

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فن ورز شبکه هوایی

نوشته:

مهندس علی حیدری

سرشناسه: حیدری ، علی

عنوان: فن ورزش شبکه هوایی

موضوع:

ناشر: انتشارات کلمه طیبه تفرش

شابک:

رده بندی کنگره:

رده بندی دیویی:

شماره کتابشناسی ملی:



فن ورزش شبکه هوایی

مؤلف: مهندس علی حیدری

ناشر: انتشارات کلمه طیبه تفرش

ویراستاری و طراح جلد: روح الله محمودیان

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه ، چاپ اول: زمستان ۱۳۹۴

آدرس: تفرش - بلوار انقلاب، کوچه الیاس نبی، پلاک ۱

تلفن: ۰۹۳۵۹۸۸۸۶۰۶ - ۰۹۱۸۲۹۴۶۹۵۶

حق چاپ برای انتشارات کلمه طیبه تفرش محفوظ می باشد.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵	فصل اول
۵	لوازم ایمنی
۵	لوازم ایمنی انفرادی
۶	لوازم ایمنی گروهی
۹	کلاه ایمنی
۱۱	ماسک ایمنی
۱۳	لباس کار
۱۵	دستکش ایمنی
۱۸	کمر بند ایمنی
۲۲	رکاب
۲۴	کفش ایمنی
۲۵	فازمتر فشار ضعیف
۲۶	ولت چک (فازمتر دابل فشار ضعیف)
۲۶	انبردست دسته عایق
۲۶	ساک ابزار کار و لوازم ایمنی انفرادی
۲۷	لوازم ایمنی گروهی دستکش عایق فشار متوسط
۳۰	فازمترهای فشار متوسط و قوی
۳۱	تفنگ پرتاب سیم
۳۳	اتصال زمین موقت
۳۸	نحوه تکامل و طریقه کاربرد سیم ارت موقت
۴۶	لوازم هشدار دهنده خبری
۴۹	قفل ایمنی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵۰	فیوز کش
۵۱	فرش عایق (چهار پایه عایق)
۵۲	چوب پرچ
۵۳	فیبرهای عایق
۵۴	لوازم هات لاین
۵۷	تفنگ پنچر نمودن کابل
۵۸	چکش
۵۸	پرژکتور
۵۸	چراغ گردان آویز
۵۹	هندلاین (طناب دستی)
۶۰	طناب نجات
۶۱	نردبان
۶۳	کیسول آتش نشانی
۶۴	جعبه یا کیف محتوی کمک های اولیه
۶۵	جعبه ابزار کار و لوازم گروهی
۶۶	دستور العمل برقکاران
۶۷	مقررات ایمنی قبل از کار
۶۸	مقررات ایمنی در حین کار
۷۰	مقررات ایمنی پس از کار

فصل اول

لوازم ایمنی



تعاریف کلی:

در بهره برداری ، توسعه و نوسازی شبکه فشار ضعیف کلمات و جملات و یا اصطلاحاتی وجود دارد که در رابطه با مسائل ایمنی تعریف شده اند و عبارتند از: **ایمنی**: ایمنی به معنای رعایت اصول و مقرراتی است که برای رهایی از شرایط مخاطره آمیز و به منظور حفظ نیروی انسانی و تاسیسات می باشد. **لوازم ایمنی**: لوازمی است که استفاده از آنها سبب پیشگیری از حوادث جانی و مالی می گردد. **لوازم ایمنی انفرادی**: لوازمی است که متناسب با نوع کار در اختیار فرد مجری قرار می گیرد.

لیست لوازم ایمنی انفرادی

۱	کلاه ایمنی برقکاری (دارای بند زیرچانه و قابل تنظیم)
۲	ماسک سراسری صورت
۳	لباس کار مناسب
۴	دستکش کار تمام چرم یا کف چرم
۵	دستکش عایق فشار متوسط متناسب با ولتاژ با روکش محافظ
۶	رکاب مناسب
۷	کفش ایمنی برقکاران
۸	کمربند ایمنی مجهز به کیسه ابزار کار
۹	فازمتر فشار ضعیف
۱۰	ساک ابزار کار
۱۱	انبردست

لوازم ایمنی گروهی: لوازمی است که متناسب با نوع کار در اختیار گروه اجرایی قرار می گیرد.

لیست لوازم ایمنی گروهی

۱	جعبه کمک های اولیه
۲	فازمتر فشار متوسط همراه با تستر مربوطه
۳	تفنگ پرتاب سیم
۴	دستگاه اتصال زمین
۵	فیوز کش فشار متوسط
۶	کارت های حفاظتی
۷	استیک مخصوص قطع و وصل کات اوت فیوز
۸	علائم هشدار دهنده خبری
۹	طناب نجات
۱۰	هندلاین
۱۱	وسایل مهار موقت
۱۲	چکش
۱۳	چراغ قوه عایق
۱۴	فرش لاستیکی
۱۵	اتصال زمین فشار ضعیف
۱۶	فیوز کش فشار ضعیف در صورت نیاز
۱۷	جعبه ابزار و لوازم ایمنی گروهی
۱۸	خودرو مجهز به: بی سیم-پرژکتور-چراغ گردان-آژیر

قفل ایمنی: وسیله است جهت جلوگیری از مانورهای غیرمجاز روی کلیدها و تجهیزات الکتریکی.

فشار متوسط: از ولتاژ ۱۰۰۰ ولت تا ۶۳ هزار ولت را فشار متوسط می نامند.

شبکه بی برق: شبکه ای است که از منابع تغذیه جدا گردیده و اتصال زمین شده باشد.

فرد مجاز: فردی است که علاوه بر مهارت های فنی، آموزش های لازمه ایمنی را طی نموده و صلاحیت وی به تصویب مراجع ذیصلاح رسیده باشد.

مقررات ایمنی: مجموعه مقرراتی است که به منظور پیشگیری از حوادث و کنترل ضایعات، تدوین شده و لازمه اجرا می باشد.

ایمن سازی محیط: اقداماتی است که موجب می گردد محیط و محدوده کار از حوادث احتمالی مصون بماند.

انتخاب مسیر عملیات: مسیر عملیات، برنامه انتخاب شده ای است که مجریان در ایمن ترین وضع و به سهولت قادر به انجام کار مورد نظر باشند.

آزمایش مکانیکی: بررسی و عملیاتی است که در رابطه با اطمینان از صحت استقامت مکانیکی تاسیسات و شبکه برای انجام کار مورد نظر به عمل می آید.

آزمایش الکتریکی: مجموعه بررسی و عملیاتی است که به منظور حصول اطمینان از صحت مدار و تاسیسات از نظر الکتریکی برای انجام کار محوله صورت می گیرد.

تخلیه الکتریکی مدار: عملیاتی است که بار الکتریکی ذخیره شده در مدار و تاسیسات جدا شده از منبع تغذیه را تخلیه و با زمین هم پتانسیل می نماید.

فاصله مجاز: حداقل فاصله ای است که مجریان را در هنگام کار از حوادث برق گرفتگی مصون می دارد.

• در مدار فشار ضعیف تماس مستقیم فرد بدون استفاده از لوازم عایق مناسب ممنوع می باشد.

عادی سازی محیط: حصول اطمینان از رفع خطر و بازگرداندن محیط کار به حالت عادی است.

پایان کار: اتمام عملیات محوله و اعلام آن به واحدهای ذیربط توسط سرپرست گروه اجرایی می باشد.

تفنگ پنچر نمودن کابل: وسیله ای جهت حصول اطمینان از بی برقی کابل و ایجاد اتصالی بین هادی و زمین است.

پل وتسون: دستگاهی است که جهت اندازه گیری و تشخیص مقاومت کابل، بکار برده می شود.

پل تامسون: دستگاهی است که جهت اندازه گیری مقاومت های کوچک بکار برده می شود.

میگر: دستگاهی جهت اندازه گیری مقاومت های بزرگ به منظور عیب یابی یا حصول اطمینان از صحت مدارهای الکتریکی است.

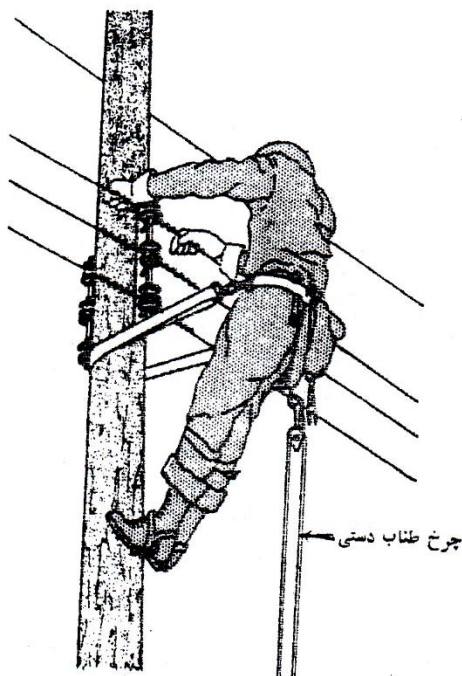
اتصال زمین موقت: وسیله ای جهت ایجاد اتصال موقت مدار به زمین است. (بعد از قطع مدار از منابع تغذیه).

لوازم ایمنی انفرادی عبارتند از:

۱- کلاه ایمنی:

این وسیله حافظ سر بوده و افرادی که در معرض خطر سقوط یا اتصال الکتریکی یا پرتاب شیئی روی سرشان باشد باید از کلاه ایمنی مناسب استفاده نمایند.

ضمن اینکه این وسیله به عنوان نشانی ایمنی نیز قلمداد گردیده است.



استفاده از این وسیله شامل همه سرپرستان و ناظرین و بازدید کنندگان نیز می شود.

خصوصیات کلاه ایمنی:

- ۱- وزن کلاه نباید از ۴۰۰ گرم تجاوز کند.
- ۲- حداقل قدرت عایقی ۲۰۰۰۰ ولت می باشد.
- ۳- دارای ضربه گیر و بند زیر چانه باشد.
- ۴- از ضریب شکست بالایی برخوردار باشد.
- ۵- جنس آن از فایبرگلاس یا اپاکسی گلاس باشد.
- ۶- نوارهای داخل کلاه باید به سهولت قابل تعویض باشند.

طریقه نگهداری کلاه ایمنی:

- ۱- باید دقت شود که این وسیله در مجاورت اجسام نوک تیز قرار نگیرد.
- ۲- از پرتاب نمودن این وسیله خودداری شود و در مکان های کثیف قرار نگیرد.

طریقه استفاده از کلاه ایمنی:

- ۱- قبل از استفاده نمودن تمیز گردد و مورد بازدید مجری قرار گرفته و مطمئن شده که سالم است.
- ۲- به اندازه سر تنظیم گردد.
- ۳- هنگام کار در ارتفاع بند زیر چانه بسته شود.

- ۴- در صورت استفاده از کلاه ایمنی که مربوط به فرد دیگری باشد ضرورت دارد داخل آن کاملاً ضد عفونی گردد.
- ۵- ایجاد منفذ یا تغییر شکل در کلاه ممنوع است.
- ۶- نظر به اینکه در زمستان به دلیل برودت هوا کاربرد کلاه ایمنی به تنهایی با مشکل مواجه می گردد ضرورت دارد برای رفع این مشکل از عرق چین با جنس نخی در زیر کلاه ایمنی استفاده گردد.
- ۷- کسانی که کلاه ایمنی دارند باید در داخل وسایل نقلیه نیز برای جلوگیری از صدمه حاصل از تصادفات احتمالی بر سر بگذارند.
- ۸- روی کلاه به جز نام دارنده و علامت شرکت علائم دیگر نباید افزود.

۲- ماسک ایمنی:

از این وسیله به منظور حفاظ چشم-حفاظ صورت-حفاظت از سیستم تنفسی استفاده می گردد و در موارد زیر کاربرد دارد:

۱- جوشکاری برقی.

۲- جوشکاری اکسیژن.

۳- دمیدن ماسه.

۴- از ماسک های تهیه هوا هنگام ورود به داخل محفظه هایی که فاقد هوای کافی بوده یا محل هایی که تهویه کافی انجام نشده است. مانند محوطه های با گاز CO2 و یا گاز SF6 استفاده می گردد.

۵- از ماسک های ضد گاز (تنفسی) با فیلتر مخصوص هنگام پاشیدن رنگ- پرداخت کردن گردو خاک-جوشکاری یا برش با شعله یا ذوب فلز و جابجا کردن آهک-سیمان-مواد بازی و سمی استفاده کرد.

۶- از ماسک های سراسری سر و صورت (مجهز به کلاه ایمنی) به منظور پیشگیری از آرک زدگی در هنگام کلیدزنی و قطع و وصل فیوزها استفاده می گردد.

***تبصره ۱-** ماسکها باید مرتباً مورد بازدید قرار گرفته و هنگام عدم استفاده در جلد مخصوص نگهداری شود.

***تبصره ۲-** ماسک های طلقی برای حفاظ صورت و چشم در مقابل ضربات خفیف و جرقه باید کاملاً شفاف و نسوز بدون عیب باشد، طوری که مانعی در دید مجری ایجاد نکند.

۳-لباس کار:

این وسیله حافظ تن بوده و لازم است مناسب نوع کار انتخاب شده تا از خطراتی که ممکن است هنگام کار ایجاد گردد تا حد امکان جلوگیری کند.

خصوصیات لباس کار:

۱-لباس کار باید به اندازه فرد بوده و هیچ قسمت آن آزاد نباشد و حتی الامکان تعداد جیب های آن کم باشد یا دارای جیب کوچک باشند.

۲-لباس کار افراد برقکار باید فاقد هر گونه فلز از قبیل دکمه یا زیپ فلزی باشد.

۳- از آنجا که یکی از ابعاد ایمنی لباس کار این است که فرد اجرایی به دور از دغدغه خاطر کار خود را انجام دهد. به فکر کثیف شدن لباس نباشد. نتیجه این که لباس گران قیمت انتخاب نشود.

۴- لباس کار افراد برقکار باید از جنس نخ یا بیشترین درصد مواد تشکیل دهنده آن نخ باشد. چون خطر آرک ، انفجار و آتش سوزی وجود دارد.

۵- در صورتی که نوع کار ایجاب نماید افراد اجرایی آستین خود را بالا بزنند لازم است از لباس با آستین کوتاه استفاده شود.

۶- چون افراد برقکار اکثراً از دستکش استفاده می کنند و کفش ایمنی مناسب نیم پوتین یا پوتین است . لازم است قسمت های میچ دست و پا به راحتی بسته شود.

۷- افرادی که با مواد خورنده و مضر کار می کنند، از آنجا که نباید آب و گاز در آن نفوذ نماید. ضرورت دارد جنس لباس مناسب انتخاب گردد.

۸- افرادی که با حریق سروکار دارند. لازم است از لباس مخصوص ضد حریق که از سر تا پا را کاملاً می پوشاند استفاده نمایند.

۹- افرادی که با مواد رادیواکتیو کار می کنند. لازم است از لباس اختصاص یافته به این کار استفاده نمایند.

۱۰- لباس کار باید مناسب فصل تهیه گردد.

روش استفاده از لباس کار:

۱- کلیه افراد اجرایی موظف می باشند قبل از شروع به کار لباس کار خود را بپوشند.

۲- هنگام کار ضرورت دارد کمر لباس کار خود را همیشه بسته نگهدارند.

۳- در صورتی که لباس کار فاقد میچ بند باشد. لازم است هنگام استفاده دستکش روی آستین لباس قرار گیرد. در مورد شلوار قسمت میچ داخل پوتین قرار گیرد. منظور این است که به هیچ عنوان نقطه گیر وجود نداشته باشد.

۴- هنگام کار با وسایل گردنده لازم است که هیچ قسمت لباس باز یا پاره نباشد.

۵- افرادی که روی تاسیسات برق رسانی کار می کنند ضرورت دارد از بدست کردن ساعت مچی یا انگشتر یا آویز نمودن ساعت جیبی یا دسته کلید از لباس جداً خودداری نموده. حتی پول سکه ای در جیب قرار ندهند.

روش نگهداری از لباس کار:

۱- پس از اتمام کار ضرورت دارد لباس را از تن خارج ساخته در کمد یا ساک مخصوص قرار گیرد.

۲- شستشوی لباس با توجه به نوع کار ضرورت دارد، از لباس فرد دیگری استفاده نشود. در صورت الزام شستشو و ضد عفونی نمودن آن ضرورت دارد.

۴- دستکش ایمنی:

این وسیله محافظت دستها و بازوها را عهده دار بوده و لازم است مناسب نوع کار تهیه گردد.

خصوصیات دستکش ایمنی:

۱- دستکش های عایق با قدرت عایقی مناسب ولتاژ برق دستها را ایزوله نموده و از خطرات الکتریکی مصون می دارد. عدم استفاده یا استفاده

نامناسب از این وسیله عمده ترین بخش برق گرفتگیها را برای پرسنل ایجاد نموده است.

۲- دستکش های کار که به صورت چرمی یا نیمه چرمی تهیه می گردد نسبت به اجسام بُرنده پایه های چوبی آغشته به مواد سمی کروزت مقاوم بوده و دستها را در برابر ضربه های مکانیکی حفظ می نماید.

۳- دستکش هایی که از جنس پنبه نسوز یا مواد مشابه ساخته می شوند ، عایق حرارت بوده و دستها را در برابر فلزات داغ حفظ می نماید.

۴- دستکش های ساخته شده از جنس لاستیک طبیعی یا مصنوعی یا پلاستیکی دستها را در برابر مواد خورنده اسیدی و قلیایی و سمی محافظت می نمایند.

۵- دستکش های سربی دستها را در برابر اشعه ایکس حفظ می کنند.

طریقه استفاده از دستکش ایمنی:

۱- دستکشها باید قبل از استفاده مورد بازدید قرار گیرد و مطمئن گردیم که سالم است.

۲- دستکشها باید طوری انتخاب شوند که متناسب با خطرات احتمالی ناشی از کار باشند و هیچگونه ناراحتی برای دستها ایجاد نکنند.

۳- چنانچه هنگام کار دستکشها آسیب ببینند باید فوراً تعویض گردند.

۴- مناسب است دستکش های عایق به دستکش گارد مجهز گردند.

- ۵- هنگام استفاده از دستکش عایق در ارتفاع ضرورت دارد پس از استقرار در محل کار از این وسیله استفاده نمایند.
- ۶- هنگام کار با تجهیزات برقدار یا مواد سمی مناسب است دستکش های مخصوص بازوها را کاملاً بپوشانند.
- ۷- در صورتی که قرار باشد از دستکش هایی که قبلاً استفاده شده به کار بریم لازم است شستشو و ضد عفونی و خشک گردند.
- ۸- هنگام کار در مجاورت تجهیزات برقدار لازم است از دستکش عایق با ولتاژ مناسب استفاده گردد.

طریقه نگهداری از دستکش ایمنی:

- ۱- هیچگاه دستکش های عایق را در مجاورت اجسام نوک تیز قرار ندهید.
- ۲- پس از اتمام کار لازم است در داخل جلد مخصوص یا محل مخصوص نگهداری شود.
- ۳- دستکش های عایق ضرورت دارد در صورت نیاز مورد تست الکتریکی قرار گیرند. ضمن اینکه تست بادی دستکشها قبل از هر بار مصرف ضرورت دارد.

۵- کمربند ایمنی:

این وسیله نگهدارنده فرد است در ارتفاع و از سقوط افراد جلوگیری می نماید ضمن اینکه کمربند ایمنی مخصوص خودرو در حد بسیار وسیعی از صدمات می کاهد.

خصوصیات کمربند ایمنی:

- ۱- کمربند ایمنی باید از نوع تصویب شده باشد.
- ۲- این وسیله از دو قسمت ' SAFETY BELT و ' BODY BELT تشکیل گردیده است.
- ۳- کلیه قسمتها و اجزاء کمربند ایمنی باید قدرت کششی ۱۱۵۰ کیلوگرم نیرو را تحمل نماید.
- ۴- حداقل پهنای BODY BELT ۱۲ سانتیمتر می باشد.
- ۵- جهت افرادی که در روی پایه های برق کار می کنند . به دلیل تنوع پایه ها مناسب است ، کمربند با طناب دارای قفل رگلاژ تهیه گردد.
- ۶- جهت عبور از موانع روی پایه ها مناسب است از کمربند با SAFETY BELT دوبل استفاده شود.

^۱ ' SAFETY BELT (تسمه یا طناب نگهدارنده که به دور هائل بسته شده باشد).

^۲ ' BODY BELT (قسمت تسمه که به دور کمر بسته می شود) .

۷- جهت پرسنلی که روی تاورهای انتقال و کارهای مشابه کار می کنند لازم است کمربند مخصوصی که علاوه بر طناب نگهدارنده دور هائل طناب دومی نیز باشد که با فاصله مناسب به هائل دوم بسته شود.

۸- کمربند ایمنی خودرو لازم ست به شکلی تهیه گردد که روی سینه را گرفته و باز و بستن آن به راحتی امکان پذیر باشد.

طریقه استفاده از کمربند ایمنی:

۱- قبل از کاربرد لازم است تمام قسمت‌ها و اجزاء کمربند مورد بازرسی دقیق قرار گیرد و مطمئن گردیم که سالم است.

۲- طناب کمربند ایمنی لازم است قبل از صعود از پایه (در پایه های چوبی و سیمانی) به دور تیر، در زمین بسته شود و پس از اتمام کار و فرود از پایه در روی زمین باز شود.

۳- از آنجا که ضرورت دارد کمربند ایمنی مجهز به کیسه ابزار کار کمری باشد لازم است کیسه مزبور در فاصله حداقل ۱۰ سانتیمتر به حلقه های کمربند نصب گردد.

۴- قبل از صعود از پایه هنگامی که طناب ایمنی به دور پایه بسته شده لازم است با وارد آوردن فشار از جا افتادن قلابها و استحکام آن اطمینان حاصل گردد.

۵- قبل از صعود از پایه ضرورت دارد مجری مسیر صعود خود را با توجه به محل استقرار انتخاب نماید.

۶- قبل از صعود از پایه های چوبی لازم است ضمن بازرسی ظاهری با استفاده از چکش پایه را آزمایش نمایید.

۷- طناب کمر بند را نباید به دور پیچها هائلها و مقره ها انداخت بلکه لازم است به پایه های اصلی بسته شود.

۸- چنانچه ضرورت کار ایجاب نماید در پایه های فشار ضعیف جهت بستن طناب کمر بند دست خود را از بین سیم های برقدار عبور دهیم. استفاده از دستکش عایق مناسب الزامی است.

۹- در روی پایه هایی که دارای یراق آلات نمی باشد لازم است کمر بند با فاصل حداقل ۱/۲ متر از سر تیر بسته شود و در پایه های تجهیز شده طناب کمر بند در زیر تراورس بسته شود.

۱۰- قسمت BODY BELT باید در بالای باسن بسته شود تا از یک طرف نیروی وزن بطور کامل روی پاها متمرکز نگردد و از طرف دیگر هنگام مانور روی مهره های کمر فشار نیامده و مجریان مبتلا به مریضی دیسک نشوند.

۱۱- در شبکه فشار ضعیف جهت استقرار مناسب است طناب کمر بند ایمنی از بین سیم های نول و معابر عبور داده و بسته شود.

۱۲- در صورتی که ضرورت کار موانع روی پایه ایجاب نماید برای مدت کوتاهی طناب از دور پایه آزاد گردد ضمن مهار نمودن پایه دور پایه این عمل هوشیاری زیادی را طلب می نماید.

۱۳- راننده و سرنشین های خودروها ضرورت دارد در هنگام رانندگی و حرکت خودرو از کمربند ایمنی تعبیه شده استفاده نمایند.

طریقه نگهداری از کمربند ایمنی:

۱- به منظور افزایش عمر طناب کمربند ایمنی مناسب است از حفاظ مخصوص که دور طناب پیچیده می شود ، استفاده گردد. طول حفاظ یادشده نباید از ۶۰ سانتیمتر بیشتر باشد.

۲- در صورتی که طناب کمربند از درجه ایمنی ساقط گردد افراد آموزش دیده مجاز خواهند بود طناب استاندارد مناسبی را برای این منظور تعبیه نمایند. هنگام بافتن نباید از هر طرف کمتر از ۱۵ سانتیمتر بافته شود. هنگام بافتن می توان شلنگ روشن با طول ۶۰ سانتیمتر در آن قرار داد.

۳- پس از اتمام کار ضرورت دارد کمربند در جلد مخصوص قرار گیرد.

۶- رکاب:

از این وسیله جهت صعود و فرود روی پایه ها استفاده می گردد.

خصوصیات رکاب:

۱- رکاب نیزه ای و رکاب داسی برای پایه های چوبی در نظر گرفته شده است. گرچه رکاب نیزه ای مناسبتر می باشد ولی به لحاظ سهولت آموزش اکثر برقکارها از رکاب داسی استفاده می نمایند.

۲- رکاب هایی که طول خارهای آن از قطر یک تومانی نقره کمتر باشد قابل استفاده نمی باشد.

۳- با توجه به سائزبندی رکاب های داسی نسبت به کلاس بندی پایه های چوبی ضرورت دارد ارتفاع رکاب های داسی در اختیار باشد.

۴- نظر به این که جهت پایه های سیمانی به لحاظ موجود نبودن رکاب مخصوص از میله استفاده می گردد، ضرورت دارد میله ها با استحکام کافی به صورت گالوانیزه در اندازه های مناسب و به تعداد کافی (حداقل سه عدد) در اختیار قرار گیرد.

روش استفاده از رکاب:

۱- قبل از استفاده ضرورت دارد رکابها مورد بازرسی دقیق مصرف کننده قرار گیرد.

۲- در صورتی که خارهای رکاب کند گردند می توان آنها را سوهان کاری نمود.

- ۳- بندهای چرمی رکاب، نگهدارنده رکاب است به پا دقت گردد که نیروی وزن بدن روی بند رکاب قرار نگیرد.
- ۴- به لحاظ جلوگیری از خشک شدن و شکنندگی بندهای چرمی رکاب لازم است در زمان های مقتضی روغن زده شود.
- ۵- هنگام صعود از پایه ها ضرورت دارد مسیر صعود با توجه به محل استقرار انتخاب گردد.
- ۶- هنگام صعود دقت گردد که رکاب روی موانع نصب شده خصوصاً تسمه یا کابل اتصال زمین قرار نگیرد.
- ۷- چنانچه نیاز باشد کار در ارتفاع یا بیش از یک نفر انجام پذیرد صعود نفر دوم پس از استقرار کامل نفر اول انجام خواهد پذیرفت.
- ۸- هنگام صعود و فرود از پایه ها دقت گردد رکابها روی یکدیگر قرار نگیرند. فاصله رکابها هنگام صعود ۲۰ سانتیمتر و هنگام فرود ۴۰ سانتیمتر می باشد.
- ۹- در صورت استفاده از میله جهت پایه های سیمانی دقت گردد میله ها کاملاً در منافذ پایه قرار گیرند.
- ۱۰- هنگام استقرار روی میله ها دقت گردد قسمت های داخلی پا کاملاً با بغل تیر تماس داشته باشند.

۱۱- جهت حمل میله ها هنگام صعود و فرود ضرورت دارد آنها را داخل کیسه ابزار کار کمری قرار دهیم.

۱۲- استفاده از رکاب جوش داده و ترک خورده ممنوع است.

۱۳- افراد مجاز نباید هیچگونه تغییر شکلی در رکاب ایجاد نمایند. تغییر دهانه رکاب های داسی به لحاظ توازن با سائز تیرها اکیداً ممنوع است.

طریقه نگهداری از رکاب:

۱- از پرتاب نمودن رکابها جداً خودداری کنید.

۲- دقت شود رکابها دچار زنگ زدگی نشوند.

۳- در محل مخصوص نگهداری شود.

۷- کفش ایمنی:

این وسیله عهده دار حفاظت پا در برابر ضربه های مکانیکی و الکتریکی و غیره ... می باشد.

خصوصیات کفش ایمنی:

۱- با توجه به تنوع کارها ضرورت دارد کفش ایمنی با توجه به نوع کار انتخاب شود.

۲- کفش های ایمنی با پنجه فولادی جهت کارگاهها مناسب است به منظور جلوگیری از ضربه های مکانیکی.

- ۳- جهت افراد بالا تیرو با توجه به این که از رکاب استفاده می نمایند پوتین های مخصوص یا حداقل نیم پوتین مناسب می باشد.
- ۴- ضرورت دارد کفش های افراد برقکار فاقد میخ باشد.
- ۵- به لحاظ جلوگیری از لغزندگی ضرورت دارد کفش ایمنی با کف عاجدار استفاده گردد.
- ۶- افرادی که با مواد خورنده از قبیل اسیدها و مواد قلیایی کار می کنند باید از کفش های لاستیکی یا مواد مشابه استفاده نمایند.

روش استفاده از کفش ایمنی:

- ۱- کسانی که با تصویب واحد ایمنی کفش ایمنی مخصوص خود را دریافت می دارند باید همیشه هنگام کار از آن استفاده نمایند.
- ۲- افرادی که در محل های گل و لای چکمه های ایمنی دریافت می دارند ملزم به استفاده نمودن از آنها می باشند.

۸- فازمتر فشارضعیف:

کلیه افراد برقکار لازم است این وسیله را در اختیار داشته باشند. تا هنگام آزمایش تاسیسات فشارضعیف و باز و بسته کردن پیچ این گونه تاسیسات از آن استفاده نمایند.

۹- ولت چک (فازمتر دابل فشارضعیف):

افراد برقکار از این وسیله جهت اندازه گیری ولتاژ بین دو فاز یا فاز و نول و همچنین آزمایش شبکه استفاده می نمایند.

- استفاده از لامپ های سری شده به جای وسیله ولت چک اکیداً ممنوع است.

۱۰- انبردست دسته عایق:

کلیه افراد برقکار لازم است این وسیله را در اختیار داشته باشند. هنگامی که ضرورت کار ایجاب نماید خصوصاً قطع و وصل سیم های غیر فولادی شبکه از آن استفاده نمایند.

- هنگام کاربرد وسیله فوق استفاده از دستکش عایق الزامی است.
- قطع و وصل فیوزهای تیغه ای به وسیله انبردست اکیداً ممنوع است.

۱۱- ساک ابزار کار و لوازم ایمنی انفرادی:

افرادی که کار آنها ثابت نموده و قادر نباشند از کمد مخصوص جهت البسه کار و دیگر لوازم ایمنی انفرادی استفاده نمایند مانند برقکاران ضرورت دارد یک عدد ساک دستی از نوع برزنت در اختیار داشته باشند که حمل و نگهداری لوازم ایمنی که تا الان توضیح داده شده است را امکان پذیر باشد.

لوازم ایمنی گروهی عبارتند از:

۱- دستکش عایق فشار متوسط:

از این وسیله جهت کار با تاسیسات برقدار فشارمتوسط و افزایش ضریب ایمنی بقیه لوازم عایق فشارمتوسط استفاده می گردد.

خصوصیات:

۱- این وسیله که از جنس لاستیک می باشد لازم است حداقل ۱/۵ برابر ولتاژ نامی خط را تحمل نماید.

۲- به منظور جلوگیری از آسیب پذیری ضرورت دارد روی دستکش مذکور کاور مخصوص (دستکش چرمی نرم) استفاده گردد.

۳- ضرورت دارد طول دستکش کاور از دستکش عایق کمتر باشد به شکلی که دستکش عایق دیده شود.

۴- باید توجه نمود که جهت کار مستقیم با برق این وسیله به تنهایی کاربرد نداشته و ضرورت دارد افراد مجاز که دوره مخصوص هات لاین را گذرانده اند این وسیله را همراه با آستین عایق شانه بند عایق و سکوی عایق استفاده نمایند.

روش استفاده:

- ۱- قبل از استفاده لازم است آن را کاملاً تمیز نمود.
- ۲- قبل از هر بار استفاده لازم است این وسیله مورد آزمایش بادی قرار گیرد و مطمئن گردیم که فاقد منفذ می باشد.

۳- هنگام کار افراد اجرایی روی تاسیسات بی برق در مجاورت تاسیسات برقدار ضرورت دارد از دستکش عایق نامبرده استفاده نمایند.

۴- هنگامی که لازم باشد افراد اجرایی نزدیک به دستگاه های برقدار کار کنند، حدود تعیین شده زیر حداقل فاصله ای است که لازم است بین هر یک از اعضای بدن یا وسایل فلزی که با بدن تماس دارند با تاسیسات برقدار رعایت گردند. (جدول AB)

جدول (AB)

ولتاژ تاسیسات برقدار (V)	مقدار فاصله تعیین شده (M)
۶۰۰ تا ۱۴۰۰۰ ولت	۰/۶ متر
۱۴۰۰۰ تا ۲۷۰۰۰ ولت	۰/۹ متر
۲۷۰۰۰ تا ۴۷۰۰۰ ولت	۱/۲ متر
۴۷۰۰۰ تا ۱۱۵۰۰۰ ولت	۱/۵ متر
۱۱۵۰۰۰ تا ۲۳۰۰۰۰ ولت	۲/۱ متر
۲۳۰۰۰۰ تا ۳۴۵۰۰۰ ولت	۳ متر
۳۴۵۰۰۰ تا ۴۶۰۰۰۰ ولت	۴/۵ متر

۵- چنانچه قرار باشد کار در بالای پایه انجام پذیرد لازم است جهت صعود و فرود از دستکش کار استفاده شود و در هنگام کار دستکشا تعویض شود.

۶- به لحاظ ایجاد ضریب ایمنی دوبل ضرورت دارد از این وسیله همراه با دیگر لوازم عایق از قبیل فازمتر ، استیک قطع و وصل کات اوت فیوز مجموعه لوازم عایق هات لاین استفاده گردد.

۷- چنانچه از دستکش یاد شده همکار دیگری استفاده می نماید لازم است پس از هر نوبت استفاده، دست های خود را با ماده ای ضد عفونی کننده شستشو نمایید.

طریقه نگهداری:

۱- هنگامی که نیاز به استفاده از این وسیله نمی باشد لازم است آن را در جلد مخصوص به خود قرار دهیم.

۲- چنانچه در اثر سایش یا مرور زمان نیاز باشد تست الکتریکی انجام دهید این عمل ضرورت دارد.

۳- قرار دادن این وسیله در محل های روغنی یا وسایل نوک تیز ممنوع است.

۲- فازمترهای فشار متوسط و قوی:

جهت آزمایش تاسیسات به منظور اطمینان از بی برقی مدار یا بالعکس استفاده می شود.

خصوصیات:

- ۱- ماکزیمم ولتاژ موردنظر روی آن ثبت شده باشد.
- ۲- با تستر جدا یا تستر سرخود که با باطری آزمایش می گردد ساخته شده است.

روش استفاده:

- ۱- قبل از استفاده ضرورت دارد کاملاً با پارچه مخصوص تمیز گردد.
- ۲- در هنگام ضربه خوردن قبل از استفاده و در حالت عادی هر ۶ ماه یک نوبت با (هات استیک تستر)^۱ لازم است آزمایش عایقی انجام پذیرد.
- ۳- هنگام استفاده کاربرد دستکش عایق فشارمتوسط الزامی است.

روش نگهداری:

- ۱- هنگام عدم استفاده در جلد مخصوص خود و در محل مناسبی نگهداری شود.

- ۲- علت سوختن این وسیله این است که مجریان آن را مستقیماً به تاسیسات برقدار می زنند در صورتی که لازم است ابتدا آن را در حوزه قرار دهیم

^۱ - (هات استیک تستر) ، تستر مخصوص آزمایش عایقی فازمترهای فشار متوسط و قوی است.

چنانچه شبکه بدون ولتاژ باشد باید نهایتاً آن را به تاسیسات موردنظر زد و در صورت برقرار بودن سریعاً آن را از حوزه خارج سازیم.

۳- تفنگ پرتاب سیم:

از این وسیله جهت تخلیه مدار در مکان هایی که امکان پذیر باشد استفاده می گردد.

خصوصیات:

۱- این وسیله فلزی بوده با استفاده از پیچ تعبیه شده در آن می توان برد تفنگ را در حد نیاز تنظیم نمود.

۲- دارای میله مخصوص و حداقل ۲۵ متر سیم فولادی نرم بوده که پس از اتصال سیم به میله مخصوص کاربرد پیدا می کند.

۳- این وسیله برای تخلیه شبکه های هوایی فشار متوسط و فشارقوی قابل استفاده می باشد.

روش استفاده از تفنگ پرتاب سیم:

۱- ابتدا میله مخصوص گراند موقت را در حالی که قرار است اتصال زمین شبکه زده شود در زمین می کویم.

۲- سیم مخصوص تفنگ را در مسیر شبکه به صورت زیگزاک پهن نموده و یک سر آن را به میله زمین شده وصل می نماییم.

۳- میله مخصوص تفنگ را در داخل آن قرار داده تفنگ را برعکس نموده به شکلی که میله روی زمین قرار گیرد. ضمن این که ضرورت دارد تکیه گاهی مناسب باشد که از روی زمین سر نخورد با فشار آوردن روی میله تفنگ مسلح می گردد.

۴- میله را از داخل تفنگ خارج سازیم و سر دوم سیم را به میله اتصال دهیم.

۵- تفنگ را در حالی که سیم مخصوص و میله به آن متصل است روی شانه قرار دهیم و با زاویه ۴۵ درجه رو به شبکه و پشت به باد شلیک نماییم به شکلی که سیم تفنگ روی هر سه فاز قرار گیرد.

عدم کاربرد:

- ۱- این وسیله برای تخلیه بار ذخیره در شبکه های زمینی کاربرد ندارد.
- ۲- از این وسیله در مناطق داخل شهر و محل های شلوغ نباید استفاده نمود.
- ۳- کاربرد این وسیله روی شبکه های دو مداره در حالیکه یک مدار برقرار می باشد ممنوع است.

روش نگهداری:

- ۱- به جز در مواقع کاربرد هیچ گاه نباید این وسیله را مسلح نمود.
- ۲- در صورتی که جهت استفاده آن را مسلح نمودیم . مادامی که استفاده نکرده ایم لازم است میله را از داخل آن خارج سازیم.
- ۳- پس از استفاده سیم تفنگ را دور قرقره مخصوص بپیچیم.

۴- پس از اتمام کار تفنگ و ملحقات آن را داخل جلد مخصوص قرار دهیم.

تبصره: در محل هایی که نمی توان جهت تخلیه مدار از تفنگ پرتاب سیم استفاده نمود ضرورت دارد این عمل را با استفاده از ارت موقت انجام داد.

۴- اتصال زمین موقت:

هنگام کار روی شبکه بی برق به منظور جلوگیری از برق دار شدن مجدد مدار و برق گرفتگی از این وسیله استفاده می شود.

خصوصیات:

- ۱- این وسیله در شکل های متفاوت با عملکرد یکنواخت در شبکه های هوایی و زمینی فشار ضعیف و فشار متوسط و فشار قوی کاربرد دارد.
- ۲- از کلمپ های درگیر شونده کابل رابط و استیک عایق ساخته شده است.

روش استفاده:

- ۱- پس از اطمینان از بی برق بودن مدار ابتدا کلمپ طرف زمین را بسته و سپس با استفاده از استیک مخصوص ضمن پوشیدن دستکش عایق مناسب ارتباط فلزها را برقرار می سازیم.
- ۲- در تاورهای انتقال باید دقت شود که کلمپ طرف زمین پایین تر از مجری یا مجریان نصب شود.

۳- طریقه باز نمودن عکس روش بستن می باشد.

تبصره ۱: در صورتیکه بخواهیم از این وسیله به منظور تخلیه مدار استفاده نماییم قبل از ارتباط کامل ضرورت دارد، پس از بستن کلمپ زمین به محل مناسب (۲ اهم) کلمپ یا کلمپ های مربوط به مدار را روی استیک مخصوص بسته و به تک تک فازها زده تا در صورت وجود بار ذخیره عمل تخلیه انجام پذیرد و سپس ارتباط کامل را برقرار می سازیم.

تبصره ۲: در همه حال باید دقت نماییم هنگام ارتباط یا اتصال هر یک از کلمپها بقیه کلمپها که آزاد می باشد و همچنین کابل های رابط با بدن تماس نداشته باشد.

نظر به اینکه بیش از ۹۰ درصد حوادث برق گرفتگی به دلیل عدم استفاده یا استفاده نامناسب از دستگاه های ارت موقت می باشد. این مبحث مطالب بیشتری را طلب می نماید و در این خصوص نخست تقسیم بندی کارها مطرح می باشد.

در صنعت برق از نقطه نظر ایمنی می توان کارها به دو دسته زیر تقسیم نمود.

الف) کار با شبکه های برقدار: از آنجا که کار با تاسیسات برقدار به ندرت انجام می پذیرد و از طرفی پرسنل مجاز این رشته شغلی از تخصص بالایی

برخوردار هستند . به همین دلیل از برق گرفتگی جلوگیری نموده و حادثه از این بابت در مقایسه با کارهای دسته دوم بسیار ناچیز می باشد.

ب) کار با شبکه های بی برق: گروه های نوسازی ، تعمیرات ، نگهداری و بهره برداری بیشترین پرسنل اجرایی صنعت برق را تشکیل می دهند. آمار حوادث نشان می دهد شرکت برقی وجود ندارد که سالانه برای فرد یا افرادی از مشاغل کارهای فوق حادثه ای نداشته باشد.

در مقام توازن همان گونه که بیشترین حوادث تاسیسات و ایجاد خاموشی های ناخواسته از نقطه نظر اتصالها:

- فاز به زمین.

- فاز به فاز.

- دو فاز به زمین.

- سه فاز به هم.

مربوط به فاز به زمین می باشد ، حادثه برق گرفتگی که در حقیقت یک نوع اتصالی می باشد. زمانی اتفاق می افتد که فرد مجری بین فاز و زمین قرار گرفته و بیش از ۹۰ درصد حوادث جاری را تشکیل می دهد.

برای از بین بردن این گونه حوادث برای افراد اجرایی که سرمایه های ارزشمند شرکتها محسوب می گردند و کنترل ضایعات از این بابت زمانی به حد قابل قبول و نتیجه مطلوب خواهیم رسید که کاربرد اِرت موقت را

سرلوحه ایمنی در کار برای این گونه شغلها قبل از شروع به عملیات اجرایی قرار دهیم . با استفاده صحیح از اتصال زمین موقت می توان حادثه را کاملاً از بین برد و زمانی به این مهم دست خواهیم یافت که قطع کلید را به تنهایی عامل بی برقی ندانسته و بپذیریم شبکه بی برق به شبکه ای اطلاق می گردد که پس از قطع مدار ، تست و تخلیه طرفین محل کار در معرض دید فرد مجری گراند موقت شده باشد. در غیر این صورت:

۱- اشتباه قطع مدار توسط مجری یا همکاران می تواند باعث برق گرفتگی گردد.

۲- اشتباه وصل مدار تاکنون کراراً عامل حادثه برق گرفتگی بوده است، مسلماً افرادی که می خواهند روی شبکه کار کنند حتماً آن را بی برق می کنند و بعضاً آزمایش هم می نمایند ولی گاهی در اثر بی دقتی یا سوء تفاهم در امر قطع و وصل کلیدها ممکن است سیستم برق دار گردد.

۳- هنگام بی برق شدن شبکه و خاموشی مشترکین راه اندازی ژنراتورهای اضطراری مشترکین می تواند عامل برق دار شدن مدار و بروز برق گرفتگی برای گروه تعمیرات گردد.

۴- ولتاژ القایی از فازهای مجاور نکته ای است که دائم باید به آن توجه داشت. حتی در مدار هایی که بی برق گردیده اند امکان تغذیه الکترومغناطیسی و الکترواستاتیکی از فازهای مجاور برق دار وجود دارد .

این ممکن است در یک سیستم یا از سیستمی که به تاسیسات مجاور نصب شده است باشد. نکته مهم آن است که این ولتاژ القایی باید از طریق زمین کردن تخلیه شود تا از امکان هرگونه خطری از قبیل صدمه الکتریکی یا ناراحتی به هنگام کار یا عکس العمل های بدن شخصی که کار می کند جلوگیری به عمل آید.

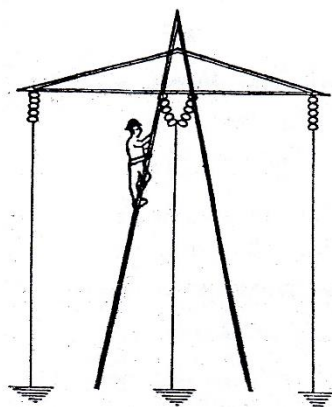
بروز اتصال کوتاه و اتصالاتی های شبکه اثر قابل ملاحظه ای در این گونه ولتاژهای القایی به شبکه های بی برق مجاور دارد. اگر چه جریانات اتصالاتیها شبکه ممکن است در زمان های کوتاهی بوجود آید ولی مقادیر آنها به حدی است که قادر است به صورت لحظه ای فرد مجری را از بین ببرد.

۵- ممکن است قسمتی از شبکه که بی برق شده و گروه اجرایی مشغول کار است، ظاهراً بی خطر دیده شود، ولی ولتاژ گذرناشی از برق آسمانی یا طوفان احتمالی در صورت عدم استفاده از اتصال زمین موقت قطعاً حادثه آفرین خواهد بود.

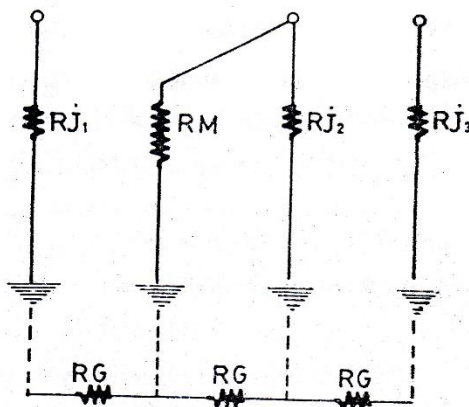
نحوه تکامل و طریقه کاربرد اِرت موقت:

هدف مورد مطالعه قراردادادن اصول صحیح زمین کردن می باشد. به جنبه های زیاد تئوری و فرمول های عمیق مربوط به آن کاری نداریم. با نگاهی گذرا به متدهای اولیه بسیار ابتدایی در سالیان قبل از انداختن سیم روی فازها تا بستن سیم نمره پایین به منظور ایجاد زمین موقت را پشت سر گذاشته و سیر تکامل آن را در سال های اخیر مورد بررسی قرار می دهیم که به منظور استفاده سیستم های انتقال ، توزیع و پست های فشارقوی مدنظر قرار گرفته است.

به طوری که در شکل شماره (۱) ملاحظه می شود دو نکته اساسی وجود دارد که در مباحث بعدی موردنظر قرار می گیرد ، یکی تاکید بر طول کابل های اتصال و دیگری محل اتصال در محوطه کار می باشد. در اولین نگاه به نظر می رسد شخصی که روی تاور کار می کند، با این طریقه زمین کردن ایمن می باشد. برای ارزیابی درجه اطمینان این کار ببینیم که موقعیت الکتریکی این وضعیت چیست؟ در شکل (۲) معادل الکتریکی آن را مشاهده می کنیم.



شکل (۱)



شکل (۲)

در شکل (۲) R ($j1$ و $j2$ و $j3$) مقاومت کابل های رابط ، R_M مقاومت شخصی که کار می کند ، و R_C مقاومت زمین در محل کار می باشد. اهمیت این مدار در این است که هنگام عبور جریان R_{j1} و R_{j2} بطور سری و معادل آن با R_M بطور موازی قرار می گیرد. معادل مقادیر R_{j1} و R_{j2} بطور قابل ملاحظه ای نسبت به تغییر محل کار فرق می کند. در ارتباط با هدف این مقاله مقدار متوسط ۱۰ اهم در نظر گرفته می شود.

درباره مقدار R_M بحث زیادی شده و مقادیر متفاوتی اعلام گردیده است. علت تعدد نظرات این است که بدن انسان یک هادی پیچیده الکتریکی در طبیعت است که با هیچ هادی و نیمه هادی قابل مقایسه نمی باشد و مقاومت الکتریکی بدن انسان تابع عوامل متعدد درونی و بیرونی پیچیده است. که اندازه گیری آن را با اشکالات فراوان مواجه

می سازد، و مسائلی از نقطه نظر علوم بیوفیزیک، بیولوژی، فیزیک جو، ترمودینامیک نجوم و حتی فیزیولوژی اعصاب مطرح می باشد.

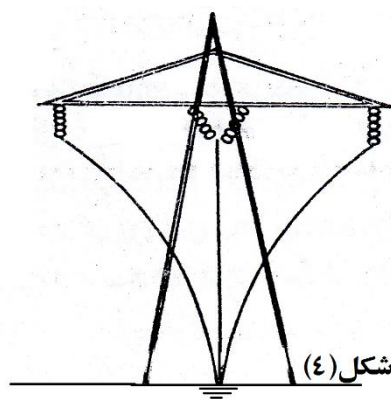
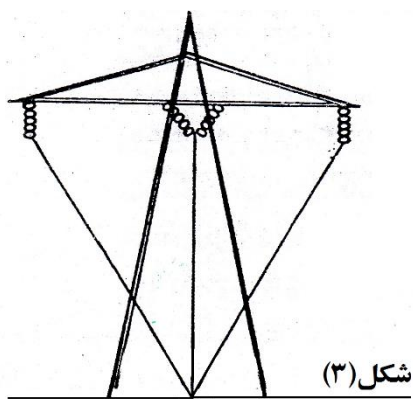
کوشش برای اندازه گیری مقاومت الکتریکی بدن انسان در اواخر قرن گذشته آغاز شد. و با توجه به اینکه براساس آزمایشات عملی و محاسبات انجام شده، عموماً بر این عقیده می باشند، که حداقل ولتاژ و جریان کشنده ۵۰ ولت و ۰/۰۲۵ آمپر می باشد. نتیجه می گیریم که:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{50}{0.025} = 2000 \text{ اهم}$$

چنانچه جریانی معادل ۱۰۰۰ آمپر در سیستم بدون برق القاء گردد. ولتاژ القایی در مقاومت های R_{j1} و R_{j2} معادل $10000 = 10 \times 1000$ ولت خواهد داشت. با توجه به سیستم های موجود امروزه میزان ۱۰۰۰ آمپر جریان القایی عملی به نظر می رسد. و متعاقباً مقدار ۱۰۰۰۰ ولت القایی یک رقم معمولی است. این ولتی است که در دو سر مدار R_M قرار خواهد گرفت.

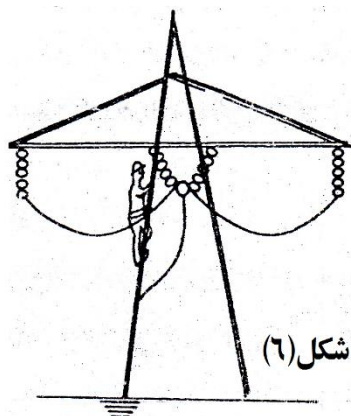
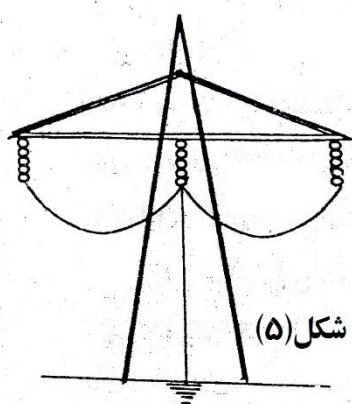
و مقدار جریانی معادل $5 = \frac{10000}{2000}$ آمپر از بدن شخصی که کار می کند می گذرد، بطوری که ملاحظه می شود حتی عبور یک جریان القایی ۱۰۰۰ آمپری از سیستم مجاور اثر قابل ملاحظه ای در خطرات ناشی بر محیط کار دارد. مقدار زیادی از جریان عبوری به علت وجود R_{j2} می باشد که با یک طریقه ارتباط دیگر مانند آنچه در شکل (۳) نشان داده می شود، می توان سه نقطه اتصال کابلها را به یک نقطه تقلیل داد و

مقداری از R_{j2} را حذف نمود. با این عمل مقاومت بین فازها کم شده به طریقی که مقاومت بین فازها عملاً از بین می رود، و نتیجه آن تخلیه سریعتر اتصالی هایی است که به سیستم ممکن است بوجود آید. در صورتی که مقاومت زمین هنوز هم با بدن شخصی که کار می کند موازی بوده و ولتاژ القایی مربوط را بر بدن فرد اجرایی بوجود می آورد. مرحله بعدی این نحوه تفکر کوتاه کردن فاصله کابلها به منظور سهولت در امور اجرایی می باشد که در شکل (۴) ملاحظه می شود.

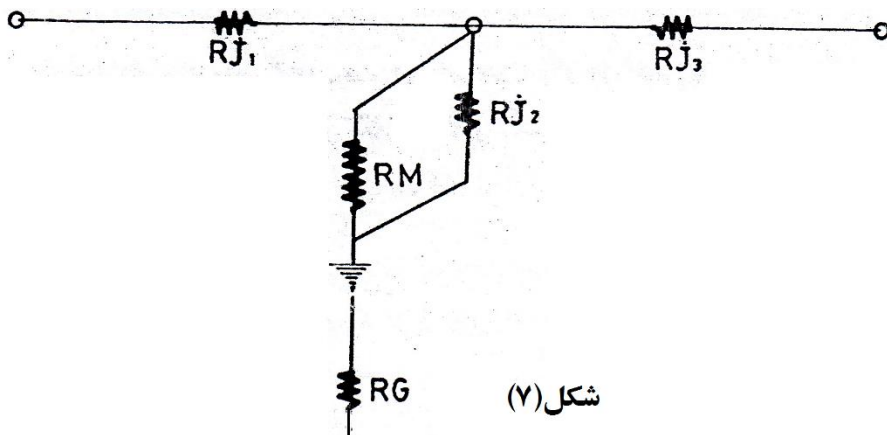


در این حالت نیروهای الکترومغناطیسی که در اثر جریانات اتصال کوتاه در این کابل های نزدیک بهم وجود دارد ، اشکالاتی را بوجود می آورد که مزیت نزدیکی کابلها بهم را تحت تاثیر قرار می دهد. در تلاشی که برای رفع این اشکالات به هنگامی که این اصل نزدیکی کابلها را بتوان حفظ نمود مسئله ربط دادن مستقیم از یک فاز به فاز دیگر مطرح می شود. که

در شکل (۵) مشاهده می گردد. بدین وسیله هم طول کابل های اتصال زمین کوتاهتر شده و هم اثر القایی مشترک فازهای رابط بهم به هنگام بروز اتصالیها به حداقل می رسد. این رویه هنوز ارتباط یک رشته از زمین با فازها را در برداشته که باعث ایجاد ولتاژ القایی بین زمین و محیط کار گردیده ، برای رفع این نقص کافی است این رابط را حذف و از زمین معمولی خود پایه استفاده نمود. و طریقه پیشرفته تر آن اینکه طول کابل رابط را کوتاه و در نقطه کار به پایه وصل و طبق شکل شماره (۶) مدار را بوجود آورد.



با این عمل رابط دادن بین فازها با طول کمتر می توان حداقل مقاومت را بوجود آورد که وقتی شخص در حال کار با این مقاومتها پارالل شود به هنگام عبور جریان در معرض حداقل ولتاژ القایی قرار خواهد گرفت . معادل الکتریکی این سیستم در شکل (۷) ملاحظه می شود.



معادل الکتریکی مدار نشان می دهد که موفق شده ایم با در نظر گرفتن فرمول $R = P \frac{L}{S}$ طول را به حداقل برسانیم. برای افزایش سطح مقطع به منظور کاهش مقاومت ضرورت دارد تعداد رشته ها را به نسبت بسیار زیادی استفاده نماییم. طبیعی است که از جنس مس انتخاب می گردد. با این روش افراد اجرایی تنها با مقاومت کابل های رابط درگیر می گردند. که این مقاومت می تواند تا حدود یک میلی اهم باشد. موقعیت جدید چه از لحاظ مقدار مقاومت معادل و نتیجتاً مقدار ولتاژ القایی در محل کار به نسبت قابل قبولی تغییر کرده و میزان ولتاژ القایی را بسیار کاهش می دهد.

به منظور از بین بردن مینیمم ولتاژ القایی و ایجاد محیط کار کاملاً ایمن ضرورت دارد. محل بستن ارت موقت در فاصله حداقل یک پایه با محل کار و حداکثر در معرض دید فرد مجری باشد.

در استفاده از متد ربط دادن به منظور کلیدی برای کار ایمن و حفظ سلامت افراد در کارهای اجرایی با سیستم بدون برق ضرورت دارد ، علاوه بر موارد سابق الذکر به ۵ نکته ذیل که بطور خلاصه آورده می شود توجه گردد.

نکته اول: کلمپها با ظرفیت مناسب انتخاب گردند. این بدان معنی است که اولاً از لحاظ اندازه طوری باشند . که با سیم یا شینه کاملاً در گیر گردند. و علاوه بر آن از نظر ظرفیت الکتریکی تحمل عبور جریان احتمالی را داشته باشند.

نکته دوم: کابل با ظرفیت مناسب انتخاب گردد. سه اصل اساسی را برای انتخاب کابل رابط باید در نظر داشت . یکی اینکه نقطه ارتباط بایستی مناسب باشد. از جمله ترمینال هایی که برای این منظور ساخته می شود طوری آزمایش گردد، که اتصال بین کابل و کلمپ قدرت مکانیکی و الکتریکی مورد نیاز را ایجاد نماید. ترمینالها برای قدرت زیاد و مقاومت کم در اتصال با کلمپ ساخته شود. دوم اینکه در اندازه کابل دقت شود که این بستگی به قدرت مطلق مقدار جریان اتصال کوتاهی دارد که در آن زمان معین از کابل بگذرد. و کابل آن را تحمل نماید، کابلی که انتخاب می شود نباید در حین عبور جریان ذوب شود.

نکته سوم: محل اتصالات کاملاً تمیز باشد. سطوحی که کلمپها با آن در تماس هستند نباید زنگ زده یا کثیف و یا رنگ شده باشند. که این سطوح

با مقاومت زیاد اغلب باعث افت ولت زیادی در مدار کلمپ و رابط ها می گردد.

نکته چهارم: جهت اتصالات از کلمپ استفاده شود. منظور از اتصال با کلمپ از بین بردن افت ولت در اتصالات و به حداقل رساندن مقاومت مدار است که شخص روی آن کار می کند. در ارتباط با رابط های زمین شده .

نکته پنجم: طول کابلها تا حد ممکن کوتاه انتخاب شود. واضح است که هرچه طول کابل کمتر باشد، مقاومت آن نیز کمتر است و این واقعیتی است که ، نیروهای زیادی به هنگام جریانات اتصال کوتاه بر کابلها وارد می شود. و این نیروها باعث حرکات خطرناکی در طول کابلها می شود. آنچه عنوان گردید در واقع کلید کار ایمنی برای حفظ سلامت جان افرادی است که با سیستم بدون برق کار می کنند.

۵- لوازم هشداردهنده خبری:

به لوازمی اطلاق می گردد که برحسب نوع کار اجرایی کاربرد داشته و هشدار دهنده خطر به مجریان می باشند.

خصوصیات:

۱- آزارام های مختلف که روی تابلوها و دستگاه ها نصب گردیده اند هشداردهنده می باشند.

۲- آذیرهای نصب شده با توجه به ضرورت کار هشداردهنده می باشند.

۳- کارت های خطر و احتیاط که روی کلیدها الصاق می گردند، یادآور چگونگی دستگاه و هشداردهنده می باشند.

۴- پرمیتها مشخص کننده چگونگی وضعیت مدارها و دستگاهها می باشند.

۵- تابلوهای مختلف نصب شده با علائم اختصاری مختلف از قبیل علائم راهنمایی و رانندگی جاده ها و خیابانها تابلوهای هشداردهنده نصب شده در نیروگاه ها، پستها و روی تاسیسات برق رسانی و مصرفی هدایت کننده و هشدار دهنده می باشند.

۶- گاردهای مختلف از قبیل ¹FIXED GUARD

²AUTOMATIC GUARD³-INTERLOCKING GUARD

^۱-(FIXED GUARD) گاردهای حفاظت کننده، بازدارنده و هشدار دهنده می باشند.

^۲-(INTERLOCKING GUARD) گاردهای حفاظت کننده، بازدارنده و هشدار دهنده می باشند.

^۳-(AUTOMATIC GUARD) گاردهای حفاظت کننده، بازدارنده و هشدار دهنده می باشند.

۷- تابلوها ، حصارها،نوارها و علائم نصب شده جهت کارهای خدماتی که منجر به تغییر شکل فیزیکی محلی می گردد. هشداردهنده می باشند.

۸- کد بندی ، شماتیکها، درج مطلب و زیرنویسها مشخص کننده و هشداردهنده می باشند.

۹- چراغ های چشمک زن و ثابت هشداردهنده می باشند.

طریقه استفاده:

- ۱- لوازم موردنظر با توجه به استانداردهای تعیین شده تهیه و نصب گردیده و مورد بهره برداری قرار گیرند.
- ۲- در صورت نیاز به ایجاد حفاظت دابل براساس ضرورت کار با توجه به سود جستن از حواس پنجگانه مورد استفاده قرار گیرند.
- ۳- هنگام استفاده در صورت نیاز به هماهنگی با دیگر سازمان های موجود از قبیل راهنمایی، شهرداری، گاز، آب و ... انجام آن ضرورت دارد.
- ۴- لوازم هشداردهنده ای که با بهره گیری از حس بینایی نصب گردیده اند کاملاً در معرض دید قرار داشته باشند.
- ۵- در صورتی که کار ایجاب نمایند به منظور هشدار دادن به جای لوازم یا علاوه بر لوازم فرد یا افرادی به کار گرفته شوند ،استفاده از پرچم مخصوص ضرورت دارد.

- ۶- هشدار دهنده های ثابت و دائمی که روی تاسیسات به منظور آگاهی از خطر نصب می گردند، از قبیل تابلوهای حریم قانونی علامت خطر مرگ، علامت اتصال غیرمجاز برق و ... ضرورت دارد. بالاتر از سطح دسترسی اطفال نصب گردند در مورد تابلوهای برق جعبه تقسیم و جعبه انشعابات و موارد مشابه کم ارتفاع حک نمودن علائم مناسبتر می باشد.
- ۷- همه علائم هشداردهنده مرئی نبوده و بعضاً در زیرزمین قرار دارند از قبیل استفاده از نوار و آجر در روی کابل های زیرزمینی و موارد مشابه.
- ۸- پس از اتمام کار و برگرداندن تغییرات ایجاد شده به حالت اولیه لازم است نسبت به جمع آوری لوازم هشداردهنده متحرک و عادی سازی محیط کار اقدام شود.

طریقه نگهداری:

- ۱- در مورد لزوم هشداردهنده متحرک لازم است در محلی مناسب و قابل دسترسی قرار گیرند.
- ۲- لوازم هشداردهنده ای که فلزی و سنگین می باشند باید به شکلی حمل گردند که آسیبی برای مجریان آن فراهم نسازد.
- ۳- در مورد لوازم و علائم هشداردهنده ثابت لازم است ، توسط مسئولین اجرایی و مسئولین ایمنی بازرسی شده چنانچه در آنها نقصی ایجاد گردیده است رفع یا تعویض گردند.

۶- قفل ایمنی:

از این وسیله به منظور LOCK نمودن محل های خطر آفرین استفاده می شود.

خصوصیات:

۱- قفل خاصی است با یک کلید که مناسب وضعیت فیزیکی محل نصب آن تهیه گردیده و مسئولیت بستن و باز نمودن آن با یک نفر می باشد.

روش استفاده:

۱- این وسیله ایمنی زمانی نصب می گردد که عملکرد و بهره برداری کلید دستگاه یا محل قفل شده حادثه ساز یا مشکل آفرین بوده و اجازه کار صادر شده باشد.

۲- چنانچه وسیله یا محل مورد نظر توسط فرد یا گروه دیگری قفل شده باشد لازم است افراد یا گروه های دیگر که کار مرتبط دارند، قفل خود را نیز نصب نمایند.

۳- پس از اتمام کار مرتبط با محل قفل شده ضرورت دارد قفل خود را باز نماییم.

۷-فیوز کش:

از این وسیله جهت قطع و وصل فیوزها در شکلها و ولتاژهای مختلف استفاده می گردد.

روش استفاده:

۱- ضرورت دارد به استاندارد خاص فیوزها توجه نموده و عمل قطع و وصل با در نظر گرفتن استانداردها انجام پذیرد.

۲- رعایت فواصل مجاز با توجه به ولتاژ مورد نظر الزامی است.

۳- قدرت عایقی این وسیله به تصویب واحد ایمنی رسیده باشد.

۴- لازم است قبل از هر نوبت کاربرد تمیز گردد و از سالم بودن آن مطمئن گردیم.

۵- استفاده از دستکش عایق مناسب ضرورت دارد.

۶- هنگام قطع و وصل فیوزها دقت گردد که نقطه گیر برای مجری وجود نداشته باشد.

۷- به منظور جلوگیری از صدمات ناشی از آرک حاصله مناسب است ، مجری از حفاظ سراسری سر و صورت استفاده نماید.

۸- فرش عایق، چهارپایه عایق:

هنگامی که مجریان روی تاسیسات برقدار یا در مجاورت آنها کار می کنند لازم است زیر پایشان عایق باشد. تا از فاز به زمین جلوگیری نماید، که این دو وسیله با این خصوصیت کاری با توجه به نوع کار مورد استفاده قرار می گیرند.

