیاد خیلی مناسب است چون فاصله هوایی زیاد در اثر اختلاف ارتفاع بین کنتاکت ثابت و متحرک سکسیونر خاصیت عایقی بسیار خوبی را بوجود می آورد.

در ضمن معمولاً برای اینکه امکان قطع کردن مدار توسط سکسیونر محال باشد یک قفل الکتریکی **(Interlock)** بین سکسیونر و دژنکتور ایجاد می شود.

۲-سکسیونر های قابل قطع زیر بار:

در شبکه ها و پستهای کوچک استفاده از سکسیونر به همراه دژنکتور و وسایل اضافی آنها هزینه بالایی را می طلبد. از طرفی به خاطر اینکه همیشه نیاز به دژنکتور با سرعت قطع سریع نیست، از سکسیونرهای قابل قطع زیر بار استفاده می شود. این نوع سکسیونرها برای قدرتهای کوچک الکتریکی و قطع آنها ساخته می شوند و جریان قطع پایینی ۴۰۰~۱۵۰۰A دارند. ولی جریان وصل بالاتر ۲۵~۷۵KA را دارا می باشند. همچنین برای ولتاژ ۲۰kv هم ساخته می شوند و معمولاً برای قطع و وصل ترانسفورمرهای کم قدرت به شبکه توزیع و همچنین اتصال خازنها و سلفهای فشار قوی بکار گرفته می شوند. در بیشتر موارد عملکرد آنها بصورت دستی می باشد.

۳-کلید قدرت (دژنکتور):

دژنکتور کلیدی است که می تواند در هر زمان جریان نامی شبکه یا در موقع خطا، جریان اتصال کوتاه و جریان اتصال زمین و... را قطع کند. نکات زیر در انتخاب این نوع کلید رعایت می شود:

الف) ولتاژ نامی کلید: معمولاً برابر ولتاژ نامی شبکه ای است که کلید در آن نصب می شود و می تواند در حدود ۱۵٪ هم از ولتاژ شبکه، کوچکتر باشد.

ب)جریان نامی که برابر با بزرگترین جریان کار معمولی شبکه است.

ج)قدرت نامی کلید که باید با قدرت اتصال کوتاه شبکه در محل کلید مطابقت کند.

د)نوع مکانیزم عمل کننده ممکن است دستی، الکتریکی، پنوماتیکی و... باشد.

ه)طریقه نصب کلید: کشویی یا ثابت و...

این کلیدها برای حدود ۲۵۰۰۰ بار قطع و وصل ساخته می شوند و باید سالیانه یکبار و یا پس از ۳۰۰۰ بار قطع و وصل یک بار سرویس و مورد بازرسی اساسی قرار گیرند.

انواع کلیدهای قدرت:

۱-**کلید روغنی**: این کلید در گذشته کاربرد داشته است و تمام تجهیزات کلید درون روغن هستند و امروزه تقریباً رواج ندارد.

۲-**کلید کم روغن**: این کلید فقط برای کنتاکتها محفظه روغن برای خاموش کردن جرقه وارد و تا ولتاژ **kv**۷۱۵ و قدرت **GVA**۵۰ ساخته می شود.

۳-**کلید آبی**: از آب برای خاموش کردن جرقه استفاده می شود. تا ولتاژ **kv**۶۰ و قدرت قطع تا **GVA**۱ ساخته می شود.

۴-**کلید گاز سخت (جامد)**: در پستها و شبکه های برق کوچک بیشتر از این نوع کلید استفاده می شود و از گاز ایجاد شده توسط جرقه برای خاموش کردن آن استفاده می شود. این مزیت را دارد که قدرت قطع کلید تابع شدت جریان قطع است. این کلید تا ولتاژ **kv**۲۰ و قدرت قطع تا **MVA**۲۰۰ ساخته می شود.

۵-**کلید هوایی**: در این کلید از فشار هوا برای خاموش کردن جرقه استفاده می شود. بدلیل وجود کنتاکتهای سری (برای جلوگیری از تولید جرقه در قدرتهای بالا) تا **KVA** ۷۶۵و بالاتر و جریان قطع تا **KA**۵۰ ساخته می شوند.

٦-**کلیدهای SF6**: از گاز **SF6** به عنوان خاموش کننده جرقه استفاده می شود. فرمان قطع این کلیدها معمولاً هیدروالکتریکی است. تا ولتاژ **۱/۲MVA** و جریان قطع **٦۳KA** ساخته می شود.

۷-کلید خلاء: در این نوع کلید به علت اینکه بین کنتاکتها خلاء می باشد احتمال جرقه در هنگام جدا شدن کنتاکتها ناچیز است. ولی در قدرتهای بالا بعلت تکنولوژی ساخت و هزینه، ساخته نمی شود، معمولاً در شبکه های فشار متوسط با ولتاژ **۳۰KV** ساخته می شوند.

انتخاب ترانسفورماتور برای اتاق پست:

برای انتخاب ترانس ابتدا بایستی مجموع توان کل را محاسبه کنیم. توان کل برابر است با توان نرمال به اضافه توان اضطراری، که از جمع توان تابلوهای فرعی هر قسمت به دست می آیند:

$$P_{normal}+P_{emergency}= P_{total}$$

$P_n=332KW$ $P_e=96KW$ $P_t=332+96=428KW$

سپس چون در نظر داریم ضریب قدرت اصلاح شود، (یعنی از بانک خازنی استفاده کنیم)، ضریب قدرت نهایی را که ۰۹ می باشد برای قدرت ترانس در نظر می گیریم:

$$\text{Trance power}= P_{total}/\cos\varphi=428/.9=475KVA$$

سپس ضریب پیش بینی اضافه بار را که ۲۰٪ است اعمال می کنیم:

$$\text{Tr power}=475.6\times1.2=570.7KVA$$

از استانداردهای تعریف شده برای ترانسها، ترانس زیر انتخاب می شود:

20/0.4KV; S=630 KVA;Dy5;UK=4%

جریان اولیه:

630kva/(20kv×sqrt(3))=18.2 A

جریان ثانویه:

630kva/(400v×sqrt(3))=910 A

برای انتخاب کلید باید به جریان قطع ثانویه ترانس توجه گردد و کلیدی با ظرفیت یک پله بالاتر انتخاب گردد:

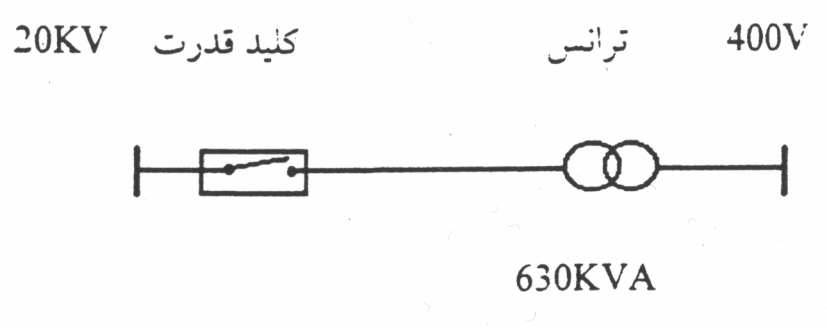
جریان بار **IL=1207 A** **UK=4%**

Isc (secondary)= S/(sqrt(3)×VL×UK)=23KA

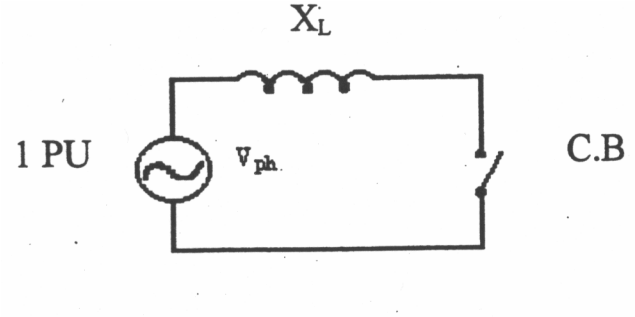
برای چنین جریان اتصال کوتاهی، کلید **۵۰KA** انتخاب می شود و جریان نامی این کلید هم **۱۲۵۰A** می باشد.

