

## مقدمه

شبکه های توزیع با توجه به اهمیت مصرف کنندگان و داشتن تخصص در نوع بهره برداری شبکه ها و در نهایت با توجه به علم و تخصص روز مهندسين می تواند مورد بهره برداری قرار بگیرد که در بهره برداری از این شبکه ها به هر نوعی که باشند باید به خواسته های زیر برسیم:

- شبکه حداکثر درجه اطمینان معرف را دارا باشد حتی در مواقع بروز عیب در قسمتی از آن.
- عیب یابی هنگام بروز عیب، سریع باشد.
- تلفات شبکه و همچنین افت ولتاژ بهینه باشد.
- شبکه دارای درجه اطمینان حفاظتی خوبی باشد.

لذا در احداث شبکه ها باید با رعایت استانداردها به خواسته های ذکر شده در شبکه های توزیع برسیم. از این رو در این فصل با استاندارد نصب و اجرای تجهیزات اصلی شبکه توزیع (استاندارد های شرکت توانیر) آشنا خواهیم شد:

## استاندارد نصب پایه

## نمای ظاهری تیر

تصویر تیر بروی صفحه ای به موازات محور طولی تیر، نمای ظاهری تیر نامیده می شود.

## قسمت مماس با زمین

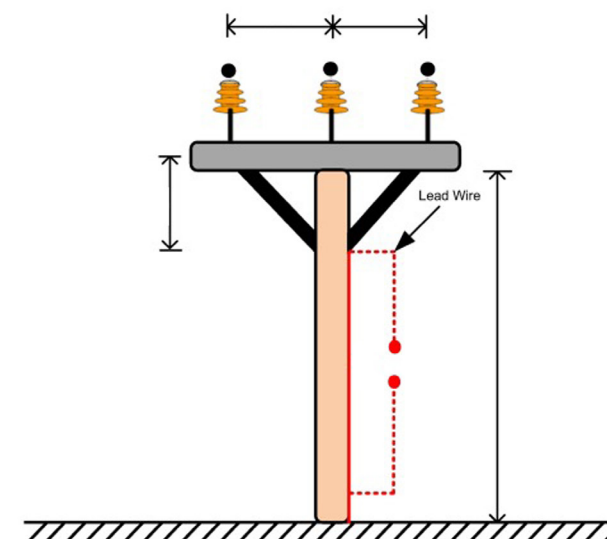
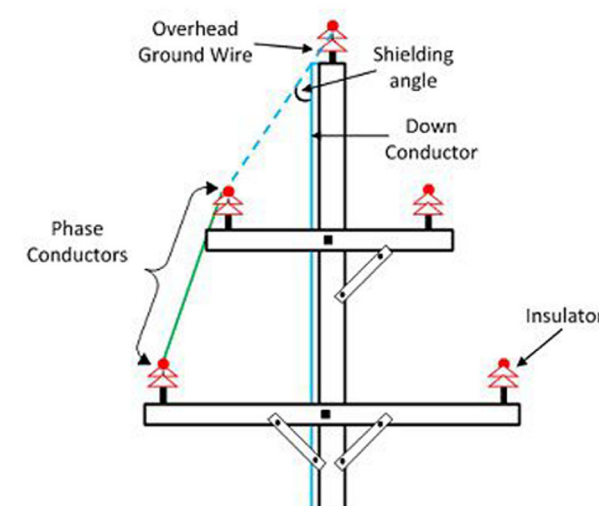
آن قسمت از تیر که بین 30 سانتیمتر بالاتر و 60 سانتیمتر پایین تر از سطح زمین واقع شده است قسمت مماس با زمین نام دارد.

## تعاریف مربوط به پایه های بتنی

## بتن مسلح

به بتنی اطلاق می گردد که در داخل آن میلگرد های فولادی (آرماتور) جهت افزایش استحکام بتن بکاررفته باشد. میلگرد های فولادی بصورت اسکلت فولادی در قالب قرار می گیرد و پس از بتن ریزی در قالب و رسیدن مقاومت بتن به حد کافی قالبها برداشته می شود.

## فصل چهارم

استاندارد نصب  
تجهیزات شبکه  
های توزیع

## بتن پیش تنیده

به بتنی اطلاق می گردد که میله یا سیم های فولادی (تندان) پیش از ریختن روی آنها، با نیروی معینی کشیده شده باشند و پس از اینکه بتن روی آنها ریخته شد و قدرت کافی برای نگهداشتن سیمهای تحت کشش پیدا کرد نیروی کشش از روی سیمها برداشته می شود.

## تندان

به سیم های فولادی که قدرت تحمل نیروی کشش زیادی داشته و در ساختمان تیرهای پیش تنیده جهت انتقال پیش تنش به بتن بکار میرود اطلاق می شود.

## خاموت

سیم های فولادی هستند که در فواصل معینی از یکدیگر به دور میلگرد ها پیچیده می شوند و در جهت مقاومت در برابر برش، نگهداری میله ها و تشکیل اسکلت اصلی بکار می روند.

## مقاومت نرمال

میزان باری است که تیر بطور دائم، بدون آنکه در آن ترکی مشاهده گردد، بتواند تحمل کند. به این بار قدرت نامی تیر نیز گفته می شود.

## مقاومت ارتجاعی

میزان باری است که در اثر وارد شدن آن به تیر، تیر حالت ارتجاعی خود را از دست می دهد و در آن تغییر شکلهای دائمی ایجاد می شود.

## مقاومت نهایی

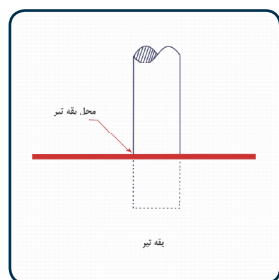
میزان باری است که در اثر وارد شدن، تیر شکسته می شود.

## تعاریف مربوط به پایه های چوبی

در این استاندارد از اصطلاحاتی استفاده شده است که تعریف آنها در این قسمت می آید.

## یقه تیر

فصل مشترک بین تیر چوبی و سطح زمین، یقه تیر نام دارد.



شکل (۴-۱)

## قطر گره

قطر گره روی تنه درخت چوب و در جهت عمود بر محور طولی تیر اندازه گیری می شود. قسمت خارجی گره (زیر پوست و دارای شیره) و قسمت داخلی و سخت آن باید در اندازه گیری در نظر گرفته شود.

## محیط سینه تیر

محیط آن قسمت از تیر که در ارتفاع 183 سانتیمتری از ته تیر قرار گرفته است محیط سینه تیر نام دارد.

## فونداسیون

معمولترین فونداسیون برای تیرهای چوبی و بتنی مسلح، دفن مستقیم آنها در خاک است. تجربه خطوط اجرا شده نشان دهنده عملکرد خوب این فونداسیون با هزینه کم آن است. آن مقدار از طول تیر که در خاک قرار می گیرد، بر حسب مقاومت جانبی خاک (جنس زمین) بدست می آید و تابعی است از خاک محل و مصالحی که گودال فونداسیون را پرمی کند. نکته قابل توجه در مورد کیفیت مصالح پرکننده «درجه تراکم» آن است که به یقین دراستقامت فونداسیون تاثیر خواهد گذاشت. بنابراین مهمترین قسمت دفن مستقیم پایه های بتنی، مربوط به نحوه سنگ چینی و کوبیدن آنها توسط دیلم و یا اهرم مخصوص است. برای پر کردن گودال اطراف تیر، می توان از خاک محل

## جنس زمین

بطور کلی طبق استاندارد وزارت نیرو نوع خاک به چهار دسته تقسیم می شوند:

### ■ زمین های معمولی

این زمین ها، شامل گل خشک و سفت شده، شن زار خشک و سفت شده و همچنین شن و ماسه به هم فشرده و سفت می باشد.

### ■ زمین های سست

این نوع زمین ها شامل شن نرمی است که نشست بکند. خاک رس، گل نرم، کود ولجن، رس نرم یا مرطوب، ماسه نرم، سنگ ریزه و ریگ سست بدون خاگریزه و یا ترکیبی از انواع اینها، می تواند از این نوع باشد. این زمین ها سست بوده و به راحتی با بیل و کلنگ دستی کنده می شوند.

### ■ زمین های سفت یا سخت (خوب)

این نوع زمین شامل خاک رس و شن درشت خشک و به هم فشرده است. شن این زمین ها سفت بوده و نشست نمی کند. سنگ ریزه و خاک ریگدار سفت (مخلوط با شن)، صخره سست، رسوب سخت، خاک شسته، رس آبی زرد رنگ، رسوب های سخت و یا ترکیبی از خاک های نامبرده با اندازه های متفاوت در این زمین ها دیده می شود.

### ■ زمین های سنگلاخ

در این زمین ها، برای کنده چاله به دینامیت یا کمپرسور احتیاج می باشد زیرا زمین های سنگلاخی از تخته سنگ های سخت و یکپارچه تشکیل شده است.

جدول (1-4) ابعاد گودبرداری برای تیرهای بتنی را در زمین های مختلف آورده است. در این جدول، زمین معمولی و خوب یکجا نوشته شده و قدرت های 200 تا 600 به تقریب برای پایه های میانی، قدرت های 800 تا 1200 برای پایه های انتهایی و زاویه بیان شده است. جدول (2-4) نیز حداقل عمق دفن پایه های چوبی آورده شده است.

## وزن و نیروی کششی پایه ها

دورچینی فونداسیون پایه ها، از مقدار وزن تجهیزات، پایه ها و همچنین میزان نیروی کششی تیر تاثیر می پذیرد. بعنوان مثال، مشخصات گود و دورچینی پایه های میانی نسبت به تیر های انتهایی و زاویه، به علت کمتر بودن نیروی کششی متفاوت و ساده تر است. هر چه قدرت پایه افزایش یافته و میزان لنگر خمشی تیر در معرض کشش بیشتر باشد، حجم فونداسیون بزرگتر خواهد شد. در هنگام

درشت دانه، سنگ های شکسته شده، قلوه سنگ و حتی بتن استفاده کرد. بتن نسبت به خاک های درشت دانه ای که خوب کوبیده شده، دارای مزیت خاصی نیست. تنها امتیاز پر کردن با بتن این است که به علت یکپارچه سازی فونداسیون، نیازی به کوبیدن نیست، اما این نکته را نیز باید در نظر داشت که علاوه بر گران تر بودن بتن، عدم دقت در پرشدن کامل ته فونداسیون و نگهدارنده های شیمیایی تا زمان گیرش نهایی بتن، هزینه های زیادی باید صرف شود.

## گود برداری برای نصب پایه ها

برای کندن یک چاله تیر به اندازه مناسب، که بتواند همه نیرو ها و لنگرهای وارده را تحمل کرده و پایه را همچنان در خاک استوار نگهدارد باید موارد زیر را در نظر گرفت:

## ابعاد گودال

قطر چاله ای که کنده می شود متناسب با اندازه قطر پایه مورد نظر که باید در چاله قرار گیرد، است. یعنی قطر چاله باید به اندازه ای باشد که فضای کافی در هر طرف پایه، برای پر کردن اطراف و محکم نمودن آن و همچنین برای مانور تیر و قراردادن آن در طول خط وجود داشته باشد. در مورد چاله پایه های چوبی نیز باید فضای کافی برای استفاده از اهرم به منظور نصب تیر وجود داشته باشد. بطور معمول ابعاد جانبی گودال را باید به اندازه ته تیر بعلاوه 20 سانتیمتر از هر طرف در نظر گرفت. بعنوان یک قانون تجربی، می توان عمق فونداسیون را برابر 10 درصد طول تیر به علاوه 60 سانتیمتر (در زمین معمولی) در نظر گرفت.

عمق چاله =

$$100/10 \times h(m) + 60(\text{cm})$$

h: طول تیر بر حسب متر

به عنوان مثال:

برای تیر 9 متری:

$$\frac{10}{100} \times 9 + 0.6 = 0.9 + 0.6 = 1.5m$$

برای تیر 12 متری:

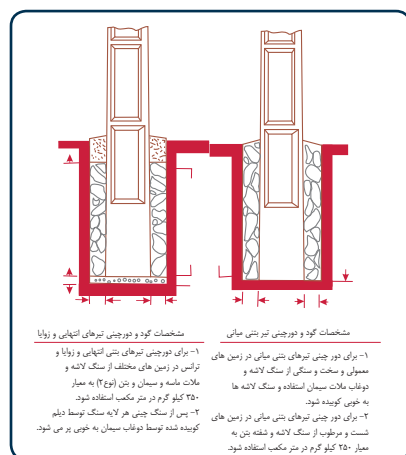
$$\frac{10}{100} \times 12 + 0.6 = 1.2 + 0.6 = 1.8m$$

جدول (۴-۲): حداقل عمق دفن پایه های چوبی

| نوع خاک                            | معمولی |        |       | سست |        |       | خوب |        |       | سنگ دار |        |       |
|------------------------------------|--------|--------|-------|-----|--------|-------|-----|--------|-------|---------|--------|-------|
|                                    | سبک    | معمولی | سنگین | سبک | معمولی | سنگین | سبک | معمولی | سنگین | سبک     | معمولی | سنگین |
| شرایط آب و هوایی<br>نوع پایه (متر) |        |        |       |     |        |       |     |        |       |         |        |       |
| ۸                                  | ۱/۴    | ۱/۵    | ۱/۷   | ۱/۶ | ۱/۹    | ۲/۰   | ۱/۳ | ۱/۴    | ۱/۵   | ۱/۱     | ۱/۱    | ۱/۲   |
| ۹                                  | ۱/۶    | ۱/۷    | ۱/۸   | ۱/۷ | ۱/۹    | ۲/۱   | ۱/۳ | ۱/۴    | ۱/۵   | ۱/۱     | ۱/۲    | ۱/۳   |
| ۱۰                                 | ۱/۵    | ۱/۷    | ۱/۸   | ۱/۸ | ۲/۰    | ۲/۲   | ۱/۴ | ۱/۵    | ۱/۶   | ۱/۱     | ۱/۲    | ۱/۳   |
| ۱۱                                 | ۱/۶    | ۱/۷    | ۱/۹   | ۱/۸ | ۲/۱    | ۲/۲   | ۱/۴ | ۱/۵    | ۱/۶   | ۱/۱     | ۱/۲    | ۱/۳   |
| ۱۲                                 | -      | ۱/۷    | ۱/۹   | -   | ۲/۱    | ۲/۳   | -   | ۱/۶    | ۱/۷   | -       | ۱/۲    | ۱/۴   |
| ۱۳                                 | -      | ۱/۸    | ۲/۰   | -   | ۲/۲    | ۲/۴   | -   | ۱/۶    | ۱/۷   | -       | ۱/۲    | ۱/۴   |
| ۱۴                                 | -      | ۱/۹    | ۲/۱   | -   | ۲/۳    | ۲/۴   | -   | ۱/۷    | ۱/۷   | -       | -      | ۱/۵   |
| ۱۵                                 | -      | -      | ۲/۱   | -   | -      | ۲/۵   | -   | -      | ۱/۸   | -       | -      | ۱/۵   |
| ۱۶                                 | -      | -      | -     | -   | -      | -     | -   | -      | ۱/۸   | -       | -      | ۱/۶   |
| ۱۷                                 | -      | -      | -     | -   | -      | -     | -   | -      | ۱/۹   | -       | -      | ۱/۶   |
| ۱۸                                 | -      | -      | -     | -   | -      | -     | -   | -      | ۱/۹   | -       | -      | ۱/۷   |
| ۱۹                                 | -      | -      | -     | -   | -      | -     | -   | -      | ۲/۰   | -       | -      | ۱/۷   |

## نصب پایه های بتنی

در تیر های پیش تنیده ( که دارای مقطع توخالی هستند ) ، هنگامی که از مهار استفاده می شود یا فشار عمودی زیاد می باشد ، به علت افزایش نیروی محوری در طول تیر باید به چگونگی انتقال نیرو ( به زمین در کف تیر ) توجه ویژه ای نمود و برای مقابله با تنش های لهیدگی در آن ناحیه ، در زیر تیر از صفحه های بزرگتری کمک گرفت . این موضوع در مواقعی که جنس خاک زمین از نوع سست است ، رعایت خواهد شد . شکل (4-2) مشخصات گود و دورچینی دو نوع پایه بتنی توخالی و پایه های کششی و زاویه را نشان می دهد .



شکل (۴-۲)

نکته: طبق استاندارد وزارت نیرو ، در زمین های سفت و سنگلاخ نباید ضخامت خاک موجود روی آنها از 25% حجم چاله تجاوز نماید تا چاله مربوطه از آن دسته بحساب آید.

## نصب پایه های چوبی

■ در شرایطی که زمین محل دفن پایه سست بوده و یا به دلایلی نتوان عمق دفن پایه را به اندازه لازم

طراحی فونداسیون ، باید به این نکته توجه داشت که به دلیل رفتار شمع مانند این نوع فونداسیون ها ، بیشترین لنگر خمشی بجای سطح زمین ، در نقطه ای پایین تر از سطح زمین اتفاق می افتد ، به همین دلیل است که ته بیشتر تیر ها ، مقطعی بزرگتر دارند. افزایش سطح مقطع تیر ، می توان جبران کننده باشد پس برای مقابله با فشار لنگر خمشی ، می توان در ته گودال محل تیر بتنی انتهایی و یا کششی از بلوک سیمانی ریخته شده قبل از شروع نصب پایه استفاده نمود.

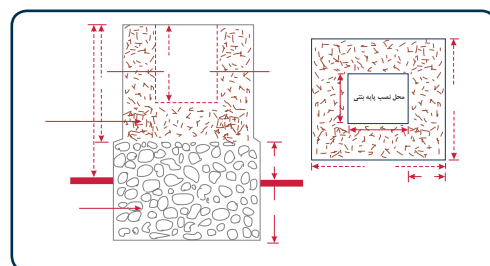
جدول (۴-۱): ابعاد گودبرداری تیرهای بتنی در زمین های متفاوت

| قدرت اسمی (kg) | طول تیر (m)     | زمین معمولی و خوب   |     | زمین سست و مرطوب   |     | زمین سخت و سنگی  |     |
|----------------|-----------------|---|-----|--|-----|--|-----|
| ۶۰۰ تا ۲۰۰     | ۸               | ۸۰ × ۷۰   | ۱۵۰ | ۸۰ × ۷۰  | ۱۶۰ | ۸۰ × ۷۰  | ۱۳۰ |
|                | ۹               | ۹۰ × ۸۰   | ۱۶۰ | ۹۰ × ۸۰  | ۱۷۰ | ۹۰ × ۸۰  | ۱۴۰ |
|                | ۱۰              | ۹۰ × ۸۰   | ۱۷۰ | ۹۰ × ۸۰  | ۱۸۰ | ۹۰ × ۸۰  | ۱۵۰ |
|                | ۱۱              | ۱۰۰ × ۸۰  | ۱۸۰ | ۱۰۰ × ۸۰   | ۱۹۰ | ۱۰۰ × ۸۰   | ۱۶۰ |
|                | ۱۲              | ۱۰۰ × ۸۰  | ۱۸۰ | ۱۰۰ × ۸۰   | ۲۰۰ | ۱۰۰ × ۸۰   | ۱۷۰ |
|                | ۱۳              | ۱۰۰ × ۸۰  | ۲۰۰ | ۱۰۰ × ۸۰   | ۲۱۰ | ۱۰۰ × ۸۰   | ۱۹۰ |
|                | ۱۵              | ۱۱۰ × ۹۰  | ۲۱۰ | ۱۱۰ × ۹۰   | ۲۲۰ | ۱۱۰ × ۹۰   | ۲۰۰ |
| ۸۰۰ تا ۱۲۰۰    | ۹               | ۱۰۰ × ۸۰  | ۱۶۰ | ۱۰۰ × ۸۰   | ۱۷۰ | ۱۰۰ × ۸۰   | ۱۴۰ |
|                | ۱۰              | ۱۰۰ × ۸۰  | ۱۷۰ | ۱۰۰ × ۸۰   | ۱۸۰ | ۱۰۰ × ۸۰   | ۱۵۰ |
|                | ۱۱              | ۱۱۰ × ۹۰  | ۱۸۰ | ۱۱۰ × ۹۰   | ۱۹۰ | ۱۱۰ × ۹۰   | ۱۶۰ |
|                | ۱۲              | ۱۱۰ × ۹۰  | ۱۸۰ | ۱۱۰ × ۹۰   | ۲۰۰ | ۱۱۰ × ۹۰   | ۱۷۰ |
|                | ۱۳              | ۱۲۰ × ۱۰۰   | ۲۰۰ | ۱۲۰ × ۱۰۰  | ۲۱۰ | ۱۲۰ × ۱۰۰  | ۱۹۰ |
|                | ۱۵              | ۱۲۰ × ۱۰۰   | ۲۱۰ | ۱۲۰ × ۱۰۰  | ۲۲۰ | ۱۲۰ × ۱۰۰  | ۲۰۰ |
|                | مشخصات خاک زمین | گل رس خشک و سفت شن مخلوط نرم به هم فشرده شده و سفت . خاک مخلوط رس و ماسه و قلوه سنگ خشک و سفت |     | گل رس خشک و سفت شن مرطوب . شوره زار آبدار . طبقات گل رس و ماسه آبدار |     | شن درشت به هم فشرده . طبقات سنگ و گل رس خشک . سنگ سست . گل رس خشک و سفت سنگدار |     |

نکته:

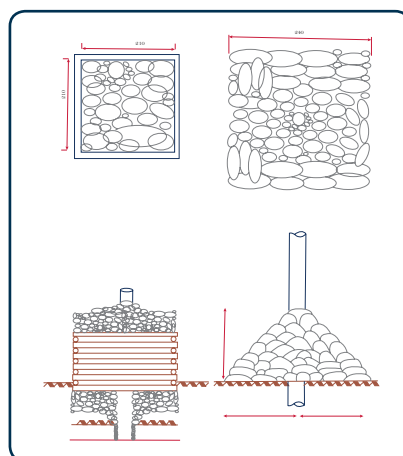
۱- برای زمین های سخت و سنگی . عمق هر گود برابر ۱۴ درصد طول تیر خواهد بود.

۲- برای کلیه تیرهای بتنی . کمترین فاصله مجاز از بدنه گود ۲۰ سانتیمتر می باشد

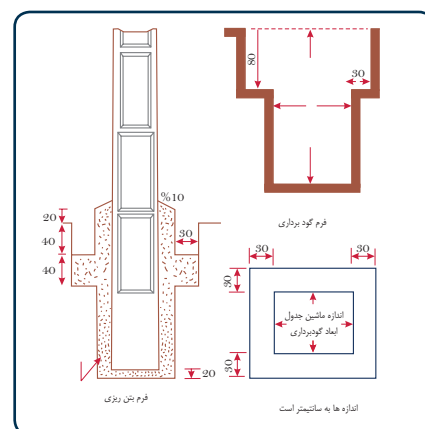


شکل (۴-۵): سکوی بتنی پایه در مناطقی که به افزایش مجازی طول پایه نیاز است

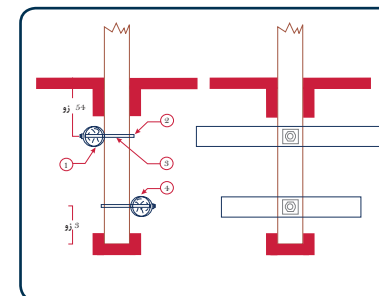
ضروری فراهم باشد. روش سنگ چینی دور پایه را برای مناطق با احتمال آب گرفتگی نشان می دهد.



شکل (۴-۷): فندوسیون



شکل (۴-۶): روش گودبرداری - نصب و دور چینی تیرهای بتنی در زمین های باتلاقی



شکل (۴-۳): نصب تیر چوبی

پیش بینی کرد، برای مستحکم نمودن، پایه آن را داخل زمین کلاف بندی می نمایم. شکل (۴-۳) جزئیات کار و مشخصات تجهیزات مورد نیاز را نشان می دهد.

■ در صورتی که زمین محل دفن پایه سست باشد می توان با استفاده از بلوک سیمانی در گودال دفن پایه، استحکام لازم برای پایه را تامین نمود. جزئیات این روش در شکل (۴-۴) نشان داده شده است.

## فونداسیون های خاص

در بعضی مواقع، بر اساس شرایط محل نصب پایه ها، باید فونداسیون های خاصی طراحی و مورد استفاده قرار داد. نمونه های زیر برای مثال بیان می شود:

■ نصب پایه در بستر مسیل رود خانه های فصلی با احتمال طغیان آب رود خانه.

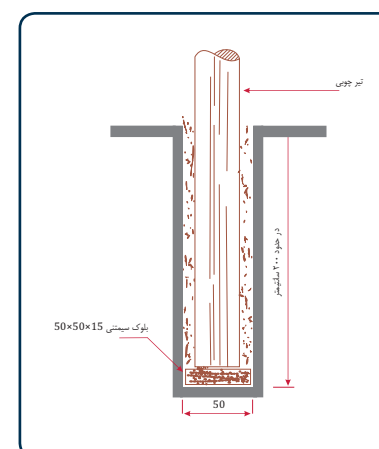
■ نصب پایه ها در محل هایی که احتمال آب گرفتگی می باشد.

■ نصب پایه در مناطق و زمین های باتلاقی.

■ افزایش مجازی طول تیر توسط سکوی بتنی بدلیل واقع شدن محل گود در ارتفاع پایین و یا در روفورژ جاده ها با احتمال پر شدن بعدی سطح زمین.

■ فونداسیون برای نصب پایه ها در زمین های سست.

شکل (۴-۵) چگونگی ساخت سکوی نصب پایه برای افزایش مجازی از سطح زمین و محل نصب پایه با ارتفاع مفید ۴ متر را نشان می دهد. شکل (۴-۶) جزئیات اجرایی یک نمونه فونداسیون خاص، طریقه گود برداری و نصب و دور چینی تیر ای بتنی در زمین ای باتلاقی و سست را نشان می دهد. طراحی ارتفاع و ابعاد این سکو، بمیزان پارامتر های خط بستگی دارد. تنها نکته قابل توجه این است که پس از آماده شدن سکو و در زمان نصب تیر بتنی، اطراف آن فقط با سنگ ریزه پر شده و محکم کوبیده می شود. در این مورد از دوغاب سیمان استفاده نمی شود تا امکان تعویض تیر در مواقع



شکل (۴-۴)

## استاندارد مقره

### هدف

هدف از این استاندارد تعیین اصول طراحی و مهندسی و مشخص نمودن مبانی طراحی و فنی مقره های فشار ضعیف فشار متوسط در شبکه توزیع و معیارهای قبولی و ارائه حداقل نیازها و خواسته های یک مقره و یراق آلات مربوط می باشد.

## تعاریف و مفاهیم مربوط به مقره ها

### واحد مقره زنجیری

مقره ای که در بردارنده ماده عایق همراه با قطعات فلزی جانبی برای اتصال به دیگر واحدهای زنجیر مقره می باشد را یک واحد مقره زنجیر می گویند.

### زنجیره مقره

یک یا چند واحد مقره زنجیری که به یکدیگر متصل شده به نحوی که نگهدارنده انعطاف پذیری برای هادی های خطوط هوایی باشند. تعداد مقره ها بستگی به سطح ولتاژ دارد.

### مقره یکپارچه

مقره یکپارچه یک واحد کامل و مستقل است که هادی خطوط هوایی را به صورت ثابت و غیر قابل انعطاف نگه می دارد و در معرض تنش خمشی و فشار بار ناشی از هادی قرار دارد. دو نوع اصلی مقره های یکپارچه مقره های سوزنی و اتکایی خط هستند.

### شکست سطحی

تخلیه مخرب خارجی یک مقره در مجاورت سطح خارجی مقره که در مسیر متصل کننده دو قسمتی که معمولاً ولتاژ عملکرد بین آنها اعمال می شود برقرار می گردد.

## بار تخریب مکانیکی

حداکثر بار مکانیکی است که یک واحد مقره زنجیری یا یک مقره یکپارچه تحت شرایط معین آزمایش می تواند تحمل نماید.

## ولتاژ سوراخ شدگی

حداقل ولتاژی است که بر واحد مقره زنجیری یا یک مقره یکپارچه اعمال می گردد و باعث بروز تخلیه مخرب در عایق مقره شود به نحوی که مسیر تخلیه خواص عایقی خود را از دست دهد.

### فاصله خزشی

حداقل مسیر با مجموع کوتاهترین فاصله مابین اجزای فلزی مقره که بر روی آن ولتاژ اعمال شده است که از روی قسمت های عایق عبور می نماید.

## تعداد مقره ها

تعداد مقره ها با توجه به سطح آلودگی و ولتاژ نامی سیستم تعیین می گردد.

## نوع مقره

نوع مقره بکار رفته در خطوط توزیع بستگی به محل نصب مقره، ولتاژ نامی سیستم و همچنین سطح آلودگی محیط و کشش وارده بر روی مقره دارد.

## نیروی وارد بر مقره

مقره ها باید طوری طراحی گردد که نیروهای ناشی از یخ، باد، زمین لرزه و اتصال کوتاه را تحمل کنند. جهت انتخاب مقره از دیدگاه مکانیکی معمولاً ترکیب بار گذاری نیروها را در نظر می گیرند. بزرگترین نتیجه حاصل از آن ها با در نظر گرفتن یک حاشیه ایمنی، معیار انتخاب مقره خواهد بود.



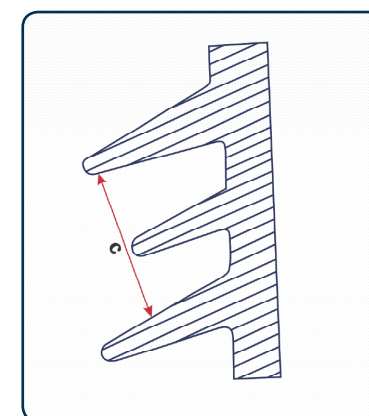
## مشخصات آب و هوایی محیط

این مشخصات شامل موارد زیر می شود:

- حداقل و حداکثر درجه حرارت سالیانه
- میزان بارندگی
- سرعت باد
- میزان یخ
- شتاب زلزله
- حداکثر میزان شبنم و مه در منطقه
- ارتفاع از سطح دریا

## مشخصات طراحی و انتخاب مقره

### حداقل فاصله بین چترهای مقره (C)



این مقدار بین چترها با قطر یکسان تعریف می شود که با رسم یک عمود از پایین ترین نقطه چتر بالایی به چتر زیرین با همان قطر بدست می آید. این فاصله در شرایط بارندگی از برقراری یک ارتباط مستقیم بین دو چتر متوالی جلوگیری می کند و برای مقره های خطوط هوایی توزیع مقدار 20 میلیمتر کافی است. لازم به ذکر است که مقدار C برای مقره های سوزنی و ثابت قابل استفاده نیست. شکل (8-4) نمونه این پارامتر مشخص گردیده است.

شکل (۸-۴): حداقل فاصله C بین چترهای یکسان مقره

### نسبت بین فاصله دو چتر متوالی و طول بازوی چتر (S/P)

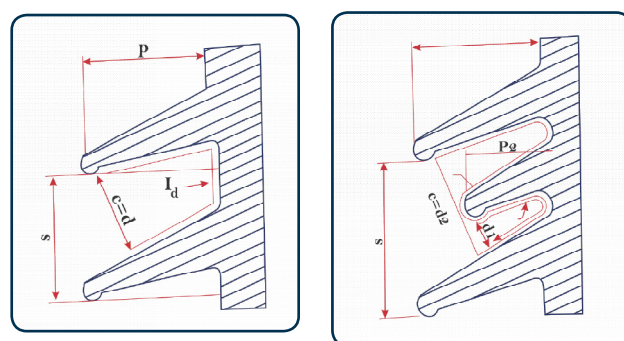
در این رابطه S فاصله عمودی بین دو نقطه مشابه از چترهای متوالی مقره و P ماکزیمم طول بازوی

چتر مقره است. شکل (9-4)

S/P برای خاصیت خود پاک کنندگی مقره مهم است و افزایش مقدار فاصله خزشی را چه با بزرگ کردن برآمدگی چتر P یا افزایش تعداد چترها محدود می نماید و مقدار 0.8 یا بیشتر برای آن مناسب است.

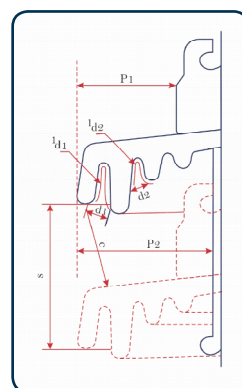
### نسبت بین فاصله خزندگی و فاصله هوایی (Ld/d)

d عبارت است از فاصله مستقیم هوایی بین دو نقطه روی قسمت عایق و نقطه ای از قسمت فلزی و Ld قسمتی از فاصله خزشی است که بین همان دو نقطه وجود دارد. این نسبت برای هر دو نقطه ای که در نظر گرفته شود باید کمتر از 5 باشد. در واقع این شرایط باید برای بدترین حالت (حالت هایی که این نسبت به مقدار 5 نزدیک شده و ممکن است بیشتر شود) در هر قسمتی مثل قسمت زیرین چتر مقره ضد مه، آزمایش شود. در شکل (9-4) نمونه این پارامتر مشاهده میشود.



چترهای معمولی

چترهای غیر یکسان



شکل (۹-۴)

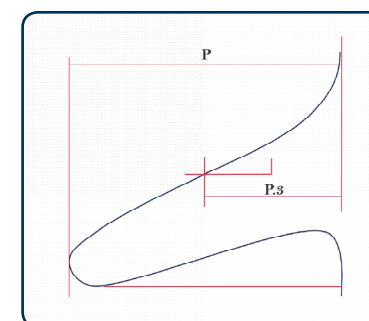
چتر مقره مهمی

## چترهای غیر یکسان

تفاضل بین برآمدگی های دو چتر متوالی نا همسان ( $p1-p2$ ) عامل مهمی در شرایط بارندگی است. عموماً این مقدار باید بزرگتر یا مساوی 15 میلیمتر باشد تا از برقراری یک ارتباط مستقیم بین آن ها هنگام بارندگی جلوگیری شود. نمونه این چترها مشاهده میشود.

## شیب چترها

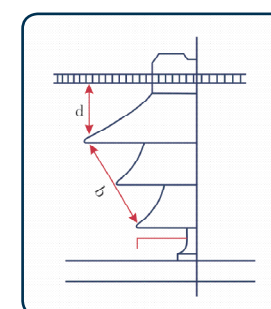
مقدار این شیب در میزان خود پاک کنندگی مقعره موثر است. برای رویه چتر حداقل شیب (a) باید بزرگتر از 5 درجه باشد. در شکل (4-10) نمونه آن مشاهده میشود.



شکل (4-10): شیب چترها

ضریب خزش ( $C_f$ )

این ضریب برابر است با  $Lt/St$ ، که  $Lt$  فاصله خزش کل مقعره و  $St$  فاصله جرقه است که برابر با کوتاهترین فاصله هوایی در سطح خارجی مقعره بین دو نقطه فلزی است که معمولاً ولتاژ بر آن ها اعمال می شود. یک نمونه مقعره دیده میشود که فاصله جرقه در این شکل برابر با  $a+b+c$  است. توصیه میشود برای درجات آلودگی سبک و متوسط  $5/3 \geq C_f$  و برای درجات آلودگی سنگین و خیلی سنگین  $4 \geq C_f$  باشد، البته در صورتیکه در مقعره ای مقدار این ضریب از محدوده مذکور بیشتر بوده ولی عملاً مشکلی در آزمایش یا کارکرد پیش نیاید می توان از مقعره استفاده نمود.



شکل (4-11): ضریب خزش

## حداقل فاصله خزشی با توجه به درجه آلودگی

در جدول (3-4) برای هر یک از درجات آلودگی مقدار حداقل فاصله خزشی ویژه لازم بر حسب میلیمتر برای هر کیلو ولت فاز به فاز از بیشترین ولتاژ اعمالی به مقعره مشخص گردیده است. این مقدار عبارت از نسبت فاصله خزشی بین فاز و زمین به مقدار موثر بیشترین ولتاژ خط اعمالی به مقعره می باشد. بنابراین مقدار حداقل فاصله خزشی نامی یک زنجیره مقعره بین فاز و زمین با رابطه زیر مشخص می شود.

بیشترین ولتاژ اعمالی به مقعره حداقل فاصله خزشی ویژه = حداقل فاصله خزشی نامی

جدول (3-4): حداقل فاصله خزشی ویژه برای درجات آلودگی

| درجه آلودگی | حداقل فاصله خزشی ویژه (mm/kv) | ملاحظات  |
|-------------|-------------------------------|--|
| سبک         | ۱۶                            | در مناطق با آلودگی بسیار کم بسته به سوابق کارکرد، مقادیر کمتری برای حداقل فاصله خزشی ویژه (12mm /kv) می توان بکار برد. |
| متوسط       | ۲۰                            | -  |
| سنگین       | ۲۵                            | -  |
| خیلی سنگین  | ۳۱                            | در شرایط آلودگی بسیار شدید ممکن است مقدار حداقل فاصله خزشی ویژه بیشتری در نظر گرفته شود                                |

## تقسیم بندی نواحی براساس درجات آلودگی

## ناحیه سبک

■ مناطق بدون وجود کارخانه با تراکم پایین منازل مسکونی که دارای لوازم گرمازا می باشند.



■ ناحیه های با تراکم کم ضایع یا خانه ها که در معرض وزش باد و یا بارندگی تقریباً دائمی می باشند.

■ ناحیه های کشاورزی که در آن ها توزیع کود به شکل اسپری و یا سوزاندن تفاله های محصولات کشاورزی انجام نشود.

■ نواحی کوهستانی

تمامی نواحی فوق باید دارای حداقل فاصله ای برابر 10 یا 20 کیلومتر از دریا باشند و در معرض وزش مستقیم باد از طرف دریا باشند. مقدار دقیق فاصله مذکور بستگی به شرایط جغرافیایی منطقه ساحلی و شدت وزش باد دارد.

### ناحیه متوسط

■ مناطقی که دارای صنایع با دود آلوده کننده نبوده و تراکم خانه های با لوازم گرمازا در آن ها حداکثر در حد متوسط باشد.

■ مناطقی با تراکم زیاد خانه ها و یا صناعی که در معرض وزش باد یا بارندگی باشند.

■ مناطقی که در معرض وزش باد از طرف دریا هستند اما چندین کیلومتر از دریا فاصله دارند مقدار دقیق فاصله به شرایط جغرافیایی منطقه ساحلی و شدت وزش باد بستگی دارد.

### ناحیه سنگین

■ مناطقی با تراکم زیاد کارخانه و شهرهای بزرگ با حومه و با تراکم زیاد لوازم گرمازای آلوده کننده.

■ مناطق نزدیک به دریا و یا مناطقی که در همان حال در معرض وزش نسبتاً شدید باد از طرف دریا باشند. مقدار دقیق فاصله به شرایط جغرافیایی منطقه محلی و شدت وزش باد بستگی دارد.

### ناحیه خیلی سنگین

■ ناحیه ها با وسعت محدود با گرد غبارهای محلی و دود کارخانجات صنعتی که موجب نشست ذرات دارای بار الکتریکی منطقه میگردند.

■ مناطقی با وسعت محدود خیلی نزدیک به دریا و در معرض قطرات ریز معلق آب و یا بادهای بسیار

شدید از طرف دریا.

■ نواحی خشک و تقریباً بدون باران که در معرض بادهای شدید حامل شن و نمک قرار دارند.

## نیروهای وارده بر مقرها

■ نیروی باد

■ نیروی وارد ناشی از یخ بر روی هادی متصل به مقره

■ نیروی کشش سیم

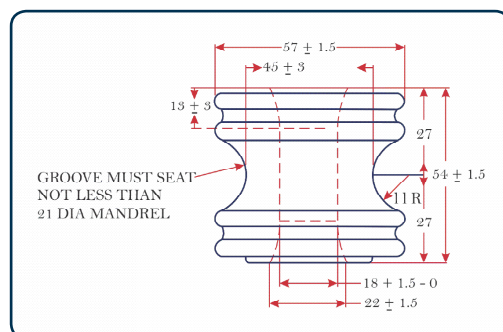
## ترکیب بارگذاری نیروها

برای محاسبه قدرت کشش مقره ها، باید برآیند نیروهای حاصل از باد، یخ و برف و کشش سیم محاسبه گردد و با اعمال ضریب اطمینان مورد نظر، مقدار کشش مقره را بدست آورد. در شبکه توزیع نیروهای حاصل از اتصال کوتاه و زمین لرزه، بدلیل کوچک بودن آن ها قابل صرف نظر کردن است.

