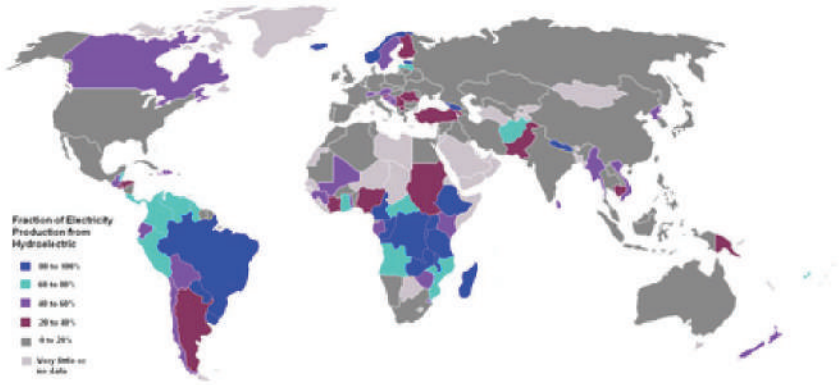
بسم الله الرحمن الرحيم

## تولید انرژی الکتریکی:

وقتی که سیمی درون یک میدان مغناطیسی حرکت می کند یک بار الکتریکی در سیم القاء می شود . بنابراین برای تولید الکتریسیته جاری تعدادی مغناطیس الکتریکی بروی آرمیچری پیچیده شده و داخل یک استاتور که خود دارای سیم پیچ بسیاری است می چرخد. آرمیچر به یک توربین متصل است وقتی که آب ، باد یا بخار آب به پره های توربین برخورد می کند باعث چرخیدن آن و تولید انرژی الکتریکی می شود.

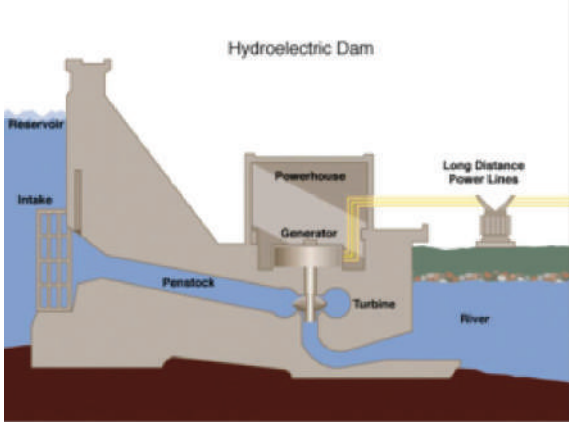
## نیروی برق‌آبی

نیروی برق‌آبی یا هیدروالکتریسیته اصطلاحی است که به انرژی الکتریکی تولیدی از نیروی آب اطلاق می‌شود. در حال حاضر هیدروالکتریسیته چیزی در حدود ۷۱۵۰۰۰ مگاوات یا ۱۹٪ (۱۶٪ در سال ۲۰۰۳) از کل انرژی الکتریکی تولیدی جهان را پوشش می‌دهد. نیروی برق‌آبی همچنین ۶۳٪ از انرژی الکتریکی تولیدی از منابع تجدیدپذیر را نیز شامل می‌شود.




## درصد استفاده از نیروی برق‌آبی در کشورهای مختلف جهان.

بیشتر نیروگاه های برق-آبی انرژی مورد نیاز خود را از انرژی پتانسیل آب پشت یک سد تامین می‌کنند. در این حالت انرژی تولیدی از آب به حجم آب پشت سد و اختلاف ارتفاع بین منبع و محل خروج آب سد وابسته‌است. به این اختلاف ارتفاع، ارتفاع فشاری می‌گویند و آن را با ***H*** (مخفف ***Head***) نمایش می‌دهند. در واقع میزان انرژی پتانسیل آب با ارتفاع فشاری آن متناسب است. برای افزایش فاصله یا ارتفاع فشاری، آب معمولاً برای رسیدن به توربین آبی فاصله زیادی را در یک لوله بزرگ (***penstock***) طی می‌کند.

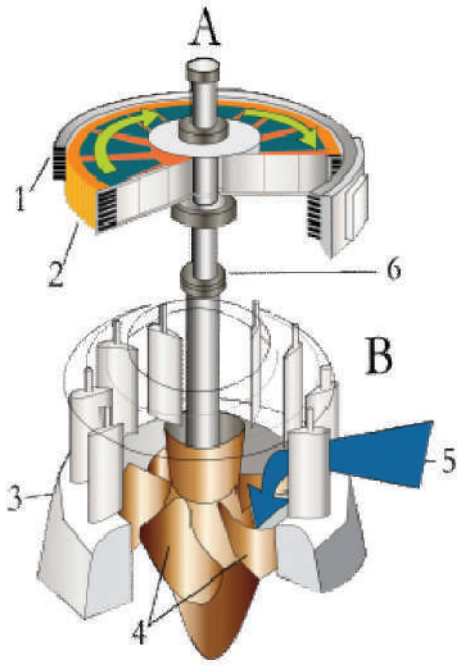



برشی از یک سد و یک نیروگاه آبی.

نیروگاه آب تلمبه‌ای، نوعی دیگر از نیروگاه آبی است. وظیفه یک نیروگاه آب تلمبه‌ای پشتیبانی شبکه الکتریکی در ساعات اوج مصرف (ساعات پیک) است. این نیروگاه تنها آب را در ساعات مختلف بین دو سطح جابجا می‌کند. در ساعاتی که تقاضا برای انرژی الکتریکی پایین است با پمپ کردن آب به یک منبع مرتفع انرژی الکتریکی را به انرژی پتانسیل گرانشی تبدیل می‌کند. در زمان اوج مصرف آب دوباره از مخزن به سمت پایین جاری می‌شود و با چرخاندن توربین آبی موجب تولید برق و رفع نیاز شبکه می‌گردد. ایـــن نیروگاه ها با ایجاد تعادل در ساعات مختلف موجب بهبود ضریب بار شبکه و کاهش هزینه‌های تولید انرژی الکتریکی می‌شوند.

از دیگر انواع نیروگاه های آبی می‌توان به نیروگاه‌های جزر و مدی اشاره کرد. همانطور که از نام این نیروگاههای مشخص است این نیروگاهها نیروی مورد نیاز خود را از اختلاف ارتفاع آب در بین شبانه روز تامین می‌کنند. منابع در این دسته از نیروگاهها نسبت به بقیه کاملاً قابل پیش بینی هستند. این نیروگاهها همچنین می‌توانند در مواقع اوج مصرف به عنوان پشتیبان شبکه عمل کنند.

برخی نیروگاههای آبی که تعداد آنها زیاد هم نیست از انرژی جنبشی آب جاری استفاده می‌کنند. در این دسته از نیروگاهها نیازی به احداث سد نیست توربین این نیروگاهها شبیه یک چرخ آبی عمل می‌کند. این نوع استفاده از انرژی شاخه نسبتاً جدیدی از علم جنبش مایعات است.




یک توربین آبی وصل شده به یک مولد الکتریکی.

## مقایسه‌ای با دیگر روش‌های تولید انرژی الکتریکی

نیروی برق‌آبی با ایجاد انرژی الکتریکی بدون سوزاندن سوخت‌ها از ایجاد آلوده‌کننده‌های متصاعد شده از سوختن سوخت‌های فسیلی مانند دی‌اکسید گوگرد، اسید نیتریک، منواکسید کربن، گرد غبار و سرب (موجود در ذغال سنگ) جلوگیری می‌کند. همچنین هیدروالکتریسیته با از بین بردن ضرورت استفاده از سوخت‌هایی مانند ذغال سنگ به طور غیرمستقیم خطرات ناشی از استخراج ذغال سنگ را کاهش می‌دهد.

در مقایسه با مولدهای بادی، منابع انرژی در نیروگاه‌های آبی خیلی قابل پیش‌بینی‌تر هستند. همچنین این نیروگاه‌ها می‌توانند ضریب بار شبکه را بهبود دهند و در زمان نیاز شروع به تولید انرژی الکتریکی کرده و به این ترتیب موجب تعدیل شبکه در طول ساعات پیک شوند.

برعکس نیروگاه‌های گرمایی در نیروگاه‌های آبی زمان زیادی صرف مطالعات مربوط به سد می‌شود. معمولاً برای انجام دقیق محاسبات، داده‌های حدود ۵۰ سال از رفتارهای رودخانه برای انتخاب بهترین مکان احداث سد و روش ساخت آن لازم است. برعکس نیروگاه‌هایی که از سوخت‌ها برای تامین انرژی استفاده می‌کنند، مکان‌های مناسب برای احداث نیروگاه‌های

آبی محدود هستند. همچنین بیشتر نیروگاه‌های آبی از مراکز تجمع جمعیت دور هستند و باید برای انتقال آنها نیز هزینه‌ای صرف کرد. از دیگر ضعف‌های این نیروگاه وابستگی شدید به میزان آب ورودی است و از آنجایکه میزان آب پشت سد به بارش‌ها وابسته‌است و در صورتیکه که میزان بارش برف و باران کاهش یابد میزان تولید انرژی الکتریکی نیز کاهش می‌یابد.

## نیروگاه های بخار

در این نوع نیروگاه ها که عموماً دارای ظرفیت تولید برق بالایی میباشند، از سوخت مازوت و یا گاز طبیعی برای تولید بخار توسط بویلر جهت به حرکت درآوردن پره های توربین و روتور ژنراتور استفاده شده و در نهایت موجب تولید برق میگردد. در این نیروگاه ها از سیستم خنک کننده خشک و تر جهت خنک کردن آب حاصل از چگالش بخار خروجی از توربین بخار استفاده میگردد. این نیروگاه ها معمولا به یکی از دو منظور ذیل مورد استفاده قرار می گیرند:

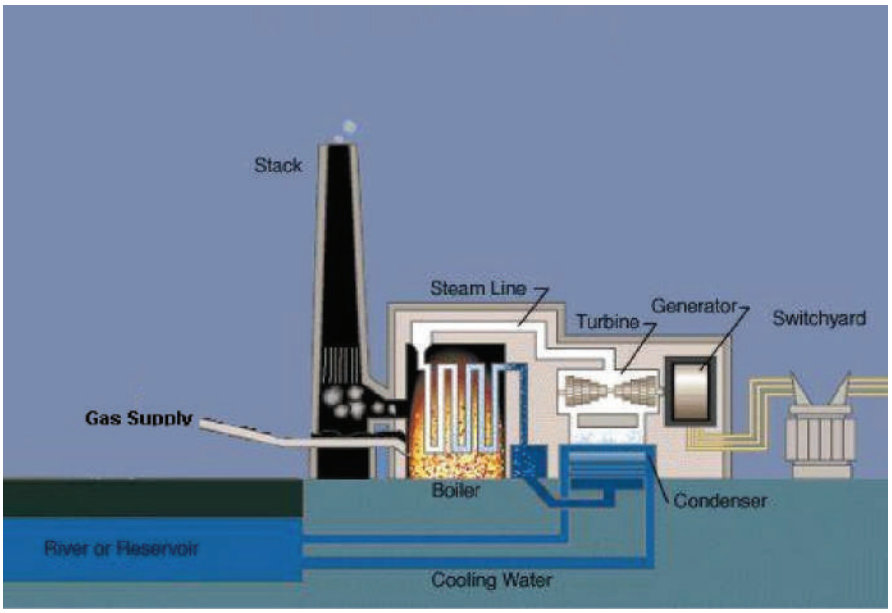
۱. نیروگاه های بخاری جهت تولید برق
۲. نیروگاه های بخاری جهت مصارف صنعتی

درشبکه سراسری برق ایران حدود ۶۵ ٪ از برق تولیدی توسط نیروگاه های بخارتأمین میشود.

بزرگترین نیروگاه بخاری ایران نیروگاه رامین اهواز است.

نیروگاه های بخار به منظور تأمین انرژی الکتریکی به سه نوع تبدیل انرژی نیاز دارند:

۱. انرژی شیمیایی موجود در سوخت های فسیلی به انرژی حرارتی تبدیل می شود و توسط حرارت تولید شده آب مایع به بخار تبدیل می شود. این کار در دیگ بخار انجام می شود.
۲. تبدیل انرژی حرارتی بخار به انرژی مکانیکی، این کار توسط توربین انجام می شود.
۳. تبدیل انرژی مکانیکی به انرژی الکتریکی، این کار توسط ژنراتور انجام می شود.




مطابق شکل دیگ بخار با استفاده از حرارت منبع حرارتی، بخار مورد نیاز تأمین مـی شـود. این بخار با فشار و دمای بالا وارد توربین شـده و تـوربین را بـه حرکـت در مـی آورد؛ بخـار خروجی از توربین باید به نحوی وارد سیکل نیروگاه شـود کـه از آنجـایی کـه امکـان پمـپ نمودن بخار وجود ندارد، بخار خروجی توربین ابتدا در سیستم خنک کننده تبدیل به مـایع شود و توسط پمپ آب مجدداً وارد سیکل نیروگاه شود.

این نوع نیروگاهها ( توربین ها ) از نظر فشار بخار تولیدی در بویلر و بخار مصرفی در توربین بدو دسته عمده تقسیم می گردند .

در توربین های از نوع فشار ثابت (***constant pressure***) بویلر و تـوربین هـیچ نـوع انعطافی از خودنشان نمی دهند و لذا از این نوع توربین ها ( نیروگاهها ) در جهت تولید بـار پایه استفاده می گردد.

در توربین های از نوع فشار متغیر (***sliding pressure*** ) مـی تـوان بـر روی بـویلر و توربین ، تغییرات فشار را اعمال نمود . این نوع مولدها معمولا جهت تولید بار میـانی هفتـه بکار می روند .

قدرت قابل دسترسی این نوع مولدها از چند مگا وات تا یک هزار مگاوات متغیر است .

از آنجائی که در این نوع نیروگاهها هزینه قدرت نصب شده به ازای هر کیلو وات بـا افـزایش قدرت واحد ، کاهش می یابد ، از این رو سیر افزایش قدرت قابل سـاخت و نصـب ایـن نـوع

واحدها از سرعت بیشتری برخوردار است . لازم به توضیح است که راندمان این نوع نیروگاهها تا ۴۰ درصد هم می رسد .
روش تولید برق در این نوع نیروگاهها به این ترتیب است که سوخت فسیلی ( ذغال سنگ ،گاز، گازوئیل، مازوت ) بوسیله مشعل های خاصی ، به محفظه ای بنام کوره ، پاشیده می گردد و با اشتعال آن در مجاورت هوا که بوسیله فن های بزرگی تامین می شود ، حرارت قابل توجهی در این محفظه تولید می گردد. حرارت حاصله، آب ( گرمی ) راکه با پمپ از داخل لوله های تعبیه شده در آن عبور می کند پس از طی مراحلی به بخاری با درجه حرارت بالا و فشار زیاد که در اصطلاح به آن بخار خشک می گویند ، تبدیل می نماید. بخار خشک حاصله پس از خروج از کوره وارد توربین می شود.
بخار وارده به توربین آن را به حرکت در می آورد و ژنراتور را که با توربین هم محور و کوپله است به همراه آن به گردش در می آید و جریان برق تولید می شود . بخار ورودی به توربین با از دست دادن بخش عمده ای از حرارت و فشار خود وارد محوطه ای بنام کندانسور می شود .در کندانسور این بخار به لحاظ تماس با سطح سرد ، تقطیر می شود و به آب تبدیل می گردد .آب تقطیر شده مجدداً از هیتر های متعددی عبور داده شده و گرم می شود و در نهایت توسط پمپ مجدداً به درون کوره هدایت می شود و سیکل خود را دوباره طی می کند .

آب خنک کن ( آبی که جهت ایجاد سطوح سرد در کنداسور بکار می رود ) که خود ضمن سرد کن بخار خروجی از توربین ، گرم شده است به برج خنک کن هدایت می شود و پس از خنک شدن دوباره به مدار خود باز می گردد.
راندمان نیروگاههای بخاری در حدود ۴۰ درصد است . تقریبا ۱۰ درصد انرژی در اگزوز و ۵۰ درصد نیز از طریق کندانسور تلف می شود .

## نیروگاه های گازی

کاربرد روز افزون توربین های گازی در صنایع مختلف ، به خصوص در صنایع نفت و الکترونیک، از قبیل به حرکت در آوردن پمپ های بزرگ در داخل خطوط لوله نفت و گاز ، تامین انرژی مورد نیاز کارخانجات و مناطق خاص جدا از شبکه بسیار چشم گیر و قابل توجه است .همچنین در صنعت تولید نیروی برق شبکه های سراسری ، با عنوان واحدهایی قادرند سریعاً در مدار قرار گیرند بسیار مورد توجه هستند .

این نوع مولدها با چند صد کیلووات تا دویست مگاوات به صورت سری سازی ساخته می شود. قدرت و مدل این نوع مولدها و مولدهای دیزلی که متعاقباً ، معرفی خواهند شد،تابعیت چندانی از خریدار ندارد بلکه کلیه انواع آن از قبل طراحی شده و به صورت سری با قبول سفارش ساخت ، تا حد امکان در کارخانه سازنده به صورت کامل بر روی شاسی سوار و سپس برای نصب به محل احداث حمل می گردد. نصب این نوع مولدها پس از ورود به کارگاه بسیار سریع صورت می گیرد و سرعت راه اندازی آنها به لحاظ حداقل بودن تجهیزات کمکی بسیار زیاد است . از آنجایی که قدرت های قابل ساخت این مولدها گسترده می باشد ، لذا متناسب با گستردگی شبکه از آن در تامین گونه های مختلف نیاز شبکه استفاده می گردد، بدین معنی که در شبکه های کوچک و متوسط به عنوان تولید کننده بار پایه و در شبکه های بزرگ به عنوان تولید کننده بار میانی و بار پیک مورد استفاده قرار می گیرد.لازم به توضیح است که در مجتمع های تولیدی بزرگ که قطع برق شبکه باعث به وجود آمدن خسارت های زیاد می شود ، از این نوع مولدها به عنوان تولید کننده برق اضطراری نیز ، استفاده میشود.

بطور کلی این نوع مولدها در یک تقسیم بندی کلی در سه دسته مورد مطالعه قرار می گیرندکه ذیلاًبررسی میشوند:

دسته اول، مولدهایی هستندکه اصول کار آنها بر پایه طراحی مولدهای بخار استوار است و بر این اساس تحولات لازم در طراحی با توجه به تکنولوژی های ساخت به وجود آمده است . اصولاً این نوع مولدها از نظر وزنی سنگین و تجهیزات کمکی آنها نسبت به گونه های دیگر بیشتر بوده و معمولاً قدرت های بالای آنها اقتصادی است و بدین جهت قدرت های قابل ساخت در کارخانجات سازنده این نوع مولدها معمولاً از ۳۰ مگاوات بیشتر است .سازندگان این دسته از مولدها عمدتاً زیمنس و **ABB**(براون باوری سابق ) هستند . در شبکه های کوچک از این نوع واحدها به عنوان تولید کننده بار پایه و در شبکه های بزرگ به عنوان تولید کننده بار میانی و پیک و حتی اضطراری استفاده می گردد.البته این نوع مولدها در شبکه های بزرگ ، ضمن ترکیب با مولدهای بخاری (چرخه های ترکیبی ) ، می توانند در تولید بار پایه نیز به کار روند. راندمان این نوع مولدها عموماً در قدرت های بالا بیشتر از واحدهای مشابه می باشد ولی به سبب برخورداری از تجهیزات کمکی بیشتر و نتیجتاً هزینه نگهداری و پرسنلی بالاتر ، هزینه تولید هر کیلو وات آنها با انواع دیگر توربین های گاز ، در قدرت های معادل ، برابری میکند .

این نوع مولدها معمولاً می بایستی در داخل سالن نصب گردند و به سبب سنگین بودن تجهیزات ( بالا بودن متوسط وزنی نسبت به کیلو وات تولیدی ) مدت زمان نصب و راه اندازی آنها بیشترین زمان در نوع خود را دارا می باشد .

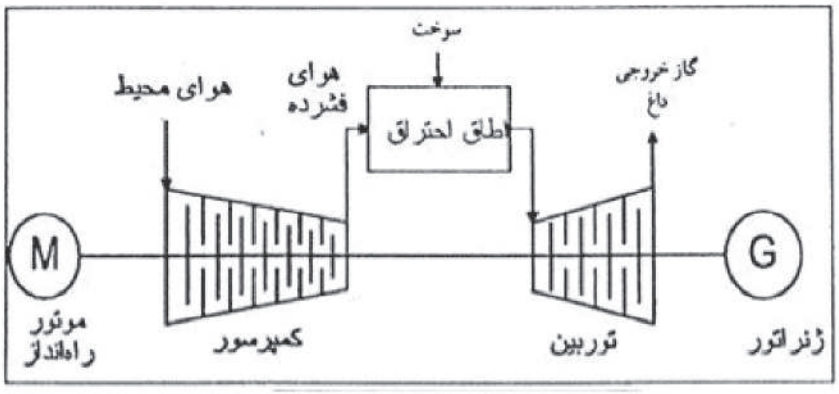
دسته دوم از توربین گازها ، توربین های نوع جتی می باشند که عمدتاً در صنایع هوایی کاربرد دارند و بعضاً نیز با اعمال تغییرات جزئی ، به صورت توربین ژنراتور به کار می روند. عمده مشخصه این نوع مولدها در اطاق های احتراق آنها می باشد که از آلیاژهای خاصی ساخته می شوند ضمن اینکه نازل سوخت آنها نیز از نوع مرکب می باشد .

توربین از چند طبقه مجزا از هم تشکیل شده که هر یک دور گردش مخصوص به خود را دارند و بدین سبب به آنها توربین های گازی چند محوره هم گفته می شوند . دور توربینی که برای چرخاندن کمپرسور به کار می رود، به ۴۰ هزار دور در دقیقه هم می رسد . دور توربین کم دور آن معمولاً با دور ژنراتور یکی است و در حقیقت این دو با هم کوپله می باشند .

دسته سوم، توربین های گازی صنعتی هستند که تکامل خود را از توربین های جتی آغاز کرده اند لیکن کاملاً از انواع جتی فاصله گرفته اند و تنها خصیصه ای که از جت ها دارند

، تعداد اتاق های احتراق آنهاست .

مدل عمومی کارکرد دسته اول و سوم مولدهای گازی در شکل زیر به تصویر کشیده شده است :



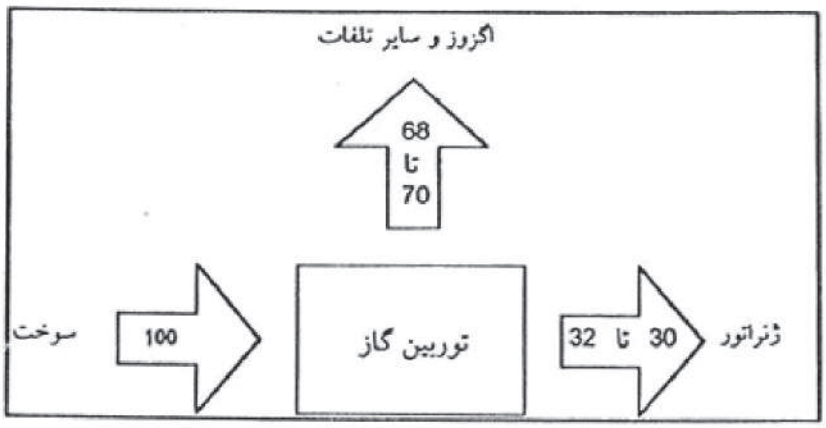

نحوه کارکردهای گازی بدین ترتیب است که کمپرسور در حال گردش با دور زیاد ، هوای محیط را مکیده وفشار آن را به چندین برابر فشار محیط ( حدود ۱۰ برابر ) می رساند ، ضمن اینکه نسبتاً درجه حرارت آن نیز افزایش می یابد .هوای فشرده شده از کمپرسور خارج و به درون محفظه یا محفظه های احتراق هدایت می شوند . در داخل اتاق احتراق شعله دائمی برقرار است و سوخت (گاز، گازوئیل و یا بعضاً مازوت ) نیز با فشار مناسبی به درون آن پاشیده می شود .

سوخت به همراه هوای فشرده در مجاورت شعله ، آتش می گیرد و گاز داغی با حجم زیاد که دمای آن به ۱۸۰۰ درجه سانتیگراد می رسد تولید می گردد . گاز حاصل که نتیجه یک احتراق کامل بدون تولید دوده است ، به سبب محدودیت های تکنولوژیکی مستقیماً قابل ارسال به توربین نمی باشد و لازم است خنک گردد . این کار توسط هوای اضافی ورودی به اتاق احتراق ، از طریق کمپرسور ، انجام می گیرد .

گاز داغ مناسب از نظر درجه حرارت ، وارد توربین شده و بخش اعظم انرژی خود را به صورت انرژی مکانیکی دورانی ، به توربین منتقل می کند و خود از طریق اگزوز خـارج می گردد . حدود دو سوم ( ۲/۳) انرژی دورانی حاصله از توربین به مصرف گرداندن کمپرسور ، و یک سوم (۱/۳) آن برای گردش ژنراتور به کار می رود . ژنراتوری که یا به صورت مستقیم و یا از طریق جعبه دنده با توربین هم محور و کوپله است ، با میدان الکتریکی گردان خود ، در استاتور ، جریان الکتریسته با ولتاژ از پیش طراحی شده تولید

می کند .

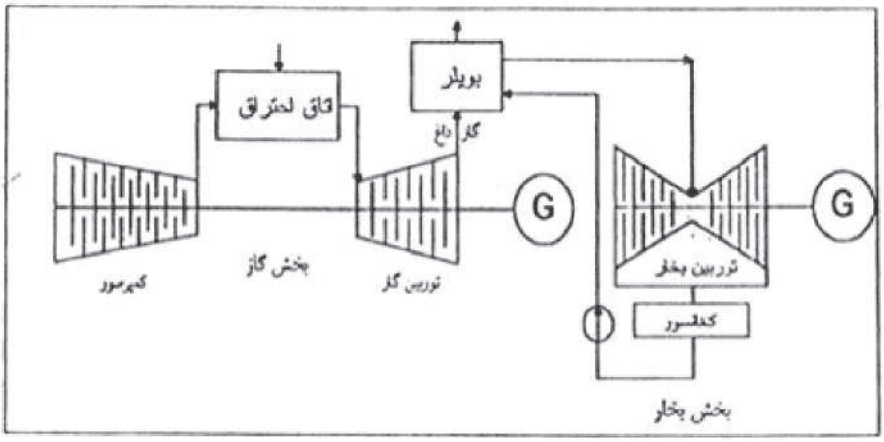
شمای حرارتی نیروگاههای گازی در شکل زیر آمده است :




## نیروگاه های سیکل ترکیبی

در توربین گاز جهت کنترل درجه حرارت در اتاق احتراق ضروری است که احتراق بـــا هوای بسیار زیاد صورت پذیرد .دود خروجی از اگزوز توربین گاز ، علاوه بر اینکه دارای درجه حرارت بالایی است ، اکسیژن کافی نیز جهت احتراق دارد ولی در نیروگاههـــای سیکل ترکیبی از انرژی گاز خروجی از اگزوز به روش های مختلفی جهت تولید بخـــار استفاده می شود که در بخش های آتی به آن اشاره خواهیم کرد .

شکل زیر شمای عمومی نیروگاههای سیکل ترکیبی را نشان می دهد :



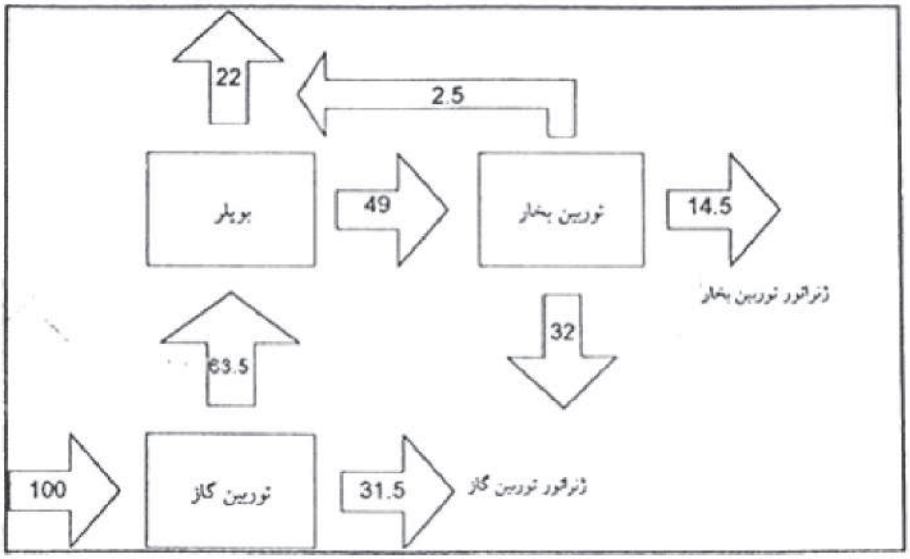

بر اساس نحوه استفاده از گاز خروجی ، نیروگاههای سیکل ترکیبی به سه دسته تقسیم بندی می شوند .

## ۱- نیروگاههای سیکل ترکیبی بدون مشعل

در این نوع ، دود خروجی از اگزوز توربین گاز که حجم بالا و دمای زیادی ( دمای گاز

خروجی در بار اسمی در حدود ۵۰۰ درجه سانتی گراد است ) دارد به بویلری هدایت می شود و به جای مشعل و سوخت در واحدهای بخاری ، جهت تولید حرارت به کار می رود. بخار تولید شده نیز توربین بخار را به چرخش در می آورد. این امر باعث بالا رفتن راندمان مجموعه نیروگاهی می گردد ، ضمن آنکه هزینه های سرمایه گذاری به ازای هر کیلو وات تا حد قابل ملاحظه ای کاهش پیدا می کند . این مجموعه برای تولید برق پایه استفاده می شود و کارآیی آن در صورتی که فقط برای تولید برق به کار رود تا ۵۰ درصد هم بالا می رود در مناطق سردسیر با بکارگیری توربین بخار با فشار خروجی زیاد (***pressure Back***) به جای کندانسور و برج خنک کن در تامین آب گرم و بخار مصرفی گرمایش مناطق شهری و صنعتی نیز استفاده می شود که در این صورت راندمان تا ۸۰ درصد هم افزایش می یابد.

در شکل زیر شمای حرارتی نیروگاههای سیکل ترکیبی بدون مشعل آورده شده است :



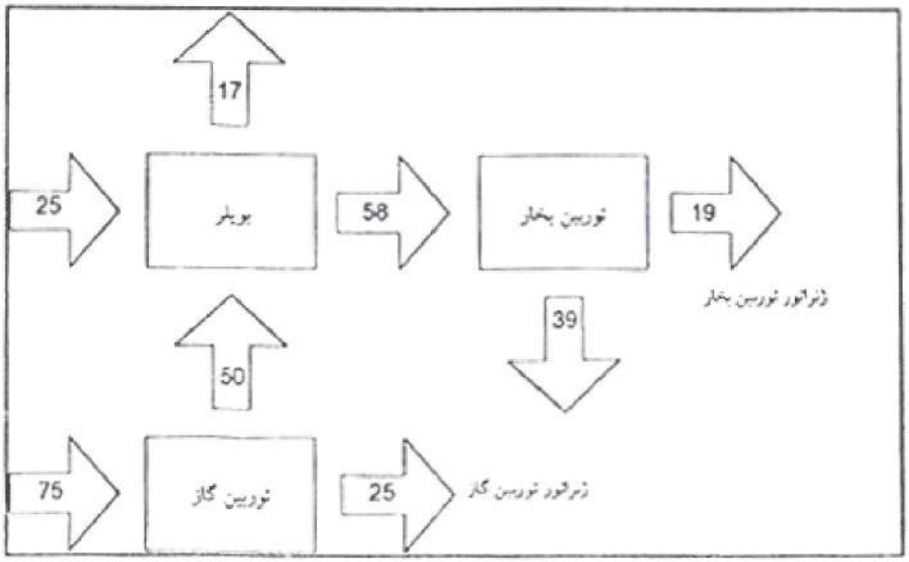

## ۲– نیروگاههای سیکل ترکیبی با سوخت اضافی ( مشعل )

در نیروگاههای سیکل ترکیبی بدون مشعل ، کارکرد بخش بخار وابستگی کامل به کارکرد توربین گاز دارد . در مواردی که نیاز به کارکرد دائمی بخش بخار وجود دارد با تعبیه مشعل در بویلر ، به گونه ای که در صورت توقف بخش گاز کارکرد قسمت بخار با اشکال

مواجه نگردد ، عملکرد مستقل این دو بخش تامین می شود و بدین ترتیب ، ایـــــن نوع نیروگاههای سیکل ترکیبی شکل گرفته اند .

این نوع سیکل ترکیبی عموماً به منظور بالا بردن قدرت و جلوگیری از نوسانات قـــدرت توربین بخار با تغییر بار توربین گاز به کار گرفته می شود . امکان کارکرد واحد بخـــار در نقطه کار مناسب تر با تعبیه مشعل ساده ، به کارگیری سوخت مناسب و استفاده از گـــاز داغ خروجی توربین گاز به عنوان هوای دم عملی است . قدرت واحد گاز و واحـــــد بخار در حداکثر بار سیستم مساوی است . راندمان این نوع سیکل ترکیبی از واحد بخاری ساده بیشتر و از سیکل ترکیبی بدون مشعل کمتر می باشد . این نوع واحد ها غالباً در مـواردی که علاوه بر تامین انرژی الکتریکی ، تامین آب مصرفی و یا بخار مورد نیاز واحدهـــــای صنعتی نیز مد نظر باشد ، به کار می رود .

شکل زیر شمای حرارتی عمومی نیروگاههای سیکل ترکیبی با مشعل را نمایش می دهد :




## ۳– نیروگاههای سیکل ترکیبی جهت تامین هوای دم کوره بویلر

این نوع سیکل ترکیبی مشابهت زیادی با توربین بخار معمولی دارد با این تفـــاوت که در نیروگاه بخاری ساده از سیستم پیش گرم کن هوا و فن تامین کننده هوای دم کـــه خود مصرف کننده انرژی است استفاده می گردد . لیکن در این گونه سیکل ترکیبی،سیستـــم گرمایش و فن دمنده هوای احتراق کوره را توربین گاز بر عهده گرفته است . بدین ترتیب راندمان واحد بخاری ساده با جانشین کردن سیستم تامین هوای دم با توربین گاز ، بطور

نسبی بهبود می یابد .
معمولاً این نوع سیکل ترکیبی در نیروگاههای بخاری بزرگ که سوخت آن ذغال سنگ و یا مازوت می باشد ، به کار می رود . قدرت تولیدی توربین گاز در این نوع سیکل حداکثر ۲۰ درصد قدرت تولید کل نیروگاه است .

## مقایسه خطوط انتقال هوائی وزمینی

یکی از با اهمیت ترین صنایع در جهان امروز صنعت برق است که تمامی صنایع دیگر بدون شک به آن وابسته هستند .شبکه های توزیع و خطوط انتقال برق به مانند شاهرگ های این صنعت حیاتی میباشند که به دو گروه زمینی و هوایی تقسیم می شوند ، متأسفانه در کشور ما تا کنون تحلیلی علمی ، فنی ، اقتصادی و مقایسه همه جانبه ای درباره این دو نوع خطوط انتقال انرژی الکتریکی انجام نگرفته و همین امر موجب اعمال زیان های فراوانی به سرمایه ملی شده است ۰ در این مقاله به بررسی خطوط انتقال هوایی،زمینی و معایب و مزایای آنها خواهیم پرداخت :

## خطوط انتقال هوایی :

این خطوط که بیش از ۹۷ درصد خطوط انتقال کشور را شامل می شوند از جنس آلومینیوم یا آلیاژی از آلومینیوم می باشند . علت استفاده از این فلزسبک و ارزان بودنش نسبت به هادی هایی چون مس است ، البته به علت قابلیت هدایت الکتریکی کمتر آلومینیوم ضخامت آنها را با قرار دادن رشته های موازی همجنس و گاه فولادی در مرکـــــز آن بالا می برند تا از هدایت الکتریکی بیشتری برخوردار گردد . خطوط انتقال هوایی به سهولت قابل نصب و انشعابگیری هستند و به همین جهت دارای هزینه راه اندازی اندکی می باشند . هم چنین دسترسی به این خطوط برای تعمیر و ایجاد تغییرات در آن بسیار ساده می باشد . این نوع خطوط به علت استفاده از سازه های سیمانی و دیگر سازه های ناخوشایند از لحاظ زیبایی برای مناطق شهری مناسب نیستند . نیز خطراتی چون طوفان ها و رعدوبرق ها همواره برای این خطوط وجود دارند و کلاً خطوط هوایی دارای خاموشی بسیار بیشتری به نسبت خطوط زمینی هستند . هم چنین این خطوط از ایمنی کمی به علت لخـت بودن سیم ها در اکثر آنها برخوردارند و حفظ نکردن حریم این خطوط به علل مختلف یا برخورد

پرندگان با آنها همواره مشکلاتی چون برق گرفتگی یا آتش سوزی را به دنبال داشته است . از نقطه نظر علمی این خطوط دارای راکتانس بالایی بوده و مناسب برای چگالی های بار کم می باشند .

## خطوط انتقال زمینی :

اولین خطوط انتقال برق(که در نیروگاه پرل استریت نیویورک به کار گرفته شدند) خطوط زمینی بودند ، اما کم کم جای خود را به خطوط هوایی دادند .راه اندازی خطوط زمینی انتقال برق به علت هزینه های فراوان حفاری و ایجاد کانال های زمینی و زیر زمینی بسیار گران تر از راه اندازی خطوط هوایی است و گرفتن انشعاب از این خطوط مستلزم وجود ایستگاه های توزیع ، جعبه های انشعاب و تابلو های برق می باشد . نیزعیب یابی این خطوط به علت در دسترس نبودن احتیاج به وسائل مخصوص و گران قیمتی دارد که هزینه های آن را افزایش می دهد . در عوض در خطوط زمینی به ندرت اشکالی به وجود می آید و خاموشی آن به مراتب از خطوط هوایی کمتر است . این خطوط به زیبایی محیط آسیب نمی زنند و چون در دسترس نمی باشند دارای خطرات بسیار کمتری نسبت به خطوط هوایی خواهند بود و چون حریمی برای آنها تعریف نمی شود در اماکن کم عرض و مسکونی بسیار مفید می باشند . از نظر علمی این خطوط دارای راکتانس سری پایین و مناسب برای چگالی های بار زیاد هستند .

نتیجه آن که خطوط انتقال هوایی به سبب هزینه ها ، درنظر گرفتن راکتانس بالا ، مناسب بودن با چگالی بار کم و آسیب به زیبایی محیط اطراف بایستی در مناطق کم جمعیت ، دور افتاده و بین شهری و خطوط انتقال زمینی به سبب راکتانس پایین ، مناسب بودن برای چگالی های بالای بار ، زیبایی و دیگر مزیت های ذکر شده در مناطق پر ازدحام و شهری به کار گرفته شوند . به نظر می رسد در سال های آتی به علت ازدیاد و تراکم جمعیت ، رشد خطوط انتقال زمینی بسیار بالاتر از رشد خطوط هوایی باشد .با توجه به این مسئله جا دارد مسئولان از هم اکنون راهکارهایی برای دستیابی به فناوری های نوین این صنعت در جهت استفاده اقتصادی تر در خطوط داخلی و نیز صادرات این نوع محصولات اتخاذ کنند .

## تعریف شبکه

هرگاه به وسیله سیم کشی ، چند مصرف کننده یا چند دسته از آنها از جریان برق استفاده کنند سیم کشی را شبکه نامند.

### شبکه توزیع

شبکه توزیع ، انرژی مورد نیاز مشترکین خانگی ، تجاری و برخی از صنایع کوچک را تأمین می‌کند.

## شبکه های الکتریکی از نظر های مختلف

شبکه های الکتریکی از نظر طبیعت ، از نظر تعداد سیم ، از نظر نوع اتصال و از نظر ساخت به شرح زیر تقسیم بندی می شوند:

### شبکه های الکتریکی از نظر طبیعت

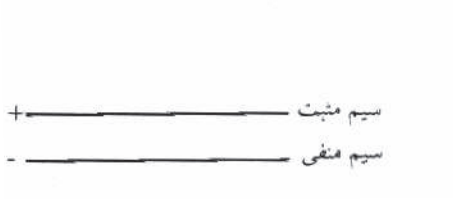
شبکه های الکتریکی از نظر طبیعت به شبکه های جریان متناوب (***AC***) و شبکه های جریان مستقیم (***DC***) تقسیم می گردند.

### شبکه های الکتریکی از نظر تعداد سیم

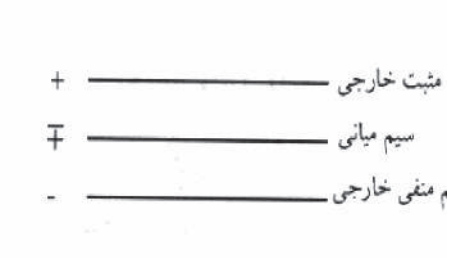
تقسیم بندی شبکه های الکتریکی از نظر تعداد سیم به طور متداول به شرح زیر است :

#### شبکه های توزیع جریان مستقیم

شبکه های توزیع جریان مستقیم مطابق شکل های(۱ و ۲) به ترتیب دو سیمه و سه سیمه می باشند در شبکه سه سیمه جریان مستقیم ، اختلاف پتانسیل بین دو سیم خارجی دو برابر اختلاف پتانسیل بین یک سیم خارجی و سیم میانی است .




شکل ۱– شبکه دو سیمه جریان مستقیم

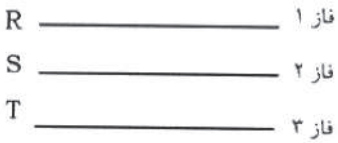



شکل۲- شبکه سه سیمه جریان مستقیم

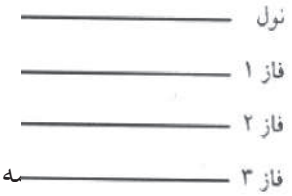
**شبکه های توزیع جریان متناوب فشار ضعیف (۲۲۰ ولت تک فاز یا ۳۸۰ ولت سه فاز )**

شبکه های توزیع فشار ضعیف به صورت دو سیمه، سه سیمه ، چهار سیمه واغلب به صورت پنج سیمه مطابق شکل های ( ۳ ، ۴ ، ۵ و ۶ ) احداث می گردند.

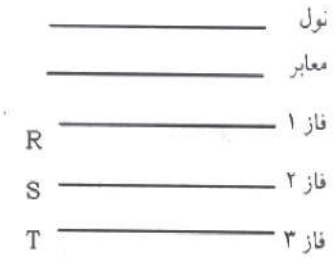
شکل۳ – شبکه دو سیمه‌جریان متناوب (۲۲۰ولت )




شکل۴– شبکه سه سیمه‌جریان متناوب




شکل

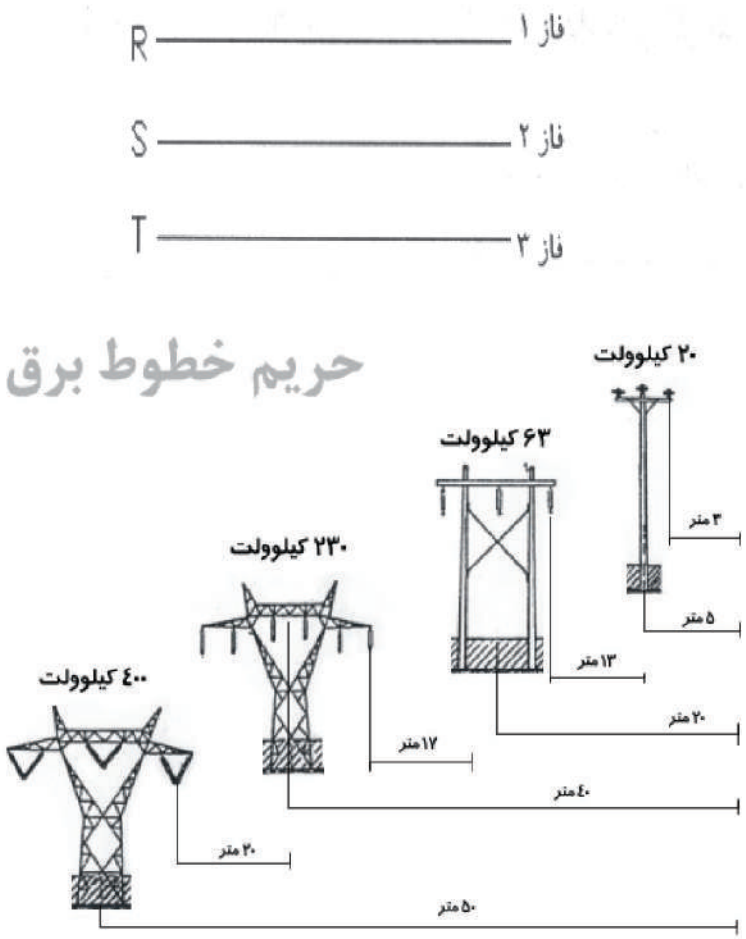



در شبکه پنج سیمه ترتیب قرار گرفتن سیم ها از بالا به پایین سیم نول ،سیم معابر و پس از آن سه فاز است به دلیل وجود صاعقه ( رعد و برق ) سیم نول را بالاتر از همه قرار می دهند تا توسط سیم نول رعد و برق ایجاد شده به زمین منتقل گردد و صاعقه اثری روی فازهای دیگر نگذارد.

اختلاف پتانسیل بین دو فاز در شبکه فشار ضعیف ۳۸۰ ولت و اختلاف پتانسیل بین یک فاز و نول ۲۲۰ ولت می باشد

**شبکه های توزیع ۲۰ کیلو ولت ( فشار متوسط )**

شبکه های توزیع ۲۰ کیلو ولت به صورت سه فـاز مطـابق شـکل (۷) مـی باشـند حـداقل ارتفاع شبکه ۲۰ کیلو ولت تا زمین ۵/۴ متر است ولی برابر استاندارد وزارت نیرو مقدار آنرا ۶/۵ تا ۷/۵ متر در نظر می گیرند زیرا احتمال نصب شبکه فشار ضـعیف زیـر شـبکه فشـار متوسط وجود دارد و همچنین به خاطر عبور و مرور زیاد بایستی فاصله آزاد سیم تا زمـین بیشتر شود .




## حریم خطوط انتقال نیروی برق و انواع آن:

الف ) حریم درجه یک : دو نوار است در طرفین مسیر خط و متصل به آن که عرض هر یک از این دو نوار در سطح افقی در جدول ذیل ذکر شده است.

ب) حریم درجه دو : دو نوار است در طرفین حریم درجه یک و متصل به آن . فواصل افقی حد خارجی حریم درجه دو از محور خط در هر طرف در ذیل آمده است.

جدول حریم خطوط انتقال نیرو

| ردیف | ولتاژ | حریم درجه یک (متر) | حریم درجه دو (متر) |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۱ تا ۲۰ کیلوولت | ۳ | ۵ |
| ۲ | ۳۳ کیلوولت | ۵ | ۱۵ |
| ۳ | ۶۳ کیلوولت | ۱۳ | ۲۰ |
| ۴ | ۱۳۲ کیلوولت | ۱۵ | ۳۰ |
| ۵ | ۲۳۰ کیلوولت | ۱۷ | ۴۰ |
| ۶ | ۴۰۰ و ۵۰۰ کیلوولت | ۲۰ | ۵۰ |

با توجه به اینکه عبور خطوط انتقال نیرو در هر منطقه ای متناسب با ولتاژ خود دارای آثار و تشعشعات متفاوت است ، از این رو برای حفظ سلامت انسانها و جلوگیری از خسارات جانی و مالی و رشد و نمو نباتات طبعاً دارای حریمهایی هستند که رعایت این حریم ها قانوناً الزامی است. دستورالعمل نحوه اجرای طرح خط انتقال به طور کلی و از همان ابتدا در ماده ۱۸ قانون سازمان برق ایران قید شده و به موجب آن وزارت نیرو و شرکت های تابعه مجاز شده اند که در اماکن و مستغلات و املاک ، تأسیسات انتقال نیروی برق را نصب کنند

## برخی از آئین نامه های مربوطه :

ماده ۴:

در مسیر و حریم درجه یک اقدام به هرگونه عملیات ساختمانی و ایجاد تاسیسات مسکونی و تاسیسات دامداری یا باغ و درختکاری و انبارداری تا هر ارتفاع ممنوع می باشد و فقط ایجاد زراعت فصلی و سطحی و حفر چاه و قنوات و راهسازی و شبکه آبیاری مشروط بر اینکه سبب ایجاد خسارت برای تاسیسات خطوط انتقال نگردد با رعایت ماده ۸ این تصویبنامه بلامانع خواهدبود.

ماده ۵:

در حریم درجه دو فقط ایجاد تاسیسات ساختمانی اعم از مسکونی و صنعتی و مخازن سوخت تا هر ارتفاع ممنوع می باشد.

ماده ۶:

در صورتیکه اشخاصی برخلاف مقررات این آئین نامه عملیآتی یا تصرفاتی در حریم درجه یک و درجه دو خطوط انتقال و توزیع بنمایند مکلفند به محض اعلام ماموران وزارت نیرو موسسات و شرکتهای تابع عملیات و تصرفات اقدام نمایند.

ماده ۷:

برای کلیه عملیاتی که به وسیله اشخاص حقیقی یا حقوقی به منظور راهسازی کارهای کشاورزی، حفر چاه و قنوات.عبور حمل بار و ماشین آلات و نظائران در مسیر و حریم خطوط نیروی برق انجام می گیرد باید اصول حفاظتی به منظور جلوگیری از بروز خطرات جانی و ورود خسارت مالی رعایت شده و درمورد حفر چاه و قنوات و راهسازی قبلاً مسوولین عملیاتی خطوط نیروی برق راهنمائی لازم خواسته شود و اجازه کتبی کسب گردد و در هر حال نظر وزارت نیرو باید ظرف یکماه از تاریخ وصول درخواست اعلام شود.

ماده ۸:

حریم کابلهای زیرزمینی که در معابر و راهها گذارده می شود در هر طرف نیم متر از محور کابل و تا ارتفاع دو متر از سطح زمین خواهدبود درمواردی که کابل با سایر تاسیسات شهری از قبیل لوله کشی آب و فاضلاب و کابل تلفن و نظائر آن تقاطع نماید استانداردهای متداول شبکه های انتقال و توزیع نیروی برق باید رعایت شود.

ماده ۹:

رعایت حریم و استانداردهای مصوب خطوط نیروی برق از طرف کلیه سازمانهای دولتی بخواهند اقدام به ایجاد تاسیسات جدیدی نمایند که با خطوط نیروی برق از روی تاسیسات موجود تلگراف و تلفن و راه و راه آهن عبور می نماید حریم و استانداردهای آن موسسات و

شرکتهای تابع باید رعایت شود و انجام طرح های جدید با موافقت قبلی موسسات مربوطه خواهد بود.

ماده ۱۰:

چنانچه در مسیر حریم و خطوط انتقال و توزیع نیروی برق و حریم کانالها و انهار آبیاری احداث ساختمان یا درختکاری و هر نوع تصرف خلاف مقررات شده یا بشود سازمانهای آب و برق برحسب مورد با اعطای مهلت مناسب با حضور نماینده دادستان مستحدثات غیرمجاز را قلع و قمع و رفع تجاوزخواهند نمود.

حریم شبکه فشار ضعیف از ساختمانها ، دیوار پیاده رو یا درختان حداقل باید ۱/۳۰ متر باشد . بعضی از جاهایی که ساختمانها ساخته شده اند و شبکه بعدا احداث گردد ۳۰ ٪ تخفیف حریم در نظر گرفته می شود و در جاهایی که تخفیف حریم نمی توان داد از روش یک طرفه کردن و یک طرفه کردن کامل منوط به اجازه شرکت توزیع استفاده می شود . در جاهایی که اصلا نتوان حریم را رعایت کرد توسط کابل زمینی شبکه را احداث می نمایند .

## سیم های هوائی و کابلهای زمینی و متعلقات مربوطه

در این فصل سیم های هوائی و متعلقات مربوطه همچنین کابلهای زمینی و متعلقات مربوطه به شرح زیر مورد بررسی قرار می گیرند.

### هادی ها

ارتباط مولد و مصرف کننده فقط از طریق اجسام هادی ( فلزات ) امکان پذیر می باشد بنابراین هادیها یکی از اجزاء اصلی شبکه محسوب می گردند یک هادی خوب بایستی دارای مشخصات زیر باشد :

- دارای قابلیت هدایت الکتریکی بالا ( یا مقاومت ویژه کم ) باشد
- دارای استحکام مکانیکی زیاد باشد
- انعطاف پذیر باشد
- استقامت شیمیایی داشته باشد .
- اقتصادی بوده و فراوان باشد .

مس و آلومینیوم از جمله فلزاتی هستند که دارای مشخصات فوق می باشند .

### مس

چون چگالی جریان هادی مسی زیاد است برای یک جریان نامی معین سطح مقطع کوچکتری داشته و در نتیجه در خطوط هوائی سطح کمتری در برابر فشار باد خواهد داشت .

استقامت کششی آن را می توان با افزودن مقدار کمی ( حدود ۱٪) کادمیوم بالا برد سه نوع سیم مسی در شبکه های برق به شرح زیر مورد استفاده قرار می گیرد .

الف – مس سخت یا زده شده که دارای مقاومت مکانیکی بالا بوده و حداقل مقاومت کششی آن $38\frac{kg}{mm^2}$ می باشد بار مکانیکی مجاز مس سخت ۱۴ تا $18\frac{kg}{mm^2}$است

ب- مس نیمه سخت دارای مقاومت مکانیکی و قابلیت هدایت نسبتاًخوبی بوده و مقاومت مکانیکی آن در حد گسیختگی $32\frac{kg}{mm^2}$ می باشد در شبکه های فشار ضعیف با توجه به اینکه جریان زیاد می باشد مقرون به صرفه تر است که از مس سخت و یا مس نیمه سخت به صورت هادیهای لخت استفاده شود .

پ- مس نرم که از آن برای محکم کردن سیم روی مقرهَ( اصلی نمودن سیم روی مقره ) استفاده می گردد.

هادی های مسی بصورت افشان یا مفتولی بوده که سطح مقطع نوع مفتولی آن معمولاً تا حداکثر ۱۰ میلی متر مربع است .

## آلومینیوم

آلومینیوم هادی دیگری است که در شبکه های الکتریکی از آن استفاده می شود از آنجائیکه وزن مس نسبت به آلومینیوم بیشتر است مس در اسپانها فلش ( شکم ) بیشتری ایجاد نموده و در نتیجه هزینه پایه ها را بالاتر می برد بنابراین در خطوط انتقال انرژی اقتصادی تر است که از آلومینیوم استفاده گردد.

قابلیت هدایت الکتریکی آلومینیوم از مس کمتر ولی قیمت آن ارزانتر است تأثیر عوامل جوی و رطوبت بر روی آن به مراتب بیشتر از مس بوده و در هوای مرطوب زود اکسیده می شود .

استحکام مکانیکی آلومینیوم از مس کمتر است حداکثر مقاومت کششی آن $18\frac{kg}{mm^2}$ بوده و بار مکانیکی مجاز آن $9\frac{kg}{mm^2}$ می باشد از این رو برای افزایش استحکام مکانیکی آلومینیوم آن را به صورت آلیاژ با آلومینیوم فولاد به شرح زیر بکار می برند:

## آلملک

این فلز که در آلمانی به آلدرای معروف است از آلیاژی به مقدار ۹۸/۳٪ آلومینیوم و بقیه از منیزیم و سلیسیم تشکیل می شود قابلیت هدایت الکتریکی آلملک ۱۰٪ از آلومینیوم خالص کمتر ولی استحکام مکانیکی آن خیلی زیادتر می باشد .

## آلومینیوم فولاد (ACSR)

هادی الومینیوم فولاد از یک یا چند مغز فولادی تشکیل شده که اطراف آن رشته های آلومینیومی قرار دارند. مغز فولادی برای افزایش استحکام مکانیکی و رشته های آلومینیومی به منظور هدایت الکتریکی است بمنظور جلوگیری از زنگ زدگی و همچنین خوردگی بین سیم های فولادی و آلومینیومی بایستی از فولاد گالوانیزه استفاده شود لازم به ذکر است که هادی آلملک نسبت به هادی آلومینیوم فولاد دو عیب دارد :

- اول اینکه قابلیت انبساط آن بیشتر است بنابراین مجبوریم پایه های بلندتری انتخاب کنیم
- دیگر اینکه سبکتر از الومینیوم فولاد می باشد در نتیجه در مقابل باد انحراف بیشتری داشته و بنابراین بایستی از اسپان های ( فاصله افقی بین دو پایه ) کوتاه تری استفاده گردد. در جدول (۱) برخی از پارامترهای سیم های آلومینیوم و مس با یکدیگر مقایسه شده اند.

جدول (۱) مقایسه سیم های مسی و آلومینیوم با یکدیگر

| مس | آلومینیوم | مقایسه |
|---|---|---|
| 1 | 0.61 | نسبت هدایتهای الکتریکی برای سطح مقاطع مساوی |
| 1 | 1.66 | نسبت سطح مقاطع برای مقاومتهای الکتریکی مساوی |
| 3.03 | 1 | نسبت وزن ها برای سطح مقاطع مساوی |
| 2 | 1 | نسبت وزن ها برای مقاومت های الکتریکی مساوی |

در زیر نکاتی چند آمده است :

نکته ۱- برای بالا بردن قابلیت انعطاف پذیری هادیها( آلومینیوم مس ) آنهارا مخصوصاً در مقاطع بزرگ به صورت چند رشته ای می سازند جهت چرخش هر لایه در هادیهای چند رشته ای بر خلاف لایه های مجاور می باشد تا از باز شدن رشته ها جلوگیری شود تعداد رشته ها در هادیهای چند رشته ای از فرمول زیر محاسبه می گردد:

$$A = 3k^2 - 3k + 1$$

که معمولاً ۷ – ۱۹ – ۳۷ - ۶۱ و غیره خواهد بود در فرمول فوق A تعداد رشته ها و k تعداد لایه ها می باشد .

نکته ۲: برای اتصال سیم آلومینیوم و سیم مس باید از کلمپ بی متال استفاده شود در غیر اینصورت در اثر رطوبت یک پیل برقی با مدار بسته ای بوجود می آید که قطب مثبت آنرا مس و قطب منفی آنرا آلومینیوم تشکیل می دهد و در نتیجه باعث می گردد که پس از مدتی در اثر عبور جریان هادی آلومینیوم خرده شود .

نکته ۳: اگر در موقع سیم کشی فشار قوی حلقه سیم ACSR کم بیاید و لازم شود مقداری سیم از قرقره دیگر به آن متصل شود و یا اینکه موقع تعمیر و نوسازی خطی

در اثر چیدن خط مقداری از سیم کوتاه شود و به سیم گیر نرسد و یا بدلایلی نظیر باد و طوفان سیم های شبکه بریده شود در اینصورت باید مقداری سیم به آن اضافه نمـود بدین منظور ، جهت اتصال دو سیم از بوش اسپلایس استفاده می گردد.

***ابزار کار عبارتست از :***

- دستگاه پرس هیدرولیکی مخصوص فولاد و آلومینیوم
- فک های متناسب با مقطع سیم
- اره آهن بر ( یا لوله بر )
- برس سیمی نرم و پارچه آستری

***وسایل مورد نیاز :***

- بوش آلومینیومی
- بوش فولادی
- ظرف پلاستیکی محتوی ماده خمیری شکل مخصوص
- میخ پرچ های مربوطه بوش

تذکر ۱- بوش اسپلایس ها تا سطح مقطع ۷۰ میلیمتر مربـع بـدون مغـز فـولاد و خود دارای ماده خمیری شکل مخصوص می باشد .

تذکر ۲- ماده خمیری شکل مخصوص ترکیبی است از ۷۰٪ کرومـات روی و ۳۰٪ روغن برزگ خالص

تذکر ۳- بوش اسپلایس را متناسب با سطح مقطع سیم مربوطـه انتخـاب کـرده و قبل از شروع سوراخ های هر دو بوش فولادی و آلومینیومی را تمیز کنید .

## پایه ها

پایه ها وسایلی هستند که سیم های هوایی را از دسترس دور نگهداشته و برای حمـل ایـن سیم ها به کار می روند. طول پایه با در نظر گرفتن فاصله آزاد سـیم از زمیـــــن انتخـاب می شود واین فاصله نباید از مقدار استاندارد کمتر گـردد. پایـه بایسـتی دارای خـواص زیـر باشد .

- از نظر مکانیکی قوی بوده و دارای ضریب اطمینان ۲/۵ تا۳ باشد .
- پایه باید بدون کم شدن مقاومت آن ، از نظر وزن سبک باشد .

- ارزان باشد
- دارای عمر طولانی ( بادوام ) باشد
- برای نصب یا مونتاژ تجهیزات خطوط ، دسترسی به آنها آسان باشد
- دارای شکل ظاهری خوبی باشد

پایه ها به چهار دسته چوبی ، بتونی ، فولادی و کامپوزیتی تقسیم می شوند.

## پایه های چوبی :

در شبکه های فشار ضعیف و فشار متوسط و درجائی که چوب فراوان است از این پایه ها می توان استفاده نمود در شبکه فشار متوسط که به استحکام و مقاومت بیشتری نیاز می باشد از بازوها یا بریس هائی ( بست ) که به شکل (×) می باشند بعنوان پشت بند استفاده می گردد همچنین در شبکه های بیست کیلو ولت در صورتیکه به دلیل دره های عریض و طویل اسپان بلندی انتخاب شده باشد پایه های چوبی را در دو طرف اسپان مربوطه به شکل H بکار می برند و معمولاًتیرهای هر دو طرف را ددنت می نمایند.

**پایه های چوبی دارای مزایای زیر می باشند :**

- پایه های چوبی عایق طبیعی خوبی هستند
- در مناطقی که چوب فراوان می باشد ارزانتر تمام می شود
- بعلت سبکی آنها حمل و نقل آنها آسانتر است .

**تذکر :** پایه های چوبی باید راست و قوی و مخروطی شکل و بدون گره باشند .

**معایب پایه های چوبی**

-پوسیدگی

-آسیب های ناشی از مزاحمت حیوانات

-در بر داشتن هزینه ارزی

## عوارض و آسیب های وارده به پایه های چوبی

*پوسیدگی :*در اثر مرور زمان و تابش نور خورشید و خشکی هوا در تابستان به تدریج ماده کروزوت پایه های چوبی اشباع شده به طرف یقه تیر پایین رفته و بر زمین می ریزد و رنگ پایه از سیاه اولیه به قهوه ای روشن تغییر می یابد.

در این حالت ترک هایی در سطح پایه ایجاد شده که در هوای مرطـــــوب کم کم به شکاف های عمیق تبدیل می گردد. این شکاف ها تا یقه پایه و سطح خاک ادامه می یابد و در این مرحله قارچ ها از سطح خاک وارد شکاف های پایه شده و تا زمانیکه عمق شکاف به قسمت فاقد مواد کروزوت رسید قارچ ها از داخل شروع به رشد می نماید تا زمانیکه تمام مغز چوب پوسیده شود.

پوسیدگی به تدریج به طرف محیط خارجی پیشروی می کند به نحوی که تا قبل از این مرحله پوسیدگی پایه ها با چشم و بدون آزمایش قابل تشخیص و رویت نیست .چنانچه به موقع از پایه چوبی اشباع شده بازدید و تست به عمل نیاید ، وزش بادهای شدید و یا بارش برف سنگین که در اکثر مناطق کشور مشاهده می گردد باعث شکستن پایه و خوابیدن کل شبکه در یک مسیر طولانی می گردد ، که ضمن وارد آوردن خسارات سنگین موجب قطع برق به مدت نستاً طولانی می شود.

