صاعقه گیر

مقدمه:

صاعقه یکی از کشنده ترین پدیده های طبیعی است و در سطح جهان سالانه جان صدها نفر را می گیرد. در حال حاضر روندهای جهانی در شهرسازی به سمت ایمن سازی ساختمان ها و اماکن عمومی هدایت شده است. یکی از مهم ترین و متداول ترین تجهیزات قابل نصب بر روی ساختمان های بلند تجاری و مسکونی و دکل های برق برای جلوگیری از برخورد صاعقه و ایجاد خسارت صاعقه گیرها هستند که می توانند اثرات زیان بار برخورد صاعقه را تا حد بسیار زیادی کاهش دهند.

درست است که صاعقه ممکن است به انسان، زمین، درخت و هر چیزی برخورد کند و حادثه و خسارت ایجاد کند، ولی در ساختمان های بلند مرتبه استفاده از صاعقه گیرها دارای اهمیت بیشتری است و در پاسخ به این سوال که صاعقه گیر برای چه ساختمان هایی نیاز است باید گفت، مطابق بند ۴-۲-۹ شیوه نامه اجرایی نظارت بر طراحی و اجرای استاندارد تاسیسات برق اماکن که بر اساس مباحث مقررات ملی ساختمان و مقررات اجرایی وزارت نیرو و به صورت تفاهم نامه سه جانبه بین وزارت راه و شهرسازی ، سازمان نظام مهندسی ساختمان و وزارت نیرو ، تهیه شده است ،ساختمانهای با ارتفاع ۲۴متر و بیشتر ،و ساختمان های شامل موارد خاص . چه در مناطق پر خطر و چه در مناطق کم خطر، مشمول نصب سیستم صاعقه گیر می باشند.

روش ها ی ایمن سازی در مقابل خطرات و آسیب های حاصل از صاعقه و مباحث تئوری های پشتیبانی کننده از مبانی این روش ها، مدتها موضوع بحث دانشمندان و متخصصین امر بوده است، این تحقیقات منجر به شکل گیری انجمن ها و سازمانهای تخصصی گردیده که حاصل کار این سازمانها تدوین دستورالعمل ها ، راهکارها و استانداردهای محلی و بین المللی است.مانند سایر استاندارد های الکتریکی ، IEC کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (International Electro technical Commission) عهده دار تدوین و انتشار و ویرایش استاندارد بین المللی حفاظت در برابر صاعقه گردیده است، این استاندارد با شماره ی IEC-62305 ودر ۴ بخش منتشر گردیده و ویرایش ۲۰۱۰ آن جدید ترین نسخه این استاندارد می باشد.از سویی دیگر کاربری گسترده (ESE) منجر به تدوین استاندارد سیستم حفاظت در مقابل صاعقه بوسیله صاعقه گیرهای فعال (صاعقه گیرهای الکترونیکی) یا همان NF C 17-102 گردیده است.

استاندارد های فوق مربوط به طراحی سیستم ها بوده و مشخصه ها و ویژگیهای دقیق اجزای بکار رونده در این سیستمها، شرح و بسط نگردیده است . بدین منظور در سال ۲۰۱۲ استاندارد IEC جدیدی با عنوان ویژگیها و مشخصات اجزای بکار رونده در سیستم های حفاظت در مقابل صاعقه با شماره IEC-62561 در ۸ بخش منتشر گردیده است.

در کشورمان از سال ۱۳۸۰ استاندارد حفاظت سازه ها در مقابل آذرخش با شماره ی ISIRI-6213-1 انتشار یافته و به کار برده می شود که بر مبنای استاندارد های NFC و IEC تهیه و تدوین گردیده است.همانطور که اشاره گردید، استاندارد های متفاوتی در کشور های مختلف در این خصوص وجود دارد.

حفاظت یک ساختمان بطور کامل شامل موارد زیر است:

۱ .حفاظت جلد خارجی ساختمان از ضربه های مستقیم صاعقه:

حفظ بدنه و استراکچر ساختمان از آتش سوزی و انهدام در اثر اصابت صاعقه است. کلیه تجهیزات (مانند برقگیر) که جهت جذب و هدایت صاعقه از پشت بام تا سیستم زمین نصب می شوند، طبق استاندارد IEC -61024شناسایی می گردند.

۲ .حفاظت داخلی و تجهیزات نصب شده داخل ساختمان در مقابل آثار ثانویه صاعقه حفاظت داخلی (ثانویه):

وقتی انرژی حاصل از صاعقه را که چند صد مگا ژول است باچند میلی ژول انرژی که برای صدمه زدن به تجهیزات الکترونیکی حساس کافی می باشد ،مقایسه نماییم ضرورت حفاظت این نوع تجهیزات دربرابر اثرات ناشی ازصاعقه مشخص می گردد.

آسیب های ایجاد شده درسیستم های الکتریکی والکترونیکی به سبب اثرات الکترومغناطیسی صاعقه می باشد که به صورت شوکهای هدایت شده و القایی و نیز تشعشعات امواج میدان الکترو مغناطیسی ظاهر می شوند.

پس از بر خورد صاعقه به زمین یا ساختمان، وسایل الکترونیکی داخل ساختمانهایی که تا شعاع 15 km از محل برخورد و در محدوده میدان الکترومغناطیسی ایجاد شده قرار دارند، در معرض خطر خواهند بود حفاظت موثر این تجهیزات در مقابل ولتاژهای القایی حاصله، وقتی امکان پذیر است که کلیه سیستم های حفاظت داخلی همراه با حفاظت خارجی ساختمان تواماً 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 برروی تجهیزات داخل ساختمان خنثی کرد. و از تئوری منطقه بندی (Zone Concept)جهت حفاظت داخلی ساختمان استفاده می شود. ضمناً برای کسب اطلاعات دقیق تر به استاندارد-IEC 61643که در این زمینه تدوین شده است مراجعه گردد.

نصب صاعقه گیر در ساختمان به آب و هوای منطقه، ارتفاع شهر از سطح دریا و نزدیک بودن به کوه بستگی دارد.

به طور کلی هر صاعقه گیر مساحت مشخصی را تحت پوشش قرار می‌دهد که برای بالا بردن پوشش آن باید از یک شبکه صاعقه گیر استفاده کرد.

حفاظت در برابر صاعقه به دو بخش تقسیم می شود:

حفاظت خارجی (اولیه)

حفاظت داخلی (ثانویه)

بررسی نیاز یا عدم نیاز به نصب سیستم صاعقه گیر وحفاظت دربرابر صاعقه:

برای بررسی نیاز یاعدم نیاز به نصب سیستم صاعقه گیر وحفاظت در برابر صاعقه مطابق با استاندارد های:

BS6651, NFPA780, LEC62305, UNE21186, NFC17-102باید پارامتر های لازم را جمع آوری نمود تا بتوان ضریب احتمال خطر وقوع صاعقه را به دست آورد.

این پارامتر ها عبارتنداز:

۱-موقعیت جغرافیایی پروژه وتراکم سالیانه اصابت صاعقه:

Ngپارامتری است که تعداد صاعقه هایی که درهرکیلومتر مربع درسال به زمین اصابت می کند را نشان می دهد.

بطور کلی سازمان هواشناسی هر کشور متصدی بررسی این عامل و تهیه نقشه های ایزوکرونیک می باشد.

که درآن تعداد روزهای طوفانی در نواحی مختلف با اعداد مربوطه مشخص شده است.

با توجه به عدم وجود نقشه های مذکور در ایران ، می توان براساس اطلاعات وآمار هواشناسی تعداد روزهای طوفانی همراه با صاعقه رادر هر منطقه شمارش نمود.

و با تطبیق آن درجدول استانداردBS6651عدد Ngرا برای هرمنطقه بدست آورد.

۲-ارزیابی احتمالی برخورد صاعقه وانتخاب سطح حفاظتی:

برای رسیدن به احتمال برخورد صاعقه و انتخاب سطح حفاظتی مناسب لازم است که دو فاکتور مهم در این زمینه یعنی Nc(تراکم تحمل پذیری ساختمان دربرابراصابت صاعقه) و Nd (تعدادبرخورد مستقیم صاعقه با ساختمان) را مورد بررسی قرار داد.

اگر Nd<Ncباشد، نیازی به نصب سیستم حفاظتی نیست ولی اگر Nd>Ncباشد باید یک سیستم حفاظتی مناسب نصب گردد که برای آنالیز سطح حفاظتی مناسب با میزان خطر برخورد موجود با استفاده از جداول مربوطه و فرمولهای ارائه شده میتوان سطح مناسب را محاسبه نمود.

عوامل موثر در محاسبه این دو فاکتور عبارتند از:

Ae : سطح جاذب وابسته به طول وعرض وارتفاع سازه مورد نظر

Ng : تراکم اصابت صاعقه درهرکیلومتر مربع به طور سالیانه

C1 : موقعیت قرارگیری ساختمان

C2 : نوع ساختمان

C3 : محتوای داخل ساختمان

C4 : فضای اشغالی ساختمان

C5 : پی آمد اصابت صاعقه

برای اطلاعات بیشتر از چگونگی محاسبات و فرمولهای کارشده برای محاسبه دو فاکتور بحث شده لازم است که با استانداردهای مربوطه مراجعه نمائید

ارزیابی میزان خطرصاعقه برای هربنا یا سازه به عوامل مختلفی بستگی دارد که عبارتند از:

-نوع بنا یا سازه(برج ،مسکونی ،تجمعی ، صنعتی و مانند آن).

-ساختار و مصالح 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...

-ارتفاع ساختمان و موقعیت نسبی آن نسبت به بلندی سایر بنا ها.

-موقعیت توپوگرافی محل (زمین مسطح ، تپه ماهور کوهستانی).

-محتوای تصرف از نظر آتش گیری و نیزدفعات رعدو برق درمنطقه مورد نظر.

-محتویات ساختمان چیست ؟(اشیاء با ارزش یک موزه ، مرکز تلفن یا اثاثیه یک خانه کهنه معمولی یا اشیاء اسقاط) و ...

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

۱ -برقگیر قفس فاراده یا شکلی از آن.