## اشکال و مشخصات فنی مقره ها

### مقره های چرخشی یا قرقره ای

#### مقره چرخشی کلاس 53-1



شکل (۴-۱۲): مقره چرخشی کلاس ۵۳-۱

#### مشخصات فنی:

- قدرت کششی برابر با 8900 نیوتن
- ولتاژ شکست فرکانس پایین در حالت خشک برابر با 20 کیلو ولت
- ولتاژ شکست فرکانس پایین در حالت تر:
- عمودی برابر با 8 کیلو ولت
- افقی برابر با 10 کیلو ولت
- شکل و ابعاد:
- مطابق با شکل (4-12)

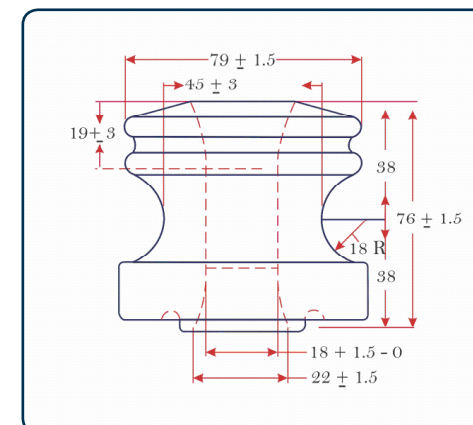
## مقره کلاس 53-2

## مشخصات فنی :

- قدرت کششی برابر با 13300 نیوتن
- ولتاژ شکست فرکانس پایین در حالت خشک 25 کیلو ولت
- ولتاژ شکست فرکانس پایین در حالت تر:
- عمودی برابر با 12 کیلو ولت
- افقی برابر با 15 کیلو ولت

## شکل و ابعاد :

- مطابق با شکل (13-4)



شکل (۱۳-۴) : مقره چرخشی کلاس ۵۳-۲

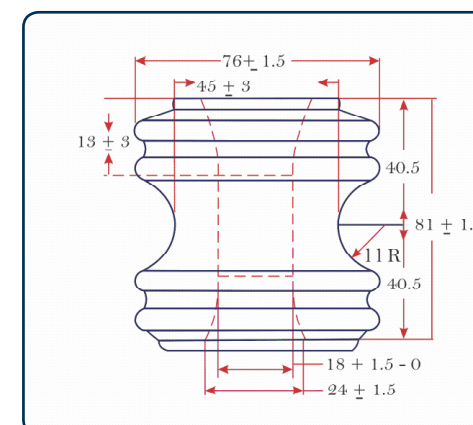
## مقره چرخشی کلاس 53-3

## مشخصات فنی :

- قدرت کششی برابر با 17800 نیوتن
- ولتاژ شکست فرکانس پایین در حالت خشک 25 کیلو ولت
- ولتاژ شکست فرکانس پایین در حالت تر:
- عمودی برابر با 12 کیلو ولت
- افقی برابر با 15 کیلو ولت

## شکل و ابعاد :

- مطابق با شکل (14-4)



شکل (۱۴-۴) : مقره چرخشی کلاس ۵۳-۳

## مقره چرخشی کلاس 53-4

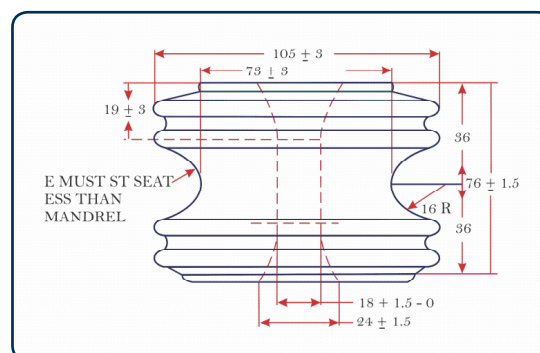
## مشخصات فنی :

- قدرت کششی برابر با 20000 نیوتن
- ولتاژ شکست فرکانس پایین در حالت خشک 25 کیلو ولت

## ■ ولتاژ شکست فرکانس پایین در حالت

تر :

- عمودی برابر با 12 کیلو ولت
- افقی برابر با 15 کیلو ولت
- شکل و ابعاد:
- مطابق شکل (15-4)



شکل (۱۵-۴) : مقره چرخشی کلاس ۵۳-۴

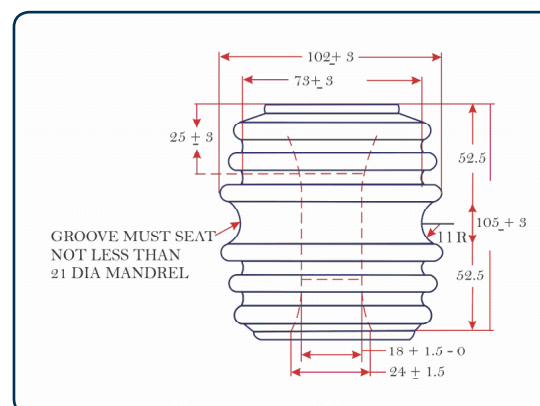
## مقره چرخشی کلاس 53-5

## مشخصات فنی :

- قدرت کششی برابر با 26700 نیوتن
- ولتاژ شکست فرکانس پایین در حالت خشک 35 کیلو ولت
- ولتاژ شکست فرکانس پایین در حالت تر:
- عمودی برابر با 18 کیلو ولت
- افقی برابر با 25 کیلو ولت

## شکل و ابعاد :

- مطابق شکل (۱۶-۴)



شکل (۱۶-۴) : مقره چرخشی کلاس ۵۳-۵

## مقره های مهاری

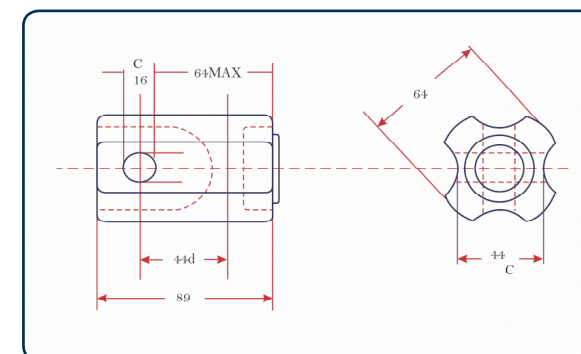
## مقره مهاری کلاس 54-1

## مشخصات فنی :

- فاصله نشستی برابر با 41 میلیمتر
- قدرت کشش برابر با 44 نیوتن
- ولتاژ شکست فرکانس پایین خشک برابر با 25 کیلو ولت

■ ولتاژ شکست فرکانس پایین تر  
برابر با 12 کیلو ولت  
**شکل و ابعاد:**  
■ مطابق شکل (17-4)  
توجه:

حروف ظاهر شده در شکل زیر  
دلالت بر تolerانس های مثبت و منفی  
و  $c = 6/1\text{mm}$  دارند که عبارتند از  
 $d = 3/3\text{mm}$



شکل (17-4): مقره مهارهای کلاس ۵۴-۴

## مقره مهارى کلاس 54-2

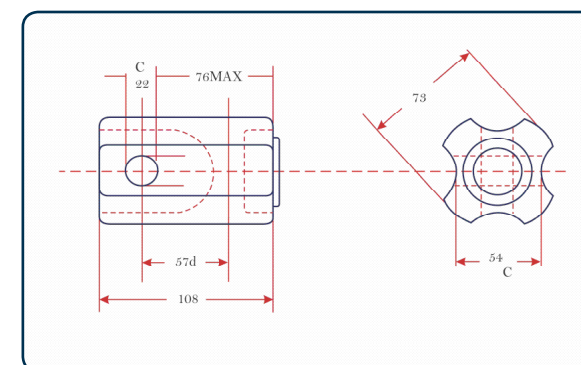
**مشخصات فنی:**

■ فاصله نشستی برابر با 48 میلیمتر  
■ قدرت کشش برابر با 53 نیوتن  
■ ولتاژ شکست فرکانس پایین  
خشک برابر با 30 کیلو ولت  
■ ولتاژ شکست فرکانس پایین تر  
برابر با 15 کیلو ولت

**شکل و ابعاد:**  
■ مطابق شکل (18-4)

توجه:

حروف ظاهر شده در شکل زیر دلالت بر تolerانس های مثبت و منفی دارند که عبارتند از  
 $6\text{mm}/1\pm = c$  و  $2\text{mm}/3\pm = d$



شکل (18-4): مقره مهارهای کلاس ۵۴-۲

## مقره مهارى کلاس 54-3

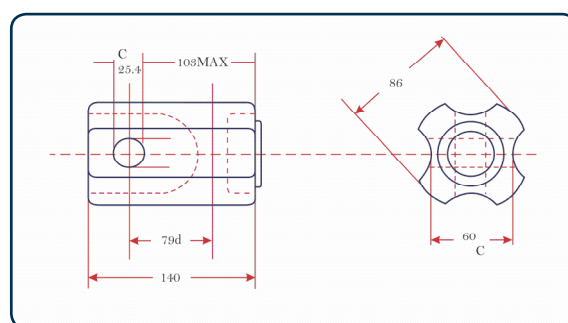
**مشخصات فنی:**

■ فاصله نشستی برابر با 57 میلیمتر

■ قدرت کشش برابر با 89 نیوتن  
■ ولتاژ شکست فرکانس پایین خشک  
برابر با 35 کیلو ولت  
■ ولتاژ شکست فرکانس پایین تر برابر  
با 35 کیلو ولت  
■ شکل و ابعاد

توجه:

حروف ظاهر شده در شکل زیر دلالت  
بر تolerانس های مثبت و منفی دارند که عبارتند  
از  $d = \pm 6\text{mm}$  و  $c = \pm 1.6\text{mm}$



شکل (19-4): مقره مهارى کلاس ۵۴-۳

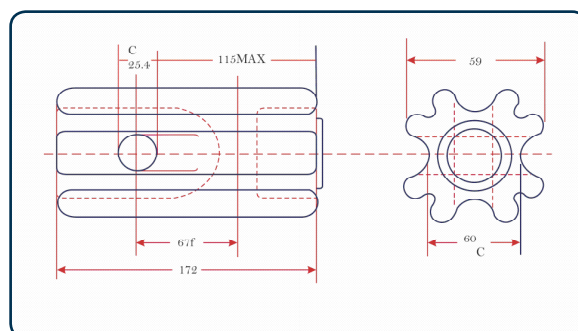
## مقره مهارى کلاس 54-4

■ مشخصات فنی  
■ فاصله نشستی برابر با 76 میلیمتر  
■ قدرت کشش برابر با 89 نیوتن  
■ ولتاژ شکست فرکانس پایین خشک  
برابر با 40 کیلو ولت  
■ ولتاژ شکست فرکانس پایین تر برابر

با 23 کیلو ولت

■ شکل و ابعاد

توجه: حروف ظاهر شده در شکل زیر دلالت بر تolerانس های مثبت و منفی دارند که عبارتند  
از  $d = \pm 6\text{mm}$  و  $c = 1.6\text{mm}$

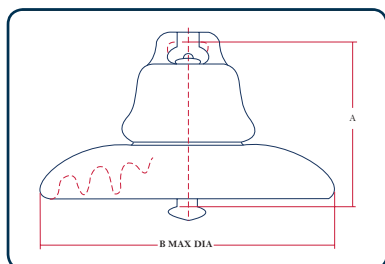


شکل (20-4): مقره مهارهای کلاس ۵۴-۴

## مقره های بشقابى

مقره های بشقابى دارای کلاس های متفاوتی می باشند که این کلاس ها طبق استاندارد  
ANSI-C29.2 طبقه بندی شده اند و دارای انواع مختلف کلاس ها می باشند. ما در این  
استاندارد تنها یک سری از کلاس های ارائه شده در آن استاندارد را به همراه مشخصات

### شکل و ابعاد مقره بشقابی کلاس های 52-11، 52-8، 52-5، 52-3



در شکل (4-21) یک نمونه مفره بشقابی نشان داده شده است که ابعاد A و B معرفی شده اند.

توجه:

■ جهت اطلاعات بیشتر جهت تفرانس ها و قطر ها به نقشه های سازندگان میتوان مراجعه نمود.

■ ابعاد و تفرانس ها باید پس از گالوانیزه شدن مشخص شوند.

شکل (۴-۲۱): مقوله بشقابی  
کلاسهای ۵۲-۱۱ و ۵۲-۸ و ۵۳-۳

## مقره های سوزنی

## مقره سوزنی نوع الف

## مشخصات فنی

■ فاصله نشتی برابر با 330 میلیمتر

■ فاصله حرقه زنی در حالت خشک 152

میلیمتر

■ قدرت کانتیلور برابر با 11 کیلو نیوتن

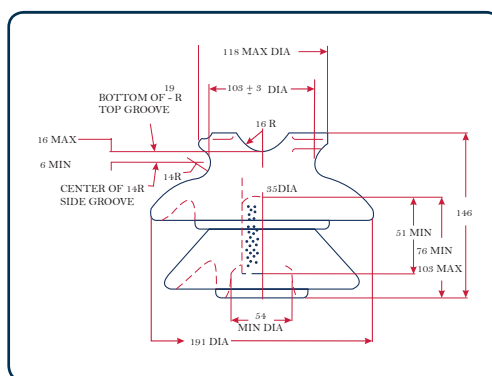
## مقادیر الکتریکی

■ ولتاژ شکست فرکانس پایین خشک برابر با

95 کلو و لت

■ ولتاژ شکست فرکانس، یا سن، برابر با 60

کیلو وولت



شکل (۴-۲۲): مقره سوزنی الف

■ ولتاژ شکست ضربه مثبت برابر با 150 کیلوولت

■ ولتاژ شکست ضربه منفی، برابر با 190 کیلو ولت

■ ولتاز فرکانس یابین سوراخ شدگی 130 کیلو ولت

## اطلاعات و لتاژ تداخلات رادیویی

■ آزمون ولتاژ به زمین 15 کیلو ولت

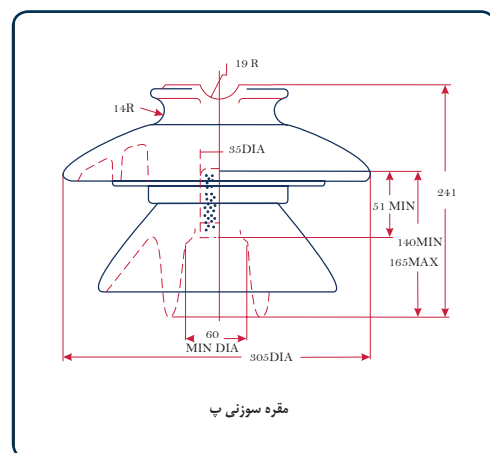
فنی و شکل مربوط ارائه خواهیم کرد برای بدست آوردن مشخصات دیگر کلاس ها می توان به استاندارد مربوط مراجعه نمود.

## مشخصات فنی

مشخصات فنی مقره های بشقاب های کلاس های 3-52، 5-52، 8-52، 11-52 طبق جدول (4-4) می باشد.

جدول (۴-۴): مشخصات فنی، مقرره های کلاس، 52-3، 52-5، 52-8، 52-11

|      |      |      |       |  |                               |
|------|------|------|-------|--|-------------------------------|
| ۵۲-۳ | ۵۲-۵ | ۵۲-۸ | ۵۲-۱۱ | مشخصه مورد نظر/کلاس مقره بشقاب‌ب                                   | مع مشخصات فنی                 |
| ۲۹۲  | ۲۷۹  | ۲۷۹  | ۳۸۱   | فاصله نشستى بر حسب ميليمتر   | داده هاى ابعادى               |
| ۱۴۶  | ۱۴۶  | ۱۴۶  | ۱۵۵/۵ | A ارتفاع هر بشقاب بر حسب ميليمتر                                   |                               |
| ۲۷۳  | ۲۷۳  | ۲۸۹  | ۳۱۱   | B قطر چترک بر حسب ميليمتر  |                               |
| ۶۷   | ۱۱۱  | ۱۶۰  | ۲۲۲   | قدرت مکانیکی بر حسب كيلو نيوتن                                     | داده مکانیکی                  |
| ۸۰   | ۸۰   | ۸۰   | ۸۰    | ولتاژ شکست فرکانس پایین در حالت خشک (KV)                           | داده هاى الکتریکی             |
| ۵۰   | ۵۰   | ۵۰   | ۵۰    | ولتاژ شکست فرکانس پایین در حالت تر (KV)                            |                               |
| ۱۲۵  | ۱۲۵  | ۱۲۵  | ۱۴۰   | ولتاژ شکست بحرانی ضربه مثبت (KV)                                   |                               |
| ۱۳۰  | ۱۳۰  | ۱۳۰  | ۱۴۰   | ولتاژ شکست بحرانی ضربه منفی (KV)                                   |                               |
| ۱۱۰  | ۱۱۰  | ۱۱۰  | ۱۲۵   | ولتاژ سوراخ شدگی فرکانس پایین (KV)                                 |                               |
| ۱۰   | ۱۰   | ۱۰   | ۱۰    | آزمون ولتاژ فاز به زمین فرکانس پایین (KV)                          |                               |
| ۵۰   | ۵۰   | ۵۰   | ۵۰    | بيشترين تداخل امواج راديويى در فرکانس يك مگا هرتز بر حسب ميكرو ولت | اطلاعات ولتاژ تداخلات راديويى |



شکل (۴-۲۴): مقره سوزنی پ

- کمترین ارتفاع سوزن برابر با 254 میلیمتر
- قدرت کانتیلوربر حسب کیلو نیوتن برابر با 13 کیلو نیوتن
- **مقادیر الکتریکی**
- ولتاژ شکست فرکانس پایین خشک برابر با 140 کیلو ولت
- ولتاژ شکست فرکانس پایین تر برابر با 95 کیلو ولت
- ولتاژ شکست ضربه مثبت برابر با 225 کیلو ولت

- ولتاژ شکست ضربه منفی برابر با 310 کیلو ولت

- ولتاژ فرکانس پایین سوراخ شدگی 185 کیلو ولت

#### اطلاعات ولتاژ تداخلات رادیویی

- آزمون ولتاژ به زمین 30 کیلو ولت
- بیشترین تداخل ولتاژ رادیویی در 1 مگاهرتز

#### شکل و ابعاد مقره سوزنی

- مطابق شکل (4-24)

#### مقره سوزنی نوع ت

##### مشخصات فنی

- فاصله نشی برابر با 533 میلیمتر
- فاصله جرقه زنی در حالت خشک 241 میلیمتر
- کمترین ارتفاع سوزن برابر با 203 میلیمتر
- قدرت کانتیلوربر حسب کیلو نیوتن برابر با 3 کیلو نیوتن

##### مقادیر الکتریکی

- ولتاژ شکست فرکانس پایین خشک برابر با 125 کیلو ولت
- ولتاژ شکست فرکانس پایین تر برابر با 80 کیلو ولت

- بیشترین تداخل ولتاژ رادیویی در 1 مگاهرتز

#### شکل و ابعاد مقره سوزنی

- مطابق شکل (4-22)

#### مقره سوزنی نوع ب

##### مشخصات فنی

- فاصله نشی برابر با 432 میلیمتر

- فاصله جرقه زنی در حالت خشک 210 میلیمتر

- کمترین ارتفاع سوزن برابر با 178 میلیمتر

##### مقادیر الکتریکی

- ولتاژ شکست فرکانس پایین خشک برابر با 110 کیلو ولت

- ولتاژ شکست فرکانس پایین تر برابر با 70 کیلو ولت

- ولتاژ شکست ضربه مثبت برابر با 175 کیلو ولت

- ولتاژ شکست ضربه منفی برابر با 225 کیلو ولت

- ولتاژ فرکانس پایین سوراخ شدگی 145 کیلو ولت

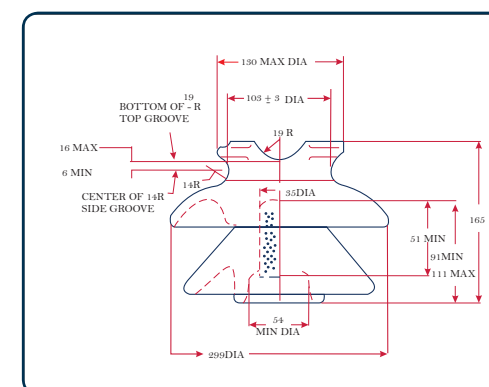
#### اطلاعات ولتاژ تداخلات رادیویی

- آزمون ولتاژ به زمین 22 کیلو ولت
- بیشترین تداخل ولتاژ رادیویی در 1 مگاهرتز
- شکل و ابعاد مقره سوزنی

#### مقره سوزنی نوع پ

##### مشخصات فنی

- فاصله نشی برابر با 686 میلیمتر
- فاصله جرقه زنی در حالت خشک 286 میلیمتر



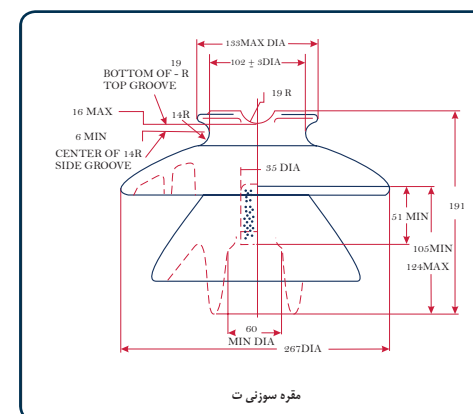
شکل (۴-۲۳): مقره سوزنی ب

## اطلاعات ولتاژ تداخلات رادیویی

- آزمون ولتاژ به زمین 44 کیلو ولت
- بیشترین تداخل ولتاژ رادیویی در 1 مگاهرتز

## شکل و ابعاد مقره سوزنی

مطابق شکل (4-26)



شکل (۴-۲۵): مقره سوزنی ت

- ولتاژ شکست ضربه مثبت برابر با 200 کیلو ولت

- ولتاژ شکست ضربه منفی برابر با 265 کیلو ولت

- ولتاژ فرکانس پایین سوراخ شدگی 165 کیلو ولت

## اطلاعات ولتاژ تداخلات رادیویی

- آزمون ولتاژ به زمین 30 کیلو ولت
- بیشترین تداخل ولتاژ رادیویی در 1 مگاهرتز

## شکل و ابعاد مقره سوزنی

مطابق شکل (4-25)

## مقره سوزنی نوع ث

## مشخصات فنی

- فاصله نشی برابر با 864 میلیمتر
- فاصله جرقه زنی در حالت خشک 356 میلیمتر

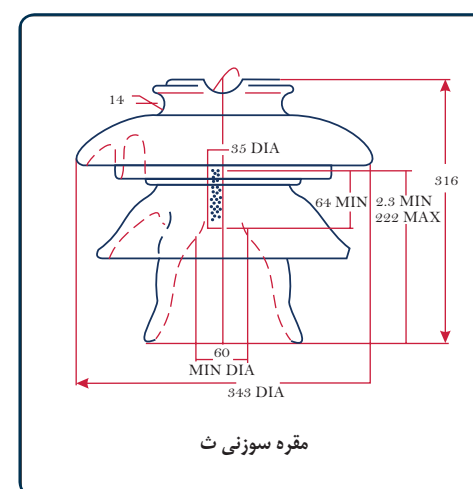
- کمترین ارتفاع سوزن برابر با 305 میلیمتر
- قدرت کانتیلور بر حسب کیلو نیوتن برابر با 13 کیلو نیوتن

## مقادیر الکتریکی

- ولتاژ شکست فرکانس پایین خشک برابر با 175 کیلو ولت

- ولتاژ شکست فرکانس پایین تر برابر با 125 کیلو ولت

- ولتاژ شکست ضربه مثبت برابر با 270 کیلو ولت
- ولتاژ شکست ضربه منفی برابر با 340 کیلو ولت
- ولتاژ فرکانس پایین سوراخ شدگی 225 کیلو ولت



شکل (۴-۲۶): مقره سوزنی ث



## تعیین مشخصه های اصلی پست های هوایی

انتخاب پست از میان گزینه های استاندارد می باید با دقت فراوان و بر اساس نیازها و امکانات موجود انجام شود. در این امر سه عامل اصلی یعنی ظرفیت پست، تشخیص شرایط اقلیمی و تعیین مکان نصب پست هوایی از اهمیت بیشتری برخوردار می باشند.

هریک از این سه عامل می باید قبل از انتخاب گزینه؛ به شرح زیر مورد بررسی و دقت نظر قرار گیرد:

### ظرفیت پست

تعیین ظرفیت پست با توجه به نیازهای موجود و امکانات توسعه آینده، نخستین گام در انتخاب گزینه مورد نظر است. پست های کوچک توزیع هوایی، عموماً با استفاده از یک ترانسفورماتور با ظرفیت های بین 50 تا 500 کیلوولت آمپر احداث می گردند.

در انتخاب ظرفیت ترانسفورماتورها باید عوامل محیطی موثر در کاهش ظرفیت مانند درجه حرارت و ارتفاع از سطح دریا را مورد توجه قرار داد.

مقادیر توجیهی ظرفیت ترانسفورماتورهای پست های هوایی بر حسب کیلوولت آمپر عبارتند از:

500-400-315-250-200-160-100-75-50

### محل احداث پست هوایی

- محل احداث پست های هوایی باید دارای ویژگی های زیر باشد:
- زمین محل احداث پست هوایی باید خشک و عاری از هرگونه موانع هوایی مانند درخت های بلند باشد.
- محل احداث پست باید از نظر راههای دسترسی مناسب باشد تا در هنگام نصب و تعمیرات مشکلی بوجود نیاید.
- خاک اطراف پایه های پست هوایی باید پایدار و عاری از هرگونه موانع جهت نصب پایه ها و ایجاد سیستم زمین باشد.
- محل احداث پست هوایی نباید از مناطق پردرخت باشد.
- اطراف پایه های پست هوایی به فاصله 1.5 متر باید خالی باشد.

- در مواقع احداث پست هوایی باید منظره عمومی خیابانهای اطراف را در نظر گرفت تا به آن لطمه ای وارد نشود.

### ارتفاع نصب پست

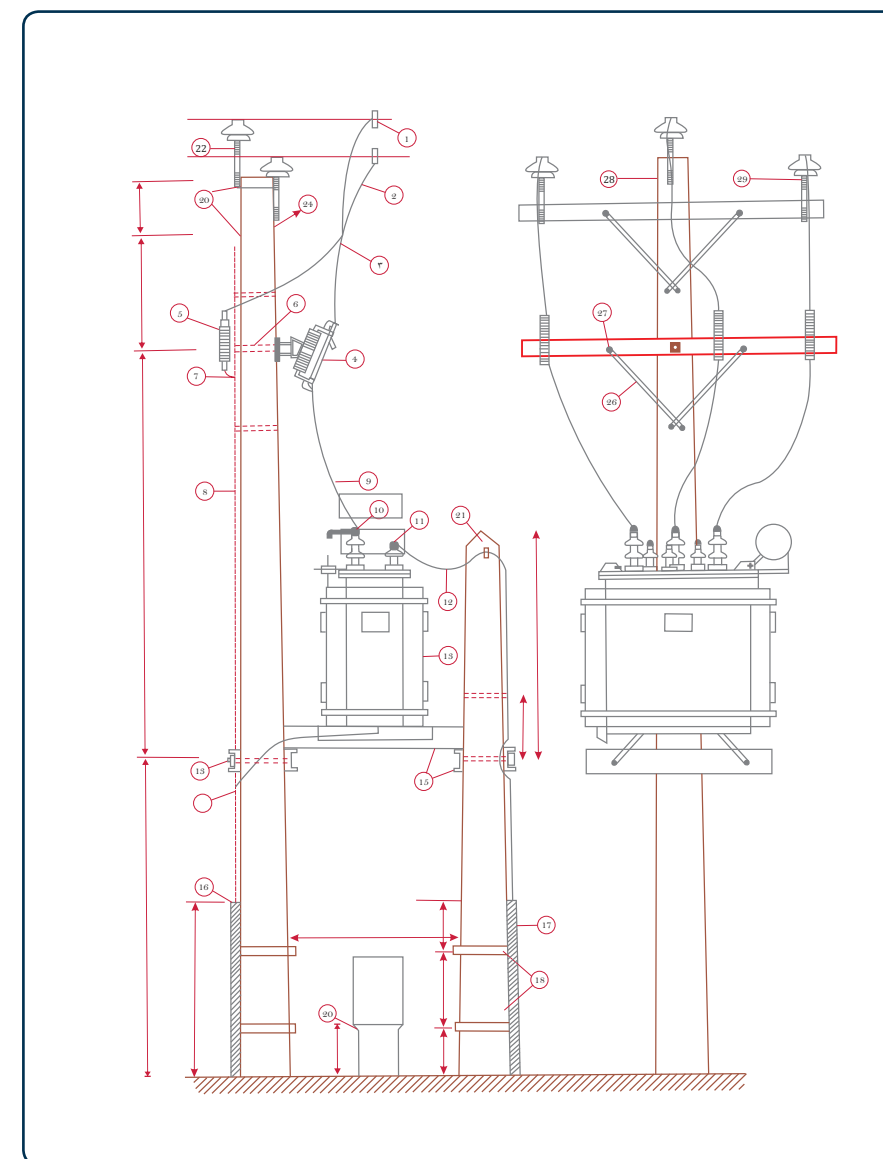
- ترانسفورماتور
- ارتفاع نصب ترانسفورماتور توزیع هوایی باید بین 5 تا 6.35 متر باشد (از سطح زمین تا سکوی ترانسفورماتور)
- تابلو فشار ضعیف
- تابلو های فشار ضعیف پست های هوایی معمولاً روی سطح زمین در ارتفاع حدود 65 سانتیمتری قرار می گیرند. همچنین میتوان تابلوها را روی سکوی مخصوص به تیر های پست محکم کرد که در اینصورت ارتفاع نصب تابلوها باید حداقل 120 سانتی متر باشد.

### ■ کات اوت فیوز ها و برقگیر ها

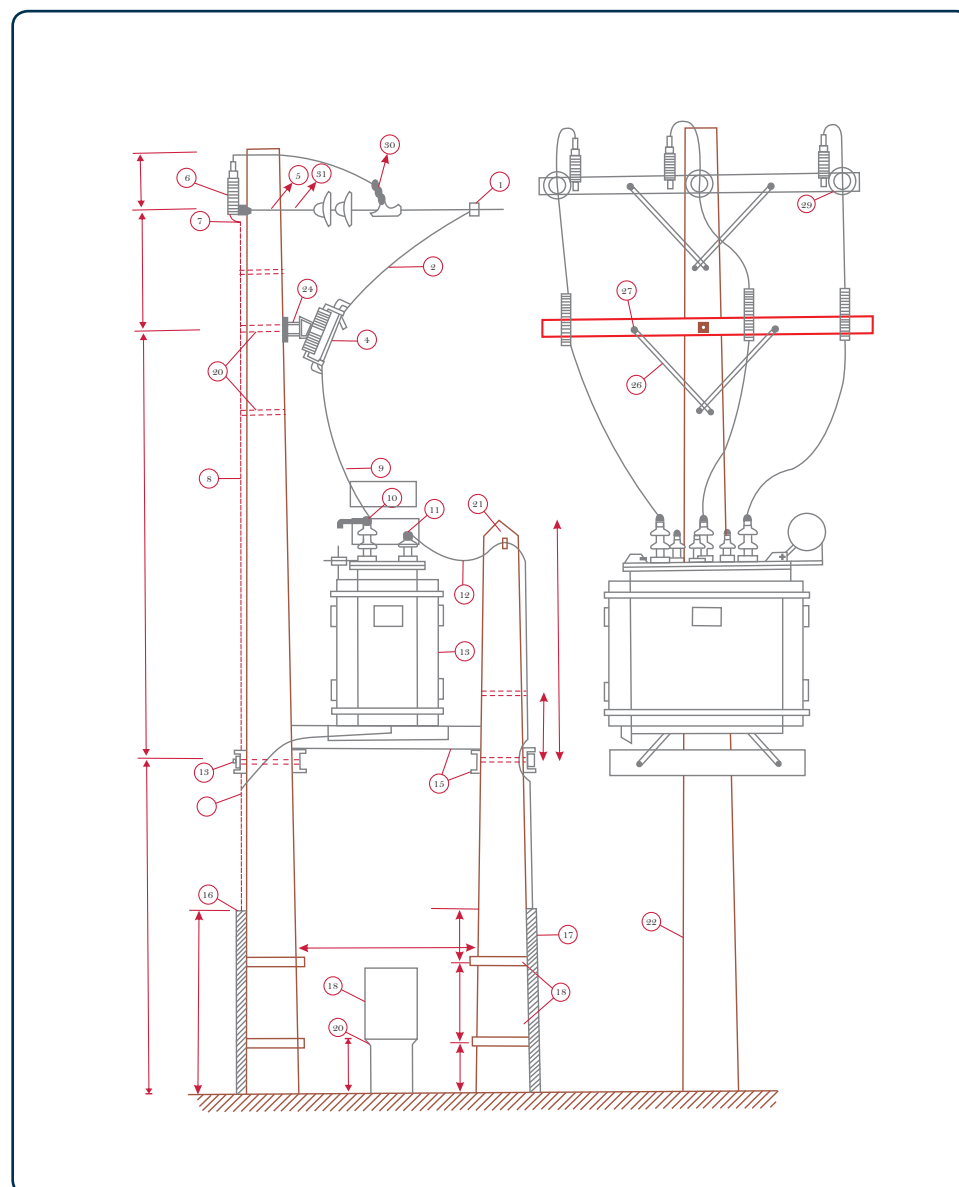
- اگر پست هوایی در انتهای خط 20 یا 33 کیلوولت نصب می گردد برقگیر ها در بالای پایه خط نصب می گردند و کات اوت فیوز 100 سانتیمتر پایین تر از برقگیر نصب می شود.
- اگر پست در زیر خط عبوری 20 یا 33 کیلوولت نصب گردد کات اوت فیوز و برقگیر ها در فاصله 125 سانتیمتری از انتهای پایه خط نصب می شوند.
- همچنین فاصله کات اوت فیوز از سکوی ترانسفورماتور باید حدود 260 سانتیمتر باشد.

### انواع پستهای هوایی

- انواع پست های هوایی از لحاظ موقعیت نصب به دو دسته زیر تقسیم می شوند:
- پست هوایی در وسط خط هوایی شکل (4-27)
- پست هوایی در انتهای خط هوایی شکل (4-28)
- همانطور که مشخص است تفاوت عمده بین این دو نوع پست در نحوه و محل نصب برقگیرهاست.



شکل (۴-۲۷): پست هوایی 20 کیلو ولت در وسط خط هوایی



شکل (۴-۲۸): پست هوایی 20 کیلو ولت در انتهای خط

## تجهیزات اصلی پست های هوایی

در این بخش تنها تجهیزات اصلی مورد استفاده در پست های هوایی نام برده شده و مشخصات کلی آن بیان می گردد. برای جزییات بیشتر در مورد مشخصات فنی تجهیزات و اطلاعات لازم برای تهیه و سفارش این قبیل تجهیزات باید به جزوه های استاندارد توزیع (توانیر) مربوط به هر تجهیز مراجعه گردد.

### ترانسفورماتور هوایی

پست های هوایی هر کدام شامل یک دستگاه ترانسفورماتور توزیع می باشند که قدرت نامی آن ها بر حسب نیاز معادل 500، 400، 315، 250، 200، 160، 100، 75، 50 کیلوولت آمپر انتخاب می گردد. این ترانسفورماتورها از نوع روغنی با منبع انبساط روغن و بدون رادیاتورهای جدا شونده از بدنه بوده که خنک شدن آن ها بصورت طبیعی (ONAN) انجام می گیرد و یا از نوع خشک با عایق رزین هستند. ترانسفورماتورهای هوایی باید برای نصب روی سکوها یا بین تیر هابطور مناسبی طراحی شده باشند و امکان محکم کردن آنها به سکو وجود داشته باشد.

### تابلوهای فشار ضعیف

توزیع برق فشار ضعیف شبکه مشترکین پست، همچنین تامین روشنایی عمومی معابر و خیابانها توسط تابلو های فشار ضعیف انجام می گیرد. تابلو های فشار ضعیف پست های هوایی شامل بخش های اصلی به شرح زیر هستند:

- سلول ورودی شامل کلید اتوماتیک ورودی و دستگاههای اندازه گیری جریان و ولتاژ.
- سلول روشنایی معابر.
- سلول (سلولهای) خروجی.

تابلو های فشار ضعیف پست های هوایی معمولاً روی سکوها یا آجری یا فلزی در ارتفاعی حدود 65 سانتیمتر از سطح زمین نصب می گردند. به همین دلیل این تابلوها باید قابلیت نصب روی سکوها یا مورد نظر را داشته و مجهز به دریچه زیرین ورود و نصب کابل با محل پست کابل باشند. ابعاد تابلو های فشار ضعیف ممکن است اندکی متفاوت باشند و بر حسب ظرفیت کلید اصلی تابلو تغییر نماید. ابعاد در نظر گرفته شده در این استاندارد برای سلول های فشار ضعیف طبق مشخصات

در نظر گرفته شده است.

### کابل و متعلقات آن

کابل های مورد استفاده در پست های توزیع هوایی شامل فقط کابل های فشار ضعیف میشود که برای انتقال انرژی از ترانسفورماتور به تابلو های توزیع فشار ضعیف کاربرد دارند. این کابل ها از نوع کابل خشک فشار ضعیف با عایق PVC می باشند که بصورت کابل چند رشته ای مورد استفاده قرار می گیرند.

برای اتصال شبکه توزیع 20 یا 33 کیلوولت به کات اوت فیوز ها از سیم ACSR با مقطع 35 میلیمتر استفاده می شود. همچنین برای اتصال کات اوت فیوز به ترانسفورماتور از سیم مسی 50 میلیمتر استفاده می شود.

برای اتصال کابل های فشار ضعیف و سیم های اتصال زمین از یراق آلای شامل کابل شو های مسی با پیچ و مهره و واشر های برنزی و انواع بست های پیچ و مهره ای و فشاری استفاده می شود. کلیه این قطعات می باید از مرغوبترین جنس و بالاترین دقت در نصب برخوردار باشند تا بهره برداری دراز مدت از پست ها را تضمین نمایند.

### برقگیر و کات اوت فیوز

در هر پست هوایی برای جلوگیری از آسیب رسیدن به ترانسفورماتور در اثر اضافه ولتاژهای گذرا، از برقگیر در هر فاز استفاده می شود. مشخصات برقگیر مناسب باید از طریق استاندارد مربوطه بدست آید. همچنین برای قطع جریانهای اتصال کوتاه قبل از ترانسفورماتور توزیع از کات اوت فیوز مناسب استفاده می شود. برای انتخاب یک کات اوت فیوز مناسب باید از استاندارد مربوطه کمک گرفت.

### دستورالعمل اجرایی پست های هوایی

#### نحوه استقرار پایه ها و آرایش کلی تجهیزات پست هوایی

همانطور که قبلاً اشاره شد آرایش تجهیزات در پست های هوایی به دو حالت کلی زیر تقسیم می گردد:

- آرایش تجهیزات پست هوایی زیر خط 20 و 33 کیلو ولت.

## نحوه استقرار کات اوت فیوز و برقگیر

### پست هوایی در وسط خط هوایی

کات اوت فیوز و برقگیر بر روی دو عدد کنسول 2.44 متری نمره 7 که بر روی پایه 12 متری نصب می شوند طوری مستقر می گردند که کات اوت فیوز بر روی کنسول طرف ترانسفورماتور و برقگیر بر روی کنسول بیرون قرار گیرد. جهت محکم کردن کات اوت فیوز و برقگیر بر روی کنسول از براکت مخصوص آنها استفاده می شود. زاویه نصب کات اوت فیوز نسبت به قائم حدود 20 درجه می باشد تا هنگام عمل به راحتی باز و مشخص گردد. فاصله محل نصب برقگیر و کات اوت فیوز از مقره های خط باید 1 متر باشد و همچنین فاصله آنها از انتهای پایه باید حدود 1.25 در نظر گرفته شود.

### پست هوایی در انتهای خط هوایی

جزئیات نصب کات اوت فیوز و برقگیر در این حالت مشابه حالت فوق است، فقط با این تفاوت که محل استقرار برقگیر در امتداد خط می باشد. از آنجا که در این حالت الزاماً پایه 12 متری دارای مقره بشقابی و ملزومات آن می باشد، بنابراین از کلمپ انتهایی موجود، جهت اتصال سیم خط به برقگیر استفاده می شود. طبق شکل (4-30) برقگیر توسط براکت مخصوص خود روی کنسول بیرونی قرار می گیرد. جهت استقرار کات اوت فیوز از یک عدد کنسول که با فاصله یک متری زیر کنسول خط نصب می گردد استفاده می شود.

## نحوه اتصال خط اصلی به کات اوت فیوز و برقگیر

### پست هوایی زیر خط عبوری

نحوه اتصال خط اصلی به کات اوت فیوز و برقگیر در حالتی که شبکه عبوری باشد از نمای جانبی و روبرو نشان داده شده است. همانگونه که نشان داده شده است جهت ارتباط خط به کات اوت فیوز و برقگیر از سیم ACSR-35 و یک گیره قابل قطع تحت ولتاژ (گیره هات لاین) آلومینیومی در طرف خط استفاده می شود. توجه گردد که محل اتصال گیره هات لاین بر روی هادی خط توسط پیچاندن یک رشته سیم آرمورد یا آلومینیوم بر روی هادی تقویت گردد.

سیم برقگیر نیز توسط یک کلمپ پیچی شکافدار از سیم کات اوت فیوز انشعاب شده و با کابلشو بی متال 50 به برقگیر وصل می گردد.

