



# توزیع هوایی



## مقدمه

نبود مرجع کامل علمی بصورت یکجا و ضعف کاربران در تمقیق و پژوهش ، من را بر آن داشت تا مجموعه از **ebook** های پژوهشی خود را در اختیار طالبان علم قرار داده تا آنها را در راه تعلیم و تمقیق یاری کنم . شما عزیزان می توانید نظرات و پیشنهاد های خود را به آدرس [hamidriazi@yahoo.com](mailto:hamidriazi@yahoo.com) یا با تلفن ۰۰۹۸۹۱۲۷۵۳۶۸۵۴ تماس گرفته تا من را در این راه یاری کنید .

مهندس حمید ریاضی

امروزه انرژی الکتریکی به عنوان بخش جدای ناشدنی از زندگی بشری مهمترین نقش را در پرفه صنعت جهانی بر عهده دارد در واقع می توان گفت امروزه صنعت برق به عنوان یکی از شاخص های مهم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی به شمار می آید .

از مزایای انرژی الکتریکی نسبت به سایر انواع انرژی ها می توان به موارد زیر اشاره کرد

۱-ایجاد آلودگی کمتر در محیط زیست

۲- انرژی الکتریکی به سهولت به سایر فرم های انرژی تبدیل می شود

۳- انتقال انرژی الکتریکی نسبتاً آسان است

۴- انرژی الکتریکی دارای طیف وسیع کاربردی است

از موارد عیب انرژی الکتریکی نیز می توان به عدم قابلیت ذخیره سازی آن به صورت عملی و کاربردی در مد گسترده اشاره کرد

به طور کلی سیستم های انرژی الکتریکی از سه بخش تشکیل می شوند

۱ - بخش تولید که طیف وسیعی از انواع نیروگاه ها با توان و راندمان متفاوت را شامل می شود

۲ - شبکه های انتقال انرژی الکتریکی

بنا بر دلایل زیادی از جمله دلایل ایمنی، اقتصادی و مهمتر از همه دور بودن منابع تولید انرژی از مصرف کننده ها وامد های تولید نیروگاهی در مناطق دور از مراکز مصرف قرار دارند.ولتاژ فرومی ژنراتور نیروگاه ها متفاوت می باشد و در بیشترین حالت فود مدودا برابر ۲۱ کیلو ولت می باشد. برای جلوگیری از افت ولتاژ و تلفات فط ولتاژ فرومی جهت انتقال به مراکز مصرف توسط ترانس افزایشده واقع در پست نیروگاه افزایش می یابد.این افزایش ولتاژمزایایی ازقبیل کاهش سطح مقطع سیم و در نتیجه کاهش وزن سیم مصرفی را به دنبال فواهد داشت .

لازم به توضیح است که این افزایش دادن ولتاژ نیز محدودیتهایی را سبب می شود که در زیر به برفی از آنها اشاره می گردد.

- ۱- افزایش قیمت ترانس افزایشده در ابتدای خط ونیزکاهنده در انتهای خط انتقال
  - ۲- افزایش ولتاژ ملزم به افزایش فاصله بین هادی های خطوط انتقال می باشد و لذا افزایش حجم دکل و هزینه بیشتر را به دنبال خواهد داشت
  - ۳- افزایش ولتاژ ملزم به افزایش تعداد مقره های زنجیر مقره با امتساب فاصیبت عایقی هر وامد مقره برابر ۱۱ کیلو ولت
  - ۴- در مورد آفر نیز می توان به گرانتز بودن هزینه تجهیزات پست با ولتاژ بالاتر نسبت به پست با ولتاژ پایین تر اشاره داشت.
- با توجه به موارد گفته شده همواره بایستی یک مد تعادل برای افزایش ولتاژ شبکه های انتقال در نظر گرفت تا هزینه انتقال انرژی الکتریکی بهینه گردد.

### ۳ - شبکه های توزیع انرژی الکتریکی

به طور کلی در مورد توزیع انرژی الکتریکی دو دیدگاه وجود دارد

#### ۱- دیدگاه آمریکایی

این دیدگاه که در آمریکا و کشورهای وابسته به آن رواج دارد مبتنی بر اصول زیر می باشد

-در توزیع انرژی الکتریکی اولویت با توزیع هوایی است مگر در مناطق مرکزی شهر که تراکم جمعیت زیاد دارند

- کابل با عایق لاستیکی را بر کابل با عایق کاغذ آغشته به روغن ترمیم می دهند

-بیشتر از کابل های تک کور استفاده کرده و آنها را از داخل کانال عبور می دهند

## ۲- دیدگاه بریتانیایی

این دیدگاه که در انگلستان و کشورهای وابسته به آن رواج دارد و بر طبق آن در توزیع انرژی الکتریکی در مناطق شهری اولویت با توزیع زمینی است در ضمن ترجیح های رایج در دیدگاه آمریکایی در مورد استفاده از کابل در این دیدگاه وجود ندارد.

در ادامه به مقایسه بین شبکه های توزیع هوایی و زمینی پرداخته و در بخش بعد موارد مهم پیرامون شبکه های توزیع هوایی بیان می گردد.

## ۱- مقایسه شبکه های هوایی و زمینی :

برای بررسی شبکه های توزیع هوایی و زمینی می توان موارد زیر را مورد بررسی قرار داد

### الف- صرفه اقتصادی:

به طور کلی سیستم های هوایی بر خلاف سیستم های زمینی، بسیار کم هزینه تر و ارزان تراند. زیرا به کندن کانال، هزینه های افزودنی مجوزهای مفاری، لوله های مخصوص و غیره نیازی ندارد. به طوری که به عنوان مثال هزینه شبکه های فشار ضعیف ۴۰۰ ولتی زیرزمینی، در حدود دو برابر شبکه های هوایی خواهد بود و این نسبت در شبکه های با ولتاژ ۳۳ و ۱۳۲ کیلو ولت به ترتیب ۷ و ۱۱ برابر می گردد. وانگهی هزینه های برپایی شبکه های هوایی در برابر شبکه های کابلی زیرزمینی با افزایش ولتاژ تفاوت بسیاری پیدا می کنند.

## ب- مشکلات اجرائی:

امدادات شبکه های هوایی آسان تر بوده و در هر منطقه و محلی می توان به وسیله شبکه هوایی، به سرعت جریان برق را برقرار نمود. در این شبکه ها، سادگی ساخت و امداد، سهولت بهره برداری و تعمیراتی که به دنبال دارند، به عنوان اصولی مهم در نظر گرفته می شوند/ یک طرح ساده، همیشه بر طرح های پیچیده برتری دارد.

## ج- تعمیر و عیب یابی:

عیب یابی و رفع آن در شبکه های هوایی، نسبت به شبکه های زیرزمینی آسان تر انجام می گیرد. زیرا بیشتر عیب های شبکه های هوایی با چشم دیده می شوند. در صورتی که برای پیدا کردن عیب در شبکه زیرزمینی به دستگاههای خاص نیاز خواهد بود. در ضمن هنگامی که در سیستم های زمینی مشکلی پیش می آید، از نظر تعمیرات بسیار وقت گیر و سخت خواهد بود. با این حال، سیستم زمینی با خطر قطعی برق ناشی از طوفان، رفت و آمد و برافروزد وسایل نقلیه، سقوط درختان و غیره مواجه نیست. لازم به توضیح است که شرایط متعدد دیگری نیز وجود دارد که کابل های زمینی را به سیستم های هوایی ترجیح می دهند. در واقع چون شبکه های زمینی در زیر خاک دفن می شوند، از عوامل جوی مانند طوفان، یخ زدگی، برافروزد شافه های درختان و (عد و برق در امان بوده و امکان خرابی آنها کمتر می باشد، از این رو، قطع جریان کمتری نیز پیش می آید. علاوه بر آن از نظر برافروزد وسایل فطرات زیادی وجود دارد که در شبکه های زیر زمینی این مشکلات وجود ندارد.

## د- حفظ زیبایی محیط و مریم ها:

به علت بدون روپوش بودن هادی های فطوط هوایی (عایت فاصله مجاز از تأسیسات و سافتمانها به عنوان رعایت مریم فطوط انتقال مورد نیاز می باشد. در بسیاری از موارد، به علت کم بودن عرض مسیر و معابر و در نتیجه به علت عدم امکان تأمین مریم فطوط هوایی، کابل کشی زمینی توصیه می گردد. این موضوع به فصوص درباره

خطوط فشار متوسط در داخل شهرها و آپارتمان های بزرگ، مجمع های صنعتی و تجاری به طور کامل ممسوس است. رعایت مریم شبکه های هوایی، از عواملی است که باید مورد توجه قرار گیرد. از طرفی دیگر عبور خطوط هوایی از مناطق جنگلکاری شده و درختان میوه باعث قطع درختان و صدمه به محیط زیست می شود.

### ۱- ماده آفرینی و ایمنی:

به علت در دسترس بودن و لغت بودن قسمت های زنده خطوط هوایی و همچنین آسیب پذیر بودن پایه و هادی های آن، شبکه ها اغلب در معرض بروز حوادث بوده که شرح مختصری از آنها بدین قرار است:

۱- آسیب پذیری در برابر طوفان ها و افتلالات جوی در شبکه های هوایی بسیار قابل توجه می باشد. در این موارد، ایجاد آتش سوزی و برق گرفتگی، به دلیل در هم پیچیده شدن هادیه یا افتادن اشیاء و اجسام روی شبکه دور از انتظار نیست.

۲- فطرهایی که همه ساله در اثر برفورد برثقیل ها، کمپرسی ها و خودروهایی با ارتفاع زیاد با شبکه برقرار هوایی اتفاق می افتد، رانندگان، اپراتورها و دیگر عوامل کاری را تهدید می کند و هرساله آمار قابل ملاحظه ای را به خود اختصاص می دهد.

۳- پرتاب فلاخن کودگان، شکستن مقره های بشقابی و برفورد بادبادک های نوجوانان از عواملی هستند که در شهرها و روستاهای کشور به شبکه های فشار ضعیف هوایی آسیب می رسانند و گاه با قطع سیم نول و افتادن روی فازهای دیگر و دوفاز شدن ، باعث فرای تجهیزات مصرف کنندگان تک فاز شده به مشترکان برق زیان های مالی وارد می کنند.

۴- تصادف وسایل نقلیه با تیرهای بتنی یا چوبی در کنار جاده و اتوبان ها، یکی دیگر از عوامل حادثه ساز در شبکه های توزیع هوایی است که گاهی موجب افتادن تیر روی خودروها و بروز خسارات جانی و مالی سنگین می شود.

۵- شبکه های هوایی برای کارگران ساختمانی نیز خطر آفرین است. به دلیل کم عرض بودن بسیاری از معابر شهری، برپاکردن داربست ها برای نماسازی یا نصب وسایل، سبب نزدیکی شبکه های برق و گاهی برق گرفتگی یا خسارت های جانی می شود.

۶- سقوط برق کاران از روی پایه ها یا پلکانهای تیرها، فواه با استفاده از وسایل ایمنی و فواه بدون آنها ، به دلیل انجام فعالیت های برقی، هنوز در برخی از مناطق تمت پوشش برق کشور اتفاق می افتد. در ضمن افتادن اشیاء و برخورد آنها با افراد در حال تعمیر یا نصب یراق آلات و یا کنده و پاره شدن سیم و اصابت آنها به عابرین، از معایب دیگر شبکه های هوایی است. در حالی که در سبکه های زیرزمینی، فقط مفاری است که موجب آسیب دیدن کابل های زمینی فواهد شد، که این امر نیز اگر با توجه به نقشه های دقیق شبکه زیرزمینی کابل ها صورت پذیرد، می توان از بروز اینگونه حوادث جلوگیری کرد.

با توجه به تمامی این موارد، باید به سه مورد از عیب های شبکه های هوایی نیز اشاره کرد:

۱- ایجاد پارازیت در فطوط، مخابراتی و رادیویی از مضرات شبکه هوایی است که باید تدابیر فاصی برای به حداقل رساندن آنها انجام داد.

۲- برداشت های غیر مجاز برق از شبکه های توزیع هوایی به آسانی انجام پذیر است.

۳- برخورد رعد و برق به فطوط هوایی، موجب بروز اختلالات و خسارات متعددی فواهد شد. این مشکل در مورد فطوطی که کیفیت اصلی خود را به مرور زمان از دست می دهند، شایع تر است.



## ۲- مشخصات مکانیکی فطوط هوایی:

کار یک فط هوایی ، انتقال انرژی الکتریکی می باشد و اساساً از لوازهم زیر تشکیل می گردد :

۱- نگهدارنده های فطوط

۲- هادیها

۳- کراس آرهم. بازوها ، مقره ها و دیگر متعلقات پایه

یک فط انتقال انرژی علاوه بر مشخصات الکتریکی دلفواه بایستی از لحاظ مکانیکی هم قابل اطمینان باشد . زیرا در غیراینصورت با هر تغییر وضعیت جوی بایستی منتظر فرابی و از کار افتادن فط باشیم.

درموقع طرح یک فط بایستی تمام عوامل را درنظر بگیریم. چنانچه فط را از نظر مکانیکی ضعیف طراحی کنیم از لحاظ اقتصادی ارزان تمام می شود ولی در اثر تغییر شرایط جوی زود دچار فرابی می گردد. همچنین اگر فط را خیلی قوی طراحی کنیم قابلیت اطمینان آن زیاد می شود ولی از نظر اقتصادی با صرفه نخواهد بود. بنابراین برای برداشت یک طرح صمیم بایستی تمام شرایط و عوامل را در نظر گرفت.

۳- استمکام و ایمن بودن شبکه

۲- اقتصادی بودن شبکه

۱- زیبایی شبکه

مماسبات مکانیکی به ما کمک می کند تا :

الف) کشش های ایجاد شده در سیم تمت شرایط بمرانی (یعنی سفت ترین شرایط آب و هوایی در منطقه عبور فط) از مداکثر مجاز کشش تجاوز نکند و هرگز سیم را به مد پارگی نرساند.

ب) فاصله سیم از سطح زمین ، فاصله سیم از پایه و باوز و فاصله فازها از یکدیگر در شرایط مختلف درجه حرارت و یخ و باد از مقادیر حداقل مجاز تعیین شده کمتر نگردد. اهمیت مماسبات مکانیکی فطوط با افزایش ولتاژ و قدرت قابل انتقال بیشتر میگردد به عبارت دیگر مماسبات مکانیکی در فطوط فشار ضعیف از اهمیت کمتر ، در فطوط فشار متوسط از اهمیت بیشتر و در فطوط انتقال از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است و مماسبات مربوط به سیم

و مقره ، مماسبات مربوط به پایه و مماسبات مربوط به فوندانسیون با دقت بیشتری بررسی و انجام می گردند. در این فصول تأثیر نیروهای مختلف وارد بر سیم ، نیروی کشش سیم ، نیروی وزن سیم ، نیروهای ناشی از باد و یخ ، نیروهای دینامیکی ناشی از جدا شدن ناگهانی یخ از روی سیم و سایر عوامل اقلیمی و منطقه ای در نظرگرفته شده و از فرمولهای مفصل تر استفاده میگردد ولی در شبکه های فنثار متوسط از فرمول ساده ای برای مماسبه نیروهای وارد بر سیم و بالافره فلش یا شکم سیم استفاده میگردد که دارای دقت کافی باشد.

### ۱-۲- کشش:

مقدار نیرویی است که اگر سیم در نقطه ای پاره شود لازم است آن نیرو در همان نقطه اعمال شود تا سیم شکل سابق خود را مفا کند جهت یا راستای نیروی کشش در هر نقطه از سیم در امتداد خط مماس بر سیم است. کشش در پایین ترین نقطه سیم افقی است و با مرف (H) نشان داده می شود هر چقدر سیم بین دو پایه ممکم تر کشیده شده باشد کشش بیشتر و هر قدر سیم شل تر کشیده شده باشد کشش کمتر خواهد بود.

### ۲-۲- تنش:

نسبت نیروی کشش به سطح مقطع سیم را تنش می گویند و با مرف (To) آنرا نشان می دهند.

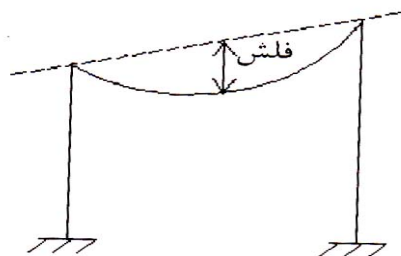
نوع سیم	مداکثر تنش
سیم تک رشته ای مسی	12 kg / mm <sup>2</sup>
سیم چند رشته ای مسی	19 kg / mm <sup>2</sup>
سیم چند رشته ای آلومینیومی	8 kg / mm <sup>2</sup>
برای سیم چند رشته ای آلدرای	12 kg / mm <sup>2</sup>
برای سیم چند رشته ای آلومینیوم - فولاد	11 - 12 kg / mm <sup>2</sup>

### ۲-۳- مداکثر مقاومت کششی (نیروی گسیختگی):

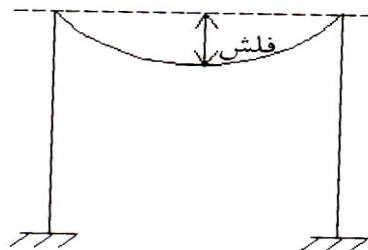
ماکزیمم کششی است که اگر به سیم وارد شود سیم شروع به پاره شدن خواهد نمود.

### ۲-۴- فلش یا شکم سیم:

فاصله بین پایین ترین نقطه سیم تا خط واصل بین دو سرپایه را فلش یا شکم سیم می گویند. در جاهای همسطح فلش درست در وسط دو پایه می باشد ، شکل (۲-۱) ، ولی در مناطقی که یک پایه روی بلندی قرار دارد فلش به سمت پایه پایین تر خواهد بود. شکل (۲-۲) مناسبه مداکثر مجاز شکم سیم در طرح شبکه های هوایی بسیار مائز اهمیت است. فلش و کشش سیم تابع وزن سیم ، یخ ، نیروی باد و درجه حرارت محیط می باشد.



شکل ( 1-2 )



شکل ( 2-2 )

### ۱-۴-۲ انواع فلش :

سه نوع فلش به شرح زیر تعریف می شود :

الف) فلش ماکزیمم : فلشی است که سیم های شبکه در گرمترین روز تابستان پیدا می کنند.

