صاعقه گیر (برق گیر) بر اساس استاندارد فرانسه

سازوکار صاعقه:

وجود بخار آب، حرارت و هوای گرم باعث ایجاد ابرهای کلمونیموس می گردد. این مدل ابر بسیار گسترده و طول آن بالغ بر ۱۵ کیلومتر و حداقل دارای ضخامت ۱۰ کیلومتر است. گاهی از اوقات وجود ضخامت بالا در وضعیت جوی متلاطم موجب ایجاد دمای تا ۶۵- درجه ی سانتی گراد می شود. همچنین سرعت حرکت بالای ابر و دمای یاد شده باعث ایجاد کریستال های یخ در لایه بالایی ابر و ذرات ریز آب در لایه های پایین گشته و در اثر سرعت ابر، این دو لایه باردار می گردند، به نحوی که کریستال های یخ بار مثبت و ذرات آب، بار منفی به خود می گیرند .در این میانه لایه ی نسبتاً خنثی (از جنس هوای خشک یا مرطوب) با قطر یک تا ۲ کیلومتر، نقش یک جداکننده را در این سیستم اجرا می کند (مانند خازن با دو صفحه ی باردار و عایق در میان که هر چقدر نقش این جداکننده پر رنگ تر باشد، ظرفیت خازن افزایش می یابد)

در وضعیت عادی اتمسفر زمین بار (الکتریسته ساکن) حدود ۱۰۰ ولت بر متر (ارتفاع) را دارا است. در هنگامی که این سیستم ابر به وجود آمد، بار ساکن اتمسفر زمین افزایش می یابد و به ۱۵ تا ۲۰ کیلوولت بر متر می رسد. همچنین حرکت ابر باردار باعث حرکت بار مثبت زمین می گردد. این انتقال بار تا آن جا ادامه پیدا می کند که شدت بار در اتمسفر بین ۱۵ تا ۲۰ کیلو ولت بر متر برسد. در این حالت به شدت احتمال تخلیه بین دو بار مثبت ابر و منفی زمین افزایش می یابد. تا این که در محلی با شرایط بهتر (فاصله ی کم تر یا شدت بار بیش تر) تخلیه ی الکتریکی انجام می پذیرد.

در این حالت بار منفی ابر به سمت بار مثبت زمین انتقال یافته در سطح زمینه یا هادی که به زمین متنصل است،تخلیه انجام می پذیرد. بر طبق برآوردها حدود 96%از صاعقه ها بین ابر و زمین انجام می پذیرد و ۴٪ مابقی بین ابر با ابر و یا در داخل خود ابر انجام می پذیرد .

محل صاعقه

با چشم غیر مسلح نمی توان محل دقیق صاعقه را متوجه شد، اما با دوربین مخصوص فیلمبرداری این پدیده ی قابل ثبت است. در این حالت صاعقه با سرعت ۵۰/۰۰۰ کیلومتر بر ثانیه به طرف هدف حرکت و با آن برخورد می کند. در سیستم های معمول برق گیر (صاعقه گیر) حرکت بار از ابر به سمت زمین و محل اصابت آن روی زمین است. اما به تازگی سیستم های تولید شده اند که در هنگام صاعقه، بار مثبت زمین به طرف صاعقه فرستاده می شود. در این سیستم ها، مقداری بار تا ارتفاع محدود فرستاده می شود و محل صاعقه روی زمین نمی باشد، بلکه مقداری بالاتر از زمین است و پس از برخورد صاعقه به بار انتقالی، نقطه ی تلاقی به زمین کشیده می شود .

صاعقه گیر (برق گیر) بر اساس استاندارد فرانسه

آثار صاعقه

در اندازه گیری های انجام شده، جریان گذاری صاعقه تا حدود ۳۵ کیلوآمپر برآورد شده است. حال با توجه به این جریان شدید، صاعقه آثار زیان باری بر محیط وارد می نماید. در هنگام برخورد صاعقه، در محل برخورد به شدت گاز ازن تولید می شود؛ همچنین، عبور این جریان باعث تخریب بافت خاک می گردد، زیرا حرارت تولیدی در اثر عبور جریان بسیار زیاد است .

از جمله آثار صاعقه می توان موارد زیر را نام برد :

1- نور شدید در هنگام تخلیه

2- صدای شدید به علت تخلیه بارها و ایجاد فشار هوای بسیار زیاد که اثرات آن تا ۱۰ کیلومتر قابل شنیدن است .

3- اثر حرارتی به علت وجود جریان بالا و یونیزاسیون اتمسفر که در بعضی موارد باعث ایجاد حریق می گردد .

4- اثر الکترودینامیک: عبور جریان بالا از هادی های مجاور باعث ایجاد نیروی شدید بین آن ها می شود که احتمال تخریب هادی ها یا مواد نگهدارنده ی بین آن ها را باعث می گردد .

5- اثر الکتروشیمیایی: در اثر عبور جریان از هوا و زمین به وجود می آید .

6- اثر القائی: در اثر عبور جریان اثر هادی ها به وجود می آید .