### پست هوایی در انتهای خط

## آرایش تجهیزات پست هوایی در انتهای خط 20 و 33 کیلوولت.

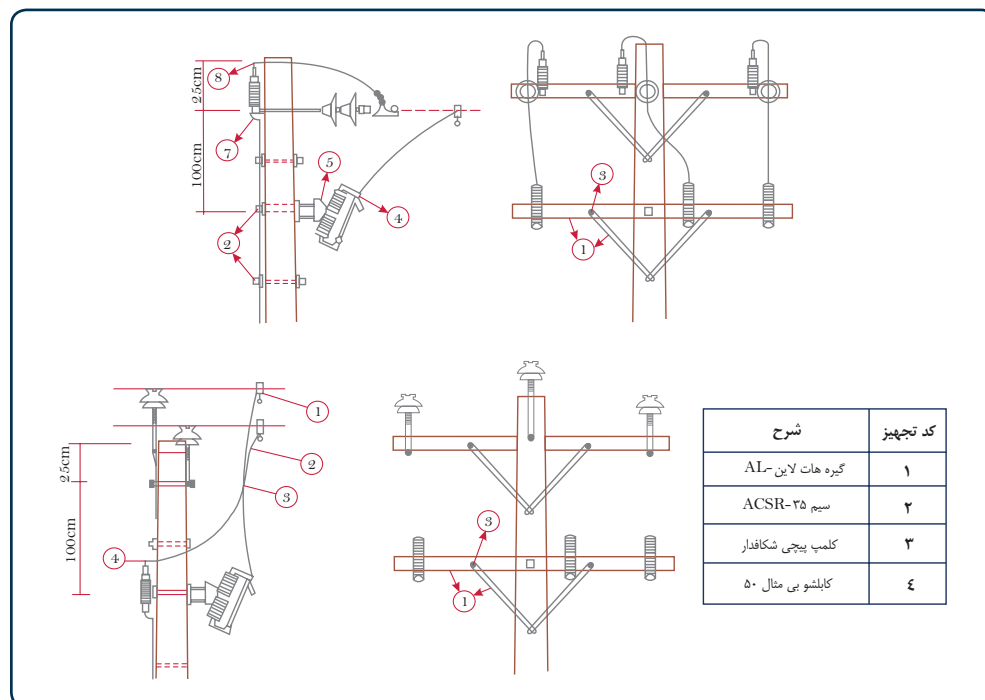
در جدول (4-5) لیست کلیه تجهیزات بکار گرفته شده در یک پست هوایی آورده شده است.

در شکل (4-29) جزئیات نصب کات اوت فیوز و برقگیر برای پست های هوایی مستقر در وسط خط نشان داده شده است.

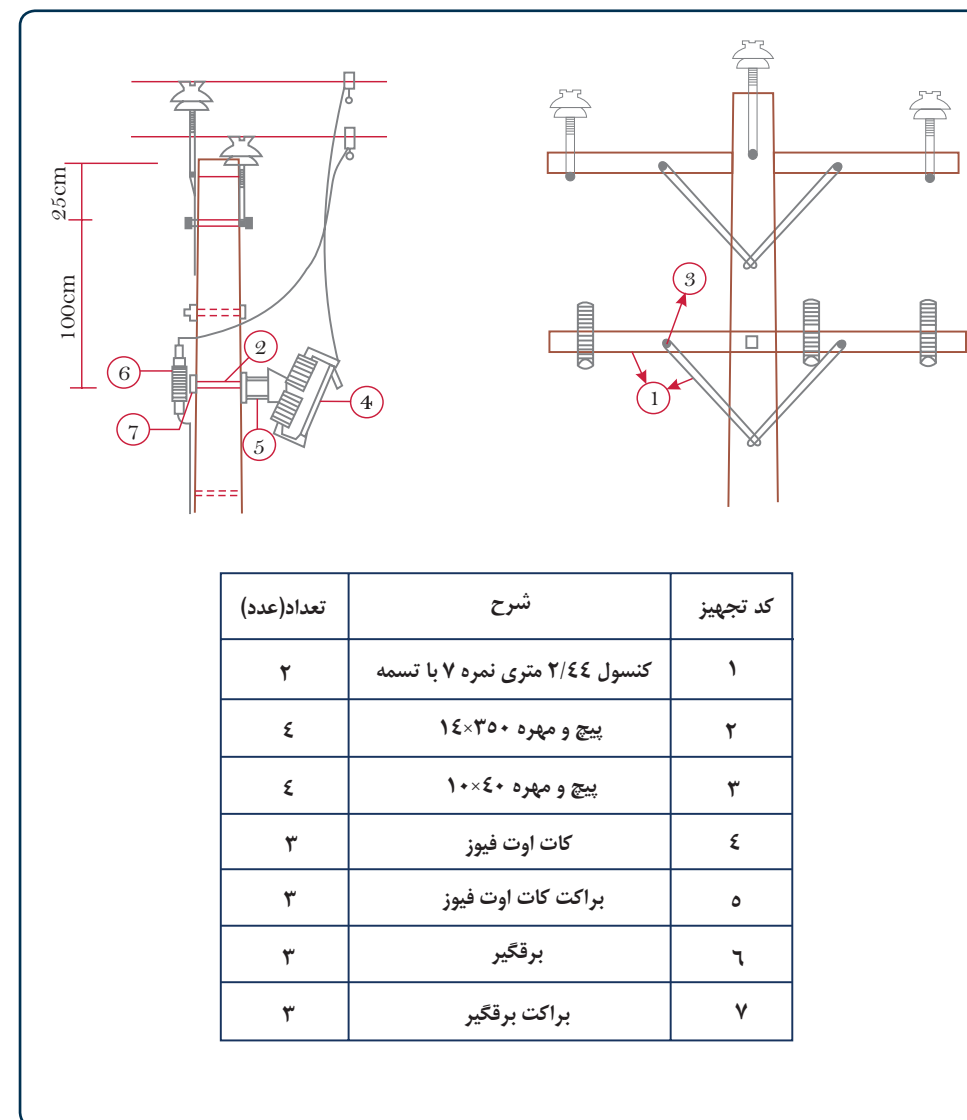
جدول (4-5): لیست قطعات یک پست هوایی 20 کیلووات

| شماره | شرح تجهیزات  | واحد   | تعداد |
|-------|--|--------|-------|
| ۱     | گیره هات لاین AL   | عدد    | ۳     |
| ۲     | سیم 35 ACSR (خط به کات اوت)  | -      | -     |
| ۳     | کلمپ دو پیچه AL  | -      | ۳     |
| ۴     | کات اوت فیوز ۲۴  | دستگاه | ۳     |
| ۵     | پیچ و مهره چشمی جهت کنسول ۱۴×۳۵۰ با واشر مربعی ۵۰×۵۰×۳                   | عدد    | ۲     |
| ۶     | برقگیر ۲۴ kv   | دستگاه | ۳     |
| ۷     | سیم مسی ۵۰ (جهت اتصال برقگیرهای کناری و بدنه ترانسفورماتور به کابل زمین) | متر    | ۴/۵   |
| ۸     | کابل مسی ۵۰ (جهت اتصال نقطه خنثی برقگیرها به زمین)                       | -      | ۱۰    |
| ۹     | سیم مسی ۵۰ (جهت اتصال کات اوت به ترانسفورمر)                             | -      | ۵     |
| ۱۰    | کابلشو مسی ۵۰ (جهت اتصال سیم به بوشینگ)                                  | عدد    | ۶     |
| ۱۱    | کابلشو مسی متناسب با کابل  | -      | ۲۰    |
| ۱۲    | کابل مناسب با ترانسفورمر (طبق جدول)                                      | متر    | ۱۲    |
| ۱۳    | ترانسفورماتور توزیع هوایی (حداکثر تا ۵۰۰ کیلو ولت آمپر)                  | دستگاه | ۱     |
| ۱۴    | پیچ و مهره دو سر قلاویز جهت سکوی ترانسفورمر ۱۴×۴۰۰                       | عدد    | ۴     |
| ۱۵    | سکوی ترانسفورماتور بطور کامل   | دستگاه | ۱     |
| ۱۶    | لوله گالوانیزه دو اینچ (جهت کابل زمین)                                   | شاخه   | ۰/۵   |
| ۱۷    | لوله فلزی گالوانیزه ۳-۵ اینچ (جهت کابل ترانسفورماتور)                    | شاخه   | ۰/۵   |
| ۱۸    | بست فلزی (کریبی)   | عدد    | ۵     |
| ۱۹    | تابلو  | دستگاه | ۱     |
| ۲۰    | سکوی بتونی تابلو   | -      | ۱     |
| ۲۱    | پایه بتونی ۹ متری  | اصلی   | ۱     |
| ۲۲    | پایه بتنی ۱۲ متری  | -      | -     |
| ۲۳    | مقره سوزنی برای پست وسط خط   | -      | -     |
| ۲۴    | کراس آرم فلزی ۲/۴۴ متری (۷۰×۷۰×۸) میلیمتری                               | عدد    | ۲     |
| ۲۵    | میل مقره راس تیری بلند   | -      | -     |
| ۲۶    | پیچ و مهره یک سر ۱۴×۲۵۰  | عدد    | ۶     |
| ۲۷    | پیچ و مهره جهت تسمه به کراس آرم ۱۰×۴۰ میلیمتری                           | عدد    | ۴     |
| ۲۸    | تسمه حائل ۵×۳۰×۶۹۸ میلیمتری  | عدد    | ۴     |
| ۲۹    | مقره بشقابی برای پست انتهایی خط  | -      | -     |
| ۳۰    | کلمپ انتهایی (سکوت)  | -      | -     |
| ۳۱    | متعلقات مقره بشقابی  | -      | -     |
| ۳۲    | کلمپ مسی دو پیچه   | عدد    | ۲     |

در این حالت طبق شکل (31-4)، هادی اصلی خط پس از عبور از کلمپ انتهایی با کابلشو متناسب با سیم خط، به برقگیر متصل می گردد و دیگر نیازی به کلمپ پیچی شکافدار وجود ندارد.



شکل (۴-۳۰)



شکل (۴-۲۹)

## سکوی ترانسفور ماتور

در صفحات بعدی طرح ارائه شده برای سکوی ترانسفور ماتورهای هوایی شکل های (4-30) و (4-31) از قدرت 25 کیلوولت آمپر تا 400 کیلوولت آمپر برای ولتاژهای 20 کیلوولت و 33 کیلوولت بر اساس مشخصات ترانسفور ماتورها بیان شده اند.

با توجه به وزن و ابعاد ترانسفور ماتورهای مختلف، طرح سکوی ترانسفور ماتور، ابعاد و مشخصات لازمی را خواهد داشت که این مشخصات بر اساس محاسبه مقاومت مکانیکی بدست آمده اند.

در جدول (4-6) و (4-7) ابعاد و مشخصات سکوی ترانسفور ماتورها بیان گردیده است.

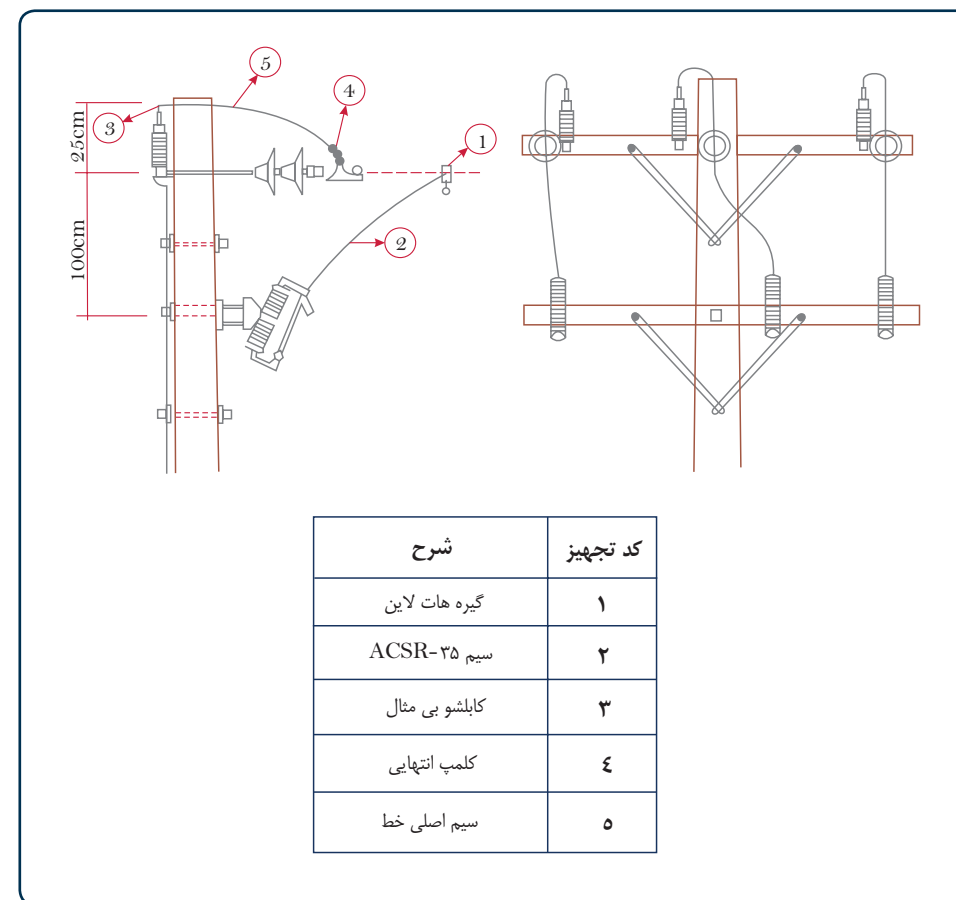
محل سکوی ترانسفور ماتور بر روی پایه با توجه به فاصله مناسب ترانسفور ماتور از خط جهت نصب کات اوت فیوز و برقگیر و نیز فاصله مناسب ترانسفور ماتور از زمین و همچنین محاسبات مکانیکی ناشی از بارگذاری ترانسفور ماتورها بر روی پایه بدست می آید که این مورد کلاً باید در موضوع طراحی پست های هوایی توزیع مورد بررسی قرار گیرند.

### مشخصات فنی

- ناودانی از نوع A بطول  $L_1$  متر دو عدد
- ناودانی از نوع B بطول  $L_2$  متر دو عدد
- حایل تسمه ای گالوانیزه بطول  $L_3$  متر، عرض 50 و ضخامت 5 میلیمتر چهار عدد
- پیچ شماره M12 از نوع A490 برای اتصالات

جدول (4-6): مشخصات و ابعاد سکوی ترانسفور ماتور برای ترانسفور ماتورهای تا قدرت (KVA) 400 با ولتاژ (KV) 20

| قدرت ترانسفور ماتور | A | B | $L_1$ (m) | $L_2$ (m) | $L_3$ (m) |
|---------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|
| 25-200 (KVA)        | a | a | 220       | 0/70      | 0/70      |
| 250 (KVA)           | b | a | 231       | 0/90      | 0/70      |
| 315-400 (KVA)       | c | a | 252       | 0/90      | 0/75      |



شکل (۴-۳۱)



جدول (۴-۷): مشخصات و ابعاد سکوی ترانسفورماتور برای ترانسفورماتورهای تا قدرت (KVA) 400 با ولتاژ (KV) 33

| قدرت ترانسفورماتور | A | B | L <sub>1</sub> (m) | L <sub>2</sub> (m) | L <sub>3</sub> (m) |
|--------------------|---|---|--------------------|--------------------|--------------------|
| ۲۵-۲۰۰ (KVA)       | a | a | ۲۲۲                | ۰/۷۰               | ۰/۷۰               |
| ۲۵۰ (KVA)          | b | a | ۲۲۴                | ۰/۹۰               | ۰/۷۰               |
| ۳۱۵-۴۰۰ (KVA)      | c | a | ۲۴۳                | ۰/۹۰               | ۰/۷۵               |

منظور از ناودانی نوع a ناودانی با شماره ۸۰ است.

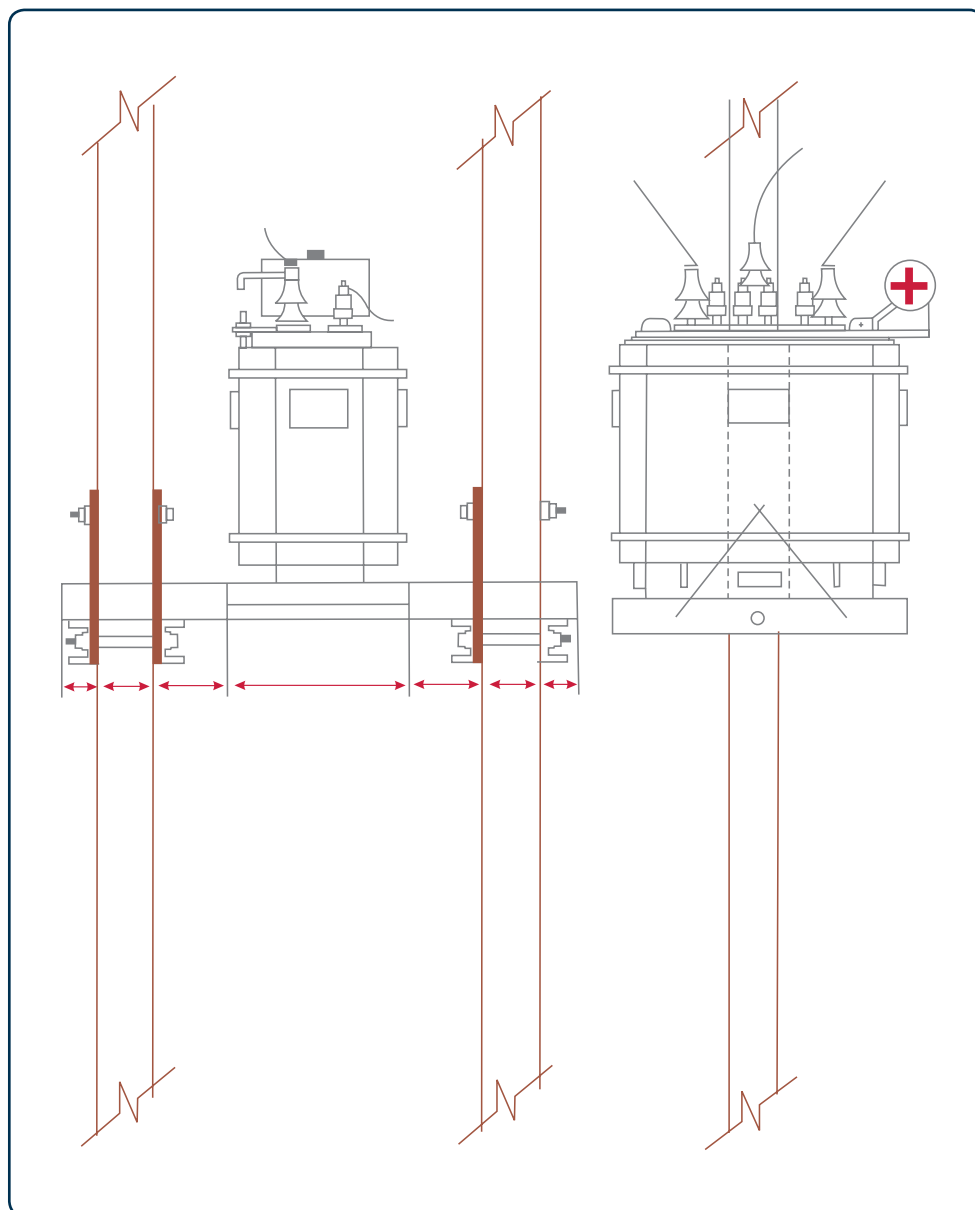
منظور از ناودانی نوع b ناودانی با شماره ۱۰۰ است.

منظور از ناودانی نوع c ناودانی با شماره ۱۰۰ است.

L<sub>1</sub>: طول ناودانی از نوع A

L<sub>2</sub>: طول ناودانی از نوع B

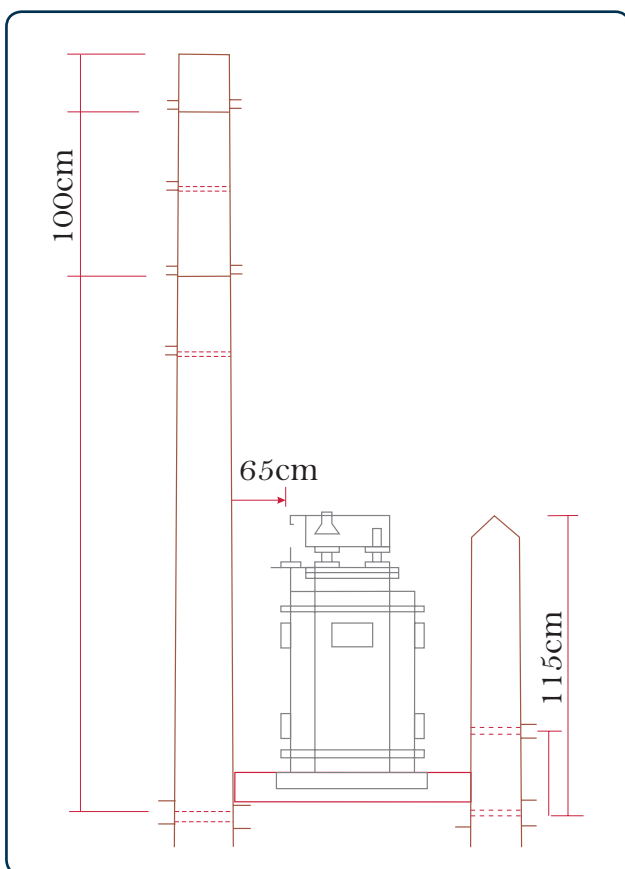
L<sub>3</sub>: طول حایل تسمه ای



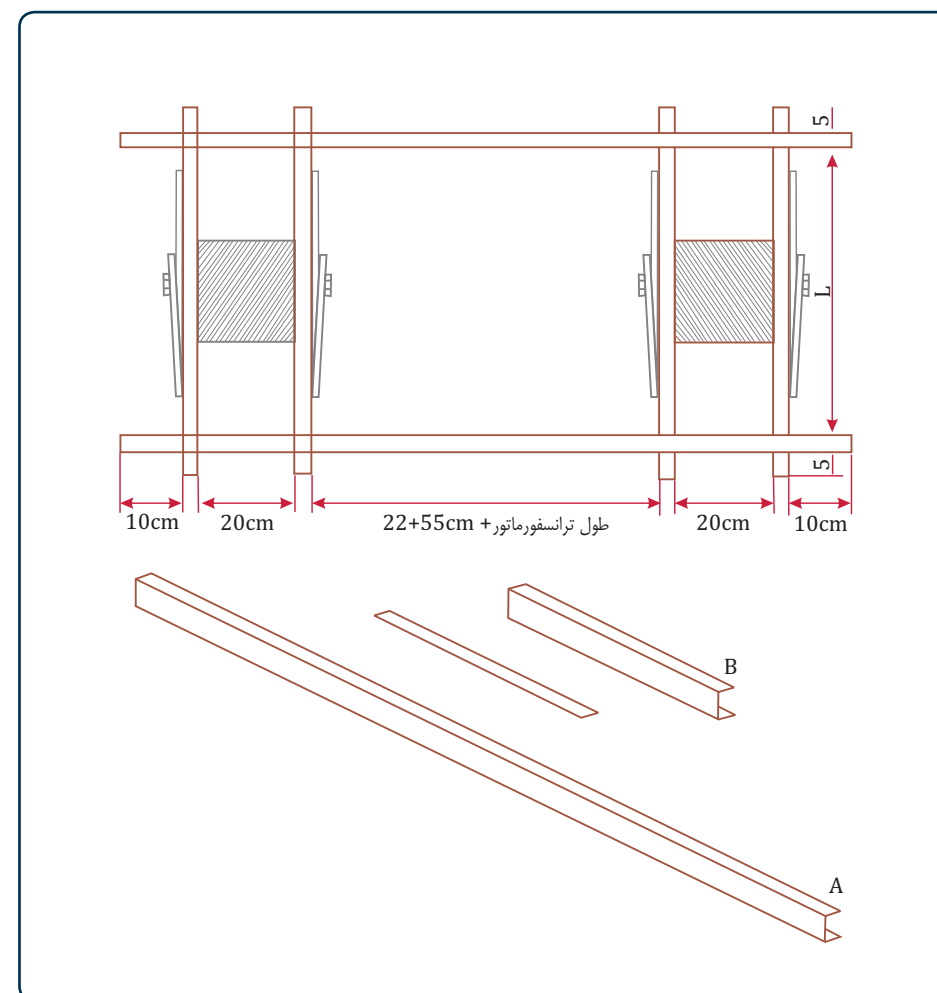
شکل (۴-۳۲): نمای یک ترانسفورماتور بر روی سکو

## نحوه استقرار ترانسفورماتور های هوایی

ترانسفورماتور هوایی بر روی سکوی فلزی که مشخصات آن در جدول (4-6) و (4-7) آورده شده است مطابق شکل (4-34) نصب می گردد. سکوی مذکور در فاصله 385 سانتیمتری از راس تیر بلندتر قرار گرفته و ترانسفورماتور بر روی سکوی مستقر می گردد که ریل زیری آن بر روی ناودانی قرار گرفته و بوسیله چهار عدد پیچ و مهره  $14 \times 45$  محکم می شود. ترانسفورماتور بایستی کاملاً تراز شده و طوری نصب گردد که پوشینگ های فشار متوسط به طرف کات اوت فیوز و پوشینگ های فشار ضعیف به طرف پایه کمکی باشد. دقت گردد تا فاصله بدنه ترانسفورماتور در سمت پوشینگ های فشار متوسط تا پایه کمتر از 65 سانتیمتر نباشد.



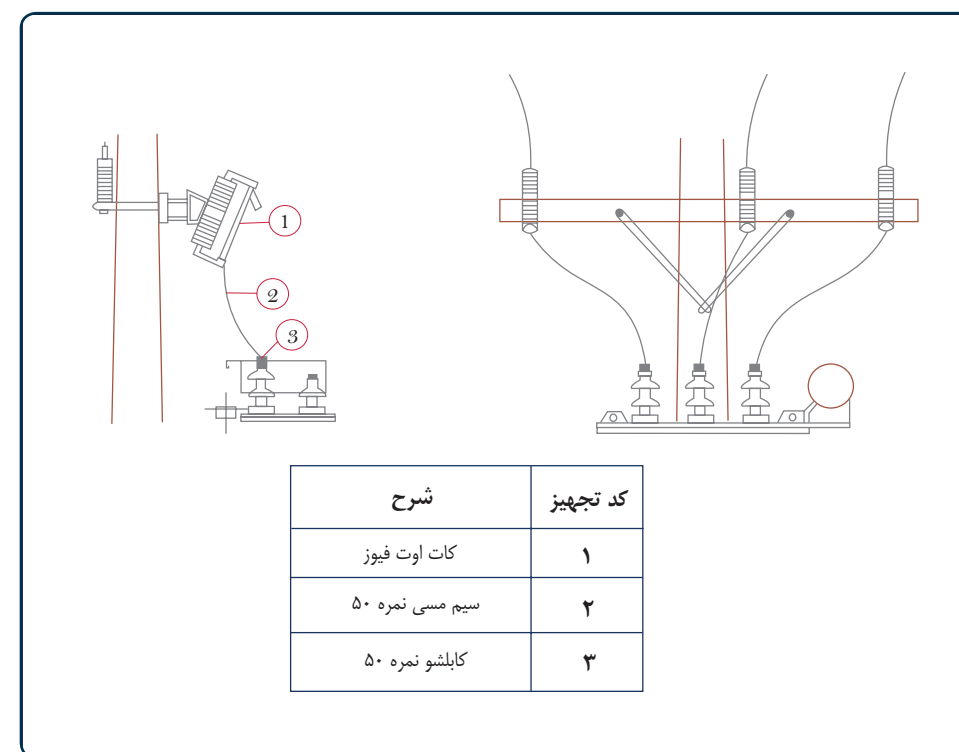
شکل (4-34): نحوه استقرار ترانسفورماتور



شکل (4-33): دید از بالای سکوی ترانسفورماتور و شکل قطعات سکو

## نحوه اتصال کات فیوز به ترانسفورماتور

طبق شکل (35-4) در این حالت از سیم مسی با مقطع 50 میلیمتر و کابلشوی مسی نمره 50 استفاده می شود. سیم مسی باید با خم مناسب شکل داده شود و فاصله آن از پایه رعایت گردد.

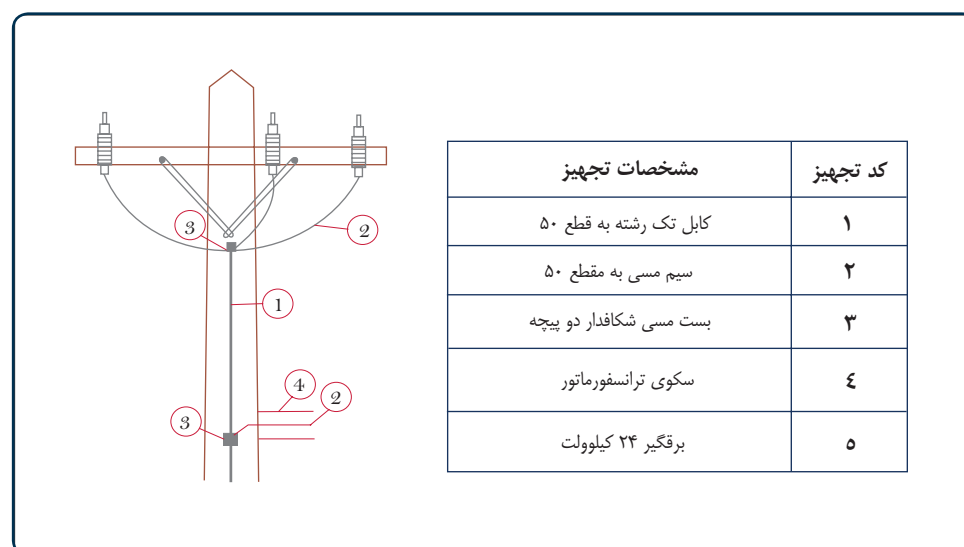


شکل (۳۵-۴) : نحوه اتصال کات فیوز به ترانسفورماتور

## نحوه اتصال برقگیر به زمین

جهت اتصال نقطه خنثی برقگیر به زمین از کابل مسی تک رشته به مقطع 50 میلیمتر مربع استفاده می شود. این کابل به فاصله 30 الی 35 سانتیمتری از برقگیر فاز وسط، لخت شده و مستقیماً به آن وصل می گردد. برقگیرهای کناری نیز توسط سیم مسی لخت به مقطع 50 میلیمتر مربع به یکدیگر متصل و در عین حال توسط بست شکافدار و پیچ مسی به قسمت لخت شده کابل اتصال داده می شود. در شکل (36-4) نحوه اتصال نقطه خنثی برقگیر به زمین نشان داده شده است.

جهت اتصال بدنه ترانسفورماتور به سیستم زمین، کابل تک رشته ای که از برقگیرها می آید را در محل سکوی ترانسفورماتور به اندازه 10 سانتیمتر لخت نموده و توسط یک قطعه سیم مسی به مقطع 50 میلیمتر مربع و یک عدد بست مسی شیاردار اتصال برقرار می شود. شکل (36-4)

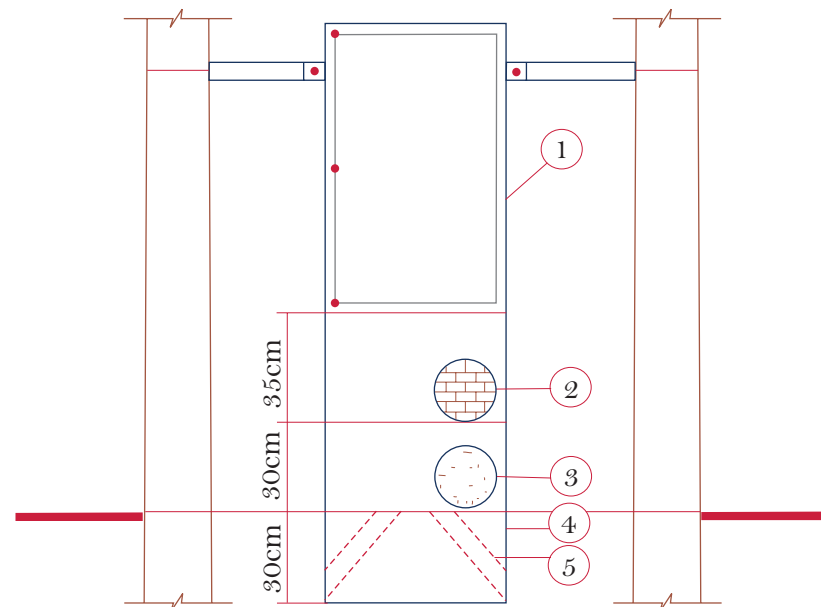


شکل (۳۶-۴) : نحوه اتصال نقطه خنثی برقگیر به تسمه زمین

## نحوه استقرار تابلو

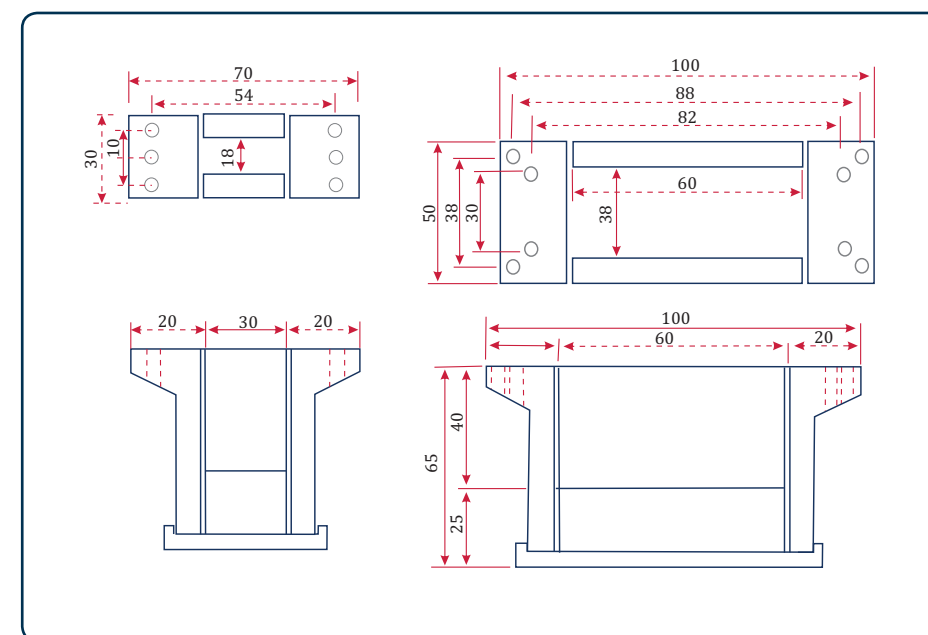
شکلهای (4-37) به ترتیب نمای سکوی بتنی تابلوهای عمومی و اختصاصی را نشان می دهد. سکوی مذکور بصورت پیش ساخته و به ارتفاع 65 سانتیمتر بوده که در زیر ترانسفورماتور در وسط بین دو پایه و متقارن نسبت به محور وسط بصورت طولی نصب و تراز می گردد. تابلو ترانسفورماتور بر روی سکو طوری مستقر و پیچ و مهره می گردد که درب اصلی آن (طرف کلید اصلی) در سمت پیاده رو واقع می گردد. در صورتیکه تهیه سکوی بتنی پیش ساخته ممکن نباشد میتوان از سکوی زیر چینی با آجر طبق شکل (4-38) استفاده کرد. در این حالت تابلو توسط پشت بند به پایه ها متصل می گردد.

همچنین می توان برای استقرار تابلو از سکوهای فلزی هماهنگ سکوی ترانسفورماتور استفاده کرد که در ارتفاع 65 سانتی متری نصب می گردد و مشخصات سکوی تابلو همانند سکوی ترانسفورماتور نوع A می باشد. که ابعاد آن باتوجه به ابعاد و وزن تابلو محاسبه می گردد.



| کد تجهیز | شرح                |
|----------|--------------------|
| ۱        | تابلو              |
| ۲        | آجر سفال ۴ سانتی   |
| ۳        | سنگ دو تیشه داغون  |
| ۴        | بتون با عیار ۳۰۰   |
| ۵        | لوله پلیکا نمره ۱۰ |

شکل (۴-۳۸): سکوی تابلو از نوع زیر چینی توسط آجر



سکوی پستهای اختصاصی

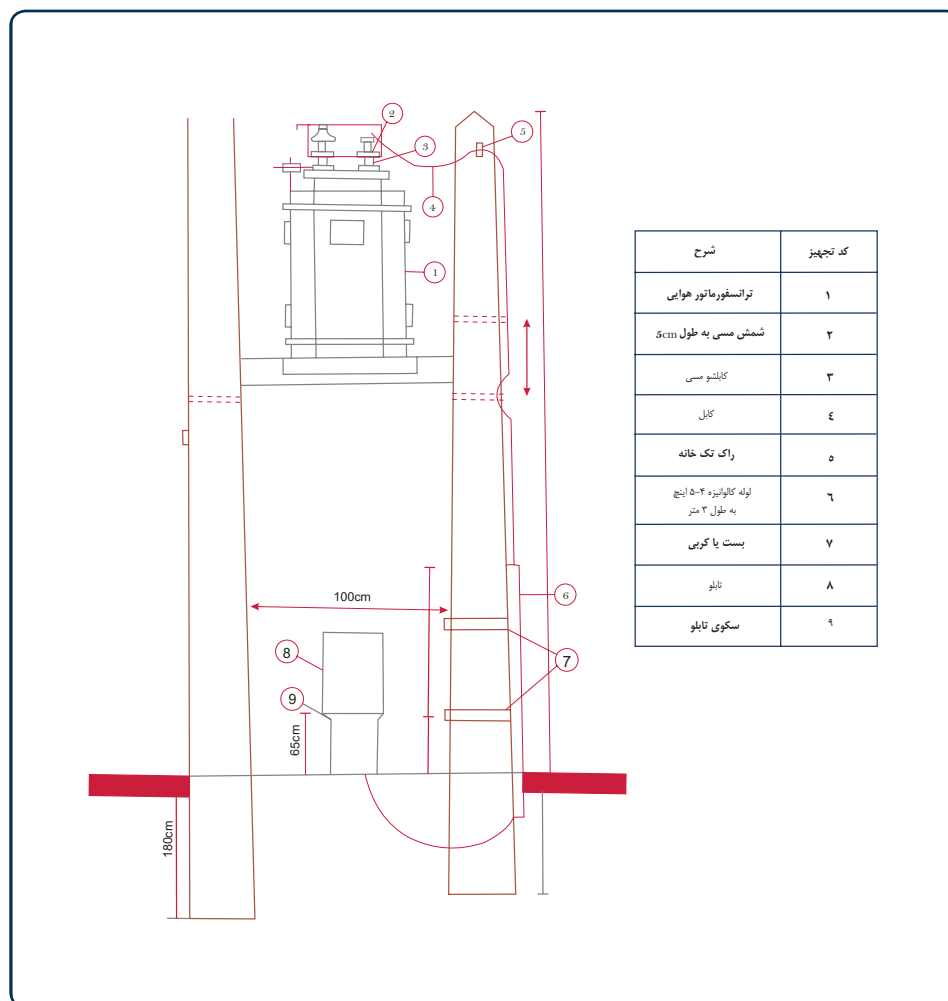
شکل (۴-۳۷): سکوی پستهای عمومی

## نحوه اتصال کابل ترانسفورماتور به تابلو

در شکل (4-39) نحوه ارتباط کابل ترانسفورماتور به تابلو نشان داده شده است. کابل متناسب با قدرت ترانسفورماتور بطول 12 متر انتخاب می گردد و ابتدا پوسته کابل به اندازه 30 سانتیمتر برداشته شده و به اندازه عمق کابلشو لخت می گردد. پس از پرس داخل کابلشو مسی، ضمن آرایش رشته های کابل، بوسیله شمش مسی ده سانتی به پوششهای ترانسفورماتور متصل می گردد.

نحوه اتصال کابل در قسمت بالای پایه باید به نوعی باشد که ضمن جلوگیری از نفوذ آب باران و برف، از وارد شدن وزن کابل بر روی پوشش ترانسفورماتور نیز جلوگیری کند. بدین منظور بهتر است که کابل حدود 20 سانتیمتر بالاتر از سطح پوشش ترانسفورماتور، بر روی پایه ها توسط راک تک خانه مستقر گردد. کابل مذکور باید بوسیله بست، بنحوی بر روی پایه محکم شود که به آن نیرویی وارد نشود و با عبور از لوله گالوانیزه 3 متری که 30 سانتیمتری آن داخل زمین می باشد از زیر زمین وارد سکوی بتنی شده و با رعایت ترتیب فازها و آرایش مناسب بوسیله کابلشوروی کلید اصلی و شینه نول محکم می شود. پس از محکم شدن کابل به کلید و شینه نول، باید کابل را با بست به تابلو وصل کرد.

اگر محل استقرار تابلو، سکوی فلزی (همانند سکوی ترانسفورماتور) باشد آنگاه کابل اتصال را تا محل سکوی پایین آورده و از آن نقطه به زیر تابلو منتقل کرده و از دریچه های تعبیه شده به داخل تابلو برده می شود. کابل باید در چند نقطه قبل از ورود به تابلو به سکوی تابلو محکم شود تا وزن آن به کلید اصلی وارد نشود.