ب) فلش مینیمم : فلشی است که سیم های شبکه در زمستان سرد بدون یخ و برف پیدا می کنند.

پ) فلش اجرایی : فلشی است که هنگام سیم کشی با در نظر گرفتن اسپان مربوطه و درجه حرارت محیط به سیمهای شبکه وارد می شود. ساده ترین روش برای فلش دان سیم در شبکه های بیست کیلوولت استفاده از تخته فلش می باشد.

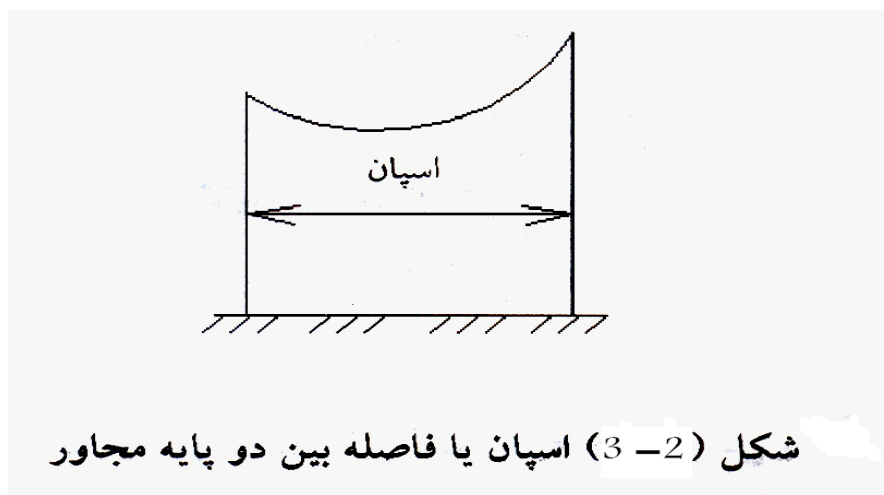
### ۲-۴-۲ فلش و محاسبات آن:

در طراحی خطوط انتقال انرژی باید در تمامی شرایط جوی منطقه مورد نظر کشش و فلش محاسبه شوند. کشش و فلش سیم های هوایی با تغییر درجه حرارت و نیروی باد و یخ تغییر می کند. مثلاً تنزل درجه حرارت باعث کاهش طول سیم و در نتیجه افزایش کشش سیم یا کاهش فلش سیم میگردد ولی افزایش درجه حرارت باعث ازدیاد طول سیم و در نتیجه افزایش فلش سیم می شود. باد و یخ نیز سبب اضافه شدن کشش سیم ها می گردند. از این رو کشش در موقع نصب (سیم کشی) باید مقداری صمیع داشته باشد و طوری انتخاب شود که در بدترین شرایط مقادیر کشش و

فلش سیم از مقادیر مجاز تجاوز ننماید. این کشش برای درجه حرارت های مختلف درمحوالی درجه حرارت متوسط منطقه مساب می شود تا در موقع سیم کشی از آنجا استفاده گردد. برای انجام محاسبات مذکور از یک معادله درجه سوم بنام معادله تخییر وضعیت استفاده می شود که می توان بوسیله آن هرکشش و فلش را در شرایط بمرانی منطقه محاسبه نمود.

### ۲-۵-اسپان:

فاصله افقی بین دو پایه مجاور را اسپان (دهانه) می گویند. (شکل ۲ - ۳)



شکل (۲ - ۳) اسپان یا فاصله بین دو پایه مجاور

هرچه طول اسپان افزایش یابد نیروهای مکانیکی وارد بر هادی و بالطبع کشش هادی افزایش می یابد و بنابراین به هادی با مشخصات مکانیکی بهتر نیاز می باشد.

آشکار است که با افزایش طول اسپان به تعداد پایه ها و مقره های کمتری نیاز خواهد بود ولی بایستی هادی با سطح مقطع بالاتری انتخاب گردد تا بتواند وزن خود و نیروهای اضافی ناشی از یخ و برف و باد و کشش وارده را تحمل کنند و چون نیروهای اضافی وارد بر پایه افزایش می یابد بایستی پایه های قوی تر نیز انتخاب گردد ولی در اسپانهای کوتاه تعداد پایه ها و مقره ها بیشتر شده ولی به پایه و هادی ضعیفتری نیاز خواهد بود بنابراین بایستی اسپان را

طوری در نظر گرفت تا از نظر اقتصادی با صرفه بوده و دارای اطمینان فزونی باشد. لازم به تذکر است که دو عامل از عوامل مهم در محدودیت طول اسپان ۱. مقاومت پایه ۲. حداقل فاصله آزاده سیم با زمین (کلیرانس می باشد).

### ۲-۶- برآیند نیروهای وارد بر سیم:

وزن سیم و وزن یخ در یک امتداد به طور قائم بوده و نیروی باد به طور افقی است که در اینصورت نیروی وارد بر سیم از برآیند نیروهای مذکور به دست می آید. علاوه بر نیروهای وارده بر سیم ناشی از وزن سیم، یخ و باد نیروهای دینامیکی که در اثر ارتعاشات سیم بومود می آید روی سیم وارد میگردد. ارتعاشات سیم ناشی از رها شدن ناگهانی باد، یخ و برف از روی سیم می باشد که جهش عرضی روی سیم ایجاد می کند. پدیده تفرقه ناگهانی بمرانی ترین حالت برای سیم می باشد زیرا هر چه مقدار بار یخ جدا شده به طوری ناگهانی روی سیم زیادتر باشد جهش و پرتاب سیم در هوا بیشتر و بالطبع تنش قابل ملاحظه ای را به سیم و پایه ها تممیل می کند و در صورتیکه مقاومت سیم برای چنین حالتی پیش بینی نشده باشد ممکن است که سیم را به مد پارگی برساند.

### ۲-۷- ارتعاشات ناشی از باد و سایر عوامل:

هادیها می توانند به طور عرضی ارتعاش نمایند. ارتعاش در بعضی از سرعتهای باد بومود می آید. این ارتعاشات به علت تداوم نسبی آن موجب فستگی سیم در نقاط اتصال به مقره می شود که می تواند در طول سالیان باعث پاره شدن تدریجی رشته های سیم گردد. برای مفاصل سیم در مقابل این پدیده می توان این سیم را در نقاط اتصال با آرموراد بالاستیک تقویت نمود. آرموراد رشته های سیم کاملاً انعطاف پذیری است که به صورت مارپیچ روی سیم زیر کلمپ اتصال قرار می گیرد. لاستیک بین سیم و کلمپ قرار می گیرد و اگر آرموراد هم روی سیم پیچیده شده باشد لاستیک بین آرموراد و سیم یا روی آرموراد قرار می گیرد.

## ۲-۸- فاصله بین هادی ها:

برای تعیین فاصله بین هادیها باید تأثیرات مکانیکی و الکتریکی آن را در نظر گرفت. اگر فاصله بین هادیها از مد معین کمتر در نظر گرفته شود، امکان ایجاد اتصال کوتاه بین آنها بوجود خواهد آمد و از نظر مکانیکی فاصله بین سیمها باید طوری باشد که در اثر وزش باد و یخبندان روی سیم، فاصله کمتر از مد مجاز نگردد. به طور کلی فاصله بین سیمها تابعی از طول اسپان و فلش و ولتاژ شبکه فواید بود.

## ۲-۹- فاصله هادی تا سطح زمین (کلیرانس):

فاصله سیم تا زمین در رژیم تابستان در مداخل خود می باشد و مداخل فاصله سیم تا زمین با ولتاژ خط رابطه مستقیم داشته و بر طبق قوانین حفاظتی و ایمنی تعیین میگردد. از رابطه تجربی زیر مداخل فاصله هادیها تا زمین و در فصول انتقال انرژی بر مسب ولتاژ خط بدست می آید:

$$h \geq 6 + \frac{u - 110}{150}$$

$h$  = فاصله سیم تا سطح زمین بر مسب متر

$u$  = ولتاژ نامی خط بر مسب کیلوولت

بنابراین مداخل فاصله هادیها تا سطح زمین برای فصول 20 کیلوولت مدود 5.4 متر می باشد.

$$h \geq 6 + \frac{20 - 110}{150}$$

$$h \geq 6 - 0.6$$

$$h \geq 5.4 \text{ m}$$



البته در مورد فطوط توزیع 20 کیلوولت هوایی که در داخل شهرها و روستاها یا در امتداد جاده ها نصب میگردند به لحاظ تقاطع های زیاد و عبور و مرور و احتمال نصب شبکه فشار ضعیف زیر خط و مسائل ایمنی ، عموماً در سرتاسر خط مداخل کلیرانس را بین 6 تا 9 متر انتفاع می کنند.

در مورد تقاطع فطوط فشار قوی همیشه خط با ولتاژ بالاتر از روی خط با ولتاژ پائین تر عبور می نماید که مداخل فاصله فطوط 63 کیلوولت از فطوط 20 کیلوولت حدود 2 تا 2.5 متر می باشد. همچنین وقتی که خط فشار ضعیف (380 ولت) زیر خط 20 کیلوولت کشیده می شود. مداخل فاصله شبکه فشار ضعیف تا 20 کیلوولت بایستی 1.5 متر باشد که این فاصله باتوجه به اسپان پایه های فشار قوی و طول پایه فشار ضعیف واسطه تعیین میگردد.

### ۳- نگاهدارنده های فطوط (Line supports):

برای حمل سیمهای هوایی از پایه های نگاهدارنده استفاده می گردد. آنچه که از نگاهدارنده های فطوط یا پایه انتظار می رود از قرار زیر می باشد :

۱- بایستی از نظر مکانیکی قوی بوده و دارای ضریب اطمینان مداخل ۲/۵ باشد.

۲- بایستی بدون کم شدن مقاومت آنها ، از نظر وزن سبک باشند.

۳- ارزان باشند.

۴- دارای عمر طولانی باشند (با دواج باشند)

۵- از نظر نصب یا مونتاژ تجهیزات فطوط و دسترسی به آنها آسان باشد

۶- دارای شکل ظاهری فویبی باشند.



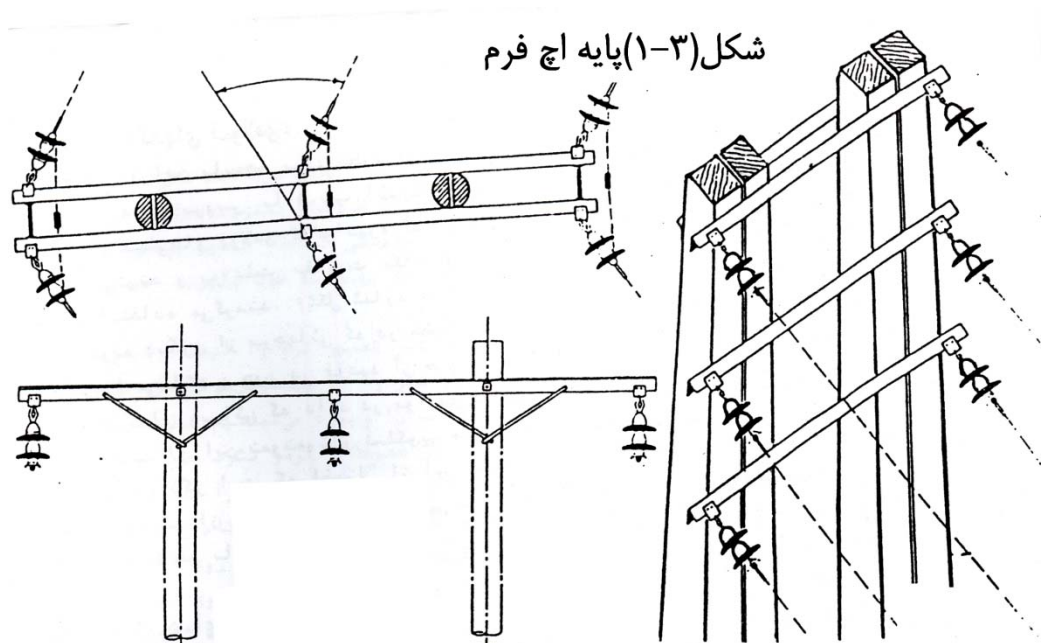
بطور کلی نگاهدارنده های خطوط هوایی به دو دسته پایه ها یا تیرها (Poles) دکلها یا برجها (Towers) تقسیم می شوند.

## ۳-۱- پایه ها

پایه ها به سه دسته چوبی ، فولادی و بتنی تقسیم می شوند.

## ۳-۱-۱- پایه های چوبی

پایه های چوبی بطور وسیع در سیستم توزیع برق و متی خطوط انتقال (در استان خوزستان) و خطوط راه آهن برقی و تلفن استفاده می شوند. در شبکه های فشار ضعیف و بیست کیلوولت بطور تکی و در شبکه های انتقال بصورت H اچ فریم (دوتایی) بکار می روند و اگر به استمکام و مقاومت بیشتری نیاز باشد از بازوها با بریس هایی که به شکل X می باشد بعنوان پشت بند با آنها استفاده می شود. همچنین در شبکه های بیست کیلو ولت در صورتیکه بدلیل دره های عریض و طویل اسپان بلندی انتخاب شده باشد پایه های چوبی را در دو طرف اسپان مربوط به شکل H اچ بکار می برند و معمولاً تیرهای هر دو طرف را انتهایی (دداند) می نامند. (شکل شماره ۳-۱)



پایه های چوبی دارای سه مزیت اساسی می باشند :

الف) پایه های چوبی عایق طبیعی فوبی هستند

ب) در مناطقی که چوب فراوان می باشد ارزانتر تمام می شوند

ج) بعلت سبکی آنها ، حمل و نقل آنها آسانتر است.

### ۳-۱-۱-۱-۱-سافت پایه های چوبی:

انتخاب نوع چوب جهت ساخت پایه های چوبی بستگی به ممل و موقعیت جغرافیائی و نوع درختان موجود در منطقه دارد.

عمدتاً این پایه ها بایستی راست و قوی و مخروطی شکل و بدون گره باشند. سه نوع چوبی که در کشورهای جهان متداول است و در ایران همه نیز استفاده می گردد عبارتند از :

## الف) درخت سرو آزاد :

از بادوام ترین پایه ها می باشد و با اینکه پر از گره های کوچک است لیکن سبک و ممکن و نسبتاً راست و مخروطی شکل می باشد.

## ب) درخت شاه بلوط :

چوبی است ممکن و با دوام و دارای گره های کمتر از سرو بوده لیکن کج و ناصاف می باشد . چوبهای سرو و شاه بلوط بخاطر دیر پوسیدن آن مورد استفاده قرار می گیرند.

## ج) درخت کاج :

درخت کاج معمولاً رنگ زرد و مخروطی شکل است و بخاطر ظاهر خوب و استقامت کافی که دارد در شبکه ها بیشتر از سایر درختان استفاده می گردد. وجود دائمی رطوبت هوا و مواد شیمیائی خورنده در زمین باعث می شود که قارچ های بصورت کپک زدگی در داخل تیرها بوجود آید و به مرور زمان تیر را خورده و فرسوده و می پوشانند و برای جلوگیری از فاسد شدن تیر بخصوص در قسمت های پائین آن که در زمین قرار می گیرد بایستی بوسیله یک ماده محافظت کننده بصورت اشباع درآیند. برای اشباع آنها بیشتر از روغن قطران و یا پنتاکلروفنل (Penta chlorophenol) استفاده می کنند که بطور متوسط عمر پایه های چوبی را دو برابر می کنند.

## ۳-۱-۱-۲- عملیات اشباع پایه های چوبی:

روغن قطران باید فالص باشد یعنی از قطران فالص زغال سنگ بدست آمده نه قطرانی که در مرارت کم استخراج شده باشد و آب موجود در روغن نباید از ۱٪ مجم آن بیشتر باشد.

بعد از انتخاب درختان از نظر ارتفاع، شافه زنی و جدا نمودن پوست و انجام برش رأس تیر جهت فشک کردن پایه ابتدا تیر را داخل یک ظرف استوانه ای فلزی سربسته در معرض فشارهوی فشک و گرم قرار داده و سپس فشار را تا مدت ۱۵ دقیقه ۲ تا ۴ کیلوگرم برسانتیمتر بالا می برند.

سپس روغن قطران با مرارتی که در حدود ۹۰ تا ۱۰۰ درجه سانتیگراد می باشد را با فشار تلمبه به داخل استوانه وارد می کنند و فشار داخل استوانه را در مدت تلمبه زدن در موقوع لزوم ۸ الی ۱۲ کیلوگرم بر هرسانتیمتر افزایش می دهند. این عمل بدین دلیل انجام می گیرد که روغن قطران در تمام فلل و فرج های چوب نفوذ کند. فشار اضافی نهائی تا زمانی که مقدار لازم روغن جذب چوب نشده است مفض می شود (مداقل نیم ساعت) ضمناً این روغن بایستی لااقل تا قسمتی از قشر روی چوب را پر کند تا در محیط مجاور از هرگونه فساد مصون بماند.

## ۳-۱-۱-۳- دسته بندی پایه چوبی :

همانطور که در جدول پایه های چوبی نشان داده شده ، پایه های چوبی را بر حسب مداقل ممیط یا قطر در ۳۰ سانتی متری از رأس تیر و مداقل ممیط یا قطر در ۱۸۰ سانتیمتری از انتهای تیر به چند کلاس طبقه تقسیم می کنند برای اینکه تیری دریک کلاس قرار گیرد بایستی متمماً هر دو شرط را توأم داشته باشند. بطور کلی کلاسهای ۱ و ۲ را تیرچوبی سنگین و کلاسهای ۳ و ۴ را تیر چوبی نیمه سنگین و کلاس های ۵ و ۶ و ۷ را تیر چوبی سبک می نامند. ضمناً کلاس یک را سنگین ترین و کلاس هفت سبک ترین یا لاغرترین تیر چوبی می نامند.

