

حفاظت در برابر صاعقه

رعد و برق و صاعقه از پدیده های طبیعت است که از دیرباز صدمات و لطمات زیادی به بشر و زندگی او زده است و تا مدت ها انسان در برابر آن بی دفاع و محکوم به شکست بوده است .

دیر زمانی است انسان توانسته است کم و بیش به مکانیسم ایجاد شدن صاعقه و نحوه حفاظت خود و ساخته های خود در مقابل آن آگاهی داشته باشد.

رعد و برق عبارتست از تخلیه انرژی الکتریکی بین دو ابر با بارهای الکتریکی متضاد در آسمان و صدای مهیب ناشی از آن و صاعقه عبارتست از تخیه الکتریکی یک ابر با زمین .

دلایل و مکانیسم وقوع صاعقه

تغییرات و نوسانات که باعث تغییرات در هوای محیط می شود باعث تنوع بیشماری در کیفیت فیزیکی هوا می گردد. پاره ای از این تغییرات جوی نظیر درجه حرارت و میزان رطوبت هوا باعث ایجاد ابرهای طوفانی می شود. این ابرها به شکل سندان بوده و از نوع کومولومبوس با ارتفاع زیاد (حدود ۹۰۰۰ متر) هستند که سطوح پایین آن از قطرات آب و سطوح بالایی آن از کریستالهای یخ تشکیل شده است. جابجایی شدید این ابر در داخل توده خود ، قطرات آب باردار (بار الکتریکی منفی) تولید نموده و کریستالهای یخ بار مثبت به خود می گیرند. گاهی هم بار مثبت در قسمت پایین ابر بین بارهای مثبت و منفی نزدیک به زمین اختلاف پتانسیلی بین زمین و ابر بوجود می آورد (در حدود ۱۰ تا ۱۵ کیلو ولت بر متر) که تخلیه آن به زمین غیر قابل اجتناب می گردد. طوفان و رعد و برق زمانی حادث می شود که در زمان مخصوص قطعه ابری به هر دلیل باردار شود. این طوفان را می توان به دو دسته طبقه بندی کرد:

طوفان گرم: حرکت هوا گرما گرفته از زمین آفتاب خورده به سوی طبقات بالاتر

طوفان جبهه ای : حرکات مکرر هوای سرد طبقات فوقانی به سمت پایین و جایگزینی آن با هوای گرم با توده شدن ابرهای باردار ناشی از سایش جریانات هوا ذرات بار منفی بیشتر و بیشتر شده و مجموعه آنها به حدی می رسد که باید با قطعه ابر دیگر و یا زمین تخلیه گردد. معمولاً نود درصد تخلیه هایی که به زمین

صورت می گیرد با یک جرقه کم‌رنگ ضعیف به نام Leader Stroke شروع می شود که به طرف زمین جهت می گیرد و هنگام حمله به طرف زمین مانند شاخه های درخت به اطراف انشعابات دارد که اصلی نیستند ولی هر یک از آنها سعی می کند خودش را زودتر از دیگران به زمین برساند و در این هنگام نزدیکترین انشعابات به زمین بالاترین پتانسیل منفی را به خود می گیرد.

انواع صاعقه

در هوای کشور ما ۹۰٪ صاعقه ها از نوع منفی هستند یعنی تخلیه از طرف ابر با بارهای منفی به زمین صورت می گیرد. گاهی در زمستان در اثر محبوس شدن بارهای مثبت در میانه ابری با بار منفی (شرایط ایجاد طوفان) حمله با بار مثبت به زمین انجام می شود. این نوع صاعقه ، صاعقه مثبت نامگذاری می شود. به هر حال هر وقت شرایط الکتریکی اتمسفر اجازه دهد هر دو نوع صاعقه می تواند رخ دهد و نتیجه آن مثبت از پایین به بالا و منفی از بالا به پایین نامگذاری شده است.

صاعقه گیر

صاعقه گیر یک مسیر کم مقاومت برای پتانسیل انباشته شده در ابر به طرف میله ای است که یک سر آن به وسیله هادی به زمین متصل شده است.

اگرچه مسیر اصلی تخلیه از همان نوک آن صورت می گیرد اما به غیر از آن شاخه های فرعی پتانسیل منفی که به طرف زمین در حال تخلیه هستند نیز می تواند به عنوان مسیرهای دیگر به زمین برخورد نماید. بنابراین برای حفاظت ساختمان باید با توجه به تمام جهات محل و تعداد صاعقه گیر ها و ارتفاع و نحوه اتصال آنها به یکدیگر و زمین در نظر گرفته شود.

برای جذب پتانسیل منفی ابرها ، جریان مثبت بالارونده از زمین همواره سعی می کند از نوک میله صاعقه گیر فراتر اتفاق بیافتد. فاصله تلاقی دو پتانسیل تا نوک میله صاعقه گیر به عنوان محدوده حفاظت نامیده می شود و همیشه مورد توجه سازندگان صاعقه گیر می باشد. به عبارت دیگر هر چه نقطه تلاقی پتانسیل مثبت و منفی از میله صاعقه گیر دورتر باشد محدوده حفاظت شعاع بزرگتری داشته و حفاظت مطمئن تری صورت می گیرد.

فاصله محل تلاقی دو پتانسیل تا میله صاعقه گیر را شعاع حفاظت می نامند. شعاع حفاظت با شدت و حجم حمله کننده نسبت مستقیم دارد یعنی هر چه پتانسیل ابر بیشتر باشد شعاع حفاظت بیشتر می شود و فضایی با شعاع بزرگتر داخل محدوده حفاظت شده خواهد بود. سازندگان صاعقه گیر سعی می کنند با تمهیداتی این شعاع حفاظت را بصورت مصنوعی افزایش دهند. اساس صاعقه گیرها بر یونیزه کردن هوای اطراف خود است تا با پایین آوردن مقاومت الکتریکی مسیر عبور جریان صاعقه در شعاع حفاظتی خود جریان صاعقه گیرها برخورد نماید و سپس به زمین هدایت شود.

صاعقه گیرهای PASSIVE (ساده)

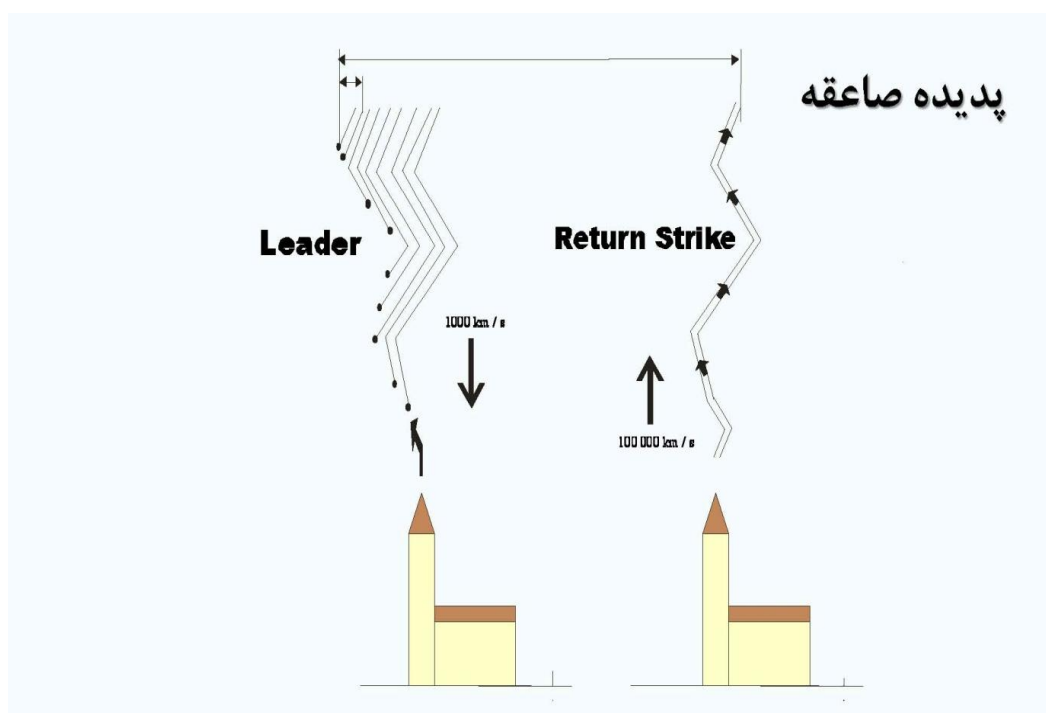
۱. IEC 1024

۲. BS 6651

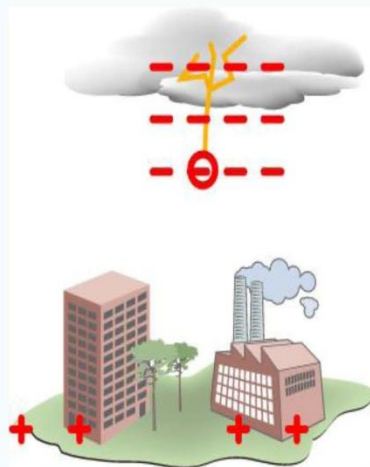
۳. NFPA 78

صاعقه گیرهای ACTIVE (الکترونیکی)

