

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



۱- چکیده :

بمنظور حفاظت ساختمان های بلند مرتبه ، بناهای تجمعی بناهای درمانی و مراقبتی ، بناهای صنعتی و سازه هایی از قبیل برج ها دودکش ها ، مناره ها ، خطوط انتقال نیرو، پالایشگاه ها و مانند آن در برابر صاعقه باید با توجه به ارزیابی خطر صاعقه در طرح و اجرای کلیه بنا های مرتفع و تأسیسات مذکور سیستم های حفاظت در برابر صاعقه (برقگیر حفاظتی) متناسب با نوع کاربرد پیش بینی و اجرا شود. در این مقاله هدف بررسی دلایل ایجاد صاعقه ، اصول حفاظت در مقابل صاعقه ، تعریف انواع صاعقه گیر و نحوه محاسبه شعاع حفاظتی آنها و ... می باشد.

۲- مقدمه :

تاریخ زندگی بشر همواره مملو از حوادث بسیاری است که اکثر آنها منشاء طبیعی داشته و از آغاز تاکنون آرامش وی را دستخوش تاخت و تاز خود قرار داده اند و او در سایه مقاومت و با تکیه بر علم و تجربه خویش بر بسیاری از این دشمنان طبیعی قدرتمند فائق شده و مهار کنترل بر اکثر آنها نهاده است .

رعد و برق و صاعقه دو پدیده بسیار جالب طبیعی هستند (رعد و برق همان تخلیه انرژی الکتریکی بین دو ابر با بارهای الکتریکی متضاد در آسمان و صاعقه تخلیه الکتریکی یک قطعه ابر به زمین است) که از دیر باز بشر در مقابل آنان بی دفاع و محکوم به شکست بود ، ولی مدت زیادی نیست که توانسته با تکیه بر علم هدایت الکتریکی جان و سازه های دست خویش را از هجوم غیر قابل پیش بینی صاعقه محفوظ بدارد .

علم حفاظت از صاعقه عمر چندانی ندارد اما به علت تأثیر بسزایی که در حفاظت جان و سرمایه انسان از نابودی داشته مسیر پر شتابی را طی کرده است. صاعقه از تخلیه الکتریکی میان ابر و زمین بوجود می آید .

(که گاه تا هجده کیلومتر ارتفاع و چندین کیلومتر عرض دارند) طی مراحل ذرات آب دارای بار منفی و ذرات یخ دارای بار مثبت شده بطوریکه (عموماً) بارهای منفی در لایه های زیرین و بارهای مثبت در بخش های فوقانی ابر متمرکز می شوند ، در این حالت بارهای مثبت سطح زمین نیز در زیر سایه ابر مجتمع می گردند .

با افزایش پتانسیل الکتریکی ابر نسبت به زمین ، یک جریان پیشرو از الکترون ها با حرکتی نردبانی شکل از ابر به سوی زمین (**downward leader**) سرازیر شده و کانال اولیه صاعقه را شکل میدهد. هوای اطراف این کانال کاملاً یونیزه است .

این پلکان که گاه طول شاخه های آن به پنجاه متر میرسد بارزبادی را در نوک پیکان با خود حمل کرده و موجب افزایش شدت میدان الکتریکی جو و شکست مقاومت عایقی هوا می شود. در این حالت سرعت حرکت کانال نزدیک شونده به زمین بیش از 300 km/s می باشد. در این زمان با افزایش شدت میدان الکتریکی در سطح زمین، یک جریان الکتریکی بالا رونده (upward leader) نیز از زمین به سوی ابر پیش می رود.

پس از اصابت این دو پیکان به یکدیگر، کانال جریان بسته شده و ضربه اصلی صاعقه (return stroke) اتفاق می افتد و بدین ترتیب جهت ختشی شدن بارهای ابر و زمین جریان بسیار زیادی در مدت کوتاهی در این کانال برقرار می شود.

صاعقه در انواع مختلف اتفاق می افتد که متداول ترین آنها (۹۰٪) از نوع صاعقه منفی نزولی و خطرناکترین آنها نوع مثبت صعودی می باشد.

۳- عوامل ایجاد اضافه و لتازها :

۱-۳- اضافه ولتاژهای ناشی از تخلیه های الکترواستاتیک (Electrostatic discharge)

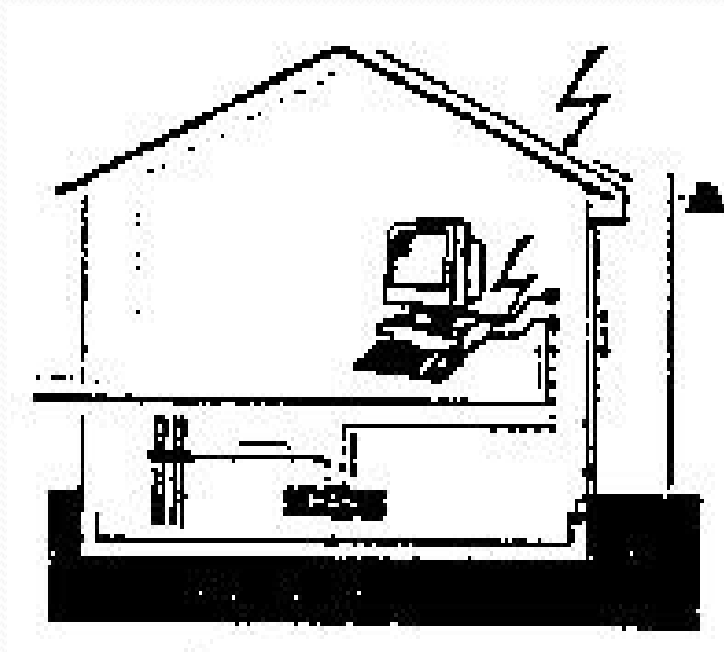
۲-۳- اضافه ولتاژهای ناشی از قطع و وصل مدارات جریان
(switching electromagnetic puls)

۳-۳- اضافه ولتاژهای ناشی از ضربه های مستقیم صاعقه و میدان های الکترومغناطیسی آن
(lightning electromagnetic puls)