۲ -برقگیر مولد برق اولیه (ESE : Early Streamer Emission) : موسوم به صاعقه گیر الکترونیکی.

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

هدف نصب دکل صاعقه گیر

با توجه به این که دیوار، سقف، پنجره ها و در حالت کلی غیر فلزی بودن قسمت های مختلف یک ساختمان باعث ایجاد مقاومت در برابر صاعقه می شود و اصطلاحا جلوی عبور جریان در آن را می گیرد باید از طریق هادی ها و رساناها این انرژی را به طرز صحیحی از جریان الکتریکی ابرها به زمین منتقل کنیم تا جلوی خسارت ناشی از آن شامل خسارت های مالی و جانی را بگیریم یا به حداقل برسانیم.

همانطوری که گفته شد با توجه به دلیل اصلی نصب صاعقه گیر بر روی ساختمان ها که محافظت از ساختمان ها در برابر اثرات خطرناک صاعقه است. صاعقه گیرها یا میله ها این ولتاژ را قطع می کنند و مسیر امنی برای جریان صاعقه به زمین فراهم می کنند. صاعقه گیرها یک مسیر مستقیم به زمین می دهند و از آسیب دیدن سازه در اثر آتش سوزی، انفجار و موج های الکتریکی ناشی از برخورد صاعقه جلوگیری می کنند.

هدف نصب دکل صاعقه‌گیر در حالت کلی حفاظت و ایمنی جان انسان ها می باشد و یک محیط کاری امن را برای کار به وجود می آورد. در ادامه برخی دیگر از هدف نصب دکل صاعقه‌گیر را بیان می کنیم:

جلوگیری از ولتاژ تماسی

حفاظت و ایمنی تجهیزات الکتریکی

حذف ولتاژ اضافی

اطمینان از قابلیت کار الکتریکی

جلوگیری از ولتاژ های ناخواسته و صاعقه

شعاع پوشش صاعقه گیر:

صاعقه گیرهای مختلف با توجه به نوع انها (اکتیو یا پسیو بودن) از شعاع پوشش حفاظتی متفاوتی برخوردارند.

شعاع پوشش صاعقه گیر بنا به تعریف بدین صورت است که اگر محل نصب صاعقه گیر را مرکز یک دایره فرضی بگیریم اندازه شعاع آن دایره شعاع حفاظتی یا پوششی صاعقه گیر نامند. فضای داخل این دایره فرضی که برای هر صاعقه گیر متفاوت است فضای امن و ایمن از اصابت صاعقه است. زیرا در این فضا صاعقه گیر از برخورد صاعقه به ساختمان جلوگیری مینماید و جریان صاعقه را بصورت امن به زمین منتقل مینماید. البته این فضا بطور ۱۰۰٪ امن نمیباشد و بهترین صاعقه گیر های ساخته شده موجود هم تا ۹۰ الی ۹۶ درصد این ایمنی را پاسخگو هستند.

همانگونه که توضیح داده شد صاعقه گیر ها بر اساس تکنولوژی ساختشان از شعاعهای حفاظتی متفاوتی برخوردارند.

بعنوان مثال:

یک میله ساده که از آن بعنوان صاعقه گیر فرانکلین یاد میشود دارای شعاع حفاظتی به اندازه طولش میباشد.

یعنی یک صاعقه گیر ساده ۲ متری دارای شعاع حفاظتی ۲ متر است. این نوع از صاعقه گیر را که دارای شعاع حفاظتی محدود میباشد پسیو یا غیر اکتیو نامند.

در مقابل انواع دیگری از صاعقه گیر ها هستند که با یونیزاسیون کردن اطراف خود زمان عملکرد خود را کاهش داده و با این کار از شعاع پوشش هایی تا ۱۲۰ متر و حتی بیشتر برخوردارند.از صاعقه گیرهای فوق بعنوان صاعقه گیر اکتیو یاد میشود.

امروزه صاعقه گیر های اکتیو در انواع:

- خورشیدی
- بادی(پیزو الکتریک)
- اتمی
- خازنی
- خازنی–الکترونیکی ساخته میشوند.

انواع صاعقه گیرهای ساختمان عبارتند از:

صاعقه گیر با شکاف میله ای(Rod Gap Arrester)

صاعقه گیر با شکاف کره ای(Sphere Gap Arrester)

صاعقه گیر نوع شاخکی یا جرقه ای(Horn Gap Arrester)

صاعقه گیر چند شکافی(Multiple-Gap Arrester)

صاعقه گیر شکاف دار محافظ ضربه(Impulse Protective Gap Arrester)

صاعقه گیر الکترولیتی(Electrolytic Arrester)

صاعقه گیر نوع اکسپولشین(Expulsion Type Lightning Arrester)

صاعقه گیرهای نوع سوپاپی(Valve Type Lightning Arresters)

صاعقه گیر تیرایت(Thyrite Lightning Arrester)

صاعقه گیر سوپاپ خودکار(Auto valve Arrester)

صاعقه گیر فیلم اکسید(Oxide Film Arrester)

صاعقه گیر اکسید فلز(Metal Oxide Lightning Arrester)

تعیین شعاع حفاظتی به روش پسیو:

بر اساس استاندارد IEC62305 برای تعیین شعاع حفاظتی روشهای مختلفی وجود دارد که: مشخصات کلاس حفاظتی ، ارتفاع سازه ، نوع برقگیر (اکتیو یا پسیو) در تعیین آن درنظر گرفته می شوند.

روشهای حفاظت (Protection Methods) عبارتند از :

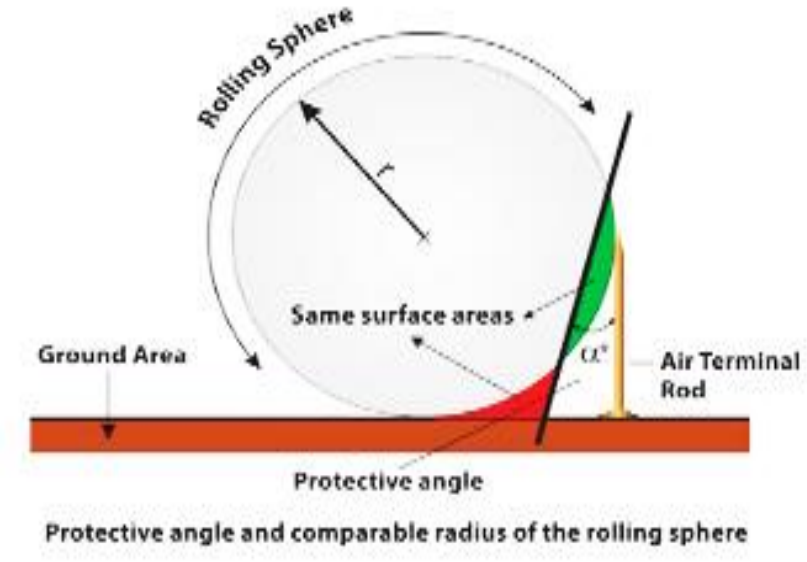
اولین گام در طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه ، تعیین و تصمیم گیری در مورد کلاس حفاظتی سیستم از طریق مطالعات ارزیابی ریسک (Risk Assessment) می باشد ، سپس در مرحله دوم طراحی سیستم حفاظتی با یکی از روش های گوی غلتان ، روش مش و روش زاویه حفاظتی .

طراحی یک سیستم حفاظتی ، اطلاعاتی از قبیل محل قرار گیری میله های صاعقه گیر و چگونگی همبندی آنها با یکدیگر، هادی های نزولی ، الکترودهای زمین و دگیر تجهیزات مورد نیاز نصب را در اختیار مجری عملیاتی قرار می دهد تا بتواند طبق نقشه ها ، سیستم طراحی شده را پیاده سازی نماید.

۱ :روش زاویه حفاظتی در انتخاب محل نصب صاعقه گیر:

یکی از مهمترین روشهای انتخاب و طراحی محل نصب صاعقه گیر ؛ روش زاویه حفاظتی می باشد که بر اساس تعیین و جایابی میله های صاعقه گیر پسیو عمل می نماید. در واقع این روش ساده شده ی روش گوی غلتان می باشد و محل صاعقه گیرها (میله های صاعقه گیر ، میله ها و کابل معلق) طوری مشخص می شود که محدوده حفاظتی مد نظر زاویه حفاظتی برآورده شود .

روش زاویه حفاظتی یکی از سه روش اصلی برای طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه است که توسط استاندارد بین المللی IEC 62305 تعریف شده است .

