

پودمان ۳

همبندی و صاعقه گیر



واحد یادگیری ۴

همبندی و صاعقه گیر

آیا می دانید

- همبندی چیست؟
- چه روش هایی برای جلوگیری از خطرات ناشی از برق گرفتگی وجود دارد؟
- بتن یک عامل بسیار مهم در ایجاد اتصال زمین است؟
- چگونه می توان صاعقه را مهار کرد؟

استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود انواع روش های همبندی در ساختمان را فرا گرفته و کارهای عملی مرتبط انجام دهند.

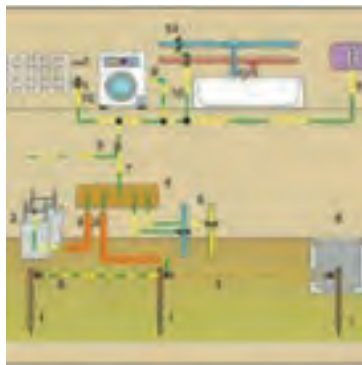
همچنین با انواع برق گیرها آشنا شده و به کارگیری آنها را فرا خواهند گرفت.

مقدمه

ضرورت رعایت موارد ایمنی و جلوگیری از خطرات ناشی از برق گرفتگی مانند شوک الکتریکی، سوختگی و نظایر آن از مهم ترین خطرات احتمالی برق گرفتگی الکتریکی است. روش ها و ایده های بسیاری برای جلوگیری از این خطرات مطرح شده است. با اجرای همبندی در ساختمان ها می توان تا حد بسیار زیادی از این خطرات جلوگیری کرد. همچنین در ساختمان های بلندمرتبه تجاری و مسکونی برای جلوگیری از خطر برخورد صاعقه و ایجاد خسارت می توان از صاعقه گیر استفاده کرد. صاعقه گیر وظیفه کنترل مسیر هدایت صاعقه را بر عهده دارد، کنترل و مهار صاعقه از مهم ترین دغدغه ها در ساختمان های بلند می باشد.

۱-۳- همبندی

اگر اسکلت هادی ساختمان (اسکلت فلزی یا میلگردهای بتنی) و بدنه هادی بیگانه (انواع لوله کشی های فلزی و نظایر آن) و بدنه هادی تجهیزات الکتریکی ساختمان ها را با یک هادی که دارای سطح مقطع بزرگ و مقاومت الکتریکی کم باشد به یکدیگر متصل شود، تمام نقاط هم پتانسیل می شود. این نوع اتصال «همبندی» نام دارد. همبندی مهم ترین روش برای پیشگیری از برق گرفتگی در یک ساختمان است. در شکل ۱ یک سیستم همبندی نشان داده شده است.



شکل ۱- نمونه یک سیستم همبندی

سؤال



اگر به هر دلیلی جریان ناخواسته‌ای وارد این سیستم شود چه پیامدی خواهد داشت؟

فیلم



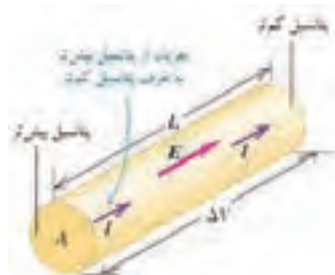
همبندی در ساختمان‌های مسکونی

یکی از دلایل مهم توجه به همبندی از طرف مهندسان برق، همه‌گیر شدن استفاده از ساختمان‌های مسکونی با سازه‌های بتنی است روشی که قبلاً برای ایجاد اتصال زمین و برای سیستم صاعقه استفاده شده است. سیستم الکتروود زمین مستقل (بدون توجه به اجزای ساختمان) برای سیستم الکتریکی بود. این سیستم زمین شامل صفحه فلزی دفن شده، میله کوبیده شده، تسمه فلزی دفن شده و زره کابل است. در این روش سنتی از تشکیل همبندی صرف نظر شده و برای حفاظت در برابر صاعقه نیز یک سیستم مستقل نزولی با استفاده از هادی‌های مخصوص ایجاد شده است و در نهایت به سیستم الکتروود زمین مستقل مخصوص صاعقه گیر متصل می‌شد. برای حفاظت بیشتر یک همبندی بین دو سیستم الکتروود زمین نیز ایجاد می‌شود.

استفاده از بتن به عنوان الکتروود ایجاد همبندی بسیار مهم و مقرون به صرفه است اگر چه در برخی موارد ممکن است به علت بی توجهی به بتن از نظر عبور جریان‌های مربوط به اتصال کوتاه یا صاعقه صدمه‌ای شدید به آن وارد شود. سیستم همبندی از نظر استقامت مکانیکی دارای عمر طولانی بوده و نیاز به نگهداری بالایی ندارد.

۱-۳- همبندی به منظور هم‌پتانسیل شدن

عامل جاری شدن جریان در مصرف کننده‌های الکتریکی اختلاف پتانسیل در دو سر مصرف کننده است (شکل ۲).



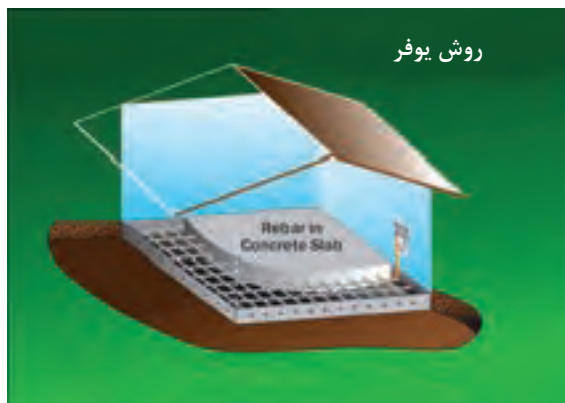
$$I = \frac{V_A - V_B}{R}$$

شکل ۲- اختلاف پتانسیل

اگر پتانسیل دو سر مصرف کننده (R) یکسان باشد، V_A با V_B برابر باشد) بنابراین جریانی در مصرف کننده جاری نمی شود. روش همبندی نیز برای حفاظت از جان اشخاص در برابر عبور جریان به همین صورت عمل می کند. در این روش اگر شخصی قسمت فلزی دستگاه برق دار که سیم فاز به آن متصل شده را لمس کند، چون نقطه تماس دست با بدنه فلزی و ولتاژ پای شخص بر روی زمین هم پتانسیل می شود، بنابراین ولتاژ تماس صفر شده و جریانی از بدن شخص عبور نمی کند. در یک سازه بتنی که تمامی اجزای داخلی به صورت یکپارچه به هم متصل شده اند نیز ولتاژ نقاط مختلف در صورت اجرای همبندی، هم پتانسیل خواهند بود.

۳-۱-۲- الکتروود مدفون در بتن (روش یوفر)^۱

دفن هادی در بتن به طوری که سطح تماس آن با خاک زیاد باشد روش یوفر نامیده می شود. بتن همواره مقداری رطوبت را در خود نگه می دارد بنابراین هدایت الکتریکی بتن، از سایر انواع خاک بهتر است. اساس طرح یوفر بر پایه تعبیه هادی زمین در بتن می باشد. امروزه مهندسين، از منافع كشف آقای یوفر آگاه هستند. اسکلت کل ساختمان بتنی با وجود میله های فولادی در ساختمان یا پی آن با پوشش بتنی، یک سیستم زمین الکتریکی با مقاومت بسیار کم ایجاد می کند (شکل ۳). از مزایای دیگر این روش استفاده از خواص بتن برای کاهش مقاومت زمین است. البته این روش الزاماتی دارد از جمله اینکه هادی مسی اتصال زمین مدفون شده سیستم اتصال زمین دارای مقطع ۲۵ میلی متر مربع باشد یا میلگرد استفاده شده در بدنه بتن شماره ۱۴ باشد. همچنین فاصله هادی داخل بتن تا سطح خارجی بتن کمتر از ۵ سانتی متر نباشد.



شکل ۳- روش یوفر

۳-۱-۳- هدف همبندی

همبندی را نباید با اتصال زمین یوفر کردن اشتباه گرفت. همبندی در عمل به معنای کم کردن اندازه ولتاژ تماس در داخل ساختمان و در نقاطی از آن است که عیب زمین در تأسیسات الکتریکی ایجاد می شود. همان طور که گفته شد ولتاژ تماس وقتی ایجاد می شود که یک عیب زمین (عبور جریان از زمین) در تأسیسات الکتریکی ایجاد شود. هنگامی که این جریان به زمین وارد می شود، به دلیل وجود مقاومت (بدن شخص یا بدنه هادی)، ولتاژ تماس ایجاد می شود.

1- Concrete Encased Electrode

با توجه به اینکه هدف از ایجاد اتصال زمین، ایجاد امکان عبور جریان از الکتروود زمین به جای بدن شخص است، هدف از همبندی، کم کردن اندازه ولتاژ لمس می‌باشد. با توجه به شکل ۲ کم شدن ولتاژ تماس در اثر همبندی می‌توان نتیجه گرفت استفاده هم‌زمان از دو روش زمین کردن و همبندی باعث جلوگیری از خطر برق‌گرفتگی می‌باشد. برای این منظور با توجه به اینکه ممکن است به علت عایق‌کاری، سطح تماس بتن کف با زمین کم باشد، حداقل یک الکتروود زمین معمولی را به همبندی سازه متصل و یا توسط حلقه‌ای از مس که دورتادور ساختمان مدفون می‌شود را به همبندی متصل می‌کنند.