۴- راه های بروز اضافه ولتاژ در سیستم های الکتریکی :

صاعقه از سه طریق می تواند موجب بروز اضافه ولتاژ در سیستم های الکتریکی شود که عبارتند از :

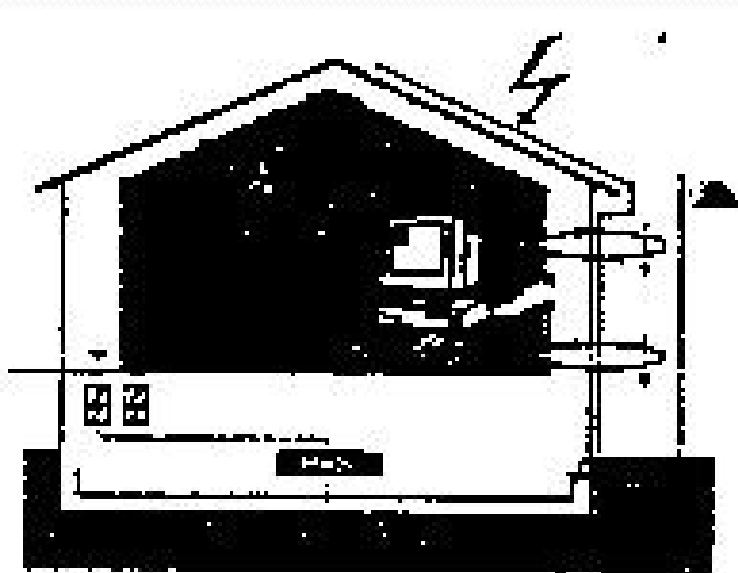
۱-۴- کوپلاژ مقاومتی :



شکل (۱-۴)

وقتی که صاعقه به ساختمانی ضربه می زند جریانی که به زمین تخلیه می شود پتانسیل زمین را در سیستم های برق و دیتا تا **صد کیلوولت** افزایش می دهد. این امر موجب می شود بخشی از جریان صاعقه از طریق هادی های ورودی - خروجی به ساختمان های دیگر منتقل شود.

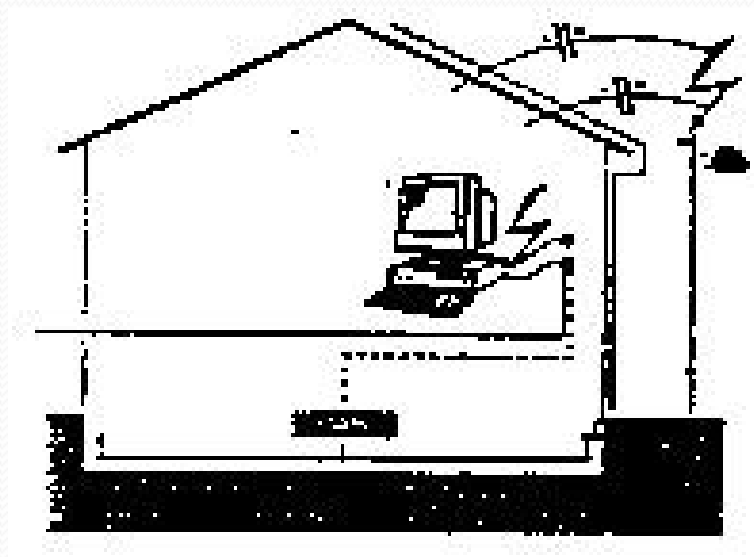
۲-۴- کوپلاژ سلفی (مغناطیسی) :



شکل (۲-۴)

عبور جریان صاعقه از یک هادی و یا از کانال تخلیه خود، ایجاد یک میدان شدید مغناطیسی می نماید. وقتی که خطوط میدان هادی هایی را که تشکیل لوپ داده اند قطع کند. در آنها ولتاژی معادل چند ده کیلوولت القاء می شود.

۳-۴- کوپلاژ خازنی (الکتریکی) :



شکل (۳-۴)

کانال صاعقه در نزدیکی نقطه تخلیه ، یک میدان شدید الکتریکی ایجاد می کند. کابل ها و هادی ها مانند خازن و هوا نیز عایق دی الکتریک آنهاست. بدین صورت علی-رغم عدم برخورد صاعقه به ساختمان کابل ها تحت یک ولتاژ بالاتر قرار می گیرند.

۵- اصول حفاظت از صاعقه :

حفاظت یک ساختمان بطور کامل شامل موارد زیر می شود:

۱-۵- حفاظت جلد خارجی ساختمان از ضربه های مستقیم صاعقه :

منظور از حفاظت خارجی ، حفظ بدنه و استراکچر ساختمان از آتش سوزی و انهدام در اثر اصابت صاعقه است . کلیه تجهیزاتی که جهت جذب هدایت صاعقه از پشت بام تا شبکه زمین نصب می شوند ، طبق استاندارد:

NFC 17-102 ، NFC 17-100 ، DIN VDE 0 185
BS 6651 ، IFPA 780 و IEC 61024 شناسایی می گردند.

۲-۵- حفاظت داخلی و تجهیزات نصب شده داخل ساختمان در مقابل آثار ثانویه صاعقه :

توسعه کاربرد سیستم های الکترونیکی در جهان ، موجب افزایش شدید آمار صدمات وارده به این دستگاه ها در اثر صاعقه و اضافه ولتاژهای ناشی از آن شده است . لازم به ذکر است که تنها بخشی از اضافه ولتاژها در اثر صاعقه بوده و بخش عمده آنها ناشی از عملیات سوئیچینگ و حوادث تغذیه می باشند. برای این بخش از حفاظت ، کاهش اثر میدان های الکترومغناطیسی ناشی از صاعقه مد نظر قرار می گیرد.

پس از برخورد صاعقه به زمین یا ساختمان ، وسایل الکترونیکی داخل ساختمان هایی که تا شعاع **۱/۵ کیلومتری** از محل برخورد و در محدوده میدان الکترو مغناطیسی ایجاد شده قرار دارند ، در معرض خطر خواهند بود. حفاظت مؤثر این تجهیزات در مقابل ولتاژهای القایی حاصله وقتی امکان پذیر است که کلیه سیستم های حفاظت داخلی همراه با حفاظت خارجی ساختمان توأماً نصب شده باشند.