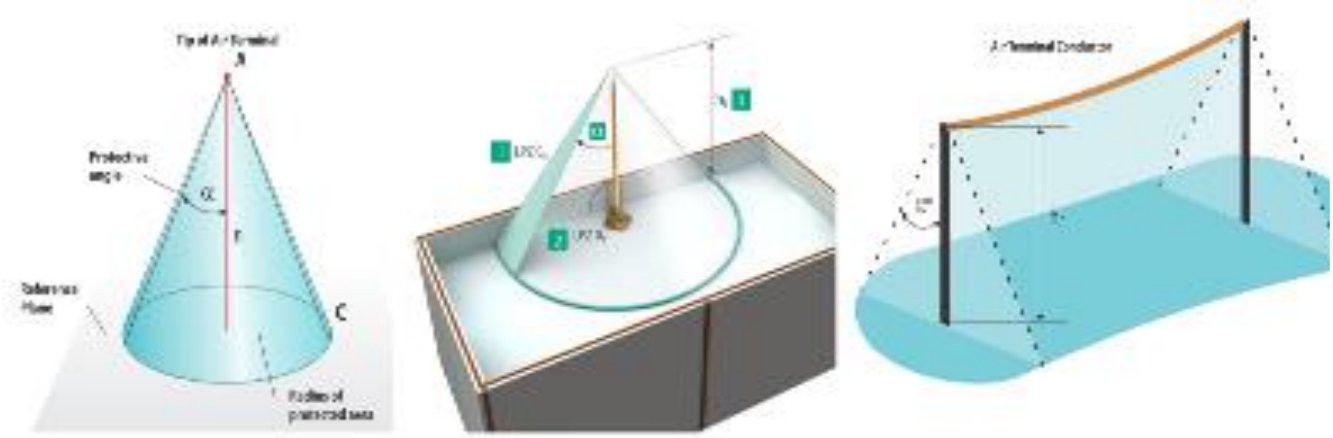


Protective angle and comparable radius of the rolling sphere

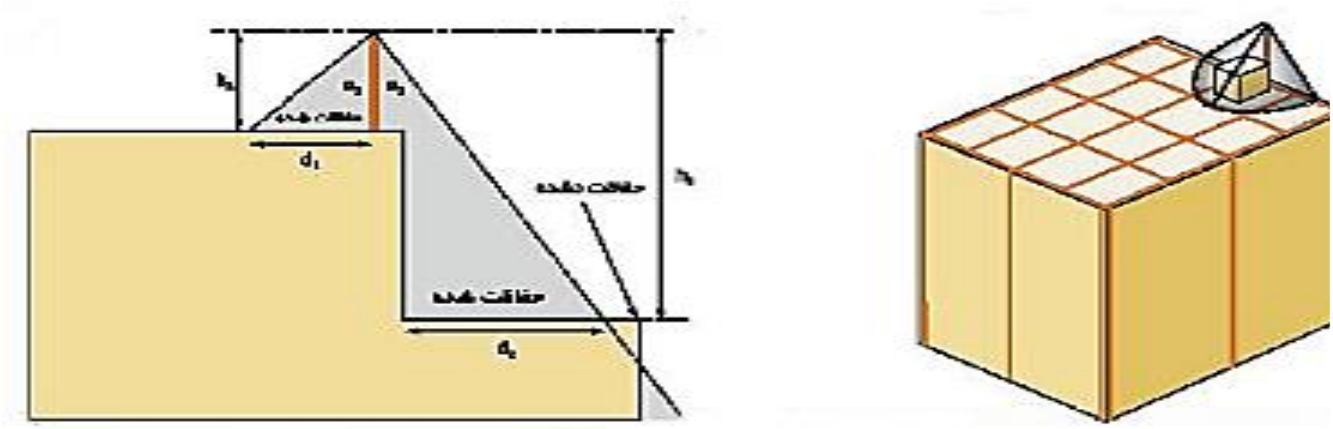
بهتر است از روش زاویه حفاظتی ، در ساختارهای ساده و پروژه های غیر پیچیده استفاده شود. بعلاوه روش زاویه حفاظتی تنها تا ارتفاع برابر با شعاع گوی غلتان معتبر است که این شعاع در محاسبات ریسک و تعیین کلاس حفاظتی محاسبه شده است. برای سازه ها و استراکچرهای فلزی برجسته ، روش زاویه حفاظتی به عنوان مکمل روش مش مورد استفاده قرار می گیرد.

به شکل ذیل توجه نمایید ، زاویه محافظ به گونه ای تعیین می شود که هنگام قطع شیب توسط گوی غلتان ، منطقه اضافی زیر زاویه محافظ (در شکل با رنگ سبز نشان داده شده است) با منطقه ای که اکنون زیر زاویه محافظ نیست (در شکل با رنگ قرمز نشان داده شده است)، برابر باشد. همانطور که در شکل روبرو نشان داده شده است ، این روش از محاسبات گوی غلتان بدست می آید و به همین دلیل است که روش زاویه حفاظتی محدود به اندازه بزرگترین شعاع گوی غلتان متناظر با آن است. بع عنوان مثال سازه ای را به ارتفاع ۵۰ متر در نظر بگیرید ، گوی غلتان به شعاع ۴۵ متر (LPL III) با کناره های سازه مماس خواهد شد ، محدوده هایی که با گوی غلتان بعنوان محدوده ایمن در قسمت بالا مشخص می گردد توسط زاویه حفاظتی LPL III محدوده ای در معرض خطر تشخیص داده می شود. گوی غلتان به شعاع ۶۰ متر در سطح حفاظتی LPL IV با سطح سازه تماس پیدا نمی کند ، به همین دلیل برای تشخیص این مورد که کدام قسمت های روی زمین نیاز به حفاظت دارند می توان از زاویه حفاظتی LPL IV استفاده نمود .

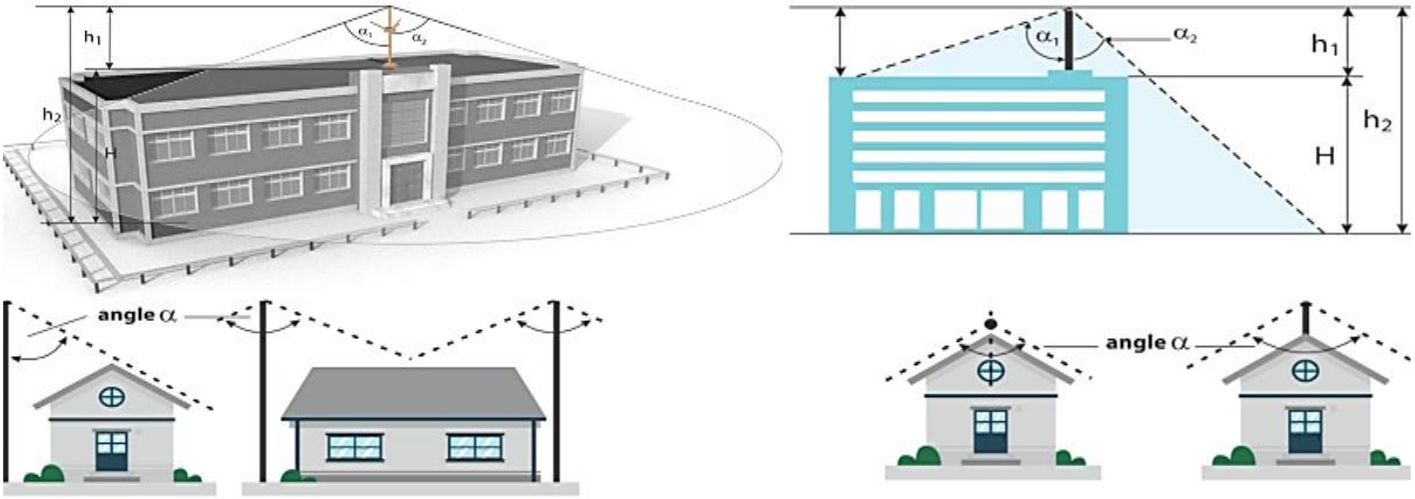
روش زاویه حفاظتی یک مفهوم سه بعدی است که در شکل زیر نشان داده شده است. منطقه حفاظت شده مخروطی است که از نوک میله صاعقه گیر شروع شده و به سطح سازه ختم می شود و یا می تواند بصورت یک چادر مسافرتی باشد که سطح بالای چادر ، کابل معلق قرار گرفته است.



در این شکل زاویه آلفا (a) وابسته به کلاس حفاظتی LPL و ارتفاع میله صاعقه گیر می باشد ، h1ارتفاع میله راد ، LPZ 0 Aمنطقه محافظت نشده و LPZ 0 B منطقه محافظت شده توسط روش زاویه حفاظتی می باشد. سازه هایی که دارای زوایا بوده و یا بصورت پلکانی و احجامی با ترکیب های هندسی مختلف هستند را می توان به زبان ساده مانند شکل زیر با این روش دید و مناطق محافظت شده و محافظت نشده را بدست آورد و دید کلی را از نظر بصری فراهم نمود. همچنین برای تکمیل روش مش برای حفاظت از برآمدگی های موجود در در سطح هموار از روش زاویه حفاظتی استفاده می شود که در شکل زیر ترکیب این دو روش نشان داده شده است. این روش برای سطوح شیب دار قابل استفاده است . در این سطوح میله صاعقه گیر نسبت به افق عمودی نصب می شود اما زاویه حفاظتی آن به وسیله خطی که بر سطح محدوده ، عمود است و با نوک میله برخورد میکند بدست می آید .



در شکل زیر نمونه هایی از اجرای روش زاویه حفاظتی نشان داده شده است. دقت نمایید در این شکل a1 متناظر با h1ارتفاع میله صاعقه گیر است که در بالای منطقه مورد نظر حفاظتی نصب شده است و a2 متناظر با h2 یا (h2=h1+h)می باشد که ارتفاع نوک میله تا زمین یا سطح مرجع است.

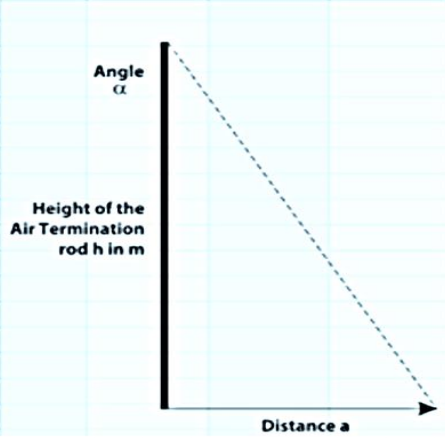


همانطور که بیان شد ، در روش زاویه حفاظتی آلفا (a) ، زاویه تحت حفاظت میله صاعقه گیر است که بستگی به کلاس حفاظتی LPS و طول میله دارد و توسط جدول در انتهای مقاله تخمین زده شده است. این جدول توسط استاندارد IEC 62305-3و VDE 0185-3-3 جهت سادگی در کار با روش زاویه حفاظتی ، محاسبه شده است. در جدول روبرو زوایای حفاظتی برای میله های تا ۲ متر نشان داده شده است و معمولا نیز در طراحی سیستم های حفاظتی از میله های حداکثر تا ۲ متر استفاده می شود .

باید توجه داشت ارتفاع صاعقه گیرها از نوک آنها تا کف محدوده ای محاسبه می شود که قرار است از آن محافظت شود. معمولا در مناطقی که فقط از این روش استفاده می گردد ، چندین میله صاعقه گیر برای کل سازه نیاز است. جدول زیر راهنمای جامع تری برای ارتفاعات مختلف میله پایان دهنده هوایی و زوایای محافظ مربوطه می باشد.

