طراحی خطوط انتقال انرژی

مدرس:سعیدعرب

امروزه انرژي الكتريكي به عنوان بخش جداي ناشدني از زندگي بشري مهمترين نقش را در چرخه صنعت جهاني برعهده دارد در واقع مي توان گفت امروزه صنعت برق به عنوان يكي از شاخص هاي مهم توسعه اقتصادي ،اجتماعي و فرهنگي به شمار مي آيد .

از مزاياي انرژي الكتريكي نسبت به ساير انواع انرژي ها مي توان به موارد زير اشاره

كرد 1-ايجاد آلودگي كمتر در محيط زيست

٢- انرژي الكتريكي به سهولت به ساير فرم هاي انرژي تبديل مي شود

٣- انتقال انرژي الكتريكي نسبتا آسان است

٤- انرژي الكتريكي داراي طيف وسيع كاربردي است

از موارد عيب انرژي الكتريكي نيز مي توان به عدم قابليت ذخيره سازي آن به صورت عملي و كاربردي در حد گستردهاشاره كرد

به طور كلي سيستم هاي انرژي الكتريكي از سه بخش تشكيل مي شوند

١ - بخش توليد كه طيف وسيعي از انواع نيروگاه ها با توان و راندمان متفاوت را شامل مي شود

٢ – شبكه هاي انتقال انرژي الكتريكي

بنا بر دلايل زيادي از جمله دلايل ايمني، اقتصادي و مهمتر از همه دور بودن منابع توليد انرژي از مصرف كننده هاواحد هاي توليد نيروگاهي در مناطق دور از مراكز مصرف قرار دارند.ولتاژ خروجي ژنراتور نيروگاه ها متفاوت مي باشدو در بيشترين حالت خود حدودا برابر21 كيلو ولت مي باشد، براي جلوگيري از افت ولتاژ و تلفات خط ولتاژ خروجيجهت انتقال به مراكز مصرف توسط ترانس افزاينده واقع در پست نيروگاه افزايش مي يابد.اين افزايشولتاژمزايايي ازقبيل كاهش سطح مقطع سيم و در نتيجه كاهش وزن سيم مصرفي را به دنبال خواهد داشت .

لازم به توضيح است كه اين افزايش دادن ولتاژ نيز محدوديتهايي را سبب مي شود كه در زير به برخي از آنهااشاره مي گردد.

١- افزايش قيمت ترانس افزاينده در ابتداي خط ونيزكاهنده در انتهاي خط انتقال

٢- افزايش ولتاژ ملزم به افزايش فاصله بين هادي هاي خطوط انتقال مي باشد و لذا افزايش حجم دكل و هزينهبيشتر را به دنبال خواهد داشت

٣- افزايش ولتاژ ملزم به افزايش تعداد مقره هاي زنجير مقره با احتساب خاصيت عايقي هر واحد مقره برابر 11 كيلو ولت

٤- در مورد آخر نيز مي توان به گرانتر بودن هزينه تجهيزات پست با ولتاژ بالاتر نسبت به پست با ولتاژ پايين تراشاره داشت.

با توجه به موارد گفته شده همواره بايستي يك حد تعادل براي افزايش ولتاژ شبكه هاي انتقال درنظر گرفت تاهزينه انتقال انرژي الكتريكي بهينه گردد.

3 – شبكه هاي توزيع انرژي الكتريكي

به طور كلي در مورد توزيع انرژي الكتريكي دو ديدگاه وجود

دارد 1- ديدگاه آمريكايي

اين ديدگاه كه در آمريكا و كشورهاي وابسته به آن رواج دارد مبتني بر اصول زير مي باشد

-در توزيع انرژي الكتريكي اولويت با توزيع هوايي است مگر در مناطق مركزي شهر كه تراكم جمعيت زياد دارند

- كابل با عايق لاستيكي را بر كابل با عايق كاغذ آغشته به روغن ترجيح مي دهند

-بيشتر از كابل هاي تك كور استفاده كرده و آنها را از داخل كانال عبور مي دهند

2 -ديدگاه بريتانيايي

اين ديدگاه كه در انگلستان و كشورهاي وابسته به آن رواج دارد و بر طبق آن در توزيع انرژي الكتريكي در مناطق شهري اولويت با توزيع زميني است در ضمن ترجيح هاي رايج در ديدگاه آمريكايي در مورد استفاده از كابل در ايندديدگاه وجود ندارد.

در ادامه به مقايسه بين شبكه هاي توزيع هوايي و زميني پرداخته و در بخش بعد موارد مهم پيرامون شبكه هايتوزيع هوايي بيان مي گردد.

1-مقايسه شبكه هاي هوائي و زميني :

براي بررسي شبكه هاي توزيع هوايي و زميني مي توان موارد زير را مورد بررسي قرار

داد الف- صرفه اقتصادي:

به طور كلي سيستم هاي هوايي بر خلاف سيستم هاي زميني، بسيار كم هزينه تر و ارزان تراند. زيرا به كندن كانال،هزينه هاي اخذ مجوزهاي حفاري، لوله هاي مخصوص و غيره نيازي ندارد. به طوري كه به عنوان مثال هزينه شبكه هاي فشار ضعيف 400 ولتي زيرزميني، در حدود دو برابر شبكه هاي هوايي خواهد بود و اين نسبت در شبكه هاي با ولتاژ63 و 132 كيلو ولت به ترتيب 7 و 11 برابر مي گردد. وانگهي هزينه هاي برپايي شبكه هاي هوايي در برابر شبكه هايكابلي زيرزميني با افزايش ولتاژ تفاوت بسياري پيدا مي كنند.

ب- مشكلات اجرائي:

احداث شبكه هاي هوايي آسان تر بوده و در هر منطقه و محلي مي توان به وسيلة شبكه هوايي، به سرعت جريان برق را برقرار نمود. در اين شبكه ها، سادگي ساخت و احداث، سهولت بهره برداري و تعميراتي كه به دنبال دارند، به عنوان اصولي مهم در نظر گرفته مي شوند/ يك طرح ساده، هميشه بر طرح هاي پيچيده برتري دارد.

ج- تعمير و عيب يابي:

عيب يابي و رفع آن در شبكه هاي هوايي، نسبت به شبكه هاي زيرزميني آسان تر انجام مي گيرد. زيرا بيشتر عيب هاي شبكه هاي هوايي با چشم ديده مي شوند . در صورتي كه براي پيدا كردن عيب در شبكه زيرزميني بهدستگاههاي خاص نياز خواهد بود. در ضمن هنگامي كه در سيستم هاي زميني مشكلي پيش مي آيد، از نظرتعميرات بسيار وقت گير و سخت خواهد بود. با اين حال، سيستم زميني با خطر قطعي برق ناشي از طوفان، رفت وآمد و برخورد وسايل نقليه، سقوط درختان و غيره مواجه نيست. لازم به توضيح است كه شرايط متعدد ديگري نيزوجود دارد كه كابل هاي زميني را به سيستم هاي هوايي ترجيح مي دهند. در .اقع چون شبكه هاي زميني در زير خاكدفن مي شوند، از عوامل جوي مانند طوفان، يخ زدگي، برخورد شاخه هاي درختان و رعد و برق در امان بوده و امكانخرابي آنها كمتر مي باشد، از اين رو، قطع جريان كمتري نيز پيش مي آيد. علاوه بر آن از نظر برخورد وسايل خطراتزيادي وجود دارد كه در شبكه هاي زير زميني اين مشكلات وجود ندارد.

د- حفظ زيبايي محيط و حريم ها:

به علت بدون روپوش بودن هادي هاي خطوط هوايي رعايت فاصله مجاز از تأسيسات و ساختمانها به عنوانرعايت حريم خطوط انتقال مورد نياز مي باشد. در بسياري از موارد، به علت كم بودن عرض مسير و معابر و در نتيجه به علت عدم امكان تأمين حريم خطوط هوايي، كابل كشي زميني توصيه مي گردد. اين موضوع به خصوص دربارةخطوط فشار متوسط در داخل شهرها و آپارتمان هاي بزرگ، مجمع هاي صنعتي و تجاري به طور كامل محسوساست. رعايت حريم شبكه هاي هوايي، از عواملي است كه بايد مورد توجه قرار گيرد. از طرفي ديگر عبور خطوط هواييباز مناطق جنگلكاري شده و درختان ميوه باعث قطع درختان و صدمه به محيط زيست مي شود.

ر- حادثه آفريني و ايمني:

به علت در دسترس بودن و لخت بودن قسمت هاي زندة خطوط هوايي و همچنين آسيب پذير بودن پايه و هاديهاي آن، شبكه ها اغلب در معرض بروز حوادث بوده كه شرح مختصري از آنها بدين قرار است:

۱- آسيب پذيري در برابر طوفان ها و اختلالات جوي در شبكه هاي هوايي بسيار قابل توجه مي باشد. در اين موارد،ايجاد آتش سوزي و برق گرفتگي، به دليل در هم پيچده شدن هاديها يا افتادن اشياء و اجسام روي شبكه دور از انتظار نيست.

۲- خطر هايي كه همه ساله در اثر برخورد جرثقيل ها، كمپرسي ها و خودروهاي با ارتفاع زياد با شبكه برقرار هواييا‌تفاق مي افتد، رانندگان، اپراتورها و ديگر عوامل كاري را تهديد مي كند و هرساله آمار قابل ملاحظه اي را به خوداختصاص مي دهد.

۳- پرتاب فلاخن كودكان، شكستن مقره هاي بشقابي و برخورد بادبادك هاي نوجوانان از عواملي هستند كه درشهرها و روستاهاي كشور به شبكه هاي فشار ضعيف هوايي آسيب مي رسانند و گاه با قطع سيم نول و افتادن روي فازهاي ديگر و دوفاز شدن ، باعث خرابي تجهيزات مصرف كنندگان تك فاز شده به مشتركان برق زيان هاي ماليوارد مي كنند.

٤- تصادف وسايل نقليه با تيرهاي بتني يا چوبي در كنار جاده و اتوبان ها، يكي ديگر از عوامل حادثه ساز در شبكههاي توزيع هوايي است كه گاهي موجب افتادن تير روي خودروها و بروز خسارات جاني و مالي سنگين مي شود. 5- شبكه هاي هوايي براي كارگران ساختماني نيز خطر آفرين است. به دليل كم عرض بودن بسياري از معابر شهري، برپاكردن داربست ها براي نماسازي يا نصب وسايل، سبب نزديكي شبكه هاي برق و گاهي برق گرفتگي يا خسارتهاي جاني مي شود.

6- سقوط برق كاران از روي پايه ها يا پلكانهاي تيرها، خواه با استفاده از وسايل ايمني و خواه بدون آنها ، به دليلانجام فعاليت هاي برقي، هنوز در برخي از مناطق تحت پوشش برق كشور اتفاق مي افتد. در ضمن افتادن اشياء وبرخورد آنها با افراد در حال تعمير يا نصب يراق آلات و يا كنده و پاره شدن سيم و اصابت آنها به عابرين، از معايب ديگر شبكه هاي

هوايي است. در حالي كه در سبكه هاي زيرزميني، فقط حفاري است كه موجب آسيب ديدن كابلهاي زميني خواهد شد، كه اين امر نيز اگر با توجه به نقشه هاي دقيق شبكه زيرزميني كابل ها صورت پذيرد، ميتوان از بروز اينگونه حوادث جلوگيري كرد.

با توجه به تمامي اين موارد، بايد به سه مورد از عيب هاي شبكه هاي هوايي نيز اشاره كرد:

۱- ايجاد پارازيت در خطوط، مخابراتي و راديويي از مضرات شبكه هوايي است كه بايد تدابير خاصي براي به حداقلرساندن آنها انجام داد.

۲- برداشت هاي غير مجاز برق از شبكه هاي توزيع هوايي به آساني انجام پذير است.

۳- برخورد رعد و برق به خطوط هوايي، موجب بروز اختلالات و خسارات متعددي خواهد شد. اين مشكل در موردخطوطي كه كيفيت اصلي خود را به مرور زمان از دست مي دهند، شايع تر است.

2-مشخصات مكانيكي خطوط هوايي:

كار يك خط هوايي ، انتقال انرژي الكتريكي مي باشد و اساساً از لوازم زير تشكيل مي گردد :

۱- نگهدارنده هاي خطوط

۲- هاديها

۳- کراس آرم. بازوها ، مقره ها و ديگر متعلقات پايه

يك خط انتقال انرژي علاوه بر مشخصات الكتريكي دلخواه بايستي از لحاظ مكانيكي هم قابل اطمينان باشد. زيرا درغيراينصورت با هر تغيير وضعيت جوي بايستي منتظرخرابي و از كار افتادن خط باشيم.

درموقع طرح يك خط بايستي تمام عوامل را درنظربگيريم. چنانچه خط را ازنظرمكانيكي ضعيف طراحي كنيم از لحاظاقتصادي ارزان تمام مي شود ولي در اثر تغييرشرايط جوي زود دچار خرابي مي گردد . همچنين اگر خط را خيلي قوي طراحي كنيم قابليت اطمينان آن زياد مي شود ولي از نظراقتصادي با صرفه نخواهد بود. بنابراين براي برداشت يكطرح صحيح بايستي تمام شرايط و عوامل را در نظرگرفت.

1- زيبايي شبكه 2-اقتصادي بودن شبكه 3-استحكام و ايمن بودن شبكه محاسبات

مكانيكي به ما كمك مي كند تا :

الف) كشش هاي ايجاد شده در سيم تحت شرايط بحراني (يعني سخت ترين شرايط آب و هوايي در منطقه عبور خط) از حداكثر مجاز كشش تجاوز نكند و هرگز سيم را به حد پارگي نرساند.

ب) فاصله سيم ازسطح زمين ، فاصله سيم از پايه و باوز و فاصله فازها از يكديگر در شرايط مختلف درجه حرارت و يخو باد از مقادير حداقل مجاز تعيين شده كمتر نگردد. اهميت محاسبات مكانيكي خطوط با افزايش ولتاژ و قدرتقابل انتقال بيشتر ميگردد به عبارت ديگر محاسبات مكانيكي در خطوط فشار ضعيف از اهميت كمتر ، در خطوطفشار متوسط از اهميت بيشتر و در خطوط انتقال از اهميت فوق العاده اي برخوردار است و محاسبات مربوط به سيم و مقره ، محاسبات مربوط به پايه و محاسبات مربوط به فوندانسيون با دقت بيشتري بررسي و انجام مي گردند. در اين خطوط تأثير نيروهاي

مختلف وارد بر سيم ، نيروي كشش سيم ، نيروي وزن سيم ، نيروهاي ناشي از باد و يخ ،نيروهاي ديناميكي ناشي از جدا شدن ناگهاني يخ از روي سيم و ساير عوامل اقليمي و منطقه اي در نظرگرفته شده واز فرمولهاي مفصل تر استفاده ميگردد ولي در شبكه هاي فشار متوسط از فرمول ساده اي براي محاسبه نيروهاي وارد بر سيم و بالاخره فلش يا شكم سيم استفاده ميگردد كه داراي دقت كافي باشد.

2-1-كشش:

مقدار نيرويي است كه اگر سيم در نقطه اي پاره شود لازم است آن نيرو در همان نقطه اعمال شود تا سيمشكل سابق خود را حفظ كند جهت يا راستاي نيروي كشش در هر نقطه از سيم در امتداد خط مماس بر سيم است.

كشش در پايين ترين نقطه سيم افقي است و با حرف (H) نشان داده مي شود هر چقدر سيم بين دو پايه محكم تركشيده شده باشد كشش بيشتر و هرقدر سيم شل تر كشيده شده باشد كشش كمتر خواهد بود.

2-2-تنش:

نسبت نيروي كشش به سطح مقطع سيم را تنش مي گويند و با حرف (To) آنرا نشان مي دهند.