7- اثر برق گرفتگی: در اثر عبور جریان از بدن اشخاص با حیوانات به صورت مستقیم یا غیر مستقیم (ولتاژ قدم) به وجود می آید .

آثار مستقیم و غیر مستقیم صاعقه بر ساختمان ها

از اثرات مستقیم صاعقه بر ساختمان، ایجاد جریان و ولتاژ بالای لحظه ای و ایجاد خسارات بر خود ساختمان از جمله حریق و شکستن شیشه ها را می توان نام برد. از اثرات غیر مستقیم ایجاد پالس های گذرا بر شبکه ی برق، مخابرات و رایانه و ایجاد خسارات بر تمامی تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی را می توان نام برد .

حفاظت ساختمان در مقابل برخورد صاعقه (اثر مستقیم)

در این نوع حفاظت با ایجاد برق گیر با امپدانس پایین سعی در جذب کامل صاعقه و ارسال آن به زمین می شود. بر طبق استاندارد فرانسه چهار نوع برق گیر (صاعقه گیر) پیشنهاد می گردد :

صاعقه گیر (برق گیر) بر اساس استاندارد فرانسه

الف – برق گیر ساده میله ای:(SIMPLE ROD LIGHTNING CONDUCTORS (SRL

این نوع برق گیر دارای یک میله ی بلند است که بر سقف بلندترین محل ساختمان نصب و به زمین متصل می شودو در هنگام صاعقه، با جذب ولتاژ، جریان تولیدی را به زمین منتقل می کند. این صاعقه گیر به واسطه ی سادگی نصب در ایستگاه های رادیو، محل آنتن های بشقابی، و ساختمان هایی که سطح حفاظتی کوچک دارند توصیه می شود. سیستم صاعقه گیر میله ای از قسمت های زیر تشکیل شده است:

۱- میله ی اصلی ودنباله ی آن

۲- یک یا چند هادی پایین رونده

۳- کلمپ تست که به انتهای هادی پایین رونده وصل است و ادامه ی آن به سیستم زمین واردمی شود .

۴- نوار حفاظتی که به کلمپ تست وصل، حداقل ۲ متر روی زمین کشیده و به زمین وارد می شود .

۵- وسایل هم پتانسیل کننده (یا هم بندی) بین سیستم برق گیر و سیستم ارت اصلی ساختمان .

ب: سیستم برق گیر(گسیل دهنده ی بار به طرف صاعقه)

این نوع برق گیر که به وسیله ی کارخانه هلیتا و موسسه ی مطالعاتی فرانسه (CNRS) ساخته شده است به عنوان PULSAR شناخته می شود. وجود فناوری بالا باعث برکارآمدی ۱۰۰٪ این برق گیر در جذب صاعقه شده است. در تکنولوژی ساخت این برق گیر، تولید ولتاژ بالا و تنظیم فرکانس در هنگام صاعقه ایجاد یک بار خزنده ی پیشرو (بالا رونده) می نماید که همزمان با حرکت صاعقه به سمت بار منفی حرکت می کند و به فاصله ی کمی از زمین (نسبت به فاصله ی زمین تا ابر (این دو بار به یکدیگر برخورد و بلافاصله محل برخورد به سمت نوک برق گیر حرکت و ادامه ی صاعقه از طریق این میله به سمت زمین حرکت می کند. سرعت حرکت این بار، از برق گیر به سمت بالا حدود (یک متر بر میکروثانیه) است .

زمان برخورد به وسیله ی رابطه ی زیر تعریف می شود. این رابطه بر اساس فاصله ی بین بارها (محل برخورد و نوک برق گیر) و سرعت حرکت بار پیشروی استاتیکی تعریف شده است. در عمل مقدار درآزمایشگاه بر اساس استاندارد NFC17-102 اندازه گیری می شود .

صاعقه گیر (برق گیر) بر اساس استاندارد فرانسه

زمان اصابت یا برخورد صاعقه با بار پیشرو است که معمولاً درآزمایشگاه اندازه گیری می شود .

مسافتی که بار پیشرو به سمت بالا حرکت می کند .

Vسرعت حرکت بار پیشرو به طرف بالا که معمولاً یک متر بر میکروثانیه است .

از فرمول بالا می توان نتیجه گرفت که فاصله ی برخورد صاعقه تا برق گیر بستگی به دو عامل سرعت حرکت بار و زمان برخورد دارد.

در عمل هر چقدر L بزرگ تر باشد، محل برخورد از محل مورد حفاظت دورتر و حفاظت کامل تر است (یعنی محل مورد حفاظت از اثرات صاعقه درامان است).

صاعقه گیر PULSARمخصوص نصب در ساختمان های مرکزی، سایت ها، مراکز صنعتی، تاریخی و زمین های بازی روباز است.

معمولاً با نصب این سیستم برق گیر اطمینان و قدرت عملکرد بسیار زیاد می شود .