۱. NFC 17-102

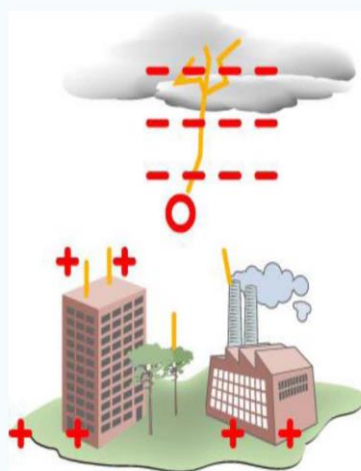


فاز ۱



پلاریزاسیون

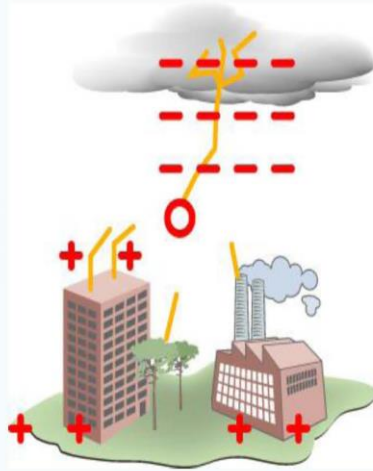
فاز ۲



آغاز عملکرد صاعقه گیر

با افزایش پتانسیل الکتریکی ابر نسبت به زمین ، یک جریان پیشرو downward leader از الکترونها از ابر به سوی زمین،سرازیر شده و کانال اولیه صاعقه را شکل می دهد . هوای اطراف این کانال کاملاً یونیزه است . این مسیر، بار زیادی را در نوک پیکان با خود حمل کرده موجب افزایش شدت میدان الکتریکی جو و شکست مقاومت عایقی هوا می شود

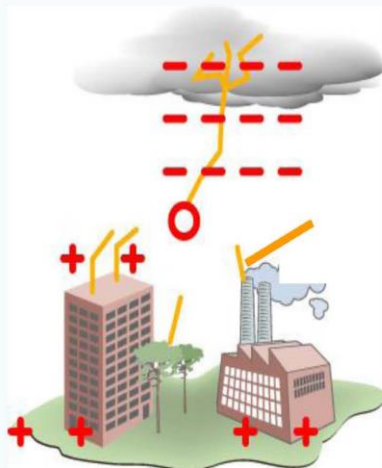
فاز ۳



جذب صاعقه

در این زمان با افزایش شدت میدان الکتریکی در سطح زمین ، یک جریان الکتریکی بالا رونده **upward leader** نیز از زمین بسوی ابر پیش می رود .

فاز ۴



تخلیه (تخلیه صاعقه)

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 خنثی 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 .

تعیین نیاز به حفاظت و سطح حفاظتی

تصمیم به تهیه یک سیستم صاعقه گیر بستگی به فاکتورهای ذیل دارد.

۱. احتمال برخورد صاعقه

۲. شدت و تأثیرات صاعقه

صاعقه گیرهای نوع فرانکلین و فارادی (PASSIVE)

قوانین طراحی براساس NFPA 78

تعداد صاعقه گیرها

الف) فواصل پیرامونی سقفهای مسطح یا با شیب ملایم و سقفهای شیبدار:

در مواردی که ارتفاع نوک پایانه هوایی از سطح مورد حفاظت از ۱۰ اینچ (۲۵۴ میلی‌متر) کمتر نباشد،

فواصل نصب بر روی نقاط پیرامونی سقفهای مسطح یا با شیب ملایم و نیز فواصل نصب بر روی خط الراس

سقفهای شیبدار، باید حداکثر ۲۰ فوت (۶متر) در نظر گرفته شود و در صورتی که ارتفاع مربوط حداقل ۲۴ اینچ

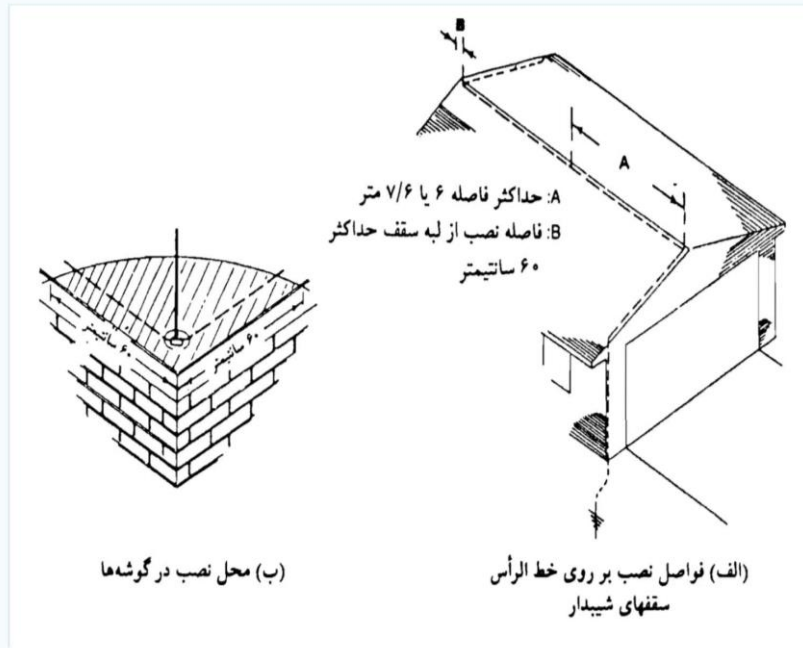
(۶۰ سانتی‌متر) یا بیشتر باشد فواصل نصب باید حداکثر ۲۵ فوت (۷/۶ متر) انتخاب شود. در اینگونه موارد فواصل

نصب پایانه‌های هوایی از کناره‌ها و گوشه‌های سطوح نامبرده باید حداکثر ۶۰ سانتی‌متر باشد.

ب) فواصل میانی پایانه‌های هوایی در سقفهای مسطح یا با شیب ملایم:

در مواردی که سقفهای مسطح یا با شیب ملایم، دارای ابعادی متجاوز از ۱۵ متر باشد، فواصل میانی نصب

پایانه‌های هوایی باید حداکثر ۱۵ متر در نظر گرفته شود



A: میانی
 B: پیرامونی

قوانین طراحی براساس NFPA78 جهت اتصالات

حداقل ابعاد تسمه مسی شبکه مشبک اتصال پایانه‌های هوایی در پشت بام برای سطح تا ۱۸۰۰ متر مربع

باید ۲۵×۳ میلی‌متر یا بیشتر باشد.

قوانین طراحی براساس NFPA78 جهت هادی‌های نزولی (Down Conductor)

آیا هادی نزولی باید دارای عایق باشد یا بدون عایق؟

Material	Recommendations	Minimum dimensions
Bare or tin-plated electrolytic copper (1)	Recommended for the good conductivity and corrosion resistance.	Strip: 30x2mm Round section: 8mm dia.
18/10 - 304 stainless steel	Recommended in certain corrosive soils.	Strip: 30x2mm Round section: 8mm dia. Rod: 15mm dia.
Hot-galvanised steel (50µm)	Reserved for provisional short-term installations because of its poor corrosion resistance.	Strip: 30x3.5mm Round section: 10mm dia.

برای تعیین تعداد هادیهای ارتباطی (هادیهای نزولی) بین شبکه مشبک پشت بام، پایانه‌های زمینی باید یکی از دو روش زیر ملاک محاسبه قرار گیرد:

الف- احتساب پیرامون: به طور کلی برای هر ۳۰ متر محیط (پیرامون) تحت محافظت برقی باید یک نزولی در نظر گرفته شود لیکن حداقل تعداد نزولیها برای هر نوع ساختمان دو عدد خواهد بود.

ب- احتساب مساحت: برای سطوح تحت محافظت برقی تا ۳۶۰ مترمربع مساحت دو نزولی و برای هر ۲۷۰ مترمربع مازاد یک نزولی اضافی باید در نظر گرفته شود.

به طور مثال: تا ۳۶۰ متر مربع دو نزولی، ۶۳۰ مترمربع ۳ نزولی، ۹۰۰ مترمربع ۴ نزولی، ۱۱۷۰ الی ۱۲۰۰ مترمربع ۵ نزولی، و به همین ترتیب ادامه می‌یابد.