خصوصیات:

- ۱- جنس آنها از لاستیک ، فایبرگلاس و دیگر لوازم عایق مشابه می باشد.
- ۲- با قدرت عایقی مناسب نوع کار ساخته می شوند.

روش استفاده:

- ۱- قبل از استفاده مورد بازرسی قرار گرفته و تمیز شود.
- ۲- چنانچه موقعیت کاری به شکلی باشد که مجریان مستمراً در محل وجود داشته باشند (پست های انتقال) یا کراراً افراد رفت و آمد نمایند (پست های توزیع) لازم است کف پستها با وسیله عایق مناسب مفروش گردند.
- ۳- هنگام کار چنانچه بصورت موضعی از این دو وسیله استفاده می نماییم، باید دقت نماییم که هنگام کار لوازم هادی را از دست همکاران نگیریم.
- ۴- هنگامی که مجری روی لوازم عایق قرار دارد با توجه به اینکه بدنه تاسیسات زمین شده است، تماس با اجسام هادی خطرآفرین می باشد.

۵- چنانچه با توجه به ضرورت کار این گونه لوازم قابل حمل می باشد، باید دقت نماییم که ضربه ای به آنها وارد نشود.

۹-چوب پرچ:

این وسیله با نام فوق یا استیک در اندازه های مختلف جهت قطع و وصل کات اوت فیوز استفاده می گردد.

خصوصیات:

۱-دارای دسته عایق و چنگک مخصوص فلزی می باشد.

۲- هر فوت دسته آن ۷۵ تا ۱۰۰ کیلوولت عایق می باشد.

روش استفاده:

۱-قبل از هربار استفاده لازم است مورد بازرسی قرار گیرد.

۲- هنگام استفاده ضرورت دارد مجری دستکش عایق بیست کیلوولت در دست داشته باشد.

۳- قبل از قطع یا وصل کات اوت فیوز ضرورت دارد بار مصرفی قطع گردد.

۴- چنانچه این وسیله مجهز به لودبستر باشد با آمپراژ مجاز لودبستر قادر به قطع و وصل کات اوت فیوز زیربار خواهیم بود.

طریقه نگهداری:

- ۱- ضرورت دارد جلد مخصوصی برای آن تعبیه نماییم ، تا هنگام حمل آسیبی به آن وارد نشود.
- ۲- لازم است هر شش ماه یکبار قدرت عایقی آن آزمایش گردد. چنانچه ضربه ای به آن وارد شود بلافاصله لازم است آزمایش گردد.

۱۰- فیبرهای عایق:

از این وسیله در اندازه های مختلف جهت جداسازی و ایزوله نمودن محل کار استفاده می گردد.

روش استفاده:

- ۱- اندازه فیبرها مناسب محل و نوع کار انتخاب شود.
- ۲- قدرت عایقی فیبرها متناسب با ولتاژ محل کار باشد.
- ۳- در صورتی که نوع کار ایجاب نماید ، می توان به جای این وسیله از کاورهای مخصوص استفاده نمود.
- ۴- پس از اتمام کار ضرورت دارد فیبرهای عایق یا دیگر کاورهای مخصوص را جمع آوری نمود.
- ۵- عمل جداسازی و ایزوله نمودن با استفاده از دستکش عایق مناسب امکانپذیر است.

۱۱- لوازم هات لاین:

کار با خطوط برق‌دار شرایط خاص و لوازم مخصوص نیاز دارد. ضمن اینکه روش های گوناگونی نسبت به ولتاژهای مختلف متداول است. ضمناً عمده ترین روش کار به صورت فرمان از دور می باشد.

خصوصیات:

- ۱- لوازم کار با خط گرم باید از نوع تصویب شده باشند.
- ۲- قبل از استفاده ضرورت دارد در برابر ولتاژ موردنظر آزمایش گردند.

روش استفاده:

- ۱- افراد مجری باید دوره خاص هر نوع کار را گذرانده باشند و اجازه کار به نام آنها صادر شده باشد.
- ۲- کار با خط گرم روی شبکه های غیراستاندارد ممنوع است.
- ۳- تعمیرات بصورت خط گرم در صورت نامساعد بودن هوا ممنوع است.
- ۴- کار خط گرم فقط در مواردی که آسان بوده و خودداری از قطعی برق لازم است باید انجام گیرد.
- ۵- سرپرست گروه باید قبلاً طرح کار را ریخته و نحوه اجرای کار را به افراد بفهماند و در صورتی که کار بصورت ایمنی امکانپذیر باشد شروع گردد.
- ۶- سرپرست نباید خود در انجام کار شرکت کند، بلکه تمام حواس خود را متوجه نظارت کار افراد گروه نماید.

۷- جابجایی افراد هنگام اجرای کار با اجازه سرپرست انجام پذیر خواهد بود.

۸- قبل از شروع کار ضرورت دارد رگلوزر از حالت اتومات خارج شده و کارت احتیاط روی آن الصاق گردد.

۹- کارکنان نباید هنگام اجرای کار مستقیماً در زیر سیمی که رویش کار می کنند قرار گیرند.

۱۰- کلیه تغییرات و جابجایی ها با استفاده از لوازم عایق و بازوهای چوبی خط گرم امکانپذیر است. که لازم است محکم و ثابت گردند.

۱۱- در صورت نامناسب شدن هوا هنگام اجرای کار روش کار به صورتی است، که می توان کار را در همان حالت رها نموده تا وضعیت هوا مناسب گردد.

۱۲- افراد اجرایی باید دقت نمایند که با هادی های زمین شده مثل اتصال زمین تماس نداشته باشند.

۱۳- جهت نصب کاورهای مخصوص سیم و مقره ضرورت دارد. علاوه بر دستکش عایق از چوب تفنگی استفاده نمود.

۱۴- دقت گردد که پوشش های لاستیکی حفاظتی با روغن و گریس تماس نگیرند. در صورت آلوده شدن با استفاده از پارچه تمیز و خشک گردند. و سپس پودر زده شود.

روش نگهداری: از آنجا که ایمنی کارکنان گروه خط گرم بستگی کامل به عایقی زیاد ابزار مخصوص و وضع مکانیکی آنها دارد، دقت کامل در نگهداری و کاربرد این ابزار ضرورت دارد.

۱- به هیچ عنوان نباید بدون تصویب و نظارت واحد ایمنی ابزاری را تعمیر یا تغییر شکل داد.

۲- سرپرست مسئولیت بازرسی لوازم را قبل از شروع کار دارا می باشد و در صورت مشاهده نمودن کوچکترین نقص نباید استفاده نمود.

۳- لوازم خط گرم حداکثر سالی یکبار از نظر عایقی آزمایش شوند، و در مواقعی که لازم تشخیص داده شود آزمایش تکرار گردد.

۴- لوازم خط گرم نباید مستقیماً روی زمین قرار گیرند. بلکه استفاده از برزنت یا وسیله پلاستیکی مخصوص به منظور جلوگیری از جذب رطوبت ضرورت دارد.

۵- در مواقعی که از لوازم خط گرم استفاده نمی گردد، ضرورت دارد در غلاف های مخصوص کرباسی ضد هوا یا در تریلر مخصوص در محل خشک و نسبتاً گرم نگهداری شوند.

۱۲- تفنگ پنچر نمودن کابل:

از این وسیله به منظور آزمایش کابل های زیرزمینی و اطمینان از بی برق بودن مدار استفاده می گردد.

روش استفاده:

۱- قبل از استفاده از این وسیله ضرورت دارد ، کابل از دو طرف اتصال زمین موقت یا باز شده باشد.

۲- شلیک نمودن با فاصله انجام می گیرد.

۳- لازم است نیزه مخصوص در کابل بشکلی فرو رود که اتصالی ایجاد نماید.

تبصره ۱: چنانچه این وسیله در اختیار نباشد ضرورت دارد، پس از باز نمودن یا ارت نمودن با دقت زیاد با استفاده از کارد مخصوص مقدار کمی قشر روی کابل برداشته شود و سپس با استفاده از فازمتر مناسب آزمایش گردد.

تبصره ۲: از تفنگ پنچر نمودن کابل زمانی استفاده می گردد ، که وسیله مناسبتری مانند دستگاه عیب یاب در اختیار نباشد.

۱۳-چکش:

از این وسیله جهت آزمایش مکانیکی تاسیسات خصوصاً پایه های چوبی استفاده می شود و چنانچه صدای چکش نشان دهنده عدم استحکام کافی باشد. ضرورت دارد پایه مربوط بطور مطمئن مهار گردد. برای نگهداری تیر در موقع مهار کردن می توان از نیزه های مخصوص استفاده نمود. ولی بعد از مهار نمودن نیزه ها برداشته شوند.

۱۴-پرژکتور:

از این وسیله جهت تأمین روشنایی محل کار در شب استفاده می گردد. که با دو نوع تغذیه از برق مستقیم و متناوب کاربرد دارد.

۱۵-چراغ گردان و آژیر:

خودروهای اتفاقات، عملیات، آتش نشانی و آمبولانسها ضرورت دارد به این دو وسیله مجهز گردند.

روش استفاده:

۱-قبل از نصب و استفاده ضرورت دارد مجوز لازم از اداره راهنمایی و رانندگی اخذ گردد.

۲-در مواقع اضطراری و بر اساس دستورالعمل راهنمایی و رانندگی مورد استفاده قرار گیرند.

۱۶- هندلایین (طناب دستی):

از این وسیله جهت حمل لوازم در ارتفاع استفاده می شود.

خصوصیات:

- ۱- این وسیله از نوع کنفی یا مانپلا ساخته شده است.
- ۲- قطر طناب متناسب با شیار چرخ طناب باشد تا طنابها زود فرسوده نشوند.
- ۳- حداقل قطر طناب ۱۲ میلیمتر می باشد.

روش استفاده:

- ۱- با توجه به ضرورت کار اولین فردی که به ارتفاع صعود می نماید لازم است، این وسیله را به کمر بند بسته و با خود به همراه داشته باشد.
- ۲- محل استقرار هندلایین باید به شکلی انتخاب گردد که ضمن داشتن استحکام کافی مسلط بر کار نیز باشد.
- ۳- انتهای دو طناب را نباید بطور دائم بهم گره زد، بلکه باید بافته شوند.
- ۴- از برخورد طناب به رنگ ، آب ، خاک و اسید باید جلوگیری نمود.
- ۵- این وسیله باید بطور مرتب بازدید شود، پاره شدن الیاف بیرونی دلیل فرسودگی و غیرقابل استفاده بودن آن می باشد.
- ۶- طنابها را بعد از انجام کار باید بصورت کلاف شل در آورده و در جایی بالاتر از سطح زمین آویخت.
- ۷- بار مجاز یک طناب با زاویه ای که به بار بسته می شود تغییر می نماید، هر قدر این زاویه بیشتر شود قدرت مجاز طناب پایین می آید.

۱۷- طناب نجات:

از این وسیله به منظور پایین آوردن فرد مصدوم از ارتفاع استفاده می شود.

خصوصیات:

۱- قطر طناب مذکور حداقل ۱۲ میلیمتر می باشد.

۲- این وسیله باید حداقل ۱۱۵۰ کیلوگرم نیرو را تحمل نماید.

۳- باید به شکلی ساخته شده باشد که به راحتی کاربرد داشته باشد.

روش استفاده:

۱- پس از کنترل در محل مناسب نصب گردد.

۲- نجات دهنده پس از کنترل مصدوم و در صورت نیاز امدادهای اولیه پزشکی در ارتفاع طناب نجات را به مصدوم بسته لوازم درگیر کننده را از هائل جدا نموده و مصدوم را به پایین هدایت می نماید.

۳- در پایه های برق که دارای تراورس می باشند ، می توان با استفاده از هندل این مصدوم را به پایین هدایت نمود.

۴- با توجه به تنوع طناب های نجات در مورد استفاده از هر یک به استاندارد خاص آن توجه گردد.

۱۸-نردبان:

این وسیله با توجه به نیاز کارهای اجرایی در اندازه های مختلف بصورت نردبان های مستقیم ، دوطرفه قلاب دار و چرخ دار ساخته شده و مورد استفاده قرار می گیرند.

خصوصیات:

- ۱-نردبان های مستقیم باید مجهز به کفشک های ایمنی باشند.
- ۲- جنس نردبان قلاب دار باید عایق بوده و هیچ قطعه فلزی نداشته باشد ، به جز قلابها که از جنس فلز بوده و خمیدگی آنها از نیم دایره کمتر نباشد ، تا در صورت تاب خوردن امکان در رفتن نباشد.
- ۳- نردبان های چرخ دار باید در طرفین دارای جک نگهدارنده باشد.
- ۴- چنانچه از نردبان چرخ دار مجهز به بستک در برق استفاده می گردد ، ضرورت دارد بستک آن عایق شده باشد.

روش استفاده:

- ۱-اندازه نردبان باید مناسب نوع کار اجرایی انتخاب شود.
- ۲- در نردبان های مستقیم فاصله پای نردبان از پای تکیه گاه یا دیوار $1/4$ طول نردبان باشد.
- ۳- مجری نباید روی سه پله آخر نردبان مستقیم بایستد و کار کند.
- ۴- بهم بستن نردبان های کوچک به منظور ساخت نردبان بلند ممنوع است.
- ۵- این وسیله قبل از استفاده باید مورد بازرسی سرپرست و فرد مجری قرار

گیرد و مطمئن گردند که نردبان مذکور سالم بوده و مناسب نوع کار می باشد.

۶- هنگام بالا و پایین رفتن ضرورت دارد، روی مجری به سمت نردبان باشد.

۷- قبل از شروع به انجام کار روی نردبان ضرورت دارد مجری کمربند ایمنی خود را ببندد. در صورت نبود نگهدارنده ای بجز نردبان به خود نردبان ببندد.

۸- روی هر نردبان از هر نوع که باشد، باید یک نفر کار کند و برای کار نفر دوم در صورت نیاز باید نردبان دیگری پیش بینی گردد.

۹- از میز و صندلی و لوازم مشابه نباید به جای نردبان استفاده نمود. یا در زیر نردبان قرار داد.

۱۰- چنانچه استفاده از نردبان جلو درب ورودی لزومی داشته باشد، باید درب قفل شده و یک نفر از آن مراقبت نماید.

۱۱- زمانی که در ارتفاع بیش از ۳ متر روی نردبان دو طرفه کار انجام می گیرد، باید به وسیله یک نفر نگه داشته شود.

۱۲- در صورتی که از نردبان جهت کارهای برقی استفاده می گردد، باید از نردبان عایق استفاده شده و فاصله های مجاز رعایت گردند.

۱۹- کپسول آتش نشانی:

این وسیله در اندازه های مختلف و با خاموش کننده های متفاوت با توجه به نوع آتش سوزی تهیه گردیده، جهت اطفاء حریق کاربرد دارد.

خصوصیات:

- ۱- از کپسول های دارای آب و پودر خشک جهت اطفاء آتش های نوع اول که از خود خاکستر بجای می گذارند استفاده می گردد.
- ۲- از کپسول های کف و پودر خشک جهت اطفاء آتش های نوع دوم یعنی مایعات استفاده می گردد.
- ۳- از کپسول های گاز کربنیک و هالوژنها جهت آتش های نوع سوم یعنی آتش سوزی های برقی استفاده می گردد.
- ۴- اندازه کپسولها باید مناسب انتخاب گردد.
- ۵- برابر استاندارد رنگ کپسول های دارای آب قرمز رنگ، کف کرم رنگ، پودر آبی رنگ و گاز کربنیک مشکی و هالوژنهای سبز رنگ می باشد.

روش استفاده:

- ۱- کپسول باید در دسترس نصب گردیده و افراد طریقه استفاده از آن را بدانند.
- ۲- روش استفاده و نوع آن به صورت دستورالعمل روی کپسول نوشته شده باشد.

- ۳- کپسولها باید هر شش ماه یک نوبت و حداکثر هر سال یک نوبت بازدید شده و کارت مخصوص روی آن الصاق گردد.
- ۴- بعد از استعمال کپسول گاز کربنیک در محل های محدود ضرورت دارد قبل از تهویه کامل محل کسی وارد نشود.
- ۵- در محل هایی که سیستم اطفاء حریق اتومات تعبیه گردیده است ، باید راه فرار باز بوده و آمادگی برای این کار باشد. مگر آن که در محل فردی وجود نداشته باشد.

۲۰- جعبه یا کیف محتوی کمک های اولیه:

چنانچه از تمهیدات و لوازم ایمنی به خوبی بهره نگیریم حادثه اتفاق می افتد ، هنگام بروز حادثه کمک های اولیه پزشکی می تواند شدت حادثه را کاهش داده و از وخیم تر شدن حال مصدوم جلوگیری نماید. برای این منظور نیاز است با توجه به انواع حوادث که در محیط کار ممکن است اتفاق بیافتند. افراد آموزش های لازم را دیده و وسایل و داروهای کمک های اولیه در داخل جعبه یا کیف مخصوص در دسترس افراد قرار داشته باشد که عبارتند از: مواد ضد عفونی کننده- پماد سوختگی- باندهای مختلف- قرص مسکن- پماد چشمی- آتل- گازها و ... در صورت نیاز برانکادر.

۲۱- جعبه ابزار کار و لوازم ایمنی گروهی:

در کارگاهها ضرورت دارد لوازم ایمنی گروهی برابر دستورالعملها در محل های مناسب نصب و نگهداری گردند.

در مورد کارهایی که مجریان موظف می باشند، مرتب در حرکت باشند ضرورت دارد در داخل خودرو جعبه مخصوصی مناسب لوازم ایمنی گروهی تحویلی از جنس چوب به صورت ثابت ساخته و نصب شود. تا بتوان لوازم ایمنی گروهی را در آن جاسازی نمود.

دستوالعمل برقکاران:

- ۱- برقکاران موظفند هنگام کار تمامی اشیاء فلزی شخصی از قبیل ساعت مچی - انگشتر - گردن بند و... را از خود دور نمایند.
 - ۲- در گروه های دونفره، انجام کار همزمان در ارتفاع و یا روی تابلوها برای بیش از یک نفر ممنوع می باشد. فرد دوم باید مراقب بر چگونگی اجرای کار باشد.
 - ۳- قطع و وصل مدار بصورت غیر استاندارد و به هر گونه روش شخصی ممنوع می باشد.
 - ۴- در مدت زمان انجام کار گروه تعمیرات روی تجهیزات الکتریکی ، وسیله نقلیه گروه بایستی در محل کار آماده باشد.
 - ۵- به هنگام کار در شب باید نور به حدی باشد که کار به راحتی انجام پذیرد.
 - ۶- هنگام کار حضور سرپرست گروه در محل کار الزامی است.
 - ۷- هر گونه تغییری در لوازم ایمنی استاندارد شده ممنوع می باشد.
 - ۸- افراد موظفند نسبت به استفاده از لوازم ایمنی و ابزار کار موارد زیر را رعایت نمایند:
- الف) تمیز نگه داشتن لوازم:** افراد وظیفه دارند لوازم ایمنی و ابزار کار را همواره تمیز نگهدارند.

ب) سالم نگه داشتن لوازم و ابزار کار: افراد موظفند در سالم نگه داشتن وسایل و لوازم کار خود دقت لازم را به عمل آورده و از بکار بردن لوازم ایمنی و ابزار کار معیوب خودداری نمایند.

ج) حمل و کاربرد صحیح لوازم: افراد بایستی لوازم ایمنی و ابزار کار را بطور صحیح بکار گرفته و در حمل آنها نیز رعایت احتیاط را به عمل آورده و از انداختن آنها به اطراف خودداری نمایند.

۹- هنگام بستن دستگاه اتصال زمین باید ابتدا کلمپ دستگاه به نول و سپس به فازها متصل گردند. روش باز کردن دستگاه اتصال زمین عکس روش بستن آن می باشد.

مقررات ایمنی قبل از انجام کار:

قبل از شروع کار نفرات گروه اجرایی اتفاقات و عملیات شبکه فشار متوسط موظف می باشند مقررات ایمنی زیر را کاملاً مراعات نمایند:

- ۱- بازدید و بررسی لوازم ایمنی و ابزار کار انفرادی توسط مجری.
- ۲- بازدید و بررسی لوازم ایمنی و ابزار کار انفرادی توسط سرپرست.
- ۳- بازدید و بررسی لوازم ایمنی و ابزار کار گروهی توسط سرپرست.
- ۴- مامورین فنی عملیات شبکه به هنگام عزیمت به محل کار مورد نظر و مراجعت از آن حق رانندگی خودرو را ندارند.

۵- ایمن سازی محیط کار برحسب نیاز مانند: محصور نمودن محیط کار- نصب علائم هشداردهنده خبری-گماردن نفر در محل-نصب کارت های حفاظتی.

مقررات ایمنی حین انجام کار:

رعایت موارد زیر در حین انجام کار برای گروه اجرایی الزامی است.

- ۱- استفاده از لوازم ایمنی انفرادی و گروهی.
- ۲- چنانچه وضعیت موجود شبکه به طریقی باشد که برای مجریان یا اهالی و یا تاسیسات خطرآفرین باشد بایستی شبکه بلافاصله از نزدیکترین محل بی برق گردد.
- ۳- آزمایش بدنه تجهیزات موجود در محل از نظر الکتریکی و استقامت مکانیکی.
- ۴- انتخاب مسیر عملیات مناسب اجرای کار و رفع موانع موجود.
- ۵- بستن طناب یا تسمه کمربند ایمنی بدور پایه.
- ۶- صعود از پایه با توجه به تنوع پایه ها برابر آموزش های داده شده.
- ۷- استقرار کامل فرد مجری در محل مناسب و مسلط بر کار جهت کارهای مربوطه.

۸- هنگام کار با شبکه بی برق بایستی پس از بی برق نمودن مدار و آزمایش های لازم و تخلیه الکتریکی طرفین محل کار اتصال زمین گردد.

۹- اتصال زمین و فیوزکش در صورتی به گروه عملیات فشارمتوسط تحویل گردد که مجوز کار روی شبکه فشارضعیف از طرف مسئولین را دارا باشد.

۱۰- مجری موظف است به هنگام صعود هندلاین را جهت انتقال لوازم همراه خود داشته باشد.

۱۱- مهار نمودن پایه ها و تجهیزات خطرآفرین.

۱۲- رعایت فواصل مجاز با شبکه برقدار در هنگام اجرای کار الزامی است.

۱۳- در گروه های بیش از دو نفر در صورت نیاز به کار نفر دوم روی یک پایه صعود از پایه مربوطه تا استقرار کامل نفر اول و بالعکس ممنوع می باشد.

۱۴- هنگام همکاری با گروه های نوسازی، تعمیرات و پیمانکاران برابر دستورالعمل صادره اقدام گردد.

مقررات ایمنی پس از انجام کار:

مجریان موظف هستند پس از انجام کار موارد زیر را رعایت نمایند:

۱- جمع آوری اتصال زمین های موقت پس از خارج شدن سایر افراد گروه از محیط کار.

۲- جمع آوری کنترل و نگه داری لوازم ایمنی و ابزار کار.

۳- عادی سازی محیط کار و اطمینان از رفع خطر.

۴- جداسازی لوازم ایمنی و ابزار کار معیوب.

فصل دوم

اتصال زمین



هدف:

اهداف به کار گیری سیستم ارتینگ یا گراندینگ عبارتند از:

- ۱- حفاظت و ایمنی جان انسان ، حیوانات (موجودات زنده).
- ۲- حفاظت و ایمنی وسایل و تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی.
- ۳- فراهم آوردن شریط ایده آل جهت کار.
- ۴- جلوگیری از ولتاژ تماسی.
- ۵- حذف ولتاژ اضافی.
- ۶- جلوگیری از ولتاژهای ناخواسته و صاعقه.
- ۷- اطمینان از قابلیت کار الکتریکی.
- ۸- ایجاد نوترال قابل قبول در شبکه هایی که دارای آنبلانسی می باشد.

روش انجام کار: نحوه اجرای سیستم ارت:

نحوه اجرای سیستم ارت جهت رعایت سیستم TN-C-S در داخل ساختمان و t-t در شبکه عمومی و ایجاد تناسب بین این دو به نحوی که مشکلی از جهت ایمنی اکیپ اجرایی و مشترکین و شبکه پیش نیاید. به شرح بندهای زیر عمل می شود:

- ۱- لازم است اتصال زمین و لحاظ نمودن آخرین پیشرفت های روز در زمینه احداث چاه ارت (استفاده از بتونیت و سایر مواد کاهش دهنده مقاومت) با مقاومت حداکثر ۲ اهم اجرا شود. IEC-۶۰۱۰۰ و VDE-۰۱۴۰

در این صورت می توان با همبندی شمش های نول و ارت در محل تابلوی کنتور مشترکین، هم برای ارت کردن سیستم داخلی و هم برای زمین کردن بدنه تابلو از اتصال زمین واحدی استفاده نمود.

۲- لازم است مقدار مقاومت اتصال زمین توسط کارشناس نظارت و نماینده بهره برداری اندازه گیری شود و از پذیرفتن ارت های با مقاومت بالاتر از ۲ اهم جداً خودداری گردد. (به دلیل آن که بی خطر بودن روش فوق بستگی بسیار زیادی به این مطلب دارد).

۳- در داخل ساختمان ها لازم است همبندی به نحو موثری رعایت شود. المانهای فلزی موجود در سازه با روش مناسب، اتصال الکتریکی موردنیاز را داشته باشند. تا در صورت بروز هر گونه اشکال احتمالی روی شبکه عمومی برق، امکان بروز حادثه برای مشترکین وجود نداشته باشد.

۴- لازم است موارد فوق برای تمامی تجهیزات شبکه از قبیل ترانسفورماتورها، بدنه تابلوها و به طور کلی هر گونه تجهیز منصوبه در شبکه های توزیع برق انجام شود.

۵- لازم است اندازه گیری مستمر ارت های نصب شده حداقل سالی یکبار انجام شود. بهتر است در زمانی انجام شود که زمین دارای رطوبت کمتر است.

به طور کلی جهت اجرای ارت دو روش کلی وجود دارد که ذیلاً ضمن بیان آنها، موارد استفاده و تجهیزات مورد نیاز هر روش و نحوه اجرای هر یک بیان گردد.

زمین سطحی:

- در این روش سیستم ارت در سطح زمین (برای مناطقی که امکان حفاری عمیق در آنها وجود ندارد) و در عمق حدود ۸۰ سانتیمتر اجرا می شود.
- فضای لازم و امکان حفاری در مکان مورد نظر و جود داشته باشد.
 - ارتفاع از سطح دریا پایین باشد، مانند شهرهای شمالی و جنوبی کشور.
 - پستی و بلندی محوطه مکان مورد نظر کم باشد.
 - فاصله بین ارت های ایجاد شده بین پست و سایر تجهیزات زیاد باشد. (حداقل ۲۰ متر)
- با توجه به مزایای روش سطحی اجرای ارت به این روش ارجحیت دارد.

زمین عمقی:

در این روش که یک روش معمولی می باشد از چاه برای اجرای ارت استفاده می شود. که می بایست در انتخاب این روش به موارد زیر توجه کرد.

الف) انتخاب محل چاه ارت:

چاه ارت را باید در جاهایی که پایین ترین سطح را داشته و احتمال دسترسی به رطوبت حتی الامکان در عمق کمتری وجود داشته باشد. یا در نقاطی که بیشتر در معرض رطوبت و آب قرار دارند. مانند زمینهای

چمن، باغچه ها و فضاهای سبز حفر نمود. (به دلیل وجود خوردنگی حتی الامکان از مسیر عبور فاضلاب و چاه های فاضلاب دور باشد).

ب) عمق چاه:

با توجه به مقاومت مخصوص زمین، عمق چاه از حداقل ۳ متر و قطر آن حدوداً ۶۰-۹۰ سانتیمتر می تواند باشد. در زمین هایی که با توجه به نوع خاک دارای مقاومت مخصوص کمتری هستند مانند خاکهای کشاورزی و رسی عمق مورد نیاز برای حفاری کمتر بوده و در زمینهای شنی و سنگلاخی که دارای مقاومت مخصوص بالاتری هستند، نیاز به حفر چاه با عمق بیشتر می باشد. برای اندازه گیری مقاومت مخصوص خاک از دستگاه های خاص استفاده می گردد. در صورتی که تا عمق ۳ متر به رطوبت نرسیدیم و احتمال بدهیم در عمق بیشتر از ۳ متر به رطوبت نخواهیم رسید نیازی نیست چاه را بیشتر از ۳ متر حفر کنیم. بطور کلی عمق ۳ متر و قطر حدود ۶۰-۹۰ سانتیمتر برای حفر چاه پیشنهاد می گردد. محدوده مقاومت مخصوص چند نوع خاک در زیر آمده است.

نوع خاک	مقاومت مخصوص زمین (اهم متر)
باغچه ای	۵ الی ۵۰
رسی	۵۰ الی ۸۰
مخلوط رس، ماسه، شن	۲۵ الی ۴۰
شن و ماسه	۶۰ الی ۱۰۰
سنگلاخی و سنگی	۲۰۰ الی ۱۰۰۰

ج) مصالح مورد نیاز:

مصالح مورد نیاز و مشخصات آن برای اجرای چاه ارت (روش عمقی) در زیر آمده است:

نوع جنس	توضیحات
الکترو د میله ای	از میله های مغزی فولادی ۱/۵ متری با قطر ۱۴ میلیمتر با روکش مس
الکترو د صفحه ای	از صفحه مسی با درجه خلوص ۹۹٫۹٪ و ابعاد ۵۰×۵۰ سانتیمتر و قطر ۳ میلیمتر
هادی ارت	کابل پروتودور مسی با حداقل مقطع ۱×۵۰
کلمپ مسی دو پیچ	—
ترکیب خاک زغال و نمک و خاک رس	با رعایت نسبت به ترتیب ۵/۱ و ۱۰/۱
بنتونیت اکتیو شده	برای هر چاله ۲۴۰ کیلو گرم (معادل ۸ کیسه)
قالب و چاشنی انفجاری (cad welded)	در سایزهای ۳۵ و ۵۰

اجرای ارت در ارتفاعات:

ارتفاعات را با توجه به نوع زمین و خاک می توان به سه دسته تقسیم کرد.

۱- ارتفاعات خاکی که امکان حفاری و کوبیدن میله مغز فولادی در آنها وجود دارد.

۲- ارتفاعات سنگلاخی که امکان حفاری عمیق در آنها وجود ندارد ولی می توان شیار ایجاد کرد.

۳- ارتفاعات صخره ای و روشهای اجرای ارت در آنها:

الف) به یکی از روش های حفر چاه یا کوبیدن ROD می توان سیستم ارت را اجرا کرد.

ب) شیارهایی به صورت ستاره و پنجه ای ایجاد نموده و تسمه مسی را در داخل شیارها خوابانده و برای کاهش مقاومت روی تسمه را با مخلوط خاک و بنتونیت می پوشانیم.

نکته: کلیه اتصالات در زیر خاک باید به یکدیگر جوش داده شود.

روش اول:

در زمینهای صخره ای که امکان حفاری وجود ندارد. با مصالح ساختمانی کانال ساخته، تسمه مسی را در کف کانال خوابانده و کانال را با بنتونیت پر می نماییم. طول کانال یا کانالها باید به اندازه ای باشد که مقاومت اندازه گیری شده زیر ۲ اهم گردد. برای گرفتن نتیجه مطلوب می بایستی داخل کانال به صورت مصنوعی دائماً مرطوب نگه داشته شود.

روش دوم:

روش شبکه ای است. بدین صورت که ابتدا شبکه شطرنجی با سیم مسی به طول $X+3$ و عرض $Y+3$ به طوری که نقاط اتصال به هم جوش داده شده باشد، درست کرده. سپس با مصالح ساختمانی آن را در زمین با بنتونیت به ارتفاع ۴۰ cm به طوری که ابتدا ۲۰ cm بنتونیت ریخته سپس شبکه ساخته

شده را قرار داده و روی آن را هم تا ۲۰cm با بنتونیت می پوشانیم. و انشعاب های لازم را از آن جدا کرد. (متغیرهای X و Y به میزان مقاومت خوانده شده بستگی دارد).

نکات عمومی و مهم در خصوص سیستم های ارت:

۱- برای ایجاد اتصالات قطعات مسی به یکدیگر باید از جوش (cad welded) استفاده کرد.

۲- برقگیر روی تیر در بالاترین نقطه آن به طوری که تجهیزات را کاملاً پوشش دهد. جنس کابل رابط آن تمام مس با آلیاژ استاندارد به مقطع ۵۰ میلیمتر مربع و طول آن بستگی به ارتفاع نصب روی تیر دارد.

۳- شعاع خمش هادی ارت حداقل ۲۰cm و زاویه آن قوس حداقل ۶۰ درجه رعایت گردد.

۴- به هیچ عنوان در روی پایه ها ، جوشکاری صورت نگیرد و از کلمپ مسی دو پیچه استفاده شود.

۵- اگر سیستمی از قبل اجرا شده باشد، سیستم قدیم به جدید در عمق خاک ۵۰ سانتیمتر زیر زمین متصل گردند.

۶- هادی ارت در روی زمین باید با روکش کابل پروتودور مسی ۱×۵۰ و سیم داخل کانالها باید بدون روکش و مستقیم کشیده شود.

۷- پر کردن کانال باید با خاک رس سرند شده کشاورزی یا خاک نرم انجام گردد.

۸- در پستها بین نول و گراند نبایستی اختلاف ولتاژ وجود داشته باشد.

۹- استاندارد قابل قبول آزمایش و تحویل اتصال زمین برای ارت

الکتریکی زیر ۲ اهم و برای ارت حفاظتی نیز زیر ۲ اهم می باشد.

۱۰- لوله محافظ کابل ارت از نوع pvc حداقل ارتفاع ۲ متر باشد.

الزامات چاه ارت:

الف) انتخاب نوع الکتروود.

ب) بررسی نوع خاک و نحوه آماده سازی خاک اطراف الکتروودها.

ج) مشخصات سیم اتصال دهنده به صفحه (هادی ارت).

د) نحوه اتصال سیم زمین به الکتروود ارت و استفاده از عایق رطوبتی نوار

گریس مخصوص در محل اتصال.

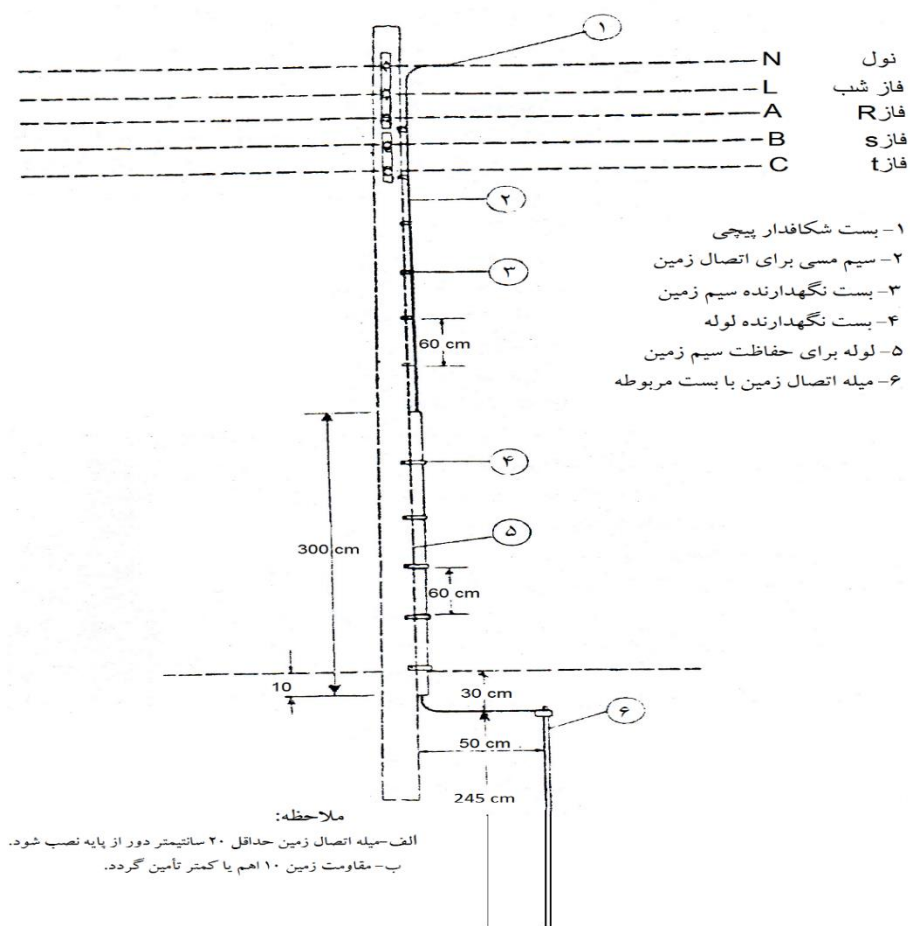
حفاظت سیم های هوایی فشارضعیف در مقابل صاعقه و ولتاژ اضافی:

در سیم های هوایی این خطر وجود دارد که در اثر صاعقه و یا سایر عوامل جوی و همچنین قطع و وصل مصرف کننده های با قدرت زیاد و غیره، ولتاژی بیشتر از ولتاژ مجاز بوجود می آید. تخلیه الکتریکی که در اثر عوامل جوی بوجود می آید معمولاً زیان های بسیار زیادی ببار می آورد. انرژی که در اثر صاعقه روی سیمها تخلیه می شود (بسته به مقدار ولتاژ آن) توسط سیمها به ساختمانها، اتومبیلها، وسایل و مصرف کننده های الکتریکی اطراف آنها منتقل می شود. مواردی که صاعقه باعث بوجود آمدن اتصال کوتاه، اتصال زمین، و همچنین سوختن سیم پیچ های موتور می شود کم نیست و حتی در مواردی می تواند در فواصل دور نیز باعث ایجاد خطر شود.

امروزه در ایران برای حفاظت شبکه در مقابل ضربات صاعقه از سیم نول و زمین کردن آن استفاده می شود. بدین ترتیب که در خطوط هوایی اولین سیم از بالا سیم نول می باشد. به عبارت دیگر سیم نول را بر روی بالاترین مقره می بندند. سپس سیم نول را در نقاط مختلف زمین می کنند زیرا می دانیم که صاعقه انرژی خود را در نقاط مرتفع تخلیه می کند. پس می توان آسوده خاطر بود که در صورت برخورد صاعقه با خطوط هوایی انرژی آن در سیم نول تخلیه شده و از آنجا به زمین هدایت می شود.

سیم اتصال زمین در خطوط هوایی علاوه بر تخلیه ولتاژهای ناخواسته روی سیم نول، در هدایت جریان نیز کمک می کند.

شکل زیر اتصال زمین و طریقه قرار گرفتن سیمها بر روی تیر در شبکه فشارضعیف را نشان می دهد.



الف) انتخاب نوع الکتروود: (اثر شکل الکتروود بر مقاومت اتصال زمین) نظر به این که بیشترین افت ولتاژ در یک سیستم الکتروود زمین، در حجم خاکی اتفاق می افتد که در فاصله حدود یک متری از سطح الکتروود قرار دارد. (تراکم جریان در این ناحیه بیشترین مقدار را دارد)، لذا برای به دست آوردن حداقل مقاومت نسبت به زمین لازم است، تراکم جریان در حجم ناحیه ای که در مجاورت الکتروود قرار دارد تا حدی که ممکن است کم باشد. سیستم به نحوی طرح شود که تراکم جریان با دور شدن از الکتروود به سرعت کم شود. برای رسیدن به این هدف لازم خواهد بود یکی از ابعاد حجم الکتروود نسبت به دو بعد دیگر آن بزرگترین مقدار را داشته باشد. مثلاً استفاده از یک میله یا سیم یا تسمه نسبت به یک صفحه با همان سطوح جانبی، ارجحیت دارد. (در صورتی که با استفاده از الکتروود میله ایار رگه های نمناک عبور نکرده و به رگه خشک زمین نرسد).
توجه: مقاومت یک الکتروود با عکس مساحت جانبی آن نسبت مستقیم ندارد.

بررسی انواع الکتروودها:

انتخاب الکتروودهای میله ای یا صفحه ای و ... باید براساس مقتضیات محل انجام گیرد. مقاومت الکتروودهای میله ای تقریباً برابر می باشد که R مقاومت ویژه خاک و L طول میله است. برای میله های معمولی که مقدار L برابر $1/5$ تا $2/45$ متر می باشد، ملاحظه می شود که الکتروود میله ای بدون اتخاذ تدابیر تکمیلی به هیچ عنوان قادر به ایجاد مقاومت زیر 2 اهم

نیست. لذا باید از الکترولیت مناسبی مانند بنتونیت یا الکترولیت های دیگری که خواص الکتریکی و شیمیایی آنها به تأیید مراجع ذیصلاح رسیده است، استفاده کرد. در مورد الکتروود صفحه ای مقاومت با رابطه تقریبی تعیین می شود که محیط صفحه الکتروود است.

بنا به توصیه ۰۱۴۰-VDE الویت در بین الکتروودهای موجود به ترتیب زیر است:

- ۱- فولاد گالوانیزه.
 - ۲- آهن روکش شده با سرب.
 - ۳- مس خالص.
 - ۴- میله فولادی کاپر ولد شده (copper weld).
 - ۵- میله فولادی با روکش مس (اکستروود شده).
- لذا لازم است از میله فولادی که دارای روکش گالوانیزه گرم به ضخامت حداقل ۹۰ میکرون باشد، به عنوان الکتروود میله ای و از صفحه مسی با درجه خلوص ۹۹/۹٪ به عنوان الکتروود صفحه ای استفاده شود. تجربه نشان می دهد الکتروودهای صفحه ای نتایج بهتری نشان می دهند که در ادامه به طور کامل در مورد این مهم بحث خواهد شد.

الکترودهای موجود:

الکترودهای موجود آنهایی هستند که با هدفی دیگر در زمین نصب شده اند. ممکن است در صورت وجود شرایط لازم برای ایجاد اتصال به زمین از آنها به عنوان الکتروود استفاده کرد.

الکترودهای موجود شناخته شده:

- ۱- غلاف های هادی کابلها.
- ۲- اجزای فلزی سازه ها- سپرهای فلزی و میلگردهای شمع های بتنی.
- ۳- لوله کشی آب- لوله کشی های فلزی دیگر به جز لوله گاز.
- ۴- هر گونه تأسیسات زیرزمینی فلزی که در تماس با زمین بوده و مانعی برای استفاده از آن به عنوان الکتروود زمین وجود نداشته باشد.

الکترودهای مصنوعی:

الکترودهای مصنوعی آنهایی هستند که فقط با هدف ایجاد اتصال به زمین برای تأسیسات الکتریکی نصب می شوند. این نوع الکترودها را از نظر نحوه استقرار آنها در زمین، می توان به سه گروه تقسیم نمود.

- ۱- الکترودهای صفحه ای.
- ۲- الکترودهای قائم.
- ۳- الکترودهای افقی.

۱- الکترودهای صفحه ای:

این نوع الکترودها خود به دو نوع کم عمق و عمیق تقسیم بندی می شوند.

۱-۱ الکترودهای صفحه ای کم عمق:

در مناطقی از دنیا که به طور کلی جو نمناک دارند، استفاده از الکترودهای صفحه ای کم عمق مرسوم نیست زیرا به علت اصلی دفن صفحه الکتروود در عمق بیشتر دستیابی به نم بیشتر و مقاومت ویژه کمتر زمین است. در این گونه مناطق از الکترودها معمولاً از مس با ضخامت حداقل ۲ میلیمتر یا آهن گالوانیزه گرم با ضخامت حداقل ۳ میلیمتر است.

اتصال هادی زمین به صفحه زمین باید دست کم در دو نقطه مجزا انجام و برای هادی زمین و صفحه الکتروود از دو جنس مختلف، محل اتصالها با ماده ای قیر مانند اندود شود. تا ایت نقاط از عوارض الکترولیتی در امان بماند. در مواردی که امکان خوردگی سریع هادی زمین وجود داشته یا هادی زمین با مقطع کم انتخاب شده باشد، توصیه می شود هادی زمین از نوع عایق درآ باشد. تا از خوردگی سریع آن در اثر عوارض الکترولیتی پیشگیری شود. البته در این صورت سهم هادی لخت در کم کردن مقاومت زمین از دست خواهد رفت. اگر یک الکتروود صفحه ای مقاومت لازم را ارائه ندهد، می توان از چند صفحه به صورت موازی استفاده کرد. برای رسیدن به حداقل مقاومت با صفحات موازی، قاعدتاً لازم است، حداقل

فاصله الکترودها نسبت به هم ۱۰ متر، ولی با توجه به عمق کم دفن، حداقل فاصله موثر آنها می توان حتی تا ۲ متر تقلیل داد. توصیه می شود برای حفظ مقاومت الکترودها در حد معقول در هنگام نصب چند الکترودها صفحه ای به صورت موازی، فاصله ای به مقدار سه برابر بزرگترین بعد صفحه باشد که بین آنها برقرار شود. در مورد بعضی از لایه های خاک با مقاومت ویژه زیاد آماده سازی محل دفن الکترودها نباید فراموش شود.

۲-۱ الکترودهای صفحه ای عمیق:

در موارد پیشین گفته شد که علت دفن الکترودها در عمق زیاد (بیش از حدود ۳ متر) رسیدن به لایه های نمناک زمین با مقاومت ویژه کمتر است. بدیهی است که دفن صفحه در عمق زیاد علاوه بر تحمیل مخارج اضافی اولیه، این اشکال را در بر دارد که برای کم کردن مقاومت از راه دفن بیش از یک صفحه لازم خواهد بود. فاصله این صفحات نسبت به هم خیلی بیشتر از ۲ متر و یا سه برابر بزرگترین بعد صفحه (که در بالا برای صفحات کم عمق گفته شده است) باشد. از طرف دیگر قسمت قائم الکترودها باید به حساب آورده شود که در کم کردن مقاومت آن نقش عمده دارد. در واقع عکس مقاومت کل تقریباً برابر مجموع عکس دو مقاومت صفحه ای و قائم (سیم اتصال) خواهد بود.

با بالا رفتن دستمزدها در سال های اخیر، مخارج نصب الکترودهای عمیق صفحه ای زیاد شده است. شاید موقع آن فرا رسیده باشد که تجدید نظر عمده ای در انتخاب نوع الکترو د متداول به عمل آید.

۲- الکترودهای قائم:

الکترودهای قائم از متداول ترین نوع الکترو د می باشند. مخصوصاً در مواردی که فضای افقی کافی در دسترسی نباشد یا برای کم کردن مقاومت زمین، الکترودهای قائم وافقی با هم به کار روند.

ساختمان و جنس الکترودهای قائم:

«ساختمان و جنس الکترودهایی که با روش کوبیدن نصب می شوند:»

- ۱- الکترودهای میله ای از مس سخت.
- ۲- الکترودهای میله ای با هسته فولاد و روکش مس عجین شده با هسته فولادی (مشابه copperweld).
- ۳- الکترودهای میله ای از فولاد ضدزنگ.
- ۴- الکترودهای میله ای از فولاد گالوانیزه گرم (لوله آب فلزی).
- ۵- الکترودهای لوله ای از چدن.

قطر الکترودهای کوبیده شده حدوداً ۱۶ میلیمتر است. طول الکترودهای استاندارد ممکن است ۱/۵ تا ۲/۱ متر باشد. اغلب الکترودها از نوع قابل امتداد می باشند. به این معنا که با استفاده از وسیله ای شبیه بوشن، قطعات

استاندارد را می توان طولانی تر کرده و در زمین کوبید. با توجه به قابلیت امتداد الکترودها را می توان تا عمق دلخواه کوبید. البته به شرطی که نوع زمین مناسب و وسیله کوبیدن لازم برای اجرای کار فراهم باشد.

«ساختمان و جنس الکترودهایی که با روش دفن نصب می شوند:»

۱- الکترودهای لوله ای از فولاد گالوانیزه گرم (لوله آب).

۲- الکترودهای لوله ای از مس سخت (لوله مسی).

۳- الکترودهای لوله ای از چدن.

در مواردی که وسایل مناسب برای کوبیدن الکترودها در دست نباشد یا جنس الکترودها با توجه به سختی زمین انجام این کار را غیرممکن یا مشکل سازد و یا لازم باشد برای کم کردن مقاومت الکترودها در اطراف آن اقدام به آماده سازی زمین شود، از الکترودهای دفن شده به صورت قائم استفاده می شود.

جز در موارد الکترودهای صفحه ای سنتی، در سایر موارد عمق دفن این الکترودها معمولاً از ۳ متر بیشتر نیست.

حفر چاه برای دفن الکترودها یا با روش سنتی - مقنی می باشد. و یا با روش استفاده از مته حفر زمین در عمق های کم که بر روی وانت یا کامیون نصب است انجام می شود. در این روش نصب با توجه به حجمی که خواه ناخواه در اطراف الکترودها خالی می ماند بهتر است که نوعی آماده سازی به عمل آید مگر آن که نوع خاک به قدری خوب باشد که احتیاج به این کار نباشد.

۳-الکترودهای افقی:(الکترودهای دفن شده در کانال)

۳-۱-الکترودهای تسمه ای از مس.

۳-۲-الکترودهای تسمه ای از آهن گالوانیزه گرم.

۳-۳-الکترودهای سیم مسی.

حداقل سطح مقطع تسمه مسی نباید از ۵۰ میلیمترمربع و ضخامت آن هم از ۲ میلیمتر کمتر باشد. بنابراین حداقل تسمه ای که می توان مورد استفاده قرار گیرد ۲۵×۲ میلیمتر است. حداقل سطح مقطع تسمه فولادی گالوانیزه گرم نباید از ۱۰۰ میلیمترمربع و ضخامت آن هم از ۳ میلیمتر کمتر باشد. بنابراین حداقل ابعاد تسمه استاندارد که برای این منظور مورد استفاده قرار می گیرد ۳۰×۳/۵ میلیمتر است. که سطح مقطعی برابر ۱۰۵ میلیمترمربع را تامین می کند.

بررسی نوع خاک و نحوه آماده سازی خاک اطراف الکترودها:

عمق دفن الکتروود بر مقاومت آن بی تأثیر نیست. ولی این تأثیر، بسیار بارز نمی باشد. بنابراین در تعیین عمق دفن الکتروود مسائل مربوط به خاکبرداری در درجه اول قرار دارد. در عمل کمتر اتفاق می افتد که عمق دفن الکتروود افقی از ۲ متر بیشتر باشد. اغلب این مقدار بین ۵/۰ تا ۸/۰ متر انتخاب می شود. هنگامی که لازم باشد سطحی هم پتانسیل در اطراف الکتروود برقرار شود. عمق دفن الکتروود باید کم باشد ولی نه به حدی که در اثر فعالیتهای عادی بر روی زمین به آن آسیب وارد شود. در این موارد عمق

دفن معمولاً ۰/۵ متر انتخاب می شود. از دیدگاه نظری آماده سازی الکترودهای افقی فرقی با نوع قائم آنها ندارد. اما حفظ آماده سازی این الکترودها مخصوصاً هنگامی که در مسیر رفت و آمد عموم باشند مشکل است. در صورت لزوم در این مورد باید تنها به استفاده از خاک رس به جای خاک حفاری شده اکتفا نمود.

عوامل اساسی در هدایت الکتریکی و انتقال جریان به درون زمین:
الف) اندازه و شکل الکترودهایی که در منطقه استفاده می شود (میله ای یا صفحه ای).

ب) مقاومت خاک منطقه که خود بستگی به عوامل زیر دارد:
۱- نوع خاک.

۲- ترکیب شیمیایی نمک های حل شده در آب های درون خاک.

۳- درصد رطوبت خاک.

۴- دمای خاک به طوری که خاک های یخ زده دارای مقاومت بالایی هستند.

۵- اندازه دانه ها و توزیع دانه در خاک.

۶- تراکم خاک و فشار وارد بر آن.

لازم به ذکر است که به جز موارد فوق پارامترهای دیگری نیز در مسئله قابلیت هدایت الکتریکی زمین نقش دارند. مانند عمق نصب الکترودها- خواص شیمیایی خاک مانند ph - تغییرات عمق لایه بندی و توزیع دانه ها

(با توجه به نتایج تحقیقات و تجربیات در سیستم های توزیع برق در خصوص روش های بهینه سازی اتصال زمین)-افزودن نمک به خاک ها از ساده ترین و رایج ترین روشها بوده و اگر چه کوتاه مدت مشکل مقاومت زمین را رفع می کند ولی به دلیل خاصیت خوردگی بسیار بالای نمک پس از مدت کوتاهی الکترودها و اتصالات مربوطه به طور کامل از بین رفته و بایستی با صرف هزینه های اضافی مکرر اقدام به تعویض الکترودها نمود. از طرفی بر اثر بارندگیهای سالیانه پس از مدتی این نمکها نیز شسته شده و به لایه های زیرین منتقل گشته و مقاومت زمین مجدداً افزایش می یابد. در نتیجه حداکثر کارایی با مخلوطهای نمکی بین ۵ تا ۷ سال است. در صورت روبرو شدن با خاک دستی، لازم است تا رسیدن به عمق خاک بکر و بیشتر پیش رفت. زیرا خاک دستی قابل اطمینان نبوده و در احداث الکتروود زمین نباید به حساب آورده شود.

نحوه آماده سازی خاک اطراف الکترودها:

در بعضی موارد برای کم کردن مقاومت اتصال زمین ممکن است لازم باشد اقدام به آماده سازی و یا حتی تعویض خاک شود. آماده سازی خاک با استفاده از مواد شیمیایی انجام می شود. در این صورت لازم است ترتیبی اتخاذ شود که در نتیجه کم شدن یا شسته شدن املاح در طول زمان، آماده سازی پیوسته در حال تجدید و یا تکمیل باشد. تا از کارایی اتصال زمین کاسته نشود. از طرف دیگر در انتخاب روش آماده سازی برای هر موقعیت

لازم است محیط زیست و اثری را که مواد شیمیایی در آن باقی خواهند گذاشت به حساب آورد. برای ایجاد یک اتصال زمین با عمری طولانی شاید لازم باشد زمینی را که بلافاصله در اطراف الکتروود قرار دارد با خاک یا ماده ای که مقاومت ویژه آن کم است، تعویض نمود.

نمونه های پر کاربرد آماده سازی زمین جهت احداث اُرت:

۱- آماده سازی الکتروودها به روش خاک زغال و نمک و خاک رس:

روشی که در ایران برای عمل آوردن خاک به کار می رود. استفاده از مخلوط نمک (سنگ نمک شکسته با دانه بندی حدود ۱۲ میلیمتر) و زغال چوب و خاک رس. در تهیه این ترکیب الزاماً می بایست نسبت حجمی نمک (۱) - زغال (۵/۰) - خاک رس (۱۰) رعایت شود. مخلوطی که به این ترتیب تهیه می شود دور الکتروود ریخته شده و متراکم می گردد. در مورد الکتروودهای صفحه ای، سطح بالایی مخلوط تا حدود ۰/۲ متر بالاتر از لبه صفحه و به همین مقدار پایین تر از لبه زیرین صفحه ادامه می یابد. روش دیگری که از آن استفاده می شود. ریختن و متراکم کردن لایه های نمک و زغال به تناوب و به ضخامت هر لایه حدود ۰/۱ متر است. در بعضی موارد برای الکتروودهای صفحه ای پس از ریختن مخلوط نمک، زغال، خاک رس تا ارتفاع حداقل ۱ متر لایه های نمک و زغال به ترتیبی که گفته شد پر و متراکم می شود. نباید فراموش کرد که در اثر مرور زمان و حل شدن نمک از حجم مواد پراکنده کم شده و در صورتی که این حجم از دست

رفته با خاک جایگزین نشود. به صورت خلل و فرج خالی باقی بمانند. مقاومت الکتروود بیش از حد زیاد خواهد شد. لذا استفاده از نمک به مقداری بیش از حد معقول حتی اگر به محدودیت های زیس محیطی توجه هم نشود، صحیح نخواهد بود. لازم است توجه شود که یک الکتروود زمین مخصوصاً اگر نصب آن با آماده سازی همراه باشد، دائمی نبوده و بایستی در دوره های معین که بستگی به شرایط محلی دارد ترمیم شود. در نواحی با هوای خشک آماده سازی با طریقی که گفته شد احتیاج به آبیاری خواهد داشت که عمر مفید الکتروود خواهد کاست.

۲- آماده سازی الکتروودها با بنتونیت اکتیو شده:

یکی از بهترین روش های آماده سازی خاک استفاده از بنتونیت می باشد. با توجه به وجود منابع غنی بنتونیت داخلی، آماده سازی خاک اطراف الکتروود با این ماده در آینده ممکن است باز هم بیشتر شود. نظر به این که ماده میکروسکوپی (جاذب رطوبت) می باشد، رطوبت اطراف را به خود جذب خواهد کرد. ولی در نواحی بسیار خشک احتیاج آبیاری متناوب خواهد داشت. با توجه به مقاومت بالای زمین هایی که خاک و بستر آن سنگی و سنگلاخی و سخت بوده از لحاظ هدایت الکتریکی از نظر موارد اشاره شده در مقاومت خاک دارای مشکلات بسیاری جهت احداث اتصال زمین می باشند. باعث شده تا استفاده از مواد کاهش دهنده مقاومت زمین متداول شده و این مواد دارای تنوع زیادی باشند. بنتونیت سدیم دارای

اندازه ذرات بسیار ریز (کمتر از ۰/۰۲ میکرون) که دارای سطح تماس بسیار بالا (۸۰۰ مترمربع به گرم) هستند بوده و قابلیت جذب آب تا ۵ برابر وزن اولیه خود افزایش حجم تا ۱۳ برابر حجم خشک اولیه را دارد. همچنین این ماده وقتی به ۶ برابر حجم اولیه خود می رسد به صورت لزج و غلیظ در آمده و نه تنها شکل خود را نگه می دارد بلکه در صورت تماس با هر سطحی به آن می چسبد و در نتیجه می تواند هم مشکل تراکم خاک و هم چسبندگی و اتصال لازم را حل کند. خاک بنتونیت زمانی که هیدراته می شود به صورت شیمیایی می تواند آب را داخل خود نگه داشته و به عنوان یک عامل خشک کننده، آب و رطوبت اطراف را با خاصیت مکشی خود جذب کند. در اثر تماس بنتونیت با نور خورشید سطح بیرونی آن خشک شده و از خروج رطوبت از قسمت های داخلی آن جلوگیری می کند. این ماده رسی نیاز به مواد افزودنی ندارد (صرفاً بنتونیت نوع سدیم این گونه است) و فاقد خاصیت خوردگی بوده و خواص آن برای سالیان متمادی ثابت می ماند.

مقاومت بنتونیت سدیم در ۳۰٪ رطوبت (وزن آب به وزن بنتونیت) حدود ۲ اهم بوده که به دلیل تشکیل الکترولیت ناشی از افزودن آب است.

ترکیبات بنتونیت اکتیو شده:

انواع ترکیبات مختلف معدنی ($\text{SAIO-K}_2\text{O-Na}_2\text{O-AI}_2\text{O}_3$) با جذب رطوبت بالا فاقد مواد شیمیایی و فیزیکی است. که به وسیله کوره های دوار

در حرارت بالا با کربنات سدیم اکتیو شده و پس از دانه بندی و معمولاً در کیسه های ۳۰ کیلویی ارائه می گردد.

موارد کاربرد بنتونیت اکتیو شده:

کاربرد این مواد در مناطقی که رطوبت نسبی خاک پایین و یا زمین های سنگلاخی که به صورت طبیعی دارای مقاومت الکتریکی بالایی هستند، توصیه می گردد. در مناطق رطوبت خیز نیز به صورت خشک مصرف می شود.

مشخصات بنتونیت اکتیو شده:

۱- در هر خاکی قابل استفاده است. خصوصاً در مناطقی که فصول خشک و طولانی دارند.

۲- دارای تأثیر یکنواخت و دائمی بر روی محیط می باشد.

۳- به علت اکتیو شدن جذب رطوبت چندین برابر بنتونیت را داراست.

۴- با استفاده از این مواد می توان ابعاد شبکه ارت را کاهش داد.

۵- تماس با دست مشکلی ایجاد نمی نماید ولی بهتر است تماس دائم نباشد.

۶- با تغییر شیمیایی و فیزیکی خاک نقطه انجماد را کاهش می دهد.

۷- تأثیر منفی یا مضر برای محیط زیست ندارد (و تا سی سال خورندگی

«زنگ زدگی» ایجاد نمی نماید).

- ۸- به علت جذب رطوبت بالا به دوام رطوبت کمک می کند.
- ۹- برای هر نوع اجرای سطحی یا عمقی شبکه ارت قابل استفاده است.
- ۱۰- با وجود نمک های خنثی اثر خوردگی بر روی میله ارت یا هادی میانی ناتفاق نمی افتد. ضمن این که حضور این نمکها همراه با رطوبت محیط شرایط الکترونیته و یونی مناسب و کافی هادی را فراهم می کند.

راهنمای استفاده از بتونیت اکتیو شده در انواع ارت:

الف) ایجاد ارت سطحی:

کانالی به عرض ۳۰ تا ۴۰ سانتیمتر و به عمق ۷۵ سانتیمتر و به طول موردنظر حفر کنید. اگر عمق نفوذ یخ زدگی خاک بیشتر از ۷۵ سانتیمتر باشد باید کانالی عمیق تر یعنی تا زیر لایه یخ زدگی حفاری شود. کف کانال را به ضخامت ۱۰ سانتیمتر از مواد به صورت دوغاب سفت پر کنید. سیم یا صفحه مسی روی لایه را بخوابانید به صورتی که لایه سیم داخل مواد باشد. روی سیم را به ضخامت ۱۵ سانتیمتر با مواد بپوشانید. مراقب باشید که هادی به طور کامل پوشانده شود. اگر هادی پوشانده نشد ضخامت مواد را افزایش دهید. (به صورت دوغاب) بقیه کانال را با خاک پر کنید. در صورت حساس بودن محل ارت خاک روی آن سی درصد با مواد مخلوط کنید و سپس کانال را با آن پر کنید.

با در نظر گرفتن حجم حفاری و شرایط فوق برای هر متر طول به حداقل ۴ کیسه مواد مورد نیاز خواهد بود. با تغییر ابعاد کانال یا ضخامت مواد مصرفی تغییر می کند. (برای هر چال حدود ۲۱۰ تا ۲۵۰ کیلو گرم).

(ب) ایجاد ارت عمقی با میله:

حفره ای به قطر ۷۵ الی ۱۰۰ سانتیمتر و به عمق حداقل ۱/۵ متر و حداکثر ۲ متر حفر کنید. میله ارت را در وسط حفره به طوری بکوبید که سر میله ارت ۳۰ سانتیمتر پایینتر از حفره باشد. مخلوط مواد (بتونیت اکتیو) را پیرامون میله به صورت دوغاب تخلیه کنید. این کار را تا ۲۰ سانتیمتر پایینتر از لبه فوقانی میله ارت ادامه دهید. (دوغاب کاملاً به هم زده و سفت باشد). اتصالات لازم را به میله ارت انجام دهید. بعد در صورت تمایل دریچه بازدید و لوله آبدهی را نصب کنید. حفره را کاملاً با خاک پر کنید. در صورت حساس بودن محل ۵۰ درصد مواد بتونیت اکتیو را با خاک پر شود. (به صورت ۵۰-۵۰ روی بتونیت خالص). در حین پر کردن حفره ضروری است هر ۲۰ سانتیمتر که با مواد پر می شود با دست مواد دوغاب سفت را فشار داده تا کاملاً به میله ارت چسبیده شود. این عمل فشردگی و چسبندگی لایه ها را به میله ارت افزایش داده و به پر کردن فضای خالی کمک می کند. در این حالت برای هر متر عمق حفره ۴ کیسه مواد بتونیت اکتیو لازم است.

ج) ایجاد ارت با صفحه مسی:

حفره ای به قطر تقریبی ۱۰۰ سانتیمتر به عمق حداقل ۱۵۰ و حداکثر ۲۰۰ سانتیمتر حفر می کنید. سیم ارت یا تسمه مسی را حداقل در دو نقطه به صفحه منتقل کنید (جوش کدول بهتر است). صفحه ارت را به صورت عمودی در انتهای حفره قرار دهید. مخلوط مواد بنتونیت اکتیو را در داخل چاه به صورت دوغاب سفت طوری تخلیه کنید که ضمن فشردگی مناسب تا ۳۵ سانتیمتر بالای سطح صفحه را بپوشاند. برای پر کردن مابقی حفره مواد را به نسبت ۵۰-۵۰ با خاک حفره مخلوط کرده و محل را با مخلوط حاضر پر کنید. برای فشردگی بیشتر خاک اطراف هادی با صفحه و کیفیت مناسب تر پس از هر ۲۰ سانتیمتر که با مخلوط مواد پر می شود با دست مواد را فشار دهید تا بیشتر به صفحه متصل شود. برای پر کردن چاه ارت با مشخصات فوق در یک متر اولیه ۴ کیسه و برای هر متر بعد از آن برای مخلوط کردن با خاک ۳ کیسه مواد مورد نیاز می باشد.