قسمت های مختلف صاعقه گیرESE

الف: قسمت میله و سیستم تولید ولتاژ (الکترونیک)

ب: یک یا چند هادی پایین رونده

ج: کلمپ تست که به ازای هر هادی پایین رونده یک عدد جداگانه نصب می شود .

د: قسمت های محافظ هادی که حداقل ۲ متر بر روی زمین نصب می شود .

ر: الکترودهای زمین که مخصوص پخش جریان صاعقه بر روی زمین هستند .

ز: اتصالات هم پتانسیل کننده با هم بندی های اصلی زمین که به صورت قابل نصب و جدا شونده هستند .

ج) شبکه بندی قفسه ای MESH CAGES

یکی از ساده ترین و کامل ترین راه های حفاظت ساختمان در مقابل صاعقه، شبکه بندی قفسه ای است. در این سیستم پشت بام و بلندترین قسمت هر ساختمان تحت سیم بندی موسوم به قفسه ای (شبکه ای) قرار می گیرد و به تعداد مشخص هادی پایین رونده در اطراف آن نصب می گردد. در این حالت ساختمان و تمام اجزاء هادی های آن از خطر صاعقه و امواج الکترومگنتیک آن در امان هستند .

علت استفاده از هادی های پایین رونده به خاطر تقسیم جریان صاعقه و کاهش آثار آن است.

صاعقه گیر (برق گیر) بر اساس استاندارد فرانسه

اجزای سیستم

-1هادی های شاخکی کوتاه که صاعقه را دریافت می نمایند و به شبکه انتقال می دهند .

-2شبکه بندی قفسه ای (مش)

-3هادی های پایین رونده

-4شکبه ی زمین (سیستم زمین)

-5اتصالات هم بندی و هم پتانسیل کننده و سیستم تست که قابل مونتاژ است .

د) برق گیر با سیستم سیم هوایی STRETCH

در این سیستم از یک یا چند سیستم هوایی که بر فراز تجهیزات کشیده می شود و دو طرف آن به شبکه زمین وصل است استفاده می شود. در استفاده از این مدل که بیش تر بر روی تجهیزات پست برق و دکل های انتقال برق فشار قوی استفاده می شود، مقاومت سیم هوایی، استقامت مکانیکی در مقابل کشش و عبور جریان صاعقه و ارتفاع سیستم از زمین مورد بحث خواهد بود. معمولاً تمامی برق گیرها باید قابلیت جذب جریان تا ۶۵ کیلوآمپر را داشته باشند .

حفاظت در مقابل اثرات غیر مستقیم صاعقه:

در هنگام اصابت صاعقه به ساختمان، اثرات جریان القائی آن بر روی کابل های کواکسیال، کابل های ارتباطی و قدرت باعث ایجاد مشکل خواهد شد. در این حالت سیستم حفاظتی به نام surge arrester که قدرت جذب جریان تا ۶۵ کیلو آمپر را داشته باشد، توصیه می گردد .

عیوب مربوطه به عدم هم بندیEquipotential Bounding Defects

در هنگام برخورد مستقیم صاعقه، عدم وجود اتصالات و هم بندی صحیح می تواند باعث ایجاد جرقه ی شدید و در نتیجه ایجاد جریان مخرب بین دو وسیله گردد .بنابراین باید از هم بندی اجزای صاعقه گیر و عملکرد صحیح آن اطمینان حاصل نمود. به همین خاطر در یک سیستم برق گیر، تمامی اجزاء و تجهیزات جانبی شامل شبکه ی مخابرات , IT و ... به وسیله ی یک هم بندی اضافه، به صاعقه گیر وصل می شوند .

صاعقه گیر (برق گیر) بر اساس استاندارد فرانسه

ابتدا تمامی تجهیزات یک ساختمان به وسیله ی هم بندی و سیستم حفاظت در مقابل ضربه SUREGE ARRESTER به یک شبکه ی ارت داخلی وصل و درانتهای شبکه به وسیله قسمت هم پتانسیل کننده به شبکه ی صاعقه گیر وصل می گردند .

فصل سوم

استاندارد فرانسه NFC 17-102, NFC 17-100 پیشنهاد می کند صاعقه گیر در سه قسمت مورد بحث قرار گیرد .

-1ارزیابی ریسک صاعقه

-2انتخاب سطح حفاظت و تجهیزات

-3انتخاب تجهیز یا تجهیزات جهت حفاظت

ارزیابی ریسک صاعقه

شبکه بندی به صورت مش یا قفسه ایMESHED CAGES

در این روش حداکثر عرض مش ها نباید از ۱۵ متر تجاوز کند. نصب سیستم برق گیر بر اساس موارد زیر است :

الف: نصب یک چند ضلعی (معمولاً ۴ ضلعی) در پیرامون سقف ساختمان (محیط سقف)

ب: اضافه نمودن هادی های متقاطع به شبکه ی اولیه جهت اضافه شدن مش بندی

ج: عبور الزامی هادی از هر برآمدگی در سقف. یعنی از هر قسمت که ارتفاع مجزا از سقف دارد، سیستم شبکه به صورت کامل انجام پذیرد و سپس به شبکه ی اصلی متصل شود .