قوانین طراحی براساس IEC 1024

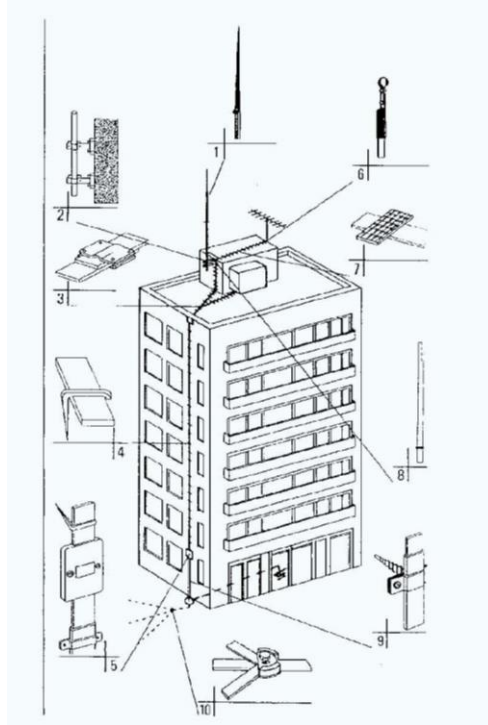
تعداد هادیهای نزولی (Down Conductor)

جدول متوسط فاصله بین هادیهای نزولی براساس کلاس حفاظت

متوسط فاصله (متر)	کلاس حفاظت
10	I
15	II
20	III
25	IV

روش نصب سیستم حفاظت از صاعقه (LPS) :

- هادی‌های میانی
- میله‌های صاعقه‌گیر
- ارتینگ LPS



اصول نصب صاعقه گیرها

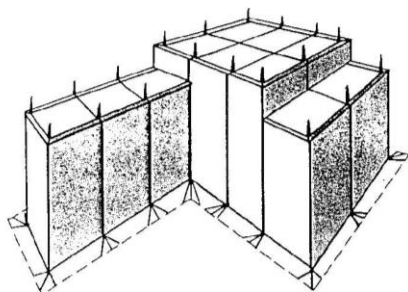
- ارتفاع میله برقگیر از سر میله تا سطح محل نصب باید حداقل ۵۰ سانتی‌متر یا بیشتر باشد.
- کلیه گوشه‌های خارجی ساختمان باید دارای میله برقگیر باشد حتی اگر فواصل آن خیلی کم باشد.
- کلیه میله‌های برقگیر نصب شده در یک ساختمان باید به وسیله تسمه مسی به یکدیگر متصل شده و یک شبکه مشبک بسته را تشکیل دهد.
- اسکلت فلزی ساختمانهای اسکلت فلزی و یا آرماتورهای ساختمانهای بتن آرمه در چندین نقطه در پشت بام و بالای پی ساختمان باید به شبکه برقگیر همبندی همپتانسیل شود. برای این منظور باید در هنگام ساختن اسکلت فلزی و با بستن آرماتورها پیش بینی لازم به عمل آید تا در زمان نصب سیستم برقگیر هیچ‌گونه اشکالی به وجود نیاید.

- کلیه قسمت‌های فلزی موجود در پشت بام از قبیل سقف شیروانی یا سایبان فلزی و مانند آن باید به شبکه برقگیر همبندی هم پتانسیل شود.

- تسمه‌های ارتباطی به هیچ وجه نباید از داخل لوله‌های فلزی عبور داده شود.

- تسمه‌های مورد مصرف برای نصب شبکه مشبک و همچنین به عنوان هادیهای نزولی سیستم برقگیر باید از نوع حلقه‌ای بوده و از مصرف تسمه‌های شاخه‌ای، که اتصالات اضافی به وجود می‌آورد خودداری شود.

- لوازم فلزی به کار رفته در سیستم‌های مختلف باید از یک جنس باشد.



صاعقه گیرها به روش مش

Protection Level	Efficiency	Dimensions of the Meshes	Distance between downconductors
I	$0,95 < E < 1$	5 X 5 m	10 m
II	$0,90 < E \leq 0,95$	10 X 10 m	15 m
III	$0,80 < E \leq 0,90$	15 X 15 m	20 m
IV	$0 < E \leq 0,80$	20 X 20 m	25 m

صاعقه گیرهای الکترونیکی (ACTIVE)

۱- صاعقه گیرهای اتمی

این گروه از صاعقه گیرها سابقاً ساخته می‌شد.

دلایل حذف این نوع صاعقه گیر

الف- نیمه عمر طولانی چشمه سزیم

ب- مضرات زیست محیطی به دلیل تشعشع رادیواکتیوی عنصر سزیم

ج- چون پدیده یونیزاسیون در این ابزار ارتباط با اتصال با زمین ندارد و عملاً به دلیل منشأ رادیواکتیو انرژی آن از پدیده Point Effect نشأت نمی‌گیرد (اگر صاعقه‌گیری با تشدید پدیده Point Effect فعال شود در صورت قطع مسیر هادی میانی و چاه ارت عملاً از کار می‌افتد و یونیزاسیون صورت نمی‌گیرد) در صورت قطع مسیر چاه ارت یونیزاسیون ادامه داشته و صاعقه‌گیر بدون داشتن اتصال مناسب با زمین نقطه برتر دریافت صاعقه باقی می‌ماند و در صورت دریافت صاعقه، به علت نقص در مسیر تخلیه صاعقه‌گیر متلاشی شده و موجب آتش‌سوزی می‌شود.

صاعقه‌گیرهای بادی یا پیزوالکتریک

این نوع صاعقه‌گیر از یک محفظه خالی با مسیر ورود و خروج دوکی شکل آیرودینامیک ساخته شده که ورود و خروج هوا از آن طی یک سیکل و مسیر مشخص صورت می‌پذیرد و سبب ارتعاش یک الکتروود عمودی می‌شود.

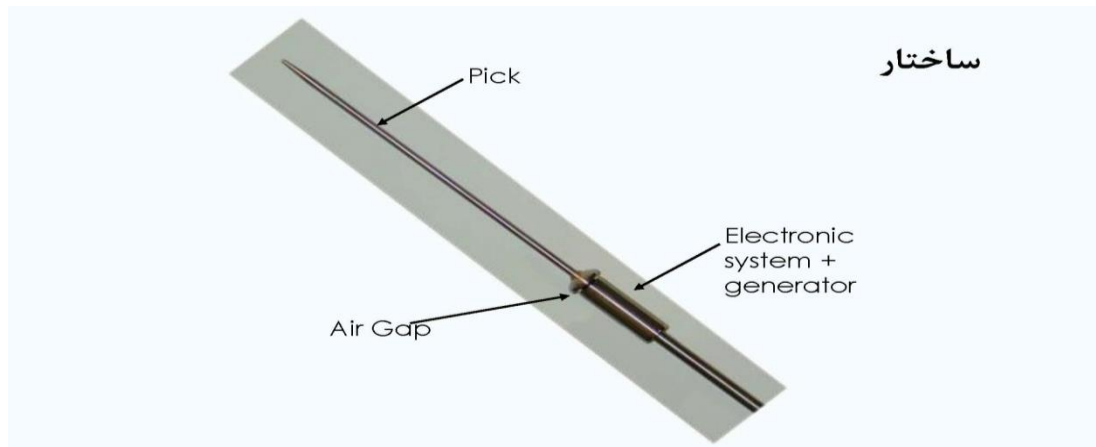
الکتروود موصوف به یک سلول پیزوالکتریک متصل است. نوسانات الکتروود سبب ایجاد الکتریسیته ساکن در سلول می‌شود و این انرژی ذخیره شده بین الکتروود و جداره خارجی صاعقه‌گیر تخلیه شده و سبب یونیزاسیون هوای اطراف خواهد شد. تکنیک فوق خودکفا اما بسیار حساس و آسیب‌پذیر است. چرا که ورود یک جسم خارجی و عدم خروج آن به سبب مسیر دوکی شکل خروجی ممکن است باعث انسداد مسیر و از کار افتادن دستگاه شود. ضمن اینکه وزش هر نوع باد (که لزوماً صاعقه‌ای به دنبال ندارد) باعث شارژ شدن بی مورد دستگاه و کاهش عمر سلول پیزوالکتریک و عملکرد ارتعاشی آن می‌شود.

صاعقه‌گیرهای خورشیدی

این نوع صاعقه‌گیر مجهز به باتری و تعدادی سلول خورشیدی دریافت کننده انرژی است که در تابش نور آفتاب سبب شارژ شدن باتری و ذخیره الکتریسیته ساکن در آنهاست. این انرژی بایستی در لحظه مناسب باعث تخلیه و یونیزاسیون هوا شود. صرف نظر از مکانیسم عمل آن، این نوع صاعقه‌گیرها هم به علت وابستگی شدید به باتری، فتوسل (طول عمر باتری و زمان محدود ذخیره انرژی) عملاً مکانیسم مناسبی برای تضمین ایمنی نیست چرا که هیچ اطمینانی وجود ندارد که هوای ابری و غیر آفتابی کمتر از ساعات شارژ ماندن باتری طول خواهد کشید و اگر بیشتر باشد، قطعاً از صاعقه‌گیر فوق کاری ساخته نیست.