حفاظت داخلی از صاعقه عبارت است از تهیه وسایلی که به کمک آنها بتوان اثرات اضافه ولتاژهای القایی حاصل از جریان های صاعقه را ، بر روی تجهیزات داخل ساختمان خنثی کرد . در اینجا باید توجه داشت که بکار گیری اصول هم پتانسیل سازی به هنگام بروز صاعقه مهم ترین جزء یک سیستم حفاظت داخلی است . ضمناً پیشنهاد میگردد برای کسب اطلاعات بیشتر و مطالعه عمیق تر از استانداردهای **VDE 0675 ، VDE 0100** ، **IEC 61312-1 ، 2 ، 3** و **IEC 61643** استفاده به عمل آید.

۶- ارزیابی میزان خطر صاعقه :

ارزیابی میزان خطر صاعقه برای هر بنا یا سازه به عوامل مختلفی بستگی دارد که عبارتند از:

- ۱-۶- نوع بنا یا سازه (برج، مسکونی، تجمعی، صنعتی و مانند آن).
- ۲-۶- ساختار و صالح به کار رفته در بنا (چوب، آجر، بتن فولاد و مانند آن)
وبه اختصار یعنی آنکه نوع ساختمان آجری است یا بتنی؟ دارای اسکلت فلزی یا بتنی مسلح است؟ آیا سقف فلزی دارد؟ و...
- ۳-۶- ارتفاع ساختمان و موقعیت نسبی آن نسبت به بلندی سایر بنا ها.
- ۴-۶- موقعیت توپوگرافی محل (زمین مسطح، تپه ماهور کوهستانی).
- ۵-۶- محتوای تصرف از نظر آتش گیری و نیز دفعات رعد و برق در منطقه مورد نظر.
- ۶-۶- محتویات ساختمان چیست؟ (اشیاء با ارزش یک موزه، مرکز تلفن یا اثاثیه یک خانه کهنه معمولی یا اشیاء اسقاط) و...

۷- انواع صاعقه گیر ها (برقگیرها) :

بطور کلی برقگیر هایی که معمولاً برای محافظت خارجی ساختمانها و دیگر تأسیسات یاد شده ممکن است بکار برده شود عبارتند از:

۱-۷- برقگیر قفس فاراده یا شکلی از آن.

۲-۷- برقگیر مولد برق اولیه :

(ESE : Early Streamer Emission) موسوم به صاعقه گیر

الکترونیکی.

۳-۷- صاعقه گیر های اتمی که از سال ۱۳۷۵ در ایران استفاده از آن ممنوع گردیده است.

۱-۷- صاعقه گیر قفس فارادی یا شکلی از آن :

این گونه برقگیر ها که ممکن است متشکل از تعدادی میله برقگیر فرانکلین یا ترکیبی از میله ها ، سیم های کشیده شده و شبکه هادی ها باشند برای محافظت ساختمان ها و دیگر تأسیسات (از جمله مناره ها و برج ها ، بناهای گنبدی شکل دودکش های بلند کارخانه ها، دکل های خطوط انتقال نیروی برق و...) در برابر صاعقه مناسب و قابل استفاده می باشند.

۷-۱-۱ - اصول محافظت ساختمان ها و دیگر تأسیسات :

این اصول در برابر صاعقه براساس جذب، هدایت و دفع بار الکتریکی به زمین از طریق مسیر عبور جریان برق جداگانه با حداقل مقاومت و بدون اینکه خطری ایجاد کند استوار می باشد، که ممکن است شامل سیستم های حفاظت بیرونی و درونی باشد.

مسیر مذکور شامل پایانه های هوایی (Air Terminals) شبکه هادی ها از تسمه و یا سیم مسی رابط و پایانه های زمینی (Ground Terminals) یا چاه های اتصال زمین می باشد.

ساده ترین نوع برقگیر که در سال ۱۷۵۳ میلادی به وسیله بنجامین فرانکلین طراحی و ساخته شده ، میله فرانکلین است .

۲-۱-۷- مشخصات پایانه های هوایی قفس فاراده:

(میله های برقگیر)

۱-۲-۱-۷- میله برقگیر یک پارچه و سر میله تک شاخه و یا چند شاخه باید از جنس مس خالص (با ضریب رسانایی حدود ۹۵%) ساخته شده و نوک شاخه ها به شکل مخروطی تیز بوده و صیقلی شده باشد . برای نصب سر میله (تک شاخه و یا چند شاخه) بر روی میله برقگیر باید قسمت داخلی انتهای آن دارای دنده متناسب با دنده میله برقگیر باشد.

۲-۲-۱-۷- میله برقگیر دو پارچه باید از میله یا لوله مسی صیقل داده شده ساخته شود و دو سر آن (یک سر برای سوار کردن سر میله و سر دیگر برای نصب روی پایه) به طول مناسب دنده شده باشد .

قطر میله برقگیر دو پارچه باید حداقل 0.63 اینچ و حداکثر یک اینچ بوده و طول آن نیز حداقل یک متر و حداکثر دو متر باشد. در مواقعی که ارتفاع میله برقگیر از یک متر متجاوز باشد باید از نقطه ای که از نصف ارتفاع آن کمتر نباشد حفاظت لازم از نظر ایستایی میله در نظر گرفته شود.

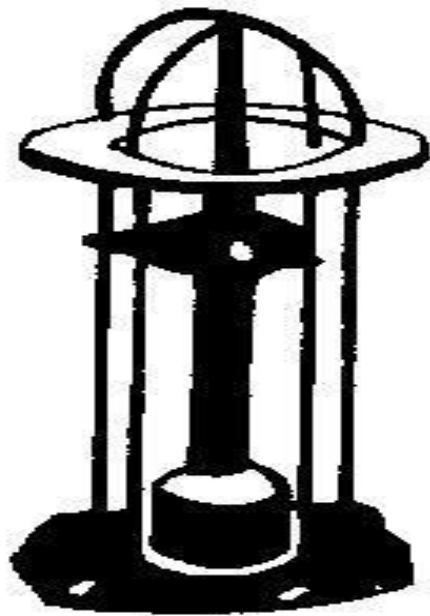
۳-۱-۷- طول میله برقییر فرانکلین :

این طول برای ابنیه مختلف به شرح ذیل خواهد بود .