نکات قابل توجه:

در جایی که مقاومت مخصوص خاک (P) کمتر از ۲۰۰ اهم باشد چنانچه قصد دارید مواد را با خاک مصرف کنید، مناسبترین نوع ترکیب را از نظر تکنیکی و اقتصادی اقلام با نسبت جمعی به شرح زیر پیشنهاد می شود: ۵۰ درصد مواد، ۳۰ درصد خاک و ۲۰ درصد آب. اگر شبکه سطحی حفره میله ارت در مسیر حرکت سفره های آب زیرزمینی یا

فاضلاب و آب باران باشد بایستی کف آن توسط سیمان و مواد بتونه کاری شود که مخلوط حاضر توسط آب جاری شکسته نشود. برای مخلوط کردن صحیح اقلام فوق باید مواد زیر با هم مخلوط شوند تا نتیجه یکنواخت حاصل شود: اول مواد، دوم خاک، سوم آب. البته توجه فرمایید که زیر و روی صفحه بایستی به صورت دوغاب خالص سفت مصرف شود. لطفاً توجه فرمایید تأثیر نهایی مواد کاهنده مقاومت به صورت فوری قابل حصول نیست و برای دسترسی به نتیجه قطعی باید بین ۱ تا ۴ ماه صبر و تحمل داشته باشید. محل اتصال الکتریکی سیستم زمین شبکه ارت سطحی یا چاه ارت زیرزمین معمولاً به عنوان نقطه آزمایش سیستم انتخاب می گردد.

۳- آماده سازی الکترودها با استفاده از بتن خاص:

بتن خاص با سیمان هادی که در آن از گرانولهای کربن یا خاک زغال به جای ماسه استفاده می شود. این نوع آماده سازی مخصوصاً در زمین های سنگی و زمین هایی که لایه سنگی در نزدیکی سطح آن قرار دارد بسیار موثر می باشد. در صورت وجود شرایط بهترین و ساده ترین روش برای آماده سازی خاک اطراف الکتروود پس از حفر چاه و قرار دادن الکتروود در وسط آن، ریختن و پر کردن بتن در اطراف آن است. بدیهی است که حجم و قیمت بتن به کار رفته در این روش مهمترین عامل می باشد.

بررسی واکنش فلز الکتروود و هادی اتصال به زمین با انواع خاک: (خوردگی شیمیایی)

جنس الکتروود و هادی اتصال به زمین آن باید از نوعی انتخاب شود که تا حد امکان نوع خاک کمتر سبب خوردگی الکتروودها شود. بررسی این موضوع از نظر طول عمر الکتروودها اهمیت دارد. می دانیم که جنس الکتروود بر مقدار مقاومت آن نسبت به زمین بی تأثیر است. از طرفی مقررات ایمنی حکم می کند که برای از بین بردن اختلاف پتانسیل بین اجزای فلزی مختلف، کلیه تأسیسات فلزی با یکدیگر و با الکتروود زمین هم بندی شوند. حال اگر خاک املاح و نم موجود در آن را در نظر بگیریم در واقع با نوعی الکتروولیت سروکار داریم که فلزات مختلفی در آن فرو رفته اند، که با هم دیگر هم بندی شده اند. این چیزی نیست جز یک پیل عظیم که الکتروودهای آن به هم دیگر اتصال کوتاه (همبندی) شده اند. پس به طور خلاصه الکتروود یا الکتروودهای در تماس با زمین را باید از دو جنبه مورد مطالعه قرار داد. که هر دوی این جنبه ها جز در مورد نادیده گرفته می شوند:

۱- از نظر اثر مواد شیمیایی و دیگر عوامل موجود در خاک بر روی فلز الکتروود و هادی اتصال زمین.

۲- از نظر خوردگی در اثر جریان های گالوانیک که در نتیجه همبندی الکتروود زمین با فلزات دیگر که با سیستم الکتریکی مربوط نبوده ولی در نزدیکی محل استقرار الکتروود مستقر می باشند به وجود

می آیند. این در واقع همان مسئله ای است که مربوط به حفاظت کاتدیک می شود.

تأثیر نوع خاک در خوردگی الکتروود:

عوامل زیر در خوردگی الکتروود به وسیله خاک دخالت دارند:

۱- خواص شیمیایی خاک، مخصوصاً از نظر اسیدی بودن و محتوای نمکهای آن.

۲- وجود باکتری های غیر هوازی در خاک.

۳- هواخوردن نسبی خاک (Differential aeration).

درجه بندی کلی انواع خاکها از نظر شدت اثر آنها بر روی فلزات، بترتیب زیر می باشند:

۱- خاک های شنی.

۲- خاک های ماسه ای.

۳- خاک های رسوبی.

۴- خاک های رسی.

۵- خاک های برگ و خاک های دارای مواد آلی.

۶- خاک های دستی مخلوط، محتوی خاک زغال و خاکستر.

معمولاً شدت اثر شیمیایی خاک هایی که دارای مقاومت مخصوص الکتریکی بالاترند بر روی فلزات الکتروود کمتر است و برعکس. محل استقرار الکتروودها باید به نحوی انتخاب شود که بدور از مسیر احتمالی

آبرفت های آلوده به کودهای زمین های کشاورزی و عبور فاضلاب باشد. خاک های لایه روبی زمین را نباید در پس ریزی (backfill) اطراف الکترودها مورد استفاده قرار داد.

با اندازه گیری مقاومت مخصوص الکتریک خاک در شرایط هوا خورده و اندازه گیری پتانسیل اکسایشی-کاهشی (potential rrdox) آن می توان اطلاعات دقیق تری را بدست آورد. اولی نشانگر خوردگی در اثر هواخوردگی و دومی نشانگر خوردگی در اثر وجود باکتری های غیر هوازی است. برای شرح آزمونها و نحوه انجام آنها لازم است به استانداردهای اختصاصی، مانند BS ۱۳۷۷ مراجعه شود.

در عمل مس بهترین ماده ای است که در ساخت الکترودها و هادی زمین در تماس با خاک از آن استفاده می شود. در مواردی که جریان اتصال کوتاه مورد انتظار خیلی بالا نباشد به جای مس خالص می توان از فولاد پوشیده شده با غلاف مس، مانند میله های کاپرولد، که مقاومت مکانیکی آنها نیز بیشتر است، در مقاطع کوچکتر استفاده کرد. در هر حال اثر منفی نمک های حل شده در زمین، وجود اسیدهای آلی در خاک و خاک های بی با ساختار اسیدی باید در تخمین عمر الکترودها منظور شوند. از فولاد یا میلگردهای بتن مسلح که در برابر خوردگی خاک به وسیله بتن حفاظت می شوند. به شرطی که مقاومت الکتریکی آنها برقرار باشد، می توان به عنوان نوعی الکترودها زمین استفاده کرد. تا به حال این روش ایجاد اتصال به زمین کمتر مورد توجه بوده است.

مزیت استفاده از فولاد داخل بتن به عنوان الکتروود زمین:

علاوه بر مسایل بارزی مانند مخارج اضافی ناچیز برای آماده نمودن اتصالات میلگردها به سیستم الکتریکی، این است که پتانسیل الکتریکی سیستم فولاد/بتن و مس برابر بوده و لذا امکان وصل مستقیم سیستم الکتروودهای فولاد/بتن و مس یا جنس دیگری که دارای پوشش مس باشد (مانند فولاد پوشیده شده با مس) وجود دارد. در صورتی که انجام این کار، همبندی فولاد گالوانیزه با فولاد/بتن یا مس به علت الکتروود نکاتیو بودن شدید فولاد گالوانیزه امکان ندارد.

خوردگی الکتروودها در اثر همبندی با فلزات دیگر (خوردگی الکتروشیمیایی با کاتدی)

همبندی اجزای فلزی مختلف مدفون در خاک یا برای دستیابی به مقاومتی کوچکتر برای یک سیستم الکتروود زمین انجام می شود، یا این که هدف از آن حصول ایمنی از راه هم ولتاژ کردن اجزای ساختمانی مختلف است. اگر این اجزای فلزی از موادی متفاوت ساخته شده باشند، مانند آن است که دو سر یک پیل بهم وصل شوند. دو یا چند فلز مختلف دفن شده در زمین (دوبه دو) الکتروودهای پیل و خاک هم همراه با مواد داخل آن، الکتروولیت پیل خواهد بود.

شماره فلزات دفن شده در زمین که با همدیگر همبندی می شوند، ممکن است بسیار زیاد باشد. در زیر بعضی از آنها نام برده می شوند:

۱- زره کابلها.

۲- فولاد/بتن پی ها.

۳- لوله های سرویس مانند آب، گاز، فاضلاب و نظایر آنها.

۴- تسمه، ورق و سیم های مسی-تسمه ها و میله های فولادی.

۵- تسمه ها و میله های فولادی ضدزنگ-تسمه ها و میله های فولادی با پوشش مسی.

۶- تسمه ها و میله های فولاد گالوانیزه-تسمه ها و سیم های مسی قلع اندود.

۷- هر گونه اجسام فلزی دیگر.

سرعت تحلیل الکترودها در درجه اول به جنس الکترودها و تا حدودی به سطح نسبی آنها بستگی دارد.

نظر به این که فلزات یگانه (نامربوط به سیستم الکتریکی) که در محدوده الکتروود زمین و فلزات همبندی شده با آن موجودند، در خوردگی خود آنها فلزات الکترودها بی تأثیر نمی باشند. انتخاب جنس الکترودها باید با مطالعه انجام شود، تا سازگاری آنها نسبت به هم مراعات شود، یا روش های دیگری برای رفع خوردگی به کار گرفته شوند.

پیش بینی مقاومت کل یک سیستم اتصال زمین بتن / فولاد:

معیار اصلی کارایی یک سیستم اتصال زمین پس از آماده شدن آن برای بهره برداری به کمک اندازه گیری بدست می آید. ولی قبل از آن و در مراحل مختلف پیشرفت کار برای پیش بینی مقاومت یک سیستم کامل لازم است، اندازه گیری های متعدد انجام شود. در شروع کار و در طول عمر تأسیسات نیز به تناوب با اندازه گیری های دوره ای (هر سال یک بار) بهره برداران باید نسبت به کارایی سیستم مطمئن شوند . یادآوری می نماید. که قسمت عمده مقاومت زمین، به علت وجود بتنی است که بلافاصله در اطراف فلزات (میلگرد) پی قرار دارد. وبستگی شدیدی به رطوبتی دارد که در بتن موجود می باشد. (بتن جاذب رطوبت است). در طول طمان رطوبت بتن به حالت تعادل در می آید. با توجه به فصل به مقدار آن افزوده می شود که تمام این عوامل باید در محاسبات و پیش بینی های مربوط به حساب آورده شوند. در مورد پی هایی که مشابه هم هستند، اندازه گیری یک یا چند پی انفرادی قبل از این که به همدیگر وصل شوند. نشانگر ارزنده ای برای پیش بینی تغییرات مقاومت در هر یک از آنها و در نتیجه برآورد کل مقاومت خواهد بود.

مشخصات سیم اتصال دهنده به صفحه(هادی ارت):

طبق توصیه VDE و با توجه به شرایط موجود در استان مرکزی مقطع سیم رابط بین الکتروود و بدنه از رابطه به دست می آید. که IK^1 ماکزیمم جریان اتصال کوتاه تک فاز است. چنانچه محاسبه این جریان به هر دلیل امکان پذیر نباشد ، می توان از کابل پروتودور با حداقل سطح مقطع ۵۰ میلیمترمربع که حائز حاشیه اطمینان لازم است، استفاده نمود. از آلومینیوم لخت یا آلومینیوم دارای پوشش مس نباید در تماس با زمین چه به عنوان الکتروود و چه به عنوان هادی زمین استفاده کرد. در محیط های مرطوب نیز نباید از این مواد به عنوان هادی زمین استفاده نمود.

در انتخاب نوع و سطح مقطع هادی زمین، توجه به توانایی عبور حداکثر شدت های جریان اتصال کوتاه به زمین در طول زمان هایی که پیش بینی می شوند. در درجه اول اهمیت قرار دارد و همراه با آن باید تکیه گاه هایی با استقامت مناسب برای مقاومت در برابر بزرگترین جریان های احتمالی اتصالی به زمین و نشستی، انتخاب شوند. به طور خلاصه سیستم هادی زمین باید از هر دو نظر مکانیکی و خوردندگی دارای استقامت لازم باشد.

اثر دمای بالا در اثر جریان های نشستی:

برای مواردی که جریان نشستی به طور دائمی وجود دارد، لازم است اطمینان حاصل شود. که از نظر دمای مجاز عایق بندی و یا تکیه گاهها، شرایط قابل قبول وجود دارند و برای هادی های لخت که در دسترس می باشند، دما از

۷۰ درجه سلسیوس تجاوز نخواهد کرد. لازم است توجه شود که هنگام انتخاب هادی برای عبور جریان اتصال کوتاه، دمای اولیه هادی که ممکن است در اثر جریان های ناشی بیش از مقادیر معمولی باشد، به حساب آورده شود.

استحکام هادی اتصال زمین:

علاوه بر نیروهای مکانیکی که ممکن است باعث پارگی هادی اتصال زمین شوند، خوردگی شیمیایی (اثر مواد شیمیایی خاک بر روی فلز هادی اتصال زمین) و خوردگی الکتروشیمیایی (تشکیل پیل به وسیله فلزات ناهمگون در زمین) خطراتی است که هادی اتصال زمین با آنها روبرو می باشد. در مورد خوردگی الکتروشیمیایی، دو فلزی که بیش از همه بهم اتصال داده می شوند، مس و فولاد است. مس ساده (بدون هر گونه روپوش دیگر مانند قلع و غیره) نسبت به فولاد ساده (بدون هر گونه پوشش مانند گالوانیزاسیون) تشکیل قطب مثبت می دهد. که سبب خوردگی سریع خواهد شد.

نحوه اتصال سیم زمین به الکتروود ارت:

بست های به کار رفته برای اتصال الکتروود به هادی زمین باید با هر دوی آنها سازگار باشد. تا از خوردگی گالوانیک تا جایی که ممکن است، جلوگیری شود. بستها باید از نظر مکانیکی محکم باشند. و جنس آنها

از نوع مقاوم در برابر خوردگی باشد. در مورد بست های پیچی، پیچها باید در برابر گشتاوری حداقل به مقدار ۲۰ نیوتن متر استقامت کنند. اتصال هادی زمین به الکتروود یا هر سازه زمین شده دیگر که از آن برای زمین کردن استفاده می شود فیهتر است به کمک لحیم کاری یا با استفاده از بست های بزرگ غیر آهنی انجام شود. در مواردی که از غلاف فلزی و زره فلزی کابل استفاده شود. غلاف و زره باید با لحیم کاری به یکدیگر همبندی شده و اتصال اصلی هادی حفاظتی به کابل با لحیم کاری به زره انجام شود. با توجه به این که چگونگی این اتصال نقش بسیار محسوسی در مقاومت نهایی و دوام الکتروود دارد. ترجیحاً از جوش انفجاری (Cad Welld) استفاده شود.

اندازه گیری اتصال زمین ایجاد شده:

برای تست چاه ارت به دو صورت زیر عمل نمایید:

- ۱- توسط دستگاه ارت تستر: در این حالت برای تست چاه ارت دو عدد سوند که جزء لوازم جانبی دستگاه ارت سنج می باشد، را در فاصله های مساوی بین ۵ تا ۱۰ متر و در یک راستا از چاه در زمین قرار دهید. لازم به ذکر است که جهت تست دقیق این فاصله ها حتماً برابر باشند به طوری که اگر سوند اول را در فاصله ۶ متری از چاه نصب نمودید. سوند دوم را در فاصله ۱۲ متری از چاه و یا ۶ متری از سوند اول نصب نمایید. سپس سه عدد پراپ دستگاه را

بترتیب به سیم ارت چاه و سوند اول و دوم وصل نموده و بعد چاه ارت را تست نمایید.

۲- توسط یک عدد ترانسفورماتور ایزوله، یک عدد ولت متر و یک عدد آمپر متر: در این حالت نیز مانند حالت قبل سوندها را در زمین قرار دهید. سپس آمپر متر را با ثانویه ترانس سری نمایید. یک سر آزاد ترانس را به سیم ارت چاه وصل نموده و یک سر آمپر متر را به سوند آخر وصل نمایید. یک سر ولت متر را به سیم ارت چاه و سر دیگر آن را به سوند اول وصل نمایید. بعد اولیه ترانس ایزوله را به برق ۲۲۰ ولت وصل نموده و مقدار ولت قرائت شده را بر مقدار عدد آمپر متر تقسیم کرده، مقدار به دست آمده مقاومت تقریبی چاه ارت شما می باشد.

تجهیزات متداول شبکه های توزیع برق که نیاز به احداث سیستم ارت دارد:

- ۱- پست های فشار متوسط هوایی.
- ۲- پست های فشار متوسط زمینی.
- ۳- سر کابلها.
- ۴- انتها یا وسط خط شبکه های فشار ضعیف.
- ۵- بدنه تابلو شالترها و تابلو معابر بارانی.
- ۶- بدنه تابلوهای تلسکوپی و پایه های فلزی پروتیک.

۷- برگیر وسط خط فشار متوسط در نقاط صاعقه خیز.

۸- دکل های بی سیم.

۹- تجهیزات قطع و وصل در شبکه های فشار متوسط (ریکلورز- سکشن لایزر- سکسیونر گازی- سکسیونر خشک).

سیستم های اتصال زمین الکتریکی و حفاظتی پست هوایی:

در پست هوایی نیاز به دو عدد ارت می باشد. یکی برای اتصال زمین حفاظتی و دیگری جهت اتصال زمین الکتریکی در نظر گرفته می شود. الف) سیستم زمین حفاظتی: نقطه صفر اتصال برگیرها، بدنه کلیه تجهیزات فلزی منصوب بر روی پایه، بدنه ترانسفورماتور و بدنه تابلو فشار ضعیف با کابل پروتودور با حداقل مقطع 50×1 از بدنه مادگی تیر به سمت چاه در عمق دفنی ۵۰-۳۰ سانتیمتری از سطح زمین به الکترود چاه مجاور پایه (که با فاصله ۱/۵ متری از پایه حفاری می شود) با مقاومت حداکثر ۲ اهم متصل گردد. لازم به ذکر است کابل مربوطه می بایست جهت جلوگیری از دسترسی افراد و سرقت و احتمال زخمی شدن آن از یک لوله فلزی گالوانیزه با قطر ۲ سانتیمتر و طول ۳ متر که الزاماً فارسی بر شده است (برش با اره لنگ و رنگ آمیزس محل برش الزامی می باشد) و ۳۰ سانتیمتر از آن در عمق خاک می باشد. توسط دو تسمه هر یک به فاصله ۵۰ سانتیمتر از سر و ته لوله بر روی تیر مهار شده عبور کند. نقاط اتصال زیر برگیر و بدنه ترانسفورماتور و بدنه تابلو می بایست با استفاده از کلمپ مسی دو پیچه

انجام و اتصال به الکتروود توسط جوش انفجاری (cad welld) صورت پذیرد.

ب) سیستم زمین الکتریکی:

شینه نول تابلو فشار ضعیف (که از نقطه خنثی ترانسفورماتور انشعاب گرفته و از بدنه تابلو ایزوله می باشد) به وسیله کابل پروتودور با حداقل مقطع 1×50 به الکتروود چاه ارت الکتریکی (چاه دوم که در فاصله بیشتر از ۲۰ متری چاه اول قرار دارد) با مقاومت کل زمین حداکثر ۵ اهم متصل گردد.

فصل سوم



ترانسفورماتورها

نحوه نصب و راه اندازی و نگهداری ترانسفورماتورهای روغنی توزیع:
 ترانسفورماتور به عنوان یکی از گرانترین و اساسی ترین تجهیزات در شبکه های برق می باشد. لذا جهت حفظ و افزایش طول عمر این تجهیز بایستی در مراحل طراحی ،نصب،راه اندازی و نگهداری آن دقت کافی صورت پذیرد. ترانسفورماتورهای توزیع از نظر ساختاری به دو دسته ذیل تقسیم می گردند:

۱- ترانس های روغنی.

۲- ترانس های خشک.

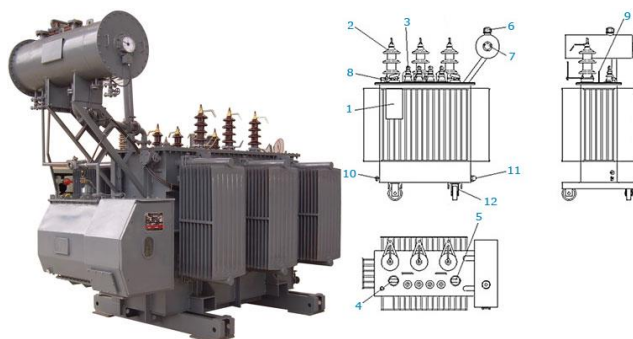
ترانس های روغنی نیز در دو نوع ساخته می شوند:

الف) ترانس دارای منبع انبساط.

ب) ترانس هرمتیک.

ترانس های دارای منبع انبساط:

در این ترانسفورماتور منبع انبساط روغن یا کنسرواتور وجود دارد و افزایش حجم روغن به این منبع منتقل می گردد.



ترانس های هرمتیک:

ترانسفورماتورهای هرمتیک فاقد منبه انبساط می باشند. این ترانسها کاملاً پر از روغن بوده و انبساط و انقباض روغن توسط مخزن فولادی و ارتجاعی آن (طرح مخزن با حجم متغیر) صورت می گیرد. این ترانسفورماتورها همیشه بصورت کامل پر از روغن تحویل و حمل شده و برای طول دوره عمرشان آب بندی شده اند.



ترانسفورماتورهای توزیع خشک رزینی:

ترانسفورماتورهای خشک رزینی بهترین گزینه برای توزیع انرژی الکتریکی با درجه بالای ایمنی می باشند. علاوه بر این که خودشان آتشگیر نیستند، سبب انتشار آتش نیز نبوده و در صورت آسیب دیدن آن، خطر نشت مواد آتش زا یا آلوده کننده ای مثل روغن نیز وجود ندارد. علاوه بر این نیاز به نگهداری نداشته و بدلیل عاری بودن از تخلیه جزئی دارای عمر طولانی می باشند.

موارد فوق باعث می شود که ترانسفورماتورهای خشک، ایمن ترین و قابل اطمینان ترین نوع ترانسفورماتور در بازار باشد.

مزایای ترانسفورماتورهای خشک:

ترانسفورماتورهای خشک رزینی با توجه به دانش فنی جدید و تکنولوژی روز آن مزایای ذیل را دربردارند:

- ۱- عملکرد بدون تخلیه جزئی.
- ۲- بدون نیاز به نگهداری.
- ۳- مناسب برای فضاهای محدود.
- ۴- تلفات پایین.
- ۵- استقامت بالا در برابر اتصال کوتاه.
- ۶- امکان نصب در نزدیک ترین موقعیت به مراکز بار و مصرف.
- ۷- کاهش هزینه های توزیع برق.
- ۸- بدون آلودگی زیست محیطی ناشی از روغن.
- ۹- عاری از مواد سمی.
- ۱۰- سطح صدای پایین.
- ۱۱- مقاوم در برابر رطوبت.
- ۱۲- نصب آسان.

۱۳- بدون خطر آتش سوزی.

۱۴- قابل اشتعال نبودن خود دستگاه.

کاربرد:

۱- ساختمان های بلند و برج های مسکونی تجاری.

۲- صنایع مختلف نفتی.

۳- کارخانجات سیمان.

۴- معادن.

۵- کاربردهای مختلف صنعتی.

۶- راه آهن.

۷- فرودگاه ها.

۸- نیروگاه ها.

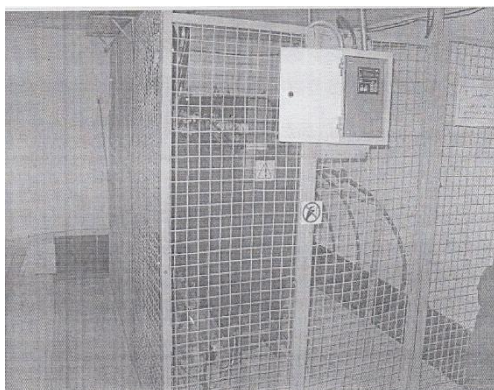
۹- پست های موبایل توزیع.

۱۰- کشتی ها.

۱۱- صنایع پتروشیمی.



لازم به ذکر است که بدنه و تمامی قسمتهای ترانس خشک برقدار بوده و جهت رعایت مسادل ایمنی در اطراف ترانس های خشک فنس کشی می نمایند.



تجهیزات ترانسفورماتورهای روغنی:

در شکل زیر نمای داخلی یک ترانسفورماتور روغنی دیده می شود.

- ۱- کلید تنظیم ولتاژ در حالت بی باری.
- ۲- رطوبت گیر.
- ۳- روغن نما.
- ۴- محل های تخلیه و نمونه گیری روغن.
- ۵- ترمومتر عقربه ای روغن در ترانس های زمینی ۶۳۰ به بالا.
- ۶- رله بوخهلتس در ترانس های با ظرفیت ۱۰۰۰ به بالا.

کلید تنظیم ولتاژ در حالت بی باری:

کلید تنظیم ولتاژ وسیله ای است که روی ترانسفورماتورها نصب می شود. تا ولتاژ خروجی را بتوان در سطح مطلوب تنظیم کرد. کلیدهای تنظیم ولتاژ در سه نوع ۳، ۵، ۷ وضعیت تولید می گردند.



همان طور که از رابطه اساسی ترانس ها برآورد می شود $(N^1/N^2 = V^1/V^2)$ هنگامی که تعداد دور اولیه افزایش یابد ولتاژ خروجی کاهش و با کم کردن تعداد دور اولیه ولتاژ خروجی افزایش می یابد.

تپ چنجر که بر روی اولیه ترانسها می باشد، در واقع تعداد دور اولیه را هنگام پایین بودن ولتاژ شبکه کم می کند و بالعکس. بنابراین وضعیت تپ ها به شرح ذیل می باشد

- تپ ۱ روی تعداد دور متناسب با ۲۱۰۰۰ ولت. اگر در این تپ ولتاژ شبکه ۲۰ کیلوولت باشد ، خروجی ترانس ۳۹۰ ولت خواهد بود. (ولتاژ ثانویه کم می شود).

- تپ ۲ روی تعداد دور متناسب با ۲۰۰۰۰ ولت. اگر در این تپ ولتاژ شبکه ۲۰ کیلوولت باشد، خروجی ترانس ۴۰۰ ولت خواهد بود.
- تپ ۳ روی تعداد دور متناسب با ۱۹۰۰۰ ولت. اگر در این تپ ولتاژ شبکه ۲۰ کیلوولت باشد خروجی ترانس ۴۱۰ ولت خواهد بود. (ولتاژ ثانویه زیاد می شود).

رطوبت گیر:

رطوبت گیر در مسیر تنفس هوا و روی دیواره کناری منبع انبساط نصب می شود. برای ترانس های تا ۶۳۰ کیلوولت آمپر از محفظه رطوبت گیر نیم کیلویی استفاده می شود. برای ترانس های ۸۰۰ و بالاتر یک کیلویی استفاده می شود. در حالت عادی رنگ رطوبت گیر بایستی به رنگ آبی تیره باشد و در صورت تغییر رنگ بایستی با دادن حرارت احیا گردد. یا این که کلاً تعویض شود.



روغن نما:

درجه روغن نما روی منبع انبساط قرار دارد. در دمای محیط ۲۰ درجه سانتیگراد بایستی روی عدد ۲۰+ قرار گیرد.



محل های تخلیه و نمونه گیری روغن:

ترمو متر:

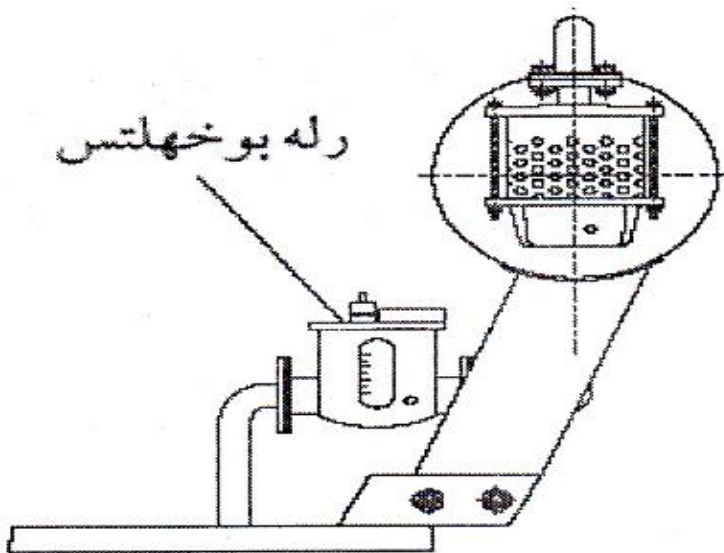
ترمو متر عقربه ای در ترانس های زمینی ۶۳۰ به بالا نصب می گردد. ترمومتر روغن برای نشان دادن دمای روغن ترانسفورماتورهای توزیع دارای منبع انبساط و یا هرمتیک به کار می رود. این ترمومترها دارای دو سوئیچ الکتریکی و یک نشانگر حداکثر می باشند. گنج رنگ زرد: تریپ (trip) گنج رنگ آبی: آلارم (alarm)

گنج رنگ قرمز: نشانگر حداکثر دمای ترانس (pointer)



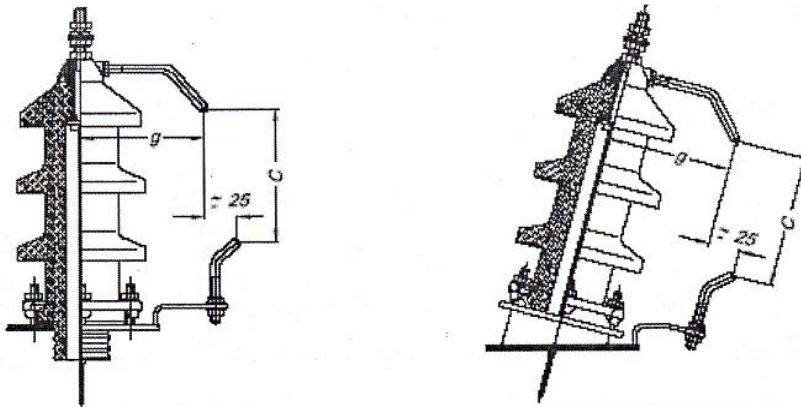
رله بوخهلتس:

رله بوخهلتس در ترانس های با ظرفیت ۱۰۰۰ به بالا نصب می گردند. این دستگاه بین منبع انبساط و تانک ترانس نصب می شود. در این دستگاه گازهای ناشی از تجزیه روغن به دلیل آرک زدگی های داخلی ترانس و داغی بیش از حد در داخل ترانس جمع می شود. در صورتی که از حد معینی بیشتر شود با اتصال دو کنتاکت موود در آن ابتدا سبب آلارم و سپس تریپ می گردد.



جرقه گیر:

جرقه گیر جهت حفاظت نسبی سطحی مقره ها و سیستم داخلی ترانس نصب می گردد. فاصله تصویر عمودی بین دو شاخک جرقه گیر در ترانس های ۲۰ کیلوولت ۱۵۵ میلیمتر و فاصله تصویر افقی ۲۵ میلیمتر می باشد. فاصله افقی جهت جلوگیری از تشکیل ستون یخ بین دو جرقه گیر در فصل زمستان تعبیه شده است.



فضای آزاد			فضای داخلی			محل نصب
۳۳	۲۰	۱۱	۳۳	۲۰	۱۱	ولتاژ (کیلوولت)
۲۲۰	۱۵۵	۸۵	۲۲۰	۱۵۵	۸۵	C* (میلیمتر)
۱۷۰	۱۵۰		۱۳۵			g (میلیمتر)

(*) در صورتی که ارتفاع محل نصب از سطح دریا کوچکتر یا مساوی ۱۰۰۰ متر باشد، برای ارتفاع محل نصب بزرگتر از ۱۰۰۰ متر بایستی به ازاء هر یکصد متر مازاد بر ۱۰۰۰ متر این فاصله یک درصد افزایش یابد.

پلاک مشخصات ترانسفورماتور:

- ۱- شماره سریال.
- ۲- سال ساخت.
- ۳- قدرت اسمی.
- ۴- ولتاژ نامی.
- ۵- جریان نامی.
- ۶- گروه اتصال DYN^o در ترانس های بالای ۲۵۰ کیلوولت آمپر و yzn^o زیر ۲۰۰ کیلوولت آمپر.
- ۷- نوع روغن مورد استفاده: (کلاس یک).
- ۸- امپدانس ولتاژ: در ترانس های تا ۲۰۰ کیلوولت آمپر ۴٪ و در ترانسفورماتورهای بالای ۲۰۰ کیلوولت آمپر ۶٪ می باشد.
- ۹- سیستم خنک کنندگی: ONAN
- ۱۰- وزن کل ترانسفورماتور.
- ۱۱- وزن روغن: (از طریق وزن روغن می توان میزان تقریبی حجم روغن ترانس را برآورد کرد).

حمل ونقل:

در موقع جابجا کردن ترانسفورماتور باید آن را در وضعیت مستقیم و ایستاده نگه داشت و در هیچ حالتی بیش از ۱۵ درجه کج نشود.

زنجیرهایی که جهت جایجایی ترانس به قلاب بسته می شود بایستی طوری باشد که به پوشینگها فشار وارد نشود. در حمل ترانسفورماتورهایی که دارای عمر طولانی (مستعمل) هستند بایستی دقت نظر بیشتری صورت پذیرد.

کنترل های قبل از نصب ترانسفورماتور:

- ۱-مطابقت شماره سریال درج شده با شماره روی درب ترانس.
- ۲-عدم وجود نشتی از محل شیر تخلیه روغن، اتصالات، درز جوشها.
- ۳-کنترل سالم بودن روغن نما و سطح آن در دمای ۲۰ درجه.
- ۴-کنترل سالم بودن محفظه رطوبت گیر و سلیکاژل.
- ۵-تنظیم بودن شاخک های برقگیر (فاصله شاخکها ۱۶۰ میلیمتر).
- ۶-کنترل وضعیت ظاهری رله بوخهلتس.
- ۷-کنترل وضعیت ترمومتر.
- ۸-تنظیم وضعیت کلید روی تپ مورد نظر.
- ۹-کنترل وضعیت مقره ها و در صورت نیاز انجام هواگیری.
- ۱۰-بررسی وضعیت عایقی روغن (برای ترانس هایی که بیش از دو سال در انبار مانده باشد) بایستی بیش از ۳۰ Kv در ۲/۵ mm باشد.

کنترل های لازم هنگام راه اندازی ترانسفورماتور:

- ۱- نصب بودن ترانس به صورت تراز و فیکس.
- ۲- برقراری اتصال بدنه در پوش به سیستم زمین.
- ۳- کنترل وضعیت اتصالات بوشینگ های فشار قوی و فشار ضعیف و اطمینان از محکم بودن آنها (استفاده از کفشک).
- ۴- برداشتن کاغذ بالای محفظه سلیکاژل تا مسیر تنفس ترانس باز شود.
- ۵- بارگیری از ترانس بعد از ۴۸ ساعت پس از برقرار شدن ترانس.

کنترل و نگهداری در حین بهره برداری:

- ۱- بارگیری مجاز از ترانسفورماتور.
میزان بارگیری از ترانسفورماتورها بستگی به حداکثر دمای محیط و ارتفاع نصب ترانسفورماتور دارد. ماکزیمم درجه حرارت محیط برای ترانس های ۲۰ کیلوولت ۴۰ درجه سانتیگراد می باشد. که در شهر اراک طبق استاندارد وزارت نیرو در گروه B جدول دمایی کشور قرار دارد و ضریب کاهش قدرت ترانس را بایستی $0/88$ در نظر گرفت. ارتفاع نامی ترانس ۱۰۰۰ متر می باشد. شهر اراک در گروه C جدول ارتفاعی کشور قرار دارد. و ضریب کاهش قدرت ترانس را بایستی $0/8$ در نظر قرار گرفت. بنابراین بارگیری مجاز ترانسفورماتور در هر ظرفیتی بایستی در ضریب $0/8 * 0/88$ ضرب گردد و بطور ساده می توان گفت بارگیری مجاز ۷۰٪ می باشد.
- ۲- نامتعادلی فازها کمتر از ۲۰ درصد باشد.

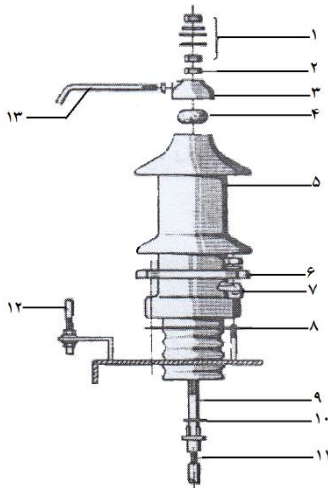
- ۳- عدم وجود داغی و پوسته شدن کابل های خروجی.
- ۴- عدم وجود نشتی روغن.
- ۵- وضعیت رنگ سلیکاژل: لازم است ماده رطوبت گیر در صورت تغییر رنگ با حرارت احیاء یا این که تعویض گردد. باید پیاله روغن تا خط نشانه از روغن پر گردد.
- ۶- وضعیت دمای محیط: (حداکثر دما برای تنظیم ترموسات فن در پست های زمینی ۴۰ درجه می باشد).
- ۷- نظافت و تمیزی بدنه و پوشینگها (تمیز کردن پوشینگها با نفت یا تینر و خشک کردن با تنظیف).
- ۸- نمونه گیری روغن.
- ۹- وضعیت رنگ آمیزی.
- ۱۰- در صورتی که سطح روغن به زیر علامت MIN رسیده باشد. احتمال جذب رطوبت توسط ترانس وجود دارد. در این حالت بایستی تست استقامت الکتریکی روغن انجام شود. در صورت نیاز تصفیه روغن انجام شود.
- ۱۱- کنترل عملکرد کلید تنظیم ولتاژ: سالی یکبار و در حالت بدون برق بایستی کلید تنظیم ولتاژ را چند بار در وضعیت های مختلف حرکت داد. تا کنتاکتها خود بخود تمیز شوند.

هواگیری بوشینگ فشار قوی:

در صورت هر گونه انجام تعمیرات از قبیل تعویض بوشینگ، نشت گیری، اضافه کردن روغن به میزان قابل توجه، تصفیه روغن و... بایستی هواگیری بوشینگ های فشارقوی انجام پذیرد.

نحوه هواگیری طی مراحل ذیل انجام می پذیرد:

- ۱- باز کردن مهره شماره ۲ روی کلاهک برنجی به تعداد چند دور.
- ۲- جابجا نمودن کلاهک برنجی شماره ۳.
- ۳- جابجایی واشر کونیک شماره ۴.
- ۴- خارج شدن مقداری روغن از سر مقره.
- ۵- تنظیم مجدد کلاهک برنجی.
- ۶- محکم کردن مجدد مهره به همان تعداد دوری که در مرحله ۱ باز شده بود.



۱	قطعات اتصال خارجی	۸	واشر تخت لاستیکی
۲	مهره شش گوش	۹	میله اتصال
۳	کلاهک برنجی	۱۰	واشر میانی
۴	واشر آب بندی لاستیکی	۱۱	سیم اتصال عایق دار
۵	مقره	۱۲	جرقه گیر تحتانی
۶	فلانچ	۱۳	جرقه گیر فوقانی
۷	قطعه فشاردهنده	-	-

اهمیت و نقش روغن ترانس و شرایط نگهداری:

روغن ترانس دو نقش اساسی در ترانسفورماتور دارد:

الف) وظیفه انتقال حرارت از سیم پیچها به بدنه و رادیاتور (خنک کنندگی).

ب) وظیفه ایجاد استقامت عایقی.

روغن ترانس مورد استفاده در مناطق معتدل و یا سرد مانند استان مرکزی روغن کلاس یک می باشد. چنانچه مخزن و منبع انبساط همیشه تا حد نیاز پر از روغن بوده باشند و محفظه رطوبت گیر نیز سالم و ماده رطوبت گیر به موقع تعویض شده باشد. هر پنج سال یکبار بایستی استقامت الکتریکی روغن موجود در ترانس به وسیله دستگاه تست روغن اندازه گیری شود. در صورتی که استقامت الکتریکی کمتر از ۳۰ کیلوولت باشد. بایستی روغن به وسیله دستگاه تصفیه روغن رطوبت زدایی گردد، و بعد از تصفیه هواگیری شود.

- حداقل استقامت عایقی روغن نو (تصفیه شده) ۵۰ کیلوولت.

- حداقل استقامت عایقی روغن مستعمل ۳۰ کیلوولت.

در شکل زیر تصویر یک دستگاه تست روغن آورده شده است.



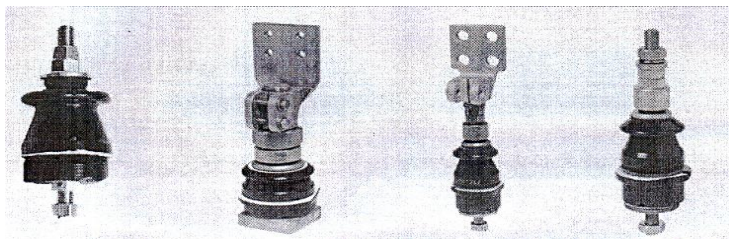
بروز عیوب عمده در ترانسفورماتورها:

۱- نشتی روغن از محل بوشینگ های فشار ضعیف:

به دلیل ضعف در اتصالات کابل های متصل شده به بوشینگ و بروز داغی در محل این اتصالات سبب سوختگی واشرهای آب بندی مفره فشار ضعیف شده و نشتی روغن بوجود می آید. جهت جلوگیری از این پدیده بارگیری مناسب (عدم اضافه بار)، استفاده از کفشک روی بوشینگ، آچارکشی مناسب و نصب کابلشو به صورت استاندارد تنها راه درمان این پدیده است.



کفشکها براساس استاندارد DIN 42530 و از آلیاژی با درصدهای ۵۰٪ مس، ۵٪ سرب، و ۴۵٪ برنج با مشخصات ذیل ساخته می شود.



KVA	FORM	GEW
25.....160	D-250	0.1 KG
200.....400	D-630	0.3 KG
500.....630	D-1000	0.6 KG
800.....1250	D-2000	1.8 KG
1600.....2000	D-3150	2.8 KG

۲-عدم تنفس از طریق ماده رطوبت گیر:

این عیب به خوبی از ظرف (پیاله) حاوی روغن محفظه رطوبت گیر قابل رویت است. در این حالت بایستی اتصالات محفظه رطوبت گیر آچار کشی و در صورت لزوم واشرها تعویض گردند.

۳- عمل کردن رله بوخهلتنس:

- رله بوخهلتنس به عنوان یک دستگاه حفاظت کننده در ترانسفورماتور در صورت بروز این گونه اشکالات دچار عملکرد می گردد.

- اتصالی داخلی ترانس.

- جمع شدن گاز داخل رله.

- نشستی مخزن یا هر نوع نشستی دیگر.

- کاهش سطح روغن و ورود هوا.

این رله با به وجود آمدن گاز یا هوا در داخل منبع روغن دستگاه و یا پایین رفتن سطح روغن از حد مجاز و یا در اثر جریان پیدا کردن شدید روغن بکار می افتد. و سبب به صدا در آوردن سیگنال و دادن علامت می شود. یا این که مستقیماً دستگاه خسارت دیده را از برق قطع می کند.

رله بوخهلتنس به قدری دقیق است که به محض اتفاق افتادن کوچکترین خطایی عمل می کند. و مانع آن می شود که دستگاه خسارت زیادی ببیند. اگر از این رله برای ترانسفورماتور روغنی استفاده شود. خطاهایی که سبب بکار انداختن رله بوخهلتنس می شوند عبارتند از: در خطاهای کوچک، هوا یا گازهای متصاعد شده از روغن وارد لوله رابط بین ترانسفورماتور و منبع ذخیره روغن (ظرف انبساط) شده و به داخل رله

بوخهلتس که در یک قسمت از این لوله قرار دارد راه یافته و به طرف قسمت بالای رله که به صورت مخزن گاز درست شده است صعود می کند و در آنجا جمع می شود. گازهای راه یافته به داخل رله بوخهلتس به سطح فوقانی روغن فشار می آورد و باعث پایین آوردن سطح روغن در رله بوخهلتس می گردد. این فشار به شناور بالایی رله منتقل می شود، و آن را به طرف پایین میراند. حرکت شناور باعث بستن و یا باز کردن کنتاکت هایی می شود که جهت دادن فرمان در یک محفظه جیوه ای تعبیه شده است. در موقعی که خطا به صورت یک اتصالی شدید باشد. گازهای متصاعد شده در اثر قوس الکتریکی به قدری زیاد می گردد که موجب راندن موجی از روغن به داخل طرف انبساط می شود. اگر سرعت موج روغن از مقدار معینی که قبلاً تنظیم شده است، تجاوز کند. قبل از اینکه گازها به داخل رله بوخهلتس راه یابند، دریچه اطمینان رله بکار می افتد و باعث قطع ترانسفورماتور از برق می شود. اگر رله بوخهلتس دارای دو گوی شناور باشد. دریچه اطمینان طوری تنظیم می شود که در صورتیکه سرعت حرکت روغن مابین ۵۰ تا ۱۵۰ سانتیمتر بر ثانیه رسید، رله قطع کند. در رله هایی که شامل یک گوی شناور می باشد، دریچه اطمینان با شناور لحیم شده است. در این رله ها وقتی سرعت روغن به ۶۵ تا ۹۰ سانتیمتر بر ثانیه رسید رله عمل می کند.

فصل چهارم



دستگاه های اندازه گیری

دستگاه های اندازه گیری تابلویی:

منظور از وسایل اندازه گیری تابلویی، دستگاه هایی می باشند که در تابلو های فرمان و تولید و توزیع انرژی الکتریکی بکار می روند.

معمولی ترین وسایلی که بیشتر در تابلوهای فرمان کارخانجات استفاده می شوند، عبارتند از: آمپر متر، ولت متر، کسینوس فی متر، فرکانس متر، وات متر، کنتور و مبدل های جریان و ولتاژ. وسایل اندازه گیری تابلویی، معمولاً به صورت مربع و مربع مستطیل ساخته شده و به صورت عمودی یا مایل در روی تابلو طوری نصب می شوند که به خوبی دیده شوند، و طریقه نصب آنها نیز با علامتی بر روی صفحه درج و مشخص می شود. شکل (۴-۱).



شکل (۴-۱)

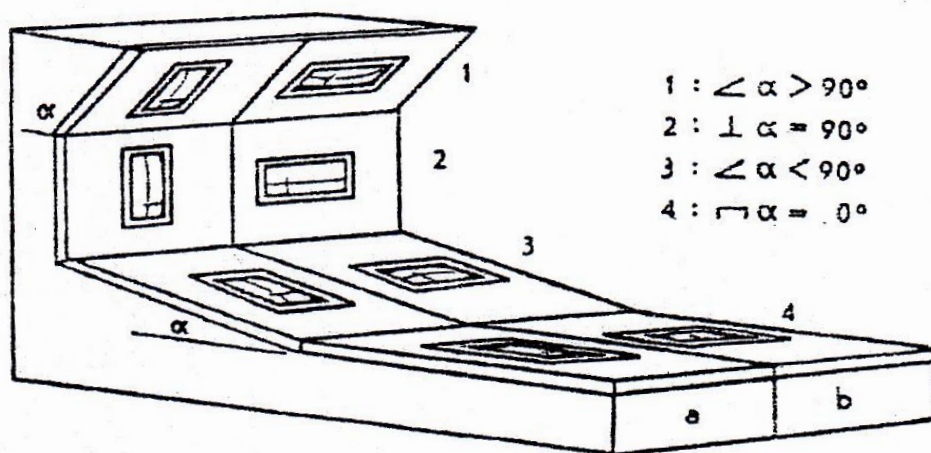
اندازه های خارجی این وسایل استاندارد می باشند. به عنوان مثال می توان از استاندارد DIN 73700 نام برد که ابعاد خارجی این وسایل را که به صورت مربع هستند ۴۸،۷۲،۹۶،۱۴۴،۱۹۲ میلیمتر تعیین نموده است. البته وسایل اندازه گیری تابلویی با محفظه گرد نیز وجود دارد که آنها نیز استاندارد مخصوص خود را دارند. اما دستگاه های اندازه گیری چهار گوش، این امکان را دارند که می توان آنها را بدون فاصله در کنار هم روی تابلو نصب نمود.

از نظر ساختمان خارجی، در موارد خاصی این وسایل را ضد آب و ضد ضربه نیز می سازند و دستگاه های اندازه گیری تابلویی که در کارخانجات صنعتی مورد استفاده قرار می گیرند بر خلاف دستگاه های اندازه گیری الکتریکی آزمایشگاهی، دارای دقت زیاد نبوده و با کلاس (۵-۲/۵-۱/۵) ساخته می شوند. در مواردی که دقت بیشتری مورد نظر باشد، دستگاه اندازه گیری با کلاس (۱) نیز ساخته می شود.

برای انتخاب صحیح دستگاه های اندازه گیری باید دقت کافی نمود تا دستگاه از نظر حد نهایی اندازه گیری، با مقدار کمیت مورد اندازه گیری متناسب بوده و نوع جریانی که دستگاه اندازه گیری می تواند با آن کار کند با نوع جریان شبکه (مثلاً متناوب یا مستقیم) یکی باشد.

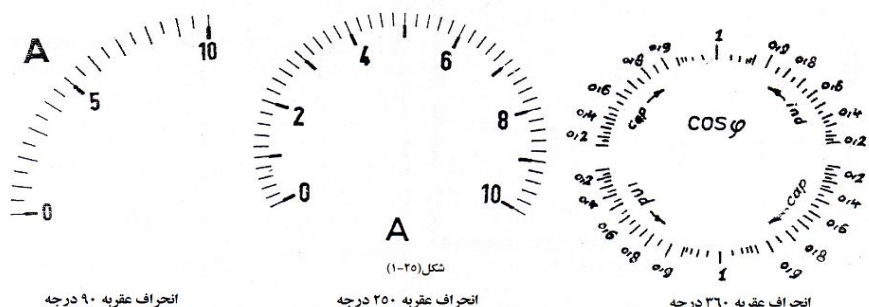
همچنین در مورد تابلوهای عمودی باید دستگاه با نصب عمودی. (با علامت $\perp$)
و در تابلوهای مایل دستگاه اندازه گیری با نصب مایل (با علامت $\angle \alpha$)
تحت زاویه مشخص و در موارد کمی نیز در وضعیت افقی، دستگاه با
علامت $\sqcap$ را بکار برد.

شکل (۲-۴) طرز قرار دادن دستگاه های اندازه گیری را در روی تابلو برای
دستگاه های مربع (a) و مربع مستطیل (b) نشان می دهد.



شکل (۲-۴)

مقدار انحراف عقربه برای وسایل اندازه گیری تابلویی اغلب ۹۰ درجه و در بعضی از آنها تا ۲۵۰ درجه و حتی در دستگاه هایی مانند بعضی از کسینوس فی مترها تا ۳۶۰ درجه نیز می باشد. در نوع اول پیچ تنظیم برای بردن عقربه به روی صفر در سمت راست پایین صفحه و در نوع دوم در وسط، قسمت پایین صفحه می باشد. شکل (۳-۴)



شکل (۳-۴)

ساختمان داخلی این دستگاه ها، در درس فنی گفته شده است و در این جا به شرح مشخصات و چگونگی قرار گرفتن آنها در مدارات می پردازیم.

ولت متر:

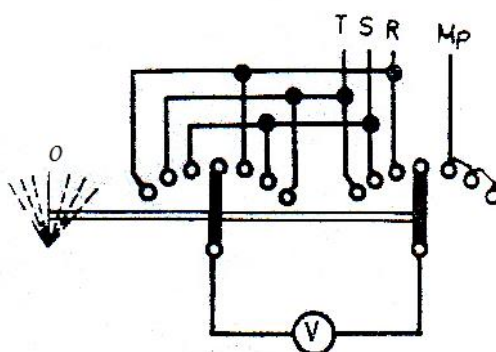
برای اندازه گیری ولتاژ مصرف کننده، باید ولت متر را بصورت موازی با آن قرار داد و در صورتی که بخواهیم ولتاژ شبکه را در تابلو اندازه گیری کنیم، می بایستی دو سر ولت متر را مستقیماً به شین های موردنظر مثلاً فاز R و سیم Mp و یا دو فاز R و S وصل کنیم. در مواردی که بخواهند ولتاژ

فازهای مختلف را نسبت به سیم نول و یا ولتاژ دو بدوی فازها را اندازه بگیرند، از یک کلید مخصوص شکل (۴-۴) و یک ولت متر استفاده می شود.



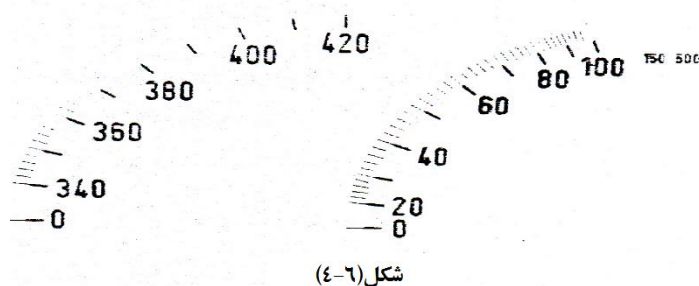
شکل (۴-۴)

که نقشه اتصال آن نیز در شکل (۴-۵) نشان داده شده است. با قرار دادن کلید در وضعیت مناسب، می توان ولتاژ بین دو سیم مورد نظر را اندازه گرفت.



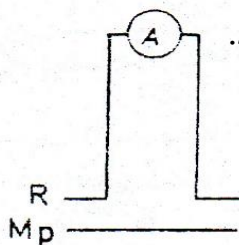
شکل (۴-۵)

چون ولت مترهایی که در روی تابلوهای معمولی استفاده می شوند ، معمولاً برای اندازه گیری ولتاژ معینی بوده و محدوده تغییرات این ولتاژ نیز کم است (مثلاً ولتاژ بین دو فاز شبکه ۳۸۰ ولت است) لذا این گونه ولت مترها دارای صفحه مندرجی هستند که درجه بندی آنها در ابتدا فشرده و در حدود اندازه گیری مورد نظر، دارای درجه بندی گسترده تر هستند. شکل (۴-۶)



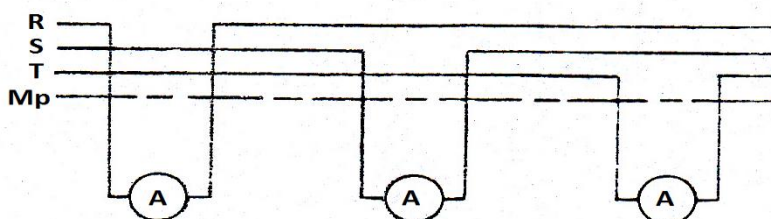
آمپر متر:

برای اندازه گیری جریانی که از بار عبور می کند، باید آمپر متر را بصورت سری با مصرف کننده قرار داد. شکل (۴-۷) در تابلوها می توان برای اندازه گیری جریان هر مصرف کننده، یک آمپر متر و برای اندازه گیری جریان کل نیز یک آمپر متر جداگانه در مدار قرار داد.



شکل (۴-۷)

در جریان سه فازه نیز در صورت متعادل بودن بار می توان توسط یک آمپر متر جریان یک فاز را اندازه گیری کرده و برای دو فاز دیگر منظور نمود. اما چون معمولاً بر روی شین های اصلی تابلو بارهای متعادل قرار نمی گیرند، لذا برای هر شین یک آمپر متر و در مجموع از سه آمپر متر برای سه فاز استفاده می شود. شکل (۸-۴)



شکل (۸-۴)

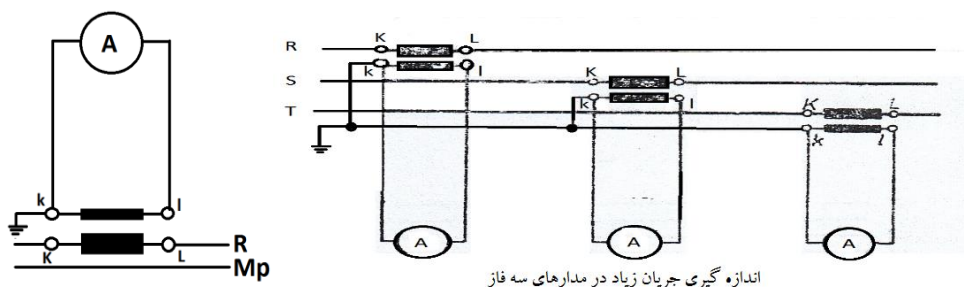
در مواردی که به خاطر زیاد بودن جریان و یا غیرممکن بودن اتصال شین به آمپر متر، استفاده از آمپر متر به تنهایی مقدور نباشد، از ترانسفورماتور (مبدل) جریان استفاده می کنیم که در زیر به شرح طریقه استفاده از آن می پردازیم.

ترانسفورماتور جریان:

این ترانسفورماتور دارای دو سیم پیچ اولیه و ثانویه جدا از هم می باشد. که بر روی هسته آهنی پیچیده می شوند و در صورت استفاده از این مبدل، دستگاه اندازه گیری از نظر الکتریکی از شبکه جدا شده و کار کردن

با آن در مدار ثانویه بی خطر خواهد بود. به همین جهت کاربرد آن در فشار قوی نیز زیاد بوده و باید هنگام استفاده حتماً بدنه و یک سر از سیم پیچ ثانویه را به زمین وصل نمود. (چرا؟)

سیم پیچ اولیه ترانسفورماتور جریان (پریمر) بطور سری در مسیر جریان قرار می گیرد و در طرف ثانویه آن آمپر متر وصل می شود. شکل (۴-۹)

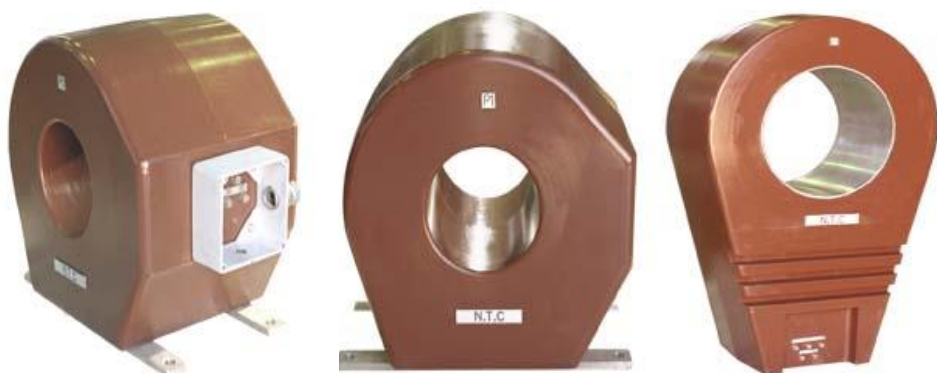


اندازه گیری جریان زیاد در مدار یک فاز

شکل (۴-۹)

ثانویه ترانسفورماتورهای جریان تقریباً به حالت اتصال کوتاه می باشد (بعلت کم بودن مقاومت آمپر متر) و باید توجه داشت در حالتی که از اولیه ترانسفورماتور، جریان عبور می کند نباید آمپر متر را از مدار ثانویه باز نمود و یا فیوز در سر راه آمپر متر قرار داد. چون در صورت قطع فیوز و یا باز کردن آمپر متر، ثانویه ترانسفورماتور باز شده و باعث زیاد شدن ولتاژ ثانویه و گرم شدن شدید هسته ترانسفورماتور و صدمه دیدن آن خواهد شد. در صورتیکه مجبور به برداشتن آمپر متر از مدار ثانویه ترانسفورماتور باشیم می توان ابتدا ثانویه را اتصال کوتاه نمود و سپس آمپر متر را باز کرد.

سیم پیچ اولیه ترانسفورماتور جریان را با L و K و سیم پیچ ثانویه را با l و k نمایش می دهند. و همیشه باید سیم پیچ اولیه را طوری در مدار قرار داد که سیم ورودی به K وصل شود. سیم پیچ اولیه مبدل های جریان تابلویی را فقط سیم یا شین حامل جریان تشکیل می دهد و از آن بطور ثابت و دائم، در تابلوهای برق و محل های دیگر استفاده می کنند. شین یا سیم حامل جریان از وسط آن عبور می کند. شکل (۱۰-۴)

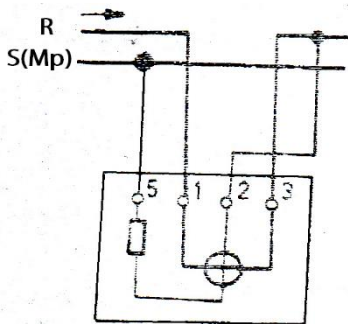


شکل (۱۰-۴)

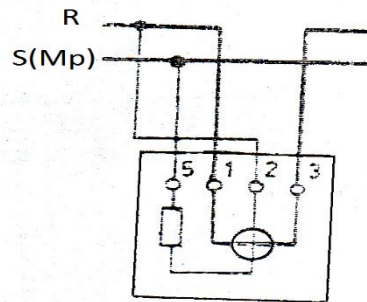
معمولاً نسبت تبدیل ترانسفورماتورهای جریان طوری است که در صورت عبور جریان نامی از اولیه آن، از مدار ثانویه و آمپر متر، جریان ۵ آمپر عبور کند. (مثلاً $\frac{1000}{5}$ یا $\frac{200}{5}$). بندرت ترانسفورماتورهایی با جریان ثانویه یک آمپر نیز ساخته می شوند. در روی صفحه مندرج آمپر متر، نسبت تبدیل مبدل جریانی که باید آمپر متر به ثانویه آن وصل شود، نوشته می شود که با توجه به آن باید مبدل جریان مناسب را انتخاب نمود.

وات متر:

همان طور که در درس فنی خوانده اید، برای اندازه گیری حقیقی مصرف کننده ها از وات متر استفاده می شود. وات متر دارای یک سیم پیچ جریان و یک سیم پیچ ولتاژ است. که سیم پیچ جریان بطور سری و سیم پیچ ولتاژ بطور موازی با مصرف کننده وصل می شود. بنابراین این دو سیم پیچ یک مدار مجزا را تشکیل می دهند. سیم پیچ ولتاژ را می توان قبل و یا بعد از سیم پیچ جریان اتصال داد. شکل (۱۱-۴) که در وات مترهای تابلویی هر دو طریقه را می توان بکار برد.



اتصال سیم پیچ ولتاژ بعد از سیم پیچ جریان



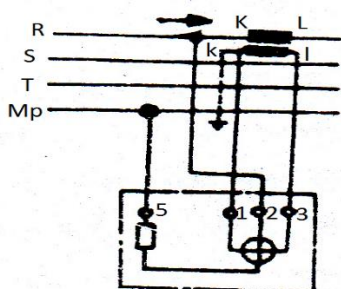
اتصال سیم پیچ ولتاژ قبل از سیم پیچ جریان

شکل (۱۱-۴)

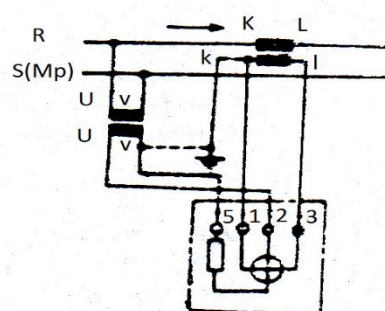
جهت چرخش عقربه وات متر بستگی به جهت جریان در هر دو سیم پیچ جریان و ولتاژ دارد. لذا هنگام مونتاژ باید دقت نموده و سیمها را با توجه به مشخصات روی دستگاه بصورت صحیح وصل نمود. در صورتی که جهت حرکت عقربه اشتباه باشد می توان با تعویض جهت جریان در یکی از سیم پیچها جهت حرکت عقربه را تصحیح کرد.

وات مترهای تابلویی معمولاً برای اختلاف سطح های ۵۰۰، ۳۸۰، ۲۲۰، ۱۱۰ ولت و جریان های تا ۵ آمپر برای اندازه گیری توان یک فاز و سه فاز ساخته می شوند. اینگونه وات مترها را می توان در صورت کم و مناسب بودن ولتاژ و جریان بطور مستقیم در مدار بکار برد.

برای ولتاژ و جریان هایی بیشتر از مقادیر ذکر شده در جریان متناوب باید از یک مبدل ولتاژ و مبدل جریان استفاده کرد. در جریان مستقیم از مقاومت های سری و موازی بدین منظور استفاده می شود. در شکل (۴-۱۲) طریقه بکار بردن وات متر یک فاز در مدار با استفاده از مبدل جریان و در شکل (۴-۱۳) اتصال وات متر با مبدل ولتاژ و مبدل جریان نشان داده شده است.