Lightning protection class	Protective angle α for air-termination roads up to 2 m in length
I	70°
II	72°
III	76°

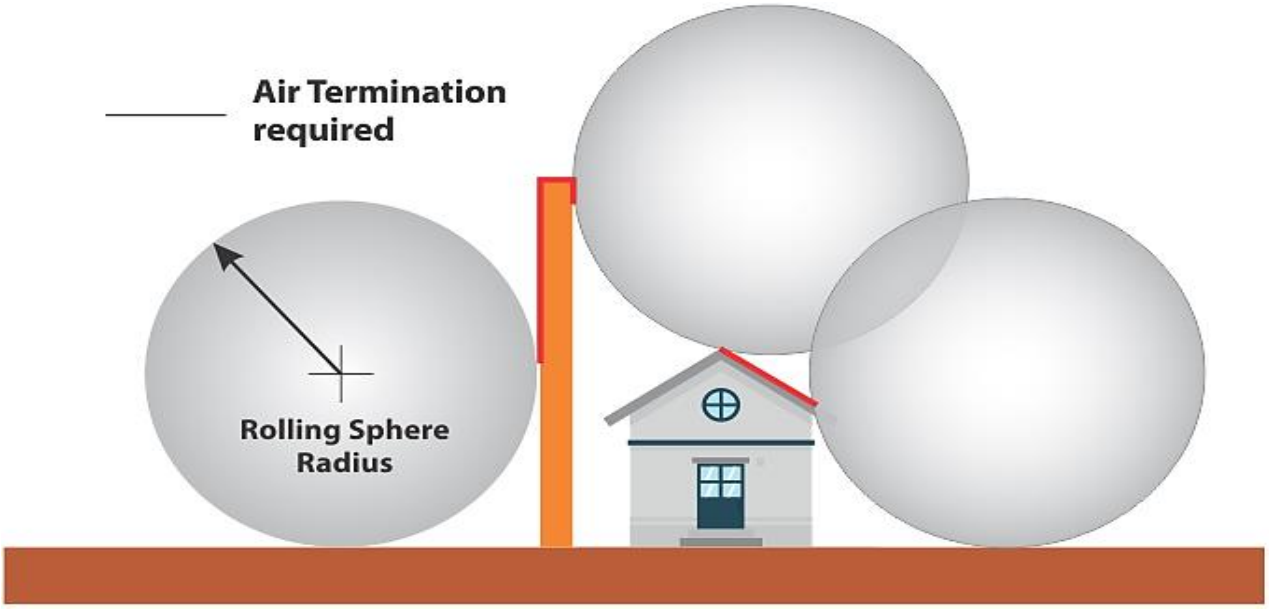
Height of the Air Termination rod h in m	Class of LPS I		Class of LPS II		Class of LPS III		Class of LPS IV	
	Angle α	Distance a in m	Angle α	Distance a in m	Angle α	Distance a in m	Angle α	Distance a in m
1	71	2.90	74	3.49	77	4.33	79	5.14
2	71	5.81	74	6.97	77	8.66	79	10.29
3	66	6.74	71	8.71	74	10.46	76	12.03
4	62	7.52	68	9.90	72	12.31	74	13.95
5	59	8.32	65	10.72	70	13.74	72	15.39
6	56	8.90	62	11.28	68	14.85	71	17.43
7	53	9.29	60	12.12	66	15.72	69	18.24
8	50	9.53	58	12.80	64	16.40	68	19.80
9	48	10.00	56	13.34	62	16.93	66	20.21
10	45	10.00	54	13.76	61	18.04	65	21.45
11	43	10.26	52	14.08	59	18.31	64	22.55
12	40	10.07	50	14.30	58	19.20	62	22.57
13	38	10.16	49	14.95	57	20.02	61	23.45
14	36	10.17	47	15.01	55	19.99	60	24.25
15	34	10.12	45	15.00	54	20.65	59	24.96
16	32	10.00	44	15.45	53	21.23	58	25.91
17	30	9.81	42	15.31	51	20.99	57	26.18
18	27	9.17	40	15.10	50	21.45	56	26.68
19	25	8.86	39	15.39	49	21.86	55	27.13
20	23	8.49	37	15.07	48	22.21	54	27.53
21			36	15.26	47	22.52	53	27.87
22			35	15.40	46	22.78	52	28.16
23			36	16.71	47	24.66	53	30.52
24			32	15.00	44	23.18	50	28.60
25			30	14.43	43	23.31	49	28.76
26			29	14.41	41	22.60	49	29.91
27			27	13.76	40	22.66	48	29.99
28			26	13.66	39	22.67	47	30.03
29			25	13.52	38	22.66	46	30.03
30			23	12.73	37	22.61	45	30.00
31					36	22.52	44	29.94
32					35	22.41	44	30.90
33					35	23.11	43	30.77
34					34	22.93	42	30.61
35					33	22.73	41	30.43
36					32	22.50	40	30.21
37					31	22.23	40	31.50
38					30	21.94	39	30.77
39					29	21.62	38	30.47
40					28	21.27	37	30.14
41					27	20.89	37	30.90
42					26	20.48	36	30.51
43					25	20.05	35	30.11
44					24	19.59	35	30.81
45					23	19.10	34	30.35
46							33	29.87
47							32	29.37
48							32	29.99
49							31	29.44
50							30	28.87
51							30	29.44
52							29	28.82
53							28	28.18
54							27	27.51
55							27	28.02
56							26	27.31
57							25	26.58
60							23	25.47



۲ :روش گوی غلتان در تعیین محل نصب صاعقه گیر

روش گوی غلتان جامع ترین و اساسی ترین روش برای جایابی، تعیین محل قرار گیری صاعقه گیر و طراحی سیستم های حفاظت در برابر صاعقه از طریق میله های پسیو صاعقه گیر است که زیربنای روش های دیگر نیز می باشد که بطور کامل در این مطالعه بررسی می گردد. این روش احتمال اصابت صاعقه به کناره های ساختمان را نیز مد نظر می گیرد. همانطور که در شکل روبرو نشان داده شده است ؛ یک کره با شعاع مشخص شده توسط کلاس حفاظتی سیستم صاعقه گیر (که توسط محاسبات و مطالعات ارزیابی ریسک مشخص شده است) را بر روی یک سازه نشان میدهد. هر مکانی از ساختمان که با سطح کره برخورد نماید ، ناحیه محافظت نشده تلقی شده و میله صاعقه گیر (پایانه هوایی) می بایست در آنجا نصب گردد.

سادگی روش گوی غلتان در این مسئله نهفته است که مقیاس به کار رفته در این روش با توجه به مدل ساختمان قابل تنظیم است و با بخش بندی ساختمان به نماهای متفاوت می توان این روش را با رسم بر جهت های مختلف ساختمان اجرا نمود و در اجرا پایانه های صاعقه گیر ممکن است میله صاعقه گیر ، اتصال های هادی ها ، کابل معلق یا قسمت های فلزی سازه باشند. لازم به ذکر است برای ساختمان هایی که ارتفاع آنها کمتر از ۶۰ متر است ، احتمال برخورد صاعقه به دیوارهای آن کم است و بنابراین نیازی به حفاظت در برابر صاعقه برای بخش های عمودی زیر چتر حفاظتی وجود ندارند. سیستم حفاظتی بر اساس استاندارد IEC برای ۲۰ درصد بالایی کناره های ساختمان در ساختمان هایی با ارتفاع بالای ۶۰ متر لازم است.



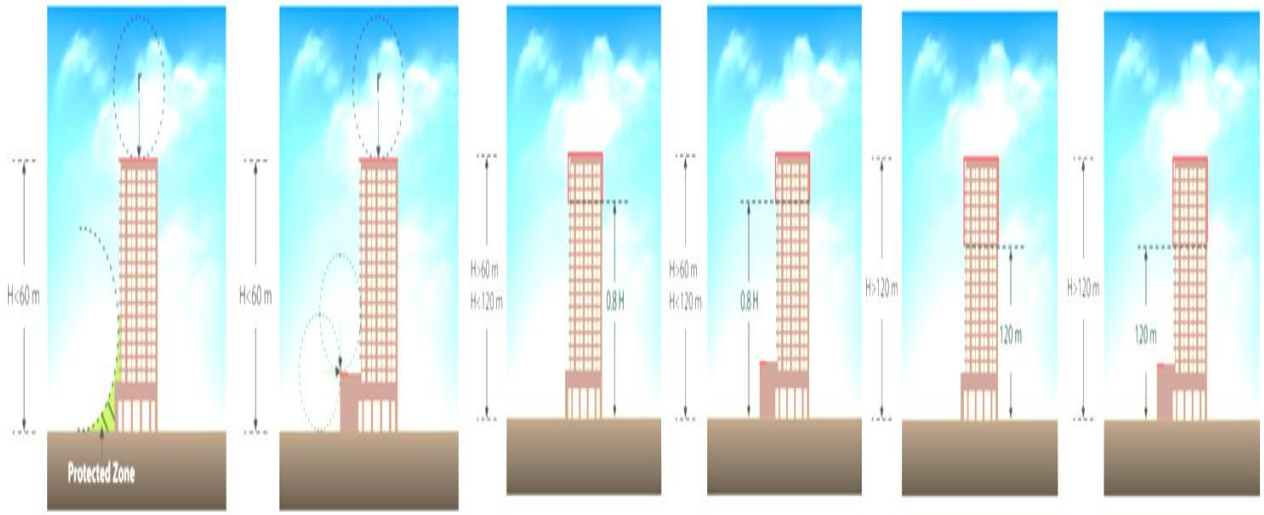
جدول روبرو شعاع گوی غلتان را در کلاس های حفاظتی LPS نشان می دهد. همانطور که مشخص است در کلاس حفاظتی I دارای کوچکترین شعاع گوی غلتان را دارد و بنابراین نقاط تماس در این کلاس حفاظتی بیشتر از نقاط تماس کلاس های دیگر است و این یعنی بسیاری از مناطق که در کلاس حفاظتی IV بعنوان مناطق محافظت شده شناخته شده اند ، در کلاس حفاظتی I حفاظت نشده هستند و می بایست پایانه صاعقه گیر نصب نمود. به همین دلیل کلاس حفاظتی I دارای بیشترین درجه حفاظتی و کلاس IV کمترین درجه حفاظتی را دارد. این نکته بسیار مهم است که در اجرای روش گوی غلتان حتما ابتدا باید مطالعات ارزیابی ریسک را توسط طراح پروژه انجام داد و با رسیدن به کلاس حفاظتی مد نظر ، شعاع گوی غلتان را انتخاب نموده و این گوی را بر روی سطح و ساختمان مورد نظر غلتانید .