۱-۳-۱-۷- مناره ها و برج ها و دود کش های کارخانه ها و دکل های خطوط انتقال نیرو ، حدود ۳۰ سانتیمتر بالاتر از سطح حفاظت.

۲-۳-۱-۷- بنا های گنبدی شکل بستگی به شعاع مقطع قسمت پایین گنبد داشته و طول میله برقگیر باید طوری محاسبه و انتخاب شود که بعد از نصب بر روی گنبد ، ارتفاع از سر برقگیر تا مقطع قسمت پایین گنبد بزرگتر از شعاع قسمت پایین گنبد باشد. ولی در هر صورت نباید ارتفاع برقگیر از بالاترین بخش گنبد کمتر از ۳۰ سانتیمتر باشد.

۳-۳-۱-۷- برج سیلو های مختلف ، ساختمان کارخانه ها و ابنیه گوناگون حداقل یک متر و حداکثر دو متر بالاتر از سطح حفاظت . در اینگونه موارد باید تمهیدات لازم در برابر واژگونی میله هاپیش بینی شود.



شکل (۷-۱)

میله برقگیر تیر پرچم
جنس: مس

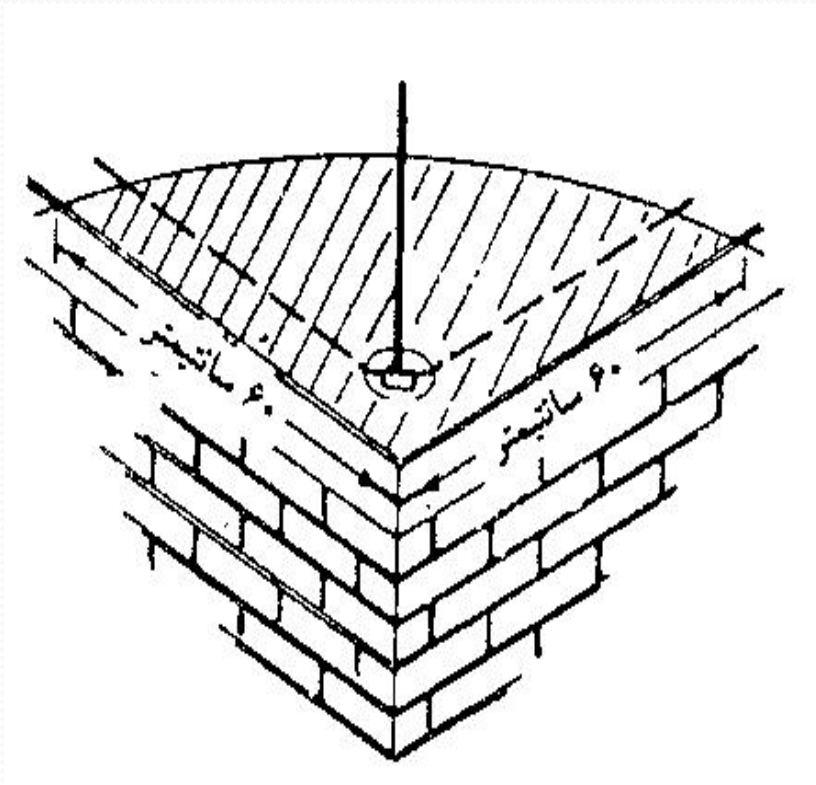
۴-۳-۱-۷- دکل های فلزی
مخصوص نصب پرچم ، میله
برقگیر مخصوص تیرهای
نصب پرچم مشابه سر میله
تک شاخه بوده ، ولی باید
دارای پایه مناسب برای نصب
روی تیر و همچنین حفاظ
باشد که مطابق شکل (۷-۱)
خواهد بود .

۴-۱-۷- تعداد پایانه های هوایی مورد نیاز برای محافظت ساختمان ها :

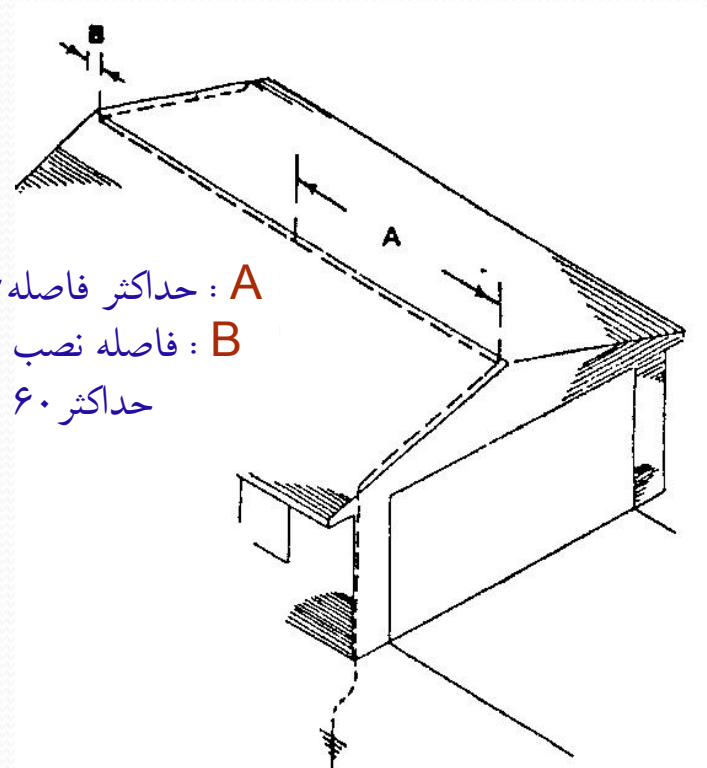
این تعداد ، بستگی به سطح پشت بام ساختمان مربوط ارتفاع و فواصل نصب پایانه ها دارد که بر حسب استاندارد مورد مراجعه مختلف است . فواصل نصب پایانه های مزبور بر اساس استاندارد **NFPA 78** به قرار زیر است :