# مجموعه Ebook های مهندس حمید ریاضی

جدول شماره ۱ : مشخصات تیرهای چوبی ۹ و ۱۲ متری

کلاس تیر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
مداقل ممیط سر تیر (برمسب) (سانتیمتر)	۶۸	۶۳	۵۸	۵۳	۴۸	۴۳	۲۸
مداقل قطر سر تیر (برمسب) (سانتیمتر)	۲۲	۲۰	۱۹	۱۷	۱۵	۱۴	۱۲
نیروی مقاومت نهائی (کیلوگرم) (نیرو)	۲۰۰۰	۱۷۰۰	۱۳۵۰	۱۱۰۰	۹۰۰	۷۰۰	۵۵۰
نیروی مجاز وارد به قیر (کیلوگرم) (نیرو)	۸۰۰	۶۸۰	۵۴۰	۴۴۰	۳۶۰	۲۸۰	۲۰۰
ضریب اطمینان	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵
مداقل ممیط تیر در ۱۸۳ سانتیمتری از ته بهره برداری تیرهای ۹ متری	۹۰	۸۵	۸۱	۷۳/۵	۷۰	۶۲	۵۰/۵۸
مداقل ممیط تیر در ۱۸۳ سانتیمتری از ته بهره برداری تیرهای ۱۲ متری (cm)	۱۰۱/۵	۹۵	۹۱/۵	۸۲/۵	۷۷/۵	۷۱	۶۵
وزن تقریبی برای تیرهای ۹ متری (کیلوگرم)	۶۰۰	۵۳۱	۴۰۰	۲۹۰	۲۴۰	۱۹۱	۱۶۰

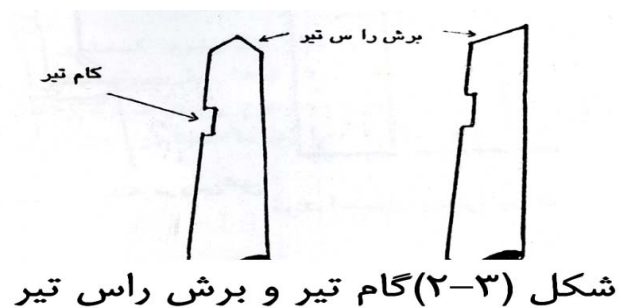
## ۳-۱-۱-۴-گامهای پایه های چوبی :

ممل تراش یا بریدن قسمتی از تیر (۳۰ سانتیمتری از رأس تیر) به منظور جا دادن کراس آرچ را گام تیر می گویند.

این گام از یک شکاف مقعر به عمق مدود ۱۲ میلیمتر ایجاد که برای استمکام کراس آرچ از بریس که از دو تسمه بطول مدود ۷۰ سانتیمتر می باشد استفاده می گردد. (شکل ۳-۲)

## ۳-۱-۱-۵-برش رأس تیرهای چوبی :

معمولاً سرپایه های چوبی را قبل از اشباع برش می دهند. این عمل برای جلوگیری از تراکم یخ و برف که باعث پوسیدگی رأس پایه می گردد انجام می گیرد. این برش معمولاً به دو صورت انجام پذیر می باشد که در شکل (۳-۲) نشان داده شده است.



## ۳-۱-۲-پایه های فولادی:

در جاهائی که به قدرت و مقاومت زیادی نیاز باشد از پایه های فولادی بجای پایه های چوبی استفاده می شود. معمولاً پایه های فولادی به دو قسمت لوله ای و سافتمانی یا اسکلتی Structural تقسیم می شوند. نوع لوله ای آن شامل چند قسمت لوله ای شکل با قطرهای مختلف که روی یکدیگر سوار می شوند.

نوع سافتمانی (اسکلتی) آن از پندین نبشی فولادی تشکیل شده که به یکدیگر پیچ یا جوش شده اند و نمونه دیگر پایه های پرتیک که از ناودانی سافته می شوند می باشد که با ارتفاع مورد نظر سافته و در موارد خاص که به پایه های بلندتری مورد نیاز باشد مورد استفاده قرار می گیرد و متمماً بمنظور جلوگیری از زنگ زدگی باید متمماً رنگ ضد زنگ و رنگ آمیزی شود.

موارد استعمال این پایه ها مانند پایه های چوبی است ولی در معرض ممله مشراتی مانند موربانه قرار نمی گیرند و عمر آن نسبتاً زیاد است البته باید گالوانیزه باشند. از امتیازات دیگر آن اینست که می توان طول آنرا به هر میزان که فواسته شود انتخاب کرد. از پایه های لوله ای بیشتر در سیستم روشنائی شهرها به منظور مفظ زیبائی شهر استفاده می شود.

لازم به ذکر است که افیراً از پایه های تلسکوپیی مانند پایه هائی که در فطوط انتقال بکار برده می شد در شبکه های توزیع نیز سافته و بکار برده می شود که بسیار زیبا و مستمکم و در اجرای آن شبکه دومیاره هم نیز بکار می برند.

### ۳-۱-۳ پایه های بتنی:

در این روزها پایه های بتنی تقریباً جای پایه های چوبی و فولادی را گرفته است زیرا هم از نظر شکل ظاهری جالب تر و هم با دوامتر می باشند و اینکه پایه ها سنگین تراند و ممل آنها گرانتر تمام می شود ولی از نظر مکانیکی بسیار قوی می باشند و عمر بیشتری دارند و بخصوص در جاهائی که عمر تیرچوبی به دلیل مواد فورنده زمین کم می باشد از تیرهای بتنی استفاده می گردد.

### ۳-۱-۳-۱ پایه های بتنی با مقطع چهارگوش :

تیرهای بتنی به دو دسته توپر با مقطع چهارگوش و توفالی با مقطع گرد توفالی و مخروطی شکل تقسیم می گردند نوع توپر آن از میل گردهای بلند و بتن تشکیل شده است و معمولاً شکل چهارگوش که آنها به دو نمونه شناخته شده است از : ۱- دارای پله هائی در قسمت های مادگی تیر و ۲- در قسمت مادگی تیر بشکل لانه زنبوری

ساقته شده است و اما از نظر ارتفاع و بلندی پایه ها به دو دسته ۹ متری جهت شبکه های فشار ضعیف و ۱۲ متری بمنظور شبکه های فشار متوسط و از نظر تحمل قدرت مکانیکی به کلاسهای ۲۰۰ ، ۴۰۰ ، ۶۰۰ ، ۸۰۰ ، ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰ کیلوگرم نیروئی تقسیم و با ضریب اطمینان ۲/۵ ساقته می شود بعنوان نمونه منظور از تیر بتنی با کلاس ۲۰۰ کیلوگرمی اینست که نیروی مجازی که می توان بر روی تیر در ۳۰ سانتیمتری از رأس تیر (محل اتصال کراس آرچ به تیر) وارد نمود ۲۰۰ کیلوگرم نیرو می باشد که ۴۰٪ نیروی نهائی تیر است. (جدول شکل شماره ۲)

طول تیر m	نیروی کشش kg	نیروی مقاومت نهائی kg	ضریب اطمینان	حجم بتن شن + ماسه $m^3$	وزن سیمان kg	وزن میلگرد kg	وزن کلی تیر kg
۹	۲۰۰	۵۰۰	۲/۵	۰/۳	۱۲۵	۸۲	۸۰۰
۹	۴۰۰	۱۰۰۰	۲/۵	۰/۴۵	۲۲۵	۱۰۵	۱۱۰۰
۹	۸۰۰	۲۰۰۰	۲/۵	۰/۴۷	۲۰۰	۱۱۶	۱۱۰۰
۱۲	۲۰۰	۵۰۰	۲/۵	۰/۶۵	۲۷۵	۱۴۰	۱۶۵۰
۱۲	۸۰۰	۲۰۰۰	۲/۵	۰/۸	۳۵۰	۲۵۰	۲۰۵۰

جدول شماره ۲ : مشخصات تیرهای سیمانی ۹ و ۱۲ متری

۳-۱-۱-۳-۱-۱- سافت پایه های بتنی چهارگوش :

بطورکلی پایه های بتنی از دو جزء تشکیل می شوند. (الف) بتن (ب) آرماتور (میلگردهای فلزی)



بتن از مخلوط شن و ماسه و سیمان و آب سافته می شود که باید بهترین ترکیب دانه بندی شن و ماسه آن فیلی پاک باشد عیار سیمان برای پایه های بتنی ۳۵۰ کیلوگرم در هر مترمکعب شن و ماسه می باشد. چنانچه شن و ماسه آن فیلی پاک نباشد بایستی کمی بر مقدار سیمان آن افزود.

مجم آب لازم برای هر مترمکعب بتن ۱۸۰ تا ۲۲۰ لیتر می باشد. در مناطق معتدل مقدار کمتر و در مناطق گرمسیری مقدار بیشتری آب استفاده می شود. بطور تجربی حجم آب را بایستی آنقدر در نظر گرفت که ملات بتن عسلی گردد. آبی که برای سافتن بتن استفاده می شود بایستی فاقد ترکیبات رسوبی و نمک باشد در غیر این صورت بتن آن ترک خواهد خورد.

ضمناً بایستی خاک شن ها را خوب شست بخصوص شنهایی را که از مسیل رودخانه ها گرفته می شود.

### ۳-۱-۳-۱-۲-آرماتوربندی :

این شامل چهارچیز میل گرد ، خاموت ، انبرک و اشپیل می باشد. میلگرد بر دو نوع عاج دار و ساده می باشد که نوع عاج دار آن حالت فنریت بیشتری دارد و درگیری آن با بتن بیشتر می باشد میل گردها بایستی کاملاً تمیز یعنی فاقد چربی یا زنگ زدگی و گرد و غبار باشد تا بتن را بهتر به خود بگیرند. ضمناً میل گردها بهتر است متی الامکان یکپارچه باشند.

مال اسکلت پایه بتنی را با ابعاد و طول و قطر تعیین شده را ایجاد نموده و در قالب تیر بتنی قرارداده و مصالح مورد نظر را از بهترین نوعش در درون قالب ریخته و سپس توسط ویبره بتن داخل قالب را ویبره می نمائیم تا مباحهای داخل بتن خارج شده و به اصطلاح برای اینکه تیر ضعیف و کرمو نشود متمماً باید ویبره شود و پس از مدتی که بتن خود را گرفت و بسته شد قالب را باز نموده و متمماً باید چندین روز در آب شناور باشد تا تیربتنی به استمکام و کیفیت لازم خود برسد لازم به ذکر است که تمامی پایه های بتنی باید بر روی آن دارای تاریخ سافت و معین نموده کلاس پایه و ارتفاع پایه را بر روی تیر مک نموده و مشخص باشد و لازم است که پایه های بتنی پس از یک ماه از تاریخ سافت مورد استفاده قرار گیرد. (۲۸ روز پایه بتنی باید در آب شناور باشد).

## ۳-۱-۳-۲- پایه های مقطع گرد و توفالی :

این نوع پایه ها سبکتر و با کیفیت تر از نوع پایه های بتنی با مقطع چهارگوش می باشد و کلاسه بندی این پایه ها هم مانند پایه های بتنی با مقطع چهارگوش بوده و با ضریب اطمینان  $۲/۵$  ساخته می شود.

## ۳-۱-۳-۲- اسافمت پایه های بتنی با مقطع گرد توفالی :

این نوع پایه های توفالی بدین ترتیب ساخته می شود که میل گردهای مقاوم آرماتوربندی و بتن ار در داخل ممفظه مخروطی شکل با طول مورد نظر می ریزند و سپس بوسیله یک ماشین مخصوص مناسبی برای مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه آنرا می پرفانند. این عمل باعث می شود که بتن بوسیله نیروی گریز از مرکز بطرف خارج فشرده گردد و در داخل توفالی بشود تیرهای بتن توفالی سبک تر از نوع توپر می باشند. تیرهای بتنی تو فالی از نظر تحمل نیروی مکانیکی کلاس پایه ها مانند تیرهای بتنی با مقطع چهارگوش می باشد که ۴۰٪ نیروی نهائی تیر نیز می باشد.

## ۳-۱-۳-۳- پایه های منشوری (چند ضلعی) یا تلسکوپی بتنی :

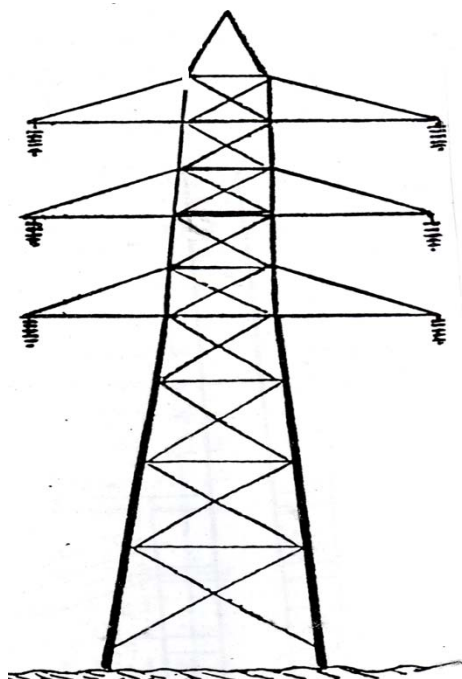
از این نمونه پایه ها بتنی هم ساخته شده است که کاربرد کمتری دارد فقط بعنوان پایه های روشنائی در مناطق شهری و در پارک ها یا بلوارها مورد استفاده قرار می گرفته است. لازم به ذکر است که این نوع پایه بتنی همانند سایر پایه های بتنی با استفاده از میلگرد و سایر مصالح ساختمانی با کیفیت خوب ساخته و کلاسه بندی می گردد.

## ۳-۲-۳- برجها و دکل های فولادی:

اصولاً از این پایه ها برای خطوط انتقال که دارای هادیهای سنگین می باشند و بایستی دوام سرویس یا ضریب اطمینان بالا باشد استفاده می گردند. این دکلها از نبشی های فولادی گالوانیزه که از نظر مکانیکی بسیار قوی می

باشند ساخته می شوند و به علت مقاومت مکانیکی بالائی که دارند برای اسپانهای طولانی استفاده می گردند. (شکل

شماره ۳-۳)



شکل (۳-۳) دکلهای فولادی از  
نیشی های فولادی گالوانیزه

نمونه دیگری از برجهائی که در خطوط انتقال بکار می رود که تلسکوپی (منشوری) می باشد و چون در قاعده آن حجم زیادی را اشغال نمی کند و بخاطر پرمای و نمای زیبایی که دارد در مواردی که خطوط انتقال باید از مناطق شهری عبور نمایند از این نمونه مورد استفاده قرار می گیرد.

لازم به ذکر است که اخیراً از این نمونه پایه های تلسکوپی فولادی با ابعاد کوچکتر از نوع پایه های تلسکوپی نوع خطوط انتقال در شبکه های توزیع فشار متوسط هم ساخته و بکار می رود.

## ۴- چاله های تیرهای برق :

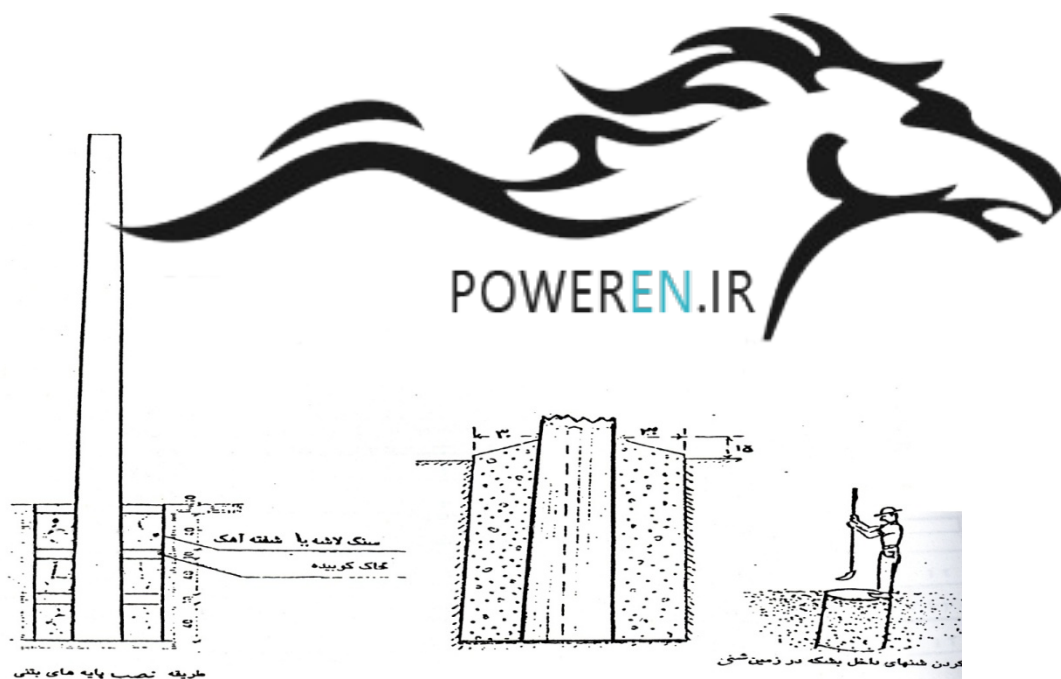
عمق چاله بوسیله طول تیر و جنس زمین و مقدار کراس آرمهائی که باید بر روی پایه ها نصب شود (چند مداره بودن) مشخص می گردد که از طریق تجربه بصورت زیر تأمین می شود.

بطور کلی عمق چاله تیر بایستی به اندازه ۰/۱ ارتفاع پایه به اضافه ۶۰ سانتی متر باشد

(در زمینهای سفت معمولی) مثلاً:

$$\text{عمق چاله برای تیر ۹ متری} \quad ۰/۱ \times ۹۰۰ + ۶۰ = ۱۵۰ \text{ cm}$$

$$\text{عمق چاله برای تیر ۱۲ متری} \quad ۰/۱ \times ۱۲۰۰ + ۶۰ = ۱۸۰ \text{ cm}$$



## ۵- کراس آرم یا کنسول و انواع آن :

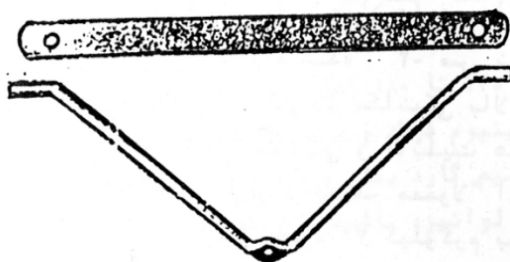
کراس آرم ها جهت نگهداری مقره ها و هادیهای فط روی پایه ها نصب می گردند. طول آن به پارامترهای زیاد از قبیل ولتاژ فط (فاصله بین فازها) ، باد ، یخ و برف بستگی دارد و معمولاً نوع آن هم بستگی به شرایط و موقعیت های گوناگونی که لازم باشد از نمونه خاص آن مورد بهره برداری قرار گیرد استفاده می شود.