شکل (۴-۳۹): نحوه ارتباط کابل ترانسفورماتور به تابلو

## نحوه ارتباط فیدرهای خروجی تابلو به شبکه فشار ضعیف

جهت برقراری ارتباط پست هوایی با شبکه فشار ضعیف از کابل مناسب استفاده می شود که به اولین پایه شبکه فشار ضعیف هوایی متصل می گردد. جهت اجرا این اتصال، ابتدا پوسته کابل را به اندازه 25 الی 30 سانتیمتر برداشته و هر کدام از رشته های کابل را متناسب با عمق کابلشولخت نموده و بعد از پرس نمودن کابلشو به کابل، به کلید فیوزهای خروجی داخل تابلو بسته می شوند. قسمتی از کابل که دارای پوسته بوده و درون تابلو قرار گرفته است توسط بست مناسب یا گلند به بدنه تابلو محکم می شود. سپس برای نصب کابل تا پایه فشار ضعیف کابل را در عمق 70 سانتیمتری زمین دفن نموده و تا پای اولین پایه فشار ضعیف ادامه داده و از لوله گالوانیزه 2 یا 4 اینچی بطول 3 متر که 30 سانتیمتر آن در زمین فرو رفته و به پایه محکم شده است استفاده کرده و کابل از زمین خارج می شود. سپس کابل را تا 30 الی 60 سانتیمتری راس تیر بالا برده و با عبور از سر کابل مناسب که در بغل تیر و مقابل فاز معابر نصب می گردد، آماده اتصال به شبکه فشار ضعیف می شود.

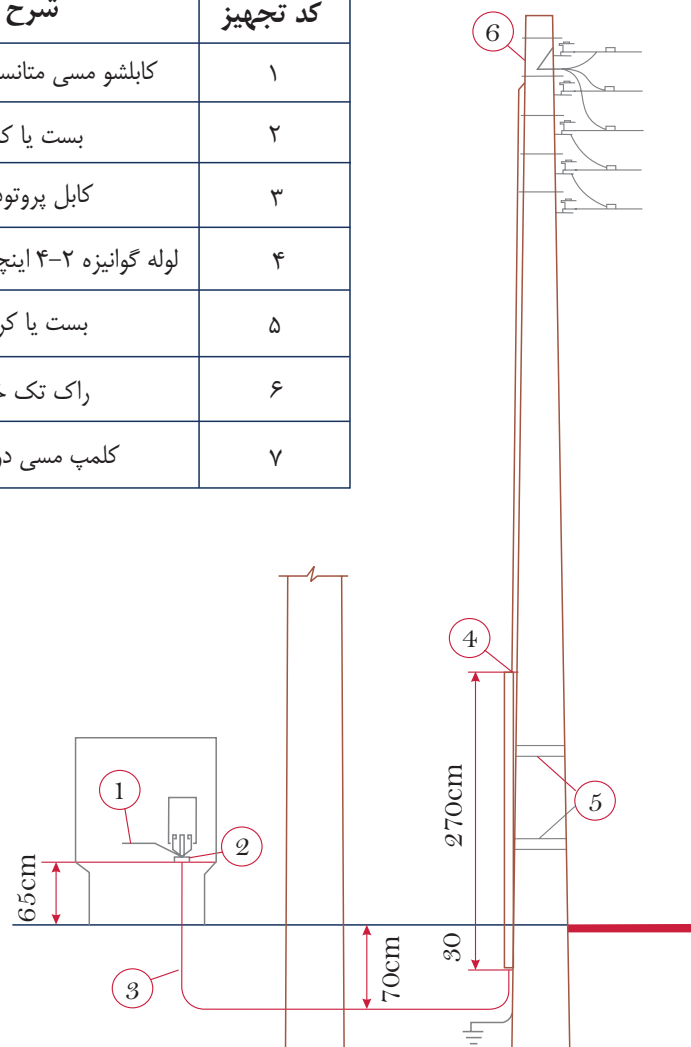
برای اتصال کابل به شبکه فشار ضعیف، ابتدا پوسته کابل به اندازه 90 سانتیمتر برداشته و روکش هر رشته را به اندازه 10 سانتیمتر لخت کرده و با رعایت آرایش فاز ها، توسط کلمپ دو پیچه مسی متناسب با کابل به شبکه فشار ضعیف متصل می گردد.

در شکل (4-40) نمای نحوه برقراری ارتباط تابلو فشار ضعیف پست هوایی با شبکه فشار ضعیف نشان داده شده است.

تبصره 1: تنها در صورتیکه اجرای حفاری جهت تعبیه کابل امکان پذیر نباشد می توان با نصب جلو بر (براکت) روی پایه های پست هوایی و یا با استفاده از کابل خودنگهدار، انشعاب را برقرار نمود. در این شرایط باید کلیه شرایط نصب کابل هوایی را رعایت کرد.

لازم به توضیح است که محل نصب اولین پایه شبکه فشار ضعیف و فاصله آن تا پست هوایی تابع شرایط و موقعیت محل و مشترکین بوده و چنانچه فاصله این پایه تا محل پست کمتر از 20 متر باشد نیاز است که سیستم اتصال زمین الکتریکی بر روی پایه های دیگر اجرا گردد.

| کد تجهیز | شرح                              |
|----------|----------------------------------|
| ۱        | کابلشو مسی متناسب با کابل        |
| ۲        | بست یا گلند                      |
| ۳        | کابل پروتودور                    |
| ۴        | لوله گالوانیزه ۲-۴ اینچی سه متری |
| ۵        | بست یا کربی                      |
| ۶        | راک تک خانه                      |
| ۷        | کلمپ مسی دو پیچه                 |



شکل (۴-۴۰): نحوه ارتباط تابلو به شبکه فشار ضعیف هوایی



## سیستم اتصال زمین الکتریکی و حفاظتی پست های هوایی

در یک پست هوایی دو عدد چاه زمین ، یکی برای اتصال زمین حفاظتی و دیگری جهت اتصال زمین الکتریکی در نظر گرفته می شود که اولی در کنار پست و دومی در پای اولین پایه شبکه فشار ضعیف هوایی اجرا می گردد. (در تمام فیدرهای دیگر فشار ضعیف هوایی در اولین پایه سیستم اتصال زمین الکتریکی اجرا می گردد، لکن این اتصال زمین ها جزء شبکه فشار ضعیف هوایی منظور می گردند).

■ مشخصات سیستم زمین حفاظتی

کابل نقطه خنثی برقگیر ها که بدنه ترانسفورماتور نیز به آن متصل شده است ، به همراه سیستم اتصال بدنه تابلو در عمق 50-30 سانتیمتری زمین توسط یک عدد کلمپ مسی دو پیچه به سیستم اتصال زمین حفاظتی اتصال داده می شود .

نمایی از سیستم زمین حفاظتی در شکل (4-41) نشان داده شده است. باید توجه گردد که کیفیت و عمق چاله متناسب با شرایط زمین بگونه ای باشد که مقاومت اتصال زمین حفاظتی کمتر از 2 اهم باشد. جزئیات بیشتر مربوط به سیستم زمین حفاظتی در فصل سیستم های اتصال زمین آمده است.

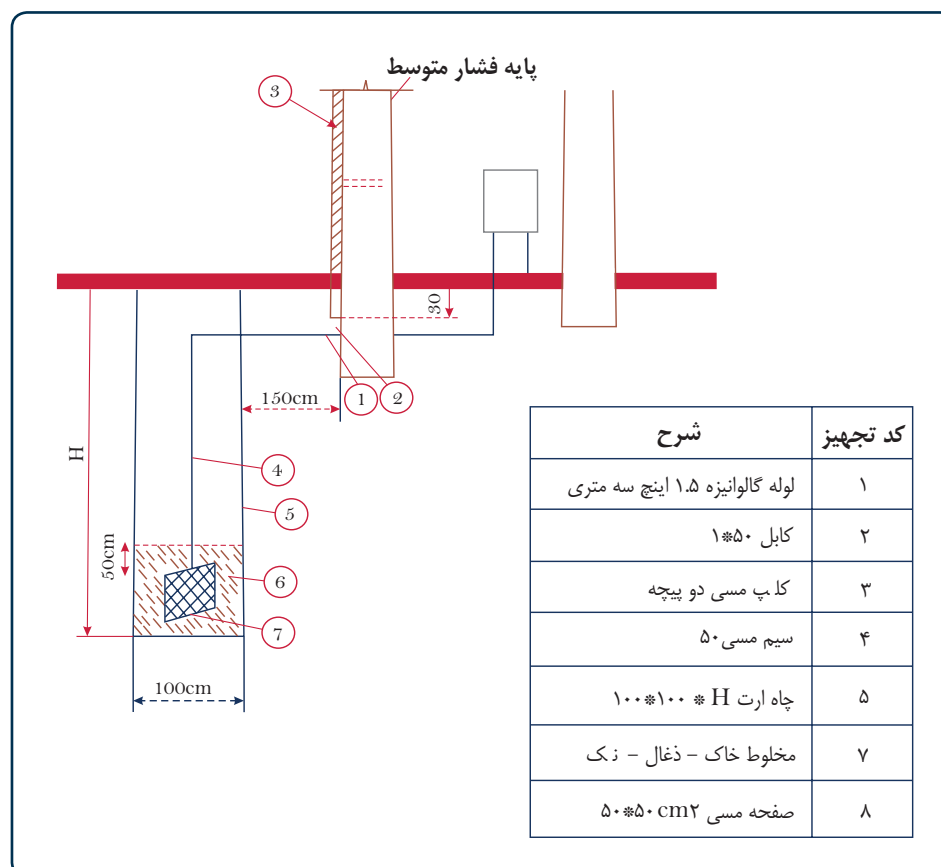
■ مشخصات سیستم زمین الکتریکی

جهت اتصال زمین نوترال ترانسفورماتور از سیستم زمین میله ای با مشخصاتی که در شکل (4-42) آمده است استفاده می شود. در صورتیکه لوله فلزی کابل فشار ضعیف بزرگتر در نظر گرفته شود می توان از آن بطور مشترک جهت عبور کابل اتصال زمین الکتریکی نیز استفاده کرد. توجه گردد کیفیت اجرا و عمق چاه متناسب با شرایط زمین بگونه ای می باشد که مقاومت اتصال زمین الکتریکی کمتر از 5 اهم باشد.

## مشخصات فنی تجهیزات پست های هوایی

مشخصات ترانسفورماتورو تجهیزات جانبی آن

مشخصات تجهیزات پست های هوایی بر حسب قدرتهای مختلف ترانسفورماتور آمده است. از این جدول می توان برای انتخاب تجهیزات مختلف پست های هوایی استفاده کرد.



شکل (۴-۴۱): چاه ارت حفاظتی،

## استاندارد نصب برقگیر

### کلیات

شبکه های برق رسانی هوایی، اعم از شبکه های فشار ضعیف توزیع، 400 ولت، تا فشار قوی انتقال 400 کیلو ولت، همگی در معرض جریانهای زیاد گذرا ناشی از اتصالات کوتاه خط، و یا حوادث جوی طبیعی، مانند رخداد آذرخش و یا تغییرات ناگهانی همراه با افزایش ولتاژ و جریان در اثر افت ناگهانی بار مصرفی، یا قطع و وصل کلید های قدرت که جملگی باعث هجوم جریانهای گذرا بر روی شبکه می شوند می باشند. این جریانها پاره ای اوقات تا 5 برابر جریان نامی دستگاه بالا می روند.

این جریانها حتی در صورت تداوم در حد میکروثانیه، سطوح عایقی تجهیزات مربوطه و خطوط را در هم شکسته و موجب ناکارآمدی کامل شبکه می گردند. بدین جهت از برقگیر به عنوان عنصر محافظ شبکه و تجهیزات بهره برداری می گردد.

همانطور که در فصل سوم گفته شد، برقگیرها جزء عناصر حفاظتی هستند که تجهیزات حساس شبکه از قییل ترانس ها و خطوط را در مقابل اضافه ولتاژ و جریانهای ناخواسته از قییل اضافه ولتاژ حاصله از وصل مجدد کلید ها مثل دیژنکتور، جریانهای اتصال کوتاه، و ولتاژ و نتیجه جریان بالای حاصله از برخورد آذرخش با خطوط را حفاظت می نمایند. برقگیر انتخاب شده در این گزارش از نوع اکسید روی غیر خطی بدون شکاف می باشد، که اساساً در شبکه های توزیع بکار گرفته می شود.

اساس کار برقگیر بدین ترتیب می باشد که برقگیر اساساً یک عنصر عایقی است تا حد یک سطح ولتاژ معین. این ولتاژ بستگی به سطح ولتاژ خط دارد. برقگیر تا سر حد سطح ولتاژ خط حالت عایقی خود را حفظ مینماید. در صورت افزایش سطح ولتاژ ایجاد شده در سر محل اتصال برقگیر با خط از مقدار معینی، برقگیر از حالت عایقی خارج گشته و جریان حاصله را سریعاً به پایانه دیگر آن که به زمین متصل است روانه می دارد. یک برقگیر از یک بدنه جنس چینی مشخصاً پرسیلین ساخته شده و در انتهای آن پایانه ها برقگیر وجود دارد که بوسیله آن از یک پایانه بوسیله یک خط رابط به فاز شبکه و از پایانه دیگر بوسیله سیم رابط به سیستم شبکه زمین متصل می گردد.

بر روی بدنه برقگیر، یک نگهدارنده در قسمت انتهایی آن نصب شده است که توسط آن برقگیر نگهداشته می شود. برقگیرها در حالت معمولی، بطور تئوری اصولاً نباید جریانی از خود عبور دهند ولی عملاً جریان بسیار کمی از آن عبور می کند که به این جریان، جریان نشستی برقگیر اطلاق می گردد.

جدول (۴-۸): مشخصات تجهیزات پستهای هوایی

| ردیف | قدرت ترانسفورماتور KVA | وزن Kg | پایه کمکی | نوع سکو | جریان اولیه A | المنت فیوز |    |     | جریان ثانویه A | آمبراز کلید کل | کلید کل استاندارد | سایز کابل ارتباطی با تابلو      |
|------|------------------------|--------|-----------|---------|---------------|------------|----|-----|----------------|----------------|-------------------|---------------------------------|
|      |                        |        |           |         |               | S, F       | K  | T   |                |                |                   |                                 |
| ۱    | ۵۰                     | ۴۷۰    | ۹/۴۰۰     | A       | ۱/۴۴۳         | ۳          | ۳  | ۱/۴ | ۷۰             | ۸۴             | ۱۰۰               | ۳×۲۵+۱۶                         |
| ۲    | ۷۵                     | ۵۵۰    | ۹/۴۰۰     | A       | ۲/۱۶۵         | ۶          | ۳  | ۲/۱ | ۱۰۵            | ۱۲۶            | ۱۶۰               | ۳×۳۵+۱۶                         |
| ۳    | ۱۰۰                    | ۶۴۰    | ۹/۴۰۰     | A       | ۲/۸۸۷         | ۶          | ۶  | ۳/۱ | ۱۴۰            | ۱۶۸            | ۲۵۰               | ۳×۵۰+۲۵                         |
| ۴    | ۱۶۰                    | ۷۸۰    | ۹/۴۰۰     | A       | ۴/۶۱۹         | ۸          | ۸  | ۴/۲ | ۲۲۴            | ۲۶۹            | ۴۰۰               | ۳×۹۵+۵۰                         |
| ۵    | ۲۰۰                    | ۸۹۰    | ۹/۴۰۰     | A       | ۵/۷۷۴         | ۱۰         | ۱۰ | ۵/۲ | ۲۸۰            | ۳۳۶            | ۴۰۰               | ۳×۱۲۰+۷۰<br>یا ۲(۳×۵۰+۲۵)       |
| ۶    | ۲۵۰                    | ۱۰۴۰   | ۹/۴۰۰     | A       | ۷/۲۱۵         | ۱۰         | ۱۰ | ۷   | ۳۵۰            | ۴۲۰            | ۶۳۰               | ۳×۱۸۵+۱۲۰<br>یا ۲(۳×۷۵+۳۵)      |
| ۷    | ۳۱۵                    | ۱۲۵۰   | ۹/۸۰۰     | B       | ۹/۰۹۳         | ۱۲         | ۱۲ | ۷/۸ | ۴۴۱            | ۵۲۹            | ۶۳۰               | ۲(۳×۱۲۰+۷۰)<br>یا ۳(۱×۱۸۵)+۱۲۰  |
| ۸    | ۴۰۰                    | ۱۴۶۰   | ۹/۸۰۰     | B       | ۱۱/۵۳۷        | ۱۵         | ۱۵ | ۱/۴ | ۵۶۰            | ۶۷۲            | ۱۰۰۰              | ۲(۳×۱۵۰+۷۰)<br>یا ۳(۱×۲۴۰)+۱۸۵  |
| ۹    | ۵۰۰                    | ۱۷۰۰   | ۹/۸۰۰     | B       | ۱۴/۴۳۴        | ۲۰         | ۲۰ | ۱/۴ | ۷۰۰            | ۸۴۰            | ۱۰۰۰              | ۲(۳×۱۸۵+۱۲۰)<br>یا ۳(۱×۳۰۰)+۲۴۰ |

## تعاریف

## جدا کننده برقگیر

قطعه ای است که برای جدا کردن برقگیر از شبکه در هنگام خراب شدن برقگیر، برای جلوگیری از ایجاد اتصالی در شبکه بکار می رود. همچنین با نگاه کردن به جدا کننده برقگیر می توان از سالم بودن یا خراب بودن آن آگاه شد.

## کلاس فشار شکن

عددی است که توانایی ایستادگی برقگیر را در برابر جریان های خطا بدون اینکه شکاف و یا آسیبی جدی در محفظه برقگیر ایجاد شود را نشان می دهد. کلاس فشار شکن معمولاً بر حسب KA است و طبق استاندارد IEC ۶۰۰۹۹-۵ در جدول زیر ارائه شده است.

## شرایط محیطی

- درجه حرارت محیط
- شدت اشعه نور خورشید
- ارتفاع از سطح دریا
- میزان رطوبت
- میزان آلودگی هوا
- شتاب زمین لرزه
- سرعت باد
- ضخامت یخ و برف

جدول (۴-۹)

| کلاس فشار شکن | کلاس برقگیر              | حداقل میزان اتصال کوتاه |
|---------------|--------------------------|-------------------------|
| A             | ۱۰۰۰۰ A سبک یا سنگین کار | ۴۰۰۰                    |
| B             | ۱۰۰۰۰ A سبک یا سنگین کار | ۲۰۰۰                    |
| C             | ۱۰۰۰۰ A سبک یا سنگین کار | ۱۰۰۰                    |
| D             | ۵۰۰۰ A سری A یا B        | ۶۰۰                     |
| E             | ۵۰۰۰ A سری A یا B        | ۵۰۰                     |

## اضافه ولتاژ موقت

اضافه ولتاژهایی که با فرکانس قدرت بوده و بیش از چند سیکل تداوم داشته باشند اضافه ولتاژ موقت TOV نامیده می شوند.

## جریان دائمی برقگیر

مقدار دائمی جریانی است که زمانی که برقگیر تحت ولتاژ دائمی کار کرد قرار دارد از خود عبور می دهد.

## جریان ضربه شدید برقگیر

مقدار پیک جریان تخلیه با شکل موج ۱۰/۴ میکرو ثانیه که توانایی برقگیر را هنگام اصابت مستقیم صاعقه بررسی می کند.

## اضافه ولتاژ های سیستم توزیع

بطور کلی اضافه ولتاژهای موجود در سیستم های توزیع را می توان به دو نوع زیر تقسیم نمود:

## اضافه ولتاژ در اثر صاعقه

برخورد صاعقه با شبکه های برق باعث ایجاد اضافه ولتاژ در خط می شود که باید بطور کامل بررسی شود.

## اضافه ولتاژ موقت با فرکانس قدرت

اضافه ولتاژهایی را که بیش از ۵ سیکل تداوم یابد، اضافه ولتاژهای موقت گویند. معمولاً پدیده هایی نظیر اتصال زمین، قطع ناگهانی بار و رزونانس یا فرورزونانس باعث بوجود آمدن چنین اضافه ولتاژهایی می شوند. این نوع اضافه ولتاژها دارای فرکانسی در حدود فرکانس سیستم قدرت هستند.

## کاربرد کلی

هریک از تجهیزات الکتریکی که تحت تاثیر اثرات مخرب امواج گذرای اضافه ولتاژ قرار دارد را می توان توسط برقگیر محافظت کرد ولی استفاده از برقگیر در تجهیزات زیر بیشتر مرسوم می باشد: ■ ترانس های قدرت

■ ترانس های توزیع

■ خازنها

■ کلیدها

■ رگولاتورهای ولتاژ

■ محل نصب اتصال کابل به خطوط هوایی

■ راکتورهای شنت

■ پایانه های خطوط انتقال

■ موتورهای الکتریکی

## نحوه نگهداری برقگیر

درخصوص نگهداری برقگیر ها ، موارد زیر باید رعایت گردد :

■ برقگیر ها باید درمقابل ایجاد خوردگی ، پوسیدگی و قارچ زدگی ، بوسیله جلا دهنده ها لعاب کاری و روکش گردند .

تولید کنند باید قید کنداز که کدامین روش برای حفاظت سطح رویه برقگیر استفاده شده است .

■ برقگیر باید درمقابل عوامل پوسیدگی حفاظت شود . ازموادضد پوسیدگی باید استفاده شده باشد . از رنگ زدن بجای مواد ضد پوسیدگی نباید استفاده شود .

■ تولید کننده بایداز مجموعه ای از مراحل تنظیم شده و منظم ، جهت طرح و تولید برقگیر و اجزاء جانبی آن همواره پیروی کند . همگی اجزاء مشابه تشکیل دهنده باید توسط یک تولید کننده تهیه و از نوع یکسان و مشابه باشند .

■ برقگیر باد در مقابل زلزله مقاوم و میزان آن درجه بندی و قید شده باشد .

■ برقگیر باید بوسیله یک برچسب که روی آن نصب شده است همراهی گردد .

■ تولید کننده باید اعمال خصوصیات کنترل کیفیت خود ، برقگیر را تحت کنترل کیفیت قرار دهد و نحوه آن را اعلام نماید .

## مرحله نصب

پس از انتخاب برقگیر و حصول اطمینان از سلامتی و قابل نصب بودن دستگاه و مهیا کردن لوازم جانبی و متعلقات آن ، پیچ و مهره و سیم های جامپرو زمین شامل نوع و طول آن ، عملیات نصب را

می توان شروع کرد .

نصب برقگیر بدون توجه به سطح ولتاژ مورد نظر ، به دسته بندی های زیر تقسیم می شوند :

■ نصب برقگیر جهت حفاظت شبکه در محل اتصال دو سیستم هوایی و زمینی به یکدیگر همراه با فیوز کات اوت

■ نصب برقگیر جهت حفاظت از شبکه در محل خروجی نیروگاه در محل اتصال دو سیستم هوایی و زمینی به یکدیگر

■ درمحل انشعاب زمینی ساده از شبکه های هوایی با آرایش کراس آرم جناقی

■ درمحل انشعاب زمینی از شبکه هوایی با آرایش کراس آرم جناقی مجهز به فیوز کات اوت

■ درمحل پست هوایی در وسط خط همراه فیوز کات اوت بر روی تیر های چوبی یا بتونی

■ درمحل پست هوایی در انتهای خط همراه با کلید کات اوت بر روی تیر های چوبی یا بتونی

■ درمحل پست زمینی مجهز به کلید کات اوت

## نصب برقگیر در شبکه های 20 کیلو ولت

نصب برقگیر در محل اتصال دو سیستم هوایی و زمینی به یکدیگر همراه با کلید فیوز کات اوت

### تجهیزات مورد نیاز

■ برقگیر در سطح ولتاژ مربوط به شبکه 3 عدد

■ گیره انتهای خط 3 عدد

■ سیم زمینی مسی 25 میلیمتری یا تسمه آهنی گالوانیزه 2440\*30\*30 میلیمتر

■ کراس آرم چوبی یا فلزی طبق استاندارد 1 عدد

■ پیچ و مهره مربعی شکل مربوط به نصب برقگیر ها به تعداد لازم

■ سیم جامپر طرف فشار قوی برقگیر از جنس هادی مطابق استاندارد بطول لازم

### محل نصب

■ فاصله کراس آرم نصب برقگیر ها بر روی تیر های بتونی از سر تیر 21 سانتیمتر

■ فاصله کراس آرم نصب برقگیر ها بر روی تیر های چوبی از سر تیر 25 سانتیمتر

■ فاصله کراس آرم برقگیر تا کراس آرم فیوز کات اوت 75 سانتیمتر

■ جهت اجتناب از برخورد سیم های جامپر برقگیر و کات اوت ، برقگیر و کات اوت ها باید

بصورت قرینه یکدیگر بر روی کراس آرم مربوطه به خود نصب گردند .

■ فاصله برقگیرها در هر حالت باید حداقل 60 سانتیمتر از یکدیگر باشد.

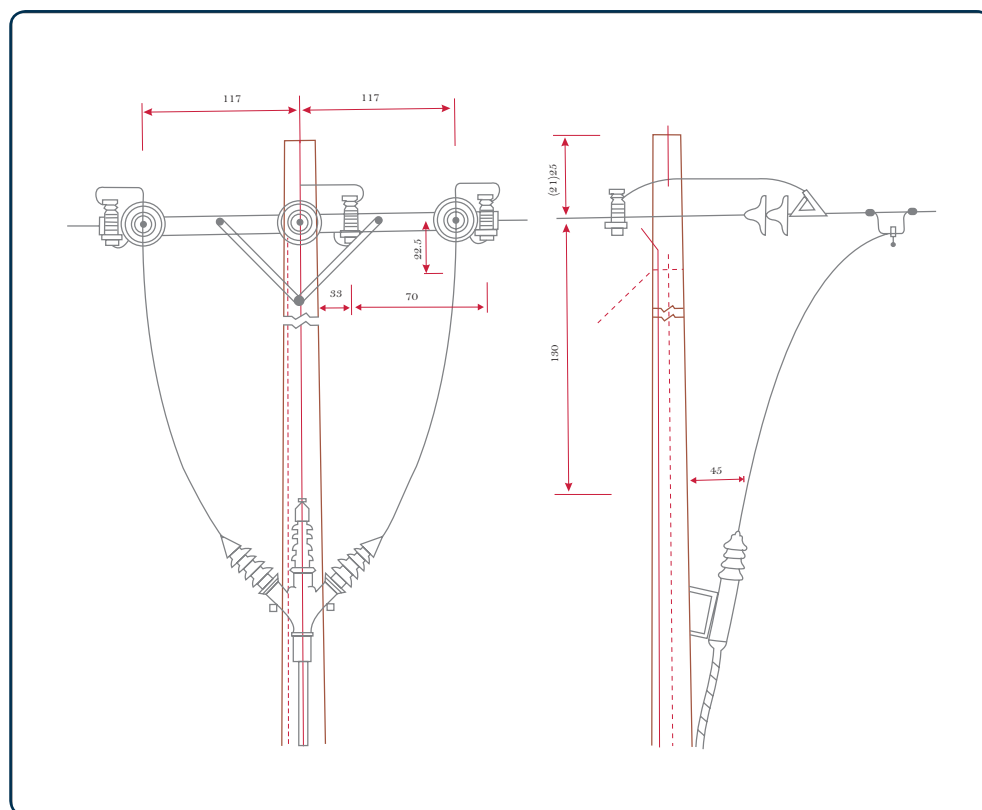
## نصب برقگیرها در محل خروجی نیروگاه در محل اتصال دو سیستم هوایی و زمینی به یکدیگر

### تجهیزات جانبی

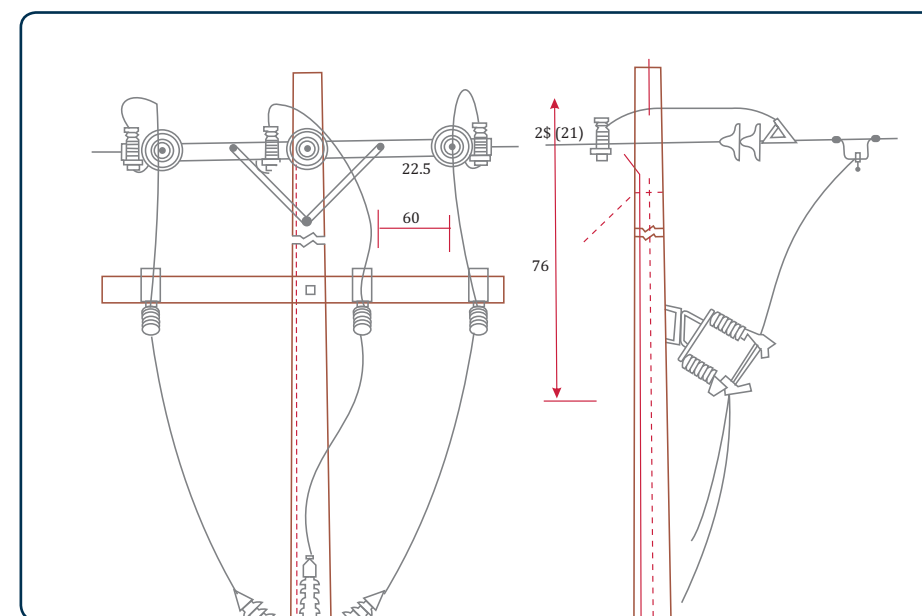
تجهیزات بکار رفته در این حالت مشابه تجهیزات نصب برقگیر در محل اتصال دو سیستم هوایی و زمینی به یکدیگر همراه با کلید فیوز کات اوت می باشد.

### محل نصب

- فاصله کراس آرم جایگاه نصب برقگیر بر روی تیرهای بتونی تا سر تیر 21 سانتیمتر
- فاصله کراس آرم جایگاه نصب برقگیر بر روی تیرهای چوبی تا سر تیر 25 سانتیمتر
- فاصله کراس آرم برقگیر تا نوک سر کابل زیر زمینی 150 سانتیمتر



شکل (۴-۴): ترسیمی از نصب برقگیر اتصال سیستم هوایی به سیستم کابل زمینی (20kv)



شکل (۴-۴): ترسیمی از جایگاه برقگیر در اتصال دو سیستم هوایی و زمینی (20kv)

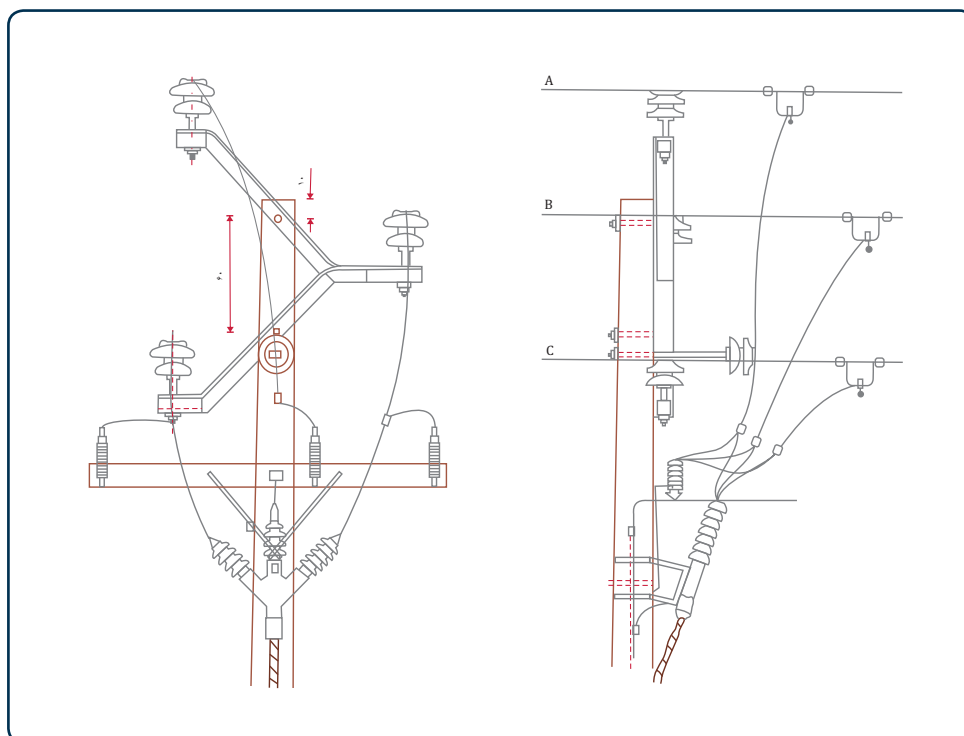
## نصب برقگیر در محل انشعاب زمینی ساده از شبکه هوایی با آرایش کراس آرم جناقی

### تجهیزات مورد نیاز

- برقگیر در سطح ولتاژ مربوط به شبکه 3 عدد
- گیره های هات لاین 3 عدد
- گیره های آویز رکابی 3 عدد
- کراس آرم برقگیر از جنس چوبی طبق استاندارد 1 عدد
- بست پیچی شکافدار برای اتصال سیم ها به تعداد لازم
- سیم زمین مسی 25 میلیمتری یا تسمه آهن گالوانیزه بطول لازم
- سیم جمپر از جنس هادی طبق استاندارد بطول لازم
- پایه حائل بلند مقره 1 عدد
- پیچ و مهره های لازم جهت نصب تسمه و بازوهای کراس آرم به ابعاد 16\*350 به تعداد لازم
- واشر 3\*50\*50 به تعداد لازم

### محل نصب

- محل نصب کراس آرم برقگیر ها نسبت به محل نصب جناق در نظر گرفته می شود.
- جناق پایینی کراس آرم جناقی 70 سانتیمتر پایین تر از سر تیر نصب می گردد.
- فاصله محل نصب کراس آرم برقگیر از محل فوق بین 52.5-82.5 سانتیمتر در نظر گرفته می شود. این فاصله ها باید طوری تنظیم شوند که کراس آرم برقگیر حداکثر 15 سانتیمتر در بالای نوک سر کابل زمینی نصب شده بر روی تیر، واقع گردد.



شکل (۴-۴): ترسیمی از نحوه نصب برقگیر در محل انشعاب زمینی از شبکه هوایی با آرایش کراس آرم جناقی (20kv)



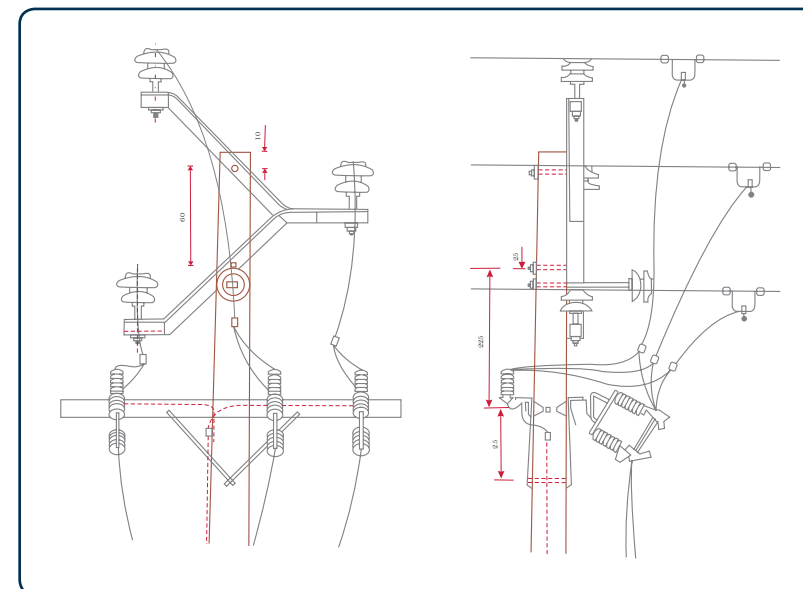
## نصب برقگیر در محل انشعاب زمینی از شبکه هوایی با آرایش کراس آرم جناقی مجهز به کلید فیوز کات اوت

### تجهیزات مورد نیاز

تجهیزات مورد نیاز در این حالت مشابه تجهیزات مورد نصب برقگیر در محل انشعاب زمینی ساده از شبکه هوایی با آرایش کراس آرم جناقی می باشد، به استثناء کراس آرم برقگیر که بدلیل مشترک بودن با کلید فیوزهای کات اوت از نوع فلزی مطابق با استاندارد، استفاده می شود. پیچ و مهره های مورد نیاز به اندازه  $16 \times 350$  میلیمتری با دو واشر  $50 \times 50 \times 3$  می باشد. بازوهای تسمه ای کراس آرم طبق استاندارد ذکر شده در نظر گرفته می شوند.

### محل نصب

محل نصب کراس آرم مشترک برقگیر و کلید فیوز کات اوت به فاصله 125.5 سانتیمتر از سر تیر نصب می گردد.



شکل (۴-۴۵): ترسیمی از نحوه نصب برقگیر انشعاب زمینی از کراس آرم جناقی همراه با فیوز کات اوت (20kv)

## نصب برقگیر در محل پست هوایی در وسط خط همراه با کلید فیوز کات اوت بر روی تیرهای چوبی یا بتنی

### تجهیزات مورد نیاز

تجهیزات مورد نیاز این حالت مشابه تجهیزات در نصب برقگیر در محل انشعاب زمینی از شبکه هوایی با آرایش کراس آرم جناقی مجهز به کلید فیوز کات اوت می باشد به استثناء اینکه نیازی به پایه حائل بلند مقرر نمی باشد.

### محل نصب

برقگیرها بر روی کراس آرم مشترک با کلید فیوزهای کات اوت نصب می گردند.

- فاصله کراس آرم از سر تیر چوبی 97 سانتیمتر
- فاصله کراس آرم از سر تیر بتنی 110 سانتیمتر
- فاصله از سکوی ترانس بر روی تیر چوبی 276 سانتیمتر
- همین فاصله از سکوی ترانس بر روی تیر بتنی 285 سانتیمتر

## نصب برقگیر در محل پست هوایی انتهایی خط همراه با کلید فیوز کات اوت بر روی تیرهای چوبی یا بتنی

### تجهیزات مورد نیاز

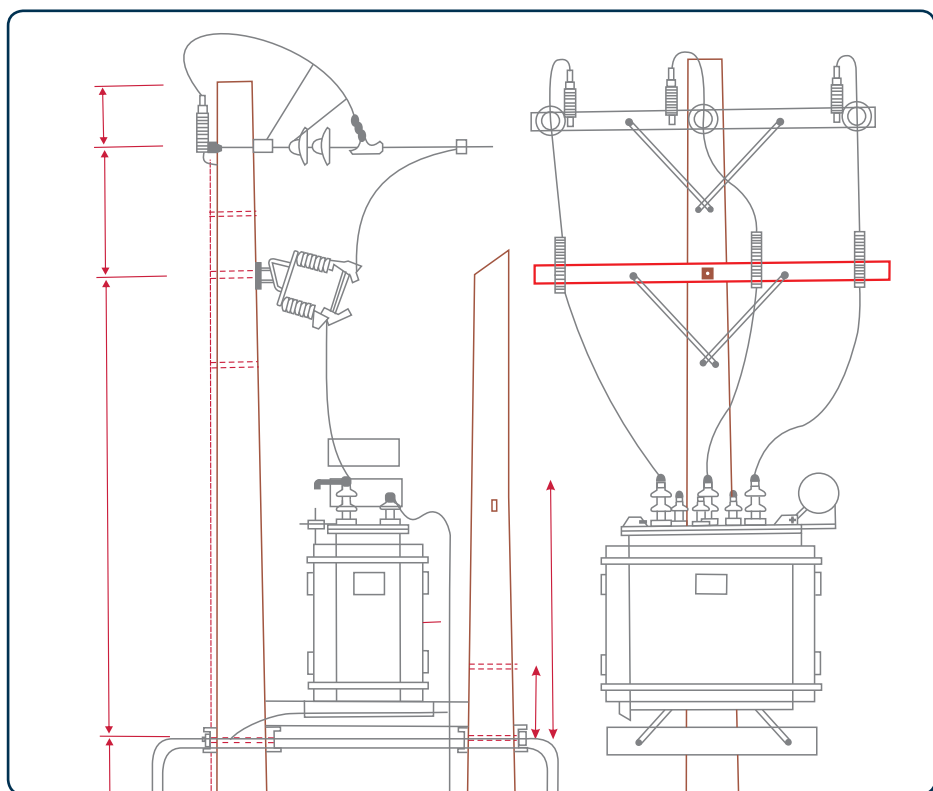
تجهیزات مورد نیاز این حالت مشابه حالت قبلی می باشد؛ به استثناء تغییرات در موارد زیر:

- تبدیل کلمپ آویزی فشاری به گیره های انتهایی خط
- حذف بست هات لاین
- تبدیل کراس آرم چوبی استاندارد
- حذف بست های پیچی شکافدار برای اتصال سیم های جمپر

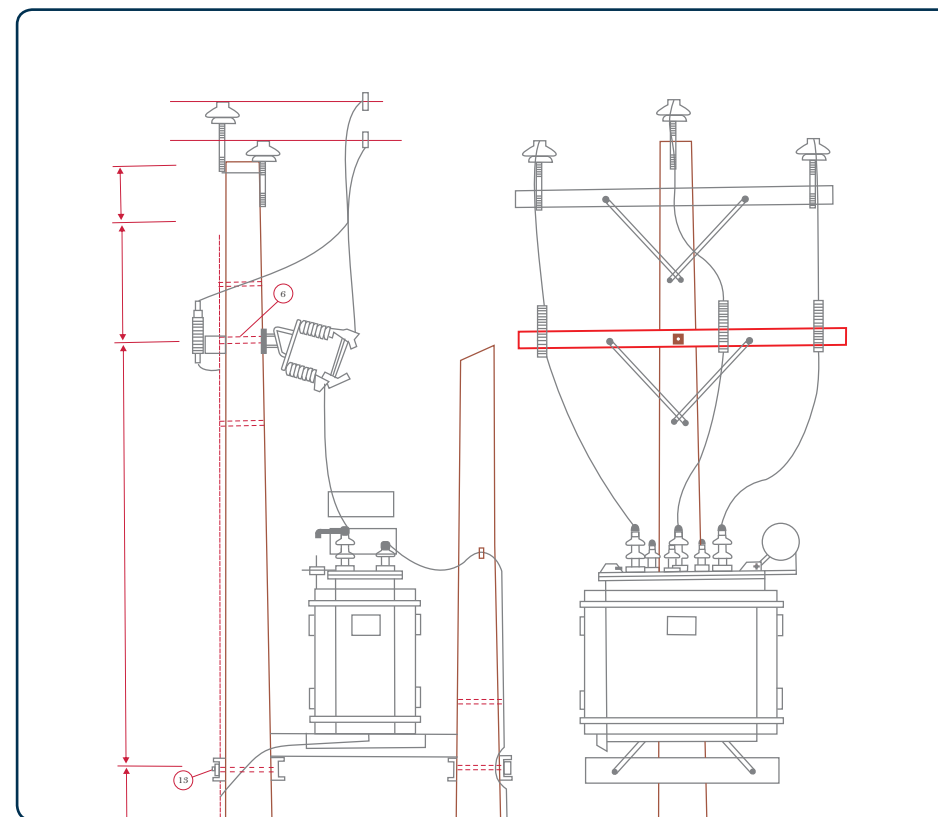
### محل نصب

برقگیرهای انتهایی خط، در بالاترین نقطه ممکنه جهت بالابردن میزان جذب انرژی قابل تخلیه از برخورد آذرخشها نصب می گردد.