*آسیب های وارده توسط خوک وحشی :* در مناطق کوهستانی مخصوصا در نوار شمالی کشور ، خوک وحشی ( گراز ) پایه های چوبی را تا ارتفاع ۶۰ تا ۷۰ سانتی متری از سطح خاک با دندان تراشیده به نحوی که از یک تیر چوبی به قطر ۲۵ تا ۳۰ سانتیمتر حدوداً ۲۰ تا ۱۵ سانتیمتر باقی می ماند. برای جلوگیری از آسیب بیشتر دور تیر را با سیم خـــــــاردار می پوشانند.

*خوردگی در اثر مجاورت با بتون ( داخل بتون ):* در بعضی از مناطق که پایه فشار ضعیف در پیاده رو قرار گرفته و شهرداری پیاده رو را بتون کاری نموده ، در سطح پایه چوبی اشباع شده در اثر تماس مستقیم با سیمان خوردگی ایجاد می شود.

## روش های تشخیص پوسیدگی در پایه های چوبی :

در آسیب های وارده توسط گراز یا به علت مجاورت با بتون چون صدمه در سطح خارجی پایه ها است آسیب قابل رویت می باشد، اما پوسیدگی چون از داخل پایه صورت می پذیرد بدون آزمایش مشخص نیست.

برای تشخیص پوسیدگی پایه های چوبی به سه روش زیر می توان عمل نمود:

-۱ضربه:

از ارتفاع دو متری بالای یقه به دور پایه تا سطح خاک با چکش یک کیلوگرمی ضربه وارد آورده و با این عمل می توان از صدای برخورد چکش با پایه از پر یا پوک بودن چوب آگاه شد.

-۲میخ کوبی :

چنانچه با زدن ضربه از سالم بودن پایه اطمینان حاصل نشود می توان چند میخ آهنی بیست سانتیمتری از داخل شکاف های نزدیک یقه به پایه کوبید.

اگر میخ ها به سختی وارد چوب شوند پایه سالم است ، اما اگر به راحتی و با ضربات کم میخ ها وارد مغز چوب شوند پایه پوسیده بوده یا در حال پوسیدگی است.

-۳نمونه برداری از مغز چوب:

اگر با انجام دو روش قبل نسبت به سالم بودن پایه هنوز شک وجود داشته باشد می توان با دریل یا مته زدن چوب از داخل پایه و با سوراخ کردن تا مرکز سطح نزدیک به یقه از مغز آن نمونه برداری نمود و از خرده چوب های بدست آمده پوسیدگی را به راحتی تشخیص داد.

پس از آزمایش فوق چنانچه پایه سالم باشد باید سوراخ ایجاد شده را با میخ چوبی اندود به قیر پر کرد و روی آن یک قطعه ورق آلومینیوم کوبید.

## انواع پایه های چوبی

سه نوع چوبی که در جهان و در ایران نیز برای پایه های چوبی استفاده می شود عبارتند از :

**الف – درخت سرو آزاد**

با دوام ترین نوع پایه بوده و پر از گره های کوچک می باشد ولی سبک ، محکم و نسبتاً راست و مخروطی شکل است .

ب- درخت شاه بلوط

پایه ای محکم و با دوام و دارای گروه هائی کمتر از سرو بوده ولی کج و ناصاف می باشد چوب های سرو و شاه بلوط به کندی می پوسند

ج - درخت کاج

درخت کاج معمولاً به رنگ زرد و مخروطی شکل است و به خاطر ظاهر خوب و استقامت کافی ، بیشتر از دو نوع چوب دیگر مورد استفاده قرار می گیرد .

## اشباع پایه های چوبی

وجود دائمی رطوبت هوا و مواد شیمیایی خورنده در زمین باعث می شود که پایه ها به تدریج پوسیده شوند برای جلوگیری از فساد پایه ها و خوردن موریانه و حشرات موزی داخل خاک، بایستی آنها را به وسیله یک ماده محافظت کننده به صورت اشباع در آورد برای اشباع پایه ها بیشتر از روغن قطران و یا پنتاکلروفنل استفاده می کنند این مواد به طور متوسط عمر پایه های چوبی را دو برابر می کنند

## طبقه بندی پایه های چوبی

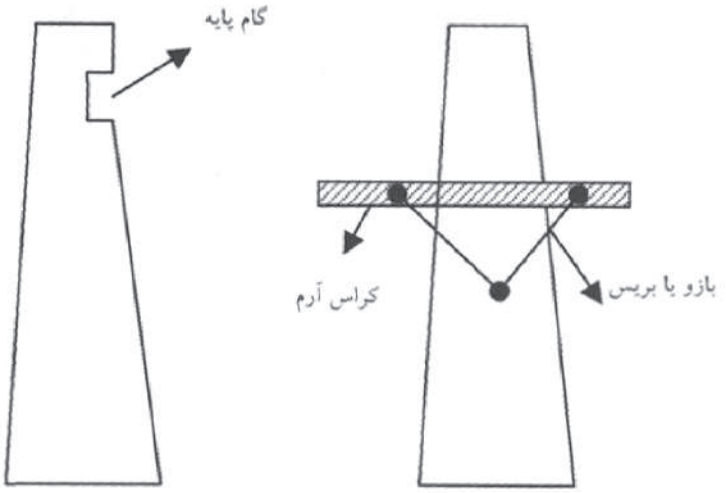
پایه های چوبی را بر حسب حداقل محیط یا قطر در ۳۰ سانتیمتری از رأس تیر و حداقل محیط با قطر در ۱۸۳ سانتیمتر ازانتهای تیر به هفت طبقه تقسیم می کنندجدول ۲ برای اینکه تیری در یک طبقه قرار گیرد بایستی حتماً هر دو شرط را تواماًداشته باشد طبقه های ۱و۲ را تیر چوبی سنگین و طبق های ۳و ۴ را تیر چوبی نیمه سنگین و طبقه های ۵و۶و ۷ را تیر چوبی سبک می نامند ضمناً یک سنگین ترین و طبقه هفت سبکترین یا لاغرترین تیر چوبی می باشد .

جدول ۲ -مشخصات تیرهای چوبی ۹ و ۱۲ متری

| طبقه تیر | ۱ | ۲ | ۳ | ٤ | ٥ | ٦ | ۷ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| حداقل محیط سرتیر ( cm) | 68 | 63 | 58 | 53 | 48 | 43 | 38 |
| حداقل قطر سرتیر (cm) | 22 | 20 | 19 | 17 | 15 | 14 | 12 |
| نیروی مقاومت نهایی ( کیلوگرم نیرو ) | 2000 | 1700 | 1350 | 1100 | 900 | 700 | 550 |
| نیروی مجاز وارد به تیر ( کیلوگرم نیرو ) | 800 | 680 | 540 | 440 | 360 | 280 | 200 |
| ضریب اطمینان | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| حداقل محیط تیر در 183 سانتیمتری از ته تیر برای تیرهای 9 متری (cm) | 90 | 85 | 81 | 73.5 | 70 | 62 | 58.5 |
| حداقل محیط تیر در 183 سانتیمتری از ته تیر برای تیرهای 12 متری (cm) | 101.5 | 95 | 91.5 | 82.5 | 77.5 | 71 | 65 |
| وزن تقریبی برای تیرهای 9 متری (kg) | 600 | 531 | 400 | 290 | 240 | 191 | 160 |
| وزن تقریبی برای تیرهای 12 متری (kg) | 925 | 760 | 581 | 463 | 358 | 283 | 210 |

## گام پایه های چوبی

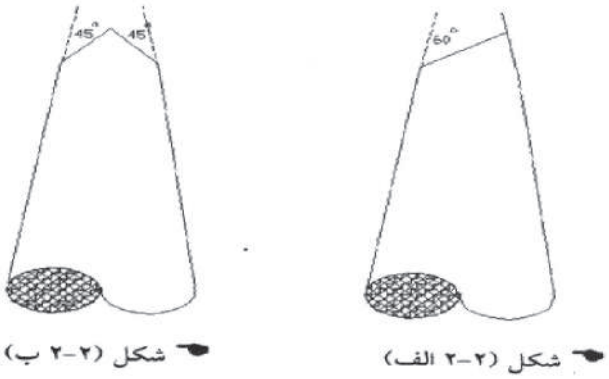
عمل تراش یا بریدن قسمتی از تیر بمنظور جا دادن کراس آرم را گام می گویند در بعضی موارد این گام از یک شکاف نسبتاً مقعر به عمق ۱۲/۵ میلیمتر درست شده که برای جلوگیری از تکان خوردن کراس آرم ایجاد می شود .




شکل ۱- گام در پایه های چوبی

## برش

معمولاً سرپایه ها را قبل از اشباع برش می دهند این عمل برای جلوگیری از تراکم یخ و برف که باعث پوسیدگی تیر می شود انجام می گیرد این برش معمولاً به دو صورت مطابق شکل های (۲-۲ الف و ۲-۲ ب) انجام می شود .




**شکل ۲**

## پایه های بتنی

امروزه پایه های بتنی تقریباًجای پایه هـای چـوبی را گرفتـه انـد زیـرا هـم از نظـر شـکل جالـــب تر و هم با دوام تر می باشند این پایه هانسبت به پایه های چوبی سنگین تر بـوده و حمل و نقل آنها گرانتر تمام می شود ولی از نظر مکانیکی بسیار قوی بوده و عمر بیشتری دارند. این پایه ها بخصوص در جاهائی که عمر تیر چوبی بدلیل مواد خورنده زمـین کـــم می باشد مورد استفاده قرار می گیرند .

## تقسیم بندی تیرهای بتنی

تیرهای بتنی به دو دسته تو پر و تو خالی به شرح زیر تقسیم بندی می گردند:

## پایه های بتنی توپر (سنتی )

پایه های بتنی تو پر از میلگردهای بلند و بتن تشکیل شده است و معمولاً بـه شـکل H یـا چهار گوش می باشند و پله هائی در قسمت های مادگی آن وجود دارد از نظر بلندی به سه دسته ۹ متری و ۱۲ متری و ۱۵ متری از نظر تحمل قدرت مکانیکی به پـنج دسـته ۲۰۰ و ۴۰۰و ۶۰۰ و ۸۰۰ و۱۰۰۰ کیلـوگرم نیـرو تقسـیم مـی شـوند منظـور از تیـر بتنـی ۲۰۰کیلوگرمی این است که نیروی مجازی که می توان بر روی نری تیر در ۳۰ سـانتیمتری از رأس تیر (تقریباً محل اتصال کراس آرم به تیر ) وارد کرد ۲۰۰ کیلوگرم نیرو می باشد که ۴۰٪ نیروی نهائی تیر است .

## پایه های بتونی نوع توخالی

پایه های بتنی تو خالی بدین ترتیب ساخته می شوند که میلگردهای مقاوم و بتن را در داخل محفظه مخروطی شکل با طول مورد نظر می ریزند و سپس بوسیله یک ماشین مخصوص مناسبی برای مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه آنرا می چرخانند این عمل باعث می شود که بتن بوسیله نیروی گریز از مرکز بطرف خارج فشرده گردد و در داخل تو خالی شـــود . پایه های بتنی تو خالی سبکتر از نوع تو پر می باشند پایه های بتنی تو خالی به شکل گرد بوده و از نظر تحمل نیروی مکانیکی به پنج دسته

۲۰۰،۴۰۰،۶۰۰،۸۰۰،۱۰۰۰ کیلوگرمی تقسیم می شوند در جدول (۳) مشخصات پایه‌های سیمانی ۹ و ۱۲ متری داده شده است .

جدول ۳- مشخصات پایه های سیمانی ۹-۱۲

| طول تیر m | نیروی کشش kgf | نیروی مقاومت نهائی kgf | ضریب اطمینان | حجم بتن شن +ماسه $m^3$ | وزن سیمان kg | وزن میل گرد kg | وزن کلی تیر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 200 | 500 | 2.5 | 0.3 | 125 | 82 | 800 |
| 9 | 400 | 1000 | 2.5 | 0.45 | 225 | 105 | 1100 |
| 9 | 800 | 2000 | 2.5 | 0.45 | 225 | 170 | 1200 |
| 12 | 200 | 500 | 2.5 | 0.47 | 200 | 116 | 1100 |
| 12 | 400 | 1000 | 2.5 | 0.65 | 275 | 140 | 1650 |
| 12 | 800 | 2000 | 2.5 | 0.8 | 350 | 250 | 2050 |

- هنگام بلند کردن پایه های بتنی بوسیله جرثقیل بایستی قلاب یا زنجیر در مرکز ثقل تیربسته شود .
- هنگام نصب پایه بتنی نبایستی تا زمانیکه عملیات کوبیدن اطراف پایه خاتمه نیافته است جرثقیل را رها کند .
- نبایستی پایه های بتنی را از سمت مادگی به روی زمین خواباند زیرا اگر زمین ناصاف باشد باعث شکستن تیر می شود .
- اگر از قلاب برای بلند کردن پایه استفاده شود نبایستی یک مرتبه پایه از جا برداشته شود زیرا باعث خرد شدن بتن در محل آویز قلاب می گردد.
- چون مادگی تیرهای بتنی قابلیت تحمل نری را ندارند نبایستی از سمت مادگی در سر زوایای تند وانتهای خط استفاده شود .

## پایه های فولادی

در جاهائی که به قدرت زیادی نیاز باشد از پایه های فولادی استفاده مـی شـود معمـــــولاً پایه های فولادی به دو نوع لوله ای و یا اسکلتی ساخته می شوند، نـوع لولـه ای آن شـامل چند قسمت لوله ای شکل است که با قطرهای مختلف روی یکدیگر سوار مـی شـوند و نـوع ساختمانی ( اسکلتی ) از چندین نبشی فولادی تشکیل شده که به یکدیگر پـیچ یـا جـوش شده اند عمر پایه های فولادی نسبتاً زیاد است و در معرض حمله حشـراتی ماننـد موریانـه قرار نمی گیرند این پایه ها بایستی گالوانیزه باشند .

## پایه های کامپوزیتی

تیرهای کامپوزیتی انتخاب بسیار جذابی برای اغلـب شـرکتهای خـدماتی بـرق رسـانی جهت جایگزینی با تیرهای چوبی ، تیرهای فولادی و تیرهای بتنی هستند . ایـن تیرهـا در برابر خوردگی ، پوسیدگی ، پرتوهای فرا بنفش ، نفـوذ آب ، حشـرات و دارکـوب هـا مقاومت بسیار بالایی دارند .

از آنجا که بتن ماد ه ای فراوان و ارزان قیمت به شمار مـی رود قیمـت اولیـه محصـول سنتی نسبت به محصول جدید کمتر است اما با در نظر گرفتن همه پارامترهـا همچـون دشواری و هزینه بالای حمل ونقل و نصب تیر بتنی و همچنین مقاومت بـالای تیرهـای کامپوزیتی در برابر خوردگی ، پوسیدگی ، ضربه که نهایتا به عمر مفیـد بسـیار طـولانی این تیر ها منجر می شود می توان در یافت که استفاده از یک تیر کامپوزیتی به مراتـب از یک تیر بتنی راحت تر و به صرفه تر است .

## طبقه بندی پایه ها از نظر نصب

برای سادگی در تجزیه و تحلیل نیروهای وارد بر پایه ها و بار گذاری آنها ، پایه ها را بـه شکل زیر طبقه بندی کرده اند :

الف ) پایه های عبوری:

که همان پایه های میانی در یک خط مستقیم هستند .

ب ) پایه های کششی که بیشتر در نقاط زاویه و انحراف خط نصب می شوند .

ج) پایه های انتهایی خط ( کششی یک طرفه )

## علامت گذاری روی پایه ها

مشخصات تعریف شده باید به روشنی و روی تیر در حین ساخت و یا پس از آن حک شود . به گونه ای که فاصله ی آخرین خط مشخصات از انتهای تیر ۳ متر باشد .

## پایه های بتنی

سطر اول :

علامت اختصاری یا نام شرکت برق مالک

سطر دوم :

طول تیر(بر حسب متر )/ مقاومت نرمال ( بر حسب کیلو گرم نیرو )

سطر سوم :

نام کارخانه سازنده پایه

سطر چهارم :

تاریخ ساخت ( روز – ماه – سال )

## پایه های چوبی

- علامت شرکت برق مالک

- طول پایه ( بر حسب متر )/کلاس پایه یا قطر پایه در۱/۵ متری از انتها بر حسب میلی متر

- کد نوع چوب / کشور تولید کننده

- دو رقم آخر سال تولید / نحوه اشباع

## نصب پایه ها

حفر چاله برای یک پایه باید به نحوی باشد که بتواند کلیه نیروها و لنگرهای وارد را تحمل کرده و پایه راهمچنین استوار در خاک نگهدارد برای حفر چاله بایستی عوامل زیر را در نظر گرفت .

- اندازه طول و قطر پایه
- جنس زمین
- وزن و نیروهای کششی

## جنس زمین

به طور کلی ، وزارت نیرو زمین ها را از نظر جنس زمین به سه دسته به شرح زیر تقسیم می کند:

الف – زمین های سست که به راحتی با کلنگ کنده می شوند

ب – زمین های سفت که به سختی با کلنگ کنده می شوند

پ- زمین های سنگلاخ که برای کندن چاله احتیاج به دینامیت یا کمپرسور می باشد و از تخته سنگ سخت و یکپارچه تشکیل می گردند.

## عمق چاله

عمق چاله به وسیله طول تیر ، جنس زمین ، وزن وعوامل کششی ، تعیین می گردد معمولاً عمق چاله ها را از $\frac{1}{5}$ تا $\frac{1}{6}$ طول تیر در نظر می گیرند ولی می توان از فرمول تجربی زیر نیز استفاده نمود. بطور کلی عمق چاله بایستی باندازه ۱۰٪ طول کل تیر باضافه ۶۰ سانتیمتر باشد

برای تیر ۹ متری $\frac{10}{100}\times 9+0.6=1.5m$

برای تیر ۱۲ متری $\frac{10}{100}\times 12+0.6=1.8m$

البته بایستی توجه داشت که عمق چاله در زمین هـای بسـیار سـخت و تختـه سـنگها لازم نیست که به اندازه عمق چاله در زمین های خاکی باشـد همچنـین بـرای نصـــب تیـر در زمین های شنی و باتلاقی بایستی عمق چاله را بیشتر در نظر گرفت .

ابعاد گودها

عمق گودال ها را می توان از فرمول تجربی زیر تعیین نمود.

$$h = \frac{10}{100} l + 60 \qquad cm$$

که در آن h عمق گودال بر حسب سانتیمتر و L طول پایه بر حسب سانتیمتر است .

ابعاد گودها برای پایه های ۹ متر و مهار فشار ضعیف ( در جدول ۴) آمده است .

جدول ۴- ابعاد گودها برای پایه های ۹ متری و مهار فشار ضعیف

| | | |
|---|---|---|
| در زمین های سست و یا سفت ($cm^3$) | $80 \times 80 \times 150$ | برای پایه |
| در زمین های سست و یا سفت ($cm^3$) | $100 \times 80 \times 150$ | برای مهار |
| در زمین های سنگلاخ ($cm^3$) | $70 \times 70 \times 120$ | برای پایه و مهار |

ابعاد گودها برای پایه های ۱۲ متری و مهار فشار قوی در جدول (۵) آمده است

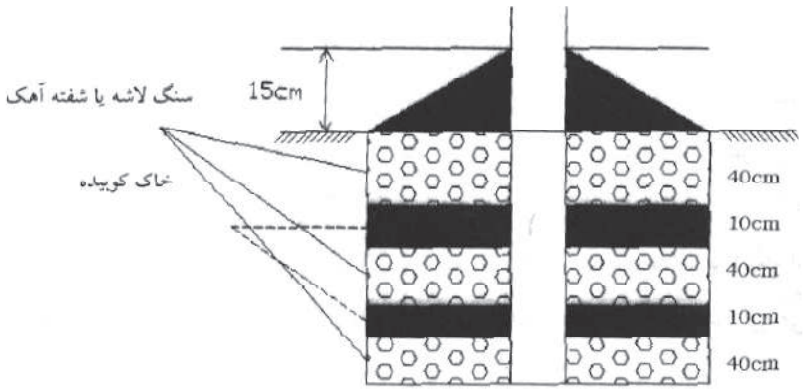
جدول ۵ – ابعاد گودها برای پایه های ۱۲ متری و مهار فشار قوی

| | | |
|---|---|---|
| در زمین های سست و یا سفت ($cm^3$) | $100 \times 80 \times 180$ | برای پایه |
| در زمین های سست و یا سفت ($cm^3$) | $120 \times 80 \times 180$ | برای مهار |
| در زمین های سنگلاخ ($cm^3$) | $70 \times 70 \times 140$ | برای پایه و مهار |

## طریقه نصب پایه در داخل گودال

مطابق شکل بایستی پایه را در وسط گود قرار داده تا اطراف آن را بتوان با سنگ لاشه پر کرد پایه را توسط شاقول بایستی طوری تنظیم کرد که پایه عمود بر زمین باشد مثلاً برای تیرهای ۹ متری که عمق گود آن ۱۵۰ سانتیمتر است ابتدا حدود۴۰ سانتیمتر از گود را با سنگ لاشه پر کرده وسپس شروع به ریختن شفته آهک یا مخلوط آب و خاک می نماییم بطوریکه پس از پرکردن خلل و فرج بین سنگ لاشه ها حدود ۱۰ سانتیمتر روی سنگ لاشه ها را بپوشاند بهمین ترتیب سه لایه پر می کنیم تا تمام گود پر گردد و پای تیر را نیز به طور سطح شیب دار ایجاد می کنیم تا پای تیر به وسیله آب باران شسته نشود . ( شکل ۳)

البته اگر برای نصب پایه از بتن استفاده شود پایدرای پایه به مراتب بیشتر از شفته آهک خواهد بود ولی هزینه آن بیشتر می باشد .




شکل ۳- طریقه نصب پایه

## صعود و فرود از پایه

بهترین وسیله برای صعود وکار روی شبکه های برق دار ماشین سبد دار یا بالا بر است لیکن در صورت عدم وجود ماشین بالابر باید از وسائلی که صعود وفرود را آسان می کند استفاده کنیم .

## رکاب

رکاب وسیله ای است که برقکار جهت صعود و فرود روی پایه های چوبی استفاده می کند که بر دو نوع رکاب داسی شکل و رکاب سوک دار می باشد .

## رکاب داسی

این وسیله که متشکل از بدنه ، داس و بند های چرمی است ، برای صعود و فرود از پـــایه های چوبی به کار میرود که تحت عنوان فرانسوی نیز معروف هستند و نسبت به نوع دیگر کاربرد بیشتری دارند.

در سایز های متعددی چون ۲۳ و ۲۶ تولید گردیده و با توجه به قطر پایه ها چوبی موجود استفاده می شود .

## رکاب سوک دار

این رکاب ها دارای نوک تیزی بوده که به تسمه فولادی متصل و تسمه فوق به وسیلـــه بند های چرمی به ساق پا متصل می شوند البته این نوع از رکاب ها نسبت به رکـــــاب های داسی کمتر مورد استفاده قرار می گیرد .

## کمر بند ایمنی برق کاران

برای حفاظت فرد در ارتفاع و جلوگیری از سقوط کمر بند ایمنی در انواع برزنتی و چرمی وجود دارد و باید جنس آن از نوع مرغوب و محکم باشد کمر بند ایمنی و کلیه قطعات آن باید دارای خصوصیات لازم مطابق با استاندارد باشند.
کمر بند ایمنی از دو قسمت طناب با تسمه ی نگهدارنده و نیز تسمه کمـــــری تشکیل می گردد حداقل پهنای تسمه کمری باید ۱۲ سانتی متر و حداقل ضخامت آن ۶ میلی متر باشد که تسمه کمری شامل تسمه کمربند ۱ عدد ، سگک ۱ عدد ، تکیه گاه ۱ عدد ، حلقه ***D*** شکل ۲ عدد می باشد . طناب نیز شامل چهار قسمت اصلی که عبارتند از طناب نمره ۱۶ به طول ۲ متر ، روکش شیلنگ شفاف به طول ۷۰ سانتی متر ، قلاب استیلی و

قفل استیلی می باشد . کمر بند ایمنی باید حداقل مقاومت کششی برابر ۱۱۵۰ کیلو گرم داشته باشد.

## صعود وفرود از پایه

صعود وفرود از پایه شامل ۵ قسمت می باشد :

۱- استقرار در پای پایه : برقکار موظف است قبل از صعود از یک پایه آن را از لحاظ سلامت عدم شکستگی و عدم پوسیدگی در پایه های چوبی بررسی کند و پس از حصول اطمینان از سلامتی پایه برق و دور کردن وسائل و زباله های احتمالی که در پای پایه ریخته شده است در کنار پایه مستقر گردد .

۲- صعود : جهت صعود از پایه های چوبی ابتدا قلاب استیلی را دور پایه دست به دست کرده و در حلقه ***D*** شکل چفت می کنیم وبا شنیدن صدای چریک اطمینان حاصل کرده که در حلقه ***D*** شکل چفت شده است توضیح اینکه قلاب استیل باید دارای قفل مخصوص باشد پس از این مرحله با در گیر کردن رکاب داسی شکل به اطراف پایه و فشار روی کفی آن صعود را شروع می کنیم . هنگام صعود باید بالای سر خود را نگاه کرد تا اگر مانعی وجود داشت عکس العمل لازم را انجام داد .در پایه های سیمانی چهار گوش به دلیل اینکه از پله پایه بالا میرویم کمربند ایمنی را نمی توان بست و زمانی که در بالای پایه مستقر گردیدیم کمربند ایمنی به دور پایه می بندیم . قابل ذکر است در پایه گرد و قسمت بالای پایه چهار گوش که پله موجود نیست از یک تکه میلگرد به طول تقریبی ۸۰ سانتی متر و قطر ۱۶ میلیمتر استفاده می کنیم.

۳- چرخش روی پایه

۴- استقرار در محل کار

۵- فرود

## مقره ها

هادیهای شبکه های توزیع هوایی توسط عایقی که آنها را مقره می نامیم به پایه متصل است:

الف – عایق کردن سیم ها نسبت به کراس آرم و پایه و در نتیجه زمین

ب- عایق نمودن سیم ها نسبت به همدیگر و ایجاد فاصله ایمن بین فازها

مقره ها بایستی دارای استقامت الکتریکی و مکانیکی خاصی باشند تا بتوانند علاوه بر نیروهای مختلف مکانیکی ( فشار ، کشش ، و خمش ) که به آنها وارد می شود در نامناسب ترین شرایط ( باران؛ مه ، شبنم و آلودگی ) بتوانند فشار الکتریکی وارده مانند ولتاژ دائمی خط و ولتاژهای ضربه ای ( در اثر رعد و برق و کلید زنی ) را نیز تحمل کنند استقامت مکانیکی مقره ها بستگی به جنس و ضخامت عایق و استقامت الکتریکی آن بستگی به جنس ،طول و شکل مقره دارد.

## انواع مقره از نظر جنس

از سه نوع مقره چینی ، شیشه ای و سیلیکونی به شرح زیر در شبکه های توزیع استفاده می شود .

## مقره چینی

مواد اولیه مقره چینی فلداسپات ، کائولین ( خاک چینی ) و کوارتز است که به یک نسبت معین بایستی آنهارا ترکیب نمود و طی مراحلی و در کوره های مخصوص آن را به شکل مقره مورد نظر در آورد کلیه مقره های چینی دارای پوششی از لعاب شیشه با درجه ذوب پایین هستند که به رنگ سفید یا قهوه ای یا سبز می باشد لعاب علاوه بر اینکه استقامت مکانیکی مقره را تا حدودی بالا می برد باعث صیقلی شدن سطح خارجی مقره نیز می گردد. در نتیجه قدرت چسبندگی ذرات خارجی (گرد و خاک و دوده ) به آن کم می شود و در اثر باران و باد به سادگی تمیز و شسته می شود . همچنین باعث می شود که فشار الکتریکی بطور یکنواخت در تمام سطح آن منتشر گردد.

## مقره شیشه ای

ماده اصلی این نوع مقره شیشه سخت است این نوع مقره نسبت به نوع چینی دارای مزایایی به شرح زیر است :

- در مقابل لب پریدگی و قوس الکتریکی نسبت به چینی مقاومتر است
- تشخیص عیب ، ترک خوردگی و شکستگی در مقره شیشه ای آسانتر از مقره چینی بوده و عیب را از روی زمین می توان مشاهده نمود.
- استقامت عایقی شیشه بیشتر از چینی و در حدود $140\frac{KV}{cm}$ می باشد
- تحت فشار مقاومتر از چینی بوده و در مقابل کشش استقامت معادل چینی دارد.
- عیب مقره شیشه ای این است که رطوبت و گرد و غبار و آلودگی براحتی روی شیشه نشسته و باعث ایجاد جریان خزنده سطحی می گردد که این عیب را می توان در مناطق مرطوب و پر گرد و غبار با طرح خاص مقره برطرف نمود.

## مقره سیلیکونی

از ابتدای پیدایش مقره ها و استفاده از آن به عنوان عایق در شبکه های توزیع و انتقال گفتگوهایی برای جایگزینی موادی به جای چینی یا شیشه مطرح شد .

از اوایل سال ۱۹۷۰ اولین تولیدات مقره های از جنس پلاستیک ( رزین ) وارد بازار شد . این مقره ها از جنس ***EIPDM*** یعنی ترکیبات شیمیایی و نفتی هستند که می توان به صورت یکپارچه روی میله مرکزی آن فایبرگلاس پوشش داده و در سر و ته آن اتصالات فلزی قرار داد . طول و تعداد پرده های این مقره بر حسب سطح ولتاژ و منطقه مورد نظر قابل تغییر می باشد.

مزیت این مقره ها دفع خوب آب می باشد .

پس از چند سال علیرغم گذراندن آزمایشات لازم بهره برداری از آنها دچار مشکل شد . بعضی از پرندگان و حیوانات نیز آن را می خوردند .

انها استفاده از مقره های پلاستیکی با تغییر در ساختار و ترکیبات شیمیایی نوع سیلیکن رابر ( ***Rubber Sillicon*** ) ( مانند مواد پاک کن ) را توصیه و پس از آزمایش ، تولید و در شبکه ها مورد استفاده قرار گرفت .

از محاسن این مقره ها عدم شکستگی مکانیکی در برابر سنگ و ضربه مکانیکی است که از آمار زیاد مقره های شکسته و تعویض شدنی در شبکه های توزیع می کاهد . این مقره ها حتی در اثر ایجاد جرقه ناشی از تخلیه سطحی هیچگونه اثری از خود به جای نمی گذارد . بنابراین پس از شستشو دوباره قابل استفاده خواهند بود .

**علل شکست الکتریکی مقره**

علل شکست الکتریکی مقره عبارتست از:

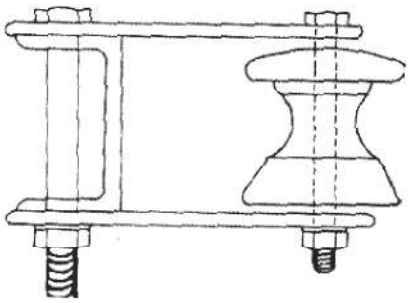
- تخلیه الکتریکی در هوای اطراف مقره که بر اثر کلید زنی ( قطع و وصل کلیدها ) و یا رعد و برق بوجود می آید .
- سوراخ شدن مقره که باعث تخلیه قوس الکتریکی از درون مقره می گردد.
- جمع شدن کثافات و گرد و غبار در سطح خارجی مقره که باعث ایجاد جرقه در سطح مقره می شود .

## انواع مقره های مورد استفاده در شبکه های توزیع

در شبکه های توزیع در فشار ضعیف و فشار متوسط سه نوع مقره به شرح زیر بکار می رود .

## مقره چرخی

جنس مقره چرخی از چینی می باشد که روی آن لعاب داده می شود امروزه در شبکه های فشار ضعیف این نوع مقره را بیش از انواع دیگر بکار می برند و علت آن عمومی بودن شبکه های فشار ضیف می باشد که در نتیجه با استفاده از این نوع مقره کار اجرائی ساده تر می شود و شبکه خصوصیات خود را بهتر حفظ می کند شکل ۴یک مقره چرخی را نشان می دهد همانطور که در شکل دیده می شود این مقره در وسط دارای سوراخی است که در تمام طول مقره وجود دارد از این سوراخ میله ای عبور می‌کند که مقره را از دو طرف یعنی از بالا و پایین در اتریه نگه می دارد توسط پیچ و مهره به پایه محکم می شود .



شکل ۴- مقره چرخی برای شبکه های سه فازه ۳۸۰ ولتی ولتاژ جرقه سطح خشک آن ۲۰کیلو ولت

ولتاژ جرقه سطح مرطوب ۸ کیلو ولت

مقره چرخی بر دو نوع می باشد . مقره چرخی اس ۸۰ و مقره چرخی اس ۱۲۰مشخصات این دو نوع مقره در جدول های ۶و ۷ آمده است . مقره چرخی اس ۸۰ برای سیم های

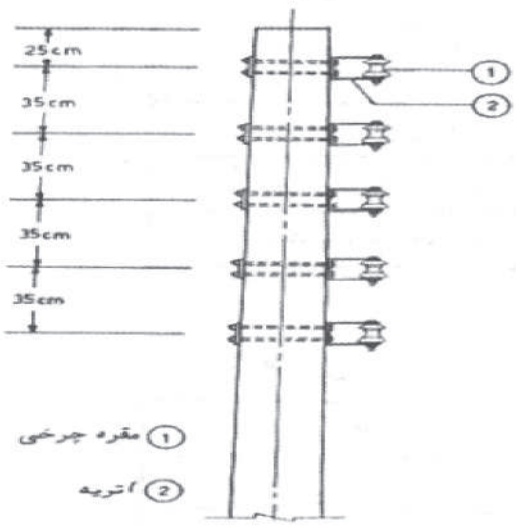
مسی تا مقطع ۵۰ میلیمتر مربع بکار رفته و مقره چرخی اس ۱۲۰ برای سیم های مسی با مقطع ۵۰ میلیمتر مربع به بالا بکار می رود .

جدول ۶- مشخصات مقره چرخی اس ۸۰

| | |
|---|---|
| طول | 80 میلیمتر |
| قطر | 80 میلیمتر |
| حداکثر نیروی کششی | 1350 کیلوگرم نیرو |
| ولتاژ شکست در هوای خشک | 25 کیلوولت |
| ولتاژ شکست در هوای مرطوب | 12 کیلوولت |

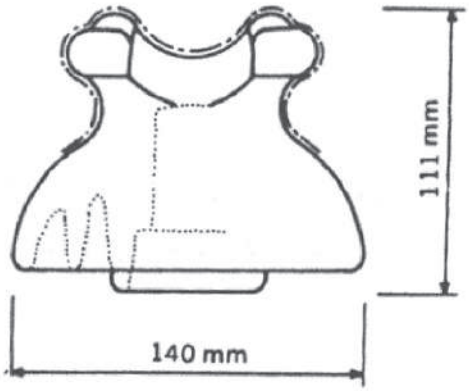
| | |
|---|---|
| طول | 120 میلیمتر |
| قطر | 120میلیمتر |
| حداکثر نیروی کششی | بیش از 2000 کیلوگرم نیرو |
| ولتاژ شکست در هوای خشک | حدود 30 کیلوولت |
| ولتاژ شکست در هوای مرطوب | حدود 15 کیلوولت |

در شکل ۵ پایه بتونی فشار ضعیف با مقره چرخی نشان داده شده است سیم ها به ترتیب از بالا به پایین سیم نول ، سیم معابر ( سیم فاز شب ) ، سیم فاز یک ( ***R***) سیم فاز دو (***S***) و سیم فاز سه ( ***T*** ) می باشند ولتاژ جرقه سطح خشک مقره چرخی ۲۰ کیلو ولت و ولتاژ جرقه سطح مرطوبش ۸ کیلو ولت می باشد این مقره همانطور که گفته شد در شبکه های سه فاز فشار ضعیف ۳۸۰ ولتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

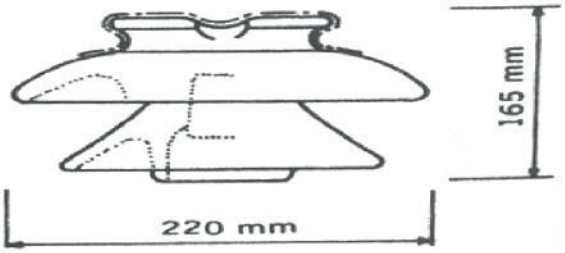



## مقره سوزنی ( میخی یا ثابت )

مقره سوزنی روی یک پیچ یا پایه فولادی (میل مقره) وصل می گردد بدین ترتیب مقـره را در جای خود مثلاً روی کراس آرم نگه می دارد و هادی نیز به وسیله یک سـیم اصـلی روی مقره محکم می گردد مقره های سوزنی ممکن است چینی یـا شیشـه ای باشـند مقـره هـا دارای لایه های مختلفی می باشند که به شکل زنگ یا ناقوس بـوده و بطـرف پـایین شـیب دارند این لایه ها نه تنها اجازه نمی دهند که آب باران روی مقره بایستد بلکـه یـک مسـیر طولانی تری برای جرقه در هوای خشک ایجاد می کند( شکل ۶ الف و ب) یک مقره سوزنی را برای ولتاژ ۱۱ و۲۰ کیلو ولت ساخته شده اند رانشان می دهند همانطور که از روی شکل مشخص است هرچه ولتاژ شبکه بیشتر باشد ابعاد مقره نیز بزرگتر می شود .




شکل ۶- الف - مقره سوزنی برای ولتاژ ۱۱ کیلو ولت ولتاژ جرقه سطح خشک آن ۷۰کیلو ولت ولتاژ جرقه سطح مرطوب آن ۴۰ کیلو ولت

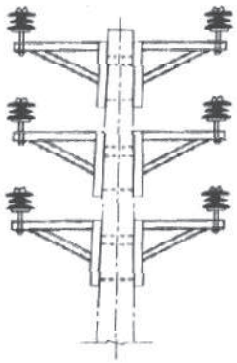



شکل ۶- ب – مقره سوزنی برای ولتاژ ۲۰ کیلو ولت ولتاژ جرقه سطح خشک آن ۱۱۰کیلو ولت ولتاژ جرقه سطح مرطوب آن ۷۰ کیلو ولت

شکل ۷ یک پایه میانی بتونی با خط دو بله و مقره سوزنی و میل مقره و کنسول ( کراس آرم ) مربوطه را نشان می دهد سیم هایی که از روی این قبیل مقره ها عبور می کنند پس از اینکه روی مقره در جای خود قرار گرفته اند بوسیله سیم آلومنیوم نرم بسته می شوند تا از روی مقره خارج نشوند ویا در اثر وزش بادهای سخت از روی مقره نیفتند. به این عمل اصطلاحاً اصلی کردن سیم ها گفته می شود .

امروزه مقره های سوزنی تا ۸۸۰۰۰ ولت نیز ساخته می شوند ولی به ندرت در خطوط برای بیش از ۴۴۰۰۰ ولت استفاده می گردند مقره سوزنی و پایه اش باید به اندازه کافی مقاومت مکانیکی داشته باشند تا بتوانند برآیند نیروی ناشی از وزن سیم و یخ که نیروی عمودی و فشاری بوده و نیروی باد بر سیم و مقره که نیروهای افقی می باشند را تحمل نمایند.

مقره های سوزنی که در شبکه های ۲۰ کیلو ولت استفاده می گردد بر دو نوع به شرح زیر می باشند .



شکل ۷- پایه میانی بتونی با خط دوبله و مقره سوزنی و پایه مقره و کنسول مربوطه

## مقره سوزنی ساده

مقره سوزنی ساده از چینی ساخته شده و روی آن لعاب قهوه ای رنگی داده می شود شیار روی سر و کناره ها کم است ودر بعضی از آنها سطح بالائی مقره بدون شیار می باشد از این نوع مقره در مقاطع کم معمولاً تا ۷۰ میلیمتر مربع استفاده می گردد.

## مقره سوزنی سرگرافیتی یا رادیو فرید

از چینی ساخته شده و روی آن لعاب قهوه ای رنگی داده می شود روی سر آنرا تا سطحی پایین تر قشر سیاه گرافیت پوشانده است این قشر سیاه گرافیتی یک امتیاز مهم نسبت به مقره ساده دارد و آن اینست که میدان الکتریکی را بطور یکنواخت در سطح مقره توزیع نموده و از تمرکز آن در نزدیکی محل اتصال هادی به مقره جلوگیری می نماید. و در نتیجه از خورده شدن سطح مقره جلوگیری می کند شیار بالایی این مقره عمیق تر است و برای مقاطع بیشتر از ۷۰ میلیمتر مربع استفاده می گردد طبق استاندارد وزارت نیرو مقره سوزنی سرگرافیتی بایستی مشخصاتی مطابق جدول ۸ داشته باشد .

تذکر مهم : هنگام سیم کشی از کشیدن سیم روی مقره خودداری شود زیرا در تماس سیم با مقره ، لعاب روی آن سائیده شده و ممکن است در اثر میدان الکتریکی سوراخ‌های ریـزی در مقره ایجاد شده و باعث اتصال زمین شود .

جدول ۸- مشخصات مقره سوزنی سر گرافیتی

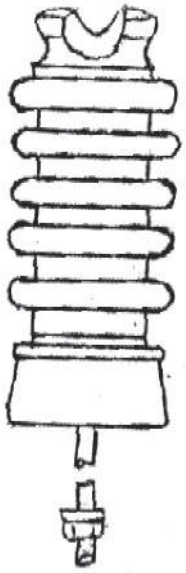
| | |
|---|---|
| ولتاژ نامی | 23 کیلوولت |
| ولتاژ جرقه در هوای خشک | 110 کیلوولت |
| ولتاژ جرقه در هوای مرطوب | 70 کیلوولت |
| مسافت جرقه الکتریکی در هوای خشک | 21 سانتیمتر |
| فاصله یا طول نشست سطحی | 43.2 سانتیمتر |
| مقاومت نیروی نهائی | 1360 کیلوگرم |
| وزن تقریبی | 4.99 کیلوگرم |

## مقره اتکایی

نوع دیگر مقره سوزنی مقره اتکایی می باشد که به شکل استوانه چینـی تـوپر و تـو خـالی ساخته می شود مقره های توپر را فقط می توان با یک قطر معین و محدود ساخت بنابراین این نوع مقره نمی تواند نیروی مکانیکی و الکترودینامیکی را در تمام قسمت های تأسیسات تحمل کند برای رفع این مشکل در قسمت های از تأسیسات که به تحمل نیروی مکـانیکی بیشتری نیاز است از مقره نوع توخالی استفاده می شود این مقره به شکل استوانه است کـه در یک انتهایش یک حفره دارد که قبل از اینکه قاعده مقره به کلاهک فلزی چسبانده شود پوشانده می شود برای بالا بردن اختلاف سطح شکست ، داخل آن و سوراخ داخـل مقـره را پس از پر کردن با گاز خشک ازت می پوشانند و برای ساخت مقره های استوانه ای تو خالی بزرگ چند تکه را بوسیله یک سیمان مخصوصی به هم وصل می کنند .

مقره های اتکایی به صورت افقی یا عمودی نصب مـی شـوند نـوع افقـی آن در شـبکه‌هـای هوائی استفاده می شود و نیاز به کراس آرم و بـریس نـدارد و در نتیجـه فضـای کمتـری را

اشغال می کند نوع عمودی آن بیشتر در پست های فشار قوی نصب مـی‌گـردد کـه ممکـن است توپر یا تو خالی باشد (شکل ۸) یک مقره اتکایی را نشان می دهد.

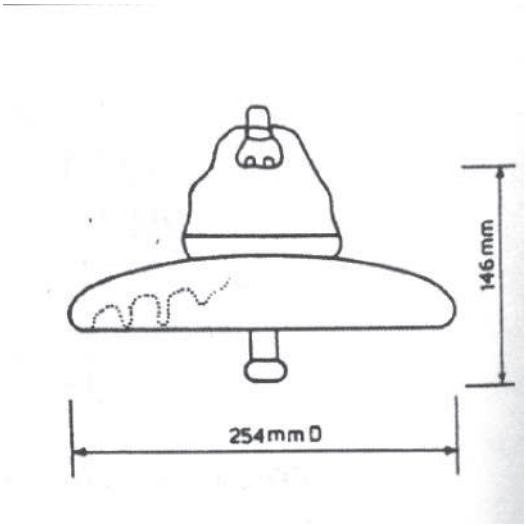


## مقره آویزی (بشقابی )

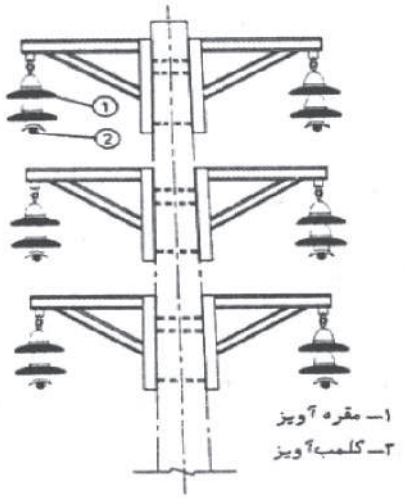
این نوع مقره همانطور که از نامش پیداست از کراس آرم آویزان بوده و هادی خـط انتهـای آن بوسیله کلمپی بسته می شـود جـنس آن از چینـی ، شیشـه ویـا سـلیکونی اسـت و در شبکه‌های توزیع در ابتدا و انتها و در جاهائی که خط زاویه دار می باشد مورد استفاده قـرار می گیرد این نوع مقره ها در شبکه های فوق توزیع و انتقال در طول خط استفاده می گردد زیرا مقره های سوزنی در این ولتاژها بسیار سنگین و گران تمام می شود .

پایه های مقره سوزنی تحمل نیروهای مکانیکی زیاد را ندارند. روی بشقاب صـیقلی و لعـاب داده شده است ولی در داخل بشقاب شیارهائی دارد که فاصله نشست سطحی را بزرگ مـی کند هر بشقاب مقره برای یک ولتاژ نامی حدود ۱۱ کیلو ولت ساخته شده است و می تـوان آن ها را به صورت زنجیر برای ولتاژهای بالاتر به یکدیگر متصل نمود به عنوان مثـال بـرای ولتاژ ۲۰ کیلوولت دو مقره را به یکدیگر متصل می کنند شکل های ( ۹ و ۱۰)

شکل ۹- مقره بشقابی ولتاژ جرقه سطح خشک آن ۷۸ کیلو ولت ولتاژ جرقه سطح مرطوب آن ۴۵ کیلو ولت




شکل ۱۰- مقره بشقابی برای پایه های میانی ( وسط خط ) گاهی اوقات استفاده می شود .

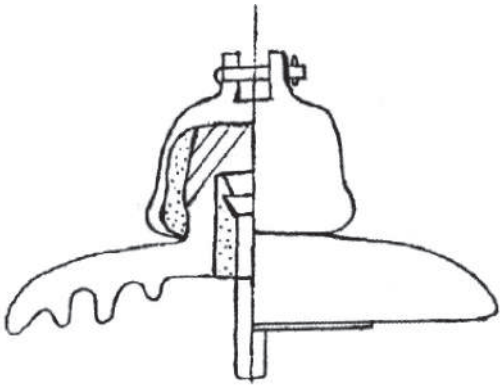


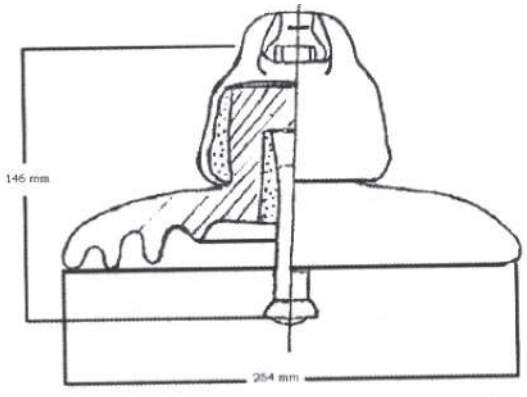
تعداد مقره های یک زنجیره ایزولاتور را می توان از فرمول تجربی زیر بدست آورد :

$$N = \frac{(KV)}{16.7} + 1$$

که در آن N تعداد مقره های زنجیره و KV ولتاژ خطی است ( فاز تا فاز ) تعداد مقره‌هـای بکار رفته در یک زنجیر ایزولاتور اساساً بستگی به ولتاژ خط دارد ولـی پارامترهـای دیگـری نظیر آب و هوا نوع پایه و ضریب اطمینان هم دخالت دارد.

قطر بشقاب عایق از ۱۵ تا۲۵ سانتیمتر بیشتر تغییر می کند مقره بشـقابی از نظـر تحمـل نیروی مکانیکی به دو دسته ۷۰۰۰ کیلو گـرم و ۱۲۰۰۰ کیلـوگرم نیروئـی و از نظـر شـکل اتصال کلاهک فلزی به دو دسته مادگی یا ساکتی و رکابی یا کلویس تقسیم می گردد نـوع مادگی یا ساکتی آن بدلایل زیر بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد شکل های (۱۱ و ۱۲)





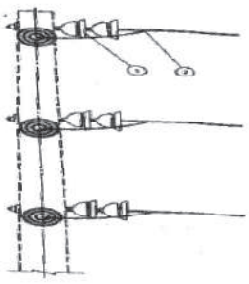
الف – از نظر اتصال و جدا نمودن در یک زنجیر مقره بسیار آسان تر می باشد
ب- در کارهای اجرایی خط گرم ایده آل تر و آسان تر است
پ- نیاز به پین و اشپیل یا میخ پرچی ندارد
ت- در اثر پدیده کرونا در آن سرو صدای کمتری بوجود می آید
مشخصات مقره های بشقابی نوع مادگی یا ساکتی بر اساس استاندارد وزارت نیرو در جدول ۹ آمده است .

جدول ۹ – مشخصات مقره های بشقابی نوع مادگی یا ساکتی

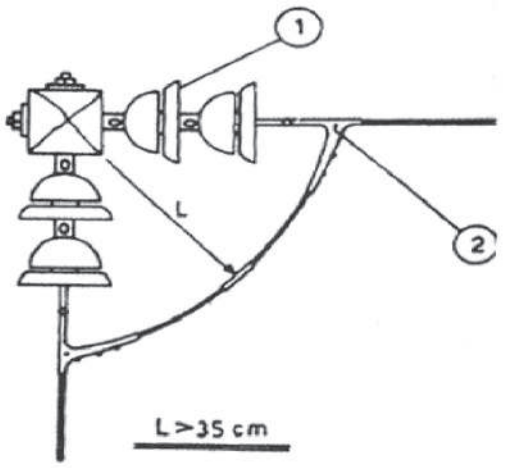
| | مقره بشقابی 7000 کیلوگرم نیروئی | مقره بشقابی 12000 کیلوگرم نیروئی |
|---|---|---|
| ولتاژ قوس سطحی در هوای خشک | 78 کیلوولت | 78 کیلوولت |
| ولتاژ قوس سطحی در هوای مرطوب | 45 کیلوولت | 45 کیلوولت |
| فاصله یا طول نشست سطحی | 29.2 سانتیمتر | 28 سانتیمتر |
| قدرت تحمل نیروی مکانیکی | 7000 | 12000 |
| وزن تقریبی | 3.6 کیلوگرم | 4.8 کیلوگرم |

## مقره کششی

از مقره کششی در ابتدا و انتهای خطوط ( ددانه) در زوایا و پیچ هـای تنـد و در اسـپانهای بسیار بلند مثل عبور از رودخانه ها و دره های عریض استفاده می شود( شکل های ۱۳ الف و ب )



شکل ۱۳- الف مقره کششی




شکل ۱۳- ب مقره کششی

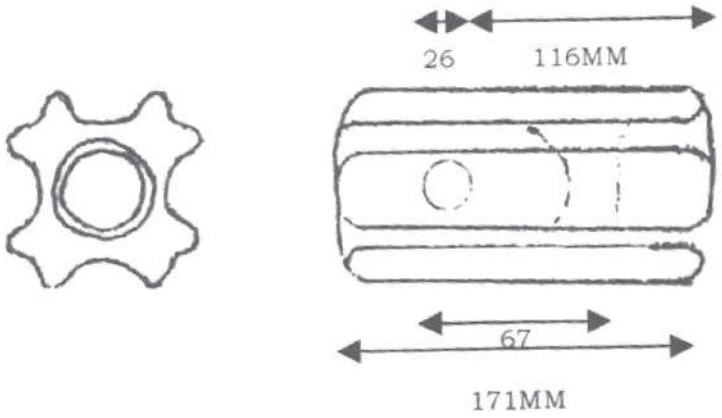
در چنین مواردی علاوه بر نیروهای عمودی وزن سیم و یخ و نیروی افقی بر سیم ، نیروی کششی افقی ناشی از کشیدن هادیها نیز وجود دارد . بنابراین در این مواقع مقره علاوه بر اینکه از نظر الکتریکی باید عایق خوبی باشد بایستی از نظر مکانیکی نیز بتواند نیروهای کششی را تحمل کند مقره کششی دو نوع می باشد :

## مقره کششی خط

مقره کششی خط مانند مقره های آویزی (بشقابی ) ساخته شده با این تفاوت که مقاومت مکانیکی آنها بیشتر است ضمناًاگر یک زنجیره مقره نتواند تحمل نیروهای کششی را بکند می توان از دو یا چند زنجیره متصل به هم استفاده نمود در فشار قوی با سیم های سنگین و اسپانهای بلند چین عمل می شود .

## مقره مهار

نوعی مقره کششی نیز به عنوان مقره مهار استفاده می شود شکل ۱۴ مقره مهاره جهت عایق نمودن قسمت پایین سیم مهار از قسمت بالایی سیم مهار و همچنین تیر برق جهت ایمنی جان افراد در پای مهار و نیز برای عایق نمودن قسمت بالایی سیم مهار از زمین به منظور ایمنی جان سیم بان در هنگام کار روی تیر بکار می رود .




شکل ۱۴- مقره مهار

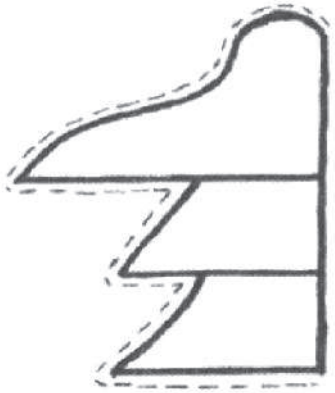
استفاده از مقره مهار الزامی است زیرا نزدیکی خط به سیم مهار ممکن است باعث شود که هوای مرطوب روی سیم مهار ریزش کرده و آنرا برقدار کند . این نوع مقره از چینی ساخته شده که روی آن لعاب قهوه ای رنگی داده اند دو سوراخ عمود بر هم بوده که تکه بالایی سیم مهار در سوراخ پایین و تکه پایینی سیم مهار در سوراخ بالایی آن با استفاده از کلمپ سه پیچ یا قفل بگسل بسته می شود . ضمناًسطح بالایی مقره صاف بوده تا از جمع شدن آب باران برروی آن جلوگیری گردد و بهمین دلیل سطح پایین آنرا با یک دایره سفید رنگ مشخص نموده اند که بایستی رو به پایین قرار گیرد . مقره مهار به دو دسته فشار متوسط و فشار ضعیف تقسیم می گردد که مشخصات الکتریکی آنها مطابق با استاندارد وزارت نیرو در جدول ۱۰ آمده است .

جدول ۱۰ – مشخصات مقره مهار

| مقره مهار شبکه های ۲۰ کیلو ولت | مقره مهار شبکه های فشار ضعیف |
|---|---|
| ولتاژ قوس سطحی در هوای خشک ۴۰ کیلوولت | ۳۰ کیلو ولت |
| ولتاژ قوس سطحی در هوای مرطوب ۲۳ کیلوولت | ۱۵ کیلو ولت |
| فاصله یا طول نشت سطحی ۷۶ میلیمتر | ۴۸ میلیمتر |

توضیح :

مسیر نشست سطحی مقره ، مسافتی است که به عنوان مثال در شکل ۱۵ به صورت خط چین نمایش داده شده است بعبارت دیگر طول منحنی فصل مشترک عایق و هوا را مسیر نشست سطحی مقره گویند .



## انواع پایه مقره سوزنی ( میل مقره )

از پایه مقره بدین منظور استفاده می شود که مقره به طور قائم روی کراس آرم قرار گیرد پایه مقره معمولاً یکپارچه بوده و از فولاد گالوانیزه ساخته می شود و دارای یک مهره و یک واشر تخت یا فنری میباشد قسمت سر (رزوه ) آنرا از جنس سرب می سازند تا از اعمال فشارهای زیاد در حدیده داخل مقره جلوگیری گردد انواع پایه مقره به شرح زیر می باشد :

الف – پایه مقره کوتاه برای کراس آرم فلزی

ب- پایه مقره متوسط برای کراس آرم چوبی

پ- پایه مقره بلند رأس تیری

این پایه مقره دارای دو سوراخ است که با دو عدد پیچ و مهره در شبکه های مثلثی در سر تیر بسته یم شود و به همین دلیل به پایه مقره رأس تیری موسوم است پایه مقره باید طوری به سر تیر بسته شود که ته مقره با سر تیر فاصله داشته باشد اگر این فاصله کم باشد دو اشکال به وجود می آید یکی اینکه فاصله فاز وسطی تا سر تیر کم می شود و دیگر آنکه در جاهای برفگیر یخ و برف روی مقره و سر تیر نشسته و باعث ارت کردن فاز وسط به زمین می گردد بنابراین اگر در بضعی موارد پایه مقره کوتاه بود آنرا بیک تکه ناودانی مناسب جوش دهید طول تماس پایه مقره و ناودانی بایستی حدود ۳۰ سانتیمتر باشد .

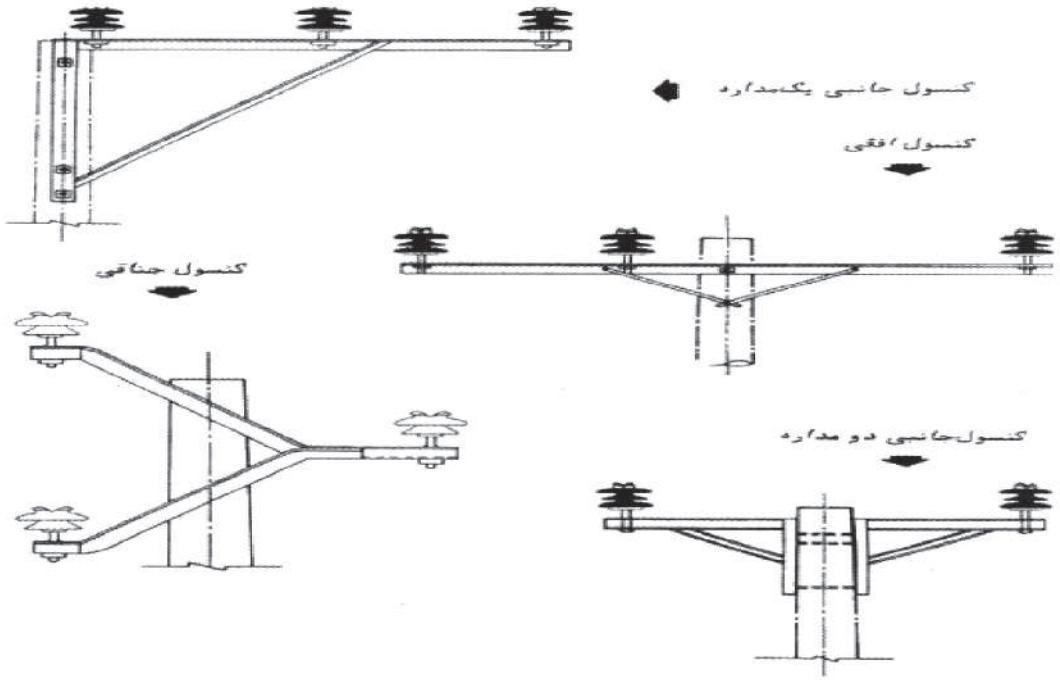
تذکر : در بعضی مواقع که در سر تیر دوبله می شود بدلیل نازک بودن سر تیر هر دو مقـره به هم برخورد می کنند که ممکن است شکسته شوند بنابراین در این مواقع بهتر اسـت کـه بین پایه مقره و تیر یک تکه ناودانی مناسب قرار دارد .

## یراق آلات

یراق آلات مورد استفاده در شبکه توزیع عبارتند از :

## کراس آرم یا کنسول

جهت نگهداری سیم ها و مقره ها روی پایه ها از کراس آرم استفاده می شـود طـول آن بـه پارامترهای زیادی از قبیل ولتاژ خط ( فاصله بین فازهـا ) و بـاد و یـخ و بـرف بسـتگی دارد معمولاً کراس آرم های با طول ۱۲۰ سانتیمتر و ۲۴۴ سانتیمتر در شبکه توزیع بکار می رود .کنسولها توسط پیچ و مهره هائی به پایه ها محکم می شوند از لحاظ شکل نصب روی پایـه ها به سه دسته افقی ، جانبی ( پرچمی )، جناقی ( کانادائی ) تقسیم می شوند.در هریـک از این کنسولها برای افزایش استحکام، بازوهای نگهدارنده نیز نقش مؤثری به عهده دارندن در شکل ۱۶ اشکال مختلف کنسولها بامقره های مربوطه و بازوهای نگهدارنده نشان داده شـده اند.




شکل ۱۶-اشکال مختلف کنسولها با مقره های مربوطه

## کراس آرم ها از نظر جنس

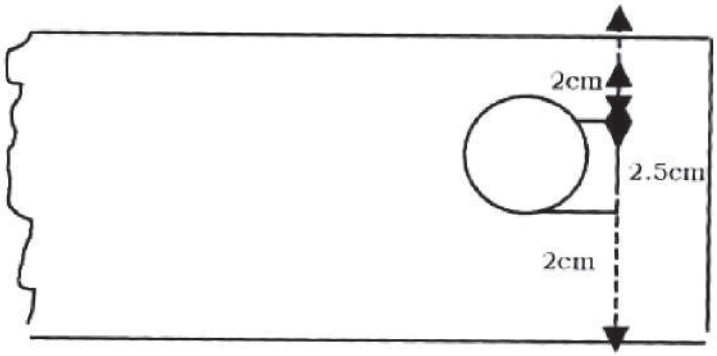
### کراس آرم چوبی

کراس آرم چوبی عموماًاز درخت صنوبر و کاج ساخته می شوند و برای افـزایش اسـتحکام و دوام بیشتر آنرا بصورت اشباع در می آورند (در روغن قطـران یـا پنتاکلروفنـل ) کـراس آرم بایستی از هر چهار قسمت تراشیده و صاف باشد و هر دو کناره فوقانی آن شیاری به عـرض ۱۰ سانتیمتر داشته و به منظور جلوگیری از جمع شـدن آب بـاران در بـالای آن کمـی بـه صورت گرده ماهی در آمده باشد خاصیت عایقی آن مهم بوده و ایمنی خـوبی را بـرای کـار کردن افراد روی شبکه فراهم می کند زیرا ایجاد ولتاژهای ضربه ای را به حـداقل رسـانده و در هر صورت از نوع فلزی ایمن تر است کراس آرم چوبی ابتدا روی پایه نصب شده و پس از بستن بازوها به آن ، محل نصب بازوها و به پایه مشخص و سوراخ می گردد و بوسیله بریس به تیر محکم می‌شود ضمناً می توان بجای بریس از تسمه نمره ۶ نیز استفاده نمود.