شکل (۴-۱۲)



شکل (۴-۱۳)

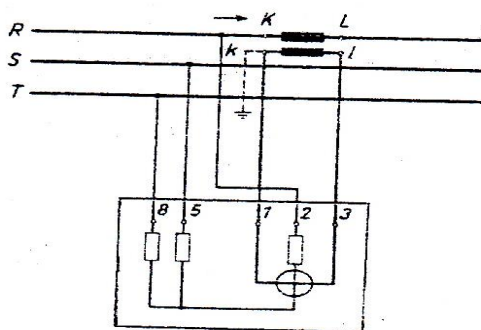
لازم به تذکر است که برای کاهش خطا در هنگام قرائت وات متر و یکسان بودن مقدار قرائت شده با مقدار واقعی توان باید از تبدیلی استفاده کرد که مقدار آن بر روی صفحه مدرج وات متر ذکر شده باشد. چنین دستگاه هایی

معمولاً دارای جریان نامی ۵ آمپر و در بعضی موارد ۱ آمپر و ولتاژ نامی ۱۰۰ ولت هستند.

در سیستم سه فازه با بار متعادل تنها یک وات متر یک فاز برای اندازه گیری توان سه فازه کافیهست. چون می توان با اندازه گیری توان یک فاز و ضرب کردن آن در ۳ توان سه فاز را بدست آورد.

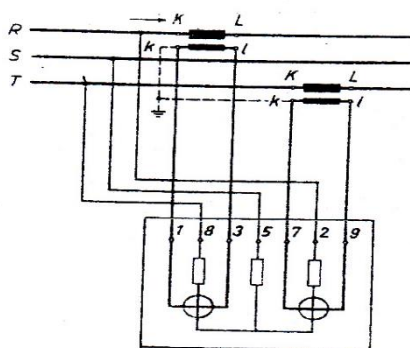
صفحه مدرج وات مترهای تابلویی که برای سه فاز متعادل بکار می روند توسط کارخانه سازنده طوری درجه بندی شده است که می توان با آن مستقیماً توان سه فاز را قرائت نمود. چنین وات متری دارای علامت $\approx$ بر روی صفحه مدرج می باشد. برای اتصال این وات مترها در جریان سه فاز باید دقت نمود که سیم پیچ جریان و سیم پیچ ولتاژ به فازهای همنام وصل شوند. به عنوان مثال اگر جریان فاز R از سیم پیچ جریان عبور می کند ، باید سیم پیچ ولتاژ به فاز R و سیم M_p وصل شود. در صورت موجود نبودن سیم M_p (در سیستم های سه فاز سه سیمه) می توان از اتصال کوتاه ستاره سه مقاومت مساوی برای ایجاد نقطه صفر استفاده نمود .

غالباً این سه مقاومت در داخل وسیله اندازه گیری سوار شده و فقط پیچ های اتصال آن به سه فاز، در دسترس ما بوده شکل (۴-۱۴) و یا اینکه بصورت مجزا به همراه وات متر می باشند.



شکل (۴-۱۴)

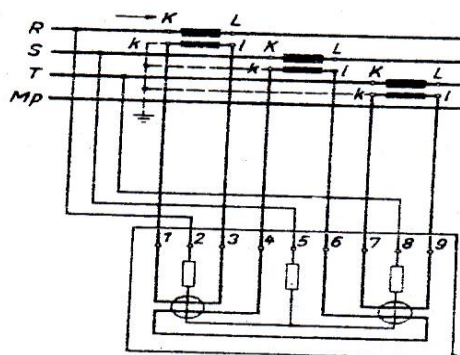
اتصال وات مترهای تابلویی که برای اندازه گیری توان سه فاز در سیستم سه سیمه با بار نامتعادل و جریان زیاد استفاده می شوند. مطابق شکل (۴-۱۵) می باشد. این طریقه اتصال به روش آرون معروف بوده و عقربه مجموع توان های سه فاز را نشان می دهد.



شکل (۴-۱۵)

در اتصال این وات متر (روش آرون) باید توجه داشت که تنها زمانی مقدار واقعی توان سه فاز را نشان خواهد داد که سیستم سه سیمه بوده و اتصالات مطابق شکل زیر باشند. بنابراین این روش را نمی توان در سیستم سه فاز چهارسیمه بکار برد.

برای اندازه گیری توان سه فاز در بارهای نامتعادل چهارسیمه نیز می توان از وات مترهایی که بدین منظور ساخته شده اند و مدار اتصال آنها در شکل (۱۶-۴) کشیده شده است، استفاده نمود.

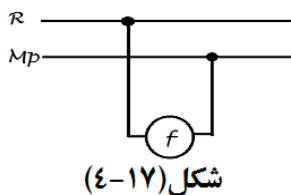


شکل (۱۶-۴)

فرکانس متر:

برای اندازه گیری فرکانس از دو نوع فرکانس متر زبانه ای (ارتعاشی) و عقربه ای استفاده می شود. بعلت دقت زیاد و مقاوم بودن فرکانس مترهای ارتعاشی در برابر ضربه های مکانیکی، بیشتر از این نوع در تابلوها برای سنجش فرکانس های کم و متوسط استفاده می شود. در مواردی که احتیاج

به برداشتن منحنی تغییرات فرکانس باشد، باید از نوع فرکانس متر عقربه ای ثبات استفاده نمود. فرکانس متر را باید در مدار بصورت موازی به شبکه متصل کرد. شکل (۴-۱۷) نقشه اتصال آن را نشان می دهد.



شکل (۴-۱۷)

بنابراین فرکانس متر را نیز مشابه ولت متر می توان مستقیماً به دو شین مورد نظر با توجه به ولتاژ فرکانس متر وصل نمود. موارد استفاده فرکانس متر بیشتر در تابلوهای برق برای سنکرون کردن (موازی کردن) دو ژنراتور یا ژنراتور با شبکه می باشد. اغلب نیز از فرکانس متر تیغه ای استفاده می شود. لذا در اینجا به شرح طریقه خواندن یک فرکانس متر تیغه ای می پردازیم. شکل (۴-۱۸) سه فرکانس متر مختلف را نشان داده است. در شکل (۴-۱۸a) فرکانس کاملاً ۵۰ Hz می باشد زیرا تیغه روبروی عدد ۵۰ دارای ارتعاش ماکزیمم بوده و دو تیغه طرفین آن نیز به مقدار کم و یکسان ارتعاش می کنند. در شکل (۴-۱۸ b) دو تیغه روبروی اعداد ۴۹/۵ و ۵۰ با هم و به یک اندازه ارتعاش می کنند. بنابراین فرکانس اندازه گیری شده بین آن دو عدد بوده و برابر با ۴۹/۷۵ Hz می باشد. با توجه به این توضیحات می توان هر فرکانسی را با توجه به ارتعاش تیغه ها خواند. فرکانس نشان

داده شده در شکل (۴-۱۸c) بعلت برابر نبودن ارتعاش تیغه ها و با توجه به زیادتر بودن ارتعاش تیغه روبرو به عدد ۴۹/۵ برابر با ۴۹/۷۰ Hz حدس زده می شود.



شکل (۴-۱۸a)

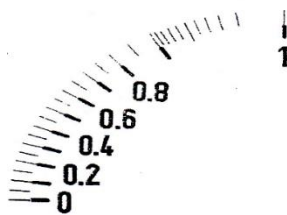
شکل (۴-۱۸b)

شکل (۴-۱۸c)

کسینوس فی متر:

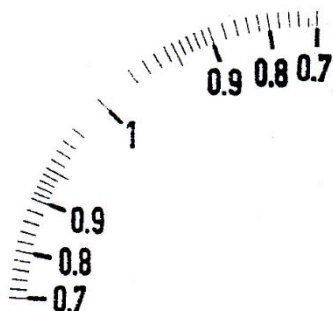
در کارخانجات بزرگ و نیروگاه ها که باید ضریب قدرت مدار تحت کنترل باشد از کسینوس فی متر برای اندازه گیری آن استفاده می شود. کسینوس فی متر دارای دو سیم پیچ متحرک و یک سی پیچ ثابت بوده و در مجموع دارای چهار یا پنج پیچ اتصال می باشد و در مدارهای یک فاز و سه فاز بکار می رود. باید توجه داشت که کسینوس فی متر چه بصورت یک فاز و چه بصورت سه فاز فقط کسینوس فی فازی را که سیم پیچ ثابتش بر روی آن بسته شده است نشان می دهد. کسینوس فی مترهای معمولی که برای نصب روی تابلو استفاده می شوند، معمولاً برای ولتاژهای ۱۱۰-۲۲۰-۳۸۰ و ۵۰۰ ولت و جریان ۵ آمپر و ۱ آمپر ساخته می شوند.

برای ولتاژها و جریان های بیشتر از مقدار نامی ذکر شده باید از مبدل ولتاژ و مبدل جریان استفاده نمود . نوع درجه بندی صفحه مدرج کسینوس فی متر برای موارد استفاده گوناگون متفاوت می باشد. در صورتی که کارخانه فقط باراندوکتیو داشته باشد می توان از کسینوس فی متری استفاده کرد که درجه بندی آن مطابق شکل (۱۹-۴) باشد. در این نوع درجه بندی $\cos \varphi = 1$ در سمت راست می باشد.



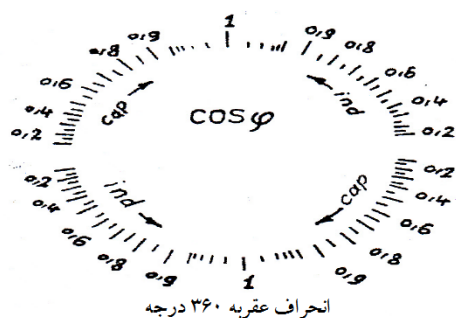
شکل (۱۹-۴)

در کارخانجاتی که علاوه بر باراندوکتیو، دارای بارکاپاستیو نیز هستند باید از کسینوس فی متری استفاده نمود که $\cos \varphi = 1$ در وسط صفحه مدرج باشد. در شکل (۲۰-۴) صفحه مدرج چنین دستگاهی با حدود اندازه گیری $0.7/0.70000100000/0.7$ نشان داده شده است.



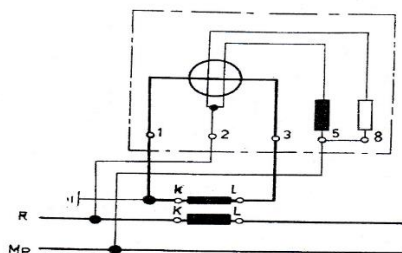
شکل (۲۰-۴)

در کارخانجات یا نیروگاه ها که جهت انرژی نیز تغییر می کند (مولد یا مصرف کننده) از کسینوس فی متر با عقربه گردان که دارای صفحه مدرج 360° درجه می باشد ، استفاده می شود. همانطور که در شکل (۲۱-۴) نشان داده شده است، صفحه مدرج این دستگاه به چهار قسمت تقسیم و درجه بندی شده است.



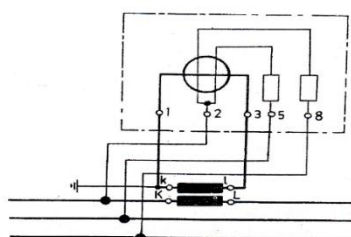
شکل (۲۱-۴)

برای اتصال کسینوس فی متر در مدار یک فاز باید سیم پیچ ثابت را همراه جریانی و هر دو سیم پیچ متحرک را مطابق شکل (۲۲-۴) به فاز R و سیم نول (Mp) وصل نمود. همان طور که در شکل مشاهده می شود در اینجا بخاطر بالا بودن جریان از مبدل جریانی استفاده شده است.



شکل (۲۲-۴)

در جریان های سه فاز با بار متعادل کسینوس فی برای هر سه فاز یکسان است. بنابراین اتصال یک کسینوس فی متر مطابق شکل (۲۳-۴) کافی است. اگر بار نامتعادل باشد، باید برای اندازه گیری کسینوس فی هر فاز جداگانه از یک کسینوس فی متر استفاده نمود. معمولاً در تابلوها از یک کسینوس فی متر استفاده می شود.



شکل (۲۳-۴)

کنتور سه فاز:

امروزه بدون استثناء برای اندازه گیری کار الکتریکی در جریان یک فاز و سه فاز از کنتور استفاده می شود. که بصورت کنتور اکتیو و راکتیو ساخته می شوند. کنتورهای اکتیو سه فاز را برای اندازه گیری کیلو وات ساعت مصرفی در شبکه های سه سیمه و چهار سیمه بکار می برند. اتصال کنتور سه فاز سه سیمه یا چهار سیمه به شبکه می تواند بطور مستقیم و یا توسط ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ باشد. نمره انداز کنتور که برای اتصال بدون واسطه به شبکه ساخته شده باشد، مستقیماً مقدار کیلووات ساعت مصرف کننده را نشان می دهد.

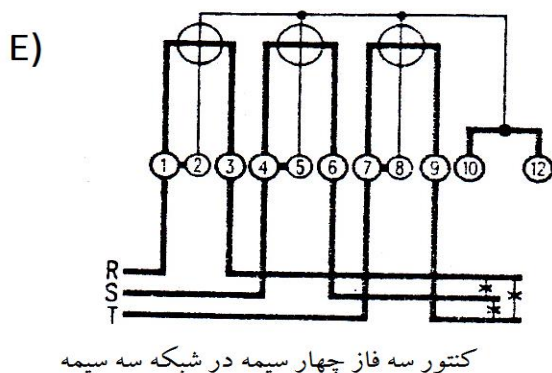
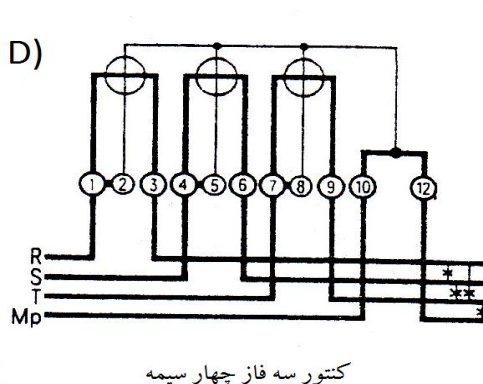
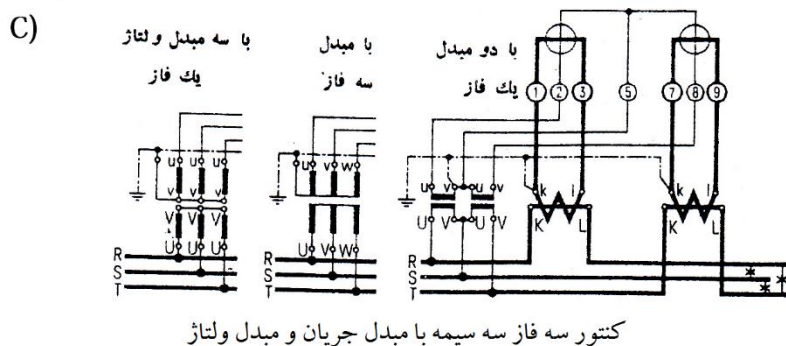
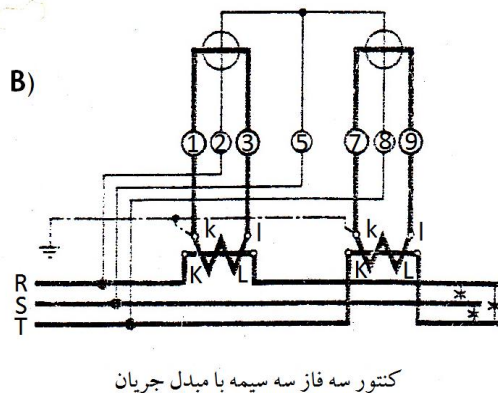
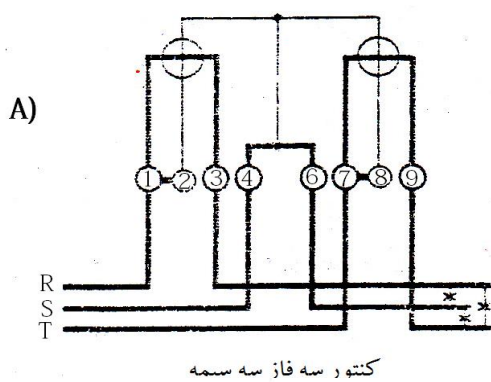
در مورد کنتورهایی که برای اتصال مستقیم ساخته شده ولی توسط ترانسفورماتورهای اندازه گیری در مدار بسته می شوند، باید مقدار خوانده شده توسط نمراتور را در ضریب تبدیل ترانسفورماتورها ضرب نمود تا کیلووات ساعت طرف پریمر (اولیه) مبدل های جریان و ولتاژ بدست آید. کنتورهایی نیز ساخته می شوند که باید با مبدل جریان و ولتاژ بکار روند. ولی احتیاجی به ضرب نمودن ضریب تبدیل ترانسفورماتورها، در مقدار خوانده شده توسط نمراتور نبوده و نمره انداز مستقیماً کیلووات ساعت طرف اولیه مبدلها را نشان می دهد.

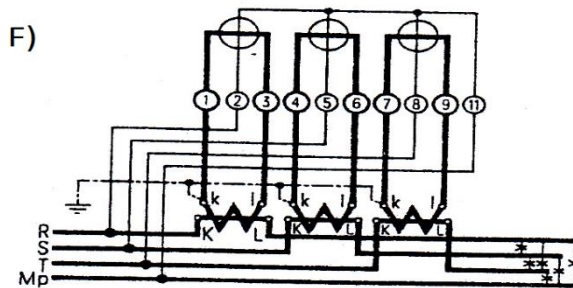
در کنتورهایی که برای ولتاژ زیاد و جریان کم ساخته شده اند، یعنی تنها مبدل ولتاژ در مدار آنها بکار رفته است، نیز نمره انداز مقدار واقعی طرف پریمر را نشان می دهد. در صورت استفاده از مبدل جریان برای چنین کنتوری باید نسبت تبدیل مبدل جریان را در مقدار خوانده شده توسط کنتور ضرب نمود. در موقع وصل کنتور باید به مشخصاتی که بر روی پلاک آن نوشته شده توجه کرد. شکل (۲۴-۴) پلاک مشخصات یک کنتور سه فاز با مبدل ولتاژ و جریان را نشان می دهد.

kwh-Drehstrom-Meßwandler-Zähler				5 A	
			1.5/6		
Nn 45 738 973			71		
3 X	$\frac{10\,000}{100/\sqrt{3}}$	V	$\frac{100}{5}$	A	50 Hz
1.875 U/kWh			Schlitz. 402		
				212	307

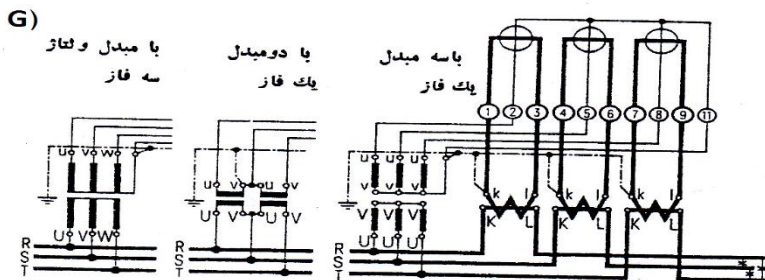
شکل (۲۴-۴)

نقشه اتصال کنتورهای سه فاز در موارد مختلف در شکل (۲۵-۴) نشان داده شده است.





کنتور سه فاز چهار سیمه با مبدل جریان



کنتور سه فاز در شبکه سه سیمه فشارقوی با مبدل جریان و ولتاژ

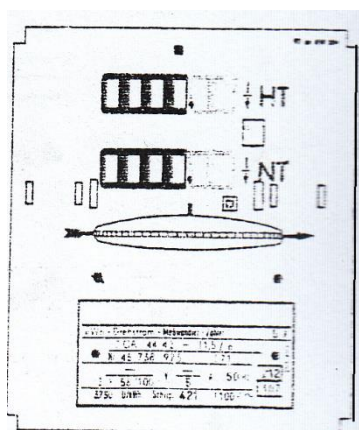
شکل (۲۵-۴)

کنتور دو تعرفه:

به علت یکنواخت نبودن مقدار مصرف برق در ساعات مختلف، کارخانه برق نیز باید برای تامین آن، همزمان با افزایش مصرف، مقدار تولید انرژی الکتریکی را بالا ببرد. به عنوان مثال مقدار مصرف در اوایل شب خیلی زیاد و در نیمه شب خیلی کم خواهد بود. لذا کارخانه برق در اوایل شب مجبور به اضافه کردن ژنراتور در مدار و در نیمه شب خارج کردن آن از مدار می باشد. این کار به نفع کارخانه برق نیست. برای پایین آوردن مقدار پیک مصرف در اوایل شب و تشویق مشتریان به تغییر زمان مصرف از ساعاتی

که کارخانه برق با پیک (ماکزیمم) کار می کند به ساعات کم مصرف دیگر قیمت مصرف برق در دو زمان ذکر شده متفاوت در نظر گرفته می شود، یعنی مصرف کننده هایی که به عنوان مثال در نیمه شب از کارخانه برق بار بکشند، پول کمتری را خواهند پرداخت. برای محاسبه مقدار کیلووات ساعت در دو زمان ذکر شده احتیاج به کنتوری است که دارای دو شماره انداز باشد و حرکت صفحه کنتور توسط چرخ دنده، در ساعت مناسب به یکی از شماره اندازها مرتبط گردد.

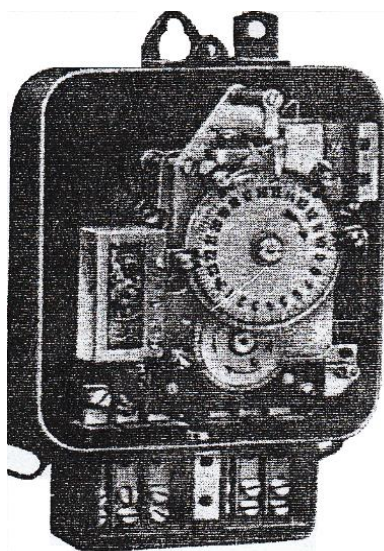
بدین منظور کنتورهای جریان متناوب یک فاز و سه فاز دو تعرفه ساخته می شوند. در این کنتورها گردش محور کنتور، بوسیله یک رله مغنتیسی به یکی از شماره اندازها منتقل شده و توسط یک زبانه نیز می توان از خارج کنتور تشخیص داد که کدام یک از نمره اندازها کار می کند. در شکل (۲۶-۴) صفحه یک کنتور با دو تعرفه دیده می شود.



شکل (۲۶-۴)

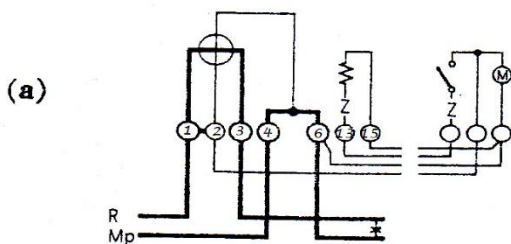
رله مغناطیسی داخل کنتور معمولاً توسط یک ساعت الکتریکی بصورت اتوماتیک فرمان می گیرد. این ساعت دارای دو صفحه ای است که به ۲۴ قسمت (۲۴ ساعت) تقسیم شده است. بر روی این صفحه دو زبانه وجود دارد که می توان آنها را در محل مناسب تنظیم و محکم نمود. این ساعت توسط یک موتور الکتریکی کوک شده و صفحه آن هر ۲۴ ساعت یکبار می چرخد.

با گردش صفحه یکی از زبانه ها در زمان تعیین شده کنتاکت های کلید داخل ساعت را قطع و یا وصل می کند. این کلید نیز مدار رله داخل کنتور را قطع و یا وصل نموده و نمره انداز کنتور تعویض می شود. در شکل (۲۷-۴) یک ساعت الکتریکی نشان داده شده است.

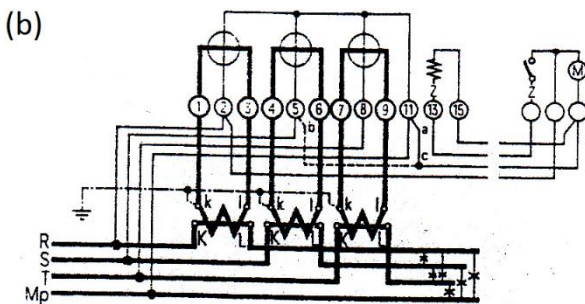


شکل (۲۷-۴)

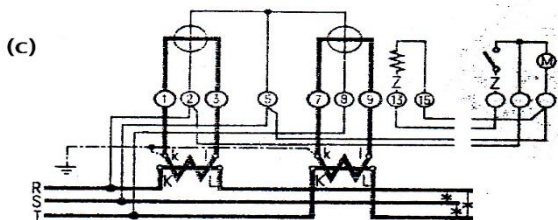
برای محل هایی که دارای چندین کنتور دو تعرفه بوده و بخواهیم همزمان نمره اندازه‌های آنها تغییر کنند می توان از یک ساعت استفاده نمود. در این صورت باید رله تمام کنتورها با یکدیگر موازی شوند. طریقه اتصال کنتور دو تعرفه با ساعت مطابق شکل (۲۸-۴) می باشد.



مدار کنتور یک فاز دو تعرفه با ساعت



مدار کنتور سه فاز چهار سیمه دو تعرفه با ساعت و مبدل جریان



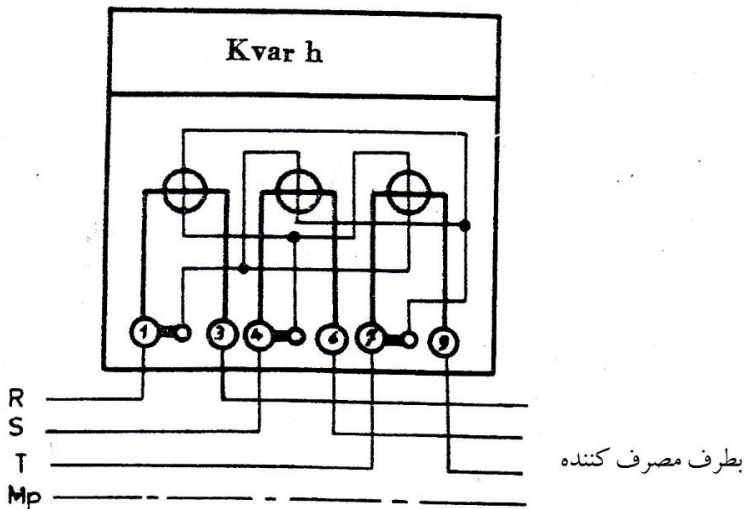
کنطور سه فاز سه سیمه دو تعرفه با ساعت و مبدل جریان

شكل (٢٨-٤)

کنتور سه فاز راکتیو:

در کارخانجات صنعتی برای اندازه گیری مصرف دواته ($K \text{ var h}$) از کنتور راکتیو استفاده می شود. ساختمان داخلی و طریقه عمل این کنتور درست مانند کنتور اکتیو می باشد. ولی در اینجا بایستی مدار اتصالات سیم پیچ های داخل کنتور طوری باشد که بین جریان سیم پیچ ولتاژ و سیم پیچ جریان ۹۰ درجه اختلاف فاز ایجاد شود تا مقدار مصرف راکتیو مدار نشان داده شود.

در کنتورهای سه فازه این عمل را کارخانه سازنده با تغییر سربندی داخل آن انجام می دهد. شکل (۲۹-۴) طریقه اتصال کنتور راکتیو سه فاز به شبکه را نشان می دهد.



شکل (۲۹-۴)

فصل پنجم



کابل و کابل کشی

تعریف کابل:

اصولاً هر نوع هادی که بتواند جریان برق را از داخل خود عبور داده و توسط موادی از محیط اطراف خود عایق شده باشد بطوری که ولتاژ روی سطح عایق نسبت به زمین برابر صفر و در روی سطح سیم یا هادی نسبت به زمین دارای ولتاژ فازی باشد کابل نامیده می شود.

عایق کردن کابل بدین جهت است که چون کابل در زیر زمین نصب می باشد باعث اتصال هادی به زمین نشده و ولتاژ روی بدنه عایق صفر می باشد.

در مورد سیم های هوایی ذکر کلمه ولتاژ در مورد مشخصات سیم ضروری نیست. ولی در مورد کابل های زمینی علاوه بر مشخصات فنی کابل شامل سطح مقطع و نوع عایق و جنس آن از نظر مقاومت های مکانیکی ، باید ولتاژ کابل نیز ذکر گردد. همچنین یک یا چند رشته بودن آن مشخص شود.

برای عایق کردن کابل های الکتریکی بسته به نوع مصرف، از مواد مختلفی استفاده می شود. که مهمترین آنها کاغذهای آغشته به روغن های مخصوص ، مواد پلاستیکی و P.V.C (پلی وینیل کلراید) و مواد مختلف دیگری می باشند که بعداً به آن اشاره خواهد شد. همچنین چون کابل های زمینی در معرض انواع فشارهای مکانیکی قرار می گیرند دارای

قسمت های محافظ مانند نوارهای فلزی بوده و برای جلوگیری از نفوذ آب به داخل کابل یک غلاف سربی در روی تمام نوارهای محافظ و عایق قرار داده و برای محافظت این غلاف نیز از لایه های قیر و گونی استفاده می شود.

ساختمان کابل:

کابل های فشارضعیف بسته به موارد استفاده آنها بصورتها و مشخصه های گوناگون ساخته می شوند. کابل هایی که در فشارضعیف حامل جریان زیادی نمی باشند دارای ساختمان ساده ای نسبت به کابل های با جریان زیاد می باشند و اغلب هادی آنها از جنس مس و عایق آنها بسته به موارد استفاده از جنس لاستیک و پلاستیک مخصوص (P.V.C) که بنام پروتودور معروف است. تشکیل شده است. استفاده از کابل های پروتودور دارای مزایای زیادی می باشند از قبیل کابل کشی با شعاع خمش کم، وزن کم و چون مواد مذاب روغنی ندارند در موقع تغییر ارتفاع ایجاد ناراحتی نمی کنند.

کابل های $U=0.6/1$ KV در موقع استفاده در داخل ساختمان احتیاج به قیف کابل ندارند، کابل پروتودور قابل اشتغال نیست و در صورت آتش سوزی باعث هدایت آتش نمی شود. در مقابل مواد شیمیایی پایداری و ثبات عمیقی دارد و در مقابل اثرات جوی پایدار است و روی آن کپک

نمی زند. حتی برای مناطق حاره نیز مناسب است به همین دلیل موارد استعمال آن امروزه در انتقال انرژی و تولید نیرو خیلی زیاد است. بطوری که در فشار ضعیف و در کارخانجات برق از کابل های NYY در مصارف داخلی و شبکه و در اندازه گیری و مراقبت و محافظت استفاده می شود. در شبکه های محلی و پست ترانسفورماتور به عنوان رساندن برق به منازل و در شبکه های روشنایی نیز از آن استفاده می شود. اکثر کابل های جریان زیاد دارای عایق کاغذ آغشته به روغن می باشند. برای فشارهای زیاد نیز ساخته می شوند. سیم های هادی کابلها از مس و یا از آلومینیوم ساخته می شوند. عایق کاغذی به صورت نوارهای نازک و باریکی عمود بر امتداد کابل روی سیمها پیچیده شده و سپس رطوبت آن گرفته شده و تحت حرارت ۱۱۰ تا ۱۲۰ درجه سانتیگراد در خلئ آغشته به روغن می شود. در این درجه حرارت نسبتاً زیاد روغن مخصوص کابل کاملاً رقیق و شل است و می تواند تمام منافذ و لابلای کاغذ و سوراخ های خالی را بپوشاند در نتیجه استقامت الکتریکی کاغذ را بالا ببرد. در درجه حرارت عادی، روغن کابل هنوز شل بوده و قابل حرکت در طول کابل می باشد، لذا کابل های معادن و مخصوص کوه و دره باید اولاً کم روغن باشند و در ثانی با روغنی آغشته شوند که در حرارت عادی سفت و غلیظ باشد. زیرا به خاطر اختلاف ارتفاع زیاد اگر روغن شل باشد در یک طرف کابل جمع شده و طرف

دیگر کابل که در بالا قرار دارد خشک شده و خاصیت عایقی خود را از دست می دهد.

جهت جلوگیری از ورود رطوبت به داخل عایق کابل، باید عایق کابل با یک غلاف فلزی پوشیده شود، به همین منظور انتهای کابل را با قیف کابل از هوای خارج عایق می کنند. جنس غلاف یا روپوش کابل که امروزه جهت حفاظت عایق بکار برده می شود از پوسته سرب یا آلومینیوم می باشد.

تهیه و نصب پوشش سرب کابل عملاً خیلی ساده تر از پوشش آلومینیومی می باشد، زیرا درجه حرارت ذوب سرب خیلی کمتر از آلومینیوم است و در ضمن کابل های با روپوش آلومینیومی قابلیت خمش کابل های سربی را ندارند ولی در عوض از کابل های با روپوش سربی خیلی سبکتر می باشند.

بجای روپوش سربی می توان از یک نوار فولادی نیز استفاده کرده بدین منظور از نوارهای فولادی به ضخامت $\frac{3}{16}$ تا $\frac{4}{16}$ میلیمتر استفاده می کنند. به این ترتیب که این نوارهای فولادی را بصورت لوله بر روی عایق کابل بطوری می پیچند که قطر داخلی آن بزرگتر از قطر خارجی عایق کابل باشد. بعد نوارهای فولادی که روی هم قرار می گیرند بوسیله جوش الکتریکی بهم وصل می شوند و بالاخره در این نوار فولادی شیار

مارپیچی بوجود می آورند بطوری که لوله بشکل لوله خرطومی در می آید و بدین وسیله می توان لوله فولادی را که قبلاً غیرقابل خمش بود خم کرد. کابل های با غلاف آلومینیومی و فولادی باید در مقابل زنگ زدگی و اکسید شدن محافظت شوند و حتی اگر از کابل با روپوش سربی در محل های خشک مثل لوله های بتونی و کانال بتونی و در داخل ساختمان استفاده شوند، نیز باید آنها را در مقابل زنگ زدگی حفاظت کرد.

روپوش کابل در نتیجه اثرات شیمیایی جریان هایی که از زمین عبور می کنند خراب می شود. از این جهت کابل های سربی معمولاً دارای یک روپوش از پارچه یا کنف اسفالتی نیز می باشند که بشکل نوار به ضخامت های مختلف روی سرب پیچیده شده است. در صورتی که بخواهیم کابل در مقابل ضربه های مکانیکی و فشار نیز حفاظت گردد باید زیر روپوش پارچه ای و اسفالتی و یا قیراندود دو دور نوار فولادی پیچیده شود. کابل هایی که تا بحال شرح داده شد معمولاً برای داخل ساختمان به کار برده می شوند، ولی در صورتی که بخواهیم کابلی را در زیر زمین بخواهیم باید جهت حفاظت نوارهای فولادی دور آن را با پارچه یا کنف قیراندود بپوشانیم. کابل هایی که تحت کشش زیاد قرار می گیرند (کابل های معادن و رودخانه) دارای یک حفاظ فلزی از سیم های گرد یا

تخت و یا پروفیل می باشند که باعث حفاظت کابل در مقابل خطرات و حوادث خارجی نیز می شوند.

کابل های با روپوش آلومینیومی دارای محافظ در مقابل اکسیداسیون نمی باشند و به همین جهت بر روی غلاف آلومینیومی روپوشی از پارچه اسفالت و نوارهای کنفی و لاستیک و یا مواد عایق مصنوعی دیگری بطور متناوب استفاده می شود.

امروزه جهت حفاظت در مقابل سائیدگی سطح خارجی کابل از عایق پلاستیکی استفاده می شود که با پیستوله های مخصوص بر روی غلاف سربی یا آلومینیومی پاشیده می شود. کابلها با عایق کاغذی برحسب فشار الکتریکی که باید تحمل کنند در انواع مختلف ساخته می شوند.

کابل هایی که منحصرأ دارای یک غلاف سربی مشترک برای تمام رشته های سیم کابل می باشند، بنام کابل کمربندی معروف شده اند. این گونه کابلها فقط برای فشار تا ۲۰ کیلوولت مورد استفاده قرار می گیرند.

در این کابلها سه رشته یا چهار رشته سیم عایق شده را مانند ریسمان بهم می تابند و سپس روی آنها را با نوار کاغذی مثل کمربند می پیچند.

مقطع نرم سیمها و کابل های کمربندی بین ۱/۵ تا ۱۰۰۰ میلیمتر مربع عبارتند از: ۱۲۰-۹۵-۷۰-۵۰-۳۵-۲۵-۱۶-۱۰-۶-۴-۲/۵-۱/۵-۱۰۰۰-

۸۰۰-۶۲۵-۵۰۰-۴۰۰-۳۰۰-۲۴۰-۱۸۵-۱۵۰ از کابل های کمربندی

جهت تغذیه شهری با فشار ۲۲۰/۳۸۰ ولت نیز استفاده می شود. وسیم های فاز معمولاً بصورت سکتور (مثلثی) و سیم نول (Mp) با مقطع دایره ای ساخته می شود.

کابل های کمربندی بخاطر شدت حوزه میدان مغناطیسی از نظر عایقی دارای استقامت کافی نمی باشند، لذا امروزه در صنعت برای فشارهای بالا از کابل های تک سیمه که بر روی هر کدام به تنهایی غلاف سربی مخصوص پیچیده شده استفاده می شود. ضمناً کار با این کابلها ساده تر از کابل های کمربندی انجام می گیرد.

استعداد باردهی کابل های سه غلافه بیشتر از کابل های کمربندی می باشد. مهمترین مشخصات کابلها عبارت است از فشار الکتریکی نرمال آن که بستگی به ضخامت عایق دو سیم دارد و ماکزیمم جریانی که می توان از آن عبور داد. (این جریان بستگی به سطح مقطع سیم دارد). ضخامت کاغذ عایق در سیم بستگی به استقامت الکتریکی کاغذ (خاصیت عایقی کاغذ) دارد و چون شدت حوزه در اطراف سیم از همه جا قوی تر و شدیدتر است، لذا در کابل های متداول، کابلها را طوری می سازند که شدت حوزه در اطراف حداکثر $\frac{KV}{mm}$ (۵-۲) باشد. مقدار جریان مجاز سیم علاوه بر مقطع سیم بستگی به فشار الکتریکی نیز دارد. به

همین جهت برای یک جریان مجاز بخصوص هرچه ولتاژ زیاد می شود سطح مقطع کابل نیز زیاد می شود.

درجه حرارت مجاز برای کابل های فشار ضعیف (KV ۶-۱) در حدود ۶۵ درجه سانتیگراد می باشد. کابل های انتقال انرژی از نظر عایق بندی و حفاظت به ۴ دسته تقسیم می شوند.

- ۱- کابل های فشار ضعیف قدرت عایق نمودن تا ۱۰۰۰ ولت.
- ۲- کابل های فشار متوسط قدرت عایق نمودن از ۳۳۰۰ تا ۴۵۰۰۰ ولت.
- ۳- کابل های فشار قوی قدرت عایق نمودن از ۶۰ تا ۹۰ کیلوولت.
- ۴- کابل های فشار خیلی قوی قدرت عایق نمودن از ۱۱۰ تا ۳۸۰ کیلوولت.

عایق یک کابل باید علاوه بر قدرت عایق نمودن، در مقابل حرارت حاصل از عبور جریان تا مقدار مجاز در کابل مقاومت کرده و مقدار حرارت را به نحو شایسته ای به خارج منتقل نماید و ضمناً این عایق باید ضربه های حاصل از قطع جریان را تحمل نماید.

مواد عایق و ساختمان کابل:

برای عایق کردن یک کابل از مواد مختلفی در ولتاژهای مختلف استفاده می شود، این مواد عبارتند از: مواد کائوچویی مخلوط با گوگرد، برای ولتاژهای تا ۷۵۰ ولت و برای کابل های تلفن و کابل هایی که برای مدارهای فرمان از دور بکار می رود.

مواد ترمو پلاستیک و سنتیک مانند، کلروپلی وینیل، پلی اتیلن و پلی وینیل کلرورید.

ماده اخیر که با علامت اختصاری P.V.C در صنعت و تجارت معروف است، از همه مهمتر بوده و دارای خواص بهتر می باشد. مهمترین خواص آن در زیر خلاصه شده است. قابلیت هدایت حرارت 3×10^{-3} تا 4×10^{-3} کالری بر سانتیمتر مربع. ماکزیمم درجه حرارت ۷۰ درجه سانتیگراد و در هر صورت نباید آنرا در درجات حرارت پایین تر از ۵- درجه سانتیگراد بکار برد، این نوع عایقها برحسب نوع تا حدود فشارهای ۲۰ کیلوولت بکار می رود. قطر عایق با ازدیاد ولتاژ زیاد می گردد.

مواد روغنی که به دو صورت بکار می رود:

- ۱- کابلها با عایق کاغذ روغنی که در آنها روغن سبب تسهیل عملیات انتقال حرارت از سطح سیم هادی به سطح کابل می گردد.

۲- کابل هایی که در آن روغن تحت فشار دارای جریان می باشد، کابل های با مواد عایق روغنی تا ولتاژهای ۶۳ کیلو ولت ساخته می شوند.

کابلها از نقطه نظر جنس سیم های هادی جریان به دو دسته مسی و آلومینیومی تقسیم می گردند. بعلاوه از نظر نوع سطح مقطع و شکل آن و همچنین تک رشته یا چند رشته بودن هادی نیز به دسته های مختلفی تقسیم می گردند.

سطح مقطع هادی ممکن است بشکل گرد باشد که آنرا با حرف r مشخص می نمایند و یا بصورت سکتور (مثلی) بوده که آنرا با حرف s مشخص می کنند.

یک رشته یا چند رشته بودن هادیها را به ترتیب با حروف e و m مشخص می نمایند.

بنابراین اگر در مشخصات یک کابل ذکر گردد از نوع re می باشد، می توان استنباط کرد که هادی کابل با مقطع گرد و تک رشته می باشد در صورتی که با علامت sm مشخص شود، می توان فهمید که هادی کابل با مقطع سکتور و چند رشته می باشد.



از نقطه نظر ساختمان، کابل را بصورت یک سیمه و یا چند سیمه می سازند. کابل های یک سیمه کابل هایی هستند که یک سیم هادی جریان بطور مستقل عایق بندی شده است. ولی کابل های چند سیمه کابل هایی هستند که علاوه بر آنکه هر یک از هادی ها بطور مستقل عایق بندی شده اند، همگی آنها در یک غلاف عایق دیگر قرار داشته تشکیل یک کابل چند سیمه را می دهند. تعداد سیمها بستگی به کاربرد کابل دارد. در صنعت کابل سازی به علت های مختلف از جمله استحکام و کم کردن خاصیت خازنی کابل آنها بصورت مارپیچ می سازند. یعنی اگر سیم یک هادی چند رشته باشد این رشته ها بهم تاب خورده اند و در مورد

کابل های چند سیمه نیز سیم های یک کابل بصورت مارپیچ ساخته می شود.

کابلها از نقطه نظر کاربرد به دو صورت مختلف ساخته می شوند:

۱- کابل های مسلح.

۲- کابل های غیرمسلح.

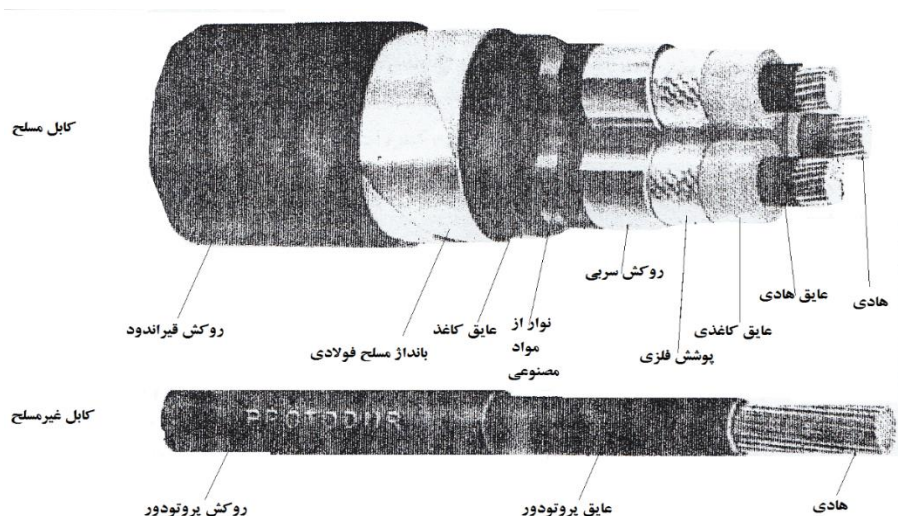
کابل های مسلح کابل هایی هستند که برای تحمل ضربه ها و فشار و همچنین نفوذ رطوبت و سایر عوامل دارای نوارهایی از فولاد و غلاف های سربی می باشند.

ولی کابل های غیرمسلح فاقد این نوع ساختمان بوده و فقط از نقطه نظر الکتریکی عایق شده اند.

برای مشخص شدن کابلها، در روی قرقره کابل و یا در بعضی موارد روی بدنه کابل، حروفی که مشخص کننده نوع غلافها و عایق های بکار رفته می باشند نوشته می شود. این حروف بر حسب استانداردهای V.D.E به قرار زیر می باشد:

N	کابل های نرم شده بر اساس استاندارد V.D.E
B	کابل مسلح با نوار فلزی (باناژ فولادی)
F	کابل مسلح با سیم تخت
R	کابل مسلح با سیم گرد
Z	کابل مسلح با سیم پروفیلی
Gb	حفاظ فولادی نواری شکل
C	سیم نقطه وسط با حفاظ (نول)
Y	علامت عایق پروتودور (اولین Y در ردیف حروف)
G	سیم تخت فولادی
G	عایق لاستیکی برای هر رشته
CW	سیم مسی متحدالمرکز با نوار مسی مارپیچی
Y	روپوش پروتودور (دومین Y در ردیف حروف)
K	غلاف سربی
A	غلاف خارجی دوبل
A	نوع هادی از جنس آلومینیوم
E	کابل سه غلاف سربی
H	کابل H
T	سیم تحمل کننده (در کابل های هوایی)

شکل زیر ساختمان کابل مسلح و غیرمسلح را نشان می دهد:



منظور از کابل H آن است که هر یک از رشته های هادی که عایق شده اند توسط کاغذ آلوده به گرافیت یا کاغذ متالیزه روکش شده اند و سپس همگی آنها در یک غلاف سربی قرار دارند.

برای مشخص شدن یک کابل علاوه بر حروف بالا باید تعداد رشته ها و مقطع هر یک و نوع مقطع نیز مشخص شود. منظور از مقطع کابل سطح مقطع آن بر حسب میلیمترمربع می باشد. در کابل های فشارضعیف، عایق رشته های کابل با رنگ های متفاوت مشخص می شود ولی در کابل های فشارقوی باید در موقع اتصال دقت شود، چون رنگ تمام رشته ها یکسان است. رنگ های متداول در کابل های فشارضعیف در جدول زیر مشخص

شده است. در مورد کابل های فشار ضعیف سیم آبی همیشه بجای سیم خنثی و سیم (زرد و سبز) برای محافظت بکار می رود. در صورتی که در کابل فقط یک رشته سیم رنگی وجود داشته باشد آن رشته را برای سیم خنثی (Mp) انتخاب می نمایند.

تعداد سیم های کابل	رنگ های جدید برای سیم کابلها باسیم محافظ	رنگ های جدید برای سیم کابلها بدون سیم محافظ	رنگ قدیم برای سیم کابلها
۲سیمه	-	مشکی، آبی	مشکی، خاکستری
۳سیمه	سبز و زرد، قهوه ای، آبی	مشکی، آبی، قهوه ای	مشکی، خاکستری، قرمز
۴سیمه	سبز و زرد، مشکی، قهوه ای، آبی	مشکی، آبی، قهوه ای، مشکی	مشکی، خاکستری، آبی، قرمز
۵سیمه	سبز و زرد، مشکی، قهوه ای، آبی، مشکی	مشکی، آبی، قهوه ای، مشکی، مشکی	مشکی، خاکستری، قرمز، آبی، مشکی
۶سیمه و بیشتر	سبز و زرد و بقیه مشکی با شماره حک شده	تمام سیمها مشکی و روی آنها بترتیب از ۱ شماره خورده	-

مثال ۱: کابل $\text{KV } 0.6/1 \text{ re } 4 \times 4 \text{ NYF}$ یعنی کابل زمینی نرمال چهارسیمه با مقطع گرد تک رشته به مقطع چهار میلیمترمربع با روپوش و عایق پروتودور و برای فشار $0.6/1$ کیلوولت بین سیم فاز و زمین و یک کیلوولت بین دو فاز.

موارد استعمال آن جهت کابل های نرمال و انتقال انرژی در سطح زمین و مکان های مرطوب و نمناک در صورتی که هیچ گونه فشار مکانیکی به آن وارد نیاید می باشد. در ضمن در هوای آزاد و در کانال کابل و در ساختمان، کابل NYF مناسب است. زیرا کابل پروتودور مزبور غیرقابل شعله ور شدن است و در مقابل اثرات جوی پایدار است.

مثال ۲: کابل $\text{KV } 0.6/1 \text{ se } 4 \times 50 \text{ NAYF}$ یعنی کابل زمینی نرمال با سیم آلومینیومی چهار سیمه مقطع سکتور (مثلی) تک رشته به مقطع 50 میلیمترمربع برای ولتاژ $0.6/1$ کیلوولت بین سیم فاز و زمین و یک کیلوولت بین دو فاز با عایق روپوش پروتودور. موارد استعمال آن مثل کابل NYF می باشد.

مثال ۳: کابل $\text{KV } 3.6/6 \text{ sm } 3 \times 50 \text{ NYFGbY}$ یعنی کابل نرمال پروتودور سه سیمه با مقطع بشکل سکتور و سطح مقطع 50 میلیمترمربع چند رشته و حفاظت کابل با نوارهای تخت که جنس نوارهای تخت فولادی می باشد. و حفاظت این نوارها بوسیله بانداژ تخت فولادی در

جهت عکس پیچش نوارهای تخت پیچیده شده است، سیم فولادی (F) معمولاً قلع اندود شده است.

موارد استعمال آن در محل های نامناسب است. این کابل در صورتی که یک سیمه باشد در جریان دائم و چند سیمه آن در جریان دائم و متناوب بکار برده می شود و در محل هایی بکار برده می شود که در موقع مونتاژ یا کار روی آن نیروی کششی زیادی به آن وارد شود. از این کابلها می توان در زمین-آب-هوای آزاد-کانال و داخل ساختمان استفاده کرد.

مثال ۴: کابل $KT\bar{Y} 4 \times 4 re \ 0.6/1 \ KV$ یعنی کابل پروتودور با سیم تحمل کننده و روپوش پروتودور، چهار سیمه گرد به مقطع چهار میلیمتر مربع، یک رشته برای فشار 0.6 بین سیم فاز و زمین و یک کیلوولت بین دو سیم فاز، بدون محافظ فلزی.

مثال ۵: کابل $NKBA \ 3 \times 35 \ sm \ 6/10 \ KV$ برای ولتاژ $10 \ KV$ با غلاف سربی، پوشش حفاظتی داخلی، نوار حفاظتی فولادی، و غلاف خارجی پروتودور به رنگ مشکی و برای ولتاژهای بالاتر به رنگ قرمز می باشد. در ولتاژ پایین برای نصب داخل ساختمانها و در کانال هایی که حفاظتی در برابر آتش سوزی و سائیدگی لازم دارند بکار برده می شوند. همچنین برای دفن کردن داخل زمین که در آن مواد شیمیایی یا الکترولیتی وجود دارد مورد استفاده قرار می گیرد.

مثال ۶: کابل $0.6/1 \text{ KV}$ $3 \times 50 \text{ sm}$ NYCWY کابل با مقطع سکتور برای ولتاژ 0.6 KV بین فاز و زمین و یک کیلوولت بین دو فاز دارای غلاف مثلی شکل روی سیمها، سیم متحدالمرکز و روکش خارجی، از جنس پروتودور می باشد.

موارد استعمال آن در شبکه های شهری (محلی) که امکانصدمات مکانیکی وجود دارد، می باشد. سیم متحدالمرکز می تواند بعنوان سیم نول و یا سیم حفاظت استفاده شود. همان طور که قبلاً نیز ذکر شد، شدت جریان مجاز هر کابل مقدار معینی بوده و از مشخصات اصلی کابل بشمار می رود. مقدار مجاز جریان بستگی به سطح مقطع سیم های کابل دارد. و عامل محدود کننده آن حرارت ناشی از عبور جریان در داخل کابل می باشد. چون عایق هر کابل تا حد معینی از درجه حرارت را می تواند تحمل نماید و ازدیاد درجه حرارت کابل از حد مجاز، سبب از بین رفتن عایق و کم شدن عمر کابل می گردد. برای هر نوع از کابلها جداول مخصوص که مشخص کننده شدت جریان مجاز در آن کابل می باشد، موجود است.

شدت جریان مزبور برای یک درجه حرارت معینی محاسبه شده و در جداول ذکر می شود. باید توجه داشت که مقدار مجاز جریان کابل با درجه حرارت محیط و محل (زمین یا هوا) و طریقه قرار گرفتن کابل نیز بستگی دارد. هرچه هوای محیط سردتر باشد، قابلیت جذب مقدار بیشتری از

حرارت تولید شده در کابل را داشته و عمل انتقال حرارت توسط عایق بهتر انجام می گیرد. به عنوان مثال در جدول زیر جریان مجاز یک کابل کمربندی (مثلاً NKBA) برای ۰/۶/۱ کیلوولت سه یا چهارسیمه برای درجه حرارت های مختلف در زمین داده شده است.

سیم مسی	درجه حرارت محیط (در زمین)		
	۱۵°C	۲۰°C	۴۵°C
سطح مقطع mm^2	جریان مجاز به A		
۱/۵	۲۷	۲۶	۲۰
۲/۵	۳۷	۳۵	۲۶
۴	۴۹	۴۷	۳۵
۶	۶۲	۵۹	۴۴
۱۰	۸۳	۸۰	۶۰
۱۶	۱۰۹	۱۰۵	۷۸
۲۵	۱۴۱	۱۳۵	۱۰۰

در مورد کابل های فشارضعیف و فشارقوی وقتی که مقطع ها زیاد می گردد از کابل های تک سیمه استفاده می شود، زیرا مثلاً ساختمان یک کابل سه سیمه ۳۰۰ میلیمترمربع از نظر قطر خارجی و پیچش در سر زوایا ایجاد اشکال می نماید. از عواملی که در طول عمر کابل موثر می باشد شرایط بکار بردن آن است. باید در هنگام خواباندن کابل در زمین کلیه شرایط و دستورات ایمنی را رعایت نمود. و بعلاوه دقت نمود که شعاع گردش کابل نباید از ۱۵ برابر قطر خارجی کابل کمتر باشد و درجه حرارت نیز در موقع کابل کشی از ۵ درجه سانتیگراد بالای صفر کمتر نباشد.

جریان مجاز کابل های فشارقوی NYY و NKBA و NAKBA ۰/۶/۱ کیلوولت

مس				سطح مقطع	آلومینیوم			
۱ سیمه	۲ سیمه	۳ سیمه	۴ سیمه		۱ سیمه	۲ سیمه	۳ سیمه	۴ سیمه
۳۵	۳۰	۲۵	۲۵	۱/۵	—	—	—	—
۵۰	۴۰	۳۵	۳۵	۲/۵	—	۳۰	۲۵	۲۵
۶۵	۵۰	۴۵	۴۵	۴	۵۰	۴۰	۳۵	۳۵
۸۵	۶۵	۶۰	۶۰	۶	۷۰	۵۰	۴۵	۴۵
۱۱۰	۹۰	۸۰	۸۰	۱۰	۹۰	۷۰	۶۵	۶۵
۱۵۵	۱۲۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۶	۱۲۵	۹۵	۹۰	۹۰
۲۰۰	۱۵۵	۱۳۵	۱۳۵	۲۵	۱۶۰	۱۲۵	۱۱۰	۱۱۰
۲۵۰	۱۸۵	۱۶۵	۱۶۵	۳۵	۲۰۰	۱۵۰	۱۳۰	۱۳۰
۳۱۰	۲۳۵	۲۰۰	۲۰۰	۵۰	۲۵۰	۱۹۰	۱۶۰	۱۶۰
۳۸۰	۲۸۰	۲۴۵	۲۴۵	۷۰	۳۰۵	۲۲۵	۱۹۵	۱۹۵
۴۶۰	۳۳۵	۲۹۵	۲۹۵	۹۵	۳۷۰	۲۷۰	۲۳۵	۲۳۵
۵۳۵	۳۸۰	۳۴۰	۳۴۰	۱۲۰	۴۳۰	۳۰۵	۲۷۰	۲۷۰
۶۱۰	۴۳۵	۳۹۰	۳۹۰	۱۵۰	۴۹۰	۳۵۰	۳۱۰	۳۱۰
۶۸۵	۴۹۰	۴۴۵	۴۴۵	۱۸۵	۵۵۰	۳۹۰	۳۵۵	۳۵۵
۸۰۰	۵۷۰	۵۱۵	۵۱۵	۲۴۰	۶۴۰	۴۵۵	۴۱۰	۴۱۰
۹۱۰	۶۴۰	۵۹۰	۵۹۰	۳۰۰	۷۳۰	۵۱۰	۴۷۰	۴۷۰
۴۵ درجه				از دیاد درجه حرارت	۴۵ درجه			

جریان مجاز کابل های فشارقوی ازدیاد درجه حرارت NKBA و NAKBA از

۱/۷/۳ تا ۱۱/۵/۲۰ کیلوولت

مس					mm^2	آلومینیوم				
۳Kv	۶kv	۱۰Kv	۱۵Kv	۲۰Kv	سطح مقطع	۳Kv	۶kv	۱۰Kv	۱۵Kv	۲۰Kv
۶۰	۵۵	—	—	—	۳×۶	۵۰	۴۵	—	—	—
۸۰	۷۵	۶۵	—	—	۳×۱۰	۶۵	۶۰	۵۰	—	—
۱۰۵	۱۰۰	۸۵	۸۰	—	۳×۱۶	۸۵	۸۰	۷۰	۶۵	—
۱۳۵	۱۳۰	۱۱۰	۱۰۵	۱۰۵	۳×۲۵	۱۱۰	۱۰۵	۹۰	۸۵	۸۵
۱۶۵	۱۶۰	۱۳۵	۱۳۰	۱۲۵	۳×۳۵	۱۳۰	۱۳۰	۱۱۰	۱۰۵	۱۰۰
۲۰۰	۱۹۵	۱۶۵	۱۵۵	۱۵۰	۳×۵۰	۱۶۰	۱۵۵	۱۳۰	۱۲۵	۱۲۰
۲۴۵	۲۳۵	۲۰۰	۱۹۵	۱۸۵	۳×۷۰	۱۹۵	۱۹۰	۱۶۰	۱۵۵	۱۵۰
۲۹۰	۲۸۰	۲۴۰	۲۳۰	۲۲۵	۳×۹۵	۲۳۰	۲۲۵	۱۹۰	۱۸۵	۱۸۰
۳۳۵	۳۲۵	۲۸۰	۲۶۵	۲۶۰	۳×۱۲۰	۲۷۰	۲۶۰	۲۲۵	۲۱۵	۲۱۰
۳۸۰	۳۷۰	۳۲۰	۳۰۵	۳۰۰	۳×۱۵۰	۳۰۵	۲۹۵	۲۵۵	۲۴۵	۲۴۰
۴۳۵	۴۲۰	۳۶۰	۳۵۰	۳۴۰	۳×۱۸۵	۳۵۰	۳۳۵	۲۹۰	۲۸۰	۲۷۰
۵۰۵	۴۹۰	۴۲۰	۴۱۰	۴۰۰	۳×۲۴۰	۴۰۵	۳۹۰	۳۴۰	۳۳۰	۳۲۰
۴۵ درجه		۳۵ درجه			ازدیاد درجه حرارت	۴۵ درجه		۳۵ درجه		

تغییر جریان مجاز کابل های فشارقوی به درصد(%)

در اثر چگونگی قرار گرفتن کابلها و محل و تعداد آنها							
قرار دادن در	تعداد کابل ها						
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	
زمین	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۵	۷۰	۶۵	
هوا با فاصله به اندازه قطر کابل	۸۰	۷۷	۷۵	۷۲	۷۰	۷۰	
بدون فاصله	۸۰	۷۰	۶۵	۶۲	۶۰	۶۰	
در اثر تغییر حرارت محیط							
درجه حرارت به سانتی گراد							
ولتاژ نامی کابل KV	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵
۶ تا ۱۰	۱۱۵	۱۱۰	۱۰۵	۱۰۰	۹۴	۸۸	۸۲
۲۰ تا ۱۰	۱۲۰	۱۱۳	۱۰۷	۱۰۰	۹۳	۸۵	۷۶
۶۰ تا ۳۰	۱۲۶	۱۱۸	۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۷۸	۶۳

اندازه قطر خارجی و وزن کابل NKBA-۱/۶/۰ کیلوولت

قطر خارجی-میلیمتر				سطح مقطع mm^2	وزن کابل kg/km			
۱سیمه	۲سیمه	۳سیمه	۴سیمه		۱سیمه	۲سیمه	۳سیمه	۴سیمه
۱۵	۱۹	۲۰	۲۰	۱/۵	۶۴۰	۷۹۰	۸۴۰	۹۶۰
۱۵	۲۰	۲۰	۲۱	۲/۵	۶۸۰	۸۷۰	۹۴۰	۱۰۸۰
۱۷	۲۰	۲۱	۲۲	۴	۷۶۰	۹۸۰	۱۱۱۰	۱۲۴۰
۱۸	۲۱	۲۲	۲۳	۶	۸۲۰	۱۱۴۰	۱۲۶۰	۱۴۱۰
۱۸	۲۳	۲۴	۲۵	۱۰	۹۳۰	۱۳۵۰	۱۵۱۰	۱۷۲۰
۱۹	۲۵	۲۶	۲۷	۱۶	۱۰۶۰	۱۶۲۰	۱۸۴۰	۲۲۰۰
۲۱	۲۵	۲۸	۳۱	۲۵	۱۲۴۰	۱۸۵۰	۲۴۱۰	۲۸۶۰
۲۲	۲۷	۳۱	۳۴	۳۵	۱۴۳۰	۲۲۷۰	۲۹۱۰	۳۶۰۰
۲۴	۳۰	۳۳	۳۶	۵۰	۱۷۰۰	۲۷۴۰	۳۶۰۰	۴۴۵۰
۲۶	۳۱	۳۶	۳۹	۷۰	۲۰۲۰	۳۳۰۰	۴۴۵۰	۵۶۰۰
۲۷	۳۴	۳۹	۴۵	۹۵	۲۴۶۰	۴۱۰۰	۵۶۰۰	۷۵۰۰
۲۹	۳۷	۴۳	۴۹	۱۲۰	۲۸۳۰	۴۸۵۰	۶۹۵۰	۸۸۰۰
۳۱	۴۲	۴۷	۵۳	۱۵۰	۳۳۰۰	۶۲۰۰	۸۴۰۰	۱۰۸۰۰
۳۳	۴۴	۵۱	۵۷	۱۸۵	۳۹۰۰	۷۳۰۰	۹۹۰۰	۱۲۷۵۰
۳۶	۴۸	۵۶	—	۲۴۰	۴۷۰۰	۸۷۵۰	۱۲۵۰۰	—
۳۹	۵۲	۶۱	—	۳۰۰	۵۶۵۰	۱۰۷۰۰	۱۵۱۵۰	—

اندازه قطر خارجی و وزن کابل NKBA ۱/۷/۳ کیلوولت تا

۱۱/۵/۲۰ کیلوولت

قطر خارجی - میلیمتر					سطح مقطع	وزن کابل Kg/Km				
۳Kv	۶Kv	۱۰Kv	۱۵Kv	۲۰Kv		۳Kv	۶Kv	۱۰Kv	۱۵Kv	۲۰Kv
۲۵	۳۰	-	-	-	۳×۶	۱۵۷۰	۲۱۴۰	-	-	-
۲۷	۳۲	۳۵	-	-	۳×۱۰	۱۹۰۰	۲۴۲۰	۲۸۵۰	-	-
۲۹	۳۴	۳۶	۴۶	-	۳×۱۶	۲۲۵۰	۲۸۹۰	۳۲۰۰	۴۹۵۰	-
۳۱	۳۶	۴۳	۵۱	۵۷/۵	۳×۲۵	۲۶۶۰	۳۳۰۰	۴۴۵۰	۶۰۰۰	۷۲۰۰
۳۳	۳۸	۴۳	۵۳	۶۰	۳×۳۵	۳۳۰۰	۳۹۵۰	۴۷۰۰	۶۳۰۰	۸۰۴۰
۳۵	۴۲	۴۵	۵۷	۶۳/۵	۳×۵۰	۳۹۰۰	۴۹۵۰	۵۵۰۰	۷۹۵۰	۹۲۵۰
۳۸	۴۵	۴۷	۶۱	۶۷/۵	۳×۷۰	۴۸۵۰	۶۰۵۰	۶۴۵۰	۹۴۵۰	۱۰۸۴۰
۴۳	۴۸	۵۱	۶۵	۷۲/۵	۳×۹۵	۶۳۰۰	۷۱۵۰	۷۷۵۰	۱۱۰۰۰	۱۳۰۲۰
۴۶	۵۱	۵۴	۷۱	۷۶	۳×۱۲۰	۷۴۵۰	۸۳۵۰	۹۰۰۰	۱۳۴۰۰	۱۴۶۰۰
۴۹	۵۴	۵۷	۷۵	۸۰	۳×۱۵۰	۸۶۵۰	۹۷۵۰	۱۰۴۵۰	۱۵۲۰۰	۱۶۶۸۰
۵۲	۵۷	۶۰	۷۹	۸۳/۵	۳×۱۸۵	۱۰۳۵۰	۱۱۸۵۰	۱۲۱۰۰	۱۷۴۰۰	۱۸۷۰۰
۵۷	۶۲	۶۵	۸۵	۹۰	۳×۲۴۰	۱۲۷۵۰	۱۳۹۰۰	۱۴۷۰۰	۲۰۶۰۰	۲۲۳۶۰

اندازه قطر خارجی و وزن کابل NAKBA ۰/۶/۱ کیلوولت

قطر خارجی - میلیمتر				سطح مقطع mm^2	وزن کابل kg/km			
۱ سیمه	۲ سیمه	۳ سیمه	۴ سیمه		۱ سیمه	۲ سیمه	۳ سیمه	۴ سیمه
۱۵	۱۹	۲۰	۲۰	۱/۵	۶۳۰	۹۲۰	۹۳۵	۹۲۰
۱۵	۲۰	۲۰	۲۱	۲/۵	۶۶۵	۹۷۰	۹۸۰	۱۰۲۰
۱۷	۲۰	۲۱	۲۲	۴	۷۳۵	۱۰۰۰	۱۰۳۵	۱۱۴۰
۱۸	۲۱	۲۲	۲۳	۶	۷۸۰	۱۰۶۰	۱۱۴۰	۱۲۵۰
۱۸	۲۳	۲۴	۲۵	۱۰	۸۷۰	۱۲۳۰	۱۳۳۰	۱۴۸۰
۱۹	۲۵	۲۶	۲۷	۱۶	۹۶۰	۱۴۲۰	۱۵۴۰	۱۸۰۰
۲۱	۲۵	۲۸	۳۱	۲۵	۱۰۹۰	۱۵۵۰	۱۹۶۰	۲۲۶۰
۲۲	۲۷	۳۱	۳۴	۳۵	۱۲۱۰	۱۸۳۰	۲۲۵۰	۲۷۲۰
۲۴	۳۰	۳۳	۳۶	۵۰	۱۳۹۰	۲۱۲۰	۲۶۷۰	۳۲۱۰
۲۶	۳۱	۳۶	۳۹	۷۰	۱۵۹۰	۲۴۴۰	۳۱۶۰	۳۸۸۰
۲۷	۳۴	۳۹	۴۵	۹۵	۱۸۷۰	۲۹۲۰	۳۸۳۰	۵۱۴۰
۲۹	۳۷	۴۳	۴۹	۱۲۰	۲۰۹۰	۳۳۷۰	۴۷۳۰	۵۸۴۰
۳۱	۴۲	۴۷	۵۳	۱۵۰	۲۳۷۰	۴۳۴۰	۵۶۱۰	۷۰۸۰
۳۳	۴۴	۵۱	۵۷	۱۸۵	۲۷۵۰	۵۰۰۰	۶۴۵۰	۸۱۵۰
۳۶	۴۸	۵۶	—	۲۴۰	۳۲۰۰	۵۷۵۰	۸۰۰۰	—
۳۹	۵۲	۶۱	—	۳۰۰	۳۷۹۰	۶۹۸۰	۹۵۷۰	—

اندازه قطر خارجي و وزن کابل NAKBA ۱/۷/۳ کیلوولت تا

۱۱/۵/۲۰ کیلوولت

قطر خارجي - ميليمتر					سطح	وزن کابل kg/km				
۳Kv	۶Kv	۱۰Kv	۱۵Kv	۲۰Kv	مقطع	۳Kv	۶Kv	۱۰Kv	۱۵Kv	۲۰Kv
۲۵	۳۰	—	—	—	۳×۶	۱۴۶۰	۲۰۳۰	—	—	—
۲۷	۳۲	۳۵	—	—	۳×۱۰	۱۷۱۰	۲۲۳۰	۲۶۰۰	—	—
۲۹	۳۴	۳۶	۴۶	—	۳×۱۶	۱۹۵۰	۲۷۰۰	۲۹۰۰	۴۶۵۰	—
۳۱	۳۶	۴۳	۵۱	۵۷/۵	۳×۲۵	۲۲۰۰	۲۸۵۰	۴۰۰۰	۵۵۵۰	۶۷۳۰
۳۳	۳۸	۴۳	۵۳	۶۰	۳×۳۵	۲۶۵۰	۳۳۰۰	۴۰۵۰	۶۱۵۰	۷۴۰۰
۳۵	۴۲	۴۵	۵۷	۶۳/۵	۳×۵۰	۲۹۷۰	۴۰۲۰	۴۵۷۰	۷۰۰۰	۸۳۰۰
۳۸	۴۵	۴۷	۶۱	۶۷/۵	۳×۷۰	۳۵۵۰	۴۷۵۰	۵۱۵۰	۸۱۵۰	۹۵۰۰
۴۳	۴۸	۵۱	۶۵	۷۲/۵	۳×۹۵	۴۵۵۰	۴۵۰۰	۶۰۰۰	۹۲۵۰	۱۱۲۰۰
۴۶	۵۱	۵۴	۷۱	۷۶	۳×۱۲۰	۵۲۵۰	۶۱۰۰	۶۸۰۰	۱۱۲۰۰	۱۲۳۰۰
۴۹	۵۴	۵۷	۷۵	۸۰	۳×۱۵۰	۵۸۵۰	۶۹۵۰	۷۶۵۰	۱۲۴۰۰	۱۳۸۰۰
۵۲	۵۷	۶۰	۷۹	۸۳/۵	۳×۱۸۵	۶۹۰۰	۸۴۰۰	۸۶۵۰	۱۴۰۰۰	۱۵۲۰۰
۵۷	۶۲	۶۵	۸۵	۹۰	۳×۲۴۰	۸۳۰۰	۹۴۵۰	۱۰۲۵۰	۱۶۱۵۰	۱۷۸۰۰

کابل کشی زمینی:

فقط در صورتی که کابل کشی دقیق و مطابق اصول فنی انجام شود و بستن مفصل، و سر کابلها توسط متخصصین فن انجام گیرد، می توان از کابلها با اطمینان خاطر و برای مدت مدیدی بار گرفت و استفاده کرد.