Max. values or rolling sphere radius corresponding to the Class of LPS

Class of LPS	Rolling sphere radius
I	20 m
II	30 m
III	45 m
IV	60 m

در این جدول شعاع گوی غلتان در کلاس I برابر با ۲۰ متر ، کلاس II برابر با ۳۰ متر ، کلاس III برابر با ۴۵ متر و در کلاس IV شعاع گوی غلتان ۶۰ متر می باشد. در صاعقه گیر های الکترونیکی هم زمان فعالسازی بر اساس همین شعاع گوی غلتان طراحی می گردد ، بعنوان مثال در صاعقه گیر تندر ۶۰ (THUNDER60) با زمان فعالسازی ۶۰ میکروثانیه دارای شعاع گوی غلتان ۶۰ متر می باشد .

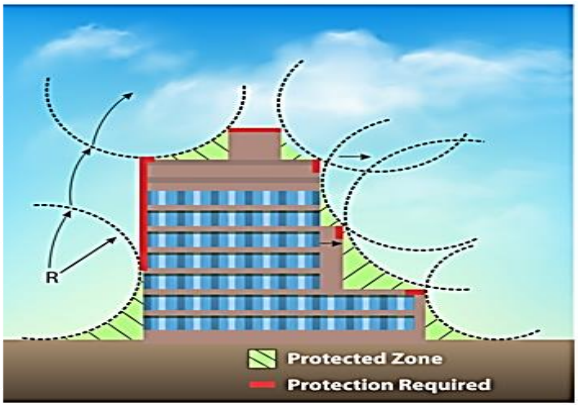
در حالیکه احتمال برخورد صاعقه به جوانب و دیواره های کناری ساختمان در ارتفاع های بیشتر از ۶۰ متر وجود دارد ، این احتمال در ساختمان های با ارتفاع کمتر از ۶۰ متر بسیار ناچیز است. در شکل زیر نواحی که در روش گوی غلتان بسته به ارتفاع ساختمان باید محافظت شود نشان داده شده است. مطابق شکل زیر در ساختمان های کمتر از ۶۰ متر ، تنها نیاز است که سطح بالایی (پشت بام ساختمان) حفاظت شود و اگر ساختمان دارای برجستگی باشد (از سمت چپ ساختمان دوم) علاوه بر پشت بام، باید گوی بر روی ناحیه مورد نظر غلتانده شده و ناحیه محافظت نشده را بدست آورد . در ساختمان هایی با ارتفاع بیش از ۶۰ متر و کمتر از ۱۲۰ متر (شکل سوم و چهارم از چپ) ناحیه مورد حفاظت باید پشت بام و دیواره های جانبی با ارتفاع بیش از ۸۰ درصد ارتفاع کل ساختمان باشد. در ساختمان های با ارتفاع بیش از ۱۲۰ متر (شکل پنجم و ششم از چپ) تمامی مناطقی که بیش از ۱۲۰ متر ارتفاع دارد حتما می بایست مورد حفاظت قرار گیرد.

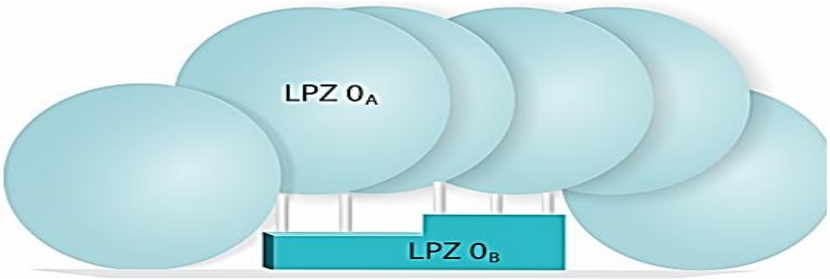


روش گوی غلتان به طراحان سیستم حفاظتی این امکان را می دهد تا ساختار بیرونی سازه را به زون های حفاظتی مجزا تقسیم نماید که طبق استاندارد IEC62305 تعریف شده است . به این زون ها زون صفر یا (Zone 0) گفته می شود که خود به دو بخش تقسیم شده و به شرح ذیل می باشد.

زون صفر : (Zone 0) منطقه ای که تهدید آن بدلیل میدان مغناطیسی صاعقه غیر قابل اجتناب باشد (LPZ 0)و در آنجا سیستم های داخلی ممکن است تحت جریان کامل و یا جزیی صاعقه قرار بگیرند.

منطقه : (LPZ 0 A) منطقه ای که خطر (تهدید) در آن ، ناشی از برخورد فلش مستقیم صاعقه و میدان مغناطیسی ناشی از آن می باشد و تجهیزات تحت تاثیر سرج جریان قرار می گیرند.منطقه : (LPZ 0 B) منطقه ای که در برابر برخورد مستقیم صاعقه محافظت شده است اما میدان مغناطیسی ناشی از آن هنوز می تواند بر روی تجهیزات تاثیر گذار باشد و تحت جریان جزئی رعد و برق قرار گیرند.





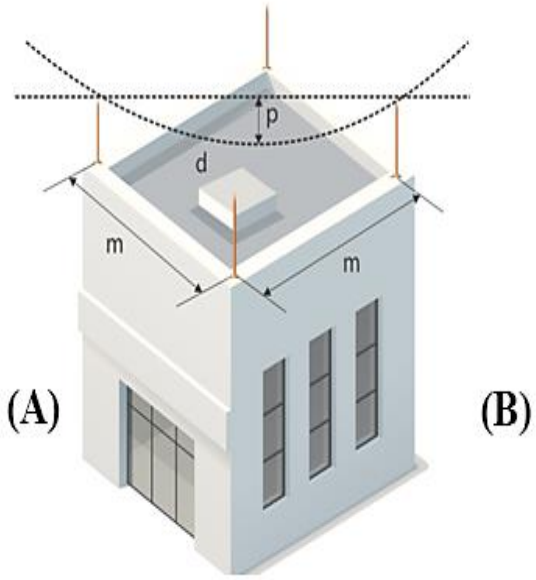
محاسبات روش گوی غلتان با میله های صاعقه گیر:

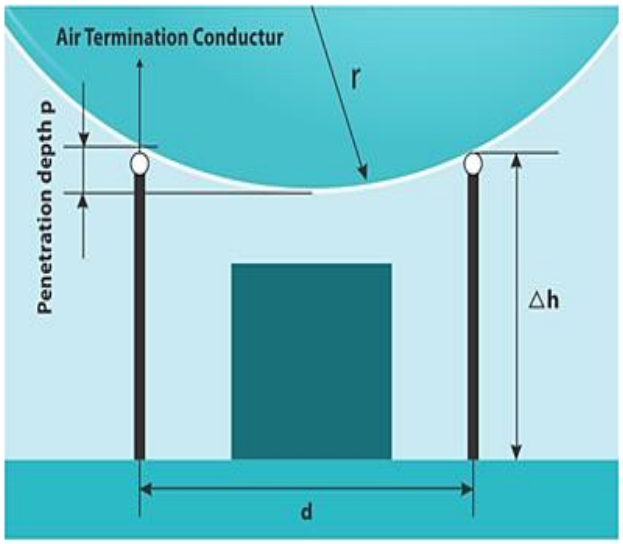
هنگامی که چندین راد صاعقه گیر برای محافظت از یک سطح یا سطح بالایی ساختمان مورد استفاده قرار می گیرد از رابطه d=sqrt(2rh-h^2) استفاده می شود. در این رابطه d فاصله بین دو میله صاعقه یر بر حسب متر ، rشعاع گوی غلتان بر حسب متر و h ارتفاع میله صاعقه گیر بر حسب متر می باشد. در جدول زیر فاصله میله ها بر اساس طول میله (تا ۲ متر)و کلاس حفاظتی آورده شده است . بعنوان مثال در کلاس حفاظتی I با طول میله ۵/۱ متر فاصله میله های صاعقه گیر باید از یکدیگر ۲/۱۵ متر و برای کلاس حفاظتی IV فاصله میله ها باید ۵/۲۶ متر باشد. جدول زیر می تواند کمک به سزایی در تعیین محل نصب صاعقه گیر پسیو و میله ها در یک سیستم حفاظتی کند. بطور معمول در ایران و اکثر کشورها طول استاندارد میله حداکثر ۲ متر است اما در صورت استفاده از میله های بلندتر می توان از رابطه فوق استفاده نمود .

Height of rod (m)	Distance between air-terminations (m)			
	LPL I r = 20 m	LPL II r = 30 m	LPL III r = 45 m	LPL IV r = 60 m
0.5	8.8 (6.2)	10.9 (7.7)	13.3 (9.4)	15.4 (10.9)
1	12.4 (8.8)	15.3 (10.8)	18.8 (13.3)	21.8 (15.4)
1.5	15.2 (10.7)	18.7 (13.2)	23.0 (16.2)	26.5 (18.8)
2	17.4 (12.3)	21.5 (15.2)	26.5 (18.7)	30.7 (21.7)

محاسبات رخنه گوی غلتان بین دو میله صاعقه گیر:

هنگام طراحی سیستم پایانه هوایی برای یک سطح یا پشت بام ساختمان میزان نفوذ و یا عمق فرو رفتگی گوی غلتان در میان دو میله صاعقه گیر می تواند یکی از پارامترهای مهم و تاثیر گذار در طراحی باشد. میزان رخنه گوی غلتان از رابطه $p= r- sqrt(r^2 - (d/r)^2$ بدست می اید. که در آن p میزان رخنه بر حسب متر ، r شعاع گوی غلتان و d فاصله بین دو میله صاعقه گیر است. در شکل زیر بطور مشخص این پارامترها نشان داده شده است. شکل سمت چپ (A) میزان نفوذ در سطح بالای ساختمان را نشان می دهد و شکل سمت راست (B) میزان نفوذ گوی غلتان در دو میله صاعقه گیر را نشان می دهد که از یک جسم کوچکتر محافظت می نمایند. از این روش برای محافظت تانکرهای سوخت ثابت و یا مخازن حاوی مواد اشتعالزا استفاده می شود و با گوی غلتان دقیقا فضای محافظت شده را با توجه به طول میله ها محاسبه می نمایند .