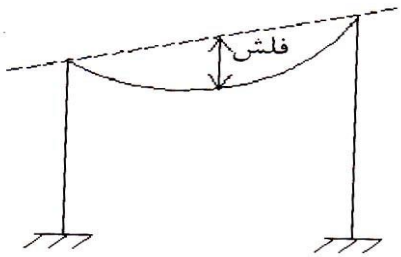
نوع سيم	حداكثر تنش
سيم تك رشته اي مسي	12 kg / mm^2
سيم چند رشته اي مسي	19 kg / mm^2
سيم چند رشته اي آلومينيومي	8 kg / mm^2
براي سيم چند رشته اي آلدراي	12 kg / mm^2
براي سيم چند رشته اي آلومينيوم - فولاد	11 - 12 kg / mm^2

2-3-حداكثر مقاومت كششي (نيروي گسيختگي):

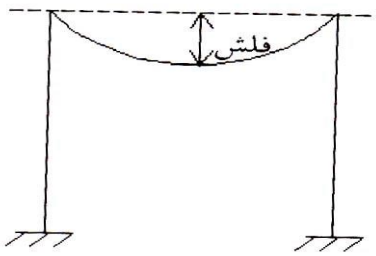
ماكزيمم كششي است كه اگر به سيم وارد شود سيم شروع به پاره شدن خواهد نمود.

2-4-فلش يا شكم سيم:

فاصله بين پايين ترين نقطه سيم تا خط واصل بين دو سرپايه را فلش يا شكم سيم مي گويند. درجاهايهمسطح فلش درست در وسط دو پايه مي باشد ، شكل (2-1) ، ولي در مناطقي كه يك پايه روي بلندي قرار دارد فلش به سمت پايه پايين تر خواهد بود. شكل (2-2) محاسبه حداكثر مجاز شكم سيم در طرح شبكه هاي هوايي بسيار حائز اهميت است. فلش و كشش سيم تابع وزن سيم ، يخ ، نيروي باد و درجه حرارت محيط مي باشد.



شكل (2—1)



شكل (2—2)

2-4-1 انواع فلش :

سه نوع فلش به شرح زير تعريف مي شود :

الف) فلش ماكزيمم : فلشي است كه سيم هاي شبكه در گرمترين روز تابستان پيدا مي كنند.

ب) فلش مينيمم : فلشي است كه سيم هاي شبكه در زمستان سرد بدون يخ و برف پيدا مي كنند.

پ) فلش اجرايي : فلشي است كه هنگام سيم كشي با در نظرگرفتن اسپان مربوطه و درجه حرارت محيط به سيمهاي شبكه وارد مي شود. ساده ترين روش براي فلش دان سيم در شبكه هاي بيست كيلوولت استفاده از تخته فلش مـيباشد.

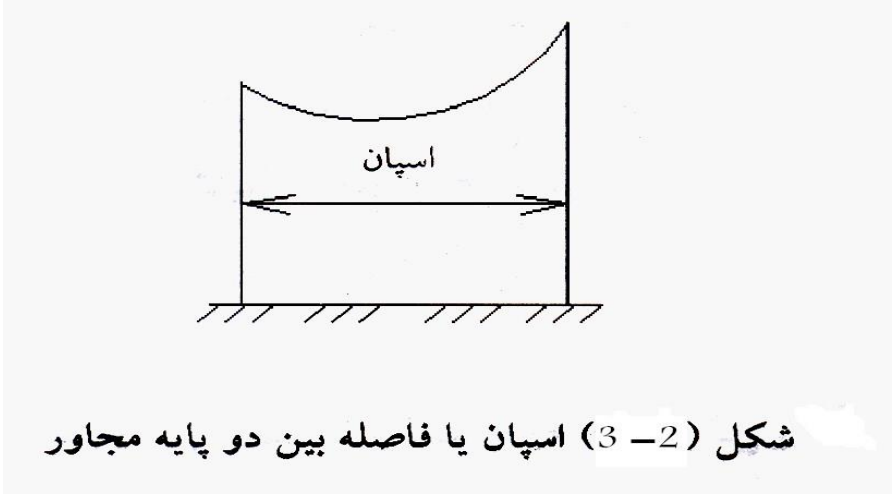
2-4-2-فلش و محاسبات آن:

در طراحي خطوط انتقال انرژي بايد در تمامي شرايط جوي منطقه مورد نظر كشش و فلش محاسبه شوند. كشش و فلش سيم هاي هوايي با تغيير درجه حرارت ونيروي باد و يخ تغيير مي كند. مثلاً تنزل درجه حرارت باعث كاهش طول سيم و در نتيجه افزايش كشش سيم يا كاهش فلش سيم ميگردد ولي افزايش درجه حرارت باعث ازدياد طول سيم و در نتيجه افزايش فلش سيم مي شود. باد و يخ نيز سبب اضافه شدن كشش سيم ها مي گردند. از ايـن رو كشـش درموقع نصب (سيم كشي) بايد مقداري صحيح داشته باشد و طوري انتخاب شود كه در بدترين شرايط مقادير كشـش وفلش سيم از مقادير مجاز تجاوز ننمايد.اين كشش براي درجـه حـرارت هـاي مختلـف درحـوالي درجـه حـرارت متوسـطمنطقه حساب مي شود تا در موقع سيم كشي از آنجا استفاده گردد. براي انجـام محاسـبات مـذكور از يـك معادلـهدرجه سوم بنام معادله تغيير وضعيت استفاده مي شود كـه مـي تـوان بوسـيله آن هركشـش و فلـش را در شـرايط بحراني منطقه محاسبه نمود.

2-5-اسپان:

فاصله افقي بين دو پايه مجاور را اسپان (دهانه) مي گويند. (شكل

(3 – 2



شكل (2 – 3) اسپان يا فاصله بين دو پايه مجاور

هرچه طول اسپان افزايش يابد نيروهاي مكانيكي وارد بر هادي و بالطبع كشش هادي افزايش مي يابد و بنـابراين بـههادي با مشخصات مكانيكي بهتر نياز مي باشد.

آشكار است كه با افزايش طول اسپان به تعداد پايه ها و مقره هاي كمتري نياز خواهد بـود ولـي بايسـتي هـادي بـاسطح مقطع بالاتري انتخاب گردد تا بتواند وزن خود و نيروهاي اضافي ناشي از يخ و برف و باد و كشش وارده را تحمل كنند و چون نيروهاي اضافي وارد بر پايه افزايش مي يابد بايستي پايه هاي قوي تر نيز انتخاب گردد ولـي در اسـپانهايكوتاه تعداد پايه ها و مقره ها بيشتر شده ولي به پايه و هادي ضعيفتري نياز خواهد بـود بنـابراين بايسـتي اسـپان راطوري در نظر گرفت تا از نظر اقتصادي با صرفه بوده و داراي اطمينان خوبي باشد. لازم به تذكر اسـت كـه دو عامـل ازعوامل مهم در محدوديت طول اسپان 1.مقاومت پايه 2.حداقل فاصله آزاده سيم با زمين (كليرانس مي باشد).

2-6-برآيند نيروهاي وارد بر سيم:

وزن سيم و وزن يخ در يك امتداد به طور قائم بوده و نيروي باد به طور افقي است كه در اينصورت نيروي وارد برسيم از برآيند نيروهاي مذكور به دست مي آيد. علاوه بر نيروهاي وارده برسيم ناشي از وزن سيم ، يخ و باد نيروهايديناميكي كه در اثر ارتعاشات سيم بوجود مي آيد روي سيم وارد ميگردد. ارتعاشات سيم ناشي از رها شدن ناگهانيباد ، يخ و برف از روي سيم مي باشد كه جهش عرضي روي سيم ايجاد مي كند . پديده تخليه ناگهاني بحراني ترينحالت براي سيم مي باشد زيرا هر چه مقدار بار يخ جدا شده به طورن ناگهاني روي سيم زيادتر باشد جهش و پرتابسيم در هوا بيشتر و بالطبع تنش قابل

ملاحظه اي را به سيم و پايه ها تحميل مي كند و درصورتيكه مقاومت سيمبراي چنين حالتي پيش بيني نشده باشد ممكن است كه سيم را به حد پارگي برساند.

2-7-ارتعاشات ناشي از باد و ساير عوامل:

هاديها مي توانند به طور عرضي ارتعاش نمايند. ارتعاش در بعضي از سرعتهاي باد بوجود مي آيد. اين ارتعاشاتبه علت تداوم نسبي آن موجب خستگي سيم در نقاط اتصال به مقره مي شود كه مي تواند در طول ساليان باعثپاره شدن تدريجي رشته هاي سيم گردد. براي حفاظت سيم در مقابل اين پديده مي توان اين سيم را در نقاطاتصال با آرمورادبالاستيك تقويت نمود. آرمورادرشته هاي سيم كاملاً انعطاف پذيري است كه به صورت مارپيچروي سيم زير كلمپ اتصال قرار مي گيرد. لاستيك بين سيم وكلمپ قرار مي گيرد و اگر آرمورادهم روي سيم پيچيده شده باشد لاستيك بين آرمورادو سيم يا روي آرمورادقرار مي گيرد.

2-8-فاصله بين هادي ها:

براي تعيين فاصله بين هاديها بايد تأثيرات مكانيكي و الكتريكي آن را در نظرگرفت. اگر فاصله بين هاديها از حدمعين كمتر در نظر گرفته شود ، امكان ايجاد اتصال كوتاه بين آنها بوجود خواهد آمد واز نظر مكانيكي فاصله بينسيمها بايد طوري باشد كه در اثر وزش باد و يخبندان روي سيم ، فاصله كمتر از حد مجاز نگردد. به طور كلي فاصلهبين سيمها تابعي از طول اسپان و فلش و ولتاژ شبكه خواهد بود.

2-9-فاصله هادي تا سطح زمين(كليرانس):

فاصله سيم تا زمين در رژيم تابستان در حداقل خود مي باشد و حداقل فاصله سيم تا زمين با ولتاژ خط رابطهمستقيم داشته و بر طبق قوانين حفاظتي و ايمني تعيين ميگردد. از رابطه تجربي زير حداقل فاصله هاديها تا زمين و درخطوط انتقال انرژي برحسب ولتاژ خط بدست مي آيد :

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

h = فاصله سيم تا سطح زمين بر حسب متر u = ولتاژ نامي خط برحسب كيلوولت بنابراين حداقل فاصله هاديها تا سطح زمين براي خطوط 20 كيلوولت حدود 4.5 متر مي باشد.

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

$h \geq 6 - 0.6$

$h \geq 5.4\ m$

البته در مورد خطوط توزيع 20 كيلوولت هوايي كه در داخل شهرها و روستاها يا در امتداد جاده ها نصب ميگردند بهلحاظ تقاطع هاي زياد و عبور و مرور و احتمال نصب شبكه فشار ضعيف زير خط و مسائل ايمني ، عموماً در سرتاسرخط حداقل كليرانس را بين 6 تا 9 متر انتخاب مي كنند.

در مورد تقاطع خطوط فشار قوي هميشه خط با ولتاژ بالاتر از روي خط با ولتاژ پائين تر عبور مي نمايد كه حداقلفاصله خطوط 63 كيلوولت از خطوط 20 كيلوولت حدود 2 تا 5.2 متر مي باشد. همچنين وقتيكه خط فشار ضعيف(380 ولت) زير خط 20 كيلوولت كشيده مي شود. حداقل فاصله شبكه فشار ضعيف تا 20 كيلوولت بايستي 5.1 متر باشد كه اين فاصله باتوجه به اسپان پايه هاي فشار قوي وطول پايه فشار ضعيف واسطه تعيين ميگردد.

3-نگاهدارنده هاي خطوط (Line supports):

براي حمل سيمهاي هوايي از پايه هاي نگاهدارنده استفاده مي گردد. آنچه كه از نگاهدارنده هاي خطوط يا پايهانتظار مي رود از قرار زير مي باشد :

١- بايستي از نظر مكانيكي قوي بوده و داراي ضريب اطمينان حداقل 2/5 باشد.

۲- بايستي بدون كم شدن مقاومت آنها ، از نظر وزن سبك باشند.

۳- ارزان باشند.

٤- داراي عمر طولاني باشند (با دوام باشند)

٥- از نظر نصب يا مونتاژ تجهيزات خطوط و دسترسي به آنها آسان باشد

٦- داراي شكل ظاهري خوبي باشند.

بطوركلي نگاهدارنده هاي خطوط هوايي به دو دسته پايه ها يا تيرها (Poles) دكلها يا برجها (Towers) تقسيم ميشوند.

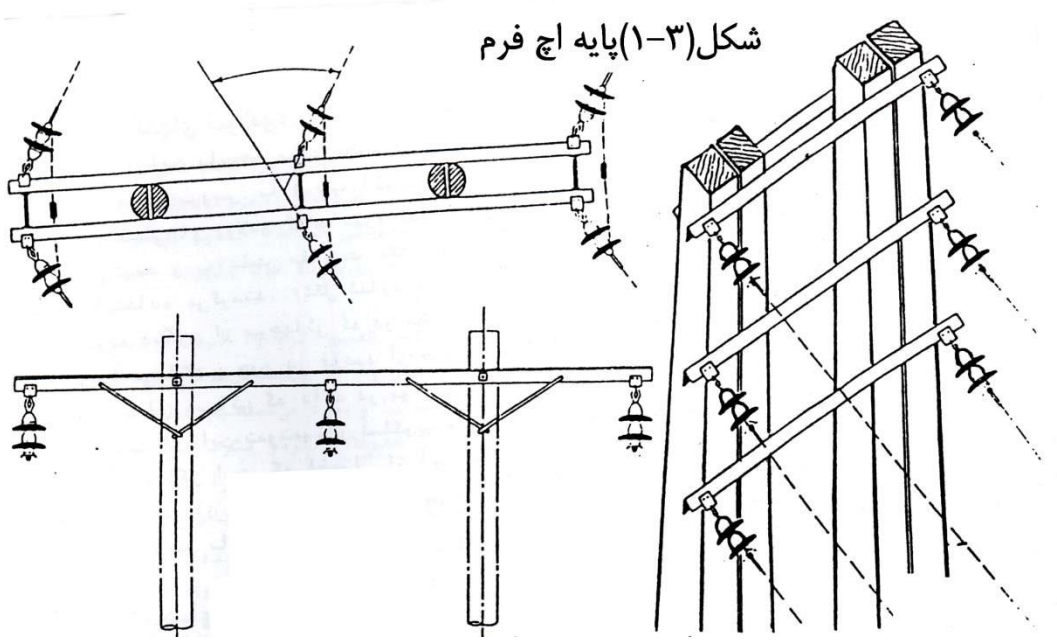
۳- 1-پايه ها

پايه ها به سه دسته چوبي ، فولادي و بتني تقسيم مي شوند.

3-1-1-پايه هاي چوبي

پايه هاي چوبي بطور وسيع در سيستم توزيع برق و حتي خطوط انتقال (در استان خوزستان) و خطوط راه آهن برقي و تلفن استفاده مي شوند. در شبكه هاي فشار ضعيف و بيست كيلوولت بطور تكي و در شبكه هاي انتقال بصورت H اچ فريم (دوتايي) بكار مي روند و اگر به استحكام و مقاومت بيشتري نياز باشد از بازوها با بريس هايي كه به شكل X مي باشد بعنوان پشت بند با آنها استفاده مي شود. همچنين در شبكه هاي بيست كيلو ولت درصورتيكه بدليل درههاي عريض و طويل

اسپان بلندي انتخاب شده باشد پايه هاي چوبي را در دو طرف اسپان مربوط به شكل H اچ بكارمي برند و معمولاً تيرهاي هر دو طرف را انتهايي (دداند) مي نامند. (شكل شماره3-1)



شكل(۳-۱)پايه اچ فرم

پايه هاي چوبي داراي سه مزيت اساسي مي باشند :

الف) پايه هاي چوبي عايق طبيعي خوبي هستند

ب) در مناطقي كه چوب فراوان مي باشد ارزانترتمام مي شوند

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

3-1-1-1-ساخت پايه هاي چوبي:

انتخاب نوع چوب جهت ساخت پايه هاي چوبي بستگي به محل و موقعيت جغرافيائي و نـوع درختـان موجـود درمنطقه دارد.