صاعقه‌گیرهای الکترونیکی خازنی - اتمسفریک

مکانیسم عملکرد این صاعقه‌گیر براساس وجود پتانسیل الکتریکی اتمسفر طراحی شده و در صورتی که شرایط جوی فاقد پتانسیل الکتریکی باشد این صاعقه‌گیر همانند یک برق‌گیر ساده است و فعالیتی ندارد. واحد حس‌کننده این صاعقه‌گیر وقتی انرژی الکتریکی اتمسفر فراتر از حد معینی (مثلاً ۵ کیلو ولت بر متر) می‌رود، واحد شارژ را برای جمع‌آوری انرژی به کار می‌اندازد. این واحد تا پر شدن خازنهای یک مدار الکترونیکی به کار ادامه می‌دهد. همین واحد وقتی میزان پتانسیل اتمسفر از حد معینی (نزدیک به وقوع صاعقه مثلاً در حدود ۱۰۰ کیلوولت بر متر) گذر نماید، واحد شارژ دستور تخلیه خازن‌ها را به الکتروود میانی متصل به زمین می‌دهد این کار باعث یونیزاسیون هوای اطراف صاعقه‌گیر خواهد شد. این کار به صورت متوالی تکرار شده و با افزایش پتانسیل اتمسفر شدت می‌یابد. روش عملکرد این نوع صاعقه‌گیر به علت وابستگی مطلق به شرایط جوی صاعقه‌خیز بهترین کارایی را داراست



تست هر دو مدل ساده و الکترونیکی در آزمایشگاه

اصول عملکرد :

ΔT : اختلاف زمان عملکرد

$V=1m/\mu s$: سرعت حرکت موج پیشرو

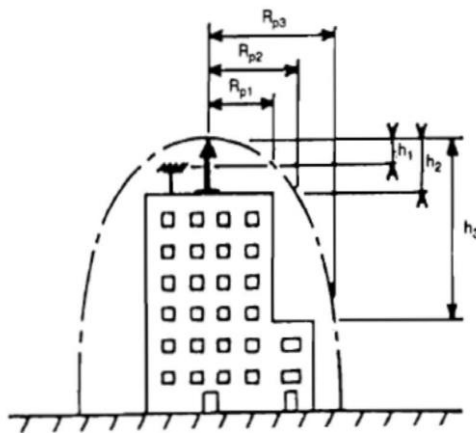
ΔL : مسافتی که صاعقه از محل دور می‌شود.

$$\Delta L = V \cdot \Delta T$$

محدوده حفاظتی هر برقگیر الکترونیک، از گردش شعاعهای حفاظتی (R_{pn}) حاصل از ارتفاعهای مختلف (h_n) حول محور آن به وجود می‌آید.

h_n : ارتفاع نوک برقگیر نسبت به صفحه افقی که از بالای عنصر مورد نظر عبور می‌نماید.

R_{pn} : شعاع حفاظتی برقگیر در ارتفاع مورد نظر.



محدوده و شعاعهای حفاظت برقگیر الکترونیکی

طراحی

الف- در مواردی که $h \geq 5m$ باشد، شعاع حفاظت با توجه به کلاس حفاظت مورد نظر ممکن است از فرمول [1] یا منحنیها و جداول مندرج به دست آید.

ب- در مواردی که $h < 5m$ باشد، شعاع حفاظت باید با استفاده از منحنیهای مندرج در شکلهای زیر تعیین شود.

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

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

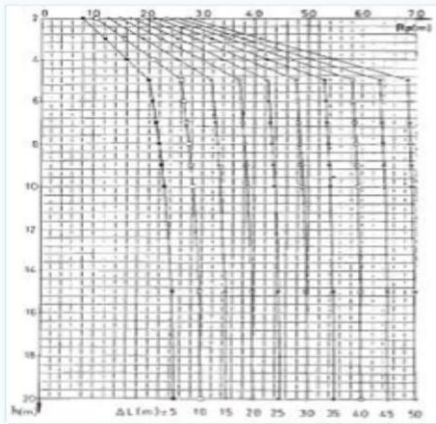
ΔL : فاصله‌ای که برقگیر نقطه دریافت آذرخش را برابر نظریه گوی فرضی از نوک پایانه هوایی دور می‌کند.

کلاس حفاظت، که طبقه‌بندی سیستم حفاظتی برقگیر الکترونیک در برابر آذرخش است و سطح کارایی آن را بیان می‌کند، در این استاندارد به سه طبقه به شرح زیر تقسیم شده است

کلاس I ، $D=20m$ ، حداکثر حفاظت

کلاس II ، $D=45m$ ، حفاظت متوسط

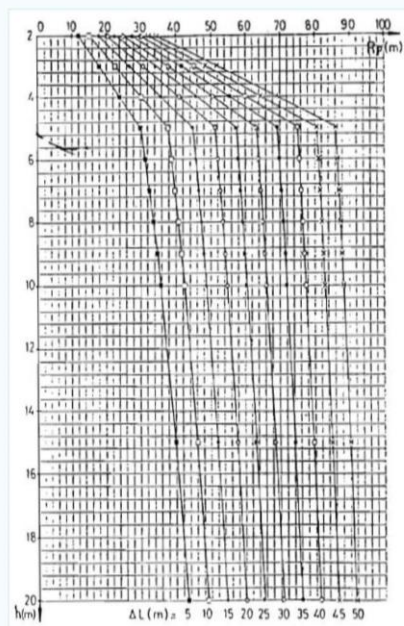
کلاس III ، $D=60m$ ، حفاظت استاندارد



طراحی در کلاس یک

طراحی در کلاس یک

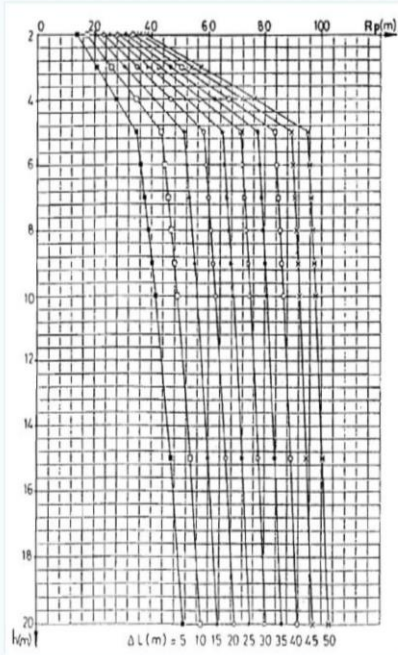
D (m)										
20										
ΔL (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
h (m)	Rp (m)									
20	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
25	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
30	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
35	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
40	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
45	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
50	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
55	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
60	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00



طراحی در کلاس دو

طراحی در کلاس دو

D (m)										
45										
ΔL (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
h (m)	Rp (m)									
20	43.30	48.99	54.54	60.00	65.38	70.71	75.99	81.24	86.46	91.65
25	45.83	51.23	56.57	61.85	67.08	72.28	77.46	82.61	87.75	92.87
30	47.70	52.92	58.09	63.25	68.37	73.48	78.58	83.67	88.74	93.81
35	48.99	54.08	59.16	64.23	69.28	74.33	79.37	84.41	89.44	94.47
40	49.75	54.77	59.79	64.81	69.82	74.83	79.84	84.85	89.88	94.87
45	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00
50	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00
55	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00
60	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00



طراحی در کلاس سه

طراحی در کلاس سه

D (m)										
60										
ΔL (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
h (m)	Rp (m)									
20	51.23	57.45	63.44	69.28	75.00	80.62	86.17	91.65	97.08	102.47
25	54.77	60.62	66.33	71.94	77.48	82.92	88.32	93.67	98.99	104.28
30	57.66	63.25	68.74	74.15	79.53	84.85	90.14	95.39	100.62	105.83
35	60.00	65.38	70.71	75.99	81.24	86.48	91.65	96.82	101.98	107.12
40	61.85	67.08	72.28	77.46	82.61	87.75	92.87	97.98	103.08	108.17
45	63.25	68.37	73.48	78.58	83.67	88.74	93.81	98.87	103.92	108.97
50	64.23	69.28	74.33	79.37	84.41	89.44	94.47	99.50	104.52	109.54
55	64.81	69.82	74.83	79.84	84.85	89.86	94.87	99.87	104.88	109.89
60	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00	100.00	105.00	110.00