شکل ۴ - حلقه کلاف مسی به دور سازه فلزی برای همبندی

تحقیق کنید



تفاوت همبندی و روش یوفر چیست؟

۴-۱-۳- مزایای اجرای همبندی

- مطمئن‌ترین روش جلوگیری از برق‌گرفتگی ناشی از تماس غیرمستقیم
- حفاظت از آسیب دیدن تجهیزات الکترونیکی، مخابراتی و اتوماسیون
- کاهش اثرات الکتریسیته ساکن
- ایجاد مسیرهای موازی برای هدایت جریان صاعقه به سمت زمین و جلوگیری از آسیب‌های ناشی از آن بر روی اشخاص و تجهیزات الکتریکی
- وسایل حفاظتی به کمک همبندی اضافی
- بالا بردن ضریب اطمینان عملکرد وسایل حفاظتی به کمک همبندی اضافی

سؤال



اجرای همبندی چگونه در کاهش اثر الکتریسیته ساکن تأثیر می‌گذارد؟

۵-۱-۳- مراحل اجرای همبندی قبل از بتن‌ریزی

اجرای همبندی ساختمان باید قبل از بتن‌ریزی و هم‌زمان با اجرای شالوده ساختمان (فونداسیون) و در همه طبقات ساختمان اجرا شود (شکل ۵).



شکل ۵ - قبل از بتن‌ریزی (شالوده)

مراحل انجام همبندی به شرح زیر است :

۵-۱-۳-۱- اجرا در شالوده: در شالوده (فونداسیون) ساختمان بایستی تمامی شناژهای ارتباطی همبند شوند. منظور از شناژ، محوری است که همه ستون‌های ساختمان را به هم متصل می‌کند (شکل ۶).



شکل ۶ - شناژهای ساختمان

شکل‌های زیر نقشه همبندی شالوده و همچنین یک قسمت اجرا شده با هادی مسی را در شالوده ساختمان، نمایش می‌دهد.

خطوط آبی‌رنگ نشانگر هادی‌های همبندی می‌باشد (شکل ۷).



شکل ۷- نقشه اجرای همبندی شالوده ساختمان

۲-۱-۵-۳- اجرا در ستون‌ها: در تمامی طبقات، ستون‌های واقع در گوشه‌های ساختمان، یکی از ستون‌های راه‌پله، تمام ستون‌های خرپشته و موتورخانه و در هر ۲۰ متر از طول و عرض ساختمان، شبکه همبند باید به همدیگر متصل شود (شکل ۸).



شکل ۸ - نقشه اجرای همبندی ستون‌های ساختمان

سؤال

اگر شبکه لوله‌کشی آب ساختمان فلزی باشد، چگونه می‌توان آن را با بدنه فلزی ساختمان همبند کرد؟



فیلم



اجرای همبندی در شالوده و ستون‌ها

۳-۱-۶- هادی همبندی

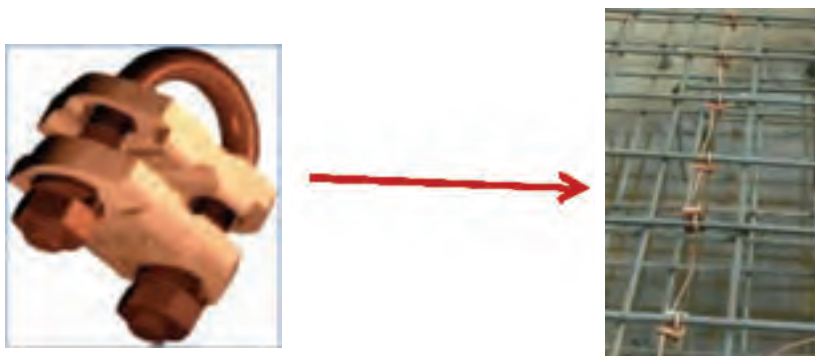
هادی همبندی یک رشته سیم مسی، یک تسمه، یک عدد میلگرد و یک تیر یا ستون فلزی است که بر اساس طرح همبندی در سقف‌ها و ستون‌ها قرار می‌گیرد (شکل ۹).



شکل ۹ - تسمه همبندی

۳-۱-۶-۱- هادی همبندی مسی: چنانچه از سیم مسی برای همبندی استفاده شود، سطح مقطع هادی همبندی مسی نباید از $6mm^2$ کوچک‌تر باشد. استفاده از سطح مقطع $25mm^2$ ضروری نیست و همچنین سطح مقطع هادی همبندی اصلی نباید از نصف سطح مقطع بزرگ‌ترین هادی حفاظتی در تأسیسات الکتریکی کوچک‌تر باشد. سیم‌ها یا تسمه‌های مسی باید به میلگردهای موجود سازه متصل شوند. برای این کار باید در هر

۶ متر با استفاده از جوش احتراقی (احتراقی یا اگزوترمیک) و یا بست‌های پیچی مناسب، اتصالاتی ایجاد شده و همچنین در فاصله بین بست‌های پیچی و یا جوش‌ها باید به کمک سیم آرماتوربندی معمولی، به میلگردهای سازه متصل شود (شکل‌های ۱۰ و ۱۱).



شکل ۱۰- اتصال هادی همبندی مسی به میلگردهای موجود در سازه با استفاده از بست



شکل ۱۱- اتصال هادی همبندی مسی به میلگردهای موجود در سازه با استفاده از جوش احتراقی

همچنین در تمامی انشعابات اعم از سه و چهارراهی باید سیم‌های مسی با استفاده از جوش احتراقی به هم متصل شوند تا مقاومت الکتریکی آنها به حداقل ممکن رسیده و دارای استحکام مکانیکی کافی باشد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- جوش احتراقی سیم مسی

توجه کنید

هنگامی که دو فلز غیر همجنس در کنار یکدیگر قرار می گیرند، به دلیل خواص شیمیایی متفاوت، تشکیل پیل الکتریکی می دهند و در مدت زمان طولانی باعث خورده شدن فلز در محل اتصال می شود. فلز مس و آهن نیز از همین قاعده برخوردار هستند ولی به خاطر خواص شیمیایی نزدیک به هم، پیل به وجود آمده بسیار ضعیف است.

کار عملی



انشعاب سهراهی و چهار راهی سیم ها با استفاده از جوش احتراقی قبل از شروع کار کارگاهی فیلم این اتصال را مشاهده کنید.

فیلم



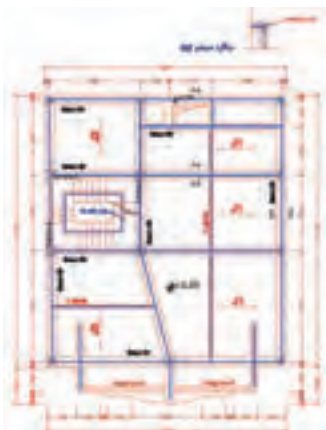
اجرای جوش احتراقی سهراهی و چهارراهی

تجهیزات لازم:

- ۱- قالب جوش (دوراهی، سهراهی و چهارراهی)
 - ۲- پودر جوش (۹۰ گرمی یا ۱۱۵ گرمی)
 - ۳- پولک انتهایی
 - ۴- فتیله آتش زن و فندک
 - ۵- سیم ارت با مقطع 16mm^2
 - ۶- دستکش، عینک و کفش مخصوص
- شکل ۱۳ مراحل انجام اتصال دوراهی، سهراهی و چهارراهی



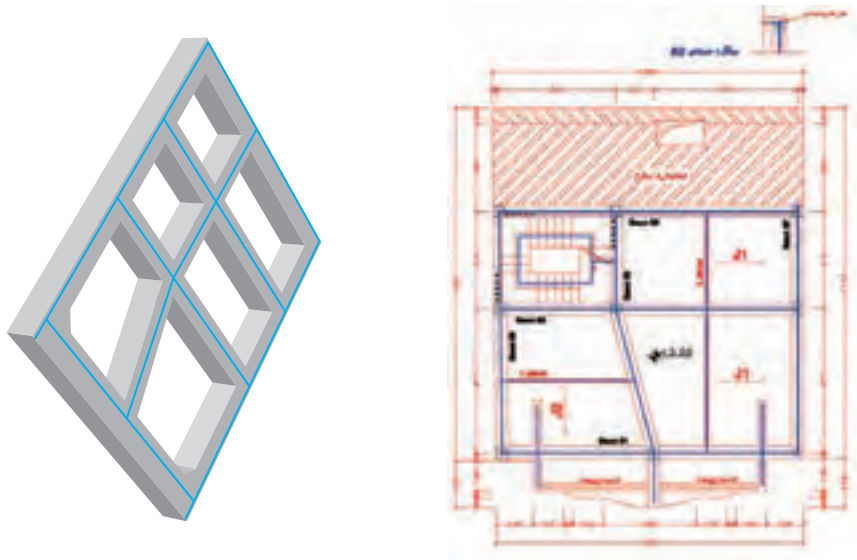
شکل ۱۳- وسایل و مراحل جوش احتراقی سیم مسی



شکل ۱۴- نقشه اجرای همبندی سقف های ساختمان

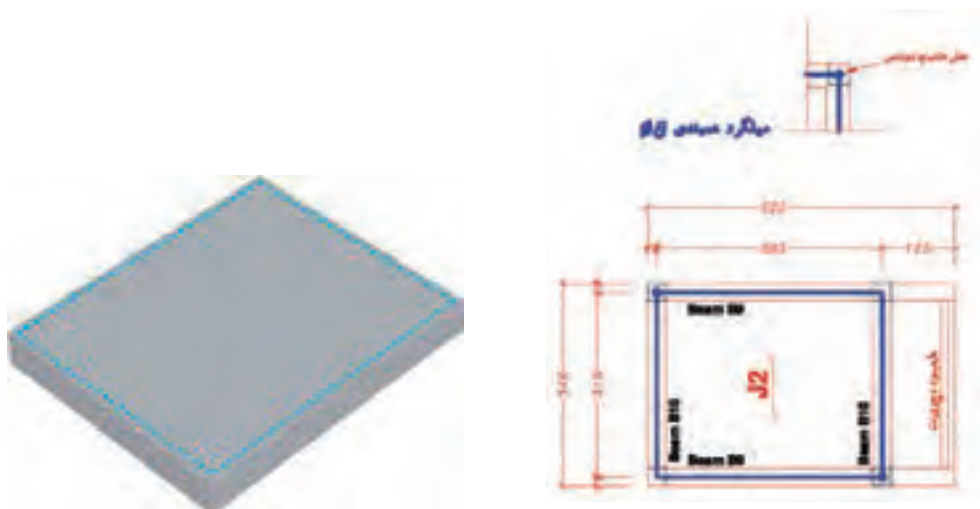
۲-۶-۱-۳- اجرای در سقف ها: در سقف ساختمان ها، شناژها و تیرهای فلزی دورتادور سقف، دورتادور آسانسور، یکی از شناژها و یا تیرهای فلزی در حمام، دستشویی، آشپزخانه، آبدارخانه و سایر فضاهایی که به طور معمول در کف آنها آبریزی می شود، همچنین شناژها و یا تیرهای فلزی در طول و عرض ساختمان، حداقل در هر ۲۰ متر، بایستی همبندی صورت گیرد (شکل ۱۴).