عمدتاً اين پايه ها بايستي راست و قوي و مخروطي شكل و بدون گره باشند. سه نوع چـوبي كـه در كشـورهاي جهـانمتداول است و در ايران همه نيز استفاده مي گردد عبارتند از :

الف)درخت سرو آزاد :

از بادوام ترين پايه ها مي باشد و با اينكه پر از گره هاي كوچـك اسـت لـيكن سـبك و محكـم و نسـبتاً راسـت ومخروطي شكل مي باشد.

ب)درخت شاه بلوط :

چوبي است محكم و با دوام و داراي گره هائي كمتر از سرو بوده ليكن كج و ناصاف مي باشد . چوبهاي سرو و شاه بلوط بخاطر دير پوسيدن آن مورد استفاده قرار مي گيرند.

ج)درخت كاج :

درخت كاج معمولاً به رنگ زرد و مخروطي شكل است و بخاطر ظاهر خوب و استقامت كافي كـه دارد در شـبكه هـابيشتر از ساير درختان استفاده مي گردد. وجود دائمي رطوبت هوا و مواد شيميائي خورنده در زمين باعث مي شود كه قارچ هائي بصورت كپك زدگي در داخل تيرها بوجود آيد و به مـرور زمان تير را خورده و فرسوده و مي پوشانند و بـرايجلوگيري از فاسد شدن تير بخصوص در قسمت هاي پائين آن كه در زمين قرار مي گيـرد بايسـتي بوسـيله يـك مـادهمحافظت كننده بصورت اشباع در آينـد . بـراي اشـباع آنهـا بيشتـر از روغـن قطـران و يـا پنتاكلروفنـل (Pentachlorophenol) استفـاده مي كنند كه بطور متوسط عمر پايه هاي چوبي را دو برابر مي كنند.

3-1-1-2-عمليات اشباع پايه هاي چوبي:

روغن قطران بايد خالص باشد يعني از قطران خالص زغال سنگ بدست آمده نه قطراني كه در حرارت كم استخراج شده باشد و آب موجود در روغن نبايد از 1% حجم آن بيشتر باشد.

بعد از انتخاب درختان از نظر ارتفاع. شاخه زني و جدا نمودن پوست و انجام برش رأس تير جهـت خشـك كـردن پايـهابتدا تير را داخل يك ظرف استوانه اي فلزي سربسته در معرض فشارهواي خشك و گرم قرار داده و سپس فشـار را تـامدت 15 دقيقه 2 تا 4 كيلوگرم برسانتيمتر بالا مي برند.

سپس روغن قطران با حرارتي كه در حدود 90 تا 100 درجه سانتيگراد مي باشد را با فشار تلمبه به داخل استوانه واردمي كنند و فشار داخل استوانه را در مدت تلمبه زدن در موقوع لزوم 8 الي 12 كيلوگرم بر هرسانتيمتر افزايش ميدهند. اين عمل بدين دليل انجام مي گيردكه روغن قطران در تمام خلل و فرج هاي چوب نفوذ كند. فشار اضافينهائي تا زماني كه مقدار لازم روغن جذب چوب نشده است حفظ مي شود (حداقل نيم ساعت) ضمناً اين روغنبايستي لااقل تا قسمتي از قشر روي چوب را پر كند تا در محيط مجاور از هرگونه فسادي مصون بماند.

3-1-1-3-دسته بندي پايه چوبي :

همانطور كه در جدول پايه هاي چوبي نشان داده شده ، پايه هاي چوبي را بر حسب حداقل محيط يا قطر در30 سانتي متري از رأس تير و حداقل محيط يا قطر در 180 سانتيمتري از انتهاي تير به چند كلاس طبقه تقسيم مي كنندبراي اينكه تيري دريك كلاس قرار گيرد بايستي حتماً هر دو شرط را توأماً داشته باشند . بطور كلي كلاسهاي 1 و 2 را تيرچوبي سنگين و كلاسهاي 3 و 4 را تير چوبي نيمه سنگين و كلاس هاي 5 و 6 و 7 را تير چوبي سبك مينامند. ضمناً كلاس يك را سنگين ترين و كلاس هفت سبك ترين يا لاغرترين تير چوبي مي نامند.

جدول شماره 1 : مشخصات تيرهاي چوبي 9 و 12 متري

كلاس تير	1	2	3	4	5	6	7

ح داقل مح يط س ر تي ر (برحس ب سانتيمتر)	68	63	58	53	48	43	28
حـداقل قطـر سـر تيـر (برحسـب سانتيمتر)	22	20	19	17	15	14	12
نيـروي مقاومـت نهـائي (كيلـوگرم نيرو)	2000	1700	1350	1100	900	700	550
نيروي مجاز وارد بـه قيـر (كيلـوگرمنيرو)	800	680	540	440	260	280	200
ضريب اطمينان	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5
حـــداقل محـــيط تيـــر در 183 سانتيمتري ازته بهره برداري تيرهاي 9 متري	90	85	81	73/5	70	62	5.58
حـــداقل محـــيط تيـــر در 183 سانتيمتري ازته بهره برداري تيرهاي 12 متري (cm)	101/5	95	91/5	82/5	77/5	71	65

وزن تقريب ي ب راي تيره اي 9 مت ري (كيلوگرم)	600	531	400	290	240	191	160

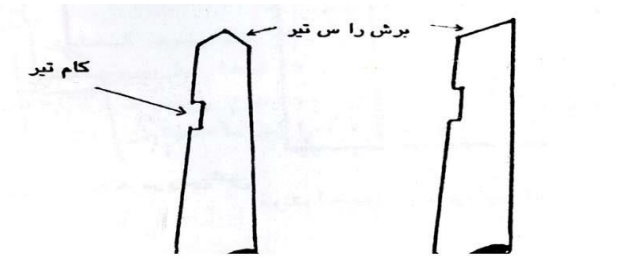
3-1-1-4-گامهاي پايه هاي چوبي :

محل تراش يا بريدن قسمتي از تير(30 سانتيمتري از رأس تير) بـه منظـور جـا دادن كـراس آرم را گـام تيـر مـيگويند.

اين گام از يك شكاف مقعر به عمق حدود 12 ميليمتر ايجاد كه براي استحكام كراس آرم از بريس كـه از دو تسـمهبطول حدود 70 سانتيمتر مي باشد استفاده مي گردد. (شكل3-2)

3-1-1-5-برش رأس تيرهاي چوبي :

معمولاً سرپايه هاي چوبي را قبل از اشباع برش مي دهند. اين عمل براي جلوگيري از تراكم يخ و بـرف كـه باعـثپوسيدگي رأس پايه مي گردد انجام مي گيرد. اين برش معمولاً به دو صورت انجام پذير مي باشد كه در شكل (3-2) نشان داده شده است.



شكل (۳–۲)گام تير و برش راس تير

3-1-2-پايه هاي فولادي:

در جاهائي كه به قدرت و مقاومت زيادي نياز باشد از پايه هاي فولادي بجاي پايه هاي چوبي استفاده مي شـود. معمولاً پايه هاي فـولادي به دو قسمت لـولـه اي و سـاختماني يا اسكلتي Structural تقسيم مي شوند. نوع لوله اي آن شامل چند قسمت لوله اي شكل با قطرهاي مختلف كه روي يكديگر سـوار مي شوند.

نوع ساختماني (اسكلتي) آن از چندين نبشي فولادي تشكيل شده كه به يكديگر پيچ يا جوش شده اند و نمونه ديگرپايه هاي پرتيك كه از ناوداني ساخته مي شوند مي باشد كه با ارتفاع مورد نظر ساخته و در موارد خاص كه بـه پايـههاي بلندتري مورد نياز باشد مورد استفاده قرار مي گيرد و حتماً بمنظور جلوگيري از زنگ زدگي بايد حتماً رنگ ضد زنگ و رنگ آميزي شود.

مـوارد استعمال اين پايه ها مانند پايه هاي چوبي است ولي در معرض حمله حشراتي مانند موريانه قرار نمي گيرند و عمر آن نسبتاً زياد است البته بايد گالوانيزه باشند. از امتيازات ديگر آن اينست كه مـي تـوان طـول آنـرا بـه هـرميزان كه خواسته شود انتخاب كرد. از پايه هاي لوله اي بيشتر در سيستم روشنائي شهرها به منظور حفظ زيبائي شـهراستفاده مي شود.

لازم به ذكر است كه اخيراً از پايه هاي تلسكوپي مانند پايه هائي كه در خطوط انتقال بكار برده مي شد در شبكه هايتوزيع نيز ساخته و بكار برده مي شود كه بسيار زيبا و مستحكم و در اجراي آن شبكه دومداره هم نيز بكار مي برند.

۳- 3-1پايه هاي بتني:

در اين روزها پايه هاي بتني تقريباً جاي پايه هاي چوبي وفولادي را گرفته است زيرا هم از نظر شكل ظاهري جالبتر و هم با دوامتر مي باشند و اينكه پايه ها سنگين تراند و حمل آنها گرانتر تمام مي شود ولي از نظر مكانيكيبسيار قوي مي باشند و عمر بيشتري دارند و بخصوص درجاهائيكه عمر تيرچوبي به دليل مواد خورنده زمين كم ميباشد از تيرهاي بتني استفاده مي گردد.

3-1-3-1پايه هاي بتني با مقطع چهارگوش :

تيرهاي بتني به دو دسته توپر با مقطع چهارگوش و توخالي با مقطع گرد توخالي و مخروطي شكل تقسيم ميگردند نوع توپر آن از ميل گردهاي بلند و بتن تشكيل شده است و معمولاًبَه شكل چهارگوش كه آنهم به دو نمونهشناخته شده است از : 1- داراي پله هائي در قسمت هاي مادگي تير و 2- درقسمت مادگي تير بشكل لانه زنبوريساخته شده است و اما از نظر ارتفاع و بلندي پايه ها به دو دسته 9 متري جهت شبكه هاي فشار ضعيف و 12 متريبمنظور شبكه هاي فشار متوسط و از نظر تحمل قدرت مكانيكي به كلاسهاي 200 ، 400 ، 600 ، 800 ، 1000 و1200 كيلوگرم نيروئي تقسيم و با ضريب اطمينان 2/5 ساخته مي شود بعنوان نمونه منظور از تير بتني با كلاس 200 كيلوگرمي اينست كه نيروي مجازي كه مي توان بر روي تير در30سانتيمتري از رأس تير (محل اتصال كراس آرم بهتير) وارد نمود 200 كيلوگرم نيرو مي باشد كه 40% نيروي نهائي تير است. (جدول شكل شماره 2)

طول تير M	نيـــــروي كشش kg	نيـــــروي مقاومت نهائي kg	ضـ ريب اطمينان	حجم بتن شن + ماسه m^3	وزن سيمان kg	وزن ميلگرد kg	وزن كلـــي تير kg
9	200	500	2/5	0/3	125	82	800
9	400	1000	2/5	0/45	225	105	1100
9	800	2000	2/5	0/47	200	116	1100
12	200	500	2/5	0/65	275	140	1650
12	800	2000	2/5	0/8	350	250	2050

جدول شماره 2 : مشخصات تيرهاي سيماني 9 و 12 متري

3-1-3-1-1- ساخت پايه هاي بتني چهارگوش :

بطوركلي پايه هاي بتني از دو جزء تشكيل مي شوند. (الف) بتن ب) آرماتور (ميلگردهاي فلزي)

بتن از مخلوط شن و ماسه و سيمان و آب ساخته مي شود كه بايد بهترين تركيب دانه بندي شن و ماسه آن خيلـيپاك باشد عيار سيمان براي پايه هاي بتني 350 كيلوگرم در هر مترمكعب شن و ماسه مي باشد. چنانچه شن وماسه آن خيلي پاك نباشد بايستي كمي بر مقدار سيمان آن افزود.

حجم آب لازم براي هر مترمكعب بتن 180 تا 220 ليتر مي باشد. درمناطق معتدل مقدار كمتر و در مناطقگرمسيري مقدار بيشتري آب استفاده مي شود. بطور تجربي حجم آب را بايستي آنقدر در نظرگرفت كه ملات بتنعسلي گردد. آبي كه براي ساختن بتن استفاده مي شود بايستي فاقد تركيبات رسوبي و نمك باشد در غير اين صورتبتن آن ترك خواهد خورد.

ضمناً بايستي خاك شن ها را خوب شست بخصوص شنهائي را كه از مسيل رودخانه ها گرفته مي شود.

3-1-3-1-2-آرماتوربندي :

اين شامل چهارجزء ميل گرد ، خاموت ، انبرك و اشپيل مي باشد. ميلگرد بر دو نوع عاج دار و ساده مي باشد كهنوع عاج دار آن حالت فنريت بيشتري دارد و درگيري آن با بتن بيشتر مي باشد ميل گردها بايستي كاملاً تميز يعنيفاقد چربي يا زنگ زدگي و گرد وغبار باشد تا بتن را بهتر به خود بگيرند. ضمناً ميل گردها بهتر است حتي الامكانيكپارچه باشند.

حال اسكلت پايه بتني را با ابعاد و طول و قطر تعيين شده را ايجاد نموده و در قالب تير بتني قرارداده و مصالح مورد نظر را از بهترين نوعش در درون قالب ريخته و سپس توسط ويبره بتن داخل قالب را ويبره مي نمائيم تا حبابهايداخل بتن خارج شده و به اصطلاح براي اينكه تير ضعيف و كرمو نشود حتماً بايد ويبره شود و پس از مدتي كه بتنخود را گرفت و بسته شد قالب را باز نموده و حتماً بايد چندين روز در آب شناور باشد تا تيربتني به استحكام وكيفيت لازم خود برسد لازم به ذكر است كه تمامي پايه هاي بتني بايد بر روي آن داراي تاريخ ساخت و معين نمودهكلاس پايه و ارتفاع پايه را بر

روي تير حك نموده و مشخص باشد و لازم است كه پايه هاي بتني پس از يك ماه ازتاريخ ساخت مورداستفاده قرار گيرد. (28 روز پايه بتني بايد در آب شناور باشد).

3-1-3-2-پايه هاي مقطع گرد و توخالي :

اين نوع پايه ها سبكتر و با كيفيت تر از نوع پايه هاي بتني با مقطع چهارگوش مي باشد و كلاسه بندي اين پايه ها هم مانند پايه هاي بتني با مقطع چهارگوش بوده و با ضريب اطمينان 2/5 ساخته مي شود.

3-1-3-2-1ساخت پايه هاي بتني با مقطع گرد توخالي :

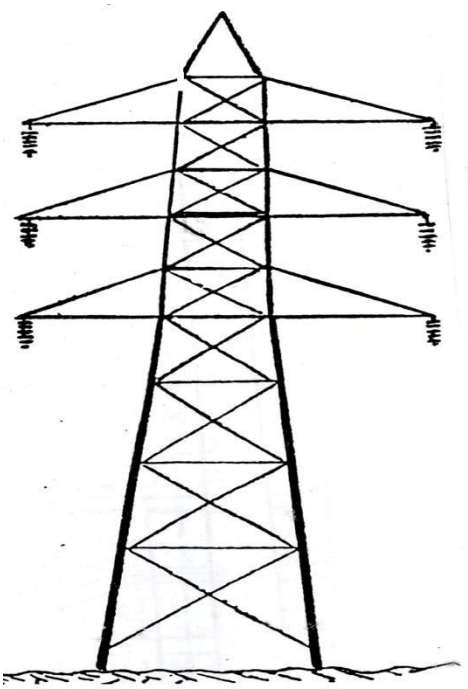
اين نوع پايه هاي توخالي بدين ترتيب ساخته مي شود كه ميل گردهاي مقاوم آرماتوربندي و بتن ار در داخلمحفظه مخروطي شكل با طول مورد نظر مي ريزند و سپس بوسيله يك ماشين مخصوص مناسبي براي مدت 10 تا15 دقيقه آنرا مي چرخانند. اين عمل باعث مي شود كه بتن بوسيله نيروي گريز از مركز بطرف خارج فشرده گردد و درداخل توخالي بشود تيرهاي بتن توخالي سبك تر از نوع توپر مي باشند. تيرهاي بتني تو خالي از نظر تحمل نيرويمكانيكي كلاس پايه ها مانند تيرهاي بتني با مقطع چهارگوش مي باشد كه 40% نيروي نهائي تير نيز مي باشد.