جدول زیر میزان رخنه گوی غلتان را میان دو میله صاعقه گیر با فاصله تا ۳۰ متر از یکدیگر را بر اساس کلاس حفاظتی نشان می دهد. بعنوان مثال برای دو میله به فاصله ۵ متر از یکدیگر در کلاس حفاظتی ۱ (یعنی شعاع گوی غلتان ۲۰ متر) ، گوی تا ۱۶ سانتی متر در فاصله دو میله رخنه خواهد کرد. و در کلاس IV میزان رخنه تنها ۵ سانتی متر می باشد.

Distance between rods D (m)	Distance between air-terminations (m)			
	LPL I r = 20 m	LPL II r = 30 m	LPL III r = 45 m	LPL IV r = 60 m
1	0.01	0.00	0.00	0.00
2	0.30	0.02	0.01	0.01
3	0.06	0.04	0.03	0.02
4	0.10	0.07	0.04	0.03
5	0.16	0.10	0.07	0.05
6	0.23	0.15	0.10	0.08
7 (5 x 5 m)	0.31	0.20	0.14	0.10
8	0.40	0.27	0.18	0.13
9	0.51	0.34	0.23	0.17
10	0.64	0.42	0.28	0.21
14 (10 x 10 m)	1.27	0.83	0.55	0.41
15	1.46	0.95	0.63	0.47
20	2.68	1.72	1.13	0.84
21 (15 x 15 m)	2.98	1.90	1.24	0.93
28 (20 x 20 m)	5.72	3.47	2.34	1.66
30	6.77	4.02	2.57	1.91

نحوه عملکرد صاعقه گیر الکترونیکی:

مکانیسم عملکرد صاعقه گیر الکترونیک خازنی – اتمسفریک (برقگیر اکتیو) بر اساس وجود پتانسل الکتریکی اتمسفر طراحی شده و در صورتی که شرایط جوی فاقد پتانسیل الکتریکی باشد ، این صاعقه گیر همانند یک صاعقه گیر ساده است و فعالیتی ندارد. واحد حس کننده این صاعقه گیر وقتی انرژی اتمسفر فراتر از حد معینی (مثلا ۵ کیلوولت بر متر) می رسد ، واحد شارژ را برای جمع آوری انرژی به کار می اندازد. این واحد تا پر شدن خازن های مدار تریگری الکتریکی به کار خود ادامه می دهد. همین واحد وقتی میزات پتانسیل اتمسفر از حد معینی (نزدیک به وقوع صاعقه مثلا در حدود ۱۰۰ کیلوولت بر

متر) گذر نماید ، واحد شارژ دستور تخلیه خازن ها را به الکترود میانی متصل به زمین می دهد. این کار بصورت متوالی تکرار شده و باعث یونیزاسیون هوای اطراف صاعقه گیر و تشدید افزایش پتانسیل اتمسفر می گردد. نحوه عملکرد صاعقه گیر الکترونیکی به علت وابستگی مطلق به شرایط جوی صاعقه خیز بهترین کارایی را دارد.

باید توجه داشت صاعقه گیر اکتیو (برقگیر اکتیو) از نظر قیمت بسیار گرانقیمت هستند ولی این صاعقه گیر ها همیشه بهترین گزینه نیستند ، زیرا در شرایط مساوی محیط اطراف صاعقه را به سمت خود هدایت می کنند و اگر سیستم هادی میانی مناسب نباشد و بصورت کاملا دقیق مورد بازرسی و آزمایش قرار نگیرد و نگهداری نشود به استقبال خطر رفته ایم.

سیستم صاعقه گیر مولد برق اولیه بر اساس استاندارد NFC17-102 برای محافظت از ساختمان های عادی با ارتفاع کمتر از ۶۰ متر و فضاهای باز در موارد زیر قابل استفاده است:

-ساختمان های مسکونی

-ساختمان های مجموعه فرهنگی و آموزشی

-مجموعه ساختمان های تجاری ، اداری ، ورزشی و غیره

-ساختمان های درمانی و مراقبتی

-کارخانه ها و پالایشگاه ها

-ساختمان های بلند مرتبه

-موزه ها و آثار باستانی

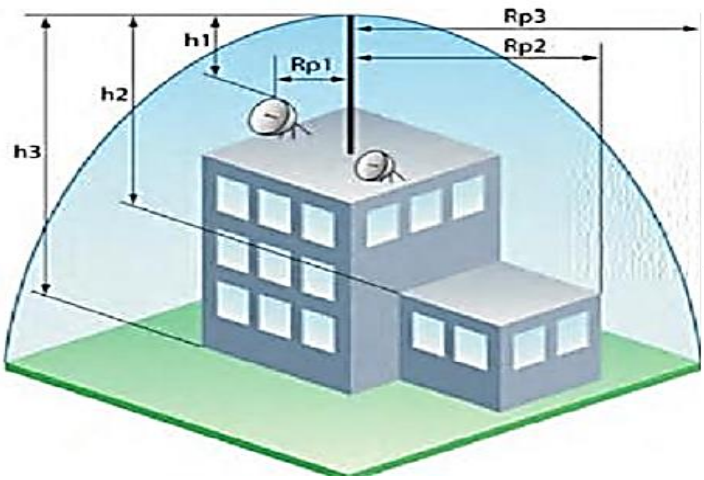
-برج ها و دودکش های کارخانجات

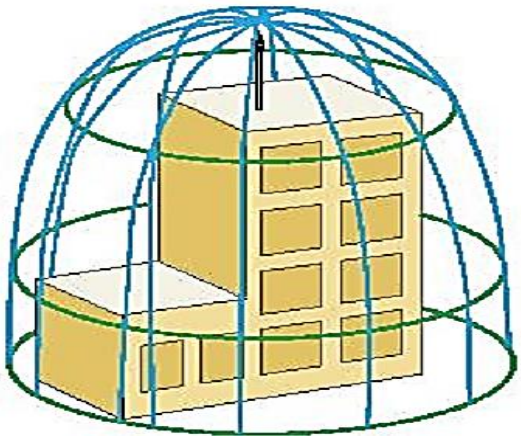
-فضاهای باز شامل انبارها و محوطه های تفریحی و رفاهی

محدوده حفاظتی صاعقه گیر الکترونیکی:

محدوده حفاظتی هر صاعقه گیر الکترونیکی از گردش شعاع حفاظتی (Rpn) حاصل از ارتفاع های مختلف (hn) حول محور آن به وجود می آید. در صاعقه گیر اکتیو (فعال) معمولا باید سه مولفه کلاس حفاظتی ، شعاع حفاظت و ارتفاع صاعقه گیر نسبت به سطح ، مورد توجه قرار گیرد.

dd





شعاع حفاظت هر صاعقه گیر الکترونیکی (Rp) بستگی به ارتفاع نوک آن نسبت به سطح مورد حفاظت (h) ، پیشروی زمان تخلیه (Dt) و انتخاب کلاس حفاظتی مورد نیاز دارد که به این صورت محاسبه و تعیین می شود. باید توجه داشت که ارتفاع بزرگتر یا مساوی ۵ متر است . بنابراین شعاع حفاظتی با توجه به کلاس حفاظت مورد نظر از رابطه زیر ، منحنی ها و یا جداول مندرج در استاندارد NFC17-102 بدست می اید.

در این رابطه (Rp) شعاع حفاظت صاعقه گیر ، hارتفاع نوک میله صاعقه گیر از سطح مورد حفاظت ، Dقطر گوی فرضی با توجه به کلاس حفاظت یا فاصله برخورد صاعقه و (DL) فاصله ای که صاعقه گیر نقطه دریافت صاعقه را برابر نظریه گوی غلتان از نوک پایانه صاعقه گیر دور می کند.

در مواردی که ارتفاع کمتر از ۵ متر باشد ، شعاع حفاظت باید با استفاده از منحنی ها و جداول مندرج در استاندارد NFC17-102بدست آید و رابطه ارایه شده استفاده نمی گردد.

جدول شعاع پوشش معمولا توسط شرکت های سازنده ارایه می گردد و نیازی به استفاده از روابط بالا نیست. بعنوان مثال جهت بدست آوردن شعاع پوشش صاعقه گیر الکترونیکی ، در اینجا صاعقه گیر الکترونیکی THUNDER60 محصول شرکت الکتروتوان را انتخاب می نماییم.

PROTECTION LEVEL	EFFICIENCY	THUNDER 60						
		H (m)						
		2	4	6	8	10	20	60
I	98%	31	63	79	79	79	80	80
II	95%	35	69	87	87	88	89	90
III	90%	39	78	97	98	99	102	105
IV	80%	43	85	107	108	109	113	120

همانطور که در جدول ملاحظه می نمایید برای این صاعقه گیر الکترونیکی چهار کلاس حفاظتی تعیین شده است که در ذیل همین بحث به آن خواهیم پرداخت. ردیف اول شامل ارتفاع نصب صاعقه گیر است که در اینجا ارتفاع های ۲ ، ۴ ، ۶ ، ۸ ، ۱۰ ، ۲۰ و ۶۰ متر در نظر گرفته شده است و در پایین ، شعاع پوشش متناظر با همان ارتفاع نصب و کلاس حفاظتی مد نظر محاسبه شده است. بعنوان نمونه اگر صاعقه گیر تندر ۶۰ ، در ارتفاع ۶ متری قرار بگیرد شعاع پوشش ۷۹ متر را در کلاس I ، شعاع پوشش ۸۷ متر را در کلاس II ، شعاع پوشش ۹۷ متر را در کلاس III و شعاع پوشش حداکثر ۱۰۷ متر را در کلاس IV تامین می نماید و شعاع ۱۰۷ متر در واقع حداکثر شعاع پوشش این صاعقه گیر در ارتفاع نصب ۶ متر می باشد.