استاندارد فضای حفاظتی به وسیله یک سیستم صاعقه گیر الکترونیکی

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

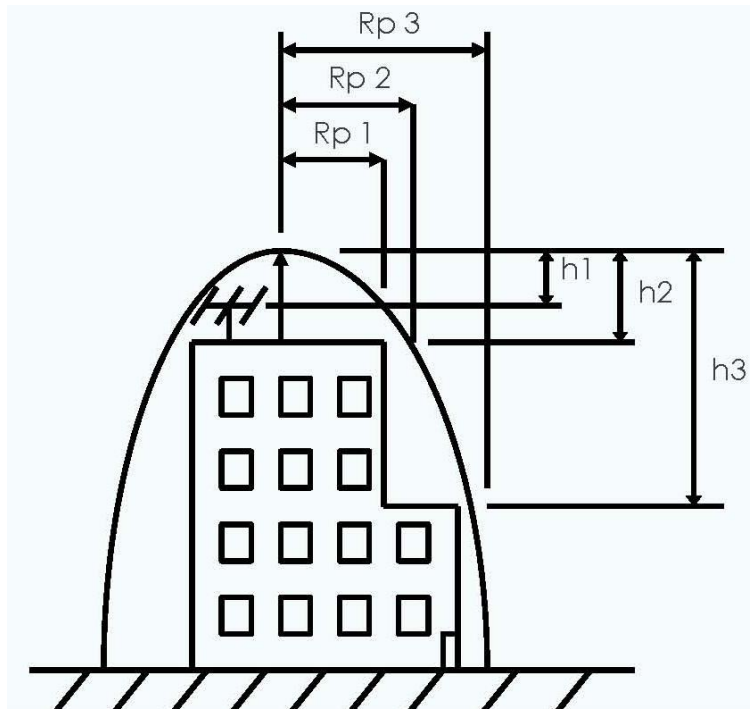
R_p = شعاع حفاظتی

NP = سطح حفاظت

D : فاصله برخورد (از روش گوی غلطان و با توجه به سطح حفاظت)

h : ارتفاع صاعقه گیر الکترونیکی (ESE)

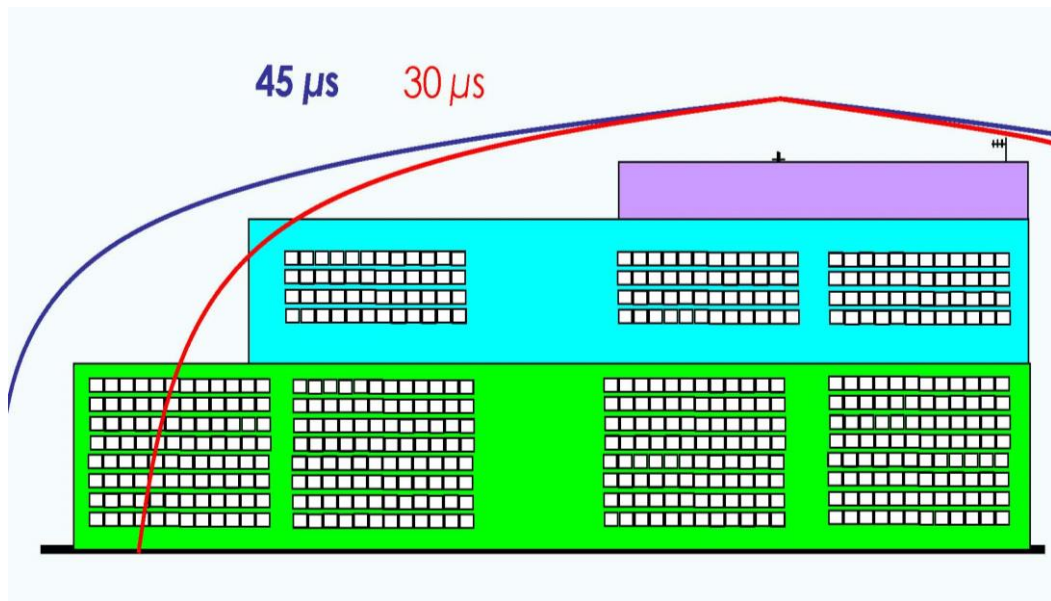
ΔT : زمان پیش تریگر صاعقه گیر (با توجه به نوع صاعقه گیر ESE)

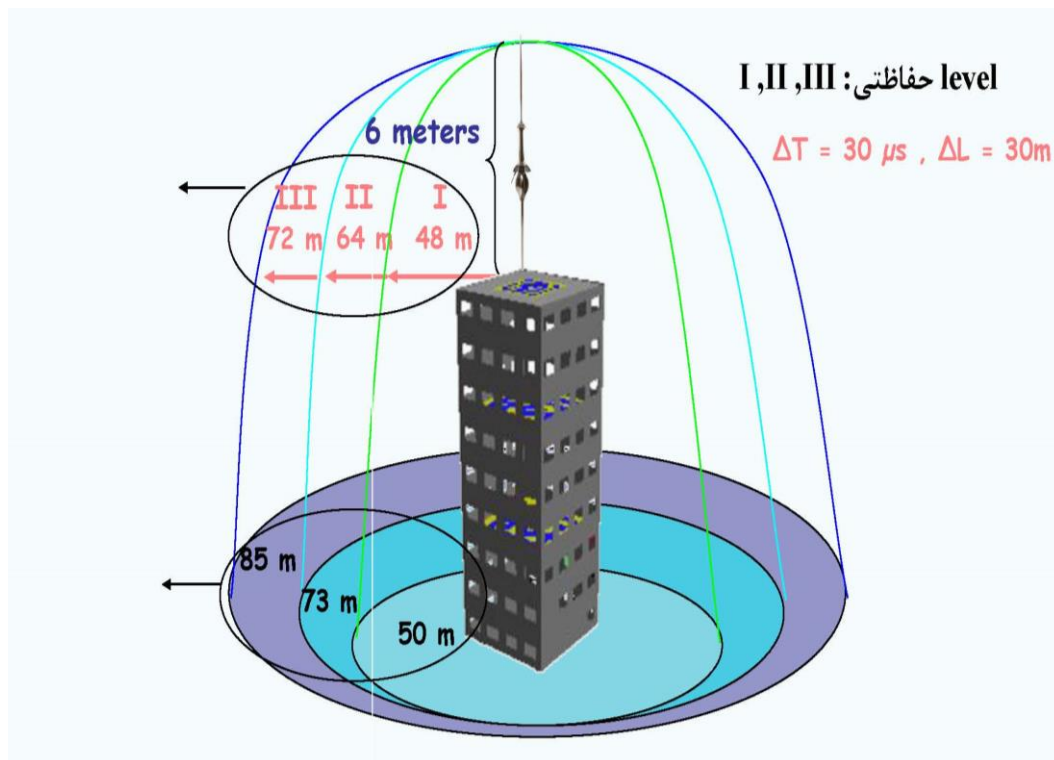


$$R_p = \sqrt{[h(2D-h) + \Delta T (2D + \Delta T)]}$$

H (m)	NP1	NP2	NP3
	SLc 45		
2	26	34	36
3	38	48	50
4	50	64	72
5	63	81	89
6	63	81	90
10	64	83	92
15	65	85	95
20	65	86	97
45	60	90	104
60	51	89	105

حداکثر ΔT برابر ۶۰ میکرو ثانیه





در تعیین ارتفاع صاعقه گیر علاوه بر موضوع شعاع حفاظت، نوک میله مرکزی صاعقه گیر، باید حداقل، دو متر بالاتر از وسایل موجود در سطح حفاظت صاعقه گیر، قرار گرفته باشد.

اگر چنانچه استفاده از مسیر خارجی ساختمان عملی نباشد، هادیهای نزولی ممکن است از درون مجاری داخلی ویژه‌ای، که دارای طولی برابر با ارتفاع ساختمان یا بخشی از آن باشد عبور نماید. این گونه مجاری باید عایق، غیر قابل اشتعال و دارای سطح مقطعی حداقل برابر با 2000 میلی‌متر مربع یا بیشتر بوده و در اجرای آن شرایط مربوط به هادیهای نزولی رعایت شود. مجری سیستم تأسیسات برقی، هنگام استفاده از مجاری داخلی باید نسبت به کاهش کارایی سیستم حفاظتی مربوط و مشکلات بازرسی و نگهداری آن و همچنین مخاطرات ناشی از ورود موج ولتاژ بالا به درون سازه آگاه باشد.

هادیهای نزولی که برای انتقال جریان برق ناشی از آذرخش از سیستمهای پایانه هوایی به سیستم پایانه زمینی مورد استفاده قرار میگیرد باید در سطوح خارجی سازه مورد نظر نصب شود. در مواردی که استفاده از مسیر خارجی ساختمان عملی نباشد، هادیهای نزولی ممکن است از درون مجاری داخلی ویژه ای که دارای طولی برابر با ارتفاع ساختمان یا بخشی از آن باشد عبور نماید. این گونه مجاری باید عایق، غیرقابل اشتعال و

دارای سطح مقطعی حداقل برابر با ۲۰۰۰ میلیمتر مربع یا بیشتر بوده و در اجرای آن شرایط مربوط به هادی های نزولی رعایت شود. مجری سیستم تاسیسات برقی، هنگام استفاده از مجاری داخلی باید نسبت به کاهش کارایی سیستم حفاظتی مربوط و مشکلات بازرسی و نگهداری آن و همچنین مخاطرات ناشی از ورود موج ولتاژ بالا به درون سازه آگاه باشد.