## کراس آرم فولادی ( فلزی )

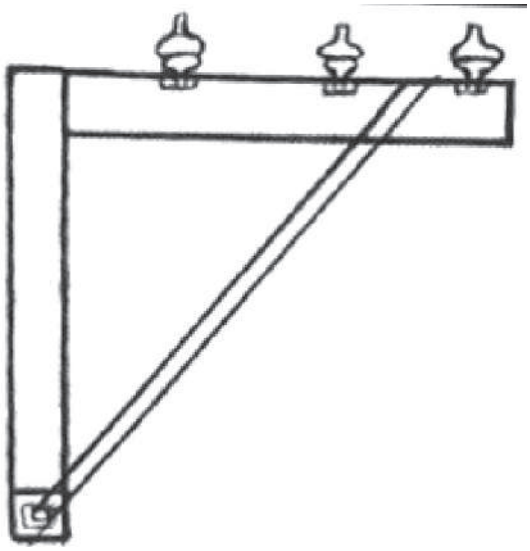
ازکراس آرم فلزی برای پایه های فولادی ، بتنی و چوبی استفاده مـی گـردد و از نبشـی یـا بالهای مساوی ساخته شده که توسط بریس یا بـازو بـه پایـه محکـم مـی شـود کـراس آرم بایستی یک تکه و گالوانیزه باشد در شبکه های بیست کیلو ولت بایستی حداقل از نبشی ۷ و یا از نبشی ۸ و یا ۱۰ استفاده گردد علت اینکه کراس آرم فلزی در شـبکه۲۰ کیلـو ولـت حداقل نمره ۷ باشد اینست که اگر سوراخی که پایه مقره در آن بسته می شـود بـه عـرض تقریباًً۲/۵ سانتیمتر و فاصله کناره سوراخ تا لبه طرفین کراس آرم ۲ سانتیمتر در نظر گرفته می شود در نتیجه عرض کراس آرم بایستی حدود ۷ سانتیمتر باشد . (شکل ۱۷.)

***۷cm =۶,۵cm (۲cm)=*** فاصله سوراخ تا لبه پایینی ***+۲Cm*** فاصله سوراخ تا لبه فوقانی ***+۲,۵cm*** قطر سوراخ = حداقل نمره کراس آرم




شکل ۱۷ حداقل نمره کراس آرم

**تذکر ۱**- در مکان هائی که پایه نزدیک ساختمان باشند و امکان استفاده از کراس آرم های معمولی به دلیل نزدیک بودن فازها به ساختمان یاموانع دیگر امکان پـذیر نباشـد از آل آرم استفاده می شود .( ۱۸شکل )



شکل ۱۸- کراس آرم آل آرم

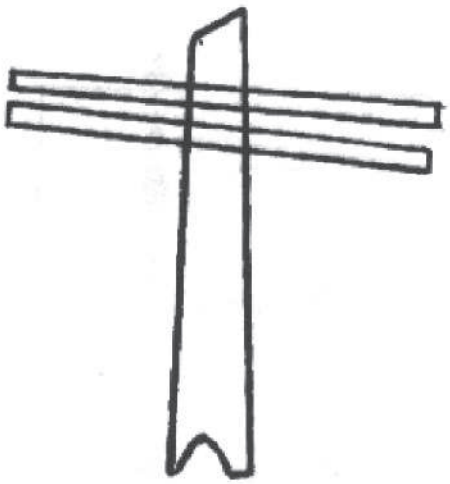
## کراس آرم کمپوزیت:

از جدید ترین کراس آرم هایی هستند که دارای شرایط وویژگی های خاصی می باشند.از آن جایی که چوب ماده ای طبیعی بوده و به طور معمول دارای انواع کاستی ها مانند گره، باختگی ، پوسیدگی، ترک ،شکاف، خمیدگی،پیچش ،ناهمسانی وغیره می باشد.برای کاربری مهندسی مناسب نیست.در فن آوری صنایع چوب ،ابداع «کمپوزیت»به طرز چشمگیری کاستی های چوب را برطرف کرده است دراین فن آوری ترکیبی از لایه های نازک وضخیم چوب ، با چسب فنلیک ،اشباع شده و در شرایط گرما و فشار زیاد تولید می شوند محصول بدست آمده دارای دوام و استحکامی به مراتب بیشتر و یکنواخت تراز چوب معمولی است. قطعات کمپوزیت ، مانند چوب معمولی تحت تاثیر جذب و دفع رطوبت قرار نمی گیرد ؛ ابعاد و خواص مکانیکی و الکتریکی آن ها تغییری نمی کند،و ترک و شکافی هم بر نمی دارد در این فن آوری از چسب ضد رطوبت و عایق الکتریکی فنلیک استفاده می شود کمپوزیت در برابر موجودات چوبخوار مانند قارچ ها،باکتری ها و حشرات به طورکامل مقاوم است. درهوای آزاد و شرایط یونیزه شده فشار الکتریکی به وسیله اشعه ماوراء بنفش و یون های کلروید نیز تخریب نمی شودودارای آلودگی سطحی نمی باشد.این کراس آرم ها در سرزمین پهناور ایران به علت تفاوت شرایط جغرافیایی و آب و هوایی گوناگون ،انتخاب مواد و مصالح مصرفی آن مناسب است توجه به این پدیده در شبکه توزیع برق کشور،می تواند اثر چشمگیری در کاهش هزینه ها و پرهیز از دوباره کاری ها برجای بگذارد.استفاده از کراس آرم کمپوزیت درکرانه های دریای خزر ، به دلیل رطوبت بالای محیطی و نیز در سواحل دریای عمان و خلیج فارس به خاطر رطوبت زیاد و وجود یون های کلروید، بسیار مفید خواهد بود.وزن کراس آرم کمپوزیت ۵۰٪ کراس آرم ها فلزی و ۱۴٪ کراس آرم بتنی است .از این رو،حمل و نقل و نصب آن بسیار آسان تر وارزان تر صورت می گیرد ضمن این که نصب آن،آسیبی به کارگران نصاب نمی رساند.

## استفاده از کراس آرم دوبله :

در جاهائیکه نیروی کششی وارد روی کراس آرم نظیر انتهای خطوط ، در زوایا و در سر پیچ ها بیشتر از حد معمول است بایستی از کراس آرم دوبله استفاده نمود بدین ترتیب که در هر طرف پایه یک کراس آرم بسته می شود و معمولاً هر دو توسط یک پیچ و مهره دو سر رزوه به هم متصل می گردند در این موارد استفاده از کراس آرم دوبله باعث می شود که

نیروهای وارده بین هر دو کراس آرم و نیز هر دو مقره سوزنی و پایه مقره های مربوطه و هر دو سیم اصلی تقسیم گردد و در نتیجه نیروی های مکانیکی وارده تحمل شود. ( شکل ۱۹)



## بریس یا بازوی کراس آرم (تسمه کراس آرم)

بریس یا بازو مقاومت بیشتری به کراس آرم داده و آنرا به صورت متعادل روی پایه نگه می دارد بریس معمولاً از تسمه یا آهن نبشی با بالهای مساوی ساخته می شود و اندازه آن بستگی به طول کراس آرم و وزن هادیها دارد . معمولاً در شبکه های توزیع از دو نمره بریس به شرح زیر استفاده می گردد:

الف – بریس با ابعاد ۶۹۸*۳۰*۵ میلیمتر

ب – بریس با ابعاد ۶۹۸*۵۰*۵ میلیمتر که جهت استحکام و تراز سکوی ترانس استفاده می گردد .

**تذکر :** سوراخهای بریس بایستی با پرس انجام گیرد و بهتر است که یکی از سوراخها را کشوئی ساخت و بایستی گالوانیزه باشد معمولاًبریس بوسیله یک پیچ و مهره ۴ سانتی یا $1\frac{1}{2}$ اینچی (۴۰×۴۰ میلیمتر ) به کراس آرم و سر دیگر آن به وسیله یک پیچ و مهره یک سر رزوه متناسب که برای بریس مشترک می باشد روی پایه نصب می‌گردد.

# راک

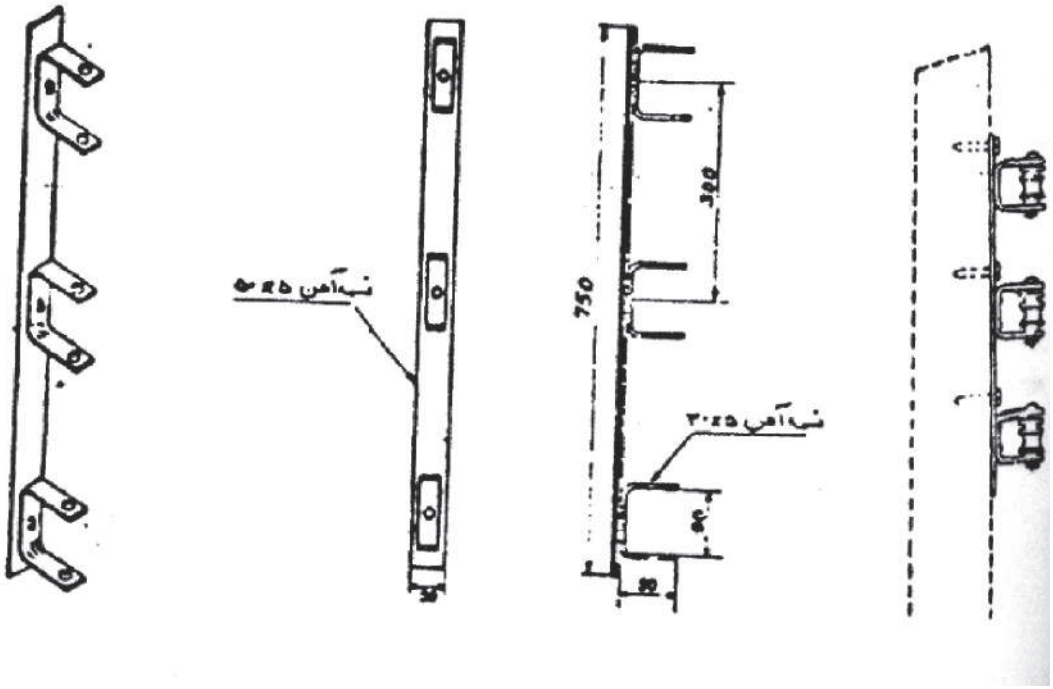
اصولاً از راک در شبکه های فشار ضعیف روی پایه هـای چـوبی ۹ متـری و روی پایـه‌هـای بتونی ۱۲ متری که شبکه های بیست کیلو ولت بالای آن احداث شـده اسـت اسـتفاده مـی گردد . راک ها از یک تسمه فولادی گالوانیزه تشکیل شده است که تعدادی اتریه برروی آن جوش خورده است راک ها معمولاً ۲مقره ای و ۳ مقره ای و ۵ مقره‌ای می باشند شـکل ۲۰ یک راک سه مقره ای را نشان می دهد .

کـا نـکـتـو ر

کانکتور یا پیچ شکافدار که معمولا از جنس مس و مخصوص استفاده در شبکه هـای فشـار ضعیف و برای اتصال سیم به سیم استفاده می شود .

جـمـپـر

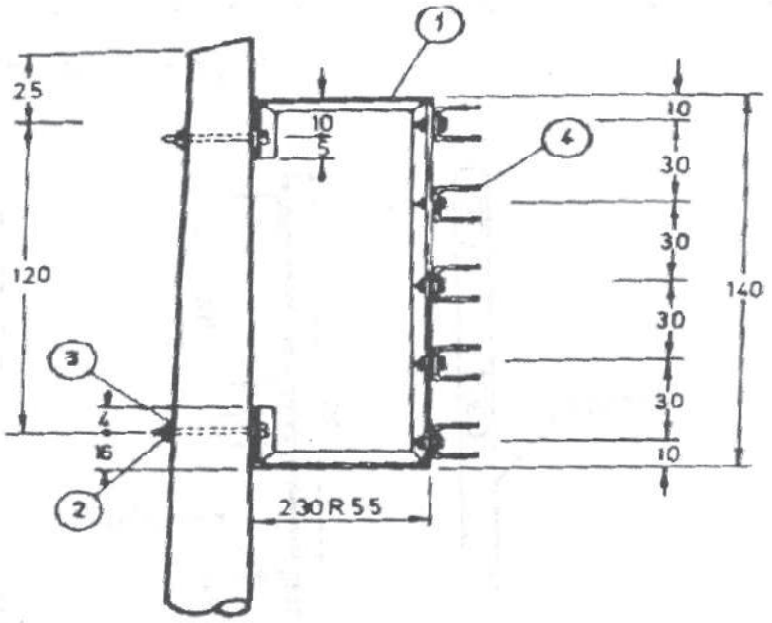
سیم ارتباطی بین دو سیم شبکه یا سیم و تجهیزات ( کلید ، ترانس ، رکلوزر و ... ) گویند .




شکل ۲۰- راک سه مقره ای

## جلوبر

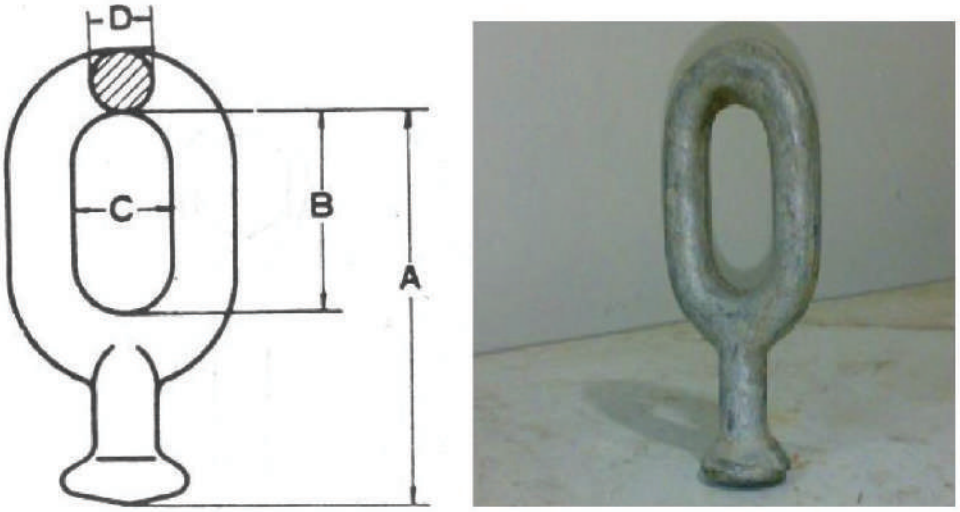
جهت حفظ رعایت حریم افقی در خطوط فشار ضعیف و رعایت فاصله فازها با ساختمانها و بالکن ها از جلوبر استفاده می گردد همچنین در طرفین ترانسفورماتورهای توزیع برای اینکه امکان و فضای کافی جهت وصل کابل به شبکه فشار ضعیف مسیر باشد از جلو بر استفاده می کنند. جلوبرها از نبشی فولاد گالوانیزه ساخته می شود و تعدادی اتریه بر روی آن جوش خورده است . شکل ۲۱ نمونه ای از یک جلوبر ۵ مقره ای را نشان می دهد.




شکل ۲۱-جلوبر ۵ مقره ای

## رابط چشمی (Ball-Eye):

رابط چشمی با گیرنده رکاب ، از فولاد ساخته شده، به صورت گرم گالوانیزه گردیده است درشکل (۱-۱) رابط چشمی یا همان آی بال دیده می شود . قطعه توپی شکل ***(Ball)*** آن در قسمت کلاهک مقره ها (محل مادگی) قرار گرفته و به کمک یک اشپیل قفل می شود.در واقع حلقه اول بعد از مقره در سمت کنسول است که به اصطلاح دراستاندارد وزارت نیرو آن را «گیرنده رکاب » نیزگویند. قابل توجه است که دونوع رابطه چشمی دیگر وجود دارد که یک نوع چشمی دایره ای به ارتفاع $A=67mm$ و نوع دیگر چشمی دایره ای ساق بلند به طول قطعه $A=50.8mm$ است.شکل(۱-۱)که در مواردخاص قابل استفاده می باشد.




بال آی یا رابط چشمی

شکل(۱-۱): آی بال یا رابط چشمی

جدول(۲-۱):رابط چشمی یا گیرنده رکاب

رابط چشمی یا گیرندهٔ رکاب

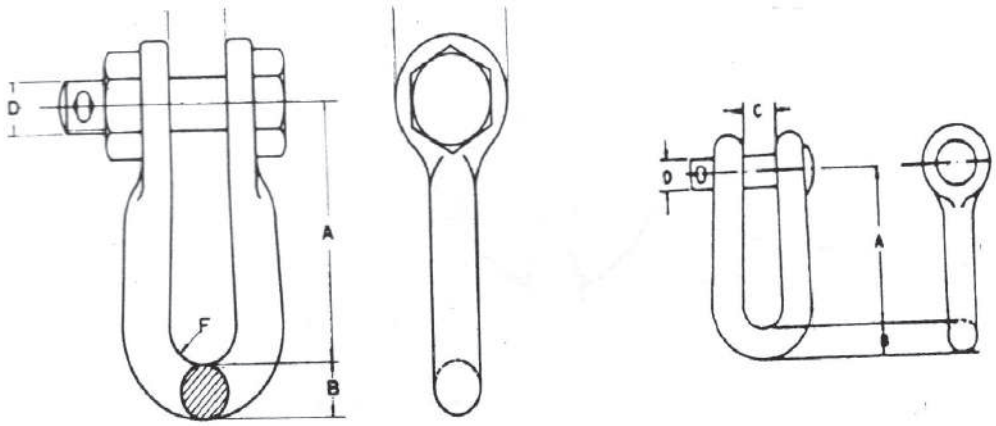
| اندازه A (میلی‌متر) | ۱۰۰ | ۹۷ | ۱۰۲ | ۹۵ | ۱۲۷ |
|---|---|---|---|---|---|
| اندازه B (میلی‌متر) | ۵۱ | ۵۱ | ۵۱ | ۵۱ | ۶۴ |
| اندازه C (میلی‌متر) | ۱۹ | ۲۵ | ۲۹ | ۲۵ | ۲۵ |
| اندازه D (میلی‌متر) | ۱۲/۷ | ۱۶ | ۱۶ | ۱۷/۵ | ۱۹ |
| اندازهE یاتوپی (Ball) | IEC–16mm | IEC–16mm | ANSI TYP B IEC– 16mm | ANSI TYP J 16mm | IEC– 20mm |
| مشابه یا یکسان باNGK | – | – | 4H– 556E | 4H– 1266C | 4H– 1620B |
| شماره استاندارد توزیع | ل-م-۱۳ | ل-م-۱۲ | – | – | – |
| کمترین قدرت مکانیکی (کیلوگرم) | ۷۰۰۰ | ۱۲۰۰۰ | ۱۲۰۰۰ | ۱۳۶۰۰ | ۲۱۰۰۰ |

* نام های دیگر رابطه چشمی گیرنده رکاب – نر – توپی چشمی گالوانیزه –بال آی – بـال چشمی – رابطه گوشتکوبی بال آی است که در شبکه توزیع ایران بر اساس استاندارد ***IEC*** نمره ۱۶ میلی متری به کارمی رود.

## رکاب گیرنده ***(Boll Type) shackle , chain:***

رکاب گیرنده (شیکل ) یا زنجیر ، به سه حالت حلقه زنجیره ای انتهـایی ***(Anchor) U,*** شکل انتهایی مستقیم ***(chain)*** به عنوان گیرنده و به صورت پیچیـده ***(Twisted)*** بـه

کار می روند. همگی آن ها از فولاد ساخته شده و به صورت گالوانیزه گرم بـوده دارای میلـه فولادی ۱ واشپیل برنجی می باشند. در شکل(۲-۱)نمای رکاب گیرنده انتهایی نوع مستقیم با میله رکاب و مشخصات آنها نشان داده شده است .




رکاب گیرندهٔ مستقیم ـ شَکِل

شکل(۲-۱):رکاب گیرنده مستقیم-شکل

جدول(۳-۱):اطلاعات رکاب گیرنده و میله رکاب

اطلاعات رکاب گیرنده و میله رکاب

| | |
|---|---|
| اندازه A (طول رکاب) ـ (میلی‌متر) | ۵۰ |
| اندازه B (قطر رکاب) ـ (میلی‌متر) | ۱۲/۷ |
| اندازه C (دهانه رکاب) ـ (میلی‌متر) | ۱۹ |
| اندازه D (قطر میله رکاب) ـ (میلی‌متر) | ۱۶ |
| مشابه یا یکسان با NGK | – |
| شمارهٔ استاندارد توزیع | – |
| کمترین قدرت مکانیکی (کیلوگرم) | ۱۱۴۰۰ |

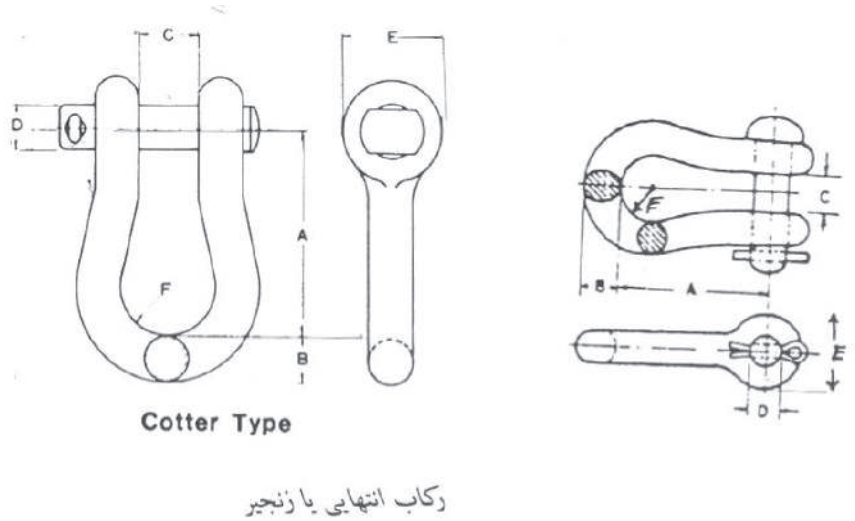
* اسامی دیگر این رابط ***U*** شکل – زنجیر – رکاب گیرنده مستقیم ، زنجیر یو شکل می باشد.

## رکاب انتهایی *(Shackle, Anchor)*

رکاب انتهایی ( نوع لنگری شکل ) که در اصطلاح «شیکل» یا شَـکِل گفتـه مـی شـود،یکی دیگر از قطعات با کاربرد متنوع در شبکه های توزیع می باشد کـه از فـولاد سـاخته شـده و دارای میله واشپیل برنجی است.این رابطه مطابق با مشخصـات ***ASTM-A***۱۵۳ گـالوانیزه

[1] ) ساخته ومورد استفاده قرار میدهند Boll Type - در بعضی از خطوط انتقال برای استحکام بیشتر ، میله رکاب را از نوع پیچ و مهره (

گرم می شود.در شکل (۳-۱) رکاب انتهایی و در جـدول (۳-۱) اطلاعـات آن مشـاهده مـی شود.این قطعه به عنوان حلقه انتهای زنجیره مقره بشقابی در سمت کنسول بکـار مـی رود. بنابراین بیشتر به طور اختصار ( زنجیر) نامیده می شود و در شبکه بـه علـت راحتـی بـاز و بسته شدن سیستم قفل کننده،کاربرد فراوانی دارد.



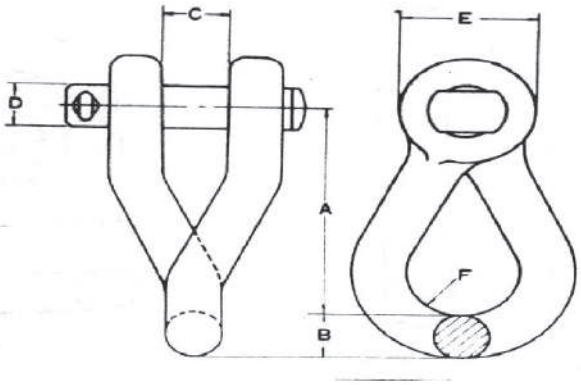

رکاب انتهایی یا زنجیر

شکل(۳-۱):رکاب انتهایی یا زنجیر

* نام دیگر آن زنجیر – شیکل گالوانیزه – رکاب – شَکِل یا شیکل است.
** قطر رکاب انتهایی در مواردی می تواند ۱۲/۷ میلی متر باشد.

## رکاب پیچیده (Shackle-Twisted):

رکاب پیچیده،فولادی و طبـق مشخصـات ۱۵۳-***A*** مربـوط بـه ***ASTM*** بـه صـورت گـرم گالوانیزه شده است. بین میله رکاب و انتهای قسمت ***U*** شـکل ، یـک پـیچش تـدریجی بـه انـدازه ۹۰ درجـه وجـود دارد.در شـکل (۴-۱) ، نمـای رکـاب پیچیـده و در جـدول (۴-۱)،اطلاعات آن مشاهده می شود. هنگامی که زنجیره مقره بشـقابی بـه یـراق آلات دیگـراز جمله صفحه پلیت باندل ، کلمپ نگه دارنده سیم و یا رابـط گیـره آویـزی اتصـال یابـد،این قطعه باید ۹۰ درجه چرخش داشته باشد.




رکاب پیچیده

شکل(۴-۱):رکاب پیچیده

جدول(۴-۱):اطلاعات رکاب پیچیده

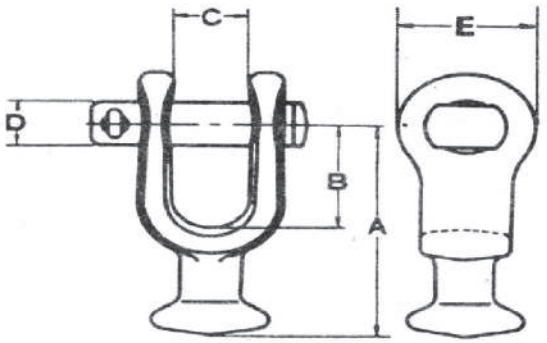
اطلاعات رکاب پیچیده

| | |
|---|---|
| اندازه A (میلی‌متر) | ۷۶ |
| اندازه B (قطر رکاب انتهایی) ـ (میلیمتر) | ۱۶ |
| اندازه C (دهانه رکاب انتهایی) ـ (میلی‌متر) | ۱۹ |
| اندازه D (قطر میله رکاب) ـ (میلی‌متر) | ۱۶ |
| اندازه E (قطر مهره رکاب) ـ (میلی‌متر) | ۳۸ |
| اندازه F (شعاع زنجیر) ـ (میلی‌متر) | ۱۶ |
| مشابه یا یکسان با NGK | 4H-606R |
| شمارهٔ استاندارد توزیع | - |
| کمترین قدرت مکانیکی (کیلوگرم) | ۱۲۰۰ |

## رکاب گوشتکوبی (Ball-Clevis):

بال کلویس یا رکاب گوشتکوبی از فولاد ساخته شده وطبق مشخصات ۱۵۳-**A** مربوط به **ASTM** به صورت گرم گالوانیزه گردیده است.هنگامی که کاهش طول زنجیره مقره و همچنین جلوگیری از ارتعاش و انحراف آن ها مدّ نظر باشد این قطعه بسیار مفید خواهد بود .همچنین این قطعه،بجای دو قطعه رکاب انتهایی ورابط چشمی ( زنجیر و بال آی) به

کار می رود.ازدیگر تولیدات این قطعه با طول بلند تر،بازوهای رکاب به اندازه های **B=**۲۵ , **B=**۴۹ میلی متر است که در موارد خاص ، برای اتصال به کنسول به کار می روند.در ضمن این قطعه در صورت کاربرد،برای امکان مانور به صورت خط گرم ***(Hot Line)*** و با طـول بلندتر میله گوشتکوب به اندازه های ۲۹ تا ۳۵=**A** سانتی متر قابل سفارش هستند.




کلویس یا رکاب گوشتکوبی

شکل(۵-۱):کلویس یا رکاب گوشتکوبی

جدول(۵-۱):اطلاعات رکاب گوشتکوبی یا بال کلویس

اطلاعات رکاب گوشتکوبی یا بال کلویس

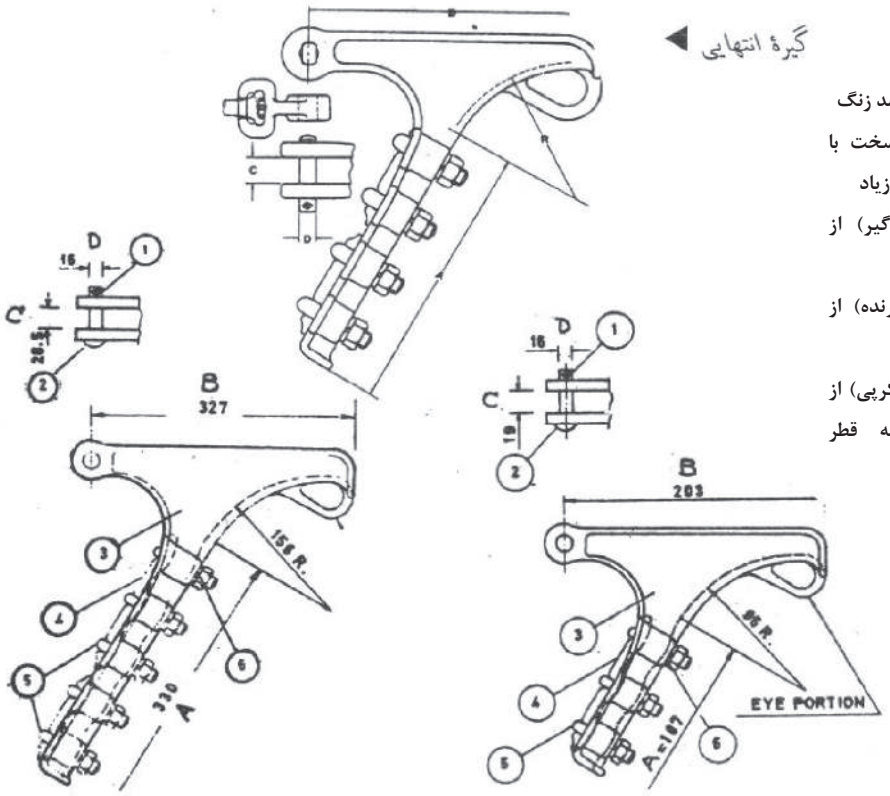
| | | | |
|---|---|---|---|
| اندازه A طول کلویس | (میلی‌متر) | ۷۶ | ۷۶ |
| اندازه B (بلندی رکاب) - | (میلیمتر) | ۳۲ | ۳۸ |
| اندازه C (دهانه رکاب) - | (میلی‌متر) | ۱۹ | ۲۱ |
| اندازه D (قطر میله رکاب) | (میلی‌متر) | ۱۶ | ۱۶ |
| اندازه E (قطر مهره) | (میلی‌متر) | ۴۱ | ۳۸ |
| اندازه گوشتکوپ (Ball) | | ANSI Type B,J, IEC 16mm | ASA نوع J (۱۸mm) |
| مشابه یا یکسان با NGK | | 4H-492 C | 4H-2113 B |
| شماره استاندارد توزیع | – | – | |
| کمترین قدرت مانیکی (کیلوگرم) | ۸۲۰۰ | ۱۳۶۰۰ | |

* نام های دیگراین رابط ، کلویس وبال کلویس می باشد.

## گیره انتهایی ***(Clamp , Dead End ,(Clevis Type))***:

گیره انتهایی نوعی رکابی یا(سیم گیر) برای هـادی هـای ***ACSR*** آلومینیومی،بکـار مـی رود.بدنه گیره از آلیاژ آلومینیوم و نگه دارنده و آداپتور آن از فولاد ساخته شده اسـت.تمـام قسمتهای آهنی ، مطابق با مشخات ۱۵۳-**A** ، مربوطه به ***ASTM*** به صورت گرم گالوانیزه

شده است.در شکل (۷-۱) نمای گیره انتهایی ۴،۳و۵ پیچه و در جدول (۷-۱) اطلاعات آن ها آمده است.در شبکه هوایی توزیع گیره های انتهایی ۲و۵ پیچه نیز به کار رفته اند که کاربرد آنها بر اساس قطر سیم مورد نظر، برای کشش و بسته شدن انتخاب می شوند.به عنوان مثال، گیره انتهایی ۳ پیچه برای سیم های آلومینیومی( با قطر دست کم ۷و تا ۱۱ میلی متر) با مقطع ۳۵/۶یا ۷۰/۱۲ و گیره انتهایی ۵ پیچه برای هادی های با مقطع ۱۲۰/۲۰و ۱۸۵/۸۳مناسب می باشد.




**۱-اشپیل فولادی ضد زنگ**
**۲- پین از فالاد سخت با قدرت تحمل کشش زیاد**
**۳- کلمپ (سیم گیر) از آلیاژ آلومینیوم**
**۴- مغزی (نگه دارنده) از جنس آلومینیوم**
**۵- پیچ U شکل (کرپی) از فولاد گالوانیزه به قطر ۱۲mm و مهره**

شکل(۷-۱):گیره انتهایی

جدول(۷-۱):اطلاعات گیره انتهایی

اطلاعات گیرهٔ انتهایی

| تعداد کُرپیها | دو پیچه | چهار پیچه | سه پیچه | پنج پیچه |
|---|---|---|---|---|
| کمترین قطر سیم (میلی‌متر) | ۵/۱ | ۷/۶ | ۷ | ۱۴/۵ |
| بیشترین قطر سیم (میلی‌متر) | ۱۱/۹ | ۱۸/۵ | ۱۰/۹ | ۱۸ |
| اندازه A (میلی‌متر) | ۱۰۲ | ۲۳۸ | ۱۸۷ | ۳۳۰ |
| اندازه B (میلی‌متر) | ۱۴۹ | ۲۶۰ | ۲۰۳ | ۲۲۷ |
| اندازه C (میلی‌متر) | ۱۹ | ۲۲ | ۱۹ | ۲۸/۵ |
| اندازه D (میلی‌متر) | ۱۶ | ۱۶ | ۱۶ | ۱۶ |
| شعاع قوس طپانچه‌ای | ۷۰ | ۱۲۱ | ۹۵ | ۱۵۶ |
| مشابه یا یکسان با NGK | 2H-5012AU | 2H-270AU | 2H-270A | 2H-969C |
| شمارهٔ استاندارد توزیع | – | – | ل.م.۱۶. | ل.م.۱۷. |
| بیشترین قدرت مکانیکی (Kg) | ۴۵۳۰ | ۷۰۰ | ۴۵۳۰ | ۱۱۳۰۰ |

● نام‌های دیگر این رابط سیم‌گیر، کلمپ انتهایی، گیرهٔ طپانچه‌ای شکل می‌باشد:

## مادگی رکابی (Socket – Clevis) (ساکت ):

مادگی رکابی از فولاد ساخته شده وطبق مشخصات ۱۵۳-**A** مربوط به **ASTM** به صورت گرم گالوانیزه گردیده است . این رکاب دارای میله گالوانیزه فولادی مطابق ۱۰۵۴ **SAE** **HDG** واشپیل می باشد در شکل (۱۳-۱) نمای مادگی رکابی مشاهده می شود. نمونه دیگری از مادگی رکابی به صورت رکاب باز وجود دارد که در آن زاویه بین رکاب ها ۴۵ درجه می باشد. البته در خطوط انتقال نیز گونه هایی با طول بلندتر نیز وجود دارد.

شکل(۱۳-۱):مادگی رکابی

## مهره چشمی بیضی (Eye ,Nut ,Oval eye):

مهره چشمی ، برای پیچ به قطر ۱۶ میلی متر مناسب است و می تواند از فولاد مطابق با **SAE** استاندارد ۱۱۱۵و یا از میله فولادی منطبق با مشخصات ۱۰۷-**A** مربوط به **ASTM** ساخته شود.این مهره دست کم تحمل قدرت ۶۰۰۰ کیلوگرم را خواهد داشت.این قطعه به عنوان مهره ، در دو انتهای پیچ های دو سررزوه پایه های کششی **(Dea End)**

به کار می روند تا ضمن انتقال دو نیروی سیم های تحت کشش به پیچ ها برآیند آنها را متعادل و یا صفر نمایند.در این حالت ، پایداری کنسول، کراس آرم و سازه های خطوط بهتر حفظ شده.اتصال زنجیره مقره بشقابی لینک کششی نیز به راحتی انجام می پذیرد. اندازه قطر مهره حدیده شده،متناسب با پیچ های به کار رفته در شبکه خواهد بود که به طور معمول ۱۶ میلی متر است.در شکل (۱۶-۱)،نمای مهره چشمی نشان داده شده است.

شکل(۱۶-۱):مهره چشمی

## پیچ و مهره (Through Bolt):

پیچ یک سر رزوه ( پیچ کراس آرم)پیچ های ماشینی فولادی ۱در کلیه سازه های فلزی و اتصالاتی مثل بستن کراس آرم وکنسول ها به تیرهای بتنی وهمچنین محکم کردن تسمه حائل به پایه ها به کار می روند. پیچ و مهره ها همگی به صورت گالوانیزه ۱ ،آبکاری می شوند برای راحتی عملیات توسط سیمبانان، سرپیچ ها، (آچارخور) به صورت میلی متری و شش گوش ۲ با نمره **S=**۲۴ طراحی شده اند. قطر پیچ های شبکه فشار متوسط بر اساس استاندارد باید ۵/۸ اینچ $\phi = 16mm$ باشد و تمام آن ها باید دارای فرآیند ساخت به صورت رولینگ ***(Rolling)*** یا غلطکی باشند ، یعنی ساخت دندانه های آن به صورت فشار و قلاریز نبوده بلکه بصورت فرآیند فورج و غلطکی بوده دندانه ها به صورت ۶۰ درجه باشد و سررزوه به طول ۱۰ سانتی متر بازشود. گام دندانه های این پیچ ها باید ***P=۰,۲mm*** باشد.

---

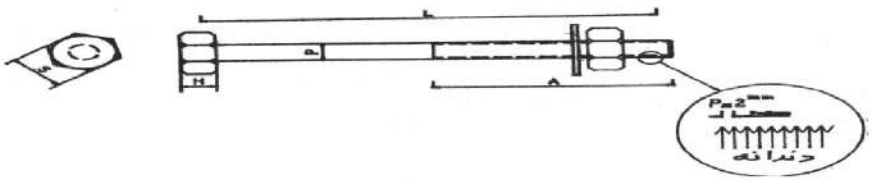
[۱]- MACHNR BOLT

[۱] – درصورت گالوانیزه گرم بایستی به توسط فرایند دورانی از پر شدن دانه ها در مراحل گالوانیزه کردن جلوگیری شود

۲ - در استاندارد قدیم ، به صورت چهارگوش و با استاندارد آمریکایی B-۱۸,۲ به کار رفته است

در ضمن پیچ های مورد استفاده در شبکه های فشار ضعیف به قطر (۱۲ $\phi = 12mm$) بوده و پیچ ومهره های $M_{12}$ میلی متر استفاده میشوند . طول این پیچ ها با توجه به محل و ابعاد مورد کاربرد انتخاب می شوند از آن جایی که ابعاد و وجه سر تیرها دارای ابعاد متفاوت است، طول پیچ ها نیز از ۲۰ تا ۴۵ سانتی متر متغییر می باشد.

لازم به توضیح است ، نمونه ای دیگر از پیچ های ۵ سانتی متری با قطر ۱۴ میلی متر که برای بستن تسمه حایل به کراس آرم و یا مونتاژ سکوهای فلزی ترانس ها استفاده می شود،علاوه بر نوع گالوانیزه گرم به صورت نیکل کادنیوم نیز به کار می رود.



پیچ یک سر دنده M16

: اطلاعات پیچ یک سر M16 و M14

مخصوص تیر های بتنی H شکل

| INTEM NO | D mm | L mm | A mm |
|---|---|---|---|
| 1 | 16 | 200 | 100 |
| 2 | 16 | 250 | 100 |
| 3 | 16 | 300 | 100 |
| 4 | 16 | 350 | 100 |
| 5 | | | |
| 6 | | | |

M16 | S=24 | H=10.75 | سر شش گوش معمولی

مخصوص تیر پیش تنیده

| INTEM N2 | D mm | L mm | A mm |
|---|---|---|---|
| 1 | 14 | 200 | 100 |
| 2 | 14 | 250 | 100 |
| 3 | 14 | 300 | 100 |
| 4 | 14 | 350 | 100 |
| 5 | | | |
| 6 | | | |

M14 | S=24 | H=9.25 | سرشش گوش سنگین

NOTE :
a – ALL BOLTS HAVE ROLLED THREADS AND CONE – TYPE POINTS.
d – BOLTS HEAD AND NUTS SHALL HAVE A SIAND ARD SQUARE FROM AND S – ALL BE MADE OF HOT – DIP GALVNIZED STEEL:
C – FOR WASHER SPECIFICATION REFER TO M14 & M16.

| BOLT DIA | ULTIMATE LOAD Kg | |
|---|---|---|
| mm | TENSILE | SHEARING |
| 14 | 5600 | |
| 16 | 7500 | |

شکل(۱۹-۱):پیچ یک سر دنده

## پیچ ومهره ۵ سانتی متری – M۱۴:

پیچ ومهره های گالوانیزه (با نیکل کادمیوم ) ۵ سانتی متری نمره ۱۴M، مخصوص اتصالات فلزی و سازه های خطوط هوایی از جمله محل اتصال تسمه حایل به کراس آرم می باشد.این پیچ تمام رزوه بوده و به صورت گالوانیزه گرم ساخته می شود. گام آن ها ۲=P ( یا معادل GB BS ) خواهد بود که به صورت رولینگ (غلطکی) ساخته شده اند . سرپیچ ها مطابق با ۲۴mm=S بوده و هریک از آنها دارای مهره و واشر فنری هستند.

## پیچ و مهره دو سررزوه:

پیچ دوسر دنده در پایه های کششی یاانتهایی،برای افزایش استحکام سازه هاوهمچنین اتصال کنسول کراس آرم ها بکار می رودواز پیچ های دوسررزوه(دو سردنده) ۱۶میلی متربه صورت سرتاسری باعبوراز پایه بتنی وکنسول هااستفاده می شود.این پیچ ها به دلیل انتقال نیروهاتوسط اتصال مهره های چشمی به یکدیگر وایجادبرآیندکمترین نیروی وارده به کنسول و کراس آرم ها،ازاهمیت ویژهای برخوردارنداین پیچ ها در طول های بلندو باچهارمهره وواشر مربوطه ساخته میشوند.

## مهار و انواع آن

چون پایه ها از طرف سیم ها تحت نیروی کششی قرار می گیرند و بعلت وزن زیاد تجهیزات خط ، وزن برف و یخ و اثرات باد و فاصله های نامساوی بین پایه ها که ایجاد بارهای مکانیکی نامتعادل می کند از مهار استفاده می شود بطور کلی مهار در سه مورد زیر بکار می رود .

الف – در جاهائیکه می خواهند پایه کراس آرم را از وضعیت نرمال خود در خط خارج نمایند مانند ابتدا و انتهای خطوط (ددانده‌ها) و زوایا و سرپیچ ها

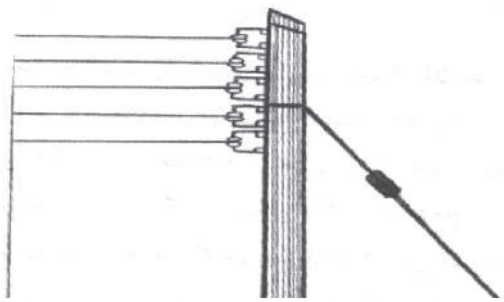
ب- برای نگهداری پایه در مقابل نیروهای ناشی از یخ و برف و تگرگ و باد و طوفان

پ- در مکان هائی که عمق چاله به اندازه استاندارد امکان پذیر نباشد و در نتیجه نتوان پایه را خوب و محکم در زمین قرار داد .

به طور کلی مهار ها را به شش دسته به شرح زیر تقسیم می کنند:

## مهار ساده یا معمولی

از این نوع مهار در ابتدا و انتها ( ددانده‌ها )و زوایا و سرپیچ ها و در سرانشعابها خطوط و همچنین در مواقعی که پایه برروی تپه نصب گردد در جهت عکس شیب تپه استفاده می شود در این حالت پایه توسط سیم فولادی گالوانیزه ای که از یک طرف به سر پایه و از طرف دیگر به میله مهار و میله مهار به صفحه مهار در زمین متصل باشد مهار می گردد.



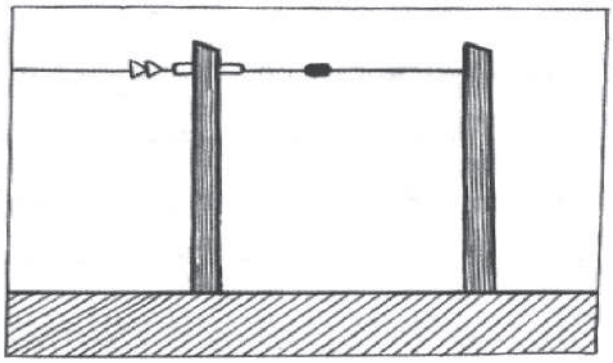
شکل ۲۲- مهار ساده

## مهار اسپان

از این نوع مهار موقعی استفاده می شود که در پشت پایه فضای کافی برای نصب مهار ساده وجود نداشته باشد دراین صورت پایه ای که قرار است مهار شود به وسیله پایه دیگری که در نقطه مناسبی نسب می شود مهار می گردد . (شکل ۲۳ )

به عنوان مثال وقتی یک پایه در لب جدول خیابان نصب می شود و بایستی مهار گردد پایه دیگری را در آن طرف خیابان نصب می کنیم و توسط سیم فولادی مهار دو پایه را بیکدیگر وصل می کنیم برای مهار اسپان نیز می توان از نبشی استفاده نمود به عنوان مثال وقتیکه پایه‌ای در کنار خیابان نصب شده و در پشت آن ( موازی با جدول خیابان ) حداقل ۲ متر فضا برای مهار کردن وجود دارد .

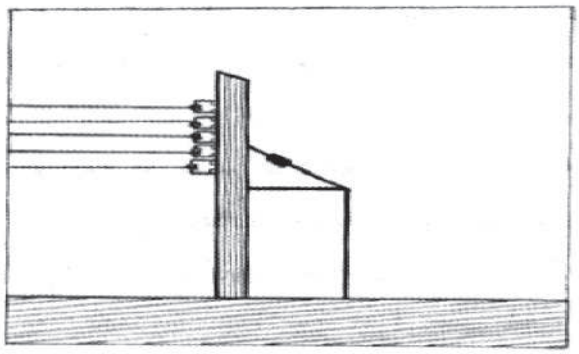
در این حالت پایه ای را در پشت آن نصب کرده و هر دو را با تعدادی نبشی به یکدیگر متصل می کنند مهار اسپان با اتصال نبشی در مقایسه با مهار ساده اقتصادی می باشد ولی در مهار محل هایی که استفاده از مهار ساده غیر ممکن بوده و زیبایی محل نیز مد نظر است از این نوع مهار استفاده می گردد (شکل ۲۳) . همچنین گاهی اتفاق می افتد که انتهای دو خط که دو مسیر استفاده از دو سیستم مهار ساده از یک مهار اسپان استفاده نمود مشروط بر اینکه فاصله بین دو پایه حداکثر ۳۵ متر باشد .



شکل ۲۳- مهار اسپان

## مهار پیاده رویی یا زانویی

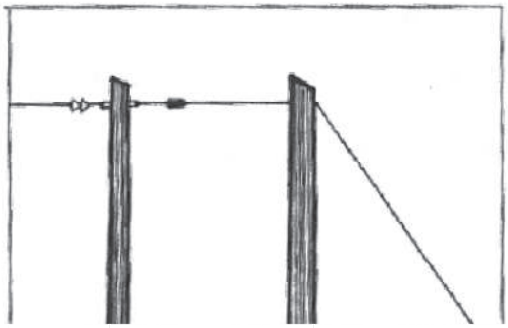
از این نوع مهار در کنار جاده ها ، خیابانها و محل هائیکه امکان نصب مهار ساده وجود ندارد(جاهائیکه بیش از یکی دو متر فضا پشت پایه جهت نصب مهار ساده نمی باشد) استفاده می شود . (شکل ۲۴)



شکل ۲۴- مهار زانویی یا پیاده رویی

## مهار مرکب ( ترکیبی از اسپان و ساده )

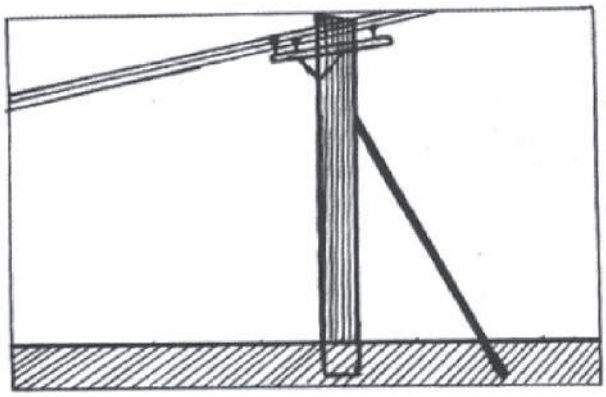
برای استحکام بیشتر مهار می توان از مهار مرکب استفاده نمود . شکل (۲۵-۲)



شکل ۲۵- مهار مرکب

## مهار حائل فشاری ( تودلی )

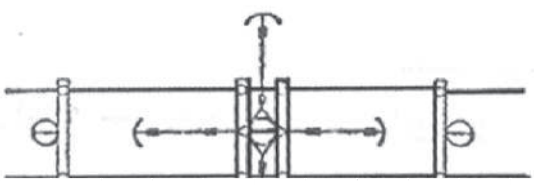
از این نوع مهار در طول خطوطی که به موازات جاده ها یا بزگرراه ها و یا باتلاق‌هـا ( لجـن زارها ) و جائیکه صفحه مهار را نمی توان محکم نشاند و همچنین فضای کافی برای بسـتن سیم مهار نمی باشد ؛ استفاده می گردد. سر این حائل (مهار چوبی ) بوسیله پیچی به پایـه بسته می شود و چون این حائل نیرویی رو به بالا به پایه وارد می کند بایستی به وسیله یک کنده که به قاعده پایه پیچ می شود پایه را رو به پایین در جای خود نگهداشت .( شکل ۲۶)



شکل ۲۶- مهار تودلی

## مهار بادگیر

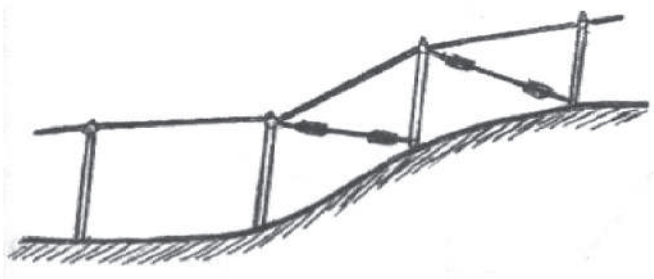
در مناطق باد خیز به منظور جلوگیری از خوابیدن خط در اثر باد و طوفان از این نـوع مهـار استفاده می شود در چنین مناطقی بایستی لا اقل هریک کیلومتر یا هر ددداندبوسـیله چهـار مهار به صورت (+) بسته شوند که دو تا از آنها به نام مهارهای خطی در طول خط و دو تای دیگر به نام مهارهای جانبی در پهلوی خط نصب می گردند(شکل ۲۷)



شکل ۲۷-مهار بادگیر

## مهار سر

بعضی اوقات خطوط از روی تپه ها با شیب تند عبور می کنند که بایستی بـرای اسـتحکام بیشتر در مقابل کشش ، خطوط در جهت سراشیبی مهار گردند معمولاًاین خطوط به وسیله مهار ساده یا مهار سر مهار می شوند مهار سربدینصورت است که سر تیری که بایستی مهار شود به وسیله سیم مهار به پای تیر بعدی بسته می شود بدینوسیله از کنـدن چـال مهـار و میله و صفحه مهار خودداری می گردد . ( شکل ۲۸)



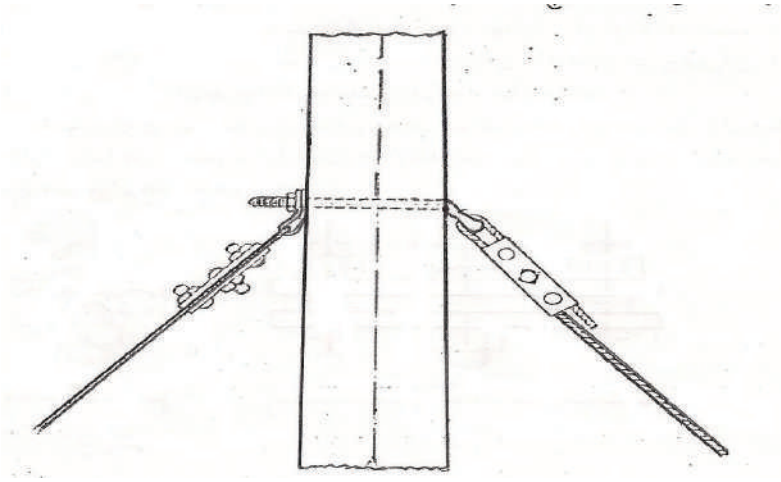
شکل ۲۸- مهار سر

## متعلقات مهار ها

۱-پیچ زاویه دار چشمی:

برای بستن سیم مهار به پایه از آن استفاده میگردد. یک سر آن رزوه وسر دیگر آن کج وچشمی دار میباشد. از فولاد گالوانیزه ساخته شده و زاویه انحنای چشمی آن ۴۵ درجه میباشد. اندازه ی آن برای سیم مهار نمره ۸ . ۱۶ *۲۰۰ میلیمتر ومقاومت نهایی آن ۵۶۰۰ کیلو گرم نیرو وبرای سیم مهار نمره ۱۰. ۱۹ *۳۰۰ میلیمتر ومقاومت نهایی آن ۸۴۰۰ کیلو گرم نیرو و برای سیم مهار نمره ۱۲. ۲۵ *۳۰۰ میلیمتر و مقاومت نهایی آن ۲۰۵۰۰ کیلو

گرم نیرو میباشد. اگر به جای پیچ زاویه دار چشمی از پیچ راست و معمولی استفاده شود بایستی سیم توسط گوشواره ی دالی شکل به پیچ بسته شود.



پیچ زاویه دار و گوشواره زاویه دار

## ۲– گوشواره ی مهار:

برای جلوگیری از شکسته شدن سیم مهار آنرا بوسیله ی گوشواره ی مهار بر روی پیچ زاویه دار چشمی یا گوشواره ی دالی شکل و پیچ تنظیم مهار می بندند. برای هر مهار دو عدد گوشواره مهار استفاده میگردد که از فولاد گالوانیزه ساخته شده است.

## ۳– گیره سیم مهار یا کلمپ سه پیچ:

دو تکه میباشد که توسط سه پیچ به یکدیگر محکم میگردد. جنس آن از فولاد گالوانیزه است و سطح داخلی آن دارای دو شیار عاجدار میباشد. طول آن ۱۰ سانتیمتر و عرض آن ۴ سانتیمتر است. برای هر مهار فشار قوی و فشار ضعیف چهار عدد نیاز میباشد.

ضمنا" در صورت نبودن کلمپ سه پیچ میتوان بجای هر کلمپسه پیچ دو عدد قفل بکسل استفاده نمود. قفل بکسل (بست سیم مهار) از فولاد گالوانیزه ساخته شده و فاقد برآمدگیهای تیز که موجب بریدن سیم مهار شود میباشد.

## ۴– مقره مهار:

در هر مهار فشار متوسط (۲۰ کیلو ولت) و یا فشار ضعیف یک عدد مقره مهار مناسب استفاده میگردد.

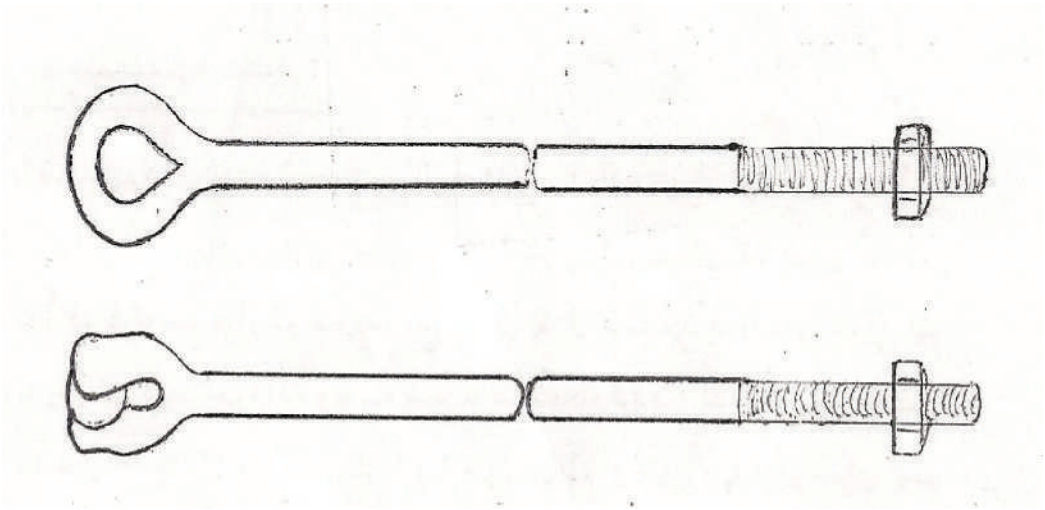
## ۵–پیچ تنظیم مهار:

از فولاد گالوانیزه ساخته شده که برای رگلاژ سیم مهار روی میله مهار بسته می شود. در هر مهار یک عدد استفاده می گردد.

## ۶–میله ی مهار:

یکپارچه و از فولاد گالوانیزه ساخته میشود. برای مهار فشار ضعیف قطر آن ۱۶ میلیمتر و مقاومت نهایی آن ۸۴۰۰ کیلو گرم نیرو وبرای مهار فشار متوسط قطر آن ۱۹ میلیمتر و مقاومت نهایی آن ۱۲۰۰۰ کیلو گرم نیرو و طول آن معمولا" برای فشار ضعیف ۱/۸۰ وبرای فشار متوسط ۲/۴۰ متر میباشد.

ضمنا" بایستی چاله ی مهار را طوری شیب داد که میله ی مهار بدون اینکه خم شود در امتداد سیم مهار قرار گیرد و نبایستی از تقریبا" ۳۵ سانتیمتر از طول آن از سطح زمین بالاتر باشد زیرا هر چقدر میله مهار بیشتر در زمین قرار گیرد استقامت آن بیشتر خواهد شد.



شکل(۷-۲)- میله مهار

## سیم مهار ، طول آن و محاسبه نیروی کشش آن

سیم مهار از فولاد گالوانیزه ساخته می شود و دارای ۷ رشته بهم تابیده می باشد بر حسب قطر خارجی اش نامگذاری می گردد. به عنوان مثال سیم مهار نمره ۸ یعنی سیم مهاری که قطر خارجی آن ۸ میلیمتر است و از نظر جنس فولاد به سه دسته به شرح زیر تقسیم می شود :

الف ) سیم مهار معمولی

ب ) سیم مهار با قدرت زیاد

پ) سیم مهار با قدرت فوق العاده زیاد که مشخصات آنها در جدول (۱۱) آمده است بایستی حداقل از سیم مهار با قدرت زیاد استفاده نمود .

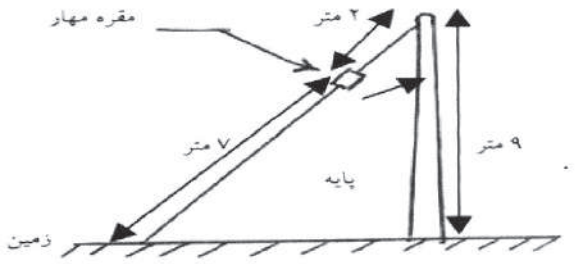
جدول ۱۱- مشخصات انواع سیم مهار

| قطر سیم مهار mm | قطر هر رشته و تعداد mm | نیروی گسیختگی سیم معمولی Kg | نیروی گسیختگی سیم با قدرت زیاد Kg | نیروی گسیختگی سیم با قدرت فوق العاده زیاد Kg |
|---|---|---|---|---|
| 8 | 7×2.6 | 1450 | 3624 | 5074 |
| 10 | 7×3.17 | 1925 | 4892 | 6976 |
| 12 | 7×4.2 | 2582 | 6568 | 9422 |

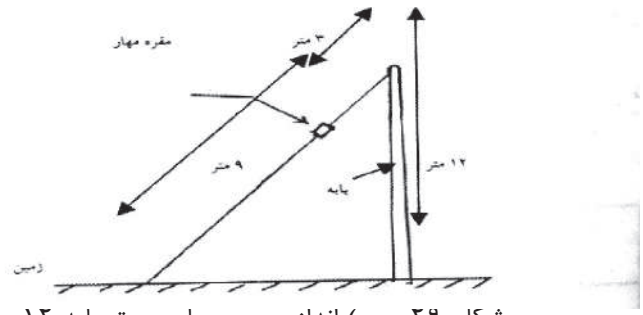
## طول سیم مهار

طبق استاندارد وزارت نیرو حد اپتیمم فاصله مهار تا پای تیر $\frac{3}{4}$ ارتفاع تیر از سطح زمین می باشد که این فاصله برای پایه های ۹ متری ، ۵/۵ متر و برای پایه های ۱۲ متری ،۷/۵ متر می باشد و ضمناً هر بار که سیم مهار در کلمپ سه پیچ با قفل بکسل بسته می شود بایستی حدود نیم متر از آن برروی خودش برگشت داده شده و بافته شود تا کاملاً محکم گردد لذا طول سیم مهار برای پایه ۱۲ متری حدود ۱۴ متر که بدوتکه ۳ و ۹ متری در بالا و پایین مقره مهار و برای پایه ۹ متری حدود ۱۱ متر که بدوتکه ۲و ۷ متری در بالا و پایین مهار تقسیم می گردد و مازاد آنها در اطراف کلمپ سه پیچ به روی خودشان بافته می شود .

شکل ۲۹- الف و ب ) اندازه سیم مهار جهت پایه ۹ و ۱۲ متری نشان می دهد .



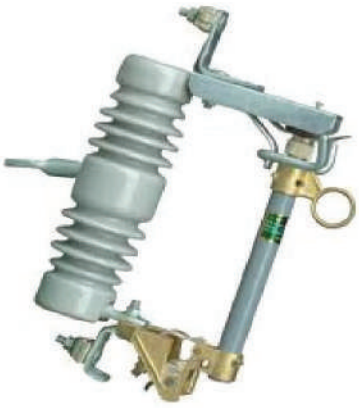
شکل ۲۹- الف)  اندازه سیم مهار جهت پایه ۹ متری



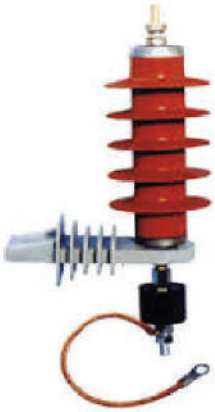

شکل ۲۹- ب ) اندازه سیم مهار جهت پایه ۱۲ متری

## سیستم های حفاظت از تجهیزات و خطوط ۲۰ کیلو ولت

این سیستم ها عبارتند از وسائل و دستگاههائی که در مدارها ومسیر جریان بگونه ای نصب می گردند که از تجهیزات شبکه و خطوط در مقابل جریانهای اتصال کوتاه و اضافه بارهای مخرب حفاظت نمایند . این وسائل عبارتند از : برقگیر و فیوز کت اوت



کت اوت



برقگیر

## ۱ – برقگیرها

جهت حفاظت شبکه های هوائی و تجهیزات مربوطه از دو نوع برقگیر استفاده می شود :

الف – برقگیر شاخکی که روی هر بوشینگ ترانس نصب شده که جریانهای قوی مخرب مانند صاعقه را به زمین منتقل می کند .