3-1-3-3-پايه هاي منشوري(چند ضلعي)يا تلسكوپي بتني :

از اين نمونه پايه ها بتني هم ساخته شده است كه كاربرد كمتري داردوفقط بعنوان پايه هاي روشنائي در مناطقشهري و در پارك ها يا بلوارها مورد استفاده قرار مي گرفته است. لازم به ذكر است كه اين نوع پايه بتني همانندساير پايه هاي بتني با استفاده از ميلگرد و ساير مصالح ساختماني با كيفيت خوب ساخته و كلاسه بندي مي گردد.

3-2-برجها و دكلهاي فولادي:

اصولاً از اين پايه ها براي خطوط انتقال كه داراي هاديهاي سنگين مي باشند و بايستي دوام سرويس يا ضريباطمينان بالا باشد استفاده مي گردند. اين دكلها از نبشي هاي فولادي گالوانيزه كه از نظر مكانيكي بسيار قوي ميباشند ساخته مي شوند و به علت مقاومت مكانيكي بالائي كه دارند براي اسپانهاي طولاني استفاده مي گردند. (شكل شماره 3-3)



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

نمونه ديگري از برجهائي كه در خطوط انتقال بكار مي رود كه تلسكوپي (منشوري) مي باشد و چون در قاعده آن حجمزيادي را اشغال نمي كند و بخاطرطراحي و نماي زيبائي كه دارد در مواردي كه خطوط انتقال بايد از مناطق شهري عبورنمايد از اين نمونه مورد استفاده قرار مي گيرد.

لازم به ذكراست كه اخيراً از اين نمونه پايه هاي تلسكوپي فولادي با ابعادكوچكتر از نوع پايه هاي تلسكوپي نوع خطوط انتقال درشبكه هاي توزيع فشار متوسط هم ساخته و بكار مي رود.

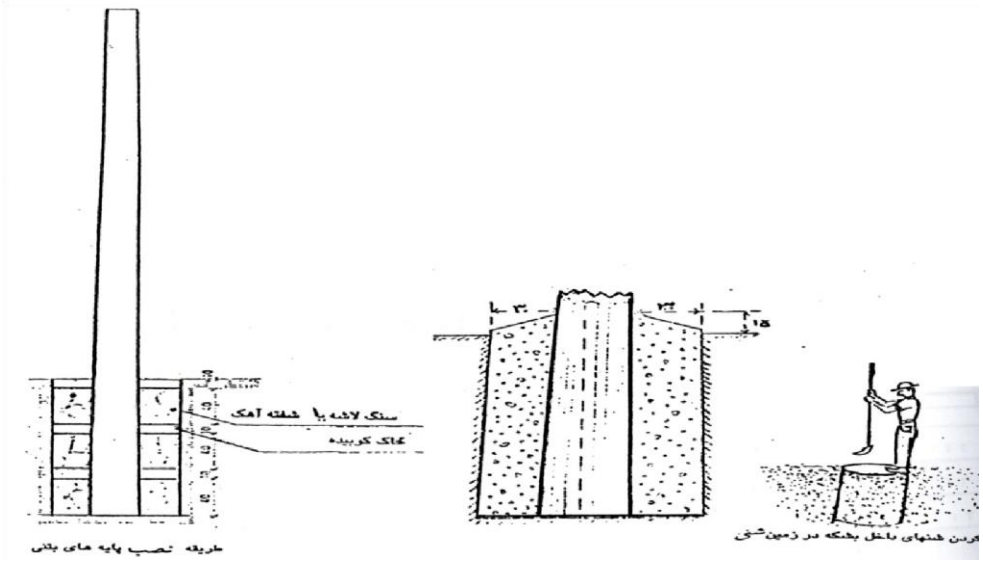
4-چاله هاي تيرهاي برق :

عمق چاله بوسيله طول تير و جنس زمين و مقدار كراس آرمهائي كه بايد بر روي پايه ها نصب شود (چند مدارهبودن) مشخص مي گردد كه از طريق تجربه بصورت زير تأمين مي شود.

بطور كلي عمق چاله تير بايستي به اندازه 0/1 ارتفاع پايه به اضافه 60 سانتي متر باشد

(در زمينهاي سفت معمولي) مثلاً :
عمق چاله براي تير 9 متري 0/1 × 900 + 60 = 150 cm

عمق چاله براي تير 12 متري 0/1× 1200 + 60 = 180 cm



5-كراس آرم يا كنسول و انواع آن :

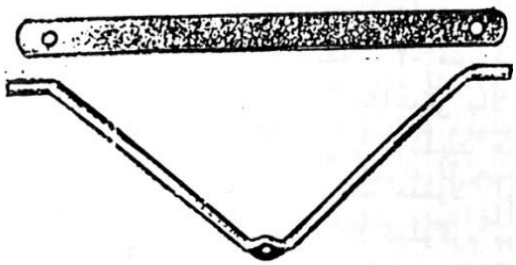
كراس آرم ها جهت نگهداري مقره ها و هاديهاي خط روي پايه ها نصب مـي گردنـد. طـول آن بـه پارامترهـاي زيـاد ازقبيل ولتاژ خط (فاصله بين فازها) ، باد ، يخ و برف بستگي دارد و معمولاً نوع آن هم بستگي بـه شـرايط و موقعيـتهاي گوناگوني كه لازم باشد از نمونه خاص آن مورد بهره برداري قرار گيرد استفاده مي شود.

5-1-كراس آرم صليبي :

الف) كراس آرم چوبي: از خيلي وقت پيش براي خطوط تلفن ، تلگراف وتوزيع برق استفاده گرديده است و عموماً از درخت صنوبر وكاج ساخته مي شود. نوعي كه از چوب درخت صنوبر ساخته مي شود گره هاي كمتر و دوام بيشتر دارد و معمولاً براي دوام بيشترآنرا در روغن قطران ياپنتاكلروفنل بصورت اشباع در مي آورند. اين نوع كراس آرم بايستي از هرچهارقسمت تراشيده وصاف باشد وهر دو كناره هاي فوقاني آن برداشته و بصورت گرده مـاهي درآورده تـا از جمـعشدن آب باران در بالاي آن جلوگيري شود.

ابعاد آن بطول 244 سانتيمتر و ابعاد مقطع آن 11/5×9 سانتيمتر مـي باشـد. در كـراس آرم صـليبي مـي تـوان ازمقره سوزني و يا مقره بشقابي بصورت آويز نصب نمود و علاوه بر آن مي توان بصورت تركيبـي از سـوزني و بشـقابي را تواماً به كار برد.

دركراس آرمهاي چوبي بطول 244 سانتي متر سوراخهائي با فواصل و قطر مناسب جهت نصب ميله مقرها و تسمهحائل بر روي آن تعبيه شده است خاصيت عايقي آن از نظر ايمني بسيار با ارزش و مهم است زيرا اثر ولتاژهاي ضربهاي Flashover Impulse voltage را به حداقل مي رساند و براي سيمان ايمن تر از نوع فلزي خواهد بود. كراس آرمچوبي را ابتدا روي پايه نصب و پس از بستن بازوها به آن و محل نصب بازوها به پايه را مشخص و سوراخ مينمائيد ضمناً مي توان بجاي بريس يكپارچه از دو تسمه به طول 70 cm و عرض3 cm نيز استفاده نمود. (شكلشماره 5-1)



شكل (۵-۱) بريس وتسمه حائل

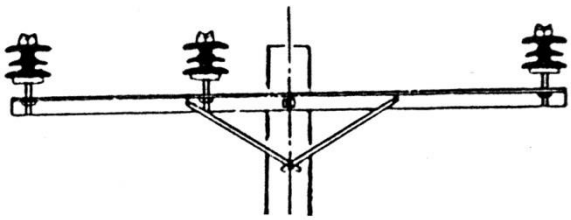
ب) كراس آرم فولادي : به طول 244 سانتي متر

كراس آرم فولادي جهت تيرهاي فولادي ، بتني و چوبي بكار مي رود و از نبشي با بالهاي مساوي ساخته مي شود كه توسط بريس يا بازو به پايه محكم مي گردد.

كراس آرم نبشي بايستي يكپارچه و محكم و گالوانيزه باشد. در شبكه هاي بيست كيلو ولت از كراس آرمهاي نمره 7 و 8 و 10 استفاده مي گردد.

علت اينكه حداقل كراس آرم فلزي كه در شبكه بيست كيلو ولت استفاده مي شود نمره 7 در نظر گرفته شده استاينست كه سوراخهائي كه جهت نصب ميله مقره بر روي آن ايجاد مي شود چنانچه به قطر3 سانتيمتر باشد وفاصلهكناره سوراخ تا لبه از طرفين آن 2 سانتيمتر در نظرگرفته و عرض كراس آرم حداقل 7 سانتيمتر باشد و ضخامت آننبشي حداقل 9 ميليمتر باشد. (شكل5-2)

7cm = فاصله سوراخ تا لبه پائيني: سانت2 + فاصله سوراخ تا لبه فوقاني: سانت 2 + قطر سوراخ: سانت 3 = حداقل نمره كراس آرم

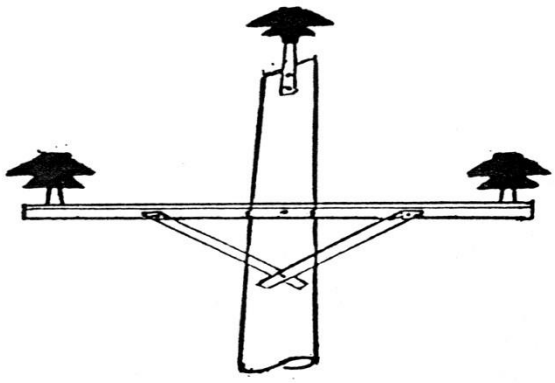


شكل(۵-۲)

ج) كراس آرم فولادي : به طول 150 سانتيمتر

نمونه ديگر كراس آرم صليبي فولادي بصورت نبشي بطول 150 سانتيمتر و ابعاد حداقل 7 سانتيمتر و ضخامت 9 ميليمتر مي باشد كه مي توان بجاي نبشي از ناودانـي هم استفاده نمود مانند سايركراس آرم هاي صليبي بااستفاده از بازوها و بريسهاي لازم را حدود 80 سانتيمتر پائين تر از رأس پايه نصب و فازهاي شبكه بصورت مثلث كهيكي از بهترين

شيوه انتقال شبكه هاي توزيع فشار متوسط مي باشد. بخاطر اثرات يكسان و متقابل ميدان الكتريكي فازها بر روي يكديگر و دارا بودن اندكتانس يكسان مي باشد. (شكل شماره 5-3)



شكل (۵–۳)

د)كراس آرم بتني :

نمونه ديگر كراس آرم صليبي از جنس بتن مي باشد كه ابعاد و اندازه آن حدود ابعاد كراس آرم چوبي را دارد وجهتاستحكام و بالابردن مقاومت مكانيكي لازم درقالب كراس آرم اول اسكلت آن توسط آرماتور بندي لازم صورت گرفتهسپس بتن ريزي با كيفيت لازم صورت مي گيرد كه پس ازمدتي بايد مانند پايه هاي بتني در حوضچه هائي جهت بهاستحكام وكيفيت رسيدن آن به مدت لازم در آب قرار داده شود.

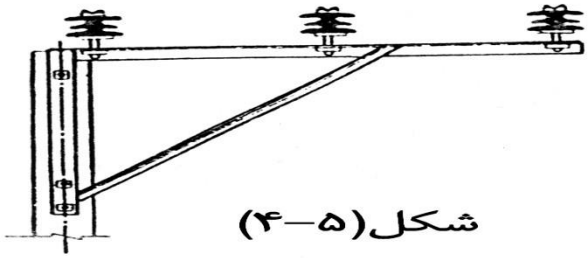
تذكر : كاربرد انواع كراس آرمهاي فولادي

كراس آرم نمره 10 (سانتيمتر) : هر جا خط انتهائي (دداند) مي شود استفاده مي گردد (مخصوصاً هاديهاي بامقطع 70 به بالا)

۱- كراس آرم نمره 8 و 7 (سانتيمتر) : در مسيرهاي راست رو و دوبله وزني با سيمهاي 95 به بالا براي ددانـد درشبكه بيست كيلو ولت تا سيم 50 آلومينيوم / فولاد و آلملك استفاده مي گردد.

٥- 2-كراس آرم ال ارم:

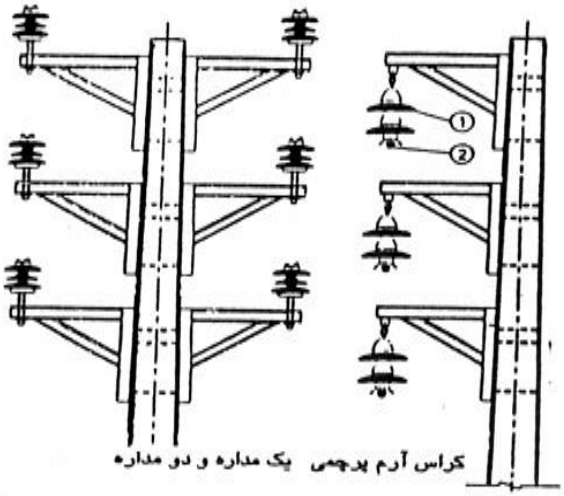
در اصطلاح انگليسي به كنسول (كراس آرم) ال آرم و پرچمي ، ساید آرم گفته مي شود. ساید آرم يعني كراس آرمهائي كه كاملاً در يكطرف تير به طول 244 سانتي متر با نصب يك بازو در زير آن بسته مي شوند. اين كراس آرم ها بيشتر براي رفع موانع بكار مي روند. قابل استفاده در مناطقي كه محدوديت حريم ازيكطرف باشد معمولاً دركوچه ها يا جاهائيكه پايه نزديك ساختمان مي باشد و امكان استفاده از كراس آرم هايمعمولي (تخت يا مثلثي) به دليل نزديك شدن فازها به ساختمان يا موانع ديگر مي باشد از كنسول ال آرم استفاده نمود. (شكل شماره 5-4)



شكل(۵–۴)

۳-۵- كراس آرم پرچمي:

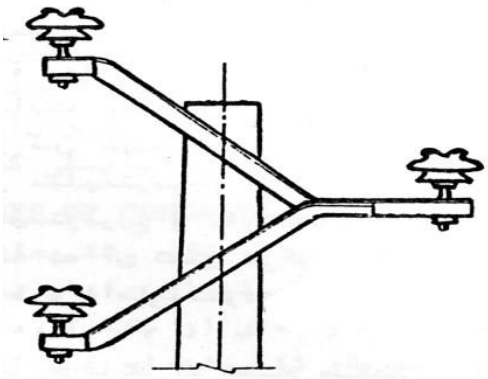
در مناطق و مواقعي كه فضاي جهت نصب كراس آرم هاي معمولي نيست نظير كوچه هاي كم عرض ياجاهائيكه در يكطرف درختكاري شده است مي توان از كنسول هاي نوع پرچمي استفاده نمود. بايد گفت ديگر مزيتكراس آرم پرچمي در مواقع لزوم مي توان با بالابردن كلاس پايه هاي بتني از كلاس 200 به 400 شبكه پرچمي را دومداره هم ايجاد نمود. در اينگونه كراس آرم هم مي توان از مقره هاي سوزني و يا از مقره هاي بشقابي استفادهنمود. (كراس آرم پرچمي شماره 5-5)