کلاس حفاظتی صاعقه گیر الکترونیکی:

کلاس حفاظتی عبارت است از تعیین محدوده ای که در آن احتما برخورد صاعقه مستقیم ، مطابق با درصد معینی باشد. بر اساس استاندارد NFC17-102 سه کلاس حفاظتی تعیین شده است که در آن کلاس I بیشترین سطح حفاظتی را دارا بوده و سطح آن ۹۸ درصد می باشد . سطح II سطح حفاظتی ۹۵ درصد و برای کلاس III سطح حفاظتی ۹۰ درصد محاسبه شده است. البته در استاندارد CTE SU 8 کلاس حفاظتی به چهار کلاس ارتقاء یافته و برای کلاس

IVسطح ۸۰ درصد در نظر گرفته شده است. این نکته حائز اهمیت است که کلاس حفاظتی ، میزان توانایی تامین جریان توسط صاعقه را نیز بیان می نماید. بر اساس رابطه بین جریان صاعقه و شعاع گوی غلتان و همچنین اندازه گیری های انجام شده ، باید عنوان داشت شعاع گوی غلتان در کلاس حفاظتی I برابر با ۲۰ متر ، برای کلاس II شعاع گوی غلتان ۳۰ متر ، برای کلاس III شعاع گوی غلتان ۴۵ متر و برای کلاس IV شعاع گوی غلتان (گوی یونیزه شده) برابر با ۶۰ متر می باشد.

زمان فعالسازی صاعقه گیر الکترونیکی:

تمامی اتصالات و تجهیزات موجود در پشت بام ها ، نوک های تیز لبه بام و ... هنگام وقوع صاعقه شروع به ایجاد کانال یونیزه و مجرایی برای برخورد صاعقه می نمایند. اما صاعقه گیر الکترونیکی با توجه به مدار تریگری یونیزاسیون خازنی ، با سرعت بیشتری نسبت به دیگر اجسام شروع به ایجاد کانال تخلیه صاعقه نموده و زودتر از بقیه اقدام به جذب صاعقه می نماید. بر این اساس زمان فعالسازی صاعقه گیر یعنی اختلاف زمانی میان صاعقه گیر و دیگر اجسام برای جذب صاعقه . بعنوان مثال هنگامی که عنوان می شود زمان فعالسازی صاعقه گیر THUNDER60 برابر با ۶۰ میکروثانیه است یعنی این صاعقه گیر ۶۰ میکروثانیه زودتر از دیگر اجسام صاعقه را جذب می نماید.

مزایا و معایب صاعقه گیر الکترونیکی:

امروزه بدلایل زیادی استفاده از صاعقه گیر های الکترونیکی در جهان گسترش یافته است . در اینجا به ذکر برخی از مزایای صاعقه گیر اکترونیکی می پردازیم:

-صاعقه گیر الکترونیکی دارای شعاع پوشش وسیعی در مقایسه با رادهای سنتی و سیستم صاعقه گیر پسیو می باشد.

-سهولت در اجرای صاعقه گیر الکترونیکی و کاهش زمان نصب نسبت به صاعقه گیرهای سنتی و میله ای

-کاهش هزینه های سیستم حفاظت در برابر صاعقه . با توجه به شعاع پوشش و منطقه تحت حفاظت ، اجرای صاعقه گیر الکترونیکی دارای هزینه های به مراتب پایین تری نسبت به سیستم صاعقه گیر پسیو و سنتی می باشد.

-مطابقت با استانداردهای روز دنیا

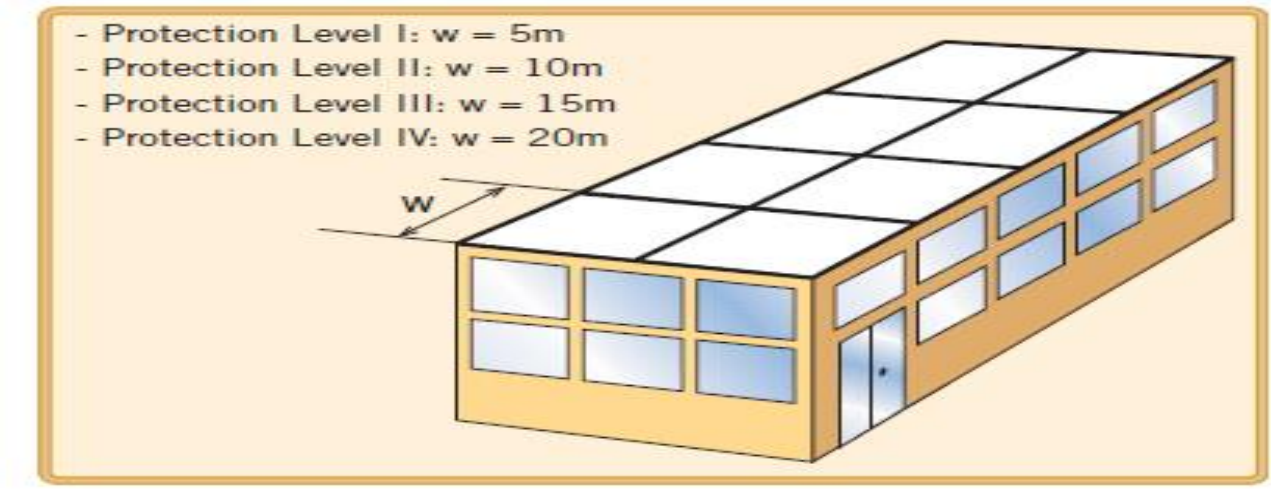
-امکان بررسی و تست سیستم صاعقه گیر و همچنین جمع آوری اطلاعات و دیتا در مورد برخورد صاعقه با تجهیزات تحت حفاظت

-طول عمر بسیار بیشتر نسبت به صاعقه گیرهای سنتی بر اساس جنس و طراحی صاعقه گیر الکترونیکی

طراحی سیستم صاعقه گیر به روش قفس فارادی

با گسترش ابعاد ساختمانها و با توجه به محدودیت های میله ساده ، قفس فارادی (Faraday Cage) جایگزین میله های ساده فرانکلینی شد، امروزه نیز اکثر استانداردهای جهانی استفاده از قفس فارادی را بهترین روش میدانند. در این روش سعی می شود ساختمان را در قفسی از هادیهای مسی یا فولادی محصور نمود .

در این روش تسمه های مسی را بصورت متقاطع به نحوی بر روی سطح خارجی ساختمان نصب می کنند که فاصله این تسمه های مسی ، متناظر با اعداد مرتبط با کلاس حفاظتی است.



همچنین فاصله بین هادی های میانی از جدول زیر بدست می آید.

هادی های میانی باید هر نیم متر توسط بست به جداره ساختمان محکم شوند.

Protection Level	Distance between down-conductors
I	10m
II	10m
III	15m
IV	20m

برای ساختمان های مرتفع تر از ۶۰ متر ، برای ۲۰ درصد دیوارهای بخش بالایی ساختمان نیز این روش اجرا میگردد

دستورالعملهای کلی حفاظت از صاعقه به روش قفس فارادی بشرح زیر است:

-ایجاد یک رینگ از تسمه های مسی یا فولادی درپشت بام ساختمانها یا بر روی جان پناه آن

-ایجاد مشی از تسمه ها یا سیمهای مسی یا فولادی در کف بام ساختمانها به گونه ای که در بالای بام ابعاد شطرنجی هادی ۵) 5 m x سطح I حفاظت (۱۰ ،) 10 m x سطح II حفاظت (یا ۲۰) 20 m x سطح III حفاظت (ایجاد گردد.

-اجرای هادیهای میانی نزولی در جهات مختلف ساختمان به نوعی که هر هادی از هادی دیگر بین ۲۰ الی ۳۰ متر فاصله داشته باشد.

-محاسبه فواصل Bonding و اتصال عناصرفلزی روی بام و بدنه به هادی های صاعقه گیر

- به منظور جلوگیری از خسارتهای ناشی از اثرات حرارتی عبور جریان صاعقه از هادی میانی طولانی لازم است هر ۲۰ متر بخشی به منظور جبران این اختلاف طول در نظر گرفته شود.

- به منظور جلوگیری از صدمات مکانیکی به هادی میانی ، حداقل سطح ۲۰ متر پائینی هادی میانی با پوشش فلزی مکعبی پوشانده شود.

- بخش جداشونده ای برای هر هادی میانی در نظر گرفته شود تا بتوان مقاومت هریک از سیستم های ارت را جداگانه اندازه گیری نمود.

- مقاومت کمتر از ۱۰ اهم برای سیستم ارت توصیه می گردد.
- بمنظور جلوگیری از خوردگی ، بخش متصل کننده بخشهای غیر همجنس سیستم ارت ، توسط اتصالات بیمتال و یا استیل ضدزنگ متصل شوند.

همانطورکه ملاحظه می فرمائید در مسیر اجرای روش قفس فارادی از ابزار های مختلفی مثل هادیهای مسی، انواع بستهای نگهدارنده، انواع کلمپهای چند راهی، میله های برقگیر ساده و پایه های نگهدارنده و . . . استفاده می شود.