انتخاب کلید قدرت (دژنکتور):

برای انتخاب کلید قدرت به امپدانس ظاهری شبکه توزیع (در طرف **۲۰KV**) نیاز داریم. با فرض اینکه این مقدار **X Line=j.05** باشد، محاسبات را بصورت زیر انجام می دهیم:



دیاگرام تک خطی مجموعه ترانس و پست و کلید قدرت به صورت زیر می باشد:



جریان اتصال کوتاه در اولیه بصورت زیر محاسبه می شود:

$$I_{sc} = \frac{V_{PH}}{X_{line}} = \frac{1}{.05} = 20PU$$

$$I_{base} = \frac{S_{base}}{V_{base} \times \sqrt{3}} = \frac{630KVA}{20KV \times \sqrt{3}} = 18.2\ A$$

قدرت اتصال کوتاه بصورت زیر محاسبه می شود:

$$S_{SC} = \sqrt{3} : 20KV \times 364A = 12610KVA$$

بنابراین کلید دژنکتور با مشخصات زیر مورد نیاز است:

V_{CB}=20KV **S_{SC}=25 MVA** **I_{CB}=400A**

سیستم برق اضطراری

سیستمی است که در مواقع قطع جریان برق عادی با استفاده از یک یا چند مولد برق (معمولاً موتور دیزل و ژنراتور) یا مجموعه ای از باتریها در موارد مجاز، نیروی برق مورد نیاز بخشهای معینی از ساختمان یا مجموعه را تعیین نماید. این گونه سیستمها با توجه به نوع کاربرد ممکن است با راه اندازی دستی، خودکار، با وقفه کوتاه یا بدون وقفه باشد.

سیستم برق بدون وقفه (UPS)

سیستمی است که نیروی برق متناوب اولیه را در برابر هرگونه قطع جریان و نوسانات ولتاژ و فرکانس حفاظت می کند.

طبقه بندی

بطور کلی مولدهای برق (دیزل-ژنراتور) به اعتبار نوع کاربرد و زمان بهره برداری به شرح زیر طبقه بندی می شود:

الف)نوع کاربرد: مولدهای برق ممکن است برای تولید برق اصلی به عنوان مولد برق دایمی، یا بصورت موازی به شبکه برق اصلی و یا بمنظور تولید نیروی برق اضطراری مورد استفاده قرار گیرد.

ب)زمان بهره برداری: مولدهای برق ممکن است برای بهره برداری مدت محدود و یا نامحدود طراحی و ساخته شود.

مطالب مندرج در این مبحث شامل مشخصات فنی لازم برای تهیه ونصب دستگاه کامل مولد برق دایمی یا اضطراری به همراه کلید انضمات و متعلقات مربوطه می باشد.

دستگاه مورد نظر باید مستقل از سیستم نیروی برق اصلی (برق شهر) عمل نموده و درعین حال بتوان آن را بدون هیچ مشکلی و با پایداری مطلق با برق اصلی به صورت موازی مورد استفاده قرار داد.

کلیه وسایل، لوازم و تجهیزات مورد استفاده در مولدهای برق دایمی یا اضطراری باید برابر استانداردهای آی-ای- سی یا یکی از استانداردهای معتبر جریانی مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد.

موتور دیزل، ژنراتور و تابلوی برق هر کدام باید دارای یک صفحه یا پلاک ماندگار شامل نام و آدرس سازنده، تاریخ ساخت، شماره سریال و مشخصات پارامترهای فنی اصلی مربوطه به دو زبان فارسی و انگلیسی باشد.

موتور و ژنراتور باید بطور کامل توسط کارخانه سازنده روی شاسی یک پارچه و بطور مستقیم و یا بوسیله اتصال قابل انعطاف به هم کوپله شده باشد. ماده به کار رفته برای اتصال قابل انعطاف باید در برابر هیدروکربنها مقاوم باشد تا روغن و سوخت آن را از بین نبرد. همچنین دستگاه مذکور باید دارای محافظ کوپلینگ و لرزه گیرهای مناسب باشد.

افزایش یا کاهش میزان بار موتور نباید موجب خوردگی در یاتاقان ژنراتور شود.

پس از کوپله شدن موتور و ژنراتور بصورت مستقیم، ژنراتور باید نیروی میل لنگ را بدون اعمال نیروهای مخالف مکانیکی و الکتریکی بپذیرد.

دفترچه حاوی دستورالعملهای مربوط به راه اندازی، کار، نگهداری و تعمیرات دستگاهها باید حداقل در دو جلد به دو زبان فارسی و انگلیسی براساس کاتالوگهای کارخانه سازنده تهیه و تدوین شود.

وسایل و لوازم یدکی مورد نیاز باید طبق فهرست کارخانه سازنده و تایید مشاور حداقل برای مدت دو سال پیش بینی و تامین شود.

موارد استفاده از نیروی برق اضطراری و سیستم برق بدون وقفه

در موارد زیر، برای تامین مصارف اضطراری و ایمنی، باید نیروی برق به کمک مولدهایی که معمولاً نیروی محرک آن موتورهای دیزل است، در محل تولید شود:

الف)ساختمانهای مسکونی با بیش از چهار طبقه از کف زمین و مجهز به آسانسور

ب)ساختمانهای عمومی که نوع فعالیت آن به گونه ای است که قطع برق ممکن است خطر یا خسارات جبران ناپذیری بیافریند. ساختمانهای عمومی دارای شرایط بند الف

ج)بیمارستانها و مراکز بهداشتی با توجه به نوع فعالیت آن

د)سردخانه های بزرگ

ه)مراکز صنعتی که قطع برق طولانی مدت در آن ممکن است موجب خسارت جبران ناپذیر شود

و)هر نوع ساختمان یا مجموعه یا مرکز دیگری که به تشخیص مقامات ذیصلاح باید دارای نیروگاه اضطراری باشد.

عمده ترین موارد تامین نیروی برق با استفاده از سیستم برق اضطراری در ساختمانها به قرار زیر است:

-تامین روشنایی برای خروج ایمن و جلوگیری از ایجاد وحشت و هراس در ساختمانهای عمومی مانند بیمارستانها و مراکز درمان، هتلها، سینماها، مراکز ورزشی و مانند آن

-تامین نیروی برق سیستم تهویه در مواردی که برای حفاظت از جان انسان ضروری است.

-تغذیه سیستم ردیابی و اعلام حریق

-تامین برق آسانسور

-نیرورسانی به پمپهای آتش نشانی

-تامین برق سیستمهای ارتباطی ایمنی عمومی

-تامین نیروی برق برای فرایندهای صنعتی که قطع برق موجب به مخاطره افتادن زندگی یا تندرستی انسان می شود و یا موجب خسارت به ماشین آلات و فرایندهای نامبرده گردد.

موارد استفاده از سیستم برق بدون وقفه:

در مواردی که عملکرد کلیدهای انتقال بار، راه اندازی یا توقف موتورها، اثرات القایی رعد و برق و عوامل بیشمار دیگر باعث قطع جریان برق و ایجاد نوسانات ولتاژ و فرکانس شده و موجب بروز اختلال در کار سیستمهای کامپیوتر و میکروپرسسورها می شود باید از سیستم برق بدون وقفه استفاده شود.

استاندارد و مشخصات فنی مولدهای برق

موتور دیزل

موتور دیزل یا با سوخت گازی باید بر طبق مشخصات مندرج در استانداردهای **ISO3046**، **DIN 6271, DIN 6280, BS5514** یا یکی از استانداردهای شناخته شده بین المللی مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد.

موتور دیزل باید از نوع زمینی چهار سیلندر یا بیشتر، از نوع **V** یا در یک ردیف با سوخت رسانی از نوع انژکتوری مستقیم و مجهز به گاورنر هیدرولیکی، مکانیکی یا الکتریکی باشد.

موتور باید با توجه به مشخصات زیر و شرایط محیطی مورد نظر قابل بهره برداری باشد:

الف)اضافه بار: ۱۰ درصد برای یک ساعت در هر ۱۲ ساعت

ب)ارتفاع از سطح دریا: پارامترهای ب،ج،د با توجه به شرایط محل نصب و بهره برداری دیزل ژنراتور تعیین می شود.

ج)درجه حرارت محیط

د)رطوبت نسبی

ه)سرعت (حداکثر) ۱۵۰۰ دور در دقیقه

و)متوسط فشار موثر: ۱-در حالت طبیعی **85 Psi**، ۲-در حالت سوپر شارژ **135-160Psi**

سیستم راه انداز موتور مولدهای برق دایمی با بار سبک و کلیه مولدهای برق اضطراری باید مستقیماً از طریق باتری باشد.