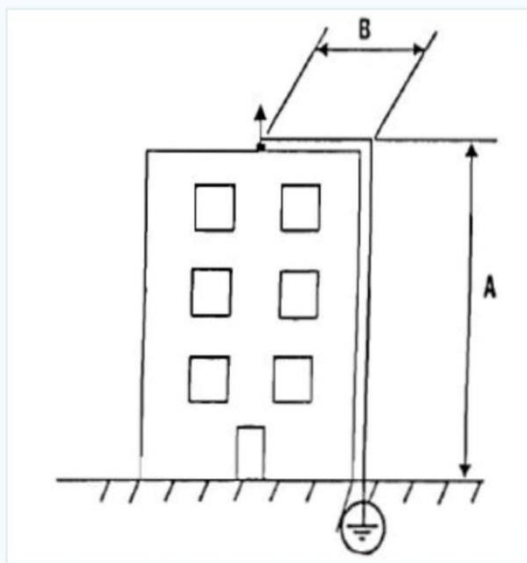
هر برقگیر الکترونیکی باید به وسیله حداقل یک هادی نزولی به سیستم پایانه زمینی متصل شود. در موارد زیر دو هادی نزولی یا بیشتر مورد نیاز خواهد بود:

الف- تصویر هادی نزولی افقی بزرگتر از تصویر هادی نزولی عمودی باشد

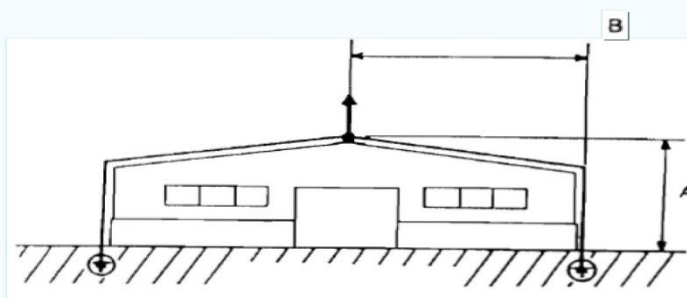
ب- در صورتی که سیستم تأسیسات حفاظت خارجی ساختمان در برابر آذرخش بر روی سازه های بلندتر

از 28 متر نصب شود.

در مواردی که بیش از یک هادی نزولی مورد استفاده قرار گیرد هادیها باید با فواصل مساوی از یکدیگر استقرار



$A < 28$ متر و $B < A$: یک هادی نزولی



$A < 28$ متر و $B < A$: دو هادی نزولی
A: تصویر هادی نزولی عمودی
B: تصویر هادی نزولی افقی

یابد.

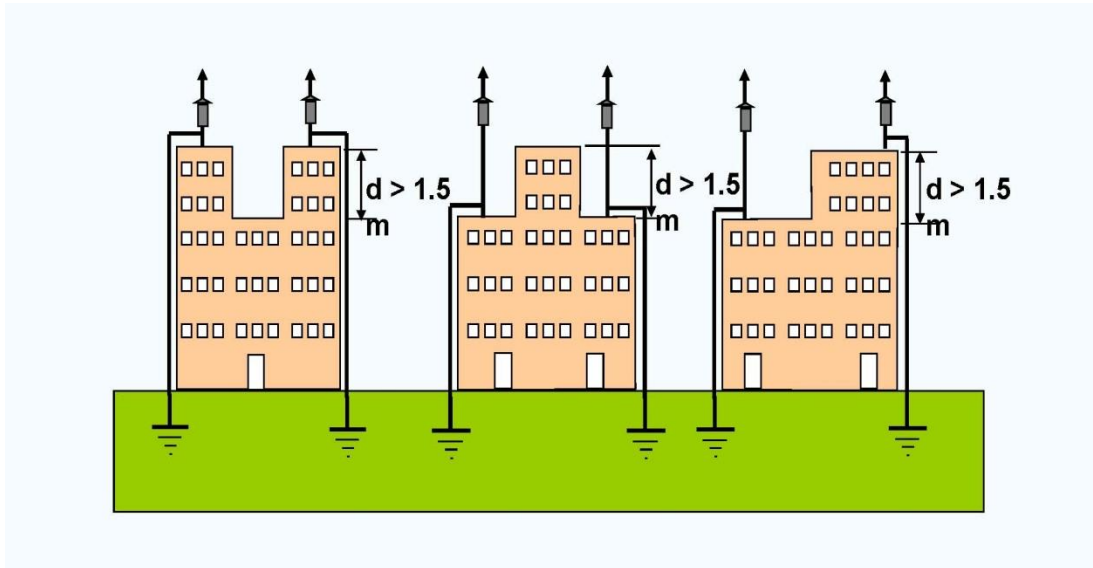
حداقل سطح مقطع هادیهای نزولی، در صورتی که سیم مسی با مقطع گرد باشد 50 میلی متر مربع، در

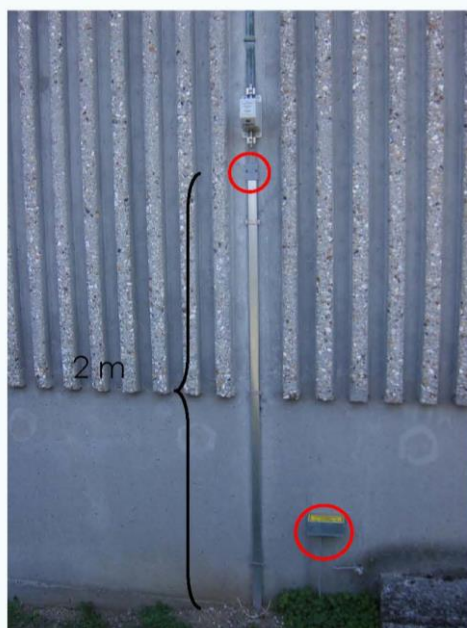
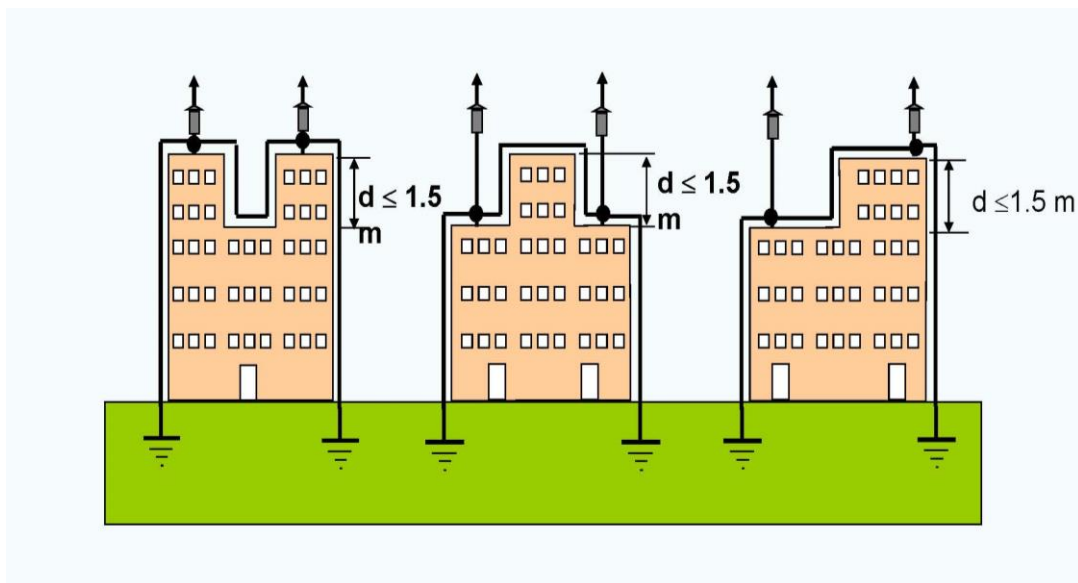
صورتی که از تسمه مسی باشد (30*2) میلی متر و چنانچه از سیم مسی بافته انتخاب شود (30*2.5)

میلی متر خواهد بود.

کلیه تسمه ها یا سیمها باید با بستهای مناسب به صورت سه عدد در هر متر به کف بام یا دیوار ساختمان

و مانند آن با در نظر گرفتن میزان انبساط حرارتی کاملاً محکم شود.





- **Disconnection between down conductor and lightning earthing system**

هادیهای نزولی باید در برابر ضربه و آسیب به وسیله حفاظ مناسب به ارتفاع دو متر از سطح زمین محافظت

شود.