بدین ترتیب کراس آرم برقگیر در پایه یا تیرهای چوبی در فاصله 25 سانتیمتری و بر روی پایه های بتنی در فاصله 21 سانتیمتری از سر تیر نصب می گردد. این فواصل طوری تنظیم می گردد که فاصله کراس آرم برقگیر و کات اوت 75 سانتیمتر بشود.



شکل (۴-۴۷) : ترسیمی از نحوه نصب برقگیر در پست هوایی انتهای خط (20KV)



شکل (۴-۴۶) : ترسیمی از جایگاه نصب برقگیر در پست هوایی (20kv)

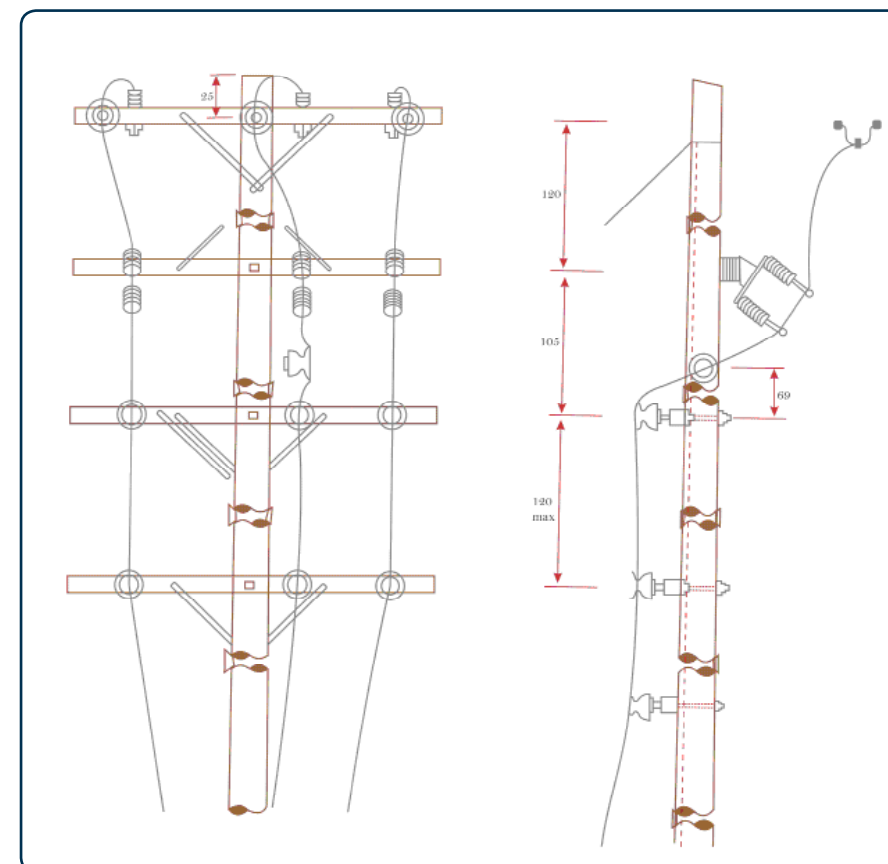
## نصب برقگیر در محل پست زمینی مجهز به کلید فیوز کات اوت

### تجهیزات مورد نیاز

تجهیزات مورد نیاز این حالت مشابه تجهیزات نصب برقگیر در محل پست هوایی انتهایی خط همراه با کلید فیوز کات اوت بر روی تیر های چوبی یا بتنی می باشند.

### محل نصب

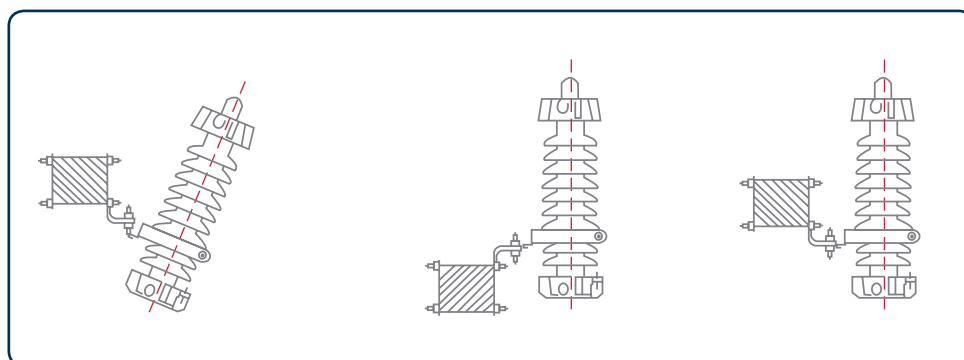
محل نصب برقگیر ، مشابه با حالت قبلی می باشد .



شکل (۴-۴) : ترسیمی از جایگاه برقگیر در محل اتصال سیستم هوایی به پست زمینی (20KV)

## آرایش های مختلف نصب

برقگیر ها جهت حفظ حریم الکتریکی با بقیه تجهیزات روی کنسول و شرایط سازه آن ، معمولاً به یکی از این سه حالت نشان داده شده نصب می شوند .



شکل (۴-۴) : حالات مختلف نصب برقگیر از دیال نصب 90 و 115 درجه

### پایه های نصب برقگیر

برقگیر ها بر پایه هایی از جنس گالوانیزه گرم با ابعادی که بر روی کنسول نصب می شوند . ابعاد پایه های برقگیر بستگی به سطح ولتاژ خط دارد.

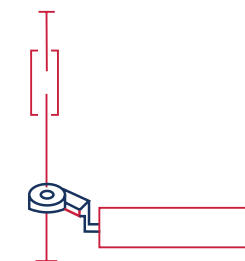
### پایه های نصب در سطح ولتاژ 20 کیلوولت

ابعاد پایه های نصب برقگیر باید با ابعاد کنسول و بعضاً با سطح ولتاژ شبکه متغیر می باشد . شکل (4-50) خصوصیات مربوطه را بخوبی ترسیم نموده است .



## اندازه گیری جریان نشتی برقگیر

اندازه گیری جریان نشتی برقگیر امر مهمی می باشد. بدین منظور دستگاهی وجود دارد که می تواند جریان نشتی را اندازه بگیرد. این دستگاه زمانی کارآمد دارد که سطح ولتاژ موج سوم هارمونیک تولید شده در آن در حد 1% یا کمتر باشد. مزیت این دستگاه این است که احتیاجی به قطع سیم زمین از برقگیر نمی باشد. در روش های قبلی، با قطع کردن سیم زمین و قراردادن یک جریان سنج و کلید بطور سری (نیاز به قطع شدن سیم زمین داشت) جریان نشتی قابل اندازه گیری بود. اما این دستگاه با اندازه گیری ولتاژ هارمونیک سوم 150 هرتز، می توان میزان جریان نشتی و در نتیجه کیفیت و عمر باقیمانده برقگیر را اندازه گیری کند.



ترسیم از روش جدید اندازه گیری جریان نشتی



ترسیم روش سنتی اندازه گیری جریان نشتی

شکل (۴-۵۱)

جدول (۴-۱۰): فرم بازرسی برقگیر

| ردیف | شرح مورد بازرسی   | توضیحات |
|------|---|---------|
| ۱    | آیا برقگیر طبق استاندارد برق منطقه ای نصب شده است؟<br>فاصله استاندارد برقگیر از ترانس و فلزها و فیوز کات اوت (در صورت وجود) رعایت و پابرجا می باشد؟                           |         |
| ۲    | آیا سیمهای اتصال برقگیر به فاز (جامبر) ست می باشد؟<br>علائم آلودگی یا فرسودگی محسوس طکر گردد.   |         |
| ۳    | آیا (کلمپ) مشترک سیم های جامبر با کات اوت سفت هستند.<br>در صورت علائمی از شلی. فرسودگی. کثیفی گزارش گردد.   |         |
| ۴    | آیا مقره رابط نگهدارنده به سیم جامبر (در صورت وجود) سفت و تمیز می باشد.   |         |
| ۵    | سیم زمین برقگیر آیا متصل و پابرجا می باشد. هر نوع علائم از قبیل. پارگی. سوختگی و یا فرسودگی ثبت گردد.   |         |
| ۶    | پایه های برقگیر و محلهای اتصال آن تمیز و عاری از نوع آلودگی. گرد و خاک غیر متعارف. سفت و پابرجا می باشد. آیا نشانی از جرقه الکتریکی. سوختگی و یا رسوبات سیامرنگ روئیت می شود. |         |
| ۷    | آیا کنسول برقگیر سفت و محکم بدون شکستگی و کجی تراز می باشد؟<br>آیا بر روی کنسول نشانهایی از سوختگی و جرقه رویت می گردد؟   |         |
| ۸    | آیا بر بدنه برقگیر آلودگی یا چرکی و یا احیاناً نشانهایی از سوختگی و طوق جرقه الکتریکی مشاهده می شود؟<br>رعایت مجاز فاصله خزشی بررسی و ثبت گردد.                               |         |
| ۹    | در صورت وجود شماره اندازه ثبت شماره اندازه و تجزیه و تحلیل آن با حوادث اخیر   |         |
| ۱۰   | در صورت استفاده از دستگاه سنجش جریان نشتی ثبت میزان جریان نشتی و تجزیه تحلیل جریان صورت گیرد.   |         |

## استاندارد نصب کات اوت فیوز

طور کامل انجام دهد. شکل (4-51) نشان دهنده شمای کلی یک کات اوت فیوز می باشد.

### پایه فیوز

بخش ثابت یک فیوز است که اتصال ترمینال های فیوز را به مدار خارجی برقرار می سازد. پایه فیوز همه بخش هایی که برای عایق شدن لازم است را شامل می شود.

### اتصال پایه فیوز

بخش هادی یک فیوز که به ترمینال وصل می شود و به اتصال بین لینک فیوز یا حامل فیوز گیر داده می شود.

### فیوز گیر

بخش متحرک یک فیوز که برای حفظ لینک فیوز طراحی می شود، حامل فیوز شامل لینک فیوز نمی باشد.

### اتصال فیوز گیر

بخش رسانای یک حامل فیوز که به لینک فیوز وصل می گردد و آن نیز به کنتاکت پایه فیوز گیر داده می شود.

### نگهدارنده فیوز

ترکیب پایه فیوز و حامل مربوطه را نگهدارنده فیوز گویند.

### لینک فیوز

به قسمتی از فیوز گفته می شود که شامل المان یا المان های فیوز بوده و پس از عمل فیوز بایستی تعویض شود.

### اتصال لینک فیوز

بخشی از رسانای یک لینک فیوز که به اتصال پایه فیوز یا اتصال حامل فیوز گیر داده می شود.

**کلیات** برای کارکرد مطلوب سیستم توزیع لازم است که خطاهای واقع شده در هر بخش آن در کوتاهترین زمان ممکن از بقیه سیستم قطع بشود و درواقع باید در صورت امکان از وقوع آن جلوگیری به عمل آید. فیوز کات اوت (Fuse Cut out) یکی از وسایلی است که این کار را برعهده دارد. ترانسفورماتورهای توزیع غالباً از طریق یک فیوز قطع کننده (فیوز کات اوت) به خطوط اولیه متصل می شوند. فیوز کات اوت شامل یک عنصر ذوب شونده می باشد، که بصورت اتوماتیک در مواقع بروز خطا منجر به جدا شدن ترانسفورماتور از خط گشته و نه تنها از گسترش خسارت به ترانسفورماتور جلوگیری می نماید، بلکه از قطع مدارات اولیه که ترانسفورماتور و مشترکین تغذیه شده از آن مدارات را نیز تحت تاثیر قرار خواهد داد ممانعت به عمل می آورد. فیوزهای کات اوت همچنین برای جدا کردن مدارات اولیه دچار خطا یا اضافه بار از بقیه قسمت های سالم مدار به کار می روند. فیوزهای کات اوت بیشتر برای محافظت ترانسفورماتورها و همچنین محافظت بانک های خازنی و حفاظت خط استفاده می شوند.

### اجزای فیوز کات اوت

- پایه فیوز fuse – base
- فیوز گیر fuse – Carrier
- لینک فیوز fuse – link
- اتصال پایه فیوز fuse base contact
- اتصال فیوز گیر fuse – carrier – contact
- ترمینال های فیوز Terminal
- المان فیوز Fuse- element



### معرفی اجزاء مربوط به کات اوت فیوز

فیوز یک عنصر قطع می باشد که عناصر مختلف آن بگونه ای طراحی شده است که می تواند جریان را در هنگامیکه بیش از مقدار مشخصی از آن عبور کرده در زمان تعیین شده قطع کند. فیوز تمامی وظایف مربوط به همه بخشهای یک عنصر قطع را به

شکل (۴-۵۲): نمای کل یک کات اوت فیوز

## المان فیوز

یک بخش از فیوز می باشد که برای زمانی که فیوز عمل می کند باید ذوب شود.

## نمایانگر (اندیکاتور)

یک بخشی است که نمایشگر عملکرد فیوز می باشد.

## میله ضربه زن

وسیله ایست مکانیکی که قسمتی از رابط فیوز را تشکیل داده و هنگام عمل فیوز انرژی لازم جهت عمل وسایل دیگر یا نمایانگرها را تامین می کند و یا وسایل قفل و بست را آزاد می نماید.

## تعاریف و اصطلاحات فنی مربوط به فیوز

### جریان احتمالی

مقدار جریانی است که از مدار عبور می کند، بطوریکه اگر بجای فیوز یک هادی با مقاومت کم جایگزین شود همان جریان عبور خواهد کرد.

### جریان شکست احتمالی

جریان احتمالی معادل با یک زمان که در هنگام آغاز یک قوسی الکتریکی در زمان شکست از فیوز عبور می کند.

### ظرفیت شکست

یک مقدار از جریان شکست احتمالی است که فیوز قادر به قطع و لثاژ تعیین شده در هنگام عملکرد می باشد.

### مینیمم جریان شکست یا قطع

مینیمم مقدار جریان مؤثر است که لینک فیوز می تواند تحت ولتاژ نامی آن را قطع کند.

### جریان Cut - off یک فیوز

ماکزیمم جریان آنی که در هنگام قطع یک فیوز از آن عبور می کند.

## مشخصه اضافه باریک فیوز

منحنی است که نشان دهنده مدت زمانی می باشد که در خلال آن فیوز بدون اینکه در آن زوالی پدید آید قادر به تحمل جریان مربوطه است.

## مشخصه جریان - زمان

منحنی است که رابط بین میزان جریان گذرنده از فیوز و زمان عملکرد فیوز و قطع جریان را نشان می دهد.

## مشخصه قطع

یک منحنی که مقدار جریان قطع را به عنوان تابعی از مقدار جریان مؤثر در تحت وضعیت های عملکرد فیوز می دهد.

## ناحیه زمان - جریان

ناحیه قرار گرفته بین مشخصه زمان - جریان حداقل پیش قوس و مشخصه زمان - جریان حداکثر عملکرد فیوز در شرایط معین می باشد.

## محدودیت های ناحیه ای زمان - جریان

محدودیت های مشخص شده برای زمان - جریان مطابق با ناحیه های زمان - جریان برای فیوزهای استاندارد شده می باشد.

## فاکتور فیوزی

نسبت جریان مشخصه قبل از قوس به مقدار جریان نامی یک لینک فیوز را فاکتور فیوزی گویند.

## پیک ولتاژ قوس

حداکثر مقدار ولتاژ آنی که تحت وضعیت های معینی در هنگام ایجاد قوس روی ترمینال های فیوز ظاهر می شود.

## ولتاژ سوئیچینگ

حداکثر مقدار ولتاژ آنی که در هنگام عملکرد فیوز روی ترمینال های آن ظاهر می شود.



## پوش ولتاژ

ولتاژی که پس از قطع جریان روی ترمینال های یک فیوز ظاهر می شود .

## پوش ولتاژ گذرا

ولتاژ پوششی که در مدت زمان معینی دارای بیشترین اهمیت در مشخصه گذرا می باشد.

## پوش ولتاژ احتمالی گذرا در یک مدار

ولتاژ پوششی گذرا می باشد که در هنگام قطع جریان متقارن بوسیله یک کلید ایده ال ایجاد می گردد.

## زمان قبل از قوس

مدت زمان بین آغاز یک جریان زیاد که باعث قطع در عنصر فیوز می شود و هنگامیکه قوس تشکیل می شود .

## زمان قوس

مدت زمان بین شروع یک قوس و زمانی که قوس فروکش می کند .

## زمان عملکرد

مجموع زمان قوس و زمان قبل از قوس را گویند .

## دمای هوای اطراف یک فیوز

دمایی که تحت وضعیت ویژه ای مشخص می شود . این دما تحت تاثیر هوای اطراف تمام قسمت های فیوز می باشد .

## پارامترهای مؤثر در طراحی مهندسی کات اوت فیوز

جهت انتخاب و طراحی یک کات اوت فیوز به اطلاعات الکتریکی شبکه و محیطی محل نصب کات اوت فیوز نیاز می باشد که در زیر شرح داده می شوند .

## سطح ولتاژ

این استاندارد جهت بررسی فیوز کات اوت هایی با سطوح ولتاژی 20 کیلوولت و 33 کیلوولت تدوین شده است . لذا انتخاب یکی از این دو سطح ولتاژ، مطابق با سطح ولتاژی است که فیوز کات اوت در آن نصب خواهد شد .

## جریان نامی

جریان نامی برای یک فیوز کات اوت شامل سه بخش می باشد .

- جریان نامی پایه فیوز
- جریان نامی لینک فیوز
- جریان نامی قطع

جریان نامی لینک فیوز طبق جریان نامی بار در نظر گرفته می شود . جریان نامی بار جریانی است که توسط لینک فیوز نباید قطع شود و این جریان نامی معمولاً به اندازه 20% اضافه بار و بار در نظر گیری همزمانی بارها و مطابق با جریان نامی ترانس مربوطه مشخص می گردد . جریان نامی قطع اتصال کوتاه متقارن بستگی به ظرفیت اتصال کوتاه خط مورد نظر دارد که باید بزرگتر از آن باشد.

## فرکانس نامی سیستم

فرکانس نامی سیستم باید مطابق با فرکانس نامی که فیوز کات اوت و مشخصات آن طبق فرکانس نامی ارائه شده اند باشد .

## شرایط محیطی

شرایط محیطی با توجه به استاندارد مربوط به طبقه بندی شرایط آب و هوایی تعیین می گردد . در این شرایط شامل حداکثر و حداقل دمای هوای محیط کاری فیوز بر حسب درجه سانتیگراد و حداکثر دمای میانگین هوای محیط اندازه گیری شده در یک دوره 24 ساعته می شود . همچنین حداکثر درجه تابش آفتاب ، تعداد روزهای سال با درجه حرارت زیر صفر ، ارتفاع محل از سطح دریا بر حسب متر ، رطوبت ، میانگین سرعت باد ، حداکثر سرعت باد ، حداکثر سرعت باد در شرایط یخ زدگی ، تحمل بار زلزله و سطح آلودگی مورد بررسی قرار می گیرد . این مقادیر برای هر سیستم متفاوت است و باید قبل از طراحی یک فیوز ، شرایط محیطی که آن فیوز مورد استفاده قرار می گیرد را مورد بررسی قرار داد .

## نگهداری

نگهداری فیوزهای کات اوت شامل مواردنبارداری و حفاظت از این دستگاه می باشد که بشرح زیر است :

■ نگهداری فیوزهای کات اوت باید بگونه ای باشد که در معرض حوادث غیر مترقبه طبیعی مثل زلزله و سیل نباشند و نباید در اماکنی که در معرض رطوبت زیاد ، تکانهای شدید، طوفان ، بادهای شنی ، تابش اشعه خورشید، ضربه و دیگر موارد مشابه قراردارند، نگهداری شوند .

■ سطح رویی کات اوت باید با لعاب کاری ، روکش کردن و یا ورنی زدن و طرق دیگر حفاظتی

## جدول مشخصات کات اوت فیوز

## کات اوت فیوز ۲۰ کیلو ولت

در این (۴-۱۰) معیارها و مشخصات فنی یک فیوز کات اوت ۲۰ kv مشخص شده است.

جدول (۴-۱۱): خصوصیات فیوز کات اوت ۲۰ kv

| مشخصات  | مقادیر   |
|---|--|
| <b>■ شرایط عملکرد</b>                                 |  |
| (۱) حداکثر دمای محیط - C°                             | ۵۵   |
| (۲) حداقل دمای هوای محیط - C°                         | -۳۵  |
| (۳) حداکثر میانگین دمای محیط در یک دوره ۲۴ ساعته - C° | ۴۰   |
| (۴) حداکثر درجه حرارت تابش خورشید - C°                | ۸۲   |
| (۵) تعداد روزهای سال با درجه حرارت زیر صفر - روز      | ۱۰۰  |
| (۶) ارتفاع از سطح دریا - متر (m)                      | ۵۰۰-۲۰۰۰   |
| (۷) میزان رطوبت                                       | ۱۰٪-۱۰۰٪   |
| (۸) میانگین سرعت باد - m/s                            | ۱۰-۲   |
| (۹) حداکثر سرعت باد در شرایط یخ زدگی - m/s            | ۲۵   |
| (۱۰) حداکثر سرعت باد - m/s                            | ۴۵   |
| (۱۱) حداکثر ضخامت لایه برف - mm                       | ۳۰   |
| (۱۲) بار(فشار) لرزش با زلزله - G                      | ۰/۳G   |
| (۱۳) میزان سطح آلودگی                                 | کاملاً زیاد  |
| <b>■ خصوصیات الکتریکی</b>                             |  |
| (۱) ولتاژ نامی شبکه - kv                              | ۲۰   |
| (۲) ولتاژ نامی فیوز کات اوت - kv                      | ۲۴   |
| (۳) جریان نامی پایه فیوز - A                          | ۱۰۰-۲۰۰  |
| (۴) جریان نامی فیوز ها - A                            | ۶۰، ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰، ۱۶۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۲۰، ۴۰۰، ۵۰۰، ۶۳۰، ۸۰۰، ۱۰۰۰ |

ادامه جدول (۱)

| مشخصات   | مقادیر                                  |
|--|---|
| (۵) مقدار نامی جریان قطع فیوز - kv و با (مقدار موثر جریان اتصال کوتاه متقارن)          | ۶۰، ۸۰                                  |
| (۶) نسبت $X_{R-}$  | ۱۲                                      |
| (۷) فرکانس نامی - Hz   | ۵۰                                      |
| (۸) ولتاژ میزان تحمل ضربه ای خشک با قطب مثبت و منفی در دو سر فاصله پایه فیوز - kvp     | ۱۶۲ (۱۴۵)                               |
| (۹) ولتاژ میزان تحمل ضربه ای خشک با قطبین مثبت و منفی با زمین و بین دو قطب - kvp       | ۱۴۰ (۱۲۵)                               |
| (۱۰) ولتاژ تحمل مرطوب و خشک (بین فاصله پایه های فیوز) یک دقیقه ای در فرکانس شبکه kv.ms | ۶۷ (۶۰)                                 |
| (۱۱) ولتاژ میزان تحمل مرطوب و خشک یک دقیقه ای در فرکانس شبکه بین زمین و قطبین - kv.ms  | ۵۶ (۵۰)                                 |
| (۱۲) محدوده افزایش درجه حرارت - C°   | طبق استاندارد                           |
| (۱۳) خصوصیات جریان در زمان   | طبق استاندارد ANSI برای انواع TK.K.T    |
| (۱۴) فاصله خزشی mm   | ۱۶.۲۰، ۲۵.۳۱ با رعایت میزان آلودگی محیط |

در خصوص تعیین سطوح عایقی موارد ۸ تا ۱۱ مذکور ارقام داخل پرانتز ارقام تعیین شده توسط IE می باشند که با ضریب

۱/۱۲ برای شرایط کاری عملی ضرب و در خارج از پرانتز آورده شده است .

جهت جلوگیری از آسیب های حاصله از پوسیدگی ، خشکیدگی و قارچ زدن ، محافظت گردد.

نوع حفاظت اعمال شده بر روی فیوز باید توسط سازنده مشخص شود .

■ فیوزهای کات اوت در مقابل زلزله باید پایداری مشخص داشته باشند . میزان این پایداری بستگی به نوع فیوز کات اوت دارد. میزان پایداری بر اساس میزان سطح ولتاژ که در این گزارش ۲۰ و ۳۳ کیلوولت درجه بندی شده است مشخص شده است .

■ فیوز کات اوت باید به میزان معینی در مقابل زنگ زدگی مقاوم باشند . در جدول (۴-۱۱) استفاده از رنگهای ضد زنگ مجاز نمی باشد.

## مشخصات چوبدست قلابگیر

چوبدست قلابگیر چوبدستی است که بتوان از آن برای قطع و وصل کات اوت تحت بار استفاده نمود.

- این چوبدست با نام تجاری انگلیسی لود باستر باید دارای ویژگی های زیر باشد :
- کلیه چوبدست قلابگیر ها باید برای عملیات در سطح ولتاژ 24 یا 36 کیلوولت طراحی شده باشند.
- طول چوبدست معمولاً در سه اندازه مختلف 2.4، 3 و 3.6 متری ساخته می شوند. انتخاب سایز بستگی به درخواست مصرف کننده دارد.
- چوبدست باید به چراغ قوه بر روی آن مجهز باشد تا عملیات در هنگام شب و تاریکی را میسر نماید.

### مرحله نصب

- پس از انتخاب صحیح فیوز کات اوت در پروژه مربوطه و حصول اطمینان از سلامتی و قابل نصب بودن دستگاه و فراهم کردن لوازم و متعلقات جانبی از قبیل کنسول، پیچ و مهره و واشر های نصب، سیم جامپرو سیم زمین و براکت مربوط به آن، عملیات نصب را می توان شروع نمود. نصب فیوز های کات اوت صرف نظر از تفاوت هایی در زمینه نصب آن در آرایش های مختلف خط و شبکه توزیع، به گروه های مختلف تقسیم می شوند. عمده این دسته بندی های شامل موارد زیر می شوند :
- نصب فیوز کات اوت در محل اتصال دو سیستم هوایی و زمینی شبکه توزیع به یکدیگر
  - نصب فیوز کات اوت در محل انشعاب از مدار هوایی
  - نصب فیوز کات اوت در محل پست هوایی در وسط خط
  - نصب فیوز کات اوت در محل پست هوایی در آخر خط
  - نصب فیوز کات اوت در محل پست زمینی
- نصب فیوز های کات اوت شبکه های توزیع در دو سطح ولتاژ توزیع 20 و 33 کیلوولت، صورت می گیرد.

### نصب فیوز های کات اوت شبکه های 20 کیلوولت نصب فیوز کات اوت در محل اتصال سیستم هوایی و زمینی به یکدیگر

#### تجهیزات مورد نیاز

- تعداد کات اوت فیوزها و براکت فشار قوی در سطح ولتاژ مربوطه 3 عدد
- کنسول چوبی یا فلزی با تسمه های حائل 1 عدد
- پیچ دوسر با 4 مهره با ابعاد 16\*450 میلیمتری 4 عدد

■ میخ پیچی 12\*125 میلیمتری 3 عدد

■ واشر مربعی 3\*50\*50 میلیمتری 12 عدد

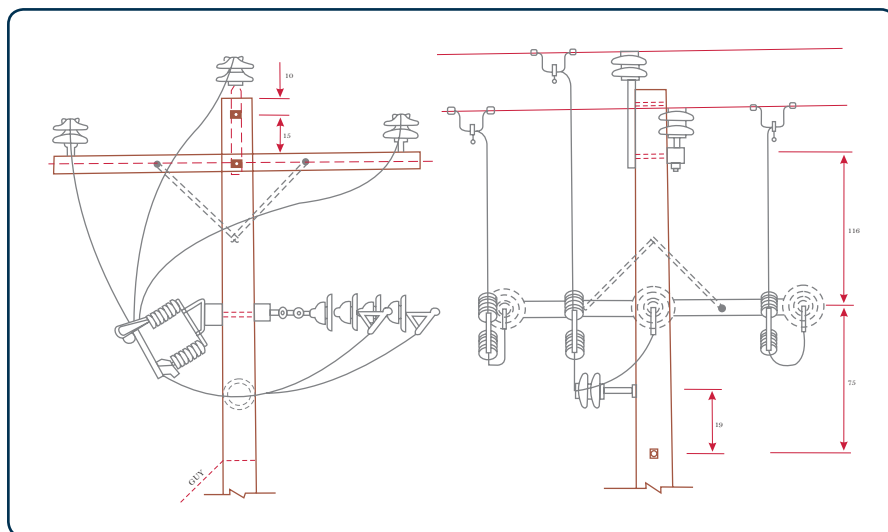
■ پیچ خزینه دار با مهره 120\*10 میلیمتری 6 عدد

■ اتصال رکابی و هات لاین ( قابل قطع تحت ولتاژ ) 3 عدد

■ سیم های جمپر جهت اتصال فیوز کات اوت به شبکه هوایی طبق استاندارد بطول کافی

#### محل نصب

- فیوز های کات اوت باید بنحوی بر روی کنسول مربوطه نصب بشوند که فاصله هیچکدام از آنها کمتر از 60 سانتیمتر نسبت به دیگری نباشد.
- فاصله کنسول جایگاه فیوز های کات اوت از سر تیر باید بشرح زیر باشد :
- بر روی تیر های چوبی 100 سانتیمتر
- بر روی تیر های بتونی 96 سانتیمتر
- فاصله فیوز های کات اوت بر روی کنسول از یکدیگر باید حداقل 60 سانتیمتر باشد.
- کنسول جایگاه فیوز های کات اوت و مقره پایه بلند باید بدین ترتیب نصب شوند :
- فاصله کنسول مقره های سوزنی بالایی از سر تیر 25 سانتیمتر
- فاصله محل نصب مقره سوزنی و آویزی پایینی از سر تیر 197 سانتیمتر
- فاصله محل نصب فیوز های کات اوت از سر تیر 141 سانتیمتر



شکل (۴-۵) : ترسیمی از نحوه نصب فیوز کات اوت در محل انشعاب از مدار شبکه هوایی (20kv)

## نصب فیوز کات اوت در محل پست هوایی وسط خط

در این آرایش یک مجموعه برگیر هم بر روی کنسول کات اوت نصب می شوند.

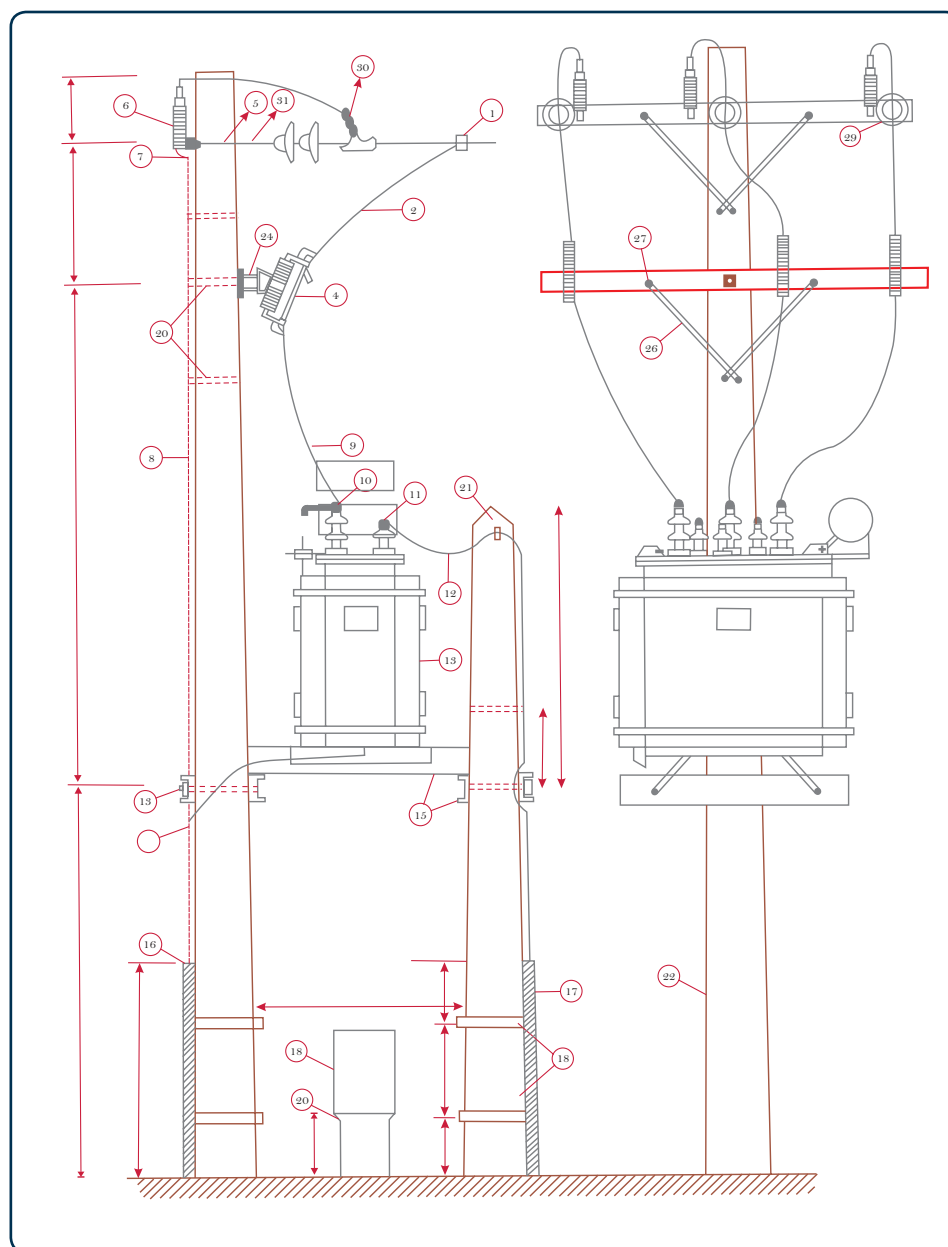
## جهیزات مورد نیاز

- فیوز کات اوت و براکت در سطح ولتاژ مربوطه 3 عدد
- کنسول فلزی یا چوبی همراه با تسمه های حائل 2 عدد
- پیچ و مهره دوسره قطر 16 و به طول 350 میلیمتر با 4 مهره و 4 واشر مربعی 3\*50\*50 3 عدد
- واشر گرد 2.5\*40 میلیمتری 4 عدد
- میخ پیچی 12\*125 میلیمتر 2 عدد
- سیم اتصال جملر طبق استاندارد 10 مترا به حد کافی

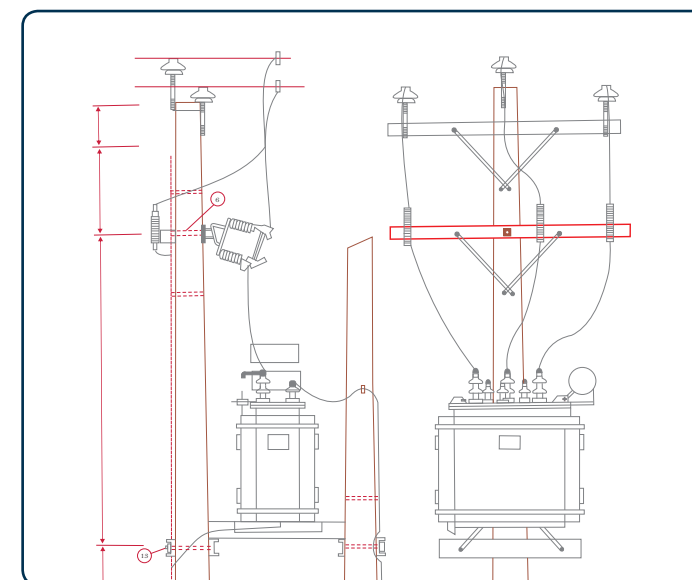
## محل نصب

فاصله کنسول فیوز کات اوت از کنسول مقره های سر تیر و سکوی ترانس بشرح زیر می باشد :

- بر روی تیر های چوبی فاصله از سر تیر 107 سانتیمتر
- و یا فاصله کنسول از سکوی ترانس بر روی تیر های چوبی 278 سانتیمتر
- بر روی تیر های بتنی فاصله از سر تیر 100 سانتیمتر
- فاصله کنسول از سکوی ترانس بر روی تیر های بتنی 285 سانتیمتر



شکل (۴-۵۵)



شکل (۴-۵۴): ترسیمی از نحوه نصب فیوز کات اوت در محل پست هوایی وسط خط (20kv)

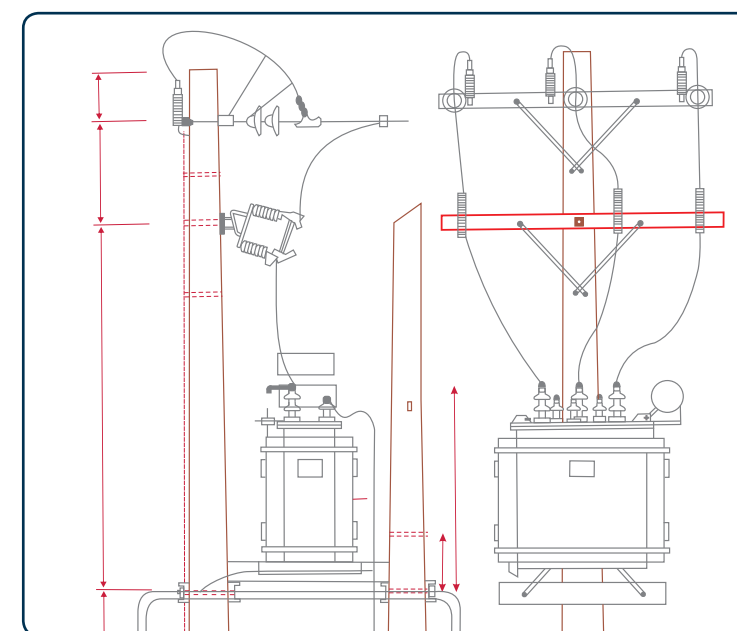
## نصب فیوزکات اوت در محل پست هوایی آخر خط

## تجهیزات مورد نیاز

- فیوزکات اوت و براکت نصب در سطح ولتاژ مربوطه 3 عدد
- کنسول فلزی یا چوبی همراه با تسمه های حائل 1 عدد
- پیچ و مهره دو سر به قطر 16 میلیمتر و طول 350 میلیمتر با 4 مهره و 4 واشر مربعی 3\*50\*50 میلیمتری 3 عدد
- واشر گرد 2.5\*40 میلیمتری 3 عدد
- سیم اتصال (جامپر) بطول کافی در حد 10 متر
- گیره های قابل قطع تحت ولتاژ (هات لاین) 3 عدد

## محل نصب

- فاصله کنسول جایگاه فیوزهای کات اوت باید بشرح زیر باشد:
- فاصله نصب کنسول از سر تیر چوبی 96 سانتیمتر
- فاصله نصب کنسول از سر تیر بتونی 100 سانتیمتر



شکل (۴-۵۶): ترسیمی از نحوه نصب فیوز کات اوت در محل پست هوایی آخر خط (20kv)

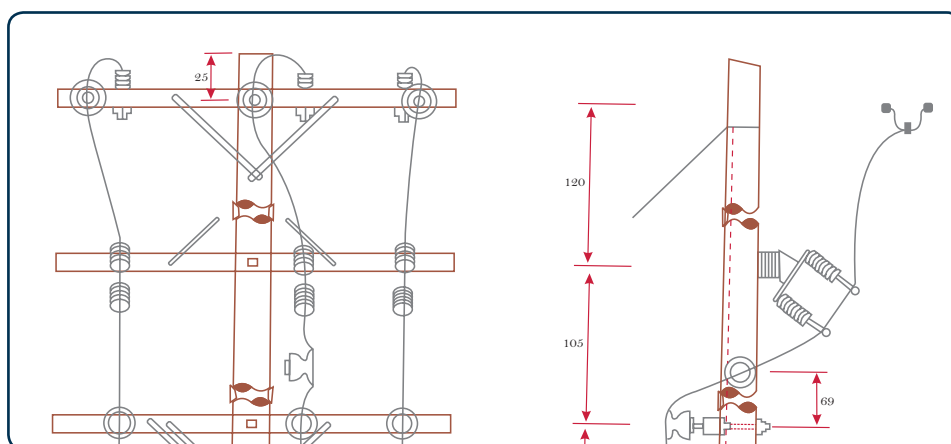
## نصب فیوزکات اوت در محل پست زمینی

## تجهیزات مورد نیاز

- فیوزکات اوت و پایه نصب (براکت) در سطح ولتاژ مربوطه 3 عدد
- کنسول فلزی یا چوبی همراه با تسمه های حائل ۱ عدد
- پیچ یک سر 16\*400 میلیمتری با یک مهره و دو واشر مربعی 3\*50\*50
- گیره های قابل قطع تحت ولتاژ کامل (شامل هات لاین) 3 عدد
- سیم اتصال (جامپر) 10 متر یا در حد کافی

## محل نصب

- فاصله کنسول جایگاه فیوزهای کات اوت از سر تیر بشرح زیر می باشد:
- بر روی تیر های چوبی 145 سانتیمتر
- بر روی تیر های بتونی 141 سانتیمتر



شکل (۴-۵۷): ترسیمی از نحوه نصب فیوز کات اوت در محل پست زمینی (20kv)

## تعمیرات و نگهداری و بازدیدهای دوره ای

فیوزهای کات اوت بمنظور حفاظت تجهیزات شبکه توزیع (ترانسفورماتور، سیم های فاز) و قطع دستی مدار از شبکه استفاده می شوند. در بعضی موارد به علت بالا رفتن شدت جریان نسبت به جریان مجاز تعیین شده در فیوزها، دچار نا کار آمدی و آسیب مکرر می گردند. بنابراین رعایت نکات زیر در این خصوص بسیار مهم می باشد:

- هنگام مواجه شدن با فیوز سوخته در مجموعه سه تایی فیوزهای کات اوت بر روی یک کنسول، توصیه می گردد کلیه فیوزها شامل فیوزهای سالم باقیمانده، تعویض گردند.
- به هنگام بوجود آمدن شدت جریان اضافی در سیستم، احتمال اینکه شاخصه جریان - زمان فیوزهای به ظاهر سالم دچار کاستی و شکست شده باشد بسیار محتمل می باشد. بدین دلیل تعویض کلیه فیوزها در آن مجموعه توصیه می گردد.
- توجه گردد که هنگام جایگزینی فیوز جدید لینک فیوز از همان نوع و اندازه انتخاب گردد.
- لینک های دست ساخت تحت هیچ شرایطی نباید استفاده شوند چون خطراتی جدی را در پی خواهند داشت.