### ۵-۱- کراس آرم صلیبی :

الف) کراس آرم چوبی: از خیلی وقت پیش برای خطوط تلفن ، تلگراف و توزیع برق استفاده گردیده است و عموماً از درخت صنوبر و کاج ساخته می شود. نوعی که از چوب درخت صنوبر ساخته می شود گره های کمتر و دوام بیشتر دارد و معمولاً برای دوام بیشتر آنرا در روغن قطران یا پنتاکلروفلن بصورت اشباع در می آورند. این نوع کراس آرم بایستی از هر چهار قسمت تراشیده و صاف باشد و هر دو کناره های فوقانی آن برداشته و بصورت گرده ماهی در آورده تا از جمع شدن آب باران در بالای آن جلوگیری شود.

ابعاد آن بطول ۲۴۴ سانتیمتر و ابعاد مقطع آن  $9 \times 11/5$  سانتیمتر می باشد. در کراس آرم صلیبی می توان از مقره سوزنی و یا مقره بشقابی بصورت آویز نصب نمود و علاوه بر آن می توان بصورت ترکیبی از سوزنی و بشقابی را توأمآبه کار برد.

در کراس آرمهای چوبی بطول ۲۴۴ سانتی متر سوراخهایی با فواصل و قطر مناسب جهت نصب میله مقره و تسمه مائل بر روی آن تعبیه شده است فاصیبت عایقی آن از نظر ایمنی بسیار با ارزش و مهم است زیرا اثر ولتاژهای ضربه ای Flashover Impulse voltage را به حداقل می رساند و برای سیمان ایمن تر از نوع فلزی خواهد بود. کراس آرم چوبی را ابتدا روی پایه نصب و پس از بستن بازوها به آن و محل نصب بازوها به پایه را مشخص و سوراخ می نمایند ضمناً می توان بجای بریس یکپارچه از دو تسمه به طول ۷۰ cm و عرض ۳cm نیز استفاده نمود. (شکل



شکل (۵-۱) بریس وتسمه حائل

ب) کراس آرم فولادی : به طول ۲۴۴ سانتی متر

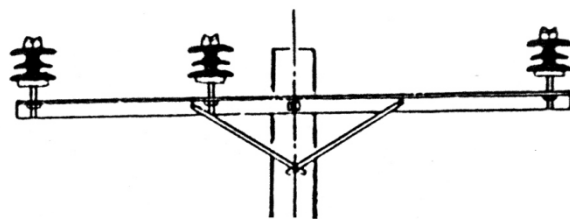
کراس آرم فولادی جهت تیرهای فولادی ، بتنی و چوبی بکار می رود و از نبشی با بالهای مساوی ساخته می شود که توسط بریس یا بازو به پایه محکم می گردد.

کراس آرم نبشی بایستی یکپارچه و محکم و گالوانیزه باشد. در شبکه های بیست کیلو ولت از کراس آرمهای نمره ۷ و ۸ و ۱۰ استفاده می گردد.

علت اینکه مداخل کراس آرم فلزی که در شبکه بیست کیلو ولت استفاده می شود نمره ۷ در نظر گرفته شده است اینست که سوراخهایی که جهت نصب میله مقرر بر روی آن ایجاد می شود چنانچه به قطر ۳ سانتیمتر باشد و فاصله کناره سوراخ تا لبه از طرفین آن ۲ سانتیمتر در نظر گرفته و عرض کراس آرم مداخل ۷ سانتیمتر باشد و ضخامت آن نبشی مداخل ۹ میلیمتر باشد. (شکل ۵-۲)

$$7\text{cm} = \text{فاصله سوراخ تا لبه پائینی: ۲ سانت} + \text{فاصله سوراخ تا لبه فوقانی: ۲ سانت} + \text{قطر سوراخ: ۳ سانت} =$$

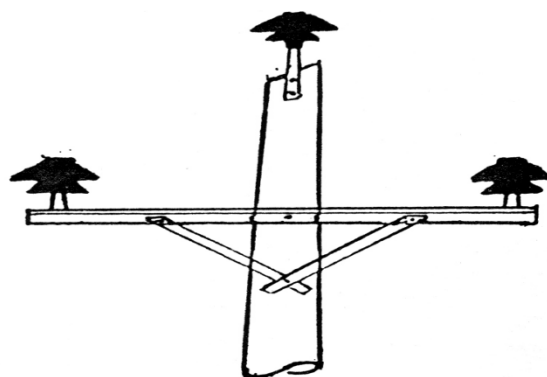
مداخل نمره کراس آرم



شکل (۲-۵)

ج) کراس آرم فولادی : به طول ۱۵۰ سانتیمتر

نمونه دیگر کراس آرم صلیبی فولادی بصورت نبشی بطول ۱۵۰ سانتیمتر و ابعاد حداقل ۷ سانتیمتر و ضخامت ۹ میلیمتر می باشد که می توان بجای نبشی از ناودانی هم استفاده نمود مانند سایر کراس آرم های صلیبی با استفاده از بازوها و بریسهای لازم را مدود ۸۰ سانتیمتر پائین تر از رأس پایه نصب و فازهای شبکه بصورت مثلث که یکی از بهترین شیوه انتقال شبکه های توزیع فشار متوسط می باشد. بفاطر اثرات یکسان و متقابل میدان الکتریکی فازها بر روی یکدیگر و دارا بودن اندک تانس یکسان می باشد. (شکل شماره ۵-۳)



شکل (۳-۵)

## دکراس آرم بتنی :

نمونه دیگر کراس آرم صلیبی از جنس بتن می باشد که ابعاد و اندازه آن محدود ابعاد کراس آرم چوبی را دارد و جهت استمکام و بالابردن مقاومت مکانیکی لازم در قالب کراس آرم اول اسکلت آن توسط آرماتور بندی لازم صورت گرفته سپس بتن ریزی با کیفیت لازم صورت می گیرد که پس از مدتی باید مانند پایه های بتنی در موضعه هائی جهت به استمکام و کیفیت رسیدن آن به مدت لازم در آب قرار داده شود.

تذکر : کاربرد انواع کراس آرمهای فولادی

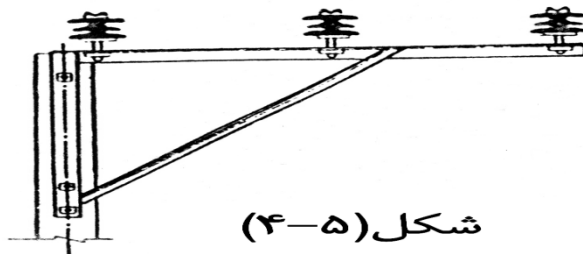
۱- کراس آرم نمره ۱۰ (سانتیمتر) : هر جا فضا انتهائی (دداند) می شود استفاده می گردد ( مخصوصاً هدیهای با مقطع ۷۰ به بالا)

۲- کراس آرم نمره ۸ و ۷ (سانتیمتر) : در مسیرهای راست رو و دوبله وزنی با سیمهای ۹۵ به بالا برای دداند در شبکه بیست کیلو ولت تا سیم ۵۰ آلومینیوم / فولاد و آلمک استفاده می گردد.

## ۵-۲-کراس آرم ال ارم:

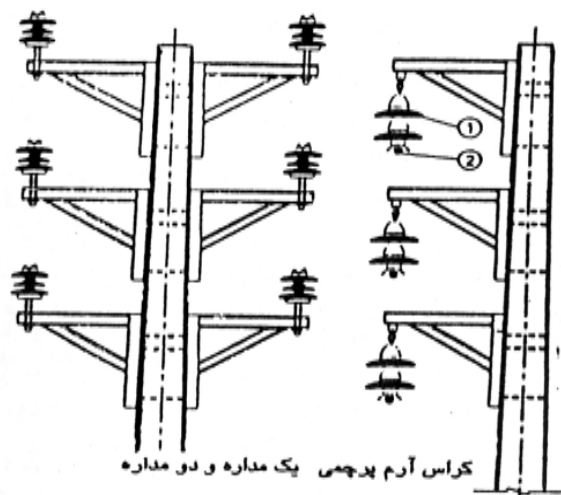
در اصطلاح انگلیسی به کنسول (کراس آرم) ال آرم و پریمی ، ساید آرم گفته می شود. ساید آرم یعنی کراس آرم هائی که کاملاً در یکطرف تیر به طول ۲۴۴ سانتی متر با نصب یک بازو در زیر آن بسته می شوند. این کراس آرم ها بیشتر برای رفع موانع بکار می روند. قابل استفاده در مناطقی که محدودیت مریم از یکطرف باشد معمولاً در کوره ها یا جاهائی که پایه نزدیک سافتمان می باشد و امکان استفاده از کراس آرم های معمولی (تفت یا مثلثی) به دلیل نزدیک شدن فازها به سافتمان یا موانع دیگر می باشد از کنسول ال آرم استفاده نمود. (شکل شماره ۵-۱۴)





### ۵-۳- کراس آرم پرچمی:

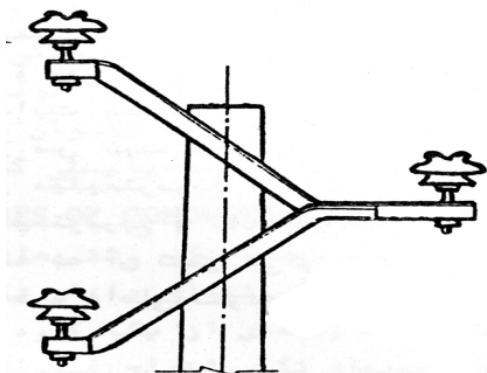
در مناطق و مواقعی که فضای جهت نصب کراس آرم های معمولی نیست نظیر کوچه های کم عرض یا جاهائیکه در یکطرف درفتکاری شده است می توان از کنسول های نوع پرچمی استفاده نمود. باید گفت دیگر مزیت کراس آرم پرچمی در مواقع لزوم می توان با بالابردن کلاس پایه های بتنی از کلاس ۲۰۰ به ۴۰۰ شبکه پرچمی را دو مداره هم ایجاد نمود. در اینگونه کراس آرم هم می توان از مقره های سوزنی و یا از مقره های بشقابی استفاده نمود. (کراس آرم پرچمی شماره ۵-۵)



شکل (۵-۵)

#### ۵-۴- کراس آرم کانادائی (چناق):

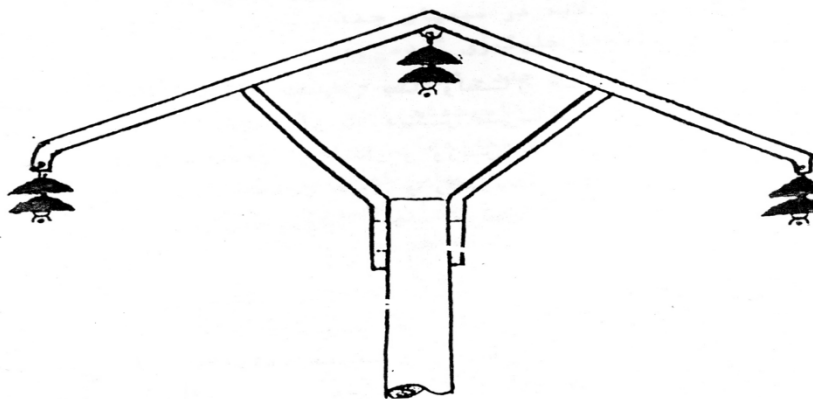
قابل استفاده در مناطقی که محدودیت مریع وجود دارد و به دو صورت از مقره های سوزنی و هم از مقره های بشقابی قابل استفاده می باشد یکی از بهترین شیوه شبکه های هوایی بفاطر ایجاد حالت مثلث بین ۳ فاز و ایجاد اثرات متقابل میدانهای الکتریکی هر فاز بر روی یکدیگر و ایجاد توازن اندک تانس بین فازها. لازم به تذکر است در اینگونه کراس آرم ها بفاطر نزدیک بودن فازها نمی توان شبکه را با اسپانهای طولانی ایجاد نمود و حداکثر اسپان در اینگونه شبکه ها با کراس آرم چناق ۹۰ متر است. (شکل شماره ۵-۶)



شکل (۵-۶)

۵-۵- کراس آرم نافوتی (پتری) :

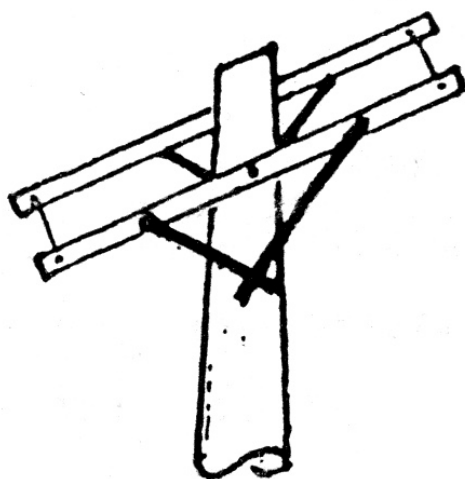
اولین سازنده آن کشور فرانسه بوده و در این نوع کراس آرم فقط شبکه را با مقره بشقابی بصورت آویز می توان امداد نمود و در مناطقی قابل استفاده می باشد که محدودیت مریم وجود نداشته و بیشتر بفاطرطول بازوی آن در مناطقی که در آب وهوای آلوده و یا مرطوب باشد بکار می رود. (شکل شما ۵-۷)



شکل (۵-۷)

## ۵-۶-۴-کراس آرم نیرو شکن :

در واقع بیشتر همان کراس آرمهای طبیعی به طول ۲۴۴ سانتیمتر می باشد که بطور معمول در پایه های عبوری از یک کراس آرم استفاده می شود و در موارد و مواقع و مناطقی از شبکه نیروی وارده به کراس آرم بیشتر از حد معمول است و یا اسکلت استوارتری مورد نیاز می باشد و آنجا کراس آرم دوتایی و متعلقات مربوطه استفاده می شود این کشتشهای اضافی بیشتر در انتهای فطوط در زوایا و در سرپیچها وزوایا قابل نصب است. کاربرد این کراس آرم دوتایی باعث می شود که نیروهای وارد بین هر دو کراس آرم و نیز امیائاً بین دو مقره سوزنی و میله مقره های مربوطه و هر دو سیم اصلی تقسیم گردد و باعث می شود نیروهای وارده را تحمل نماید. (شکل شماره ۵-۸)



شکل (۵-۸)

## ۵-۹-تسمه مائل (بریس) یا بازو :

جهت مفاصل تعادل و تنظیم کراس آرچ از بریس یا بازو در طرفین کراس آرچ و به پایه متصل می شود که بریس از نبشی یکپارچه بشکل (۷) و یا از دو تسمه بطول ۷۰ سانتی متر و عرض ۳ سانتی متر و ضخامت ۵ میلی متر استفاده می شود.

## ۶-هادیهای خطوط توزیع و انتقال :

بهترین فلزات از نظر هدایت الکتریکی نقره و طلای سفید می باشد که به علت گرانی و کمیابی نمی توان از آن استفاده کرد. بنابراین فلزاتی که بعنوان هادیهای شبکه بکار می روند عبارتند از : مس ، آلومینیوم و فولاد که ممکن است به تنهایی یا بصورت ترکیبی از دو یا چند فلز بکار روند مانند مس ، فولاد و آلومینیوم / فولاد.

### مس : COPPER

از معمولی ترین هادیهای خطوط است که قابلیت هدایت بسیار فوبی دارد و از نظر هدایت الکتریکی بعد از نقره به مساب می آید و هر چقدر نافالسی آن بیشتر باشد قابلیت هدایت آن کمتر خواهد شد و چون در طبیعت به وفور یافت می شود ارزانتر از نقره است. استقامت مکانیکی آن فوب و عوامل جوی بر آن تأثیر زیادی ندارد. چون چگالی جریان آن زیاد می باشد برای یک جریان نامی معین سطح مقطع آن کوچکتر خواهد بود که در نتیجه در خطوط هوایی سطح مقطع آن کوچکتر خواهد بود که در نتیجه در خطوط هوایی سطح مقطع کمتری در برابر فشار باد خواهد داشت. استقامت کششی آنرا می توان با افزودن مقدار کمی (محدود ۱٪) کادمیوم بالا برد.

سه نوع سیم مسی وجود دارد :

۱- مس سفت یازده شده ۲- مس نیمه سفت ۳- مس نرم یا دوباره پخته شده

نوع سفت آن مقاومت مکانیکی بالا و نوع نرم قابلیت هدایت زیاد و نیمه سفت مقاومت مکانیکی و قابلیت هدایت نسبتاً فوبی دارد. برای هادیهای شبکه های هوایی فشار ضعیف معمولاً از مس نیمه سفت که دارای مقاومت مکانیکی در حد گسیختگی مدود ۳۲ کیلوگرم بر میلیمتر مربع می باشد و یا از مس سفت که دارای مقاومت ۴۴ کیلوگرم بر میلیمتر مربع و بار مکانیکی مجاز سیم مسی ۱۳/۵ کیلوگرم بر میلیمتر مربع می باشد به آن تنش می گویند. از مس نرم برای محکم کردن و بستن سیم شبکه بر روی مقره (اصلی نمودن سیم روی مقره) استفاده می گردد.

هادیهای مسی بصورت افشان یا مفتولی می باشد که سطح مقطع نوع مفتولی آن معمولاً حداکثر ۱۰ میلیمترمربع خواهد بود.

### آلومینیوم : ALUMINIUM

آلومینیوم فلزی است که مصارف بسیار زیاد و متنوعی در صنایع به ویژه در صنایع فضایی، کشتی سازی، ماشین سازی، ممل و نقل، الکترونیک، لوازم خانگی، بسته بندی و ... دارد. این فلز به علت خواص ویژه الکتریکی و مکانیکی و بویژه سبک بودن، " فلز قرن " لقب گرفته است.