شکل (۵–۵)

٤ـ٥- کراس آرم کانادائي (جناقي) :

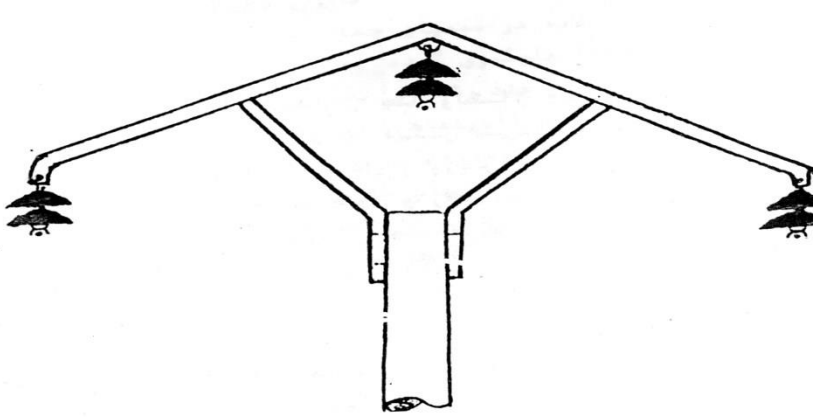
قابل استفاده در مناطقي که محدويت حريم وجود دارد و به دو صورت از مقره هاي سوزني و هم از مقره هاييشقابي قابل استفاده مي باشد يکي از بهترين شيوه شبکه هاي هوائي بخاطر ايجاد حالت مثلث بين 3 فاز وايجاداثرات متقابل ميدانهاي الکتريکي هرفازبر روي يکديگر وايجاد توازن اندکتانس بين فازها. لازم به تذکر است دراينگونه کراس آرم ها بخاطرنزديك بودن فازها نمي توان شبکه را با اسپانهاي طولاني ايجاد نمودوحداکثر اسپان دراينگونهشبکه ها با کراس آرم جناقي 90 متر است. (شکل شماره5-6)



شكل(۵-۶

۵-۵- كراس آرم نافوتي (چتري) :

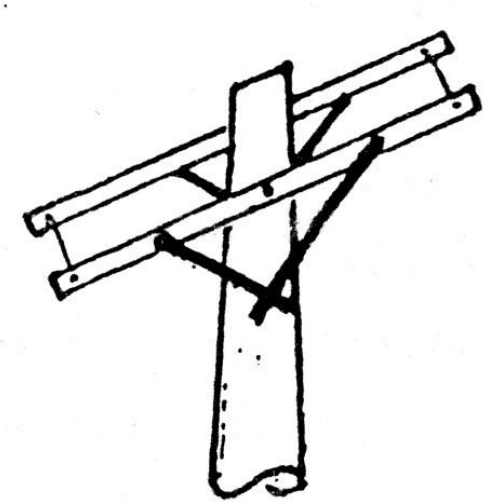
اولين سازنده آن كشور فرانسه بوده ودر اين نوع كراس آرم فقط شبكه را با مقره بشقابي بصورت آويزمـي تـواناحداث نمود ودر مناطقي قابل استفاده مي باشد كه محـدوديت حـريم وجـود نداشـته وبيشـتر بخـاطرطول بـازوي آندرمناطقي كه درآب وهواي آلوده ويا مرطوب باشد بكار مي رود. (شكل شماره5 -7)



شكل(۵–۷)

5-6-كراس آرم نيرو شكن :

در واقع بيشتر همان كراس آرمهاي طبيعي به طول 244 سانتيمتر مـي باشـد كـه بطـور معمـول در پايـه هـايعبوري از يك كراس آرم استفاده مي شود و در موارد و مواقع و مناطقي از شبكه نيـروي وارده بـه كـراس آرم بيشـترازحد معمول است و يا اسكلت استوارتري مورد نياز مي باشد و آنجا كراس آرم دوبله ومتعلقـات مربوطـه اسـتفادهمي شود اين كششهاي اضافي بيشتر در انتهاي خطوط در زوايا و در سرپيچها وزوايا قابل نصب است. كاربرد اين كراس آرم دوبله باعث مي شود كه نيروهاي وارد بين هردوكراس آرم و نيز احياناً بين دو مقـره سوزني و ميلـه مقـره هـايمربوطه و هر دوسيم اصـلي تقسيم گردد و باعث مي شود نيروهاي وارده را تحمل نمايد. (شكل شماره 5-8)



شکل(۵-۸)

5-9-تسمه حائل (بريس) يا بازو :

جهت حفظ تعادل و تنظيم كراس آرم از بريس يا بازو در طرفين كراس آرم و به پايه متصل مي شود كه بريس از نبشي يكپارچه بشكل (v) و يا از دو تسمه بطول 70 سانتي متر و عرض 3 سانتي متر وضخامت 5 ميلي متر استفاده مي شود.

6-هاديهاي خطوط توزيع و انتقال :

بهترين فلزات از نظرهدايت الكتريكي نقره و طلاي سفيد مي باشد كـه بعلـت گرانـي وكميـابي نمـي تـوان از آناستفاده كرد. بنابراين فلزاتي كه بعنوان هاديهاي شبكه بكار مي روند عبارتند از : مس ، آلومينيوم وفولاد كه ممكـناست به تنهائي يا بصورت تركيبي از دو يا چند فلز بكار روند مانند مس ، فولاد و آلومينيوم / فولاد.

مس : **COPPER**

از معمولي ترين هاديهاي خطوط است كه قابليت هدايت بسيار خوبي دارد و از نظر هدايت الكتريكي بعد از نقـرهبه حساب مي آيد و هر چقدر ناخالصي آن بيشتر باشد قابليت هدايت آن كمتر خواهد شد و چون درطبيعت بـه وفـوريافت مي شود ارزانتر ازنقره است. استقامت مكانيكي آن خوب و عوامل جوي بر آن تأثير زيادي ندارد. چـون چگـاليجريان آن زياد مي باشد براي يك جريان نامي معين سطح مقطع آن كوچكتر خواهد بود كه در نتيجه درخطوط هـوائيسطح مقطع آن كوچكتر خواهد بود كه در نتيجه درخطوط هوائي سطح مقطع كمتري در برابر فشار باد خواهـد داشـت.

استقامت كششي آنرا مي توان با افزودن مقدار كمي (حدود 1%) كادميوم بالا برد.

سه نوع سيم مسي وجود دارد :

1- مس سخت يازده شده 2- مس نيمه سخت 3- مس نرم يا دوباره پخته شده

نوع سخت آن مقاومت مكانيكي بالا و نوع نرم قابليت هدايت زياد و نيمه سخت مقاومت مكانيكي و قابليتهدايت نسبتاً خوبي دارد. براي هاديهاي شبكه هاي هوائي فشار ضعيف معمولاً از مس نيمه سخت كه دارايمقاومت مكانيكي در حد گسيختگي حدود 32 كيلوگرم بر ميليمتر مربع مي باشد و يا از مس سخت كه دارايمقاومت 44 كيلوگرم بر ميليمتر مربع و بار مكانيكي مجاز سيم مسي 13/5 كيلوگرم بر ميليمتر مربع مي باشد به آن تنش مي گويند. از مس نرم براي محكم كردن و بستن سيم شبكه بر روي مقره (اصلي نمودن سيم روي مقره) استفاده مي گردد.

هاديهاي مسي بصورت افشان يا مفتولي مي باشد كه سطح مقطع نوع مفتولي آن معمولاً حداكثر 10 ميليمترمربعخواهد بود.

آلومينيوم : **ALUMINIUM**

آلومينيوم فلزي است كه مصارف بسيار زياد و متنوعي در صنايع به ويژه در صنايع فضايي، كشتي سازي، ماشينسازي، حمل و نقل، الكترونيك، لوازم خانگي، بسته بندي و ... دارد. اين فلز به علت خواص ويژه الكتريكي و مكانيكي و بويژه سبك بودن، " فلز قرن " لقب گرفته است.

آلومينيوم در مقايسه با مس، هم داراي نارساييها و هم برتريهاي چندي است،آلومينيوم بسيار سبك تر از مس ميباشد. چگالي آلومينيوم حدود 30% چگالي مس است. سبكي فلز آلومينيوم به ويژه در خطوط هوايي، عامل بسيارمهمي به شمار مي رود، چرا كه افزايش وزن هادي باعث بالا رفتن وزن و قيمت دكل هاي نگهدارنده مي شود.

درضمن از مزاياي آلومينيوم مي توان گفت آلومينيوم فلزي است كه در طبيعت به وفور يافت مي شود . اين فلز8% فلزات سطح زمين را تشكيل مي دهد. با توجه به محدود بودن ذخيره معادن مس و روند رو به كاهش آن،قيمت اين فلز همواره بالا بوده و روندي صعودي را پيموده است. در حالي كه فلز آلومينيوم با توجه به فراواني آن در طبيعت، داراي بهاي كمتري بوده و قيمت آن در سال هاي مختلف، صرف نظر از برخي افزايش ها، ثبات نسبي داشتهاست.

رسانايي آلومينيوم از مس كمتر است و به 61 درصد آن مي رسد، و در يك رسانايي برابر، مقطع يك رسانايآلومينيومي 1/6 برابر مقطع يك رساناي مسي است، اين بدين معنا است كه از مواد عايق، پركننده ها، روكش وغلاف بيشتري مي بايد سود برد. بدين ترتين در مقايسه دو كابل معادل مسي و آلومينيومي با غلاف فلزي، سبكيرساناي آلومينيومي اثر چشمگيري در كاهش كلي وزن كابل نمي گذارد.

فولاد

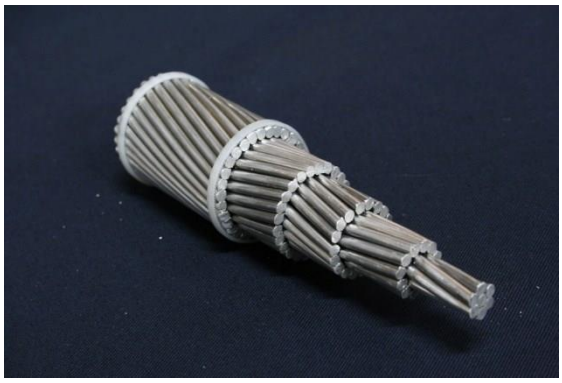
:

فولاد داراي مقاومت مكانيكي زياد و قابليت هاي هدايت كمي (در حدود 10 تا 15 درصد هدايت سيمهاي مسي) مي باشد و با اسپانهاي بلند بكار مي رود. ولي به دليل خواص مغناطيسي آن اندوكتانس مقاومت الكتريكي و افتولتاژش زياد مي باشد.

فولاد با مقاومت مكانيكي در حد گسيختگي 140 تا 180 كيلوگرم برميلي مترمربع بيشتر بعنوان مغز فولاد درسيمهاي آلومينيوم فولاد و بعضي كابلها استفاده ميگردد. بنابراين در شبكه فقط بعنوان سيم گارد بكار مي رود وسيمهاي فولادي كه در هواي آزاد بكار مي روند بايستي گالوانيزه باشند تا زود زنگ نزنند.

CLASSES OF CONDUCTORS : دسته بندي هاديها

هاديها به دو دسته تك رشته هاي (Solid) و چند رشته اي (Stranded) تقسيم مـي گـردد. هـادي تـك رشـته ايداراي يك دسته سيم با مقطع دايره اي شكل مي باشد و هادي چند رشته اي از يك گروه سيم كه به هم تابيده شـدهمشـــتمل مـــي باشـــدوچون ســـيمهاي تـــك رشـــته غيرقابـــل انعطـــاف وشـــكننده مي باشند براي افزايش استحكام مكانيكي سيمها. آنها را بصورت چند رشته اي در مي آورنـد . جهـت چـرخش هرلايـهدرسيمهاي چند رشته اي برخلاف لايه هاي مجاور مي باشد تا از باز شدن رشته ها جلوگيري گردد .



سيمها در هاديهاي چند رشته اي بصورت دوايرمتحدالمركز در اطراف يك هسته مركزي (سيم مركزي) تابيده شده اند.

كمترين تعداد سيم در هاديهاي چند رشته اي 3 عدد فاز مي باشد و شماره هاي بعدي رشته ها بـه ترتيـب 7 و 19 و 37 و 61 و 91 و127 و .... مي باشد. در هاديهايي كه تمامي رشت هاي آن سطح مقطع يكساني دارند.

N = تعداد كل رشته هاي يك هادي $N = 3n^2 + 3n + 1$ تعداد كل رشته ها = n

تعداد لايه هاي يك هادي

ضمناً متـذكر مي گردد كه در ايـن رابطه سيـم مركزي هادي چنـد رشته اي را بعنـوان لايه به حسـاب نمي آوريم.

7.مقره هاي خطوط هوائيLine Insulators

يكي از اجزاء مهم شبكه هاي فشار قوي ، مقره ها مي باشد كه بر حسب ولتاژ مورد استفاده و شرايط محيطـي از نظـرآلودگي و رطوبت ، شكل خاصي به خود مي گيرند. وظايف مقره ها در شبكه ها را مي توان به صورت زير بيان نمود :

1. تحمل وزن هادي هاي خطوط انتقال و توزيع براي نگهداري سيم هاي هوايي روي پايه ها و دكل ها در بدترين شرايط (يعني موقعي كه ضخامت يخ و برف تشكيل شده روي سيم ها در حداكثر مقدار باشد) را داشـته باشـد و اصـولاً بايـدبتوانند بيشترين نيروهاي مكانيكي وارد شده بر ان ها را تحمل كنند.

2. عايق بندي هادي ها و زمين و بين هادي ها با يكديگر به عهـده مقـره اسـت. يعنـي مقـره هـا بايـد از اسـتقامتالكتريكي كافي برخوردار باشند تا بتوانند بين فازهاي شبكه و دكل ها كه متصل به زمـين هسـتند ايزولاسـيون كـافيبراي تحمل ولتاژ فازها را داشته باشند. استقامت الكتريكي آن ها بايد در حدي باشد كهـدر بـدترين شـرايط (يعنـي درحضور رطوبت ، باران ، آلودگي و بروز صاعقه با ولتاژ بالا) دچار شكست كامي الكتريكي نشوند.

بنابراين مقره ها بايد داراي خصوصيات زير باشند :

١. استقامت الكتريكي بالا.

٢. استقامت مكانيكي بالا.

٣. عاري از ناخالصي و حفره هاي داخلي.

٤. استقامت در برابر تغييرات درجه حرارت و عدم تغيير شكل در اثر تغيير دما (با توجه به ضريب انبساط حرارتي كهبايستي كم باشد).

٥. ضريب اطمينان بالا.

٦. ضريب تلفات عايقي كم.

٧. در برابر نفوذ آب و آلودگي ها مقاوم باشد.

جنس مقره ها

جنس مقره ها معمولاً از چيني يا شيشه است. مقره هاي چيني از سه ماده مختلف تشكيل شده است :

١. كائولين يا خاك چيني AL2O3-2SIO2-2H2O به مقدار 40 تا 50 درصد.

۲. سيليكات آلومينيوم (فلداسپات) K2O-AL2O3-6SIO2 به مقدار 25 تا 30 درصد.

۳. خاك كوارتز SIO2 به مقدار حداكثر 25 درصد.

اين سه نوع با ترتيب براي بالا بردن استقامت حرارتي ، الكتريكي و مكانيكي به كار مي روند. به عبارت ديگر خواصالكتريكي ، مكانيكي و حرارتي چيني بستگي به درصد فراواني اين سه جزء دارد. هر چه فلداسپات بيشتر باشداستقامت الكتريكي آن زيادتر مي شود و هر چه مقدار كوارتز بيشتر شود ، استقامت مكانيكي آن بيشتر شده و باافزايش كائولين ، استقامت حرارتي آن بيشتر مي شود.