د: شاخک های عمودی (Air Terminal) باید در مرتفع ترین و آسیب پذیرترین نقاط و گوشه ها و نزدیک تجهیزات جانبی نصب گردند .

ترتیب و فواصل: فاصله ی ۲ ترمینال (شاخک) ۳۰ سانتی متری از ۱۰ متر بیش تر نباشد .

فاصله ی ۲ ترمینال (شاخک) ۵۰ سانتی متری از ۱۵ متر بیش تر نباشد .

شاخک (strike air terminal) خارج از چند ضلعی قرار نگرفته و در داخل چند ضلعی باشد .

صاعقه گیر (برق گیر) بر اساس استاندارد فرانسه

هادی های پایین رو (نزولی)

جهت هر میله ی برق گیر ساده یا ESE نیاز به یک کنتور (شمارنده ی تعداد صاعقه) وجود دارد. همچنین جهت هر ۴ هادی پایین رو و حداقل یک شمارنده نیاز است. شمارنده معمولاً در ارتفاع ۲ متری بالای سطح زمین و در انتهای هادی پایین رو (نزولی) نصب می شود .

حالت های خاص

وقتی برق گیر (چه از نوع برق گیر ساده و چه از نوع ESE) در یک ساختمان نصب می گردد، به ازای هر میله حداقل یک هادی پایین رو نیاز است. اما در دو حالت نیاز به هادی پایین رو جهت هر میله است :

الف: نصف عرض ساختمان بیش از ارتفاع ساختمان باشد B>A .دو هادی پایین رو (منظور از نصف عرض ساختمان فاصله ی لبه ی ساختمان تا میله ی برق گیر است.)

ب: ارتفاع ساختمان معمولی بیش از ۲۸ متر و یا در دودکش ها یا ساختمان های صنعتی بیش از ۴۰ متر باشد .

هادی های ساده / برق گیرهای ساده (SRL)

در این گونه سیستم ها به ازای هر برق گیر (میله)، حداقل یک هادی پایین رو نیاز است. در صورتی که ارتفاع ساختمان بیش از ۳۵ متر باشد، حداقل ۲ هادی پایین رو جهت هر میله ی برق گیر نیاز است. این دو هادی به دو دیوار مختلف نصب می گردند. همچنین در ساختمان های مهم و پر رفت و آمد نیز برای میله ی برق گیر ۲ هادی پایین رو (نزولی) نیاز است .

هادی های برق گیر (صاعقه گیر SRC وESE)

قاعده ی کلی در برق گیرها آن است که بالاترین نقطه ی هرهادی یا برق گیر شاخکی بیش ترین احتمال اصابت صاعقه را دارد. بر طبق سفارش استاندارد، سر برق گیر باید حداقل ۲ متر از تمام نقاط ساختمان (پشت بام، تجهیزات فلزی و جانبی) بلندتر باشد. در این حالت بهتر است برق گیر در بالاترین نقطه ی ساختمان نصب گردد. همچنین محل صاعقه گیر با توجه به تجهیزات جانبی و فواصل مجاز از بدنه های فلزی انتخاب می شود .

صاعقه گیر (برق گیر) بر اساس استاندارد فرانسه

جهت افزایش طول صاعقه گیر، استفاده از میله ی واسطه با جنس مخصوص لازم است .شرکت هلیتا واسطه ی صاعقه گیرهای میله ای در طول های کلی ۵/۷۵ و ۷/۵ متر را جهت افزایش طول صاعقه گیر به بازار ارائه داده است. این میله ها از جنس فولاد ضد زنگ هستند .

در زمین های ورزشی، استخرها و کمپینگ می توان از سیستم ESE استفاده نمود .جهت محاسبه ی ریسک و سطح پوشش استفاده، از نرم افزار Helita استفاده می شود. همچنین تمهیدات ویژه ای جهت نصب برق گیر در نزدیکی دودکش های فلزی و تجهیزات دیگر در نظر گرفته می شود. در صورتی که هوای محل نصب دارای گازهای خورنده یا دودهای اسیدی – کربنی باشد، باید فاصله ی مناسب نصب در نظر گرفته شود. فاصله ی ۵۰ سانتی متر از تجهیزات فلزی مانند دودکش فاصله ی مناسبی است .

در ساختمان هایی که بیش از یک صاعقه گیر میله ای (ESE) یا (SRC) در پشت بام آن ها نصب شده باشد و در صورتی که مانع بیش از ۱/۵ ارتفاع بین آن ها نباشد، باید تمامی صاعقه گیرها به یکدیگر متصل شوند. در صورتی که بین هر کدام از آن ها مانع بلندتر از ۱/۵ متر باشد، نباید به یکدیگر متصل گردند .

در انتخاب هادی های مربوط به صاعقه گیر، چه هادی شبکه بندی و یا پایین رو، استفاده از سطح مقطع کم تر از ۳×۳۰ میلی متر و استفاده از هادی های گوشه دار و نوک دار ممنوع است .