به منظور قطع سیستم پایانه زمینی و اندازه‌گیری میزان مقاومت اتصال زمین، هر هادی نزولی باید به یک جعبه اتصال آزمون همراه با تیغه و سایر تجهیزات مربوط مجهز شود.



هادیهای نزولی باید با توجه به محل پایانه زمینی در کوتاهترین و مستقیم‌ترین مسیر ممکن و بدون خمهای تند یا برگشت به بالا نصب شود. شعاع خمها نباید از ۲۰ سانتی‌متر کمتر باشد (۱۸-۱۴)

فاصله ایمنی (S) :

فاصله ایمنی (کمترین) کوتاهترین فاصله است تا جرقه‌ای بین هادی میانی حامل جریان صاعقه و هادی

زمین شده مجاور به‌وجود نیاید.

n: تعداد هادیهای میانی

n=۱: برای یک هادی میانی

N=0/6 برای دو هادی میانی

N=0/4 برای ۳ یا چند هادی میانی

Ki ضریب سطح حفاظتی انتخاب شده می‌باشد.

Ki=0/1: برای سطح حفاظتی ۱

Ki=0/075: برای سطح حفاظتی ۲

Ki=0/05: برای سطح حفاظتی ۳

Km: ضریب جنس ماده بین هادی میانی و قطعه فلزی

Km=1 برای هوا

Km=0/5 برای مواد جامد غیر فلزی

L (به متر) طول هادی میانی از نقطه‌ای که می‌خواهیم فاصله مجاورت را در آن نقطه برای سیستم مورد نظر بررسی کنیم، تا ارت یا نزدیکترین نقطه باند هم پتانسیل‌سازی باید وسایل فلزی که فاصله آنها از سیستم صاعقه‌گیر کمتر از S باشد را با آن هم پتانسیل کرد در حالتیکه لوله‌های گاز شهری در مجاورت هادی میانی قرار داشته باشد: S=3m می‌باشد.

$$S(m) = \frac{n \times k_i \times L}{km}$$

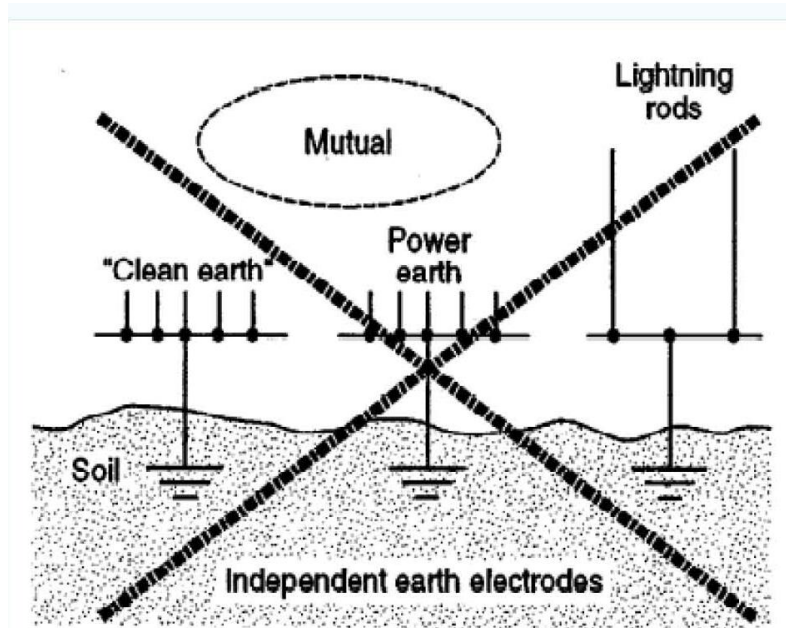
$$S = \frac{1 \times 0,1 \times 20}{1} = 2m$$

طراحی ارت صاعقه‌گیرها

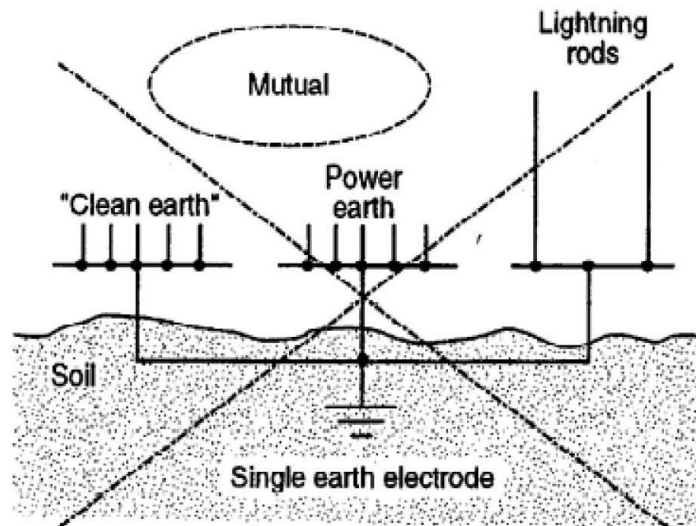
آیا ارت سیستم‌های مختلف باید از یکدیگر جدا باشند؟

- ❖ ارت فشار متوسط
- ❖ ارت فشار ضعیف
- ❖ ارت ابزار دقیق
- ❖ ارت صاعقه‌گیر
- ❖ ارت نول ترانس

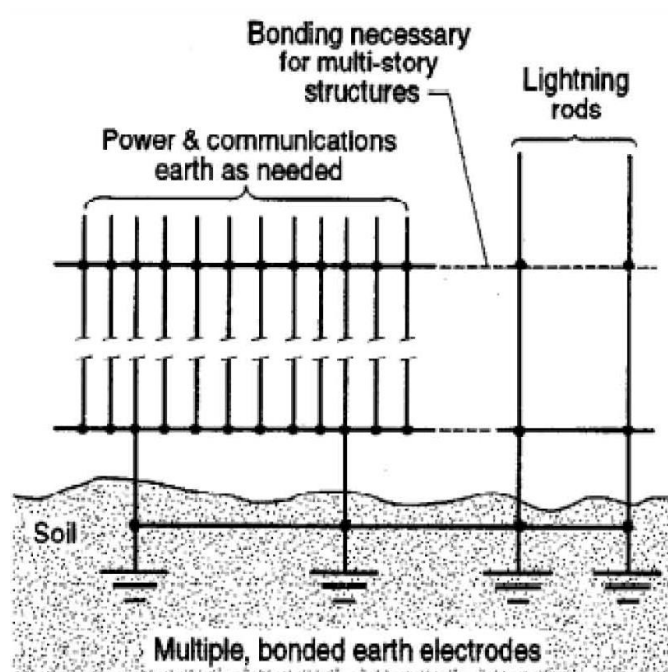
نظر IEC61000 :



نظر IEC61000 :



نظر IEC61000 :



انواع الکتروود زمین

دو روش برای اجرای سیستمهای زمین وجود دارد که عبارتند از:

۱. روش عمقی (میله‌های زمین، الکتروودهای فعال، صفحه و یا عناصری شبیه آن) که این روش متداولتر است.

۲. روش سطحی که این روش مناسبتر است.

روش سطحی:

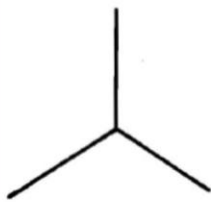
روش پنجه کلاغی: روش استفاده از آن بدین صورت است که از سه عدد تسمه مسی ۸ متری، در داخل یک گودال به عمق ۶۰ سانتیمتر استفاده می‌گردد که زاویه بین این سه شاخه ۴۵ درجه است.

روش عمقی:

میله زمین: این روش بسیار متداول بوده و دلیل آن هم به خاطر نصب آسان میله‌ها در زمین است. صفحه: معمولاً یک چاه به عمق ۵ متر حفاری می‌شود و در آن صفحه‌ای به طور عمودی قرار می‌گیرد و بعد چاه را با مواد کاهنده مقاومت زمین پر می‌کنند.