براي تهيه چيني ، مواد فوق را با كمي آب خالص مخلوط مي كنند تا به صورت گل و خمير در آيد. سپس اين گل را در قالب هاي معيني شكل داده و در كوره حرارت مي دهند تا پخته شود و رطوبت آن نيز گرفته شود. البته قبل از قالبگيري ، درصد رطوبت گل را پايين مي آورند و تحت خلاء ان را پرس مي كنند ، پس از ريخته شدن آن را سرد مي كنند .
ولي سرد كردن آن به طور ناگهاني انجام نمي شود و با ملايم اين كار صورت مي گيرد . تا تركي در آن ايجاد نشود.
پس از اين مرحله يك لايه لعاب شيشه اي بر روي آن مي ريزند تا سطح آن كاملاً خالي از وجود حباب ها و ترك هايمويين گردد. لعاب شيشه اي علاوه بر افزايش استقامت مكانيكي مقره قدرت چسبندگي گرد و غبار و نفوذ گرد و غبار و رطوبت را كاهش مي دهد. همچنين باعث ايجاد يك سطح كاملاً صاف مي شود كه باعث افزايش مقاومت سطحي عايق مي شود. درجه حرارت پختن در كوره نيز در تعيين استقامت الكتريكي و مكانيكي مقره چيني مؤثر است كه هرچه در درجه حرارت بالاتري قرار داده شود ، حبابهاي هوا در آن كمتر به وجود مي آيند و استقامت الكتريكي آن زيادمي شود اما در عوض عايق خيلي ترد و شكننده مي شود شود و هر چه درجه حرارت پختن در كوره كمتر مي شود ،استقامت مكانيكي آن بيشتر مي شود ، ولي حفره هاي بيشتري در آن باقي مي ماند و استقامت الكتريكي آنكاهش مي يابد.

معمولاً درجه حرارت پخت در كوره را بين 1200 تا 1500 درجه نگه م دارند. در نتيجه ، استقامت الكتريكي چيني بين120 (kv/cm) تا 280 (kv/cm) مي باشد. همچنين استقامت مكانيكي چيني در برابر نيروي فشاري 690 (MNt/m2) (در مقاطع بزرگتر 275 (MNt/m2)) و در برابر نيروي كششي 48 (MNt/m2) (در مقاطع بزرگتر 20 (MNt/m2)) و در برابر نيروي خمشي 95 (MNt/m2) مي باشد. از خواص بسيار مهم چيني مي توان آسان شكل گرفتن آن ها واستقامت در برابر مواد شيميايي و تغييرات جوي را نام برد.

شيشه

معمولاً شيشه را در درجه حرارت هي بالا با مخلوطي از مواد مختلف از جمله آهك و پودر كوارتز ذوب مي نمايند وسپس به طور ناگهاني آن را سرد نموده و قالب ريزي مي كنند.

قدرت دي الكتريك چيني سالم در حدود 12 تا 28 كيلو ولت بر سانتي متر مي باشد قدرت تحمل آن درمقابل فشار درحدود 7000 kg بر سانتيمترمربع و در قبال كششkg 500 بر سانتيمتر مربع مي باشد.

مزاياي مقره شيشه اي نسبت به چيني :

۱- درمقابل لب پريدگي و قوس الكتريكي نسبت به چيني مقاومتر است.

۲- تشخيص عيب ، ترك خوردگي و شكستگي در مقره شيشه اي آسانتر از مقره چيني بوده و عيب را از روي زمين مي توان مشاهده كرد.

۳- استقامت عايقي شيشه بيشتر از چيني و در حدود kv/cm 140 مي باشد.

٤- ضريب انبساط حرارتي مقره شيشه اي كوچكتر بوده و در نتيجه تغيير شكل نسبي آن در اثر تغيير درجه حرارتحداقل است.

٥- بخاطر سطح لغزندگي و صافي آن گرد و غبار وآلودگي كمتر بر روي مقره شيشه اي نشسته و رسوب مي كند وبراحتي تميز ميگردد.

٦- تحت فشار مقاومتر از چيني بوده و در مقابل كشش استقامت معادل چيني را دارد.

٧- تنها عيب مقره شيشه اي اينست كه در اثر ضربه لبه هاي آن كاملاً خرد شده و در عين اينكه يك حسن در مقابلعيب يابي است عيب بزرگ آن اينست كه بطور فوق العاده از قدرت عايقي آن زنجيره مقره كاسته شده و ضايعاتيرا در بردارد.كاربرد مقره هاي شيشه اي بيشتردر خطوط انتقال بكار مي رود و بخاطر قدرت دي الكتريك زياد آن چونبيشتر در معرض صاعقه قرار مي گيرد و همچنين بخاطر نفوذ ناپذيري در مقابل رطوبت در آب و هواي مرطوب همبكار مي رود.

شكست الكتريكي در مقره ها

دو نوع شكست در مقره ها ممكن است رخ دهد :

١.سوراخ شدن مقره (شكست الكتريكي داخل بدنه مقره) :

اين شكست بستگي به جنس مقره ، ضخامت بدنه مقره و ناخالصي هاي آن دارد كه غالباً اتفاق نمـي افتـد ؛ مگـر درهنگام صاعقه هاي بسيار خطرناك و امواج سيار روي خط چين رخ مي دهد. ضخامت بدنـه مقـره را طـوري طراحـي مـيكنند كه براي ولتاژهاي ضربه صاعقه اي و امواج سيار ناشي از سويچينگ سوراخ نشود.

۲.جرقه سطحي مقره :

به علت اينكه سح مقره ها با هوا در ارتباط است و با توجه به اينكه استقامت الكتريكي هوا خيلي كمتـر از مقـره هـااست لذا قبل از سوراخ شدن ، در روي سطح مقره ها جرقه زده مي شود. معمولاً اگر بر روي سطح مقره ها گرد و غبار و رطوبت و آلودگي بنشيند به سطح آن رسانا مي شود و يك جريان نشتي روي سطح مقره بين هادي و پايه فلزي آن بر قرار مي گردد و باعث پايين آمدن ارزش عايقي سطح مقره مي شود. لذا اولاً سطح عـايق هـا را طويـل مـي سـازندتامسير جريان نشتي طولاني تر شود و ارزش عايقي سطحي زياد از دست نرود. ديگر آن كه سسطح عـايق را بـه صـورتچتري مي سازند تا باران از آن ريخته شده و ابعاد مقره نيز بزرگ نشود و بالاخره جاي خشك هم داشـته باشـد . شـيبچترها بايد طوري باشد كه روي سطوح هم پتانسيل يعني عمود بر خطوط ميدان بين هادي و ميله قرار گيرند. زيرا اگـربين دو نقطه اي كه داراي اختلاف پتانسيل باشند ، سطح رساناي ناشي از گرد و غبار تشكيل مي شود ، جريان زيـادتريجاري شده و جرقه سطحي زودتر زده مي شود.

آزمايش مقره هاي خطوط هوايي

به طور كلي سه دسته آزمايش بر روي مقره ها انجام مي گيرد :

۱. Type Test : كه فقط روي سه عدد مقره انجام مي گيرد و صرفاً به خاطر بررسي مشخصات الكتريكي يك مقرهاست كه اساساً بستگي به شكل مقره و جنس و ابعاد آن به طور كلي به طراحي مقره بستگي دارد. اين آزمايش هارا فقط يك بار براي تأييد صحت طراحي مقره ها و مقايسه نتايج حاصل با مقادير تعيين شده توسط استانداردهاانجام مي دهند. به اين آزمايش ها ، آزمايش هاي تخليه يا آزمايش هاي جرقه نيز مي گويند (Flashover Test).

۲. Sample Test (آزمايش هاي نمونه) : اين آزمايش ها بر روي تعدادي از مقره ها كه به صورت كاملاً اتفاقيانتخاب مي شوند ، انجام مي گيرد و به منظور بررسي مشخصات مقره و كيفيت موارد مورد استفاده در آن ها استو در حقيقت معياري براي پذيرش كيفيت مقره هاي توليدي يك توليد كننده است.

۳. Routine Test (آزمايش هاي سري) : اين آزمايش ها بر روي تك تك تمام مقره هاي توليد شده در خط توليدشده در خط انجام مي گيرد و به منظور خارج شدن مقره هايي كه احتمالاً در جريان ساختن آن اشكالي به وجود آمدهمي باشد. بدين طريق مقره هاي كاملاً معيوب از خط توليد خارج مي شوند.

7-1-انواع مقره ها :

۱- مقره هاي سوزني يا ميخي (كه خود نمونه هاي گوناگون ساخته شده است)

۲- مقره هاي اكتائي يا ستوني كه بيشتر در پست ها و خطوط انتقال بكار مي رود.

۳- مقره هاي آويزي معلق

الف) بشقابي ب) مهي (قابلمه اي)

٤- مقره هاي كششي مهار (فشار ضعيف وفشار متوسط)

لازم له توضيح است كه به منظور بالابردن مقاومت عايقي مقره ها به تعداد مقره هاي بشقابي اضافه ميگردد وجهت بالابردن مقاومت مكانيكي مقره هاي بشقابي تعداد زنجيره مقره ها را اضافه مي نمايم.

1-1-7 مقره هاي سوزني : pin in sulator

مقره سوزني همانطوريكه از نامش پيداست روي يك پيچ با پايه فولادي (پين) وصل ميگردد كه مقره را در جايخود مثلاً روي كراس آرم نگه مي دارد و هادي نيز بوسيله يك سيم اصلي روي مقره محكم مي گردد ، مقره هايسوزني ممكن است چيني يا شيشه اي باشند ، مقره هاي شيشه اي يكپارچه بوده ولي نوع چيني آن تا ولتاژ 23 كيلوولت يكپارچه و براي ولتاژهاي بالاتر بسته به مقدار ولتاژ چند تكه ساخته مي شود كه بوسيله سيمان مخصوصي بهيكديگر وصل مي گردند.

مقره ها داراي لايه هاي مختلفي مي باشند كه به شكل زنگ يا ناقوس بوده و به طرف پائين شيب دارند. اين لايه هانه تنها اجازه نمي دهند كه آب باران روي مقره بايستد بلكه يك مسير طولاني تري براي جرقه در هواي خشك ايجادمي كند.

امروزه مقره هاي سوزني تا 88000 ولت نيز ساخته شده است ولي بندرت در خطوط توزيع براي بيش از 44 كيلوولت استفاده مي گردد. زيرا در ولتاژهاي بالا بعلت بزرگ شدن مقره غيراقتصادي خواهند بود. مقره سوزني و پايهاش بايد به اندازه كافي مقاومت مكانيكي داشته باشند تا بتواند انتقال نيروي منتجه ناشي از وزن سيم و مقره كهنيروي عمومي و فشاري بوده و نيروي باد بر سيم و مقره كه نيروهاي عرضي مي باشند را تحمل نمايد.

مقره هاي سوزني كه در شبكه هاي توزيع هوائي مورد استفاده قرار مي گيرد بر دو نوع هستند :

الف) مقره سوزني ساده

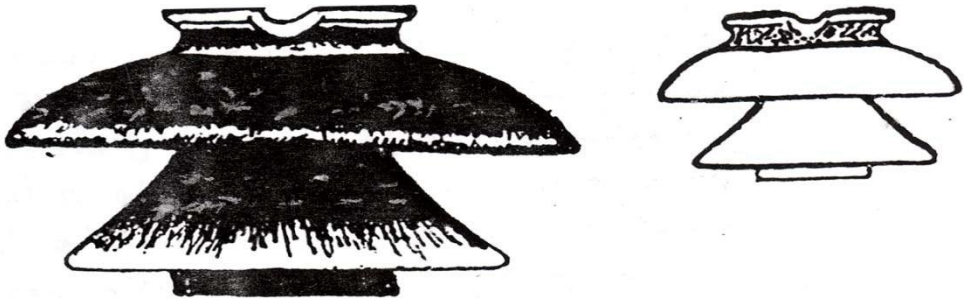
ب) مقره سوزني راديو فريد (Radio Freed) كه به رنگ سياه و داراي خاصيت نيمه هادي مي باشد.

الف) مقره سوزني ساده :

از چيني ساخته شده وروي آنرا لعاب قهوه اي رنگي داده اند. روي سر وكناره ها كم است ودر بعضي از آنها سطح بالائي مقره بدون شيار مي باشد. از اين مقره در مقاطع كم معمولاً تا سيم 70 استفاده مي گردد.

ب) مقره سوزني راديو فريد :

از چيني ساخته شده وروي آنرا لعاب قهوه اي رنگي داده اند. روي سرآنرا تا سطحي پائين تر قشر سياه گرانيت پوشاندهاست كه اين قشر سياه يك امتياز مهم نسبت به مقره ساده دارد. اين قشر گرافيتي ميدان الكتريكي را بطور يكنواخت در سطح مقره توزيع نموده واز تمركز آن در نزديكي محل اتصال هادي به مقره جلوگيري مي نمايد و در نتيجه از خورده شدنسطح مقره جلوگيري مي كند شيار بالاي اين مقره عميق تراست و براي هادي با مقاطع بيشتراز 70 mm^2 استفادهميگردد. (شكل شماره 7 -1 انواع مقره سوزني)



شكل(۷-۱)

طبق استانداردهاي وزارت نيرو مقره سوزني راديو فريد بايستي داراي مشخصات زير باشد

ولتاژ نامي	23	كيلوولت
ولتاژ جرقه درهواي خشك	110	كيلوولت
ولتاژ جرقه در هواي مرطوب	70	كيلوولت
مسافت جرقه الكتريكي در هواي خشك	21	سانيتمتر
فاصله يا طول نشت سطحي	43/2	سانتيمتر
مقاومت نيروي نهائي	1360	كيلوگرم
وزن تقريبي	4/99	كيلوگرم

تذكر : هنگام سيم كشي از كشيدن سيم روي مقره خودداري شود زيرا در اثر تماس سيم با مقره ، لعاب روي آنسائيده شده و ممكن است در اثر فشار ميدان الكتريكي سوراخهاي ريزي در مقره ايجاد گردد كه باعث اتصال زمينشود.

چند تعريف در مورد مشخصات الكتريكي مقره :

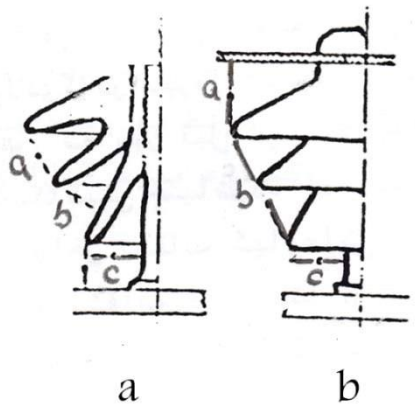
مسافت جرقه الكتريكي در هواي خشك :

كوتاهترين فاصله از هادي تا پايه مقره يعني a + b + c درشكل 15 مسافت جرقه الكتريكي در هواي خشك مي‌باشد و از طرفي مقدار ولتاژ الكتريكي با فركانس نامي خط كه در هواي خشك موجب ايجاد جرقه بين هادي و پايه‌مقره مي گردد را ولتاژ جرقه در هواي خشك مي گويند.

مسافت جرقه الكتريكي در هواي مرطوب :

درصورتيكه سطوح مقره مرطوب باشد ويا گرد و غباري روي آن نشسته باشد اين سطوح هادي شده و مسافتجرقه الكتريكي در هواي مرطوب برابر a + b + c در شكل a 15 مي باشد و از طرفي مقدار ولتاژ الكتريكي با فركانسنامي خط كه در هواي مرطوب و باراني موجب ايجاد جرقه الكتريكي بين هادي و پايه مقره ميگردد را ولتاژ جرقه درهواي مرطوب مي گويند. (شكل شماره 7-2)

مسافت جرقه الکتریکی a) درحالت مرطوب
b) در حالت خشک



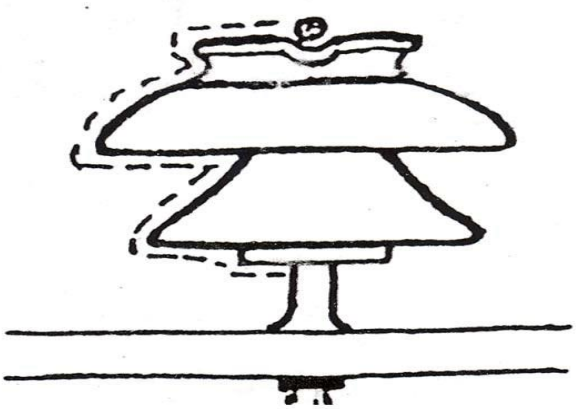
a b

شکل(۷-۲)

مسير نشت سطحي :

مسيرنشت سطحي مقره مسافتي است كه بعنوان مثال در شكل 7- 3 بصورت خط چين نمايش داده شده است.