آلومینیوم در مقایسه با مس، هم دارای نارساییها و هم برتریهای چندی است. آلومینیوم بسیار سبک تر از مس می باشد. چگالی آلومینیوم مدود ۳۰٪ چگالی مس است. سبکی فلز آلومینیوم به ویژه در خطوط هوایی، عامل بسیار مهمی به شمار می رود، چرا که افزایش وزن هادی باعث بالا رفتن وزن و قیمت دکل های نگهدارنده می شود. درضمن از مزایای آلومینیوم می توان گفت آلومینیوم فلزی است که در طبیعت به وفور یافت می شود. این فلز

۸٪ فلزات سطح زمین را تشکیل می دهد. با توجه به محدود بودن ذخیره معادن مس و روند رو به کاهش آن، قیمت این فلز همواره بالا بوده و روندی صعودی را پیموده است. در حالی که فلز آلومینیوم با توجه به فراوانی آن در طبیعت، دارای بهای کمتری بوده و قیمت آن در سال های مختلف، صرف نظر از برقی افزایش ها، ثبات نسبی داشته است.

رسانایی آلومینیوم از مس کمتر است و به ۶۱ درصد آن می رسد، و در یک رسانایی برابر، مقطع یک رسانای آلومینیومی ۱/۶ برابر مقطع یک رسانای مسی است، این بدین معنا است که از مواد عایق، پرکننده ها، روکش و غلاف بیشتری می باید سود برد. بدین ترتیب در مقایسه دو کابل معادل مسی و آلومینیومی با غلاف فلزی، سبکی رسانای آلومینیومی اثر چشمگیری در کاهش کلی وزن کابل نمی گذارد.

### فولاد :

فولاد دارای مقاومت مکانیکی زیاد و قابلیت های هدایت کمی (در حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد هدایت سیمهای مسی) می باشد و با اسپانهای بلند بکار می رود. ولی به دلیل فواید مغناطیسی آن اندوکتانس مقاومت الکتریکی و افت ولتاژش زیاد می باشد.

فولاد با مقاومت مکانیکی در مد گسیفتگی ۱۴۰ تا ۱۸۰ کیلوگرم بر میلی مترمربع بیشتر بعنوان مغز فولاد در سیمهای آلومینیوم فولاد و بعضی کابلها استفاده میگردد. بنابراین در شبکه فقط بعنوان سیم گارد بکار می رود و سیمهای فولادی که در هوای آزاد بکار می روند بایستی گالوانیزه باشند تا زود زنگ نزنند.



## دسته بندی هادیاها : CLASSES OF CONDUCTORS

هادیاها به دو دسته تک رشته های (Solid) و چند رشته ای (Stranded) تقسیم می گردد. هادی تک رشته ای دارای یک دسته سیم با مقطع دایره ای شکل می باشد و هادی چند رشته ای از یک گروه سیم که به هم تابیده شده مشتمل می باشد دوچون سیمهای تک رشته غیرقابل انعطاف و شکننده می باشند برای افزایش استحکام مکانیکی سیمها. آنها را بصورت چند رشته ای در می آورند. جهت پرفش هرلایه درسیمهای چند رشته ای بر خلاف لایه های مجاور می باشد تا از باز شدن رشته ها جلوگیری گردد .



سیمها در هادیهای چند رشته ای بصورت دوایر متمدالمركز در اطراف یک هسته مرکزی (سیم مرکزی) تابیده شده اند. کمترین تعداد سیم در هادیهای چند رشته ای ۳ عدد فاز می باشد و شماره های بعدی رشته ها به ترتیب ۷ و ۱۹ و ۳۷ و ۶۱ و ۹۱ و ۱۲۷ و .... می باشد. در هادیهایی که تمامی رشته های آن سطح مقطع یکسانی دارند.

$$N = 3n^2 + 3n + 1 \text{ تعداد کل رشته ها}$$

$$N = \text{تعداد کل رشته های یک هادی}$$

$$n = \text{تعداد لایه های یک هادی}$$

ضمناً متذکر می گردد که در این رابطه سیم مرکزی هادی چند رشته ای را بعنوان لایه به حساب نمی آوریم.



## ۷. مقره های خطوط هوایی Line Insulators

یکی از اجزاء مهم شبکه های فشار قوی ، مقره ها می باشد که بر مسب ولتاژ مورد استفاده و شرایط ممیطی از نظر آلودگی و رطوبت ، شکل فاصی به خود می گیرند. وظایف مقره ها در شبکه ها را می توان به صورت زیر بیان نمود :

۱. تحمل وزن هادی های خطوط انتقال و توزیع برای نگهداری سیم های هوایی روی پایه ها و دکل ها در بدترین شرایط (یعنی موقعی که ضخامت یخ و برف تشکیل شده روی سیم ها در حداکثر مقدار باشد) را داشته باشد و اصولاً باید بتوانند بیشترین نیروهای مکانیکی وارد شده بر آن ها را تحمل کنند.

۲. عایق بندی هادی ها و زمین و بین هادی ها با یکدیگر به عهده مقره است. یعنی مقره ها باید از استقامت الکتریکی کافی برخوردار باشند تا بتوانند بین فازهای شبکه و دکل ها که متصل به زمین هستند ایزولاسیون کافی برای تحمل ولتاژ فازها را داشته باشند. استقامت الکتریکی آن ها باید در مدی باشد که در بدترین شرایط (یعنی در مضمور رطوبت ، باران ، آلودگی و بروز صاعقه با ولتاژ بالا) دچار شکست کامی الکتریکی نشوند.

بنابراین مقره ها باید دارای خصوصیات زیر باشند :

۱. استقامت الکتریکی بالا.
۲. استقامت مکانیکی بالا.
۳. عاری از ناخالصی و مفره های دافلی.
۴. استقامت در برابر تغییرات درجه حرارت و عدم تغییر شکل در اثر تغییر دما (با توجه به ضریب انبساط حرارتی که بایستی کم باشد).
۵. ضریب اطمینان بالا.
۶. ضریب تلفات عایقی کم.
۷. در برابر نفوذ آب و آلودگی ها مقاوم باشد.

## جنس مقره ها

جنس مقره ها معمولاً از چینی یا شیشه است. مقره های چینی از سه ماده مختلف تشکیل شده است :

۱. کائولین یا خاک چینی  $AL_2O_3-2SiO_2-2H_2O$  به مقدار ۴۰ تا ۵۰ درصد.

۲. سیلیکات آلومینیوم (فلداسپات)  $K_2O-AL_2O_3-6SiO_2$  به مقدار ۲۵ تا ۳۰ درصد.

۳. خاک کوارتز  $SiO_2$  به مقدار حداکثر ۲۵ درصد.

این سه نوع با ترتیب برای بالا بردن استقامت حرارتی ، الکتریکی و مکانیکی به کار می روند. به عبارت دیگر خواص الکتریکی ، مکانیکی و حرارتی چینی بستگی به درصد فراوانی این سه جزء دارد. هر چه فلداسپات بیشتر باشد استقامت الکتریکی آن زیادتر می شود و هر چه مقدار کوارتز بیشتر شود ، استقامت مکانیکی آن بیشتر شده و با افزایش کائولین ، استقامت حرارتی آن بیشتر می شود.

برای تهیه چینی ، مواد فوق را با کمی آب خالص مخلوط می کنند تا به صورت گل و خمیر در آید. سپس این گل را در قالب های معینی شکل داده و در کوره حرارت می دهند تا پخته شود و رطوبت آن نیز گرفته شود. البته قبل از قالب گیری ، درصد رطوبت گل را پایین می آورند و تمت فلاء آن را پرس می کنند ، پس از ریخته شدن آن را سرد می کنند. ولی سرد کردن آن به طور ناگهانی انجام نمی شود و با ملایم این کار صورت می گیرد. تا ترکی در آن ایجاد نشود. پس از این مرحله یک لایه لعاب شیشه ای بر روی آن می ریزند تا سطح آن کاملاً صافی از وجود مباب ها و ترک های مویین گردد. لعاب شیشه ای علاوه بر افزایش استقامت مکانیکی مقره قدرت چسبندگی گرد و غبار و نفوذ گرد و غبار و رطوبت را کاهش می دهد. همچنین باعث ایجاد یک سطح کاملاً صاف می شود که باعث افزایش مقاومت سطحی عایق می شود. درجه حرارت پختن در کوره نیز در تعیین استقامت الکتریکی و مکانیکی مقره چینی مؤثر است که هر چه در درجه حرارت بالاتری قرار داده شود ، مبابهای هوا در آن کمتر به وجود می آیند و استقامت الکتریکی آن زیاد می شود اما در عوض عایق فیلی ترد و شکننده می شود و هر چه درجه حرارت پختن در کوره کمتر می شود ،

استقامت مکانیکی آن بیشتر می شود ، ولی مفرد های بیشتری در آن باقی می ماند و استقامت الکتریکی آن کاهش می یابد.

معمولاً درجه حرارت پخت در کوره را بین ۱۲۰۰ تا ۱۵۰۰ درجه نگه می دارند. در نتیجه ، استقامت الکتریکی چینی بین ۱۲۰ (kv/cm) تا ۲۸۰ (kv/cm) می باشد. همچنین استقامت مکانیکی چینی در برابر نیروی فشاری ۶۹۰ (MNt/m<sup>2</sup>) (در مقاطع بزرگتر ۲۷۵ (MNt/m<sup>2</sup>) ) و در برابر نیروی کششی ۴۸ (MNt/m<sup>2</sup>) (در مقاطع بزرگتر ۲۰ (MNt/m<sup>2</sup>)) و در برابر نیروی خمشی ۹۵ (MNt/m<sup>2</sup>) می باشد. از خواص بسیار مهم چینی می توان آسان شکل گرفتن آن ها و استقامت در برابر مواد شیمیایی و تخریبات جوی را نام برد.

### شیشه

معمولاً شیشه را در درجه حرارت هی بالا با مفلوطی از مواد مختلف از جمله آهک و پودر کوارتز ذوب می نمایند و سپس به طور ناگهانی آن را سرد نموده و قالب ریزی می کنند.

قدرت دی الکتریک چینی سالم در حدود ۱۲ تا ۲۸ کیلو ولت بر سانتی متر می باشد قدرت تحمل آن در مقابل فشار در حدود ۷۰۰۰ kg بر سانتیمتر مربع و در قبال کشش ۵۰۰ kg بر سانتیمتر مربع می باشد.

### مزایای مقره شیشه ای نسبت به چینی :

- ۱- در مقابل لب پریدگی و قوس الکتریکی نسبت به چینی مقاومتر است.
- ۲- تشفیص عیب ، ترک خوردگی و شکستگی در مقره شیشه ای آسانتر از مقره چینی بوده و عیب را از روی زمین می توان مشاهده کرد.
- ۳- استقامت عایقی شیشه بیشتر از چینی و در حدود ۱۴۰ kv/cm می باشد.
- ۴- ضریب انبساط حرارتی مقره شیشه ای کوچکتر بوده و در نتیجه تغییر شکل نسبی آن در اثر تغییر درجه حرارت مداخل است.

۵- بفاطر سطح لغزندگی و صافی آن گرد و غبار و آلودگی کمتر بر روی مقره شیشه ای نشسته و رسوب می کند و برامتی تمیز میگردد.

۶- تمت فشار مقاومتر از پینی بوده و در مقابل کشش استقامت معادل پینی را دارد.

۷- تنها عیب مقره شیشه ای اینست که در اثر ضربه لبه های آن کاملاً فرد شده و در عین اینکه یک مسن در مقابل عیب یابی است عیب بزرگ آن اینست که بطور فوق العاده از قدرت عایقی آن زنجیره مقره کاسته شده و ضایعاتی را در بردارد. کاربرد مقره های شیشه ای بیشتر در فطوط انتقال بکار می رود و بفاطر قدرت دی الکتریک زیاد آن چون بیشتر در معرض صاعقه قرار می گیرد و همچنین بفاطر نفوذ ناپذیری در مقابل رطوبت در آب و هوای مرطوب هم بکار می رود.

### شکست الکتریکی در مقره ها

دو نوع شکست در مقره ها ممکن است رخ دهد :

۱. سوراخ شدن مقره ( شکست الکتریکی داخل بدنه مقره) :

این شکست بستگی به جنس مقره ، ضخامت بدنه مقره و نافالسی های آن دارد که غالباً اتفاق نمی افتد ؛ مگر در هنگام صاعقه های بسیار فطرناک و امواج سیار روی فط چین رخ می دهد. ضخامت بدنه مقره را طوری طراحی می کنند که برای ولتاژهای ضربه صاعقه ای و امواج سیار ناشی از سویچینگ سوراخ نشود.

۲. جرقه سطحی مقره :

به علت اینکه سع مقره ها با هوا در ارتباط است و با توجه به اینکه استقامت الکتریکی هوا خیلی کمتر از مقره ها است لذا قبل از سوراخ شدن ، در روی سطح مقره ها جرقه زده می شود. معمولاً اگر بر روی سطح مقره ها گرد و غبار و

رطوبت و آلودگی بنشینند به سطح آن (رسانا) می شود و یک جریان ناشی روی سطح مقره بین هادی و پایه فلزی آن برقرار می گردد و باعث پایین آمدن ارزش عایقی سطح مقره می شود. لذا اولاً سطح عایق ها را طویل می سازند تا مسیر جریان ناشی طولانی تر شود و ارزش عایقی سطحی زیاد از دست نرود. دیگر آن که سسطح عایق را به صورت پتری می سازند تا باران از آن ریخته شده و ابعاد مقره نیز بزرگ نشود و بالاخره جای خشک هم داشته باشد. شیب پترها باید طوری باشد که روی سطوح هم پتانسیل یعنی عمود بر خطوط میدان بین هادی و میله قرار گیرند. زیرا اگر بین دو نقطه ای که دارای افتلاف پتانسیل باشند ، سطح رسانای ناشی از گرد و غبار تشکیل می شود ، جریان زیادتری جاری شده و جرقه سطحی زودتر زده می شود.

### آزمایش مقره های فطوط هوایی

به طور کلی سه دسته آزمایش بر روی مقره ها انجام می گیرد :

۱. Type Test : که فقط روی سه عدد مقره انجام می گیرد و صرفاً به خاطر بررسی مشخصات الکتریکی یک مقره است که اساساً بستگی به شکل مقره و جنس و ابعاد آن به طور کلی به طراحی مقره بستگی دارد. این آزمایش ها را فقط یک بار برای تأیید صحت طراحی مقره ها و مقایسه نتایج حاصل با مقادیر تعیین شده توسط استانداردها انجام می دهند. به این آزمایش ها ، آزمایش های تخلیه یا آزمایش های جرقه نیز می گویند (Flashover Test).

۲. Sample Test (آزمایش های نمونه) : این آزمایش ها بر روی تعدادی از مقره ها که به صورت کاملاً اتفاقی انتخاب می شوند ، انجام می گیرد و به منظور بررسی مشخصات مقره و کیفیت موارد مورد استفاده در آن ها است و در حقیقت معیاری برای پذیرش کیفیت مقره های تولیدی یک تولید کننده است.

۳. Routine Test (آزمایش های سری) : این آزمایش ها بر روی تک تک تمام مقره های تولید شده در خط تولید شده در خط انجام می گیرد و به منظور فارغ شدن مقره هایی که احتمالاً در جریان سافتن آن اشکالی به وجود آمده می باشد. بدین طریق مقره های کاملاً معیوب از خط تولید فارغ می شوند.

## ۷-۱- انواع مقره ها :

۱- مقره های سوزنی یا میخی (که خود نمونه های گوناگون ساخته شده است)

۲- مقره های اکتائی یا ستونی که بیشتر در پست ها و خطوط انتقال بکار می رود.

۳- مقره های آویزی معلق

الف) بشقابی                      ب) مهی (قابلمه ای)

۴- مقره های کششی مهار (فشار ضعیف و فشار متوسط)

لازم له توضیح است که به منظور بالا بردن مقاومت عایقی مقره ها به تعداد مقره های بشقابی اضافه میگردند و جهت بالا بردن مقاومت مکانیکی مقره های بشقابی تعداد زنجیره مقره ها را اضافه می نمایم.

## ۷-۱-۱ مقره های سوزنی : pin in sulator

مقره سوزنی همانطوریکه از نامش پیداست روی یک پیچ با پایه فولادی (پین) وصل میگردد که مقره را در جای خود مثلاً روی کراس آرم نگه می دارد و هادی نیز بوسیله یک سیم اصلی روی مقره محکم می گردد ، مقره های سوزنی ممکن است پینی یا شیشه ای باشند ، مقره های شیشه ای یکپارچه بوده ولی نوع پینی آن تا ولتاژ ۲۳ کیلو ولت یکپارچه و برای ولتاژهای بالاتر بسته به مقدار ولتاژ چند تکه ساخته می شود که بوسیله سیمان مخصوصی به یکدیگر وصل می گردند.

مقره ها دارای لایه های مختلفی می باشند که به شکل زنگ یا ناقوس بوده و به طرف پائین شیب دارند. این لایه ها نه تنها اجازه نمی دهند که آب باران روی مقره بایستد بلکه یک مسیر طولانی تری برای جرقه در هوای خشک ایجاد می کند.

امروزه مقره های سوزنی تا ۸۸۰۰۰ ولت نیز سافته شده است ولی بندرت در فطوط توزیع برای بیش از ۴۴ کیلوولت استفاده می گردد. زیرا در ولتاژهای بالا بعلت بزرگ شدن مقره غیراقتصادی فوهند بود. مقره سوزنی و پایه اش باید به اندازه کافی مقاومت مکانیکی داشته باشند تا بتواند انتقال نیروی منتجه ناشی از وزن سیم و مقره که نیروی عمومی و فشاری بوده و نیروی باد بر سیم و مقره که نیروهای عرضی می باشند را تحمل نماید.

مقره های سوزنی که در شبکه های توزیع هوائی مورد استفاده قرار می گیرد بر دو نوع هستند :

الف) مقره سوزنی ساده

ب) مقره سوزنی رادیو فرید (Radio Freed) که به رنگ سیاه و دارای خاصیت نیمه هادی می باشد.

الف) مقره سوزنی ساده :

از چینی سافته شده و روی آنرا لعاب قهوه ای رنگی داده اند. روی سر و کناره ها کم است و در بعضی از آنها سطح بالائی مقره بدون شیار می باشد. از این مقره در مقاطع کم معمولاً تا سیم ۷۰ استفاده می گردد.