موتور باید مجهز به سیستم استارت الکتریکی ۲٤ ولت با ظرفیت کافی (حداقل سه استارت پشت سر هم و بدون شارژ) بود و چرخ طیار در هر موقعیتی باشد بتوان موتور را روشن نمود.

برای روشن کردن موتور نباید احتیاج به تنظیم چرخ طیار و یا هر وسیله دیگر باشد.

یک سری کامل از باتریهای اسید–سرب با راک باتری مربوطه و همچنین کابلهای مورد نیاز با اندازه و طول کافی برای استفاده از باتریها و کابلشوهای مربوطه باید پیش بینی و تامین شود.

یک دستگاه شارژ کننده باتری اتوماتیک بصورت واحد جداگانه و مستقل، یا ساخته و نصب شده در داخل تابلوی کنترل باید تامین شود، بطوری که این شارژ کننده با برق ۲۲۰ ولت عمل نموده و باتری های دستگاه را در موقع خاموش بودن مولد از طریق برق شهر همواره در حالت شارژ باقی نگاه دارد.

در موتورهایی که برای تحمل بار سنگین واحدهای دایمی در نظر گرفته می شود، ممکن است به جای سیستم استارت الکتریکی از سیستم هوای فشرده استفاده گردد.

دستگاه تولید هوای فشرده باید شامل شیر راه انداز، مخزن یا مخازن هوای فشرده، کمپرسور روی موتور و یک کمپرسور مستقل بنزینی یا الکتریکی جداگانه با ظرفیت کافی باشد.

سیستم خنک کردن آب برای دستگاههای مولد برق با بار سبک از نوع رادیاتور و فن، که با تسمه پروانه کار می کند و برای دستگاههای با بار سنگین باید از نوع مدل حرارتی به انضمام لوله ها و پمپهای مورد لزوم، انتخاب شود.

رادیاتور یا مبدل حرارتی، باید از نوع پر دوام بوده و دارای ظرفیت خنک کنندگی کافی برای ۱۰ درصد اضافه بار موتور در حرارت ٤٠ درجه سانتیگراد باشد.

رادیاتور یا مبدل حرارتی مورد استفاده در مناطق گرمسیری باید از نوع مخصوص مناطق حاره بوده و برای کار در درجه حرارت محیطی ٥٠درجه سانتیگراد ساخته شده باشد.

در مواردی که نصب مولدهای برق در داخل ساختمان صورت می گیرد باید از امکان تهویه کافی بصورت طبیعی یا با ایجاد فشار هوا اطمینان حاصل شود. میزان هوای مورد نیاز برای خنک کردن سیستم رادیاتور و فن حدوداً ۸۰ الی ۱۳٥ متر مکعب در ساعت به ازای هر کیلو وات ممکن است در نظر گرفته شود.

سیستم هوای ورودی باید دارای فیلتر هوا از نوع خشک، که در ضمن تقلیل دهنده صدا نیز می باشد، بوده و بمنظور حفاظت قسمتهای مختلف موتور از گرد و خاک و غبار مستقیماً روی دریچه ورودی هوا روبروی رادیاتور نصب شود.

سیستم روغن موتور باید در یک فشار ثابت و از پیش تعیین شده عمل کند و این امر بوسیله پمپهای روغن موتور و دریچه های مربوطه و وسایل فشار صورت پذیرد.

سیستم روغن باید دارای حفاظت اتوماتیک باشد به گونه ای که در صورت افت فشار روغن از حد تعیین شده با اعلام خطر موتور را متوقف سازد.

در سیستم روغن موتور باید خنک کننده روغن و فیلترهای روغن مناسب قابل تعویض پیش بینی شود.

بدنه سیلندر و کارتر موتور باید از چدن درجه یک و ترجیحاً یک تکه ساخته و بگونه ای طراحی شده باشد که از حداکثر استحکام و پایداری آن اطمینان حاصل شود. موتور، آلترناتور و مبدل حرارتی روغنی و کلیه ملحقات مربوطه باید بر روی یک پایه فولادی قرار گیرد. پایه باید به گونه ای مستحکم شده باشد که در هنگام کار دستگاه نیروی اضافی به خود دستگاه و دیگر قسمتها منتقل نشود. سیلندرها باید از نوع بوشن دار قابل تعویض بوده و از بالا قابل خارج نمودن باشد. بوشن ها باید از نوع تراز جنس چدن اصل یا اتصال فلز به فلز در قسمت بالا بوده و در انتهای آزاد آب بندی شود، به نحوی که انبساط آزاد آن امکان پذیر باشد. برای جلوگیری از نشت آب موتور از قسمت بوشن سیلندر باید پیش بینی های لازم انجام شده باشد. درهای انفجار اتوماتیک باید فنری بوده و مجهز به محفظه مناسب باشد. در صورت انفجار داخلی، این درها باید فشار اضافی را آزاد نماید. برای دسترسی به کلیه قسمتهای داخلی موتور با پوششهای بزرگ برای بازبینی و بازرسی پیش بینی و تامین شود.

هر سیلندر باید دارای سر سیلندر مجزا از جنس چدن بوده و مجهز به سوپاپهای ورودی، خروجی و اطمینان و فارسونکا باشد. سر سیلندرها باید دارای پوششهای قابل برداشت بمنظور تمیز کردن مسیر آب از جرمها و مواد ته نشین شده باشد.

سوپاپهای ورودی و خروجی باید از آلیاژ فولاد بوده و آبکاری و سخت شده باشد. نشیمنگاه و گیت سوپاپ باید قابل تعویض بوده و در برابر حرارت و خراشیدگی مقاوم باشد. طرح محور و گیت سوپاپ باید طوری باشد که اگر چه چکشک و انگشتانه سوپاپ و غیره تحت فشار روغن کاری می شود ولی به هیچ وجه روغن به داخل سر سیلندر نشت نکند.

میل لنگ باید از آلیاژ فولاد چکش کاری شده یکپارچه، با طرحی مقاوم ساخته شده باشد و قسمتهای سر محور و لنگ آن باید نسبت به یاتاقان مربوطه با دقت و تولرانس کم تراشکاری شده باشد. میل لنگ همچنین باید از لحاظ استاتیکی و دینامیکی کاملاً بالانس باشد و ارتعاش طبیعی حاصل از پیچش باید کاملاً خارج محدوده سرعت موتور باشد.

یاتاقان اصلی باید دارای پشت بند فولادی با سطح تمام شده صیقلی و از ماده کاملاً مقاوم در برابر خستگی و برای شرایط بهره برداری سخت طراحی شده باشد. یاتاقان اصلی باید به آسانی قابل تعویض بوده و برای کار مداوم بدون اشکال ضمانت شود.

پیستون باید از آلیاژ سبک یا از چدن فشرده بوده و دارای رینگهای احتراق، کمپرس و روغن باشد. گژن پین باید کاملاً در داخل بدنه پیستون قرار گرفته و به نحوی محکم شده باشد که جابجا نشود. شاترن باید از فولاد چکش کاری شده بوده و دارای یاتاقانهای

بزرگ همانند یاتاقانهای اصلی همراه با برشهای کوچک از جنس فسفر و برنز و یا جنس مشابه با پیش بند فولادی باشد. کلیه پیستونها و شاتونها باید کاملاً میزان (بالانس) شده باشد. چنانچه قطعات مجموعه پیستونها کاملاً قابل جابجایی با یکدیگر نباشد، برای سهولت شناسایی، هر کدام باید به درستی و روشنی علامت گذاری شده باشد.

میل بادامک باید از جنس سخت و بادوام ساخته شده و بوسیله چرخ دنده به میل لنگ وصل، و برای سرویس یا تعویض به آسانی قابل برداشت باشد. برای تنظیم و فیلتر گذاری سوپاپ و همزمان کردن پمپ باید پیش بینی های لازم شده باشد.

تابلوی وسایل اندازه گیری موتور

تابلوی وسایل اندازه گیری موتور باید در کنار موتور دیزل بر روی یک پایه، یا بر روی شاسی دیزل نصب شود.

تابلو باید از نوع بسته بوده و از ورق فولادی با ضخامت ۲ میلیمتر ساخته شده و وسایل سنجش بطور توکار بر روی آن نصب شود.