این نوع برقگیرها ساده ترین نوع برقگیر می باشند که به جرقه گیر (برقگیر با فاصله هوایی) معروف هستند به مراتب از آنها در محلهای اتصال مقره به هادی یا اطراف بوشینگهای ترانسهای توزیع دیده می شود.

همانطوریکه که می دانیم برقگیرها باید در برابر ولتاژ نامی شبکه مانند یک کلید باز رفتار کنند و در برابر ولتاژهای بیشتر از ولتاژ نامی شبکه مانند یک کلید بسته رفتار کنند.در این نوع برقگیرها (برقگیر با فاصله هوایی) اگر ولتاژ بالا رود؛ بین شاخکها قوس برقرار شده و انرژی صاعقه را به زمین منتقل شده و این امر باعث می شود که تجهیز از بین نرود.

ب – برقگیرهای ***ZNO*** ( اکسید روی ) که عبارتند از یک استوانه چینی که دو سر آن دو پیچ جهت اتصال میان شبکه و اتصال زمین قراردارد که دراین استوانه تعداد ی قرص اکسید روی و صفحه های فلزی و یک فنر وجود دارد این برقگیرها همیشه تحت ولتاژ هستند و جریانی نشتی از آنها عبور می کند ولی این جریان در حد کمتر از چند میلی آمپر می باشد و هیچ مشکلی را ایجاد نمی کند .

## دیسکانکتور برقگیر

یکی از مشکلات عمده بهره برداران خطوط توزیع پس از سوختن برقگیرها در تشخیص برقگیر سوخته و بر طرف کردن خطای اتصال کوتاه ناشی از آن در شبکه است . برای حل این مشکل دیسکانکتور به عنوان یک تجهیز قابل استفاده به همراه برقگیرهای کسید روی در خطوط توزیع به کار می رود . جلوگیری از اتصال کوتاه دائمی شبکه هنگام سوختن برقگیر و مکان مشاهده بصری و تشخیص دبرقگیر سوخته جهت سهولت در شناسائی و تعویض از وظائف دیسکانکتور برقگیر می باشد .

## عملکرد دیسکانکتور

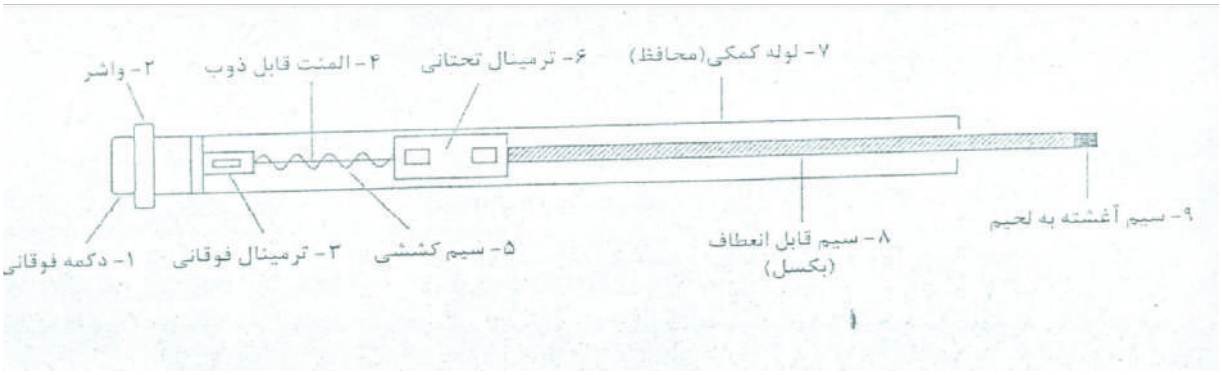
در زمانی که برقگیر در شرائط طبیعی عملکرد خود قرار دارد ( اعم از عبور جریان نشتی، عبور صاعقه ، یا جریانهای ناشی از کلید زنی ) دیسکانکتور که به صورت سری با برقگیر قراردارد عکس العملی نشان نمی دهد . به عبارت دیگر از نظر ظرفیت گرمائی به صورتی

طراحی شده است که قابلیت تحمل تنشهای حرارتی ناشی از جریانهای مذکور را دارا می باشد . پس از سوختن برقگیر و با عبور جریان فرکانس قدرت شبکه چاشنی حرارتی موجود در دیسکانکتور منفجر شده و سیم ارت متصل به برقگیر را از آن جدا می کند . مشخصه عملکرد دیسکانکتور یک مشخصه فیوزی می باشد یعنی با افزایش جریان عبوری زمان عملکرد کاهش می یابد .

## ۲ – فیوز کت اوت

جهت حفاظت از ترانسفورماتور و خطوط و دیگر تجهیزات منصوب در شبکه های هوایی از فیوز کت اوت استفاده می شود . ساختمان فیوز کت اوت از دو قسمت اصلی ساخته شده است :

۱ – قسمت ثابت : عبارت است از یک مقره استوانه ای چینی که در قسمت بالا یک فک یا کنتاکت و در قسمت پایین یک محل نگهدارندهکت اوت است .




۲ – قسمت متحرک : که قسمت اصلی و عمل کننده فیوز کت اوت است که عبارت است از یک لوله استوانه ای عایق که سر و ته آن از برنز است و در قسمت بالا دارای یک حلقه جهت کشیدن و در مدار قراردادن است و در میان این استوانه وسیله قطع شونده به نام فیوز لینک یا المنت کت اوت قرار می گیرد . فیوز لینک از قسمت های مختلفی ساخته شده است که به شرح ذیل می باشد :

## چگونگی انتخاب فیوز لینک

المنت کت اوت ترانسفورماتور را در برابر جریانهای اتصال کوتاه و همچنین اضافه بارهای زیاد حفاظت می کند . برای انتخاب المنت کت اوت در ترانس خطوط ۲۰ کیلو ولت از فرمول زیر استفاده می شود

( قدرت ترانس ***KVA*** ) *۰,۰۶= آمپر المنت

فیوز کت اوت های که در شبکه های ایران استفاده می شود طبق استاندارد وزارت نیرو دارای مشخصات ذیل می باشند :

۱ – ولتاژ اسمی ۲۰ کیلو ولت

۲ – حداکثر ولتاژ سیستم ۲۴ کیلو ولت

۳ – فرکانس ۵۰ هرتز

۴ – آمپراژ اسمی ۱۰۰ آمپر

۵ – ظرفیت قطع ۱۰ کیلو آمپر

۶ – آمپراژ اسمی فیوز ۳ ، ۶ ، ۱۰ ، ۱۲ ، ۱۵ ، ۲۰ ، ۲۵ ، ۴۰ ، ۵۰ و ۶۰ آمپر

لازم به ذکر است که از ۶۳ آمپر به بالا از سکسیونر استفاده می کنند .

## کمیت های الکتریکی

*شدت جریان الکتریکی:*

اگر بتوانیم با دادن انرژی به مدار والانس یک اتم ، الکترون های آنرا آزاد کنیم و در یک مسیر حرکت دهیم جریان الکتریکی ایجاد کرده ایم. انرژی الکترون های آزادی که در یک جهت هستند با هم جمع می شوند و انرژی آزاد بیشتری را برای انجام کار در اختیار ما می گذارند. تعداد الکترون هایی که انرژی هم جهت دارند میزان شدت جریان الکتریکی را مشخص می کنند که آن را با حرف I نشان میدهند .

بنابراین شدت جریان الکتریکی عبارت است از مقدار بار الکتریکی ( الکترون های آزاد ) که از یک نقطه خاص در سیم در طی یک مدت زمان مشخص عبور می کند .

جریان=(بار الکتریکی/زمان)

q بار الکتریکی برحسب کولن و t زمان بر حسب ثانیه و I شدت جریان الکتریکی بر حسب آمپر می باشد.

نکته ۱) چون عامل بوجود آورنده جریان الکتریکی همان حرکت الکترون می باشد و این ذرات دارای بار منفی هستند لذا جهت حرکت واقعی الکترون ها از قطب منفی به سمت قطب مثبت می باشد ولی بر اساس قرارداد جهت جریان الکتریکی در مدارها از قطب مثبت به سمت قطب منفی می باشد .

نکته۲ ) در مدارهای الکتریکی برای اندازه گیری جریان الکتریکی از وسیله ای به نام آمپرمتر که بصورت سری با دستگاه مورد اندازه گیری قرار می گیرد استفاده می شود.آمپرمتر را با حرف A نشان میدهند. برای اندازه گیری شدت جریان قسمتی از مدار را قطع و بعد از قرار دادن آمپرمتر در مدار قسمت قطع شده را مجددا به هم اتصال میدهیم.

نکته ۳) ضربه های انرژی که از یک الکترون به الکترون دیگر برخورد می کند و باعث جابه جایی آن می شود را در اصطلاح جریان الکتریکی می نامند

نکته۴) جریان الکتریکی به دو دسته ی جریان مستقیم (DC) و جریان متناوب (AC) تقسیم میشود.جریان مستقیم جریانی است که فقط در جهت جاری میشودمانند جریان حاصل از باتریها و جریان متناوب ، جریانی است که جهت و مقدار آن با زمان بصورت یکنواخت تغییر میکند مانند جریان برق مصرفی خانه ها.

نکته۵) مقدار معینی از جریان الکتریکی که از واحد سطح مقطع عبور کند را تراکم (چگالی) جریان میگویند.

## پتانسیل الکتریکی:

کمیت الکتریکی دیگر پتانسیل الکتریکی می باشد که وظیفه آن به حرکت در آوردن بار الکتریکی می باشد .

(ولتاژ=کار انجام شده/ژول)

کار انجام شده بر حسب ژول (j) و بار الکتریکی بر حسب کولن (c) می باشد. ولتاژ بر حسب ولت (v) می باشد .

نکته ۱) برای اندازه گیری ولتاژ از وسیله ای به نام ولت متر که به صورت موازی با دستگاه مورد اندازه گیری قرار می گیرد استفاده می شود .

نکته ۲) به روشهای مختلفی می توان ولتاژ تولید کرد ازجمله به وسیله انرژی حرارتی (ترموکوپل) ، انرژی فشاری (گیرنده های صوتی ) ، انرژی حاصل از اصطکاک (مالش دو جسم ) ، انرژی مغناطیسی (ژنراتور) ، انرژی شیمیایی (باتری ها) ، انرژی نورانی (فتوسل ها) و ...

هدایت و مقاومت مخصوص : اجسام مختلف به یک اندازه جریان الکتریکی را از خود عبور نمی دهند بلکه بسته به میزان الکترون های لایه آخر خود جریان را عبور میدهند . مقدار هدایت اجسام را با ضریب مخصوصی به نام ضریب هدایت مخصوص نشان میدهند و با حرف یونانی کاپا (χ) بیان می شود . ضریب دیگر ضریب مقاومت مخصوص می باشد که میزان مخالفت جسم را نسبت به عبور جریان الکتریکی بیان می کند و با حرف یونانی (رو) نشان داده میشو د .

بعد از جریان الکتریکی و پتانسیل الکتریکی کمیت مهم دیگر مقاومت الکتریکی می باشد .

## مقاومت الکتریکی :

خاصیتی است که در مقابل عبور جریان از خود مخالفت نشان می دهد. این مقاومت می تواند به عنوان عاملی به صورت مصرف کننده در مدارهای الکتریکی قرار گیرد.(مانند المنت اتوی خشک)مقاومت الکتریکی را با حرف R نشان میدهند و واحد آن اهم ( ) می باشد .

- عوامل فیزیکی موثر در مقاومت سیم عبارتند از :

۱- سطح مقطع(نسبت عکس) ۲- طول (L) ( نسبت عکس) ۳- جنس سیم (نسبت مستقیم)

سطح مقطع بر حسب میلیمتر مربع و طول بر حسب متر (m)

نکته ) عکس مقاومت الکتریکی را هدایت الکتریکی می نامند و با حرف G نمایش می دهند .

## اتصال زمین در شبکه های توزیع

۱) زمین کردن الکتریکی :

زمین کردن الکتریکی یعنی به زمین وصل کردن نقطه خنثی حقیقی یا مجازی شبکه های برق که جزئی ازمدار الکتریکی میباشند ، مانند زمین کردن مرکز ستاره سیم پیچی ترانسفورماتور (نقطه خنثی حقیقی) ویازمین کردن ترانسفورماتورهایباسیم پیچی مثلث ازطریق بوبین نوترال (نقطه خنثی مجازی ) .

اهمیت نقطه زمین وقتی ظاهر می شود که درشبکه های برق یک اتصال فاز به زمین بروز مینماید.

دراین حالت جریان فاز معیوب ازطریق زمین به نقطه خنثی ترانسفورماتور برگشت داده می شود ومی توان با وسایل حفاظتی ارزان قیمت مانند فیوزها مدار اتصالی راقطع کرد .

درصورتیکه نقطه خنثی به زمین وصل نشده باشد ، جریان اتصالی فاز به زمین بعلت عدم وجود مسیر برگشت ناچیز وخیلی کمتر از جریان معمولی فاز بوده وفیوزهای بکار رفته برای جریان نرمال مداررا قطع نمیکنند ،این امر موجب بالا رفتن ولتاژ فازهای سالم نسبت به زمین شده که خود موجب بروز اشکالاتی در ایزولاسیون شبکه خواهد بودوبرای قطع مدار فاز معیوب درچنین سیستمی ناگزیر به استفاده از وسایل حفاظتی گران قیمت خواهیم بود

۲) زمین کردن حفاظتی :

زمین کردن حفاظتی یعنی اتصال به زمین کلیه قطعات فلزی تأسیسات ودستگاههای الکتریکی که درارتباط مستقیم بامدار الکتریکی قرار ندارند ودرحالت عادی باید بی برق باشند . این کار از بعد حفاظت اشخاص درمقابل برق گرفتگی ازاهمیتخاصی برخوردار است .

ممکن است دراین زمینه چند سؤال اساسی مطرح شود :

-۱ به جای وصل بدنه فلزی دستگاه های الکتریکی به زمین چرا مبادرت به عایق بندی کامل نشود ؟!درعمل معلوم می گردد که عایق بندی کامل تمام دستگاههای الکتریکی و کف و دیوار ساختمانها غیر عملی است و هزینه سنگینی در بر دارد .

-۲ اگرنقطه خنثی ترانسفورماتور به زمین وصل نشود باتوجه به اینکه مسیربرگشت جریان درزمان اتصالی فاز به بدنه دستگاههاوجود ندارد آیا بازهم لزومی برای وصل بدنه فلزی دستگاههای الکتریکی به زمین احساس میشود ؟!

ظاهراً اینگونه بنظر می رسد که دراین حالت خطربرق گرفتگی وجودندارد ، ولی اگر درنقطه دیگری از همین شبکه (مدار ) فازدیگری بابدنه فلزی دستگاه یا زمین اتصال پیدا کند دراین حالت شخصی که بابدنه فلزی دستگاه الکتریکی در تماس است تحت ولتاژ بین دوفاز قرار خواهد گرفت که ۱,۷۳ برابر حالتی است که درآن مرکز ستاره به زمین وصل شده باشد . / ملاحظه می گردد بهترین حفاظت انسان در برابر برق گرفتگی ناشی از اتصال فاز به بدنه دستگاههای الکتریکی ، وصل بدنه فلزی آنها به زمین می باشد که در اثرآن ولتاژ بدنه های فلزی و زمین یکسان شده و عاملی برای پیدایش اختلاف سطح الکتریکی خطرناک وجود نخواهد داشت .

اصولا"حفاظت اشخاص در مقابل خطرات احتمالی ناشی از تماس با بدنه های هادی می تواند به دو روش زیر تامین شود :

۲-۱ ) محدود کردن جریان اتصالی که ممکن است از بدن عبور نماید، به میزانی کمتر از جریان برق گرفتگی .

۲-۲ ) قطع خودکار تغذیه ، به محض بروز نقصی که ممکن است به عبور جریان بیش از جریان بر ق گرفتگی از بدنی که در تماس با بدنه هادی است منجر شود قطع خودکار مدار را موجب خواهد شد .

## اتصال زمین پست توزیع

برای حفاظت سیستم و تامین ایمنی ، هر پست ترانسفورماتور باید مجهز به اتصال زمینهای مطمئن باشد . مقاومت کل اتصال زمین هادی خنثی نباید از ۲ اهم تجاوز کند . از یک اتصال زمین به شرطی میتوان برای حفاظت و ایمنی استفاده کرد که شرائط زیر را داشته باشد :

در نزدیکی هر پست باید حد اقل یک اتصال زمین اساسی احداث شود . اتصال زمینهای دیگر باید در انتهای خطوط تغذیه کننده یا تابلوهای اصلی بعد از پست ترانسفورماتور احداث شوند ، چنانچه در یک پست ترانسفورماتور خطوط ورودی و خروجی فشارمتوسط همگی کابلی باشند و طول هر یک از خطوط قبل از پست از ۳ کیلومتر کمتر نباشد، میتوان برای هر دو منظور(حفاظت سیستم وتامین ایمنی ) از یک الکترود زمین استفاده کرد ( دلیل این امر ، میرا شدن ولتاژ گام در مسیر کابل مجهز به زره فلزی است ) امادر مواردی که امکان انتقال ولتاژ فشار قوی (بخصوص صاعقه) به تجهیزات فشارضعیف وجود دارد لازمست از دو الکترود زمین( استفاده شود که فاصله آن دو الکترود نباید از ۲۰ متر کمتر باشد .

عموما" شبکه های محدوده یک پست توزیع بصورت هوائی احداث میشوند و شرائط ذکر شده در بند فوق را ندارند ، به این معنی که طول خطوط کابلی فشارمتوسط محدوده پست بیش از ۳ کیلومتر نمی باشد بنابر این نیاز به جدا سازی اتصال زمین مربوط به تجهیزات فشار متوسط از سیستم فشار ضعیف می باشد ، از اینرو اتصال زمین فشار ضعیف را در نقطه ای دورتر از پست ( برای هریک از فیدر های فشار ضعیف توزیع ) جداگانه انجام میدهند .

## شرایط مطلوب شبکه جهت نول کردن سیستم حفاظتی وپیشنهادات اصلاحی

با بررسی ها و نتایج حاصله از رفتار شبکه ومطالعه سیستمهای مختلف زمین موجود واستاندارد توصیه های ذیل پیشنهاد میگردد .

۱ ) هدایت الکتریکی هادی نول بایستی حداقل برابر هدایت هادی فاز انتخاب شود جداولی برای این منظور تعیین گردیده که برای هادیهای نصب شده درفضای آزاد وشبکه هوایی بامقطع پنجاه میلی متر مربع بایستی مقطع سیم نول باهادیهای فاز همسان بوده وازاین مقطع به بالا نرم سیم نول یک پله پایین تراز سیم فاز درنظر گرفته میشود وبرای هادی های نصب شده درداخل لوله ها و کابلها تا مقطع ۱۶ میلی متر مربع مساوی وبالاتر ازآن معمولا حدود نصف مقطع فاز تعیین میگردد .دلیل چنین انتخابی این است که بهنگام اتصال کوتاه فرضاً در ۲۲۰ ولت ازنظر ایمنی سهم ولتاژ سیم نول بیش از نصف ولتاژ شبکه یعنی ۱۱۰ ولت نباشد. البته ازآنجایی که سیم نول علاوه برآن زمین نیز می شود ، معمولا سهم ولتاژ سیم نول کمتر از ۵۰ ٪ خواهد بود .

۲ ) هادی نول باید در نزدیکی منبع تغذیه یا ترانسفورماتور زمین شود (حدود ۲۰ متر دورتراز منبع تغذیه) درمورد شبکه های هوایی علاوه برآن حداقل درانتهای هر انشعاب بیش از ۲۰۰ متر باید هادی نول را زمین نمود . علاوه بر این در انتهای هر انشعاب فشارضعیف سیم نول میبایستی زمین گردد.پس هر فیدر فشار ضعیف حد اقل در ابتدا و انتها دارای اتصال زمین برای سیم نول خواهد بود.

۳ ) حداقل سطح مقطع هادیهایی که سیم نول را به زمین متصل مینمایند نباید از ۱۶ میلیمتر مربع کمتر باشد .

۴ ) سیم نول شبکه تحت هیچ شرایطی نباید فیوز داشته باشد چون به محض قطع شدن سیم نول درنقطه فیوز علاوه برپتانسیل دار شدن مسیر برگشت ازنقطه فیوز به بعد امکان رینگ شبکه نول را ازبین می برد .

۵ ) برای جلوگیری از قطع سیم نول شبکه که فوق العاده خطرناک است ، سیم نول نباید

تحت نیروی کشش زیاد قرار گیرد وارتباط ها وبستهای سیم نول باید مطمئن و محکم و بادقت انجام شود .

۶) خلاصه و نتیجه گیری :

هدف از احداث شبکه زمین و اصو ً لا زمین کردن شبکه ها وتأسیسات ایجاد ایمنی بوده که خود شامل دو قسمت عمده می باشد . ایمنی افراد و ایمنی تجهیزات ، بنابراین درطول عمر تأسیسات باید شرایطی فراهم شودکه این بعد ایمنی پایدار مانده ،مشکل یا مسأله ای را برای دست اندر کاران ومجریان ایجاد ننماید .

زمین کردن الکتریکی یعنی به زمین وصل کردن نقطه خنثی حقیقی یا مجازی شبکه های برق که جزئی ازمدار الکتریکی میباشند، مانند زمین کردن مرکز ستاره سیم پیچی ترانسفورماتور (نقطه خنثی حقیقی) ویازمین کردن ترانسفورماتورهای باسیم پیچی مثلث ازطریق بوبین نوترال (نقطه خنثی مجازی ) .

زمین کردن حفاظتی یعنی اتصال به زمین کلیه قطعات فلزی تأسیسات ودستگاههای الکتریکی که درارتباط مستقیم با مدار الکتریکی قرار ندارند ودرحالت عادی باید بی برق باشند . این کار بمنظور حفاظت اشخاص درمقابل برق گرفتگی میباشد وازاهمیت خاصی برخوردار است .

## گراند حفاظتی موقت :

در هنگام کار بر روی شبکه به صورت موقت برای حفاظت از نفرات اجرایی که بر روی شبکه کار می کنند در دو طرف محل کار قرارداده می شود که شامل گراند موقت شار ضعیف و فشار متوسط می باشد . گراند فشار متوسط باید توسط چوب گراند به شبکه نصب شود . بدین صورت که برای نصب گراند توسط چوب گراند ابتدا وسطی را نصب و سپس طرفین را نصب می کنیم به دلیل اینکه اگر مدار برقدار شد احتمال خطر برق گرفتگی کمتر باشد . نکته مهم این است که اتصال زمین باید موثر باشد در صورتی که اتصال زمین موثر نباشد ضمن بی تاثیری خود می تواند خطر ساز نیز باشد .

## اندازه گیری مقاومت زمین :

برای تست یا اندازه گیری مقاومت زمین نیاز به دو دستگاه می باشد : ۱ – ولتمتر ۲ – دستگاه اندازه گیری مقاومت زمین

الف – ولتمتر : با نصب یک عدد میل گراند در فاصله ۳۰ متری و در مدار قرار دادن دستگاه ولتمتر بین این نقطه و محلی که قرار است آن را تست کنیم ولت را اندازه می گیریم اگر

جواب زیر ۲۰ ولت باشد می توان مقاومت زمین را اندازه بگیریم در غیر اینصورت مقاومت محل قابل اندازه گیری نیست ( باید از دستکش ولتاژی استفاده کنیم )

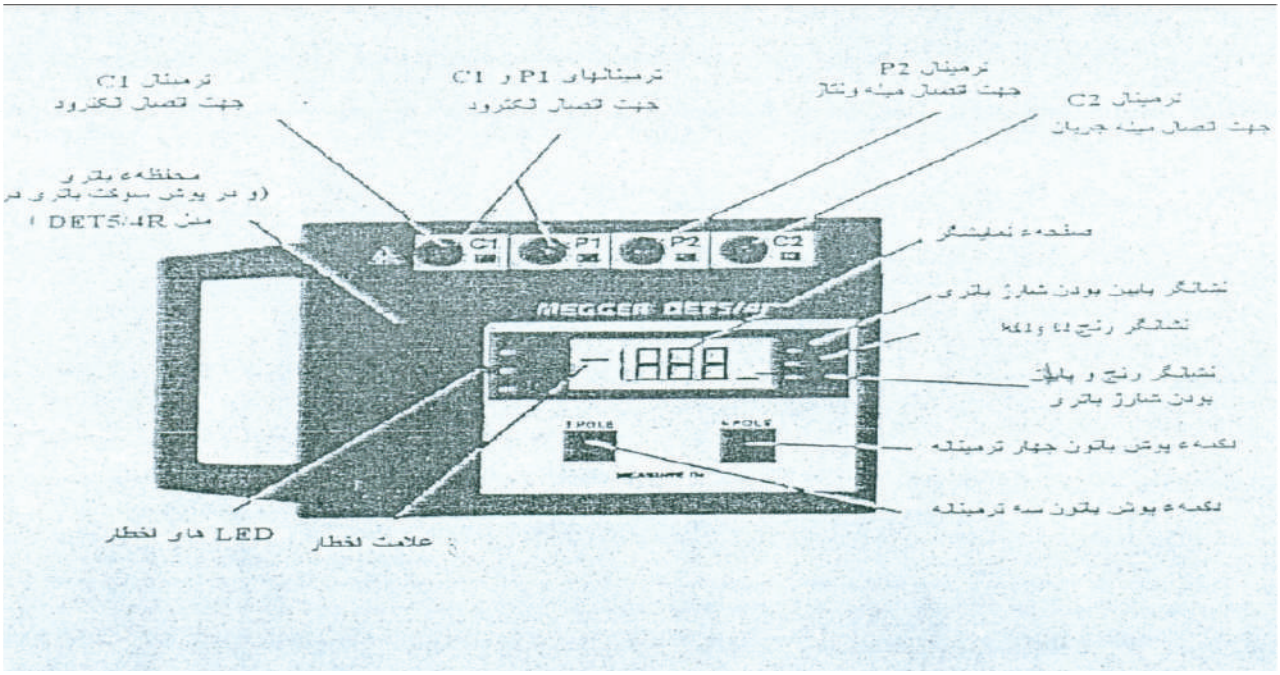
ب – دستگاه اندازه گیری مقاومت زمین ( مدل ۵/۴***DET*** )

۱ - در سمت چپ دستگاه ۲ ترمینال ***C***۱ و ***P***۱ پل شده اند که از آن یک رشته سیم خروجی به محل مورد تست وصل می شود .

۲ – در سمت راست دستگاه اولین سیم به طول ۳۵ تا ۵۰ متر سیم توسط یک میله زمین می شود ( ***C***۲ )

۳ – سیم دوم از راست به نقطه ای نزدیکتر به طول حداکثر ۳۰ متر در یک امتداد با سیم اول توسط یک میله زمین می شود (***P***۲ )

پس از استقرار و نصب کامل دستگاه ثابت می شود سپس کلید ***POLE***۳ یا ***POLE***۴ را فشارداده برای ۲ ثانیه نگه می داریم و به مدت ۵ تا ۶ ثانیه صبر می کنیم سپس روی صفحه دیجیتال را نگاه می کنیم سمت راست علامت – مشکی رنگ اگر علامت باطری قرار گرفت نشانه آن است که باطری ضعیف است ولی اگر خط – مشکی رنگ مقابل علامت اهم قرار گرفت مقدار مقاومت زمین داده می شود که برای مقدار زیر ۲ اهم نتیجه تست عالی و تا ۵ اهم خوب و بالای ۵ اهم غیر استاندارد است . برای خاموش کردن دستگاه از همان دکمه ***POLE***۳یا ***POLE***۴ با فشار ۲ ثانیه ای استفاده می کنیم .



## برقراری ارتباط الکتریکی بین دو نقطه از طریق خطوط هوایی

ابتدا باید مسیر مناسبی برای ارتباط انتخاب شود این کار از طریق نقشه برداری از منطقـه و تهیه پروفیل و پلان منطقه با رعایت موازین مشخص صورت می گیرد .

پس از مسیر یابی محاسبات الکریکی خط صورت میگیرد و سطح ولتاژ، نوع هادی ، نوع خط از نظر تعداد مدارها و آرایش آنها و .. انتخاب می شود .

سپس به محاسبات مکانیکی پرداخته شده و طول اسپان ، مقدار فلش در ر اسـپان و ارتفـاع پایه و .. مشخص می شوند و در نهایت خط مورد نظر طراحی و احداث می گردد .

## نقشه برداری

نقشه برداری عبارت است از فن نشان دادن سطح مشخصی از زمین بـا تمـام یـا قسـمتی از جزئیات طبیعی و مصنوعی آن در روی نقشه که شامل مراحل برداشت ( یعنی عملیات روی زمین ) محاسبه و رسم نقشه می باشد .

### نقشه

نقشه عبارت است از یک قطعه زمین با مقیاس معینی روی یک سطح افقی

### مقیاس

اندازه گیری های انجام شده در روی زمین به نسبت معینی کوچک شده و در صفحه ترسیم میگردد این نسبت را مقیاس می گویند .که بردو نـوع مـی باشـد ۱ – مقیـاس عـددی ۲ – مقیاس خطی

### پلان

نقشه ای که از قطعه زمین کوچکی تهیه می گردد پلان نامیده می شـود در حقیقـت نمـای دید از بالا به آن قطعه زمین می باشد .

### پروفیل

چنانچه در بخشی از سطح زمین برش قائم ایجاد نمائیم و مسیر بالای مقطـع راروی صـفحه ترسم نمائیم نقشه به دست آمده پروفیل ( نیم رخ ) نامیده می شود .

## پروفیل دو نوع است :

۱- پروفیل طولی که منطبق بر امتداد مسیر می باشد.

۲- پروفیل عرضی که بر امتداد مسیر عمود می باشد .

## وسائل نقشه برداری

۱- ژالون

ژالون چوب کاملا راستی است به ارتفاع ۳-۲ متر و ضخامت ۳-۴ سانتی متر و مقطع آن کثیر الاضلاع ۳ ، ۶ ویا ۸ ضلعی است و متناوبا در تمام طوط به رنگهای سفید و قرمز رنگ شده است .

درقسمت بالای ژالون شکافی جهت نصب صفحه کاغذ تعبیه شده است و قسمت پائین آن برای نصب روی زمین نوک تیز و فلزی می باشد . گاهی نیز از ژالون های فلزی مدور استفاده می کنند .

۲ – شاغول

شاغول از یک قطعه فلز مخروطی شکل که به نخی آویزان شده است . چون شاغول در اثر وزن خود در جهت قائم می ایستد می توان آنرا در چند سانتی متری ژالون قرارداد و قائم بودن ژالون را کنترل کرد .

۳ – شاخص

شاخص از خط کش بلندی که به تقسیمات سانتی متر و یا نیم سانتی متر مندرج شده است در غالب دوربین ها هر سانتی متر شاخص نماینده یک متر می باشد .

برای سهولت خواندن شاخص در داخل دوربین سانتی مترها غالبا یک در میان به رنگ سفید و سیاه و هر پنج سانتی متر با یک خط کوچک و هر ده سانتی متر با خط بزرگتر و یا با عدد نمایش داده شده است . هر یک متر نیز با عدد مشخص گردیده است . شاخص غالبا از چوب ساخته شده است و طول آن ممکن است ۲ – ۳ – ۴ متر باشد . شاخص هایی که طولشان بیش از دو متر باشد از دو قطعه ساخته می شود تا بتوان آنها را روی هم تا کرد عرض شاخص غالبا بین ۷ – ۱۲ سانتی متر و ضخامت آن بسته به جنس چوب آن در حدود چند سانتی متر است .

۳- متر فلزی

٤- قطب نما

۵- میخ فلزی و چوبی ( جهت پیکه گذاری )
٦- کاغذ وقلم
۷- دوربین

## تعاریف

کشش ( ***T*** ) : در هر نقطه از سیم نیرویی که در امتداد محور سیم برآن نقطه وارد می شود کشش در آن نقطه نامیده می شود . به عبارت دیگر اگر سیم در نقطه ای پاره شود نیرویی که لازم است به آن نقطه اعمال شود تا سیم به حالت قبلی بایستد کشش در ان نقطه نامیده می شود بین دو پایه مشخص هر چه سیم شکم بیشتری داشته باشد نیروی کشش کمتر است . کشش در پائین ترین نقطه سیم افقی است و آن را با ***H*** نشان می دهند .

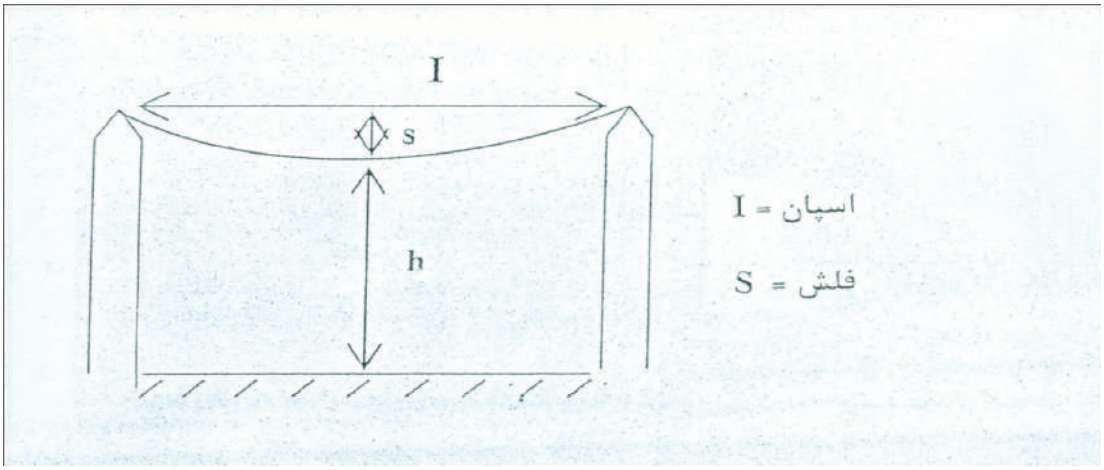
تنش ( ***Q*** )

در هر نقطه از سیم نسبت کشش سیم به سطح مقطع را تنش در آن نقطه می گویند .

اسپان **:**فاصله بین دو پایه متوالی را اسپان گویند**.**

فلش( شکم سیم ) : فاصله خط افقی دو پایه با پایین ترین نقطه سیم را فلش سیم می گویند

فاصله آزاد سیم **:**فاصله پایین ترین نقطه سیم هوایی تا سطح زمین فاصله آزاد می باشد که از لحاظ ایمنی بسیار حائز اهمیت است**.**



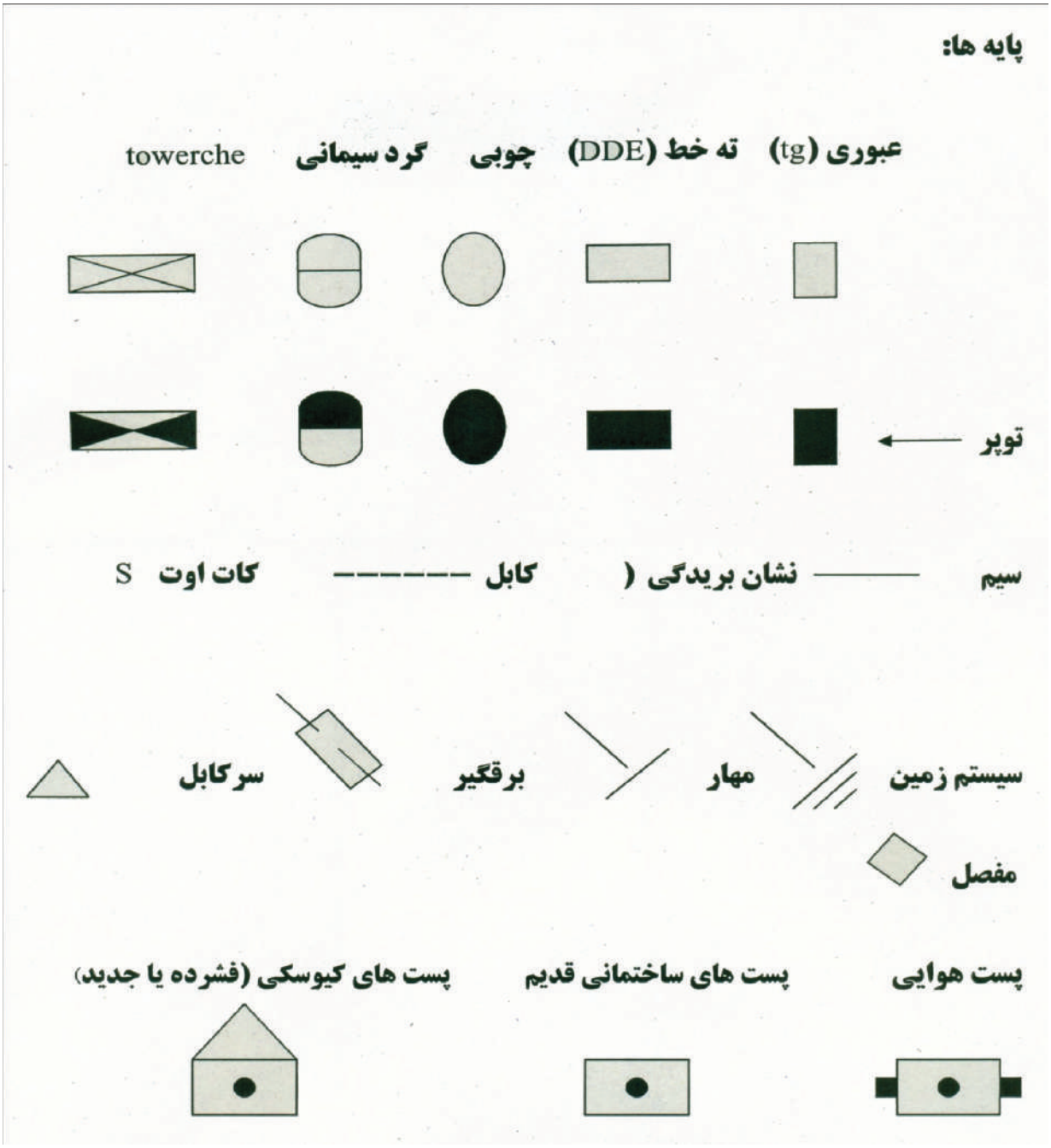
## موارد مورد احتیاج در اجرای طرح شامل:

۱-نقشه تفکیکی :جهت میزان مصرف یا بر آورد بار

۲-پروفیل عرضی :جهت ارزیابی متراژ پیاده روها و باغچه ها و جوی آب و ... برای رعایت حریم.

برآورد بار ترانس های مختلف توسط واحد رکورد گیری در پیک بار ( فصل تابستان ) انجام می شود.

## نماد های تجهیزات شبکه:



## احداث شبکه هوایی:

ابتدا طراحان پس از بررسی های لازم و مسیر یابی به طراحی نقشه عملکرد اقدام می نمایند و پس از تسطیح مسیرها اقدام به پیکه تاژ می نمایند سپس گروه اجرائی توسعه شبکه بر اساس نقشه ، مصالح مورد نیاز را درخواست نموده و همزمان حفار، محل های علامت گذاری شده( پیکه تاژ )را چه محل پایه ها و چه محل مهار ها را با در نظر گرفتن ارتفاع پایه ها و طبق دستورالعمل ها حفاری نموده و پایه ها را توسط تریلی با ملاحضات لازم به محل کار حمل می نمایند. سپس بر اساس نقشه اقدام به نصب پایه ها می نمایند که در نصب پایه لازم است طبق مقررات ، اطراف پایه لاشه سنگ ریخته شود .دقت شود که پایه های ابتدائی و انتهائی و زاویه ضمن ریختن لاشه سنگ دوغاب سیمان به اندازه کافی ریخته شود و پس از گذشت حد اقل ۳ روز و اطمینان از خشک شدن سیمان اقدام به

بستن کراس آرم و نصب معلقات آن می نمایند و سپس اقدام به سیم کشی طبق طرح می نمایند و پس از سیم کشی فشار متوسط اقدام به نصب ترانس هوایی و جعبه زیر ترانس و متعاقب آن اقدام به نصب فیوزکت اوت و برقگیر ها می نمایند و سپس با کندن گراند اقدام به گراند الکتریکی و گراند حفاظتی می نمایند. ترتیب سیم ها در شبکه های فشار ضعیف از بالا به پایین نول – فاز شب – فاز هایT.S.R می باشد. دلیل قرار دادن سیم نول در بالاترین نقطه شبکه هوایی این است که صاعقه انرژی خود را همیشه در قسمت های بالا تخلیه می کند بنابراین موجب تخلیه انرژی صاعقه می شود و همچنین مانع از انتقال وگسترش آن در شبکه می گردد.

## کار برروی شبکه باید دارای سه مرحله می باشد:

۱-اقداماتی که یک برقکار باید قبل از انجام کار انجام دهد .یک برقکار قبل از شروع کار باید بداند که چه کاری را می خواهد انجام بدهد و داراری سلامت روحی و جسمی، دستور کار، مجوز کار، فرم خاموش ی تأیید شده،آدرس محل کار، مصالح مورد نیاز و ابزار کار و خودرو سالم مجهز به بی سیم، لوازم حفاظتی و ایمنی ، جعبه کمک های اولیه و البسه ایمنی باشد.

۲-اقداماتی که باید حین انجام کار انجام دهد .در زمان شروع کار سرپرست گروه باید تمامی جوانب کار از جمله شرایط محیط کار و شبکه را بازدید کند و سپس با تست پایه هایی که باید ار آن صعود کرد و اطمینان از سلامت پایه ها،کار گران اقدام به صعود نمایند .

هماهنگی با بی سیم با مرکز اتفاقات و در صورت نیاز اخذ خاموشی و تست و تخلیه شبکه و گراند کردن دو طرف محل کار اقدام به انجام کار نمایند.

۳-اقداماتی که باید در پایان کار انجام دهد ( مرحله پایان کار)

پس از انجام کار و فرود دقت نمایند وسایل اضافه روی شبکه باقی نمانده باشد و با اطمینان از اینکه افراد از شبکه و تجهیزات فاصله گرفته اند اقدام به تماس با مرکز اتفاقات و اطلاع پایان کار و برداشتن گراند از روی شبکه نموده و در خواست بر قرار نمودن شبکه را با بی سیم نمایند.

## ترانسفورماتور:

در اصطلاح با اسامی ترانس یا ترانسفورمر گفته می شود . مبدلی است که بنا بر نیاز بار مصرفی مشترکین طراحی و در شبکه نصب می گردد .واحد شناسایی ترانس ها کیلو ولت آمپراست.

در ایران ترانس هایی با ظرفیت زیر با واحد کیلو ولت آمپر استفاده می شود.

۲۵-۵۰-۱۰۰-۱۲۵-۲۰۰-۲۵۰-۳۱۵-۴۰۰-۵۰۰-۶۳۰-۸۰۰-۱۰۰۰-۱۲۵۰-۱۶۰۰-۲۰۰۰ kvA

## عامل خنک کننده ترانسفور ماتور ها:

۱-روغن -۲ هوا-۳ گاز

در حال حاضر ترانسفور ماتور ها عموماً با روغن عایق و هوا خنک می شوند و تعداد کمی ترانس گازی درشبکه برق ایران وجود دارد ترانس ها از دو قسمت خا رجی و درونی تشکیل می شوند . ترانس های مورداستفاده دارای دو سیم پیچ ستاره و مثلث جدا از هم هستند.

قسمت های خارجی ترانس عبارتند از :

۱- بدنه یا مخزن که به جهت خنک شدن به صورت رادیاتور طراحی شده است .

۲- باک ( منبع انبساط ) : که مقداری روغن عایق درآن و طبق قانون ظروف مرتبط طراحی شده است و با داشتن درجه روغن نما مقدار موجودی روغن را نشان می دهد که در زمان گرم شدن ترانس و انبساط روغن از سر ریز روغن جلوگیری میکند .

۳- شیر تخلیه

۴- رطوبت گیر

۵- کلید تنظیم ولتاژ ( تپ چنجر )

۶- پیچ اتصالی زمین

۷- بوشینگ فشار قوی

۸- بوشینگ فشار ضعیف
۹- چرخهای ترانس
۱۰-پلاک مشخصات
۱۱-محل اتصالات قلاب جرثقیل
۱۲-محل نصب دما سنج ( ترمومتر )
۱۳-رله بخهلتس
۱۴-درب باک
۱۵-محل نصب رله های حفاظتی
۱۶-محل نصب فشار شکن

قسمت درونی ترانس از هسته های فشار قوی و فشار ضعیف ، اتصالات و روغن عایق تشکیل شده است .

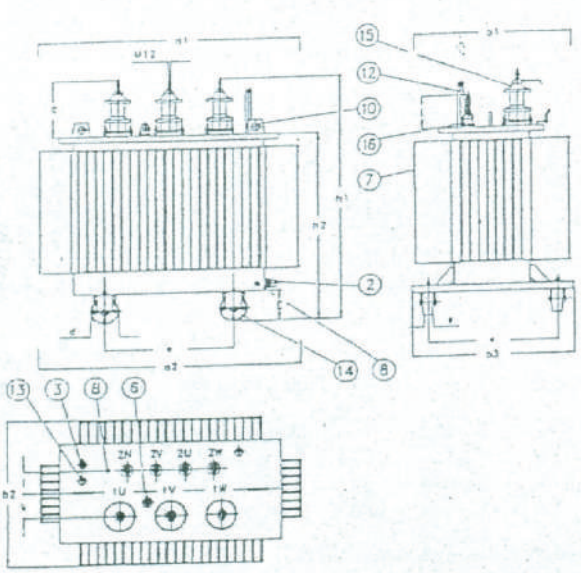
## وسایل مورد نیاز جهت نصب ترانسفورماتور:

ترانس بین یک پایه اصلی و یک پایه کمکی نصب می گردد .پایه کمکی باید کوتاهتر از پایه اصلی باشد

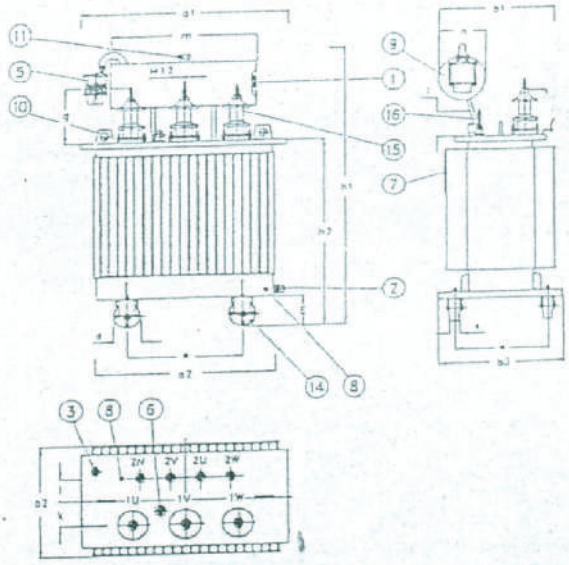
فاصله ی بین دو پایه باید بر اساس ترانس مورد نیاز در نظر گرفته شود تا بتوان سکوی ترانس روی این دو پایه نصب گردد .ترانس ها در انتهای شبکه یا در میان شبکه( عبوری ) نصب می گردد و تجهیزات حفاظتی آن مانند فیوز کت اوت ها و برقگیر ها روی پایه اصلی نصب می شود .دو نوع سکوی ترانس موجود است که برای ترانس های تا ۲۰۰ KVA از سکوی کوچک و از ترانس۲۰۰ KVA تا تر انس ۳۱۵KVA ازسکوهای ترانس بزرگ استفاده می شود.

## روش کار:

ترانسفورماتورهای سه فاز توزیع از نوع روغنی تا قدرت ۲۰۰۰ کیلوولت آمپر و ولتاژ تا ۳۳ کیلوولت. تصویر شمارهٔ ۱ ـ ۱ ـ ۳).

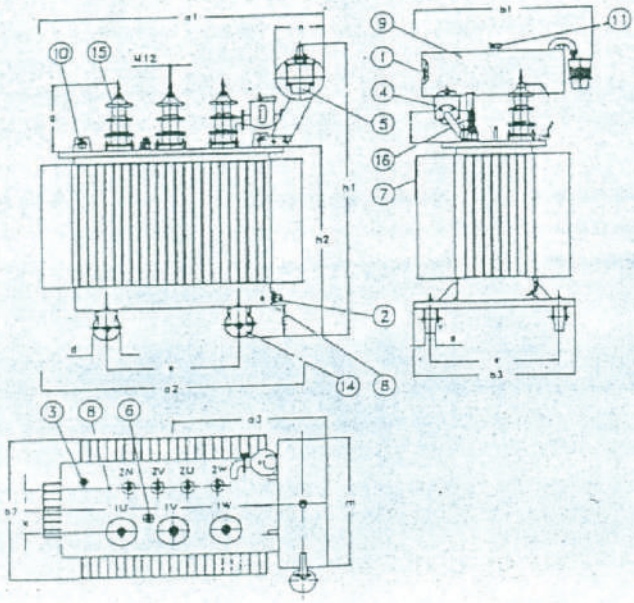


تصویر شمارهٔ ۱ـ۲



تصویر شمارهٔ ۱ـ۱

تصویر شمارهٔ ۱ـ۳

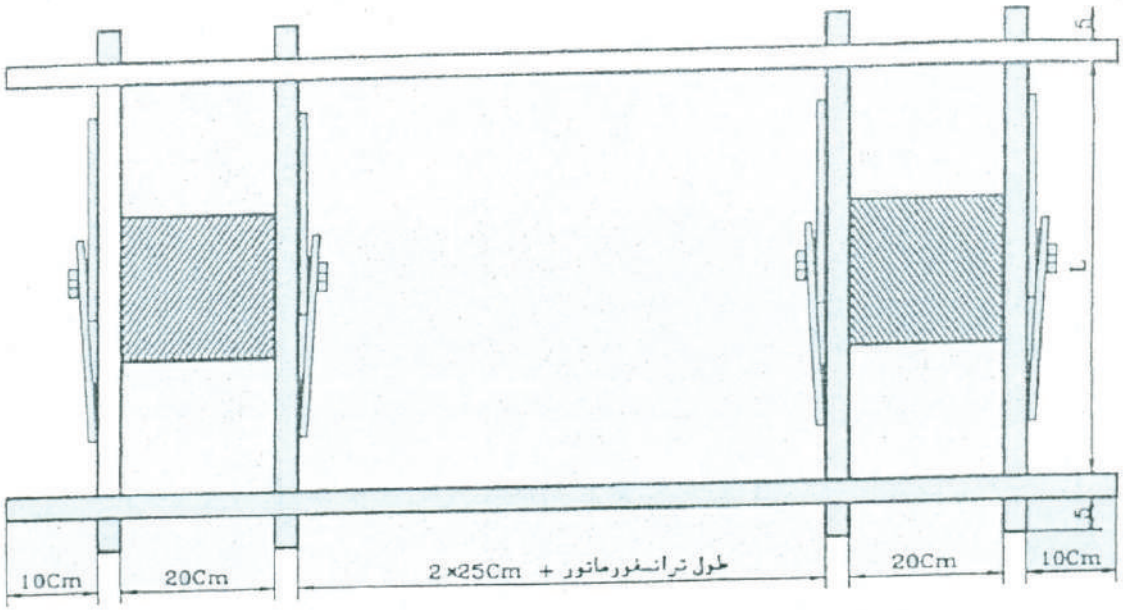


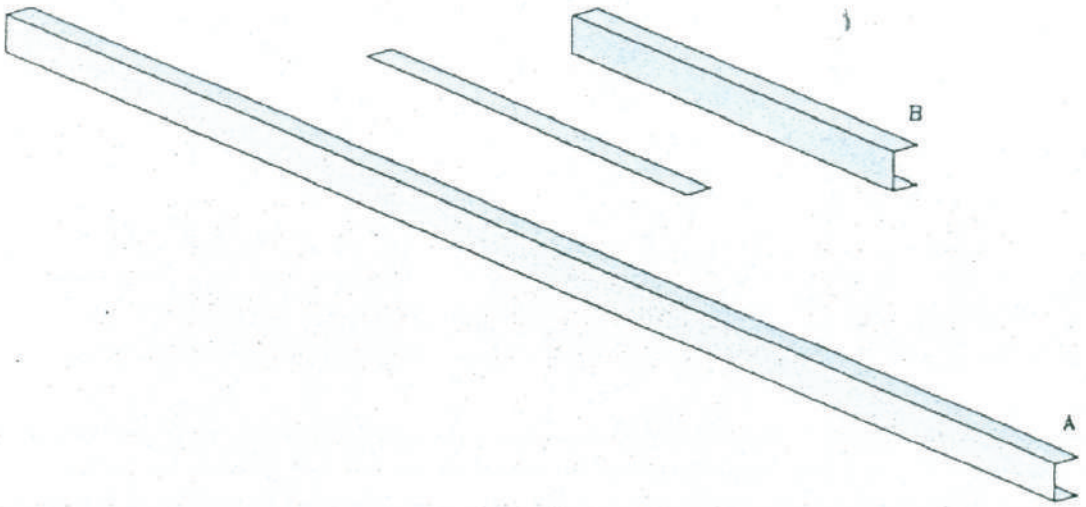
۱ـ درجه روغن نما.
۲ـ شیر تخلیه روغن.
۳ـ محل نصب دماسنج (ترمومتر).
۴ـ رله بوخهلتس.
۵ـ رطوبت گیر.
۶ـ کلید تنظیم ولتاژ
۷ـ پلاک مشخصات.
۸ـ بیچ اتصال زمین.
۹ـ منبع انبساط.
۱۰ـ محل اتصالات فلاب حرارتی.
۱۱ـ درب منبع انبساط
۱۲ـ محل نصب رله‌های حفاظتی.
۱۳ـ محل نصب فیوز سکر.
۱۴ـ جرجهای اتصال اتصال تغییر دهنده جهت‌های طولی و عرضی.
۱۵ـ مقره‌های فاز قوی
۱۶ـ مقره‌های فاز ضعیف

جدول شمارهٔ ۱

ابعاد ترانسفورماتور به میلیمتر (طبق تصاویر شمارهٔ ۱ـ۳)

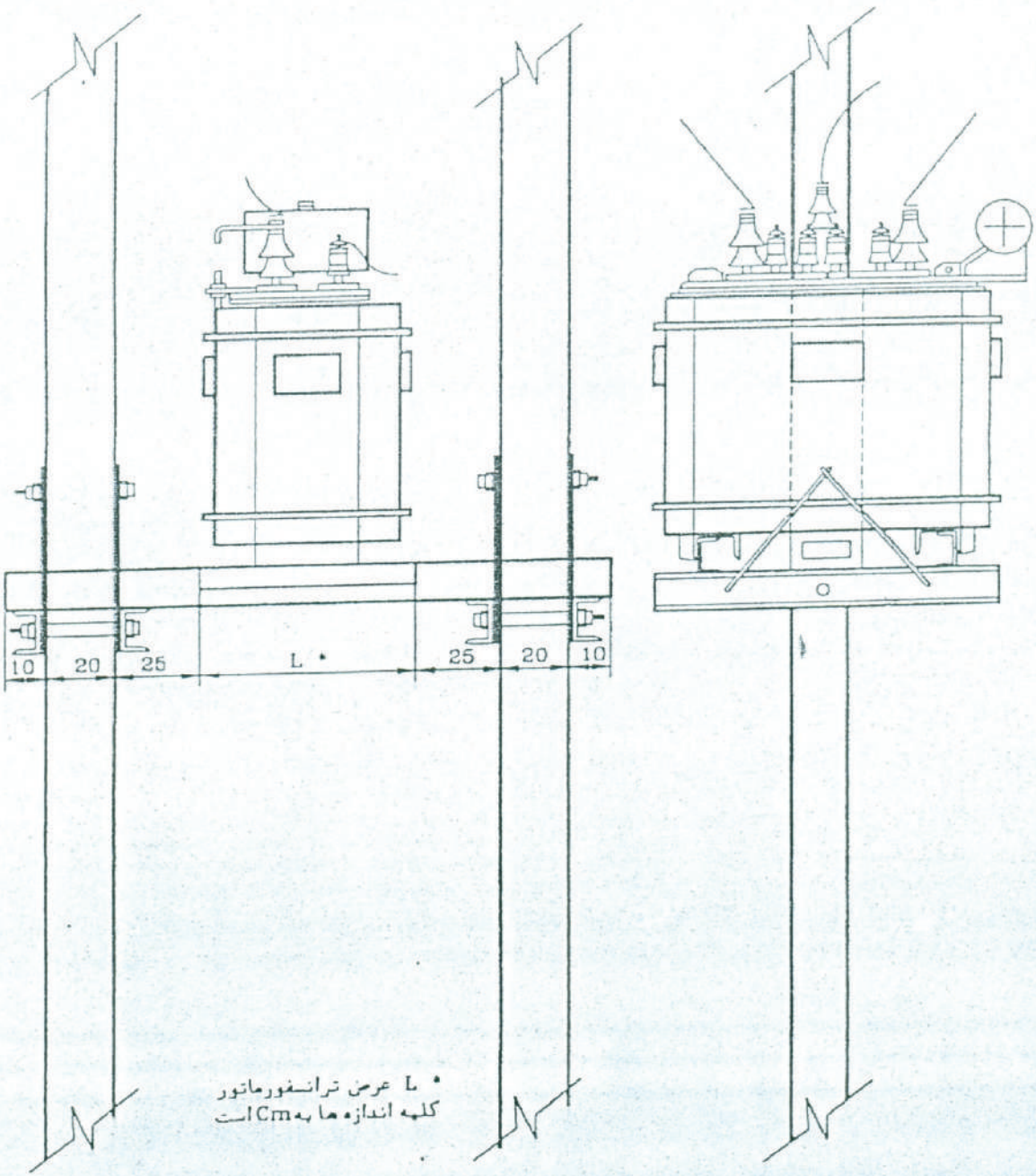
| قدرت KVA | ردیف ولتاژ | $a_1$ | $a_2$ | $h_1$ | $h_2$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | e | s | d | E | K | L | m | n |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲۵ | ۱۱ | ۸۴۴ | ۶۹۶ | ۱۱۲۰ | ۶۳۰ | ۶۳۴ | ۴۲۴ | ۴۲۵ | ۲۸۵ | ۵۰ | ۱۵۰ | — | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۶۲۰ | ۱۶۳ |
| | ۲۰ | | | | | | | | | | | | | | | |
| ۵۰ | ۱۱ | ۸۲۰ | ۷۶۵ | ۱۲۹۲ | ۸۶۲ | ۶۹۰ | ۵۲۱ | ۶۹۰ | ۵۲۰ | ۵۰ | ۱۵۰ | ۱۲۶ | ۱۱۰ | ۱۰۵ | ۵۰۰ | ۲۰۰ |
| | ۲۰ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۲۲ | ۹۱۲ | ۹۱۲ | ۱۵۸۷ | ۹۴۷ | ۶۹۰ | ۴۲۱ | | | | | | ۲۲۲ | ۱۰۵ | ۷۲۰ | ۲۰۰ |
| ۱۰۰ | ۱۱ | ۹۴۱ | ۹۰۶ | ۱۵۲۲ | ۹۹۲ | ۶۹۰ | ۴۶۶ | ۶۹۰ | ۵۲۰ | ۵۰ | ۱۵۰ | ۱۲۶ | ۱۱۰ | ۱۱۵ | ۷۲۰ | ۲۰۰ |
| | ۲۰ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۲۲ | ۱۱۴۸ | ۱۱۴۸ | ۱۶۴۷ | ۹۵۸ | ۶۹۰ | ۴۸۸ | | | | | | ۲۵۸ | ۱۲۰ | ۶۲۰ | ۲۵۰ |
| ۱۲۵ | ۱۱ | ۱۰۲۶ | ۱۰۲۶ | ۱۵۵۷ | ۱۰۲۷ | ۶۹۰ | ۴۶۶ | ۶۹۰ | ۵۲۰ | ۵۰ | ۱۵۰ | ۱۲۶ | ۱۱۰ | ۱۱۵ | ۷۲۰ | ۲۰۰ |
| | ۲۰ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۲۲ | ۱۰۸۲ | ۱۰۸۲ | ۱۶۵۸ | ۱۰۰۸ | ۷۱۴ | ۶۰۲ | | | | | | ۲۶۲ | ۱۲۵ | ۶۲۰ | ۲۵۰ |
| ۲۰۰ | ۱۱ | ۹۹۶ | ۹۹۶ | ۱۶۵۲ | ۱۰۸۲ | ۶۹۰ | ۵۷۶ | ۶۹۰ | ۵۲۰ | ۵۰ | ۱۵۰ | ۱۲۶ | ۱۱۵ | ۱۰۰ | ۶۲۰ | ۲۵۰ |
| | ۲۰ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۲۲ | ۱۱۶۲ | ۱۱۶۲ | ۱۷۱۸ | ۱۰۶۸ | ۷۰۹ | ۶۳۲ | | | | | | ۲۷۸ | ۱۲۰ | ۸۲۰ | ۲۵۰ |
| ۲۵۰ | ۱۱ | ۱۲۸۶ | ۱۲۸۶ | ۱۵۷۷ | ۱۰۰۷ | ۸۰۶ | ۸۰۶ | ۶۹۰ | ۵۲۰ | ۵۰ | ۱۵۰ | ۱۲۶ | ۱۳۰ | ۱۱۵ | ۷۲۰ | ۲۵۰ |
| | ۲۰ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۲۲ | ۱۲۹۶ | ۱۲۹۶ | ۱۷۲۲ | ۱۰۷۲ | ۷۲۴ | ۶۹۲ | | | | | | ۲۸۲ | ۱۲۵ | ۸۲۰ | ۲۵۰ |
| ۲۱۵ | ۱۱ | ۱۴۴۰ | ۱۳۲۰ | ۱۶۲۶ | ۱۰۷۵ | ۱۰۱۲ | ۸۱۰ | ۸۴۰ | ۶۷۰ | ۵۰ | ۱۵۰ | ۱۲۶ | ۱۲۵ | ۱۶۰ | ۸۲۰ | ۲۵۰ |
| | ۲۰ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۲۲ | ۱۴۱۰ | ۱۴۱۰ | ۱۷۹۸ | ۱۱۱۲ | ۹۲۰ | ۷۶۰ | | | | | | ۲۸۳ | ۱۲۵ | ۸۲۰ | ۲۱۵ |
| ۴۰۰ | ۱۱ | ۱۶۱۲ | ۱۵۶۰ | ۱۷۲۲ | ۱۱۱۷ | ۹۵۴ | ۹۵۴ | ۸۴۰ | ۶۷۰ | ۵۰ | ۱۵۰ | ۱۲۶ | ۱۵۰ | ۱۲۵ | ۶۲۰ | ۲۱۵ |
| | ۲۰ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۲۲ | ۱۳۸۶ | ۱۳۸۶ | ۱۹۱۸ | ۱۲۲۲ | ۹۷۸ | ۸۶۶ | | | | | | ۲۹۲ | ۱۲۵ | ۸۲۰ | ۲۱۵ |
| ۵۰۰ | ۱۱ | ۱۶۲۸ | ۱۵۹۰ | ۱۸۵۸ | ۱۲۴۲ | ۹۷۰ | ۹۷۰ | ۸۴۰ | ۶۷۰ | ۵۰ | ۱۵۰ | ۱۲۶ | ۱۶۰ | ۱۲۵ | ۷۲۰ | ۲۱۵ |
| | ۲۰ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۲۲ | ۱۶۲۶ | ۱۶۲۶ | ۱۹۴۲ | ۱۲۵۷ | ۱۰۲۸ | ۹۶۶ | | | | | | ۲۹۸ | ۱۲۵ | ۸۲۰ | ۲۱۵ |
| ۶۳۰ | ۱۱ | ۱۶۹۲ | ۱۶۹۲ | ۱۹۲۲ | ۱۲۹۷ | ۱۰۱۲ | ۹۸۶ | ۸۴۰ | ۶۷۰ | ۵۰ | ۱۵۰ | ۱۲۶ | ۱۶۰ | ۱۲۰ | ۸۲۰ | ۲۱۵ |
| | ۲۰ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۲۲ | ۱۵۶۲ | ۱۵۶۲ | ۱۹۸۲ | ۱۲۹۷ | ۱۰۶۶ | ۱۰۲۲ | | | | | | ۲۹۸ | ۱۲۵ | ۸۲۰ | ۲۱۵ |
| ۸۰۰ | ۱۱ | ۱۸۱۶ | ۱۷۴۲ | ۲۱۱۸ | ۱۴۰۷ | ۱۰۸۹ | ۱۰۶۲ | ۸۴۰ | ۶۷۰ | ۵۰ | ۱۵۰ | ۱۲۶ | ۱۷۵ | ۱۴۰ | ۸۲۰ | ۴۰۰ |
| | ۲۰ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۲۲ | ۲۰۰۵ | ۱۸۲۲ | ۲۱۴۲ | ۱۴۷۲ | ۱۱۶۲ | ۱۱۶۲ | | | | | | ۱۹۰ | ۱۵۵ | ۸۲۰ | ۴۰۰ |
| ۱۰۰۰ | ۱۱ | ۱۹۵۲ | ۱۹۵۲ | ۲۲۸۵ | ۱۵۷۴ | ۱۱۵۲ | ۱۱۵۲ | ۱۰۲۰ | ۸۲۰ | ۶۸ | ۲۰۰ | ۱۵۷ | ۱۸۵ | ۱۵۰ | ۸۲۰ | ۴۰۰ |
| | ۲۰ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۲۲ | ۲۰۴۷ | ۱۹۰۶ | ۲۲۴۰ | ۱۵۶۹ | ۱۱۶۶ | ۱۱۶۶ | | | | | | ۲۰۰ | ۱۷۵ | ۸۲۰ | ۴۰۰ |
| ۱۲۵۰ | ۱۱ | ۲۰۷۷ | ۲۰۷۷ | ۲۲۹۲ | ۱۶۸۱ | ۱۲۶۷ | ۱۲۶۷ | ۱۰۲۰ | ۸۲۰ | ۶۸ | ۲۰۰ | ۱۵۷ | ۲۰۰ | ۱۶۵ | ۹۲۰ | ۴۰۰ |
| | ۲۰ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۲۲ | ۲۱۲۷ | ۲۰۲۶ | ۲۲۵۵ | ۱۶۸۲ | ۱۲۵۶ | ۱۲۵۶ | | | | | | ۲۰۰ | ۱۷۵ | ۸۲۰ | ۴۰۰ |
| ۱۶۰۰ | ۱۱ | ۲۲۱۲ | ۲۲۱۲ | ۲۴۰۵ | ۱۸۶۲ | ۱۳۱۴ | ۱۲۷۲ | ۱۰۲۰ | ۸۲۰ | ۶۸ | ۲۰۰ | ۱۵۷ | ۲۰۵ | ۱۷۰ | ۱۱۲۰ | ۴۰۰ |
| | ۲۰ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۲۲ | ۲۱۶۷ | ۲۰۵۲ | ۲۵۷۲ | ۱۸۰۱ | ۱۳۰۸ | ۱۲۰۸ | | | | | | ۲۰۵ | ۱۷۰ | ۱۱۲۰ | ۴۰۰ |
| ۲۰۰۰ | ۱۱ | ۲۴۹۲ | ۲۴۹۲ | ۲۶۲۸ | ۱۸۱۶ | ۱۳۵۲ | ۱۳۵۲ | ۱۰۲۰ | ۸۲۰ | ۶۸ | ۲۰۰ | ۱۵۷ | ۲۲۵ | ۲۰۰ | ۹۲۰ | ۵۰۰ |
| | ۲۰ | | | | | | | | | | | | | | | |