ب) مقره سوزنی رادیو فرید :

از چینی سافته شده و روی آنرا لعاب قهوه ای رنگی داده اند. روی سر آنرا تا سطحی پائین تر قشر سیاه گرانیات پوشانده است که این قشر سیاه یک امتیاز مهم نسبت به مقره ساده دارد. این قشر گرافیتی میدان الکتریکی را بطور یکنوافت در سطح مقره توزیع نموده و از تمرکز آن در نزدیکی محل اتصال هادی به مقره جلوگیری می نماید و در نتیجه از فورده شدن سطح مقره جلوگیری می کند شیار بالای این مقره عمیق تر است و برای هادی با مقاطع بیشتر از  $70 \text{ mm}^2$  استفاده میگردد. (شکل شماره ۷-۱ انواع مقره سوزنی)



شکل (۲-۱)

طبق استانداردهای وزارت نیرو مقره سوزنی رادیو فرید بایستی دارای مشخصات زیر باشد

ولتاژ نامی	۲۳ کیلوولت
ولتاژ جرقه در هوای خشک	۱۱۰ کیلوولت
ولتاژ جرقه در هوای مرطوب	۷۰ کیلوولت
مسافت جرقه الکتریکی در هوای خشک	۲۱ سانتیمتر
فاصله یا طول نشست سطحی	۴۳/۲ سانتیمتر
مقاومت نیروی نهائی	۱۳۶۰ کیلوگرم
وزن تقریبی	۴/۹۹ کیلوگرم

تذکر : هنگام سیم کشی از کشیدن سیم روی مقره فودداری شود زیرا در اثر تماس سیم با مقره ، لعاب روی آن سائیده شده و ممکن است در اثر فشار میدان الکتریکی سوراخهای ریزی در مقره ایجاد گردد که باعث اتصال زمین شود.



چند تعریف در مورد مشخصات الکتریکی مقره :

## مسافت جرقه الکتریکی در هوای فشک :

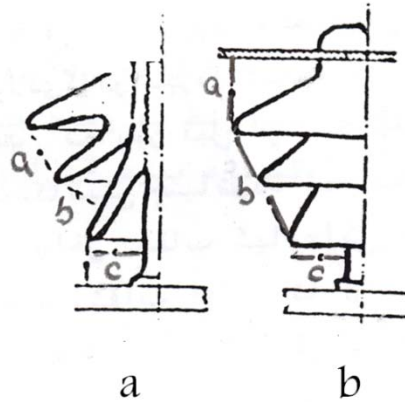
کوتاهترین فاصله از هادی تا پایه مقره یعنی  $a + b + c$  در شکل ۱۵ مسافت جرقه الکتریکی در هوای فشک می باشد و از طرفی مقدار ولتاژ الکتریکی با فرکانس نامی فضا که در هوای فشک موجب ایجاد جرقه بین هادی و پایه مقره می گردد را ولتاژ جرقه در هوای فشک می گویند.

## مسافت جرقه الکتریکی در هوای مرطوب :

در صورتیکه سطوح مقره مرطوب باشد و یا گرد و غباری روی آن نشسته باشد این سطوح هادی شده و مسافت جرقه الکتریکی در هوای مرطوب برابر  $a + b + c$  در شکل ۱۵ می باشد و از طرفی مقدار ولتاژ الکتریکی با فرکانس نامی فضا که در هوای مرطوب و بارانی موجب ایجاد جرقه الکتریکی بین هادی و پایه مقره می گردد را ولتاژ جرقه در هوای مرطوب می گویند. (شکل شماره ۷-۲)



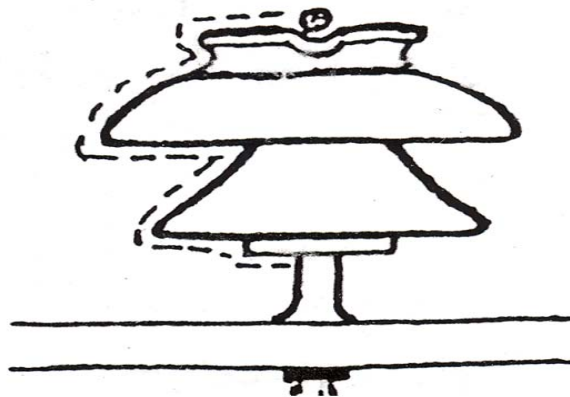
مسافت جرعه الکتریکی (a) در حالت مرطوب  
 (b) در حالت خشک



شکل (۲-۷)

مسیر نشست سطحی :

مسیرنشست سطحی مقره مسافتی است که بعنوان مثال در شکل ۷-۳ بصورت خط چین نمایش داده شده است. بعبارت دیگر منحنی فصل مشترک عایق و هوا را مسیر نشست سطحی مقره می گویند.



شکل (۳-۷)

## کاربرد مقره سوزنی رادیو فریدی :

این مقره دقیقاً مانند مقره سوزنی ساده ولی با سرگرافیتی که نیمه هادی بوده و بنا بر مقره رادیو فریدی معرفی است و کاربرد آن در مناطق و جایی که می خواهند شبکه فشار متوسط ایجاد نمایند قبل از آن مسیر و به موازات آن خطوط مخابرات و مورد اشته باشد بفاصله این که با استفاده از این نوع مقره سوزنی با سرگرافیتی میدان الکتریکی را بطور یکنواخت در سطح مقره توزیع می نماید و دیگر اثرات پارازیت بر روی خطوط مخابرات ایجاد نمی کند از این نوع مقره استفاده می شود.

## پایه مقره سوزنی :

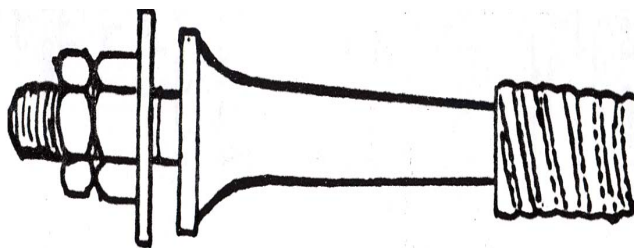
استفاده از پایه مقره باعث می شود که مقره بطور قائم روی کراس آرچ قرار گیرد. پایه مقره معمولاً یکپارچه و از فولادی گالوانیزه ساخته می شود و شامل یک مهره و یک واشر تمت فیزی می باشد و قسمت سر (رزوه) آنرا از جنس سرب می سازند تا از وارد کردن فشارهای زیاد در مدیده داخل مقره جلوگیری شود

. پایه مقره به سه دسته تقسیمی می شوند :

- ۱- پایه مقره کوتاه
- ۲- پایه مقره بلند
- ۳- پایه مقره راس تیر یا میانی

## ۱- میله یا پایه مقره کوتاه (مخصوص کراس آرچ نیش فولادی)

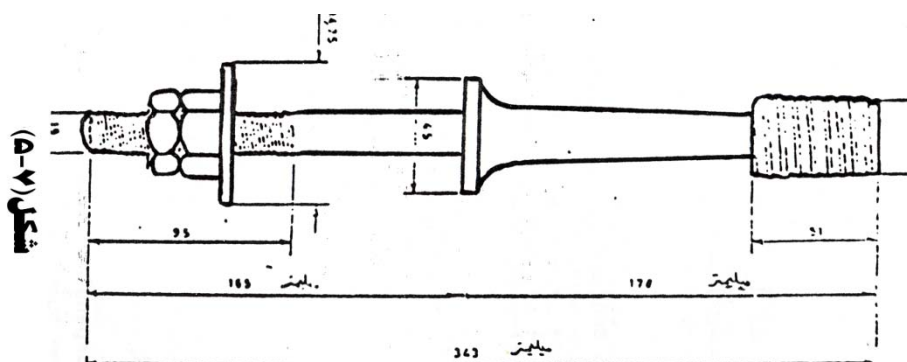
مخصوص کراس آرچ فلزی می باشد این پایه بوسیله یک مهره و واشر و فنر روی کراس آرچ فلزی بسته می شود. اگر از واشر تخت استفاده شود در اثر نیروهای وارد ه (باد و یخ و برف) پایه مقره کمی ارتعاش پیدا کرده و بدلیل ثابت بودن بتدریج مهره را گشاد نموده و باز می کند. در صورتیکه واشر فنری (اسپرینگ) می تواند هماهنگ با نوسانات پایه مقره کمی تغییر نموده و نیرو به مهره وارد نشود. (شکل شماره ۷-۱۴)



شکل (۲-۴)

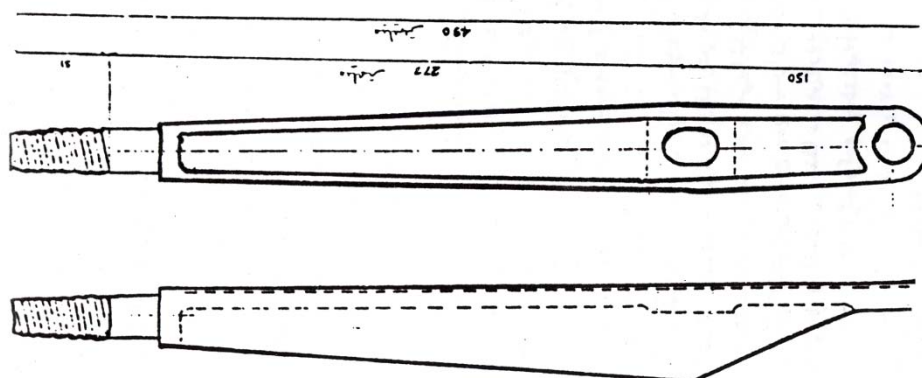
۲- پایه مقره بلند (مخصوص کراس آرم چوبی یا بتنی)

بوسیله یک واشر تخت گرد یا مربع و یک مهره روی کراس آرم چوبی بسته می شود و نبایستی روی کراس آرم فلزی بسته شود زیرا بدلیل بلند بودن آن تا نقطه اتکاء (زیر مقره تاکراس آرم) باعث کج شدن پایه مقره می گردد. (شکل شماره ۵-۷)



۳- پایه مقره رأس تیر (میانی)

این پایه مقره دارای دو سوراخ است که با دو عدد پیچ و مهره در شبکه ها بر سر رأس تیر بسته می شود و به همین دلیل به آن پایه مقره رأس تیر می گویند. (شکل شماره ۶-۷)



شکل (۴-۶)

بایستی این پایه مقره طوری به سر تیر بسته شود که ته مقره با سرتیر فاصله داشته باشد. اگر این فاصله کم باشد دو اشکال پیش می آید. یکی اینکه فاصله فاز وسطی تا سرتیر کم می شود و دیگر اینکه درجایهای برف گیر یخ و برف روی مقره و سر تیر نشستند و باعث ارت کردن فاز وسط به زمین میگردند. بنابراین اگر در بعضی موارد پایه مقره رأس تیر کوتاه بود آن را به یک تکه ناودانی مناسب جوش داده شود.

**تذکره ۱:** در بعضی مواقع در سر تیر دوبله می شود به دلیل نازک بودن سرتیر هر دو مقره به هم برافورد می کنند که ممکن است شکسته شوند. بنابراین بهتر است در این مواقع بین پایه مقره و تیر یک تکه ناودانی و یا چوب مناسب قرار داد و از قراردادن پاره آجر یا سنگ فودداری شود.

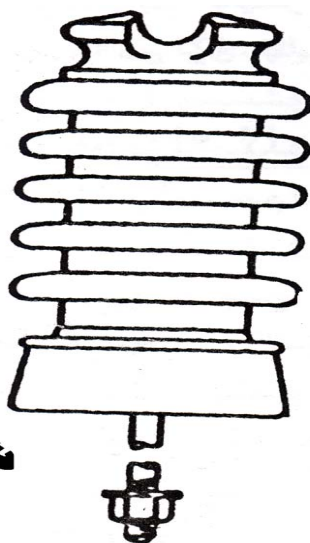
**تذکره ۲:** از ذوب کردن سرب سر پایه مقره و دوباره ریختن سرب ذوب شده در پایه مقره که در درون مدیده و مقره قرار گرفته است فودداری کنید.

## ۷-۱-۲- مقره اتکایی (یا ستونی) : Post in sulator

نوع دیگر مقره سوزنی مقره اتکائی می باشد که به شکل استوانه چینی تو پر یا توفالی مانند پوشینگ ترانس) ویا CT و PT ساخته می شود نوع فالی آن به شکل استوانه ایست که در یک انتهایش یک مقره دارد که قبل از اینکه قاعده مقره به کلاهک فلزی چسبانده شود پوشانده می شود.

مقره های توپر را می توان فقط یک قطر معین و محدودی ساخت که مسلمانمی تواند بواجبگوی نیروی مکانیکی و الکترو دینامیکی در تمام قسمت های تأسیسات باشد. بدین جهت در قسمتهائی از تأسیسات که نیروی مکانیکی بیشتری را باید تحمل نماید از مقره های توفالی استفاده نمی شود که برای بالابردن افتلاف سطح شکست داخلی آن سوراخ داخل مقره را پس از پرکردن با گاز فنتک ازت می پوشانند برای ساخت مقره های استوانه ای توفالی بزرگ. چند تکه را بوسیله یک سیمان مخصوص به هم وصل می کنند.

مقره اتکایی بصورت عمودی یا افقی نصب می گردند (شکل شماره ۷-۷)



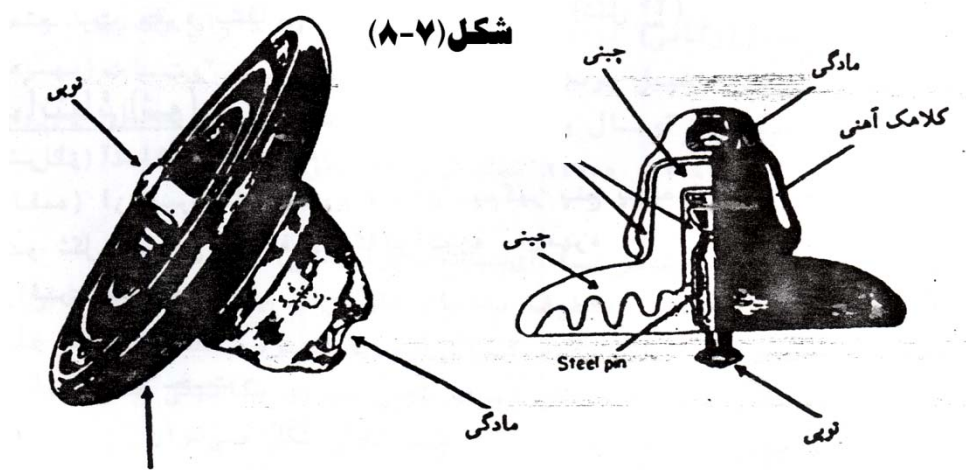
شکل (۷-۷)

نوع افقی آن از چینی یکپارچه و توپر ساخته شده و برای نگهداری هر فاز توسط یک پین یا پیچ مخصوصی بر روی پایه بطور افقی نصب میگردد و در سر مقره یک کلمپ مخصوص جهت نگهداری فط می باشد این نوع مقره در شبکه

هوایی نیاز به کراس آرم و بریس ندارد و فضای کمتری را اشغال می کند نوع عمودی آن بیشتر در پستهای فشار قوی نصب می گردد که ممکن است تو پر یا تو خالی باشد.

## ۷-۱-۳- مقره آویزی (معلق) یا بشقابی

مقره آویزی (بشقابی) چنانچه از نامش پیداست از کراس آرم آویزان بوده و هادی خط به انتهای آن بوسیله کلمپی بسته می شود این نوع مقره بیشتر در ولتاژهای بالا استفاده می شود زیرا مقره سوزنی در این ولتاژهای بالا بسیار گران تمام می شود و بسیار مشکل است که پایه مقره سوزنی بتواند نیروهای مکانیکی وارده را تحمل نماید استفاده از مقره ای آویزی نیاز به پایه مقره یا پیش نداشته و امکان ایجاد هر نوع فاصلهای بین هادیها و پایه (دکل) را بوسیله افزایش تعداد مقره های زنجیری بوجود می آورد. (شکل شماره ۷-۸)



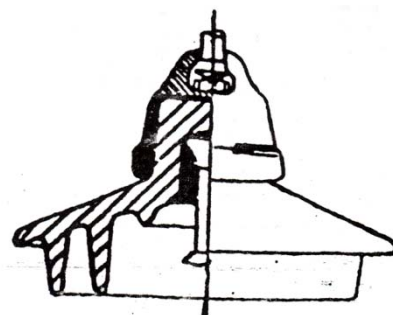
هرمقره بشقابی از یک صفحه یا دیسک عایق چینی یا شیشه ای تشکیل یافته که قسمت بالائی آن یک کلاهک چدنی گالوانیزه از چدن مالی بل (کله گوی یا مادگی مقره) توسط سیمان مخصوصی روی آن اتصال دارد و در قسمت پائین مقره یک پین فولادی گالوانیزه (قسمت نری مقره) در داخل عایق بوسیله سیمان مخصوصی محکم شده است. ته پین قبل از سیمانکاری به یک پولک چوب پنبه ای جهت گرفتن ضربات مکانیکی چسبانیده شده است. روی بشقاب صیقلی و لعاب داده شده است ولی در داخل بشقاب شیارهایی دارد که فاصله نشست سطحی را بزرگ می نماید. قطر مقره بشقابی از



۱۵ تا ۲۵ سانتی متر یا بیشتر تغییر می کند مقره بشقابی از نظر تامل نیروی مکانیکی به دو دسته ۷۰۰۰ و ۱۲۰۰۰ کیلوگرم نیروئی تقسیم میگردد.