■ هنگام عمل تعویض، توجه شود که فیوز گیر به طرز مطمئن در جایگاه خود محکم شده باشد.

■ سیم خمش پذیر متصل به لینک فیوز در معرض عوامل جوی قرار دارد و ممکن است در اثر خوردگی ضعیف شده و در هنگام اتصال کوتاه، بجای المان فیوز بسوزد و کات اوت فیوز نتواند وظیفه خود را بدرستی انجام دهد.

- لینک فیوز باید در فواصل زمانی منظم، بسته به میزان آلودگی محیط، شرایط آب و هوایی محیط نصب، اتصال کوتاه های مکرر و یا قطع و وصل های زیاد مورد بازدید قرار گیرد.
- در خصوص نگهداری لینک فیوزها و قطعات یدکی آن کمال دقت باید اعمال شود.

## هنگام بازدید از فیوزهای کات اوت در زیر بار، رعایت نکات زیر الزامیست:

- فیوز کات اوت باید قبل از شروع عملیات سرویس، از شبکه برق قطع و به زمین متصل شود.
- مقره های فیوزهای کات اوت باید از نظر هر نوع ترک خوردگی، شکستگی، لب پریدگی یا علائم سوختگی مورد بازدید قرار گیرند.
- فیوزهای کات اوت که در محیط های بسیار آلوده با آلاینده هایی از قبیل بخارات شیمیایی، گرد سیمان و غبارهای نمک و گرد و غبار مواد چربی نصب شده اند باید در هر زمان لازم شستشوداده شوند.

- لوله فیوز و خود فیوز هم باید از نظر تجمع آلودگی و خوردگی مورد بازدید دوره ای قرار گیرند. از تجمع خاک و گرد و غبار و چربی های محیط معلق در هوا در محل های تماس فیوز و فیوز گیر باید بطور کامل جلوگیری کرد.
- محل های تماس (کنتاکتها) هم باید از نظر سوختگی، خال زدگی و درست قرار گرفتن مورد بررسی قرار گیرند و در صورت هر گونه وجود عیب در آنها، باید تعویض شوند.

جدول (۴-۱۲): فرم بازرسی فیوزهای کات اوت

| ردیف | شرح مورد بازرسی  | توضیحات |
|------|--|---------|
| ۱    | آیا استاندارد برق منطقه ای در خصوص نصب کات اوت رعایت شده است؟<br>فواصل مجاز فازها در سطح ولتاژ مربوطه با کات اوت و همچنین برقگیر (در صورت موجود) |         |
| ۲    | آیا مفصلهای (کلمپ) مشترک سیمهای جمپر با برقگیر<br>ها سفت و محکم می باشد؟ در صورت نشانهایی از<br>شلی فرسودگی و آلودگی ثبت گردد.                   |         |
| ۳    | آیا سیمهای اتصال فیوز کات اوت به فاز (جمپر) سفت می باشند؟  |         |
| ۴    | سیم جکپر کات اوت به ترانسفورماتور محکم و تمیز از علائم مخرب می باشد.   |         |
| ۵    | آیا پایه فیوز و محل های اتصال تمیز و عاری از هر نوع آلودگی های محیط گرد و غبار غیر<br>متعارف، سفت و پابرجا می باشد؟                              |         |
| ۶    | آیا نشانی از جرقه الکتریکی، سوختگی و یا رسوبات سیاه رنگ رویت می شود؟   |         |
| ۷    | آیا کنسول کات اوت سفت و محکم، بدون شکستگی و کجی تراز می<br>باشد؟<br>آیا بر روی کنسول نشانه هایی از سوختگی و یا جرقه الکتریکی مشاهده<br>می شود؟   |         |
| ۸    | آیا فیوز لینک سالم و بدون علائم مخرب می باشد؟  |         |
| ۹    | آیا بدنه فیوز آلودگی یا چرکی و یا طوق جرقه الکتریکی مشاهده می گردد.  |         |
| ۱۰   | هر نوع نشانهایی از فرسودگی زودرس و علائم زنگ زدگی در هر کدام از قطعات و اجزا<br>کات اوت رویت گردد باید گزارش شود.                                |         |
| ۱۱   | در هر صورت صلاح دید، با آمادگی قبلی، کات اوت فیوز جهت عمل باز و بسته شدن<br>مکانیکی مورد آزمایش دستی قرار گیرد.                                  |         |



## هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد بیان قوانین و مقررات لازم جهت نصب و بهره برداری از کابل ها می باشد و دامنه کاربرد آن در زمینه کابل های فشار ضعیف، 20 و 33 کیلوولت می باشد.

## کلیات

قبل از کابل کشی، باید نکات لازم در مورد نصب کابل مورد بررسی قرار گیرد، حمل و نقل و تخلیه قرقره کابل از مسائلی است که در صورت بی توجهی به آن موجب وارد آمدن آسیب به کابل شده و و کار کابل کشی را با مشکل مواجه می سازد. در ادامه ابتدا نکات فوق مورد بررسی قرار گرفته و در مورد قسمت های بعدی دستورالعمل های نصب کابل آورده می شود.

## حمل و نقل

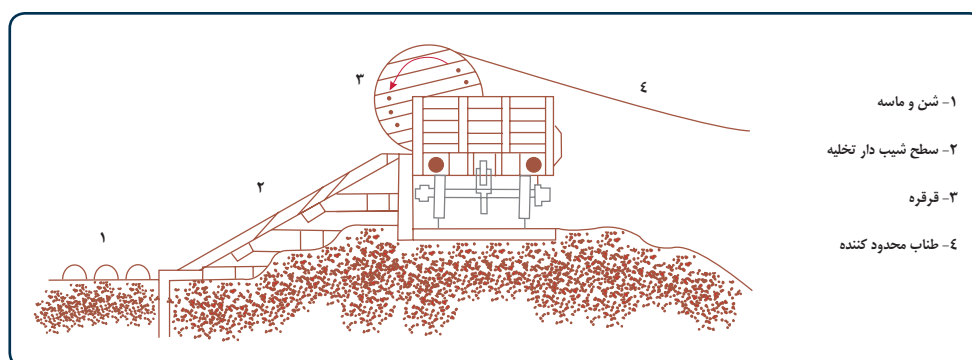
کابل ها بطور معمول روی قرقره های چوبی پیچیده می شوند، اندازه قرقره ها به طول کابل، نوع کابل، سطح و لثاژ، سطح مقطع و... بستگی دارد. کابل های کوتاه بدون زره تا 150 متر طول و حداکثر وزن 100 کیلو گرم و یا کابل های زره دار تا 150 متر طول و 250 کیلو گرم وزن، را می توان به صورت چمبره کاغذ پیچ شده حمل و نقل کرد. همچنین قرقره کابل ها، روی ریل یا جاده حمل می شود و بایستی با قرار دادن گوه های مناسب در اطراف قرقره، از حرکت در زمان حمل جلوگیری به عمل آورد. قبل از پیاده کردن قرقره، محموله بایستی به دقت مورد بازرسی قرار گیرد تا از لحاظ سالم بودن در وضعیت مطلوبی قرار داشته باشد و در صورت صدمه دیدن کابل، در حضور حمل کننده، بصورت کتبی گزارش تهیه شده تا بعنوان مدرک نگهداری شود و در صورت لزوم قرقره تعویض گردد.

## تخلیه قرقره

برای تخلیه قرقره از جرثقیل یا سطح شیب دار استفاده می شود. در صورت موجود نبودن وسیله مناسب سطح شیب داری مانند شکل (4-58) بطور موقت در محل نصب می شود. این وسیله از الوار چوبی ساخته شده و نسبت 4 به 1 برای سطح شیب دار در نظر گرفته شود. در موقع پیاده کردن

کابل و حرکت آن روی سطح شیب دار، باید قرقره را توسط طناب مهار و کنترل نمود. برای ترمز کردن قرقره، قرار دادن چند کپه شن به ارتفاع حدود 20 سانتی متر در جلوی این سطح شیب دار مفید می باشد.

چمبره قرقره، نباید از روی وسیله حمل پایین انداخته شود، حتی اگر قرقره یا چمبره، کوچک و سبک بوده و زمین در آن محل بصورت خاک نرم باشد. زیرا این عمل باعث صدمه رسیدن به کابل می گردد. نشانه های جهت دار که روی قرقره رسم شده اند، جهت چرخش قرقره را نشان می دهد. در صورتیکه قرقره در جهت خلاف این علامت، گردانده شود، این خطر وجود دارد که کابل روی قرقره شل شود. بعد از برداشتن حفاظت های قرقره یا نوارهای پیچیده شده روی چمبره، کابل ها،



شکل (4-58): سطح شیب دار موقت برای تخلیه قرقره کابل

بایستی از لحاظ آسیب دیدگی خارجی مورد بازرسی قرار گیرند. ضمناً باید سرپوش انتهایی کابل ها به دقت بازرسی شده تا در وضعیت خوبی قرار داشته باشد و با استفاده از آزمون عایقی این مسئله مورد بررسی قرار گرفته و در صورت نیاز، کابل رطوبت دیده تا محلی که اثری از رطوبت دیده نشود قطع شود.

وسایل چرخدار، برای حمل کابل تا محل نصب بسیار مناسب می باشند، در صورتی که قرقره با یاتاقان به بدنه چرخ متصل باشد کابل می تواند مستقیماً از روی قرقره باز شده و نصب گردد. در صورتی که کابل مستقیماً از چرخ به داخل کانال قرار داده نمی شود، باید قرقره حتی المقدور به جایی که کابل در آن قرار می گیرد نزدیک باشد. حمل قرقره با چرخاندن آن مجاز نمی باشد.

کابل بایستی از بالای قرقره کشیده شود، بدین معنی که قرقره باید در جهت عکس نشانه جهت دار روی قرقره، بچرخد و برای سهولت در این امر بهتر است قرقره توسط وسیله ای مثل دیلم به بالا کشیده شود. امکان توقف حرکت قرقره هدر هر لحظه بایستی وجود داشته باشد، تا در صورت توقف ناگهانی قرقره



## کشش مجاز کابل

در هنگامی که کابل توسط دستگاه کشیده می شود بایستی توجه شود تا نیروی کشش در حدود جدول (4-14) محدود گردد:

جدول (4-14): کشش مجاز مربوط به کابلها

| روش کشش                      | ساختمان کابل                                  | نیروی کشش   |
|------------------------------|---|---|
| بوسیله گیره سر کابل روی هادی | تمام انواع کابلها                             | $F=50 \times A=[N]$ برای کابلهای با هادی مسی<br>$F=30 \times A=[N]$ برای کابلهای با هادی آلومینیومی |
| با جوراب کابل                | تمام کابلهای با زره مفتولی                    | $F=K.D^2$<br>$K=9N/mm$  |
|                              | کابل با غلاف فلزی بدون زره مقاوم در برابر کشش | $F=K.D^2$<br>برای کابلهای تک غلافه $K=3N/mm$ برای کابلهای سه رشته با غلاف جداگانه $K=1N/mm$         |
|                              | کابلهای پلاستیکی بدون غلاف فلزی بدون زره      | $F=50 \times A=[N]$ برای کابلهای با هادی مسی<br>$F=30 \times A=[N]$ برای کابلهای با هادی آلومینیومی |

که در آن:

A: سطح مقطع کل هادی به میلیمتر مربع می باشد (بدون در نظر گرفتن هادی هم مرکز و یا پوشش الکترواستاتیکی)

D: قطر خارجی کابل بر حسب میلیمتر  
F: حداکثر نیروی کشش مجاز بر حسب نیوتن می باشد.  
در موقع نصب کابل بایستی کاملاً دقت شود که نیروی وارد بر هادی یا روکش کابل بیش از حد مجاز داده شده در جدول (4-14) نشود. ضمناً باید دقت شود در صورتیکه کابل بعد از نصب در سیستم تحت کشش دائم قرار می گیرد کابل بایستی مجهز به سیم مهار یا مشابه آن باشد تا بتواند به راحتی نیروی کشش را تحمل کند.

## روش های مختلف کابل کشی

شبکه توزیع را می توان از لحاظ کاربرد کابل قدرت در آن به دو دسته تقسیم بندی نمود:

از جمع شدن کابل و شل شدن حلقه های آن جلوگیری گردد. (یک الوار ساده بعنوان وسیله ترمز در این حالت می توان بکار گرفت). در هنگام کشیدن کابل از روی قرقره باید قرقره چرخانده شود تا از وارد آمدن فشار به کابل خصوصاً کابل های بدون زره جلوگیری گردد.

## حداقل دما برای نصب کابل

حداقل دمای نصب برای کابل های با عایق و غلاف پلاستیکی برابر 5- درجه سانتی گراد می باشد. در صورتیکه این حداقل دما برای نصب رعایت نشود عایق و غلاف خارجی کابل در حال خم شدن صدمه خواهد دید، برای احتراز از این موضوع در دماهای کمتر از درجه حرارت های ذکر شده بایستی کابل را گرم نمود و سپس عمل نصب را انجام داد.  
برای گرم نمودن کابل بایستی قرقره در اتاقی با دمای 25 درجه سانتی گراد برای چند روز قرار داده شود. این عمل می تواند توسط روش های دیگر مثل عبور جریان الکتریکی از کابل یا استفاده از المنت یا وسیله گرم کننده مخصوص انجام شود. دمای کابل بایستی از 40 درجه سانتی گراد زیادتر گردد. در طول مدت حمل کابل از محل گرم تا محل نصب بایستی روی کابل با برزنت پوشیده شده تا سرد نشود، عملیات کابل کشی بایستی به دقت و سرعت انجام گیرد و کابل نباید بیش از حد تعیین شده سرد شود.

## حداقل شعاع خمش

بجز در موارد استثنایی که کارخانه سازنده کابل، شرایط محیط، مقررات و مشخصات دیگری را ذکر کرده باشد، در موقع نصب کابل بایستی حداقل شعاع خمش کابل مطابق جدول (4-13) انتخاب گردد.

جدول (4-13): حداقل شعاع خمش کابل

| کابل با عایق پلاستیکی | $U_0/U \geq 0.6/1$ کیلو ولت | $U_0/U > 0.6/1$ کیلو ولت |
|-----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| کابل چند رشته         | $R=12 \times d$             | $R=15 \times d$          |
| کابل تک رشته          | $R=15 \times d$             | $R=15 \times d$          |

که d قطر خارجی کابل و R حداقل شعاع خمش کابل می باشد.

## کابل های بکار رفته در داخل پست های توزیع

این کابل ها عموماً بخشی از فیدرهای خروجی پست های فوق توزیع و یا فیدر های ورودی یا خروجی پست های 20 کیلو ولت برای کابل های فشار ضعیف که در داخل پست واقع می گردند، می باشند. کابل های بکار رفته در داخل پست های توزیع عموماً به صورت نصب روی سینی کابل و یا نصب در کانال های پیش ساخته بصورت سرباز و یا تهویه دار و یا بصورت سر بسته می باشد.

## کابل های خارج شده از پست های توزیع

این کابل ها عموماً خارج از محوطه پست های توزیع (بین پست های توزیع، از یک پست تا محل مصرف کننده و...) کشیده می شوند. کابل های بکار رفته در خارج از پست های توزیع را می توان به دو صورت زیر نصب نمود:

## دفن کابل در زمین

ابتدا گودال مناسب حفر شده و با توجه به استاندارد های کابل کشی که در قسمت های بعد توضیح داده می شود کابل در گودال قرار گرفته و روی آن پوشانیده می شود. در این سیستم فقط به هنگام عبور کابل از بعضی مناطق خاص، مثل جاده ها، ریل های راه آهن و غیره از لوله استفاده می شود.

## سیستم مجرای کابل با سیستم زیر زمینی

در سیستم زیر زمینی، کابل از داخل مجرای کابل و لوله عبور داده شده و به فواصل مشخص و معینی از درجه های بازدید آدم رو (منهول) یا درجه های بازدید استفاده می گردد. اجرای این سیستم هزینه زیادتری به سایر سیستم ها دارد و از طرفی ظرفیت بار دهی کابل نیز در این سیستم نسبت به خواباندن کابل بطور مستقیم در زمین کاهش می یابد، از آنجایی که استفاده ازین روش در ایران معمول نیست لذا در این استاندارد به آن پرداخته نشده است. در قسمت های بعد به تشریح هر یک از قسمت های فوق پرداخته و استانداردهای لازم مربوط به هر یک آورده خواهد شد.

## توصیه های ایمنی درباره کابل کشی تنش های مکانیکی خارجی

نحوه کابل کشی باید طوری انتخاب گردد که خطرات ناشی از خرابی های مکانیکی در آن به حداقل برسد. در تاسیسات نصب ثابت در مواردی که خطرات تنش های مکانیکی وجود دارد می توان از کابل های زره دار استفاده نمود، و یا بطور مناسبی از آن محافظت کرد. کابل های نصب شده در داخل لوله ها، کانال ها در برابر خرابی های مکانیکی با استقامت کافی به حساب می آیند.

## تنش های حرارتی خارجی

کابل ها نباید در محیط هایی که دمای آن ها از حد پیش بینی شده تجاوز می نمایند نصب شوند، مجاری کابل یا لوله ها باید به قدر کافی با لوله و تجهیزات حرارتی فاصله داشته باشند.

## حفاظت در برابر عوامل جوی و مواد خورنده

کابل ها جز مواردی که در موقع ساخت یا نصب که مجهز به پوشش مناسبی شده باشند نباید در وضعی که در معرض باران و قطرات آب، یا در مجاورت هوای آزاد و یا تابش مستقیم آفتاب قرار گیرند، نصب شوند. در مواردی که کابل ها در مجاورت مواد خورنده قرار گیرند باید از نوع مقاومت در برابر خوردگی بوده و یا به نحوی دیگر محافظت شوند.

## اتصال به زمین و تداوم الکتریکی پوشش های فلزی کابل ها

اتصال زمین باید با توجه به مطالب مندرج در استاندارد سیستم زمین شبکه های توزیع انجام شود. پوشش فلزی کابل ها باید طبق مقررات ایمنی در برابر بروز اتصالی محافظت شود. در کابل ها با جنس عایق از مواد ترموپلاستیک (PVC-XLPE و...) هادی هم مرکز حفاظتی، پوشش الکترواستاتیکی، زره کابل و غلاف های فلزی بایستی زمین شوند، این مسئله بایستی در پست ها و مفصل ها رعایت گردد. برای کابل هایی که دارای هادی هم مرکز و یا پوشش الکترواستاتیکی از سیم های مسی می باشند بایستی سیم های مسی به هم تابیده شده و زمین گردند و برای کابل هایی که پوشش الکترواستاتیکی آن از نوارهای مسی و یا مفتول های فولادی تشکیل شده است، این پوشش باید توسط لحیم کردن و یا پیچیدن سیم مسی به دور آن زمین شود.

## جداسازی و یا تفکیک کابل کشی های مربوط به مدارهای با ولتاژ خیلی پایین و وسایل ارتباطی

کابل های مربوط به مدارهای با ولتاژ خیلی پایین و مدارهای ارتباطات باید از کابل های دیگر تفکیک یا از آن ها جدا شوند تا خطراتی که ممکن است در اثر بروز اتصالی به وجود آید به حداقل برسد. این امر به ترتیب زیر عمل می گردد:

■ کابل های ولتاژ خیلی پایین و ارتباطات نباید در داخل لوله یا مجرای که حاوی مدارهای دیگر باشند کشیده شود.

■ در صورتی که از یک کانال یا مجرا برای عبور مدارهای با ولتاژ پایین و مدارهای ارتباطات و مدارهای ولتاژ بالا استفاده می شود این مدارها باید به نحوی موثر از یکدیگر جدا شوند. این کار با استفاده از دیوارهای محکم و یا قرار دادن این کابل ها با فاصله بیش از 300 میلیمتر از کابل های دیگر امکان پذیر است.

## انتخاب وسایل کابل کشی

لوازم و وسایل کابل کشی باید به نحوی انتخاب شوند که چه در مواقع نصب و یا در زمان بهره برداری از ایجاد خرابی در کابل ها، به علت وجود قطعات تیز و برنده جلوگیری به عمل آید.

## نقاط تجمع آب و گرد و خاک

در نقاطی که امکان تجمع آب وجود دارد و یا در نقاطی که جمع شدن گرد و خاک یا مواد دیگر باعث به وجود آمدن خطر و تغییر موجود می شود (مثل تغییر در مقاومت حرارتی در حوالی کابل ها) باید احتیاط های لازم به عمل آید.

## کابل ها با عایق پلیمری با ولتاژ 0/6/1 کیلو ولت

این کابل ها به رطوبت زیاد حساس نیستند لذا برای نصب داخلی در محوطه خشک نیازی به پوشش کامل انتهای این کابل ها نمی باشد و آماده سازی برای اتصال این کابل ها بسیار ساده می

باشد و کافی است که غلاف خارجی توسط وسیله برشی که بتوان عمق برش را روی آن کنترل کرد صورت گیرد (ابتدا بصورت طولی غلاف بریده می شود و سپس برش در محیط کابل انجام می شود). در این حالت فقط باید دقت نمود که عایق رشته ها بریده نشود. در صورتی که عایق کابل از جنس XLPE باشد باید توجه داشت که کابل در معرض تشعشعات خورشید و اشعه ماوراء بنفش قرار نگیرد؛ برای این کار باید انتهای کابل با قرار دادن پوشش های پلیمری و گرم نمودن آن کاملاً بسته شود. و کلیه اتصالات خارج از ساختمان در مورد این کابل ها بایستی مفصل و به صورت کاملاً بسته شده انجام شود.

## کابل با عایق پلیمری و ولتاژ بالاتر از 0/6/1 کیلو ولت تا 18.30 کیلو ولت

انتهای این کابل ها بایستی همانند کابل های کاغذی از نفوذ رطوبت محافظت گردد. نقاط بریده شده کابل که فوراً نصب نمی شود باید کاملاً بسته شود (این کار با باند پیچی کردن کابل با مواد ضد رطوبت و سپس قرار دادن کلاهک پلاستیکی مخصوص و یا کلاهک پلیمری و گرم کردن آن انجام می شود) در این کابل ها باند پیچی کردن به تنهایی کافی نمی باشد. تمام اتصالات مربوط به این کابل ها بایستی توسط مفصل های مخصوص که کاملاً اطراف کابل را از محیط بسته نگه می دارد، انجام شود.

در مورد کابل های با عایق PE، با توجه به خواص عایقی این ماده، ممکن است تحت شرایط معینی روی پوشش الکترواستاتیکی آن، بار استاتیکی ایجاد شود. برای جلوگیری از خطر برای پرسنل و ایجاد شوک، توصیه می شود بعد از خواباندن کابل این پوشش و تمام وسایلی که برای برش کابل مورد استفاده قرار می گیرند زمین شوند. برای این کار می توان با استفاده از سیم های قابل انعطاف، پوشش های الکترواستاتیکی و وسایل برش را به سیستم زمین متصل نمود.

## ذخیره طول معینی از کابل در هنگام نصب

با توجه به اینکه نقاط ضعف سیستم کابل بیشتر در محل انشعاب کابل (مفصل و سر کابل) می باشد، لازم است طول معینی از کابل در هر یک از این نقاط به عنوان رزرو در نظر گرفته شود، این مقدار را می توان تا حدود 10 متر در نظر گرفت و طرز قرار گرفتن آن باید به نحوی باشد که در مواقع عیب یابی مشکلی تولید نکند. (معمولاً این میزان طول از کابل را بصورت لاتین قرار میدهند.)

## کابل کشی در داخل پست

کابل ها یا در روی سینی یا قفسه نصب می شوند و یا روی دیوار یا سقف توسط بست کابل محکم می گردند. فاصله بین این بست ها و یا به هنگام نصب کابل بطور افقی روی سینی کابل، فاصله نقاط اتکاء و نگهدارنده ها نباید از مقادیر زیر بیشتر شود:

■ برای کابل های بدون زره 20 برابر قطر خارجی

■ برای کابل های با زره 30 تا 35 برابر قطر خارجی

ضمناً حداکثر این مقدار نباید از 80 سانتیمتر بیشتر شود.

در مسیرهای عمودی فاصله بین دوبست کابل به نوع کابل و نوع بست بستگی دارد، این مقدار از 1.5 متر نبایستی بیشتر شود.

## کابل کشی روی دیوار یا سقف یا قفسه و سینی کابل

ظرفیت حمل جریان، وزن کابل، حداقل شعاع خمش و ... در طرح نگهدارنده ها بایستی مورد توجه قرار گیرند. برای کابل ها باید فضای کافی در نظر گرفته شود و کابل در قفسه ها نصب گردد تا تبادل حرارتی کافی با محیط اطراف داشته باشد.

ابعاد سینی کابل باید از نظر مکانیکی با توجه به وزن کابل ها و همچنین در صورت لزوم با در نظر گرفتن شرایط نصب، تعمیرات و رسیدگی انتخاب شود. ولی به طور کلی سینی های کابل با ورق آهنی گالوانیزه مشبک به ضخامت حداقل 1.5 میلیمتر ساخته شود و در صورت آویز بودن توسط میله های فولادی به قطر حداقل 6 میلیمتر در فاصله های حداکثر یک متر نگهداری شود.

هنگام نصب کابل ها بر روی سینی کابل، کابل ها باید در نزدیکی هر محل تغییر جهت، سه راه یا چهارراه به سینی ها محکم شود. فاصله بین سینی های دو طبقه باید حداقل نصف عرض سینی بالایی باشد.

کابل های چند رشته ای نیازی به بستن روی کابل ندارند و حداقل فاصله میان کابل های مجاور نباید کمتر از قطر کابل بزرگتر باشد.

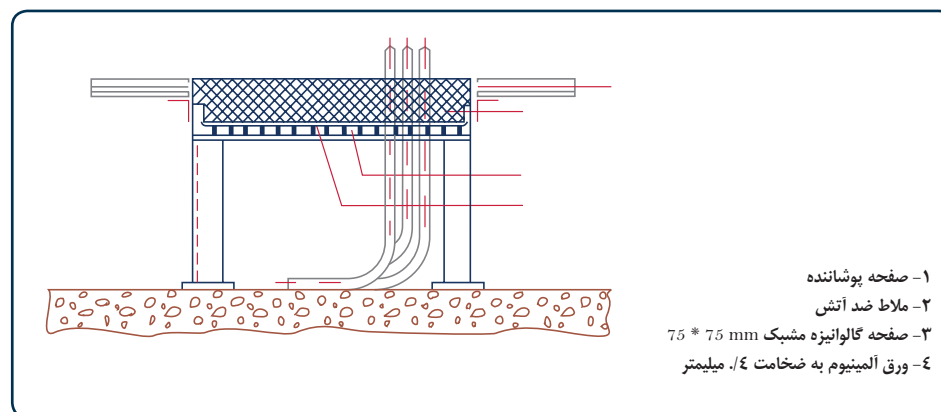
## کابل در کانال

مزایای استفاده از این روش سهولت در تعویض یا گسترش کابل، بدون انجام کار زیاد می باشد،

هنگامی که کابل دارای وزن زیادی می باشد.

ظرفیت جریان قابل حمل کابل قرار گرفته در کانال به شرط تهویه مناسب، معمولاً از کابل قرار گرفته شده در زمین بیشتر است. این سیستم هزینه زیادی نسبت به سایر روش های کابل کشی بوده و بیشتر در اطراف پست ها و در داخل آن اجرا می گردد.

برای جلوگیری از نفوذ احتمالی آتش به پست، نقطه ورودی کابل از کانال به داخل بایستی کاملاً مسدود شود. شکل (4-59) هنگام عبور کابل داخل کانال از دیوار (قبل از وارد شدن به محوطه پست یا موارد مشابه) باید کابل از داخل لوله ای که قطر داخلی آن حداقل 1.5 برابر قطر خارجی کابل باشد عبور داده شود شکل (4-60) و بعد از عبور کابل، لوله کاملاً مسدود گردد. برای این کار می توان از پارچه کنفی که فشرده شده و با صمغ اپوکسی آغشته شده است (یا مواد مشابه دیگر) استفاده نمود. سپس با صمغ مخصوص اطراف سوله را کاملاً مسدود نمود. در این حالت بایستی دقت کرد تا دمای صمغ از 100 درجه سانتی گراد بیشتر نشود. کابل های با غلاف PVC بایستی با لایه ای از نوار پلی اتیلن پوشیده شوند.



شکل (۴-۵۹): روش مسدود کردن ورودی کابل به پست از داخل کانال

بیشتری می توان گرفت. ماسه های ریخته شده علاوه بر حفاظت و نرمی زیر کابل، دما را خیلی خوب منتقل نموده که این موضوع باعث خنک شدن کابل می شود.

#### ■ مسیر کابل

قبل از کابل کشی، مسیر کابل بایستی بطور دقیق نقشه برداری و مشخص شود و در طول مدت کابل کشی این نقشه به همراه فهرست لوازم مورد نیاز در دسترس باشد. اطلاعات لازم جهت تشخیص خطا در آینده و نیز اطلاعات جهت توسعه سیستم در آینده در آن ثبت گردد، همچنین بر روی نقشه بایستی اطلاعاتی مانند، نوع کابل، علامت آن، طول و محل سر کابل ها و مفصل ها و... آورده شود. برای مشخص کردن مسیر کابل بایستی هماهنگی های لازم با شهرداری، راهنمایی و رانندگی، شرکت های گاز، آب، مخابرات و سایر شرکت های مرتبط به عمل آید تا کلیه موانعی که در مسیر وجود دارند مشخص شده و بهترین مسیر انتخاب شود.


برای طرح مسیر کابل تا حد ممکن بایستی از پیاده روها استفاده نمود. عمق کانال به تعداد کابل های قرار گرفته روی هم در یک کانال، نوع منطقه (صنعتی، محلی و جاده، پیاده رو و...) لوله های آب و گاز که در منطقه قرار دارند و یا در آینده در آن محل نصب می گردد، بستگی دارد.

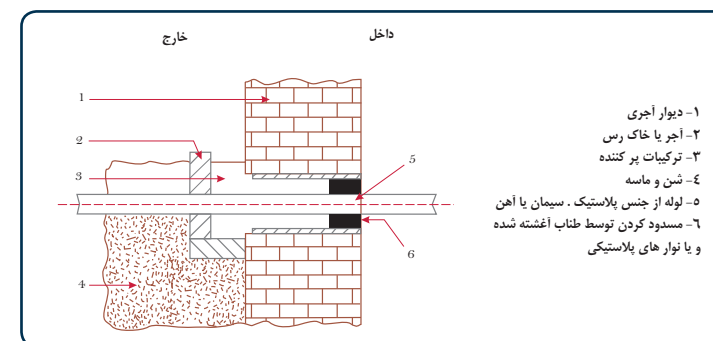
بعد از مشخص شدن مسیر تقریبی، خاک از لحاظ شیمیایی باید مورد آزمایش قرار گیرد و چنانچه حاوی موادی از قبیل نمک، کلر، اسید، آهک و... باشد، لازم است نوع کابل یا مسیر آن تغییر نماید. هنگامی که مسیر کابل از نزدیکی خطوط راه آهن، تاسیسات آب و... عبور می کند اقدامات لازم بایستی در این مورد در نظر گرفته شود.

در محل هایی که تعداد کابل های زیادی عبور می کند و ظرفیت جریان بالایی عبور داده می شود فواصل بیشتری بین کابل ها باید در نظر گرفت.

به هنگامی که کابل های کنترل یا مخابرات با کابل های فشار قوی در مسیر طولانی موازی هستند باید مسائل ناشی از تداخل امواج را در نظر داشت.

#### حفر کانال

کانال ها باید بصورت  کننده شود تا از ریختن خاک به کانال جلوگیری شود و همچنین باید دیوارها از لحاظ استحکام مورد بررسی قرار گیرند و در صورت لزوم جهت جلوگیری از ریزش خاک، کانال مهار شود. خاک های برداشته شده باید 30 سانتی متر بعد از لبه کانال ریخته شود شکل (4-61) تا هر گونه فعالیت آزاد برای خواباندن کابل امکان داشته باشد. (در صورت لزوم وسایل هشدار دهنده نظیر پرچم های احتیاط یا چرخ های گردان در اطراف محل های حفاری شده نصب گردد.)



شکل (۴-۶۰): نحوه گذراندن کابل از میان دیوار

به منظور دفع آب هایی که ممکن است در کف کانال جمع شود، باید کف شویی های مناسبی که به سیستم فاضل آب یا چاه آب متصل باشد در فواصل 40 متری از یکدیگر پیش بینی و نصب نمود. برای هدایت آب های احتمالی، کف کانال ها باید دارای شیبی برابر نیم الی یک درصد در جهت کف شویی های پیش بینی شده باشد. به منظور پرهیز از تماس مستقیم کابل ها با کف کانال های پیش ساخته معمولی، باید در کف کانال در فواصل حداکثر برابر 60 سانتی متر، پایه ای اتکایی از لوله گالوانیزه و یا پروفیل ناودانی (آلومینیومی یا گالوانیزه) و یا چوب فشرده به ارتفاع 10 سانتی متر و یا بیشتر بر حسب نیاز، از کف کانال پیش بینی و نصب و سپس کابل ها روی اتکاهای مذکور خوابانده شود.

#### کابل کشی در خارج از پست

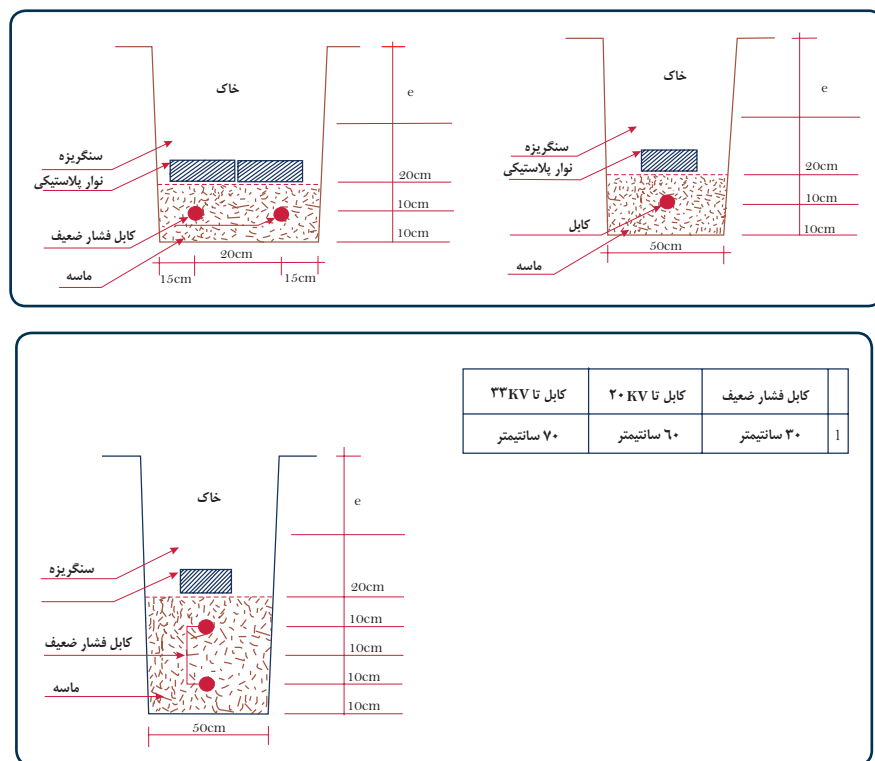
کابل کشی به دو صورت کلی زیر می تواند انجام شود:

- خواباندن کابل در گودال و کانال
- روش زیر زمینی و مجرای کابل

#### خواباندن کابل در گودال و دفن آن در زمین

برای این منظور ابتدا گودالی متناسب با محل حفر شده و بعد از ریختن ماسه نرم در آن، کابل در گودال قرار گرفته و سپس با نصب پوشش حفاظتی متناسب گودال کاملاً پر می شود. مزایای این روش در آن است که اولاً نصب کابل از نظر اقتصادی ارزان تر است و ثانیاً از کابل بار





شکل (۴-۶۲): جزئیات کانال خاکی جهت نصب کابل  
جزئیات نصب کابل در گودال

### عبور کابل از لوله

هنگامی که مسیر کابل با جاده ها، خطوط راه آهن و ... تقاطع دارد کابل بایستی از میان لوله یا کانال بتونی عبور داده شود. محل لوله های کابل بایستی به نحوی انتخاب گردد که در عمل تحت تاثیر حداقل تداخل از کارهای دیگر قرار گیرد. لذا قوانین حریم هادر هر مورد باید رعایت شود، ضمناً بایستی توجه نمود که لوله بر روی خاک های ناپایدار قرار نگیرد و دقت گردد تا لبه های تیز لوله به کابل آسیب وارد نکند، این تیزی باید به نحوی مناسب از بین برود و در شرایطی که لوله فولادی استفاده شود بهتر است لبه لوله به شکل قیف در آید. قبل از اینکه کابل به داخل لوله وارد شود (بعد از نصب لوله) باید در محل ورود و خروج کابل از لوله، گودالی مطابق شکل (۴-63) حفر شود تا از ورود سنگ و مواد اضافی دیگر به آن جلوگیری شود، قبل از کابل کشی بایستی داخل لوله توسط

خاک های اضافی ناشی از حفر کانال ۳۰cm

کانال حفر شده جهت خوابانیدن کابلها ۳۰cm

خاک های اضافی ناشی از حفر کانال

خاکهای اضافی می باید به فاصله ۳۰ سانتیمتری از لبه کانال ریخته شوند

شکل (۴-۶۱): نشان دهنده چگونگی کانال حفر شده جهت خوابانیدن کابل

به منظور جلوگیری از زخمی شدن کابل باید دیواره و کف کانال عاری از نقاط نوک تیز و هر گونه پستی و بلندی باشد به همین دلیل بایستی از وسایل حفاری مناسب استفاده نمود. عرض کانال حفر شده به منظور نصب کانال های زیر زمینی بستگی به تعداد کابل هایی خواهد داشت که در مجاورت هم قرار می گیرد. عرض کانال برای دو رشته کابل 50 سانتی متر مطابق شکل (۴-62) می باشد، همچنین عمق کابل از سطح زمین بستگی به تعداد کابل هایی دارد که روی هم قرار می گیرد، در هر حال فاصله بالاترین کابل فشار ضعیف زیر زمینی از سطح زمین در پیاده رو نباید از 60 سانتی متر کمتر و در زیر سطح خیابان نباید از یک متر کمتر باشد. این عمق در مورد کابل های تا ولتاژ 11 کیلوولت 30 سانتی متر و در مورد کابل های تا 33 کیلوولت 40 سانتی متر اضافه گردد.