۱-۴-۱-۷- فواصل پیرامونی سقف های مسطح یا با شیب ملایم و سقف های شیب دار: در مواردی که ارتفاع نوک پایانه هوایی از سطح مورد حفاظت از ۱۰ اینچ (۲۵۴ میلیمتر) کمتر نباشد، فواصل نصب بر روی نقاط پیرامونی سقف های مسطح یا با شیب ملایم و نیز فواصل نصب بر روی خط الرأس سقف های شیب دار باید حداکثر ۲۰ فوت (۶ متر) در نظر گرفته شود و در صورتی که ارتفاع مزبور حداقل ۲۴ اینچ (۶۰ سانتیمتر) یا بیشتر باشد فواصل نصب باید حداکثر ۲۵ فوت (۶/۷ متر) انتخاب شود. در این گونه موارد فواصل نصب پایانه های هوایی از کناره ها و گوشه های سطوح نامبرده باید حداکثر ۶۰ سانتیمتر باشد.

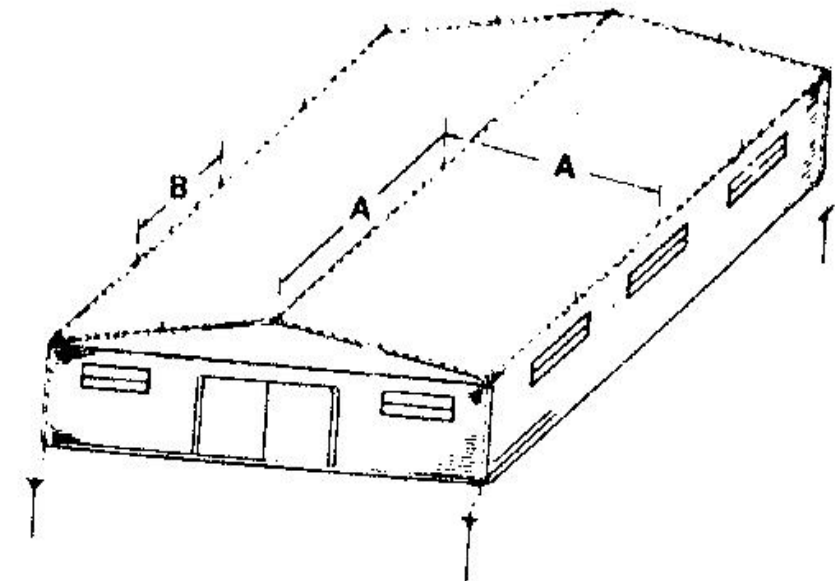
(شکل های ۲-۷ الف و ب)



شکل (۲-۷-ب) محل نصب در گوشه ها

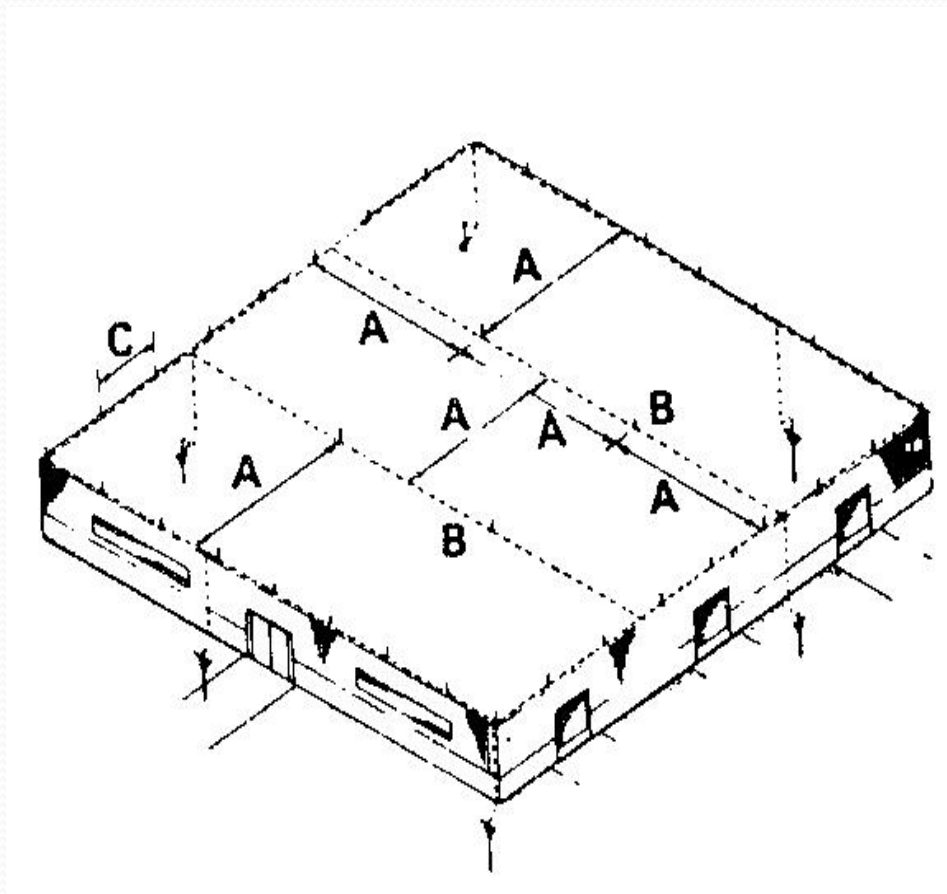


شکل (۲-۷-الف) فواصل نصب بر روی خط
الرأس سقف های شیب دار



A: حداکثر فاصله ۱۵ متر
B: حداکثر فاصله ۶ یا ۶/۷ متر
شکل (۷-۲-پ) فواصل نصب پیرامونی و میانی
برای سقف های با شیب ملایم

۷-۱-۴-۲ - فواصل میانی
نصب پایانه های هوایی در سقف
های مسطح با شیب ملایم : در
مواردی که سقف های مسطح یا
با شیب ملایم ، دارای ابعادی
متجاوز از ۱۵ متر باشد فواصل
میانی نصب پایانه های هوایی
باید حداکثر ۱۵ متر در نظر
گرفته شود . (شکل های ۷-۲
پ و ت)