بعبارت ديگر منحني فصل مشترك عايق و هوا را مسير نشت سطحي مقره مي گويند.



شكل(۷-۳)

كاربرد مقره سوزني راديو فريدي :

اين مقره دقيقاً مانند مقره سوزني ساده ولي با سرگرافيتي كه نيمه هادي بوده و بنام مقره راديو فريدي معرفاست وكاربرد آن در مناطق و جائي كه مي خواهند شبكه فشار متوسط ايجاد نمايند قبلاً در آن مسير و به موازات آن خطوط مخابرات وجود اشته باشد بخاطر اينكه با استفاده از اين نوع مقره سوزني با سرگرافيتي ميدان الكتريكي رابطور يكنواخت در سطح مقره توزيع مي نمايد و ديگر اثرات پارازيت بر روي خطوط مخابرات ايجاد نمي كند از اين نوع مقره استفاده مي شود.

پايه مقره سوزني :

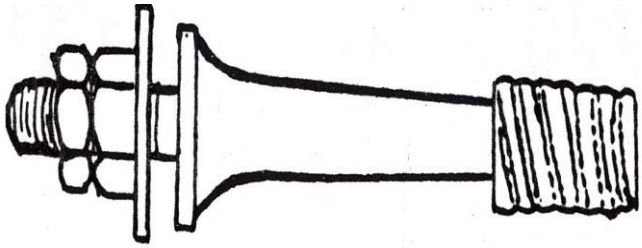
استفاده از پايه مقره باعث مي شود كه مقره بطور قائم روي كراس آرم قرار گيرد. پايه مقره معمولاً يكپارچه و از قولادي گالوانيزه ساخته مي شود و شامل يك مهره و يك واشر تحت فنري ميباشد و قسمت سر(رزوه) آنرا از جنسسرب مي سازند تا از وارد كردن فشارهاي زياد در حديده داخل مقره جلوگيري شود

. پايه مقره به سه دسته تقسمي مي شوند :

1- پايه مقره كوتاه 2- پايه مقره بلند 3- پايه مقره راس تير يا مياني

١- ميله يا پايه مقره كوتاه (مخصوص كراس آرم نبش فولادي)

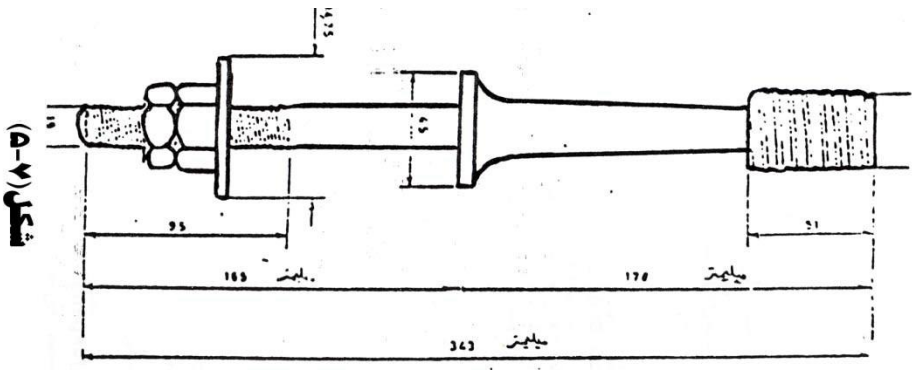
مخصوص كراس آرم فلزي مي باشد اين پايه بوسيله يك مهره و واشر و فنر روي كراس آرم فلزي بسته مي شود. اگر از واشر تخت استفاده شود در اثر نيروهاي وارد ه (باد و يخ و برف) پايه مقره كمي ارتعاش پيداكرده و بدليل ثابت بودنبتدريج مهره را گشاد نموده و باز مي كند. در صورتيكه واشرفنري (اسپرينگ) مي تواند هماهنگ با نوسانات پايه مقرهكمي تغيير نموده و نيرو به مهره وارد نشود. (شكل شماره 7 -4)



شكل(٧-٣)

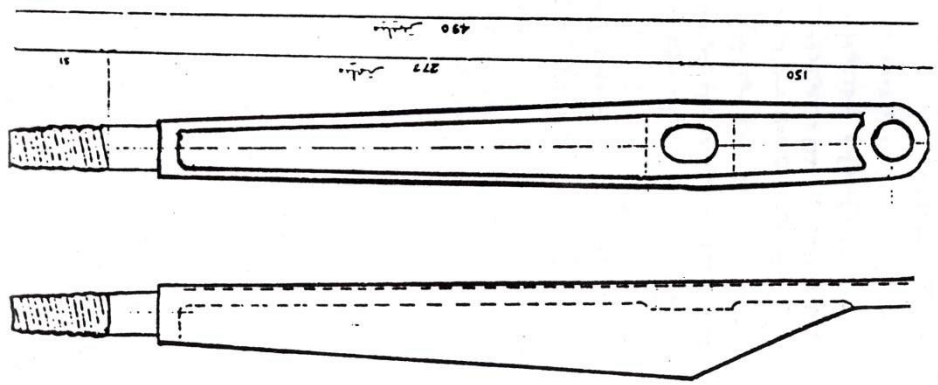
۲- پايه مقره بلند (مخصوص كراس آرم چوبي يا بتني)

بوسيله يك واشر تخت گرد يا مربع و يك مهره روي كراس آرم چوبي بسته مي شود و نبايستي روي كراس آرمفلزي بسته شود زيرا بدليل بلند بودن طول آن تا نقطه اتكاء (زير مقره تاكراس آرم) باعث كج شدن پايه مقره ميگردد. (شكل شماره 7-5)



۳- پايه مقره رأس تير(مياني)

اين پايه مقره داراي دو سوراخ است كه با دو عدد پيچ و مهره در شبكه ها بر سر رأس تير بسته مي شود و به همين دليل به آن پايه مقره رأس تير مي گويند. (شكل شماره 7-6)



شكل(۷-۶)

بايستي اين پايه مقره طوري به سر تير بسته شود كه ته مقره با سرتير فاصله داشته باشد. اگر اين فاصله كم باشددو اشكال پيش مي آيد. يكي اينكه فاصله فاز وسطي تا سرتير كم مي شود و ديگر اينكه درجاهاي برف گير يخ و برف روي مقره و سر تير نشسته و باعث ارت كردن فاز وسط به زمين ميگردد. بنابراين اگر در بعضي موارد پايه مقره رأستير كوتاه بود آن را به يك تكه ناوداني مناسب جوش داده شود.

تذكر 1 : در بعضي مواقع در سر تير دوبله مي شود به دليل نازك بودن سرتير هر دو مقره به هم برخورد مـي كننـد كـهممكن است شكسته شوند. بنابراين بهتر است در اين مواقع بين پايه مقره وتير يك تكه ناوداني و يا چوب مناسب قرار داد و از قراردادن پاره آجريا سنگ خودداري شود.

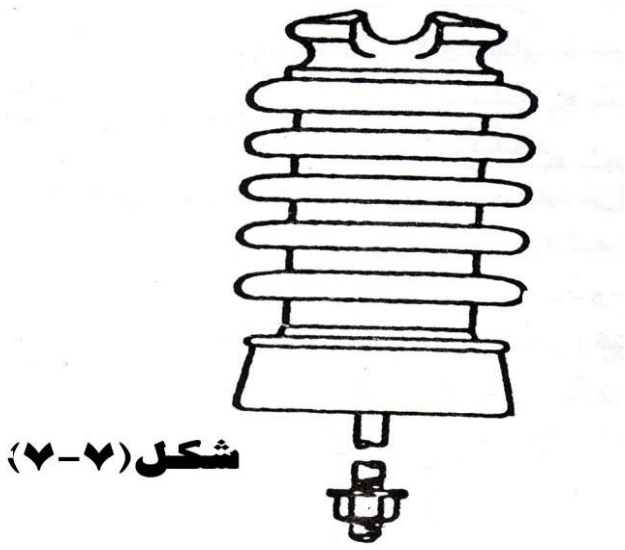
تذكر 2 : از ذوب كردن سرب سر پايه مقره و دوباره ريختن سرب ذوب شده در پايه مقره كـه در درون حديـده و مقـرهقرار گرفته است خودداري كنيد.

7-1-2-مقره اتكايي (يا ستوني) : Post in sulator

نوع ديگر مقره سوزني مقره اتكائي مي باشد كه به شكل استوانه چيني تو پر يا توخالي مانند بوشينگ ترانس) ويا CT و PT ساخته مي شود نوع خالي آن به شكل استوانه ايست كه در يك انتهايش يك حفره دارد كـه قبـل از اينكـهقاعده مقره به كلاهك فلزي چسبانده شود پوشانده مي شود.

مقره هاي توپر را مي توان فقط يك قطر معين و محدودي سـاخت كـه مسـلماً نمـي توانـدجوابگوي نيـروي مكـانيكي والكترودينـاميكي در تمام قسمتهاي تأسيسات باشد. بدين جهت در قسمتهائي از تأسيسات كه نيروي مكانيكي بيشتري را بايد تحمل نمايد از مقره هاي توخالي استفاده نمي شود كه براي بالابردن اختلاف سطح شكست داخلـي آن سـوراخ داخـلمقره را پس از پركردن با گاز خشك ازت مي پوشانند براي ساخت مقره هاي استوانه اي توخالي بزرگ. چند تكـه را بوسـيلهيك سيمان مخصوص به هم وصل مي كنند.

مقره اتكايي بصورت عمودي يا افقي نصب مي گردند (شكل شماره 7-7)



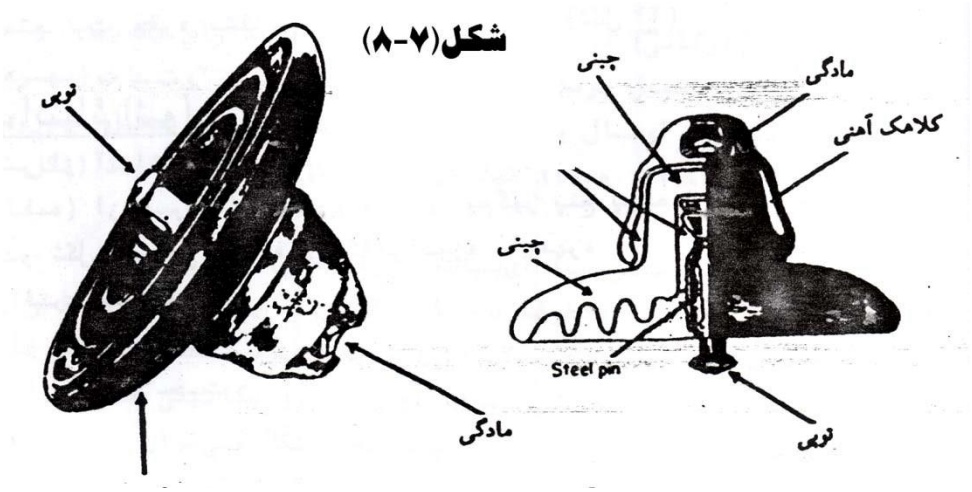
شكل(۷-۷)

نوع افقي آن از چيني يكپارچه وتوپر ساخته شده و براي نگهداري هر فاز توسط يك پين يا پيچ مخصوصي بر روي پايـهبطور افقي نصب ميگردد ودر سر مقره يك كلمپ مخصوص جهت نگهداريهادي خط مي باشد اين نوع مقره در شـبكههوائي نياز به كراس آرم و بريس ندارد و فضاي كمتري را اشغال مي كند نوع عمـودي آن بيشـتر در پسـتهاي فشـارقوي نصب مي گردد كه ممكن است تو پر يا تو خالي باشد.

7-1-3- مقره آويزي (معلق) يا بشقابي

مقره آويزي (بشقابي) چنانچه از نامش پيداست ازكراس آرم آويزان بوده و هادي خـط بـه انتهـاي آن بوسـيله كلمپـيبسته مي شود اين نوع مقره بيشتر در ولتاژهاي بالا استفاده مي شود زيرا مقره سوزني در ايـن ولتاژهـاي بـالا بسـيار گـرانتمام مي شود و بسيار مشكل است كه پايه مقره سوزني بتوانند نيروهاي مكانيكي وارده را تحمل نمايد استفاده از مقره اي آويزي

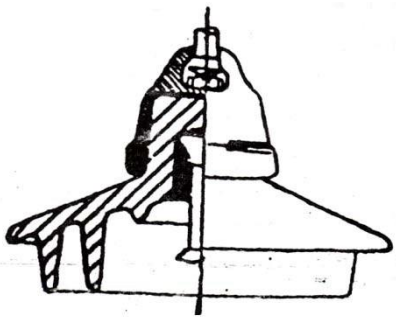
نياز به پايه مقره يا پيش نداشته وامكان ايجاد هرنوع فاصلهاي بين هاديها و پايه (دكل) را بوسيله افزايشتعداد مقره هاي زنجيري بوجود مي آورد. (شكل شماره7 -8)



هرمقره بشقابي از يك صفحه يا ديسك عايق چيني يا شيشه اي تشكيل يافته كه قسمت بالائي آن يك كلاهك چدنيگالوانيزه از چدن مالي بل (كله گاوي يا مادگي مقره) توسط سيمان مخصوصي روي آن اتصال دارد و در قسمت پائينمقره يك پين فولادي گالوانيزه (قسمت نري مقره) در داخل عايق بوسيله سيمان مخصوصي محكم شده است . ته پينقبل از سيمانكاري به يك پولك چوب پنبه اي جهت گرفتن ضربات ميكانيكي چسبانيده شده است. روي بشقاب صيقلي و لعاب داده شده است ولي در داخل بشقاب شيارهائي دارد كه فاصله نشت سطحي را بزرگ مي نمايد. قطر مقره بشقاب از 15 تا 25 سانتي متر يا بيشتر تغيير مي كند مقره بشقابي از نظرتحمل نيروي مكانيكي به دو دسته 7000 و 12000 كيلوگرم نيروئي تقسيم ميگردد.