چک لیست خرید و نصب اقلام صاعقه گیر

چک لیست تجهیزات صاعقه گیر و اقلام مورد نیاز صاعقه گیر الکترونیکی در این مطالعه به طور کامل آورده شده است . این چک لیست صاعقه گیر جهت برآورد هزینه اجرای سیستم صاعقه گیر و ارتینگ می تواند موثر باشد . باید توجه داشت هر سیستم صاعقه گیر از سه بخش اصلی تشکیل شده است که در تمامی انواع سلوشن های اجرا و نصب صاعقه گیر الزامی می باشد و به ترتیب به اجزای مورد نیاز آن خواهیم پرداخت. این سه بخش عبارتند از:

بخش اول : سری صاعقه گیر (پایانه هوایی) و دکل مربوطه

بخش دوم : اجرای هادی نزولی (پایین رونده)

بخش سوم : اجرای سیستم ارت و تخلیه جریان صاعقه به زمین

اقلام مورد نیاز بخش اول:

۱ -سری صاعقه گیر (پایانه هوایی) [اجباری] : جهت انتخاب سری صاعقه گیر ابتدا می بایست شعاع پوشش مورد نیاز و همچنین ارتفاع دکل را تعیین نمایید. (تمامی شعاع های پوشش ذکر شده در این مقاله بر اساس دکل ۵ متری بعنوان پیش فرض در نظر گرفته شده است و برای تعیین شعاع پوشش در ارتفاع های مختلف بایستی جداول شعاع صاعقه گیر انتخابی را بررسی نمایید)

-شعاع پوشش تا ۷۰ متر : صاعقه گیر ایرانی مدل THUNDER30 ، صاعقه گیر فرانسوی امگا مدل X25 و مدل X35 ، صاعقه گیر فرانسوی الیپس مدل ELLIPS 1.0 و ELLIPS 1.2 ، صاعقه گیر ترکیه ای لیوا مدل های سری C با کدهای LAP-CX-040 و. LAP-CX-070

-شعاع پوشش تا ۹۰ متر : صاعقه گیر ایرانی مدلTHUNDER45 ، صاعقه گیر فرانسوی امگا مدلX45 ، صاعقه گیر فرانسوی الیپس مدلELLIPS1.3 ، صاعقه گیر ترکیه ای لیوا مدل های سری B با کدهای LAP-BX-175و. LAP-BX-125

-شعاع پوشش تا ۱۲۰ متر : صاعقه گیر ایرانی مدلTHUNDER60 ، صاعقه گیر فرانسوی امگا مدل X60 ، صاعقه گیر فرانسوی الیپس مدلELLIPS1.4 ، صاعقه گیر ترکیه ای لیوا مدل های سری A و D با کدهای LAP-AX-210 و. LAP-DX-250

۲-متعلقات نصب سری صاعقه گیر [اجباری] : شامل یک عدد پایه نیم متری جهت اتصال به سری صاعقه گیر به همراه دو عدد کلمپ کرپی مخصوص جهت نصب پایه نیم متری به دکل

۳ -دکل صاعقه گیر [اجباری] : دکل صاعقه گیر معمولا بصورت یک دکل خود ایستا تلسکوپی با ارتفاع ۵ متر در نظر گرفته می شود و شرکت الکتروتوان بعنوان سازنده این دکل ها ، برای هر یک از انواع انتخابی صاعقه گیر ، دکلی مخصوص تولید نموده و بنا بر مقتضیات پروژه آن را اصلاح می نماید. در مواقعی که صاعقه گیر نیاز به دکل های بلندتر نیز داشته باشد می توان از دکل G35 مهاری نیز استفاده نمود و بنا بر نظر طراح و کارشناسان شرکت الکتروتوان ارتفاع تعیین می گردد. در بسیاری از پروژه ها نیز صاعقه گیر بر روی دکل مخابراتی (در صورت وجود دکل در زون مورد نیاز) نصب می شود که دیگر لزومی به خرید دکل وجود ندارد اما توصیه می شود حتما با کارشناسان ما جهت مشاوره فنی در ارتباط باشید.

۴ -کانتر صاعقه گیر الکترونیکی [اختیاری]: جهت شمارش تعداد دفعات برخورد صاعقه به سیستم صاعقه گیر که استفاده از آن اختیاری و بسته به طراح پروژه و یا نظر بهره بردار دارد .

اقلام مورد نیاز بخش دوم:

پس از انتخاب سری صاعقه گیر و دکل ، در بخش دوم اجرای سیستم صاعقه گیر می بایست هادی نزولی جهت ارتباط صاعقه گیر با زمین یا ارت فراهم شود که نیاز به تجهیزات زیر دارد:

سیم لخت هوایی مسی و یا تسمه مسی [اجباری] : بر اساس استاندارد NFC17102 باید دو عدد سیم یا تسمه از صاعقه گیر منشعب شده و به سمت زمین هدایت شود که سایز سطح مقطع سیم لخت مسی حداقل ۵۰ میلی متر مربع و تسمه مسی حداقل ۳*۲۰ باشد. مقدار سیم مورد نیاز بستگی به ارتفاع ساختمان و دکل خواهد داشت.

۲ -بست اتصال سیم یا تسمه به دکل [اجباری] : این بست معمولا بصورت بست کمربندی استیل بوده و سیم یا تسمه را به دکل می بندد. طبق استاندارد هر ۵۰ سانتی متر باید یک بست در نظر گرفته شود.

۳ -روف کلمپ [اختیاری] : این بست همانند گلدان بر عکس می باشد و در مقطع بالایی آن یک کلمپ مسی جهت نگهداشتن سیم و یا تسمه تعبیه شده است. از روف کلمپ معمولا زمانی استفاده می شود که هادی نزولی بر روی پشت بام تا لبه بام حرکت افقی داشته باشد و از قرار گرفتن سیم یا تسمه بصورت مستقیم بر روی سطح بام جلوگیری می نماید.

۴ -بست اتصال سیم یا تسمه به دیوار[اجباری] : این بست نیز برای تثبیت هادی نزولی (سیم یا تسمه) بر روی دیوار ساختمان طراحی شده است و بصورت یکپارچه یا دو پارچه بوده و بر روی دیوار پیچ می شود. جهت بررسی این بست اینجا کلیک نمایید.

اقلام مورد نیاز بخش سوم (ارتینگ):

پس از اجرای هادی نزولی ، در مرحله آخر به اجرای ارتینگ مجزا برای صاعقه گیر میرسیم. لازم به ذکر است که طبق استاندارد NFC 17102 می بایست دو عدد هادی نزولی از دو طرف ساختمان به سمت زمین اجرا شود بنابراین نیاز به اجرای دو ارت مجزا از یکدیگر و مجزا از ارت ساختمان و دیگر تجهیزات می باشد. در اینجا به اقلام مورد نیاز برای احداث چاه ارت می پردازیم . البته روش های بسیاری برای اجرای ارت وجود دارد که ممکن است کارشناسان با توجه به مختصات پروژه از آنها استفاده نمایند مانند ارت پنجه کلاغی ، ارت مش سطحی ، اجرای هادی راند دور ساختمان و ... . عمق چاه نیز معمولا به اندازه ۵ متر حفر می گردد.

۱ -صفحه ارت مسی [اجباری] : اندازه صفحه معمولا ۵۰*۵۰ سانتی متر به قطر ۳ یا ۵ میلی متر انتخاب شده و جنس آن باید از مس خالص یا ذوبی باشد . در بعضی از پروژه ها نیز از صفحه ارت گالوانیزه به دلیل رطوبت بالای محیط استفاده می شود. باید در نظر داشت به اندازه عمق چاه نیز سیم مسی باید به صفحه ارت جوش داده شود. شرکت الکتروتوان در صورت نیاز ، صفحه مسی خود را به صورت ست صفحه و سیم بصورت جوش داده شده به روش کدولد و یک عدد کلمپ اتصال سیم به صفحه ارایه می نماید. این امر باعث سهولت و سرعت در اجرای چاه ارت شده و نیاز متقاضی به خرید پودر جوش کدولد و قالب جوش را مرتفع می سازد و دیگر نیازی به خرید این اقلام بطور جداگانه نیست.

۲ -دریچه بازدید چاه ارت [اجباری] : دریچه بازدید جهت بازدید چاه ارت به همراه شینه و مقره ارایه می گردد. این دریچه ها در بخش های کم رفت و آمد با جنس پلی اتیلن انتخاب می شود و در مواقعی که چاه در محل های پر رفت و آمد و عبور وسایل نقلیه تعبیه شده باشد بصورت بتنی خواهد بود.

۳ -کابلشو [اجباری] : جهت اتصال سیم مسی جوش داده شده به شینه ارت و هادی نزولی به شینه ارت داخل دریچه بازدید استفاده می گردد. سایز آن نیز بر اساس سایز کابل تعیین می گردد.

۴ -مواد کاهنده مقاومت خاک [اجباری] : جهت پر کردن چاه ارت از ملات مواد کاهنده و خاک نرم استفاده می شود . انواع مواد کاهنده در اینجا بررسی شده است. برای انتخاب ماده کاهنده بنا به مقتضیات پروژه با ما در تماس باشید.

۵ - ارت باکس دیواری [اختیاری] : جهت تست دوره ای مقاومت چاه ارت و ارزیابی به هم پیوستگی می توان از ارت باکس دیواری استفاده نمود.

به‌طورکلی شرایط یک دکل صاعقه گیر خوب به‌قرار زیر خواهد بود:

۱ —دکل صاعقه گیر باید در ابتدا در ارتفاع ۱۵ الی ۴۵ متر نصب شود.

۲ —یک دکل صاعقه گیر مناسب باید از ساختار چند وجهی شکل) ورقه‌های (ST37 تشکیل شود.

۳ —دکل صاعقه گیر از پوشش‌های گالوانیزه شده گرم و باضخامت حدود ۸۰ تا ۱۰۰ میکرون باید باشد.

۴ —صاعقه گیر باید برای دسترسی هر چه‌بهتر به پلکان و محافظهای خاص مجهز باشد.

۵ —دکل‌های صاعقه گیر باید در جهت جریان‌های سرعت باد تنظیم شوند.

۶ —دکل‌های صاعقه گیر همچنین باید دارای سبدهایی در قسمت پایانی برج برای انجام امور تعمیرات و نگهداری باشند.

۷ —امکان تعیین شعاع محافظتی گسترده در دکل صاعقه گیر باید فراهم شود.

۸ —دستیابی به فناوری‌های روز دنیا

۹ —بهره‌گیری از دستگاه‌های عملکرد کاملاً خودکفا و مستقل بدون احتیاج به باد، باطری و امواج نور و ...

۱۰ —دکل صاعقه گیر مناسب به‌طورکلی از طول عمر بسیاری برخوردار است.