۳-۱-۶-۳ اجرا در بام ساختمان: در پشت بام ساختمان (آخرین سقف) تمامی شناژها و تیرهای فلزی، مانند فونداسیون باید با هادی همبند، همبندی شود (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- نقشه اجرای همبندی بام ساختمان

۳-۱-۶-۴ اجرا در سقف خرپشته و سقف موتورخانه‌های آسانسور: تمامی شناژها و تیرهای فلزی دورتادور سقف خرپشته و سقف موتورخانه آسانسور باید به شبکه همبندی متصل شود (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- نقشه اجرای همبندی خرپشته و سقف موتورخانه‌های آسانسور

چند نمونه پلان ساختمان‌های مجاور محل سکونت خود را تهیه و با ترسیم دست آزاد (اسکچ) نقشه همبندی آنها را طراحی کنید.

فعالیت





اتصال هادی همبندی مسی به میلگردهای موجود در سازه
برای اتصال هادی مسی به میلگردهای موجود در سازه دو روش وجود دارد:

روش اول استفاده از بست U- Type

یکی از انواع کلمپ‌هایی که به منظور اتصال سیم به میله ارت به کار برده می‌شود بست U-Type است که در طراحی بست‌ها توجه به استحکام مکانیکی بست و مقاومت در برابر خوردگی از اهمیت بالایی برخوردار است. طراحی این بست‌ها به لحاظ ابعاد و ضخامت به گونه‌ای انجام شده که از استحکام مکانیکی بالایی برخوردار باشد. یکی دیگر از کاربردهای این بست اتصال سیم به میلگرد است. نوعی از این بست‌ها وجود دارد که «بست بی‌متال» نامیده می‌شود. در قسمتی که میلگرد قرار گرفته می‌شود جنس بست از آهن و قسمتی که هادی مسی قرار گرفته می‌شود، از جنس مس می‌باشد. دلیل این کار جلوگیری از خوردگی است (شکل ۱۷).



شکل ۱۷- بست U- Type

روش دوم: استفاده از جوش احتراقی

وسایل مورد نیاز استفاده از جوش احتراقی دقیقاً مانند کار عملی اتصال سهرابه و چهارراهه سیم مسی می‌باشد و تفاوت آن در نوع قالب است.
با مشاهده فیلم زیر هر دو روش را در کارگاه اجرا نمایید.



اجرای جوش احتراقی سیم به میلگرد

۷-۱-۳- هادی همبندی میلگرد

به جای سیم مسی می توان از میلگرد جهت همبندی استفاده کرد. میلگرد همبندی می تواند یکی از میلگردهای اصلی در شناژها یا ستون های سازه و یا میلگرد اضافی باشد که به میلگردهای اصلی سازه اضافه شده است. اجرای این همبندی نباید به ساختار فنی سازه آسیب وارد کند. قطر میلگرد همبندی نباید از ۸ میلی متر کمتر باشد و اگر سطح مقطع هادی اصلی فاز ساختمان 95mm^2 یا بیشتر باشد، قطر میلگرد به ۱۰ میلی متر افزایش می یابد. تمامی قطعات شبکه همبند از طریق اتصال الکتریکی مطمئن باید طوری به هم متصل شود که در محل اتصال مقاومت الکتریکی به حداقل ممکن برسد. اتصال مطمئن بین قطعات میلگرد همبندی به وسیله جوش کاری به وجود می آید که در ادامه به شکل و نحوه جوش کاری آن پرداخته می شود.

• جوش کاری میلگردهای طولی^۱

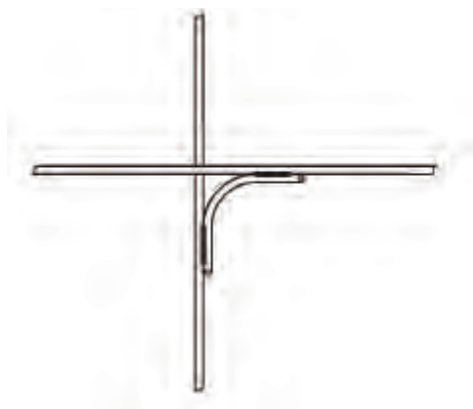
مطابق شکل ۱۸ با قرار دادن امتداد میلگرد (حدود ۱۰ cm) و جوشکاری آن میلگردها همبندی می شوند.



شکل ۱۸- جوش طولی

● جوشکاری میلگردها در یک تقاطع چهارراه

مطابق شکل ۱۹ با استفاده از یک خم قائم می‌توان جوشکاری همبندی در محل تقاطع دو میلگرد انجام داد.



شکل ۱۹- جوشکاری میلگردها در یک تقاطع چهارراه

● جوشکاری میلگرد در یک گوشه

جوشکاری میلگرد در یک گوشه، شبیه جوشکاری تقاطع چهارراه است.



شکل ۲۰- جوشکاری میلگردها در گوشه

● جوشکاری در تقاطع سه راهه

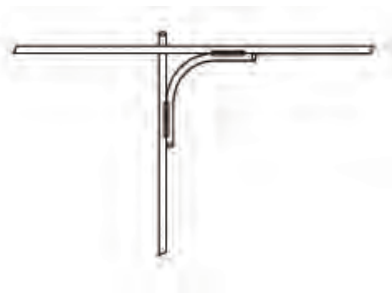
در شکل ۲۱ جوشکاری همبندی برای یک مسیر سه راهه نشان داده شده است.



شکل ۲۱- جوش کاری میلگردها در تقاطع سه راهه

● جوشکاری میلگردهای شناژ با شالوده به ستون

در این نوع جوشکاری نیز مانند جوش کاری سه راهه اتصال همبندی بین میلگرد شناژ با شالوده به ستون انجام می شود (شکل ۲۲).



شکل ۲۲- جوشکاری میلگردهای شناژ با شالوده

اجرای جوشکاری میلگرد همبندی

فیلم





جوشکاری میلگردهای همبندی



وسایل مورد نیاز:

- ۱- میلگرد شماره ۱۰
- ۲- الکتروود جوش ۲/۵
- ۳- دستگاه جوش با جریان خروجی ۱۲۰ آمپر
- ۴- ماسک و کفش مخصوص

پس از مشاهده فیلم جوش کاری هر یک از جوش کاری‌های طولی، سه‌راهه، چهارراهه و گوشه را به‌طور جداگانه انجام دهید. اندازه قطعات اتصال در جدول کتاب همراه ذکر شده است.

۸-۱-۳- مراحل اجرای همبندی بعد از بتن‌ریزی

۸-۱-۳-۱- اجرا در فونداسیون، سقف‌ها: در صورتی که همبندی قبل از بتن‌ریزی در فونداسیون و سقف‌ها انجام نشده باشد، باید با سیم مسی بدون روکش غیرافشان با سطح مقطع 16mm^2 شبکه همبند را بر روی سطح بتن اجرا نموده، و آن را به نزدیک‌ترین شبکه همبند در دسترس متصل نمود (شکل ۲۳).



شکل ۲۳ - همبندی در سقف

۸-۱-۳-۲- اجرا در ستون‌ها: در صورتی که همبندی در یکی از ستون‌های طبقات ساختمان، خرپشته و یا موتورخانه آسانسور قبل از بتن‌ریزی انجام نشده باشد، ارتباط شبکه همبند بین طبقات بالا و پایین قطع می‌شود، لذا باید یک رشته سیم مسی با سطح مقطع 16mm^2 غیرافشان (با روکش و یا بدون روکش) در کنار ستون‌های موردنظر قرار داده و آنها را به شبکه همبندی طبقه بالاتر و همچنین طبقه یا طبقات پایین‌تر متصل نمود.

۹-۱-۳- همبندی اسکلت‌های فلزی

در سازه‌های اسکلت فلزی که تیرها و ستون‌ها با استفاده از پیچ و مهره به یکدیگر متصل شده‌اند، برای ایجاد اتصال الکتریکی مطمئن بین قطعات فلزی شبکه همبند از یک قطعه سیم مسی رابط استفاده می‌شود. البته اتصالات جوشی قطعات فلزی از نظر اتصال الکتریکی مطمئن بوده و نیاز به اتصال اضافی ندارد. سیم رابط که به قطعات فلزی متصل می‌شود، جوش ترمیم داده شده یا دو سر آن را کابلشو زده و با دو عدد پیچ جوش کاری شده به قطعات متصل شود (شکل ۲۴).