در صورتی که تعداد کابل ها زیاد باشد بهتر است به جای قرار دادن کابل ها بر روی یکدیگر آنها را پهلوی یکدیگر قرار داد، در این حالت فاصله بین دو کابل مجاور 20 سانتی متر انتخاب شود.

### نصب کابل

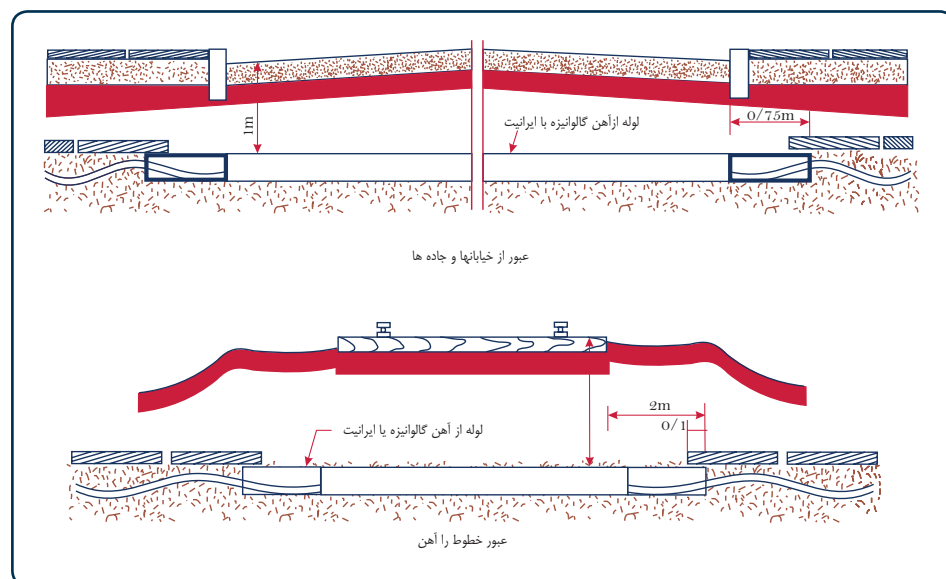
برای نصب کابل در داخل کانال خاکی ابتدا بایستی کف کانال کاملاً صاف، تمیز و کوبیده شده باشد و حداقل 10 سانتی متر ماسه نرم در گودال ریخته شود و کابل بر روی آن خوابانده شود. بعد از آن مجدداً روی کابل با حداقل 10 سانتی متر ماسه نرم پوشانده شود. به منظور حفاظت از کابل یک ردیف آجر به عرض 22 سانتی متر یا یک ردیف بلوک سیمانی بر روی این لایه چیده و سپس یک نوار پلاستیکی خبر دهنده که روی آن عبارت "توجه مسیر کابل" نوشته شده است کشیده شود. روی مجموعه تا ارتفاع 20 سانتی متر سنگریزه و سپس روی آن خاک معمولی ریخته و کوبیده تا فشرده شود. جزئیات نصب کابل و ابعاد کانال و فاصله بین کابل ها در شکل (۴-62) آمده است.

همچنین کلیه کابل های داخل و خارج ساختمان باید یک تکه بوده و از استعمال دوراهی وسط خط باید خودداری شود.

### حریم ها

#### ■ نحوه عبور کابل از خیابان و خطوط آهن

نحوه عبور از خیابان ها و جاده ها و نیز محل تقاطع با خطوط آهن در شکل (4-65) آمده است. معمولاً تعداد لوله ها با توجه به افزایش بار منطقه، یک یا دو عدد بیشتر در نظر گرفته می شود، داخل لوله باید یک سیم مهار وجود داشته باشد تا در موقع لزوم از آن برای قرار دادن کابل در لوله استفاده شود.

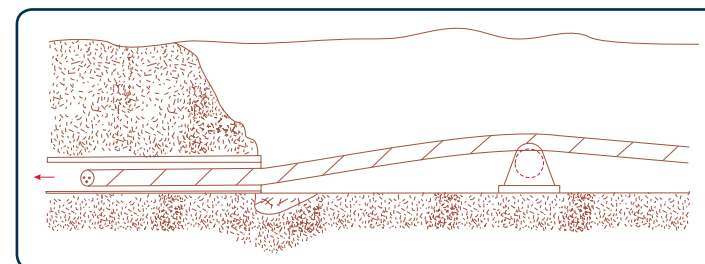


شکل (4-65): نحوه عبور کابل از خیابانها و خطوط راه آهن

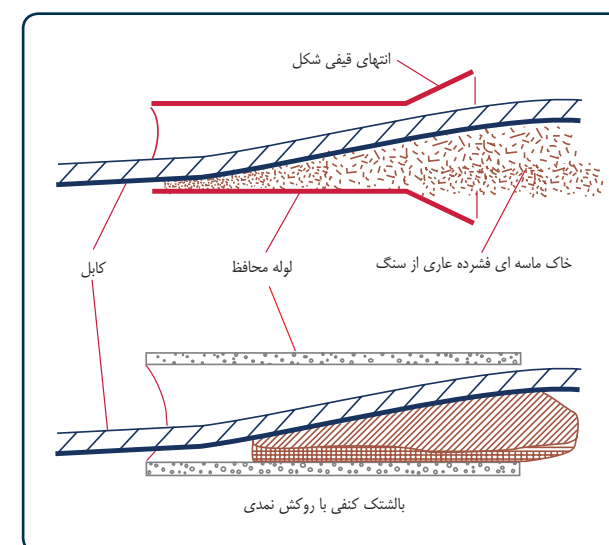
#### ■ تقاطع کابل جدید برق با کابل قدیمی (برق یا مخابرات)

در صورت تقاطع کابل با کابل های دیگر (مخصوص کابل های با فشار متفاوت)، باید از یک لوله محافظ از جنس پلاستیک سخت با قطر و طول کابل، به طول حداقل 120 سانتی متر استفاده نموده و کابل را از داخل این لوله محافظ عبور داد. در محل ورود و خروج کابل از لوله باید کابل را بوسیله ریختن خاک کوبیده یا ماسه زیر محافظت کرد.

فرچه تمیز گردد. و بعد از اتمام کابل کشی از داخل لوله، ابتدا و انتهای کابل داخل لوله با استفاده از خاک کوبیده شده یا بالشتک کفی محافظت گردد. در صورتی که لوله طویل باشد، نیروی زیادی برای عبور کابل از لوله مورد نیاز می باشد که می توان از مواد چرب مانند روغن برای سهولت در کابل کشی استفاده کرد. بعد از لوله گذاری باید دهانه لوله ها کاملاً مسدود شده تا از سنگریزه به داخل لوله جلوگیری شود.



شکل (4-63): گودال در محل ورود کابل به لوله



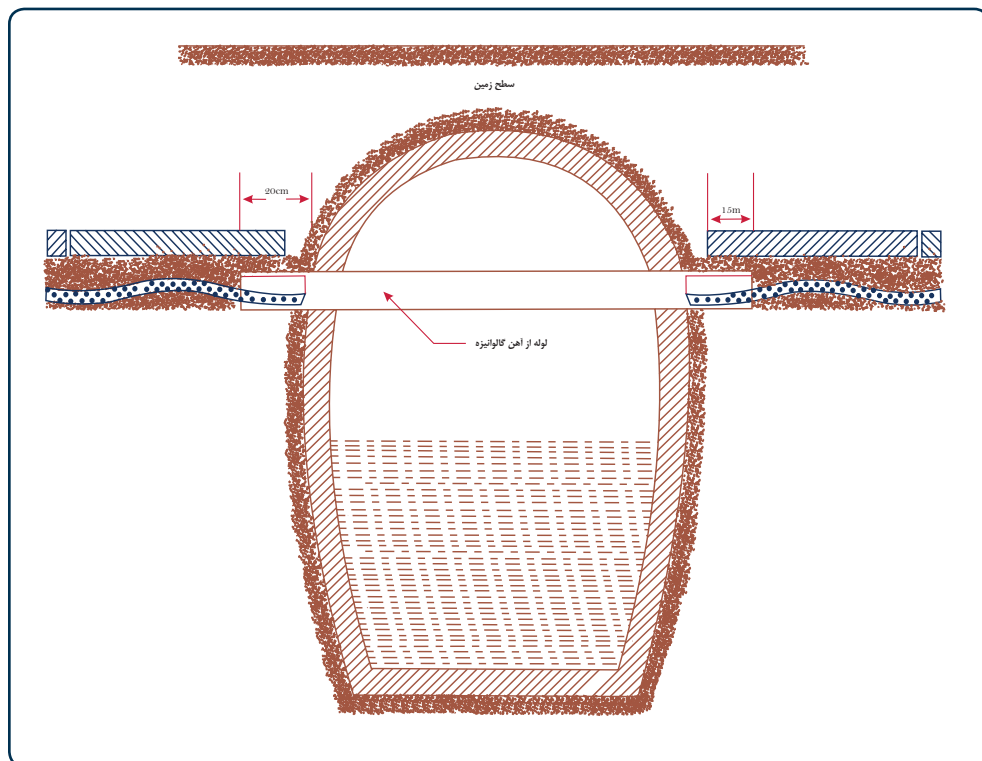
شکل (4-64): محافظت کابل در ابتدا و انتهای لوله

حداکثر تعداد کابل های داخل کانال، مجرا و یا لوله باید چنان تعیین شود که کشیدن آن به آسانی امکان پذیر باشد. با توجه به این اصل توصیه می شود که قطر داخلی کانال یا لوله بیش از 1.5 برابر قطر کابل یا دسته کابل های کشیده شده در داخل آن باشد.



### ■ تقاطع کابل با کانال فاضلاب

در صورت تقاطع کابل برق با کانال فاضلاب طرز قرار گرفتن لوله و فواصل مجاز مانند شکل (4-68) می باشد.



شکل (4-68): عبور کابل زیر زمینی از مجاری فاضلاب

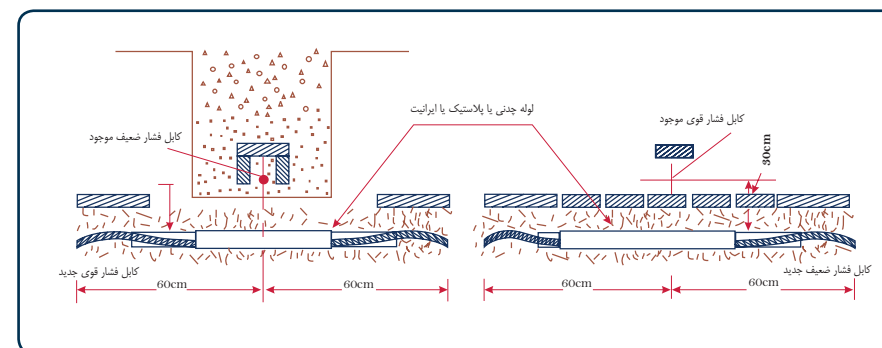
### ■ عبور کابل برق به موازات لوله گاز

حداقل فاصله جداره کابل های زیر زمینی برق از جدار لوله های گاز در مسیر موازی به شرح زیر می باشد:

■ کابل های فشار ضعیف: 1 متر

■ کابل های 20 : 2 متر

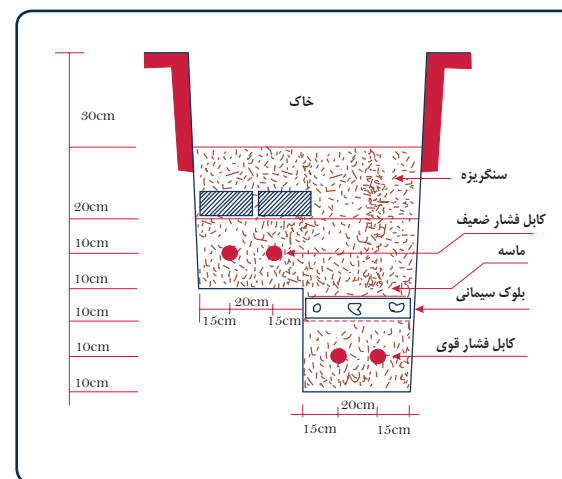
حداقل فاصله بین کابل ها با فشار های متفاوت نباید از 30 سانتی متر کمتر باشد، جزئیات این کار در شکل (4-66) آمده است. در صورتی که کابل برق جدید (ضعیف یا قوی) با کابل مخابرات تقاطع داشته باشد فاصله حداقل 30 سانتی متر باید رعایت شود و کابل جدید از لوله ای به طول 120 سانتی متر عبور داده شود. در حالتی که کابل برق فشار ضعیف یا قوی جدید به موازات کابل مخابرات کشیده شود حداقل فاصله آن از کابل مخابرات 30 سانتی متر بطور افقی و 30 سانتی متر بطور عمودی می باشد.



شکل (4-66): نحوه عبور کابل از کابل موجود زر زمینی

### ■ عبور کابل فشار قوی و ضعیف در یک کانال

در مواردی که کابل فشار قوی و ضعیف در یک کانال خاکی زیرزمینی نصب می شود، باید کانال به شکل پله ای (دو مسیر متفاوت) حفر و کانال فشار قوی در بستر پایینی و کابل فشار ضعیف در بستر بالایی خوابانده شود. جزئیات این مسئله در شکل (4-67) آمده است.



شکل (4-67): جزئیات کانال خاکی مشترک جهت نصب کابل های فشار قوی و فشار ضعیف

## ■ تقاطع کابل برق با لوله گاز

در تقاطع ها حداقل فاصله عمودی بین کابل ها و لوله های گاز به شرح زیر می باشد:

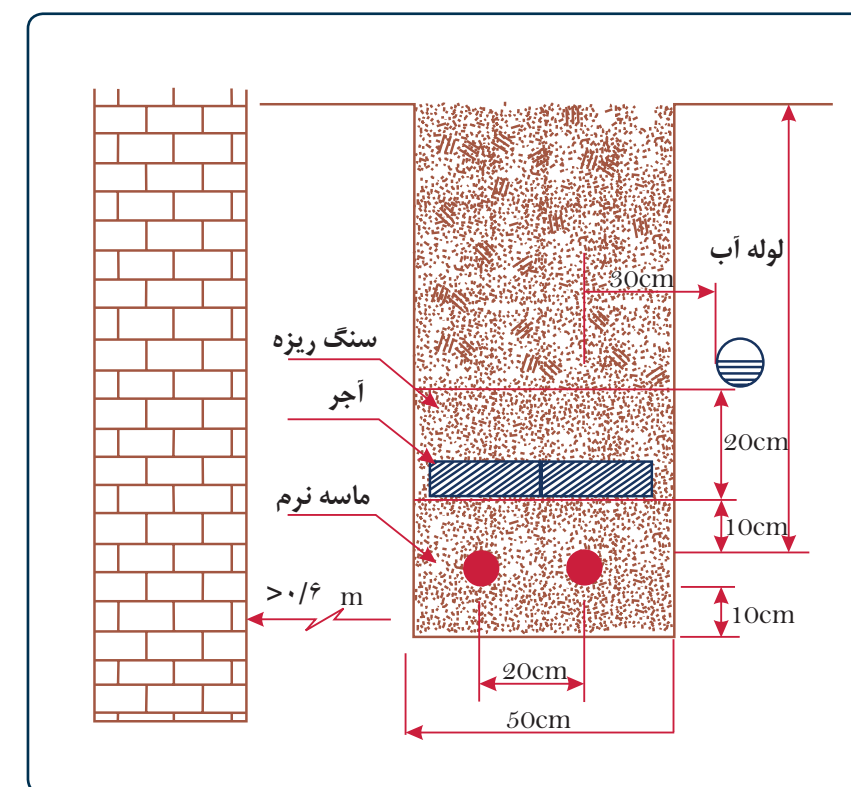
■ کابل های فشار ضعیف : 0.5 متر

■ کابل های 20 kv : 1 متر

در این حالت طول لوله عبوری برابر 120 سانتی متر در نظر گرفته میشود که جنس لوله می تواند پلیکا، سیمانی و یا فولادی باشد.

## ■ عبور کابل برق به موازات لوله های آب

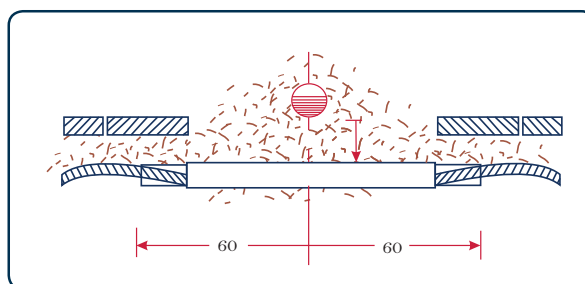
در این حالت فاصله افقی و عمودی کابل فشار ضعیف یا متوسط از لوله های آب برابر 30 سانتی متر می باشد که طرز قرار گرفتن آن در شکل (4-69) آمده است.



شکل (۴-۶۹): نحوه عبور کابل به موازات لوله های آب

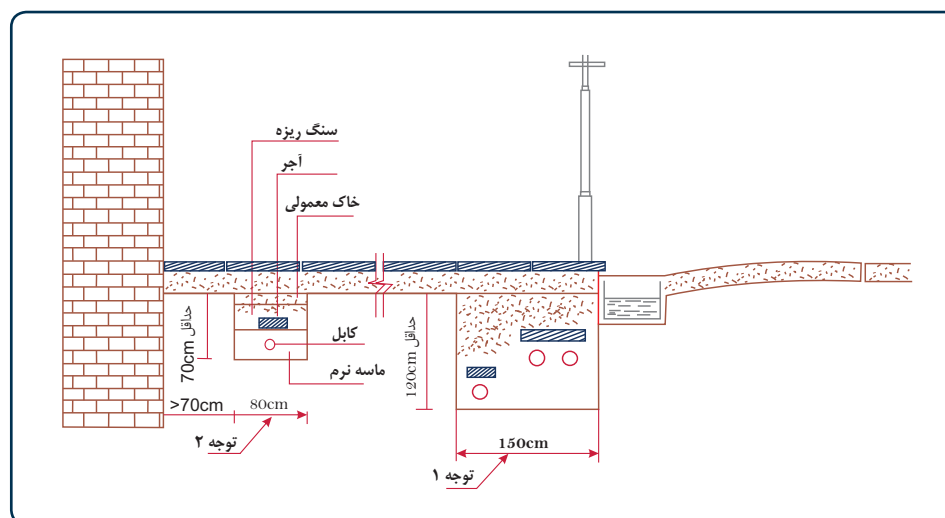
## ■ تقاطع کابل برق با لوله های آب

در تقاطع ها حداقل فاصله عمودی کابل از لوله های آب برابر 30 سانتی متر می باشد. طول لوله عبوری برابر 120 سانتی متر در نظر گرفته می شود. شکل (4-70)



شکل (۴-۷۰): نحوه عبور کابل زیر زمینی از لوله های آب

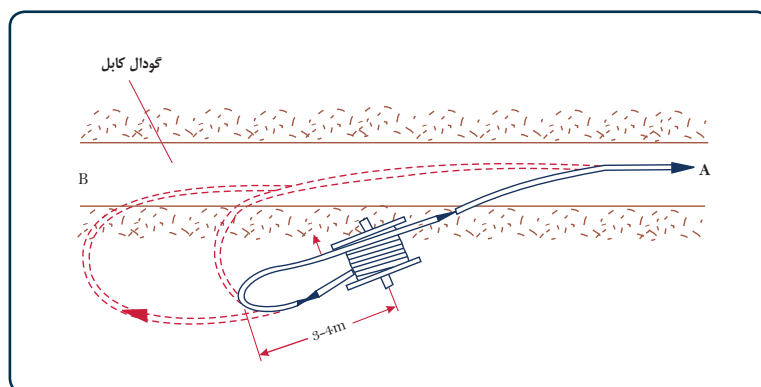
همان طوری که بیان شد بهترین مسیر برای کابل کشی پیاده رو می باشد در این حالت بهتر است کانال از کنار پایه های روشنایی عبور کند در این صورت علاوه بر این که می توان کابل های روشنایی را به همراه کابل های اصلی در این کانال قرار داد، انشعاب گرفتن از کابل روشنایی ساده تر انجام می شود. شکل (4-71)



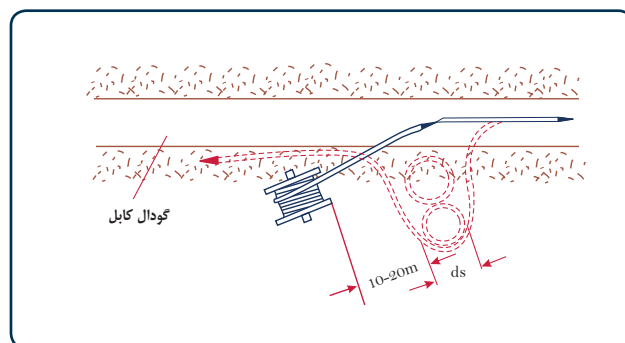
شکل (۴-۷۱): نشان دهنده کابل کشی از مسیر پیاده

در صورتی که غلطک کابل موجود نباشد این کار توسط کارگران که فاصله بین آن ها 4 تا 6 متر بوده و کابل را حمل می کنند باید انجام شود.

در صورتی که کارگر کافی برای کشیدن کابل در یک مرحله وجود نداشته باشد می توان قرقره کابل را در وسط مسیر کابل قرار داد و طول مورد نیاز را، از بالای قرقره در جهت " A " نصب نمود شکل (4-73) و سپس قرقره بیشتر چرخانده شده و یک حلقه به طول 3 تا 4 متر در جهت " B " کشیده شود، سپس کابل را از قرقره و از پهلوی بلند کرده بطوری که کابل از زیر قرقره کشیده شود و پیچ کابل در طول 4 تا 6 متر پهن شود. سپس کابل می تواند بصورت حلقه و مستقیماً در گودال خوابانیده شود. در صورتیکه به علت وجود مانع در گودال از خواباندن قسمت دوم کابل از بالا جلوگیری شود، کابل بایستی مانند بصورت شکل 8 در سمتی که نخستین کابل کشی انجام می شد، صورت گیرد. در اینجا باید توجه داشت که با به شکل 8 در آوردن کابل فقط می توان دوباره کابل را در همان جهت قبلی قرار داد.



شکل (4-73): کشیدن کابل بصورت حلقه



شکل (4-74): کشیدن کابل بصورت شکل &

توجه 1: این قسمت بایستی برای کابل زیر زمینی برق فشار متوسط و ضعیف و روشنائی معابر اختصاص داده شود.

توجه 2: در صورت امکان این قسمت نیز جهت منظور فوق اختصاص داده شود.

توجه 3: با توجه به سایر سرویس های موجود در زیر پیاده روها (تلفن، آب، گاز و...) اجرای این طرح در همه شرایط امکان پذیر نبوده و جلب موافقت سرویس های فوق الذکر لازم خواهد بود.

## روش های مختلف کشیدن کابل

■ استفاده مستقیم از تریلر کابل و وسیله ای که قرقره کابل روی آن قرار دارد، در صورتی امکان پذیر است که هیچگونه مانعی در داخل گودال یا اطراف آن که مانع انجام کار شود، وجود نداشته باشد.

در این حالت کابل روی تریلر قرار گرفته و محکم می شود سپس انتهای کابل از روی قرقره باز شده و در ابتدای کانال قرار میگیرد، در حالیکه تریلر به آهستگی به طرف انتهای کابل حرکت می کند قرقره با توجه به سرعت تریلر و با کنترل دست باز می شود و در کانال قرار می گیرد، در این حالت باید دقت شود تا سرعت قرقره طوری باشد که خم های شدید در بدنه کابل ایجاد نشود.

■ کشیدن کابل توسط دست

باید در مسیرهای مستقیم و در فواصل 3 تا 4 متر، از غلطک کابل مطابق شکل (4-72) استفاده نمود و هنگامی که در مسیر کابل پیچ و خم وجود دارد از غلطک زاویه مطابق شکل (4-72) یا وسیله ای مشابه که حداقل شعاع خمش را بدست دهد استفاده شود. باید توجه نمود که قرقره کابل قبل و بعد از کابل کشی تمیز گردد.



غلطک کابل



شکل (4-72): غلطک زاویه ای

## ■ کشیدن کابل توسط وینچ

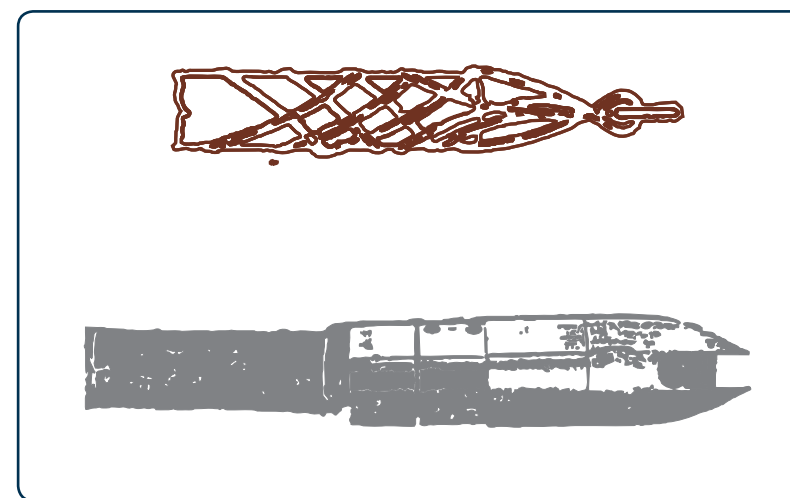
کشیدن کابل در این حالت وقتی امکان پذیر است که تعداد خم ها و موانع کمی در مسیر وجود داشته باشد در این روش محل قرار گرفتن قرقره در ابتدای کانال و محل قرار گرفتن وینچ در انتهای کانال می باشد. (برای طول های کوتاه).

قبل شروع کار با وینچ لازم است به دو نکته زیر توجه شود:

■ طول کل کانال بازدید شود تا هر گونه نقاط نوک تیز از جمله سنگ ریزه یا برآمدگی روی دیواره کانال از بین برود تا کابل ضخمی نشود.

■ چنانچه قرقره های داخل کانال از محل خود جابجا شود لازم است فوراً کابل کشی متوقف شود زیرا کابل نباید با دیواره یا کف کانال برخورد کند.

بعد از اینکه انتهای کابل از روی قرقره باز شد، جوراب کابل شکل (4-75) به انتهای کابل متصل می شود و طنابی از چشمی جوراب کابل عبور داده شود. توجه شود که قسمت های لحیم شده و پوشش های سربی کابل نباید برای کشیده شدن، استفاده شوند. خاصیت جوراب کابل در این است که سیم های بافته شده در هنگام کشش کابل، بطور شعاعی منقبض شده و به غلاف کابل می چسبند. هنگامی که کابل بدون زره و یا با زره نواری وینچ کشیده می شوند، طناب باید به گیره سر کابل متصل شود شکل (4-75) در این حالت نیرو مستقیماً به هادی کابل وارد می شود. در این روش بایستی مطمئن شد کلمپ ها تمام هادی ها را بطور مناسب در بر گیرند و بنحو مطلوبی انتهای کابل آب بندی شده باشد تا رطوبت به هادی ها وارد نشود و سطح عایقی در انتهای کابل پایین نیاید.



شکل (4-75): جوراب کابل و گیره سر کابل

برای اطمینان از اینکه کابل تحت نیروی زیاد و مخربی قرار نمی گیرد باید نیروهای ذکر شده در جدول (4-14) مورد توجه قرار گیرد. ضمناً باید به نکات زیر توجه گردد.

■ بطور پیوسته نیروی وارد بر کابل کنترل شود که این کار می تواند توسط یک نیرو سنج صورت گیرد.

■ روی وینچ با قرار دادن وسیله محافظ مناسب از وارد آمدن نیروی بیش از حد مجاز به کابل جلوگیری کرد. این عمل می تواند توسط وسیله ای که در صورت وارد آمدن نیروی بیش از حد مجاز بریده می شود و یا وسیله مشابه دیگر صورت پذیرد.

■ کابل و طناب مخصوص اطراف خم ها بایستی روی غلطک های مناسب هدایت شوند.

■ زمانی که وینچ کابل را می کشد لازم است کابل به طرز صحیحی بطرف جلو هدایت شود به همین جهت در محل ارتباط کابل به وینچ معمولاً یک تکه طناب به شکل قلاب دور کابل می بندند و سپس یک نفر کارگر به دنبال کابل حرکت می کند. این امر ارتباط دائم کابل به وینچ را تامین می نماید.

برای حفاظت از کابل در مقابل تنش بیش از حد در زمان کابل کشی، کابل عبوری از داخل لوله روغن کاری می شود. این عمل اصطکاک بین و دیواره های لوله را کاهش داده و بخصوص در پیچ های مجرای کابل اصطکاک به میزان 70 درصد کاهش پیدا می کند. روان کننده هایی که برای روغن کاری استفاده می شوند شامل: گریس ها، روغن ها و غیره می باشند. این مواد قبل از ورود کابل به لوله به ضخامت 1.6 میلیمتر با برس به کابل مالیده می شوند. هیچ روان کننده ای به 1.5 متر اول و آخر کابل مالیده نمی شود، این عمل برای راحت بودن و تمیز بودن کابل در مفصل بکار می رود.

تمام کابل ها به خصوص کابل های تک رشته ای قبل از خواباندن بایستی بصورت مستقیم در آیند (البته بجز صاف کردن های مختصر کابل)، این عمل به این علت باید در نظر گرفته شود که کابل بتواند انقباض و انبساط های لازم را در موقع لزوم (اضافه بار و...) تحمل کند.

## تعمیر غلاف خارجی صدمه دیده

هنگامی که غلاف خارجی کابل آسیب می بیند، بایستی در اسرع وقت تعمیر گردد، مطالب ارائه شده در این قسمت مربوط به غلاف هایی از جنس PVC و PE می باشد. با توجه به عمق صدمه وارده به کابل، در هنگام نصب در زمین یا کانال، روش مناسب جهت تعمیر آن بایستی انتخاب گردد، جدول (4-15) با توجه به شدت آسیب دیدگی روش مناسب را پیشنهاد می کند.

## قالب گیری و ریختن رزین برای کابل های با غلاف خارجی PVC

قسمت صدمه دیده باید کاملاً تمیز شده و توسط سمباده هر دو طرف قسمت صدمه دیده تا 100 میلیمتر کاملاً پاک گردد. جایی از محل آسیب دیده که عمق آن تا رشته ها می رسد را توسط لایه ای از نوار چسب طوری پوشانده که هر دو نوار چسب نصف دور قبل را پوشانند. این لایه بدین جهت مورد استفاده قرار می گیرد که از نفوذ رزین به کابل جلوگیری کند شکل (4-76) لف، یک تیوپ PVC به شکل قالب بر روی محل آسیب دیده بکار می رود. شعاع داخلی این تیوپ 10 تا 20 میلیمتر بزرگتر از قطر کابل می باشد. قالب بایستی 160 میلیمتر از قسمت آسیب دیده بزرگتر باشد، قالب به صورت طولی بریده شده اطراف محل مورد نظر قرار داده می شود، در صورتی که آسیب دیدگی زیاد نباشد می توان از این تیوپ استفاده نکرد. برای بستن و مهار کردن دو طرف قالب با استفاده از نوار PVC ، دو طرف قالب نوار پیچ می شود. شکل (4-76) ب، این نوار پیچی باید حداقل 50 میلیمتر بیشتر از محل آسیب دیدگی در هر دو طرف باشد و یا برای کابل های با قطر 35 میلیمتر و بیشتر 3 برابر قطر کابل باشد. سپس مفصل را روی انتهای محل باند پیچی شده و بطور مناسبی قرار داده و دو طرف آن را به دقت باند پیچی کرده تا غیر قابل نفوذ گردد. در انتها ماده رزین در آن ریخته می شود در شکل (4-76) ج ، بعد از اتمام مفصل بندی باید دقت گردد تا محل تعمیر شده نباید مورد خمش قرار گیرد.

## نوار پیچی با استفاده از نوار چسب PVC

استفاده از این روش فقط برای کابل هایی که در کانال یا داخل ساختمان که امکان کنترل کابل وجود دارد مجاز است و قطر کابل مورد تعمیر نباید از 25 میلیمتر بیشتر باشد. در حالتی که سایش یا پارگی کم وجود دارد از این روش استفاده شده و ابتدا اطراف محل آسیب تا 100 میلیمتر از هر دو طرف تمیز می شود و سپس نوار چسب را روی محل آسیب دیده و 100 میلیمتر بیشتر از هر دو طرف محل آسیب دیده می پیچند. این قسمت از کابل نباید تحت تنش مکانیکی قرار گیرد. بعد از این مرحله، کابل را می توان بر روی غلطک های کابل قرار داد و بعد از نصب کابل، این قسمت باید مورد بررسی مجدد قرار گیرد.

جدول (4-15): روشهای تعمیر غلاف خارجی کابل با جنس PVC یا PE با توجه به شدت آسیب وارده به هنگام نصب

| روش تعمیر   |  | نوع آسیب   |     |                        |     |   |     |                        |     |
|---|--|--|-----|------------------------|-----|---|-----|------------------------|-----|
| (مناسب برای ولتاژ تا KV 5)                              |  | سایش ، پارگی کم به حدی که تمام محیط غلاف را در برنگرفته باشد (عمق خرابی تا نصف ضخامت غلاف) |     |                        |     | پارگی بیشتر ، خرابی در تمام اطراف غلاف دیده شود (عمق خرابی بیش از نصف ضخامت غلاف) |     |                        |     |
| نوع نصب   |  | در زمین یا در محیط روباز   |     | در کانال یا مجرای کابل |     | در زمین یا در محیط روباز  |     | در کانال یا مجرای کابل |     |
| جنس غلاف  |  | PE   | PVC | PE                     | PVC | PE  | PVC | PE                     | PVC |
| عایق ترموپلاستیکی (قرار دادن وصله پلاستیکی قابل انقباض) |  | X  | X   | X                      | X   | X   | X   | X                      | X   |
| قالب گیری و ریختن رزین                                  |  | -  | X   | -                      | X   | -   | X   | -                      | X   |
| نوار پیچی توسط نوار چسب PVC                             |  | -  | -   | -                      | X   | -   | -   | -                      | -   |

تعمیر کابل صدمه دیده باید بلافاصله بعد از زخمی شدن کابل انجام گردد. مخصوصاً در مورد کابل های فشار متوسط دقت گردد که عایق XLPE با آب یا رطوبت تماس نداشته باشد.

## تعمیر غلاف صدمه دیده با استفاده از عایق ترموپلاستیکی

استفاده از این روش بسیار ساده و راحت می باشد و شامل استفاده از یک تیوپ منقبض شونده و توصیه هایی در مورد روش تعمیر می باشد. این تیوپ بایستی در هر طرف قسمت صدمه دیده به اندازه ("قطر خارجی کابل  $3 \times 1$ ") و حداقل 100 میلیمتر بریده شود و بکار رود و انقباض برای طول 10% برای آن منظور گردد.

قسمت صدمه دیده کابل به اندازه طول وصله به وسیله پارچه زیر یا سمباده تمیز شود، سپس وصله تعمیراتی روی قسمت صدمه دیده کابل قرار گرفته و بسته می شود. بعد از این مرحله مرکز وصله توسط تمرکز شعله آتش یا دمنده هوای گرم منقبض گردد. بعد از اینکه دما به حد مطلوب رسید کل وصله را حرارت داده تا قسمت چسبنده داخل وصله مورد نظر نرم و در هر دو انتها کاملاً چسبیده شود.



## مفصل بندی

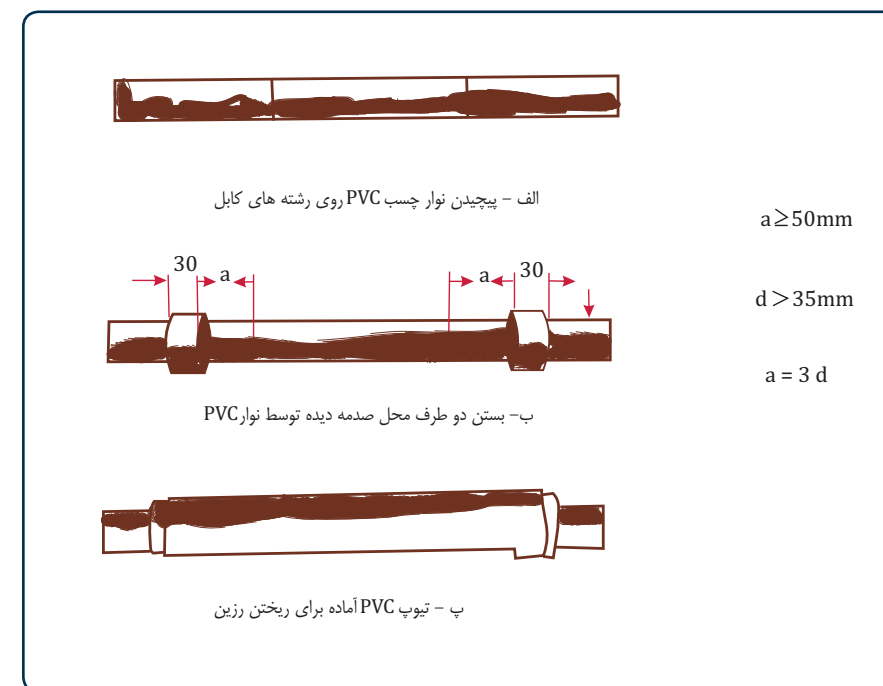
عبارتست از اتصال طولی کابل در نقطه ای که نیاز به تعمیر دارد و برای بستن مفصل بطور کلی اعمال زیر باید صورت گیرد:

- اتصال هادی های کابل
- عایق کردن هادی ها مخصوصاً در کابل های فشار متوسط و فراهم کردن مجدد تمام لایه های کابل
- محافظت در مقابل تمام شرایط محیطی یا زمین
- موادی که در ساخت متعلقات کابل بکار می رود بایستی متناسب با مواد بکار رفته در کابل ها بوده دارای مشخصات زیر باشد:
- مقاوم در برابر تغییر شکل ناشی از دما
- مقاوم در برابر اکسیداسیون گرمایی
- قابلیت ارتجاعی دائمی
- پوشش محافظ خارجی باید در برابر اثرات محیطی مخصوصاً هنگامی که در زمین نصب می شود باشد
- آسانی در کاربرد

متعلقات کابل علاوه بر بر آوردن نیازها و شرایط الکتریکی باید نیازهای مربوط به شرایط محیطی که (عمق دفن و محل آن، نصب در داخل یا خارج و ...) را نیز بر آورده کند.

## اصول اولیه برای نصب متعلقات کابل

- با توجه به نوع متعلقات (سر کابل یا مفصل) و سطح ولتاژ روش های مختلفی با در نظر گرفتن سرعت عمل و نیز نصب ایمن وجود دارد.
- روش پر کردن با استفاده از مواد مرکب
- روش قالبگیری و ریختن رزین
- استفاده از عایق ترموپلاستیکی
- استفاده از کابلشو
- در هر مورد بایستی به راهنمایی های سازنده مفصل یا سر کابل و روش پیشنهادی آن عمل شود.
- روش نصب کلی مشابه روشی است که در این بخش مورد بررسی قرار می گیرد. ولی با توجه به تنوع لایه های کابل تعدادی این مرحله می تواند کم شده و یا اضافه گردد.



شکل (۴-۷۶): نشان دهنده چگونگی پیچیدن نوار چسب بر روی کابل

## متعلقات کابل

### سر کابل

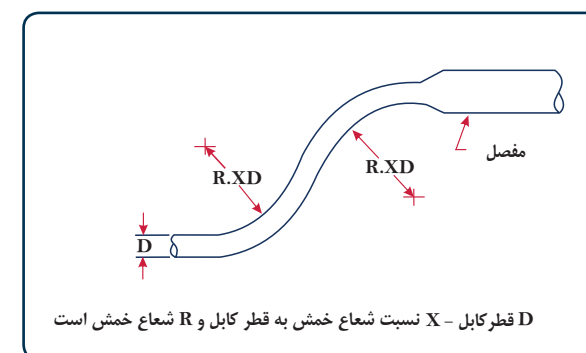
در نقاط انتهایی کابل و اتصال به سایر وسایل، مانند خط از این وسیله استفاده می شود. انتخاب نوع سر کابل به سطح ولتاژ کابل و نیز ساختار کابل بستگی دارد و برای بستن سر کابل بطور کلی اعمال زیر بایستی انجام گیرد:

- اتصال هادی ها
- محافظت کابل ها در مقابل اثرات محیطی (رطوبت و ...)
- محافظت از عایق هادی (در برابر اشعه ماوراء بنفش)
- کنترل و کاهش تنش ناشی از میدان الکتریکی در مورد کابل های فشار متوسط
- عایق کردن از قسمت های زمین شده

## مفصل بندی کابل

وقتی که یک کابل برای آماده کردن آن برای مفصل بریده می شود می بایستی آن را علیه رطوبت و گرد و غبار محافظت نمود، از آنجایی که انتهای کابل که در معرض هوای آزاد قرار گرفته است آلودگی و رطوبت را به خود خواهد گرفت دو سر کابل باید بطور مناسب در تمام مواقع آب بندی شده مگر در طول مدت زمان کوتاهی که مفصلی روی کابل بسته می شود و یا سر کابل آن نصب می شود. انتهای کابل باید قبل از جاگذاری آن برای مفصل بستن بطور کامل بررسی شود.