شکل (۱۳) دید از بالای سکوی ترانسفورماتور ارائه شده و شکل قطعات آن

| | | |
|---|---|---|
| عنوان کل :استاندارد خطوط هوایی توزیع | عنوان جزء : کراس آرمها و آرایش پایه‌های بکار رفته در شبکه توزیع | |
| دفتر استانداردهای معاونت تحقیقات و تکنولوژی | تاریخ: تیر ماه ۱۳۷۷ | صفحه: ۴۹ |




* L عرض ترانسفورماتور کلیه اندازه ها به Cm است

شکل (۱۲) نمای یک ترانسفورماتور بر روی سکوی ترانسفورماتور

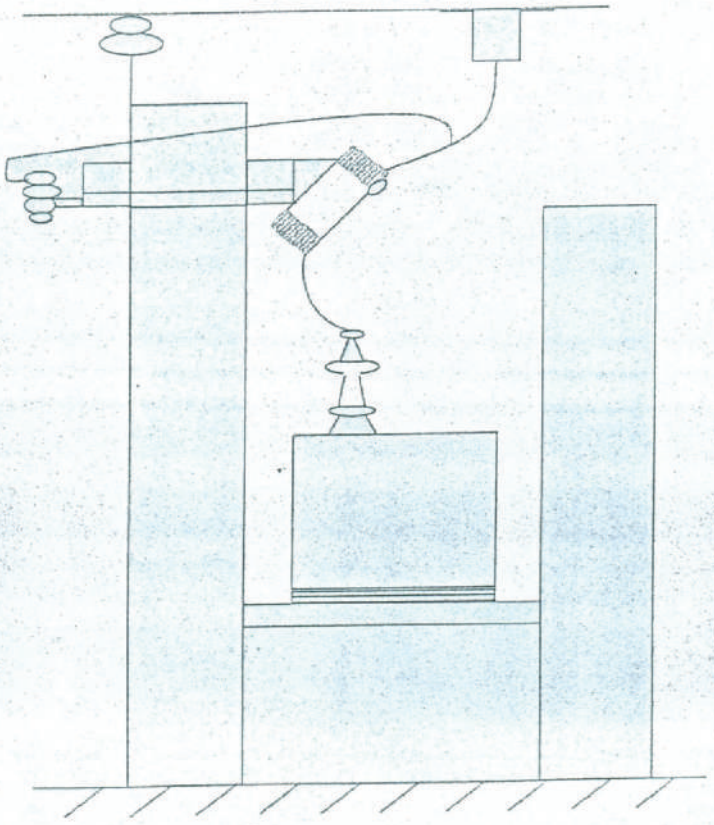
| | | |
|---|---|---|
| عنوان کلی: استاندارد خطوط هوایی توزیع | عنوان جزء: کراس‌آرم‌مهار آرایش پایه‌های بکاررفته در شبکه توزیع | |
| دفتر استانداردهای معاونت تحقیقات و تکنولوژی | تاریخ: تیر ماه ۱۳۷۷ | صفحه: ۴۸ |

## نصب فیوز کت اوت و برقگیر

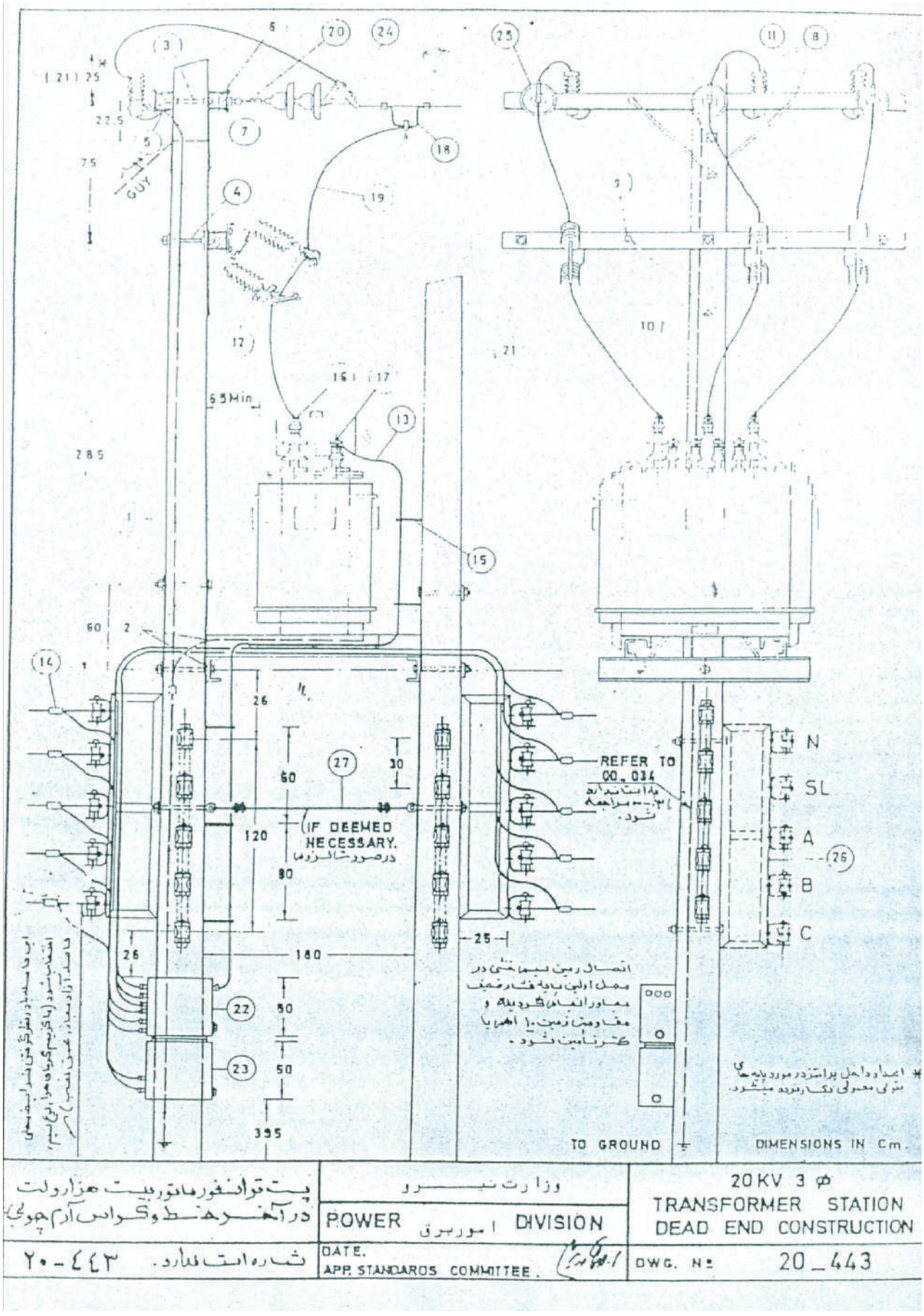
فیوز کت اوت وبرقگیر توسط دستک های مخصوصی قابل نصب روی شبکه هستند که این دستک ها باید از تسمه فولادی گالوانیزه و طبق استاندارد انتخاب شوند.

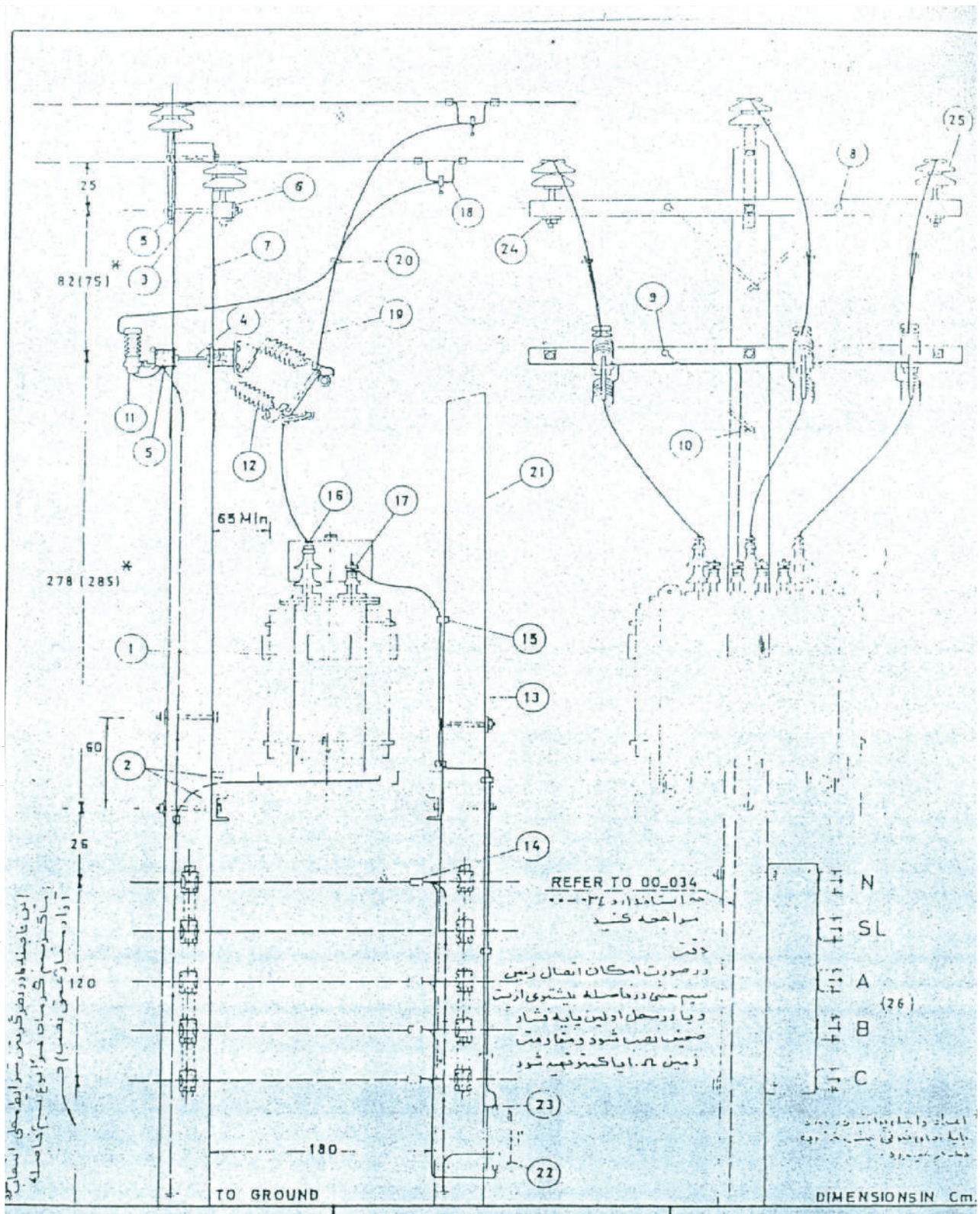
## سیم کشی

پس از نصب فیوز کت اوت و برقگیر طبق تصاویر پیوست یک رشته سیم پس از اتصال به سر بوشینگ فشار قوی به ته فیوز کت اوت بسته میشود ، سپس یک رشته سیم از سر فیوز کت اوت توسط یک عدد کلمپ خط گرم به رکاب نصب شده روی شبکه بسته میشود ، سپس یک رشته سیم از وسط جمپر بین شبکه و فیوز کت اوت به بالای برقگیر بسته میشود و از زیر برقگیر سیم اتصال زمین تا زمین ادامه می یابد .



۶۸


REFER TO
00_034
IF DEEMED
NECESSARY.
TO GROUND
DIMENSIONS IN Cm.
N
SL
A
B
C
GUY
65Min
180
120
395
پست توزیع فشار متوسط هزار ولت
در آخر خط و گوشه آرم چوبی
وزارت نیرو
POWER DIVISION
امور برق
20KV 3 ϕ
TRANSFORMER STATION
DEAD END CONSTRUCTION
شماره است ندارد. ۲۰-۴۴۳
DATE.
APP. STANDARDS COMMITTEE.
DWG. N:
20_443




| | | |
|---|---|---|
| پست ترانسفورماتوریست کیلوولت<br>روی تیرچوبی در وسط خط | وزارت نیرو<br>POWER نیرو DIVISION | 20 KV 3ϕ<br>TRANSFORMER STATION<br>(UP TO 200 KV) |
| استاندارد شماره: ۲۰-۴۴۲ | DATE:<br>APP. STANDARDS COMMITTEE | DWG. N: 20_442 |

نوع A

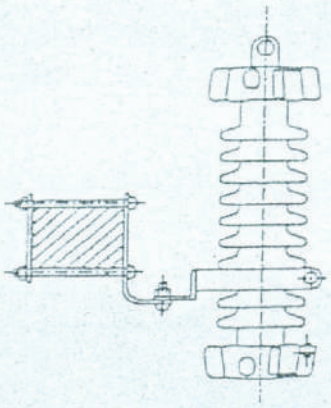


FIg 3-a
Side mounting , 90° bracket

نوع B

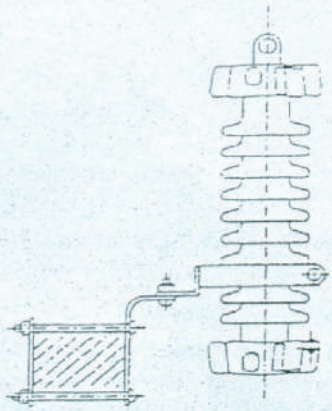


Fig 3-b
Side mounting , 90° bracket

نوع C

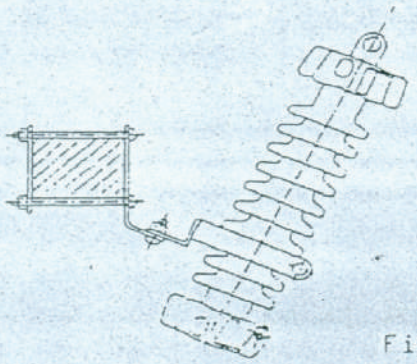
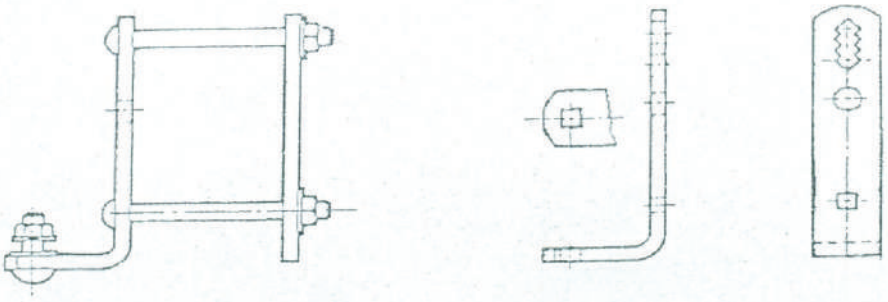


Fig 3-c
Side mounting 115° bracket

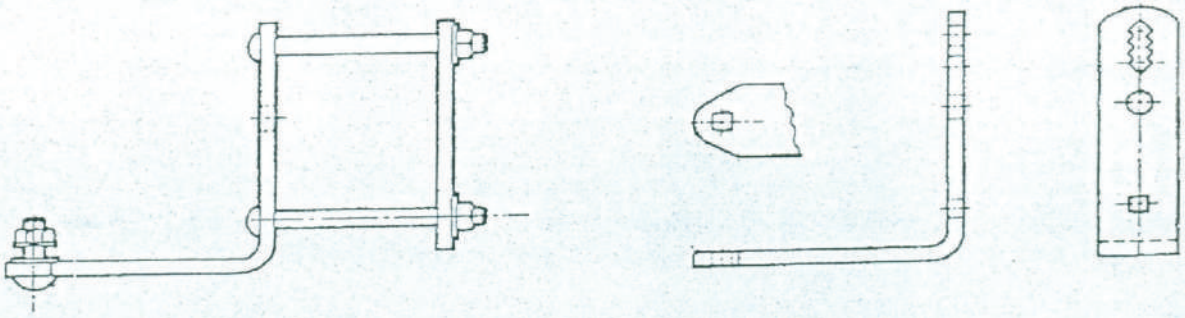
**شکل ۳**

شیوه‌های نصب جانبی بر روی بازوی صلیبی چوبی



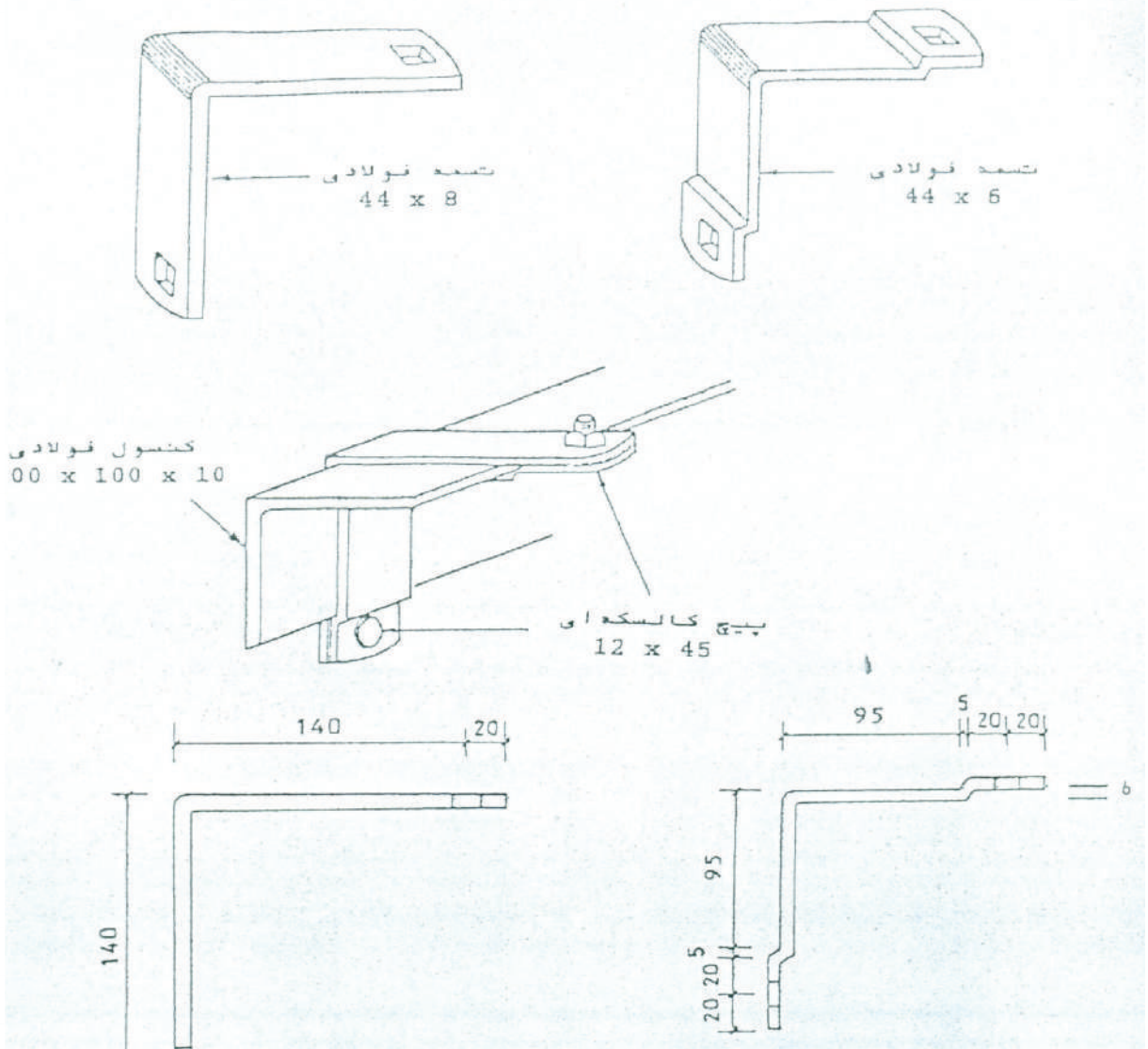
شکل ۱ ـ دستک نصب نوع «بی»

* برای اطلاع از ابعاد و جزئیات، به شکل ۲ استاندارد انسی. سی ۴۲ ـ ۳۷ مراجعه نمائید



شکل ۲ ـ دستک نصب نوع «سی»

ابعاد و جزئیات می‌باید همانند دستک نوع «بی» باشد، با این تفاوت که طول بازوی نصب بلندتر و برابر ۱۰۰ میلی‌متر خواهد بو

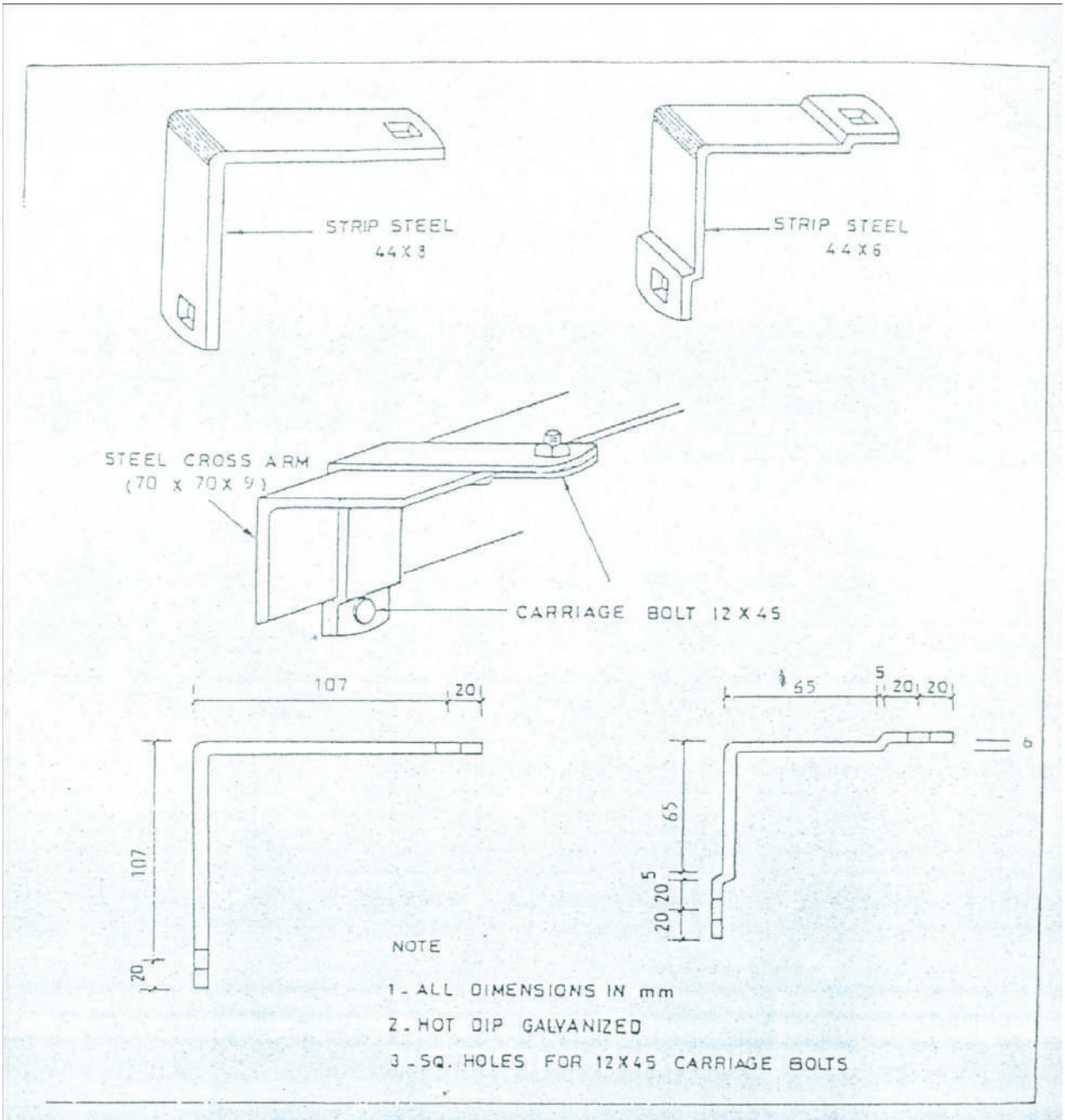



تذکرات

۱ - تمام اندازه ها به میلیمتر است.
۲ - کلیه قطعات باید گالوانیزه گرم شوند.
۳ - سوراخهای مربعی باید برای پیچ کالسکه ای ۴۵ x ۱۲ مناسب باشند.

ماخذ : استاندارد سازمان آب و برق خوزستان

شکل ۸ - پایه مخصوص




شکل ۱

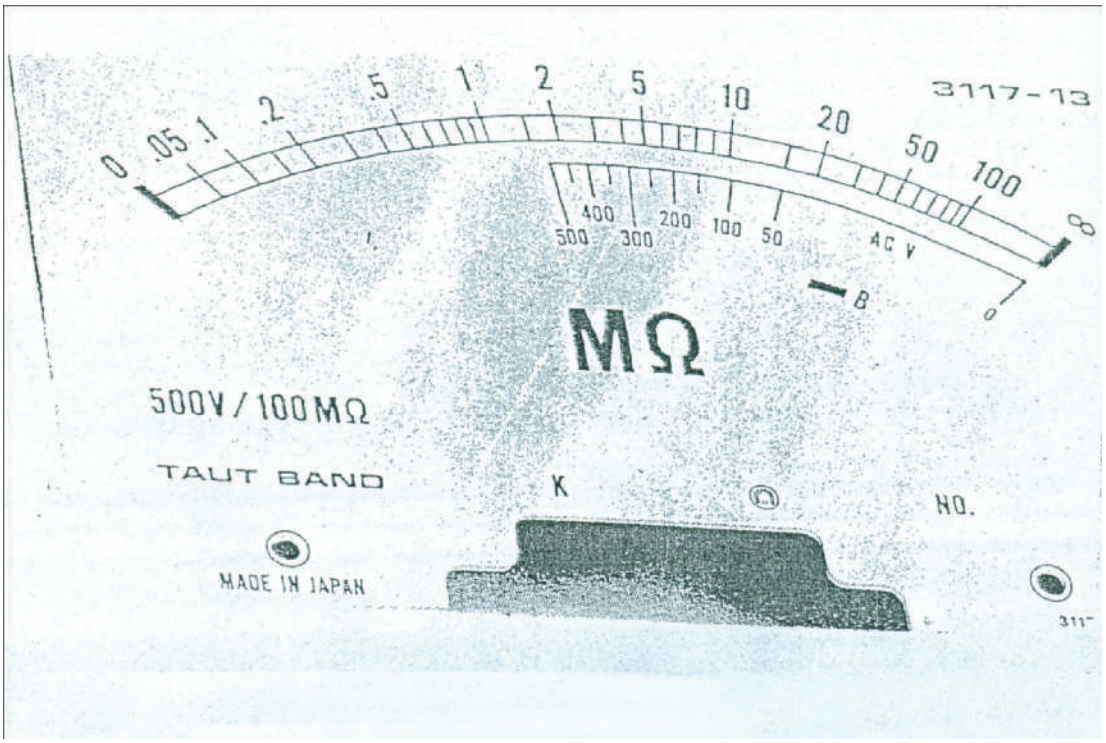
خورانندہ برای نصب برقگیر ۲۰ کیلوولت بر روی بازوی صلیبی فلزی

**میگر یا مگا متر :**دستگاهی است که مقاومت عایقی اجسام ر ا اندازه گیری می کند و در دو نوع دیجیتال و عقربه ای و با ولتاژ های مختلف ۵۰۰ -۱۰۰۰-۲۵۰۰-۵۰۰۰-۱۰۰۰۰ولت ساخته شده است که در ادارات برق معمولاً از ۱۰۰۰ ولت آن برای عیب یابی در شبکه های فشار ضعیف و ۵۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ ولت آن برای شبکه های فشار متوسط استفاده می کنند.

میگرها از دو نوع تغذیه استفاده می کنند :

۱ – بوسیله باطری

۲ – دینامو که اندوئی یا استاتور ***DC*** آن در یک حوزه جریان مستقیم بوسیله دست به گردش در می آید و تولید ولتاژ می کند .روی صفحه میگر از صفر تا بینهایت درجه بندی شده است که روی بدنه آن سه عدد پیچ اتصال ( ترمینال خروجی ) وجود دارد که سر اول و سوم برای اندازه گیری مقاومت عایقی و سر وسط گارد یا گراند میگر می باشد که معمولا با حروف ***E-G-L*** مشخص می شوند . درجه بندی میگر بر حسب مگا اهم می باشد .



موارد استفاده میگر در ادارات برق:

۱-عیب یابی کابل

۲-عیب یابی و تست ترانسفورماتور

## الف – عیب یابی کابل

ابتدا کابل مورد نظر را از شبکه جدا کرده به طوریکه نزدیک زمین یا شبکه نباشد . حال دو سیم ***L*** و ***E*** را آماده نموده و سیم ***E*** را به شیلد کابل ( نوترال ) که معمولا به رنگ آبی است وصل می کنیم و سیم دیگر ***L*** را هر بار روی یکی از فازهای کابل قرار می دهیم .

نتیجه : اگر عقربه میگر به طرف بینهایت میل کند ، کابل سالم و اگر به طرف صفر حرکت کند ، کابل معیوب است . سپس این عمل را هم باید بین فاز و فاز دیگر انجام دهیم .لازم به ذکر است که کابلهای سالم با طول زیاد در موقع تست شارژ می شود و عقربه میگر برای چند لحظه به طرف صفر می رود و بعد عادی می شود .

نکته ایمنی در موقع تست کابل :

پس از انجام تست کابل باید کابل سالم را تخلیه کنیم . یعنی با یک سیم هر کدام از فازهای کابل را به زمین بزنیم خصوصا در کابلهای فشار متوسط و فشار قوی .

## ۲ – تست ترانسفورماتور

یکی از کارهای با اهمیت در شبکه هوایی ، اطمینان از سلامت تجهیزات است و ترانسفورماتوربه دلیل سنگینی و هزینه جابجایی و نصب ، قبل از نصب باید تست شده وسپس نصب گردد .

برای تست سلامت ترانسفورماتور های ۱۱/۴۰۰ و۲۰/۴۰۰ به طریق زیر عمل می کنیم .

با توجه به اینکه ترانسفورماتورهای مورد استفاده دارای دو سیم پیچ ستاره و مثلث جدا از هم هستند به چهار صورت زیر عمل می کنیم .

۱ – برای آزمایش ترانسفورماتور به وسیله میگر ۵۰۰۰ ولت ابتدا سیم ***E*** میگر را به نقطه صفر ترانس وصل می کنیم و سیم ***L*** را روی فازهای ***R*** و ***S*** و ***T*** طرف فشار ضعیف وصل و آزمایش می کنیم ، باید مقاومت نزدیک به صفر باشد که این تست وصل بودن سیم پیچ هارا مشخص می کند که اگر قطع باشد و عقربه به سمت بینهایتحرکت کند ترانسفورماتورمعیوب است .

۲ – همین آزمایش را روی طرف مثلث ترانسفورماتور بین دو فاز انجام می دهیم باید در هر مرحله عقربه میگر از بینهایت به طرف صفر حرکت کند و مقداری مقاومت داشته باشد اگر قطع بود و عقربه حرکت نکرد ترانس معیوب است .

۳ – یک سر سیم میگر (***E***) را به نقطه صفر طرف ستاره ( فشار ضعیف ) ترانس می بندیم و سر دیگر ( ***L*** ) را به سیم پیچ طرف مثلث می زنیم ، عقربه در سمت بینهایت نباید حرکتی داشته باشد در غیر اینصورت ترانس معیوب است .

۴ – هر طرف سیم پیچهای ستاره و مثلث نباید اصطلاحا به بدنه راه بدهد ، یعنی عقربه از بینهایت نباید حرکت بکند و مقاومت بینهایت باشد ، در غیر اینصورت ترانس معیوب است .

البته لازم به ذکر است که در بعضی موارد عیوبی در ترانس ایجاد می شود که با میگر مشخص نمی شود و باید به وسیله دستگاه شارژر ترانس یا تست ترانس انجام شود. بارها در شبکه اتفاق می افتد که ترانسفورماتور فیوز فشار متوسط می سوزاند یا روی شبکه ی توزیع اتصالی پایدار به وجود می آورد که علت عمده ی آن بار زیاد گرفتن از ترانس و گرم شدن بیش از حد ودر نتیجه به هم پیچیدن تعدادی از سیم پیچهای طرف فشار ضعیف و اتصال داخل ترانس می شود .

## ایمنی در استفاده از میگرها:

۱-قبل از استفاده از میگر از سیم های خروجی میگر بازدید و مطمئن شویم که سیم سالم است.

۲-قبل و بعد از میگر زدن حتماً کابل را تخلیه کنیم.

۳-هرگز با سیم های میگر نباید با افراد شوخی کرد.

# لود بوستر

یکی از وسائل حفاظتی و ابزار کار برقکاران در زمان کشیدن فیوز کت اوت که این دستگاه قابل نصب روی استیک می باشد .

چنانچه که از نام آن پیدا است وسیله ای است که ارک الکتریکی را در خود خفه می کند . این دستگاه که دارای ۱۰۶۴ کیلو گرم وزن دارد در زمان نصب روی استیکمخصوص خود دارای لنگر خواهد بود و برقکاران باید بتوانند آن را تحت کنترل خود در آورده و به نحو صحیح از ان در کشیدن فیوز کت اوت استفاده می شود و برای زدن فیوز کت اوت باید از استیک عمومی استفاده شود

دستگاه لود بوستر برای کار در ولتاژهای مختلف ساخته شده است و طول آن متفاوت است . این دستگاه جهت ولتازهای ۱۱ ، ۲۰ ، ۳۳ کیلو ولت ساخته شده و فقط جهت استفاده سیستم توزیع هوائی است و به هیچ عنوان برای تجهیزات درون سلول فلزی بکار برده نمی شود .

مراحل استفاده از لود بوستر

قبل از استفاده از لود بوستر باید مطمئن بود که لود بوستر کاملا ریست می باشد . برای اطمینان خاطر باید لوله متحرک را فشار دهید تا قسمت نارنجی رنگ بر روی لوله متحرک کاملا ناپدید گردد . سپس لوله متحرک را حدود ۷/۷ سانتی متر کشیده تا افزایش مقاومت فنری احساس گردد .

۱ – لود بوستر را روی چوب مخصوص نصب نموده و محکم نمائید تا لق نزند ، سپس با رعایت فاصله حلقه کمانی شکل را در شاخه فیوز کت اوت قسمت ثابت در گیر نمائید .

۲ – بعد از اطمینان از درگیر شدن شاخک بالائی فیوز کت اوت و حلقه کمانی شکل لود بوستر را حول محور دسته کت اوت بچرخانید سپس قفل فنری چرخان را در حلقه دسته کت اوت در گیر کنید .

۳ – جهت عملکرد لود بوستر آن را محکم بکشد در این حالت صدای تریپ کردن لود بوستر شنیده می شود در حین کشیدن لود بوستر از لرزش و تکان خوردن بپرهیزید و بر اعصاب خود مسلط باشید .

۴ – بعد از قطع مدار توسط لود بوستر جهت جداسازی ابتدا به مقدار کمی لود بوستر را به سمت بالا سوق دهید که حلقه کمانی شکل از شاخک فوقانی فیوز کت اوت جدا شود . ( دقت کنید در موقع انجام این کار لود بوستر را زیاد بالا نبرید زیرا احتمال ارک زدگی و جرقه وجود دارد ) سپس دسته کت اوت را پائین بیاورید و لود بوستر را بنا به موقعیت اپراتور به سمت راست یا چپ بچرخانید با این عمل قفل فنری کششی کمی کج شده و حلقه دسته کت اوت از قلاب کششی لود بوستر آزاد می گردد .

۵ – پس از جدا نمودن کامل لود بوستر از دسته کت اوت ، لود بوستر را جهت استفاده فیوز کت اوت بعدی ریست نمائید ( برای ریست کردن لود بوستر کافی است لوله متحرک را کمی بکشید و سپس قفل فنری پلاستیکی را به قسمت بالا بکشید . )

سرویس و نگهداری لود بوستر

در صورت استفاده صحیح از لود بوستر می توان از آن برای مدت زیادی استفاده نمـود ولـی بایستی توجه نمود که در طول دوران استفاده ممکن اسـت اجـزای اصـلی آن فرسـوده و یـا پوسیده گردد در این صورت هنگام سرویس آن بایستی تعویض شوند .
چون لود بوستر هیچ گونه علائم جهت قسمت های فرسوده یا پوسیده خود ندارد بنابراین بـا تهیه یک دفترچه در جعبه نگهداری آن پس از ثبت ۵۰۰ الی ۱۰۰۰ مرتبه کشیدن فیوز کت اوت باید جهت سرویس آن اقدام نمائیم .

**تابلو های فشار ضعیف پست های ترانسفورماتور توزیع:**

معمولاً تابلوهای فشار ضعیف پست های توزیع (هوائی یا زمینی ) با توجه به قدرت ترانسفورماتور منصوبه تجهیز می شوند.

## هر تابلو فشار ضعیف از قسمت های زیر تشکیل گردیده است:

۱-بدنه تابلو
۲-کلید فشار ضعیف
۳-تجهیزات برق شب
۴-فیدر های خروجی

بدنه تابلو معمولاً با استفاده از ورق نمره ۲,۵ یا ۲ ساخته شده و نوع رنگ آن کوره ای می باشد . انتخاب نوع کلید فشار ضعیف بستگی به قدرت ترانسفورماتور ها دارد و معمولاً برای ترانسفورماتورهای با قدرت مختلف کلید متفاوت انتخاب می شود .سیستم روشنایی معابر که در اصطلاح به سیستم برق شب معروف می باشد به منظور روشنایی معابر و خیابان ها در شب به کار می رود .فیدر های خروجی که معمولا در پست های توزیع استفاده می گردد مجهز به کلید فیوز می باشند.

## کلید فیوز ها دو نوع هستند:

۱-کلید فیوز کشویی
۲-کلید فیوز گردان

به هر حال کلید فیوز بسته به نوع کابلی که زیر آن می بندند و جریانی که از آن گرفته می شود انتخاب می گردد .رایج ترین کلید فیوز ۲۵۰ آمپری است و معمولاً به علت پایین بودن جنس کلید فیوز ها در طراحی ها یک سایز جریان را بالاتر می گیرند.

**کلید های فشار ضعیف دارای دو نوع رله قابل تنظیم می باشند که عبارتند از:**

۱-رله حرارتی یا ترمیک که میزان و فاکتور زمان ***( t )*** در عملکرد آن موثر است .

۲-رله مغناطیسی که آنی بوده و در اتصال کوتاه ها عمل می کند.

## آشنایی با قطع کننده های ولتاژ (سکسیونرها) و کلیدهای قدرت (دیژنکتورها)

به طور کلی کلیدها وسیله ارتباط سیستمهای مختلف هستند و باعث عبور و یا قطع جریان می شود. کلید در حالت بسته یعنی عبور جریان و یا در حالت باز یعنی قطع جریان دارای مشخصاتی به شرح زیر می باشد :

۱- در حالت قطع دارای استقامت الکتریکی کافی و مطمئن در کل قطع شدگی است.

۲-در حال وصل باید کلید در مقابل کلیه جریانهایی که امکان عبور آن در مدار هست حتی جریان اتصال کوتاه مقاوم و پایدار باشد و این جریانها و اثرات ناشی از آن نباید کوچکترین اختلالی در وضع کلید و هدایت صحیح جریان به وجود آورد. بدین ترتیب باید کلید فاز قوی در مقابل اثرات دینامیکی و حرارتی جریانها مقاومت باشد. البته برای اینکه ساختمان کلید ساده تر و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد. اغلب استقامت الکتریکی و دینامیکی و حرارتی کلید را توسط دستگاههای حفاظتی تا حدودی محدود می کنند کلیدهای فشار قوی را می توان برحسب وظایفی که به عهده دارند به انواع مختلف زیر تقسیم نمود :

۱- کلید بدون بار یا سکسیونر

۲- کلید قابل قطع زیر بار یا سکسیونر قابل قطع زیر بار

۳- کلید قدرت یا دیژنکتور

### ۱– سکسیونر ساده :

سکسیونر وسیله قطع و وصل سیستمهایی است که تقریباً بدون جریان هستند به عبارتی دیگر سکسیونر قطعات و وسایلی را که فقط زیر ولتاژ هستند از شبکه جدا می سازد. برحسب این تعریف در صورتی که اختلاف پتانسیلی بین دو کنتاکت سکسیونر ظاهر نشود قطع آن بلامانع است. همینطور وصل سکسیونر که بین دو کنتاکت آن تفاوت پتانسیلی موجود نباشد مجاز خواهد بود از آنچه گفته شد چنین نتیجه می شود که در واقع سکسیونر یک ارتباط دهنده یا قطع کننده مکانیکی بین سیستمها است. سکسیونر باید در حالت بسته یک ارتباط مکانیکی محکم و مطمئن در کنتاکت هر قطب برقرار سازد و مانع افت ولتاژ گردد لذا باید مقاومت عبور جریان در محدوده سکسیونر کوچک باشد تا حرارتی که در اثر کار مداوم در کلید ایجاد می شود از حد مجاز تجاوز نکند.

این حرارت توسط ضخیم کردن تیغه و بزرگ کردن سطح تماس در کنتاکت و فشار تیغه در کنتاکت دهنده کوچک نگه داشته می شود در ضمن باید سکسیونر طوری ساخته شود که در اثر جرم و وزن تیغه یا فشار باد و برف و غیره خود به خود بسته نشود.

**موارد استفاده سکسیونرها :**

به منظور حفاظت اشخاص و متصدیان مربوطه در مقابل برق زدگی بکار برده می شود به این جهت طوری ساخته می شوند که در حالت قطع شدگی یا چسبندگی به طور واضح وآشکار قابل رویت باشند. یعنی در هوای آزاد انجام گیرند. از آنجایی که سکسیونر باعث بستن یا بازکردن مدار الکتریکی نمی شود برای بازکردن و بستن هر مدار الکتریکی فشار قوی احتیاج به یک کلید دیگری خواهیم داشت به نام کلید قدرت که قادر است مدار را تحت هر شرایطی باز کند سکسیونر وسیله ای است برای ارتباط کلید قدرت به شین و یا هر قسمت دیگری از شبکه که دارای پتانسیل است.

**سکسیونر را می توان از نظر ساختمانی به انواع مختلف زیر تقسیم نمود :**

۱- تیغه ای ۲- کشویی ۳-دورانی ۴-قیچی ای.

سکسیونر تیغه ای یا اره ای: برای قطع و وصل ولتاژ و حفاظت مطمئن در زمان عملکرد استفاده می شود و بیشتر برای فشار متوسط کاربرد دارد . بر حسب میزان جریانی که از آن عبور می کند تیغه های آن می تواند از ساده به دوبل و از نوع تسمه ای به پروفیلی و میله ای و لوله ای تغییر یابد . نوع اهرمی آن در فشار قوی وفوق فشار قوی کاربرد دارد . این سکسیونر ها به دلیل وجود شرایط جوی و وجود تنش های مختلف بایستی طوری نصب شود که در اثر نیروی برف یا باد به راحتی وصل نگردد.

**سکسیونر کشویی:** برای عملکرد ،سکسیونر در جایی استفاده می شود که عمق تابلو کم باشد . این سکسیونرها بیشتر به صورت میله ای در جهت عمودی قطع و وصل می شود و بیشتر در فشار متوسط کار برد دارد .

**سکسیونر دورانی:** بیشتر در شبکه های ***Kv*۶۳** به بالا استفاده می شود و عملکرد این سکسیونر به صورت دو بازو در یک پل که جهت چرخش آنها ۹۰ درجه معکوس همدیگر می باشند این نوع کلید در شرایط جوی نا مناسب مقاومت خوبی از خود نشان میدهد.

سکسیونر قیچی ای یا پانتوگراف: این نوع سکسیونرها بیشتر در شبکه فوق فشار قوی کاربرد دارند و به لحاظ آنکه هر قطب روی یک پایه سوار است لذا از نظر جایگیری در پست حجم کمتری اشغال می کند و بیشتر زیر خط فشار قوی نصب می گردد.

**سکسیونر با قطع زیر بار :** این سکسیونرها بدلیل جلوگیری از حجم زیاد پست و جلوگیری از مانور اپراتور و همچنین برای جلوگیری از اینترلاک (تنش) بین سکسیونر و دژنکتور طوری طراحی می شوند که برای قطع و وصل خطی کوچک و یا فیدرهای تغذیه و یا راه اندازی موتورهای فشار قوی و همچنین وصل آنها حدود ۲/۵ تا۱۰ برابر قدرت قطع آنهاست و جریان قطع این کلیدها ۲تا ۲/۵ برابر جریان نامی است . این نوع سکسیونرها دارای محفظه قطع ضعیفی می باشند که از نوع هوایی می باشند.

برای جلوگیری از قطع و وصل بی موقع و در زیر بار سکسیونر معمولاً بین سکسیونر و کلید قدرت چفت و بست مکانیکی یا الکتریکی به نحوی برقرار می شود که هنگام وصل بودن کلید قدرت سکسیونر را به هیچ وجه نتوان قطع یا وصل کرد.

مشخصات مهم یک سکسیونر که گویای مشخصات فنی و استقامت الکتریکی و دینامیکی است.

ولتاژ نامی ***Vn***

جریان نامی ***In***

جریان اتصال کوتاه ضربه ای ***Is***

جریان اتصال کوتاه مدت (معمولاً ۱ تا ۳ ثانیه) ***Ith***

## ۲– سکسیونرهای قابل قطع زیربار :

به علت اینکه در بیشتر شبکه ها و پستهای کوچک کلید قدرت و سکسیونر و وسایل اضافی مربوط به چفت و بست آنها مبالغ زیادی از مخارج و هزینه کل تاسیسات را شامل می گردد و به علت اینکه در اغلب موارد نصب کلید قدرت با مزایای قطع و وصل سریع آن حتماً لازم و ضروری نیست کلید سکسیونر قابل قطع زیر بار طرح و ساخته شد سکسیونر قابل قطع زیر بار در ضمن اینکه باید وظیفه یک سکسیونر را انجام دهد یعنی در ضمن برداشتن ولتاژ یا قطع شدگی قابل رویت و مطمئن در مدار شبکه فشار قوی بوجود آورد باید قادر باشد مانند یک دیژنکتور نیز قدرتها و جریانهای کوچک الکتریکی را نیز قطع کند لذا هر سکسیونر قابل قطع زیر بار باید دارای وسیله ای برای قطع فوری جرقه باشد. سکسیونر قابل قطع زیربار اصولاً دارای قدرت وصل بسیار زیاد است و می تواند شدت جریانهایی با شدت ۲۵ تا ۷۵ کیلوآمپر را به خوبی وصل کند.

ولی قدرت قطع آن کم واز ۴۰۰ تا ۱۵۰۰ آمپر تجاوز نمی کند لذا نتیجه می شود که این کلیدها برای قطع جریان اتصال کوتاه ساخته نشده و مناسب هم نمی باشند. در صورتی می

توان از سکسیونر قابل قطع زیربار در شبکه های فشار قوی استفاده کرد که مجهز به فیوزهای فشارقوی باشند فیوزهای فشار قوی در ولتاژ ۲۰ کیلو ولت دارای قدرت قطعی در حدود ۴۰۰ مگاولت آمپر می باشند که جریان اتصال را در همان مراحل ابتدایی قطع می کنند از آنچه گفته شد نتیجه می شود که سکسیونر قابل قطع زیربار فقط برای قطع جریان نامی شبکه مناسب است و جریان اتصال کوتاه را فیوز قطع می کند نه کلید البته باید متذکر شد که پس از قطع جریان اتصال کوتاه توسط سوختن فیوز ساچمه فیوز به طور خودکار باعث قطع سکسیونر به صورت سه فازه خواهد شد چون سکسیونر قابل قطع زیربار باید مدارهای حاصل جریان را قطع و وصل بکند. بنابراین بایستی مجهز به محفظه احتراق بوده که در داخل آن محفظه احتراق جرقه و قوس الکتریکی حاصل از قطع و وصل جریان را خاموش کند.

به محض فرمان قطع کلید تیغه اصلی از کنتاکت تیغه اصلی از کنتاکت ثابت کلید جدا می شود و قوس الکتریکی که ایجاد می گردد در اثر دو عامل زیر خاموش می گردد :

۱- در اثر حرارت قوس الکتریکی مقداری گاز از سطح داخلی عایق متصاعد شده که باعث خنک شدن جرقه شده و عمل خاموش شدن جرقه را سهل تر می سازد.

۲- فاصله بین دو کنتاکت دارای جرقه در اثر بازشدن فنر در داخل محفظه احتراق به سرعت زیاد شده این اضافه فاصله باعث قطع جرقه می گردد.

۳- کلید قدرت یا دیژنکتور :

دیژنکتور کلیدی است که می تواند در موقع لزوم جریان عادی شبکه و در موقع بروز خطا جریان اتصال کوتاه و یا جریان اتصال زمین و یا هر نوع جریانی با هر اختلاف فازی را سریعاً قطع کند در اتصال سه فاز که یک حالت خاصی از بار متعادل است با اینکه فرمان قطع به هر سه قطب کلید یکجا و در یک زمان داده می شود ولی قطع هر سه فاز تقریباً در فاصله یک چهارم پریود که معمولاً از نظر زمانی بسیار کوتاه است انجام می گیرد. در انتخاب دیژنکتور باید به نکات زیر توجه شود :

۱- ولتاژ نامی کلید که معمولاً برابر ولتاژ شبکه ای است که کلید در آن نصب می شود و می تواند حدود ۱۵٪ هم از ولتاژ شبکه کوچکتر باشد.

۲- جریان نامی کلید که مساوی با بزرگترین جریان کار معمولی شبکه است.

۳- قدرت نامی قطع دیژنکتور که باید با قدرت اتصال کوتاه در محل کلید مطابقت کند در ضمن با همین قدرت قطع قدرت وصل نامی دیژنکتور نیز عملاً مشخص می شود زیرا برحسب تعریف ***VDE*** باید قدرت وصل کلید در حدود ۲/۵ برابر قدرت قطع آن باشد.

## انواع دیژنکتورها :

۱- روغنی ۲-کم روغن ۳-هوایی (هوای فشرده) ۴-گازی(گاز $SF_6$)

## ریکلوزر

ریکلوزر کلیدی است که برای قطع و وصل اتوماتیک مدار جریان متناوب ساخته شده است و می تواند عمل قطع و وصل را برای چندین بار انجام دهد . ریکلوزر ها بر ای استفاده در مدار های تک فاز یا سه فاز طراحی شده اند . ریکلوزر را در حالت اتصالی مانند یک فیوز یا دیژنکتور قطع می کند و بلافاصله مجدداً وصل می کند . اگر اتصالی هنوز وجود داشته باشد مجدداً قطع خواهد کرد . این عمل تا زمانی که اتصالی برطرف بشود یا ریکلوزر در مقابل اتصال دائمی قطع کامل ( قفل ) بکند ادامه خواهد داشت . اگر اتصالی دائمی باشد ریکلوزر در مقابل اتصال دائم قطع کامل می کند . اگر اتصال موقتی باشد و به آسانی برطرف گردد ریکلوزر خود را کاملا آماده برای اتصالی بعدی خط می کند . بیشتر خطا های روی خطوط انتقال و توزیع موقتی هستند و از چند سیکل تا چند ثانیه طور می کشند . این خطا های موقتی خط بر اثر برخورد سیم ها به یکدیگر ، در اثر عدم فلش مناسب ، برخورد شاخه های درختان به خط ، زدن ولتاژ ضربه ای کلید ها بر روی مقره ها ، قرار گرفتن پرندگان بین هادی های برقدار و زمین ، یا زدن رعد و برق که باعث ایجاد قوس الکتریکی موقتی روی مقره ها ی خط می گردد به وجود می آید . پس به این نتیجه می رسیم که ریکلوزرها اجازه می دهند که خطا های موقتی رفع گردند و پس از آن به سرعت مجدداً سرویس دهی را برقرار می کنند ، اما یک خطای دائمی را کاملاً قطع می کند . تفاوت فیوز و ریکلوزر در این است که ، فیوز اتصالی دائمی و موقتی را مانند هم قطع می کند ، ولی ریکلوز به اتصالی موقتی این فرصت را می دهد ( معمولاً ۳ بار) تا اگر عیب موقتی است برطرف گردد ، اگر اتصالی بعد از سه بار قطع و وصل برطرف نشده باشد ، ریکلوزر تشخیص می دهد که آن یک التصالی دائمی است و قطع کامل خواهد کرد . ریکلوزر بطور مغناطیسی به وسیله سلونوئیدی که با خط سری بسته می شود عمل می کند . حداقل جریان قطع معمولا دو برابر جریان بار نامی بوبین ریکلوزر می باشد .

ریکلوزر به وسیله یک مکانیزم هیدرولیکی و یک سیستم اتصال مکانیکی عمل می کند . موقعی که جریان اتصالی به دو برابر جریان نامی خط می رسد ، میدان مغناطیسی افزایش یافته ، پلانجر را به داخل بوبین می کشد . همینطور که پلانجر به طرف پایین حرکت می کند انتهای پایینی ، مجموعه کنتاکت را تریپ می دهد تا کنتاکت ها باز شوند و مدار قطع

گردد ، به محض اینکه کنتاکت ها باز شدند دیگر جریانی در بوبین نخواهد بود تا آنها را باز نگهدارد . بنابراین یک فنر مکانیزم را وصل می کند و خط را مجدداً برقرار می نماید . متذکر می گردد که بین هر وصل مجدد ، خط تقریباً برای یک ثانیه (۵۰ تا ۶۰ هرتز) بار نگه داشته باشد. این زمان برای جدا کننده های ناحیه ای ( سکشنالایزر) فرصتی خواهد بود تا در حالیکه جریان در خط نیست عمل نماید( قطع کند) . در موقع قطع کامل ، کنتاکت ها باز می مانند تا زمانی که مجدداً ریکلوزر به طور دستی ریست گردد . معمولاً دو عمل ( قطع و وصل ) اولی ریکلوزر سریع تر از دو عمل ( قطع و وصل ) بعدی می باشد .

## لوازم و ابزار کار برقکاران در توزیع برق:

۱ - فردی

۲ - گروهی

لوازم ایمنی فردی شامل ابزار کار و لوازم حفاظتی:

کلیه لوازمی که یک برقکار باید برای کار روی شبکه به عنوان حفاظت از سلامتی خوداستفاده کند لوازم حفاظتی گفته می شود .لوازم حفاظتی به تناسب و شرایط کاری که برقکاران انجام می دهند در فصول مختلف سال توسط کارشناسان ایمنی معین می گردند که شامل:

۱-کلا ه ایمنی

۲-گوشی های حفاظتی :ایر ماف یا بیرون گوشی، ایر پلاگ یا داخل گوشی

۳-کفش های ایمنی بدون قطعه فلزی

۴-لباس کار دو تکه تمام نخی

۵-دستکش کار

۶-دستکش ولتاژی(عایق)

۷-کمر بند ایمنی

## لوازم ایمنی گروهی:

۱-فازمتر فشار متوسط : بهترین فازمتر ، فازمتری است که هم صدا و هم نور داشته باشد فازمتر فاقد تستر غیر قابل قبول است

۲-چوب استیک (پرچ) : باید طول آن ۳ متر باشد البته استاندارد آن ۲,۴ متر می باشد.

۳-نردبان -۱ : چوبی -۲ کامپوزیتی

نردبان چوبی فاقد گره، ترک خوردگی، رنگ و کاملاً خشک و عایق باشد .نقطه اتکا به زمین مناسب داشته باشد و عرض پایه ها مناسب باشد . بالا، وسط، پایین و کف نردبان باید کفشک لاستیکی داشته باشد که مانع از لغزندگی شود.

تست نردبان (نردبان۳ متری) : نردبان را روی ۲ تکیه گاه به صورت افقی قرار می دهیم و یک نفر به وزن۱۰۰ کیلوگرم وسط نردبان می ایستد اگر شکم نردبان بین ۱۰-۸ سانتی متر قوس برداشت نردبان غیر قابل قبول است.

۴-گراند(اتصال زمین موقت) : فشار ضعیف ۲دستگاه ، فشار متوسط ۲ دستگاه اگر خط ۲ مداره شود بایستی ۴ دستگاه گراند باشد .حال اگر خط ۲ مداره شود و ۲ سر کابل هم داشته باشد بایستی ۶ دستگاه گراند بسته شود.

۵ - چرخ زنجیر : بین وزن های کششی ۰/۷۵ تا ۱ تن مورد استفاده قرار می گیرد . ادوات آن شامل زنجیر چرخ، قفل و ضامن می باشد.

۶-هند لاین (طناب دستی ) : از یک چرخ، طناب و قلاب تشکیل شده است.

۷ - قیچی سیم بری (مفتول بر) و کابل بری

۸-پرس هیدرولیک :جهت پرس کابل شو

۹-فرش عایق

۱۰-فیوز کش آستین دار

۱۱-سیم گیر یا وایرگریپ ( قورباغه)

۱۲-پیچ گوشتی

۱۳-آچار فرانسه

۱۴-سیم چین

۱۵-انبر دست

۱۶ - فاز متر فشار ضعیف

۱۷-چکش

۱۸-کابل لخت کن

۱۹-کیف ابزار کمری

۲۰-جعبه ابزار

۲۱ - جلیقه شب رنگ

۲۲-لود بوستر :جهت کشیدن فیوز کت اوت زیر بار استفاده می شود .از دو قسمت ثابت و متحرک تشکیل شده است.گیره کمانی شکل با گیره فیوز کت اوت درگیر می شود . چفت فنری گردان و حلقه دسته فیوز دارد.

۲۳-فازمتر دوبل

بطور کلی کابلهای مورد استفاده در شبکه های توزیع به دو دسته کابلهای مسلح و کابلهای غیر مسلح تقسیم بندی می شوند .

## کابلهای مسلح

کابلهای مسلح تحمل ضربه ، فشار ، رطوبت و سایر عوامل را دارند و در پوشش خارجی آنها از سیم‌های فولادی برای تحمل نیروهای مکانیکی و کششی استفاده شده است .

## کابلهای غیر مسلح

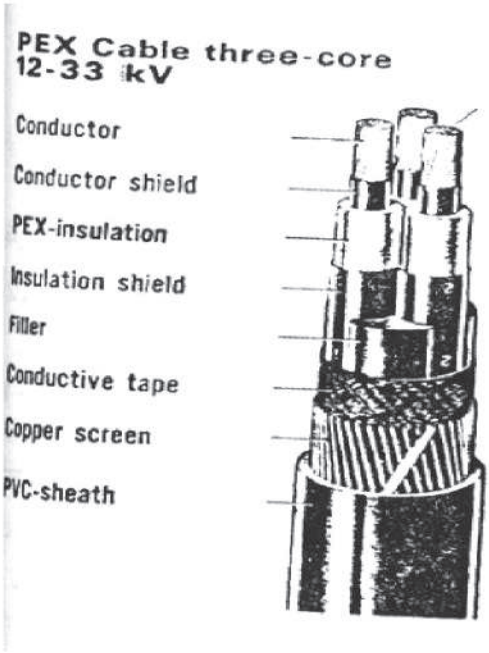
کابلهای غیر مسلح تنها از نظر الکتریکی و رطوبت عایق بندی شده اند و تحمل ضربه و فشارهای زیاد را ندارند.