صفحه پشت تابلو باید قابل برداشت باشد تا دسترسی به وسایل داخل آن برای تعمیر و نگهداری به سهولت انجام شود.

کلیه وسایل سنجش لازم باید در تابلو نصب شود. تابلو باید چنان طراحی شده باشد که سیم کشی وسایل ایمنی موتور و ژنراتور به آن و همچنین وسایل فرمان و سیگنال بین موتور و تابلو کنترل الکتریکی به آسانی امکان پذیر باشد.

در مواردی که اتصال سیمها به وسایل سنجش در تابلو بطور مناسب مقدور نباشد باید جعبه تقسیمی برای این منظور تعبیه شده و کلیه اتصالات در آن انجام و سپس از آنجا به تابلو کنترل برده شود.

وسایلی که باید بر روی تابلو موتور نصب شود به قرار زیر است، لیکن هر نوع وسیله دیگری که برای نشان دادن وضعیت کار موتور لازم باشد و در فهرست زیر ذکر نشده است نیز باید تهیه و برروی تابلو مزبور نصب شود:

فشار سنج روغن، حرارت سنج روغن، حرارت سنج آب ورودی به موتور، حرارت سنج آب خروجی از موتور، خلاء سنج محفظه میل لنگ، فشار سنج هوای ورودی به موتور، سرعت سنج موتور با پیش بینی هایی برای ارسال سیگنال به تابلو کنترل، حرارت سنج اگزوز موتور با سلکتور برای تعیین درجه حرارت خروجی از هر سیلندر و درجه حرارت ورودی و خروجی توربور شارژ و نیز پیش بینی هایی برای ارسال سیگنال به تابلو کنترل الکتریکی.

سیگنالها باید به دستگاه اعلام خطر و دستگاه قطع کار ماشین داده شود. وسایل سنجش سرعت و درجه حرارت اگزوست باید الکتریکی باشد ولی سایر وسایل ممکن است از نوع برقی و یا غیر از آن باشد.

کلیه سیم کشی های وسایل ایمنی، سیگنالها و غیره باید بوسیله کابلهای قابل انعطاف از درون کمترین تعداد لوله های قابل انعطاف و مقاوم در برابر نشت آب و روغن، از واحدهای دیزل ژنراتور به تابلو وسایل اندازه گیری موتور یا جعبه تقسیم انتهایی

وصل شود. سیم کشی باید کدگذاری و شماره گذاری شده و در هر دو انتها دارای ترمینال باشد.

ژنراتور

ژنراتور باید برطبق مشخصات مندرج در استانداردهای **VDE 0530,BS 5000,BS 4999** و **JEC 34** یا یکی از استانداردهای شناخته شده بین المللی مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد.

ژنراتور باید بطور مستقیم یا قابل انعطاف به چرخ طیار موتور کوپله شده و برای کار با موتور دیزل که در بالا ذکر شده است، مناسب باشد.

ژنراتور سه فاز دارای مشخصات زیر است:

قدرت خروجی اسمی	مطابق نقشه های تفضیلی
ضریب قدرت	۰/۸- تاخیر فاز
فرکانس	۵۰سیکل در ثانیه
ولتاژ خروجی زیر بار	۳۸۰/۲۲۰ولت
حداکثر درجه حرارت محیط	۵۰ درجه سانتیگراد
حداکثر درجه حرارت ژنراتور	٤۰درجه سانتیگراد
اضافه بار	۱۰ درجه برای یک ساعت در هر ۱۲ ساعت کار دستگاه
حداکثر مقدار هارمونیک	۵ درصد

فاصله زمانی اتصال کوتاه ۳ ثانیه

ژنراتور باید از نوع بدون زغال بوده و با تحریک کننده اتوماتیک و ضد پارازیت رادیویی و ضد رطوبت و گرد و غبار مجهز باشد.

ژنراتور باید مجهز به رگولاتور ولتاژ تمام اتوماتیک با تنظیم ولتاژ ۲/۵± درصد از حالت بدون بار تا بار کامل و دارای رگولاتور دستی با تنظیم ولتاژ ۵٪±و در مواقع لزوم با ظرفیت استارت ۱/۵ برابر جریان نامی باشد.

ژنراتور باید جریان بار کامل را بطور مداوم و تحت ولتاژ نامی و فرکانس نامی تامین نماید. ایزولاسیون روتور باید از نوع کلاس **F** و ایزولاسیون استاتور از نوع کلاس **B** باشد.

سیم خنثی در ژنراتور باید مستقیماً به سیم اتصال زمین در تابلو کنترل متصل شود.

ژنراتور باید در سرعت ۱۲۵ درصد سرعت نامی دارای کارکرد مطمئین و ایمن باشد.

تابلو کنترل الکتریکی

تابلو کنترل الکتریکی باید قابلیت راه اندازی کامل اتوماتیک سیستم دیزل- ژنراتور را در هنگام قطع برق اصلی و قطع آن در زمان بازگشت برق اصلی و نیز آماده به کار نگاه داشتن آن برای راه اندازی مجدد دارا باشد. تابلو مزبور همچنین باید امکان قطع و وصل دستی دیزل- ژنراتور را نیز در اختیار قرار دهد. دیزل- ژنراتور باید قبل از اتصال به بار به ولتاژ و سرعت مناسب رسیده باشد.

مشخصات کنتاکتورهای مورد استفاده در تابلوی کنترل الکتریکی باید براساس استانداردهای ۳۱۷۹ و ۳۱۸۰ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، **IEC158-IC** و **IEC158-1** و یا یکی از استانداردهای معتبر بین المللی مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد.

تابلوی کنترل الکتریکی باید از ورق فولادی ساخته شده و از نوع بسته و ایستاده بوده و به نحوی طراحی شده باشد که از دو طرف با تابلوهای مشابه قابل توسعه باشد.

تابلو بطور معمول باید مجهز به وسایل زیر باشد:

الف) شمش مسی ممتد برای جریان مورد نیاز

ب)کلید اتوماتیک هوایی مجهز به رله های حرارتی بار اضافی و رله های مغناطیسی اتصال کوتاه

ج)دستگاهها و ابزار اندازه گیری و ثبت مقادیر برای مولد برق برحسب نیاز، مانند ترانسفورماتور جریان، آمپرمتر، ولت متر، کیلو وات متر، دستگاه سنجش ضریب قدرت و فرکانس سنج، کلید سلکتور ولت متر و آمپر، چراغهای سیگنال

د)تنظیم کننده ولتاژ رئوستای دستی و اتوماتیک

ه)دستگاههای اندازه گیری برای تحریک کننده بر حسب نیاز

و)جعبه های انتهایی برای کابلهای اصلی و فرمان

ز)شارژ کننده باطری و آمپرمتر در صورت لزوم ونیز سیستم اعلام خطر

ح)سیمکشی و کلیدهای مورد نیاز برای موازی کردن دستگاههای مولد برق

مشخصات فنی اضافی برای مولدهای برق اضطراری

موتور باید مجهز به گرمکن اتوماتیک برای گرم کردن آب درون سیلندرهای موتور تا حداقل ٦٠درجه سانتیگراد و یا در مورد مجموعه دیزل های بزرگ، گرم کن روغنی با گردش روغن گرم تحت فشار باشد.

سیستم راه اندازی مورد استفاده برای مولدهای برق اضطراری باید از نوع خودکار باشد ولی امکان راه اندازی دستی نیز برای موارد لزوم و یا هنگام آزمایش سیستم باید پیش بینی شود.

بمنظور پیشگیری از شروع به کار نابهنگام مولد برق اضطراری بطور اتوماتیک در مواقعی که برق اصلی (برق شهر) دایر می باشد، باید یک سیستم حفاظتی که مانع عملکرد ترانسفر سوئیچ در اینگونه موارد شود در تابلو پیش بینی و نصب گردد.

تابلوی کنترل که شامل ترانسفر سوئیچ و راه انداز اتوماتیک برای مولد برق اضطراری خواهد بود، باید در صورت روشن نشدن دستگاه، مرحله استارت را سه بار تکرار و سپس به کلی متوقف و سیستم اعلام خطر را به کار اندازد.

سیستم استارت اتوماتیک باید در صورت قطع جریان برق اصلی با تاخیر زمان عمل کرده و پس از روشن شدن دستگاه در هر مرحله عمل استارت زدن را قطع کند.