A: حداکثر فاصله ۱۵ متر
B: در صورتیکه مسیر اینگونه
هادیها از ۴۵ متر متجاوز باشد باید
در ۴۵ متری به هادی اصلی
پیرامونی یا هادی نزولی متصل شود.
C: حداکثر فاصله ۶ یا ۶/۷ متر
شکل (۲-۷-ت) فواصل نصب
پیرامونی و میانی برای سقف های
مسطح

۵-۱-۷- حداقل ابعاد تسمه مسی شبکه :

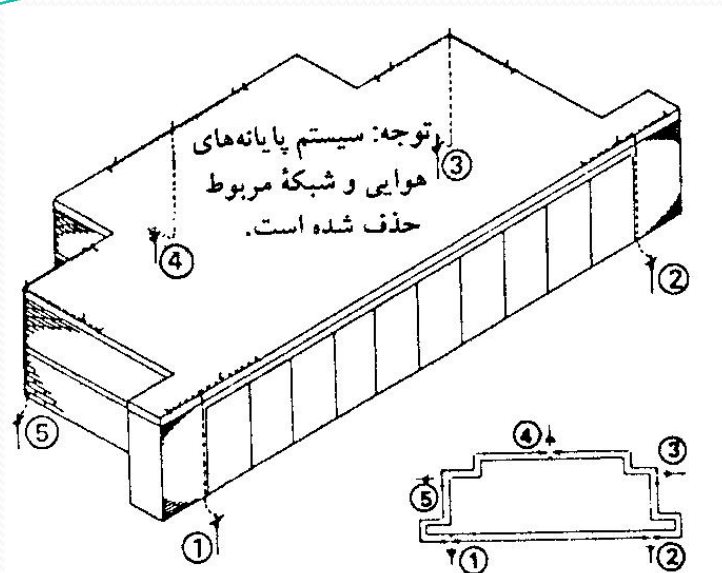
حداقل ابعاد تسمه مسی شبکه مشبک اتصال پایانه های هوایی در پشت بام برای سطح تا ۱۸۰۰ متر مربع باید $۲۰^*۳$ میلیمتر و بیشتر از ۱۸۰۰ متر مربع، $۲۵^*۳$ میلیمتر یا بیشتر باشد .

۶-۱-۷- حداقل ابعاد تسمه مسی هادی های ارتباطی :

حداقل ابعاد تسمه های مسی هادی های ارتباطی (هادی های نزولی) بین شبکه مشبک پشت بام و پایانه های زمینی برای سطح تا ۹۰ متر مربع و ارتفاع حداکثر ۱۸ متر باید 3×20 میلیمتر (یا سیم مسی لخت با حداقل سطح مقطع 70 میلیمتر مربع) و بیشتر از ۹۰ متر، 3×25 میلیمتر (یا سیم مسی لخت با حداقل سطح مقطع 90 میلیمتر مربع) یا بالاتر باشد .

۷-۱-۷- روش های تعیین تعداد هادی های نزولی :

برای تعیین تعداد هادی های ارتباطی (هادی های نزولی) بین شبکه مشبک پشت بام و پایانه های زمینی باید یکی از دو روش زیر ملاک محاسبه قرار گیرد :



۷-۱-۷-۱- احتساب پیرامون : بطور کلی برای هر ۳۰ متر محیط (پیرامون) تحت محافظت برقگیر باید یک نزولی در نظر گرفته شود ، لیکن حداقل تعداد نزولی ها برای هر نوع ساختمان دو عدد خواهد بود .
(شکل ۷-۳)

فواصل نصب هادی های نزولی						
تعداد هادیهای نزولی لازم	کل پیرامون	۱ تا ۵	۵ تا ۴	۴ تا ۳	۳ تا ۲	۲ تا ۱
۵ عدد	۱۴۴ متر	۲۶ متر	۲۶ متر	۲۶ متر	۲۶ متر	۴۰ متر

شکل (۷-۳) نمونه توزیع و تعداد هادی های نزولی با روش احتساب پیرامونی برای ساختمان مورد حفاظت

۲-۷-۱-۷- احتساب مساحت : برای سطوح تحت محافظت برقگیر
تا ۳۶۰ متر مربع مساحت دو نزولی و برای هر ۲۷۰ متر مربع مازاد
یک نزولی اضافی باید در نظر گرفته شود .

بطور مثال: تا ۳۶۰ متر مربع دو نزولی ، ۶۳۰ متر مربع سه نزولی
۹۰۰ متر مربع چهار نزولی ، ۱۱۷۰ الی ۱۲۰۰ متر مربع پنج نزولی
و به همین ترتیب ادامه می یابد .
لازم به ذکر است که در هر صورت مقاومت سیستم پایانه های
زمینی نباید از ۵ اهم تجاوز کند .

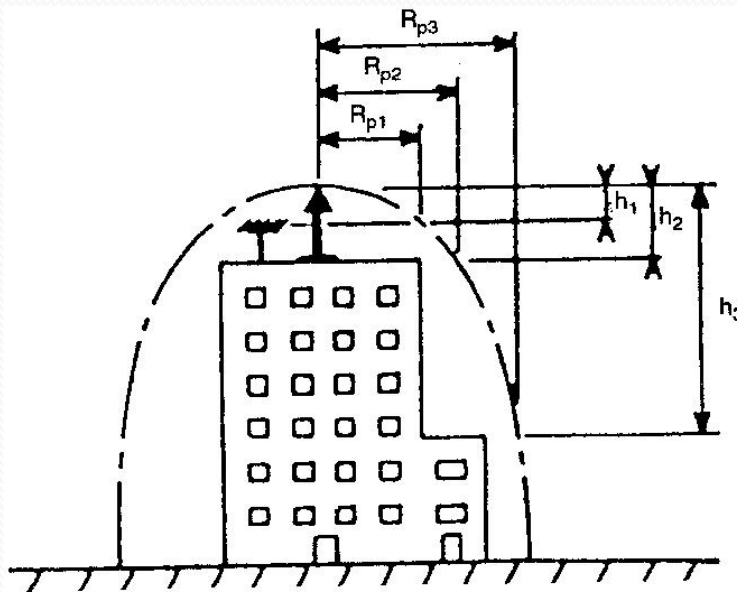
۲-۷- سیستم برقگیر مولد برق اولیه :

۱-۲-۷- موارد کاربرد سیستم برقگیر الکترونیکی (ESE):

این سیستم بر اساس استاندارد **NFC 17-102** برای محافظت ساختمان های عادی با ارتفاع کمتر از **۶۰ متر** و فضاهای باز در موارد زیر ممکن است مورد استفاده قرار گیرد :

مجموعه های مسکونی ، ساختمان های مختلف مجموعه فرهنگی و آموزشی و مانند آن ، کارخانه های مختلف و پالایشگاه ها و فضاهای باز شامل انبارها و محوطه های تفریحی و رفاهی و ...