شکل ۲۴- اتصال اسکلت فلزی پیچی

نحوه اتصال سیم مسی به اسکلت فلزی

فیلم



کار کارگاهی

اتصال سیم مسی به اسکلت فلزی

روش اول استفاده از کابلشو

وسایل مورد نیاز:

۱- کابلشو نمره ۱۶

۲- کابل مسی نمره ۱۶

۳- پرس کابلشو

۴- وسایل ایمنی

چنانچه کابل مورد استفاده روکش دار باشد، عایق کابل به اندازه عمق کابلشو روکش برداری شده و پس از قرار گرفتن در داخل کابلشو، پرس شود.

روش دوم جوش احتراقی

وسایل مورد نیاز با انواع جوش‌های احتراقی گفته شده یکسان است و تنها تفاوت در نوع قالب به کار رفته است.

۱۰-۳- اتصال شبکه همبند شده به سیستم اتصال زمین در جعبه همبندی



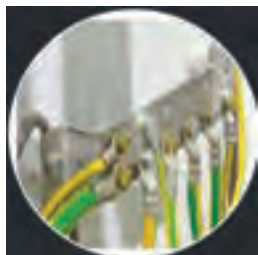
شکل ۲۵- خوردگی در اتصالات

سیستم اتصال زمین و همبندی مکمل یکدیگر بوده و باید این دو سیستم به همدیگر متصل شوند. به چند دلیل باید این دو سیستم به همدیگر متصل شوند یکی از این علت‌ها را می‌توان وجود جریان‌های سرگردان در شبکه همبند نام برد. چنانچه این جریان‌ها راه خروجی از شبکه همبند نداشته باشند به مرور زمان موجب خوردگی در شبکه همبند شده و از بین رفتن سازه را به دنبال دارد (شکل ۲۵).

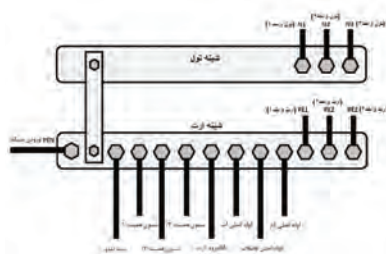


علت‌های اتصال دیگر سیستم‌های زمین به شبکه همبند چیست؟

شبکه همبند باید حداقل از سه نقطه به شینه اتصال زمین (شینه ارت) متصل شود (شکل ۲۶).



(ج)



(ب)



(الف)

شکل ۲۶ - اتصال شبکه همبند و اتصال زمین در جعبه همبندی

نقاط اتصال شبکه همبند به اتصال زمین ساختمان، روی ستون‌های همبند شده، قرار می‌گیرد. یکی از این نقاط باید روی ستون همبند شده شفت راه‌پله و یک نقطه دیگر روی ستونی جانمایی شود که از محل نصب شینه اصلی اتصال زمین (تابلوی اصلی) فاصله کمتری داشته باشد. نقطه یا نقاط باقیمانده روی ستون‌هایی در نظر گرفته شود که دور از یکدیگر و نقاط قبلی باشد.

برای اتصال شبکه همبند به اتصال زمین ساختمان از یک قطعه فولادی به نام قطعه اتصال استفاده می‌شود. این قطعه یک نبشی فولادی معمولی به ابعاد $5 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ و یا بزرگ‌تر است. یکی از صفحات نبشی به هادی همبندی موجود در ستون، جوشکاری شده و صفحه دیگر برای اتصال شبکه همبند به اتصال زمین مورد استفاده قرار می‌گیرد و در فاصله ۳۰ سانتی‌متری از کف زمین و در جایی قرار می‌گیرد به زیبایی آن محل لطمه‌ای وارد نشود (شکل ۲۷).



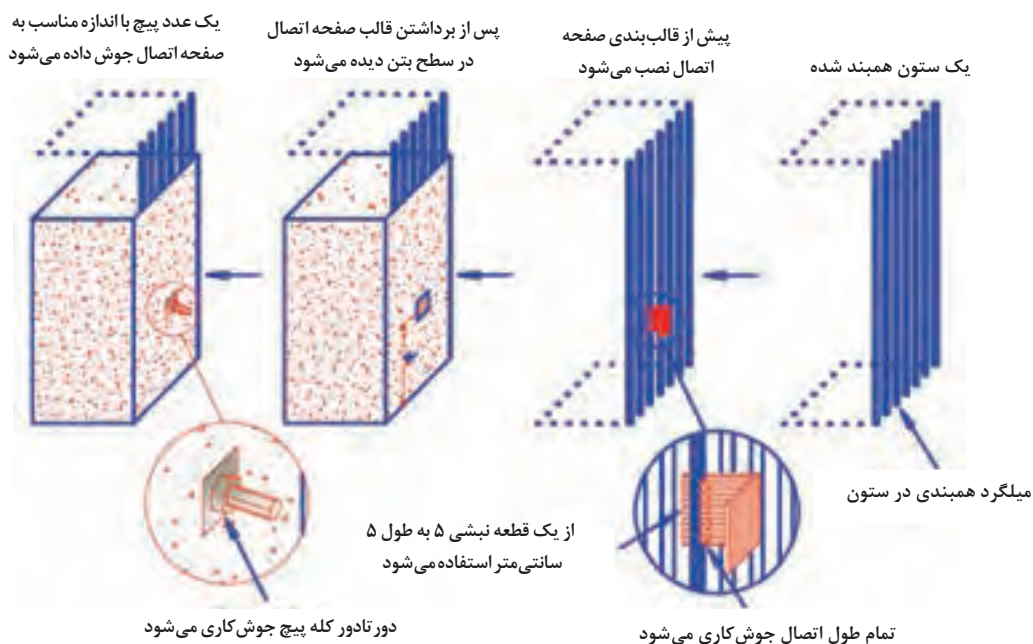
شکل ۲۷ - قطعه اتصال دهنده

برای اتصال هادی‌های ارتباطی به قطعه اتصال باید از جوش ترمیک استفاده شود و یا یک پیچ ضدزنگ (خوردگی) روی این قطعه جوشکاری شده و هادی همبند به کمک کابلشوی مناسب روی این پیچ بسته شود. همچنین تمامی اتصالات و پیچ‌ها در درون جعبه‌ای با در بازشو برای بازدید و تست‌های اولیه و دوره‌ای قرار می‌گیرد (شکل ۲۸).



شکل ۲۸- اتصال پیچ ضدزنگ (خوردگی) به قطعه اتصال

در شکل ۲۹ مراحل کامل قطعه اتصال همبندی آورده شده است.



شکل ۲۹- مراحل کامل قطعه اتصال همبندی به زمین

نحوه اتصال همبندی به اتصال زمین

فیلم



۱۱-۳- تست مقاومت الکتریکی همبندی

پس از اجرای شبکه همبندی این شبکه باید از نظر پیوستگی و مقدار مقاومت مورد آزمایش قرار گیرد. جهت انجام تست پیوستگی از اهم‌متر استفاده می‌شود که دستورالعمل و طرز کار با آن در سال دهم آموزش داده شده است.

ضمناً برای اندازه‌گیری مقاومت شبکه همبندی از دستگاه اندازه‌گیری مقاومت ویژه خاک^۱ استفاده می‌شود. این دستگاه چهار سیم دارد؛ دو سیم رابط برای منبع جریان و دو سیم رابط برای منبع ولتاژ و زمانی که مطابق شکل

۱- Earth Resistivity

زیر در مدار قرار گیرد، مقاومت سیم مسیر در اندازه‌گیری تأثیر نخواهد گذاشت. لازم به ذکر است که مطابق با استاندارد IEC ۶۲۳۰۵۳ مقاومت شبکه همبند باید از مقدار ۰/۲ اهم کمتر باشد (شکل ۳۰).



شکل ۳۰ - دستگاه چهار سیمه و طریقه اندازه‌گیری

۱۲-۳- اثر الکتروشیمیایی زمین بر الکترودهای همبندی شده

علاوه بر نیروهای مکانیکی که ممکن است موجب پارگی‌های اتصال زمین شود، خوردگی شیمیایی (اثر مواد شیمیایی خاک روی فلزهای اتصال زمین) و خوردگی الکتروشیمیایی (تشکیل پیل به‌وسیله فلزات غیر همجنس در زمین)، خطراتی است که هادی اتصال زمین با آنها روبه‌رو است. در مورد خوردگی الکتروشیمیایی، دو فلزی که بیش از همه به هم اتصال داده می‌شود، مس و فولاد است. مس ساده (بدون هرگونه روپوش دیگر مانند قلع و غیره) نسبت به فولاد ساده (بدون هرگونه پوشش مانند گالوانیزاسیون) تشکیل قطب مثبت می‌دهد که سبب خوردگی سریع خواهد شد. در جدول اتمامی ویژگی‌های الکترودهای مختلف با هم مقایسه شده است.