قبل از کشیدن کابل باید محل کابل کشی دقیقاً معلوم گردد، سپس جهت دوام کابل باید خاک را از نظر دارا بودن اسید، آهک، نمک، کلر و ... آزمایش نمود. چون این مواد کابل را خورده و از بین می برد. لذا در صورتی که خواص خاک معلوم و مشخص است باید در موقع خرید کابل، کابلی را خریداری کنیم که مناسب همان محل باشد.

در صورت نامساعد بودن خاک، کابل هایی که دارای محافظ مخصوص جهت جلوگیری از عوامل زنگ زدگی و فساد هستند باید سفارش داد. در موقع کشیدن کابل باید دقت شود که کابل پیچانده نشود، تا نخورد، جمع نشود. در ضمن خیلی تحت نیروی کششی قرار نگیرد.

اگر بخواهیم کابل در مقابل خم شدن و فشار محافظت شود، باید شعاع خمش کابل های مختلف حداقل مطابق جدول زیر باشد.

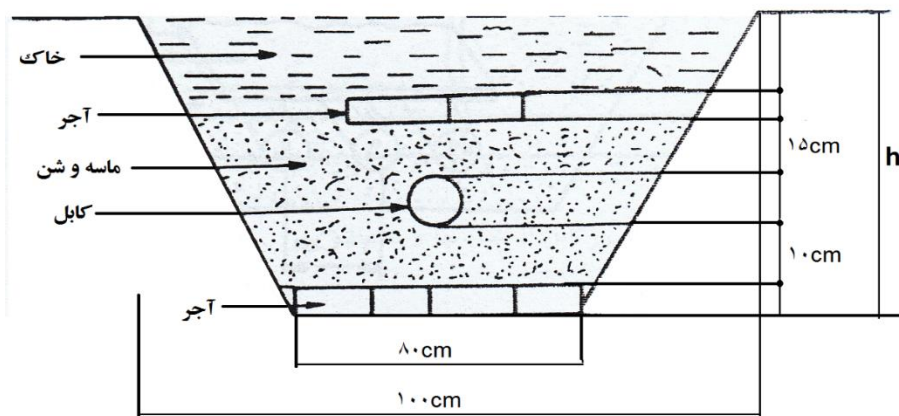
شعاع خمش کابل ۲			
کابل	کابل با عایق کاغذی و روپوش سربی با روپوش فلزی موج	با روپوش صاف آلومینیومی تا قطر ۵۰ میلیمتر	با روپوش پلاستیکی
چند رشته ای	۱۵×Da	۲۵×Da	۱۵×Da
یک رشته ای	۲۵×Da	۳۰×Da	۱۵×Da

Da همان قطر کابل است.

کانالها باید بصورت  کنده شود. علت کندن کانال با زاویه، برای جلوگیری از ریختن خاک بداخل کانال و همچنین استحکام در دیوارهای کانال می باشد. خاک های برداشته شده باید ۳۰ سانتیمتر بعد از لبه کانال ریخته شود.

در هنگام خواباندن کابل باید دقت کرد که قبل از خواباندن قسمت تحتانی کانال (کف کانال) آجر فرش شده باشد، بعد به ضخامت ۱۰ سانتیمتر ماسه نرم ریخته و کابل را قرار می دهیم. مجدداً روی کابل به ضخامت ۱۵ سانتیمتر ماسه ریخته و روی کابل آجر فرش می کنیم، و روی آجر را خاک می ریزیم. باید دقت کرد که آجر بالای کابل درست روی کابل

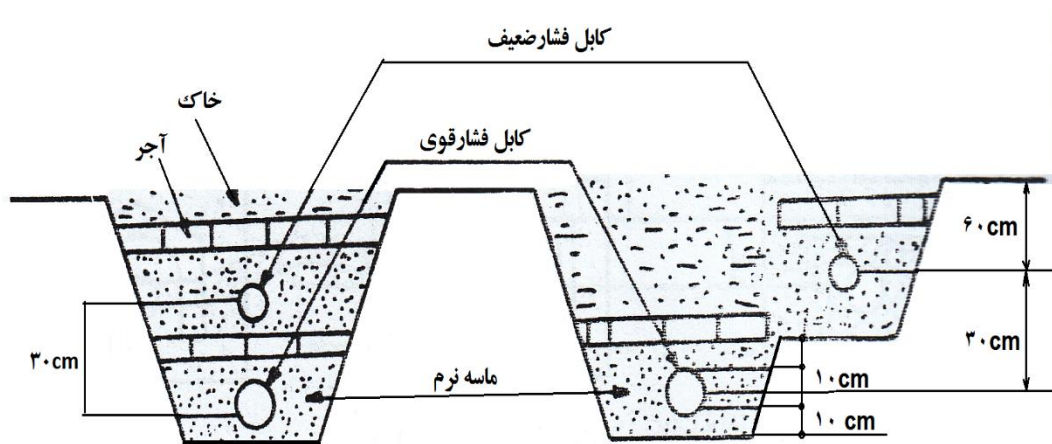
قرار گیرد. ماسه و شن های ریخته شده علاوه بر حفاظت و نرمی زیر کابل چون هوا در بین ماسه ها وجود دارد باعث خنک شدن کابل هم می شود.



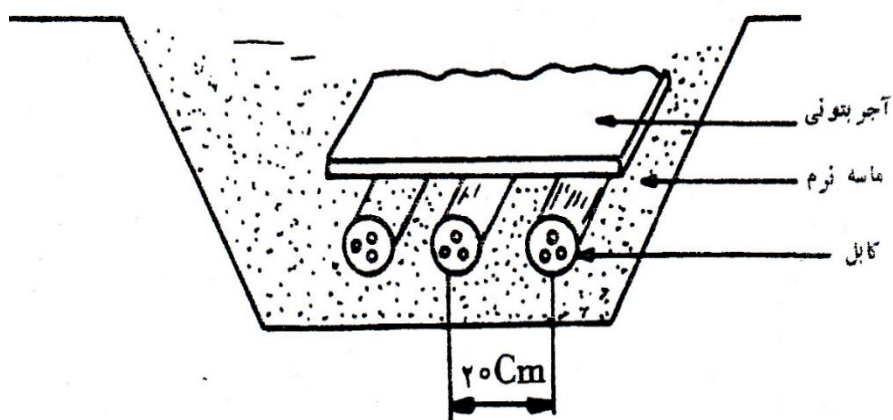
عمق h بر حسب سانتیمتر	کیلوولت	ردیف
۸۰	۱	۱
۱۰۰	۱۰	۲
۱۲۰	۲۰	۳

کابلها را معمولاً مستقیماً (بدون چیدن آجر در کف کانال) در زمین چال می کنند. مزیت چال کردن کابل بر کانال کشی این است که اولاً از نظر اقتصادی خیلی ارزان تر است و در ثانی از کابل بیشتر می شود بار گرفت و یا به عبارت دیگر استعداد باردهی کابل به علت تشعشع بیشتر حرارت، بیشتر می شود. در داخل شهر معمولاً کابل را در پیاده رو چال می کنند، و عمق کانال از سطح زمین بستگی به تعداد کابل هایی که روی یکدیگر قرار دارند، دارد. کابل طبقه فوقانی باید حداقل ۶۰ سانتیمتر زیر

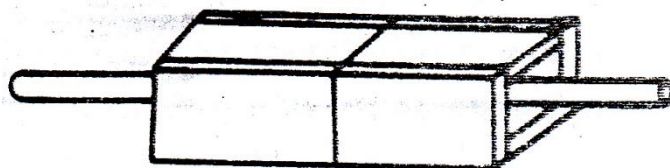
خاک پیاده رو و یک متر زیر سطح خیابان باشد. عرض کانال که برای کابل کنده می شود بستگی به تعداد کابل هایی دارد که پهلوی یکدیگر قرار می گیرند. در صورتی که بخواهیم کابل فشارقوی و ضعیف را در یک کانال پهلوی هم قرار دهیم، بهتر است کابل فشارقوی را در زیر و کابل فشار ضعیف را در بالای آن قرار دهیم. مابین این دو کابل را توسط آجر فشاری از هم عایق کنیم.



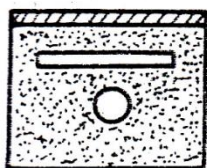
در صورتی که تعداد کابلها زیاد باشد بهتر است بجای قراردادن کابلها بر روی یکدیگر، آنها را پهلوی یکدیگر کشید و پس از چال کردن کابل در داخل زمین معمولاً روی آنها را با آجر یا سنگ های مخصوص و با بلوک بتونی مخصوص مطابق شکل زیر می پوشانند.



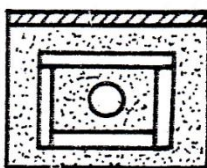
در صورتی که چندین کابل پهلوی هم کشیده شوند و فاصله کمتر از ۲۰ سانتیمتر باشد، باید کابلها توسط آجر فشاری مطابق شکل زیر از یکدیگر مجزا و محافظت شود.



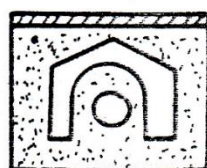
محافظت های مخصوص روی کابل (آجر یا آجر بتونی) را مطابق شکل بالا کاملاً بر روی کابل خوابانده، زیرا فاصله هوایی زیاد بین محافظ کابل و کابل ضریب باردهی کابل را به مراتب پایین می آورد. شکل های زیر انواع و اقسام طرز خواباندن کابل را در زمین و نوع حفاظت آنرا نشان می دهد. چنانچه از شکل های زیر دیده می شود استعداد باردهی کابل در صورتی که مستقیماً در خاک چال شود از دو نوع دیگر بیشتر است.



ضریب باردهی ۱۵۵ درصد



ضریب باردهی ۹۱ درصد

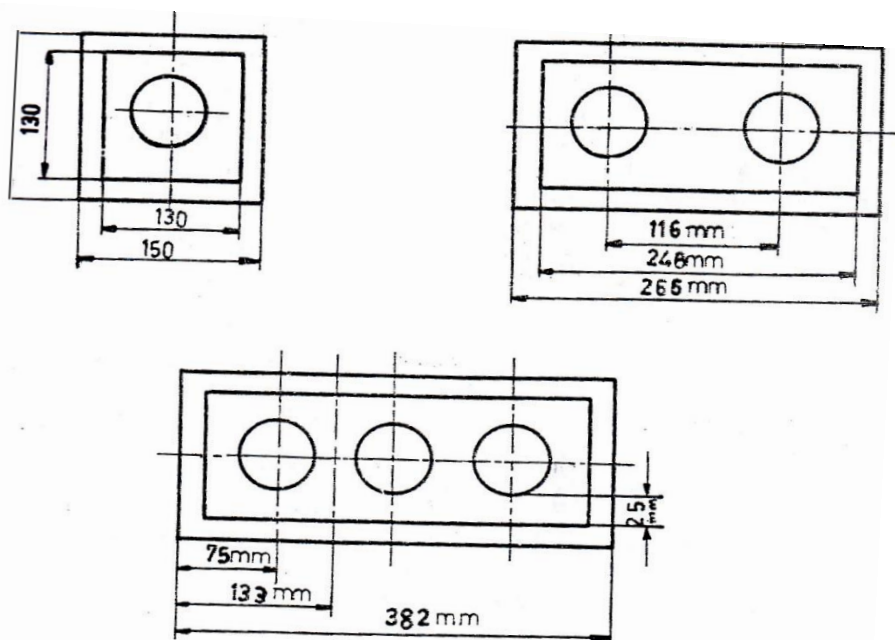


ضریب باردهی ۹۴ درصد

در صورتی که کابل از روی پل گذشته و یا کابل دیگری را قطع نماید و یا از روی لوله آب و یا گاز و بالاخره هر لوله فولادی دیگری بگذرد، باید کابل را در همان نقطه و محل بوسیله لوله محافظی، محافظت نمود. باید فاصله بین کابل و لوله آب یا گاز که به موازات هم هستند کمتر از ۳۰ سانتیمتر نباشد. کابل های تا ۵۰۰ ولت باید حداقل ۶۰ سانتیمتر و کابل های تا ۲۰ کیلوولت یک متر از سطح زمین فاصله داشته باشند و فاصله آنها از یکدیگر نیز باید ۲۰ سانتیمتر باشد. در موقع عبور کابل از چهار راه ها بهتر است کابل را از داخل لوله عبور داده، بطوری که طول

لوله بقدری باشد که تا اواسط پیاده رو کشیده شود. این لوله ها باید طوری به یکدیگر وصل شوند و در داخل یکدیگر قرار گیرند که در موقع کابل کشی و عبور کابل از داخل لوله کابل به محل های اتصال لوله گیر نکرده و مزاحمت ایجاد نکند. در موقعی که کابل از داخل لوله ای رد می شود باید کابل را در محل ورود و خروج از لوله محافظت کرد تا در اثر لبه های لوله زخمی نشود و در ضمن با لوله تماس نداشته باشد. در موقع کابل کشی باید دقت کرد که هوا خیلی سرد نباشد، مثلاً در یخ بندان نباید کابل کشی کرد، زیرا روپوش قیری کابل خورده می شود و می ترکد و در صورتی که مجبور به کشیدن کابل در موقع یخ بندان باشیم، باید کابل را قبلاً کمی گرم کرد. (معمولاً آنها را در اتاق های سربسته قدری حرارت می دهند) جهت عبور کابل از یک طرف دیگر خیابان و یا عبور کابل از میدانها و چهارراه ها همانطور که گفته شد از لوله های سیمانی مخصوص یا لوله گالونیزه بنام کانال کابل استفاده می شود. این لوله ها یک سوراخ، دو سوراخ، سه سوراخ و یا چهار سوراخ ساخته می شوند. قطر سوراخ لوله ها باید حتماً حداقل ۱/۵ برابر قطر خارجی کابل باشد.

شکل زیر ابعاد و اندازه های کانال های بتونی یک سوراخه و دو سوراخه و سه سوراخه را نشان می دهد.



کابل کشی در کانال نسبت به کابل کشی مستقیماً در زمین دارای مزایا و معایبی است. بزرگترین مزیت کابل کشی در کانال نسبت به کابل کشی در زمین این است که هر بار جهت پیدا کردن عیب کابل و یا اضافه کردن کابل دیگر احتیاج به کندن و خراب کردن مجدد زمین خیابان و پیاده رو نمی باشد، ولی البته مخارج کابل کشی در کانال به مراتب بیشتر و گرانتر از کابل کشی مستقیم در زمین می باشد. در ضمن در صورتی که تعداد کابلها زیاد نباشد استعداد باردهی داخل کانال کمتر از کابل های زیر زمین

می باشد و به همین جهت است که کابل کشی در کانال فقط در منازل و ساختمانها بکار برده می شود.

قراردادن چرخ کابل:

چرخ کابل (قرقره) را هیچوقت نباید از روی ماشین کابل کش و یا وسیله دیگر روی زمین پرت کرد و باید حتماً از ضربه دیدن و شکستن چرخ کابل جلوگیری کرد. پس از سوار کردن قرقره کابل روی دو پایه مخصوص خود جهت باز کردن کابل، باید کابل را به جهت فلشی که روی قرقره کابل کشیده شده چرخانید. معمولاً ابتدا و انتهای کابل را به A و E نمایش می دهند. در انتهای کابل سیمها به ترتیب رنگهایشان در جهت گردش عقربه های ساعت قرار دارند.

اتصالات کابل:

منظور از اتصالات کابل، اتصال انتهایی، اتصال سربه سر، اتصال سه راهی اتصال Y و اتصال چهار راه می باشد. در مواردی که کابل صدمه ببیند و بخواهند آنرا ترمیم کنند و یا جهت اتصال کابلها در مسیرهای طولانی و همینطور در انشعابات و انتهای خطوط، جهت اتصال کابلها از وسایلی استفاده می شود که می توانند محل اتصال را در مقابل رطوبت، فشارهای مکانیکی و عوامل الکتریکی حفاظت نمایند.

این وسایل، مفصل و سر کابل نامیده می شوند شکل های مفصلها و سر کابلها معمولاً از چدن، فولاد و یا مواد عایقی مانند P.V.C پروتیلین و غیره در اندازه های مختلف ساخته می شوند که هر کدام بسته به اندازه و نوع جنسشان با علامت مخصوصی مشخص شده و کاربرد خاصی دارند. کلیه مشخصات مفصلها و سر کابلها در کاتالوگ کارخانه سازنده درج گردیده است که در اینجا به شرح مختصری درباره بعضی از انواع متداول آنها می پردازیم.

۱- مفصل های VS: یکی از متداول ترین نوع مفصلها می باشند که

در مورد کابل های مسلح از آنها استفاده می شود. جنس آنها از

چدن بوده و در نرم های VS۸ تا VS۶۴ یافت می شود.

۲- مفصل های PV: این مفصلها برای انشعاب کابل های پروتودور

در مواردی که احتیاج به مفصل چدنی و یا فولادی نباشد مورد

استفاده قرار میگیرد، لذا بیشتر در محل انشعابات کوچک بکار برده

می شود و معمولاً در نرم های PV۱ تا PV۸ یافت می شود.

طریقه بستن مفصل و سر کابل:

عملیات لخت کردن و بستن سر کابل و مفصل یکی از کارهای دقیق است که بایستی با نهایت دقت و حوصله و درایت انجام گیرد. کوچکترین خطا و بی دقتی موجبات اتصال شدن سیمها به یکدیگر و یا یک سیم به زمین و سوختن کابل را فراهم می آورد.

اتصال کوتاهی که بدین ترتیب بوجود می آید، باعث عبور جریان بسیار زیاد از داخل هادی کابل شده، درجه حرارت به سرعت افزایش یافته عایق کابل خراب و یا عمر آنرا کوتاه می نماید.

۱- طریقه بستن سر کابل: در تابلوهای موسسات صنعتی و یا

تابلوهای انشعاب، کابلها بطور مستقیم و یا بوسیله سر کابل داخلی به کلید، فیوز و یا شینه ها وصل می شوند. همچنین در مواردی که انتهای کابل زمینی در هوای آزاد قرار می گیرند (مانند اتصال کابل های زمینی به سیم های هوایی) جهت حفاظت کابل در مقابل عوامل جوی و مکانیکی از سر کابل استفاده می شود.

در کابل کشی فشار ضعیف معمولاً از دو دسته کابل، مسلح و غیر مسلح استفاده می شود که متداول ترین آنها کابل های NKBA و NYY می باشد. برای بستن انتهایی کابل NKBA بایستی به نکات زیر به دقت عمل نمود.

الف) بریدن کابل:

۱- کابل بایستی به اندازه ای بریده شود که سر آن به راحتی به شینها و یا دستگاه های محل اتصال برسد.

۲- قبل از بریدن کابل بایستی محل برش را علامت گذاری کرده و دو طرف علامت را توسط سیم یا نوار بسته، سپس آن را برید.

ب) برداشتن لایه های روی غلاف سربی:

۱- روکش خارجی کابل را می توان به اندازه ای که سر کابل به راحتی رو کابل قرار بگیرد با اندازه گیری مشخص نمود و سپس انتهای این محل را به وسیله یک نوار محکم بست

۲- روکش خارجی از روی کابل باز شده و در فاصله بسیار کمی از نوار بسته شده با چاقو بریده شود.

۳- بانداژ فولادی مانند محافظ خارجی بایستی برداشته شود با این تفاوت که بایستی آن را بوسیله سوهان سه گوش (نه با اره) خط انداخته و سپس با انبردست از کابل جدا نمود.

۴- روکش داخلی کابل نیز برداشته و بوسیله چاقو جدا شود.

۵- عایق کاغذی روی غلاف سربی کابل بوسیله چراغ کوره ای حرارت داده شده و سپس برداشته شود.

۶- غلاف سربی با نفت یا بنزین تمیز شود.

ج) جدا نمودن غلاف سربی:

۱- غلاف سربی را در محلی که بایستی بریده شود دورتادور خط انداخته سپس از این محل تا سر کابل دو خط نزدیک به هم در امتداد طول آن ایجاد نموده و توسط سرب بازکن یا دم تخت نوار بین این دو خط موازی برداشته شود.

۲- روکش سربی درآورده شود.

۳- پلیسه بوجود آمده در اثر جدا شدن غلاف سربی بوسیله چاقو یا سرب بازکن گرفته شود.

تذکر: مقداری از غلاف سربی و عایق کاغذی زیر آن بایستی در داخل محفظه سرکابل قرار گیرد که اندازه آن بسته به سرکابل مورد استفاده توسط کارخانه سازنده در کاتالوگ مربوط به آن داده می شود.

د) برداشتن عایق روی سیمها:

۱- عایق کاغذی زیر غلاف سربی دورتادور خط انداخته و سپس لایه لایه برداشته شود.

۲- مواد عایقی که بین سیم های روکش دار پر شده بوسیله چاقو به احتیاط از طرف داخل به خارج بریده شده و برداشته شود.

۵) بستن انتهایی:

۱- برای اینکه عایق کمربندی (نوار کاغذی آغشته به روغن) زیر غلاف سربی از غلاف سربی جدا باشد بایستی مقدار کمی از غلاف روی آن برداشته شود.

۲- روی عایق کمربندی توسط نخ مخصوص بسته شود.

۳- سیمها را در محل محفظه انتهایی از یکدیگر جدا نموده تا مواد عایقی که بعداً در داخل انتهایی ریخته می شود به خوبی در بین آنها جای گیرد.

۴- سیمها بایستی طوری فرم داده شوند تا به راحتی از سوراخ های قسمت بالای انتمتهایی خارج شوند.

۵- به دور سر سیمها برای حفاظت در مقابل حرارت ناشی از لحیم کاری کابل شو نخ نسوز پیچیده شود.

۶- کابل شوها بر سر سیمها لحیم شده و نخ نسوز باز شود.

۷- برای جلوگیری از نفوذ رطوبت به داخل سر کابل بایستی انتهای غلاف سربی کابل توسط نوار عایق پوشانده شده سپس پوسته سر کابل بوسیله سیم بر روی نوار عایق محکم بسته شود.

۸- سر کابل بصورت ایستاده قرار گرفته و پوسته آن محکم شود.

۹- داخل محفظه سر کابل توسط ماده عایق مخصوص (قیر یا ورتیزون) پر شود. در موقع پر کردن انتهایی بایستی توجه شود که ماده ریختگی کاملاً شل باشد تا بتواند در تمام منافذ خوب نفوذ نماید.

۱۰- قسمت خروجی سیمها با نوار عایق (نوار زرد) پیچیده شود. تا از نفوذ رطوبت به داخل انتهایی جلوگیری شود.

۱۱- برای حفاظت عایق سیمها در مقابل رطوبت نیز می توان بر روی آن از نقطه خروجی سیم تا محل اتصال کابلشو یک لایه نوار عایق پیچیده و روی آن را لاک زده و یا آن را با نوار مخصوص (نوار زرد) بانداز کرد.

(و) زمین کردن سر کابل:

برای اتصال زمین سر کابل بایستی طبق مراحل زیر سیم زمین، روکش سربی کابل و محفظه سر کابل به یکدیگر محکم لحیم شوند تا اتصال الکتریکی خوبی برقرار شود.

۱- سطح غلاف سربی خوب تمیز شود.

۲- سیم اتصال زمین چند دور به دور غلاف سربی و چند دور به دور محفظه سر کابل پیچیده شود.

۳- سیم اتصال زمین به غلاف سربی و محفظه سر کابل لحیم شود.

کابل های NYN معمولاً در تابلوهای فشار ضعیف مستقیماً توسط کابلشو به محل اتصال وصل می شود و در هوای آزاد توسط سر کابل مخصوص

در مقابل نفوذ رطوبت و گردوغبار محافظت شده و به محل اتصال وصل می شود.

بستن انتهایی هوایی کابل NYY:

۱- برای بریدن و برداشتن روکش خارجی این کابل بایستی به مقدار لازم آنرا اندازه گذاری کرده و لخت نمود.

۲- روکش داخلی کابل نیز مانند روکش خارجی و به همان اندازه با احتیاط بطوری که روکش هادی ها صدمه نیند لخت شود.

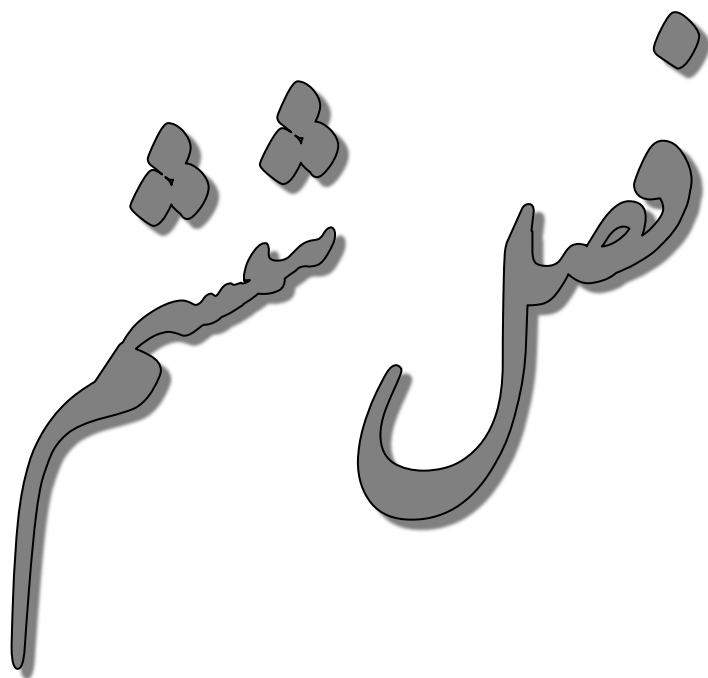
۳- روکش هادیها به اندازه ۵ تا ۱۰ میلیمتر بیشتر از عمق سوراخ کابلشو لخت شود.

۴- محفظه سر کابل روی کابل قرار گیرد، بطوری که مقداری از روکش خارجی کابل نیز در داخل آن قرار داشته و برای محکم شدن محفظه روی کابل می توان روی روکش خارجی کابل نوار عایق پیچید.

۵- بر روی روکش هادیها در انتهای قسمت لخت شده نخ سوز پیچیده و کابلشوها را لحیم کرده و سپس نخ نسوز باز شود.

۶- برای جلوگیری از نفوذ رطوبت و گردوغبار، محل اتصال کابلشو و هادی توسط مواد مخصوص عایق شود.

۷- هادیها فرم داده شده و ماده مخصوص در داخل محفظه سر کابل ریخته شود.



انواع پایه ها

انواع پایه های خطوط انتقال انرژی هوایی

انواع پایه هایی که در خطوط انتقال انرژی هوایی مورد استفاده قرار می گیرند عبارتند از:

۱- پایه های چوبی اشباع شده

۲- پایه های بتن فولادی (معمولی و پیش تنیده شده)

۳- پایه های فلزی (خرپایی و تلسکوپی)

پایه های چوبی اشباع شده

این پایه ها با استفاده از تنه درختان جنگلی بلند و مقاوم مانند درخت های الپروس، اکالیپتوس، ممرز، خرمنندی، راش، انواع کاج، تبریزی، صنوبر، افرا، سوزن برگان منطق سردسیری و غیره تهیه می گردد. تنه درخت پس از برش و تراش رطوبت گیری شده و سپس بوسیله روغن مخصوص تحت فشار زیاد اشباع می گردد. عمل اشباع به منظور افزایش عمر مفید چوب و جلوگیری از نفوذ حشرات و قارچ ها و افزایش مقاومت در مقابل رطوبت هوا و خاک انجام می گیرد.

حالات تیر چوبی بطور طبیعی یعنی مقطع گرد و افزایش سطح مقطع آن از سر تیر به ته تیر بطور یکنواخت امکان استفاده از آن به عنوان پایه را از نظر مانیکی امکان پذیر می نماید. بعلت سطح مقطع گرد تیر چوبی در تمام

جهات مقاومت یکسانی دارد و به همین علت مقاومت بخشی از تارها سطح تیر که در اعمال لنگر خمشی ۱۸٪ بیشتر از تیر مشابه با مقطع چهارگوش و سطح مقطع مساوی می باشد.

تیرهای چوبی در مقابل ضربه مکانیکی ناشی از تصادم و تخلیه بار یخ سیمها و یا ضربه های مکانیکی ناشی از افزایش ناگهانی بار پایه نیز مقاومت خوبی دارد.

مزایای تیرهای چوبی اشباع شده

- ۱- هزینه پایین تر برای کشورهایی که دارای جنگل های طبیعی یا درختان مناسب می باشند.
- ۲- سهولت نسبی حمل و نقل، انبارداری و نصب (این جنبه ها در مورد تیرهای چوبی نسبت به تیرهای بتنی فولادی بالاتر ولی نسبت پایه های فلزی و خرابایی به مراتب پایین تر است).
- ۳- مقاومت مکانیکی ، دینامیکی ، عمر مناسب در صورت اشباع کامل.
- ۴- قابلیت متوسط تبدیل به اسکلت به اشکال گوناگون مورد لزوم.
- ۵- سهولت در صعود و فرود.

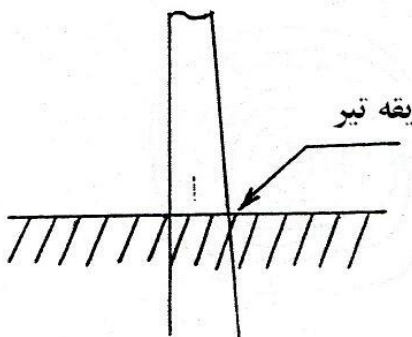
معایب تیرهای چوبی اشباع شده

- ۱- درجه اشتعال پایین 300°C و بد منظر و سمی بودن مایع اشباع کننده.
- ۲- کاهش تدریجی مقاومت تیر و کاهش عمر آن در صورت عدم اشباع کامل و یا در صورت تبخیر و کم شدن تدریجی غلظت مایع اشباع خصوصاً در حوالی سطح تماس تیر با زمین (یقه تیر).
- ۳- محدودیت استفاده برای خطوط چند مداره و چند منظوره و محدودیت استفاده در اسپان های بلند برای خطوط تک مداره بعلت محدودیت ارتفاع و مقاومت تیرهای چوبی.

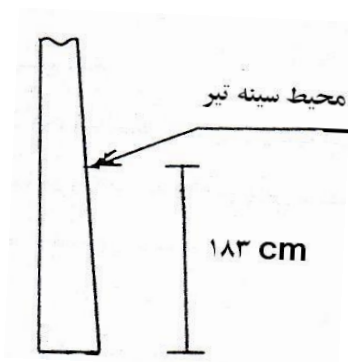
مشخصه های تیرهای چوبی اشباع شده

در مورد تیرهای چوبی تعاریف مشخصات و ابعاد و نحوه اشباع ذکر می گردد.

- ۱- یقه تیر = فصل مشترک زمین و تیر چوبی را یقه تیری می نامند.



۲- محیط سینه تیر= محیطی از تیر که در ارتفاع ۱۸۳ سانتیمتری از ته تیر قرار گرفته و از روی آن کلاس تیر تعیین می گردد.



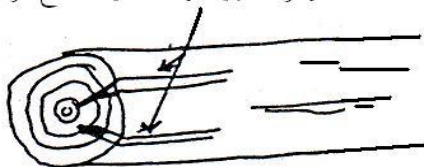
۳- رویش سالیانه= رویش سالیانه شامل یک حلقه چوب روشن بهاره و یک حلقه چوب تیر تابستانه می باشد. با شمردن دواير روشن سالیانه می توان سن درختان معتدله را تعیین نمود.



۴- ترک= در جریان خشک شدن چوب تنش های داخلی ایجاد شده موجب ظهور شکاف های سطحی به موازات محور طولی در تیر می گردد ، که ترک نامیده می شود.

- حداکثر طول ترک مجاز در سر تیر ۳۰ سانتیمتر.
- حداکثر طول ترک در قسمت پایین تیر ۶۰ سانتیمتر.
- فاصله دو ترک نباید از ۱/۶ محیط مقطع عرضی بیشتر باشد مجاز تشخیص داده می شود.

فاصله دو ترک نباید از ۱/۶ محیط مقطع عرضی کمتر باشد



- ۵- شکاف = حالت عمیق ترک را که ممکن است تا مرکز تیر ادامه پیدا کند را شکاف می نامند. حداکثر عمق مجاز شکاف در تمام طول تیر معادل عمق میزان اشباع خواهد بود.

- حداکثر شکاف در سر تیر ۲۰ سانتیمتر.
- حداکثر شکاف در پایین تیر ۴۰ سانتیمتر.
- فاصله دو شکاف که منتهی به مقطع عرضی می گردد نباید کمتر از ۱/۶ محیط مقطع عرضی گردد.

- ۶- شکست عرضی و مورب = شکست عرضی و مورب در اثر جدا شدن الیاف چوب حاصل می شود که این شکستگی در جهت عمود بر محور طولی و یا بطور مورب می باشد. تیرهایی که دارای شکست های عرضی و مورب می باشند قابل استفاده برای تهیه تیر نمی باشند.

۷- پوسیدگی=در اثر قارچ های چوب خوار ، حشرات چوب خوار و موجودات آبی چوب خوار بوجود می آید، که شامل دو نوع پوسیدگی می باشند.

الف) این پوسیدگی در مراحل مقدماتی خود بوده و هنوز به سختی چوب آسیب نرساند و آن را نرم ننموده است. از علایم پوسیدگی مقدماتی تغییر رنگ مختصری است که در چوب پدید می آید و وجود این پوسیدگی مانعی بوجود نمی آورد.

ب) پوسیدگی پیشرفته.

۸- مغز چوب.

۹- مغز پوک چوب.

۱۰- برون چوب و درون چوب.

۱۱- گره= اثری است که از محل اتصال شاخه در تنه باقی می ماند.

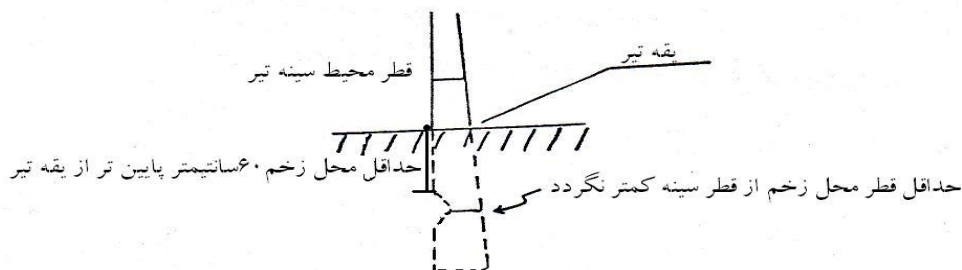
۱۲- اندازه گیری قطر گره و تعداد مجاز.

۱۳- گره مرده.

۱۴- چوب فشاری و چوب کششی.

۱۵- زخم=در اثر فرو رفتگی در اثر زخمی شدن می باشد که ترمیم آن بصورت طبیعی صورت نگرفته است. سطح تیر فاصله ۶۰ سانتیمتر بالای

یقه تیر بایستی فاقد زخم باشد در قسمت های دیگر تیر زخم در صورتی مجاز است که بتوان با تراش مختصری آن را ترمیم نمود.



۱۶- فرو رفتگی= فرو رفتگی های روی تیر در صورتیکه از روی پوست اندازه گیری شود و عمق آن از ۵ سانتیمتر تجاوز ننماید مجاز می باشد.

۱۷- رگه مرده.

۱۸- تکان خوردگی.

۱۹- الیاف مارپیچی.

۲۰- ضایعات ناشی از حشرات.

۲۱- درون قرمزی= حالتی است که بوسیله یک نوع انگل قارچی به نام *Fomes Pini* در درخت زنده روی می دهد که درون چوب را ابتدا به رنگ قرمز و سپس قهوه ای در می آورد و پس از آن چوب زنده تجزیه و فاسد می شود انتخاب این گونه تیرها مناسب نمی باشد.

۲۲- ته تیر معیوب.

۲۳- رنگ باختگی.

۲۴- انحناء یا خمیدگی.

دستورالعمل نگهداری و حمل تیرهای چوبی

در انبار نمودن تیرهای چوبی بدنه تیرها بایستی با زمین تماس حاصل نماید. زیرا به تدریج رطوبت را جذب و چوب در این سطح مرطوب و لکن در بخش دیگر در هوای آزاد و تابش آفتاب بوده و رطوبت خود را از دست می دهد و این اختلاف رطوبت باعث ایجاد تنش و گسیختگی سلولی چوب و در نتیجه ترک و به تدریج شکاف عمیق شده و پایه را غیر قابل استفاده می کنند. همچنین در اثر نامنظم قرار دادن تیرها روی هم باعث فشار بیش از حد و نقاطی از تیر و انحناء ناهنجار و خمیدگی غیرمجاز می گردد.

کلاس تیرهای چوبی اشباع شده

تیرهای چوبی که دارای 560 kg/cm^2 می باشند برای تیر چوبی مناسب می باشند.

تیرهای چوبی از نظر مقاومت به هفت کلاس تقسیم می شوند. تیر کلاس یک قویترین و تیر کلاس هفت ضعیف ترین آنها می باشند. قطر سر تیر و شیب افزایش قطر نیز از بالا به پایین در مور تیر کلاس یک بیشترین مقادیر و به ترتیب در مورد کلاس های ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ کمتر می شوند. در حقیقت حداقل نیروی شکست تیر با دو عامل (حداقل قطر سر تیر و شیب افزایش قطر تیر از بالا به پایین رابطه مستقیم دارد).

چون مقطع تیر کاملاً دایره ای نمی باشد علاوه بر حداقل قطر سر تیر حداقل محیطی از سر تیر نیز برای هر کلاس مشخص شده است.

تیر کلاس یک بصورت اسکلت و یا بصورت چند تیره در خطوط انتقال نیرو و تیرهای کلاس ۲ و ۳ و ۴ بصورت تک تیر و اشکال دیگر در شبکه های توزیع و فوق توزیع و تیرهای کلاس ۵ و ۶ و ۷ برای شبکه های فشار ضعیف و یا به عنوان کراس آرم در شبکه های فوق توزیع انتقال نیرو به کار می رود.

با توجه به درختان جنگلی مناسب برای تهیه تیرهای چوبی که می توان از کلاس های مختلف تهیه نمود. حداکثر می توانند طول نهایی ۱۸ متر را داشته باشند. در رابطه با نیازهای خطوط انتقال انرژی ، طول تیرهای چوبی از کلاس های مختلف استاندارد شده و شامل طول های ۸، ۹، ۱۱، ۱۲، ۱۴، ۱۵، ۱۷، ۱۸ متری باشند. جدول صفحه بعد مشخصات کامل تیرهای چوبی اشباع شده استاندارد را نشان می دهد در این جدول داریم.

- حداقل قطر سر تیر: حداقل قطر سر تیر برای یک کلاس معین مقدار ثابتی می باشد ولی هرچه طول تیر زیادتر گردد محیط سینه تیر افزایش می یابد.

تولرانس برای قطر سر تیر

چون در موقع انتخاب درختان برای پایه های چوبی نمی توان به قطر تعیین شده دست یافت. از این رو تولرانس ± 2 سانتیمتری برای قطر سر تیر کلیه پایه ها در نظر گرفته می شود.

نیروی شکست: نیروی شکست تیر میزان نیرویی است که اگر در ۶۰ سانتیمتری از سر تیر به آن وارد شود در حالیکه تیر به اندازه $cm(1+60)$ طول تیر) در زمین گیر داشته باشد تیر بشکند.

طول تیرهای چوبی

طول تیرهای چوبی عموماً بصورت ۸، ۹، ۱۱، ۱۲، ۱۴، ۱۵، ۱۷، ۱۸ متری. در کشور ما بیشتر تیرهای چوبی تا طول ۱۵ متر بکار برده شده است.

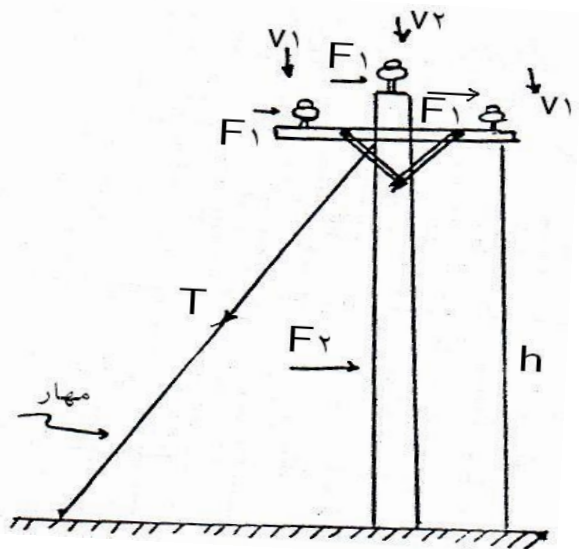
تولرانس طول تیر

تولرانس طول تیر برخلاف تولرانس قطر مقدار ثابتی نبوده و مثبت یا منفی می باشد. تولرانس طول تیر برای تیرهای ۸ الی ۱۵ متری ۸- تا ۱۵ سانتیمتر و برای تیرهای ۱۵ تا ۱۸ متری ۱۵- تا ۳۰+ سانتیمتری باشد.

۵۶۰ Kkg/cm ^۲ - حداقل مقدار تنش خمشی تیر									
کلاس تیر			۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
حداقل محیط سر تیر (سانتیمتر)			۶۸	۶۳	۵۸	۵۳	۴۸	۴۳	۳۸
حداقل سر تیر (سانتیمتر) قطر			۲۲	۲۰	۱۹	۱۷	۱۵	۱۴	۱۲
تولرانس برای قطر سر تیر (سانتیمتر)			+۲	+۲	+۲	+۲	+۲	+۲	+۲
حداقل نیروی شکست تیر (kg)			۲۰۰۰	۱۷۰۰	۱۳۵۰	۱۱۰۰	۹۰۰	۷۰۰	۵۵۰
حداکثر نیروی مجاز با ضریب اطمینان n=۳ (kg)			۶۶۶	۵۶۶	۴۵۰	۳۶۶	۳۰۰	۲۶۶	۱۸۳
طول تیر (متر)	تولرانس برای طول تیر cm	قسمت داخل زمینی cm	حداقل محیط سه یزد مقطع تیر در ۱۸۳ متری از ته تیر (سانتیمتر)						
۸	+۱۵ -۸	۱۵۰	۸۵	۸۰	۷۵	۷۰	۶۵	۵۸/۵	۵۵
۹	+۱۵ -۸	۱۶۵	۹۰	۸۶	۸۱	۷۳/۵	۷۰	۶۲	۵۸/۵
۱۱	+۱۵ -۸	۱۸۰	۹۶/۵	۹۰	۸۴	۷۸/۵	۷۳/۵	۶۷	۶۲
۱۲	-۱۵ -۸	۱۸۰	۱۰۱/۵	۹۵	۹۱/۵	۸۲/۵	۷۷/۵	۷۱	۶۶
۱۴	+۱۵ -۸	۲۰۰	۱۰۷	۱۰۳	۹۵	۸۶	۸۲/۵	۷۳/۵	۶۸/۵
۱۵	+۳۰ -۱۵	۲۱۰	۱۱۲	۱۰۷		۹۰	۸۶	۷۷/۵	۷۲
۱۷	+۳۰ -۱۵	۲۳۰	۱۱۵	۱۱۱	۱۰۱/۵	۹۶/۵	۸۹	۸۰	
۱۸	+۳۰ -۱۵	۲۴۰	۱۱۹	۱۱۴	۱۰۴	۹۹	۹۱/۵	۸۴	

نیروهای وارده بر پایه های چوبی اشباع شده عبارتند از:

- ۱- نیروی عمودی شامل وزن سیم و مقره و وزن یخ روی سیم و مقره ، وزن پایه و متعلقات و عکس العمل عمودی مهار.
- ۲- نیروهای عرضی (عمود بر مسیر خط) شامل نیروی بادبر هادی لخت یا با پوشش یخ نیروی بادبر مقره و نیروی بادبر پایه.
- ۳- نیروهای طولی (در جهت مسیر خط) شامل اختلاف کشش سیم در طرفین پایه و کشش در حالت پایه ترمینال (ددنت) (the end) و یا حالت سیم پارگی.



تحميل پایه چوبی در مقابل نیروهای عمودی

۱- راش 76400 kg/cm^2

۲- ممرز 95300 kg/cm^2

۳- کاج رادیتا 38600 kg/cm^2

۴- خرمنندی 68000 kg/cm^2

۵- سوزنی برگ منطق سردسیر 126400 kg/cm^2

تحميل تیر در مقابل نیروهای عمودی تا ده برابر نیروهای عرضی می باشد.

کراس آرم (کنسول) تیرهای چوبی:

کراس آرم CROSS ARM می تواند نبشی گالوانیزه و یا چوبی باشد.

الف) کراس آرم فلزی بطول 2440 mm با مقطع نبشی.



پایه وسط خط } سیم سبک: نبشی $60 \times 60 \times 6 \text{ mm}$
سیم سنگین: نبشی $80 \times 80 \times 8 \text{ mm}$

با ۲ بريس $30 \times 30 \times 3 \text{ mm}$

پایه دوبله سوزنی (مهاردار) } دوبله نبشی: $80 \times 80 \times 8 \text{ mm}$

با ۴ بريس $40 \times 40 \times 4$ و $40 \times 40 \times 4$

پایه دواند } دوبله نبشی: $100 \times 100 \times 10 \text{ mm}$

با ۴ بريس $40 \times 40 \times 4$

ب) کراس آرم چوبی اشباع شده به طول 2440 mm و مقطع مربع مستطیل.

* کراس آرم چوبی: پایه وسط خط بدون مهار. $90 \times 115 \text{ mm}$

با ۲ بریس $30 \times 30 \times 3 \text{ mm}$

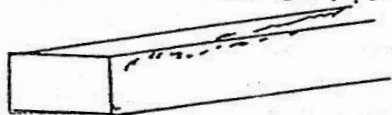
* کراس آرم چوبی: پایه دوبله سوزنی مهاردار. $90 \times 115 \text{ mm}$

با ۴ بریس $40 \times 40 \times 4 \text{ mm}$

* کراس آرم چوبی: پایه دواند مهاردار $90 \times 115 \text{ mm}$

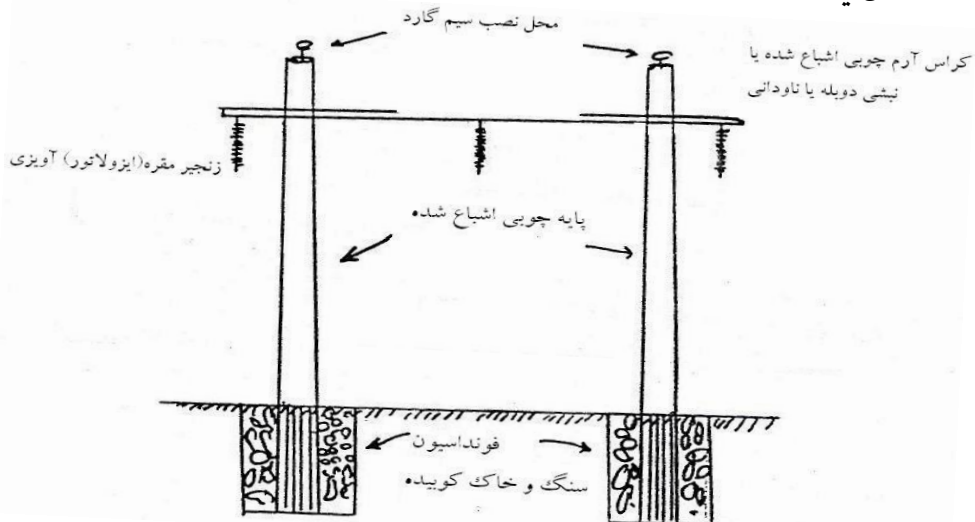
با ۴ بریس $40 \times 40 \times 4 \text{ mm}$

کراس آرم چوبی: پایه وسط خط بدون مهار



طرح پایه H بدون بریس:

این طرح از دو تیر موازی شکل تشکیل شده است. که در قسمت بالا توسط کراس آرم چوبی اشباع شده تیر کلاس ۴ یا ۵ یا ۶ به طول لازم به یکدیگر اتصال یافته است.



پایه های بتن فولادی:

بتن مقاومت فشاری و فولاد مقاومت کششی خوبی دارند. ترکیب این دو در ساختمان پایه ها بتن فولادی با توجه به نزدیکی ضرایب انبساط حرارتی آنها استحکام لازم و سایر مشخصات مورد نیاز برای شرایط کار تامین می کند.

بتن پس از ساختن شروع به گرفتن نموده و پس از آن به تدریج سخت شده و مقاومتش افزایش می یابد. افزایش مقاومت بتن در روزهای اول سریعتر و با گذشت زمان کندتر می شود.

در مورد بتن با سیمان پرتلند در شرایط عادی پس از هفت روز حدود ۶۰٪ مقاومت نهایی و پس از حدود ۲۸ روز ۹۰٪ مقاومت نهایی خود را به دست می آورد. وجود آب به میزان کافی در بتن جهت تداوم تشکیل ترکیبات لازم برای سخت شدن آن نقش اساسی دارد. در هر مرحله از سخت شدن بتن اگر به بتن آب کافی نرسد ادامه ترکیبات لازم برای سخت شدن بتن متوقف شده و با اصطلاح بتن می سوزد.

برای کاهش وزن پایه های بتن فولادی و صرفه جویی در بتن و آرماتور در سال های اخیر از پایه های بتن فولادی پیش تنیده استفاده می شود. ضمن اینکه این پایه ها مزایای دیگری نیز نسبت به پایه های معمولی دارند.

مزایا:

- فراوانی نسبی مصالح مورد نیاز و سهولت نسبی ساخت.
- استحکام کافی و عمر زیاد در شرایط مناسب ساخت، حمل و نصب و نگهداری.
- خوش منظر و به صرفه بودن برای مسیرهای صاف و خصوصاً در شهرها، روستاها.

معایب:

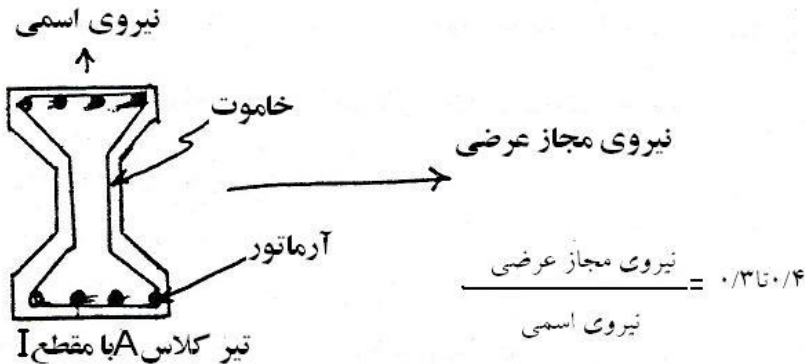
- وزن زیاد و لزوم استفاده از ماشین آلات سنگین مانند تریلر، جرثقیل برای حمل و نصب. در این رابطه عدم کاربرد در مسیرهای کوهستانی و تپه ای.
- آسیب پذیری در مقابل ضربه های مکانیکی.
- محدودیت ارتفاع پایه و در این رابطه کوتاه بودن طول اسپان.

کلاس تیرهای بتن فولادی:

- تیرهای کلاس A.
- تیرهای کلاس B.
- تیرهای کلاس C.

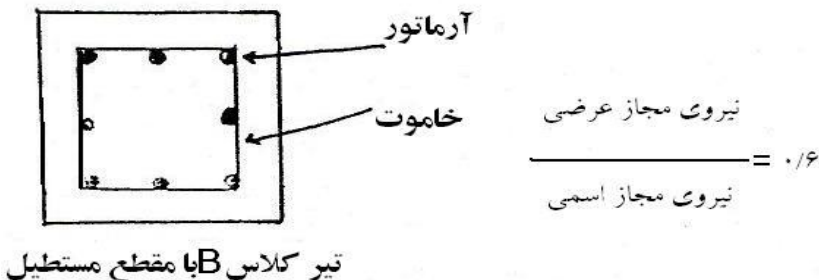
تیرهای کلاس A:

این تیرها به صورت گسترده در شبکه های توزیع و فوق توزیع و در زمینی صاف که طول اسپان ها متعادل می باشند، استفاده می شود. در این شرایط اقتصادی هستند.



تیرهای کلاس B:

این تیرها در شرایطی که نیروهای طولی وارد بر تیر قابل ملاحظه و حداکثر ۶۰٪ نیروهای عرض برسد مورد استفاده قرار می گیرد. مثلاً برای خطوطی که از مناطق پر پستی و بلندی و با اسپان های نامتعادل عبور می نماید، از این کلاس استفاده می شود.



تیرهای کلاس C :

تیرهایی با مقطع گرد و توخالی هستند که مقاومت شان در تمام جهات یکسان است. این تیرها در شرایط مساوی نسبت به تیرهای دیگر مقاومت بیشتری دارند. ضمن این که به علت یکسان بودن مقاومت در تمام جهات می توانند در خطوط با اسپان های نامتعادل و یا در شرایطی که ضریب اطمینان بالاتر برای خط لازم است. ضمناً تحمل تیر در مقابل پارگی سیم مورد توجه باشد، استفاده کردند. همچنین در مسیرهای سرد و یخبندان چون امکان تشکیل یخ در یک طرف پایه وجود داشته اختلاف کشش ناشی از آن نیرو طولی قابل توجهی روی پایه اعمال می نماید.

لازم است از پایه های کلاس C استفاده گردد.

کراس آرم با اشکال مختلف پایه ساخته می شود. در مورد کراس آرم های چند عضوی معمولاً از کراس آرم فلزی از نبشی، ناودانی، سپری، تکی یا دوبله و با اشکال مختلف استفاده می شود.

اجزای ساختمان تیرهای بتن فولادی معمولی کلاس A :

سیمان: سیمان مصرفی پایه های بتن فولاد، سیمان پرتلند معمولی تیپ ۱ و یا تیپ ۲ (ضد سولفات خفیف) می باشند. در ۱ مورد نادر از سیمان تیپ

۵) (ضد سولفات قوی) و با شرایط خاصی استفاده می شود. معیار سیمان در هر متر مکعب بین ۴۰۰ الی ۵۰۰ کیلوگرم می باشد.

شن و ماسه: شن و ماسه مصرفی بایستی از نوع شسته دانه بندی شده و از جنس مواد سنگی سخت مطابق استاندارد باشد.

انواع دانه بندی: بادامی - نخودی - شاهدانه [۱۵-۸-۰] و یا [۱۵-۱۰-۰] و ۱۰ و ۶-۰ یا [۱۵-۵-۰] با درصدهای مشخص در مورد هر یک استفاده می شود.

به طور کلی باید حداقل ضخامت بتنی $1/4 <$ بزرگترین قطر شن و فاصله بین دو آرماتور $3/4 <$ بزرگترین قطر شن.

آب: آب مصرفی برای تهیه بتن و سپس آب دادن بتن بایستی فاقد گل و لای بوده و مواد آلی و محلولهای سولفات و اسیدی و سایر نمک ها موجود در آن کمتر از حداقل مجاز باشد.

آرماتور و خاموت و سیم آرماتور بندی: آرماتورها و سیمهای آرماتوربندی باید عاری از زنگ زدگی باشند. دوره لازم برای این که بتن ۹۰٪ مقاومت خود را به دست آورد در شرایط عادی ۲۸ روز می باشد دوره لازم برای این که بتن ۹۰٪ مقاومت خود را به دست آورد در شرایط عمل آوری ۱۴ روز می باشد.

جدول استاندارد پایه های بتنی کلاس A معمولی

علامت اختصاری	طول تیر بر حسب متر	مقاومت نرمال بر حسب کیلومتر	حداقل مقاومت در مرحله ارتجاعی مقاومت نرمال $1/5 \times$	حداقل مقاومت در مرحله ارتجاعی مقاومت نرمال $3/5 \times$	ضریب اطمینان	مورد مصرف
تیر ۱۵۰	۸	۱۵۰	۲۲۵	۴۵۰	۳	فشار ضعیف روشنایی
۲۰۰	۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲	۲۰۰	۳۰۰	۶۰۰	۳	فشار ضعیف و متوسط
۴۰۰	۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲	۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰	۳	فشار متوسط
۶۰۰	۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲	۶۰۰	۹۰۰	۱۵۰۰	۲/۵	فشار متوسط و قوی
۸۰۰	۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲	۸۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰	۲/۵	فشار متوسط و قوی
۱۲۰۰	۱۰، ۱۱، ۱۲	۱۲۰۰	۱۸۰۰	۳۰۰۰	۲/۵	فشار قوی

عمق چاله تیر: در زمین استاندارد به مقدار $(0/1h + 0/6)$ متر از طول تیر (h) در زمین قرار می گیرد.

مقاومت نرمال:

مقاومت نرمال یا اسمی و یا نیروی مجاز ، نیرویی است که اگر دائماً در ۶۰۰ سانتیمتری سر تیر و عمود بر آن وارد شود، ترکی در بدنه تیر پدیدار نگردد. (اعمال این نیرو در جهت مقاوم تیر نری خواهد بود.)

حداقل مقاومت در مرحله ارتجاعی:

نیرویی است که اگر در حین آزمایش در ۶۰ سانتیمتری سر تیر عمود بر طول تیر و به آرامی بر آن وارد شود و به مدت ۲ دقیقه تحت تاثیر این نیرو قرار گیرد. در صورت تقلیل این نیرو بعد از ۲ دقیقه تمام ترکهای پدیدار شده بسته شود.

حداقل مقاومت نهایی:

اگر به تدریج و آرامی نیروی وارد بر تیر در ۶۰ سانتیمتری سر تیر و عمود بر محور طولی آن افزایش یابد تا بالاخره تیر بشکند. این نیرو ، نیروی شکست مقاومت نهایی تیر بتن فولادی می باشد.

ضریب اطمینان = $\frac{\text{مقاومت نهایی}}{\text{خاموت مقاومت برشی تیر را افزایش می دهد. مقاومت نرمال}}$

فاصله بین دو خاموت متوالی حداکثر برابر فاصله آرماتورهای یک ضلع با آرماتورهای ضلع روبرو می باشد.