## تقسیم بندی کابل های توزیع از نظر سطح ولتاژ

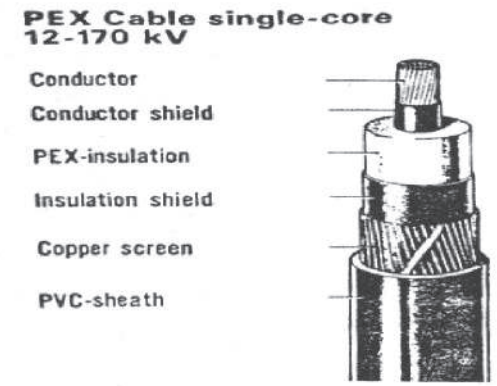
کابلهای توزیع از نظر سطح ولتاژ به گروه های فشار ضعیف تا ۱ کیلوولت و فشار متوسط ۲۰ کیلو ولت و یا ۳۳ کیلو ولت ، تقسیم بندی می شوند.

## عایق کابل ها

امروزه عموماً جنس عایق کابلها پروتودور (PVC) ،پلی اتیلن (PE) و کراس لینک پلی اتیلین (XLPE) می باشد کابلهای کراس لینک پلی اتیلن بدلایل زیر کاربرد وسیعی را در شبکه های توزیع و انتقال به خود اختصاص داده و توانسته اند بتدریج جایگزین دیگر انواع کابلها شوند شکل (۳۰- الف ) یک کابل سه هسته ۱۲-۳۳KV مسی کراس لینک پلی اتیلن و شکل (۳۰-ب) یک کابل تک هسته ۱۲-۱۷۰kv مسی کراس لینک پلی اتیلن را نشان می دهد .




شکل ۳۰- الف – نمونه ای از کابل ***pex*** سه هسته ۱۲-۳۳***kv***




شکل ۳۰ ب- نمونه ای از کابل ***pex*** تک هسته ۱۲-۱۷۰***kv***

در حال حاضر کابلهای کراس لینک پلی اتیلن برای ولتاژ ۱ کیلو ولت تا ۴۰۰ کیلو ولت ساخته شده اند کابلهای کراس لینک پلی اتیلن دارای مزایای فنی و اقتصادی قابل ملاحظه ای می باشند این مزایا عبارتند از :

الف – تلفات دی الکتریک کم

ب- جریان نامی زیاد

پ- قابلیت انعطاف خوب در شرایط اضطراری

ت- نصب آسان و هزینه های نصب کم .

## عوامل موثر در عیوب بوجود آمده در کابلها

- وجود عیب و نقطه ضعف مربوط به کارخانه سازنده ( غیر استاندارد بودن کابل )
- اعمال ولتاژ بیشتر از حد مجاز به کابل
- عدم رعایت استاندارد ها و قوانین مدون هنگام کابل کشی
- اعمال فشارها و کشش های مکانیکی بیش از حد مجاز به کابل
- ضربات خارجی ماند کلنگ خوردگی
- تأثیر عوامل شیمیایی بر کابل

## خرابی های کابل

خرابی های کابل می تواند ناشی از عیوب داخلی یا خارجی باشد
این عیوب عبارتند از :

## عیوب داخلی

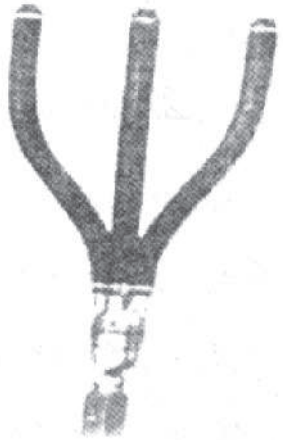
| | |
|---|---|
| اتصالی فاز با زمین | اتصالی دو فاز با زمین |
| اتصالی سه فاز به زمین | اتصالی دو فاز با هم |
| اتصالی سه فاز با هم | قطع کامل کابل |

## عیوب خارجی

عیوب خارجی می تواند در اثر حفاری ، ضربات مکانیکی ، کلنگ خوردگی ، نفوذ رطوبت به داخل کابل و غیره باشد .

## سر کابل

زمانیکه بخواهند کابل زمینی را به سیم هوایی وصل کنند و یاکابل زمینی را به شین ( باس بار ) اتصال دهند از سر کابل استفاده می گردد سر کابل باید طوری بسته شود که رطوبت هوا و آب باران به هیچ وجه در آن نفوذ نکند و چنانچه کابل روغنی باشد روغن داخل کابل بیرون نریزد . شکل (۳۱) یک نمونه سرکابل خشک را برای کابلهای پروتودور نشان می دهد.



شکل ۳۱

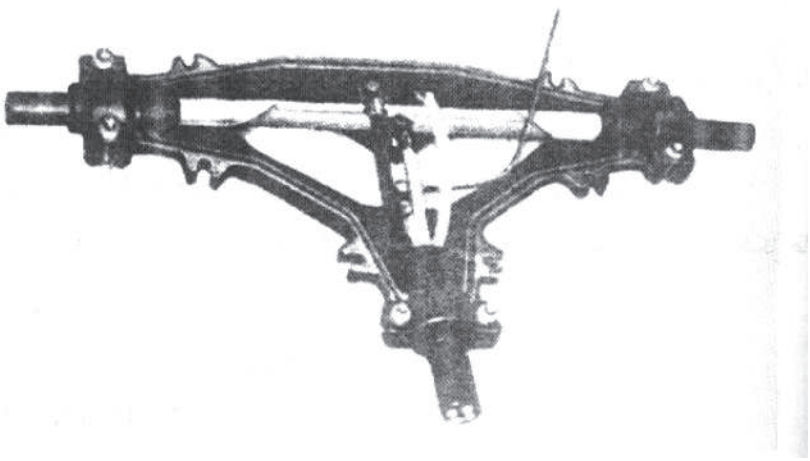
ساختمان و نوع سر کابلها متفاوت بوده و بستگی به نوع کابل و مکان نصب آن به شرح زیر دارد :

الف - سرکابل هوایی که جهت اتصال کابل به شبکه می باشد و در هوای آزاد استفاده می گردد.

ب- سر کابل داخلی که جهت اتصال کابل به سر ترانسفورماتور یا سکسیونر می باشد و در فضای سرپوشیده استفاده می گردد.

## مفصل

در هنگام کابل کشی ( کشیدن کابل زمینی ) اگر کابل کوتاه باشد و لازم باشد که کابل دیگری در امتداد آن قرار گیرد جهت اتصال این دو کابل بیکدیگر از مفصل استفاده می شود همچنین در مواقع گرفتن انشعاب باید کابل اصلی را در نقطه انشعاب قطع کرد و به کمک مفصل کابل فرعی را به کابل اصلی متصل نمود. علاوه بر این به هنگام بروز عیب در یک کابل زمینی پس از پیدا کردن محل عیب در کابل ، آن نقطه از کابل را قطع کرده و پس از جداکردن قسمت معیوب از قسمت سالم دو قطعه کابل را توسط مفصل بهم متصل می نمایند مفصل باید کابل را در محل اتصال در مقابل رطوبت و نیروی مکانیکی محافظت نماید ( شکل ۳۲) یک نمونه مفصل چدنی را نشان می دهد.



شکل ۳۲.

## هادی‌های روکش‌دار (*Covered Conductor* )

با توجه به روند رو به رشد استفاده از خطوط هوایی عایق شده در شبکه‌های توزیع، شرکت آلومتک اقدام به تولید هادی‌های هوایی با روکش ***XLPE*** و ***PVC*** و یا ترکیبی از آنها نموده است.

هادی‌های مورد استفاده در شبکه‌های توزیع عموما از نوع آلومینیوم با مغزی فولادی (***ACSR*** ) و آلومینیوم آلیاژی (***AAAC*** ) و تمام آلومینیومی (***AAC*** ) می‌باشد.

هادی‌های آلیاژی به دلیل داشتن ویژگی های منحصر به فردی همچون ظرفیت حمل جریان بالاتر، وزن سبکتر، نسبت های استحکام به وزن و هدایت الکتریکی به وزن بیشتر نسبت به هادی های ***ACSR*** ، مقاومت به خوردگی عالی، کیفیت سطحی بسیار بالاتر با سختی بسیار بالا و ... به طور گسترده‌ای در خطوط توزیع و انتقال مورد استفاده قرار می‌گیرند.

هادی‌های روکـش دار هوایی معمولا به صورت تک روکش ( ***Covered Conductor*** ) یا دو روکش ***(Covered Conductor Tree)*** ) تولید و مورد استفاده قرار می گیرند که در این خصوص هادی های دو روکشه هوایی، بیشتر در مناطقی که در آنها احتمال برخورد با درختان و شاخه زنی وجود دارد مورد استفاده قرار می گیرند. هادی‌های روکش‌دار مطابق با استانداردهای ۵۷۹۱ ***SFS*** ، ۵۰۱۸۲ ***BS-EN*** و ۱-۵۰۳۹۷***EN***تولید می‌گردند.

## ویژگی‌های روکش

روکش مورد استفاده در هادی‌های هوایی روکش دار تک لایه از جنس پلی‌اتیلن کراس‌لینک (***XLPE*** ) به رنگ مشکی بوده که در مقابل اشعهٔ ماوراء بنفش خورشیدی (***UV*** ) از مقاومت لازم برخوردار است. بنا به درخواست مشتری می توان این هادی ها را با روکش هایی همچون ***PVC*** ، ***PE*** و ***XLPE*** و یا ترکیبی از آنها در هادی های دو روکشه تولید و عرضه نمود.

## مزایا

مزایای استفاده از هادی‌های هوایی روکش‌دار در مقایسه با هادی‌های هوایی بدون روکش عبارتند از:

قابلیت استفاده در معابر تنگ و باریک

کاهش قطعی‌های کوتاه مدت و بلند مدت انرژی الکتریکی

حفظ محیط زیست از طریق کاهش شاخه‌زنی درختان و جلوگیری از مرگ پرندگان

کاهش احتمال آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع

کاهش حریم

حفظ ایمنی افراد

ممانعت از برق دزدی و سرقت سیم

کاهش هزینه‌های نگهداری خطوط

کاهش طول کراس آرم‌ها و نیروهای گشتاوری آن

کاهش جریان تلف شده

## کابل خود نگهدار

با توجه به اینکه مدت زمانی است بجای سیمها لخت در شبکه فشار ضعیف از کابل خونگهدار استفاده می گردد لذا جهت آشنایی با نحو سیم کشی این نوع کابل در ذیل مواردی متذکر می گردد .

## طراحی شبکه

در زمان طراحی شبکه با کابل خودنگهدار با توجه به جریان مجاز ، افت ولتاژ و جریان اتصال کوتاه ، سطح مقطع کابل انتخاب می شود. اسپانها و قدرت پایه های شبکه نیز همانند شبکه فشار ضعیف مسی تعیین می گردد. با این تفاوت که در مواقعی که شبکه فاقد مشترک در طول مسیر است ، طول اسپانها می تواند اندکی بیشتر باشد و فلش شبکه با کابل خودنگهدار بطور چشمگیری نسبت به شبکه سیمی افزایش داشته و در نتیجه مطابق رابطه کشش و فلش ($H=WS^{2/8}*F$) - با توجه به هم وزن بودن شبکه های معادل- قدرت پایه های زاویه ای و انتهایی کمتر خواهد شد. (یکی از المانهای محدود کننده طول اسپان در شبکه سیمی ، وجود فاصله ۳۰ سانتیمتری بین فازها و امکان برخورد سیمهای شبکه بهمدیگر در وسط اسپان است که در کابل خودنگهدار این محدودیت وجود ندارد. همچنین بدلیل افزایش ارتفاع شبکه امکان افزایش فلش نسبت به شبکه سیمی وجود دارد و در نتیجه نیروهای وارده نسبت به شبکه سیمی کمتر است.).

در صورت عدم تغییر در سطح مقطع کابل خودنگهدار در طول مسیر ، شبکه در نقطه ای بریده نمی شود و از ابتدا تا انتها یک تکه است.

محاسبات الکتریکی و مکانیکی شبکه بطور مفصل در دستورالعمل های مربوطه بررسی می شود.

اجرای شبکه کابل خودنگهدار

اجرای شبکه دارای مراحل اصلی نصب پایه و کابلکشی و اجرای اتصالات بشرح ذیل است:

الف – نصب پایه

مراحل پیکتاژ ،حفاری گوده ، نصب پایه و دوغاب ریزی آن همانند سایر شبکه های هوایی بوده و کلیه مواردی که در آن شبکه ها بایستی رعایت شود در مورد شبکه با کابل خودنگهدار نیز نافذ است. جهت تاکید و یادآوری به اهم آنها در ذیل اشاره می شود:

۱ - محل گوده ها در جای ایمن در راستای شبکه با رعایت حریم و پشت سنگ جدول تعیین می شود.

۲ - برا اساس نوع خاک حفاری و سایز پایه، ابعاد و عمق گوده مشخص می گردد.

۳ – بر اساس جهت برآیند نیروهای وارده (جهت پایه ای که در آن گوده، نصب خواهد شد) جهت گوده مشخص می شود.

۴ - قدرت پایه های شبکه با توجه به محاسبات مکانیکی بدست می آید. اما در صورت عدم دسترسی به محاسبات می توان بر اساس ذیل عمل کرد.

❖ پایه های میانی برای شبکه های تک مداره و دو مداره ***Kgf*** ۲۰۰ می باشد.

❖ پایه ها در زوایای کم و کابل با سایز کوچک و اسپانهای کمتر از ۳۰ متر نیز با قدرت***Kgf*** ۲۰۰ کفایت می نماید. با بالا رفتن زاویه یا سطح مقطع کابل و ... از پایه با قدرت ***Kgf*** ۴۰۰ کیلوگرم استفاده شود.

❖ پایه های انتهایی در شبکه با کابل سایز۵۰+۱۶+۵۰*۳ و پایین تر با اسپان ۳۰ متری با قدرت ***Kgf*** ۴۰۰ انتخاب گردد و در شبکه با کابل ۷۰+۱۶+۷۰*۳ و ۷۰+۲۵+۹۵*۳ با قدرت***Kgf*** ۶۰۰ لحاظ شود. در صورتیکه شبکه دو مداره با کابلهای مقطع بالا باشد پایه زاویه ای با قدرت***Kgf*** ۶۰۰ و انتهایی با قدرت***Kgf*** ۱۰۰۰ انتخاب شود.

۵ پایه های انتهایی و زاویه ای بایستی دوغاب شوند. پایه های میانی در شرایط معمولی با سنگ لاشه و خاک محکم می شود. چنانچه گوده ای به اجبار در مسیر آب یا در محل باتلاقی قرار گرفت باید دوغاب گردد.

۶ جهت نصب پایه ها به گونه ای باشد تا تحمل نیروهای وارده را داشته باشد.

۷ فاصله نصب پایه ها بر اساس شرایط محل حدود ۳۰ متر است چنانچه مشترکی در وسط اسپان نباشد که باعث افزایش طول کابل سرویس مشترکین از ۲۵ – ۳۰ متر شود می توان طول اسپان را با رعایت ارتفاع از مسیر زمین تا حداکثر ۴۰ متر افزایش داد که در طرح تاثیر آن در پایه های میانی و انتهایی منظور می گردد.

۸ با توجه به اینکه علمکهای شرکت گاز در فصل مشترک پلاکها و بصورت یک در میان و با شروع از پلاک انتهای کوچه ها نصب می شود در جایگذاری پایه ها حتی الامکان در نقاطی که محل علمک گاز است استفاده نشود.

ب- کابل کشی

- استاندارد کابلهای خودنگهدار مورد استفاده در شبکه ۶ سیمه و ۵ سیمه بشرح ذیل است.

- مشخصات کابل ۵ سیمه: داری یک رشته نول / مسنجر ۷ رشته با هادی آلومینیوم آلیازی ۶۲۰۱ غیر فشرده ، سه فاز و روشنایی با هادی آلومینیومی فشرده شده با عایق

***XLPE*** می باشدئ. جهت پیچش هادیها بصورت چپگرد بوده و فازها و روشنایی بصورت راستگرد به دور نول / مسنجر با گام ۲۲ تا ۲۶ برابر قطر مجموعه تابیده شده است. مشخصات کامل کابل در روی رشته تک خار درج شده است.

- مشخصات کابل ۶ سیمه: داری یک رشته یک رشته مسنجر فولادی با سطح مقطع ۲۵***mm^۲*** (مغزی هادی هاینا) و نول ، سه فاز و روشنایی با هادی آلومینیومی فشرده شده با عایق ***XLPE*** می باشد. جهت پیچش هادیها بصورت راستگرد بوده ، نول و فازها و روشنایی بصورت چپگرد به دور مسنجر با گام ۲۰ تا ۲۸ برابر قطر مجموعه تابیده شده است. مشخصات کامل کابل روی رشته روشنایی درج شده است و متراژ روی مسنجر نوشته شده است.

- همچنین شرایط مندرج در الزامات توانیر را دارا بوده و از کارخانه های مورد تایید توانیر و صلاحیت دار شرکت توزیع شیراز باشد.

- کلیه یراق آلات مکانیکی و الکتریکی باید دارای تاییدیه از شرکت توزیع شیراز باشند.( لازم به ذکر است علاوه بر آنکه بایستی سازنده آن جزو آخرین ویرایش فهرست کالاهای مورد تایید باشد، محصول مورد استفاده نیز بایستی با مشخصات اقلام تایید شده مطابقت داشته باشد.)

تذکر : از آنجایی که در صورت اجرای نادرست اغلب موارد اجرای کابل خودنگهدار، اصلاح آنها غیر ممکن بوده و منوط به تعویض کل کابل در آن مسیر می باشد، لذا شایسته است شرکت مجری دقت کافی در زمان اجرا بوجود آورد تا متحمل خسارت تعویض کابل نشود.

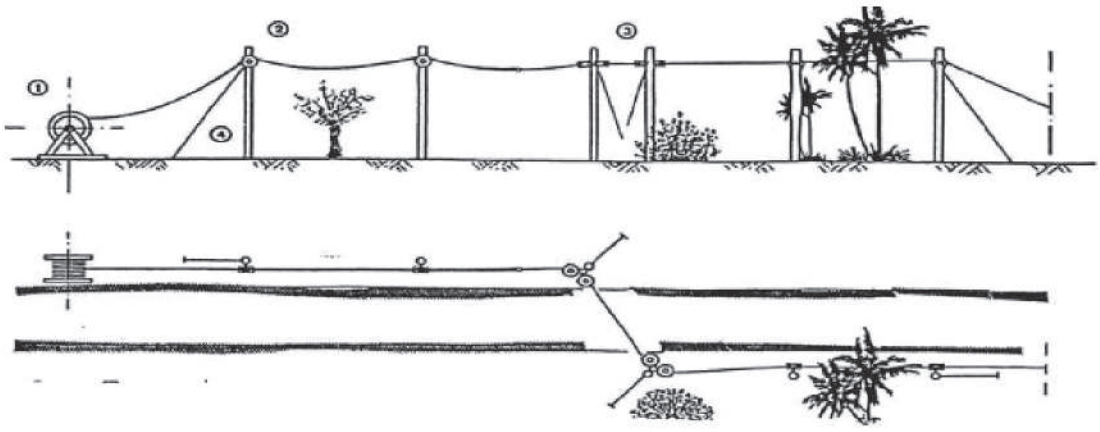
- پس از نصب پایه و سپری شدن مدت زمان حد اقل دو روز از زمان دوغابریزی پایه ها، کابلکشی با استفاده از تجهیزاتی از قبیل پولی - قرقره - جوراب کابل - طناب هدایت و ارابه حمل قرقره کابل و وینچ موتوری یا برقی به نحوی صورت می گیرد که هیچ آسیبی به کابل وارد نشود.
- با توجه به اینکه بریدن کابل خود نگهدار در گذر از یک سکشن به سکشن بعدی (به شرط عدم تغییر سطح مقطع) مجاز نمی باشد باید مسیرهای با سطح مقطع یکسان کابل خودنگهدار با توجه به نقشه طرح مشخص شود و با توجه به متراژ قرقره های کابل خود نگهدار موجود، مناسبترین قرقره برای هر مسیر جهت حصول حداقل ضایعات تعیین شود.

در صورتیکه پایه ها موجود باشند، پس از بررسی کیفیت آن به شرطی که فاقد کیفیت لازم بوده نسبت به تعویض آن اقدام می گردد. در صورتیکه از لحاظ ایمنی و بهره برداری موردی نداشته و به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه باشد از آن استفاده می شود.

- **کابل کشی به دو روش امکان پذیر است:**

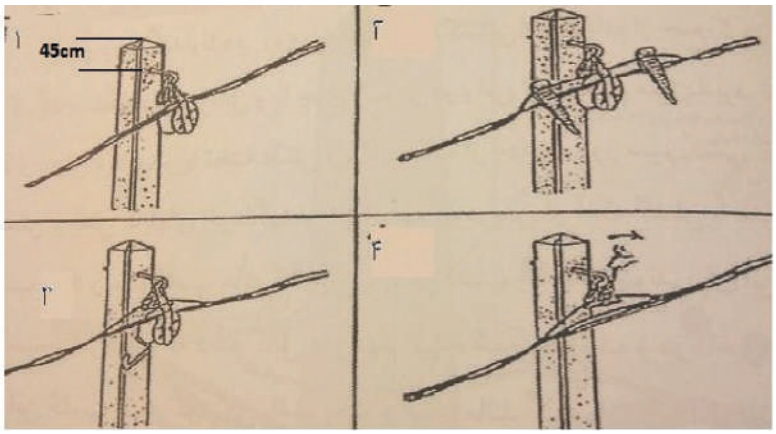
۱-بعد از نصب پولی در محل مناسب روی پایه ها، ابتدا طناب هدایت مناسب توسط سیم بان از داخل پولی های روی پایه و یا درختان و ... عبور داده و انتهایی آن با استفاده از جوراب کابل به کابل وصل می شود. ارابه قرقره کابل ثابت بوده و بایستی دارای سیستم ترمز باشد. (ترمز آن کنترل فلش صورت می گیرد) . سر دیگر طناب توسط وینچ یا خودرو شروع به کشیدن می شود.. بعد از اینکه انتهای کابل به محل مورد نظر رسید با کلمپ انتهایی مسنجر آن بسته میشود. کنترل نهایی فلش توسط وینچ کابلگیر (قورباغه ای) و دینامومتر یا تخته فلش صورت گرفته و کابل چیده می شود. در این حالت بایستی حداقل سه نفر ( یک نفر در سمت ارابه ، یک نفر همراه کابل و یک نفر در سمت وینچ باشد ودر صورت وجود زوایا بایستی از دو قرقره یا قرقره دویل استفاده شده و دقت شود کابل در آن نقاط دچار صدمه نشود.

۲ – بعد از نصب پولی در محل مناسب روی پایه ها، ابتدای کابل توسط کلمپ انتهایی به پایه وصل و ارابه قرقره حرکت داده می شود و با تعداد نفرات کافی و ترمز ارابه، کنترل فلش و کشش کابل صورت می گیرد. ارابه حرکت نموده و با فاصله مناسب بعد از پایه قرار گرفته و کابل توسط نفر به بالای پایه هدایت شده و سپس ارابه حرکت می کند تا بعد از پایه آخر. بدیهی است در این حالت در صورت وجود موانع امکان احداث وجود ندارد. همچنین کنترل شبکه و پایه ها در نقاط زاویه ای بسیار مشکل می باشد. این روش برای اسپانهای کوتاه و مستقیم و با زوایای می تواند صورت گیرد.



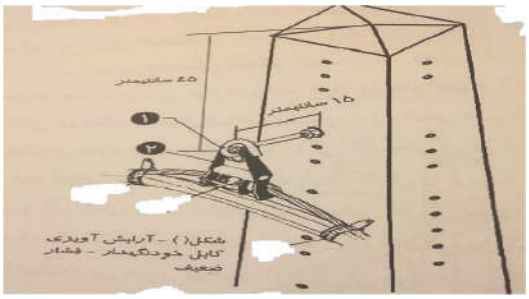
- در زمان کابلکشی باید قوس کابل و فشار وارده کنترل شده و بیش از حد مجاز نباشد ( شعاع بیشتر از ۱۲ برابر قطر کابل ) مناسب باشد.

- روی پایه های میانی و زاویه ای در محل مناسب پولی نصب شده و کابل بدون تماس با زمین از داخل آن عبور داده می شود . بعد از ته خط کردن کابل از روی پولی باز و مسنجر آن با کلمپ آویز بسته می شود.




- در پایه های میانی فاصله نصب دم خوکی از راس پایه ۹ متری حدود ۴۵سانتیمتر است و روی پایه های انتهایی حدود ۶۰- ۷۰ سانتیمتر از راس پایه و در راستای شبکه می باشد.

- کابل خودنگهدار به هیچ وجه نبایستی امکان سایش به سایر تجهیزات و پایه داشته باشد. برای این منظور فاصله ایجاد شده از پایه توسط دم خوکی مثلثی ۱۵ سانتیمتر است



- بهترین حالت اجرای شبکه کابلی از سمت پیاده رو است. چنانچه بدلیل وجود مشکل حریم امکان اجرا در آن مسیر وجود نداشته باشد در سمت خیابان اجرا گردد.

ج- نصب اتصالات

اتصالات کابل خودنگهدار به دو نوع مکانیکی و الکتریکی می باشد:

۱. مکانیکی : دم خوکی – مهره چشمی -کلمپ انتهایی مخروطی- کلمپ آویز- بست مقاوم در برابر آفتاب.
۲. الکتریکی: کلمپ انشعاب – کلمپ ارتباط – کلمپ روشنایی- کلمپ افزایش انشعاب

- جهت دسترسی به پخش نور مناسب ، بهتر است براکتهای چراغ در بالای کابل خودنگهدار اجرا شود. در صورت نیاز به بالا بردن ارتفاع کابل ، می توان از پیچهای مشترک جهت نصب براکت و دم خوکی ( یا مهره چشمی) استفاده کرد.

- در صورتیکه پایه ۱۲ یا ۱۵ متری در شبکه وجود داشته باشد شبکه در روی آنها هم ارتفاع شبکه روی پایه ۹ متری اجرا می شود. در صورتیکه پایه فاقد سوراخ در ارتفاع لازم باشد از کرپی استفاده می گردد. بهتر است بجای یکی از پیچهای کرپی از دم خوکی مناسب استفاده کرد تا فاصله ۱۵ سانتیمتری از پایه رعایت گردد.

- در زوایا بایستی فاصله مجازکابل از تجهیزات کنترل شود. بخصوص در زوایائی که شبکه بصورت آویز از بیرون پایه اجرا میشود که به طرفین پایه یا کرپی برخورد نداشته باشد.

- در زوایای کوچک بسته به طول اسپان – فلش – سایز کابل از کلمپ آویز استفاده می شود (تقریبا کمتر از ۳۰ درجه). (بسته به سایز و کشش کابل در زوایای بیشتر از ۴۵ درجه به طرف بیرون تیر و یا ۲۷ درجه به طرف داخل تیر دو کلمپ مخروطی در دو جهت شبکه استفاده می شود. در زوایای کمتر کلمپ آویز جوابگو خواهد بود اما بهتر است بیشتر از

۳۰ درجه را ملاک عمل قرار داد. بدیهی است برای کابلهای بزرگتر باید زوایای کمتری ملاک عمل قرار گیرد)

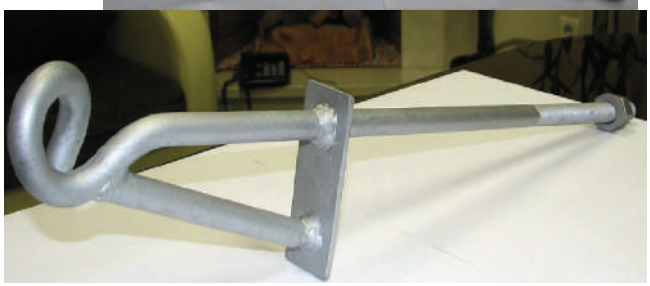
- استفاده از بستهای زیپی جهت نگهداشتن پیچش کابل در طول مسیر مجاز نمی باشد.

- در طرفین کلمپ آویز و نزدیک کلمپ مخروطی از بست زیپیمقاوم در برابر آفتاب (***UV***) استفاده می شود.

- طوق زیر کلمپ آویز مخصوص کابلهای چهار رشته بوده و هیچ سنخیتی با کابلهای مسنجردار ندارد.

- نصب دم خوکی در پایه های انتهایی باید در راستای شبکه باشد. نصب در وجه دیگر پایه صحیح نیست.

- در پایه های انتهایی زاویه ای بهتر است از پیچهای سر چشمی استفاده شده و طرف دیگر مهره چشمی نصب شود.



دم خوکی برای پایه های میانی چشمی برای پایه های انتهایی و زاویه ای .

- در مواقعی که کابل با شبکه سیمی به موازات است حتی الامکان در سمت مخالف همدیگر اجرا شود . در غیر این صورت شبکه سیمی با جلوبر یک متری از پایه فاصله گرفته

و کابل از داخل آن عبور نماید. و یا کابل از زیر شبکه سیمی عبور نماید. در برخی مواقع با استفاده از ال آرم پرچمی میتوان از بالای سیم عبور داد.

- در زوایای بیشتر از ۳۰ درجه دو کلمپ مخروطی در دو جهت شبکه استفاده می شود و کابل ترجیحا از داخل زاویه به نحوی عبور داده شود که امکان سایش کابل به پایه نباشد. (رعایت حریم در زوایا هم بررسی شود).

- پیچاندن سیم بکسل کلمپ مخروطی جهت کاهش فلش شبکه صحیح نمی باشد.

- فلش شبکه بایستی از جداول کابلکشی در دماهای مختلف استخراج شود. فلش بستگی به سایز کابل – اسپان شبکه – قدرت پایه ها و شرایط محیط دارد. اما بطور معمول در دمای ۳۰ درجه در اسپان ۳۰ متری برای کابل ۲۵-۳۵+۱۶+۵۰*۳ حدود ۴۰ سانتیمتر است. که برای اسپان بلندتر یا کابل بزرگتر مقداری بیشتر و برای اسپان کوتاهتر و یا کابل کوچکتر اندکی کمتر است (حدود ۲۰- ۱۰ سانتیمتر).

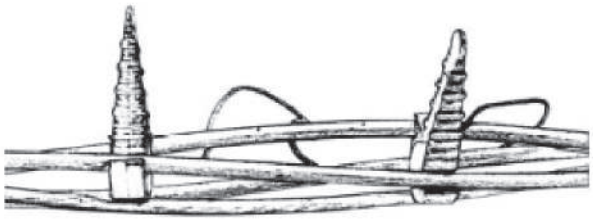
- در صورتبکه شبکه کابلی دومداره باشد بهترین حالت اجرای شیکه در طرفین پایه ها است . اما چنانچه مشکل حریم وجود داشته باشد بهتر است شبکه بصورت زیر هم اجرا شود.(با توجه به فاصله سوراخها روی پایه ۶۰ سانتیمتر فاصله بین مدارها می شود).

- فلش شبکه کابل خودنگهدار در اسپانهایی که با همدیگر تفاوت زیاد دارند با ددادند کردن در طرفین آن ، حتی الامکان با همدیگر یکسان باشد تا به لحاظ ظاهری آسیبی به مبلمان شهری وارد نشود.

## نکات بسیار مهم برای اتصالات الکتریکی

برای حصول به اتصال مناسب الکتریکی رعایت موارد ذیل بسیار حائز اهمیت است:

❖ تذکر ۱ : برای باز کردن رشته های کابل از همدیگر از گوه مخصوص اینکار استفاده شود.



❖ تذکر ۲ : کلیه کلمپها یکبار مصرف بوده و بعد از نصب، باز کردن و یا جابجا کردن آن امکانپذیر نمی باشد.

❖ تذکر۳ : رسیدن به شرایط کاملا موازی رشته های کابلها و قرارگیری رشته ها بطور صحیح در داخل کلمپ مربوطه امری بسیار مهم جهت حصول به اتصال بهینه است در غیر اینصورت اتصال ناقص می باشد.

❖ تذکر ۴: جهت قرارگیری کلمپها بسیار مهم است ، سر پیچ کلمپ باید به طرف بالا باشد تا امکان نفوذ آب به حداقل برسد.

❖ تذکر ۵: کلیه کلمپها باید دارای واشر لاستیکی آببندی و تیغه ها آغشته به گریس سیلیکون باشند.

❖ تذکر ۶: کلیه کلمپها ( اعم از ارتباط و انشعاب ) باید دارای پیچ ترکمتردار باشند تا پس از رسیدن نیروی آچار به حد آن بریده شود و یا اینکه باید از آچار ترکمتردار با تنظیم استفاده شود که فعلا کنترل آن قدری مشکل است.

❖ تذکر ۷: بایستی جهت ایمنی و جلوگیری از نفوذ رطوبت درپوش کلمپ ها برای کابل منشعب شده استفاده شود.

❖ تذکر ۸: کلیه نقاطی که روکش هادی آلومینیوم برداشت می شود( اعم از رشته کابل خودنگهدار یا کابل ***PVC*** ) بایستی با گریس ضد اکسید سیلیکون آغشته شود.

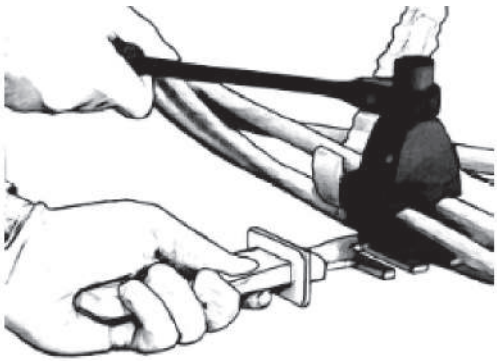
❖ تذکر ۹: : کلیه اتصالات در کابل خودنگهدار بایستی به گونه ای باشد تا امکان برخورد با قسمت برقدار بهیچ عنوان وجود نداشته باشد. ( قسمتهای بیرون کلیه کلمپها عایق بوده و عایق کابل نیز در اتصالات بجز در اتصال به شبکه سیمی برداشت نمی شود).

❖ تذکر ۱۰ : برای نصب کابل سرویس بعد از مهار کابل توسط وینچ ، ابتدا نول کابل/ها به رشته نول بسته و سپس رشته های فاز با مقداری مارپیچ کردن آنها با رعایت پخش بار بر روی فازهای مختلف بسته شود.

❖ تذکر ۱۱: هر کلمپ مخصوص یک کابل بوده و از ورود بیش از یک کابل (انشعاب یا سرویس) به یک کلمپ اکیدا" خودداری شود.

❖ تذکر۱۲: در زمان محکم کردن کلمپهای دو پیچ ( کلمپ ارتباط ) بطور مداوم و همزمان هر دو پیچ با همدیگر سفت شود.

❖ تذکر ۱۳: در زمان نصب کلمپهای کابل بایستی از آچار شانه ای برای گرفتن کلمپها استفاده شود.



**مفصل**

- انجام مفصل کابل در احداث شبکه های جدید بجز برای فواصل طولانی بیش از طول یک قرقره (حدود ۵۰۰ متر) نباید صورت گیرد.

- در صورت نیاز باید ابتدا از بست زیپی برای جلوگیری از باز شدن رشته ها در حدود یک متری انتها استفاده سپس مسنجر دو طرف اسپلایس شده و رشته های دو طرف بر خلاف همدیگر به فاصله های حدود ۱۵ سانتیمتر برش داده و با رعایت ترتیب رشته ها و پیچش آنها سایر رشته ها را به همدیگر بهنحوی اسپلایس کرد که موفها از همدیگر فاصله داشته باشند. مفصلبندی باید پس از اخذ تاییدیه ضرورت اجرا در حضور ناظر صورت گیرد.

- جهت انجام سرویس و بهره‌برداری، بهتر است نقطه مفصل در روی پایه قرار گیرد .

F

## حریم شبکه

- حریم کابل خودنگهدار در حال حاضر همانند شبکه های لخت فشار ضعیف ۱۳۰ سانتیمتر است اما در شرایط اجبار و به شرطی که کابل از مقابل پنچره و در مسیر دسترس افراد عادی نباشد ۵۰ سانتیمتر تعیین شده است.

- در صورتیکه با دم خوکی حریم شبکه رعایت نگردد از کراس آرم های پرچمی بطول مناسی استفاده کرد.

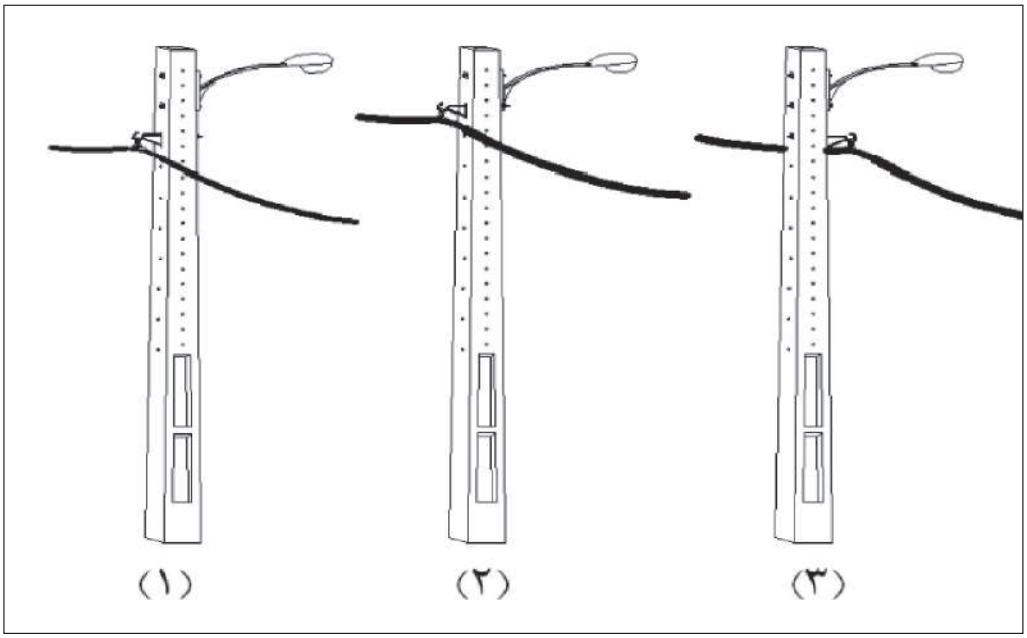
نول کردن

- همانند شبکه های فشار ضعیف سیمی ابتدای هر فیدر با رعایت فاصله ۲۰ متری از چاه گراند حفاظتی و انتهای فیدر ( تمامی ته خطهای تیافها ) گراند جهت نول ایجاد شود.

- سیستم گراند توسط یک رشته کابل ۲۵*۱ مسی به بالای پایه هدایت سپس مقداری غلاف کابل مس برداشت شده (در صورت دولایه و کابلی بودن ) و توسط کلمپ ارتباط تک پیچ به نول متصل می گردد. مسنجر نیز توسط کلمپ ارتباط تک پیچ به نول متصل میگردد.

## روشنایی معابر

براکت چراغها بسته به طراحی می تواند در زیر یا بالای کابل بسته شود. ولی بهترین حالت نصب براکت چراخها در بالای پایه ها است. که کابل خودنگهداردر زیر آن (در سمت مخالف یا موافق ) اجرا می گردد. کابل ۱,۵*۲ آن بعد از عبور از کنار پایه و روی دم خوکی در یک سمت با کلمپ انشعاب به رشته روشنایی و نول بسته شود.




## وصل انشعاب مشترکین

- همانند شبکه‌های سیمی بعد از بستن کابل مشترک توسط وینچ ، رشته‌های آن از همدیگر باز شده و مناسب با پیچش کابل با کلمپ انشعاب مشترکین به کابل بسته می شود.

- جهت اتصال کابل سرویس ابتدا نول کابل سرویس و سپس رشته/ های فاز با قدری فنری کردن به کابل خودنگهدار اتصال داده شود.

- رعایت تقسیم بار روی فازها بسیار مهم است که با رعایت بستن کلمپها بترتیب پیچش کابل این امر میسر میگردد. بدلیل اینکه بعد از بستن کلمپ انشعاب جابجا کردن آن باعث تخریب کابل می گردد.

## حالتهای مختلف اجرای شبکه

در ذیل حالتهای مختلف اتصالات کابل خودنگهدار بررسی می شود :

### الف ) انتهای شبکه کابل خودنگهدار

- در پایه های انتهایی که شبکه ادامه ندارد دم خوکی در فاصله حدود ۶۰ سانتیمتری از راس تیر پایه ۹ متری ( یا هم ارتفاع آن در حالت پایه ۱۲ یا ۱۵ متری با کرپی ) بسته شده, مسنجر کابل ۶ سیمه بعد از محکم شدن توسط کلمپ مخروطی و عبور از داخل دم

خوکی یا چشمی به روی شبکه برگردانده و با استفاده از یک بست بکسل به مسنجر بسته می شود ولی در کابل ۵ سیمه نول مسنجر بعد از قرار گرفتن داخل کلمپ انتهایی دوباره به همراه سایر رشته ها پس از بستن آنها توسط بست زیپی در کنار پایه به سمت بالا هدایت شده و توسط یک عدد طوق (تسمه) به پایه محکم می شود. بایستی دقت شود سر کابل از پایه بالاتر قرار نگیرد.

- انتهای کلیه رشته کابل با کاور مخصوص حرارتی یا بوش فیت ( ترجیحا" بوش فیت) و مناسب سایز خود بسته شود.

- استفاده از کاور بزرگ روی تمامی رشته ها بدلیل مشکل نمودن کنترل کاورهای تکی و نیز عدم ضرورت و کاربرد کار صحیح نمی باشد.

## ب) تیاف یا انشعاب از کابل خودنگهدار

- کابل انشعاب بعد از ته خط شدن مسنجر به کلمپ مخروطی با فرمدهی مناسب در یک سمت به موازات کابل مسیر اصلی درآمده و با رعایت ترتیب فازها (تک خار به تک خار و ..... ) با فاصله حدود ۱۰ سانتیمتر و مطابق پیچش کابل اصلی بدون باز شدن رشته های آن ( با رعایت نکات ذکر شده در مورد کلمپ ارتباط) با کلمپ ارتباط دو پیچ بهمدیگر متصل شود.

- تمامی رشته های تیافها باید به رشته های همنام خود اتصال داده شود.

## ج) اتصال به کابل فیدر ( یا انشعاب زمینی)

- با توجه به اینکه قرار گرفتن کابل خودنگهدار در زمین بصورت مستقیم صحیح نیست ( کابل خودنگهدار جهت استفاده در هوای آزاد می باشد) و عبور آن از داخل لوله ها شرایط سخت و تقریبا ناممکن دارد و نیز استفاده از کابلشو بیمتال جهت اتصال به شمش مسی تابلوها دارای مشکلاتی است، بنابراین به هیچ عنوان کابل خودنگهدار وارد تابلو پست هوایی بصورت مستقیم نمی شود.

- برای اتصال به کابل مسی زمینی با به فیدر پست ابتدا کابل خودنگهدار به همان شیوه ای که در بالا اشاره شد روی پایه ته خط می گردد (نیازی به استفاده از جلوبر نیست) .کابل مسی فیدر با بستن مهره چشمی یا اتریه در حدود ۳۰ سانتیمتری بالاتر از محل اتصال

کلمپ مخروطی بصورت عصایی شده و پس ازبرداشت غلاف آن رشته های آن از همدیگر باز شده و با رعایت ترتیب فازها و رنگ بصورت موازی کابل خودنگهدار قرار می گیرد و سپس با استفاده از کلمپ ارتباط مخصوص و مناسب سایز رشته های کابلها بدون باز شدن رشته های کابل خودنگهدار به فواصل حدود ۱۰ سانتیمتر مناسب با پیچش رشته های کابل خودنگهدار اتصال برقرار شود.

- عصایی کردن رشته های کابل مسی در ورود به کلمپ ارتباط که با عث وارد شدن فشار به کلمپ و کابل مسی شده و منجر به معیوب شدن آنها شده و صحیح نمی باشد.

- یک رشته کابل ۲۵*۱ مسی نیز جهت روشنایی به موازات کابل فیدر احداث و سپس به کابل خودنگدار با رعایت شرایط بالا متصل می گردد

در شرایطی که بار فیدر زیاد است میتوان به یکی از روشهای ذیل عمل کرد:

۱. برخی مواقع برای اتصال کابل فیدر به کابل خودنگهدار از کلمپ دو پیچ آلومینیوم آلیاژی (معمولی یا بیمتال ) استفاده شود. برای ایجاد ایمنی بهتر کابل ***PVC*** ( فیدر پست هوایی یا انشعاب زمینی) بعد از رسیدن آن به راستای کابل خودنگهدار با ایجاد انحنای مناسب به نحوی که امکان نفوذ آب به به داخل نباشد ، غلاف آن باز و رشته ها به سمت بالا هدایت شده و بصورت پلکانی پوسته انتهای آنها برداشت شده و پوسته کابل خودنگهدار نیز برداشت می شود. روی قسمتهای آلومینیومی بایستی گریس مخصوص ضد اکسید سیلیکون کشیده شود. حال دو رشته کابل توسط کلمپ مناسب ( وابسته به جنس هادی کابل فیدر یا انشعاب) بسته شده و روی آن کاور مناسب نصب شود. در پوش کاور از یکطرف بر اساس

قطر کابلهای ورودی برداشت شده و جهت اطمینان از عملکرد کاور روی آن بسط مقاوم در برابر ***UV*** زده شود.

۲. برای اتصال کابل فیدر به کابل خودنگهدار از کلمپ دو پیچ آلومینیوم آلیاژی (معمولی یا بیمتال ) استفاده شود. برای ایجاد کارآیی بهتر کابل ***PVC*** ( فیدر پست هوایی یا انشعاب زمینی) بعد از رسیدن آن به بالای راستای کابل خودنگهدار ( حدود۳۰ سانتیمتر)، با ایجاد انحنای مناسب به نحوی که امکان نفوذ آب به به داخل نباشد ، غلاف آن باز و رشته ها به سمت پایین هدایت شده و بصورت تصویر ارائه شده با برداشت پوسته انتهای آنها برداشت شده و با برداشت پوسته رشته کابل خودنگهدار توسط کلمپ مناسب ( وابسته به جنس هادی کابل فیدر یا انشعاب) بسته شده و روی آن کاور مناسب نصب شود. روی قسمتهای آلومینیومی بایستی گریس مخصوص ضد اکسید سیلیکون کشیده شود. در پوش کاور از یکطرف بر اساس قطر کابلهای ورودی برداشت شده و جهت اطمینان از عملکرد کاور روی آن بسط مقاوم در برابر ***UV*** زده شود. در این حالت حدود ۱,۵ متر کابل بایستی اضافه لحاظ شود.

## د) اتصال به شبکه سیمی

- برای اتصال به شبکه هوایی سیمی موجود کابل خودنگهداربعد از مهار مسنجر توسط کلمپ مخروطی و زدن بست زیپی قبل از کلمپ رشته ها از کنار پایه عبور داده و توسط کلمپ مناسب با سیم شبکه ( آلومینیوم – مس) بعد از برداشت عایق آن به اندازه کلمپ اتصال می یابد.

- در حال حاضرکلمپهای بیمتال دارای کاوری هستند که بعد از بسته شدن آنها روی کلمپ قرار می گیرد. یکی از مهمترین موارد قرارگیری صحیح رشته درداخل کلمپ بوده به نحوی که کلمپ بطور کامل رشته ها را در بر گرفته و محکم شود. ضمنا محل ورود رشته هادی در روی کاورها بصورت پلکانی می باشد که مناسب با جهت ورود رشته و قطر آن برش داده شود. بریدن اشتباه باعث نفوذ آب بداخل کلمپ می شود. همچنین کاور باید روی کلمپ چفت شود پیچاندن نوار چسب بسیار موقتی است.

- مسنجر با زدن کاور بعد از قرار گرفتن آن در دم خوکی به روی شبکه بر می گردد و با یک کلمپ یا کانکتور بسته شود.

## جایگزینی شبکه سیمی با کابل خودنگهدار

چنانچه جایگزینی مد نظر باشد بایستی مقدمات ذیل فراهم شده باشد:

۱. بایستی مطابق دفترچه گردش کار تبدیل سیم به کابل عمل شود: طرح / کروکی شبکه موجود ترسیم شده (سطح مقطع سیم مسی موجود و متراژ آن قید شده باشد)، بعد از ابلاغ آن به پیمانکار ، با حضور نمایندگان ذیربط تحویل مسیر شده و صورتبردای از شبکه موجود به تایید آنها می رسد. پیمانکار بعد از ارائه برنامه زمانبندی با هماهنگی دستگاه نظارت و موارد اعلام شده شروع به اجرای پروژه می نماید.
۲. موارد ذیل در هنگام طراحی ، یا تحویل مسیر و یا حین اجرا بایستی ( پایه های فرسوده و یا کج بخصوص چوبی، نقاط دارای مشکل حریم عمودی یا افقی، پایه های قرار گرفته درنقاط پرخطر و ... مد نظر قرار گیرد.
۳. در زمان برکناری باید تمامی تجهیزات باقی مانده از شبکه هوایی سیمی باید بهر نحو) ممکن( توسط روغن ترمز ، هوا برش از شبکه جمع آوری شود

## مراحل جایگزینی بشرح ذیل انجام می شود:

۱) استقرار ارابه کابل ( یدک کش کابل) در یک سمت خط و دستگاه وینچ در سمت دیگر
۲) بررسی کلیه پایه ها( چوبی و سیمانی ) از لحاظ ظاهری و اطمینان ازسلامت نسبی پایه و امکان صعود از پایه
۳) بستن پولی در روی تمامی پایه ها در محل مناسب ( روبروی فاز شب) بهتر است در سمت مخالف شبکه سیمی باشد در غیر اینصورت با استفاده از تجهیزات خاص ( کرپی با خاموت عایق یا براکت اتریه ) در راستای فاز شب با ایجاد فاصله از سیم ها پولی بسته می شود.
۴) عبور طناب مخصوص از سمت وینچ از داخل پولی ها و نیز از میان موانع ( شاخه درختان ، سیمها و ...)
۵) بستن انتهای طناب با استفاده از جوراب کابل ماسوره دار به کابل خودنگهدار
۶) برقدار کردن وینچ کابلکشی از شبکه موجود
۷) جمع کردن طناب کابل با احتیاط کامل توسط وینچ
۸) کنترل حرکت کابل از داخل پولیها بخصوص در زوایا و موانع
۹) کنترل فشارهای وارده به پایه های زاویه ای و انتهایی در تمامی مراحل.
۱۰) کنترل فاصله کابل از تاسیسات توسط هماهنگی بین ترمز یدک کش کابل و وینچ
۱۱) انتهایی کردن کابل از سمت استقرار وینچ با رسیدن کابل به آن محل
۱۲) استقرار دستگاه وینچ در سمت ارابه کابل و گرفتن کابل با استفاده از قورباغه کابل گیر و سفت کردن کابل
۱۳) کنترل فلش کابل با استفاده از قورباغه و تیفور در انتهای کابل. همچنینی کنترل فلش و در نظر گرفتن مقداری کابل در زوایا.
۱۴) انتهایی کردن و برقدار کردن کابل از شبکه موجود.
۱۵) خاموش کردن مشترکین بصورت انفرادی با قطع فیوز آنها و قطع فاز و سپس نول از روی شبکه سیمی و وصل نول و سپس فاز روی کابل خودنگهدار با رعایت تعادل بار.( با لحاظ قدری اضافه طول جهت جابجایی کابل خودنگهدار)
۱۶) بی برق کردن سبکه سیمی و برداشت کامل تجهیزات برکناری.
۱۷) انتقال کابل خودنگهدار از روی پولیها به کلمپهای آویز

## حداقل تعداد ملزومات مورد نیاز هر اکیپ اجرایی

حداقل تجهیزات و وسایل زیر برای هر کدام از اکیپهای اجرایی باید بشرح ذیل باشد:
جوراب کابل کشی دو عدد، طناب راهنما یا سیم بکسل سیم کشی یک قرقره، پولی (قرقره هوائی کابل کش) ده عدد، چرخ و طناب و گیره قورباغه ای هر کدام یک عدد، جداساز گوه ای دو عدد، برس سیمی یک عدد، خمیر ضد اکسید به تعداد لازم، آچار بکس دارای گشتاورسنج یک عدد، آچارهای مخصوص هر کدام یک عدد ، دینامومتر و یا تخته فلش هر کدام یک عدد، قیچی کابل بر یک عدد، نگهدارنده(خرکی) یک جفت، وینچ یک عدد، نورافکن دو عدد.

## لوازم کارفردی، گروهی و تجهیزات ایمنی

لوازم کار و ایمنی فردی برای سیم بانان و یا نفرات کار بر روی تیرهای شبکه عبارتند از:
رکاب (فقط در تیرهای چوبی)، کلاه، کفش، لباس کار، دستکش و کمربند ایمنی به تعداد نفرات اکیپ، جعبه ابزار، قرقره بالابر ابزار و وسایل کابل کشی، انبردست مخصوص برقکار، آچار فرانسه، پیچ گوشتی، چاقو مخصوص لخت کردن کابل و یا باز کردن درپوش کاورهای عایقی، ولتمتر و کیف مخصوص حمل یراق الات بر روی تیر
لوازم کار و ایمنی گروهی (مشترک) برای اکیپ سیم بانان و یا نفرات کار بر روی تیرهای شبکه عبارتند از : مقیاس مدرج (متر میله ای)، وسایل مفصل بندی، اره آهن بر، قیچی کابل بری، چکش، جعبه های کمک های اولیه، نورافکن برای کار در شب.،علائم هشداردهنده برای محصور سازی محیط کار

## چک لیست نظارت بر شبکه فشار ضعیف کابل خودنگهدار

آیا از وسایل هشدار دهنده و ایمنی در طول مسیر پروژه استفاده شده است؟

آیا مسیر انتخاب شده و پایه ها مطابق طرح است؟

آیا محل- ابعاد و جهت گوده پایه ها مناسب است و از سنگ لاشه مناسب استفاده شده است؟

آیا سایز پایه ها بر اساس طرح است؟

آیا جهت پایه ها مناسب برآیند نیروها است؟

آیا دوغاب ریزی پای تیرها مناسب است؟

آیا از دم خوکیهای مناسب (فاصله ۱۵***cm*** از پایه) استفاده شده است؟

آیا فاصله دم خوکیها از سرپایه مناسب است؟

آیا سایز کابل مطابق طرح است؟

آیا حریم کابل خودنگهدار نسبت به سایر تاسیسات رعایت شده است؟

آیا در زمان کابل کشی با پولی صدمه ای به کابل وارد نشده است؟

آیا فلش کابل به اندازه استاندارد است؟

آیا از یراق آلات استاندارد و مورد تایید استفاده شده است؟

آیا اتصالات کابل خودنگهدار در انشعابها به شیوه صحیح و مرتب صورت گرفته است؟

آیا در اتصالات از کلمپهای مناسب استفاده شده است؟

آیا در اتصالات کلمپها به گونه ای بسته شده است که مانع نفوذ آب به داخل گردد؟

آیا پیچ ترک متردارکلمپها بریده شده است؟

آیا در زوایا کابلکشی به شیوه صحیح صورت گرفته است؟

آیا از کلمپ آویز و یا انتهایی در جاهای مناسب استفاده شده است؟

آیا در طرفین کلمپ آویز از بست مقاوم در برابر ***uv*** استفاده شده است؟

آیا از بستهای مقاوم در برابر ***uv*** در طول کابل برای جلوگیری از باز شدن آن استفاده شده است؟

آیا اتصالات گراند نول به شیوه صحیح صورت گرفته است؟

آیا در انتهای کابل از کاور مناسب برای تمامی ۶ رشته استفاده شده است؟

آیا انتهای کابل به شیوه صحیح روی پایه فرمدهی شده است؟

آیا در صورت نیاز به اسپلایس به صورت صحیح اجرا شده است؟

آیا ارتباط با شبکه مسی بطور صحیح صورت گرفته است؟

آیا ارتباط با کابل فیدر به شیوه صحیح صورت گرفته است؟

# ضمائم

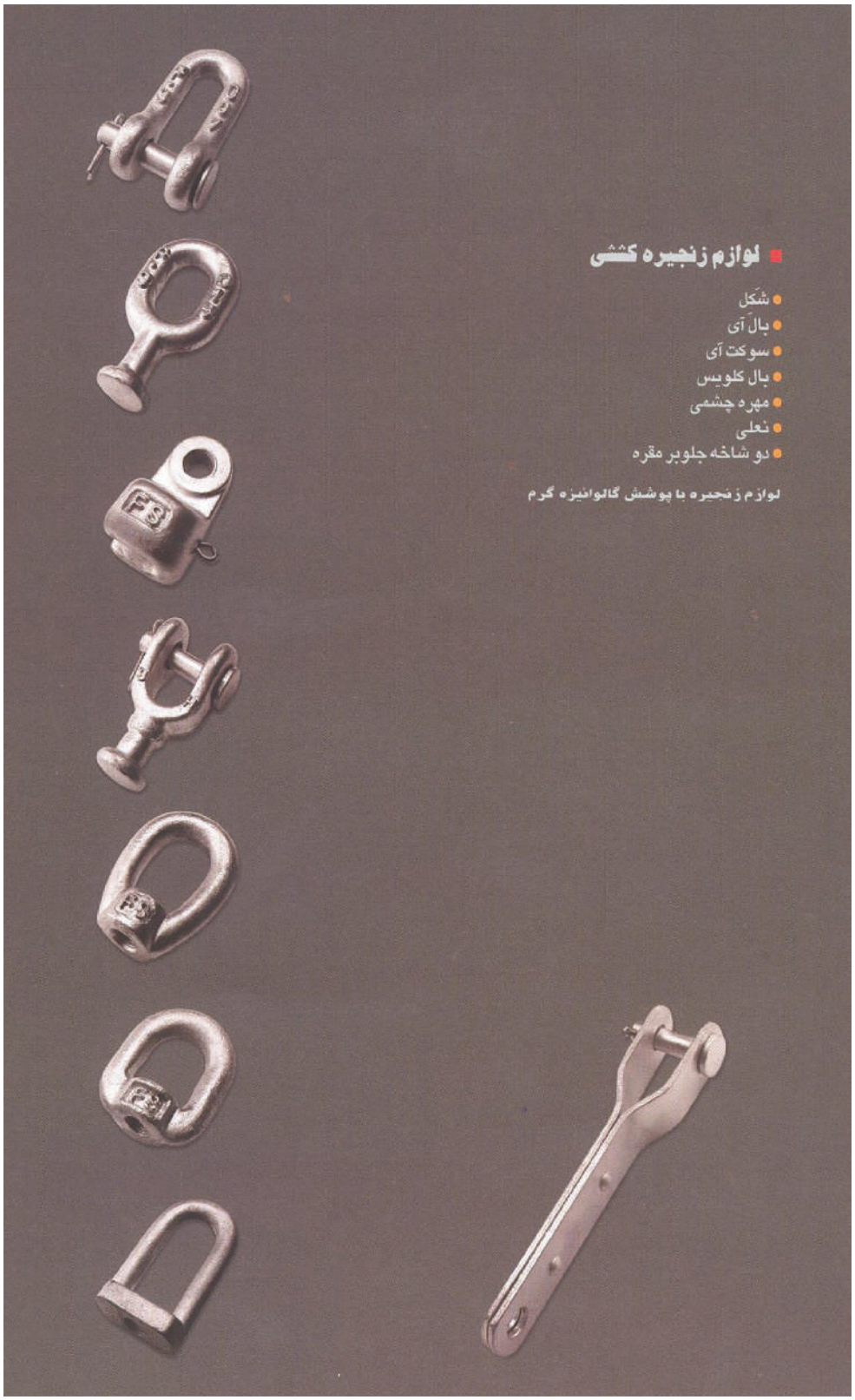
کلمپ ارتباط خط
کلمپ انشعاب
کلمپ انتهایی آلومنیم
کلمپ عبوری
دم خوکی، مورد تایید توزیع برق شیراز
کلمپ انتهایی پلی آمید

کلمپ انتهایی ۳۵
کلمپ انشعابی ۱۲۰ – ۷۰
کلمپ انشعابی ۷۰ – ۳۵
کلمپ انشعابی ۳۵
زین هاتلاین دایکاست
مورد تایید توزیع برق شیراز
کلمپ هاتلاین دایکاست
مورد تایید توزیع برق شیراز

کلمپ انتهایی ۱۹۵ - ۱۲۰
کلمپ انتهایی ۱۹۵-۱۲۰ کرپی داخل(دایکاست)
مورد تایید شرکت توزیع برق شیراز
کلمپ انتهایی ۷۰ - ۳۵ کرپی داخل
کلمپ انتهایی ۱۲۰ - ۷۰
کلمپ انتهایی ۷۰ - ۳۵
کلمپ انتهایی ۷۰-۳۵ کرپی داخل(دایکاست)
مورد تایید شرکت توزیع برق شیراز

## پیچ، مهره و واشر

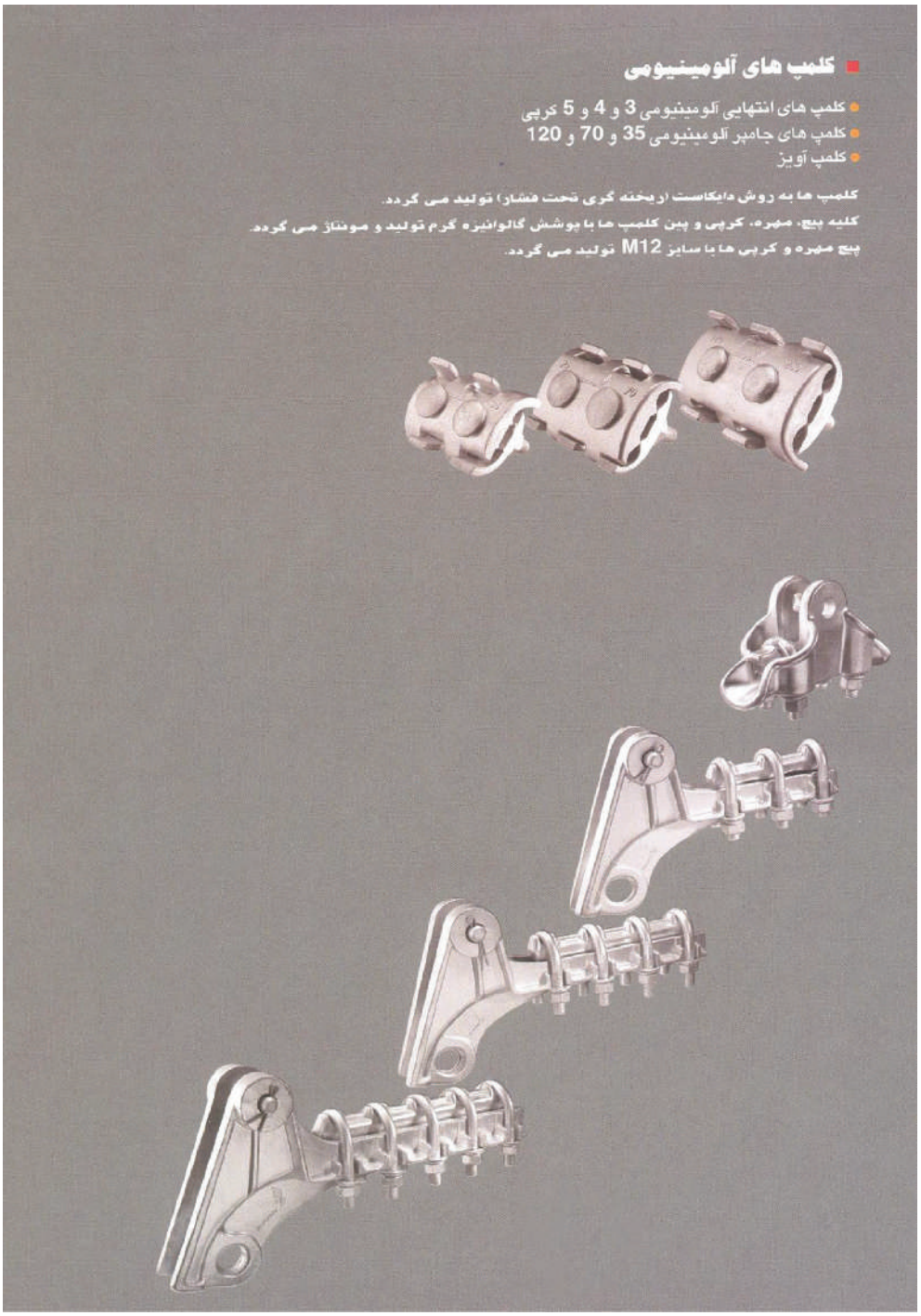
- پیچ و مهره های یکسر رزوه
- پیچ و مهره های دو سر رزوه
- پیچ و مهره های یکسر و دوسر رزوه پشت نازک و پشت کلفت
- پیچ و مهره ها با گرید 5.6
- پیچ و مهره های تولیدی با پوشش گالوانیزه گرم
- پیچ و مهره های M14 و M16 با طول های مختلف از 200 الی 600 میلیمتر


لوازم زنجیره کشی
شکل
بال آی
سوکت آی
بال کلویس
مهره چشمی
نعلی
دو شاخه جلوبر مقره
لوازم زنجیره با پوشش گالوانیزه گرم

## کلمپ های آلومینیومی

- کلمپ های انتهایی آلومینیومی 3 و 4 و 5 کرپی
- کلمپ های جامپر آلومینیومی 35 و 70 و 120
- کلمپ آویز

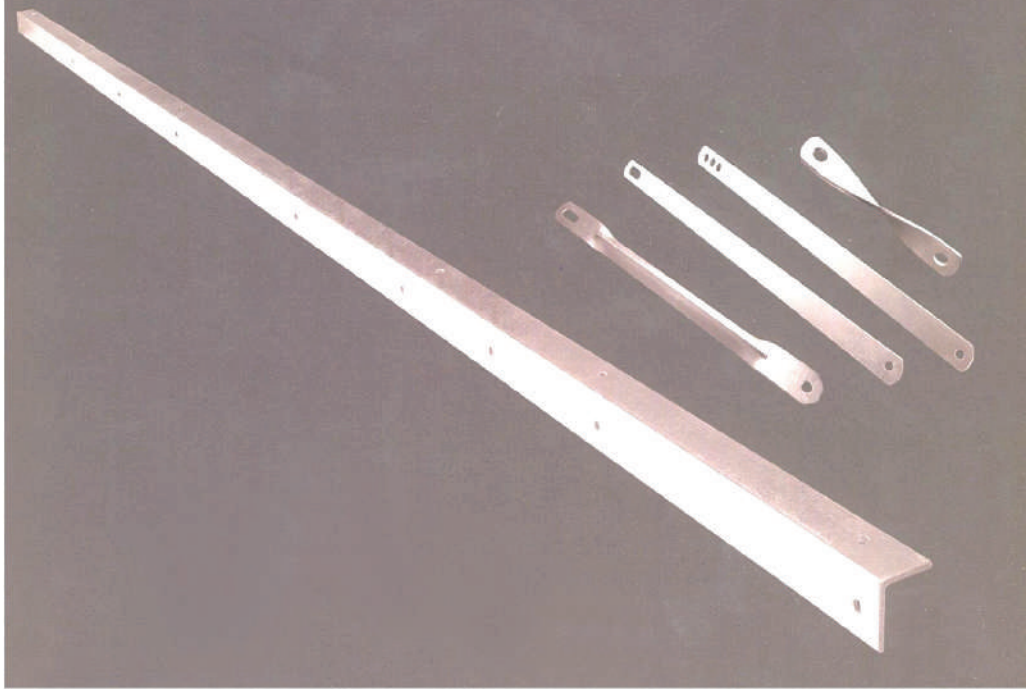
کلمپ ها به روش دایکاست (ریخته گری تحت فشار) تولید می گردد.
کلیه بیج، مهره، کرپی و پین کلمپ ها با پوشش گالوانیزه گرم تولید و مونتاژ می گردد.
پیچ مهره و کرپی ها با سایز M12 تولید می گردد.