رله کنترل فاز دستگاه باید به طریقی عمل کند که در موقع قطع جریان برق شهر یا قطع هر یک از فازها و یا ضعیف شدن فازها به اندازه کمتر از ۸۵ درصد ولتاژ نامی، دستگاه را در مدت ۳ الی ۱۰ ثانیه به کار انداخته و خط اصلی را از مدار خارج کند.

رله کنترل ولتاژ باید پس از برگشت نیروی برق اصلی به میزان حداقل ۹۰٪ ولتاژ نامی یا بیشتر عمل کرده و مدار مصرف را پس از ۳ تا ۱۵ دقیقه تاخیر زمانی (قابل تنظیم) به برق اصلی (برق شهر) منتقل کند.دیزل ژنراتور پس از انتقال بار به برق شهر باید برای مدت ۵ الی ۱۰ دقیقه بدون بار به کار ادامه داده و سپس بطور خودکار خاموش و برای شروع به کار مجدد در صورت قطع جریان برق اصلی آماده شود.

دستگاه سنکرونیزاسیون (همزمانی)

برای اتصال مولدهای برق با یکدیگر بصورت موازی باید از دستگاه سنکرونیزاسیون (همزمانی) استفاده شود. این دستگاه شامل دو عدد ولت متر، فرکانس سنج دوبل، سنکرونوسکوپ و دو عدد لامپ سنکرونیزاسیون که باید طبق نقشه های مربوط سیم کشی و نصب شود.

اصول و روشهای نصب

محل استقرار مولدهای برق باید حتی المقدور در نزدیکی مرکز بار انتخاب شود. مولدهای برق اضطراری باید در جوار سیستم برق عادی (ساختمان پست برق فشار قوی)، در اطاق مجزا از سایر قسمتهای پست مزبور نصب شود.

محل نصب نیروگاه باید به گونه ای انتخاب شود که از نظر ایجاد لرزش، دود و سرو صدا هیچگونه اثر نامطلوبی بر سایر فعالیتهای محل و محیط اطراف آن نداشته باشد.

بطور کلی فونداسیون مولدهای برق باید مستقل از پی ساختمان و مجهز به لرزه گیرهای مناسب محل استقرار باشد و آسیبی به پیهای بنا نرساند.

در مواردی که مولدهای برق با قدرت کمتر از ۱۵۰ کیلووات مورد استفاده قرار می گیرد باید برطبق نقشه های تفضیلی کارخانه سازنده از فونداسیون یک لایه (و یا دولایه) استفاده شود.

در مواردی که مولدهای برق با قدرت ۱۵۰ کیلووات و بیشتر به کار می رود باید براساس نقشه های تفضیلی کارخانه سازنده از فونداسیون دولایه استفاده شود. بعبارت دیگر، در این گونه موارد باید ابتدا اطراف فونداسیون اصلی، که مولد بر روی آن قرار می گیرد، کانال به عرض ۵ سانتیمتر و عمق ۲۵ تا ۷۵ سانتیمتر (برحسب قدرت مولد) ایجاد و سپس فونداسیون دوم به عرض مناسبی ریخته شود.

مولدهای برق باید در محلهای خشک و بدون رطوبت به گونه ای نصب شود که تهیه هوای کافی برای کارکردن و تعمیر دستگاه وجود داشته باشد.

شرایط محل نصب مولدهای برق از نظر وجود و تجمع گرد و غبار باید مورد توجه و بررسی قرار گیرد تا موجب اختلال در کار موتور و ژنراتور نشود.

در اطراف محل نصب مولدهای برق باید فضای کافی برای دسترسی به لوازم و تجهیزات مربوط به موتور و ژنراتور و انجام تعمیرات لازم پیش بینی شود.

در محل نصب مولدهای برق باید جرثقیل سرویس متناسب با واحدهای نیروگاه پیش بینی و نصب شود. تجهیزات نیروگاه باید به سهولت قابل جابجایی باشد.

انتخاب محل نصب مخزن سوخت ذخیره باید با توجه به راههای ارتباطی تانکر سوخت رسانی و اتصالات لازم بین نیروگاه و منبع مذکور انجام شود.

آزمون دستگاهها

دستگاه کامل مولد برق باید تحت شرایط ارائه شده توسط کارخانه سازنده در حضور مراجع رسمی مورد آزمون قرار گرفته و گواهی لازم و ضمیمه دستگاه به خریدار ارائه شود.

دستگاه مولد پس از نصب در محل نیز باید حداقل برای مدت ٤٨ ساعت زیر بار کامل در حضور دستگاه نظارت مورد آزمون قرار گرفته و سپس گواهی لازم صادر شود.

کلیه وسایل راه اندازی و آزمون در محل نصب باید از طرف پیمانکار تهیه و تامین شود.

محاسبات برق اضطراری

برای تامین برق اضطراری تابلوی **EMP**، از طریق زیر محاسبات را انجام می دهیم. (البته ٢٠٪ اضافه بار پیش بینی شده در آینده هم لحاظ شده است)

P_E=96 kw, cos φ=0.34

$$P_{gen} = \frac{96kw}{0.35} \times 1.2 = 330kva$$

که از جدول ژنراتورهای شرکت **DEUTZ**، این ژنراتور انتخاب می شود:

خروجی در **cosφ=0.8:** **S=350 va,speed=1500rpm**

ابعاد ژنراتور:

L=4m **W=1.5m** **H=1.9m** **Weight=4400kg**

این ژنراتور در اتاقی به ابعاد زیر نصب می گردد:

L=7.0 m **W=5.0m** **H=4.0 m**

زمین کردن

در تمام تاسیسات الکتریکی، بخصوص تاسیسات فشار قوی، زمین کردن یکی از مهمترین و اساسی ترین اقداماتی است که برای رفاه و سلامتی و اصولاً ادامه زندگی افرادی که به نحوی با دستگاههای الکتریکی در تماس هستند باید با دقت هرچه تمامتر و با توجه به قواعد و قوانینی که بدین منظور تحریر شده است، انجام گیرد. در تاسیسات الکتریکی زمین کردن دو نوع است: ۱-زمین کردن الکتریکی ، ۲-زمین کردن حفاظتی.

۱-زمین کردن الکتریکی:

در این نوع، نقطه ای از دستگاهها و ادوات برقی را که جزئی از مدار الکتریکی می باشد، را به زمین وصل می کنند مانند زمین کردن مرکز ستاره سیم پیچی ترانسفورماتور و یا ژنراتور.

۲-زمین کردن حفاظتی:

عبارت است از زمین کردن کلیه قطعات فلزی تاسیسات الکتریکی که در ارتباط مستقیم (فلز به فلز) با مدار الکتریکی قرار ندارند. (یعنی مثلاً بدنه، دستگیره و ...) این نوع زمین کردن بخصوص برای حفاظت اشخاص در مقابل اختلاف پتانسیل بکار برده می شود.

بدین منظور در پستهای فشار قوی باید تمام قسمتهای فلزی که در نزدیکی و همسایگی با قسمت فشار قوی قرار گرفته اند و امکان تماس سهوی یا عمدی با آن موجود است باید به تاسیسات زمین که برای این منظور احداث شده است، متصل گردد. خطر برق

گرفتگی وقتی افزایش می یابد که کاربر، مجبور باشد قسمتهایی را با دست بگیرد بدین وسیله ماهیچه های دست منقبض شده و امکان رها کردن قسمت معیوب و ولتاژ دار وجود ندارد. این موضوع وقتی اتفاق می افتد که جریان گذرنده از بدن حدود ۰/۱A و بالاتر شود. البته اگر ممکن بود فرکانس کاری این دستگاهها از ۵۰Hz خیلی بیشتر می شد، خطر برق گرفتگی به مراتب کاهش می یافت.

وسایل مورد نیاز در زمین کردن عبارتند از:

۱-میل زمین:

عبارت است از هادی یا فلزی با اشکال مختلف صفحه ای، لوله ای، طنابی، پروفیل که در زمین چال می شود و به زمین متربط می گردد.

۲-زمین هم سطح:

قسمتی از زمین است که بین نقاط مختلف آن در اثر عبور جریان از زمین، اختلاف پتانسیل محسوسی ایجاد نشود (مقاومت پایین) زمین هم سطح تقریباً ۲۰متر از میل زمین فاصله دارد.