جدول مشخصات کامل تیرهای بتنی مسلح چهار گوش کلاس A معمولی

طول تیر به متر	قدرت اسمی	ابعاد سر تیر سانتیمتر	ابعاد ته تیر سانتیمتر	وزن آرماتور	وزن خاموت	وزن کل فولاد	وزن کل تیر ٪۵	مقاومت در مرحله ارتجاعی	مقاومت نهایی
۸	۱۵۰	۱۰×۱۲	۱۸×۲۸	۵۱	۳	۵۴	۴۵۰	۲۲۵	۴۵۰
۸	۱۵۰	۱۰/۵×۱۵	۳۱۸۵۱۸	۶۶	۳	۶۹	۵۳۰	۳۰۰	۶۰۰
۸	۲۰۰	۱۹×۲۲	۲۷×۳۸	۶۸	۷	۷۵	۱۰۰۸	۶۰۰	۱۲۰۰
۸	۴۰۰	۱۹×۲۵	۲۱×۴۵	۹۰	۸	۹۸	۱۱۷۷	۹۰۰	۱۵۰۰
۹	۶۰۰		۱۹/۵×۳۳	۷۶	۴	۸۰	۶۲۰	۳۰۰	۶۰۰
۹	۲۰۰	۱۰×۱۲	۲۸×۴۰	۸۰	۸	۸۸	۱۱۶۷	۶۰۰	۱۲۰۰
۹	۴۰۰	۱۰/۵×۱۵	۲۲/۵×۴۷/۵	۱۰۵	۹	۱۱۴	۱۳۷۸	۹۰۰	۱۵۰۰
۹	۶۰۰	۱۹×۲۲	۳۶/۵×۵۳/۵	۱۰۰	۱۵	۱۱۵	۱۸۸۴	۱۲۰۰	۲۰۰۰
۱۰	۸۰۰	۱۹×۲۵	۲۰/۵×۳۵	۸۵	۴	۸۹	۷۳۰	۳۰۰	۶۰۰
۱۰	۲۰۰	۱۰/۵×۱۵	۲۳×۳۱	۹۶	۹	۱۰۵	۱۲۲۷	۶۰۰	۱۲۰۰
۱۰	۴۰۰	۱۹×۲۲	۱۰/۵×۱۵	۱۲۲	۱۰	۱۳۲	۱۶۲۰	۹۰۰	۱۵۰۰
۱۰	۶۰۰	۱۹×۲۵	۱۹×۲۲	۲۲۸	۱۸	۱۴۶	۲۱۵۹	۱۲۰۰	۲۰۰۰
۱۰	۸۰۰	۲۳×۳۱	۱۹×۲۵	۱۷۰	۱۸	۱۸۸	۲۷۵۲	۱۸۰۰	۳۰۰۰
۱۱	۱۲۰۰	۱۰/۵×۱۵	۲۳×۳۱	۹۵	۵	۱۰۰	۸۴۰	۳۰۰	۶۰۰
۱۱	۲۰۰	۱۹×۲۲	۲۴×۴۰	۱۱۲	۱۰	۱۲۲	۱۴۸۷	۶۰۰	۱۲۰۰
۱۱	۶۰۰	۱۹×۲۵	۱۰/۵×۱۵	۱۳۸	۱۲	۱۵۰	۱۸۶۲	۹۰۰	۱۵۰۰
۱۱	۸۰۰	۲۳×۳۱	۱۹×۲۲	۱۴۸	۲۰	۱۶۸	۲۴۳۶	۱۲۰۰	۲۰۰۰
۱۱	۱۲۰۰	۲۴×۴۰	۱۹×۲۵	۲۱۲	۲۱	۲۳۲	۳۱۱۴	۱۸۰۰	۳۰۰۰
۱۲	۲۰۰	۱۰/۵×۱۵	۲۳×۳۱	۱۰۴	۵	۱۰۹	۹۷۰	۳۰۰	۶۰۰
۱۲	۴۰۰	۱۹×۲۲	۲۴×۴۰	۱۲۵	۱۲	۱۳۷	۱۶۷۸	۶۰۰	۱۲۰۰
۱۲	۶۰۰	۱۹×۲۵	۱۰/۵×۱۵	۱۵۵	۱۳	۱۶۸	۲۱۱۵	۱۲۰۰	۱۵۰۰
۱۲	۸۰۰	۲۲×۳۱	۱۹×۲۲	۱۷۰	۲۲	۱۹۲	۲۷۶۵	۱۲۰۰	۲۰۰۰
۱۲	۱۲۰۰	۲۴×۴۰	۱۹×۲۵	۲۴۵	۲۵	۲۷۰	۳۵۱۷	۱۸۰۰	۳۰۰۰

توضیح: اوزان بر حسب کیلوگرم می باشد.

پایه های بتنی فولادی پیش تنیده(فشرده) Perstressed

یکی از معایب ساختمان های بتنی فولادی معمولی و از جمله پایه های بتنی فولادی وزن زیاد آنها می باشد. علاوه بر استفاده از بتنی و آرماتور بیشتر بار مرده ساختمان را زیاد می کند. که از نظر حمل و نصب نیز مشکلات بیشتری دارد.

برای رفع این مشکل طرح بتنی پیش فشرده مورد توجه قرار گرفته است. در چند دهه اخیر مورد استفاده وسیع قرار گرفته است.

بتن پیش فشرده علاوه بر دارا بودن بار مرده کمتر تحت بار گذاری خیز کمتری دارد. در این رابطه ترک های ایجاد شده به مراتب کمتر می باشد. در پیش تنیدگی کامل هیچگونه ترک قبل و بعد از بار گذاری وجود نداشته و در پیش تنیدگی ناقص ترک در حد آستانه مجاز می باشد.

ارتفاع تیر m	مقاومت نرمال kg	ضریب بار	قطر سر تیر mm	قطر ته تیر mm	ضخامت دیوار cm	حجم بتن m ³	فولاد تنیده		فولاد معمولی		وزن تیر ton ۰/۳۵	وزن خاموت ۴ kg	وزن
							تعداد X قطر (mm) Φ	وزن kg	تعداد X قطر (mm) Φ	وزن kg			
۸	۱۵۰	۲	۱۲۰	۲۴۰	۵	۰/۱۶۲	۵±۶	۹,۶	۵±۶	۳,۵	۳/۵	۳/۹۵	۰/۸۵
۹	۲۰۰	۲	۱۳۰	۲۶۵	۵	۰/۲۰۶	۶±۶	۱۲,۸	۶±۸	۱۰,۰	۰/۳۹۶	۴/۷۷	۱/۰۲
۹	۴۰۰	۲	۱۶۵	۳۰۰	۶	۰/۲۸۸	۱۰±۷/۵	۳۳,۴	۵±۶	۳,۰	۰/۴۷۵	۵/۷۲	۴/۰۲
۹	۱۰۰۰	۲	۲۳۵	۳۷۰	۶	۰/۴۰۰	۲۴±۷/۵	۸۰,۲	۱۲±۸	۱۴,۳	۰/۶۷۱	۷/۹۰	۹/۶۵
۹	۴۰۰	۲	۱۶۵	۳۴۵	۶	۰/۴۳۴	۱۰±۷/۵	۴۳,۸	۵±۱۰	۱۴,۸	۱/۰۱۳	۸/۶۵	۴/۰۲
۱۲	۶۰۰	۲	۲۰۰	۳۸۰	۷	۰/۵۱۰	۱۴±۷/۵	۶۱,۴	۷±۱۰	۲۰,۴	۱/۲۰۴	۹/۷۶	۵/۶۵
۱۲	۱۰۰۰	۲	۳۰۰	۴۸۰	۷	۰/۸۳۳	۱۶±۷/۵	۷۰,۱	۸±۱۰	۲۰,۸	۱/۹۲۴	۱۶/۴۰	۶/۴۰
۱۵	۱۰۰۰	۲	۳۰۰	۵۲۵	۷	۱/۱۱۲	۱۸±۷/۵	۹۷,۶	۹±۱۰	۴۳,۷	۲/۵۸۸	۱۷/۶۲	۷/۲۳

عمق گودال جهت نصب پایه ها: در تعیین عمق گودال یک پایه

بایستی به مطالب زیر توجه نمود.

۱- طول پایه.

۲- شرایط خاک.

۳- وزن و عوامل کششی.

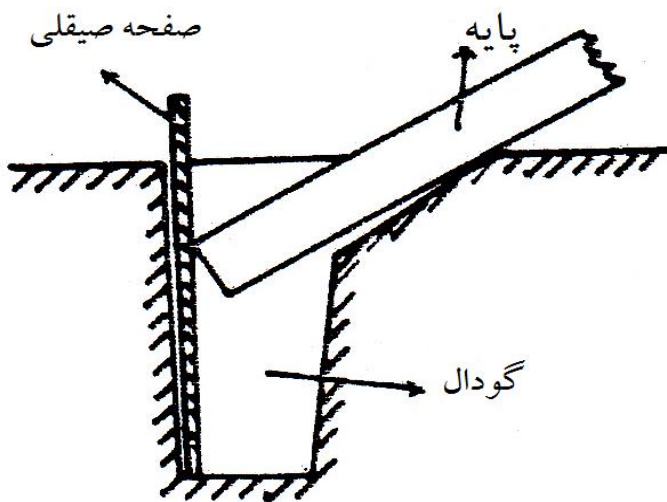
در جدول زیر عمق نصب پایه ها در زمین های سنگی و سفت داده شده است. اما یک محاسبه تجربی نیز وجود دارد که در مواقع ضروری می توان از آن استفاده کرد. بدین ترتیب که برای تعیین عمق چاله ها $\frac{1}{1}$ طول پایه به علاوه ۶۰ سانتیمتر را منظور می نمایند. مثلاً اگر طول پایه ۹ متر باشد چنین پایه ای می بایست در چاله ای به عمق ۱۵۰ سانتیمتر نصب شود.

طول پایه بر حسب متر	عمق گودال برای نصب پایه بر حسب متر	
	زمین سنگی (۱)	زمین سفت (۲)
۸	۱/۱	۱/۵
۹	۱/۲	۱/۶
۱۰	۱/۲	۱/۷
۱۱	۱/۳	۱/۸
۱۲	۱/۴	۱/۸
۱۳	۱/۴	۱/۹
۱۴	۱/۵	۲
۱۵	۱/۵	۲/۱

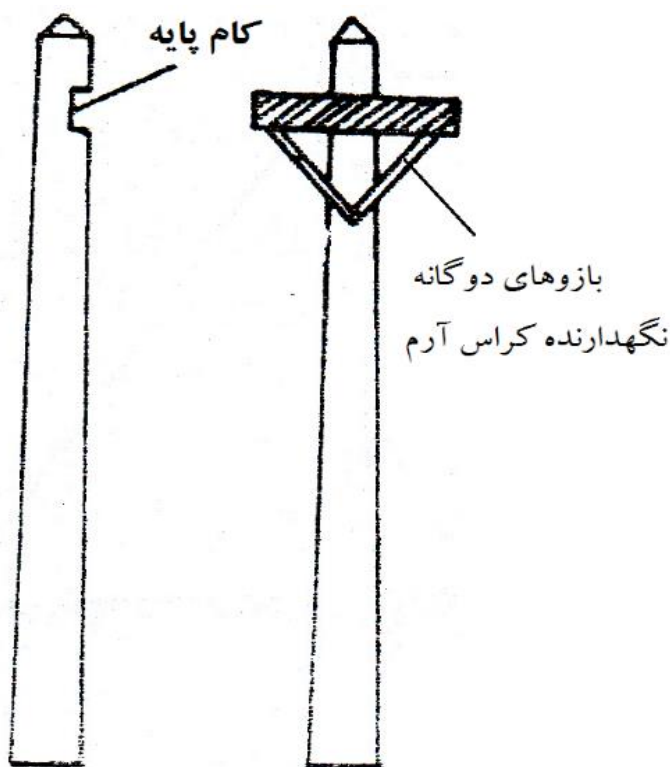
(۱) - زمین های سنگلاخ و صخره ای.

(۲) - خاک رس و شن بصورت خشک و سفت - شن سفت که نشست نکند - سنگ ریزه و خاک ریگ دار سفت - صخره سست - رسوب سخت - رس آبی یا زرد نزدیک رسوب های سخت - ترکیبی از خاک های فوق (ضخامت خاک نرم موجود روی این قبیل زمینها نبایستی از ۰/۲۵ عمق گودال لازم برای نصب پایه بیشتر باشد).

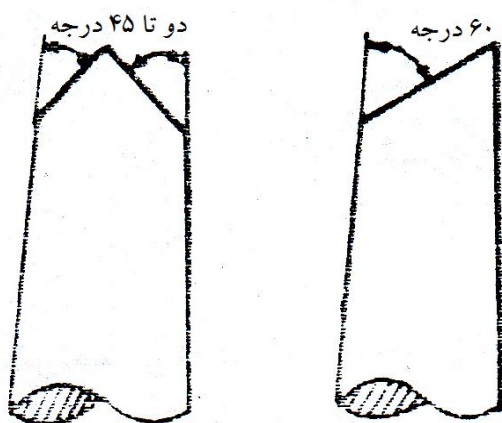
برای اینکه کار گذاشتن تیر به آسانی امکان پذیر باشد مطابق شکل زیر در یک طرفه چاله شیاری شیب دار ایجاد کرده و در هنگام کار گذاشتن پایه یک صفحه صیقلی نیز در طرف دیگر چاله قرار داده می شود. سپس تیر را در داخل شیار قرار داده آن را بلند می کنند. در این حال انتهای تیر بر روی صفحه صیقلی لغزیده و در داخل گودال قرار می گیرد.



کام های پایه ها: عمل تراش یا بریدن قسمتی از تیر به منظور جا دادن بازوهای افقی را کام می گویند. در بعضی موارد این کام از یک شکاف نسبتاً مقعر به عمق $12/5$ میلیمتر درست شده که برای جلوگیری از تکان خوردن بازو ایجاد می شود. ولی معمولاً ایجاد شکاف در تیر ضرورت نداشته و فقط به منظور ایجاد جای صاف برای سطح تماس پایه و بازو قسمتی از پایه تراشیده می شود که آن را کام لوحه ای می نامند. سپس بازو را روی همین کام لوحه ای بوسیله پیچ و مهره محکم نموده و از دو تسمه گالوانیزه مسطح برای محکم نگهداشتن بازوهای افقی استفاده می کنند.



برش: معمولاً سر پایه 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 انجام پذیر می باشد که در شکل زیر نشان داده شده است.



اسپان: عبارت است از مسافتی که بین دو تیر در جهت حرکت سیم وجود دارد. این فاصله در محلات و آبادیها می تواند تا ۴۰ متر باشد. اما در مورد سیم های انتقال بیرون شهر فاصله تیرها تا ۷۰ متر نیز می رسد.

وسایل نصب تیر:

امروزه ماشین های تجهیزاتی خطوط (لاین تراک) به راحتی تمام کارهای مربوط به چاله کندن و کار گذاشتن تیر و حتی بسیاری از مراحل مهار کردن تیر و سیم کشی را انجام می دهند.

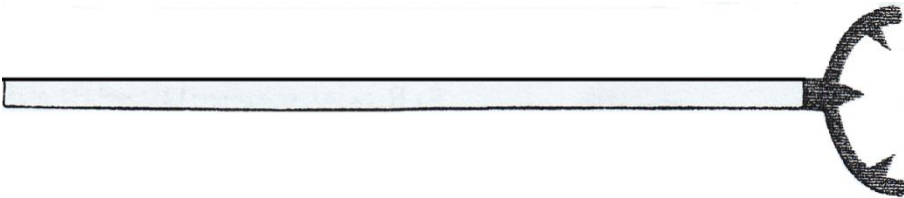
در صورت انجام کار توسط دست احتیاج به وسایل زیر می باشد.

۱- نیزه: جهت نگه داشتن و تنظیم کردن و موقع کار گذاشتن تیر.

(۴ عدد)

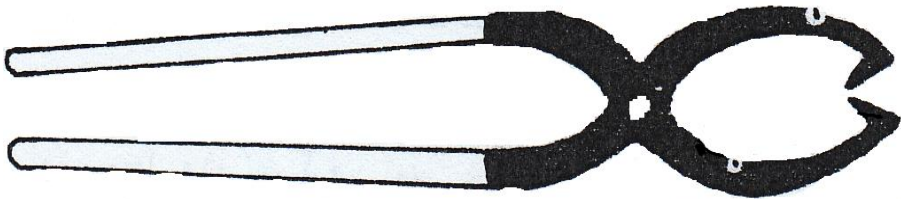


۲- خریا (ماهک): جهت نگه داشتن تیر در موقع کار گذاشتن.

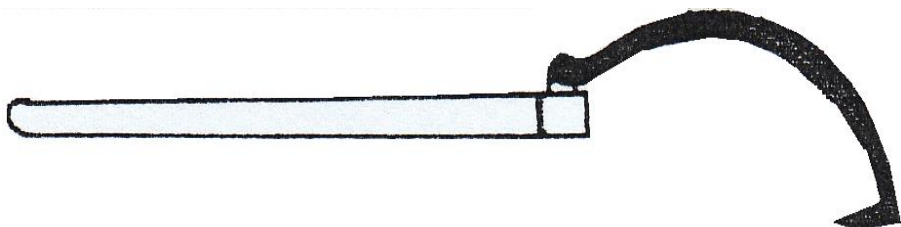


۳- شاقول: جهت تنظیم تیر.

۴- تیر گیر (پل تانک): جهت نگه داشتن تیر گذاشته شده در چاله.



۵- تیر گردان (کن هوک): برای تنظیم جهت تیر داخل چاله.

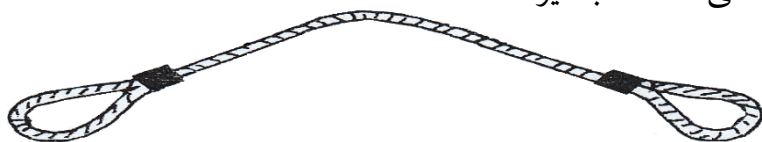


۶- چرخ طناب دستی (هندلاین): برای بالا بردن کلیه وسایل بایستی از آن استفاده شود.

۷- چرخ قورباغه (روپ بلاک): برای کشیدن سیمها (جهت کم کردن نیروی کششی).

۸- گیره قورباغه ای (املانک یا وایر گریپ): برای گرفتن سیمها.

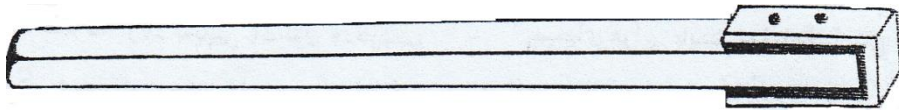
۹- پاچه بند (سیم بکسل افسار): برای بستن وسایلی که سیم را می کشند ، به تیر.



۱۰ - چرخ زنجیر (هویست): که بیشتر در تعمیرات و نصب مهارها برای کشیدن سیمها از آن استفاده می شود.

۱۱ - کوبه یا بکوب (تمپ): برای کوبیدن خاک اطراف تیر بکار

می رود.



۱۲ - راست بیل (بیل معمولی): برای پر و خالی کردن خاک چاله استفاده

می شود.

۱۳ - کج بیل: برای خالی کردن خاک چاله استفاده می شود.



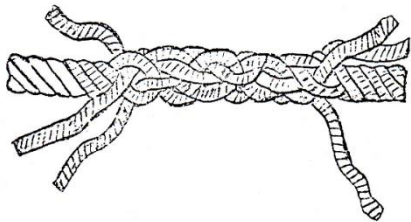
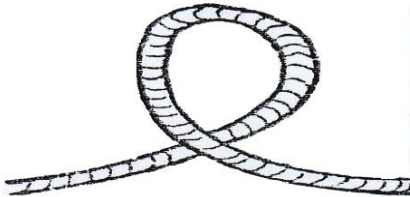
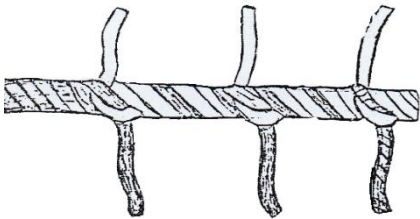
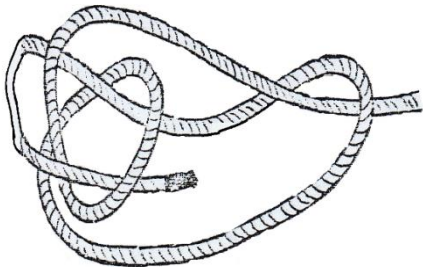
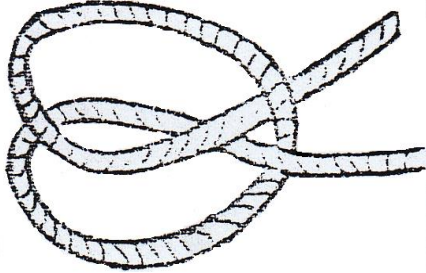
۱۴ - وسیله اتصال زمین (گراندینگ): جهت زمین کردن سیم های شبکه در هنگام تعمیر خط.

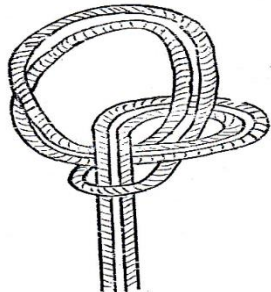
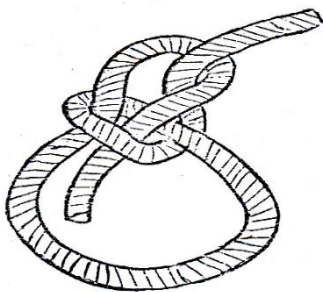
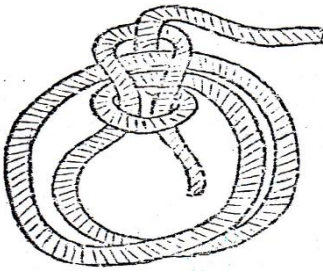
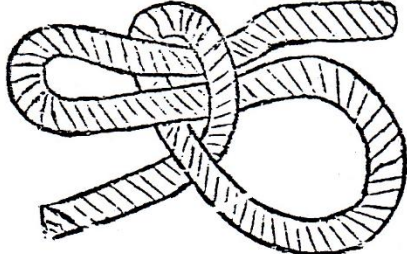
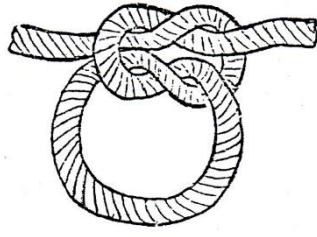
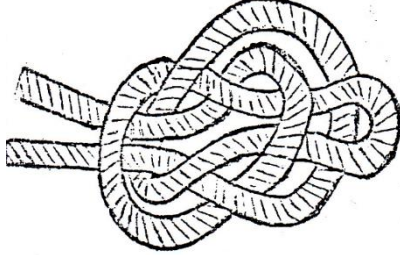
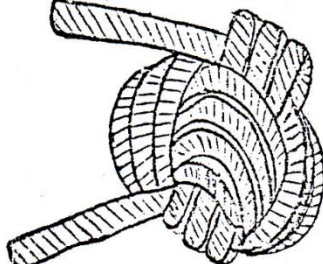
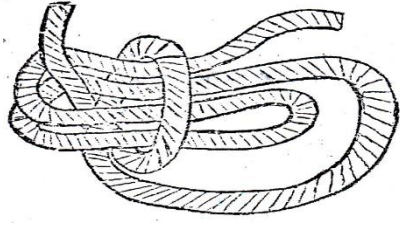
۱۵ - سیم جمع کن: قرقره ای است که سیمها را روی آن جمع می کنند.

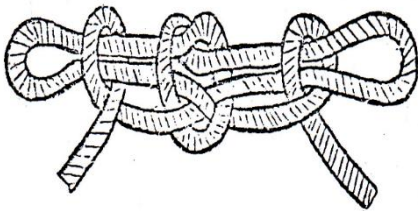
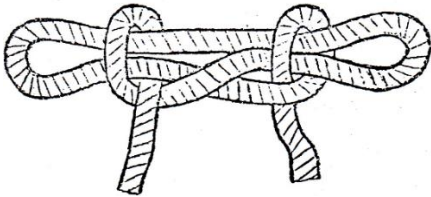
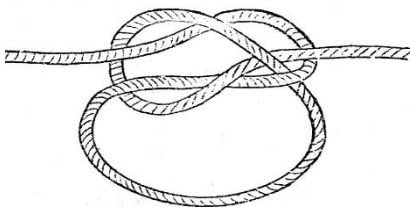
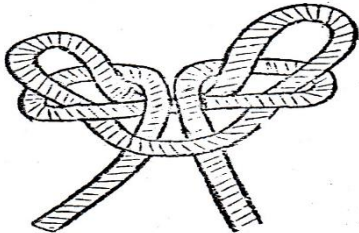
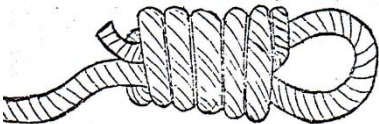
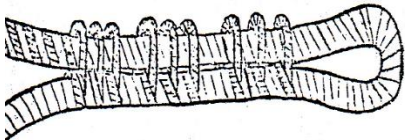
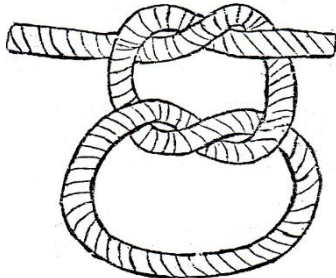
۱۶ - دیلم.

۱۷ - طناب.

انواع گره ها:

۲- گره مفصل چشمی کامل 	۱- یک مرحله از ایجاد مفصل چشمی 
۴- گره ایجاد مفصل کوتاه کامل 	۳- بافت برگشتی (مفصل چشمی بلفتی) 
۶- گره یک خفتی. 	۵- ایجاد مفصل طویل. 
۸- گره کمانی متحرک. 	۷- گره الواری. 

۹- گره کمانی روی پیچ قطره ای. 	۱۰- گره یک کمانه. 
۱۱- گره دو کمانه. 	۱۲- گره یک خم. 
۱۳- گره چهار گوش. 	۱۴- گره چهار گوش انگلیسی. 
۱۵- گره توپی. 	۱۶- گره دو خم (مورد استفاده کارگران خط) 

۱۸- گره دوبل چهار گوش. 	۱۷- گره دوبل ساده. 
۲۰- گره تک صفحه ای. 	۱۹- گره فرانسوی. 
۲۲- گره اعدام. 	۲۱- مفصل دو بستی یا سه بستی. 
—	۲۳- گره دزد. 

فصل دوم



انواع مفره ها

مقره:

سیم های شبکه برق به وسیله وسایل عایقی که آنها را مقره می نامیم از لحاظ الکتریکی از یکدیگر و همچنین از پایه ها و تجهیزات نگهدارنده آنها (جا مقره ای یا اتریه) مجزا می شوند.

برای تعیین اینکه عایقی به عنوان مقره قابل استفاده هست یا نه باید خواص مکانیکی و الکتریکی آن را در نظر گرفت. معمول ترین ماده عایق جهت مقره ها شیشه و چینی است. این دو ماده معایبی نیز دارند. چینی قادر به تحمل فشارهای زیاد است اما اگر نیروی کششی بر آن اعمال نمایم می شکند، یعنی چینی قادر به تحمل بارهای کششی نیست. بنابراین وقتی چینی را به عنوان عایق مقره بکار می بریم باید توجه داشته باشیم که نیروهای وارد بر آن نیروی فشاری باشد نه کششی. این مطلب بطور کلی در مورد شیشه نیز صادق است. با اینکه مقره های شیشه ای برای ولتاژهای پایین مناسب اند، اما چینی به دلیل در دسترس بودن آن بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد. چینی در مقایسه با شیشه دارای دو مزیت و برتری است.

۱- در مقابل تغییرات حرارت بیشتر از شیشه مقاومت دارد. یعنی در مقابل درجه حرارت خیلی بالا یا خیلی پایین مقره چینی نمی شکند.

۲- چینی به شکندگی شیشه نیست و در حین نصب و انتقال به سادگی شکسته نمی شود.

براساس مطالبی که گفته شد انواع مقره هایی که در خطوط بکار می رود دارای مشخصات مخصوص می باشند. از میان انواع مقره ها می توان مقره های چینی، سوزنی و بشقابی را نام برد که مقره های بشقابی بسته به نحوه قرار گرفتن آنها در شبکه، مقره آویز یا مقره کششی نیز نامیده می شوند. اما در میان تمام آنها چون اخیراً در شبکه های فشار ضعیف ۴۰۰ ولتی تنها از مقره های چرخشی استفاده می شود، به شرح این نوع مقره می پردازیم.

سیم توسط مقره به پایه اتصال داده می شود. مقره علاوه بر عایق نمودن هادی نسبت به پایه ارتباط مکانیکی هادی و پایه را نیز تشکیل می دهد.

مشخصات الکتریکی: از مقره به عنوان عایق نمودن هادی نسبت به پایه و زمین استفاده می گردد. این مقره بایستی مشخصات الکتریکی لازم را داشته باشد.

مشخصات مکانیکی: چون هادی توسط مقره به پایه اتصال دارد بنابراین مقره می بایستی تحمل کلیه نیروهای مکانیکی وارده از سیم و نیروی باد بر مقره را داشته باشد. همین طور مقره می بایستی در مقابل تغییرات درجه

حرارت مقاوم بوده و خواص آن در اثر گذشت زمان و کهنه شدن تا حد قابل قبول حفظ گردد.

مواد عایق مقره ها:

دو ماده اصلی که در ساختمان عایق مقره ها هوایی به کار می رود چینی و شیشه سخت می باشد. در مواردی نیز از عایق هایی مانند استاتیت یا لاستیک و غیره در ساختمان مقره های هوایی استفاده می شود.

عایق چینی:

برای ساخت عایق چینی مخلوط پودر شده کائولین (خاک چینی) کوارتز و فلوسپات را به صورت گِل درآورده و سپس در صد رطوبت آن را پایین آورده و در خلاء پرس می نمایند. تا از حباب های هوا خالی گردد. آنگاه قالب گیری و فرم داده می شود و آن را به صورت مقره مورد نظر در می آورند. پس از خشک شدن لعاب داده شده و بعد در کوره های مخصوص تحت تاثیر درجه حرارت معین و کنترل شده پخته می شود. تا عایق چینی به دست آید. لعاب عایق را در مقابل نفوذ رطوبت و نشت گرد و غبار روی سطح آن محافظت می کند.

انواع مقره ها:

مقره سوزنی - مقره بشقابی - مقره چرخی - مقره اتکایی - مقره مهار - مقره میله ای - مقره های مخصوص.

الف - مقره های چرخی یا قرقره ای: مقره های چرخی که در حال حاضر در ایران مورد استفاده می شوند، چند نوع می باشند که اختلاف آنها در اندازه و قدرت عایقی آنها است. ما در اینجا تنها از دو نمونه آن نام می بریم که بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد.

نمونه اول: این مقره از چینی قهوه ای براق ساخته می شود. طول آن ۵۴ میلیمتر و قطر خارجی آن ۵۷/۱ میلیمتر است. دارای یک سوراخ به قطر ۱۷/۵ میلیمتر برای میله مقره می باشد. شعاع شیار آن برای عبور سیم ۱۱/۱ میلیمتر خواهد بود و دارای خصوصیات الکتریکی زیر می باشد.

- ولتاژ جرقه ۱ در هوای خشک ۲۰ کیلوولت.

- ولتاژ جرقه در هوای مرطوب ۸ کیلوولت.

حداکثر قدرت تحمل این مقره زیر بار مکانیکی فشاری ۹۹۰ کیلوگرم است.

نمونه دوم: این مقره هم از چینی قهوه ای براق ساخته شده است. طول آن ۷۶/۲ میلیمتر و قطر خارجی آن ۷۹/۴ میلیمتر درای یک سوراخ به قطر

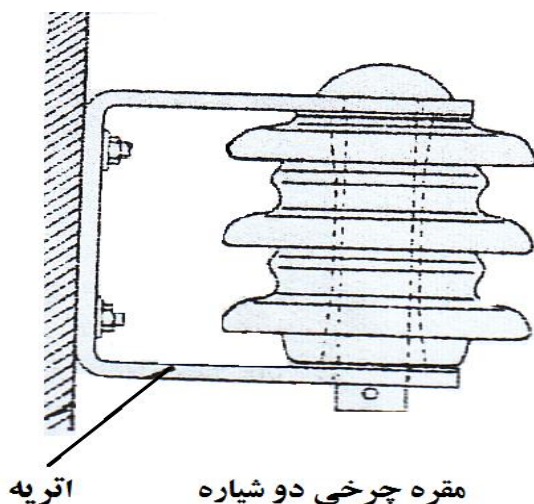
۱۷/۵ میلیمتر برای عبور میله مقره و شعاع شیار آن برای عبور سیم ۱۷/۵ میلیمتر خواهد بود و درای خصوصیات الکتریکی زیر می باشد.

- ولتاژ جرقه در هوای خشک ۲۵ کیلوولت.

- ولتاژ جرقه در هوای مرطوب ۱۲ کیلوولت.

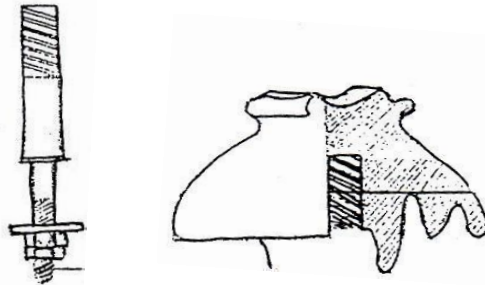
حداکثر قدرت تحمل این مقره زیر بار مکانیکی فشاری ۱۳۶۰ کیلوگرم می باشد.

ب- مقره های چرخی دوشیاره: تمام مشخصات آنها نظیر مقره های یک شیاره بوده و اختلاف آنها تنها در تعداد شیارشان می باشد. در نوع دو شیاره می توان دو سیم را بطور متقاطع بر روی آن قرار داد، همچنین در انشعابات استفاده از این مقره اصولی تر می باشد.



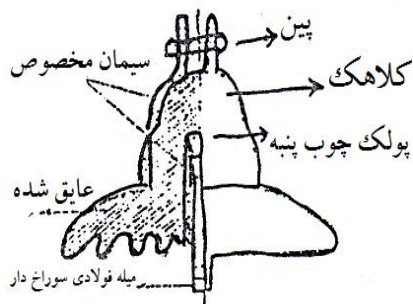
مقره سوزنی یا میخی:

این مقره که از قدیمی ترین انواع مقره می باشد، از یک اسکلت عایق چینی یا شیشه ای که توسط میله ای روی بازو یا کراس آرم پیچ می شود، تشکیل یافته است. برای ولتاژهای کم می توان از عایق یکپارچه استفاده نمود.



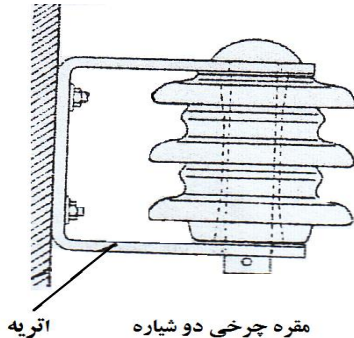
مقره بشقابی:

با افزایش ولتاژ خط مقره سوزنی با ابعاد بزرگتر و سنگین تر ساخته می شود. این موضوع با افزایش ولتاژ مقرون به صرفه نیست. به علاوه تعویض مقره های صدمه دیده نیز موجب صرف هزینه و وقت بیشتری می شود. لذا از نوع دیگری از مقره ها استفاده می شود. به خاطر مزیت های عالی این مقره ها عمدتاً به حالت آویزان و پایه به صورت کششی در انتهای سیم به پایه وصل می شود.



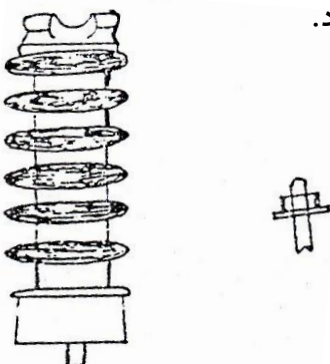
مقره های چرخی:

این نوع مقره ها برای خطوط فشار ضعیف هوایی به کار می رود. توسط قلاب U شکل روی پایه پیچ می شود. شکل زیر نوعی مقره چرخی را نشان می دهد.



مقره های اتکایی:

این مقره ها مانند مقره های سوزنی از یک اسکلت عایق تشکیل شده است. توسط پین روی کراس آرم ها نصب می شود. همین طور در داخل تابلوها برای عبور و نگهداری شمش ها بکار می رود.



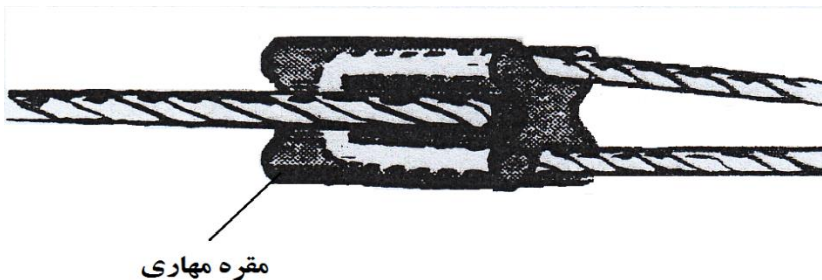
مقره های مهار:

برای خطوط توزیع که پایه ها عموماً مهاردار می باشند. جهت رعایت اصول ایمنی یک نوع مقره مخصوص برای عایق نمودن قسمت بالای سیم مهار نسبت به زمین مورد استفاده قرار می گیرد، که آن را مقره مهار می نامند. چون در شبکه های فشار ضعیف برای نصب مهارهای لازم در خطوط، از مقره مخصوص مهار برای جداسازی یا عایق کردن سیم مهار از شبکه استفاده می شود در اینجا یکی از انواع مقره های مهار را که در ایران رایج است معرفی می نمایم. این مقره مهار به شکل مکعب مستطیل بوده و طول آن ۱۰۸ میلیمتر و قطر خارجی شیارهای آن ۷۳ میلیمتر و قطر سوراخ جهت عبور سیم مهار از آن ۲۲/۲ میلیمتر است.

این مقره از جنس چینی با قدرت کششی ۵۴۵۰ کیلوگرم ساخته شده و خصوصیات الکتریکی آن به قرار زیر می باشد.

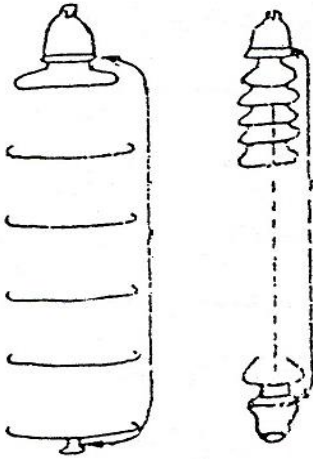
- ولتاژ جرقه در هوای خشک ۳۰ کیلوولت.

- ولتاژ جرقه در هوای مرطوب ۱۵ کیلوولت.



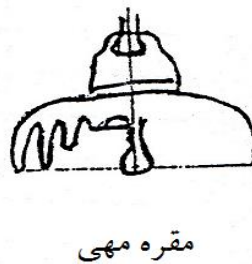
مقره میله ای:

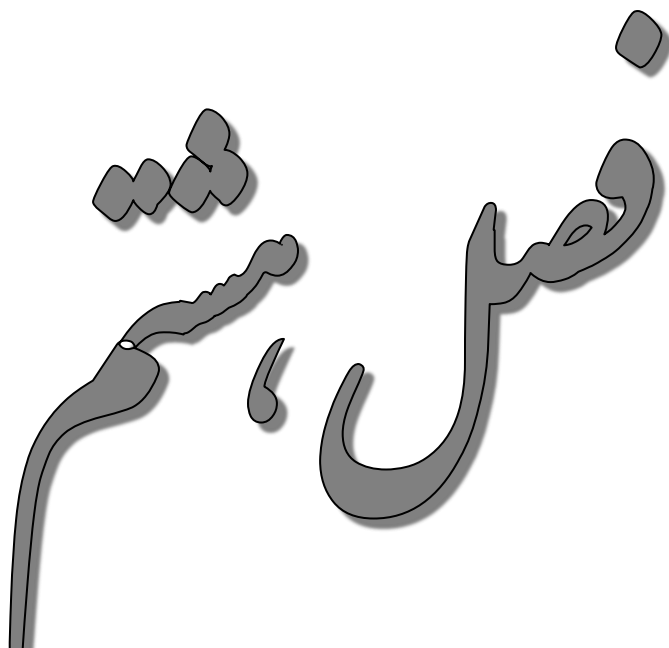
عایق این نوع مقره ها به شکل میله ای استوانه ای یک پارچه دیسک سپردار ساخته می شود. در دو انتهای آن کلاهک چدنی با پین توسط سیمان به عایق اتصال دارد.



مقره های مخصوص:

این نوع مقره ها برای استفاده در شرایط خاص جوی ساخته می شود. فرم مقره بستگی به شرایط دارد که مقره می بایستی در آن شرایط سرویس دهد.





انواع هادی ها

کلیات

انرژی الکتریکی تولید شده در نیروگاه برقی ، توسط سیم های هوایی و یا کابل های زمینی فشارقوی به محل های مصرف هدایت می شود. در این مورد سیم کشی هوایی ارزانتر و مناسبتر است.

ولتاژهای فشارقوی در پست های ترانسفورماتور داخل شهر معمولاً به ولتاژ ۴۰۰/۲۳۰ ولت تبدیل شده و از آنجا توسط سیم های هوایی و یا کابل های زمینی فشارضعیف به مصرف کننده ها رسانده می شود.

در شهرها برای رعایت مسائل حفاظتی و تا قدری هم مسئله زیبایی بهتر است که از سیستم گرانتر یعنی کابل کشی زیرزمینی جهت رساندن انرژی به مصرف کننده ها استفاده نمود. ولی برای روستاها و شهرهای کوچک می توان از سیستم ارزانتر (سیم کشی هوایی) استفاده کرد. سیم کشی هوایی در داخل محلات معمولاً برای ولتاژ ۲۵۰ ولت (بین فاز و زمین) می باشد. در اینجا به شرح مواد و وسایل مورد استفاده و همچنین نکاتی که بایستی در سیم کشی هوایی رعایت شوند ، می پردازیم.

سیم های هوایی:

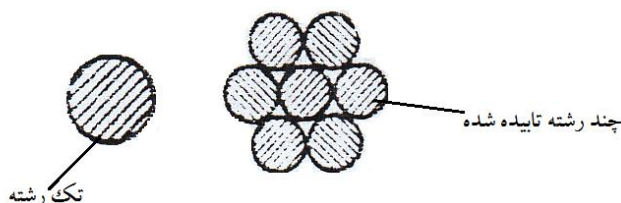
جنس سیم های هوایی معمولاً از مس بوده و در مواردی نیز از آلومینیوم استفاده می شود. سیم های آلومینیومی بایستی دارای ۹۹/۵ درصد آلومینیوم خالص باشند. این درصد خلوص باعث جلوگیری از خورده شدن و از بین رفتن سیم می شود.

به غیر از این نوع ، سیم دیگری نیز از جنس آلومینیوم با آلیاژ مرغوب مصرف می شود که به نام^۱ (Aldrey) معروف است و از ۹۸/۷ درصد آلومینیوم خالص و تقریباً ۰/۵ درصد منیزیم و ۰/۵ درصد سیلیسیم و کمتر از ۰/۳ درصد آهن تشکیل شده است.

استحکام، خاصیت انبساط و دوام سیم (Aldrey) بطور نسبی بالا می باشد. این سیم در مقابل خوردگی درست مانند آلومینیوم خالص مرغوب، مقاوم می باشد. برای فواصل زیاد تا ۴۵ متر از سیم هایی با جنس دیگر که قدرت تحمل آن ۲۲۸ کیلو پوند می باشد، استفاده می شود. با استفاده از برنز ، مس ، فولاد ، آلومینیوم می توان سیم های هوایی را با مقاطع کوچکتر از ۶ میلیمتر مربع ساخته و مورد استفاده قرار داد. سیم های مسی را می توان از یک رشته و یا چند رشته بهم تابیده شده شکل (۱-۸) ساخته ولی استفاده از سیم های مسی یک رشته فقط تا سطح مقطع

^۱ - (Aldrey) ، نوعی سیم آلومینیومی خالص با آلیاژ مرغوب (منیزیم ، سیلیسیم) می باشد.

۱۶ میلی‌متر مربع مجاز بوده و برای سطح مقطع بیشتر از آن بایستی حتماً چند رشته ساخته شوند.



شکل (۱-۸)

حداقل سطح مقطع برای سیم‌های هوایی از جنس مسی ۶ میلی‌متر مربع می‌باشد. استفاده از این مقطع در مواردی مجاز می‌باشد که فاصله تیرهای نگهدارنده از ۴۵ متر بیشتر نشود. برای فواصل بیشتر از ۴۵ متر بایستی حداقل سطح مقطع سیم ۱۰ میلی‌متر مربع باشد. به جای سیم مسی ۶ میلی‌متر مربع می‌توان از سیم آلومینیومی ۱۶ میلی‌متر مربع و به جای سیم مسی ۱۰ میلی‌متر مربع از سیم آلومینیومی ۲۵ میلی‌متر مربع استفاده نمود. ولی قانوناً حداقل سطح مقطع سیم‌های آلومینیومی مورد استفاده ۲۵ میلی‌متر مربع می‌باشد.

در جدول زیر جریان مجاز گروهی از سیم های هوایی را نشان می دهد.

سطح مقطع بر حسب mm^2	جریان مجاز سیم های هوایی بر حسب آمپر			
	سیم مسی	سیم آلومینیوم	سیم فولاد - آلومینیوم ۱:۶	سیم آلدری (Aldrey)
۵۰	۱۸۴	۱۴۷	۱۶۰	۱۵۲
۷۰	۲۴۲	۱۹۵	۲۰۳	۱۸۶
۹۵	۳۰۶	۲۴۵	۲۰۵	۲۳۲
۱۲۰	۳۵۶	۲۸۵	۳۰۰	۲۷۱
۱۵۰	۴۲۳	۳۳۸	۳۴۶	۳۱۴
۱۸۵	۴۷۰	۳۷۵	۳۸۴	۳۵۸
۲۴۰	۵۴۵	۴۳۵	۴۵۸	۴۱۵
۳۰	۶۴۸	۵۱۸	۵۳۱	۴۹۲

جدول (۲-۸)

جدول زیر مشخصات سیم های مسی مورد استفاده در خطوط هوایی را نشان می دهد.

مشخصات کلی:

۱- وزن مخصوص $۸/۹ \text{ kp/dm}^۳$

۲- ضریب قابلیت هدایت $۵۶ \text{ m}/\Omega\text{mm}^۲$

۳- ضریب انبساط حرارتی $۱۷ \times ۱۰^{-۶} / ^\circ\text{C}$

۴- ضریب افزایش مقاومت در اثر حرارت $۰/۰۰۳۹ / ^\circ\text{C}$

سطح مقطع		سیمها		مقدار نامی قطر هادی	مقدار متوسط وزن	مقاومت DC در ۲۰°C سانتیگراد	بار در حد گسیختگی <u>(الف)</u>	ظرفیت جریان <u>(ب)</u>	استاندارد طول کل هادی در یک قرقره	ملاحظات
مقدار نامی	مقدار محاسبه شده	تعداد رشته سیم	قطر یک رشته	mm	Kp/cm	Ω/Km	Kp	A	m	
$\text{mm}^۲$	$\text{mm}^۲$	NO	mm	mm						
۱۰	۹/۹	۱	۳/۵۵	۳/۵۵	۸۸	۱/۸۰	۳۹۵	۸۵	۴۳۰۰	
۱۶	۱۵/۸۹	۷	۱/۷	۵/۱	۱۴۳	۱/۱۲	۶۴۰	۱۱۵	۳۵۰۰	
۲۵	۲۴/۲۵	۷	۲/۱	۶/۳	۲۱۹	۰/۷۱۴	۹۷۰	۱۵۱	۲۲۵۰	
۳۵	۳۴/۳۶	۷	۲/۵	۷/۵	۳۱۰	۰/۵۱۰	۱۳۶۰	۱۷۴	۱۶۰۰	
۵۰	۴۸/۳۶	۱۹	۱/۸	۹	۴۳۸	۰/۳۵۷	۱۹۲۰	۲۳۱	۲۲۵۰	
۷۰	۶۵/۸	۱۹	۲/۱	۱۰/۵	۵۹۷	۰/۲۵۵	۲۶۴۰	۲۸۲	۲۲۵۰	
<u>۹۵ (ج)</u>	۹۳/۲۱	۱۹	۲/۵	۱۲/۵	۸۴۰	۰/۱۸۸	۳۷۲۰	۳۵۷	۱۶۰۰	

جدول (۳-۴)

الف) قدرت کششی نهایی $۴۰ \text{ kp/mm}^۲$

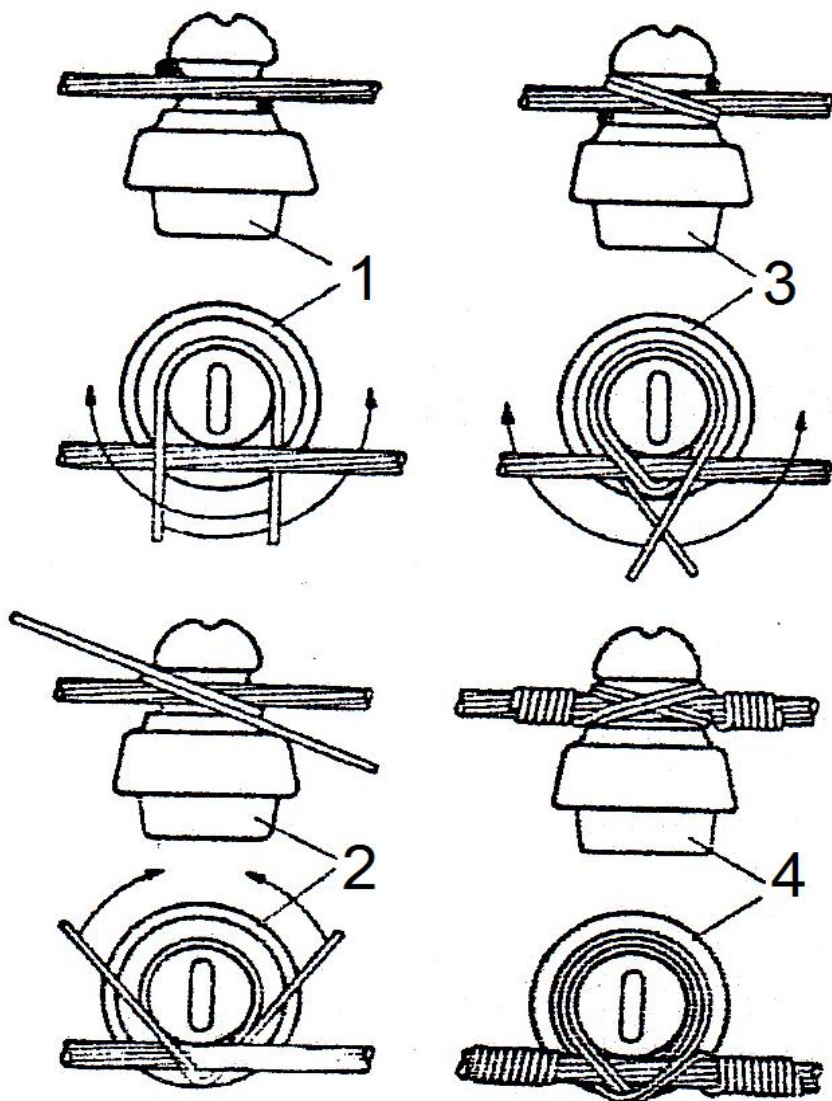
ب) باید در نظر داشت که ظرفیت جریان ذکر شده در جدول برای جریان دائمی در درجه حرارت ۴۰ تا ۸۰ سانتیگراد در نظر گرفته شده است.

ج) توصیه نشده است.

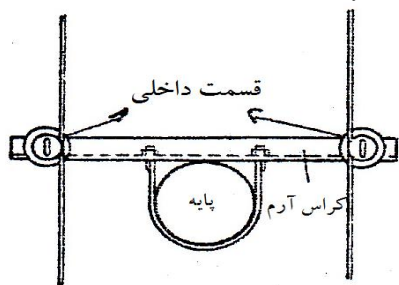
اصلي كردن سيمها به مقره (اتصال سيمها روي مقره):

الف) اصلي كردن هادي هاي مسي: هاديها توسط سيم هايي (سيم

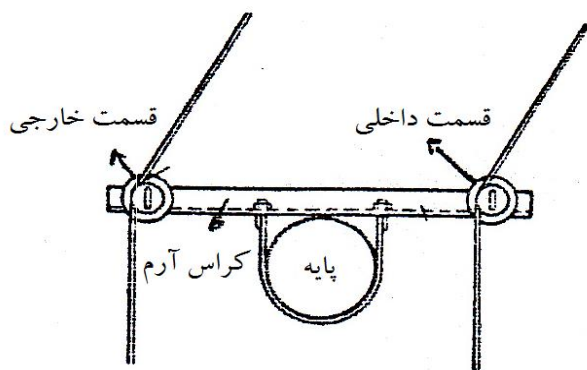
بست هاي بر روي مقره) مطابق شكل زير به گردن مقره بسته مي شوند.



در مسیرهای مستقیم سیم حامل جریان در قسمت داخلی مقره قرار می گیرد تا در صورت پاره شدن بند نگهدارنده سیم آزاد شده روی زمین نیفتد. بلکه بر روی پایه مقره یا کنسول تیر آویزان بماند.



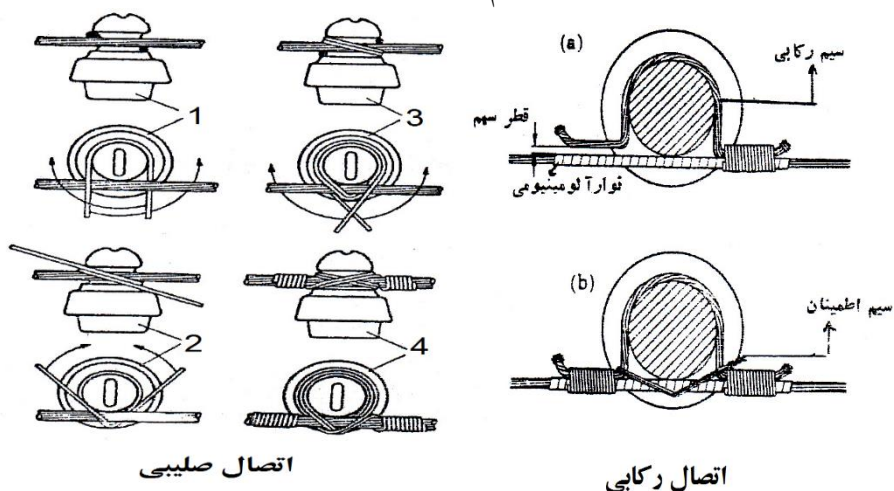
در محل هایی که سیمها تغییر مسیر می دهند (مانند سر پیچها) باید سیم حامل جریان طوری روی مقره بسته شوند که بندهای نگهدارنده کشیده نشوند.



در چنین مواردی بعضی سیمها در قسمت داخلی مقره ها و بعضی دیگر در قسمت خارجی آنها قرار می گیرند. جنس سیم های نگهدارنده باید طوری باشد که در اثر مرور زمان خورده نشده و همچنین در کنار سیم حامل جریان واکنش های شیمیایی انجام ندهند. به همین دلیل برای هادی های

مسی بهترین کار استفاده از سیم های مسی می باشد. چنانچه در این موارد از سیم های آهنی استفاده شود، پس از مدت کوتاهی بین دو هادی واکنش شیمیایی بوجود آمده و بند پاره می شود.

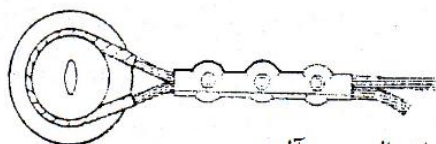
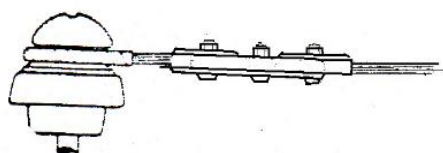
(ب) اتصال سیم های آلومینیومی: هادی های آلومینیومی نیز مانند هادی های مسی توسط سیم هایی به گردن مقره بسته می شوند. از روش های متداول برای بستن سیمها بر روی مقره می توان اتصال صلیبی و اتصال رکابی و اتصال بستی (کلمه) را نام برد.



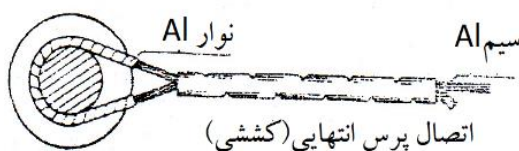
در روش های صلیبی و رکابی برای حفاظت سیم آلومینیومی در برابر صدمات مکانیکی روی آن را در محل اتصال توسط نوار آلومینیومی خالص نرم به عرض ۱۰ میلیمتر و به ضخامت ۱ میلیمتر می پوشانند. لبه های این نوار نبایستی تیز بوده و یا پیلایه داشته باشد. این نوار باید طوری به دور

سیم پیچیده شود که هر دور آن حدود یک میلیمتر با دور بعدی فاصله داشته باشد تا آب باران بر روی نوار باقی نماند. همچنین امکان خشک شدن سریع سیم وجود داشته باشد. دو انتهای این نوار نبایستی بیشتر از یک حلقه از زیر بند اتصال بیرون باشند. به علاوه بایست کاملاً بر روی سیم محکم باشند.

اتصال سیمها بر روی مقره های انتهایی در مورد سیم های مسی و آلومینیومی به یک صورت انجام می گیرد، با این تفاوت که پیچیدن نوار در مورد سیم های آلومینیومی برای نقاط تماس سیم با مقره نباید فراموش شود.

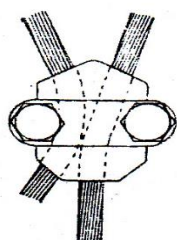
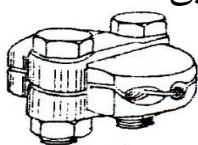


اتصال پیچی آلومینیومی



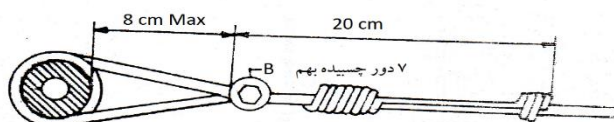
اتصال انتهایی

برای بستن سیمها بر روی مقره های انتهایی از بست های پیچی، پرسی و کلمه استفاده می شود، در شکل فوق نحوه قرار گرفتن و بستن سیم بر روی مقره انتهایی بصورت پیچی و پرسی نشان داده شده است. استفاده از (کلمه) این مزیت را دارد که به خاطر کج بودن محل قرار گرفتن سیم، این نوع اتصالات در مقابل نیروی کششی زیاد دارای دوام خوبی هستند.

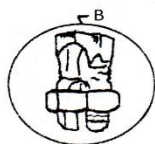


اتصال انتهایی توسط گیره (کلمه)

امروزه در ایران برای اصلی کردن هادیها به مقره های ابتداء و انتها و میان خط مطابق استاندارد از گره ها و کلمپ استفاده می شود.



گره انتهای خط



بست پیچی شکافدار

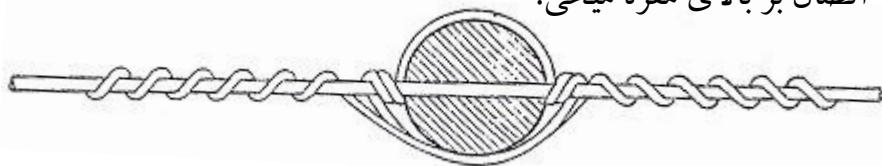
در این گره ها طول و سطح مقطع سیم بست هادی بر روی مقره نیز استاندارد بوده و مطابق جدول زیر می باشد.

سطح مقطع هادی آلومینیومی mm^2	مشخصات سیم بست آلومینیومی برای خطوط ۴۰۰۷		سطح مقطع هادی مسی mm^2	مشخصات سیم بست مسی برای خطوط ۴۰۰۷	
	طول cm	سطح مقطع mm^2		طول cm	سطح مقطع mm^2
۳۵	۱۱۴	۱۶	۱۶	۱۰۴	۱۰
۵۰	۱۳۲	۱۶	۲۵	۱۰۴	۱۰
۷۰	۱۳۲	۲۵	۳۵	۱۱۴	۱۰
۹۵	۱۵۰	۲۵	۵۰	۱۳۲	۱۶

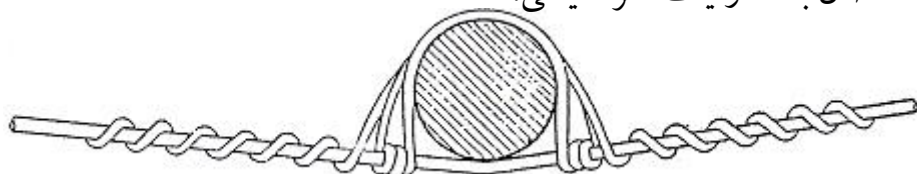
در اینجا نیز سیم های بست آلومینیومی بایستی از جنس آلومینیوم خالص نرم باشند و نمی توان از سیم های هوایی استفاده کرد.