### ۷-۱-۴- مقره مهی (یا قابلمه ای)

نمونه دیگر از مقره آویزی است که دارای طول سطح عایق بیشتری نسبت به مقره (بشقابی) دار و به همین دلیل دارای قدرت عایقی بیشتر نسبت به این نوع مقره می باشد و کاربرد آن بیشتر در مناطق با آب و هوای آلوده و مرطوب بکار می رود. (شکل شماره ۷-۹)



شکل (۷-۹)

### ۷-۱-۵- مقره پرفی Spool Type Tnsulator :

مقره پرفی از چینی که روی آن لعاب قهوه ای یا سفید داد شده و یا از شیشه سفید یا سبز رنگ ساخته می شود. در وسط دارای سوراخی است که در تمام طول مقره وجود دارد توسط یک پین در یک بست D شکل یا اتریه قرار می گیرد و اتریه توسط یک پیچ و مهره روی تیر نصب می گردد. این مقره برای خطوط توزیع فشار ضعیف استفاده میگردد و دارای دو اندازه می باشد. این مقره ممکن است یک شیاره یا دو شیاره باشد که نوع دو شیاره آن باعث می شود که بتوان برامتی از آن انشعاب گرفت بدون اینکه با سیم دیگر ارتباطی پیدا کند. سطح بالائی آن صاف و مانع از



جمع شده آب باران یا برف روی آن میگردد و سطح پائین آن با یک رنگ سفید دایره ای شکل مشخص گردیده است. (شکل شماره ۷-۱۰)



شکل (۲-۱۰)



مشخصات مقره پرفی ۸۰ - S و ۱۱۵ - S در شماره مطابق با استاندارد وزارت نیرو :

ولتاژ قوس سطحی در هوای خشک	۲۴	کیلوولت
ولتاژ قوس سطحی در هوای مرطوب	۱۲	کیلوولت
مقاومت کششی	۸۰ - S	۱۳۵۰ کیلوگرم
وزن تقریبی	۸۰ - S	۰/۵۵ کیلوگرم
نیروی کشش مقره	۱۱۵ - S	۲۰۰۰ کیلوگرم نیرو
وزن تقریبی	۱۱۵ - S	۱/۵ کیلوگرم

تذکر: منظور از مقره پرفی ۸۰ - S یا ۱۱۵ - S اینست که قطر و ارتفاع مقره ۸۰ یا ۱۱۵ میلی متر باشد.

## ۷-۱-۶- مقره های کامپوزیتی

یک بمت کلیدی درایجاد سیستم انتقال مطمئن انتخاب مناسب مقره های ولتاژ بالا می باشد. در حقیقت، بیش از نیمی از دلایل قطعی برق ناگهانی سیستم انتقال مربوط به معایب مقره ها است. امروزه عمده مقره های به کار رفته در خطوط انتقال نیرو، از پرسلان و شیشه ساخته می شوند، این دو نوع مقره ویژگی های مناسبی دارند و به طور گسترده در دنیا مورد استفاده قرار می گیرند، اما مشکلات این مقره ها مانند وزن زیاد، مقاومت کم به ضربه و افت پایداری ولتاژی در اثر وجود آلودگی، باعث توجه به مقره های کامپوزیتی شده است. در دو دهه اخیر، مقره های کامپوزیتی غیر سرامیکی در تعدادی از کشورها مورد استفاده قرار گرفته است، ولی علی رغم رشد فیزی سریع شناسایی پتانسیل فواید مقره های کامپوزیتی، کاربرد آنها در بسیاری مناطق جهان گسترش نیافته و مطالعات همچنان ادامه دارد. به طور کلی کاربرد مقره ها در محیط های آلوده و مرطوب، اولین بار صنایع سافت مقره را به سمت گسترش مقره های کامپوزیتی سوق داد. اما از طرف دیگر صنایع مصرف کننده به پندیدن دلیل روند استفاده از مقره های کامپوزیتی را آهسته جلو می برند، یکی اینکه این صنایع انتظار دارند مقره های ولتاژ بالا، دارای طول عمر بیش از ۵۰ سال باشند و از طرفی عمر مقره ها، یک امر بمرانی است.

مورد دیگر اینکه اکثر صنایع در مذف یک فط انتقال برای تعمیر و یا معاینه مقره ها محدودیت دارند، بنابراین دلیل روند کند استفاده از مقره های کامپوزیتی مشخص می شود، در حالی که مقره های پرسلانی در بساری موارد کارآیی خوبی دارند. البته معاسن مقره های کامپوزیتی \_ وزن کم، نصب راحت، هزینه کمتر نصب و ... - تعدادی از صنایع و مهندسين را در زمینه تمقیق و استفاده از مقره های کامپوزیتی تشویق کرده است.

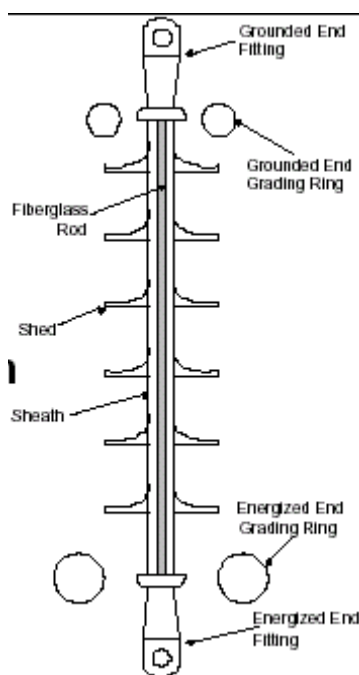
از طرفی گسترش استانداردهای تست الکتریکی و مکانیکی مقره های کامپوزیتی در گسترش این نوع مقره ها ضروری است

### اجزای اصلی مقره های کامپوزیتی :

مقره کامپوزتی از یک هسته، بستهای انتهایی و یک رابر محافظ فارمی تشکیل شده است، هسته، یک میله فایبر گلاس تقویت شده پلاستیکی است تا فواص مکانیکی مناسب در مقابل نیروهای کششی بهبود یابد. بستهای انتهایی نیز کشش را از سیمها به پایه منتقل کرده و از استیل فورج شده، چدن یا آلیاژ

آلومینیوم سافته می‌شوند. فارمی ترین قسمت سیلیکون رابر ( به عنوان مناسب ترین ماده شناخته شده ) است و فاصیت عایق الکتریکی و مقاومت در مقابل شرایط آب و هوایی مقره را باعث می‌شود و از طرفی در مقابل ترک خوردن استمکام بالایی دارد و این ویژگی سبب می‌شود تا مقره در مین سافت یا مرامل دیگر نشکند. به طور جزئی تر، مقره‌ها گاهی شامل اجزای دیگری نیز هستند، ولی این قسمت‌ها جزء بخش‌های اصلی نبوده و در تمام طرحها کاربرد ندارند

شماتیک ساده‌ای از یک مقره کامپوزیتی



مقره‌ها در معرض منابع آلودگی مختلفی قرار دارند و به طور عمده آلودگی زمانی تأثیر منفی بر عملکرد مقره دارد که مرطوب شود. دو منبع اصلی آلودگی مقره‌ها، آلودگی ساملی و آلودگی صنعتی هستند. از لحاظ منطقه، آب و هوایی، باد می‌تواند ابزار پروسه آلودگی باشد، رطوبت بالا، مه و باران نیز از عوامل نامساعد محیطی برای عملکرد مقره‌ها هستند.

مقره‌های کامپوزیتی از ابتدا به دلیل خواص عایقی انتخاب نشدند، بلکه توانایی دفع آب و تشکیل قطرات آب بر روی سطح که همان خاصیت هیدروفوبیسیته است، بارزترین دلیل انتخاب این مواد می‌باشد. پرتو دهی ثابت نور UV، سرما، گرما و آلودگیهای محیطی می‌تواند سطح مقره‌های کامپوزیتی را دچار پیرشدگی کند، طوری که ممکن است در اثر آلودگی، مقره کامپوزیتی خاصیت هیدروفوبیسیته خود را از دست بدهد.

### مقایسه مقره‌های پرسیلانی با مقره‌های کامپوزیتی

مقره‌های سرامیکی از مواد غیر آلی ساخته شده و پیر نمی‌شوند. این مقره‌ها بیش از ۸۰ سال تجربه دارند و از قابلیت پوشش دهی و شستشو برفوردار هستند، سطح پرسیلان فنئی بوده و شکست الکتریکی یک واحد تکی نیاز به مذف یک زنجیره ندارد، اصلاح و تعمیر این مقره‌ها راحت تر است، ولی همواره در فطر رشد ترک در قسمت سیمانی، شکست الکتریکی در محیط آلوده و خوردگی قسمتهای فلزی قرار دارند.

مقره‌های کامپوزیتی از مواد آلی ساخته شده و سبک هستند، پیر می‌شوند، مدود ۳۰ سال تجربه دارند ولی طرمهای جدید کمتر از ۱۰ سال تجربه دارند و متخیرهای طرامی، انتخاب مواد و تکنیکهای تولید آنها، زیاد است. در ضمن مقره‌های کامپوزیتی مشکل انبارداری و کارآیی کوتاه مدت در هوای آلوده دارند و فقط انواع فاصی از آنها از لحاظ هیدروفوبیسیته و شکست الکتریکی بهتر از سرامیکها هستند، معاینه این مقره‌ها در فط تولید مشکل بوده و استانداردها در این زمینه کم هستند. البته محاسن مقره‌های کامپوزیتی \_ وزن کم، نصب راحت، هزینه کمتر نصب و ... - تعدادی از صنایع و مهندسین را در زمینه تمقیق و استفاده از مقره‌های کامپوزیتی تشویق کرده است.

## مقایسه مقره‌های پلیمری و پرسیلانی

نوع	مماسن	معایب	محدودیتها
پلیمری	<ul style="list-style-type: none"> <li>• سبک تر</li> <li>• هزینهء نصب کمتر</li> <li>• قابل استفاده در محیط آلوده</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• کاهش فاصلهء Dry Arc</li> <li>• مساسیت به جرقه زدن به دلیل شکست الکتریکی</li> <li>• کمبود استاندارد</li> <li>• محدودیت تجربیات</li> <li>• مشکل معاینهء مقره در فضا انتقال</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• مساسیت به پیر شدن</li> <li>• تغییر عملکرد در مقابل آلودگی</li> <li>• شکست ترد</li> </ul>
پرسیلانی	<ul style="list-style-type: none"> <li>• سطح فنثی</li> <li>• شکست الکتریکی یک وامد تکی نیاز به مذف یک زنجیره ندارد</li> <li>• تجربیات زیاد گذشتهء اصلاح و تعمیر رامت وامدهای تفریب شده</li> <li>• انعطاف پذیری طول ( هر وامد )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• سنگین</li> <li>• عیوب مخفی بدنه</li> <li>• مقاومت کم در مقابل ضربه</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• خوردگی پین فلزی</li> <li>• رشد ترک در سیمان</li> <li>• شکستهای متوالی سریع</li> </ul>

### اتریه یا جا مقره چرفی :

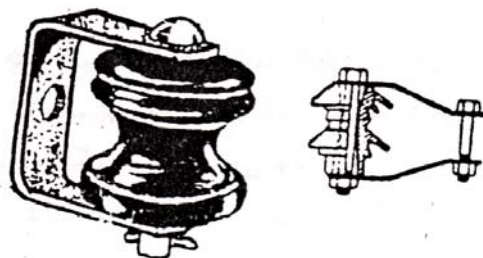
اتریه با جا مقره چرفی جهت نگهداری مقره چرفی و سیخ فشار ضعیف بر روی تیر استفاده می گردد و از سه جزء تشکیل می شود.

الف) تسمه اتریه که از جنس فولاد گالوانیزه است که ضخامت آن ۵ میلی متر و پهنای آن ۵۰ میلی متر می باشد. تسمه به شکل D است که دارای دو سوراخ یکی در لبه بالائی و دیگری در لبه پائین اتریه می باشد. بایستی سوراخها در یک امتداد بوده و مدود ۱۰ میلی متر از لبه اتریه فاصله داشته باشند. قطر سوراخ پشت اتریه که به تیر پیچ می شود مدود ۱۷ میلی متر است و پشت اتریه مدود ۲ میلی متر بصورت گرده ماهی در آمده تا بهتر بتواند نیروها را تحمل نماید. (شکل شماره ۳۱) دهانه اتریه ۸۶ میلیمتر و طول دو ضلع بالائی و پائینی آن هر کدام ۹۶ میلیمتر است.

ب) پین که از جنس فولاد گالوانیزه است و طول آن ۱۱۵ و قطر آن ۱۶ میلیمتر میباشد.

ج) اشپیل از جنس برنز (شکل ۷-۱۱)

### شکل (۷-۱۱)



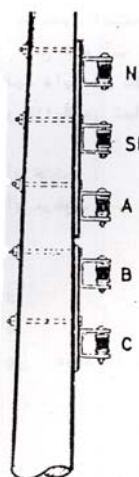
## ۸- راک و انواع آن:

معمولاً در شبکه های فشار ضعیف روی پایه های چوبی و نیز روی پایه های بتنی ۱۲ متری که فشار متوسط (۲۰ کیلوولت) در بالای آن کشیده شده استفاده میگردد (راکها معمولاً ۵ مکره ای و ۲ مکره ای می باشند).

راک از تسمه فولادی گالوانیزه  $6 \times 50$  میلی متر سافته شده است. سوراخهای روی راک بایستی کشوئی باشند. فاصله مرکز یک سوراخ اتریه روی راک تا سوراخ اتریه بعدی ۳۰ سانتی متر است. دو لبه طرفین تسمه راک به اندازه ۱۵ میلی متر با زاویه ۴۵ درجه به طرف بیرون خم شده اند.

بهتر است اتریه ها به راک با جوش کامل انجام گیرد. طول راک ۵ مکره ای ۱۳۰ و ۳ مکره ای ۷۰ و ۲ مکره ای تقریباً ۴۰ سانتی متر است. (شکل شماره ۸-۱)

شکل (۸-۱)

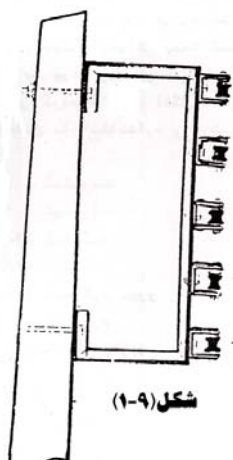


## ۹- بازوی جلو (براکت) :

برای اینکه مریم افقی فطوط فشارضعیف بهم نفورد و فاصله خط تا سافتمان و بالکن منازل مفظ شود از بازوی جلوبر استفاده میگردد. همچنین در طرفین ترانسفورماتور برای ایجاد فضای کافی جهت اتصال کابلهای فشار ضعیف فروجی از تابلو به شبکه و نیز مفظ فضای کافی نسبت به ترانسفورماتور بهتر استفاده می گردد.

جلویر ممکن است ۵ یا ۳ مقره ای باشد براساس استاندارد وزارت نیرو طول جلویر ۵ مقره ای ، ۱۴۰ و ۳ مقره ای مدود ۸۰ سانتیمتر می باشد. عرض آن ممکن است ۲۵ یا ۵۵ و یا ۸۰ سانتی باشد که بسته به مکان مورد استفاده قرار می گیرد. (شکل شماره ۹-۱)

جلویر از نبشی ۶×۶×۶ میلی مترسافته شده وکلیه اتصالات آن بایستی با جوش کامل انجام شده. از جلویر در انتهای فطوط و زوایای بیش از ۵ درجه نبایستی استفاده گردد. (مگر اینکه این براکت تقویت لازم شده باشد می توان در انتهای فطوط بکار برد).





## ۱۰- مهار های خطوط توزیع:

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

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

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

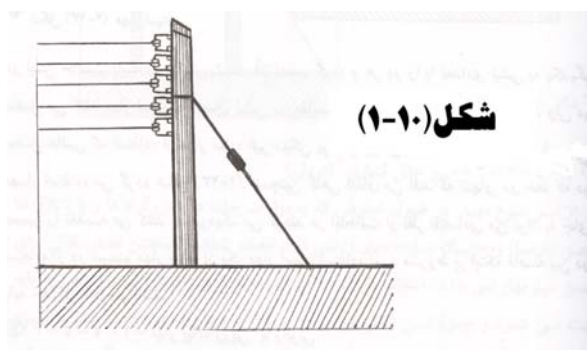
پ) در مکان هائی که عمق چاله به اندازه استاندارد امکان پذیر نباشد و در نتیجه توان پایه را فوب و ممکم در زمین قرار داد.

### ۱۰-۱- انواع مهار:

بطور کلی مهارها را به شش دسته به شرح زیرتقسیم می کنند :

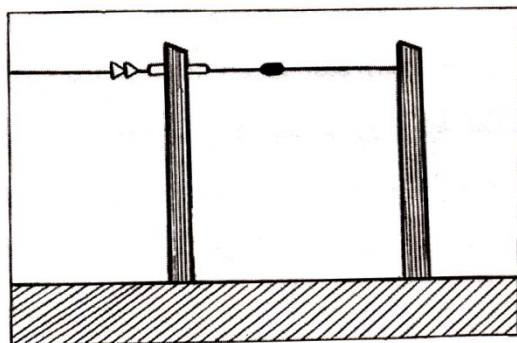
#### ۱۰-۱-۱- مهار ساده یا معمولی:

از این نوع مهار در ابتدا و انتها (دداندها) و زوایا و سرپیچ ها و در سر انشعابهای خطوط و همچنین در مواقعی که پایه بر روی تپه نصب میگردد در جهت عکس شیب تپه استفاده می شود. در این حالت پایه توسط سیم فولادی گالوانیزه ای که از یکطرف به سر پایه و از طرف دیگر به میله مهار و میله مهار به صافمه مهار در زمین متصل می باشد. مهار میگردد. شکل(۱۰-۱)



## ۱۰-۱-۲- مهار اسپان :

از این نوع مهار موقعی استفاده می شود که در پشت پایه فضای کافی باری نصب مهار ساده وجود نداشته باشد. در اینصورت پایه ای که قرار است مهار شود بوسیله پایه دیگری که در نقطه مناسبی نصب می شود مهار میگردد. به عنوان مثال وقتی یک پایه در لب جدول فیابان نصب می شود و بایستی مهار گردد ، پایه دیگری را در آنطرف فیابان نصب می کنیم و توسط سیم فولادی مهار دو پایه را بیکدیگر وصل می کنیم. برای مهار اسپان نیز می توان از نبشی استفاده نمود به عنوان مثال وقتی که پایه ای در کنار فیابان نصب شده و در پشت آن (موازی با جدول فیابان) مداقل 2 متر فضا برای مهار کردن وجود دارد. شکل (۱۰-۲)

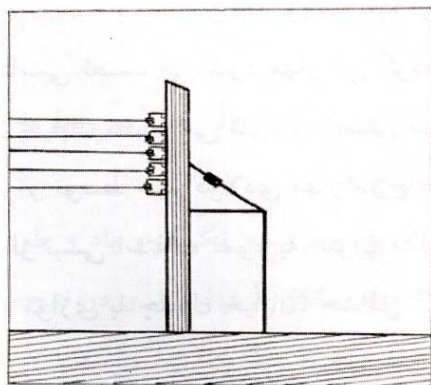


شکل (۱۰-۲)

در این حالت پایه را در پشت آن نصب کرده و هر دو را با تعدادی نبشی به یکدیگر متصل می کنند مهار اسپان با اتصال نبشی در مقایسه با مهار ساده اقتصادی نمی باشد ولی در محل هایی که استفاده از مهار ساده غیر ممکن بوده و زیبایی محل نیز نظر است از این نوع مهار استفاده میگردد شکل (۲۳-۲). همچنین گاهی اتفاق می افتد که انتهای دو قط که دو مسیر را تغذیه می کنند بهم نزدیک میگردند در اینصورت از نظر اقتصادی می توان به جای استفاده از دو سیستم مهار ساده از یک مهار اسپان استفاده نمود مشروط بر اینکه فاصله بین دو پایه حداکثر ۳۵ متر باشد.