جدول ۱- مقایسه مشخصات انواع الکترودها

مقاومت حاصله	میله کوبیدنی	میله کوبیدنی پیشرفته	الکتروده صفحه‌ای	روش یوفر	همبندی	لوله‌های آب فلزی	الکترودهای دفنی شیمیایی
مقاومت حاصله	بد	متوسط	بد	متوسط	بالتر از متوسط	بد تا عالی	عالی
خوردگی	کم	خوب	کم	خوب	خوب	متغیر	بالا
کاهش مقاومت با سردی هوا	تأثیر بالا	تأثیر کم	تأثیر بالا	تأثیر کم	تأثیر کم	حداقل تأثیر	حداقل تأثیر
کاهش مقاومت با مرور زمان	افزایش	تحت تأثیر	کاهش	تحت تأثیر	تحت تأثیر	تحت تأثیر	بهبود
جریان‌کشی الکترود	کم	متوسط	متوسط	متوسط	بالتر از متوسط	بد تا عالی	عالی
هزینه نصب	متوسط	عالی	زیر متوسط	زیر متوسط	متوسط	متوسط	بد
پیش‌بینی طول عمر	زیر ۱۵ سال	۱۵-۲۰ سال	۵-۱۰ سال	۱۵-۲۰ سال	۲۰-۳۰ سال	۱۵-۲۰ سال	۳۰-۵۰ سال



ماکت یک سازه شامل فونداسیون، ستون‌ها، سقف و خرپشته در کارگاه آماده شده است. مراحل زیر را به ترتیب انجام داده و ارزشیابی آن توسط هنرآموز انجام شود:

- ۱- نقشه شبکه همبندی توسط نرم‌افزار اتوکد طراحی کنید.
- ۲- همبندی توسط سیم مسی اجرا کنید.
- ۳- تست همبندی توسط میگر و دستگاه چهار سیمه انجام داده و مقدار مقاومت اندازه‌گیری کنید.
- ۴- شبکه همبند به سیستم زمین متصل شده و مقاومت هر دو با هم اندازه‌گیری کنید.

۲-۳- صاعقه



شکل ۳۱- صاعقه

صاعقه جزء پدیده‌های متداول طبیعت و یکی از زیباترین و در عین حال خطرناک‌ترین رخدادهای طبیعی می‌باشد. در هر ۱۰۰ ثانیه یک تخلیه الکتریکی در آسمان اتفاق می‌افتد که ۹۰ درصد آن رعد و برق و ۱۰ درصد آن صاعقه است (شکل ۳۱).

سؤال

تفاوت بین صاعقه و رعد و برق چیست؟



اولین تأثیر صاعقه آتش‌سوزی است که باعث خسارت سنگین به لوازم برقی، خطوط تلفن و شبکه‌های رایانه‌ای می‌شود و ضرر مالی برای افراد، شرکت‌ها و سازمان‌ها را به دنبال دارد.

۱-۲-۱- تعریف صاعقه

صاعقه پدیده‌ای جوی است که امکان وقوع آن در اثر اختلاف پتانسیل الکتریکی بین یک توده ابر و زمین، موجب تخلیه الکتریکی ناگهانی و ایجاد جرقه‌ای عظیم می‌شود (شکل ۳۲).



شكل ٣٢- علت وقوع صاعقه

بحث کنید



آیا امکان تخلیه الکتریکی از سمت زمین به توده ابر نیز وجود دارد؟

۱-۲-۳- انواع صاعقه

اختلاف پتانسیل الکتریکی بین توده‌های ابر در اثر مالش باعث ایجاد آذرخش یا صاعقه می‌شود. صاعقه انواع مختلفی دارد که ۹۰ درصد آنها تخلیه الکتریکی بین ابری است. شدت جریان صاعقه بین ۱۰ تا ۳۰ کیلوآمپر بر میکروثانیه است. بزرگ‌ترین جریان ثبت‌شده تاکنون ۲۰۰ کیلوآمپر بوده است. در اثر تخلیه الکتریکی صاعقه، اضافه ولتاژ در محل تخلیه ایجاد می‌شود.

اضافه ولتاژ عاملی است که می‌تواند شدیداً تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی را به خطر انداخته یا غیر قابل استفاده کند. یکی از عوامل ایجاد اضافه ولتاژ ضربه‌های مستقیم صاعقه و میدان الکترومغناطیسی آن می‌باشد (شکل ۳۳).



شکل ۳۳ - میدان الکترومغناطیسی ناشی از صاعقه

تحقیق کنید



۲-۲-۳- خطرات برخورد صاعقه

برخورد صاعقه می‌تواند خطرات جانی برای افراد و موجودات زنده و یا سازه‌ها و وسایل داخل سازه را داشته باشد (شکل ۳۴).



شکل ۳۴ - سوختگی در اثر صاعقه

خطرات جانی صاعقه در اثر عوامل زیر اتفاق می‌افتد:

- ۱- برخورد مستقیم صاعقه
- ۲- ولتاژ گام
- ۳- ولتاژ تماس
- ۴- اثرات جانبی صاعقه

متون شکل ۳۵ را ترجمه و همراه با شکل آن تفسیر کنید.

فعالیت



شکل ۳۵- ترجمه متون

۳-۲-۳- خطرات صاعقه برای سازه‌ها و وسایل داخل سازه‌ها

برخورد صاعقه با سازه‌ها می‌تواند منجر به اتفاقات زیر شود، به همین دلیل باید صاعقه را مهار کرد.

۱- انفجار یا آتش گرفتن وسایل در اثر گرمای تولیدی صاعقه

۲- آتش‌سوزی و یا انفجار ناشی از گرما در اثر عبور جریان بالا از هادی‌ها و یا قسمت‌های فلزی

۳- ریزش سقف در اثر گرمای ناشی از محل برخورد صاعقه

۴- خرابی قسمت‌های داخلی سیستم‌های الکتریکی و الکترونیکی

با توجه به مطالب فوق ضرورت دارد که ساختمان‌ها و سازه‌ها برای جلوگیری از خطرات برخورد صاعقه به سیستم‌های حفاظت در برابر صاعقه مجهز شوند.

برای ایجاد یک حفاظت مناسب، نیاز به مجهز شدن سازه به دو نوع حفاظت است.

۱- حفاظت خارجی

۲- حفاظت داخلی

۳-۲-۴- حفاظت خارجی

منظور از حفاظت خارجی ایجاد شرایط و مسیری برای جلوگیری از برخورد صاعقه به ساختمان یا سازه است.

این سیستم حفاظت صاعقه خارجی شامل سه بخش است:

الف) جلوگیری از برخورد مستقیم صاعقه به ساختمان و
تأسیسات بیرونی (توسط پایانه هوایی) مطابق شکل ۳۶.
ب) هدایت ایمن جریان صاعقه به زمین (توسط
سیستم هادی نزولی) مطابق شکل ۳۷.



شکل ۳۷ - هدایت صاعقه



شکل ۳۶ - جلوگیری از برخورد صاعقه

ج) پراکنده کردن جریان صاعقه در زمین (توسط سیستم پایانه‌های زمین) مطابق شکل ۳۸.



شکل ۳۸ - پراکنده کردن صاعقه در زمین

برای جلوگیری از اصابت مستقیم صاعقه سه سیستم مطابق شکل ۳۹ کاربرد دارد:

- صاعقه گیر
- سیستم سیم هوایی
- سیستم مش



شکل ۳۹- روش های جلوگیری از برخورد مستقیم صاعقه

۳-۲-۵- حفاظت داخلی



شکل ۴۰- حفاظت داخلی

به عبارت دیگر، حفاظت داخلی به مجموعه فعالیت هایی گفته می شود که خطرات ناشی از اضافه ولتاژ صاعقه را در داخل ساختمان مهار می کند. آنچه از سیستم حفاظت داخلی انتظار می رود جلوگیری از خطرات با جرقه و اضافه ولتاژ خطرناک در داخل ساختمان با استفاده از همبندی به منظور هم پتانسیل سازی یا جداسازی تجهیزات حساس الکتریکی و الکترونیکی از اجزای سیستم حفاظت صاعقه می باشد (شکل ۴۰).

۳-۲-۶- تجهیزات سیستم صاعقه گیر:

هر سیستم صاعقه گیر از ۳ قسمت اصلی زیر تشکیل شده است.

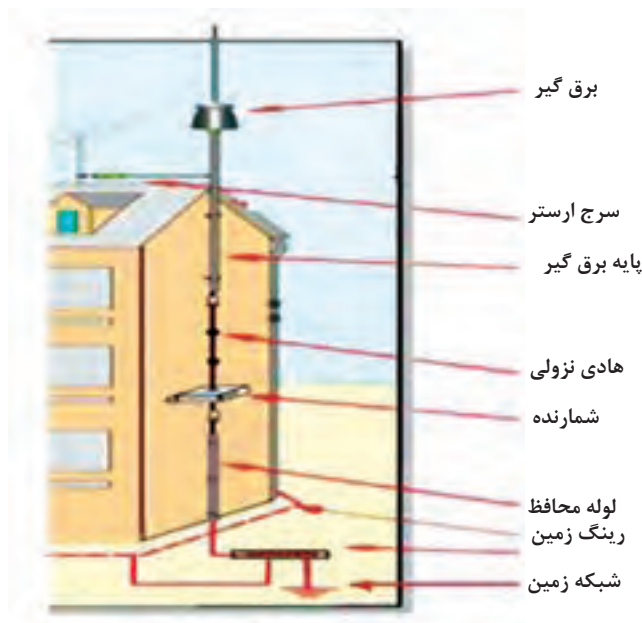
مسیر هدایت صاعقه از طریق میله صاعقه گیر و هادی نزولی به زمین است.

۳- شبکه ارتینگ رینگ اطراف ساختمان و چاه زمین صاعقه پس از عبور از هادی های نزولی به شبکه اتصال زمین می رسد و در این اتصال به زمین تخلیه می شود (شکل ۴۱).

۱- میله های صاعقه گیر (برق گیر)

محل اصلی برخورد صاعقه به این میله در بالاترین ارتفاع ساختمان است.

۲- هادی های نزولی



شکل ۴۱- تجهیزات صاعقه گیر



شکل ۴۲- میله صاعقه گیر

۱-۲-۳- میله‌های صاعقه گیر

صاعقه گیر باید سایر نقاط موجود ساختمان را مورد حفاظت قرار دهد و وظیفه آن، جلوگیری از برخورد صاعقه به ساختمان و تخلیه جریان صاعقه به زمین است (شکل ۴۲).