نحوه گره های اتصال سیم به مقره پایه دار (۲۰ kv):

۱- اتصال بر بالای مقره میخی:



۲- اتصال به کنار یک مقره میخی:



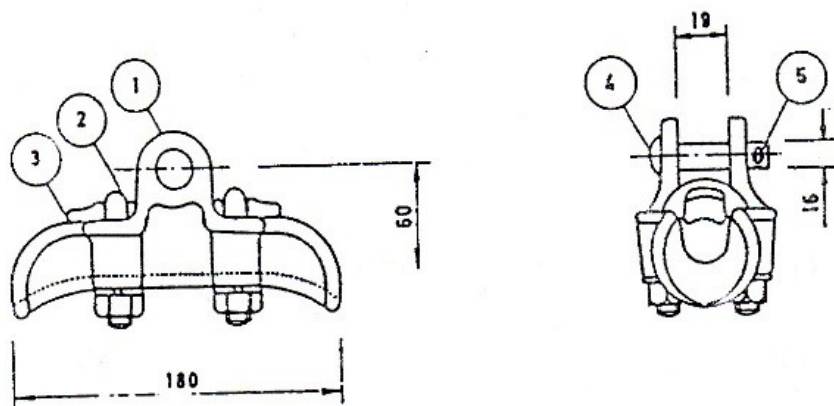
۳- اتصال بر بالای دو مقره میخی با دو سیم بست:



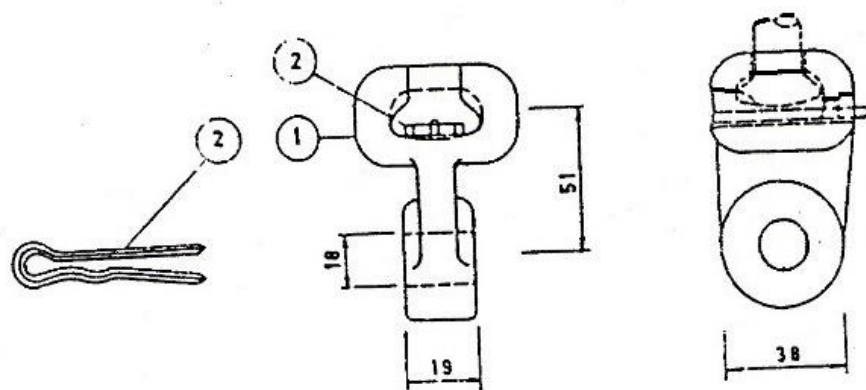
۴- اتصال به کنار دو مقره میخی با دو سیم بست:



تصاویر نقشه ای برخی از تجهیزات

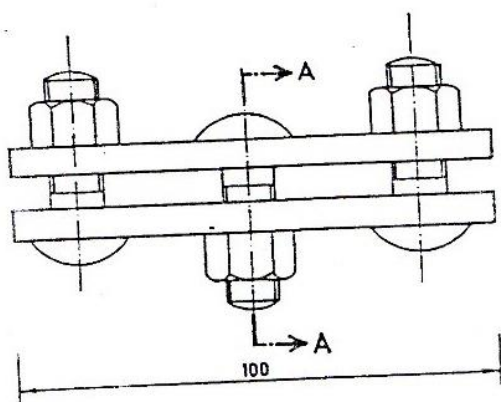


گیره آویزی نوع (الف)

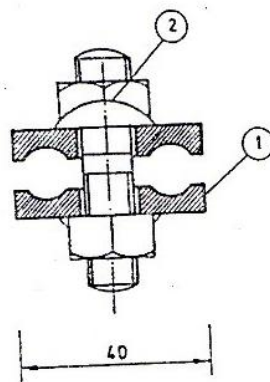


رابط گیره آویزی نوع (ب)

تصاویر نقشه ای برخی از تجهیزات

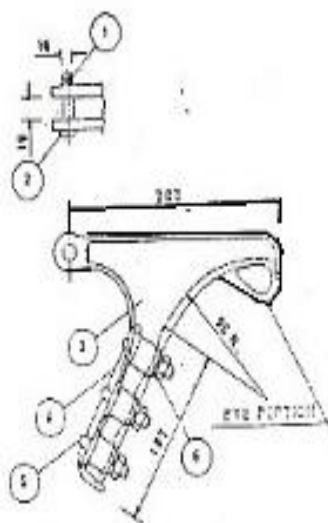


TYPICAL

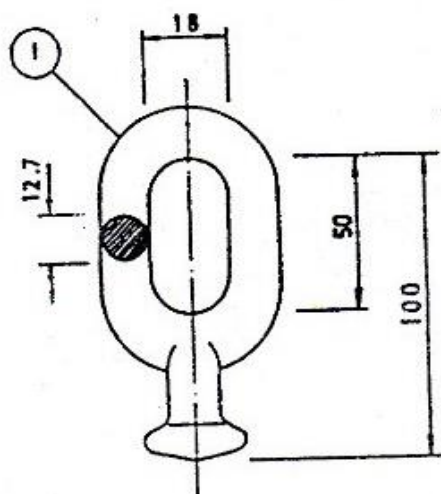


SECTION
A-A

گیره مهار سه پیچی آبدار

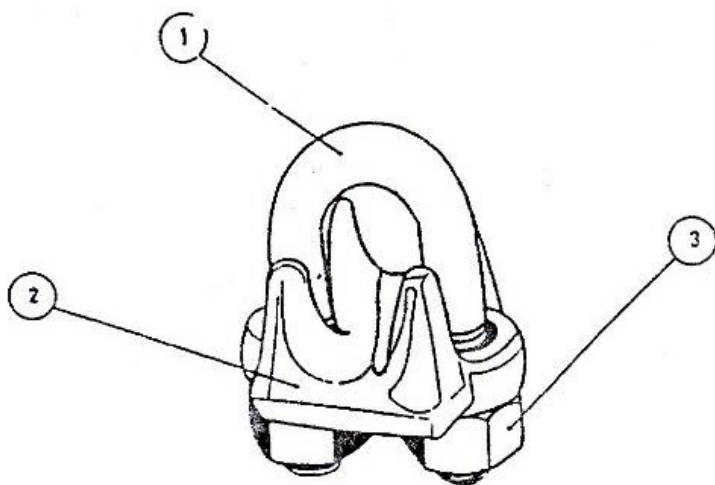


گیره انتهایی ۳ پیچی

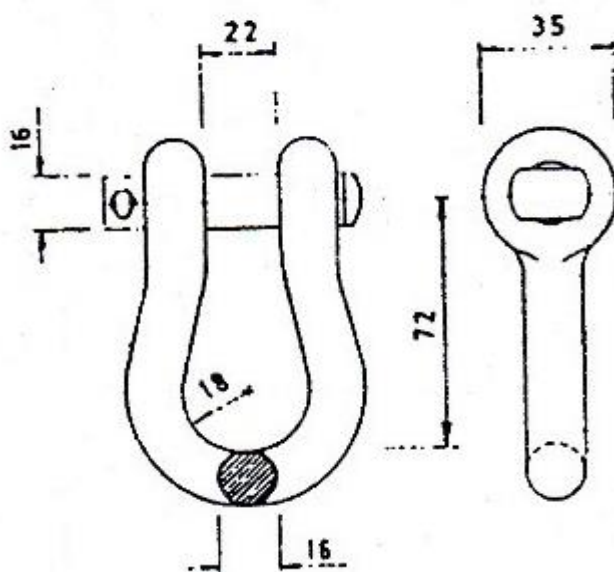


گیرنده رکاب

تصاویر نقشه ای برخی از تجهیزات

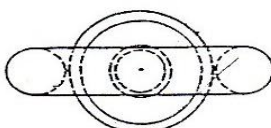
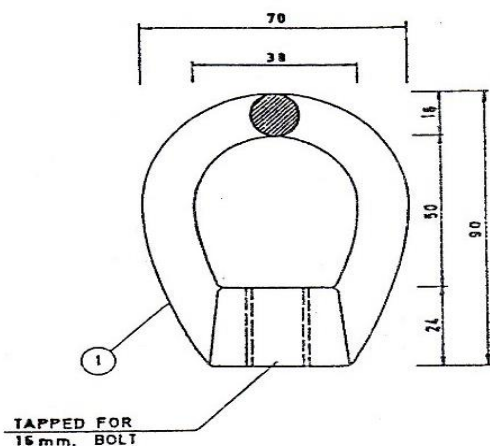


بست سیم مهار

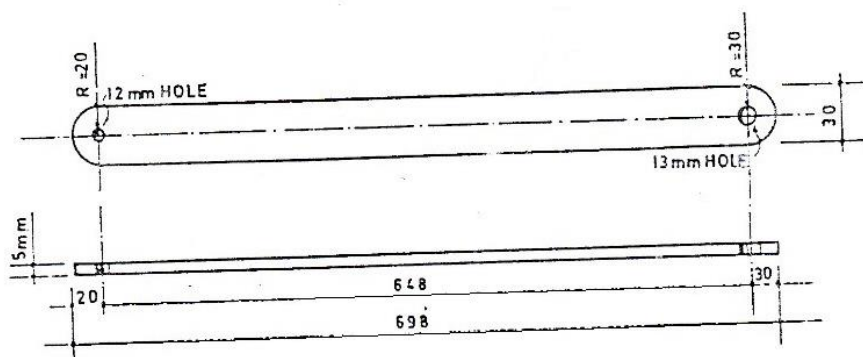


رکاب

تصاویر نقشه ای برخی از تجهیزات



ملهره چشمی



کراس آرم چوبی و حائل تسمه ای برای بیست هزار ولت

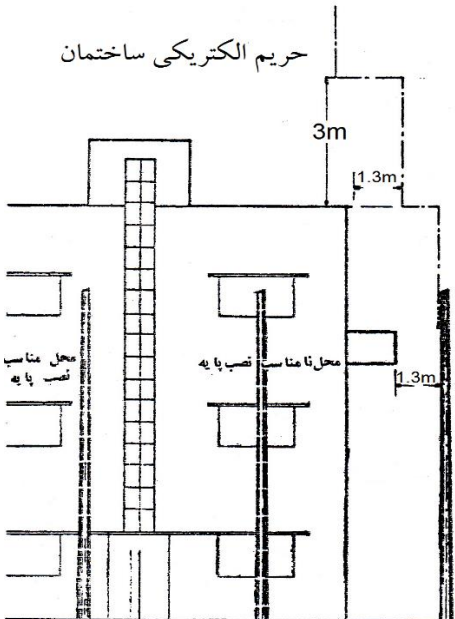
فاصله آزاد هادیها:

طبق استاندارد، سیم های هوایی در شبکه فشار ضعیف بایستی دارای حداقل فاصله ای از زمین، ساختمانها و سایر شبکه ها باشند. این فاصله بسته به شرایط محیط و وضعیت آب و هوای هر منطقه مقدار خاصی می باشد. در ایران نیز این فاصله ها استاندارد شده که اینجا به شرح آنها می پردازیم.

الف) فاصله آزاد از ساختمانها و اسکله ها و درختان: سیم های فشار ضعیف بایستی از ساختمانها به اندازه ای فاصله داشته باشند که افراد بالغ نیز به آنها دسترسی نداشته باشند. برای این منظور بایستی فاصله افقی سیمها از خارج ترین نقطه بنا حداقل $1/3$ متر و فاصله عمودی آنها از بلندترین نقطه بنا ۳ متر باشد، همچنین برای جلوگیری از خطرهای احتمالی نصب تیرها در مقابل پنجره ها یا بالکن ساختمانها مجاز نمی باشد.

حداقل فاصله سیم های هوایی تا ولتاژ ۲۰ کیلوولت از

درختان بایستی ۳ متر باشد.



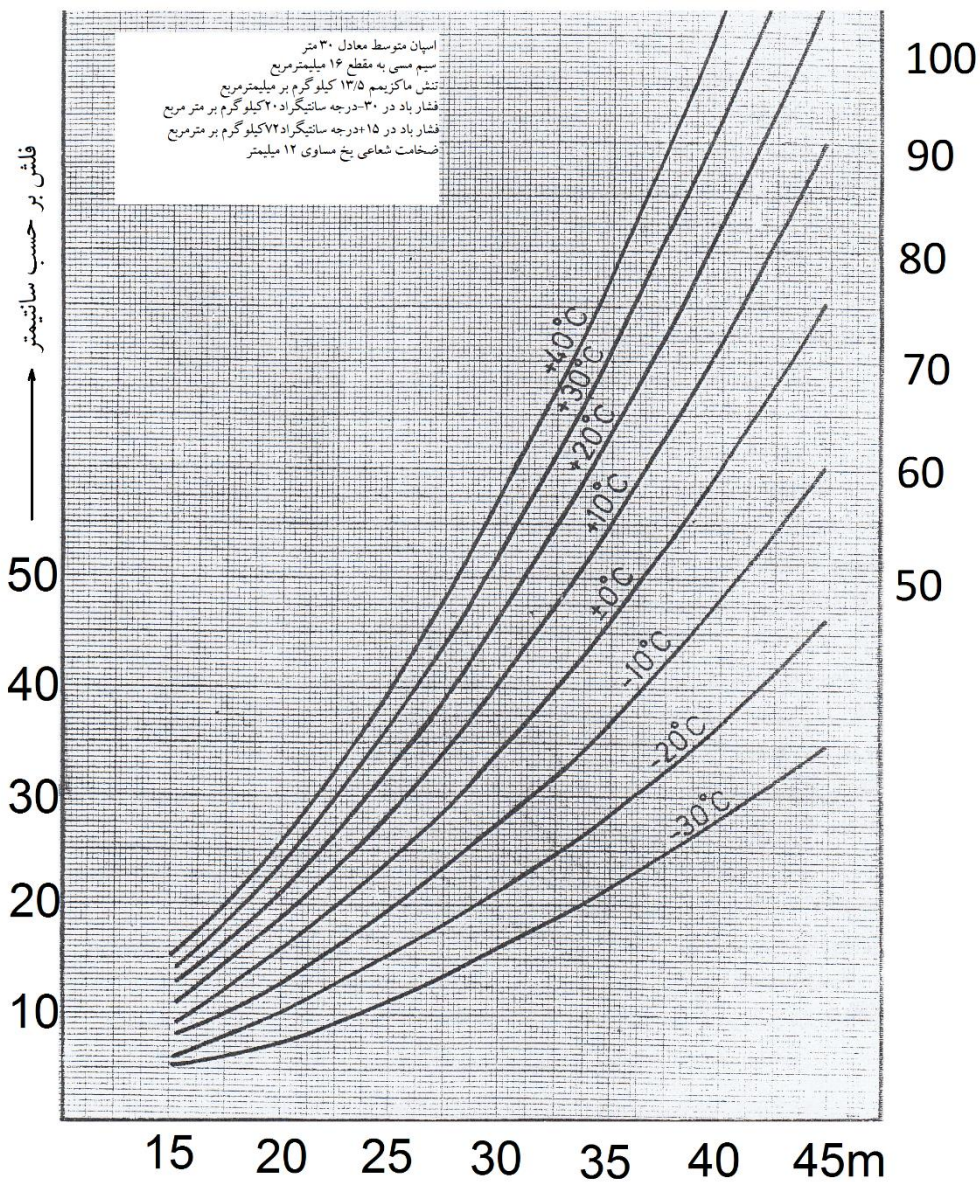
ب) فاصله آزاد سیمها از زمین: حداقل فاصله سیم های فشار ضعیف از زمین در قطع خیابانها، کوچه ها، جاده های مناطق شهری یا روستایی یا مواقعی که خطوط بر روی حریم عمومی قرار دارند، یا به موازات خیابانها و کوچه ها، در مناطق شهری ۵/۵ متر و به موازات جاده ها در مناطق روستایی در حالیکه سیمها در حریم عمومی قرار دارند و همچنین در مدخل وسایل نقلیه به گاراژهای معمولی ۴/۶ متر و در عبور از جاده های اصلی ۶/۵ متر و در عبور از روی ریل های قطار ۸/۲ متر می باشد.

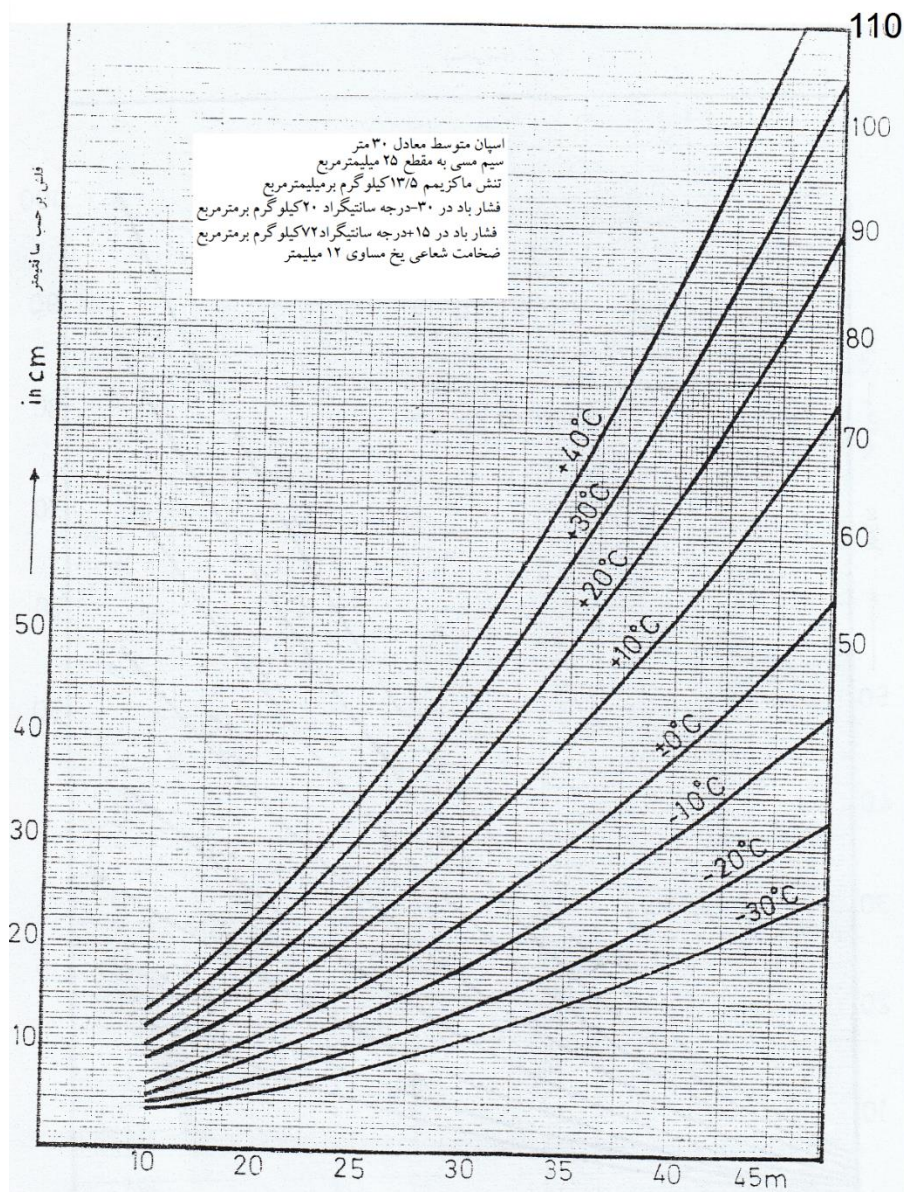
ج) فاصله آزاد سیمها از هادی های شبکه های دیگر: حداقل فاصله سیم های فشار ضعیف از شبکه های تا ۶/۳ کیلوولت ۱ متر و از شبکه های ۱۱ تا ۲۰ کیلوولت ۱/۵ متر و از سیم های مخابرات ۱/۲ متر و از سیم های مهار و سرویس ۰/۶ متر می باشد.

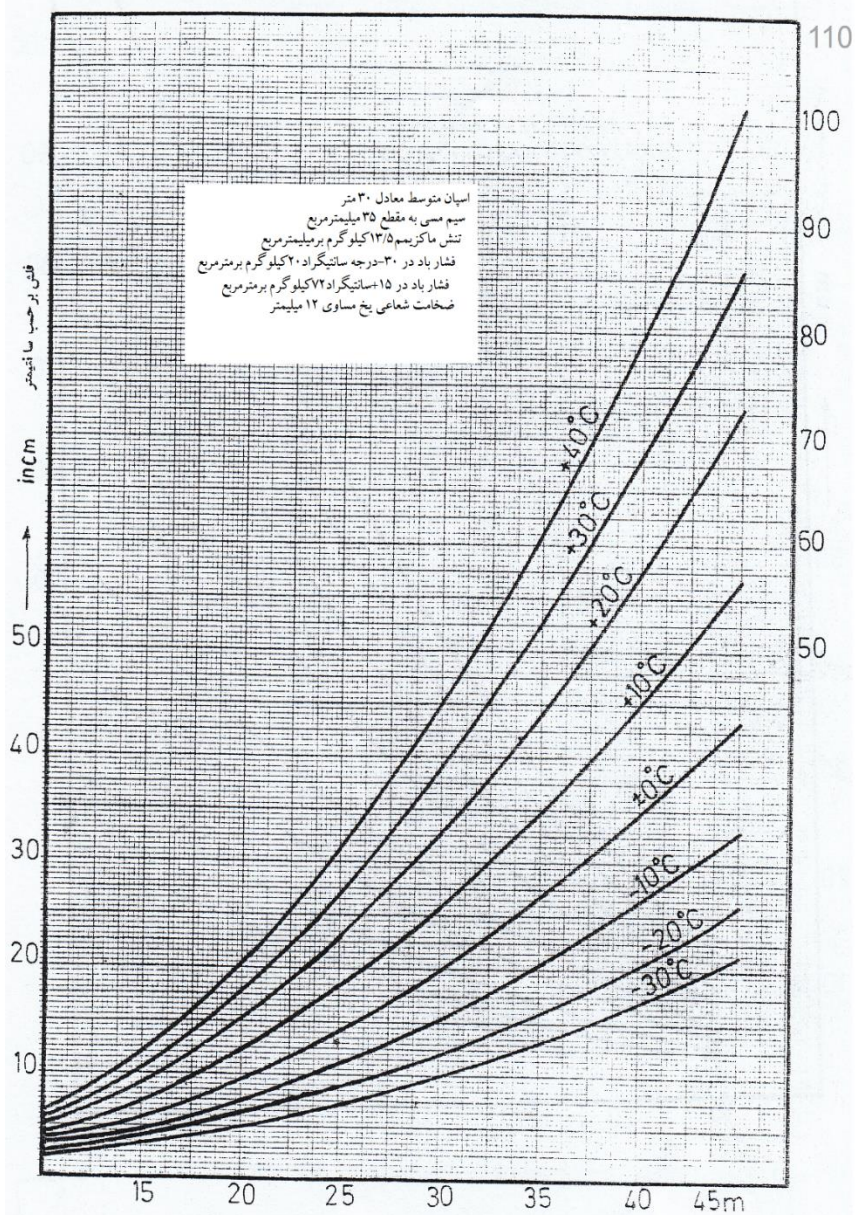
فلش (شکم) سیم:

بایستی توجه نمود که سیم های هوایی دارای یک انحناء می باشند که به آن فلش یا شکم سیم گفته می شود. در هنگام سیم کشی توجه به مقدار فلش ضروری می باشد زیرا در اثر تغییرات جوی این مقدار نیز تغییر نموده و سبب تغییر فاصله آزاد سیمها می شود. در نتیجه بی توجهی به آن باعث ایجاد خطراتی در شبکه خواهد شد. به همین دلیل با توجه به شرایط محیط

از نظر باد و باران و برف و یخ و درجه حرارت، برای سیم های با مقاطع متفاوت در نقاط مختلف فلش خاصی به دست می آید که معمولاً مقادیر محاسبه شده در جداول و منحنی های استاندارد تنظیم می شود. در منحنی های زیر مقدار فلش را برای سیم هایی که مورد استفاده آنها در شبکه زیاد می باشد در درجه حرارت های مختلف نشان می دهد.

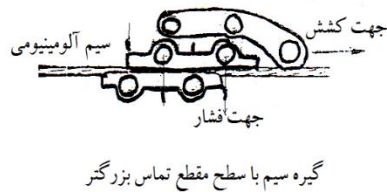
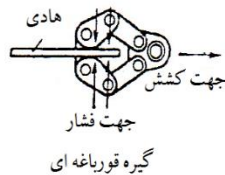
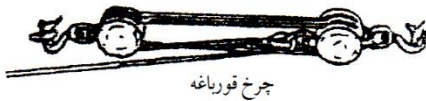






محکم کردن سیم های هوایی:

برای کشیدن و محکم کردن سیم های هوایی از دستگاه مخصوصی بنام چرخ قورباغه که با خواص قرقره های مرکب کار می کند استفاده می شود. برای این سیم های مسی ابتدا توسط گیره های ساده ای بنام گیره قورباغه ای گرفته و سپس کشیده می شود. برای محکم کردن سیم های آلومینیومی بایستی دقت شود که سطح سیم زخمی نشود. به همین دلیل به خاطر سطح تماس کم گیره های قورباغه ای از آنها استفاده نمی شود و بایستی از گیره هایی که دارای سطح تماس زیادی می باشند استفاده نمود. مانند شکل زیر. البته از این نوع گیره ها در مورد سیم های مسی نیز می توان استفاده نمود.



همچنین بایستی دقت شود که سیم های آلومینیومی بر روی زمین کشیده نشود، بدین جهت در هنگام کشیدن آنها را بر روی قرقره های چوبی که بر پایه های عایق سوارند قرار می دهند. این قرقره ها بایستی طوری در مسیر قرار بگیرند که در موقع سیم کشی، سیمها از روی قرقره نیافتند.

طریقه احداث شبکه های فشار ضعیف:

برای احداث شبکه های فشار ضعیف می بایست به نکات و ریزه کاریها و محاسبات دقیقی توجه نمود. اما نکات عمده ای که می توان بدون تشریح مفصل مطرح نمود بقرار زیر است.

۱ - استحکام لازم برای داشتن عمر کافی شبکه.

۲ - ضریب اطمینان کافی جهت عدم افت انرژی در شبکه.

۳ - اقتصادی بودن شبکه.

۴ - زیبایی و ظرافت در طرح شبکه ها. معمولاً در طرح شبکه های ۴۰۰ ولتی هوایی (فشار ضعیف) از هادی مسی استفاده می شود. زیرا اصولاً هادی مسی دارای ضریب هدایت بیشتر می باشد.

یک شبکه فشار ضعیف کامل دارای ۵ سیم می باشد که به ترتیب قرار گرفتن این ۵ سیم بدین صورت است.

از بالا به پایین سیم نول-سیم تغذیه روشنایی معابر (فاز شب)- فاز R- فاز S- فاز T. این نکته را نباید فراموش کرد که در یک طرح انتخاب سطح مقطع سیمها طبق استاندارد فعلی مملکت متفاوت است. بدین معنی که مثلاً سطح مقطع سیم نول را ۱۶ میلیمترمربع و فاز شب را ۲۵ میلیمترمربع و

فازهای R و S و T را ۳۵ میلیمتر مربع انتخاب می نماییم. البته این انتخاب بستگی به مصرف کننده های مورد تغذیه و یا مسافتی که می بایست انرژی را به نقطه مورد مصرف رساند دارد.

براساس مطالب فوق برای احداث یک شبکه فشار ضعیف اعمالی که انجام می شود بشرح زیر می باشد:

۱- بررسی وضع محل و در نظر گرفتن تعداد خانوار و جمعیت و بطور کلی محاسبه دقیق بار مصرفی که در آن محل (روستا-بخش-شهر) مصرف می شود و با در نظر گرفتن آینده توسعه صنعت برق در آن محل (ایجاد هنرستان های صنعتی - کارگاه های تراشکاری- مکانیکی و غیره).

۲- براساس تمام اطلاعات فوق نقشه (کروکی) شبکه هوایی محل تهیه شود.

۳- محل دقیق نصب تیر با در نظر گرفتن فاصله بین دو پایه جهت حفر گودال طبق نقشه تهیه شده تعیین گردد. (به این عمل اصطلاحاً پیکتاژ گویند)

۴- نصب پایه ها و تجهیزات مربوطه از قبیل راک (جایگاه قرار گرفتن مقره) و متعلقات سیم های مهار.

۵- سیم کشی: در یک شبکه ۵ سیمه بعد از نصب پایه ها و تجهیزات

آنها سیم کشی صورت می گیرد.

البته وضع قرار گرفتن سیمها، همانطور که گفته شد از بالا به

پایین ۱-نول، ۲- فاز شب، ۳- فاز R، ۴- فاز S، ۵- فاز T، می باشد. فاصله

هریک از این سیمها از یکدیگر طبق استاندارد می بایست ۳۰

سانتیمتر باشد.

در سیم کشی باید مقدار فلش (شکم سیم در وسط فاصله دو تیر) را نسبت

به جنس و سطح مقطع سیم و فاصله اسپان (دو تیر) از روی جدول داده شده

طبق استاندارد محاسبه نماییم. باید دقت شود که در موقع حمل و نقل و

عملیات سیم کشی سیمها آسیب نبینند. پس از محاسبه مقدار فلش سیم که

بر حسب سانتیمتر است و با درجه حرارت محیط نسبت مستقیم دارد، قرقره

سیم را نزدیک اولین پایه روی دستگاهی بنام چرخ سیم کشی یا سیم جمع

کن قرار داده و سرسیم را باز کرده و آن را تا آخرین پایه می کشیم.

(بطوریکه سیم زخمی نشود) در پایین کار سرسیم را به مقره چرخ بوسیله

کلمپ (کلمه) مخصوص یا به طریق بافتن می بتدیم و بعد آن را بالای پایه

برده و در جایگاه مقره یعنی اتریه یا راک نصب می کنیم. سپس در روی

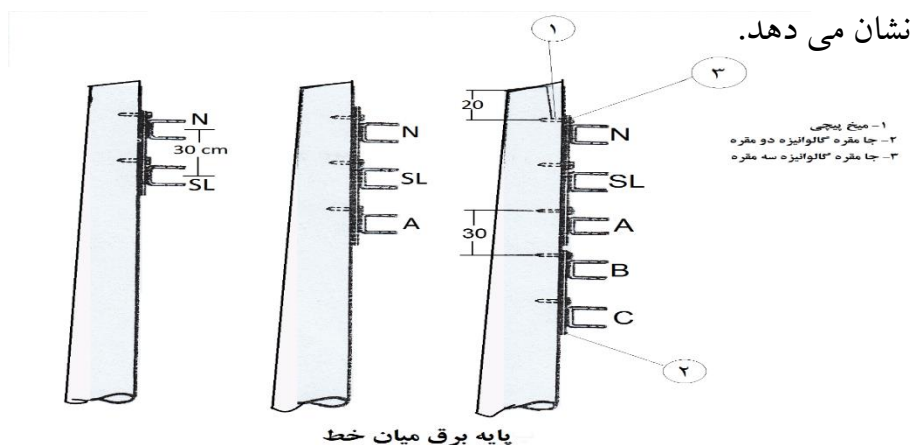
پایه های عبوری سیم را داخل اتریه ها قرار می دهیم و آنگاه باز می گردیم

به پای اولین پایه و سرسیم را روی اولین پایه با استفاده از چرخ قورباغه و

سیم گیر (قورباغه) سیم را کشیده و فلش آن را تنظیم نموده و سپس این سرسیم را بدور مقره پیچیده و یا بوسیله کلمپ مخصوص محکم نموده و یا آن را می بافیم.

همین اعمال را برای سیم های دیگر از بالا به پایین انجام می دهیم. بطوریکه فاصله شکم سیمها با هم یک هماهنگی بخصوص داشته باشند. پس از انجام این عملیات روی پایه های عبوری (وسط خط) تمام سیمها را در شیار مقره های مربوطه می بندیم.

بدین ترتیب شبکه آماده بهره برداری است. ضمناً بخاطر بسپاریم که ممکن است در اثر کشیدن سیم های شبکه تیرهای ابتدایی و انتهایی تغییر وضعیت بدهند. (یعنی در جهت کشش سیم خم شوند) که این عمل را با تنظیم کردن دقیق مهارهای پیش بینی شده در ابتدا و انتهای خط خنثی می نمایم. شکل های زیر نحوه نصب مقره ها را بر روی تیرهای مختلف مطابق استاندارد



فصل پنجم



انواع مهارها

مهارها:

در مباحث قبلی درباره انتخاب پایه ها و محکم بودن آنها برای تحمل وزن سیمها بحث شده و مشخصاتی برای تعیین طول و استحکام پایه ها و اندازه فرورفتگی آنها در زمین برای حالت های مختلف داده شده. با وجود مراعات تمام نکات ذکر شده باز مواردی پیش می آید که پایه ها در برابر نیروهای کششی ناخواسته وارده از سیمها قرار می گیرند. این وضع به علت وزن زیاد تجهیزات خط، وزن بیش از حد یخ و برف، اثرات باد، قطع شدن قسمتی از سیمها در فواصل مختلف، فاصله های غیر مساوی بین پایه ها که ایجاد بارهای مکانیکی نامتعادل می نماید. زاویه ها، کشش وارده به ابتدا و انتهای خطوط، وجود تپه ها و یا پستی و بلندی های زمین ایجاد می شود. براساس این مطالب لازم است که در جهت خنثی سازی این نوع نیروها مهارهای لازم ایجاد نمود. در اینجا به ذکر چند نمونه مهار که در خطوط فشار ضعیف (۴۰۰ ولتی) هوایی مورد استفاده قرار می گیرد، می پردازیم:

۱- مهارهای ساده آخر خط.

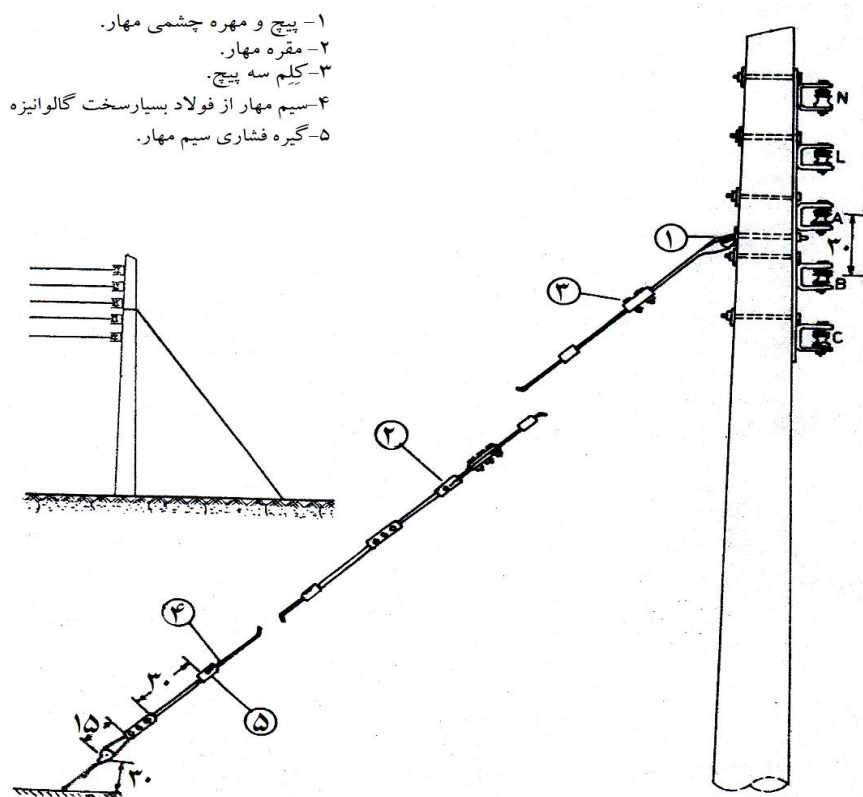
۲- مهار حائل آخر خط.

۳- مهار اسپان انتهایی دو خط که بهم می رسند.

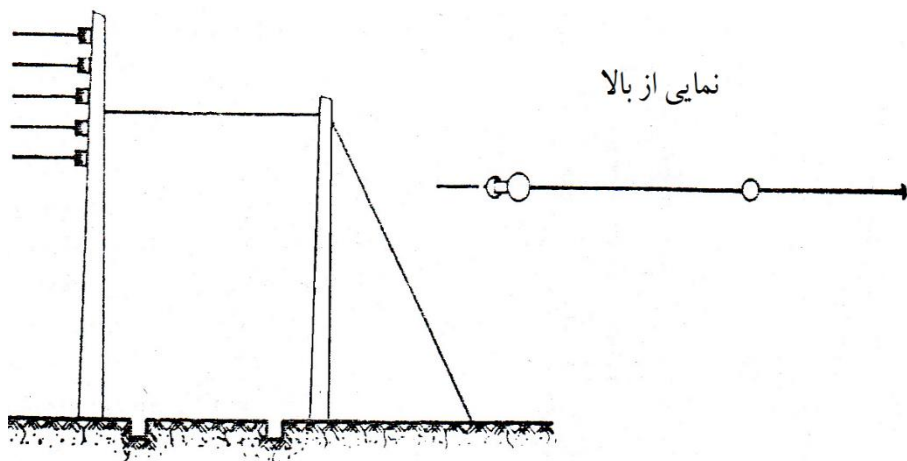
۴- مهار پیاده رو.

۵- مهار حائل فشاری.

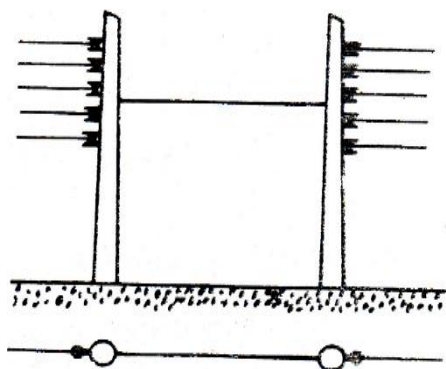
مهار ساده آخر خط: این نوع مهار در ابتدا و انتها و زوایای خطوط نصب می شود. البته باید در نظر داشت که فاصله پای مهار می بایست مناسب باشد. بر روی تپه هایی که چنین پایه هایی نصب می شود در جهت عکس شیب تپه ها هم از این نوع مهار استفاده می شود. در شکل زیر مهار ساده آخر خط را نشان می دهد.



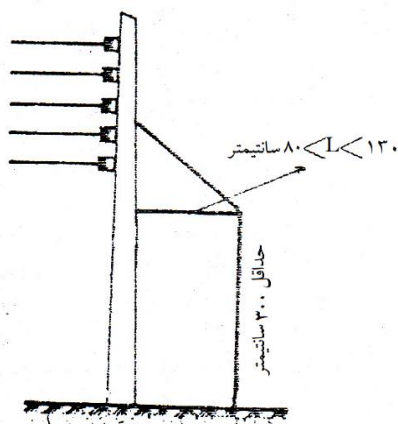
مهار حائل آخر خط: این نوع مهار در مواقعی ضرورت دارد که پای تیر انتهایی یا ابتدایی برای حفر چاله و یا اصولاً نصب مهار ساده مناسب نباشد. در این صورت از یک پایه کوتاه دیگر بصورتی که در شکل زیر مشاهده می شود برای نصب این نوع مهارها استفاده می شود.



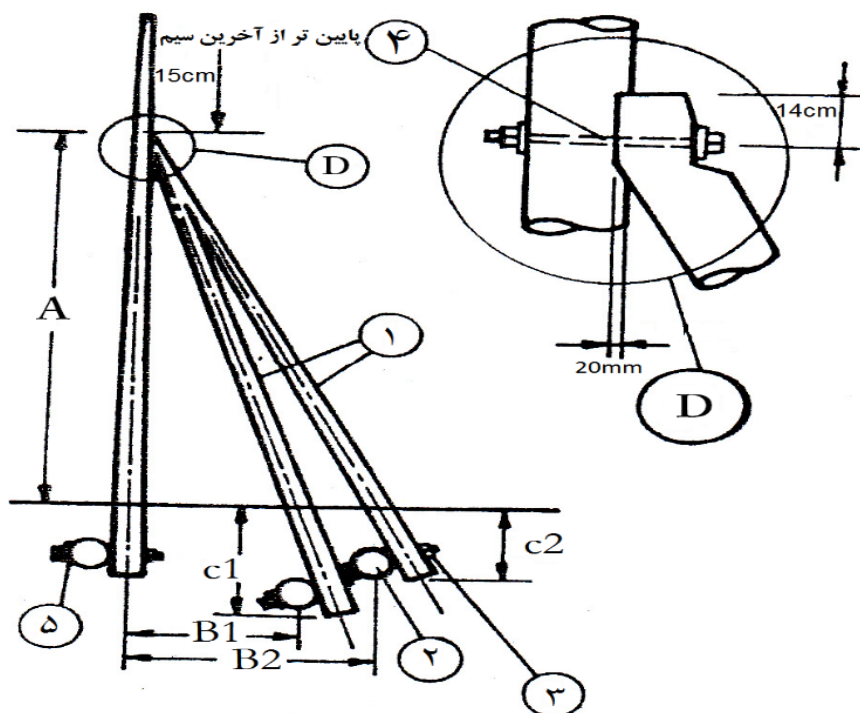
مهار اسپان انتهای دو خط که بهم می رسند: گاهی اتفاق می افتد که انتهای دو خط که دو مسیر را تغذیه می نمایند مانند شکل زیر بهم نزدیک می شوند. در اینجا با در نظر گرفتن جنبه های اقتصادی می توان بجای استفاده از دو سیستم مهار ساده از یک سیستم مهار اسپان که در انتها از یک سیم استفاده شده است، بهره گرفت مشروط بر اینکه این فاصله از ۳۵ متر تجاوز ننماید. (این مقدار برابر اسپان معادل فشار ضعیف است).



مهار پیاده رو: در کنار جاده ها، خیابانها و محل هایی که محلی باز، برای نصب مهارهای ساده و سایر مهارهای ذکر شده وجود ندارد، از مهار پیاده رو استفاده می شود.



مهار حائل فشاری: این نوع مهار در مناطقی که در پشت تیر جایی برای نصب مهار ساده یا سایر مهارها موجود نیست، استفاده می شود. بدیهی است که هر چه فاصله پای مهار بیشتر باشد نیروی بیشتری را می تواند تحمل کند.



- ۱- حائل فشاری مطابق جدول (X).
- ۲- کند آ چوبی به قطر ۲۵ و به طول ۱۰۰ تا ۱۵۰ سانتیمتر بر حسب احتیاج.
- ۳- پیچ و مهره ۲۰×۶۰ میلیمتر با واشر مربعی ۵۰×۵۰×۳ میلیمتری.
- ۴- پیچ و مهره ۱۶×۴۵ میلیمتر با دو واشر مربعی ۵۰×۵۰×۳ میلیمتری.
- ۵- واشر قوسی مربعی به ابعاد ۲۵۰×۲۵۰×۶ میلیمتر.

توجه: شماره های ۳ و ۴ و ۵ بایستی گالوانیزه باشند.

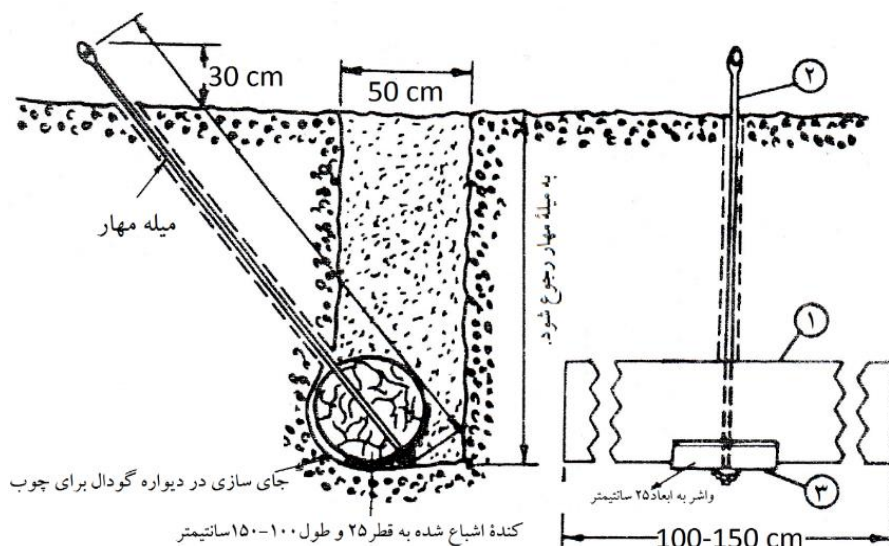
جدول (x)

طول پایه	نوع شبکه	A	حائل فشاری	B ₁	C ₁	B ₂	C ₂
۹ M	۵ سیمه	۶ M	۸ M	۲ M	۱/۶۵M		
	فشار					۳ M	۱/۲M
	ضعیف						
۱۰ M	۵ سیمه	۷ M	۹ M	۲ M	۱/۶۵M		
	فشار					۳ M	۱/۳M
	ضعیف						
۱۱ M	۵ سیمه	۸ M	۱۰ M	۲ M	۱/۶۵M		
	فشار	۸ M	۱۰ M			۳ M	۱/۳M
	ضعیف						

لنگرهای مهار:

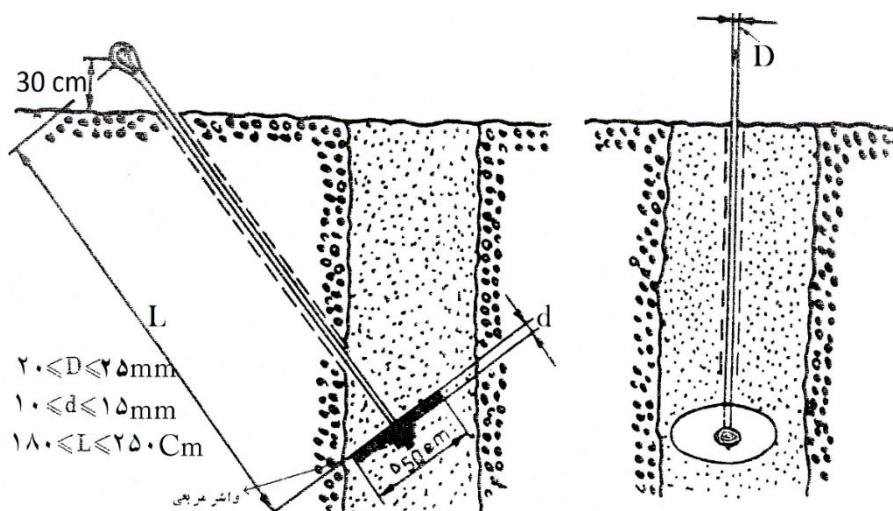
بطور کلی از لنگرهای مهار جهت محکم کردن سیم های مهار در داخل زمین استفاده می گردد. انتخاب انواع آن بستگی به شرایط خاک (سختی و نرمی زمین) دارد. اکنون بطور مختصر به شرح چند نوع از آنها که امکان استفاده در ایران را دارند می پردازیم: ۱- لنگر مهار چوبی. ۲- لنگر مهار فلزی صفحه ای. ۳- لنگر مهار سنگلاخ. ۴- لنگر مهار بازشونده. ۵- لنگر مهار مته.

لنگر مهار چوبی: از این نوع لن/ر اغلب در زمین های خشك استفاده می شود. در شکل زیر این نوع لنگر مهار را نشان داده است.

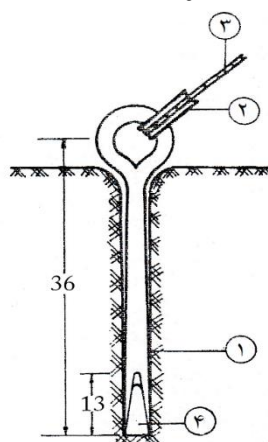


- ۱- کنده چوبی عمل آورده به ابعاد ۲۵×۱۰۰ یا ۲۵×۱۵۰ سانتیمتر.
- ۲- میله لنگر فولادی ۲۵×۲۵۰۰ میلیمتری با یک یا دو جای سیم مهار با واشر و مهره.
- ۳- واشر مربع شکل قوسی به ابعاد $۲۵ \times ۲۵ \times ۰/۶۰$ سانتیمتر.

لنگر مهار فلزی صفحه ای: این نوع لنگر در زمین های معمولی بکار برده می شود. معمولاً این نوع لنگرها را گالوانیزه نموده و یا از ماده ضد زنگ می پوشانند تا در معرض رطوبت زمین فساد پذیر نباشد. در شکل زیر این نوع لنگر مهار را نشان داده است.



لنگر مهار سنگلاخ: این نوع لنگر در زمین های سنگی و صخره ای مورد استفاده قرار می گیرد. در شکل زیر نشان داده شده است.



۱- پیچ ماشینی یا پیچ چشمی ۲۰×۳۶۰ میلیمتر،

(فولاد گالوانیزه).

۲- هادی سیم مهار.

۳- سیم مهار (به اندازه لازم).

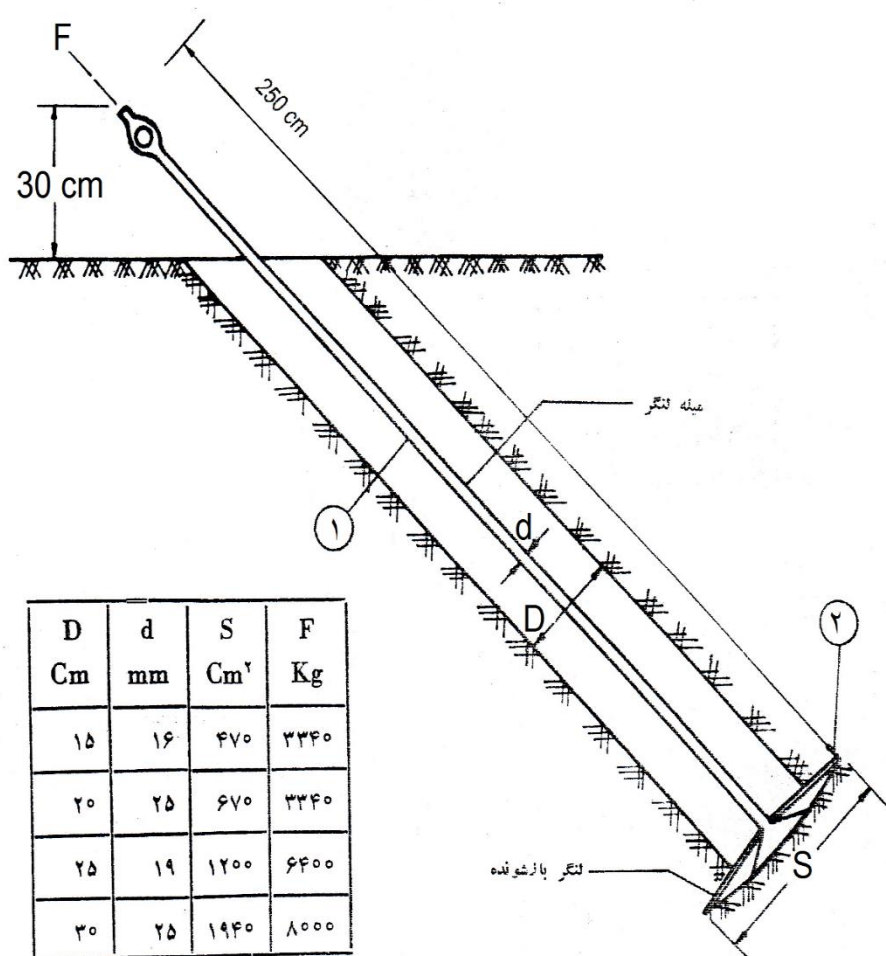
۴- گوه.

لنگره مهار باز شونده: این نوع لنگر در زمین های شنی، رسی، ماسه ای و یا رسوبی سخت بکار برده می شود.

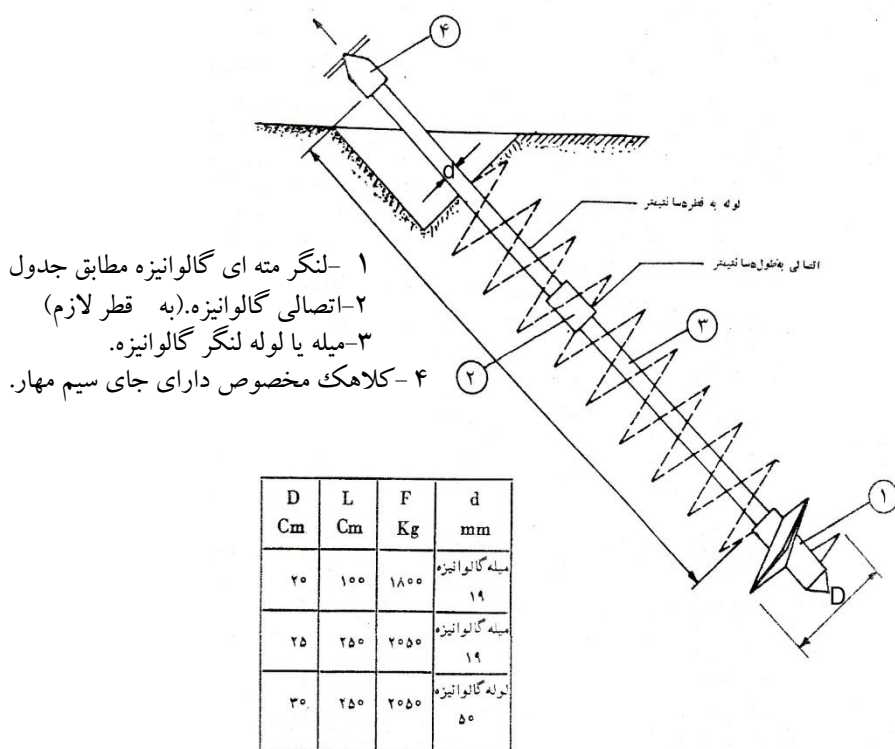
۱- میله لنگر بازشونده مطابق جدول با یک یا دو جای سیم مهار.

۲- لنگر بازشونده مطابق جدول،

(میله لنگر و لنگر بازشونده از آهن گالوانیزه تهیه شده است).



لنگره مهار مته: این نوع لنگر مهار در زمین های شنی و نشت کرده و یا خاک های مرطوب و گلی، بکار می رود. این نوع لنگرها به دلیل مته ای بودنشان احتیاج به حفر چاه ندارند. و عموماً به وسیله ماشین های تجهیزات خط (لاین تراک) کار گذاشته می شوند، بدین ترتیب که به جای مته حفاری این ماشین لنگر مهار مته بسته می شود و پس از فرو کردن آن در زمین (البته با توجه به انتخاب زاویه موردنظر) و قرار گرفتن لنگر در عمقی از زمین که موردنظر می باشد کلمپ اتصال لنگر با ماشین را باز می نمایند و بدین شکل لنگر مذکور در زمین باقی می ماند.



فصل دهم

دستور العمل های

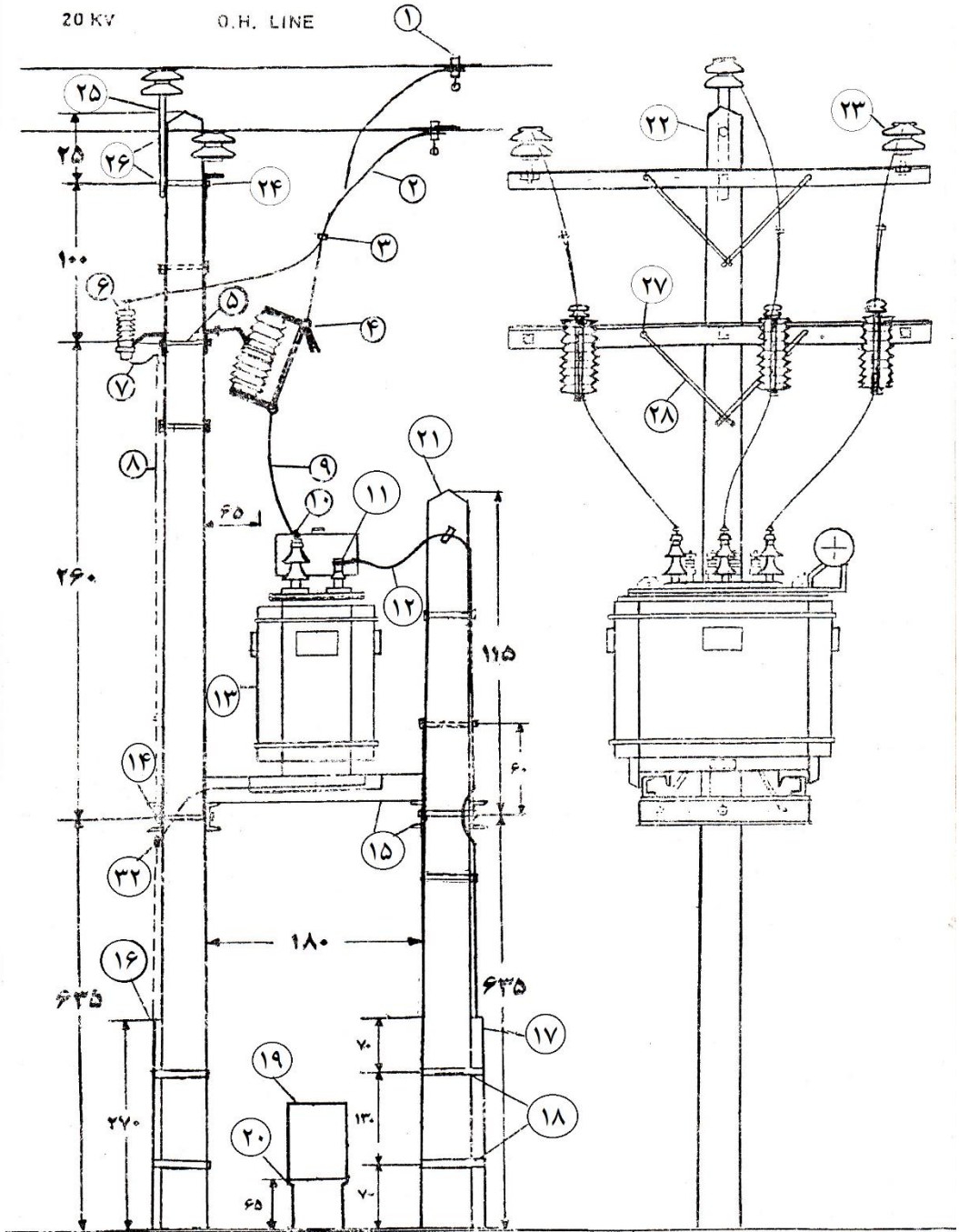
اجرایی

شبکه های

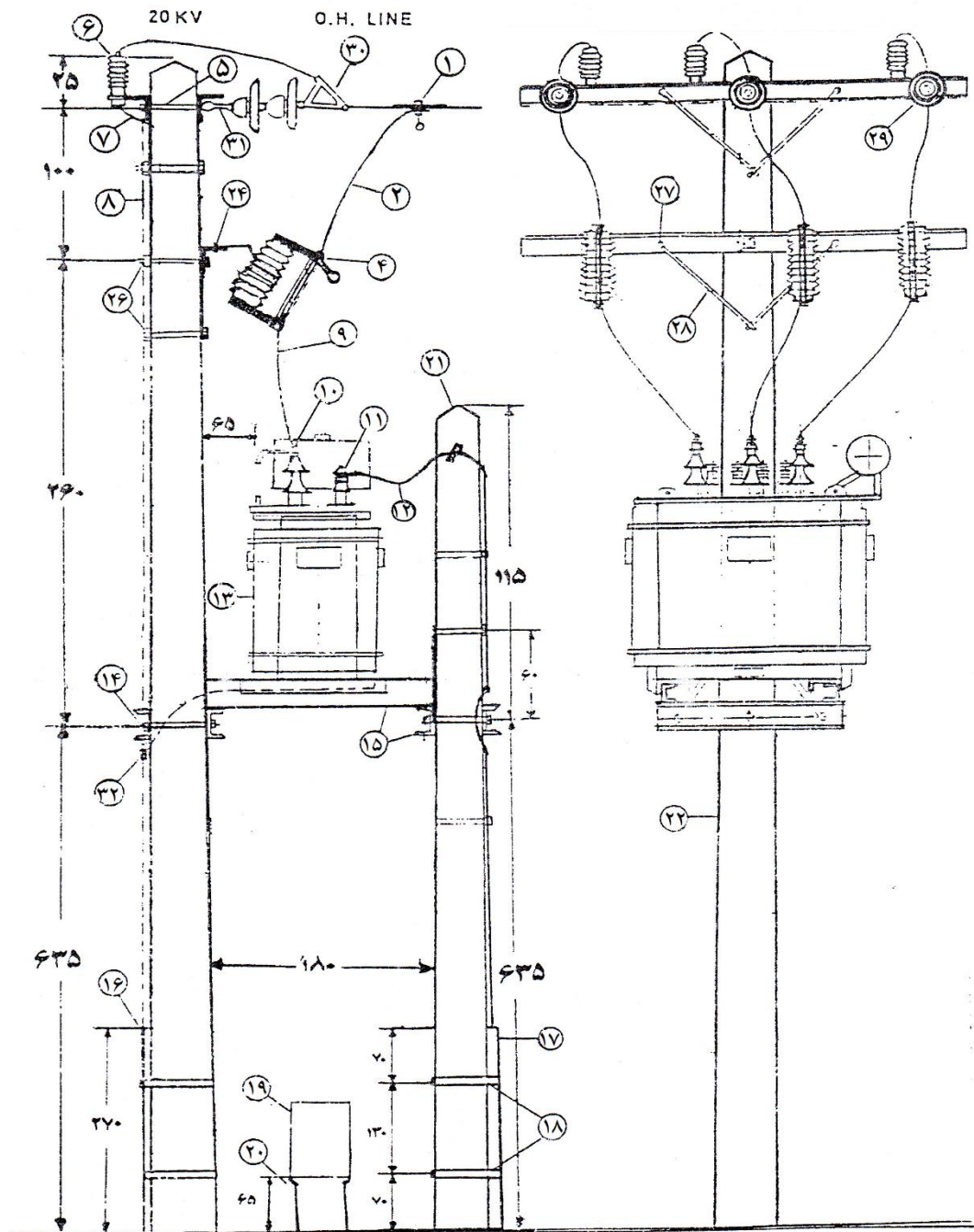
توزیع هوایی



شکل (۱) = پست هوایی ۲۰ کیلو ولت زیر خط عبوری:



شکل (۲) = پست هوایی ۲۰ کیلو ولت در انتهای خط:



لیست مصالح و تجهیزات به کار رفته در یک پست هوایی

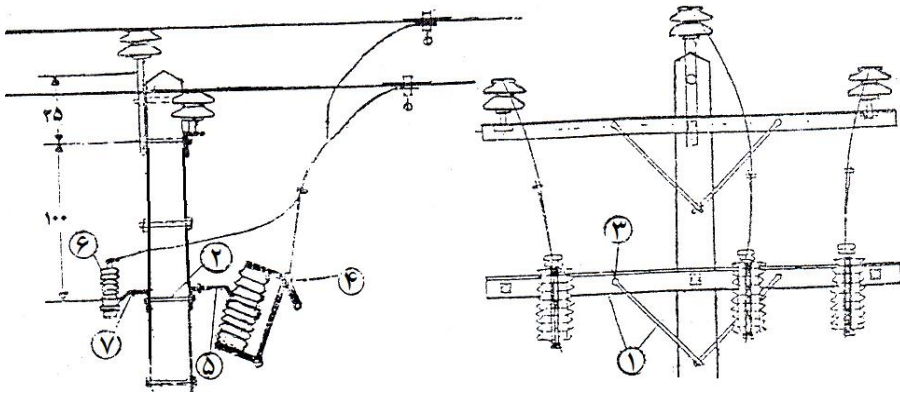
شماره	شرح تجهیزات	واحد	تعداد
۱	گیره هات لاین AL	عدد	۳
۲	سیم ACSR ۳۵ (خط به کات اوت)		
۳	کلمپ دو پیچه AL		۳
۴	کات اوت فیوز ۲۴	دستگاه	۳
۵	پیچ و مهره چشمی جهت کنسول ۱۴×۳۵۰ با واشر مربعی ۵۰×۵۰×۳	عدد	۲
۶	برقگیر ۲۴ KV	دستگاه	۳
۷	سیم مسی ۵۰ (جهت اتصال برقگیرهای کناری و بدنه ترانسفورماتور به کابل زمین)	متر	۴/۵
۸	کابل مسی ۵۰ (جهت اتصال نقطه خنثی برقگیرها به زمین)		۱۰
۹	سیم مسی ۵۰ (جهت اتصال کات اوت به ترانسفورماتور)		۵
۱۰	کابلشو مسی ۵۰ (جهت اتصال سیم به بوشینگ)	عدد	۶
۱۱	کابلشو مسی متناسب با کابل		۲۰
۱۲	کابل متناسب با ترانسفورمر (طبق جدول)	متر	۱۲
۱۳	ترانسفورماتور توزیع هوایی (حداکثر تا ۵۰۰ کیلوولت آمپر)	دستگاه	۱
۱۴	پیچ و مهره دو سر قلاویز جهت سکوی ترانسفورمر ۱۴×۴۰۰	عدد	۴
۱۵	سکوی ترانسفورماتور بطور کامل	دستگاه	۱
۱۶	لوله گالوانیزه دو اینچ (جهت کابل زمین)	شاخه	۰/۵
۱۷	لوله فلزی گالوانیزه ۵-۳ اینچ (جهت کابل ترانسفورماتور)	شاخه	۰/۵
۱۸	بست فلزی (کری)	عدد	۵
۱۹	تابلو	دستگاه	۱
۲۰	سکوی بتنی تابلو		۱
۲۱	پایه بتنی ۹ متری	اصله	۱
۲۲	پایه بتنی ۱۲ متری		-
۲۳	مقره سوزنی برای پست وسط خط		-
۲۴	کراس آرم فلزی ۲/۴۴ متری (۷۰×۷۰×۸) میلیمتری	عدد	۲
۲۵	میل مقره راس تیری بلند		-
۲۶	پیچ و مهره یک سر ۱۴×۲۵۰	عدد	۶
۲۷	پیچ و مهره جهت تسمه به کراس آرم ۱۰×۴۰ میلیمتری	عدد	۴
۲۸	تسمه حائل ۵×۳۰×۶۹۸ میلیمتری	عدد	۴
۲۹	مقره بشقابی برای پست انتهای خط	-	-
۳۰	کلمپ انتهایی (سوکت)	-	-
۳۱	متعلقات مقره بشقابی	-	-
۳۲	کلمپ مسی دو پیچه	عدد	۲

نحوه استقرار کات فیوز و برقگیر:

الف) پست هوایی در وسط خط هوایی ۲۰ کیلوولت:

کات اوت فیوز و برقگیر بر روی دو عدد کنسول ۲/۴۴ متری نمره ۷ که بر روی پایه ۱۲ متری نصب می شود. طوری مستقر می گردند که کات اوت فیوز بر روی کنسول طرف ترانسفورماتور و برقگیر بر روی کنسول بیرون قرار گیرد.

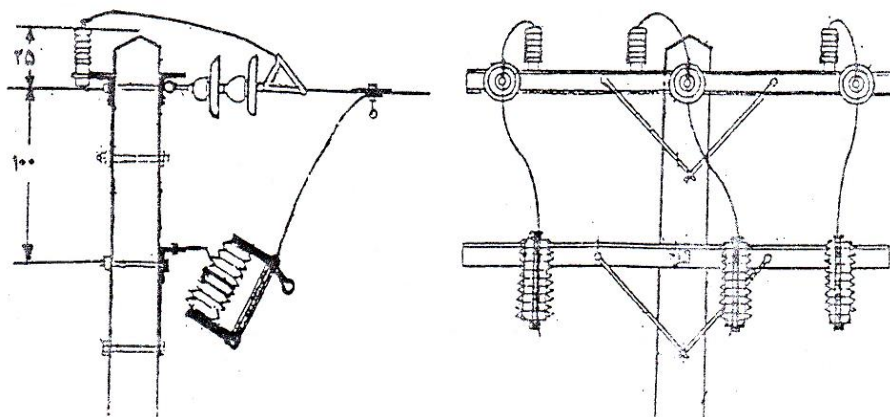
جهت محکم کردن کات اوت فیوز و برقگیر بر روی کنسول از براکت مخصوص آنها استفاده می شود. زاویه نصب کات اوت فیوز نسبت به قدام حدود ۲۰ درجه می باشد. تا هنگام عمل به راحتی باز و مشخص گردد.



- ۱- کنسول ۲/۴۴ متری، نمره ۷ باتسمه. (۲ عدد) ۲- پیچ و مهره 35×14 (۴ عدد)
- ۳- پیچ و مهره 40×10 (۴ عدد) ۴- کات اوت فیوز (۳ عدد) ۵- براکت کات اوت فیوز (۳ عدد) ۶- برقگیر (۳ عدد) ۷- براکت برقگیر (۳ عدد)

ب) پست هوایی در انتهای خط ۲۰ کیلوولت:

این حالت مشابه حالت (الف) است با این تفاوت که محل استقرار برقگیر در امتداد خط می باشد. از آنجا که در این حالت الزاماً پایه بتنی ۱۲ متری دارای مقره بشقابی و ملزومات آن می باشد. بنابراین از کلمپ انتهایی (سوکت) موجود جهت اتصال سیم خط به برقگیر استفاده می شود. طبق شکل زیر برقگیر توسط براکت مخصوص خود بر روی کنسول بیرونی قرار می گیرد. جهت استقرار کات اوت فیوز از یک عدد کنسول که با فاصله ۱۰۰ سانتیمتری زیر کنسول خط نصب می گردد استفاده می شود.