اگر که مفصل ها در منهول کامل شوند، کابل ها و مفصل ها باید بر روی سینی و یا نردبان های مناسب که بر روی دیوارهای منهول نصب شده اند، قرار گیرند. به علت انبساط ها و انقباض های کابل ها، که ناشی از تغییرات دمای کابل می باشد لازم است که برای قسمتی از کابل که در داخل



منهول قرار می گیرد کابل اضافی در نظر گرفته شود. در نظر گرفتن این مقدار کابل اضافی از ایجاد هر گونه ترک و یا شکستگی عایق کابل و یا غلاف سربی آن در اثر حرکات انقباضی و انبساطی کابل جلوگیری می کند. بنابراین قرار دادن کابل ها بر روی دیواره منهول نه تنها آرایش

شکل (۴-۷۷): حداقل شعاع خمش (مقدار کابل اضافی در نظر گرفته شده) هنگامی که در اطراف دیوار منهول حوضچه نصب می شوند

مرتبی از آن ها بوجود می آورد بلکه تامین فضای کافی برای انبساط و انقباض کابل را امکان پذیر می سازد.

دامنه مقادیر شکل (4-77) بر حسب کابل متغیر بوده و به اندازه و تعداد هادی ها و عایق کابل (پلی اتیلن، ترموپلاستیک، لاستیک و کاغذ) و ولتاژ نامی آن بستگی دارد.

حداقل در هر طرف مفصل 15 سانتی متر از کابل را باید به صورت مستقیم باقی گذاشت تا بتوان آن را بر روی نگهدارنده های کابل و مفصل قرار داد.

ساخت دقیق یک مفصل به مشخصه ساختمانی کابل یعنی تک رشته و چند رشته بودن کابل و نوع عایق آن (لاستیکی، پلی اتیلنی، ترموپلاستیک و یا کاغذ اشباع شده) و اینکه عایق کابل دارای یک غلاف هادی می باشد یا نه، بستگی دارد. روش کلی نصب مشابه روشی است که در ادامه مورد

بررسی قرار می گیرد ولی در هر مورد باید توصیه های سازنده مورد توجه قرار گیرد و راهنمای نصب هر فصل، از سازنده درخواست گردد.

مفصل بند بایستی همیشه ابزار کار خود را در شرایط خوبی نگهداری نموده و آن ها را تمیز و خشک نگه دارد. محل کار و محلی که در آن به روی کابل کار می شود بایستی با استفاده از یک پوشش لاستیکی یا مواد ضد آب پوشیده و عاری از رطوبت باشد. همچنین شخص مفصل بند و یا کابل کش که عمل مفصل بندی را انجام می دهد بایستی دست های خود را تمیز و خشک نگه دارد. مفصل ها با توجه به نوع ولتاژ کابل متغیر می باشند، لذا شکل های نشان دهنده ابعاد هر نوع مفصل مورد نیاز می باشند. این شکل ها مقدار طولی از غلاف سربی که بایستی از روی کابل باز شده و مقدار عایقی از هادی که باید بریده شود و مقدار عایقی که بایستی برای هادی به وجود آورد و قطر کامل شده خارجی عایق را نشان می دهد. مفصل بند بایستی این شکل ها و مصالح لازم برای هر مفصلی را قبل از شروع مفصل بندی در دست داشته باشد.

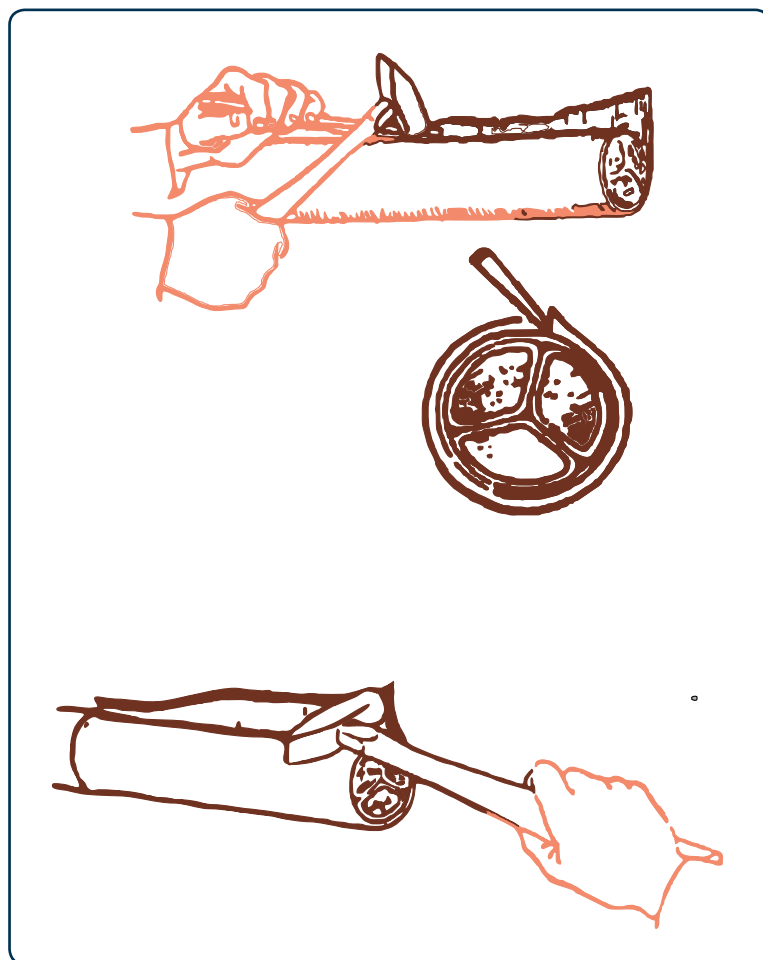
دو سر کابل که قرار است مفصل روی آن بسته شود طوری قرار می گیرد که بر روی یکدیگر باشند. همچنین شعاع خمشی به اندازه کافی و یا بزرگتر از مقدار مورد نیاز ساخته می شود. در هوای سرد، کابل ها بایستی گرم شده بطوری که در زمان خم کردن گرم باشند. کابل ها را با توجه به نقطه مرکزی مفصل علامتگذاری می کنند و کابل را با توجه به این علامت بااره و یا کابل بر می برند. دو سر جدید کابل باید بطور کامل با هم جفت شوند. کابل ها را پس از بریدن نبایستی زیاد نگهداری نمود زیرا که هادی ها و رشته های هادی با طول های نامساوی بر روی یکدیگر حرکت خواهند نمود.

## برداشتن پوشش و غلاف کابل

کابل ها معمولاً دارای پوشش و یا غلاف و یا هر دو می باشند، رایج ترین پوشش های کابل پوشش های لاستیکی و یا ترموپلاستیکی می باشند. لازم است که پوشش کابل به اندازه تجویز شده برداشته شود. غلاف بایستی تمیز شود تا از آلودگی جلوگیری گردد و عایق کابل از اینکه غلاف از روی آن برداشته شود آلوده نشود.

باید غلاف های سربی کابل ها با سوهان، تمیز و سطح آن صیقلی شده و عاری از هر گونه روغن و یا آلودگی باشد. پوشش سربی که برای حفاظت مفصل بکار می رود از داخل و خارج تمیز شده بر روی کابل کشیده می شود و فاصله آن از محل مفصل به اندازه کافی در زمان مفصل بندی نگه داشته می شود، قبل از این کار دو سر این پوشش بطور کامل در حدود 8 سانتی متر با سوهان و یا برس



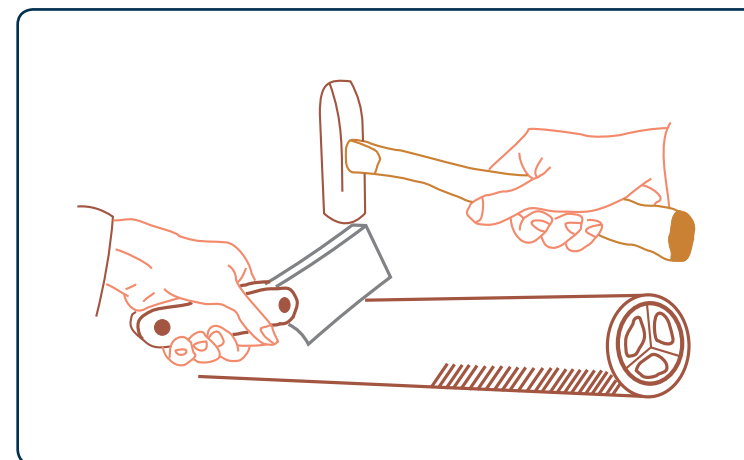


شکل (۴-۷۹): ایجاد برش طولی بر خلاف - جدا کردن خلاف کابل از عایق

### برداشتن پوشش الکترواستاتیکی فلزی کابل

انتهای پوشش الکترواستاتیکی فلزی باید تا حد ممکن صاف بریده شود این محل را می توان با لحیم در جای خود قرار داد. یک نوار زمین (ارت) را می توان در ضمن عمل لحیم کاری به آن وصل نمود، بایستی دقت نمود که در زمان لحیم کاری عایق کابل بیش از حد گرم نشود، از لحیم اسیدی نمی توان استفاده نمود. در موقع لحیم کاری پوشش فلزی آلومینیومی، باید از آلومینیوم مخصوص استفاده نمود.

فولادی تمیز می گردد. توسط چاقوی کابل بری که در شکل (۴-۷۸) نشان داده شده است غلاف کابل از جایی که بایستی بریده شود به صورت یک حلقه علامتگذاری می شود. طول غلاف که بایستی از هر سر کابل برداشته شود معمولاً ۴ سانتی متر کمتر از طول کلی پوشش سربی می باشد.



شکل (۴-۷۸): ایجاد یک حلقه با چاقوی کابل بری

نصف غلاف سربی را برش داده و غلاف سربی در طول از انتهای کابل تا محل علامتگذاری شده و با استفاده از چاقو برش داده می شود شکل (۴-۷۹) برای برداشتن غلاف بطور طولی لبه آن شل شده و با چکش از عایق جدا می شود. شکل (۴-۷۹) و سپس با استفاده انبر دستی لبه غلاف از محل علامتگذاری شده جدا می گردد. در موقع علامتگذاری و برداشتن غلاف سربی باید دقت زیادی نمود تا از بریدن و آسیب دیدن عایق کابل در محل های دیگر جلوگیری شود. دو سر جدید غلاف سربی به اندازه ۷ میلیمتر با استفاده از ابزار چوبی برگردانده می شود. ابزار به موازات کابل در زیر غلاف قرار داده می شود تا انتهای غلاف بلند شود، این کار باعث ایجاد فضای لازم برای نوار همبندی شده که بتوان حداقل آنرا تا ۷ میلیمتر در قسمت برگردانده شده انجام داد.

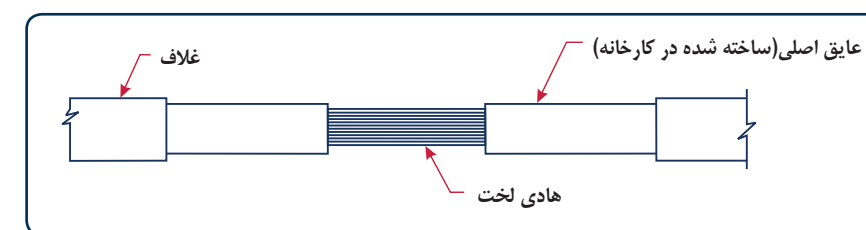
پوشش ها و غلاف های لاستیکی و ترموپلاستیکی بایستی از هر نوع آلودگی مانند موم و گرد و غبار در محلی که باید پوشش برداشته شود تغییر داشته و نیز از کشیده شدن محافظت گردد این نوع از پوشش می تواند با استفاده از چاقو و یا سنباده تمیز شود. پوشش باید طوری تمیز شود که نوار و یا مواد رزینی دارای همبندی کافی بوده و از نفوذ رطوبت به کابل جلوگیری نماید، محل تمیز شده را می توان موقت با استفاده از یک لایه نوار وینیل محافظت نمود. این نوار هر گونه ذره ای از گرد و غبار را از سطح قسمت داخلی مفصل بر می دارد.

## برداشتن مواد نیمه هادی

تمام مواد نیمه هادی بایستی از قسمت لخت شده کابل تا حدود 7 میلیمتر از پوشش فلزی برداشته شود، قسمت نیمه هادی کابل نباید بر روی عایق موجود در محل مفصل کابل ادامه داشته باشد، مواد نیمه هادی باقی مانده بر روی کابل را می توان با استفاده از یک چاقو یا سنباده و یا سوهان تمیز نمود. روش تمیز کردن بستگی به نوع عایق کابل دارد. عایق های لاستیکی، اول با چاقو و یا سوهان تراشیده شده و سپس با سنباده تمیز می شود. استفاده از حلال ها برای تمیز کردن عایق مورد تایید نمی باشد، زیرا حلال ها نامناسب و یا دقیق نبودن کار ممکن است یک لایه ای هدایت کننده بر روی عایق باقی گذارد و یا حلال به زیر پوشش فلزی و لایه نیمه هادی نفوذ نماید، و باعث ترک خوردگی و از بین رفتن نوارها بشوند، در صورت استفاده از حلال ها باید از راهنمایی های تولید کننده کابل به دقت پیروی کرد. کابل های با عایق کاغذی و یا نوار اشباع شده ممکن است یک نوار کاغذ فلزی در زیر زره داشته باشند، این نوارها باید تا 7 میلیمتر از لبه پوشش فلزی عایق برداشته شود.

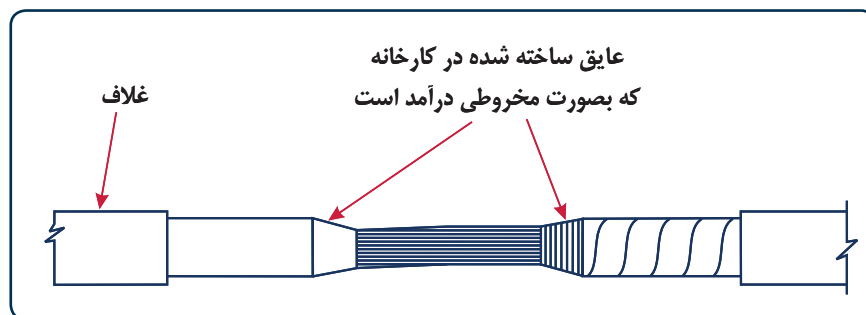
## برداشتن عایق کابل (لخت کردن)

درمورد برداشتن عایق کابل، هادی کابل نباید زخمی یا بریده شود. عایق کابل از روی هر هادی کابل از هر سر آن ها با طولی مساوی نصف طول اتصال (دو راه داخل) به اضافه 1.3 سانتی متر برداشته می شود. انتهای دو کابل مانند شکل (4-80) در کنار یکدیگر قرار گیرد.



شکل (۴-۸۰): انتهای کابلها که هادیهای لخت را بعد از برداشته شدن عایق نشان می دهد

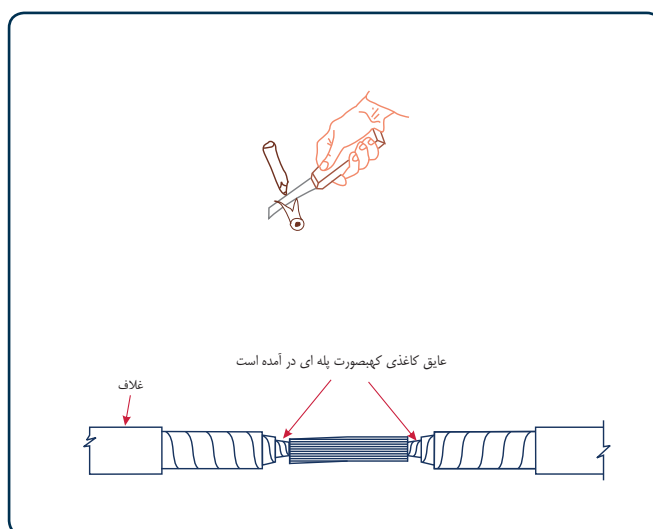
برای جلوگیری از مسیر خزشی شعاعی مستقیم از هادی به سمت خارج، دو سر عایق اولیه کابل که در مجاورت دوراهی می باشند به صورت پله ای در می آید.



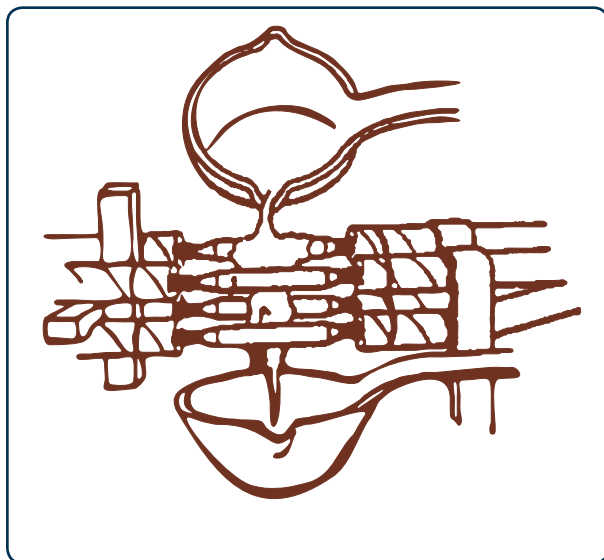
شکل (۴-۸۱): مفصل کابل و عمل مخروطی شدن عایق های کابل

مخروطی کردن عایق کابل هایی که دارای عایق لاستیکی و یا پلی اتیلن می باشند مانند تیز کردن یک مداد می باشد، برش ها با زاویه انجام شده و از یک چاقوی تیز باید استفاده شود تا از باقی ماندن لبه های ناجور جلوگیری شود. شکل (4-81)

مانند شکل (4-82) یک فرم مخروطی شکل یکنواخت با استفاده از برش قطری ایجاد کرده با استفاده از سنباده شکل کونیک صاف می شود. برای برداشتن عایق لاستیکی، پلی اتیلنی و یا پلی اتیلن کراس لینک می توان از ابزار مکانیکی استفاده نمود. داشتن شکل مخروطی یکنواخت و صاف حائز اهمیت زیادی می باشد. در کابل های با عایق کاغذی، عایق بصورت پله ای در می آید.

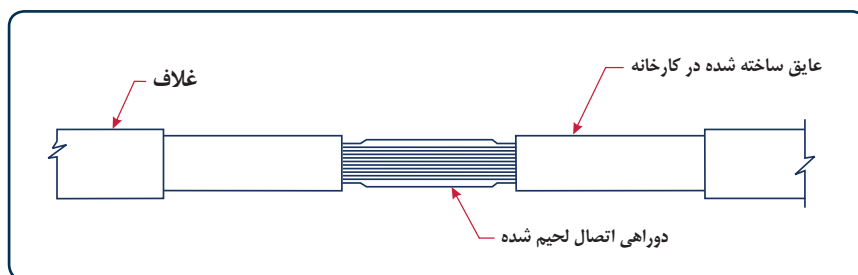


شکل (۴-۸۲): مخروطی کردن عایق هادیها - مفصل کابل، عایق هادیها را بعد از پله ای شدن نشان می دهد



شکل (۴-۸۴) : ریختن قلع روی دوراههای داخلی

عمل لحیم کاری را چند بار تکرار نموده تا دو راهی و هادی به خوبی لحیم شوند و محل لحیم کاری صیقلی شده و تمام ناهمواری های موجود برداشته شوند. پس از انجام عملیات، مفصل به صورت نشان داده شده در شکل (۴-۸۴) نمایان خواهد شد.



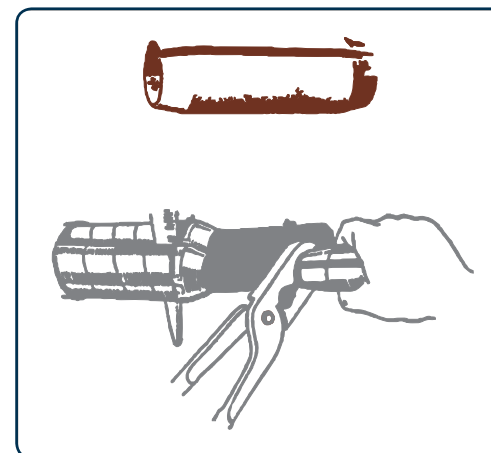
شکل (۴-۸۵) : قسمتی از کابل که عملیات مفصل بندی آن به اتمام رسیده است

دو راهی فشاری با استفاده از ابزار کار مناسبی که توسط تولید کننده مشخص شده اند بکار می رود. تعداد محل های فشاری با توجه به نوع ابزار و اندازه هادی متغیر می باشند. از ابزار فشاری هیدرولیک برای هادی های در اندازه بزرگ استفاده می شود. معمولاً یک نوار نیمه هادی نامنظمی های روی دو راهی و رشته ها را مانند بریدگی و یا حفره در دو راهی، از بین می برد.

یک سیم فولادی پیاپی با وزنه هایی در دو سر آن بر روی عایق هادی بسته و لایه های نوار کاغذی باز می شود این عمل با دورترین پله از محل دوراهی انجام میگیرد، نوارها با افزایش تعداد لایه های آن به سمت دوراهی و به تعداد مورد نیاز برداشته می شوند. بطور موقت لایه های نوار در هر پله با استفاده از چسب مخصوص در محل خود نگه داشته می شود. عایق در معرض دید با پوشش مخصوصی جهت حفاظت پوشیده می شود.

## دو راهی مفصل کابل

برای انجام یک مفصل مناسب و قابل اعتماد انتخاب دو راهی مناسب حائز اهمیت می باشد. یک دوراهی پوششی فشاری و یا دو راهی که شکاف آن قابل لحیم کاری است برای اکثر مفصل های با ولتاژ بیش از 5 کیلوولت لازم می باشد. در حالتی که از مواد ترموپلاستیکی برای مفصل بندی استفاده می شود برای جلوگیری از هر گونه آسیب ناشی از حرارت باید از دو راهی فشاری استفاده نمود. قبل از استفاده از دوراهی باید هادی کابل را بطور کامل تمیز نمود. شکل (۴-۸۳) یک دو راهی مفصل و شکل (۴-۸۳) نحوه بکار گیری آن را نشان می دهد.



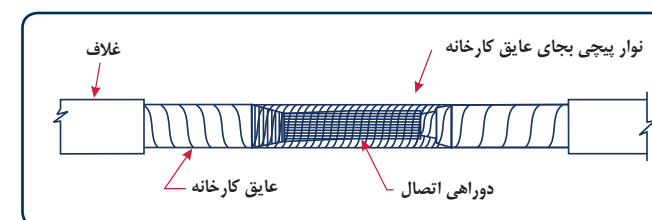
شکل (۴-۸۳) : دوراهی کابل مسی با یک شکاف باریک - نحوه نصب دوراهی روی کابل و رشته های بهم تابیده به وسیله انبر قفلی نگه داشته می شود

پس از اینکه دو راهی در جای خود قرار گرفت توسط انبر دستی روی هادی محکم می گردد. برای استفاده از اتصال لحیمی از دو ظرف (شکل 32) استفاده می شود که یکی از آن ها دارای لحیم ذوب شده می باشد و دیگری در زیر مفصل نگهداری می شود تا لحیم سرریز در آن ریخته شود. آنقدر لحیم از انتهای دو راهی و در محل شکاف بر روی آن ریخته می شود تا اینکه رشته های هادی به اندازه کافی داغ شده و لحیم از روی هادی و از دو سر شکاف سرریز نماید.

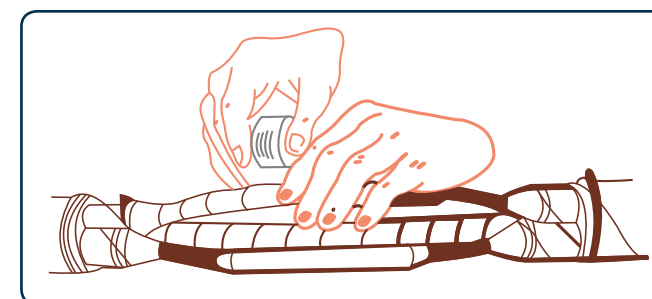
## نوار عایق کابل

بعد از اتصال دو راهی مفصل کابل، با نوار لاستیکی کابل های با عایق لاستیکی و با نوار وارنیش کابل های با عایق کاغذی و کابل های با عایق وارنیش، نوار پیچی می شوند. نوار طوری پیچیده می شود که هر دور نوار بر روی نصف دور قبلی پیچیده شود.

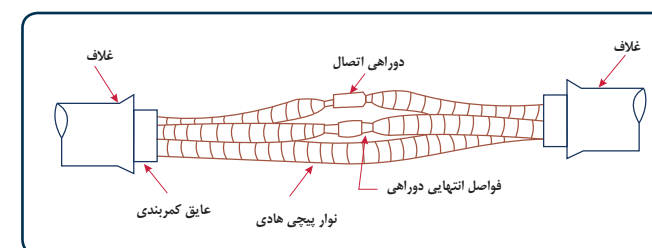
اول فاصله بین دوراهی و محل کونیک شده کابل، نوار پیچی شده و سپس روی دو راهی و کونیک ها با نوار عایق بندی می شود تا به عایق اصلی و اولیه کابل برسد در این حالت مفصل به صورت شکل (4-86) در می آید.



شکل (4-86): مفصل کابل بعد از اینکه به جای عایق اصلی از نوار عایقی استفاده شده است



شکل (4-87): کاربرد نوار ۱/۲۵ سانتیمتری روی هادیها



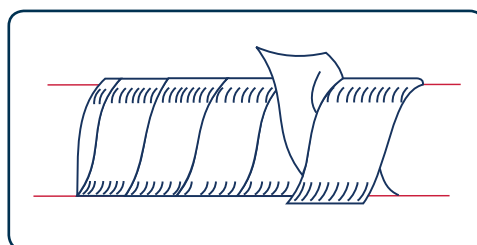
شکل (4-88): مراحل مختلف بستن کابل سه رشته ای

سپس نوار پیچی بر روی تمام هادی لخت ادامه می یابد. اولین لایه از نوار که بر روی عایق اولیه کابل پیچیده می شود باید دارای همان جهتی باشد که عایق اولیه دارا می باشد و تا حد ممکن نوار پیچی ادامه می یابد. در مورد کابل های با عایق کاغذی قبل از نوار پیچی یک لایه خارجی از عایق اولیه کابل باز شده سپس نوار پیچی انجام می شود. نوار پیچی به آرامی و به دقت انجام می گردد تا هیچ گونه حباب هوا و یا چین و چروک در آن باقی نماند.

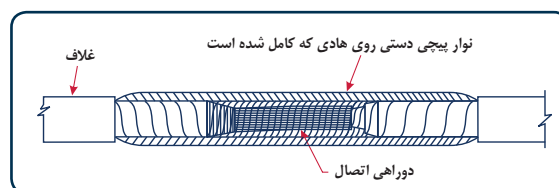
چنانچه از نوار لاستیکی استفاده شود با محلول مخصوصی سطح آن صاف و تمیز شده سپس با چسب لاستیکی پوشانیده می شود. نوار لاستیکی به آرامی و دقت با کشش کافی بر روی کابل بسته می شود تا عرض آن تقریباً به اندازه یک سوم کاهش یابد. نوار لاستیکی را باید با پوششی از رنگ یا نوار مقاوم در برابر شرایط محیطی محافظت نمود.

در مفصل بندی دستی باید عایق با ضخامتی در حدود 75 درصد بیش از عایق اولیه کارخانه باشد. روش نوار پیچی را نشان می دهد. شکل (4-88) سه هادی از کابل را در مراحل مختلف نوار پیچی نشان می دهد. عایق بندی هادی زیرین کاملاً تمام شده است و هادی وسط فقط تا دو راهی عایق بندی شده و هادی فوقانی هنوز عایق بندی نواری نشده است.

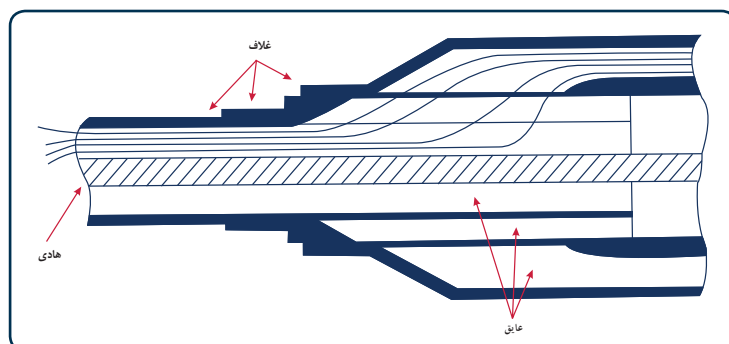
پس از کامل شدن نوار پیچی، آخرین لایه نوار باید در محل خود با گره نوار بسته شود. برای این کار انتهای نوار را از لایه قبل رد نموده سپس محکم کشیده می شود (بطوری که شکل (4-89) نشان داده شده است) و پس از گره زدن نوار اضافی قطع می گردد. یک مفصل کامل شده در شکل (4-90) نشان داده شده است. این نوار پیچی باید 1.5 برابر و برای کابل های با عایق کاغذی باید دو برابر عایق کارخانه باشد.



شکل (4-89): طریقه پیچیدن نوار در انتهای نوار پیچی



شکل (4-90): مفصل کابل بعد از نوار پیچی کامل در کابلها با عایق پلاستیکی



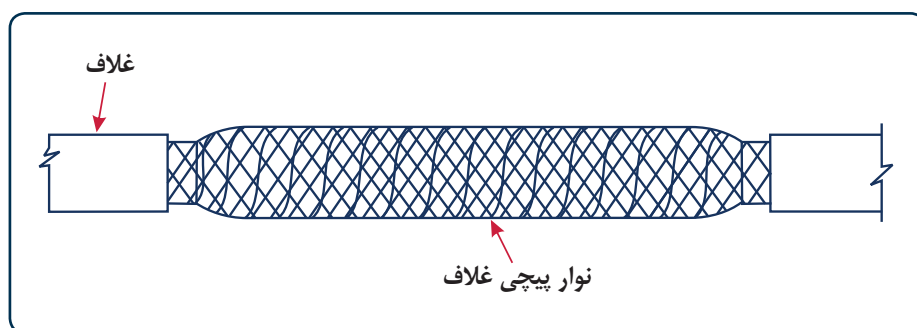
شکل (۴-۹۲): نمودار توزیع تنش الکتریکی در مفصل پیش ساخته که روی کابل فشار قوی رودار ساخته شده است

توجه کنید که تنش های الکتریکی در محل انتقال از کابل به مفصل بطور مناسب توزیع شده اند.

### بکار گیری نوار پوشش الکترواستاتیکی

کابل های تک رشته ای و یا چند رشته ای فشار متوسط دارای نوارهایی از پوشش الکترواستاتیکی می باشند که بر روی سطح خارجی عایق هر هادی پیچیده شده اند. کابل های چند رشته ای یک نوار اضافی نیز دارند که بر روی سطح خارجی هر سه هادی و زیر غلاف سربی بر روی آن ها پیچیده شده است. شکل (۴-۹۳)

مفصل های بکار رفته برای این کابل ها باید دارای زره مقاوم بر روی عایق هر هادی باشند. این پوشش با نواری از مس بر روی غلاف سربی لحیم می شود. دوره های این نوار بطور مناسب با لحیم بهم وصل شده تا از حرکت آن ها در محل هایی که عایق دارای شیب می باشد جلوگیری شود.

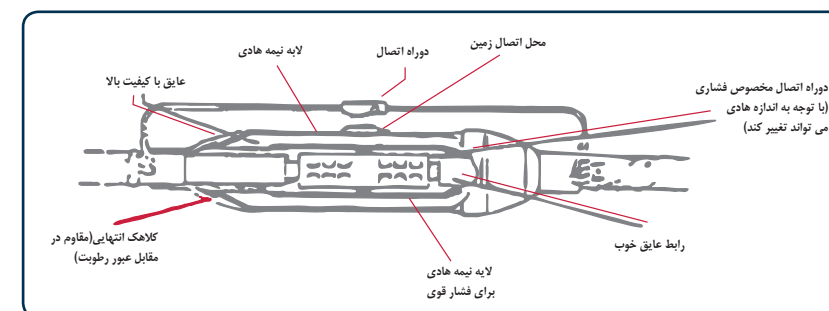


شکل (۴-۹۳): مفصل کابل با نوار محافظ کدهادی یا هادیهای نوار پیچی شده را پوشانده است

### ■ نصب مفصل پیش ساخته کابل

مفصل های پیش ساخته، معمولاً در سیستم توزیع زمینی و برای کابل های با عایق لاستیکی، لاستیک اتیلن و پروپیلن، پلی اتیلن و پلی اتیلن کراس لینک بکار می روند. این مفصل ها بطور مستقیم در زمین دفن می شوند و یا اینکه در محفظه ای قرار می گیرند تا بتوان به آن ها دسترسی داشت. یک مفصل پیش ساخته دارای یک دوراهی فلزی یک پوشش فلزی دو راهی، عایق و پوشش عایق می باشد. برای مفصل بندی، کابل ها را بطوری که قبلاً توضیح داده شده است آماده می کنند. برای آماده سازی دو سر کابل برای مفصل بندی ابزار مخصوص موجود می باشند.

این ابزار ها برای برداشتن پوشش های مختلف کابل (عایق، پوشش های نیمه هادی) طراحی و ساخته شده اند. یک لایه از نوار وینیل مورد استفاده قرار می گیرد و پس از آن انتهای مفصل بر روی هر کابل با سیم های هادی هم مرکز لغزنده شده و بدنه مفصل بر روی یک کابل کشیده می شود. هادی های کابل را در دوراهی قرار داده با ابزار کار مناسب و به روش صحیح پرس می گردد. بدنه مفصل در جای خود بر روی دوراهی قرار گرفته و در هر طرف مفصل یک طول کوچکی از عایق لخت شده باقی می ماند. شکل (۴-۹۱) شخص کابل کش و یا مفصل بند قبل از تکمیل مفصل، نوار وینیلی که قبل بر روی پوشش نیمه هادی پیچیده شده بود را باز می کند و در پوشش های دو سر مفصل در دو انتهای آن قرار داده شده و پوشش الکترواستاتیکی نیمه هادی بر روی کابل و عایق مفصل کامل می گردد. هادی های هم مرکز بر روی مفصل اولیه بافته و با استفاده از یک دوراهی فشاری بهم متصل می شوند. این سیم ها به قلاب های زمین بدنه مفصل، وصل می شوند تا آنرا زمین کنند. پوشش الکترواستاتیکی عایقی یک مفصل پیش ساخته معمولاً دارای پوشش هدایت کننده بوده و میدان الکتریکی را بطور کامل در داخل عایق مفصل نگه می دارد. میدان الکتریکی به طور مناسب توزیع شده تا محل های دارای تنش الکتریکی متمرکز حذف شود. شکل (۴-۹۲)



شکل (۴-۹۱): دوراهی پیش ساخته روی هادی کابل که با پرس بهم وصل شده اند لغزنده می شود



## بکار گیری جدا کننده کابل و نوارهای همبندی

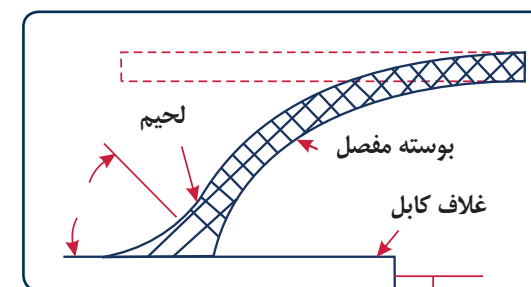
در مفصل های کابل های سه رشته ای در حدود پنج الی شش لایه از نوار خشک واریش بر روی هر هادی خارج از پوشش الکترواستاتیکی فلزی و در نزدیکی مرکز مفصل پیچیده شود. این نوار از آن جهت پیچیده می شود که به عنوان جدا کننده ای بین هادی ها قرار گرفته و اجازه دهد که مواد رزین (مرکب) آزادانه از بین هادی ها عبور نماید. سپس سه الی شش نوار خشک واریش بر روی هر سه هادی و بطور مستقیم بر روی نوار جدا کننده پیچیده می شود تا هادی ها را بطور محکم در جای خود نگه دارد.

## نصب پوشش سربی کابل

بعد از نوار پیچی کامل مفصل، پوشش سربی که قبلاً بر روی کابل کشیده شده بود بر روی مفصل قرار می گیرد. این پوشش، مفصل را در مقابل آسیب های مکانیکی حفاظت می نماید و مفصل را آب بندی نموده و از ورود رطوبت به داخل آن جلوگیری می کند و مسیر جریان های اتصال کوتاه را در غلاف کابل کامل می نماید.

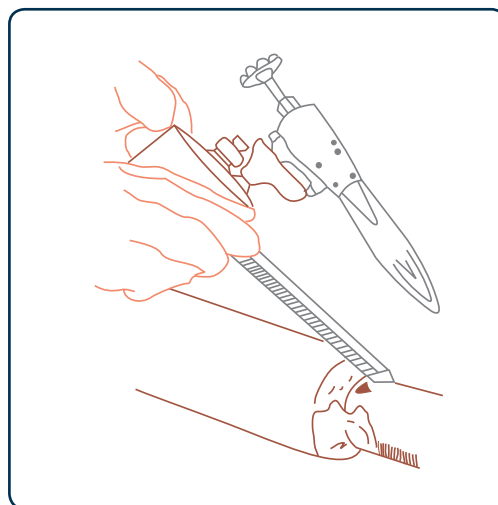
## لحیم کاری پوشش مفصل

پوشش در مرکز مفصل قرار داده شده و کابل در دو سر پوشش علامت گذاری می شود. با استیرن سطح خراش برداشته پوشیده می شود. با استفاده از چراغ کوره ای و شمش قلع، انتهای پوشش لحیم می شود مقدار کمی از لحیم از انتهای شمش قلع ذوب و بر روی محل خراش داده شده قرار می گیرد



شکل (4-93) با چراغ کوره ای لحیم گرم شده و سطح شمش قلع بر روی سطح غلاف کابل و پوشش مالیده می شود تا اینکه بخوبی قلع کاری و لحیم شود، کوشش شود که یک محل اتصال لحیم شده مناسب و دقیق بین پوشش مفصل و غلاف کابل بوجود آید. شکل (4-94)

شکل (4-94): لحیم کاری کامل شده غلاف و روکش فلزی خارجی کابل که به طور مناسب خم شده است



شکل (4-95): قلع کاری غلاف سربی با استفاده از شعله چراغ و قلع

محل لحیم کاری شده باید با استفاده از گاز و یا روغن آزمایش شده تا اطمینان حاصل شود که هیچ گونه نشتی هوا و یا ترک خوردگی در آن وجود ندارد. یک مفصل دارای نشتی باعث نفوذ رطوبت به داخل مفصل شده و در نهایت موجب معیوب شدن آن خواهد شد. فشار لازم برای آزمون محل لحیم کاری شده توسط سازنده مشخص می شود (این کار در مورد کابل های با عایق کاغذی لازم می باشد). با بکار بردن آب و کف صابون چنانچه حباب هایی از کف صابون بوجود آیند محل های لحیم کاری شده نشتی داشته و باید با استفاده از لحیم جلوی نشتی آن گرفته شود و یک لحیم کامل ساخته شود.

## پر کردن پوسته مفصل کابل با مواد مرکب

چنانچه پوسته مفصل دارای محلی برای پر کردن آن نباشد دو برش V شکل بر روی آن درست کرده که هر کدام نزدیک به یک سر مفصل می باشد. یکی این سوراخ ها برای ریختن مواد داغ و دیگری برای تخلیه هوا در پوسته مفصل می باشد، قبل از اینکه مواد داغ در داخل پوسته ریخته شود باید مفصل را به حالت شیب دار نگه داشته بطوری که در حدود 2.5 سانتی متر بالاتر در سمت تخلیه هوا قرار گیرد. قیف را در سوراخ پر کردن پوسته قرار داده و وقتی که مواد در داخل پوسته ریخته می شود هوای داخل آن بطرف بالا حرکت کرده و از محل تخلیه می گردد.

این مواد پس از گرم کردن به آرامی و به طور مداوم در داخل قیف ریخته می شود و این کار آنقدر ادامه می یابد تا این مواد از سوراخ تخلیه هوا بیرون آمده و هیچگونه حبایی در داخل آن نباشد بعد از خنک شدن مفصل آن را مسطح کرده و در هر 15 دقیقه پوسته مفصل پر می شود، بعد از اینکه مفصل تا 40 درجه سانتی گراد خنک شد سوراخ ها را پوشانیده و با لحیم آب بندی می گردند.