۲-۲-۷- محدوده حفاظتی هر برقگیر الکترونیک :



شکل (۷-۴) محدوده و شعاع های حفاظت
برقگیر الکترونیک

این محدوده از گردش شعاع های
حفاظتی (R_{pn}) حاصل از
ارتفاع های مختلف (h_n) حول
محور آن به وجود می آید .
(شکل ۷-۴)

h_n : ارتفاع نوک برقگیر نسبت به صفحه افقی که از بالای
عنصر مورد نظر عبور می نماید .
 R_{pn} : شعاع حفاظتی برقگیر در ارتفاع مورد نظر

۳-۲-۷- شعاع حفاظتی هر برقگیر الکترونیک:

$$R_p = \sqrt{h(2D-h) + \Delta L(2D + \Delta L)}$$

R_p : شعاع حفاظت برقگیر
h : ارتفاع نوک میله برقگیر از سطح مورد حفاظت
D : قطر کره فرضی با توجه به کلاس حفاظت یا فاصله برخورد صاعقه
ΔL : فاصله ای که برقگیر نقطه دریافت صاعقه را برابر نظریه گوی فرضی ("Fictitious sphere")
 برای شرح این نظریه به پیوست **A** از استاندارد **NFC 17-102** مراجعه شود) از نوک پایانه هوایی دور می کند.

شعاع حفاظت هر برقگیر الکترونیک (**R_p**) بستگی به ارتفاع نوک آن نسبت به سطح مورد حفاظت (**h**) پیشروی زمان تخلیه (**ΔT**) انتخاب کلاس حفاظت (که براساس پیوست **B** استاندارد **NFC 17-102** قابل ارزیابی است) مورد نیاز دارد که به شرح ذیل محاسبه و تعیین می شود :
 در مواردی که ارتفاع پایه کمتر از **۵ متر** باشد می توان از جدول آماده شده (مانند جداول ۱-۷- الف ، ب و ج) برای شعاع حفاظتی استفاده نمود، اما وقتی ارتفاع پایه بزرگتر از **۵ متر** باشد می توان از فرمول مقابل برای محاسبه شعاع حفاظتی استفاده نمود.

۱-۳-۲-۷- کلاس حفاظت (D) :

کلاس حفاظت ، که طبقه بندی سیستم حفاظتی برقگیر الکترونیک در برابر صاعقه است و سطح کارایی آن را بیان می کند (که شعاع کره یونیزه شده علمدار حمله از طرف ابر می باشد) در این استاندارد به سه طبقه به شرح زیر تقسیم شده است :

کلاس I ، ۲۰ متر = D ، حداکثر حفاظت

کلاس II ، ۴۵ متر = D ، حفاظت متوسط

کلاس III ، ۶۰ متر = D ، حفاظت استاندارد

۲-۳-۲-۷- تعریف فاصله (ΔL) :

طول مسافتی که علمدار حمله زمینی در زمان (ΔT) ، طی می کند
 (ΔL) نامیده می شود. این فاصله براساس فرمول :

$\Delta L(m) = V(m/\mu s) \cdot \Delta T(\mu s)$ محاسبه می شود .
 (ΔT) زمانی است که برقگیر الکترونیکی زودتر از یک میله ساده
(در ارتفاع مساوی) صاعقه را دریافت می کند و بر اساس یک سری
از آزمایشات در آزمایشگاه ها تعیین میگردد (به این زمان، زمان
پیشروی تخلیه نیز گفته میشود) . V سرعت یونیزاسیون کانال صاعقه
می باشد که معادل $1 m/\mu s$ در نظر گرفته می شود .

کلاس یک : حفاظت با لا (D= 20m)										
$\Delta L \backslash h(m)$	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۱۰	۱۵	۲۰
۶۰	۳۱	۴۷	۶۳	۷۹	۷۹	۷۹	۷۹	۷۹	۸۰	۸۰
۵۰	۲۷	۴۱	۵۵	۶۸	۶۹	۶۹	۶۹	۶۹	۷۰	۷۰
۴۰	۲۳	۳۵	۴۶	۵۸	۵۸	۵۹	۵۹	۵۹	۶۰	۶۰
۲۵	۱۷	۲۵	۳۴	۴۲	۴۳	۴۳	۴۳	۴۴	۴۵	۴۵
۱۰	۱۰	۱۵	۲۱	۲۶	۲۶	۲۷	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰

جدول (۱-۷-الف)

کلاس دو : حفاظت متوسط (D= 45m)										
$\Delta L \backslash h(m)$	۲	۳	۴	۵	۶	۸	۱۰	۱۵	۲۰	۴۵
۶۰	۳۹	۵۸	۷۸	۹۷	۹۷	۹۸	۹۹	۱۰۱	۱۰۲	۱۰۵
۵۰	۳۴	۵۲	۶۹	۸۶	۸۷	۸۷	۸۸	۹۰	۹۲	۹۵
۴۰	۳۰	۴۵	۶۰	۷۵	۷۶	۷۷	۷۷	۸۰	۸۱	۸۵
۲۵	۲۳	۳۴	۴۶	۵۷	۵۸	۵۹	۶۱	۶۳	۶۵	۷۰
۱۰	۱۵	۲۲	۳۰	۳۸	۳۸	۴۰	۴۲	۴۶	۴۹	---

جدول (۱-۷-ب)