۱۰-۱-۳-مهاری پیاده روی یا زانوئی

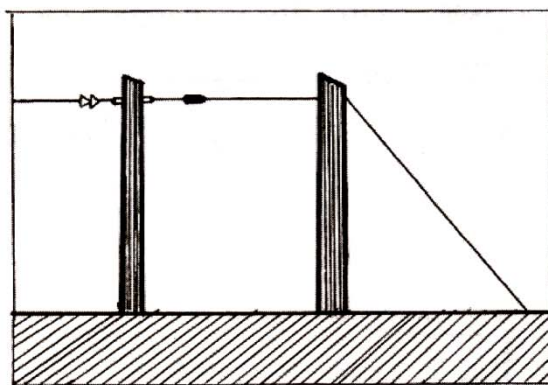
از این نوع مهاری در کنار جاده ها، فیابانها و محل هاییکه امکان نصب مهاری ساده وجود ندارد (جاهائیکه بیش از یکی دو متر فضا پشت پایه جهت نصب مهاری ساده نمی باشد) استفاده می شود. شکل (۱۰-۳)



شکل (۱۰-۳)

۱۰-۱-۴-مهاری مرکب (ترکیبی از اسپان و ساده)

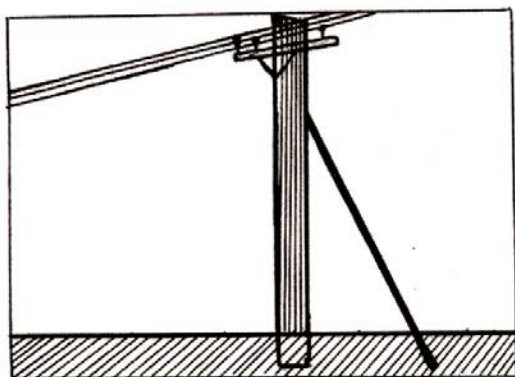
برای استمکام بیشتر مهاری می توان از مهاری مرکب استفاده نمود. شکل (۱۰-۴)



شکل (۱۰-۴)

۱۰-۱-۵- مهار مائل فشاری (تودلی)

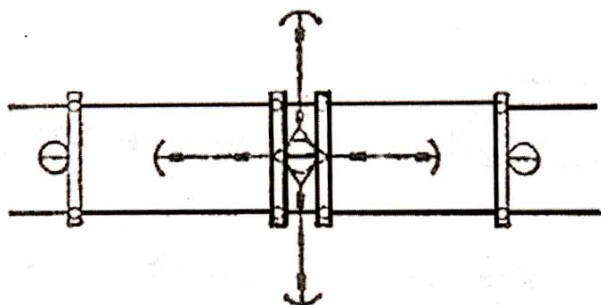
از این نوع مهار در طول فصولی که به موازات جاده ها یا بزرگراه ها و یا باتلاق ها (لجن زارها) و جاییکه صافه مهار را نمی توان محکم نشانند و همچنین فضای کافی برای بستن سیم مهار نمی باشد ، استفاده میگردد. سر این مائل (مهارچوبی) بوسیله پیچی به پایه بسته می شود و چون این مائل نیرویی رو به بالا به پایه وارد می کند بایستی به وسیله یک کنده که به قاعده پایه پیچ می شود پایه را رو به پایین در جای خود نگهداشت ، شکل (۱۰-۵)



شکل (۱۰-۵)

۱۰-۱-۶- مهار بادگیر:

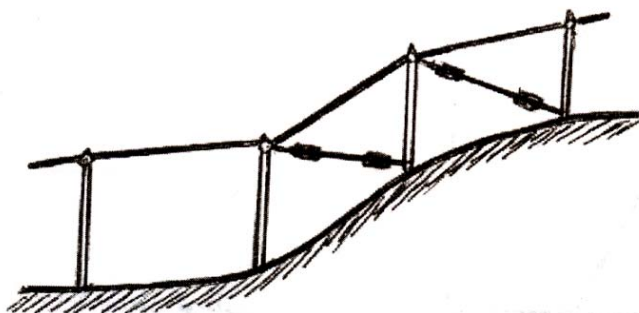
در مناطق بادفیزبه منظور جلوگیری از خوابیدن خط در اثر باد و طوفان از این نوع مهار استفاده می شود. در چنین مناطقی بایستی لااقل هر یک کیلومتر یا هر داند بوسیله چهار مهار به صورت (+) بسته شوند که دو تای آن بناام مهارهای فطی در طول خط و دو تای دیگر بناام مهارهای جانبی در پهلوئی خط نصب می گردند شکل (۱۰-۶)



شکل (۱۰-۶)

## ۷-۱-۱۰- مهار سر:

بعضی اوقات فطوط از روی تپه ها با شیب تند عبور می کنند که بایستی برای استمکام بیشتر در مقابل کشش ، فطوط در جهت سرآشویی مهار گردند. معمولاً این فطوط به وسیله مهار ساده یا مهار سر مهار می شوند. مهار سر بدینصورت است که سرتیری که بایستی مهار شود به وسیله سیم مهار به پای تیر بعدی بسته می شود بدینوسیله از کندن چال مهار و میله و صفحه مهار فودداری میگردد. شکل (۷-۱۰)



شکل (۷-۱۰)

## ۷-۱-۱۰- متعلقات مهارها

متعلقات مهارها به شرح زیر است :

### ۷-۱-۱۰-۱- میله مهار

ارتباط بین صفحه مهار و سیم مهار توسط میله مهار انجام می گیرد.  $16 \times 1800$  میلیمتر (طول  $\times$  قطر) . جنس میله مهار از فولاد گالوانیزه و طول آن برای پایه های ۹ متری و برای پایه های ۱۲ متری  $20 \times 240$  میلیمتر می باشد. توضیح اینکه اندازه مجاز برای میله مهار که از فاک بیرون باشد حداکثر ۳۵ سانتیمتر است.

## ۱۰-۲-۲ صفحه مهار

جهت محکم کردن میله مهار در دافل زمین از صفحه مهار استفاده می شود. جنس صفحه مهار از فولاد گالوانیزه به ابعاد  $40 \times 40 \times 0.8$  سانتیمتر متکعب می باشد که بصورت مورب در چاله مهار قرار می گیرد.

تذکر : در صورت موجود نبودن صفحه مهار از کنده مهار استفاده می گردد. طول کنده مهار برای پایه های 9 متری 100 سانتیمتر و برای پایه های 12 متری 150 سانتیمتر و حداقل قطر کنده مهار 25 سانتیمتر می باشد.

## ۱۰-۲-۳ سیم مهار

سیم مهار از فولاد گالوانیزه سافته می شود و دارای ۷ رشته بهم تابیده می باشد و برمسب قطر خارجی اش نامگذاری می گردد. به عنوان مثال سیم مهار نمره 8 یعنی سیم مهاری که قطر خارجی آن 8 میلیمتر است.

از نظر جنس فولاد به سه دسته به شرح زیر تقسیم می شود :

الف) سیم مهار معمولی

ب) سیم مهار با قدرت زیاد

پ) سیم مهار با قدرت فوق العاده زیاد

## ۱۱- انواع پیچ و مهره ها:

پیچ و مهره مورد استفاده در شبکه های توزیع هوایی گوناگون و بشرح زیر می باشد :

- ۱- پیچ و مهره یکسر رزوه جهت اتصال کراس آرهم به پایه
- ۲- پیچ و مهره دو سر رزوه جهت اتصال زوج کراس آرهم به پایه
- ۳- پیچ و مهره تمام رزوه جهت اتصال طرفین زوج کراس آرهم به یکدیگر
- ۴- پیچ و مهره فزینه جهت اتصال تسمه (ویبریس) به کراس آرهم چوبی
- ۵- پیچ و مهره  $14 \times 40$  جهت اتصال تسمه (ویبریس) به کراس آرهم فولادی
- ۶- پیچ و مهره یکسرچشمی کاربرد متفاوتی می تواند داشته باشد مثلاً در انتهای فطوط یا بعنوان پیچ مهار
- ۷- پیچ خودکار ( اسکرو) جهت نصب بازو (بریس) کراس آرهم به پایه چوبی

## ۱۲- کابل خود نگهدار

با رشد بار و افزایش مصرف در شبکه کم کم امتیاج به طراحی و بهره برداری بهینه از شبکه های توزیع اساس می شود این رشد باعث جستجوی روشهای مدرن در طراحی و بهره برداری از سیستمهای توزیع گردید. شبکه های توزیع مجبور به کار در راندمان بالاتر با حداقل صرف هزینه شدند. نیاز به طراحی و توسعه بهینه شبکه های توزیع در این مرحله اساس می شود.



با توجه به مشکلات بسیار بوجود آمده بر اثر عواملی مانند :

- رشد پیک بار مصرف
- وجود تلفات در شبکه های هوایی
- افزایش تعداد مشترکین در سال
- اصلاح و تغییر بافت قدیمی شهرها و تغییر در کاربریها و تراکم ها
- بوجود آمدن بارهای ضربه ای مانند آسانسورها ، وسایل گرمایشی و سرمایشی متمرکز
- عدم پاسخگویی اعتبارات و زمانبر شدن تهیه کالا ، هماهنگی با ارگانهای زیربنا و امداد شبکه ها به روش فعلی بخصوص امداد شبکه زمینی

این موارد باعث شده اند روند رشد و توسعه امکانات و تاسیسات توزیع برق نتواند به همراه روند رشد تقاضای مشترکین پیشرفت کند کارشناسان را به این فکر انداخته است که برای رفع این مشکل در کوتاه مدت و دراز مدت راهکارهایی را پیش بینی نموده و به اجرا در آورند.

از جمله این راهکارها در کوتاه مدت با توجه به محدود بودن منابع اقتصادی و زمان ، برای تقویت و افزایش ظرفیت انتقال انرژی در شبکه های توزیع ، همچنین جداسازی بار ضربه ای از شبکه های عمومی استفاده از کابل فوندنگهدار در کنار شبکه های موجود و ایجاد شبکه های دو مداره با استفاده از تاسیسات موجود می باشد . در عین حالیکه راهکارهای بلند مدت را طبق طرح جامع الکتریکی انجام شده باید دنبال کرد .



مملهای مناسب برای استفاده از کابل فودنگهدار :

۱- در مناطق مشیر که فطر آتش سوزی وجود دارد

۲- مناطقی که شبکه های موجود جوا بگوی رشد بار نبوده وامکان تقویت شبکه های موجود نمی باشد

۳- مناطقی که ایجاد بارهای متمرکز در آنها باعث وارد شدن ضربه به شبکه شده و نارضایتی مشترکین عمومی را در بر دارد .

۴- مناطقی که ایجاد مریم باعث جلوگیری از امداد شبکه برای مشترکین در آن مناطق شده است .

۵- مناطقی که استفاده های غیر مجاز از برق در آنها به صورت یک معضل اساسی مطرح می باشد .

۶- مناطقی که سرقت سیمهای مسی شبکه در آنها معضل اساسی می باشد .

## روشهای اجرایی

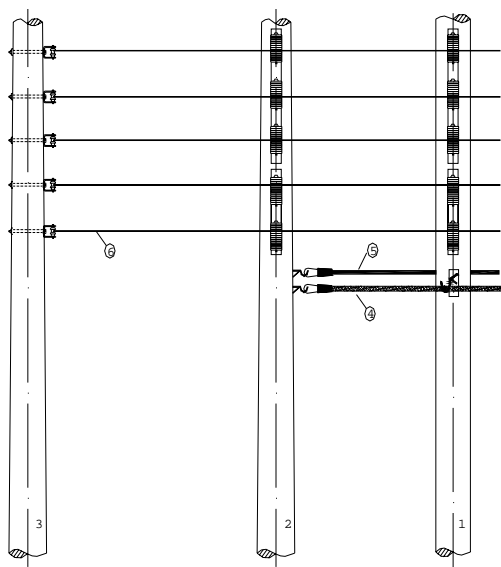
آنچه که در استفاده از کابل فودنگهدار هائز اهمیت می باشد . اجرای صمیم شبکه با استفاده از تجهیزات و یراق آلات مخصوص آن می باشد . از این رو باید به این نکته توجه نمود که اجرای غیر استاندارد این شبکه ها نه تنها به رفع مشکلات ما کمک نخواهد کرد بلکه باعث ایجاد مشکلات بسیاری در آینده نزدیک خواهد شد .

برای آشنایی بهتر با شیوه های اجرا و استفاده مناسب از تجهیزات در مکانهای مناسب یک نمونه مثال از شبکه اجرا شده با کابل فود نگهدار را مورد بررسی قرار می دهیم .

## شبکه نمونه با کابل فود نگهدار

مهمترین مورد استفاده از کابلهای فودنگهدار در شبکه های توزیع استفاده از کابلهای مذکور بر روی پایه های موجود می باشد در این مورد به علت افزایش نیروهای مکانیکی به تیرهای موجود باید به این نکته توجه نمود که براساس محاسبات انجام شده تیرهای انتهایی و ابتدایی موجود در شبکه در شرایط سفت توانایی تحمل نیروهای وارده را نداشته و نمی توان از آنها برای انتهایی کردن کابلهای فودنگهدار استفاده نمود.

از این رو توصیه می گردد که کابلهای فودنگهدار بر روی تیرهای میزایی ، قبل یا بعد از تیر انتهایی شبکه موجود انتهایی گردند .



مطابق تصویر نمایش داده شده در صورتی که بخواهیم دوشبکه با کابل فودنگهدار بطور مثال یکی برای بارهای ضربه ای و دیگری برای تغذیه مشترکین و تقویت شبکه موجود در کنار شبکه هوایی موجود امدات کنیم با ید شبکه ها را به صورت جداگانه انتهایی نموده و برای هر شبکه تیر انتهایی جداگانه متناسب با محاسبات مکانیکی مربوط به آن شبکه در نظر بگیریم .

همانطور که در تصویر نشان داده شده است دو شبکه با کابل فودنگهدار با شماره های ۴ و ۵ بر روی تیر جداگانه شماره ۲ انتهایی گردیده اند و شبکه با سیم بدون روکش هوایی شماره ۶ بر روی تیر شماره ۳ انتهایی گردیده است .

### امدادت شبکه ۱

در طرح ارائه شده در نقطه ۱ برای امدادت یک شبکه با کابل فودنگهدار از فیدر های فروجی تابلوی ترانس یک کابل مسی یا آلومینیومی به مقطع مناسب به صورت زمینی به عنوان ابتدای فیدر از تابلو تا تیر ابتدای فط امدادت نموده و بر روی تیر امدادتی شبکه با کابل فود نگهدار به کابل زمینی متصل می گردد همانطور که در شکل نمایش داده شده است درمحل اتصال کابل زمینی به کابل فودنگهدار شبکه باید اتصال زمین گردد .

### ۱) امدادت شبکه با کابل فودنگهدار در مسیر شبکه هوایی موجود :

در نقطه ۲ برای امدادت یک شبکه جدید با کابل فودنگهدار در مسیر شبکه هوایی موجود به منظور تقویت شبکه موجود یا برای بارهای ضربه ای ابتدا یک تیر جدید به عنوان تیر ابتدای فط با فاصله مناسب از تیر موجود نصب کرده و سپس کابل زمینی مسی یا آلومینیومی سر فط جدید را از تابلو ترانس تا این تیر امدادت می کنیم . در محل تیر امدادتی کابل زمینی را به کابل فودنگهدار متصل کرده و محل اتصال کابل زمینی به کابل فودنگهدار شبکه باید اتصال زمین گردد برای انتهایی کردن کابل فودنگهدار امدادتی جدا از تیر انتهایی شبکه هوایی موجود در فاصله مناسب تیر جدید به صورت انتهایی نصب و کابل فودنگهدار بر روی آن انتهایی خواهد شد .

### ۲) امدات دو قط کابل فودنگهدار در مسیر شبکه هوایی موجود :

در نقطه ۳ برای امدات دو قط جدید با کابل فودنگهدار در مسیر شبکه هوایی موجود به منظور تامین برق مشترکین جدید و تامین برق بارهای ضربه ای از شبکه ای جداگانه ابتدا یک تیر جدید به عنوان تیر ابتدای قط با فاصله مناسب از تیر موجود نصب کرده و سپس کابل زمینی مسی یا آلومینیومی سر قط جدید را از تابلو ترانس تا این تیر امدات می کنیم . در محل تیر امداتی کابل زمینی را به کابل فودنگهدار متصل کرده و محل اتصال کابل زمینی به کابل فودنگهدار شبکه باید اتصال زمین گردد . و برای انتهای کردن کابل فودنگهدار امداتی جدا از تیر انتهای شبکه هوایی موجود در فاصله مناسب تیر جدید به صورت انتهای نصب و کابل فودنگهدار بر روی آن انتهای فواید شد .

توجه شود که تیر با قدرت مناسب را می توان براساس جدول ارائه شده در زیر انتخاب نمود .

ردیف	نوع کابل	طول اسپن	نیروی افقی وارد بر تیر انتهای	تیر مناسب
1	4*35+25+16	30	273Kg	9/400
2	4*50+35+25	30	336 Kg	9/400
3	3*70+35+25	30	370Kg	9/400
4	4*70+35+25	30	420Kg	9/400
5	3*70+35+25 + 4*70+35+25	30	790Kg	9/800

جدول مناسبات مکانیکی و انتخاب تیر برای کابل فودنگهدار