۲-۲-۳- انواع میله‌های صاعقه گیر:

صاعقه گیرها به طور کلی به دو دسته صاعقه گیرهای غیر فعال^۱ و صاعقه گیرهای فعال^۲ تقسیم بندی می شوند.

۳-۲-۳- صاعقه گیرهای غیر فعال:

به صاعقه گیرهایی گفته می شود که هیچ عامل تشدیدکننده ای غیر از شکل خاص آنها برای عبور جریان وجود ندارد. صاعقه گیر فرانکلین از مهم ترین انواع این نوع صاعقه گیر است. از این نمونه می توان به صاعقه گیر ژوپیتتر و جوجه تیغی نیز اشاره کرد (شکل ۴۳).

۱- Passive

۲- Active



شکل ۴۳- صاعقه گیر فعال



شکل ۴۴- صاعقه گیر فرانکلین

صاعقه گیر فرانکلین ساده ترین و ابتدایی ترین برق گیر است این صاعقه گیر شامل یک میله ساده نوک تیز بوده و شکل مخروطی از میله های نوک تیز که به فاصله ۴۵ درجه از میله سازه است. در محاسبات عملی برای بالا رفتن اطمینان این زاویه را ۳۵ درجه در نظر می گیرند (شکل ۴۴).

نحوه نصب و تعیین محدوده حفاظتی با استفاده از صاعقه گیر فرانکلین

فیلم



کار عملی



مراحل کار عملی را مطابق شکل زیر دنبال کنید:



شکل ۴۵- مراحل کار کارگاهی

نصب صاعقه گیر فرانکلین

هدف: نصب صاعقه گیر

برای انجام این کار به وسایل زیر نیاز داریم :

- ۱- میله نوک تیز صاعقه گیر
- ۲- فلنچ نگهدارنده پیچی
- ۳- تسمه مسی
- ۴- بست های نگهدارنده

ابتدا صاعقه گیر را روی سقف کارگاه برق نصب نموده و تسمه مسی را به انتهای میله با استفاده کوپلینگ اتصال میله ببندید. سپس با بست های نگهدارنده این سیم هوایی را به چاه زمین متصل نمایید (شکل ۴۵).



شکل ۴۶- صاعقه گیر فعال

۴-۲-۳- صاعقه گیرهای فعال: به صاعقه گیرهایی گفته می شود که به واسطه انرژی دریافتی از منبع خارجی یا تولید شده به صورت خودکفا هوای اطراف خویش را یونیزه نموده و ایمنی بیشتری را ایجاد می نماید (شکل ۴۶).

صاعقه گیرهای فعال از نظر نیاز به انرژی به دو گروه زیر تقسیم بندی می شود:

صاعقه گیرهای وابسته که برای فعال شدن به یک منبع خارجی مانند باتری یا برق شهر نیاز دارند.

صاعقه گیرهای خودکفا برای فعال شدن انرژی را توسط یک مکانیزم داخلی از محیط اطراف دریافت می نمایند این صاعقه گیرها شامل صاعقه گیرهای:

- ۱- اتمی
- ۲- بادی یا پیزوالکتریک
- ۳- خورشیدی
- ۴- الکترونیک خازنی - اتمسفریک می باشند.

از بین ۴ صاعقه گیر فعال فوق صاعقه گیرهای الکترونیکی بیشترین کاربرد را در ساختمان ها دارد.

۵-۲-۳- صاعقه گیر الکترونیک خازنی - اتمسفریک



شکل ۴۷- صاعقه گیر الکترونیکی

شیوه عملکرد این صاعقه گیر براساس وجود پتانسیل 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 وقتی انرژی الکتریکی اتمسفر فراتر از حد معینی ($5KV/m$) می رسد، بخش شارژ را برای جمع آوری انرژی به کار می اندازد. عملکرد این نوع صاعقه گیر به علت وابستگی به شرایط جوی صاعقه خیز بهترین کارایی را دارد (شکل ۴۷).

۶-۲-۳- نکات مهم در نصب صاعقه گیرها

- میله ها تا آنجا که امکان دارد به لبه پشت بام نزدیک باشد.
- فلز مناسب برای کاهش خطر خوردگی انتخاب شود (در داخل زمین و خاک از جنس مس و در بیرون آنها از جنس آلومینیوم و رابط آنها اتصال دوفلزی Bimetal باشد).
- میله های صاعقه گیر باید دارای سیستم نصب مطمئن باشد.
- میله ها باید در مکان هایی نصب شوند که امکان جاری شدن آب روی آن وجود نداشته باشد.
- اتصالات نگهدارنده میله به نحوی نصب شود تا میله صاعقه گیر به داخل پشت بام (در اثر گرما) نفوذ نکند.



صاعقه گیرهای فعال از نظر قیمت بسیار گران هستند ولی این صاعقه گیرها همیشه بهترین گزینه نیستند. زیرا در شرایط مساوی محیط اطراف، صاعقه را به سمت خود می خوانند. اگر سیستم حفاظتی مناسب نباشد و طراحی و بازرسی آن درست نباشد، به مفهوم آن است که به استقبال خطر رفته ایم.

۷-۲-۳- تجهیزات جانبی صاعقه گیر الکترونیکی

هر صاعقه گیر الکترونیک شامل تجهیزات جانبی زیر می باشد:

۱- **کنتور صاعقه گیر (شمارشگر):** وظیفه کنتور صاعقه گیر نمایش و ضبط تعداد صاعقه های جذب شده و تخلیه شده می باشد (شکل ۴۸).



شکل ۴۸ - کنتور صاعقه گیر

۲- **ریموت تستر:** وظیفه ریموت تستر آزمایش صحت عملکرد مدارات الکترونیکی داخلی صاعقه گیر از فاصله ۱۰۰ متری قابل کنترل سیستم است (شکل ۴۹).



شکل ۴۹ - ریموت صاعقه گیر

۳- **بست U-Double:** کاربرد این بست اتصال هادی نزولی (تسمه/سیم) به دستگاه صاعقه گیر است. جنس این بست فولاد گالوانیزه و دارای محل مخصوص قرارگیری هادی نزولی می باشد (شکل ۵۰).



شکل ۵۰- بست U شکل



۴- بست ابرویی: کاربرد این بست نصب پایه تلسکوپی صاعقه‌گیر به زیرساخت محل نصب صاعقه‌گیر می‌باشد (شکل ۵۱).

شکل ۵۱- بست ابرویی D



۵- پایه صاعقه‌گیر: این پایه برای نصب صاعقه‌گیر بر روی آن (برای افزایش ارتفاع) می‌باشد و جنس این پایه فولاد با روکش گالوانیزه است. همچنین دارای محل مخصوص قرارگیری پایه دستگاه صاعقه‌گیر بوده و قابلیت نصب به یکدیگر و افزایش طول پایه‌ها تا ارتفاع ۴ متر را دارد (شکل ۵۲).

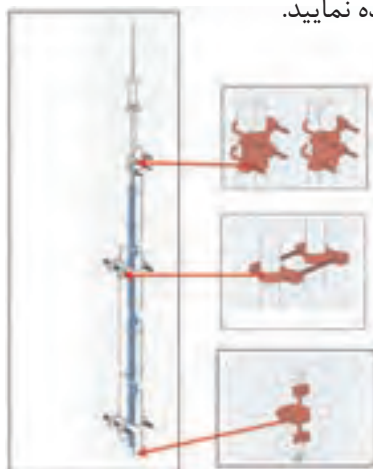
شکل ۵۲- پایه صاعقه‌گیر E

کار عملی



نصب صاعقه‌الکترونیکی

مطابق شکل ۵۳ یک صاعقه‌گیر الکترونیکی را همراه با کنتور و بست‌های مربوطه و هادی نزولی نصب نمایید. در مسیر هادی نزولی از کنتور استفاده نمایید.



شکل ۵۳- تجهیزات کار عملی

۸-۲-۳- هادی‌های نزولی

هادی‌های نزولی مسیرهای انتقال جریان صاعقه از محل برخورد آن با میله‌های صاعقه‌گیر به نقطه پایانی (اتصال زمین) هستند. لازم به یادآوری است که استفاده از قسمت‌های فلزی سازه به‌عنوان هادی نزولی با رعایت شرایط مجاز می‌باشد.

۱-۸-۲-۳- شرایط نصب هادی نزولی

برای نصب هادی‌های نزولی شرایط زیر باید فراهم شود:

- چند مسیر برای تخلیه جریان صاعقه ایجاد نماید.
- تا حد امکان مسیرها کوتاه و مستقیم باشد.
- نصب هادی در امتداد صاعقه‌گیرها اجرا شود.
- از حلقه‌های هم‌پتانسیل‌سازی استفاده شود.
- به دهانه ناودان یا به ناودان متصل نباشد حتی اگر با لوله PVC پوشانده شده باشد.
- هادی نزولی باید در هر متر با سه بست به سازه متصل شود.
- هادی نزولی توسط بست آزمایشی به شبکه الکترودهای مدفون شده در خاک متصل شود.

۹-۲-۳- سیستم زمین

یکی از مهم‌ترین قسمت‌های سیستم حفاظت صاعقه سیستم زمین است.

با اصابت صاعقه (آذرخش) یا برق به برق‌گیر انرژی الکتریکی آن به برق‌گیر منتقل می‌شود و سیستم هادی میانی وظیفه دارد از یک مسیر مناسب که در طراحی مدنظر بوده آن را به سیستم زمین منتقل کند. کار سیستم ارت به تزریق انرژی صاعقه به زمین منتهی می‌شود بدون اینکه تخلیه مسیرهای نادرست صورت گیرد.