کلاس سه : حفاظت استاندارد (D= 60m)										
$\Delta L \backslash h(m)$	۲	۳	۴	۵	۶	۸	۱۰	۲۰	۴۵	۶۰
۶۰	۴۳	۶۴	۸۵	۱۰۷	۱۰۷	۱۰۸	۱۰۹	۱۱۳	۱۱۹	۱۲۰
۵۰	۳۸	۵۷	۷۶	۹۵	۹۶	۹۷	۹۸	۱۰۲	۱۰۹	۱۱۰
۴۰	۳۳	۵۰	۶۷	۸۴	۸۴	۸۵	۸۷	۹۲	۹۹	۱۰۰
۲۵	۲۶	۳۹	۵۲	۶۵	۶۶	۶۷	۶۹	۷۵	۸۴	۱۰۰
۱۰	۱۷	۲۶	۳۴	۴۳	۴۴	۴۶	۴۹	۵۷	---	---

جدول (۱-۷-ج)

مقادیر (ΔL) بر اساس مشخصات فنی تولیدات شرکت **INDELEC** برای
صاعقه گیرهای نوع :
"prevelectron 2 millenium" منظور شده است که این صاعقه گیرها به
شرح ذیل می باشند : (جدول ۷-۲ و شکل ۷-۵)

نوع صاعقه گیر	$\Delta T(\mu s)$	$\Delta L(m)$	Ref.	Weight(kg)
S 6.60 Mill...	60	60	1243	5.6
S 4.50 Mill...	50	50	1233	5.5
S 3.40 Mill...	40	40	1223	5.4
S 3.40 Mill...	40	40	1213	3.4
S 2.25 Mill...	25	25	1203	3.3
TS 2.10	10	10	1205	3.2

جدول (۷-۲)



شكل (٧-٥) صاعقه غير الكترونيك نوع S 6.60 Mill...

۵-۲-۷- محاسبه تعداد برقگیر نوع الکترونیکی و حداقل ارتفاع آن :

برای محافظت کامل هر ساختمان و یا مجموعه ساختمان ها محاسبه نوع و تعداد این نوع برقگیر ها بستگی به سطح ساختمان و یا فضای سطح محافظت در برابر صاعقه دارد .

ضمناً برای محاسبه نوع و تعداد برقگیر نوع الکترونیک لازم است حداقل ارتفاع آن از بالاترین نقطه سطح پشت بام ساختمان مشخص شده و باید یک بررسی مقدماتی بمنظور تعیین کلاس حفاظت لازم با توجه به ضریب تناوب آذرخش شرایط محیطی ، نوع و محتوای ساختمان ، نوع تصرف و مخاطرات ناشی از صاعقه ، برابر استانداردهای تعریف شده در قبل به عمل آید. و سپس شعاع حفاظتی محاسبه گردد .

۶-۲-۷- اصول عملکرد صاعقه گیر الکترونیکی :

صاعقه گیر الکترونیکی در سه مرحله عمل می نماید

۱-۶-۲-۷- شارژ واحد یونیزاسیون : واحد یونیزاسیون ، به وسیله الکترودهای پایینی صاعقه گیر ، با توجه به شدت میدان الکتریکی اتمسفر که غالباً هنگام صاعقه چندین میلیون ولت بر متر می باشد شارژ می شود و لذا این نوع صاعقه گیرها بدون نیاز به منبع انرژی خارجی و بطور کاملاً مستقل ، فعالیت می نمایند .

۲-۶-۲-۷- کنترل عملیات یونیزاسیون : از آنجائیکه میدان الکتریکی اتمسفر ، قبل از حدوث صاعقه به شدت و بطور ناگهانی افزایش می یابد، صاعقه گیر تغییرات ایجاد شده میدان الکتریکی را حس نموده و قبل از شروع صاعقه ، شارژ می گردد .

۳-۶-۲-۷- پیش دستی علمدار حمله از زمین : شارژ موجود از طریق الکترودهای بالایی به میله میانی تخلیه شده و باعث ارسال علمدار حمله زمینی به سوی ابر و ایجاد نقطه ترجیحی برخورد صاعقه شده و نهایتاً در فاصله ای دور ، باعث اتصال علمدار حمله زمینی و هوایی می شود .

(Preferential Point of Impact)

۳-۷- صاعقه گیر اتمی :

این نوع صاعقه گیرها نسل بعد از صاعقه گیرهای نوع میله ای بوده اند که بر اساس تئوری یونیزاسیون هوا کار می کردند و به عنوان پیش قراول آنها میتوان به صاعقه گیرهای اتمی نیز اشاره نمود. این برقگیرها می توانستند با یک یا چند هسته رادیو اکتیو هوای محیط اطراف صاعقه گیر را تا شعاع مشخصی یونیزه نموده و این پدیده باعث می شد تا محیط وسیعی در اطراف الکتروود برقگیر همانند صاعقه گیر عمل کند و هدایت الکتریکی مناسب فضای پیرامون صاعقه گیر باعث افزایش شعاع حفاظتی آن (تا پانصد متر) می شد، البته نقاط ضعف این سیستم از جمله عدم وابستگی به سلامت سیستم زمین و احتمال پراکندگی ناخواسته ذرات رادیواکتیو در فضا و اثرات منفی زیست محیطی آن بود که موجب شد از سال ۱۹۸۵ میلادی تولید و فروش آنها در اروپا و از سال ۱۳۷۵ شمسی استفاده از آن در ایران ممنوع شود .

۸- نتیجه گیری :

از آنجاییکه صاعقه جزء حوادث طبیعی و غیر قابل پیش بینی می باشد و خسارات جانی و مالی ناشی از آن سنگین است . بدین منظور ایمن نمودن ساختمان ها و تأسیسات و ... در مقابل آن الزامی است .
و در این مقاله سعی ما بر آن بوده تا با طراحی انواع صاعقه گیرها بیشتر آشنا شویم .

۹- مراجع :

- ۹-۱- مشخصات فنی ، عمومی و اجرایی تأسیسات برقی کارهای ساختمانی جلد اول، نشریه ۱-۱۱۰ ، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
- ۹-۲- منابع آموزشی و کاتالوگ های شرکت اسپاک