۳-شین زمین:

عبارت است از میله ای فلزی که تعداد زیادی سیم زمین از آن منشعب می شود و سطح مقطع آن بیشتر از $۲۰۰mm^2$ و انشعاب های آن توسط پیچ و مهره فلزی محکم می گردد.

مقاومتهای مورد بحث ما به چند نوع تقسیم می شوند.

۱-مقاومت مخصوص زمین:

بنا به تعریف عبارت از مقاومت یک متر مربع از زمین با ابعاد ۱ متر که بین دو الکترود صفحه ای سنجیده می شود. واحد آن **Ωm** می باشد.

در نقاط باتلاقی و خیس این مقاومت پایین ترین حد و در نقاط سنگلاخی بیشترین مقاومت مخصوص دیده می شود.

۲-مقاومت گسترده میل:

عبارت است از مقاومت زمین بین میل زمین و نقطه ای از زمین هموار

۳-مقاومت زمین:

عبارت است از مقاومت گسترده زمین به اضافه مقاومت سیم زمین

معمولاً براساس احتیاج عمق قرار گرفتن میله زمین را تعیین می کنیم، مثلاً ۲ متر سپس صفحه مسی را در همان عمق در مخلوط نمک و زغال که در ته چاه زمین ریخته ایم قرار می دهیم.

استانداردهای مهم در زمین کردن

الف)درساختمان مورد بحث، چون از برقگیر استفاده شده است، سیستم اتصال زمین مربوط به سیستمهای برقگیر از سیستم اتصال به زمین تاسیسات برقی فشار قوی ساختمان کاملاً جدا باشد و از سیستم اتصال به زمین مشترک استفاده نشود.

ب)هادیهای اتصال زمین بین الکترودها و یا شبکه اصلی سیستم اتصال زمین باید در صورت امکان از تسمه مسی حلقه ای باشد ولی در صورت عدم امکان تهیه آن استفاده از سیم مسی لخت نیز بلامانع است.

ج)در صورتیکه سیم اتصال زمین با سیمهای فاز و نول کلاً در یک لوله کشیده شود مانند سیم کشی روشنایی و یا پریزهای برق، سطح مقطع سیم ارت باید برابر با سطح مقطع سیمهای فاز و نول باشد.

مشخصات و استانداردهای الکترود یا میل زمین در زیر آمده است:

الف)الکترود نوع میله مسی مغز فولادی به قطرهای ۱۳، ۲۰، ۲۵ میلیمتر و طول ۱/۲ متر قابل کوبیدن مستقیم در زمین به کمک کلاهک مخصوص کوبیدن و همچنین قابل امتداد بوسیله سر هم کردن دو، سه و یا چهار میله به کمک بوشن مخصوص

ب)الکترود نوع لوله ای با لوله فولادی گالوانیزه یا سیاه با قطر داخلی حدوداً ۱۰ سانتیمتر و به طولهای ۲، ۳ و یا ٤ و یا ٦متر مجهز به محل اتصال تسمه یا سیم مسی ساخته شده

به شکل **(u)** از تسمه فولادی ٥×٤٠ میلیمتر جوش داده شده به بالای الکترود روی بدنه لوله با پیش بینی سوراخ لازم برای نصب تسمه یا پیچ و مهره حداقل شماره ۱۲

ج)الکترود نوع صفحه ای مسی تخت از ورقه مسی به ابعاد ۳×۲۰۰×۷۰۰ میلیمتر و یا مشبک با ابعاد ۷۰۰×۷۰۰ میلیمتر ساخته شده از تسمه مسی ۳×۲۵ میلیمتر.

د)الکترود اتصال زمین نوع لوله ای پرسی با لوله پرس شده و به قطر ۳۸ میلیمتر و بطول ۲/٥ متر به انضمام لوله امتداد و کلیه اتصالات مربوطه

ه) الکترود اتصال زمین نوع لوله ای: قطر ۳،٤ یا ٥ سانتیمتر و بطول تقریبی ۱/٥ متر قابل کوبیدن مستقیم در زمین به کمک کلاهک مخصوص و همچنین قابل امتداد بوسیله لوله های مخصوص امتداد با ابعاد فوق به انضمام کلیه اتصالات و ملحقات

و)استفاده از سیستم لوله کشی آب شهر به عنوان الکترود اتصال زمین مشروط بر اینکه کلیه قسمتهای شبکه و انشعابات از جنس لوله فولاد می باشد.

جعبه اتصال آزمایش: جعبه اتصال آزمایش باید از جعبه فلزی به ابعاد ۱٦۰×۱۰۰×۷۰ میلیمتر به انضمام صفحه فیبری با دو عدد پیچ و مهره مسی یا برنجی و تیغه اتصال می باشد.

استاندارد مشخصات هادیها:

الف)کلیه هادی های مورد مصرف در سیستم اتصال زمین و همچنین تمامی اتصالات و ملحقات مربوط به آن از آلیاژ مسی ویژه کاربرد تاسیسات برق باید ساخته شود.

ب)جهت هادی های خطوط و شبکه اصلی سیستم اتصال به زمین و همچنین انشعابات اصلی می توان از تسمه مسی حلقوی یا سیم لخت استفاده کرد.

ج)هادی های انشعاب نوعی از خطوط اصلی که برای اتصال به دستگاهها به کار می روند باید سیم لخت باشند.

د)در صورت استفاده از سیم مسی لخت به صورت جداگانه جهت بالا بردن استحکام مکانیکی بایستی حداقل سطح مقطع آن **١٦mm2** باشد.

حداکثر مقاومت مجاز اتصال زمین سیستمهای مختلف باید به شرح زیر باشد:

الف) در برقگیرها **٥Ω**، نقطه نول مولد ترانس قدرت و سیم نول شبکه فشار ضعیف هر کدام **٥Ω** باید باشد.

ب)بدنه تابلوها و وسایل و ابزار برقی فشار ضعیف، در صورتیکه نول شبکه و سیم بدنه هر یک از وسایل برقی بطور مستقل زمین شده باشد، مقاومت مجاز اتصال زمین باید از رابطه زیر تبعیت کند. $Rs_{(x)}<65<Ia$

Ia جریان عملکرد دستگاه حفاظت اضافه جریان برای تاسیسات زمین شده بر حسب آمپر می باشد.

در صورتیکه نول شبکه و سیم هادی بدنه هر کدام از وسایل و دستگاهها از طریق شبکه **Loop** اتصال زمین و یکدیگر در ارتباط باشند مقاومت اتصال زمین باید از رابطه زیر تبعیت کند:

$$Rs_{(\Omega)} \langle \frac{u_c}{Ia}$$

که در آن $\mathbf{u_c}$ ولتاژ شین فاز و نول و **Ia** از رابطه قبل قابل محاسبه است:

Ia=K.In

که در آن **In** جریان نامی فیوز قرار گرفته در سیم تغذیه کننده است.

در ادامه بحث زمین کردن، نکاتی از مبحث (مقررات ملی ساختمانی ایران: طرح و اجرای تاسیسات برقی ساختمانها) بطور خلاصه آورده شده است:

مفهوم حروف اختصاری بکار رفته در مبحث زمین کردن

حرف اول از سمت چپ نشانگر نوع رابطه سیستم نیرو با زمین است:

T=یک نقطه از سیستم مستقیماً به زمین وصل است. (معمولاً نقطه خنثی)

I=قسمتهای برقدار سیستم نسبت به زمین عایق اند و یا یک نقطه از سیستم از طریق امپدانسی به زمین وصل است.

حرف دوم از سمت چپ مشخص کننده نوع رابطه بدنه های هادی تاسیسات با زمین است:

T=بدنه های هادی، از نظر الکتریک، بطور مستقیم و مستقل از اتصال زمین سیستم نیرو، به زمین وصل اند.

N=بدنه های هادی، از نظر الکتریکی، مستقیماً به نقطه زمین شده سیستم نیرو وصل می شوند. علاوه بر دو حرف اصلی ذکر شده، در مورد سیستمهای **TN** برای مشخص کردن

نوع سیستم نیرو، در مورد سیستمهای **TN** برای مشخص کردن نحوه استفاده از هادیهای حفاظتی **(PE)** و خنثی **(N)**، از حروف اضافی استفاده می شود:

S=در سرتاسر سیستم، بدنه های هادی از طریق یک هادی مجزا **(PE)** به نقطه خنثی **(N)** در مبدا سیستم وصل اند.