آنتن های تلویزیون و رادیو

با موافقت کاربر آنتن ها، می توان تمامی تجهیزات صاعقه گیر را بر روی میله ی آنتن تلویزیون یا دریافت کننده های دیگر نصب نمود.

در این حالت لازم است موارد زیر رعایت گردد :

الف: سر برق گیر حداقل ۲ متر از بلندترین نقطه ی آنتن بلندتر باشد .

ب: کابل کواکسیال آنتن به صورت مستقیم از کنار هادی برق گیر به طرف پایین رفته باشد و به آن هادی محکم شده باشد .

ج: نیاز به اتصالات مشترک مرسوم به guging ندارد.

د: هادی پایین رو به میله با کلمپ ثابت شده باشد .

این روش باعث کاهش هزینه ی نصب صاعقه گیر نیز می شود .

صاعقه گیر (برق گیر) بر اساس استاندارد فرانسه

اتصالات

هادی های متصل به برق گیر حداقل قطر ۶ تا ۸ میلی متر داشته باشند. در محل هایی که نیاز به شمش مسی است، قطر آن از ۳۰×۳۰ کم تر نباشد؛ مانند اتصال به کلمپ ها و کانترها .

کوپلینگ تست

هر هادی پایین رو باید به یک کوپلینگ تست وصل گردد تا در هنگام تست، مقاومت زمین و یا تست جریان و مقاومت برق گیر، از جا برداشته شود. قسمت تست)کوپلینگ تست) در ارتفاع ۲ متری از سطح زمین نصب می گردد و قابل بازرسی چشمی است. در ضمن بر روی آن کلمات مربوط به اسم تجهیز و شماره ی آن نوشته می شود .

هادی های حفاظتی

این هادی ها بین کوپلینگ تست و قسمت زمین (هادی ها و الکترود زمین) نصب می گردد و ۲ متر طول عمودی و مقداری نیز طول افقی دارد و از جنس مس (هم جنس با دو هادی سر و ته) و یا همان قطراست. در نصب آن از پیچ و مهره ی همجنس استفاده می شود تا خوردگی به وجود نیاید. قسمت عمودی آن با سه اتصال به دیوار محکم می شود. اتصالات (کلمپ ها) از جنس خود شمش یعنی مسی است .

هم بندی اتصالات Equipotential Bonding

برآورد اجمالی:

در هنگام صاعقه، عبور جریان شدید از هادی های برق گیر، ایجاد اختلاف پتانسیل شدید بین نقاط صاعقه گیر و شبکه های مجاور شامل لوله های گاز، آب، سازه ی فلزی ساختمان، تجهیزات سرمایشی و گرمایشی می نماید. این اختلاف ولتاژ گاهی اوقات به خاطر ارت شدن این تجهیزات و عدم هم پتانسیل شدن با صاعقه گیر است و باعث ایجاد جرقه (تخلیه ی سطحی) می گردد. جهت جلوگیری از این معضل دو روش وجود دارد :

صاعقه گیر (برق گیر) بر اساس استاندارد فرانسه

الف: برقراری یک اتصال دائمی بین شبکه ی برق گیر و شبکه ی فلزی ساختمان (هادی های ساختمان)

ب: ایجاد یک فاصله ی ایمن بین هادی های صاعقه گیر و تمامی تجهیزات در معرض تخلیه

فاصله ی ایمن فاصله ای است که در صورت ایجاد صاعقه در شبکه های برق گیر، بین این شبکه و هادی های موجود در ساختمان که نزدیک شبکه ی برق گیر هستند، هیچ گونه تخلیه ی الکتریکی به وجود نیاید .

این مهم با افزایش قدرت عایقی تجهیزات و تغییر مسیر هادی ها در هنگام نصب ممکن می گردد که البته روش هزینه بر و پر کاری است. بنابراین از روش هم پتانسیل کردن بیش تر استقبال می گردد. روش ایجاد فاصله ی ایمنی فقط در مواردی مانند لوله گاز، منابع نفت و گاز و ... کاربرد دارد که تجهیزات به سبب احتمال انفجار، ترکیدگی و ریسک خطر بالا، قادر به هم بندی نباشند.

محاسبات فاصله ی ایمنی S(m)=n.kj.L/km :

S(m):فاصله ی ایمنی بین هادی های برق گیر و تجهیزات فلزی به حسب متر

N:ضریب که بستگی به تعداد هادی های پایین رو (در سیستم ESE) قبل از اتصال به یکدیگر دارد و مقدار آن :

برای یک هادی پایین رو n=1

برای دو هادی پایین رو n=0.6

برای سه یا بیش تر هادی پایین رو n=0.4

Ki:ضریب، بستگی به لول (سطح) حفاظتی دارد .