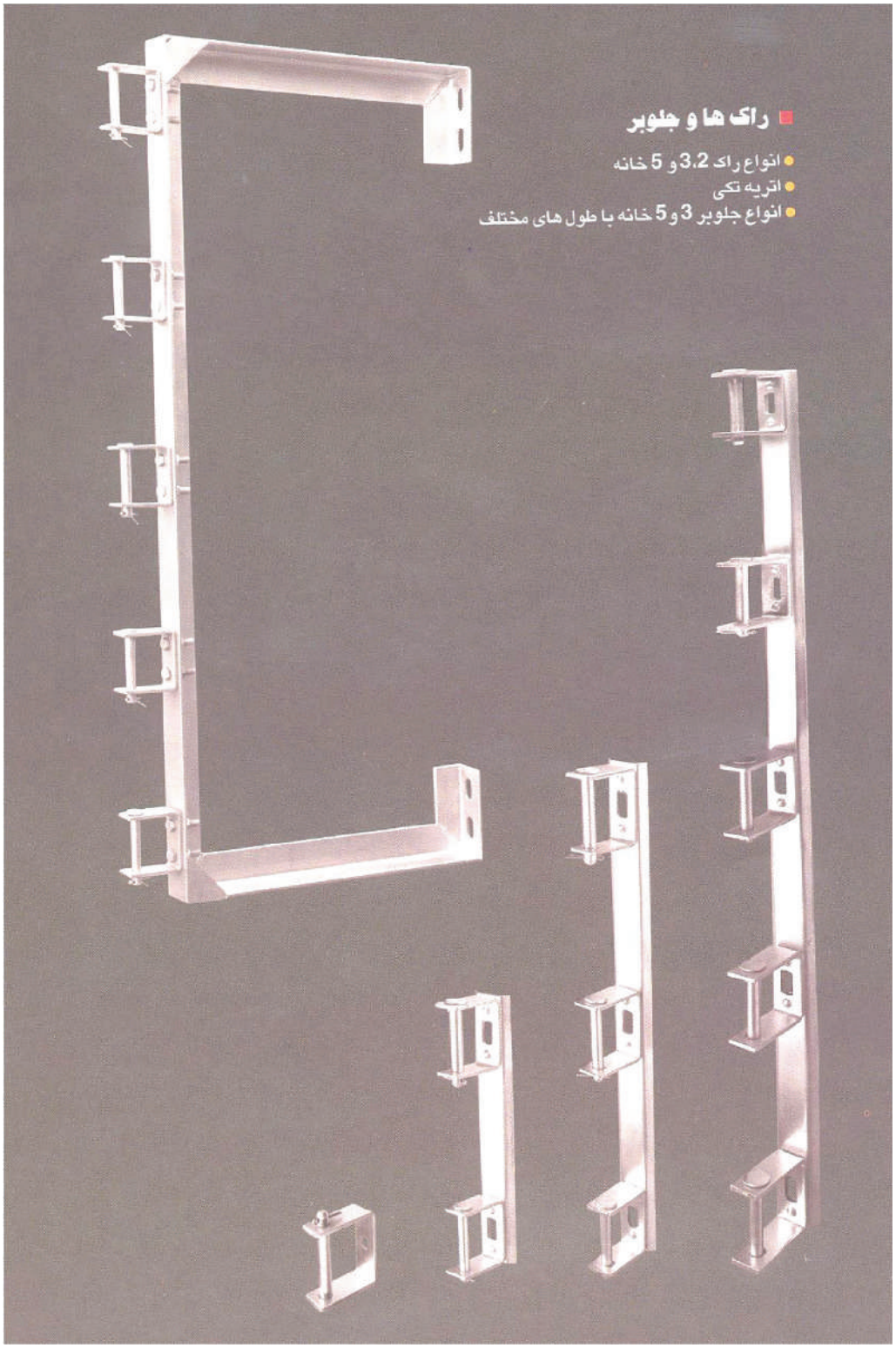


## سکوی کراسلینک، کراس آرم و تسمه حایل

- انواع کراس آرم از نبشی با ابعاد و طول های مختلف
- انواع تسمه حایل با ضخامت و طول های مختلف
- انواع بریس

کلیه کراس آرم ها و تسمه های حایل با پوشش گالوانیزه گرم تولید می گردد.




راک ها و جلوبر
انواع راک 3،2 و 5 خانه
اتریه تکی
انواع جلوبر 3 و 5 خانه با طول های مختلف

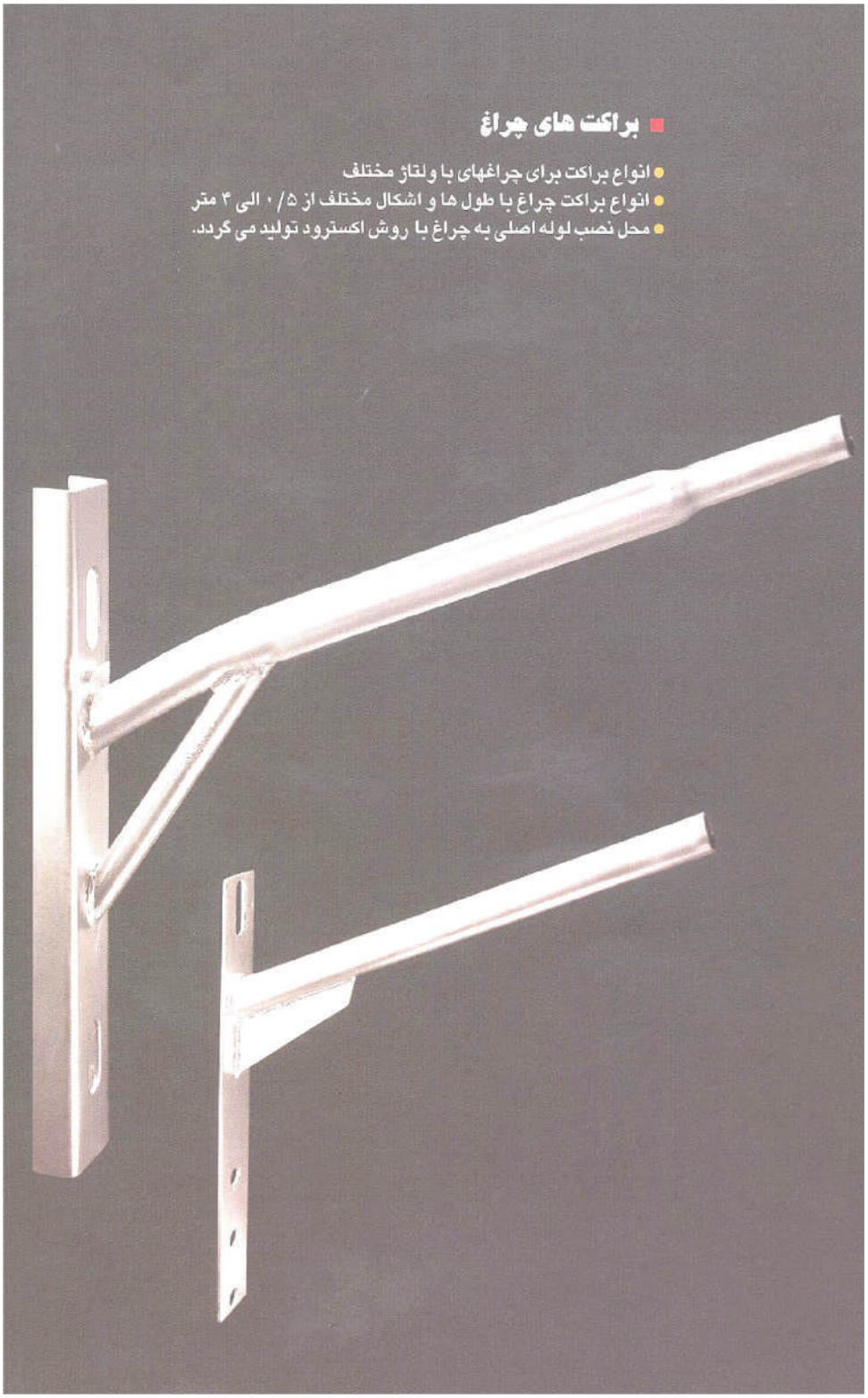
## میل مقره ها و رأس تیر

- میل مقره کناری کوتاه
- میل مقره بلند (جامپر)
- رأس تیر مخصوص مقره های سرامیکی
- رأس تیر مخصوص مقره های سیلیکونی

رأس تیرها با پوشش گالوانیزه و در پوش پلاستیکی مخصوص حفاظت از سرب ارائه می گردد.

## براکت های چراغ

- انواع براکت برای چراغهای با ولتاژ مختلف
- انواع براکت چراغ با طول ها و اشکال مختلف از ۰/۵ الی ۴ متر
- محل نصب لوله اصلی به چراغ با روش اکسترود تولید می گردد.

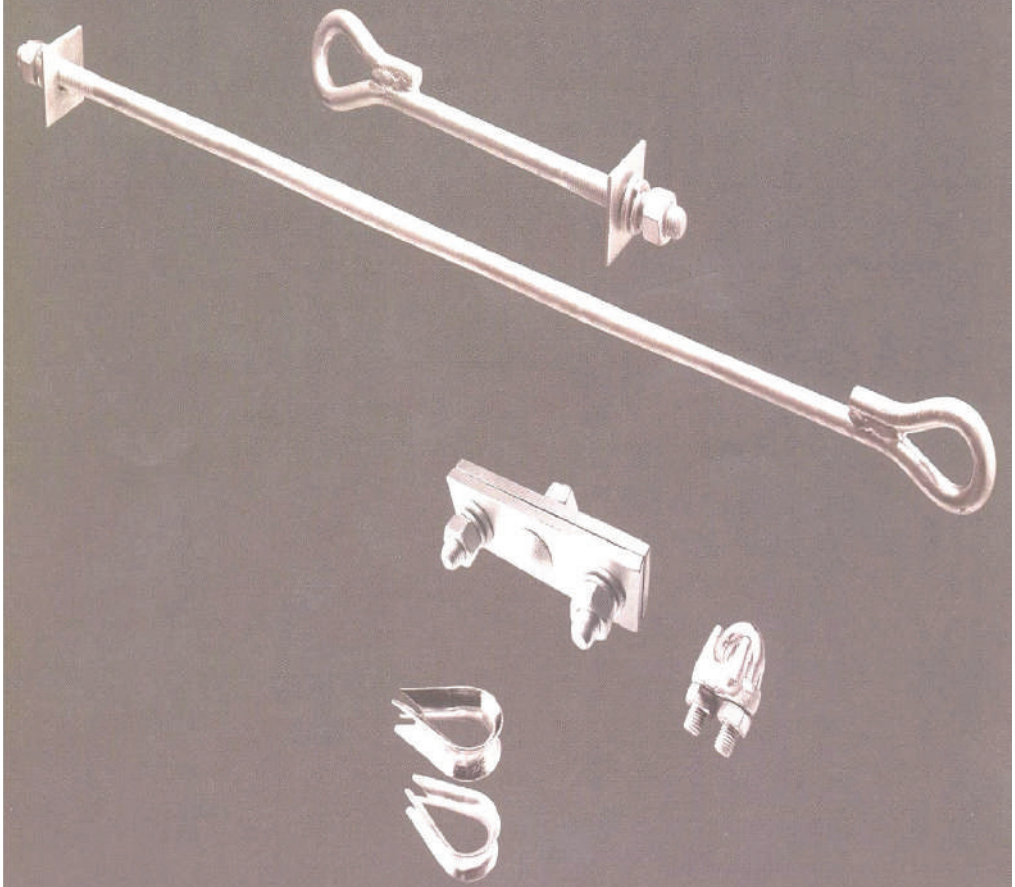


میله ارت و کلمپ خط گرم
میله ارت
کلمپ هات لاین
زین هات لاین

## لوازم مهار

- کلمپ سه پیچ مهار فولادی
- پیچ چشمی مهار M16 الی M20 با طول های مختلف
- میل مهار از M16 الی M20 با طول های مختلف
- صفحه مهار با ابعاد و ضخامت های مختلف
- گوشواره مهار
- کلیپس (گریپی سیم مهار)

قطعات بصورت گالوانیزه گرم تولید و عرضه می گردد.



لوازم انشعاب مشترکین
وینچ کلمپ ( کلمپ سرویس)
پیچ و مهره دم خوکی
لوله قلاب سردرب شمالی مشترکین
قلاب سردرب جنوبی مشترکین

## کانکتور ها، کلمپ ها و کابلشوها

- انواع کلمپ دو شیاره
- انواع کانکتور شکافدار
- انواع کابلشو

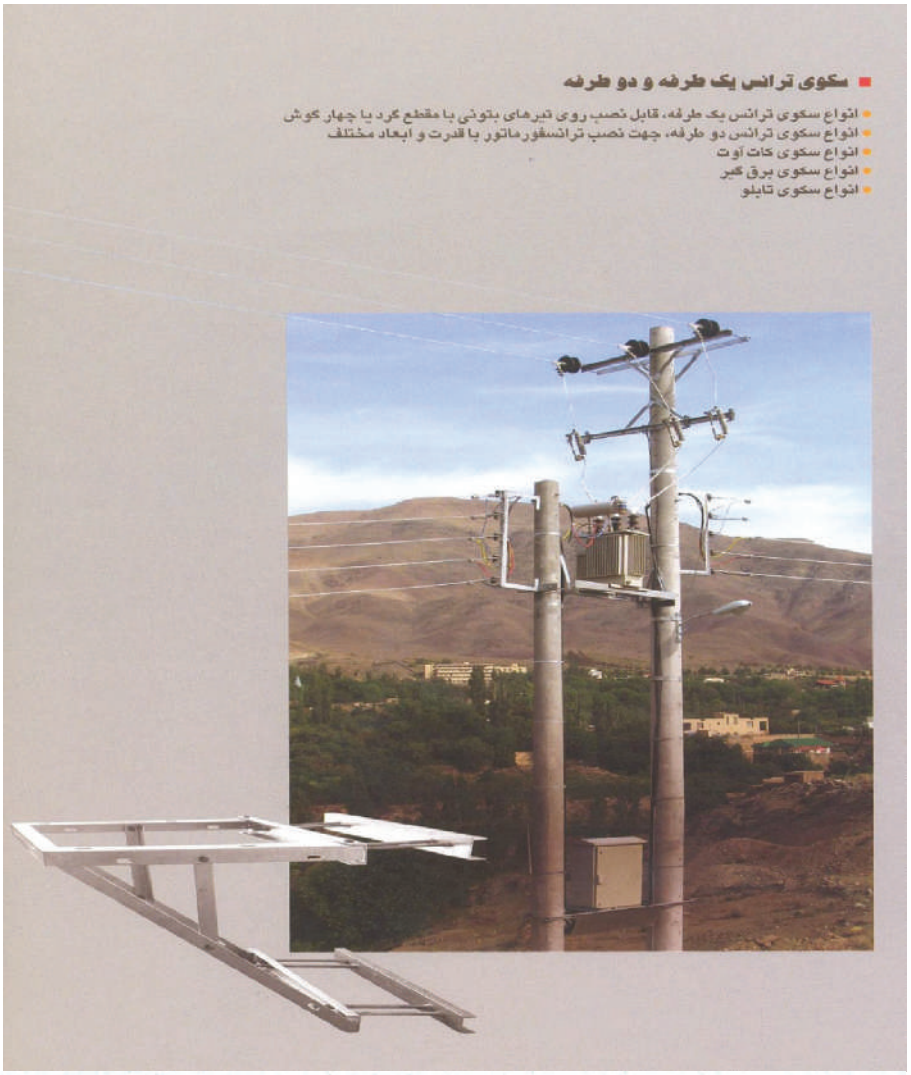
## انکر بولت ها

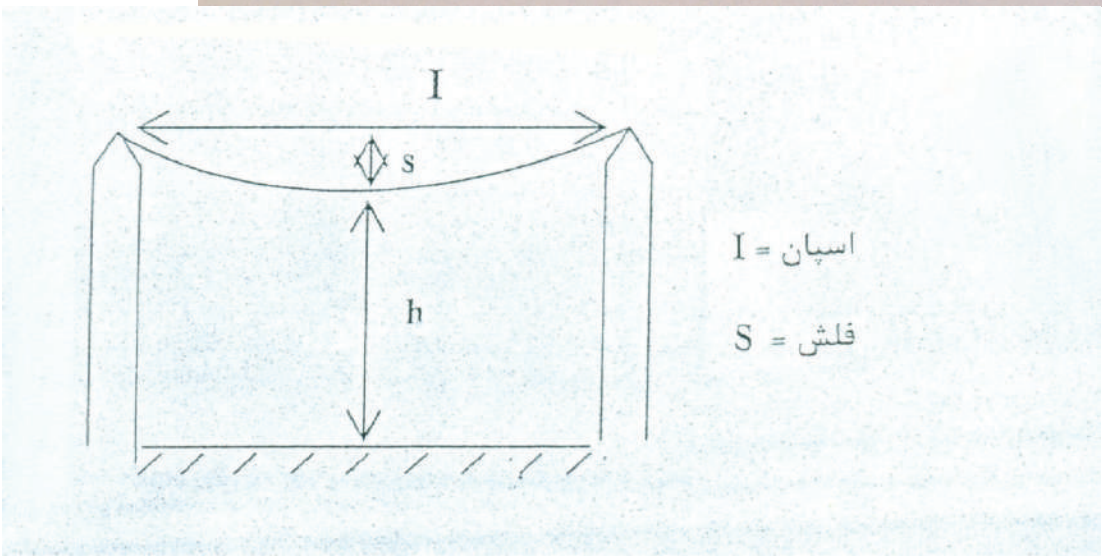
- انواع انکربولت با طول و قطرهای مختلف
- تولید انکربولت با میلگردهای آجدار AII و AIII
- انواع انکر بولت عصایی ـ ۹۰ درجه ـ مستقیم و با زاویه و اشکال مختلف

تولید انکر بولت ها به روش رولینگ رزوه می گردد.
انکر بولت ها با درخواست مشتریان گالوانیزه گرم می گردد.

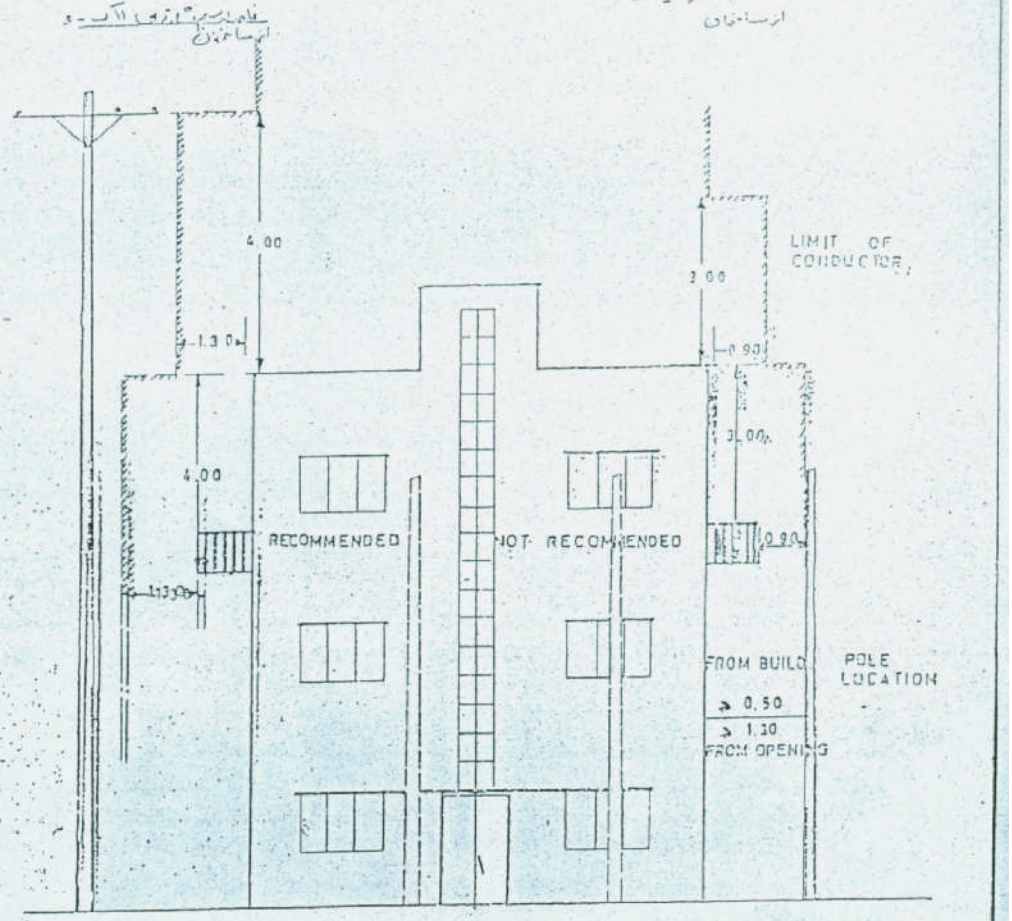
## سکوی ترانس یک طرفه و دو طرفه

- انواع سکوی ترانس یک طرفه، قابل نصب روی تیرهای بتونی با مقطع گرد یا چهار گوش
- انواع سکوی ترانس دو طرفه، جهت نصب ترانسفورماتور با قدرت و ابعاد مختلف
- انواع سکوی کات آوت
- انواع سکوی برق گیر
- انواع سکوی تابلو





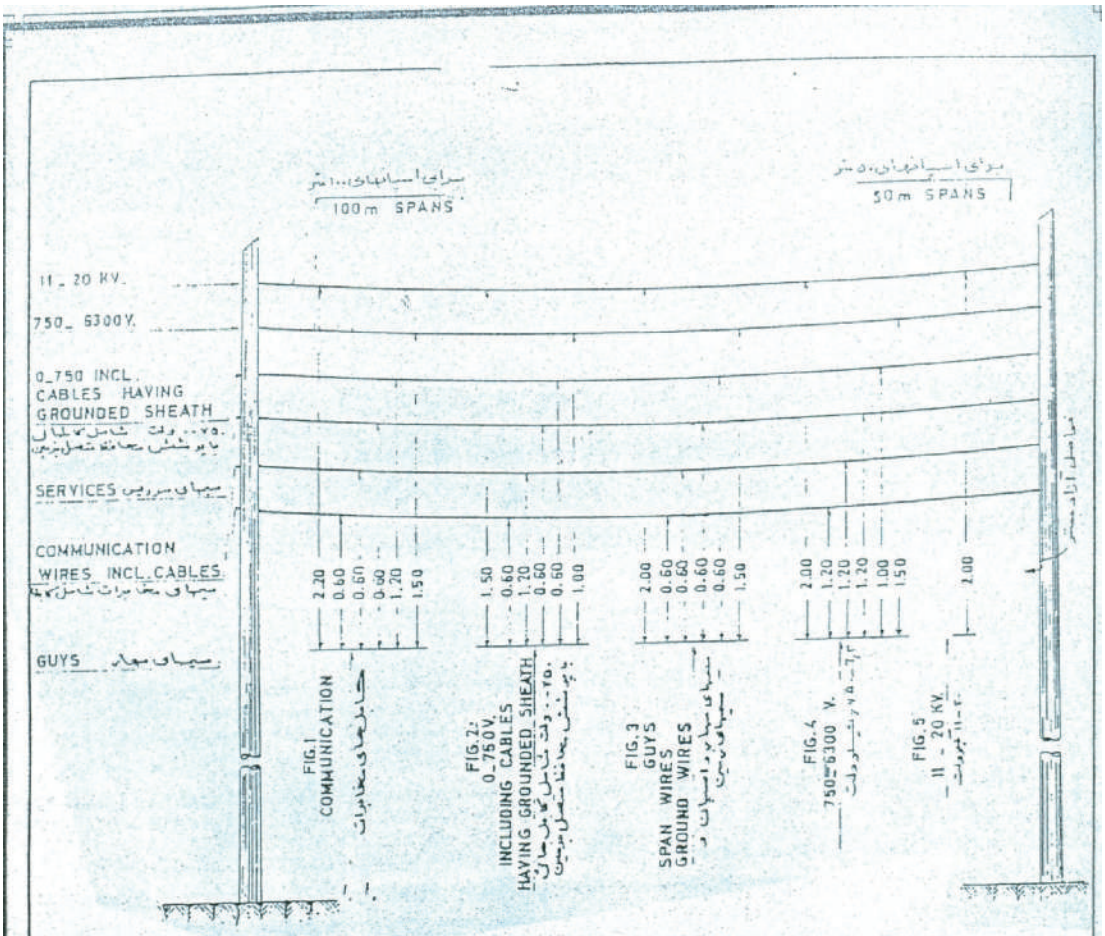
در شکل حریم مجاز شکل‌های فاضلاب و شرط نشان داده شده است




MIN. VERTICAL CLEARANCES SHALL BE CONSIDERED WHEN SAG IS MAX. 50° C.

INSULATED CONDUCTORS TO BE INSTALLED WHERE CLEARANCES ARE NOT FULL FILLED.

| C | B | A | REVISED BY DATE | DRAWN. APPROV. DATE |
|---|---|---|---|---|
| ب-۳ | فاصله مجاز سیمها از ساختمان | | CONDUCTOR CLEARANCE | |




NOTE:

(1) CLEARANCES ARE MINIMUM FOR 50m. SPAN 16° C NO WIND.

(2) FOR SPANS OVER 50m. INCREASE CLEARANCE BY 1.5cm FOR EACH 1.0m. OF SPAN OVER 50m.

(3) CLEARANCE SHOWN IS BASED ON A SPAN LENGTH OF 100 METERS. WHERE SPANS EXCEED 100 METERS CLEARANCES SHALL BE INCREASED 1.5cm FOR EACH ADDITIONAL METER OF LENGTH.

یادداشت:

(۱) فواصل آزاد فوق حداقل لازم برای اسپانهای ۵۰ متری و ۱۶° سانتیگراد بدون باد در نظر گرفته شده.

(۲) برای اسپان های بیش از ۵۰ متر به فواصل آزاد بالا، هر متر اضافه بر ۵۰ متر باندازه ۱٫۵ سانتی اضافه شود.

(۳) - فواصل آزاد نشان داده شده آنکه برمبنای طول اسپان ۱۰۰ متر میباشد به ازاء هر متر علاوه بر ۱۰۰ متر طول اسپان ۱٫۵ سانتی متر به فاصله آزاد اضافه شود

ALL DIMENSIONS ARE IN METERS

| | | |
|---|---|---|
| حداقل فواصل آزاد برای عبور سیمها از سیمهای دیگر | وزارت نیرو<br>POWER امور برق DIVISION | MINIMUM CLEARANCE WIRES CROSSING |
| استاندارد شماره ۰۰-۰۰۹ | DATE<br>APP. STANDARDS COMMITTEE | DWG. NO: 00_009 |

NOTES
THESE CLEARANCES ARE THE MINIMUMSFOR 140m SPAN.
INCREASE CLEARANCE BY 1.0 Cm. FOR EACH 1.0m ADDITIONAL SPAN LENGTH.
NO CLEARANCE TO GROUND REQUIRED FOR GUYS NOT
CROSSING STREETS, ROADS OR ALLEYS

یادداشت:
فواصل آزاد ذیل حداقل فاصله سیم تا زمین برای اسپانهای ۱۴۰ متر میباشد.
بازاء هر یک متر افزایش اسپان باید بمقادیر فواصل آزاد یاد شده، یک سانتی متر اضافه شود.
برای سیمهای مهار فاصله آزاد از زمین لزومی ندارد و فقط در عبور از خیابانها و جاده‌ها و یا پارکهای
سیمهای مهار مانع باشند

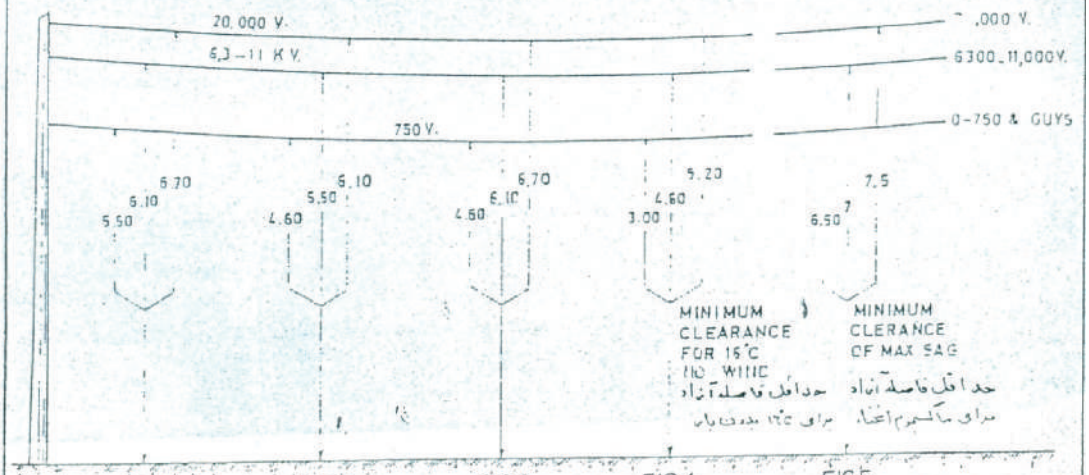



FIG.1 — CROSSING STREETS ALLEYS AND ROAD IN URBAN OR RURAL AREAS OR WHERE WIRES ON PUBLIC R/W. PARALLEL STREETS OR ALLEYS IN URBAN DISTRICTS.
قطع خیابانها، کوچه‌ها و جاده‌ها در مناطق شهری یا روستائی یا مواقعی که خطوط هوائی عبوری از آنها در وسط خیابانها و کوچه‌ها در مناطق شهری.

FIG.2 — PARALLELING ROADS IN RURAL AREAS WHERE WIRES ARE ON PUBLIC R/W
عبور از جاده‌ها در مناطق روستائی در حالیکه سیم‌ها در حریم معبر قرار دارند.

FIG.3 — DRIVEWAYS TO RESIDENCE GARAGES
مدخل و مسافت تا پارکهای معرفی

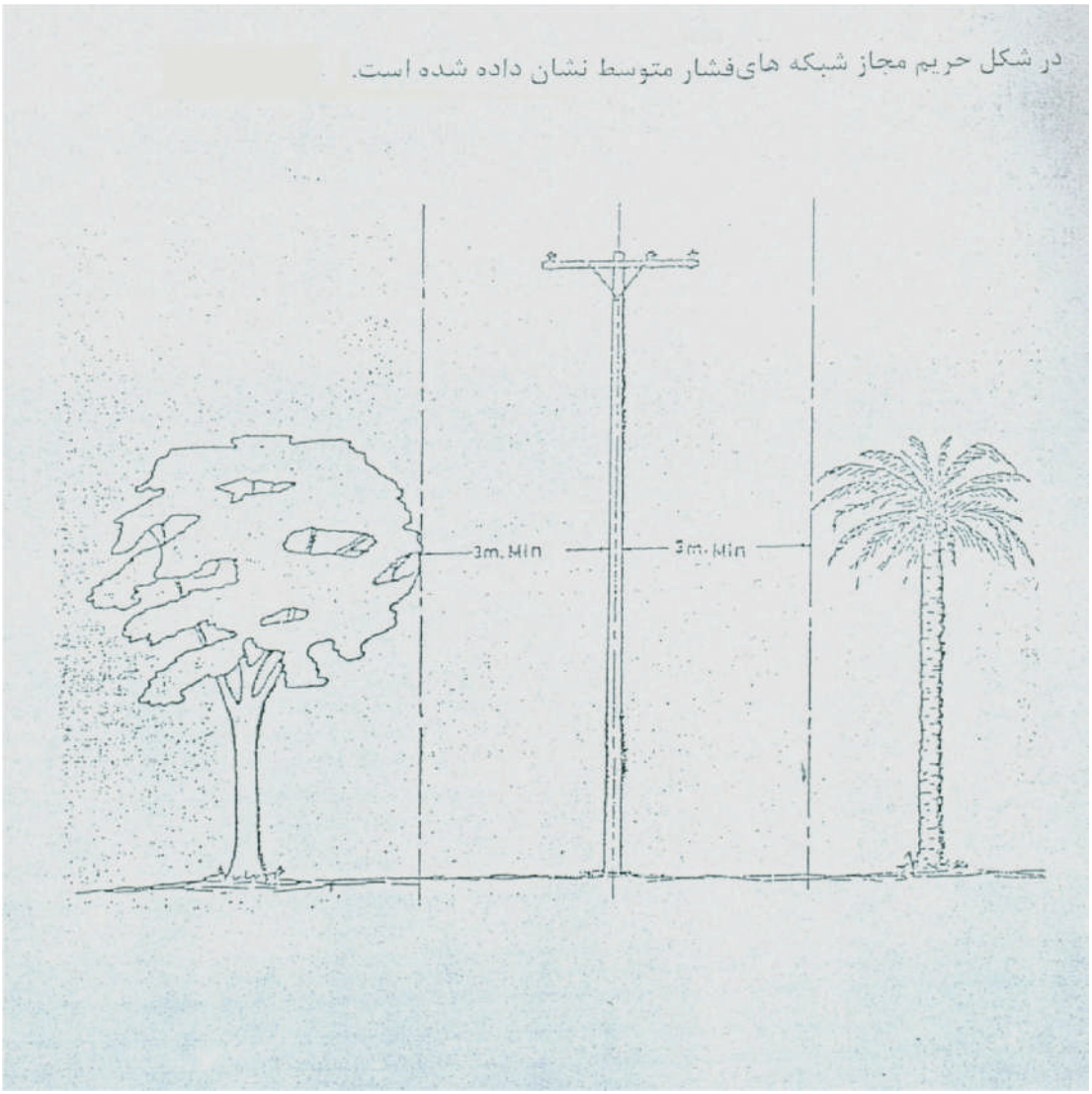
FIG.4 — SPACES ACCESSIBLE TO PEDESTRIANS
فضاهای دسترسی برای پیاده روها

FIG.5 — HIGHWAY CROSSINGS
عبور از جاده‌های اصلی

ALL DIMENSIONS ARE IN METERS

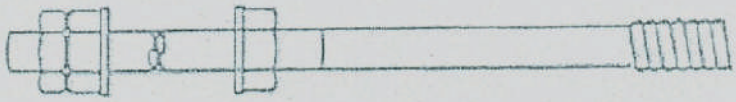
| | | |
|---|---|---|
| مفهوم فواصل آزاد سیم از زمین | وزارت نیرو<br>POWER امور برق DIVISION | MINIMUM CLEARANCE WIRES FROM GROUND |
| استاندارد شماره: ۰۰-۰۱۰ | DATE<br>APP. STANDARDS COMMITTEE | DWG_No : 00_010 |

در شکل حریم مجاز شبکه های‌فشار متوسط نشان داده شده است.



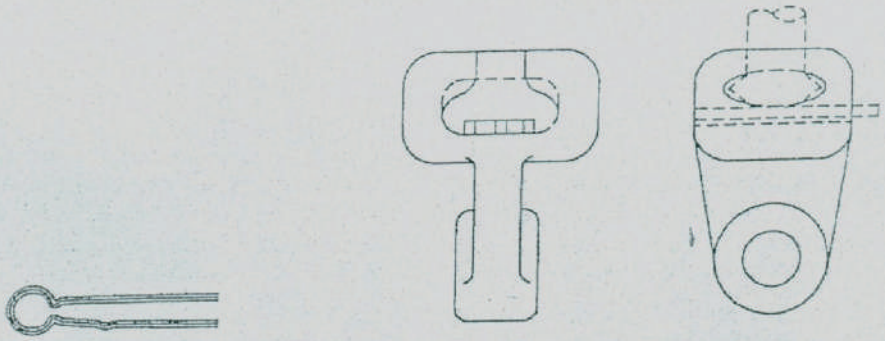
## قطعات فلزی یا پیچ و مهره های مورد استفاده در شبکه

۱- **پایه مقره میخی (میل مقره) (پین مقره)** قطعه ای است فولادی که با گالوانیزه گرم ساخته شده .



پایه مقره میخی ۲۰KV

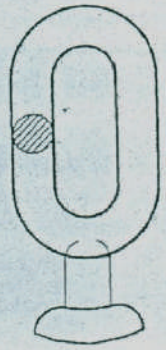
۲- **سوکت (رابط گیره انتهائی)** که جنس فولاد با روکش گالوانیزه گرم ، که دارای یک سوراخ و یک اشپیل می باشد ، ساخته شده است.



سوکت (رابط معمولی گیره انتهائی)

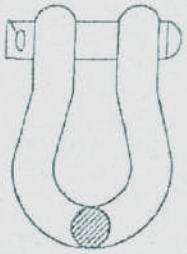
اشپیل

۳- **آی بال** که از جنس فولاد با روکش گالوانیزه گرم می باشد و به شکل چشم است و آنرا مهره چشمی نیز می گویند .



مهره چشمی (آی بال )

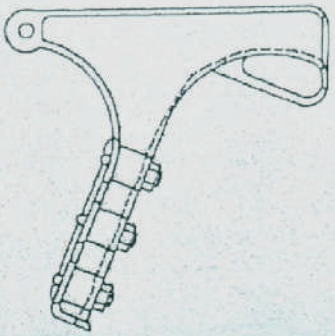
۴- **شکل** قطعه ایست فولادی با روکش گالوانیزه گرم به شکل زیر



**شکل** (رکاب)

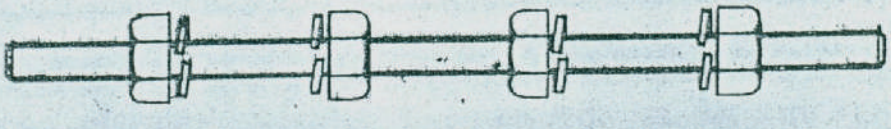
۵- **کلمپ انتهائی (کلمپ ته خط)** که انواع سه و پنج پیچ آن وجود دارد.

محل اتصال سیم و مقره بشقابی

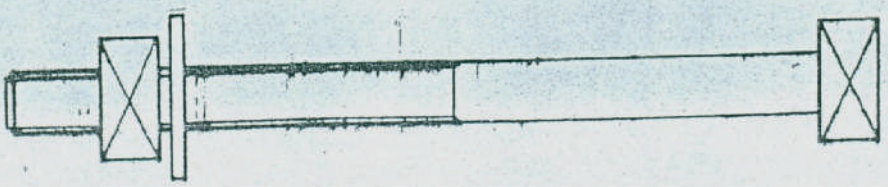


کلمپ انتهائی

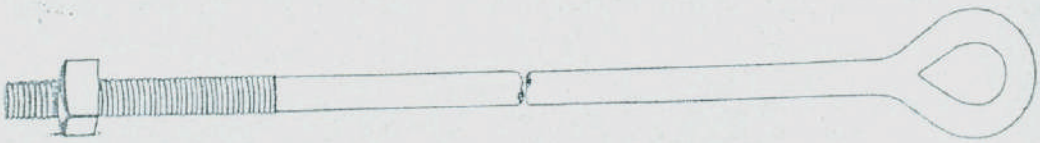
۶- **پیچ دو سر دنده** که در ابعاد مختلف از جنس فولاد و روکش گالوانیزه گرم ساخته شده است که به آن اصطلاح ماشین بلت یا تیر بلت هم می گویند .



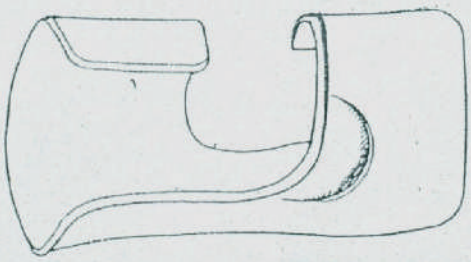
۷- **پیچ یک سر دنده** که در ابعاد مختلف از جنس فولاد و روکش گالوانیزه گرم ساخته شده است .



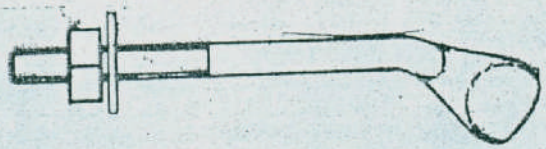
۸- **میله مهار** که یک سر حلقه ای و یک سر دنده از جنس فولاد و روکش گالوانیزه گرم ساخته شده است .



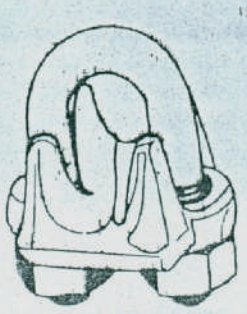
۹- **گیره فشاری سیم مهار**



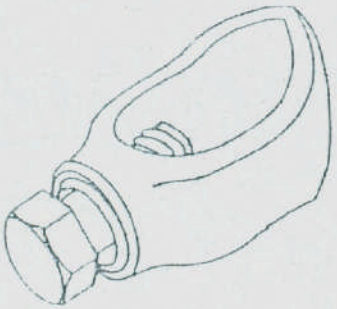
۱۰- **پیچ زاویه دار چشمی** که در نصب مهار از آن استفاده میشود .



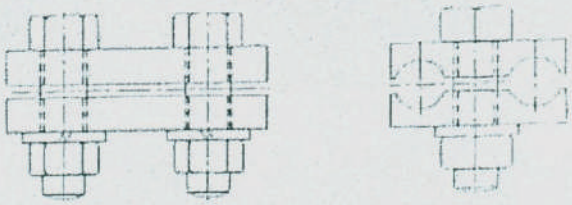
۱۱- **بست سیم مهار (یوبلت)** از فولاد با روکش گالوانیزه ساخته شده است.



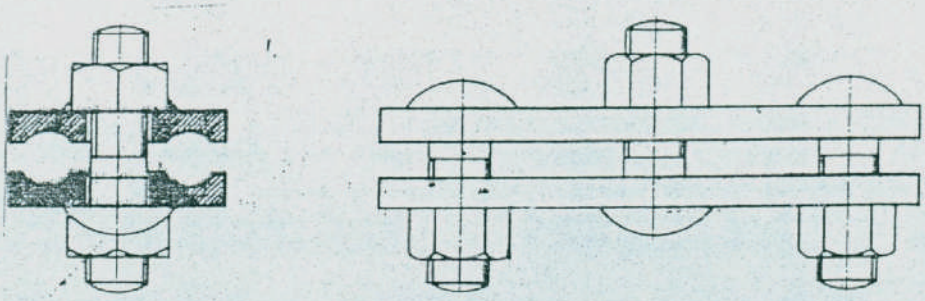
۱۲- **گیره اتصال میل گراند** که از جنس مس ساخته شده است .

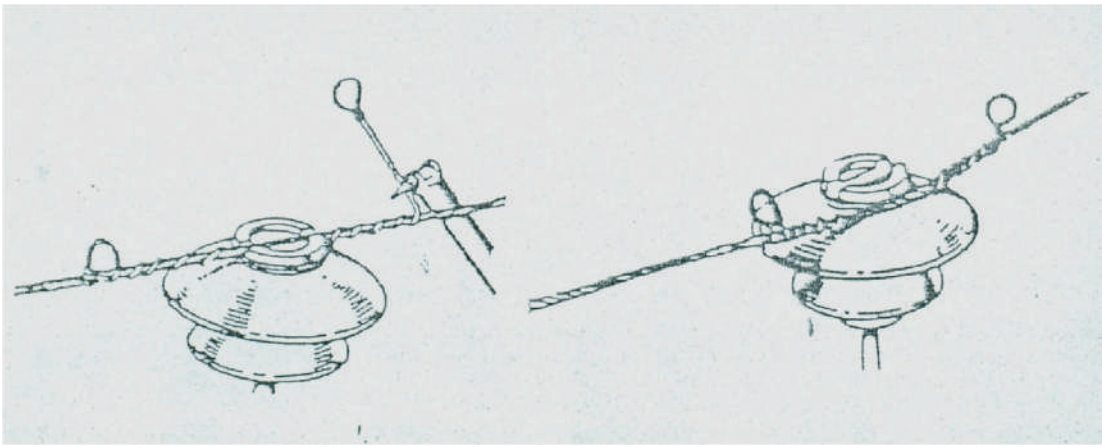


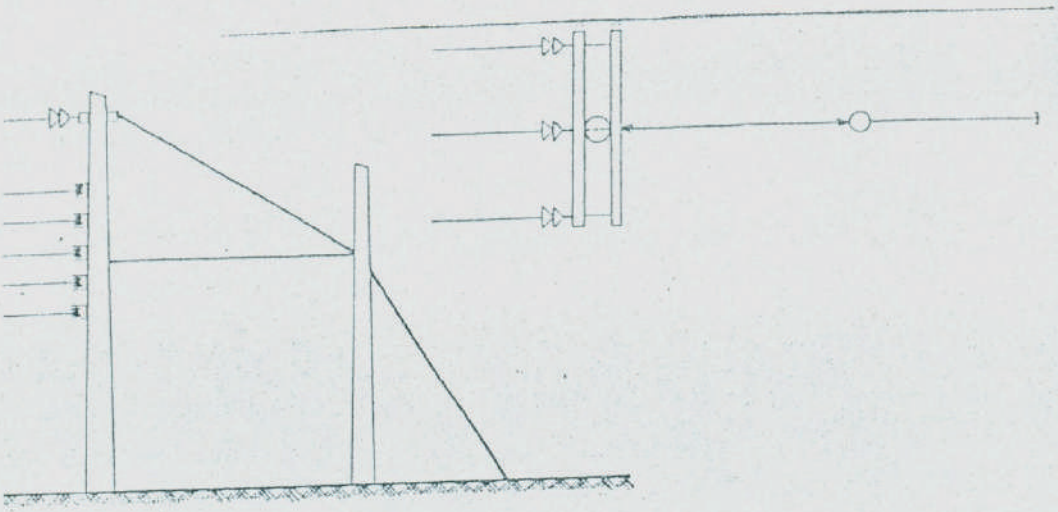
۱۳- **گیره دو پیچ** که از جنس مس ساخته شده و در سیم کشی فشار ضعیف استفاده میشود.



۱۴- **گیره سه پیچ** که از جنس آلومینیوم ساخته شده و در سیم کشی فشار متوسط استفاده میشود .

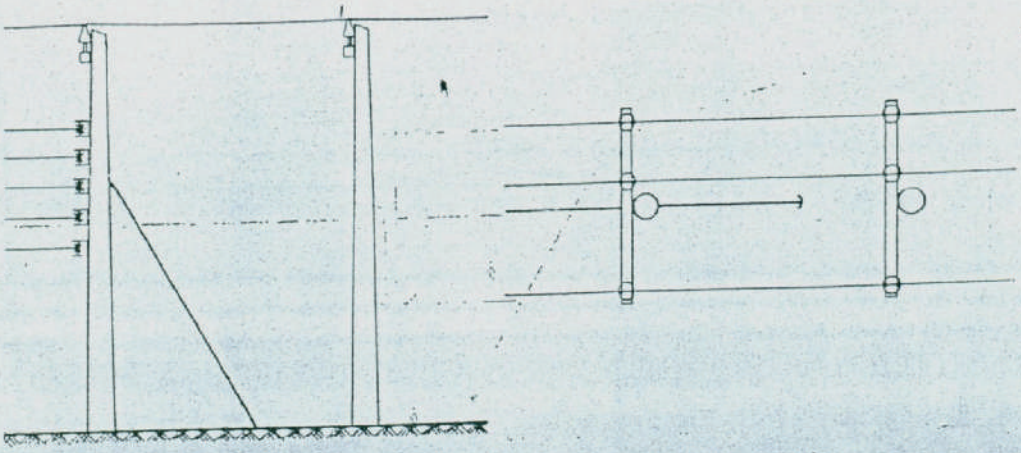






PRIMARY & SECONDARY DEAD END WITH STUB GUY

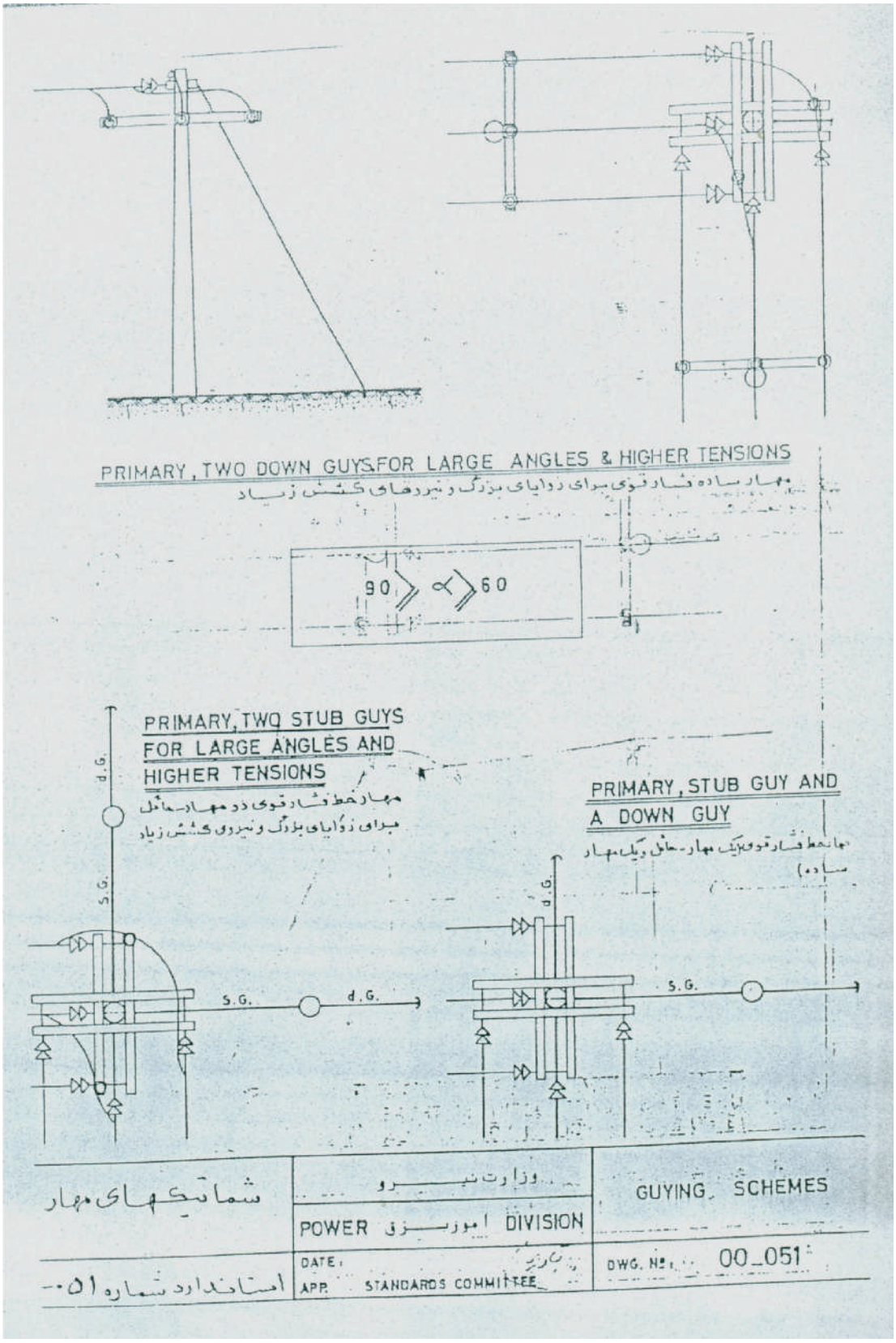
مهار حامل آخر خط فشار قوی و ضعیف

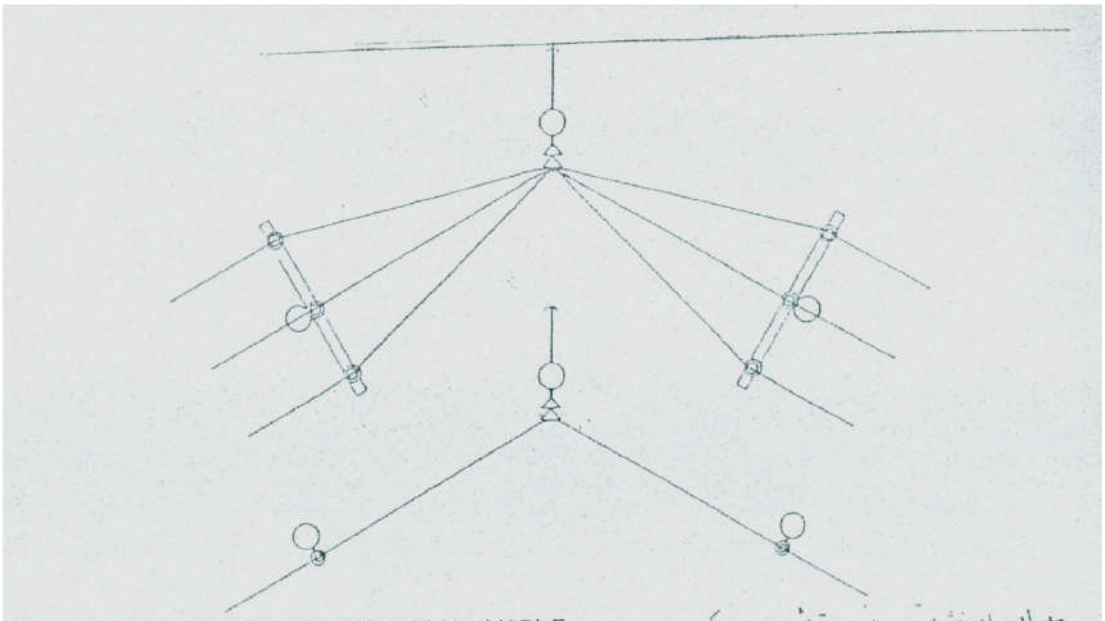


SECONDARY DEAD END THROUGH PRIMARY

مهار ساده آخر خط فشار ضعیف نصب شده روی خط فشار قوی

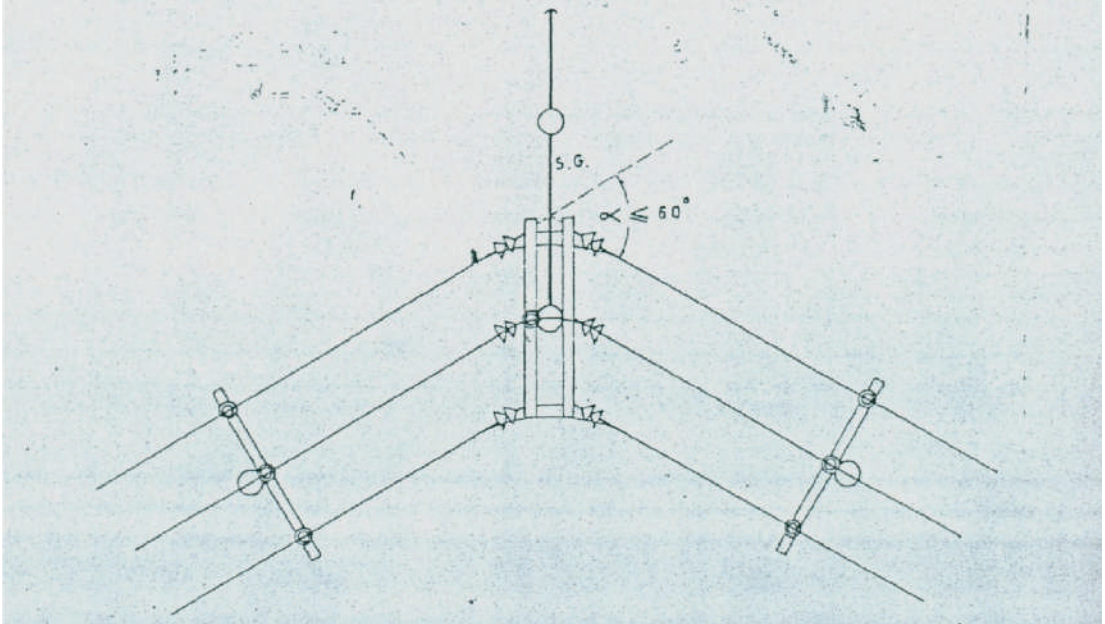
| | | |
|---|---|---|
| شماتیکهای مهار | وزارت نیرو | GUYING SCHEMES |
| | POWER امور برق DIVISION | |
| استاندارد شماره ۰۰-۰۵۱ | DATE: APP. STANDARDS COMMITTEE | DWG. N°: 00_051 |


PRIMARY, TWO DOWN GUYS FOR LARGE ANGLES & HIGHER TENSIONS
مهار ساده فشار قوی برای زوایای بزرگ و نیروهای کشش زیاد
90
60
PRIMARY, TWO STUB GUYS FOR LARGE ANGLES AND HIGHER TENSIONS
مهار خط فشار قوی دو مهار مماثل برای زوایای بزرگ و نیروی کشش زیاد
PRIMARY, STUB GUY AND A DOWN GUY
مهار خط فشار قوی یک مهار مماثل و یک مهار ساده
d.G.
S.G.
S.G.
d.G.
d.G.
S.G.
شماتیکهای مهار
وزارت نیرو
POWER امور برق DIVISION
GUYING SCHEMES
DATE:
APP. STANDARDS COMMITTEE
DWG. No: 00_051
استاندارد شماره ۰-۵۱



PRIMARY DOWN GUY, (VERTICAL ANGLE, ONE OR TWO GUYS)

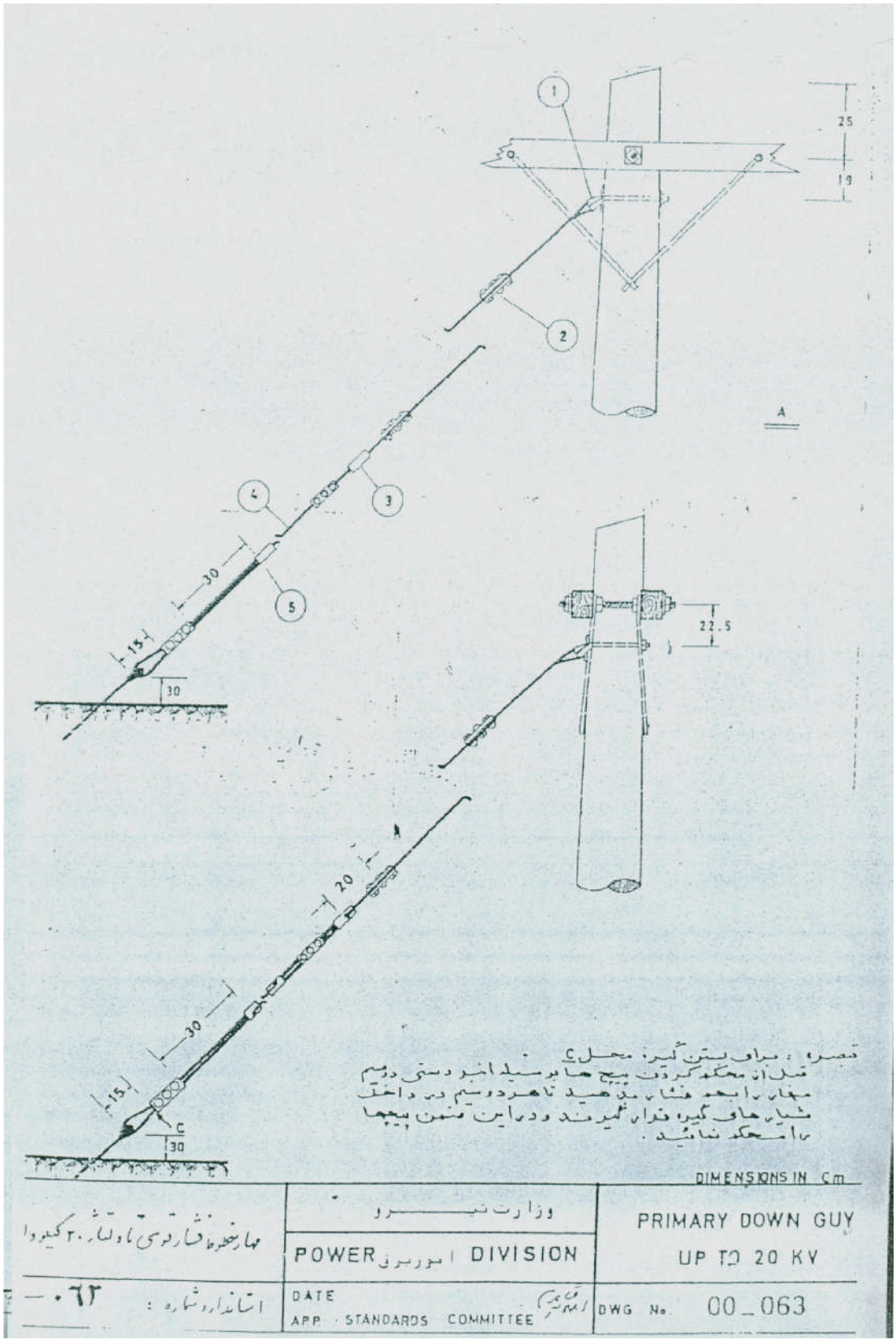
مهار ساده فشار قوی (نصب قائم سیمهار یک یا دو سیم مهار بکار میرود)




PRIMARY STUB GUY, FOR MEDIUM ANGLES

مهار مماثل فشار قوی برای زوایای متوسط

| | | |
|---|---|---|
| شماتیکهای مهار | وزارت نیرو<br>POWER امور برق DIVISION | GUYING SCHEMES |
| استاندارد شماره ۰۰-۰۵۱ | DATE:<br>APP. STANDARDS COMMITTEE | DWG. No: 00_051 |


1
2
3
4
5
25
19
A
22.5
30
15
20
30
15
C
30
DIMENSIONS IN Cm
وزارت نیرو
POWER امور برق DIVISION
PRIMARY DOWN GUY
UP TO 20 KV
DATE
APP. STANDARDS COMMITTEE
DWG No. 00_063

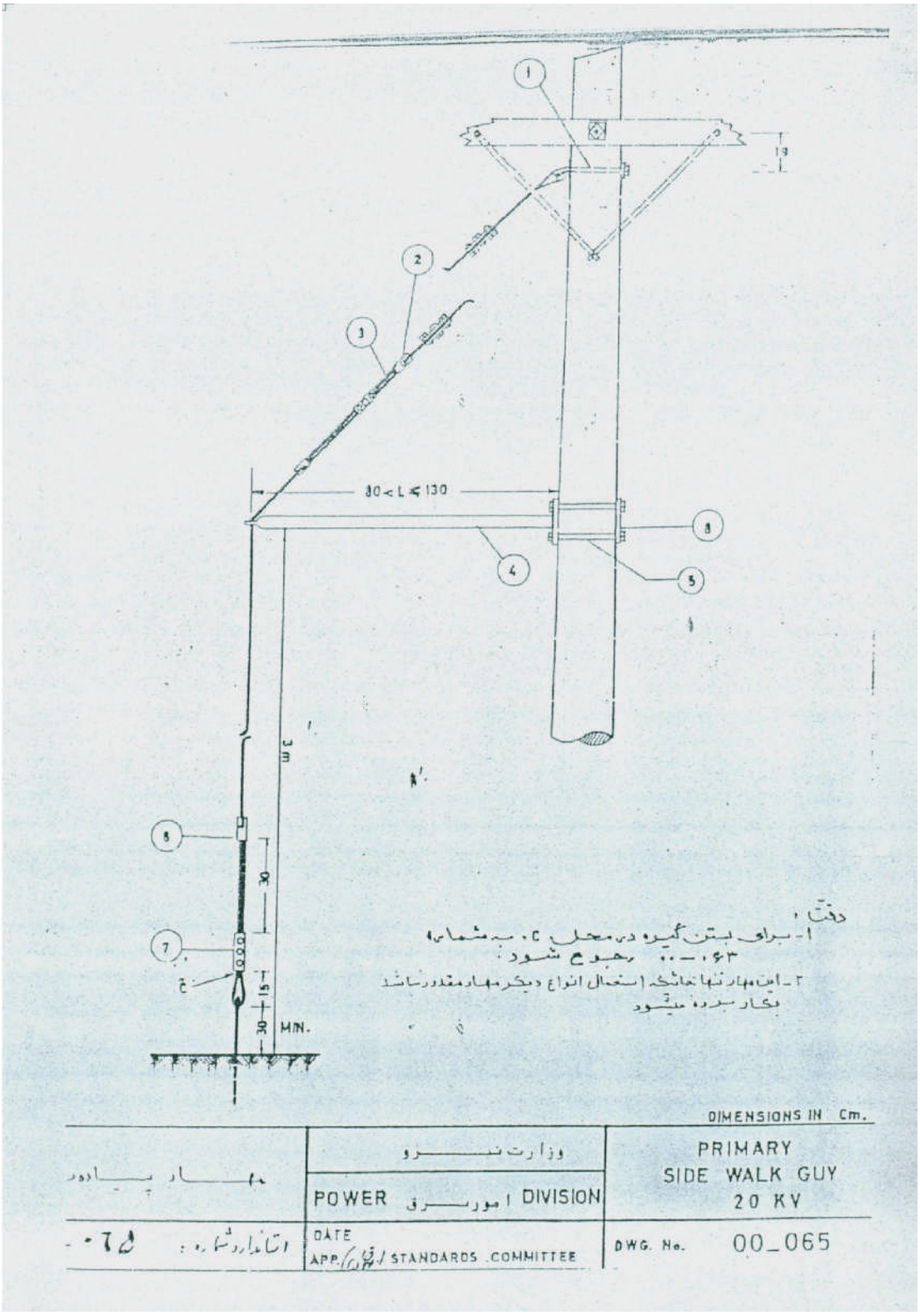
| شرح | شماره انبار | No. | STOCK No | DESCRIPTION | No. REQD |
|---|---|---|---|---|---|
| استاندارد ۱۱۰۰۰۰ قسمتهای (a ,h , e , g) باسیم پیچی ۱۲×۱۲۵ میلیمتر | | 1 | | Refer to 00-086 (a,h,e,g,) with a lag screw 12x125 mm | 1 |
| گیره سیم مهار ( سه پیچی ) | | 2 | | Guy clamp (3 bolt) | 4 |
| عایق سیم مهار | | 3 | | Guy strain insulator | 1 |
| سیم مهار | | 4 | | Guy wire, | 18m |
| گیره های فشاری سیم مهار | | 5 | | Guy wire clips | 4 |

صورت مصالح
مهار خطوط فشار قوی تا ولتاژ

وزارت نیرو

POWER امور برق DIVISION

LIST OF MATERIAL
PRIMARY DOWN GUY
UP TO 20 KV.