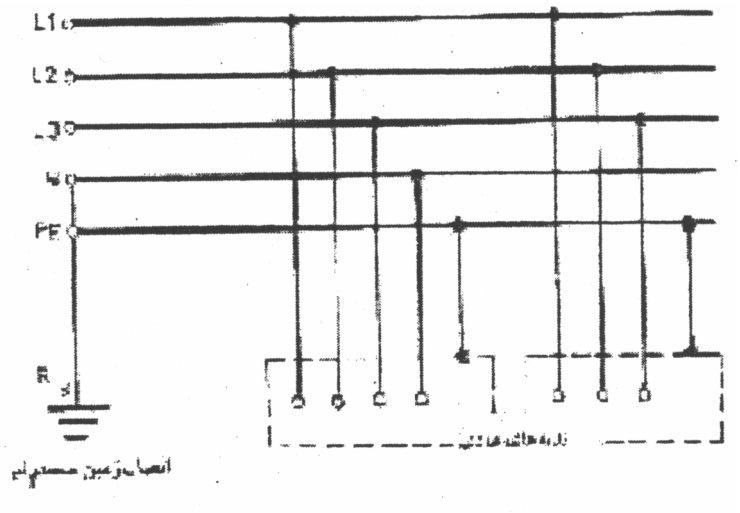
C= در سرتاسر سیستم، بدنه های هادی به هادی مشترک حفاظتی-خنثی **(PEN)** وصل اند.

در مواردی که قسمتی از زمین از مبدأ تا نقطه تفکیک هادی توأم حفاظتی- خنثی **(PEN)** دارند و از آن به بعد دو هادی حفاظتی **(PE)** و خنثی **(N)** از هم جدا می شوند، از هر دو حرف **S,C** استفاده خواهد شد. به نحوی که چنین سیستمی به صورت **TN-C-S** مشخص می شود.

سیستم **TN** دارای نقطه ای است که مستقیماً به زمین وصل است (نقطه خنثی **N**) و کلیه بدنه های هادی تاسیسات الکتریکی از طریق هادی حفاظتی **(PE)**، به این نقطه وصل اند. بسته به نحوه استفاده از هادی خنثی **(N)** و هادی صنعتی **(PE)**، این سیستم خود به سه گونه تقسیم می شود:

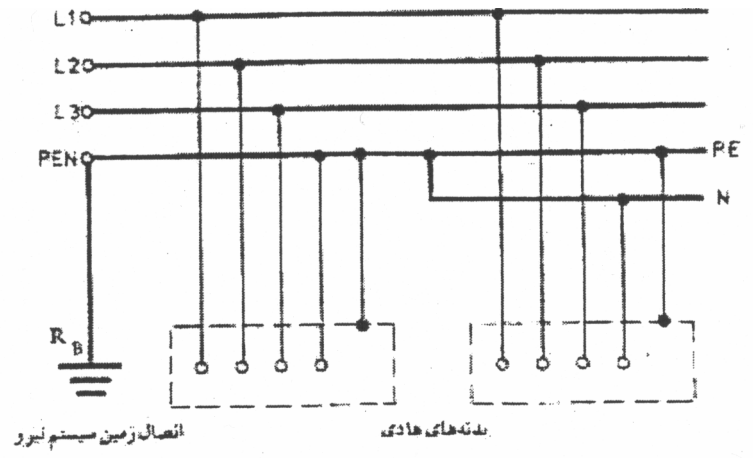
الف)سیستم **T-N-S**: که در سرتاسر آن از یک هادی حفاظتی **(PE)** مجزا استفاده می شود.

ب)سیستم **TN-C-S**که در بخشی از آن از یک هادی مشترک به عنوان هادی حفاظتی- خنثی **(PEN)** استفاده می شود.



سیستم **TNS** با هادی های مجرای حفاظتی و خنثی در سرتاسر سیستم

ج)سیستم **TNC** که در سرتاسر آن از یک هادی مشترک به عنوان هادی حفاظتی خنثی **(PEN)** استفاده می شود.

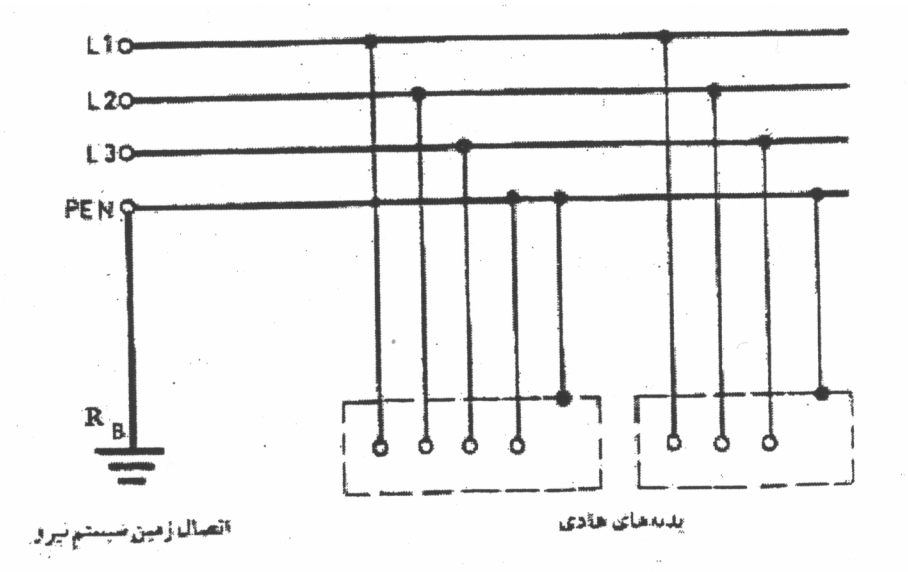


سیستم **TN.C.S** با هادی مشترک حفاظتی – خنثی در بخشی از سیستم

از سه گونه ای که برای سیستم **TN** ذکر شده است، گونه **TN-C-S** متداول ترین آنها است و در کلیه تاسیسات تحت پوشش این مقررات، از این سیستم استفاده خواهد شد، مگر در مواردی که بصورت مشخص، استفاده از سیستمهای نیروی دیگری مجاز یا لازم باشد.

سیستم **TN-C** که در سرتاسر آن از یک هادی مشترک بعنوان هادی حفاظتی خنثی

(PEN)استفاده شده است



سیستم **TN.C** با هادی مشترک حفاظتی- خنثی در سرتاسر سیستم

در این پروژه از چنین سیستم **(TN-C-S)** استفاده شده است.

مشخصه های اصلی سیستم TN:

الف)مقاومت الکتریکی اتصال به زمین:

کل مقاومت الکتریکی نقطه خنثی یا هادی خنثای یک سیستم **TN** (برای هر نوع منبع تغذیه اعم از ترانسفورماتور یا ژنراتور) نسبت به جرم کلی زمین، نباید از دو (۲) اهم تجاوز کند. که این دو اهم مقاومت را ممکن است علاوه بر اتصال زمین پست یا نیروگاه، از طریق احداث اتصال زمینهای مکرر در طول خطوط توزیع یا تقسیم یک سیستم، و وصل هادی خنثای این خطوط به زمین، تامین کرد. در مورد ساختمانهای مرتفع که امکان احداث زمینهای مکرر وجود ندارد، باید برای هم ولتاژ کردن، همبندی اضافی انجام شود. البته هرگاه محرز شد که مقاومت زمین از **۷Ω** بیشتر شود، مجری مقررات می تواند از رابطه زیر استفاده کند:

$$R_B \le R_E \frac{50}{U_0 - 50}$$

R_B : مقاومت کل مجاز جدید (به جای ۲ اهم) بر حسب اهم

R_E: مقاومت اتفاقی اتصال فاز به زمین (تعداد تجربی آماری) بر حسب اهم

U_0: ولتاژ اسمی بین فاز و خنثی سیستم (۲۲۰ در موارد عادی)، بر حسب ولت

۵۰ ولتاژ مجاز تماس، برحسب ولت

سطح مقطع هادی مشترک حفاظتی- خنثی: در تاسیسات نصب ثابت چنانچه سطح مقطع یک هادی (مسی) ۱۰ میلیمتر مربع یا بیشتر باشد، می توان از آن بعنوان هادی مشترک

حفاظتی- خنثی **(PEN)** استفاده کرد. (مدارهای سه فاز، ٤ رشته ای و مدارهای یک فاز، ۲ رشته ای)

اگر در نقطه ای از تاسیسات، هادی مشترک حفاظتی- خنثی **(PEN)** تفکیک شود واز آن به بعد هادیهای حفاظتی **(PE)** و خنثی **(N)** بطور جداگانه کشیده شوند، نباید در هیچ نقطه دیگری بین این دو هادی تماس یا اتصال الکتریکی برقرار کرد. در نقطه تفکیک، هادی مشترک حفاظتی- خنثی **(PEN)** باید به شینه مربوطه به هادی حفاظتی **(PE)** وصل شود.