با توجه به توضیح بالا معلوم می‌شود قسمت زمین سیستم ارت باید به نحوی تخلیه انرژی به زمین را در کمترین زمان انجام می‌دهد زمین مبنای پتانسیل الکتریکی بوده و مقاومت صفر است ولی به علت وجود لایه‌های پوسته زمین، در سطح زمین مقاومت آن دقیقاً صفر نیست و باید با ایجاد سیستم زمین مناسب مقاومت زمین را به صفر نزدیک کرد تا قابلیت جذب انرژی صاعقه را داشته باشد. پس مهم‌ترین مؤلفه یک سیستم زمین مقدار مقاومت اهمی است. هر چه این مقدار پایین‌تر باشد اتصال زمین بهتر است. برای سیستم‌های قدرت، مقاومت اتصال زمین زیر ۱۰ اهم قابل قبول است ولی برای سیستم‌های حساس مانند سیستم‌های مخابراتی معمولاً مقاومت زیر ۳ اهم مدنظر است. موارد خاص با توجه به پیشنهاد سازنده دستگاه این مقدار تغییر می‌یابد.

۱۰-۲-۳- روش‌های طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه

برای تعیین محل نصب پایه‌های صاعقه‌گیر سه روش زیر وجود دارد.

۱- روش زاویه حفاظتی

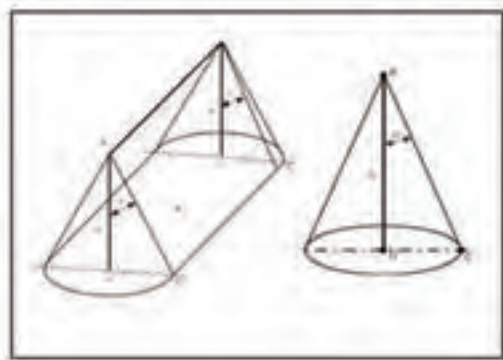
۲- روش مش

۳- روش گوی غلتان

۱۱-۲-۳- روش زاویه حفاظتی: این روش برای سطوح شیب‌دار قابل استفاده است. در این سطوح میله‌های

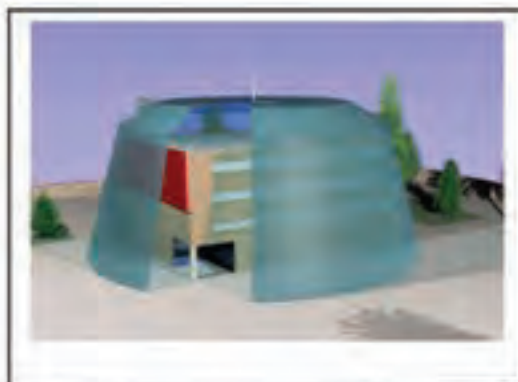
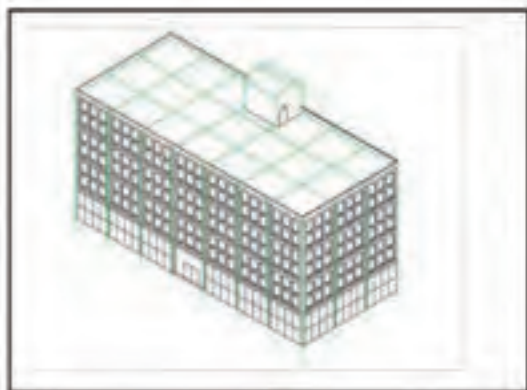
صاعقه‌گیر نسبت به افق عمودی نصب می‌شوند به‌طوری که محدوده حفاظتی مد نظر زاویه حفاظتی برآورده شود (شکل ۳۵). معمولاً این روش برای تکمیل روش مش در ساختمان‌هایی که در سطح هموار برآمدگی دارند استفاده می‌شود. این روش ساده‌ترین روش جایابی صاعقه‌گیر است و برای میله‌های صاعقه‌گیر فرانکلین به کار

می‌رود اما به اندازه روش گوی غلتان مؤثر و قابل اطمینان نیست. همچنین این روش برای ساختمان‌های با ارتفاع بیش از ۲۰ متر مناسب نیست (شکل ۵۴).



شکل ۵۴- روش زاویه حفاظتی

۱-۲-۳- روش مش (قفس فاراده): در این روش تسمه‌های مسی را به صورت متقاطع به نحوی بر روی سطح خارجی ساختمان نصب می‌کنند که فاصله این تسمه‌های مسی، متناظر با اعداد مرتبط با کلاس حفاظتی است. برای ساختمان‌های بلندتر از ۶۰ متر، برای ۲۰ درصد دیوارهای بخش بالایی ساختمان نیز این روش اجرا می‌شود (شکل ۵۵).



شکل ۵۵- روش مش (قفس فاراده)

در مورد قفس فاراده تحقیق کرده و نتیجه را به کلاس گزارش داده و در مورد کاربردهای آن در صنایع مختلف بحث نمایید. (شکل ۵۶).

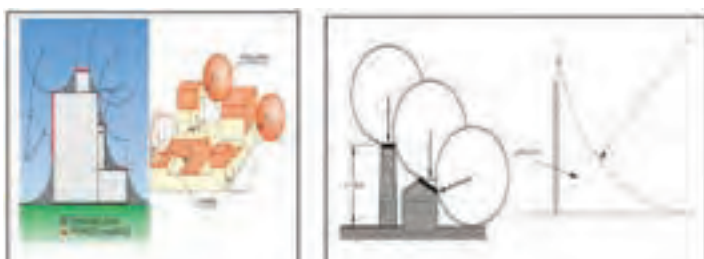
تحقیق کنید





شکل ۵۶- قفس فاراده

۲-۱۱-۳- روش گوی غلتان: در این روش کره‌ای فرضی روی سازه غلتانده می‌شود و قسمت‌هایی از سازه که گوی با آن محدودتر تماس پیدا می‌کند، مستعد برخورد صاعقه و نیازمند محافظت تشخیص داده می‌شود و پایانه‌های صاعقه‌گیر در آن مناطق نصب می‌شود. این روش جامع و درعین‌حال روشی ساده برای تعیین محل پایانه‌های صاعقه‌گیر است (شکل ۵۷).



شکل ۵۷- روش گوی غلتان

تحقیق کنید



به نظر شما هواپیماها برای جلوگیری از خطرات برخورد صاعقه از کدام روش فوق استفاده می‌کنند؟

فعالیت



با توجه به سطح‌های حفاظتی و جداول مربوطه در کتاب همراه تعداد صاعقه‌گیرها و اندازه سطح حفاظتی هر کدام را توسط سه روش فوق برای سقف کارگاه برق به دست آورده و نتایج را با هم مقایسه کنید.

۲-۱۲- حفاظت ثانویه

علاوه بر خطرات اشاره‌شده در بالا برخورد مستقیم صاعقه موجب القای شوک‌های الکتریکی در خطوط برق و تغذیه (سیم‌کشی برق، دربازکن، تلفن، تلویزیون، کامپیوتر و نظایر آن) می‌شود. با توجه به رشد روزافزون استفاده از تجهیزات الکترونیکی در لوازم خانگی، حفاظت وسایل الکتریکی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. بنابراین برای حفاظت از این سیستم‌ها و کنترل شوک‌ها، باید از حفاظت‌کننده‌های اضافه ولتاژ یعنی برق‌گیر مطابق با استاندارد IEC ۶۱۰۲۴-IEC ۶۱۶۴۳ استفاده کرد.

به وسیله‌ای که دستگاه‌های الکترونیکی و مخابراتی را در مقابل شوک‌های ناشی از صاعقه محافظت می‌کند،

سرج ارستر یا SPD^۱ گفته می‌شود. در این هنگام ایجاد شوک‌های الکتریکی، جریان اضافه را به زمین منتقل کرده و از آسیب به دستگاه‌های الکتریکی محافظت می‌کند. سرج ارسترها از نظر کلاس حفاظتی به چند دسته تقسیم می‌شوند:

● **ارستر کلاس B:** این ارسترها به عنوان حفاظت اولیه در برابر صاعقه با تحمل جریان ۱۰۰KA مورد استفاده قرار می‌گیرد.

این نوع از سرج ارستر به منظور محافظت از دستگاه‌های الکترونیکی در برابر جریان گذرای ناشی از رعد و برق استفاده می‌شود و دارای بهره‌وری و اثربخشی بالایی می‌باشد. این سرج برای حفاظت از تأسیسات برقی و تجهیزات الکترونیکی در هنگام اضافه ولتاژ و یا جریان رعد و برق مستقیم مورد استفاده قرار می‌گیرد و دارای ظرفیت تخلیه بالایی می‌باشد (شکل ۵۸).



شکل ۵۸ - کلاس B

● **ارستر کلاس C:** این ارسترها برای محافظت در مقابل سوئیچینگ می‌باشند که به عنوان حفاظت ثانویه در مقابل اضافه ولتاژ عمل می‌کنند و ولتاژ ناشی از ارسترهای کلاس B را حذف می‌نمایند و همچنین ولتاژهای ناشی از سوئیچینگ، بر روی شبکه برق قدرت را به زمین منتقل می‌نماید (شکل ۵۹).



شکل ۵۹ - کلاس C

سرج ارستر کلاس C طوری طراحی شده است که رابط میان هادی سیستم الکتریکی و زمین باشد و میزان

۱- Surge Protective Devices

اضافه ولتاژ در دستگاه الکتریکی را کاهش دهد. سرچ ارستر کلاس C برای محافظت از تجهیزات الکتریکی در هنگام تغییر ولتاژ ناشی از رعد و برق به کار می‌رود. این سرچ ارستر به دلیل آنکه دارای وریتور اکسید فلزی می‌باشد از ظرفیت تخلیه بالایی برخوردار است.