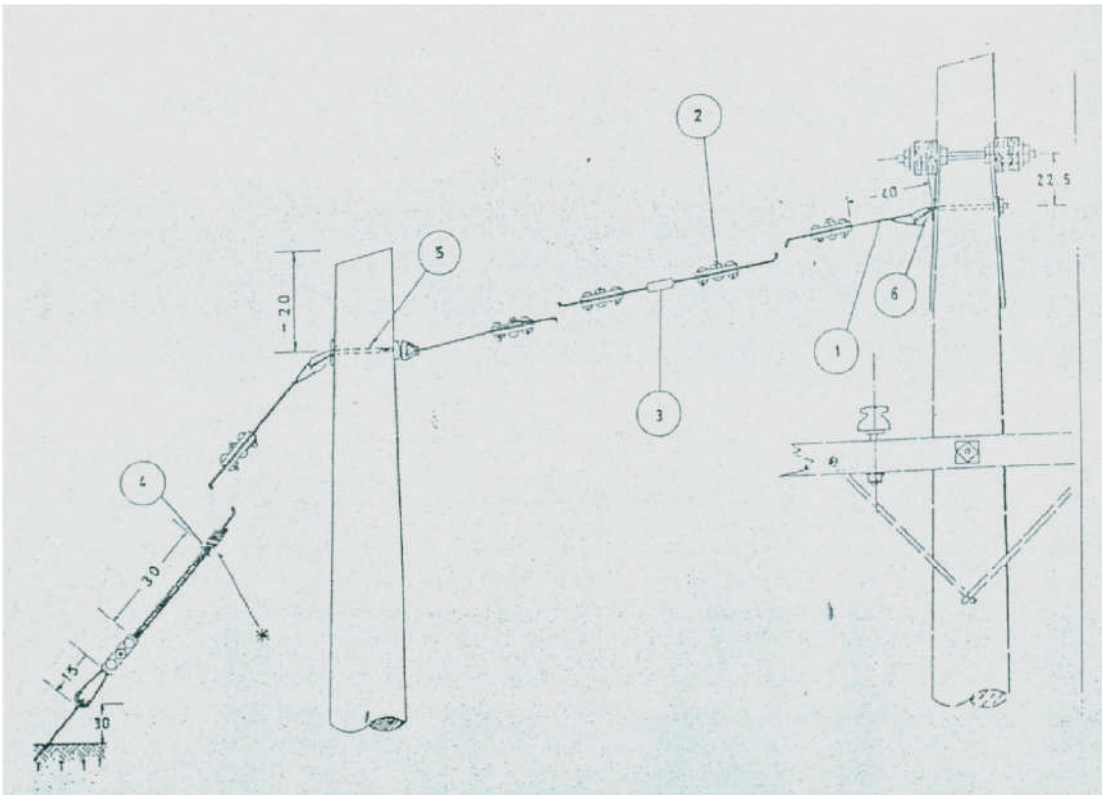

دقت:
۱- برای بتن گیره در محل C به شماره ۰۰-۰۶۳ رجوع شود.
۲- این مهار تنها جائیکه استعمال انواع دیگر مهار مقدور نباشد بکار برده میشود

DIMENSIONS IN Cm.

| | | |
|---|---|---|
| مهار پیاده رو | وزارت نیرو<br>POWER امور برق DIVISION | PRIMARY<br>SIDE WALK GUY<br>20 KV |
| استاندارد شماره: ۰۶۵ | DATE<br>APP. کمیته استانداردها STANDARDS COMMITTEE | DWG. No. 00_065 |

| تعداد | شرح | شماره انبار | No. | STOCK No. | DESCRIPTION | No. REQD |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | استاندارد شماره ۸۶-۰۰ | | 1 | | Refer to 00-086(a,h,e,g) | |
| ۱ | قسمتهای ( a,h,e,g ) با میخ پیچی ۱۲×۱۲۵ میلیمتر | | | | with a lag screw 12x125 mm | 1 |
| ۱ | عایق سیم مهار با عایق سطحی خشک تا ۳۵ کیلوولت | | 2 | | Guy insulator, multi fin, 35KV dry flash over. | 1 |
| ۱۴ متر | سیم مهار | | 3 | | Guy wire | m 14 |
| ۱ | حائل مهار پیاده رو- به اندازه لازم ( لوله ۲اینچی با حداکثر ۱۵۰ سانتیمتر طول) | | 4 | | Guy brace- size as required ( max 150Cm - 2" pipe) | 1 |
| ۲ | پیچ و مهره بابعاد ۱۶×۳۰۰ میلیمتر | | 5 | | Through bolts(16x300mm) | 2 |
| ۴ | گیره فشاری سیم مهار | | 6 | | Guy wire clips | 4 |
| ۴ | گیره سیم مهار ( ۳ پیچی ) | | 7 | | Guy clamp- 3 bolt | 4 |
| ۱ | واشر ( دوچشمی ۳×۱۰×۱۲۰ میلیمتر | | 8 | | Washer ( double eye) 120x60x3 mm | 1 |

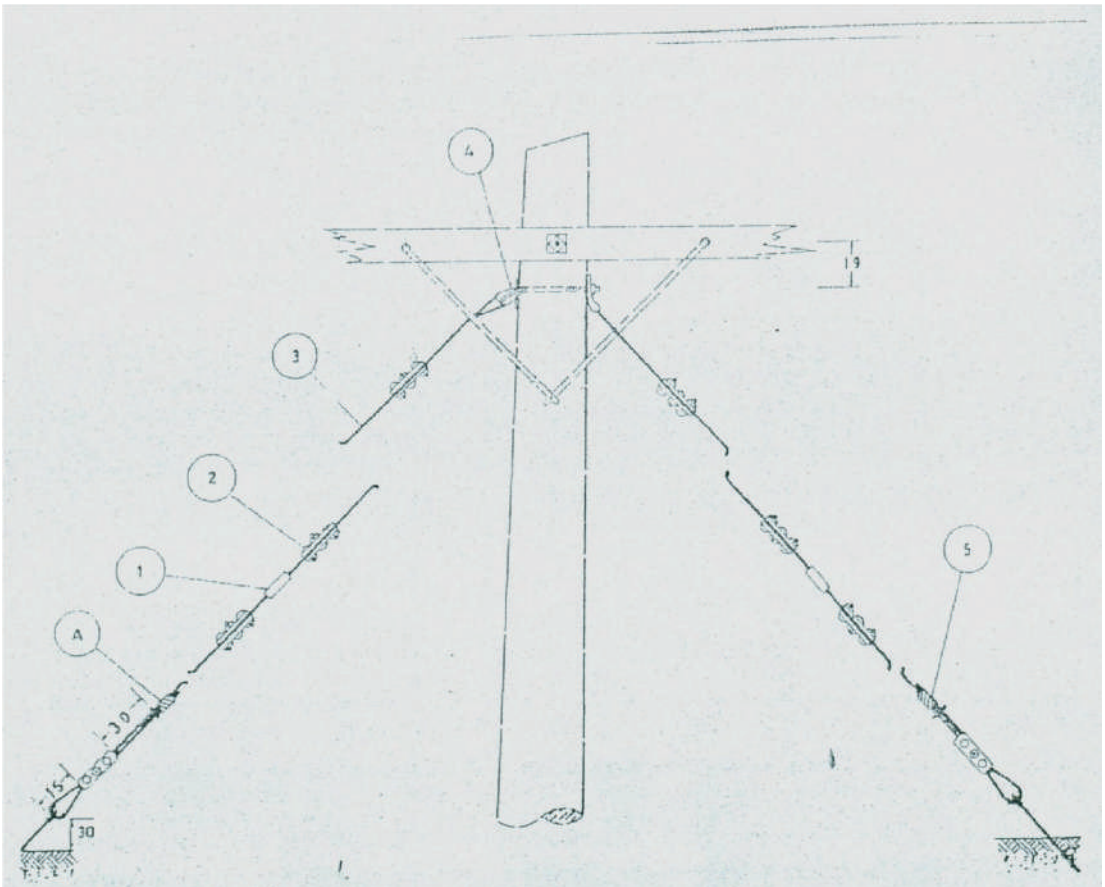
| | | |
|---|---|---|
| صورت مصالح<br>مهار پیاده رو | وزارت نیرو<br>POWER امور برق DIVISION | LIST OF MATERIAL<br>PRIMARY SIDE WALK GUY |




* انتهای سیم مهار با یک رشته سیم مهار که ۱۵ دور پیچیده باشد به مهار محکم میشود

Dimensions In centimeter

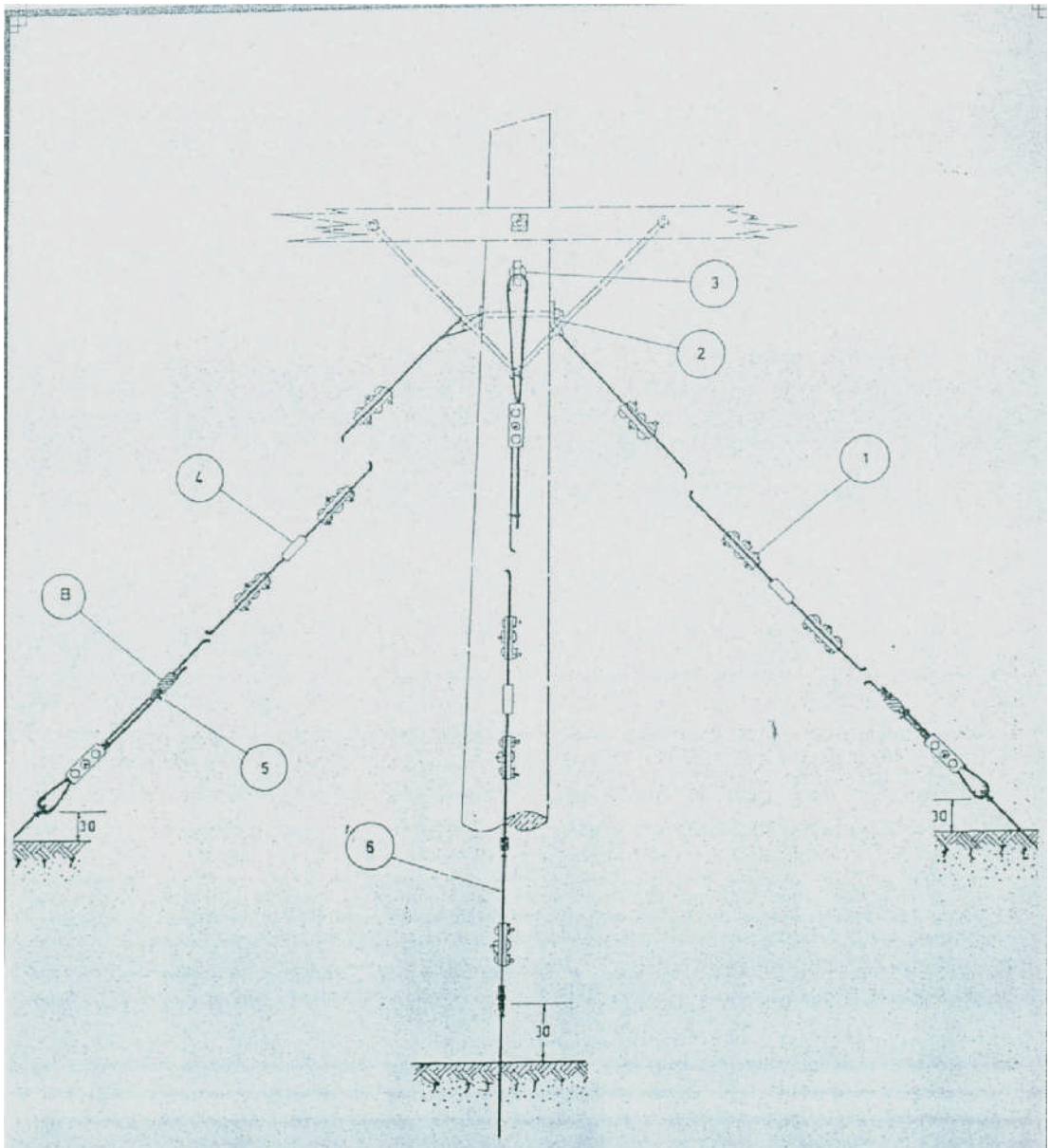
| | | |
|---|---|---|
| مهار حائل فشارقوی | وزارت نیرو<br>POWER امور برق DIVISION | PRIMARY STUB GUY |
| استاندارد شماره: ۰۰-۰۶۶ | DATE :<br>APP. STANDARDS COMMITTEE | DWG. No. 00_066 |




(A) انتهای سیم مهاربایک دشته از سیم مهارکه. اودر پیچیده. شده. باشد به مهارمحکم شود

Dimension in centimeter

| | | |
|---|---|---|
| مهاردوسط خط فشارقوی | وزارت نیـــــرو<br>POWER امورنیرو DIVISION | STORM GUY |
| -٠٦٧ استانداردکاره | DATE :<br>APP کمیتهٔ استانداردها STANDARDS COMMITTEE | DWG. No. : 00_067 |




8 انتهای سیم مهار بایک رشته ازسیم مهارکه ۱۰ دور پیچیده شده باشد به مهار محکم شود

Dimensions in centimeter

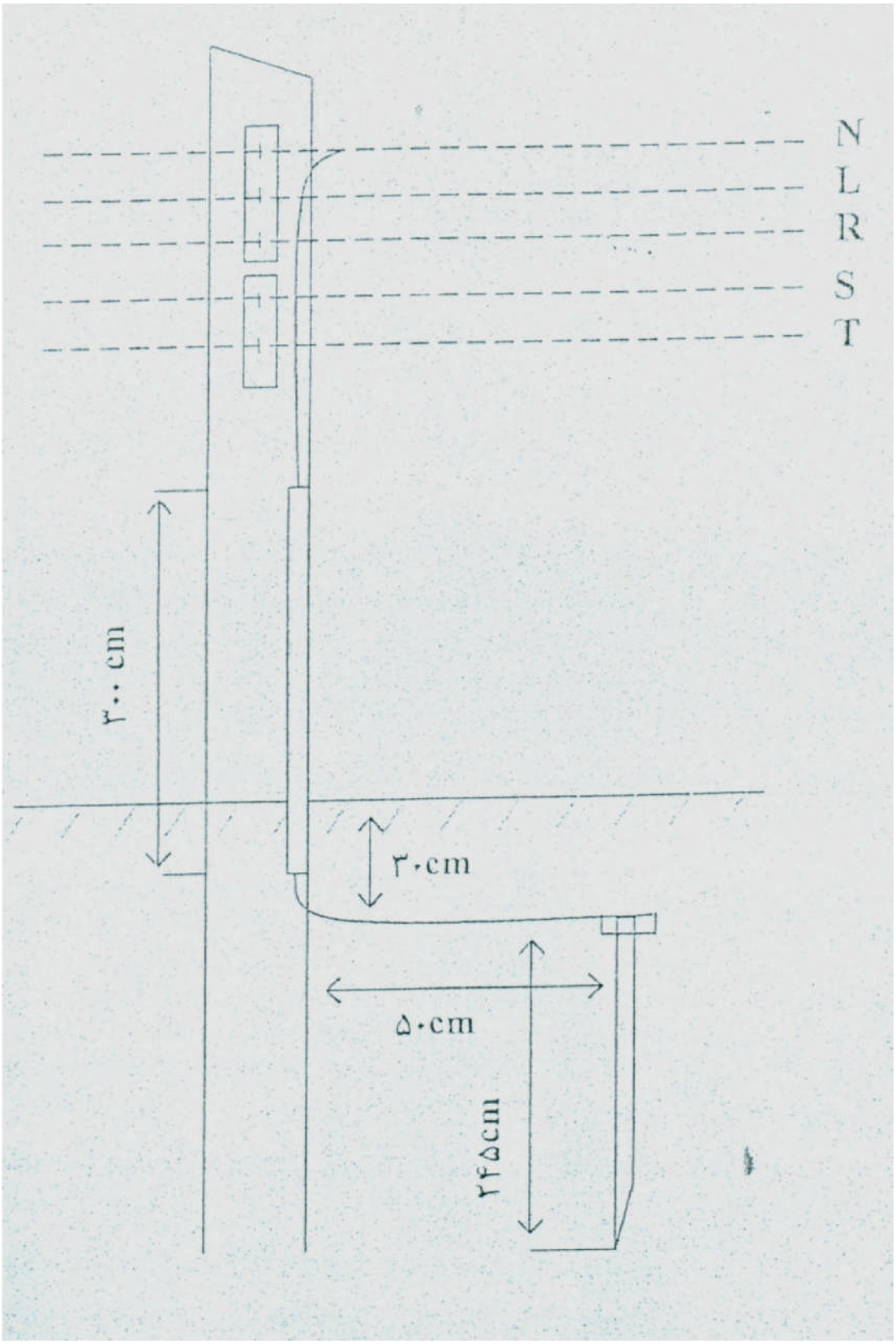
| | | |
|---|---|---|
| مهار فشار قوی | وزارت نیرو<br>POWER موریرق DIVISION | PRIMARY GUYING |
| استاندارد شماره ۰۶۸- | DATE :<br>APP. STANDARDS COMMITTEE | DWG. No. : 00_068 |

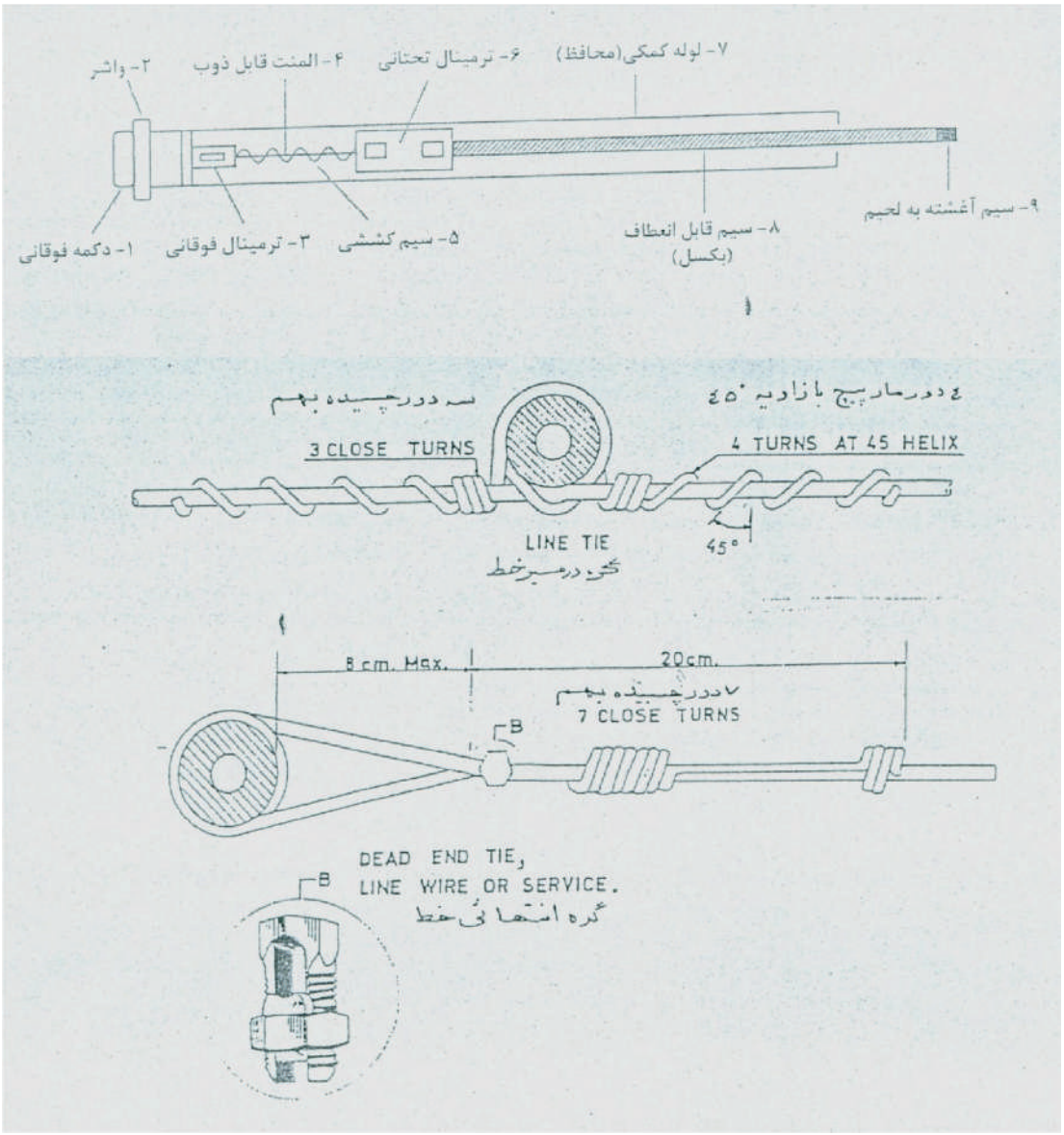
۴۱

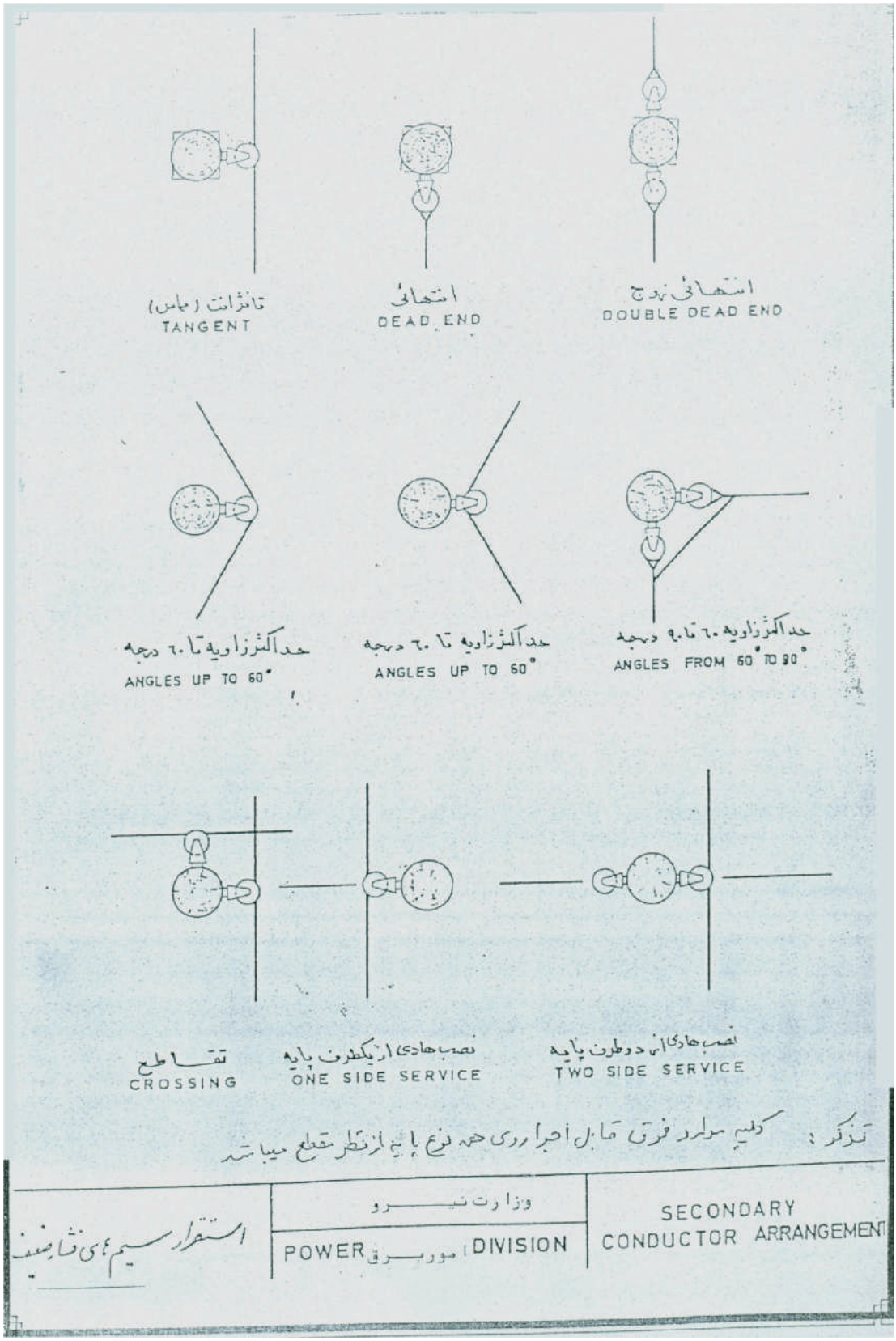
| تعداد | شرح | شماره انبار | No. | STOCK No. | DESCRIPTION | No. REQD |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲ | گیره سیم مهار ( ۳ پیچی ) | | 1 | | Guy clamps ( 3 bolt) | 12 |
| | استاندارد شماره ۸۶-۰۰ قسمتهای | | 2 | | Refer to 00-086 (a,g,c,h,e) | |
| ۱ | (a,g,c,h,e) با یک میخ پیچی ۱۲×۱۲۵ میلیمتری | | | | with a lag screw 12x125mm | 1 |
| | استاندارد شماره ۸۶-۰۰ قسمتهای | | 3 | | Refer to 00-086(b,g,h,c,e,) | |
| ۱ | (b,g,h,c,e) با یک میخ پیچی ۱۲×۱۲۵ میلیمتری | | | | with a lag screw 12x125mm | 1 |
| - | عایق سیم مهار | | 4 | | Guy insulator | 3 |
| ۲ | گیره فشاری سیم مهار | | 5 | | Guy wire clips | 12 |
| | سیم مهار | | 6 | | Guy wire | - |

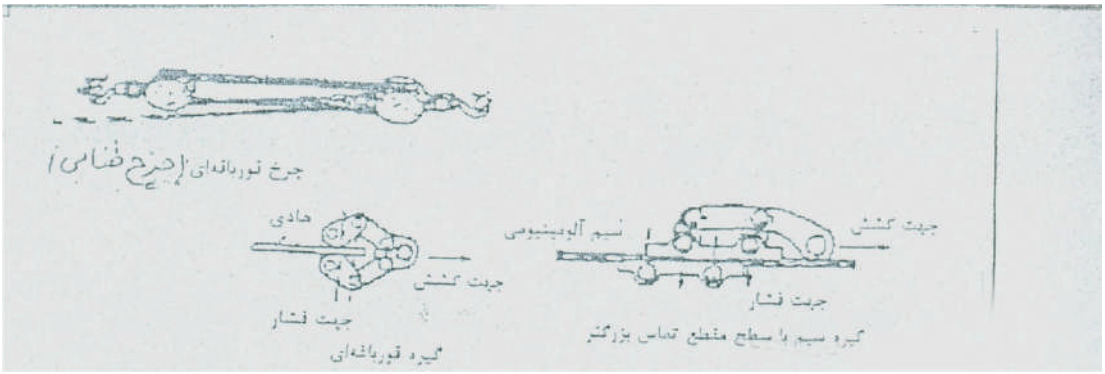
| | | |
|---|---|---|
| صورت مصالح مهار فشار قوی | وزارت نیرو | LIST OF MATERIAL |
| | POWER DIVISION امور برق | PRIMARY GUYING |

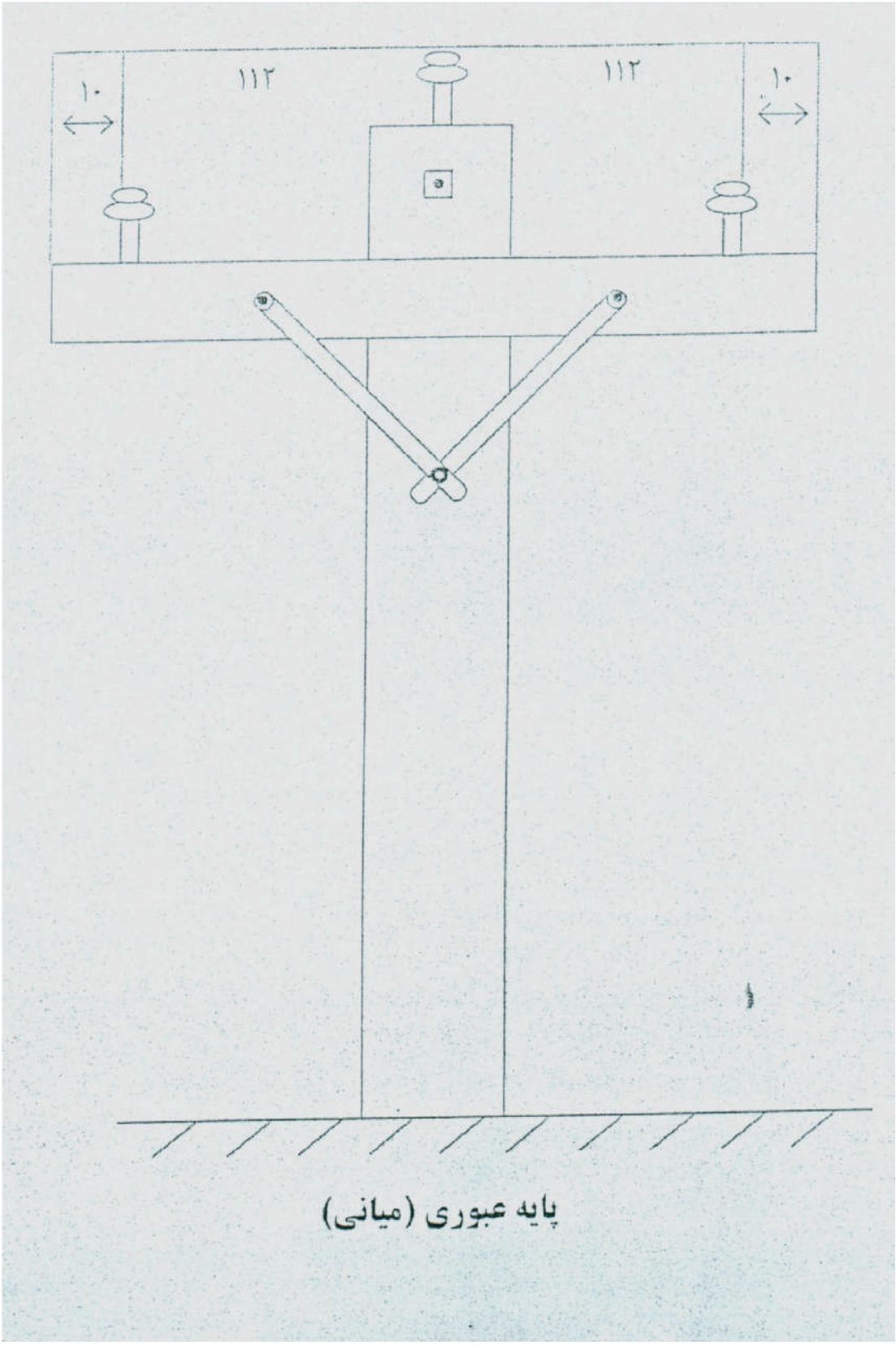
۴۲


N
L
R
S
T
٣٠٠ cm
٣٠cm
٥٠cm
٢٤٥cm

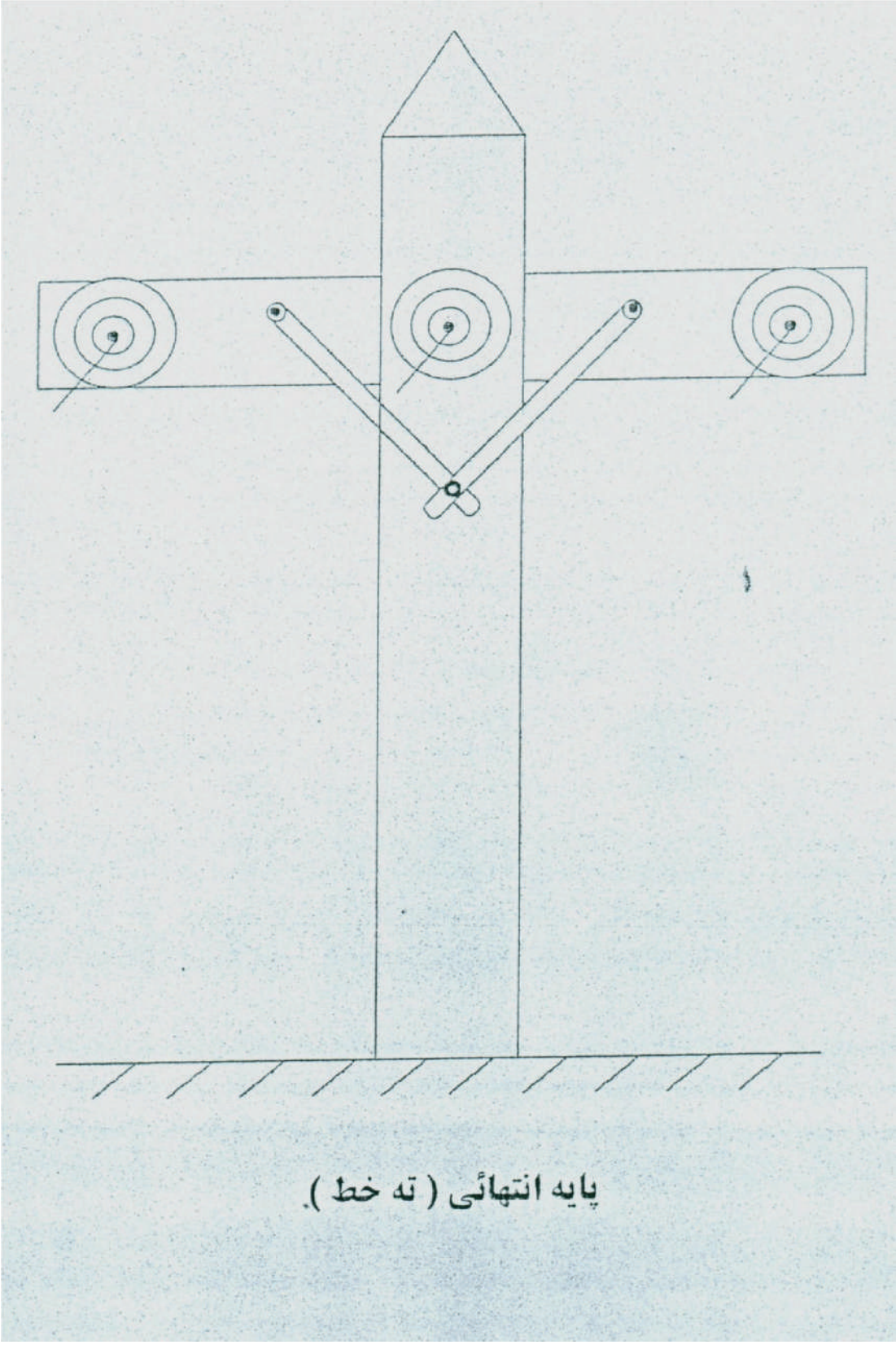

۲- واشر
۴- المنت قابل ذوب
۶- ترمینال تحتانی
۷- لوله کمکی(محافظ)
۹- سیم آغشته به لحیم
۱- دکمه فوقانی
۳- ترمینال فوقانی
۵- سیم کشش
۸- سیم قابل انعطاف
(بکسل)
سه دور چیده بهم
3 CLOSE TURNS
۴ دور مارپیچ با زاویه ۴۵°
4 TURNS AT 45 HELIX
LINE TIE
گره در مسیر خط
45°
8 cm. Max.
20cm.
۷ دور چیده بهم
7 CLOSE TURNS
B
DEAD END TIE,
LINE WIRE OR SERVICE.
گره انتهائی خط
B


تانژانت (مماس)
TANGENT
انتهائی
DEAD END
انتهائی دوج
DOUBLE DEAD END
حداکثر زاویه تا ۶۰ درجه
ANGLES UP TO 60°
حداکثر زاویه تا ۶۰ درجه
ANGLES UP TO 60°
حداکثر زاویه ۶۰ تا ۹۰ درجه
ANGLES FROM 60° TO 90°
تقاطع
CROSSING
نصب هادی از یکطرف پایه
ONE SIDE SERVICE
نصب هادی از دوطرف پایه
TWO SIDE SERVICE
تذکر : کلیه مولد فرق قابل اجرا روی همه نوع پایه از نظر مقطع میباشد
وزارت نیرو
POWER امور برق DIVISION
SECONDARY
CONDUCTOR ARRANGEMENT
استقرار سیم های ثانویه

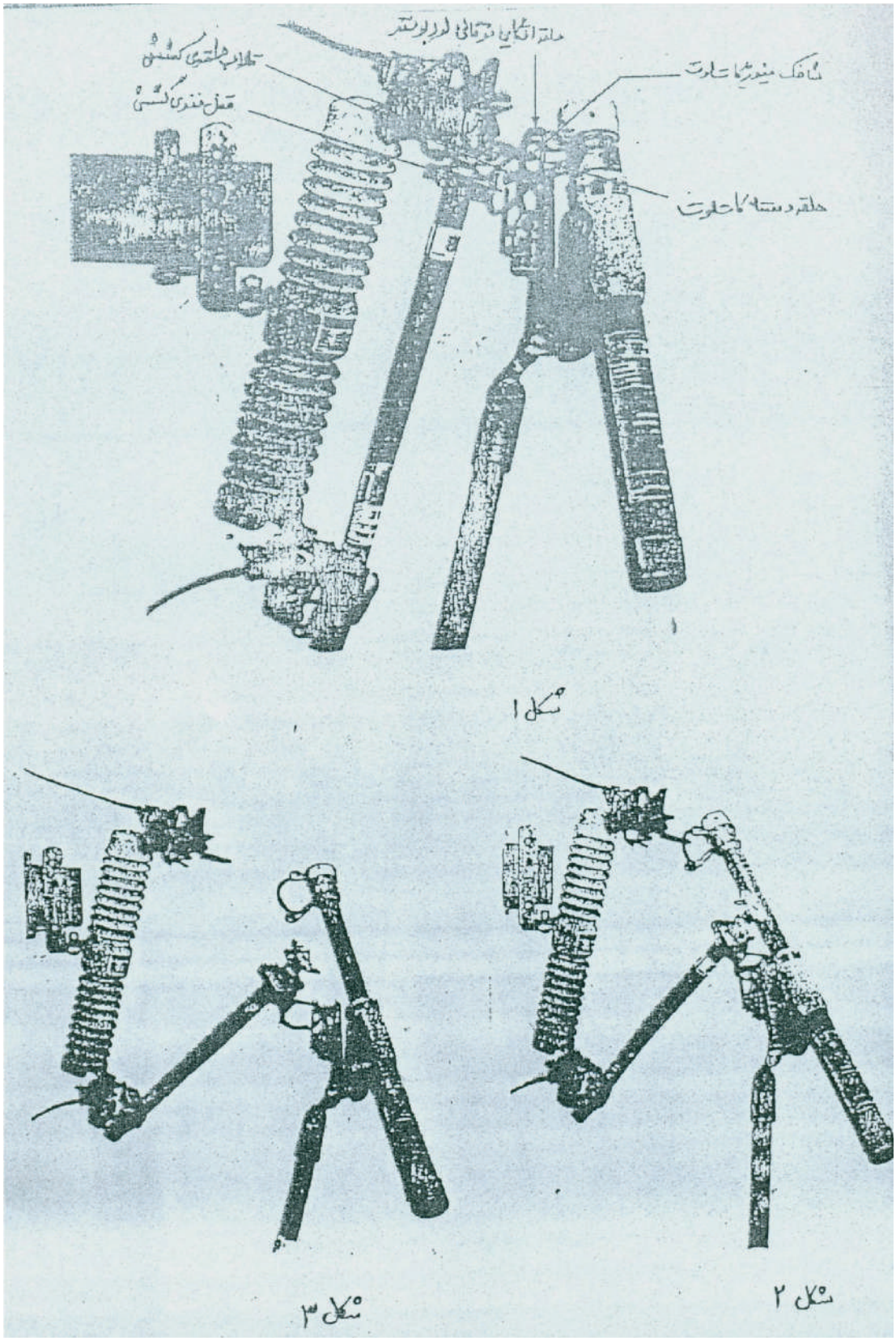

چرخ توربانه‌ای (چرخ فضایی)
هادی
جهت کشش
جهت فشار
گیره قوربانه‌ای
نسیم آلومینیومی
جهت کشش
جهت فشار
گیره سیم با سطح مقطع تماس بزرگتر




پایه عبوری (میانی)



پایه انتهائی ( ته خط ).




شکل ۱

شکل ۲

شکل ۳

Figure 2C.

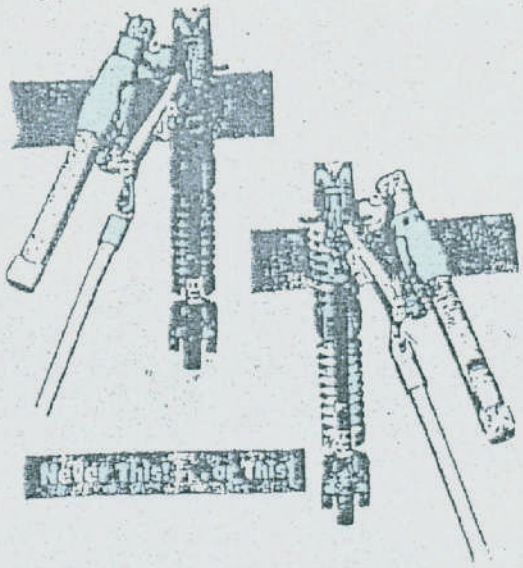


Figure 2D.

وضعیت نامناسب لود بوستر نسبت به فیوز کات اوت

از لحاظ میدان دید، کارگر و جهت نیروی وارده بر دسته کات اوت

Figure 2A.

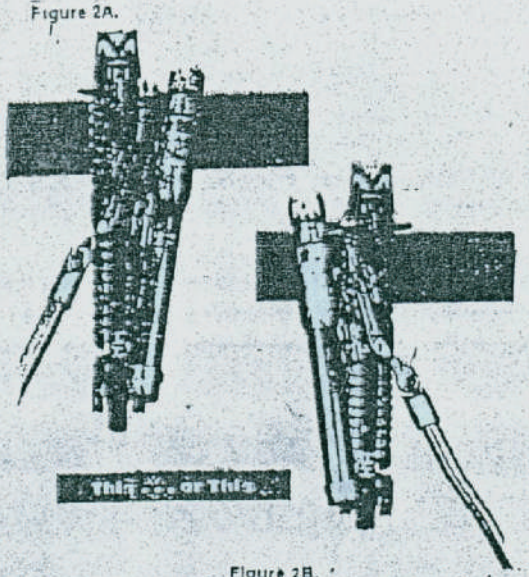
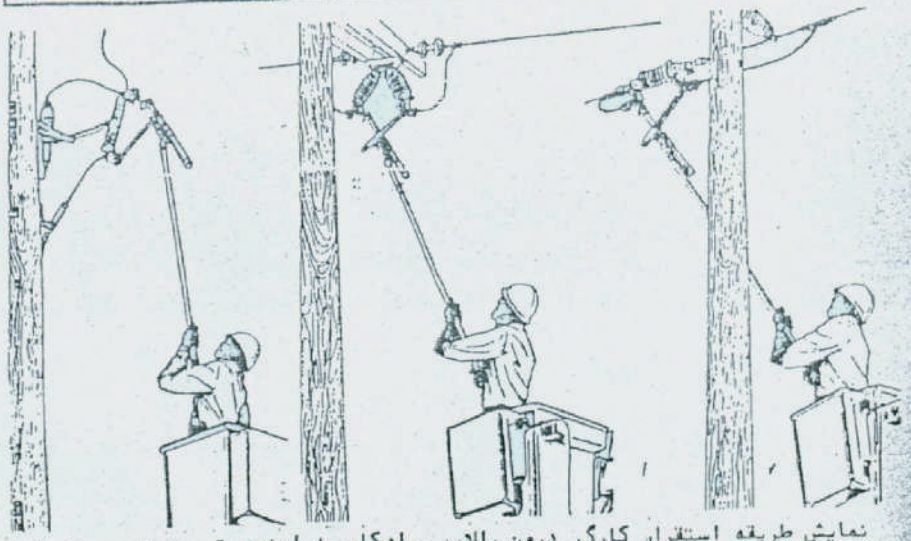


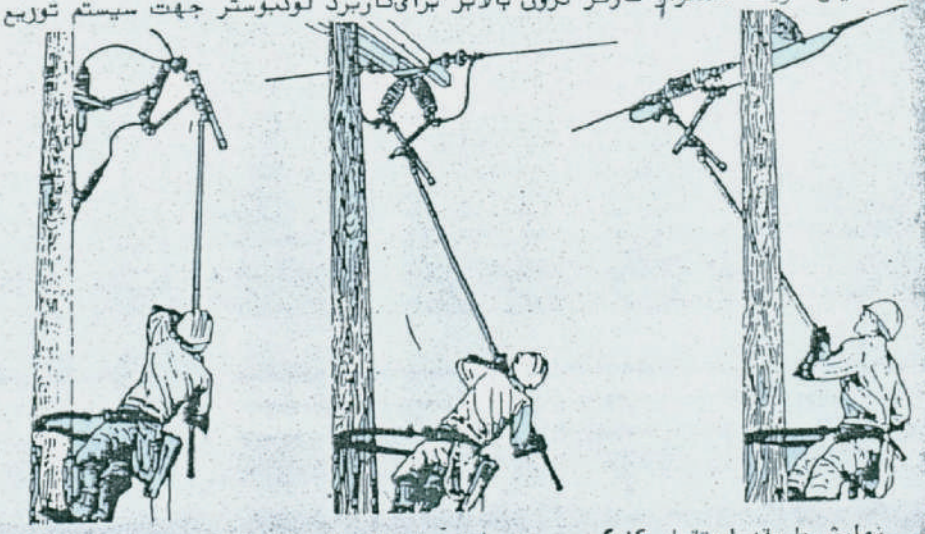
Figure 2B.

وضعیت مناسب لود بوستر نسبت به فیوز کات اوت

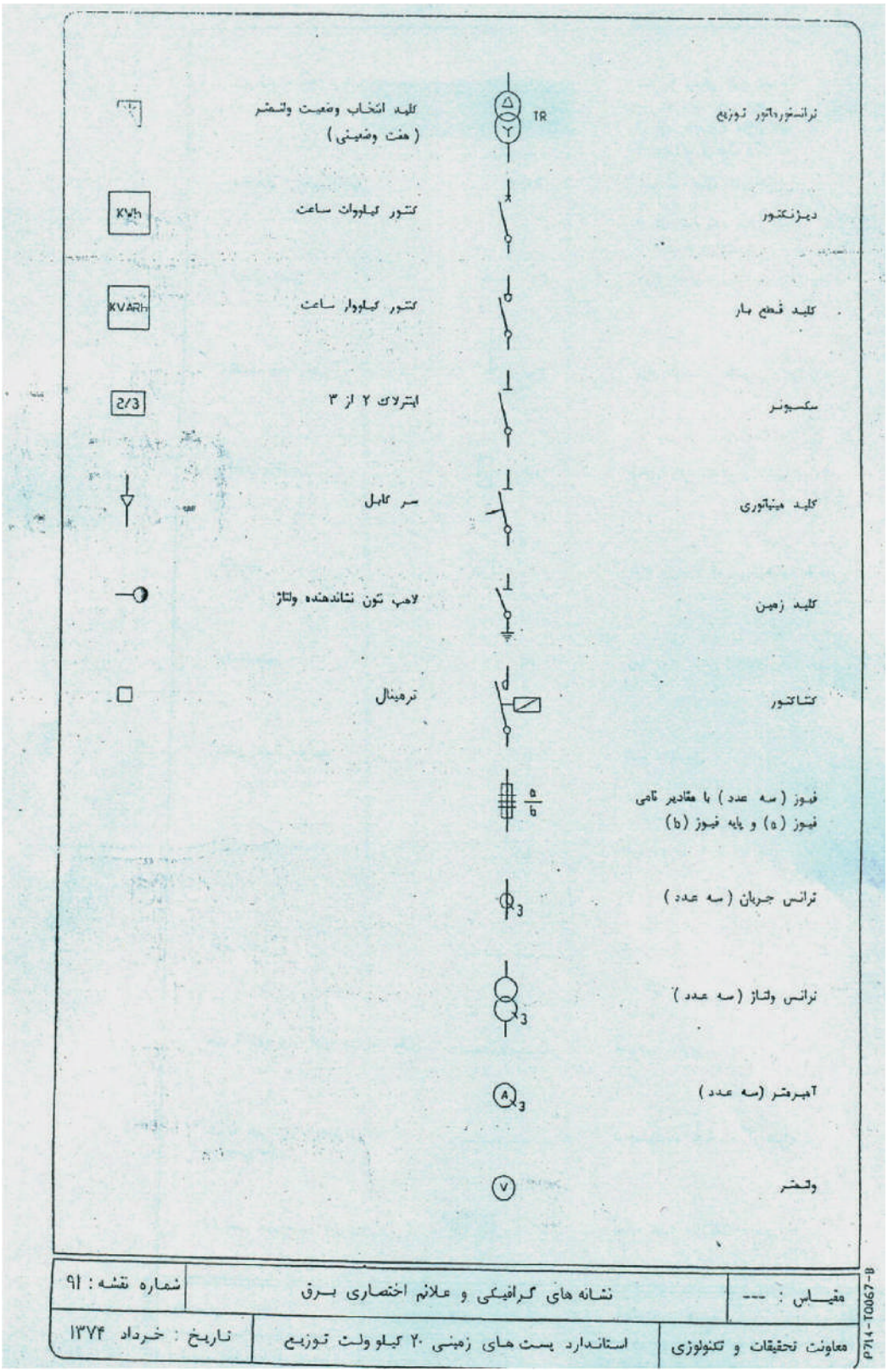
از لحاظ میدان دید، کارگر و جهت نیروی وارده بر دسته کات اوت



نمایش طریقه استقرار کارگر درون بالابر برای کاربرد لودبوستر جهت سیستم توزیع هوائی



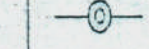
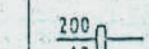
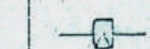
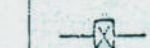
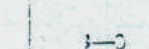
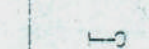
نمایش طریقه استقرار کارگر برروی پایه جهت استفاده از لود بوستر برای سیستم توزیع هوائی


ترانسفورماتور توزیع
TR
دیزنکتور
کلید قطع بار
سکسیونر
کلید مینیاتوری
کلید زمین
کنتاکتور
فیوز (سه عدد) با مقادیر نامی
فیوز (a) و پایه فیوز (b)
ترانس جریان (سه عدد)
ترانس ولتاژ (سه عدد)
آمپرمتر (سه عدد)
ولتمتر
کلید انتخاب وضعیت ولتمتر
(هفت وضعیتی)
کنتور کیلووات ساعت
KWh
کنتور کیلووار ساعت
KVARh
اینترلاک ۲ از ۳
2/3
سر کابل
لامپ نئون نشاندهنده ولتاژ
ترمینال
مقیاس : ---
نشانه های گرافیکی و علائم اختصاری برق
شماره نقشه : ۹۱
معاونت تحقیقات و تکنولوژی
استاندارد پست های زمینی ۲۰ کیلو ولت توزیع
تاریخ : خرداد ۱۳۷۴
P714-T0067-B

| | | | |
|---|---|---|---|
| سه فاز + نول + شین زمین | TP+N+PE | سینی با نردبان کابل عمودی بین دو تراز h1 و h2 از کف تمام شده همان طبقه با عرض w و طول l | VR (h1,h2) w x l |
| سه فاز + شین زمین | TP+PE | سینی با نردبان کابل افقی در تراز h از کف تمام شده همان طبقه با عرض w و طول l | HR (h) w x l |
| ترمینال زمین | EB | چراغ فلورسنت رفلکتوری ۲×۴۰ وات | |
| بطرف چاه زمین | EV | چراغ فلورسنت رفلکتوری ۳×۴۰ وات | |
| تابلوی روشنایی | LP | چراغ توکلی با لامپ رشته ای ۱۰۰ وات | |
| فتوسل | | چراغ سردر با لامپ رشته ای ۱۰۰ وات | |
| ترانسفورماتور | TR | پریز روکار نمکی ( 220V, 15A, IP+PE ) | |
| تابلوی فشار متوسط | MV | کلید تک پل | |
| تابلوی فشار ضعیف | LV | کلید دو پل | |
| سیم زمین | | کلید تبدیل | |
| سیم یا کابل برق - ادامه در پلان مقابل | | هواکش برقی | |
| سیم یا کابل برق با کاربرد در بعضی موارد | | ترموستات و کلید کنترل هواکش | |
| لوله مسیر عبور سیم، کابل (با روغن) | | شماره نقشه جزئیات اجرایی | xxx |

| | | |
|---|---|---|
| مقیاس : --- | نشانه های گرافیکی و علائم اختصاری برق | شماره نقشه : ۹۲ |
| معاونت تحقیقات و تکنولوژی | استاندارد بست های زمینی ۲۰ کیلو ولت توزیع | تاریخ : خرداد ۱۳۷۴ |

P714-TG070-B

| 6- LINES, POLES & JOINTS | | خطوط، پایه ها و اتصالات |
|---|---|---|
| DESCRIPTION | SYMBOL | شرح |
| STEEL POLE (FUTURE) |  | تیر فولادی (طرح آینده) |
| CONCRETE POLE (EXIST) | | تیر بتونی (موجود) |
| CONCRETE POLE (FUTURE) | | تیر بتونی (طرح آینده) |
| EXAMPLE: CONCRETE POLE 12m. & 200 Kg. |  | مثال: تیر بتونی ۱۲ متری ۲۰۰ کیلوئی |
| TOWER (EXIST) |  | برج (موجود) |
| TOWER (FUTURE) |  | برج (طرح آینده) |
| SIDE WALK GUY |  | مهار پیاده رو |
| DOWN GUY |  | مهار کشتی (ساده) |
| PUSH BRACE | | حائل (فشاری) |

## C_SUB_STATIONS

مراکز تبدیل

| DESCRIPTION | SYMBOL | شرح |
|---|---|---|
| SUB_STATION (IN SERVICE), GENERAL | | مرکز تبدیل نیرو (بطور عمومی) درحال بهره برداری |
| SUB_STATION (PLANNED) | | مرکز تبدیل نیرو (بطور عمومی) (طرح شده) |
| DISTRIBUTION SUB_STATION, IN BUILDING (IN SERVICE) | | پست توزیع ساختمانی (درحال بهره برداری) |
| DISTRIBUTION SUB_STATION, IN BUILDING (PLANNED) | | پست توزیع ساختمانی (طرح شده) |
| DISTRIBUTION SUB_STATION, IN KIOSK (IN SERVICE) | | پست توزیع کیوسک (درحال بهره برداری) |
| DISTRIBUTION SUB_STATION, IN KIOSK (PLANNED) | | پست توزیع کیوسک (طرح شده) |
| DISTRIBUTION SUB_STATION, POLE MOUNTED (IN SERVICE) | | پست توزیع هوائی (درحال بهره برداری) |
| DISTRIBUTION SUB_STATION, POLE MOUNTED (PLANNED) | | پست توزیع هوائی (طرح شده) |
| THREE_PHASE TRANSFORMER WITH TWO SEPERATE WINDINGS. | | ترانسفورماتور سه فاز با دو سیم پیچ مجزا |
| REQUIRED DATA: | | مشخصات لازم |
| PRIMARY & SECONDARY CONNECTION | — | طرز اتصال اولیه و ثانویه |
| PRIMARY & SECONDARY VOLTAGE | — | ولتاژ فشار قوی و فشار ضعیف |
| TRANSFORMER CAPACITY | — | ظرفیت ترانسفورماتور |
| FREQUENCY | — | فرکانس (نوسان) |
| PHASE ANGLES | — | زاویه بین فازهای هم نام (زاویه فاز) |
| SHORT_CIRCUIT VOLTAGE, PERCENT | — | درصد ولتاژ اتصال کوتاه (امپدانس) |
| IF NECESSARY, THE PHASE ANGLES MAY BE INDICATED BY VECTOR SYMBOLS OR HOUR_NUMBERS. | — | درصورت لزوم زاویه بین فازهای هم نام با بردار یا با اعداد ساعتی نمایش داده شود |