هادی خنثی یا **neutral** یا هادی مشترک حفاظتی- خنثی **(PEN)** باید به همان عایق بندی و وقتی که در نصب هادیهای فاز به عمل می آید نصب شود و در صورتی که هادی حفاظتی همراه با مدار اصلی کشیده شود، باید با آن نیز به ترتیب یاد شده رفتار شود.

محاسبات چاه زمین:

برای محاسبه سیستم ارت باید مقاومت چاه محاسبه شود:

$$\rho = 100\Omega m \Rightarrow R = 0.25 \times \frac{\rho}{A} = 0.25 \times \frac{100}{1} = 25\Omega$$

ابعاد چاه ۱×۱متر می باشد. حال برای رساندن مقاومت به حدود **۵Ω**، از شیوه موازی کردن چند چاه استفاده می کنیم.

$$\text{تعداد چاهها} = \frac{\text{مقاومت هر چاه}}{\text{مقاومت مورد نظر}} = \frac{25}{5} = 5$$

پس پنج چاه ارت لازم داریم. چاهها در زیر زمین حفر می شوند.بعد از حفر هر چاه الکترودها کار گذاشته می شوند و توسط دو رشته سیم $۵۰mm^2$ به سطح زمین ارتباط پیدا می کنند. اطراف الکترودها را با مخلوط موادی مانند سولفات منگنز، سولفات مس، زغال و ... پر می شود. چاهها از طریق سیم مسی لخت $۵۰mm^2$ به هم متصل می شوند. سپس برای رساندن مقاومت کل زمین تا ۲Ω، این سیم مسی به اسکلت فلزی ساختمان وصل می گردد.

برقگیرها

بمنظور حفاظت ساختمانهای مختلف، برجها، دودکش کارخانه ها و... در برابر رعد و برق از برقگیرها استفاده می گردد. هدف اساسی از نصب برقگیرها این است:

در هنگام ایجاد رعد و برق، بارهای الکتریکی از کوتاهترین مسیر ممکن (یعنی کمترین مقاومت) می خواهند عبور کنند. وقتی برقگیر را در بالای ساختمان نصب می کنیم، چون یک هادی است، پس هدایت خوبی دارد. پس تمام بار الکتریکی حاصله از صاعقه را گرفته و از مسیر تعبیه شده گذر می دهد بدون اینکه به ساختمان آسیبی وارد کند. این مسیر باید مسیر کم مقاومتی باشد که شامل میله برقگیر، تسمه و یا سیم مسی رابط و چاه اتصال زمین است.

برقگیرهای مورد استفاده در تاسیسات و ساختمانها به چهار گروه عمده تقسیم می شوند:

۱-برقگیر الکترونیکی ۲-برقگیر رادیواکتیو

۳-برقگیر قفس فاراده ٤-برقگیر میله ای ساده

همچنین تعریف دیگری اینجا مطرح می شودکه فاصله محل تلاقی دو پتانسیل تا میله برقگیر را شعاع حفاظتی می گویند.

کاربرد انواع برقگیر

۱-**برقگیر الکترونیکی**: این نوع برقگیر قابلیت استفاده در انواع و اقسام ساختمانها و سازه های فلزی را دارا می باشد.

۲-**برقگیر رادیو اکتیو**: این برقگیر براساس تشعشع انرژی هسته ای یعنی اشعه **X** از یک جسم رادیو اکتیو منتشر شده عمل می کند، معمولاً در ساختمانهای بلند، بیمارستانها و بناهایی که دارای برج یا مغازه باشد استفاده می گردد. (برای حفاظت دودکشها و مناطق آلوده کاربرد ندارد)

۳-**برقگیر قفس فاراده**: برای سازه ها، برجها، بناهای گنبدی شکل و کارخانه های سیمان و آهک و دکل خطوط نیرو و... استفاده می گردد.

۴-**برقگیرهای میله ای ساده یا آرماتوری**: که از یک میله نوک تیز ساده، یک هادی و یک چاه زمین ساخته شده در برجها، دودکش های کارخانجات و دکلهای خطوط انتقال نیرو، سیلوها و ابنیه گوناگون (با طول حداقل یک متر و حداکثر دو متر) کاربرد دارد.

قسمت محاسباتی برای استفاده از برقگیرها شعاع حفاظتی می باشد که از رابطه زیر برای تعیین شعاع حفاظتی استفاده می شود.

$$R_{\Pr otective} = \sqrt{h(2D-h) + \Delta L(2D+\Delta L)}$$

Rp: شعاع حفاظت برقگیر

h:ارتفاع نوک برقگیر تا سطح بالایی عناصر موردحفاظت(حداکثر-زمین)

D: برای کلاسهای حفاظتی مختلف عبارت است از:

20 meter: برای کلاس حفاظتی**I**

45 meter: برای کلاس حفاظتی **II**

60 meter: برای کلاس حفاظتی **III**

ΔL: فاصله بین نقطه دریافت صاعقه= نوک صاعقه گیر:

$$\Delta L = 10^6 \times \Delta T$$

ΔT: بر حسب **µsec** تفاوت زمان تخلیه برقگیرهای الکترونیکی و ساده می باشد. بعلت اینکه در این پروژه، برقگیر الکترونیکی پیشنهاد میشود، لذا به تعریف مختصری از آن بسنده می کنیم:

بررسی برقگیر الکترونیکی: این نوع برقگیر از دو قسمت تشکیل شده است:

الف)الکترود اصلی **Pickup point**: الکترود اصلی (میانی) از جنس مس یا فولاد ضدزنگ است که دارای سیم اتصال زمین می باشد ووظیفه هدایت و تخلیه انرژی صاعقه به زمین را دارد.

ب)واحد یونیزاسیون الکترونیکی: این قسمت دارای پوشش فولادی ضد زنگ می باشد. دوسری الکترود فوقانی و تحتانیروی آن قرار دارد. الکترودهای تحتانی وظیفه جذب انرژی را دارند و الکترودهای فوقانی نیز وظیفه دارند، انرژی های ذخیره شده را به الکترود میانی تخلیه وهوا را یونیزه نمایند.

برقگیر الکتریکی مجهز به یک **Board** الکترونیکی که شامل تعدادی خازن و دیگرالمانهای الکترونیکی می باشد که با رزین مخصوصی در برابر حرارت و گرد و غبار عایق می شود جریان هوای متلاطم گذرنده از کنار صاعقه گیر موجب شارژ شدن خازن ها می شود و بصورت جرقه الکتریکی- الکترود میانی متناوباً تخلیه می شود.

مزیت این برقگیر نسب به برقگیر نوع چهارم (میله ای) بیشتر بودن شعاع حفاظتی است.

ویژگی های برقگیر الکترونیکی:

۱-دارای شعاع حفاظتی بالایی می باشد.

۲-برخلاف برقگیرهای رادیو اکتیو هیچگونه اثر مخربی بر روی بدن ندارد.

۳-به منبع انرژی نیاز ندارد چون انرژی موردنیاز را از محیط دریافت میکند.

٤-از نظر آماری می تواند در برابر ٤٠ شوک قوی ۳ میلیون ولتی بدون هیچ صدمه و آسیبی مقاومت کند.

٥-طول عمر بالایی (در حدود ۲۰ سال) دارد.

٦-طریقه نصب ساده ای دارد.

۷-بر روی پایه های ۲ تا۹ متری و در ارتفاع های بیشتر، روی دکل نصب می شود ولی در کل باید فاصله آنتن های تلویزیون حداقل ۱/۵متر از **axe** میله رعایت شود.

۸-مسیر هدایت صاعقه از برقگیر به زمین باید ازکوتاهترین راه عبور کند (از روی سطح خارجی ساختمان)

این نوع برقگیر در انواع و اقسام ساختمانها و سازه ها مورد استفاده می باشد.