● **ارستر کلاس B+C:** این نوع ارسترها بالاترین حفاظت را در حالت اضافه ولتاژ ناگهانی دارا می‌باشند و در تابلوسازی، مخابرات، مراکز صنعتی و نظامی مورد استفاده قرار می‌گیرند. امروزه بیشتر از این ارسترها استفاده می‌شود.

سرچ ارستر کلاس B+C برای حفاظت از سیستم‌های الکتریکی در زمان توزیع ولتاژ پایین ناشی از صاعقه و یا سوئیچ داخلی دستگاه‌های الکترونیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. ویژگی این نوع از سرچ ارستر آن است که به هنگام تخلیه جریان اضافی گازهای داغ یونیزه صادر نمی‌کند بنابراین نیاز نیست که از وسایل قابل اشتعال دورنگه داشته شود (شکل ۶۰).



شکل ۶۰ - کلاس B+C

● **ارستر کلاس D:** جهت تکمیل و مقابله با اضافه ولتاژ از این نوع ارسترها استفاده می‌گردد. سرچ ارستر کلاس D در خطوطی که دارای ولتاژ پایین می‌باشند مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نوع از سرچ ارستر نباید در معرض مستقیم صاعقه قرار گیرد (شکل ۶۱).



شکل ۶۱ - کلاس D

● **ارستر مخابراتی:** این نوع ارسترها برای حفاظت از خطوط کابل‌های CAT۵ و CAT۶ و همچنین برای

حفاظت از دوربین‌های مداربسته مورد استفاده قرار می‌گیرد.

● **ارستر دوربین:** این ارستر برای محافظت از انواع دوربین‌های مداربسته، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ارستر می‌تواند در صورت وقوع صاعقه در مسیر سیگنال و ارتباط الکتریکی دوربین‌ها، باعث جلوگیری از آسیب به دوربین شود (شکل ۶۲).



شکل ۶۲ - سرچارستر دیتا و دوربین

روش نصب سرچارستر

سرچارسترها، به‌صورت سری یا موازی در مدار قرار می‌گیرند. اتصال سری یا موازی بستگی به نوع کاربرد آنها دارد. همیشه سرچارستر بعد از کلید اصلی و قبل از کلید محافظ جان (RCD)، از روی ریل تابلوهای توزیع برق واحد قرار می‌گیرد. اکثر سرچارسترهای تولیدشده توسط شرکت‌های معتبر، به‌صورت ماژولار هستند و از دو قطعه پایه و ماژول حفاظتی تشکیل می‌شود. ماژول حفاظتی به شکل خشاب مانند از پایه خارج شده یا به آن وارد می‌شود. هرچند در برخی ظرفیت‌های ضربه، پایه و ماژول حفاظتی یکپارچه بوده و قابل جداسازی نیستند. طول عمر سرچارستر بستگی مستقیم به تعداد و قدرت صاعقه‌ها یا ضربات اضافه ولتاژهای حاصل از کلید زنی (سوئیچینگ) در شبکه دارد (شکل ۶۳).



سرچارستر یکپارچه



خشاب به‌همراه پایه



خشاب سرچارستر

شکل ۶۳ - انواع سرچارستر از نظر نصب

نصب سرچ ارستر در تابلو



(باس بار) مسیرهای خروجی به ارت را به یکدیگر متصل می نماید. این کار فقط به منظور کاهش، و صرفه جویی در مقدار سیم کشی است (شکل ۶۴).



شکل ۶۴- نصب سرچ ارستر

سرچ ارسترها در انواع تک فاز، فاز و نول، نول، دو فاز، دو فاز و نول، سه فاز و سه فاز و نول تولید می شود که هر یک به اقتضای محل و شرایط، مورد استفاده قرار می گیرد. نکته مهم در این رابطه عدم ارتباط داخلی سرچ ارسترها با یکدیگر است. مدار و عملکرد سرچ ارسترها کاملاً از یکدیگر مستقل است و برخلاف فیوزهای مینیاتوری، کلیدهای اتوماتیک یا موارد مشابه، اختلال در یکی از فازها موجب قطع هر سه فاز نمی شود. در پایه های دوپل و بالاتر، صرفاً یک شینه



علت استفاده از فیوز قبل از سرچ ارستر چیست؟



نصب سرچ استر در تابلوی برق

یک سرچ ارستر سه فاز و تک فاز را در تابلوی برق کارگاه نصب نموده و اتصال شینه ارت به سرچ ارستر را با استفاده از کابلشو انجام دهید.

۳-۳- ارزیابی خطر صاعقه بر سازه

یکی از سؤالاتی که همیشه مطرح می گردد اینست که چه ساختمانهایی نیاز به نصب سیستم صاعقه گیر دارند و چگونه این ساختمانها مشخص می گردند . جهت ارزیابی خطر صاعقه بر سازه موارد زیر مورد نظر می باشد :

موقعیت سازه

نوع کاربری

نوع سازه (اسکلت فلزی، بتونی، چوبی، مصالح بنایی و ...)

ارتفاع سازه

تعداد ضربات احتمالی بر سازه

معیار ارزیابی نیاز سازه به سیستم حفاظتی، محاسبه ضریب خطر کلی (Po) است . اگر این مقدار ضریب خطر با توجه به محاسبات و فرمولهای ذیل از یک هزارم درصد (۰,۰۰۰۰۱)، بیشتر یا مساوی باشد سیستم حفاظتی، ضروری به نظر می رسد و اگر نتیجه کمتر از مقدار فوق باشد باید بررسی دقیق از سازه، موقعیت، و مصالح متشکله انجام و سپس تصمیم گیری لازم در خصوص نیاز و یا عدم نیاز به حفاظت اتخاذ گردد. محاسبات ضریب خطر کلی (Po) طبق روابط زیر است :

$$Ac = LW + 2.L.H + 2W .H + 3.14(H)^2$$

$$P = Ac \times Ng \times 10^{-6}$$

$$Ko = A \times B \times C \times D \times E$$

$$Po = P \times Ko$$

در فرمولهای فوق :

Ac: منطقه تجمعی بر حسب متر مربع

Ng: چگالی تخلیه صاعقه به زمین (عدد ایزوکرونیک) بر حسب سال بر کیلومتر مربع می باشد که اگر در دسترس نباشد از رابطه زیر قابل محاسبه است

$$Ng = 0.04(Td)^{1.25}$$

در رابطه فوق (Td) تعداد روزهای توام با صاعقه در سال است که از نقشه های هواشناسی بدست می آید. یک نمونه از این نمودارهای در نمودار شماره ۱ کتاب همراه هنرجو آمده است .

H: ارتفاع سازه بر حسب متر
L: طول سازه بر حسب متر
W: عرض سازه بر حسب متر

می باشد.

ضرایب A, B, C, D و E به ترتیب مربوط به کاربری و اهمیت سازه ها، نوع سازه، اثرات منتهجه و اجزای داخلی سازه، ضریب عایقی و موقعیت سازه می باشد که از جداول ۱-۱ تا ۵-۱ (کتاب همراه هنرجو) بدست می آید

مثال:

کارخانه ای دارای مواد قابل اشتعال به طول ۳۷، عرض ۲۳ و ارتفاع ۸ متر بر روی تپه ای که اطراف آن انبوهی از درختان بلند می باشد، قرار گرفته است. اسکلت این کارخانه از نوع فولادی و سقف غیر فلزی در منطقه ای قرار گرفته است که تعداد روزهای توام با صاعقه ۱۷ روز می باشد. محاسبه نمایید آیا این کارخانه نیاز به سیستم صاعقه گیر دارد یا خیر

حل:

با توجه به داده های مسئله و جداول داریم:

$$Ng = 0.04(Td)^{1.25} = 0.04(17)^{1.25} = 2.76$$

از جداول همراه هنجو داریم:

$$A=1, B=2, C=45, D=15, E=4$$

پس:

$$Ac = 23 \times 37 + 2 \times 23 \times 8 + 2 \times 37 \times 8 + 3.14(8)^2 = 2011.96$$

$$P = 2011.96 \times 2.76 \times 10^{-6} = 0.00555$$

$$Ko = 0.4 \times 0.15 \times 0.45 \times 0.2 \times 1.1 = 0.00594$$

$$Po = 0.00555 \times 0.00594 = 0.0000329$$

با توجه به اینکه $0.0000329 > 0.00001$ می باشد بنابراین این کارخانه نیاز به سیستم حفاظتی در مقابل صاعقه را دارد.

یک مجتمع تجاری اداری در تهران با اسکلت و سقف بتونی بروی سطح زمین به طول ۴۰ و عرض ۲۵ و ارتفاع ۲۱ متر در مکانی با سازه های مرتفع بنا شده است. محاسبه نمایید آیا این سازه به صاعقه گیر نیاز دارد یا خیر؟

ارزشیابی شایستگی همبندی و صاعقه گیر

شرح کار:

- همبندی به میلگرد سازه
- جوش کدولد در همبندی
- جوش کاری میلگرد همبندی
- نصب صاعقه گیر

استاندارد عملکرد: اجرای اتصالات همبندی با جوش احتراقی و جوشکاری - نصب صاعقه گیر - اتصال زمین

شاخص ها:

- همبندی و اتصالات آن
- صاعقه گیر و نصب آن

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: فضای مناسب - ابزار مناسب - مدت زمان متناسب با حجم کار
 ابزار و تجهیزات: ابزار عمومی سیم کشی برق - باتری لید اسید - اینورتر - لباس کار

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	روش های همبندی	۲	
۲	نصب صاعقه گیر و متعلقات آن	۲	
۳	جوشکاری اتصالات متعارف همبندی	۱	
۴	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: کسب اطلاعات کار تیمی مستند سازی ویژگی شخصیتی	۲	
میانگین نمرات			*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.