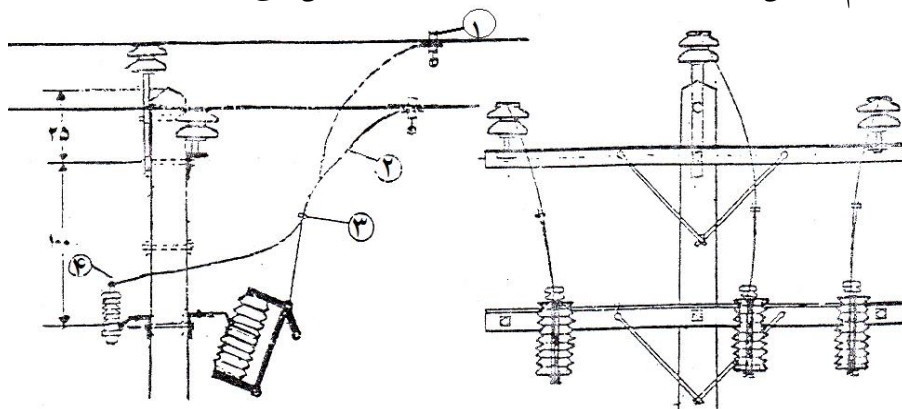
نحوه اتصال خط اصلی به کات اوت فیوز و برقگیر:

الف) پست هوایی زیر خط عبوری:

در شکل صفح بعد اتصال خط اصلی به کات اوت فیوز و برقگیر در حالتی که شبکه عبوری باشد از نمای جانبی و روبرو نشان داده شده است.

همانگونه که نشان داده شده است ، جهت ارتباط خط به کات اوت فیوز و برقگیر از سیم جمپر ۳۵- و یک گیره قابل قطع تحت ولتاژ (گیره هات لاین) آلومینیومی در طرف خط استفاده شده است. توجه گردد محل اتصال گیره هات لاین بر روی هادی خط توسط پیچاندن یک رشته سیم آرماتور یا (AL) بر روی هادی تقویت گردد.

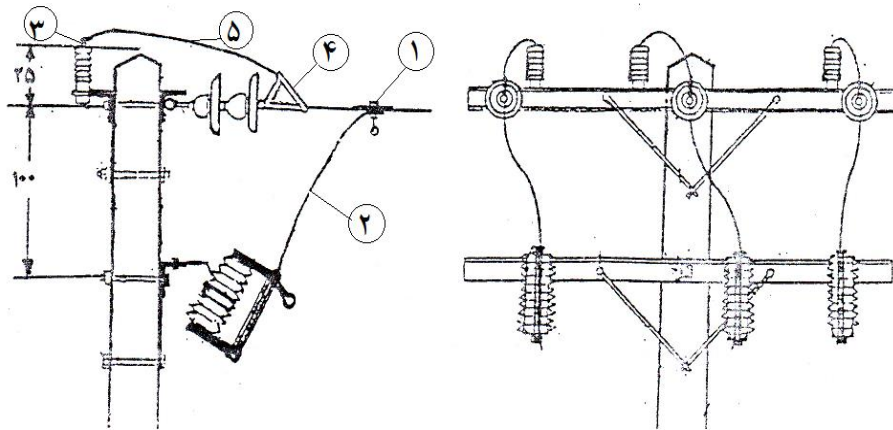
دو سیم جمپر کات اوت و برقگیر نیز توسط یک کلمپ پیچی شکافدار به هم متصل و با کابلشو بیمتال ۵۰ به برقگیر وصل می گردد.



کد تجهیزات	شرح
۱	گیره های لاین-AL
۲	سیم ۳۵-ACSR
۳	کلمپ پیچی شکافدار
۴	کابلشو بیمتال ۵۰

ب) پست هوایی در انتهای خط:

در این حالت طبق شکل زیر هادی اصلی خط ۲۰KV پس از عبور از سوکت (کلمپ انتهایی) با کابلشو متناسب با سیم خط به برقگیر متصل می گردد. دیگر نیازی به کلمپ پیچی شکافدار حالت قبلی ندارد.



شرح	کد تجهیزات
گیره هات لاین	۱
سیم ۳۵-ACSR	۲
کابلشو بیمتال	۳
کلمپ انتهایی	۴
سیم اصلی خط	۵

مشخصات کات اوت فیوز و برقگیر:

مشخصات فنی کات اوت

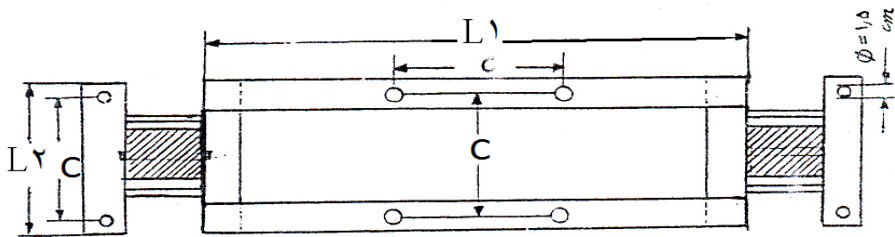
شرح	واحد	مقدار
ولتاژ نامی	KV	۱۴/۴-۲۵
حداکثر ولتاژ	KV	۲۷
شدت جریان نامی	A	۱۰۰
فرکانس	HZ	۵۰/۶۰
شدت جریان اتصال کوتاه	KA	۱۰
ولتاژ تست	KV	۵۵
ولتاژ تست ضربه	KV	۱۲۵

مشخصات فنی برقیگیر

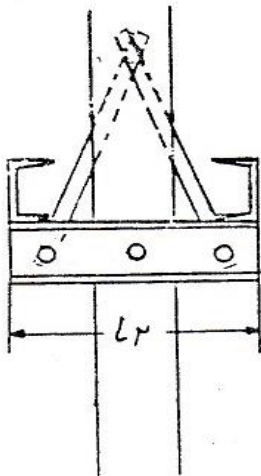
MVB	MWB	واحد نوع	شرح
۱۰-۲۴	۱۹-۳۶	KV	ولتاژ نامی
۵	۱۰	KA	جریان تخلیه نامی (مقدار پیک)
۷۸/۶۷	۱۱۶/۱۰۰	KV	ولتاژ پسماند بازای جریان ضربه ای تخلیه نامی
۶۵	۶۵	KA	جریان ضربه قابل تحمل (مقدار پیک)
۱۶	۲۰	KA	قابلیت تحمل جریان اتصال کوتاه (جریان تخلیه فشار)
۲۵۰	۴۰۰	A	قابلیت تحمل موجهای بازمان زیاد (مقدار پیک)

سکوی ترانسفورماتور:

در شکل‌های زیر نمای بالا و جانبی یک سکوی ترانسفورماتور هوایی تا ۵۰۰ KVA را نشان می‌دهد. با توجه به وزن و ابعاد ترانسفورماتور، سکوی ترانسفورماتور ابعاد و مشخصاتی متفاوت خواهد داشت. که طبق جدول زیر به دو نوع A و B تقسیم می‌شوند.



نمای بالای سکوی ترانسفورماتور

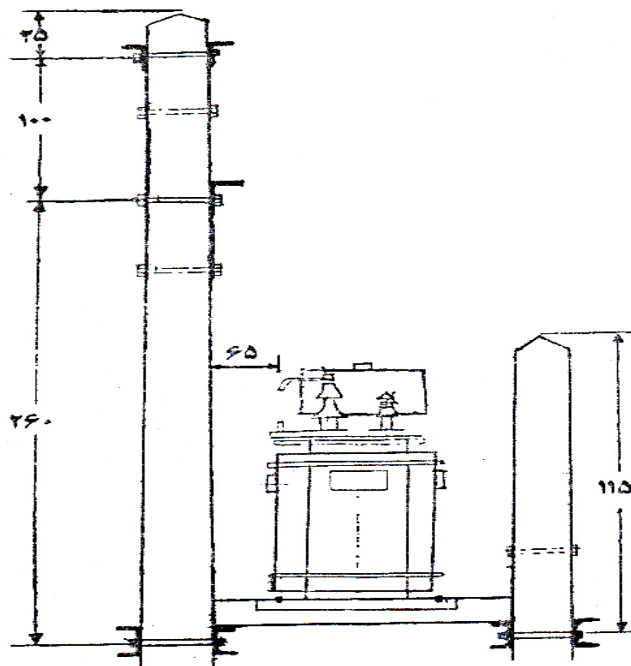


نمای جانبی سکوی ترانسفورماتور

ناودانی	C(cm)	L ₂ (cm)	L ₁ (cm)	نوع سکو	قدرت ترانسفورمر KVA
نمره ۱۰	۵۲	۶۰	۱۸۰	A	$S < 250$
نمره ۱۴	۶۷	۸۰	۱۸۰	B	$315 < S < 500$

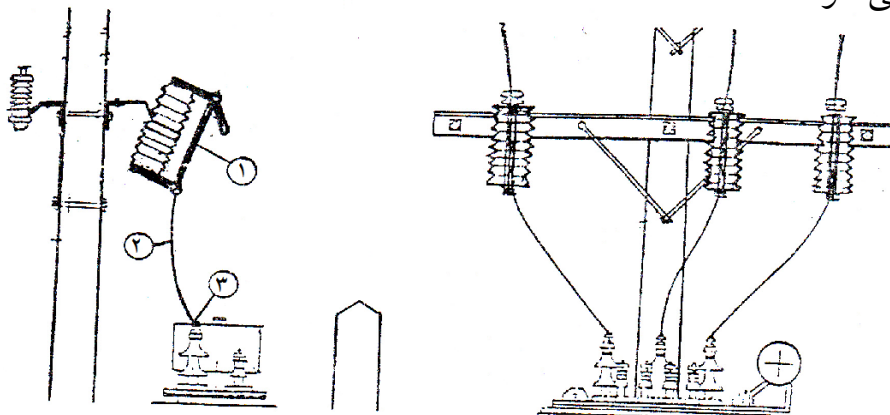
نحوه استقرار ترانسفورماتور هوایی:

ترانسفورماتور هوایی بر روی سکوی فلزی که مشخصات آن در جدول صفحه قبل مشاهده کردید، مطابق شکل زیر نصب می گردد. سکوی مذکور در فاصله ۳۸۵ سانتیمتری از رأس تیر ۱۲ متری قرار گرفته و ترانسفورماتور بر روی سکو طوری مستقر می گردد، که ریل زیری آن بر روی ناودانی قرار گیرد. به وسیله چهار عدد پیچ و مهره 14×45 محکم می شود. ترانسفورماتور بایستی کاملاً تراز شده باشد. طوری نصب گردد که بوشینگ های HV به طرف کات اوت فیوز و بوشینگ های LV آن به طرف پایه کمکی باشد. دقت گردد تا فاصله بدنه ترانسفورماتور در سمت بوشینگ های HV تا پایه ۱۲ متری کمتر از ۶۵ سانتیمتر نباشد.



نحوه اتصال کات اوت فیوز به ترانسفور ماتور:

طبق شکل زیر در این اتصال از سیم مسی با مقطع ۵۰ میلیمتری و کابلشوی مسی نمره ۵۰ استفاده می شود که سیم مسی با خم مناسب فرم داده می شود.



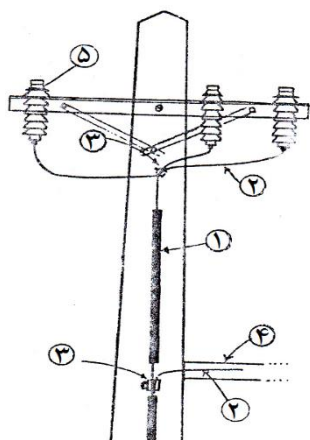
شرح	کد تجهیزات
کات اوت فیوز	۱
سیم مسی نمره ۵۰	۲
کابلشو نمره ۵۰	۳

نحوه اتصال نقطه خنثی برقگیر به سیستم زمین:

جهت اتصال نقطه خنثی برقگیر به زمین از کابل مسی تک رشته با مقطع ۵۰ میلیمتر مربع استفاده می شود. این کابل به فاصله ۳۰ الی ۳۵ سانتیمتری از برقگیر فاز وسط لخت شده و مستقیماً به آن وصل می گردد. برقگیرهای کناری نیز توسط سیم مسی لخت به مقطع ۵۰ میلیمتر به یکدیگر متصل و درعین حال توسط بست شکافدار دو پیچه مسی به قسمت لخت شده کابل اتصال داده می شود.

جهت اتصال بدنه ترانسفورماتور به سیستم زمین کابل تک رشته مزبور را در محل سکوی ترانسفورماتور به اندازه ۱۰ سانتیمتر لخت نموده و توسط یک قطعه سیم مسی به مقطع ۵۰ میلیمتر مربع و یک عدد بست مسی شیاردار اتصال برقرار می شود.

نحوه اتصال نقطه خنثی برقگیر به زمین در شکل زیر نشان داده شده است.

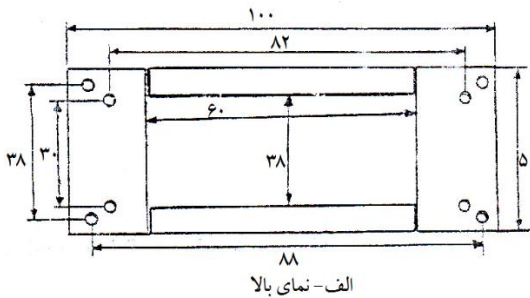


کد تجهیزات	شرح
۱	کابل تک رشته به مقطع ۵۰
۲	سیم مسی به مقطع ۵۰
۳	بست مسی شکافدار دو پیچه
۴	سکوی ترانسفورماتور
۵	برقگیر ۲۴ کیلوولت

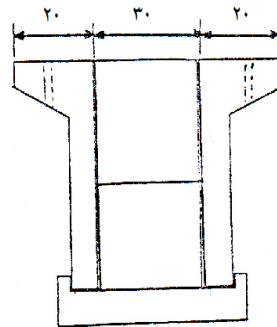
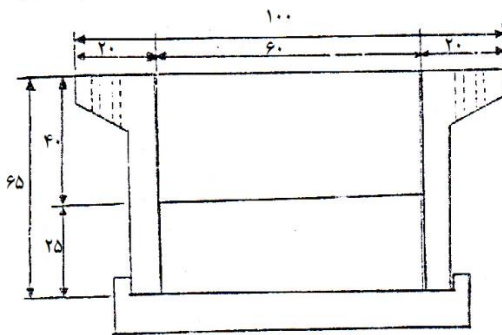
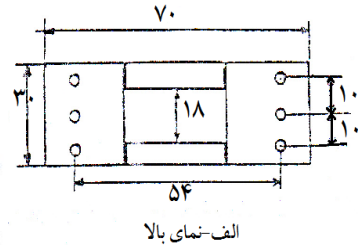
نحوه استقرار تابلو:

شکلهای ۱ و ۲ به ترتیب نمای سکوی بتنی تابلوهای عمومی و اختصاصی را نشان می دهد. سکوی مذکور به صورت پیش ساخته و به ارتفاع ۶۵ سانتیمتر بوده است. در زیر ترانسفورماتور در مرکزیت بین دو پایه در آکس به صورت طولی نصب و تراز می گردد. تابلو ترانسفورماتور بر روی سکو طوری مستقر و پیچ و مهره می گردد که درب اصلی آن (طرف کلید کل) در سمت پیاده رو واقع گردد.

شکل (۱): سکوی پست های عمومی



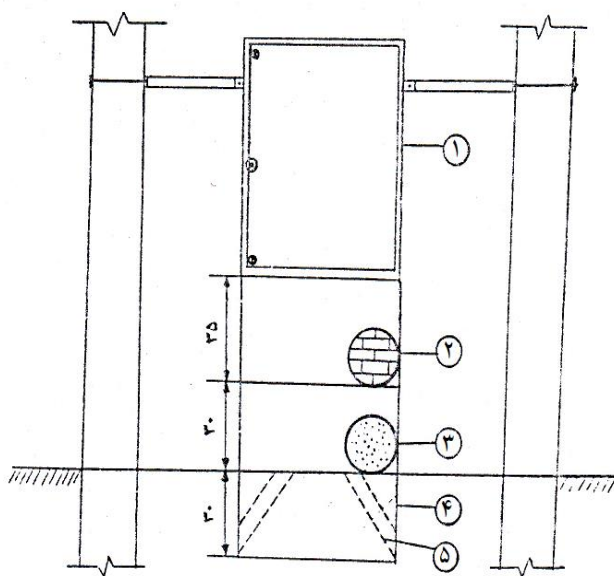
شکل (۲): سکوی پستهای اختصاصی



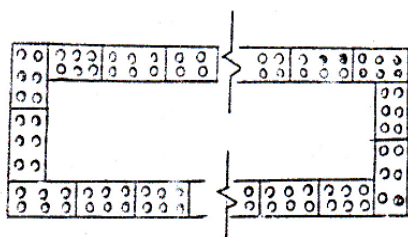
ب - نمای روبرو

ب - نمای روبرو

در صورتی که تهیه سکوی بتنی پیش ساخته ممکن نباشد . می توان از سکوی زیر چینی با آجر طبق شکل (۳) استفاده کرد. در این حالت به جای سکوی فلزی زیر چینی به کار رفته و تابلو توسط پشت بند به پایه ها متصل می گردد. ضمناً جهت نصب تابلو اختصاصی بر روی سکوی بتنی نیز می توان طبق شکل (۳) از پشت بند جهت ثابت نگهداشتن تابلو استفاده کرد.



شکل (۳): سکوی تابلو از نوع زیر چینی توسط آجر



پلان نما چینی با آجر سفال ۴ سانتیمتری

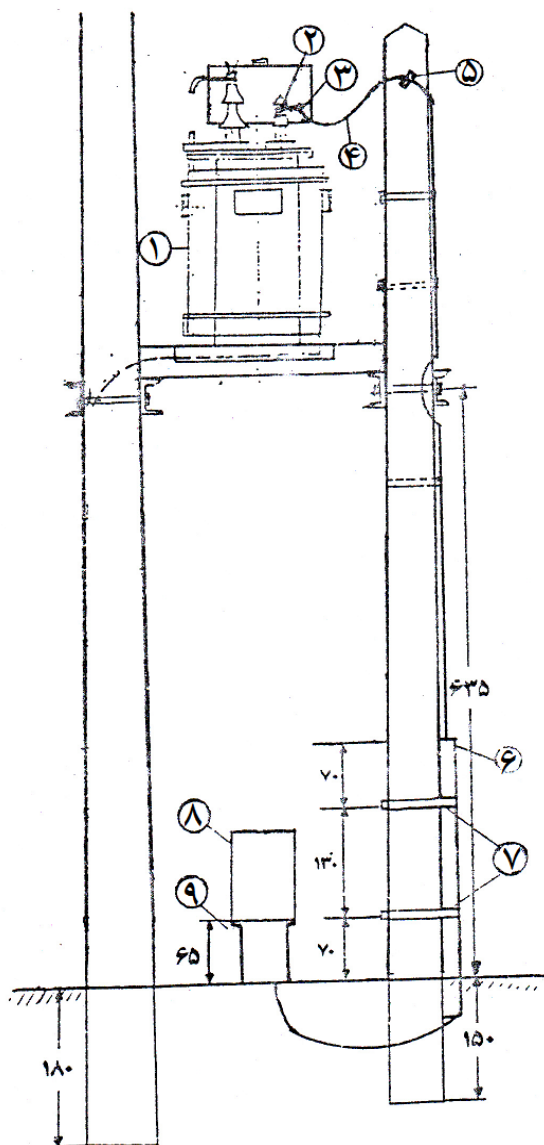
کد تجهیزات	شرح
۱	تابلو
۲	آجر سفال ۴ سانتی
۳	سنگ دو تیشه داغون
۴	بتن با عیار ۳۰۰
۵	لوله پلیکا نمره ۱۰

نحوه اتصال کابل ترانسفورماتور به تابلو:

در شکل (۴) نحوه ارتباط کابل ترانسفورماتور به تابلو نشان داده شده است. کابل متناسب با قدرت ترانسفورماتور انتخاب می شود که به طول ۱۲ متر که در ابتدا پوسته کابل به اندازه ۳۰ سانتیمتر برداشته و به اندازه عمق کابلشو نیز لخت می گردد. پس از برس داخل کابلشو مسی ضمن آرایش رشته های کابل به وسیله شمش مسی ۱۰ سانتی به پوشینگ های ترانسفورمر متصل می شود.

نحوه اتصال کابل در قسمت بالا به نوعی می باشد که ضمن جلوگیری از نفوذ آب باران و برف از وارد شدن وزن کابل بر روی پوشینگ ترانسفورمر نیز جلوگیری نماید. بدین منظور بهتر است کابل حدود ۲۰ سانتیمتر بالاتر از سطح پوشینگ بر روی پایه ها توسط راک تک خانه مستقر گردد. کابل مذکور به وسیله بستهایی به نحوی بر روی پایه محکم شود که به آن نیرویی وارد نشود. با عبور آن از لوله گالوانیزه ۳ متری که ۳۰ سانتیمتر آن در داخل زمین می باشد از زیر زمین وارد سکوی بتنی و تابلو شده و با رعایت ترتیب فازها و آرایش مناسب به وسیله کابلشو بر روی کلیدکل و شینه نول پس از محکم شدن آن بایست یا گلند روی تابلو وصل می شود.

شکل (۴): نحوه ارتباط کابل ترانسفورماتور به تابلو



۱- ترانسفورماتور هوایی.

۲- شمس مسی به طول ۵ cm.

۳- کابلشو مسی.

۴- کابل.

۵- راک تک خانه.

۶- لوله گالوانیزه ۳-۵ اینچ به طول ۳ متر.

۷- بست یا کربی.

۸- تابلو.

۹- سکوی تابلو.

نحوه ارتباط فیدرهای خروجی تابلو به شبکه فشار ضعیف:

ابتدا پوسته کابل را به اندازه ۲۵ الی ۳۰ سانتیمتر برداشته و هر کدام از رشته کابل را متناسب با عمق کابلشو لخت نموده و بعد از پرس نمودن کابلشو به کابل، به کلید فیوزهای خروجی داخل تابلو بسته می شوند. قسمتی از کابل که دارای پوسته بوده و درون تابلو قرار گرفته است، توسط بست مناسب یا گلند به بدنه تابلو محکم می شود. سپس کابل را در عمق ۷۰ سانتیمتری زمین تا پای اولین پایه شبکه فشار ضعیف هوایی ادامه داده و با عبور از لوله گالوانیزه ۳-۴ اینچی به طول ۳ متر که ۳۰ سانتیمتر آن در زمین فرو می رود. تا ۳۰ الی ۶۰ سانتیمتری رأس تیر بالا برده و از میان اتریه (راک تک خانه) که در بغل تیر و مقابل فاز معابر نصب می گردد، عبور داده می شود. نهایتاً پوسته کابل به اندازه ۹۰ سانتیمتر برداشته و روکش هر رشته را به اندازه ۱۰ سانتیمتر لخت کرده و با رعایت آرامش فازها توسط کلمپ دو پیچه مسی متناسب با کابل به شبکه فشار ضعیف متصل می شود.

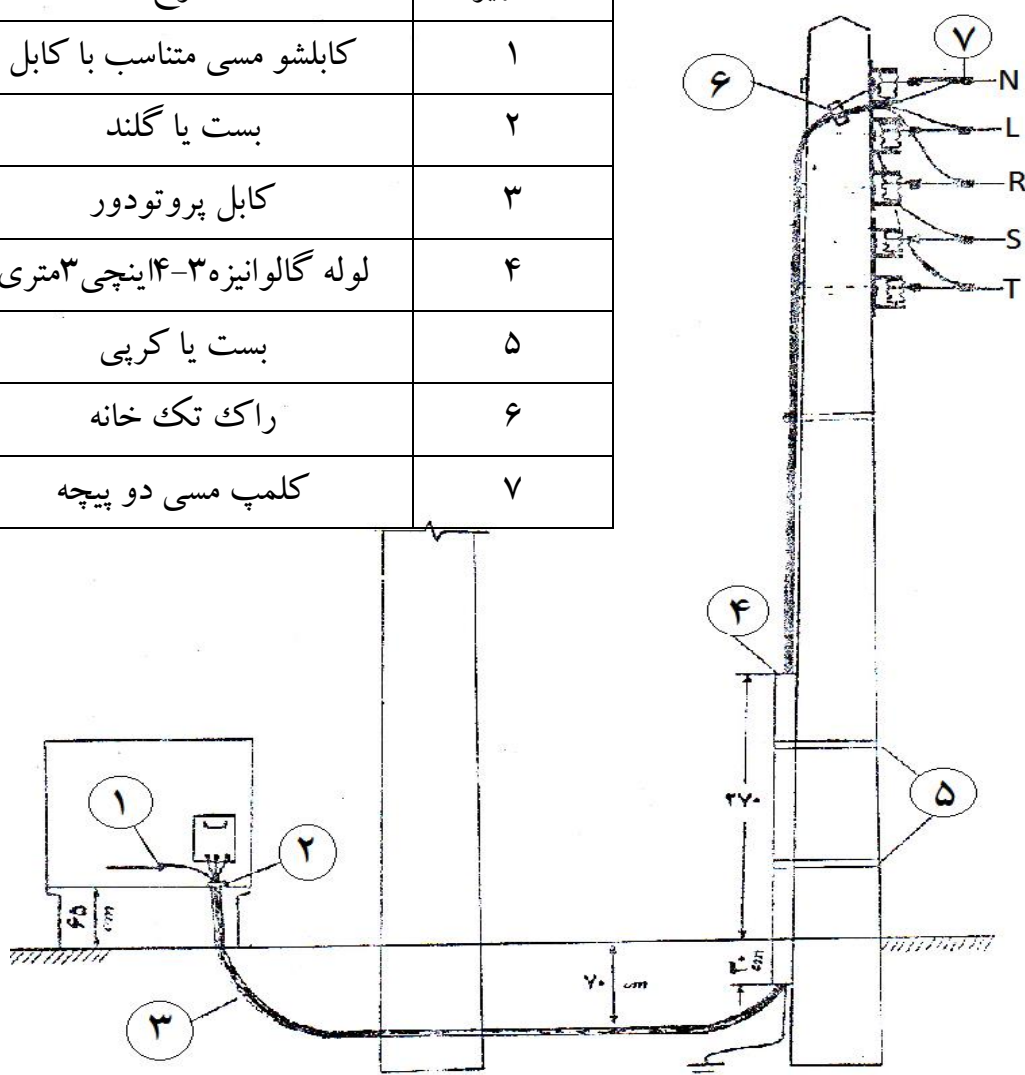
***تبصره:** تنها در صورتی که اجرای حفاری جهت تعبیه کابل امکان پذیر نباشد می توان با نصب جلوبر (براکت) روی پایه های پست هوایی و یا با استفاده از کابل خودنگهدار، انشعاب را برقرار نمود.

***لازم به توضیح است که محل نصب اولین پایه شبکه فشار ضعیف و فاصله آن تا پست هوایی تابع شرایط و موقعیت محل و مشترکین بوده**

است. چنانچه فاصله این پایه تا محل پست کمتر از ۲۰ متر باشد، نیاز است سیستم اتصال زمین الکتریکی بر روی پایه های دیگر اجرا گردد.

نحوه ارتباط تابلو به شبکه فشار ضعیف

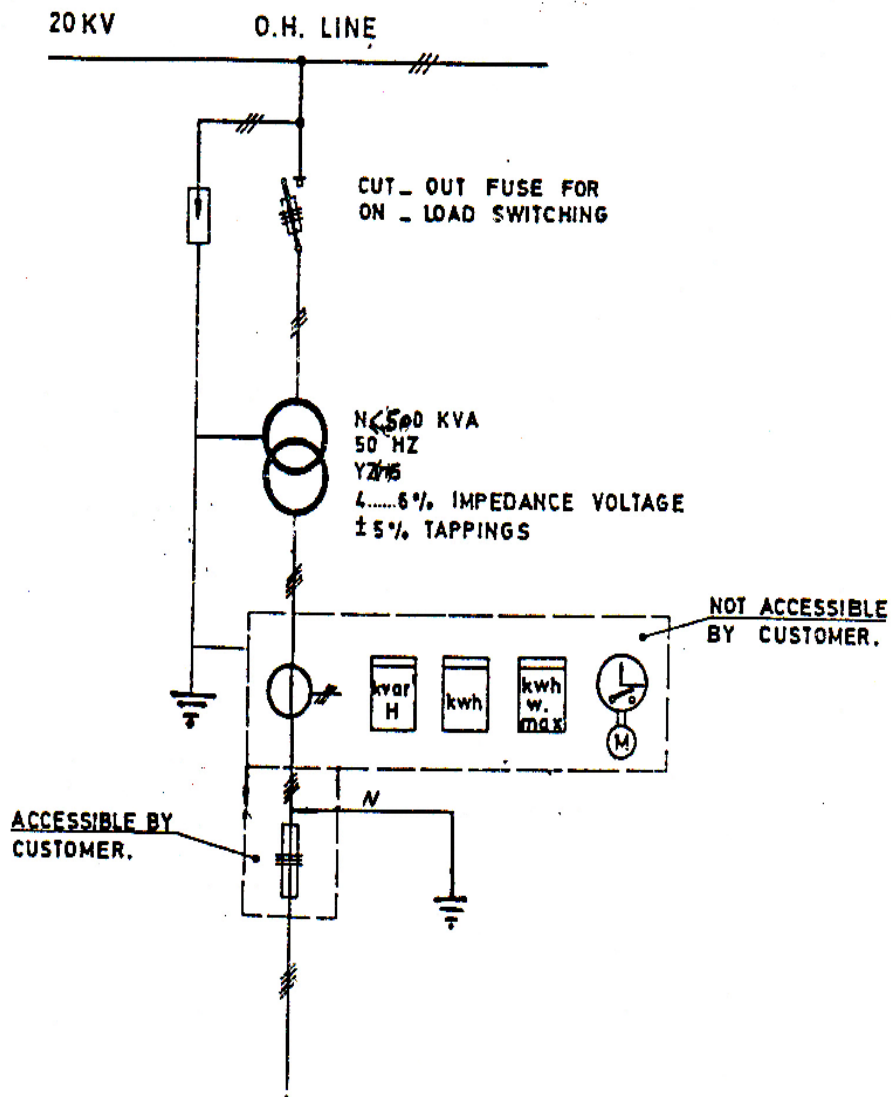
شرح	کد تجهیزات
کابلشو مسی متناسب با کابل	۱
بست یا گلند	۲
کابل پروتودور	۳
لوله گالوانیزه ۳-۴ اینچی ۳ متری	۴
بست یا کرپی	۵
راک تک خانه	۶
کلمپ مسی دو پیچه	۷



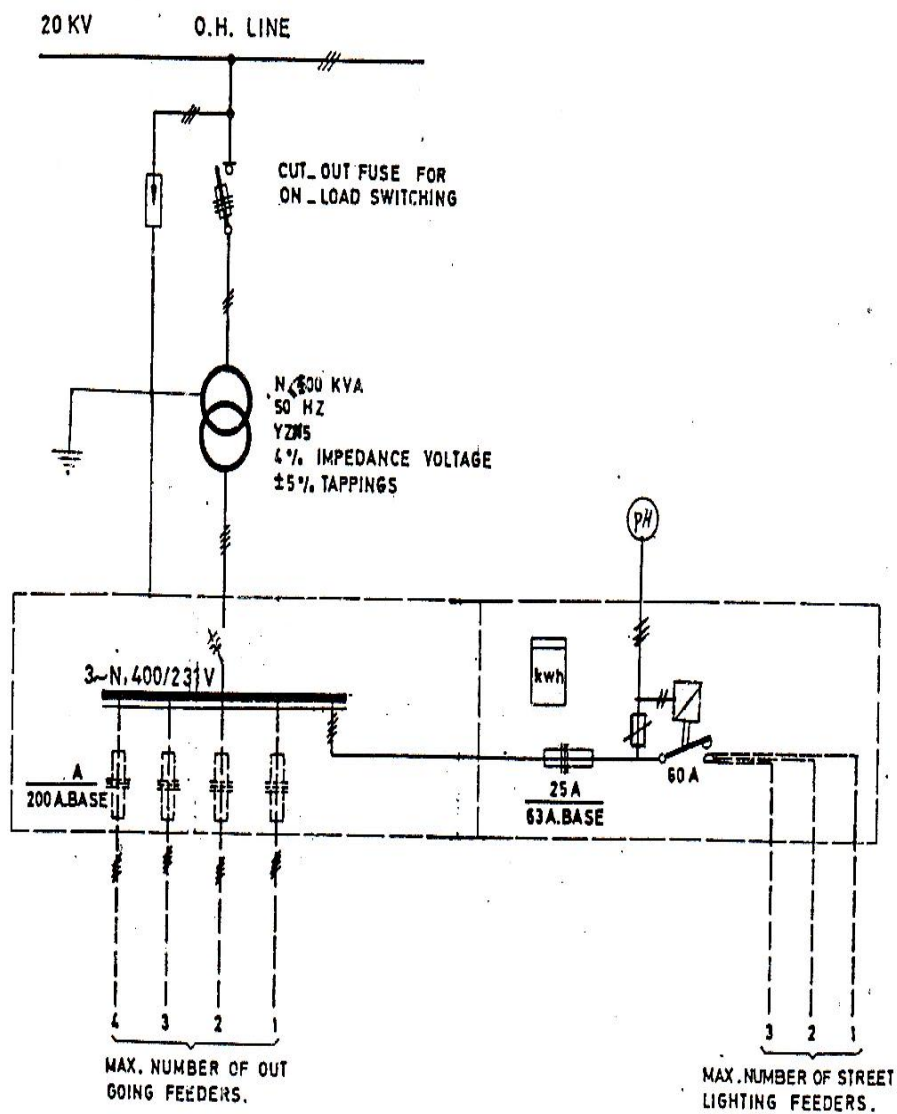
مشخصات تجهیزات متناسب با قدرت ترانسفورماتور:

ردیف	قدرت ترانسفورماتور KVA	وزن Kg	پایه کمکی	نوع سکو	جریان اولیه A	المنت فیوز			جریان ثانویه A	آمپراژ کلیدکل استاندارد	سایز کابل ارتباطی با تابلو
						S.F	K	T			
۱	۵۰	۴۷۰	۹/۴۰۰	A	۱/۴۴۳	۳	۳	۱/۴	۷۰	۸۴	۱۰۰
۲	۷۵	۵۵۰	۹/۴۰۰	A	۲/۱۶۵	۶	۳	۲/۱	۱۰۵	۱۲۶	۱۶۰
۳	۱۰۰	۶۴۰	۹/۴۰۰	A	۲/۸۸۷	۶	۶	۳/۱	۱۴۰	۱۶۸	۲۵۰
۴	۱۶۰	۷۸۰	۹/۴۰۰	A	۴/۶۱۹	۸	۸	۴/۲	۲۲۴	۲۶۹	۴۰۰
۵	۲۰۰	۸۹۰	۹/۴۰۰	A	۵/۷۷۴	۱۰	۱۰	۵/۲	۲۸۰	۳۳۶	۴۰۰
۶	۲۵۰	۱۰۴۰	۹/۴۰۰	A	۷/۲۱۵	۱۰	۱۰	۷	۳۵۰	۴۲۰	۶۳۰
۷	۳۱۵	۱۲۵۰	۹/۸۰۰	B	۹/۰۹۳	۱۲	۱۲	۷/۸	۴۴۱	۵۲۹	۶۳۰ یا ۱۰۰۰
۸	۴۰۰	۱۴۶۰	۹/۸۰۰	B	۱۱/۵۴۷	۱۵	۱۵	۱۰/۴	۵۶۰	۶۷۲	۱۰۰۰
۹	۵۰۰	۱۷۰۰	۹/۸۰۰	B	۱۴/۴۳۴	۲۰	۲۰	۱۴	۷۰۰	۸۴۰	۱۰۰۰

دیاگرام تک خطی پستهای هوایی اختصاصی



دیاگرام تک خطی پستهای هوایی عمومی



فصل یازدهم

انواع حریم ها



جدول (۱): فاصله هوایی مجاز هادی خطوط از تاسیسات (به متر)

۳۳ KV	۲۰ KV	۱۱ KV	۳۸۰ V	فواصل بر حسب متر
۳/۵	۳	۳	۱/۳	فاصله افقی از ساختمانها
۴/۶	۴	۴	۳	فاصله قائم از ساختمانها
۳/۵	۳	۳	۳	فاصله افقی از درختان
۰/۱۵	-	۰/۱۵	-	فاصله افقی از لب جدول خیابان
۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۱	فاصله افقی از سازه های نگهدارنده خط دیگر، چراغهای راهنمایی و ...
۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۴	فاصله قائم از سازه های نگهدارنده خط دیگر، چراغهای راهنمایی و ...
-	۲/۳	۲/۳	-	فاصله افقی از علائم، آنتنها، دودکشها و...
-	۲/۴۵	۲/۴۵	-	فاصله قائم از علائم، آنتنها، دودکشها و...
-	۷/۶	۷/۶	-	فاصله هوایی از سطح آب (مناطق قابل شنا)
-	۵/۲	۵/۲	-	فاصله هوایی از لبه فوقانی سکوی شیرجه (مناطق قابل شنا)
-	۲/۲	۲/۲	۱/۲	فاصله از کابل های مخابرات
-	۲	۲	۰/۶	فاصله از سیمهای مهار و اسپان و سیمهای زمین
-	۱/۵	۱/۵	۰/۶	فاصله از سیمهای تا ۷۵۰ ولت
-	۲	۲	-	فاصله از سیمهای ۲۰ کیلوولت
-	۸	-	-	حداقل ارتفاع پایین ترین سیم در تقاطع با لوله های گاز

- برای حفظ حریم در شبکه فشار ضعیف و در طرفین ترانس برای ایجاد فضای کافی جهت اتصال کابلهای فشار ضعیف خروجی از تابلو به شبکه از **براکت** (جلوبر) استفاده می شود. در انتهای شبکه و زوایای بیش از ۵ درجه نباید استفاده شود.

جدول (۲): فاصله هوایی تجهیزات خطوط از تاسیسات (به متر)

۳۳ KV	۲۰ KV	۱۱ KV	۳۸۰ V	فواصل بر حسب متر
–	۲	–	۰/۵	فاصله پایه خطوط از جدار لوله های گاز
–	۲۰	–	–	فاصله پایه دکل از جدار لوله های گاز (مسیر مشترک کمتر از پنج کیلومتر)
–	۳۰	–	–	فاصله پایه دکل از جدار لوله های گاز (مسیر مشترک بیشتر از پنج کیلومتر)
۱۷	۱۷	۱۷	–	فاصله افقی تیر از محور ریل

- **محل نصب پایه:** در صورتیکه جدول بندی آماده باشد پشت جداول و چنانچه جدول بندی آماده نباشد با هماهنگی شهرداری و اطمینان از محل نصب جدولها و در غیر این صورت در ۱/۶ عرض خیابان یا کوچه ها نصب می شود.

جدول (۳) : فاصله مجاز قائم هادیها از سطح (به متر)

۳۳ KV	۲۰ KV	۱۱ KV	۳۸۰ V	فواصل بر حسب متر
۹	۹	۹		خطوط آهن غیر برقی
	۶/۷	۶/۱	۵/۵	خیابان اصلی (مقاطع و موازی)
	۶/۷	۶/۱	۵/۵	کوچه ها (مقاطع و موازی)
	۵/۲	۴/۶	۳	پیاده رو
	۷/۵	۷	۶/۵	عبور از جاده های اصلی (مقاطع)
	۶/۷	۶/۱	۴/۶	مدخل وسایل نقلیه به گاراژهای معمولی
	۶/۱	۵/۵	۴/۶	به موازات جاده ها در مناطق روستایی (تقاطع های فرعی)
	۶/۲	۶/۲		آبها (با سطح کمتر از ۸ هکتار)

جدول (۴) : فاصله مجاز قائم تجهیزات از سطح (به متر)

تجهیزات زمین شده	۲۰ KV	۱۱ KV	۳۸۰ V	فواصل بر حسب متر
۴/۶	۵/۵	۵/۵	۴/۹	خیابان اصلی
۴/۶	۵/۵	۵/۵	۴/۹	کوچه
۳/۴	۴/۳	۴/۳	۳/۶	پیاده رو
۴/۶	۵/۵	۵/۵	۴/۹	عبور از جاده های اصلی
۴	۴/۹	۴/۹	۴/۳	به موازات جاده ها در مناطق روستایی (تقاطع فرعی)

- فاصله قائم لامپ روشنایی از زمین ۴/۷۵ متر است.

جدول (۵): حریم های مجاز درجه یک و دو با توجه به سطح ولتاژ

ولتاژ (کیلوولت)	حریم درجه یک (متر)	حریم درجه دو (متر)
۱ تا ۲۰	۳	۵
۳۳	۵	۱۵
۶۳	۱۳	۲۰
۱۳۲	۱۵	۳۰
۲۳۰	۱۷	۴۰
۴۰۰ و ۵۰۰	۲۰	۵۰
۷۵۰	۲۵	۶۰
• حریم درجه یک: از فاز کناری به هر سمت (داخل شهرها)		
• حریم درجه دو: از وسط پایه به هر سمت (خارج شهرها)		

- **حریم درجه یک:** عملیات ساختمانی، ایجاد تاسیسات مسکونی، دامداری، باغ، درختکاری تا هر ارتفاع ممنوع است فقط زراعت فصلی و سطحی، حفرچاه و قنات، راه سازس قبلاً باید کسب مجوز نمایند.
- **حریم درجه دو:** ایجاد تاسیسات ساختمانی اعم از مسکونی، صنعتی، مخازن سوخت تا هر ارتفاع ممنوع است.
- **توجه:** در شرایط خاص با نظر مسئولین به میزان ۳۰ درصد از حریم ارتفاعی، حریم راه، حریم لوله گاز، حریم لوله آب و حریم کابل مخابرات تا ولتاژ ۶۰ کیلوولت در محدوده شهرها قابل تخفیف است.

فصل دوازدهم

نقشه و نقشه کشی



پیکتاژ:

پیکتاژ از کلمه پیکه گرفته شده و به معنی تعیین مسیر است. (پیکه به میخ چوبی گفته می شود که این چوب باید سالم و بدون گره باشد.) برای این از میخ چوبی استفاده می شود که با انتخاب میخ چوبی می توان در روی آن اطلاعات مورد نیاز شامل: کیلومتر از نقطه - نام نقطه و... را نوشت.

تعریف کیلومتر از: کیلومتر از یک نقطه، فاصله آن نقطه از ابتدای مسیر است. بطور مثال اگر فاصله یک نقطه از نقطه شروع مسیر $2345/20$ متر باشد. آن را بصورت $2+345/20$ نمایش می دهند. اگر عدد بزرگ باشد کیلومتر را جدا می کنند.

در روی میخ چوبی یا پیکه $2+345/20$ نوشته می شود. اگر در وسط مسیر یعنی از ابتدای مسیر 300 میخ چوبی زده شده باشد. به این صورت می شود که: $K.M.P\ 300$

در تعیین مسیر یا پیکتاژ خطوط انتقال نیرو بستگی به نوع خط به روش های مختلف عمل می کنند.

۱- خط $20\ Kv$: تعیین مسیر مستقیماً در روی زمین انجام می گیرد و کافی است. حداکثر فاصله اسپانها و نیز حریم جاده در آن پیش بینی شود.

حریم جاده: فاصله شبکه از آکس جاده (وسط) باید ۲۲/۵ متر باشد، که جدیداً ۴۰ متر شده است. در ضمن در تعیین پیکتاژ Kv ۲۰ و فشار ضعیف نیز باید شیب رعایت شود. و همچنین در هنگام شیب فاصله اسپان را کم کنیم تا کلیرانس مناسب داشته باشیم.

۲- خط Kv ۶۳ به بالا : در این خطوط ابتداء مسیر خط شناسایی می شود، سپس پروفیل طولی و پلان مسیر تعیین می گردد. آنگاه طراح با استفاده از این مدارک محل دکلها را طراحی می کند، و سپس نقشه بردار محل دکلها را روی زمین پیدا می کند.

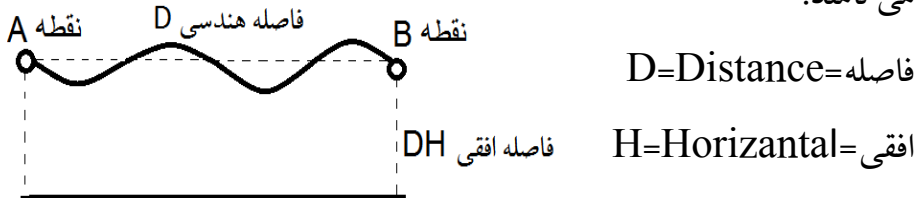
تعریف پروفیل: تغییرات شیب مسیر (سربالایی، سرازیری، کفی) را پروفیل طولی گویند.

تعریف اسپان: نقشه ای است که موقعیت ساختمانها و جاده ها و... راه را نشان می دهد. جدیداً دستگاهی به نام جی، پی، آر، اس کار نقشه برداری در خطوط انتقال را راحت کرده است.

چون در تعیین مسیر خطوط انتقال نیرو به عوامل نقشه برداری نیاز داریم، ابتدا با این عوامل آشنا می شویم.

۱- فاصله:

کوتاه ترین مسیر بین دو نقطه را فاصله هندسی آن دو نقطه می نامند. در نقشه برداری با فاصله افقی سروکار داریم، و در نتیجه تصویر قائم فاصله هندسی (غیر افقی) دو نقطه در روی صفحه بصورت افقی را فاصله افقی می نامند.



مکان هندسی نقاط هم ارتفاع در منطقه محدود که صفحه شیب ندارد، را صفحه افقی می نامند.

تذکر: راستای امتداد شاغولی را به عنوان امتداد قائم در نقشه برداری در نظر می گیرند.

۲- ارتفاع:

فاصله قائم هر نقطه تا ژئوئید را ارتفاع آن نقطه می نامند.

ژئوئید: متوسط سطح آزاد آب دریاها و اقیانوسها است که معمولاً بطور فرضی از زیر خشکی عبور می کند. (با تعیین ارتفاع دو نقطه از هم می توان ژئوئید را مشخص کرد).

۳-زاویه:

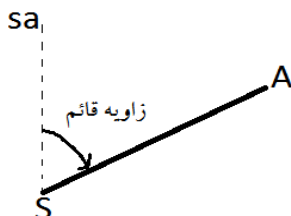
زاویه از دو نیم خط با مبدأ مشترک تشکیل شده است.

در نقشه برداری فقط با دو نوع زاویه خاص بنام زاویه افقی و زاویه قائم سروکار داریم. زاویه جهت دار است و جهت آن هم سوی با جهت عقربه های ساعت است. واحدهای اندازه گیری زاویه: درجه - گراد - رادیان می باشد.

تعریف زاویه افقی: زاویه ای که صفحات قائم گذرنده از اضلاع یک زاویه فضایی با هم تشکیل می دهند. از زاویه افقی، جهت تعیین امتدادها استفاده می شود و با حرف H یا HZ نشان داده می شود. زاویه انحراف را از ۱۸۰ درجه محاسبه می شود. بطور مثال اگر زاویه افقی ۱۱۰ درجه باشد، زاویه انحراف آن ۷۰ درجه است.

تقریباً با ۳ درجه زاویه تیر عبوری را رد می کنیم. ولی به مناطق و موقعیت محل نیز بستگی دارد.

زاویه قائم: زاویه ای است که امتداد قائم، با هر امتداد تشکیل می شود. یعنی اگر امتدادی داریم در هر جهت به آن امتداد زاویه قائم فرضی کشیده و زاویه شکل گرفته را زاویه قائم می نامند، که با حرف V نشان داده می شود.



زاویه شیب: متمم زاویه قائم هر امتداد را زاویه شیب می نامند، و زاویه شیب را با حرف i نشان می دهند. در محاسبه زاویه شیب فقط کافی است که 90° درجه را با زاویه قائم تفریق کرد. که حاصل این تفریق زاویه شیب است.

$$iSA = 90^\circ - vSA$$

زاویه قائم نقطه $SA - 90^\circ =$ زاویه شیب نقطه SA

تعریف شیب امتداد: نسبت اختلاف ارتفاع دو نقطه از یک امتداد به فاصله افقی آنها را شیب امتداد می نامند. محاسبه شیب امتداد به این صورت است که اختلاف ارتفاع را از فاصله افقی تقسیم کرده، و حاصل این تقسیم را در عدد 100 ضرب می کنیم. (چون شیب را با درصد نشان می دهند) و حاصل این ضرب شیب امتداد است.

واحدهای اندازه گیری زاویه:

کلیه دستگاه های اندازه گیری زاویه در نقشه برداری برحسب درجه یا گراد مدرج شده است.

درجه: $\frac{1}{360}$ دوران کامل را درجه نامند. اجزاء درجه، دقیقه شصت قسمتی و ثانیه شصت قسمتی است. بطوری که $3600 : 1$ ثانیه = 60 دقیقه = 1 درجه.

گراد: $\frac{1}{400}$ دوران کامل را یک گراد می نامند. اجزاء گراد، دقیقه یکصد قسمتی و ثانیه یکصد قسمتی است. بطوری که $10000 : 1$ ثانیه = 100 دقیقه = 1 گراد.

گِراد را معمولاً با حرف G نشان می دهند.

فرقی که بین علامت های ثانیه و دقیقه درجه ای با ثانیه و دقیقه گِرادِی است به این شکل مشاهده می کنید.

ثانیه درجه ای (//) دقیقه درجه ای (/)

ثانیه گِرادِی (\\) دقیقه گِرادِی (\)

روش های اندازه گیری فاصله:

۱- قدم شماری: مسیر بین دو نقطه را قدم می زنیم و با مشخص شدن تعداد قدمها و ارزش فاصله ای هر قدم، اندازه فاصله بدست می آید. در این کار دقتی برابر با $\frac{1}{5}$ است. یعنی در هر ۵۰ قدم کمتر از ۱ قدم خطا دارد.

۲- چرخ اندازه گیری: در این نوع اندازه گیری بین $\frac{1}{1000}$ تا $\frac{1}{2000}$ خطا دارد. یعنی از ۱۰۰۰ متر یا ۲۰۰۰ متر تقریباً ۱ متر خطا دارد.

۳- مترکشی: وسایل مورد نیاز برای مترکشی: متر فلزی- ژالون- تراز دستی- میخ- پتک- کاغذ و قلم.

الف) روش مترکشی افقی: در این نوع از مترکشی یک نفر ابتداء متر را همراه با ژالون از روی نقطه مورد نظر می گیرد و آن سر

دیگر را نفر دوم به همراه ژالون (نقطه پایان) می گیرد. در اینجا نفر سوم به امتداد متر نگاه کرده و تراز می کند.

ب) مترکشی تدریجی: در اکثر موارد به علت طولانی بودن مسیر دو نقطه یا اختلاف زیاد آنها نمی توان فاصله را با یک مترکشی بدست آورد. در این صورت تعداد نقاط کمکی در مسیر دو نقطه انتخاب می کنیم بطوری که بتوان دو نقطه متوالی را مترکشی کرد. مترکشی را چند دهنه انجام داده و از جمع فاصله های بدست آمده، فاصله دو نقطه مشخص می شود.

اگر اختلاف ارتفاع دو نقطه تا $1/5$ متر باشد از مترکشی می توان استفاده کرد. ولی اگر بیشتر از $1/5$ متر باشد، باید ژالون هایی در بین مسیر گذاشته شود، و مترکشی انجام می شود و سپس جمع مترکشیها را کرده و جمع کل بدست می آید. به این صورت که از نقطه A و B که اختلاف ارتفاع بیشتر از $1/5$ متر است. ژالون ۱ را در امتداد دو ژالون اصلی قرار می دهیم، و مقدار ژالون اصلی اول تا ژالون ۱ را مترکشی می کنیم. سپس به همین ترتیب ژالون ۲ را قرار می دهیم و از ژالون ۱ به ژالون ۲ مترکشی می کنیم. به هر تعداد ژالون استفاده شده به همین شکل ادامه می دهیم تا به آخر و در

نتیجه فواصل متر کشیها را با هم جمع کرده و کل متر کشی بدست می آید.

اگر پیکه گذاری یا میخ گذاری کردیم، و بعد از مدتی خواستیم که کار را به هر دلیل متوقف کنیم. بعد از مدتی میخها از بین علفها مشخص نیست یا کسی آنها را در آورده باشد. برای رفع این مشکل از جاده عبوری روبروی پیکه ها یا میخهای گذاشته شده روی جاده روبروی آنها علامت می گذاریم یا اینکه یک پیکتاژ مشخص در رابطه با میخها برمی داریم.

۴- اندازه گیری روش استادیتری.

۵- استفاده از فاصله یاب های الکترونیکی (دیسنوات).

۶- استفاده از GPS.

ترازیابی:

روشی که در آن به کمک ترازیاب (دوربین نیوو) و میر اختلاف ارتفاع دو نقطه را بدست می آورند.

میر یا شاخص: خط کش قائمی است از جنس چوب یا آلومینیوم که معمولاً در اندازه ۴ متری متداوم گراست و برحسب سانتیمتر مدرج شده است. وقرائت در روی آن بطور تقریب برحسب میلیمتر است.

اجزای ترازباب یا دوربین نیوو:

عدس شیئی-تارهای رتیکول-عدسی چشمی-محور نوری دوربین-تار قائم(تار بالا)- تار افقی(تار وسط)- تار پایین- پیچ تنظیم چشمی روی عدسی. به مجموعه تارهای بالا و پایین و وسط تارهای استادیومتری می گویند.

دوربینها پیچ تنظیم شیئی دارد که در بعضی ها بغل و در بعضی های دیگر روی دوربین و در برخی دیگر بعد از پیچ تنظیم چشمی قرار دارد که بُرد دوربین را تنظیم می کند. قسمت زیرین: که به عنوان تکیه گاهی برای دوربین نقشه برداری است. بطوری که دوربین می تواند ، در روی این قسمت حول محور قائم(محور شاغولی) دَوَران کند. پیچ های ترازکننده در زیر دوربین است، که با پیچاندن آن دوربین بالا و پایین می رود. اگر ترازباب اتوماتیک باشد، دارای یک تراز کروی است که با تنظیم آن به کمک پیچ های ترازکننده دستگاه تنظیم شده و آماده اندازه گیری است. اگر ترازباب تنظیم باشد، محور نوری آن به حالت افقی درمی آید. و با چرخش حول محور قائم یک صفحه افقی را ایجاد می کند.

موارد استفاده از تراز یاب:

تبدیل فاصله غیر افقی به افقی - اختلاف ارتفاع بهتر است زاویه قائم را در موقعی قرائت کنیم، که تارافقی دوربین در روی عددی از میر باشد، که با ارتفاع زاویه یاب برابر باشد.

پروفیل طولی:

جهت بدست آوردن شیب چند نقطه، باید مترکشی چند نقطه و تراز برداری همان نقطه ها را اندازه گیری کنیم، و سپس در نقشه با مقیاس معین می کنیم. که آن را پروفیل طولی می نامند. عدد ۹۹۸ را که کمتر از ۱۰۰۰ می باشد را در نظر می گیریم و مقیاس $\frac{1}{100}$ را برای ارتفاع گرفته و مقیاس $\frac{1}{1000}$ را برای محور فاصله در نظر می گیریم. عدد فرضی ۹۹۸ مقیاس $\frac{1}{100}$ دو، سه متر می شود.

طبق آن ارتفاع سه نقطه موردنظر یعنی D^1 و D^2 و D^3 را بدست می آوریم که این حاصل بدست آمده را پروفیل طولی می گویند. اگر بین دو نقطه که داریم، در یک بار نشود تراز یابی کنیم. باید از نقاط کمکی استفاده و هر کدام را نسبت به یکدیگر بسنجیم، و محاسبه کنیم. تا ارتفاع نقاط اصلی بدست آید.

عوامل مهم در نقشه برداری:

۱- بدست آوردن زاویه.

۲- فاصله دو نقطه نسبت به هم.

۳- ارتفاع.

زاویه یاب (تئودولیت):

دستگاهی است که به کمک آن زاویه افقی و زاویه قائم را تشکیل می دهد و اندازه گیری می کند. (زاویه افقی را با حروف HZ نشان داده می شود). در ضمن با این دستگاه و یک عدد میر می توان فاصله افقی و اختلاف ارتفاع دو نقطه را بدست آورد. (روش استادیتری = سنجش با میر).

برای باز کردن وسایل یا استفاده از وسایل نقشه برداری باید ابتدا به دقت نگاه کرد که طرز قرار گرفتن آن در جعبه ها چگونه است. چون بعد از کار باید به همان صورت در جای مخصوص خود قرار داده شوند.

اجزاء زاویه یاب (تئودولیت):

۱- آلیداد: به شکل حرف U می باشد و می توان حول محور قائم یا امتداد شاغولی دوران کند.

۲- تکیه گاه افقی: در قسمت بالایی آلیداد قرار دارد. محور آن را محور افقی نامند. (بدیهی است محور قائم دستگاه بر محور افقی آن عمود است).

۳- دوربین نقشه برداری: این دوربین در روی تکیه گاه افقی نصب شده و می تواند حول محور افقی دوران کند. (بدیهی است همواره محور نوری دوربین بر محور افقی عمود است).

۴- لمب قائم (نقاله): در یکی از شاخه های آلیداد قرار دارد بطوری که محور افقی زاویه یاب از مرکز این نقاله می گذرد و عدد (۰) نقاله همواره در بالاترین قسمت آن قرار دارد. (به دلیل این که با لمب قائم زاویه قائم را اندازه گیری می کنند به آن لمب قائم می گویند).

۵- لمب افقی: در قسمت میانی زاویه یاب قرار دارد بطوری که محور قائم زاویه یاب از مرکز آن عبور می کند. این لمب می تواند آزادانه یا با آلیداد حول محور قائم دوران کند. یا این که به قسمت زیرین زاویه یاب فیکس شود.

۶- قسمت زیرین زاویه یاب: به عنوان تکیه گاهی برای قسمت های میانی و بالایی زاویه یاب است. ضمناً زاویه یاب از این قسمت در روی سه پایه نصب می شود. همچنین پیچ های تراز کننده در این قسمت وجود دارد.

۷- اگر زاویه یاب غیر دیجیتال باشد (اُپتیکی مکانیکی باشد) برای مشاهده درجات لمب افقی و لمب قائم یک عدسی بنام عدسی قرائت لمب ها در کنار عدسی چشمی دوربین در نظر گرفته شده است. بطوری که به کمک یک روزنه و یک آینه گردان نور مناسب داخل زاویه یاب هدایت می شود و با مشاهده در داخل عدسی قرائت لمب ها، قسمت مورد نیاز درجات آنها دیده خواهد شد.

۸- شاغول نوری یا اُپتیکی: مجموعه ای از یک عدسی و یک منشور انعکاس کلی است که به کمک آنها می توان محل برخورد محور قائم یا امتداد شاغولی را با زمین مشاهده کرد. در دوربین های جدید، شاغول نوری وجود ندارد و به جای آن شاغول لیزری وجود دارد که تابش نور کرده و نقطه مورد نظر زیر دوربین را با نور مساوی می کنند.

۹- اگر زاویه یاب اتوماتیک باشد، دارای یک تراز کروی شکل و یک تراز استوانه ای است که با تنظیم آن، دستگاه آماده اندازه گیری است. اگر زاویه یاب غیر اتوماتیک باشد، علاوه بر توازن های فوق دارای یک تراز لویایی شکل است که فقط در هنگام قرائت لمب قائم باید آن را تنظیم نمود.

تنظیم زاویه یاب:

یک زاویه یاب (در روی یک نقطه رأس آن زاویه) موقعی تنظیم است که اولاً سانتراژ باشد یعنی محور قائم زاویه یاب از آن نقطه بگذرد. و ثانیاً ترازهای کروی و استوانه ای آن تنظیم باشد.

مراحل تنظیم زاویه یاب :

- ۱- پس از نصب زاویه یاب بر روی سه پایه و استقرار این مجموعه در روی نقطه (رأس زاویه) یک پایه سه پایه را در زمین قرار می دهیم و دو پایه دیگر را در دستان خود نگه می داریم. و با حرکت آنها و مشاهده در شاغول نوری دستگاه را سانتراژ تقریبی می کنیم، و سپس پایه ها را در زمین محکم می کنیم.
- ۲- به کمک پیچ های تراز کننده سانتراژ را دقیق می کنیم.
- ۳- به کمک بلند و کوتاه کردن پایه های، سه پایه تراز کروی را تنظیم می کنیم (بهتر است از دو پایه استفاده شود).
- ۴- کنترل عمل سانتراژ و در صورت نیاز تکرار مرحله ۲ به بعد را انجام می دهیم.
- ۵- تنظیم تراز استوانه ای با پیچ های تراز کننده و به روش مخصوص خود: در این مرحله از ابتدا آلیداد را چرخانده تا تراز استوانه ای در

امتداد پیچ های ۱ و ۲ قرار گیرد و تنظیم کرده و ۹۰ درجه آلیداد را

حرکت داده تا در امتداد پیچ ۳ قرار

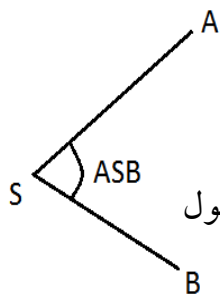
گیرد. بعد تنظیم می کنیم.

۶- کنترل عمل سانتراژ و در صورت نیاز تکرار مرحله ۲ به بعد.

اندازه گیری زاویه افقی با زاویه یاب:

مطابق شکل زیر اگر بخواهیم زاویه افقی ASB را اندازه گیری کنیم. به

شرح زیر عمل می شود.



۱- زاویه یاب را در رأس S مستقر و تنظیم می کنیم.

۲- به علامت نشانه نقطه A (معمولاً یک ژالون است)

قراولروی (نشانه روی) می کنیم. تار قائم و تارهای رتیکول

را بر آن منطبق می کنیم.

۳- درجه لمب افقی را قرائت و به عنوان LA (ال اندیس ای) یادداشت می

کنیم.

۴- به علامت نشانه واقع بر نقطه B نیز قراولروی می کنیم و مانند حالت

قبلی درجه لمب افقی را به عنوان LB (ال اندیس بی) یادداشت می کنیم.

۵- از رابطه زیر مقدار زاویه ASB بدست می آید.

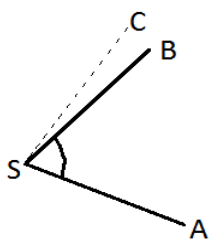
قرائت امتداد اول - قرائت امتداد دوم $= ASB$

همیشه عدد امتداد دوم را از عدد امتداد اول کسر می کنیم. اگر عدد امتداد دوم از عدد امتداد اول کوچکتر باشد، عدد بدست آمده را با عدد ۳۶۰ (درجه) جمع می کنیم. حاصل بدست آمده ، زاویه مربوطه است. (فاصله محور تا زمین را ارتفاع زاویه یاب گویند).

روش صفر، صفر کردن:

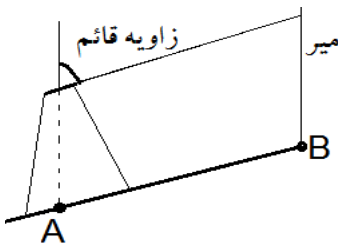
در بعضی از موارد برای سادگی در محاسبات ابتدا عدد صفر لمب افقی را در روی امتداد اول زاویه یاب قرار می دهیم (روش صفر، صفر کردن) و سپس عدد لمب افقی را برای امتداد دوم می خوانیم. در این صورت این عدد معرف زاویه افقی است.

مثال: در امتداد B و یا نقطه C عدد را (صفر، صفر) کرده، و بر می گردیم روی نقطه A و نقطه A را (صفر) در نظر می گیریم. امتداد نقطه B را می گیریم و زاویه بدست می آید. در این روش احتیاج به کم و زیاد (جمع و تفریق) ندارد، و زاویه بدست می آید.



اندازه گیری زاویه قائم:

مطابق شکل زیر اگر زاویه یاب را در روی نقطه A مستقر و تنظیم کنیم، و یک عدد میر بصورت قائم در روی نقطه B قرار دهیم. با زاویه یاب به میر نشانه روی نموده و تار افقی تارهای رتیکول در روی یک عدد دلخواه از میر قرار دهیم. در این صورت قرائت لمب قائم نشان دهنده زاویه قائم امتداد نشانه روی (زاویه قائم امتداد قائم با محور نوری دوربین) می باشد. یعنی هر چقدر تار افقی را در روی درجات بالاتر میر قرار دهیم. اندازه زاویه قائم امتداد نشانه روی کوچکتر می شود و بالعکس.



روش استادیتری:

در این روش به کمک یک زاویه یاب و یک مسیر (شاخص) فاصله افقی و اختلاف ارتفاع دو نقطه را بدست می آورند.

مطابق شکل اگر بخواهیم فاصله افقی و اختلاف ارتفاع دو نقطه A و B را بدست آوریم. کافی است زاویه یاب را در نقطه A مستقر و تنظیم کنیم. یک میر بصورت قائم در نقطه B قرار دهیم. آنگاه به میر نشانه روی کنیم و تار افقی تارهای رتیکول را در روی عددی از میر قرار دهیم، که با

ارتفاع زاویه یاب برابر باشد. سپس درجاتی از میر را که تارهای بالا و پایین بر آن منطبق می شوند، را قرائت و یادداشت کنیم. همچنین لمب قائم را قرائت و به عنوان زاویه قائم (V) یادداشت نماییم. در این صورت داریم:

$$HB - HA = DH \times \cot V + (l - h)$$

h = عدد تار وسط.

l = ارتفاع زاویه یاب.

$$DH = 100 \times (\text{تار پایین} - \text{تار بالا}) \times \sin^2 V$$

$$\cot a = \frac{1}{\tan a}$$