If T=0.7m and L=7.5m then

$$R=16\Omega$$



الکتروود به شکل ستاره با سه بازو و به طول بازوی L و

شعاع T، نصب شده در زیر خاک به عمق T

$$R = \frac{\rho}{6\pi L} \left(\ln \frac{2L}{r} + \ln \frac{2L}{2T} + 1/0.71 - 0/2.09 \frac{2T}{L} + \right. \\ \left. 0/237 \frac{(2T)^2}{L^2} - 0/054 \frac{(2T)^2}{L^2} + \dots \right)$$

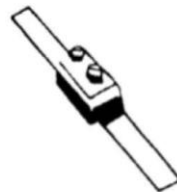
مقدار مقاومت ارت :

استانداردهای جهانی	ایران	
۵ اهم	۲ اهم	نول ترانس
۱۰ اهم	۵ اهم	صاعقه گیر
۵ اهم	۲ اهم	کل شبکه

اتصالات پیچی :



۳- بست اتصال دوراه و چهارراه



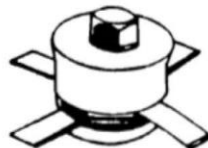
۲- بست اتصال مستقیم



۱- بست اتصال چهارراه



۶- بست آزمایشی دوراه و چهارراه



۵- بست آزمایشی چهارراه



۴- بست آزمایشی دوراه

قوانین بازدید و نگهداری براساس NFC 17-102

۱.بازرسی اولیه:

بعد از اینکه نصب صاعقه‌گیر تکمیل گردید، برای حصول اطمینان از مطابقت آن با استاندارد قسمتهای

مختلف سیستم باید مورد بازدید قرار گیرد. که این بازدید شامل موارد زیر می‌باشد:

- صاعقه‌گیر، ۲ متر یا بیشتر بالاتر از تمام نواحی محافظت شده قرار داشته باشد.
- جنس و ضخامت هادی میانی مورد استفاده مناسب باشد.
- مسیر و محل و باند الکتریکی هادی میانی به میزان لازم باشد.
- ثبات و پایداری قطعات سیستم و اتصالات به اندازه کافی باشد.
- فاصله ایمنی رعایت شده و باند هم پتانسیل سازی ایجاد شده باشد.
- مقدار مقاومت سیستم چاه ارت صحیح باشد.
- همه سیستمهای چاه ارت بهم وصل باشند.

- این بررسیها باید به صورت بصری شکل گیرد و در مواردیکه هادی مخفی باشد، جریان الکتریکی آن

باید تست گردد.

۲. بازدید زمان بندی شده :

زمان بازدید تناوبی به وسیله سطح حفاظت تعیین می‌شود و برای سطوح مختلف به‌صورت جدول زیر

می‌باشد:

	Normal interval	Intensified interval
LEVEL I	2 YEARS	1 YEAR
LEVEL II	3 YEARS	2 YEARS
LEVEL III	3 YEARS	2 YEARS

فاصله زمانی غیر عادی (Intensified interval) در شرایط جوی فرساینده و نامناسب به کار می‌رود.

Lps زمانیکه سیستم حفاظتی، تعمیر گردیده یا در معرض صاعقه قرار گیرد، نیز باید مورد بازدید قرار گیرد.

۳. روش بازدید:

یک بازدید بصری انجام می‌گیرد تا اطمینان حاصل کنیم که:

- توسعه و گسترش ساختمان تأسیسات یا تغییر آنها باعث نیاز به سیستم حفاظتی بیشتر نگردیده باشد.
- پیوستگی الکتریکی هادیهای قابل رویت رعایت شده و هیچ قسمتی از سیستم صاعقه‌گیر قطع نباشد.
- همه بستها و کلمپها و قطعات مکانیکی دیگر، محکم بوده و شل نباشد.
- هیچکدام از قطعات و قسمتها در اثر خوردگی و زنگ زدگی ضعیف نشده باشند.
- فاصله ایمنی رعایت شده باشد و اتصالات کافی برای هم پتانسیل سازی ایجاد شده باشد.
- پیوستگی الکتریکی هادیهای غیر قابل رویت با دستگاه اندازه‌گیری، تایید گردد.
- مقدار مقاومت سیستم چاه ارت باید اندازه‌گیری شده و در حد مجاز باشد.

۴. گزارشی بازدید:

هر بازدید زمان بندی شده بایستی با گزارشی همراه باشد. که در آن همه مشاهدات بازدید ذکر شده و

مقادیر صحیح مورد نظر نیز ذکر گردد.

۵. نگهداری و تعمیر:

هر نوع خطای مشاهده شده در LPS در حین بازدید، باید در کوتاهترین زمان ممکن تصحیح شده تا میزان

تأثیر و عملکرد مطلوب آنها حفظ گردد.

Testing Generator



حفاظت کننده اضافه ولتاژ:

قطعه حفاظت کننده در برابر اضافه ولتاژ ناشی از صاعقه و یا عملکرد سویچینگ در شبکه برق.

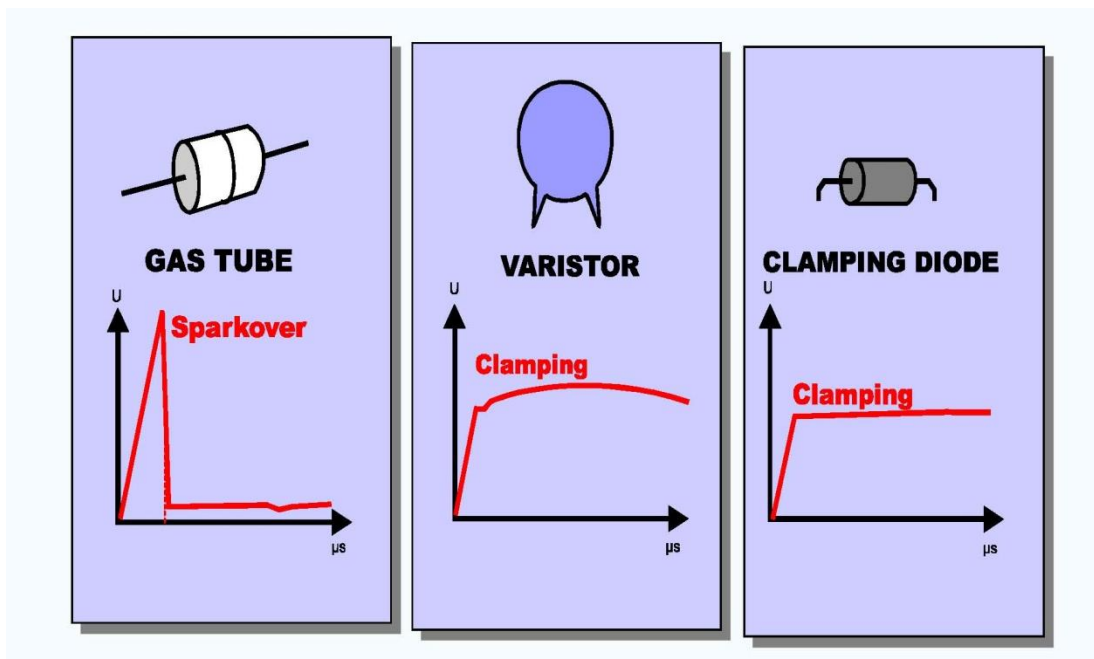
هدف:

محدود کردن اضافه ولتاژها و رساندن آنها به سطح قابل تحمل الکتریکی تجهیزات.

تیوپ دشارژ گازی (GDT)

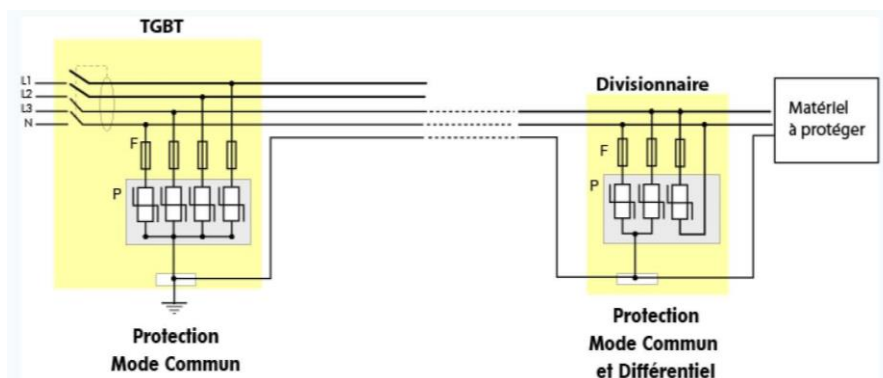
وریستورهای اکسید فلزی (MOV)

دیود زنر با پدیده شکست بهمنی (ABD)

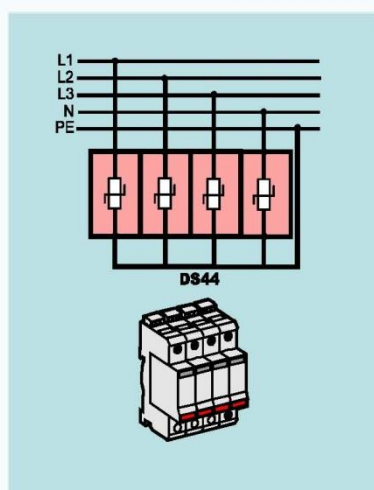


انتخاب و استفاده از برقگیرهای مدهای اتصال AS

- برقگیرها اغلب به صورت مد مشترک در حفاظت استفاده میشوند. (L-PE, N-PE) ولی برای بهبود کارایی، توصیه می شود بصورت مد تفاضلی وصل شوند. (L-N)



انتخاب و استفاده از برقگیرهای AC



اتصال برقگیر Type 1