جهت سطح حفاظتی یک (حفاظت بالا) مانند خازن سوخت، ساختمان های مهم Ki=0.1

جهت سطح حفاظتی دو (حفاظت خوب) بناهای تاریخی وساختمان های پر جمعیت Ki=0.075

جدول ۲: فاصله مش

اندازه مش	PROTECTION LEVEL
۵×۵	I
۱۰×۱۰	II
۱۵×۱۵	III
۲۰×۲۰	IV

فواصل هادی های پایین رو (نزولی)

فواصل بین هادی ها	PROTECTION LEVEL
۱۰	I
۱۵	II
۲۰	III
۲۵	IV

جهت سطح حفاظتی سه (حفاظت نرمال) ساختمان های مسکونی معمولی **Ki=0.05**

Km : ضریب مواد بین دو سیستم برق گیر و تجهیز.

وجود هوا بین دو سیستم **Km=1**

وجود جامدات بین دو سیستم **Km=0.52**

L : فاصله ی عمودی بین نقطه ایی که اندازه گیری انجام می شود (کلپ تست) و نزدیک ترین نقطه (هادی) تجهیز .

S : برای لوله های گاز ۳ متر در نظر گرفته می شود .

مثال: در یک ساختمان با درجه ی حفاظت یک (سطح حفاظت بالا) با ارتفاع ۳۰ متر سیستم برق گیر نصب شده است (نوع**ESE**).

سوال یک: سیستم تهویه ی هوا در پشت بام ساختمان نصب شده است. در صورتی که ۳ متر با شبکه ی برق گیر فاصله داشته باشد، چرااین فاصله ایمن است؟ مقدار **L** برابر ۲۵ متر در نظر گرفته شود .

جواب :

چون ۱/۹۲ متر از ۳ متر کم تر است این سیستم در فاصله ی ایمن قرار دارد. از نرم افزار هلیتا می توان فاصله ی ایمن را محاسبه نمود .

صاعقه گیر (برق گیر) بر اساس استاندارد فرانسه

هم بندی شبکه ی فلزی تجهیزات جانبی EQUTPOTENTIAL BONDING OF EXTERNAL METALIC NET WORKS

راه دوم حفاظت تجهیزات جانبی ساختمان مانند سازه ی فلزی، لوله ها، سیستم هواساز و هم بندی آن ها و هم پتانسیل کردن با شبکه ی صاعقه گیر است. این حالت وقتی لازم است که نتوان فاصله ی S حفاظتی را در مورد این تجهیزات یا سیستم زمین آن ها رعایت نمود .

جهت هم پتانسیل کردن این تجهیزات، نیاز به هادی های مطمئن و دائمی با محاسبات سطح مقطع و مقاومت وجود دارد. تمامی تجهیزات قابل هم بندی مانند خطوط شبکه ی مخابراتی، اطلاعات، سازه ی فلزی، لوله های آب، گاز و غیره به وسیله ی هادی های مطمئن که حداقل سطح مقطع آن ۱۶ است متصل و توسط هادی های پایین رو که به دیوار محکم شده اند، به جعبه ی هم بندی موسوم به Equipotential Box و از آنجا به آخرین نقطه ی یک شبکه ی برق گیر (قبل از ورود به الکترودهای زمین) که کلمپ تست نامیده می شود، وارد می شود. این اتصال که موسوم به هم بندی اضافه است، باید قابل باز نمودن جهت تست های خاص، و محل و ارتفاع آن مناسب جهت بازدیدهای دائمی باشد. با این عمل تمامی تجهیزات یاد شده از خطر جرقه ناشی از صاعقه (Flash Point) محفوظ می مانند .اما با این عمل می باید سیستم های حساس مانند کامپیوتر، شبکه ی IT و شبکه ی مخابراتی به همراه تجهیزات مربوطه توسط surge arresterمحافظت گردد.

بررسی سیستم زمین صاعقه گیر: SYSTEM EARTH TERMINATION

نگاه اجمالی: در هر سیستم برق گیر، تمامی پتانسیل سیستم در جذب و انتقال صاعقه به زمین نهاد شده است. در این سیستم جذب صاعقه به وسیله ی هادی های میله ای یا شبکه، انجام و جریان جذب شده توسط هادی های پایین رو به شبکه ی زمین انتقال داده می شود. در شبکه ی زمین که شامل الکترودها، اتصالات و هادی های مسی است، انتقال این جریان به زمین در کمترین زمان صورت می پذیرد .تفاوت سیستم زمین در یک برق گیر با شبکه ی ارت سیستم برق ساختمان نیز به همین دلیل است. در شبکه ی برق گیر بار استاتیک باید در سطح زمین گسترده شود تا بارهای غیر همنام اثر یکدیگر را خنثی (بار منفی ابر و مثبت زمین (کنند، اما در سیستم برق ساختمان جهت انتقال جریان نشتی از طریق شبکه ی زمین به نقطه ی خنثی ترانفسورماتور باید الکترود ارت به طریق خاص باشد .

صاعقه گیر (برق گیر) بر اساس استاندارد فرانسه

هر سیستم زمین مربوط به صاعقه گیر در سه قسمت بررسی شده است :

الف: در فرانسه و اکثر کشورهای پیشرفته ی دنیا، مقاومت حداکثر ۱۰ اهم جهت سیستم زمین هر صاعقه گیر پیشنهاد می شود. اندازه گیری این مقدار با باز کردن کلمپ تست و اندازه گیری مقاومت الکترودهای زمین به روش های ۲ سیمه و ۴ سیمه انجام پذیر است. در صورتی که مقاومت ۱۰ اهم مورد نیاز در این قسمت حاصل نگردد، استاندارد پیشنهاد افزایش طول الکترودهای زمین، نصب میله های ارت در خاتمه هادی های زمین الکترودها و استفاده از الکترولیت های مجاز مانند سولفات ها، بنتونیت و غیره را داده است .

افزایش طول هادی زمین (الکترودها) تا ۱۰۰ متر یعنی هر هادی تا ۲۰ متر نیز مجاز است .

ب: توانایی هدایت جریان

جهت افزایش توانایی حمل جریان توسط هادی زمین، نیاز به سه هادی الکترود (به جای یک الکترود پیشنهادی استاندارد است.)
افزایش تعداد هادی ها موجب افزایش طول هادی و دمپ سریع تر جریان صاعقه می گردد .

ج: هم بندی اضافه (هم پتانسیل کردن)

استاندارد نیاز به یک هم بندی اضافه جهت هم پتانسیل کردن در سیستم برق گیر و سیستم ارت ساختمان را لازم و ضروری می داند .
بازرسی های سیستم صاعقه گیر: تمامی اجزای یک برق گیر از میله تا سیستم زمین نیاز به بازرسی های دوره ای و اندازه گیری مقاومت دارند. فرایند تست و بازرسی به شرح زیر است :
سیستم حفاظت با سطح بالا (لول یک) سالیانه؛
سیستم حفاظت با سطح خوب (لول دو) دو ساله؛ و
سیستم حفاظت با سطح معمول سه ساله .
در ضمن پس از هرگونه تعمیرات ساختمان یا اصابت صاعقه بر سیستم، باید بازرسی و تست ها مجدداً انجام پذیرد .

انواع الکترودهای زمین در سیستم صاعقه گیر

ابتدا سیستم الکترود زمین در صاعقه گیر ساده ESE بررسی می شود :
۱- الکترودهای سه گانه (پنجه اردکی): در این سیستم سه شمش مسی با ابعاد 30×2میلی متر به صورت پنجه اردک است. هر کدام از شمش ها فاصله ی ۴۵ درجه با شمش وسطی دارند و (حداکثر) طول کل شمش ها ۲۵ متر است و به سه قسمت – یکی از شمش ها حدود ۲ متر بلندتر است – تقسیم می شوند.

دو شمش کناری با زاویه ی ۴۵ درجه به شمش وسط در انتها با استفاده از کلمپ مسی یا کدولد وصل می گردند. شمش وسط پس از ارتباط با شمش دیگر به طرف نقطه ی تست ادامه می یابد. طول الکترودهای زمین بستگی به مقاومت زمین دارند و از ۶ متر به بالا ادامه می یابند .

۲- میله های ارت: در صورتی که جغرافیای ساختمان اجازه ی استفاده از شبکه ی پنجه اردکی را ندهد، می توان از سیستم مثلث متساوی الاضلاع با طول هر ضلع ۲ متر که میله ی ارت به انتهای هر زاویه متصل شده است، استفاده نمود. طول میله ی ارت ۲ متر است. هر میله با زاویه ی مربوطه کلمپ یا جوش کدولد می گردد.

۳- سیستم ترکیبی :در صورتی که عمل الکترودهای زمین دارای وسعت باشد، می توان جهت کاهش مقاومت زمین از ترکیب شبکه ی پنجه اردکی و میله ارت (در انتها) استفاده نمود .

شبکه ی زمین در صاعقه گیر شبکه ای (شبکه قفسه ای)

در برق گیر نوع شبکه ی قفسه ای از دو سیستم پنجه اردکی و میله ی ارت می توان استفاده نمود .

۱- شبکه ی ارت پنجه اردکی: اتصالات به وسیله ی ۳ تسمه ی مسی ۲×۳۰ میلی متر که یکی از تسمه ها بزرگ تر است و دو عدد دیگر با زاویه ی ۴۵ درجه در انتها به شمش اصل جوش کدولد و یا کلمپ می گردند، صورت می پذیرد. طول مفید هر یک از هادی ها ۲ متر و در عمق ۶۰ تا ۸۰ سانتی متری زمین دفن می گردند .

۲- میله های ارت: در این حالت میله های ارت به صورت عمودی به طول ۲ متردر داخل زمین کوبیده می شوند. فاصله ی آن ها ۲ متر از یکدیگر و فاصله از پی یک تا ۱/۵ متر است. این دو میله به وسیله ی شمش مسی ۲×۳۰ به یکدیگر کلمپ و یا جوش داده می شوند .

علت تفاوت شبکه ی زمین در دو سیستم صاعقه گیر ESE و شبکه ی قفسه ای به خاطر احتمال جذب صاعقه ی آن ها است .

تجهیزات سیستم ارت EARTH SYSTEM EQUIPMENT BONDING

هنگامی که دریک ساختمان سیستم زمین جهت تجهیزات برق نصب می گردد، می توان سیستم برق گیر را در نقطه ی خاص به نام کلمپ هم بندی ولتاژ به این سیستم وصل نمود. این نقطه ی اتصال نزدیک ترین نقطه ی به هادی پایین رو است. در صورتی که امکان وصل این قسمت نباشد، می توان سیستم برق گیر را مستقیم به هادی زمین وصل نمود. اما اتصال باید به طریقی باشد که جریان القائی صاعقه بر روی کابل های برق اثر گذار نباشد .در اتصال به نقطه ی هم پتانسیل (هم بندی اضافه) باید بتوان نقطه ی اتصال را جهت تست مقاومت اهمی و جریان جدا نمود. همچنین نقاط قابل دید و تست دوره ای باشند .

صاعقه گیر (برق گیر) بر اساس استاندارد فرانسه

فواصل مجاز بین هادی های سیستم صاعقه گیرو انشعابات برق، آب، گاز زیرزمین :

بر طبق استاندارد NFC فواصل مجاز بین تمامی هادی های شبکه ی صاعقه گیر و سیستم انشعاب برق و آب و گاز و کابل های زیرزمینی بر طبق جدول وجود داشته باشد. این فواصل برای تمامی اجزای فلزی صادق است و اجزای غیر فلزی را شامل نمی شود.

ارزیابی ریسک (احتمال) برخورد صاعقه بر طبق پیشنهاد استاندارد NFC مطالعه ی صاعقه در سه قسمت انجام می پذیرد .

1.ارزیابی ریسک صاعقه

2.بررسی سطح حفاظت

3.بررسی شیوه ی حفاظت

بررسی ریسک صاعقه (احتمال برخورد صاعقه به ساختمان)

در بررسی احتمال برخورد صاعقه، روش مورد استفاده به صورت زیر است .

۱- تعداد مورد انتظار برخورد صاعقه با برق گیر که به Ng شناخته می شوند .

که در این فرمول :

Ng: حداکثر تعداد صاعقه هایی است که به واحد سطح در این منطقه برخورد می کند (تعداد صاعقه / کیلومتر مربع / سال)؛ و

Ngman=2Ng

که می توان آن را به صورت زیر محاسبه نمود :

الف: استفاده از نقشه ی منطقه ی جغرافیائی

ب: استفاده از سطح ایزوکرونیک موج به Nk که تقریباً برابر Nk/10 می شود .

محاسبه ی سطح (ایزوله) ساختمان بر حسب مترمربعAe

در معرفی سطح زیر ساخت، همان تعداد صاعقه که به ساختمان اصابت می کند در نظر گرفته می شود. در پیوست استاندارد NFC 17-102 ,17-100محاسبات و جداول مربوطه ارائه شده است. ضریب بستگی به شرایط محیطی ساختمان دارد .

از نرم افزار ارائه شده توسط شرکت هلیتا محاسبات ریسک حریق ارائه شده است .همچنین این محاسبات در مجموعه های دیگر توسط سازندگان معروف ارائه گردیده است. شرکت فرس Furse نیز مجموعه محاسباتی خود را با توجه به ساختمان ارائه کرده است .

بررسی تعداد قابل انتظار برخورد صاعقه به ساختمان) :NC تعداد قابل تحمل صاعقه)

در بررسی احتمال برخورد صاعقه از فرمول زیر استفاده می شود.

:ضریب که بستگی به نوع ساختمان دارد .

:ضریب که بستگی به اجزاء ساختمان دارد .

:ضریب که بستگی به تجهیزات داخل ساختمان دارد .

:ضریب که بستگی به آثار و نتیجه ی برخورد و صاعقه به ساختمان دارد .

همچنین از طریق نرم افزار قابل محاسبه است .

سطح حفاظتی: PROTECTION LEVEL

در این حالت مقادیر مقایسه شده اند .

اگر کوچک تر یا مساوی باشد، در نتیجه نیاز به اجباری کردن نصب برق گیر نیست .

اگر بزرگ تر از باشد، نیاز به سیستم صاعقه گیر با سطح حفاظتی است .

مقادیر سطح حفاظتی، شعاع حفاظت برق گیر را مشخص می کند. فاصله ی ایمنی و پریود تعمیرات نیز توسط این سطح مشخص می گردد .

در بررسی نقشه مربوط به تعداد صاعقه در ایران بین صفر تا یک صاعقه (یک صاعقه /سال/ کیلومتر مربع) را می توان انتظار داشت .

گردآوری: مهندس بهروز نادری(۱)

پی نوشت ها:

-1کارشناس برق – قدرت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد، عضو گروه تخصصی برق سازمان.

منبع: نشریه دانش نما، شماره ۱۷۶-۱۷۸

باز منتشر شده توسط rohisamadi در وب سایت تبیان مرکز زنجان