7-1-4-مقره مهي (يا قابلمه اي)

نمونه ديگر از مقره آويزي است كه داراي طول سطح عايق بيشتري نسبت به مقره (بشقابي) دار و به همين دليلداراي قدرت عايقي بيشتر نسبت به اين نوع مقره مـ ي باشد وكاربرد آن بيشتردر مناطق با آب و هواي آلوده ومرطوب بكار مي رود. (شكل شماره7-9)



شكل(۷-۹)

7-1-5- مقره چرخي Spool Type Tnsulator :

مقره چرخي از چيني كه روي آن لعاب قهوه اي يا سفيد داد شده و يا از شيشه سفيد يا سبز رنگ ساخته مي شود. در وسط داراي سوراخي است كه در تمام طول مقره وجود دارد توسط يك پين در يك بست D شكل يا اتريه قرار ميگيرد و اتريه توسط يك پيچ و مهره روي تير نصب مي گردد. اين مقره براي خطوط توزيع فشار ضعيف استفاده ميگردد و داراي دو اندازه مي باشد. اين مقره ممكن است يك شياره يا دو شياره باشد كه نوع دو شياره آن باعث مي شودكه بتوان براحتي از آن انشعاب گرفت بدون اينكه با سيم ديگر ارتباطي پيدا كند. سطح بالائي آن صاف و مانع ازجمع شده آب باران يا برف روي آن ميگردد و سطح پائين آن با يك رنگ سفيد دايره اي شكل مشخص گرديدهاست. (شكل شماره7-10)

شكل(۷-۱۰)

مشخصات مقره چرخي S - 80 و S -115 در شياره مطابق با استاندارد وزارت نيرو :

ولتاژ قوس سطحي در هواي خشك	24	كيلوولت
ولتاژ قوس سطحي درهواي مرطوب	12	كيلوولت
مقاومت كششي S - 80	1350	كيلوگرم
وزن تقريبي S – 80	0/55	كيلوگرم
نيروي كشش مقره S -115	2000	كيلوگرم نيرو
وزن تقريبي S – 115	1/5	كيلوگرم

تذكر: منظور از مقره چرخي S – 80 يا S – 115 اينست كه قطر و ارتفاع مقره 80 يا 115 ميلي متر باشد. 7-1-6- مقره هاي كامپوزيتي

يك بحث كليدي درايجاد سيستم انتقال مطمئن انتخاب مناسب مقرههاي ولتاژ بالا مي باشد. در حقيقت، بيش از نيمي از دلايل قطعي برق ناگهاني سيستم انتقال مربوط به معايب مقرهها است. امروزه عمدهء مقره هاي به كاررفته در خطوط انتقال نيرو، از پرسلان و شيشه ساخته مي شوند، اين دو نوع مقره ويژگيهاي مناسبي دارند و به طورگسترده در دنيا مورد استفاده قرار ميگيرند، اما مشكلات اين مقرهها مانند وزن زياد، مقاومت كم به ضربه و افتپايداري ولتاژي در اثر وجود آلودگي، باعث توجه به مقرههاي كامپوزيتي شده است. در دو دههء اخير، مقره هايكامپوزيتي غير سراميكي در تعدادي از كشورها مورد استفاده قرار گرفته است، ولي علي رغم رشد خيلي سريعشناسايي پتانسيل فواید مقره هاي كامپوزيتي، كاربرد آنها در بسياري مناطق جهان گسترش نيافته و مطالعاتهمچنان ادامه دارد. به طور كلي كاربرد مقره ها در محيطهاي آلوده و مرطوب، اولين بار صنايع ساخت مقره را بهسمت گسترش مقرههاي كامپوزيتي سوق داد. اما از طرف ديگر صنايع مصرف كننده به چندين دليل روند استفاده از مقرههاي كامپوزيتي را آهسته جلو مي برند، يكي اينكه اين صنايع انتظار دارند مقرههاي ولتاژ بالا، داراي طول عمربيش از 50 سال باشند و از طرفي عمر مقرهها، يك امر بحراني است.

مورد ديگر اينكه اكثر صنايع در حذف يك خط انتقال براي تعمير و يا معاينهء مقره ها محدوديت دارند، بنابراينداليل روند كند استفاده از مقرههاي كامپوزيتي مشخص مي شود، در حالي كه مقرههاي پرسلاني در بساري موارد كارآيي خوبي دارند. البته محاسن مقرههاي كامپوزيتي _ وزن كم، نصب راحت، هزينهء كمتر نصب و ... - نعدادي از صنايع ومهندسين را در زمينهء تحقيق و استفاده از مقرههاي كامپوزيتي تشويق كرده است.

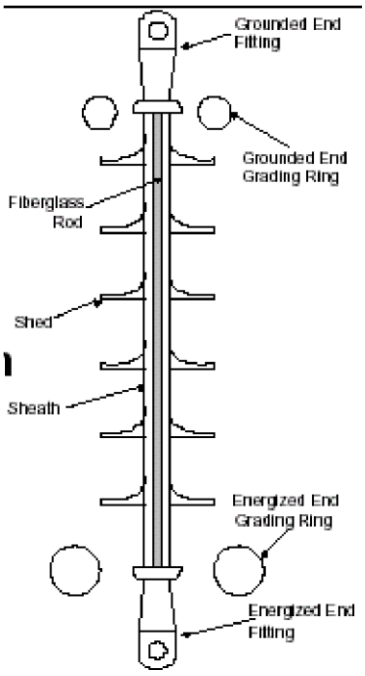
از طرفي گسترش استانداردهاي تست الكتريكي و مكانيكي مقره هاي كامپوزيتي در گسترش اين نوع مقره ها ضروریاست

اجزاي اصلي مقره هاي كامپوزيتي :

مقرهء كامپوزتي از يك هسته، بستهاي انتهايي و يك رابر محافظ خارجي تشكيل شده است، هسته، يك ميلهء فايبرگلاس تقويت شدهء پلاستيكي است تا خواص مكانيكي مناسب در مقابل نيروهاي كششي بهبود يابد. بستهايانتهايي نيز كشش را از سيمها به پايه) منتقل كرده و از استيل فورج شده، چدن يا آلياژ

آلومينيوم ساخته مي شوند. خارجي ترين قسمت سيليكون رابر (به عنوان مناسب ترين مادهء شناخته شده) استو خاصيت عايق الكتريكي و مقاومت در مقابل شرايط آب و هوايي مقره را باعث مي شود و از طرفي در مقابل تركخوردن استحكام بالايي دارد و اين ويژگي سبب ميشود تا مقره در حين ساخت يا مراحل ديگر نشكند. به طور جزئي تر، مقره ها گاهي شامل اجزاي ديگري نيز هستند، ولي اين قسمتها جزء بخش هاي اصلي نبوده و در تمام طرحها كاربردندارند

شماتيك ساده اي از يك مقرهء كامپوزيتي



مقره ها در معرض منابع آلودگي مختلفي قرار دارند و به طور عمده آلودگي زماني تأثير منفي بر عملكرد مقره دارد كه مرطوب شود. دو منبع اصلي آلودگي مقره ها، آلودگي ساحلي و آلودگي صنعتي هستند. از لحاظ منطقهء آب وهوايي، باد مي تواند ابزار پروسهء آلودگي باشد، رطوبت بالا، مه و باران نيز از عوامل نامصاعد محيطي براي عملكردمقره ها هستند.

مقره هاي كامپوزيتي از ابتدا به دليل خواص عايقي انتخاب نشدند، بلكه توانايي دفع آب و تشكيل قطرات آبر روي سطح كه همان خاصيت هيدروفوبيسيته است، بارزترين دليل انتخاب اين مواد ميباشد . پرتو دهي ثابتنورUV، سرما، گرما و آلودگيهاي محيطي ميتواند سطح مقرههاي كامپوزيتي را دچار پيرشدگي كند، طوري كه ممكن است در اثر آلودگي، مقرهء كامپوزيتي خاصيت هيدروفوبيسيتهء خود را از دست بدهد.

مقايسه مقره هاي پرسلاني با مقرههاي كامپوزيتي

مقره هاي سراميكي از مواد غير آلي ساخته شده و پير نمي شوند. اين مقره ها بيش از 80 سال تجربه دارند وازقابليت پوشش دهي و شستشو برخوردار هستند، سطح پرسلان خنثي بوده و شكست الكتريكي يك واحد تكي نياز بهحذف

يك زنجيره ندارد، اصلاح و تعمير اين مقره ها راحت تر است، ولي همواره در خطر رشد ترك در قسمت سيماني،شكست الكتريكي در محيط آلوده و خوردگي قسمتهاي فلزي قرار دارند.

مقره هاي كامپوزيتي از مواد آلي ساخته شده و سبك هستند، پير مي شوند، حدود 30 سال تجربه دارند وليطرحهاي جديد كمتر از 10 سال تجربه دارند و متغيرهاي طراحي، انتخاب مواد و تكنيكهاي توليد آنها، زياد است. در ضمن مقره هاي كامپوزيتي مشكل انبارداري و كارآيي كوتاه مدت در هواي آلوده دارند و فقط انواع خاصي از آنها ازلحاظ هيدروفوبيسيته و شكست الكتريكي بهتر از سراميكها هستند، معاينهء اين مقرهها در خط توليد مشكل بوده واستانداردها در اين زمينه كم هستند. . البته محاسن مقره هاي كامپوزيتي _ وزن كم، نصب راحت، هزينهء كمتر نصب و ... - نعدادي از صنايع و مهندسين را در زمينهء تحقيق و استفاده از مقرههاي كامپوزيتي تشويق كرده است. مقايسه مقره هاي پليمري و پرسلاني

نوع	محاسن	معايب	محدوديتها

پليمري	سبك تر. هزينهء نصب كمتر. قاب ل اس تفاده در مح يط آلوده.	• كـ اهش فاصـ لهء Dry Arc حساس يت ب ه جرق ه. زدن بـ ه دليـ ل شكسـ ت الكتريكي كمبود استاندارد. محدوديت تجربيات. • مشكل معاينهء مقره در خط انتقال	• حساسيت به پير شدن • تغيير عملكرد در مقابل آلودگي شكست ترد.

پرسلاني	• سطح خنثي • شكست الكتريكي يك واحد تكي نياز به حذف يك زنجيره ندارد تجربيات زياد گذشته• • اصــ لاح و تعميــ ر راحــ ت واحد هاي تخريب شده • انعطاف پذيري طول (هر واحد)	• سنگين عيوب مخفي بدنه• • مقاومــت كــم در مقابل ضربه	• خوردگي پـين فلزي • رش د ت رك در سيمان شكســـــتهاي • متوالي سريع

اتريه يا جا مقره چرخي :

اتريه با جا مقره چرخي جهت نگهداري مقره چرخي و سيم فشار ضعيف بـر روي تيـر استفاده مـي گـردد و از سـه جـزء تشكيل مي شود.

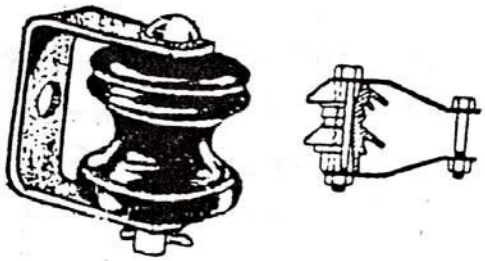
الف) تسمه اتريه كه از جنس فولاد گالوانيزه است كه ضخامت آن 5 ميلي متر و پهناي آن 50 ميلي متر مي باشد.

تسمه به شكل D است كه داراي دو سوراخ يكي در لبه بالائي و ديگري در لبه پائين اتريه مي باشد. بايسـتي سـوراخهادر يك امتداد بوده و حدود 10 ميلي متر از لبه اتريه فاصله داشته باشند. قطر سوراخ پشت اتريه كه بـه تيـر پـيچ مـيشود حدود 17 ميلي متر است و پشت اتريه حدود 2 ميلي متر بصورت گرده ماهي در آمده تـا بهتـر بتوانـد نيروهـا راتحمل نمايد. (شكل شماره 31) دهانه اتريه 86 ميليمتر وطول دو ضلع بالائي و پـائيني آن هـر كـدام 96 ميليمتـراست.

ب) پين كه از جنس فولاد گالوانيزه است و طول آن 115 و قطر آن 16 ميليمتر ميباشد.

ج) اشپيل از جنس برنز(شكل7-11)

شكل(۷-۱۱)



8-راك و انواع آن:

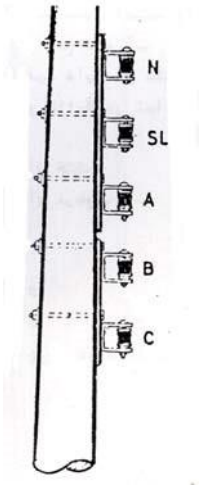
معمولاً در شبكه هاي فشار ضعيف روي پايه هاي چوبي و نيز روي پايه هاي بتني 12 متري كه فشار متوسط (20 كيلوولت) در بالاي آن كشيده شده استفاده ميگردد راكها معمولاً 5 مقره اي.3 مقره اي و 2 مقره اي مي باشند.

راك از تسمه فولادي گالوانيزه 6× 50 ميلي متر ساخته شده است . سوراخهاي روي راك بايستي كشوئي باشند.

فاصله مركز يك سوراخ اتريه روي راك تا سوراخ اتريه بعدي 30 سانتي متر است. دو لبه طرفين تسمه راك به انـدازه15 ميلي متر با زاويه 45 درجه به طرف بيرون خم شده اند.

بهتر است اتريه ها به راك با جوش كامل انجام گيرد. طول راك 5 مقره اي 130 و 3 مقره اي 70 و 2 مقره اي تقريباً 40 سانتي متر است.(شكل شماره 8-1)

شكل(۸-۱)

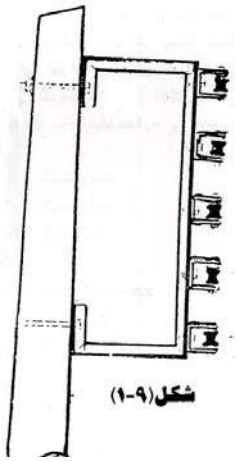


۹- بازوي جلو بر(براكت) :

براي اينكه حريم افقي خطوط فشارضعيف بهم نخورد و فاصله خط تا ساختمان و بالكن منازل حفظ شود از بـازوي جلـوبراستفاده ميگردد. همچنين در طرفين ترانسفورماتور براي ايجاد فضاي كافي جهت اتصال كابلهاي فشـار ضـعيف خروجـي ازتابلو به شبكه و نيز حفظ فضاي كافي نسبت به ترانسفورماتور بهتر استفاده مي گردد.

جلوبر ممکن است 5 یا 3 مقره اي باشد براساس استاندارد وزارت نیرو طول جلوبر 5 مقره اي ، 140 و 3 مقره ایحدود 80 سانتیمتر مي باشد. عرض آن ممکن است 25 یا 55 و یا 80 سانتي باشد که بسته به مکان مورداستفاده قرار مي گیرد. (شکل شماره 9-1)

جلوبر از نبشي 6 ×60 ×60 میلي مترساخته شده وکلیه اتصالات آن بایستي با جوش کامل انجام شده. از جلوبر درانتهاي خطوط و زواياي بیش از 5 درجه نبایستي استفاده گردد. (مگر اینکه این براکت تقویت لازم شده باشد میتوان در انتهاي خطوط بکار برد).



شکل(۹-۱)

۱۰- مهار هاي خطوط توزیع:

چون پايه ها از طرف سيم ها تحت نيروي كششي قرار مي گيرند و بعلت وزن زياد تجهيزات خط ، وزن برف و يخ واثرات باد و فاصله هاي نامساوي بين پايه ها كه ايجاد بارها مكانيكي نامتعادل مي كند و از مهار استفاده مي شودبطوركلي مهار در سه مورد زير بكار مي رود.

الف) در جاهائيكه مي خواهند پايه كراس آرم را از وضعيت نرمال خود در خط خارج نمايند مانند ابتدا و انتهاي خطوط(ددانداها) و زوايا و سرپيچ ها و زوايا و سرپيچ ها.

ب) براي نگهداري پايه در مقابل نيروهاي ناشي از يخ و برف و تگرگ و باد و طوفان

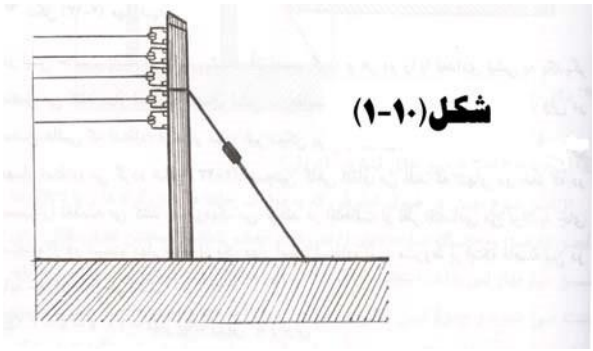
پ) در مكان هائي كه عمق چاله به اندازه استاندارد امكان پذير نباشد و در نتيجه توان پايه را خوب و محكم در زمين قرار داد.

10-1-انواع مهار:

بطور كلي مهارها را به شش دسته به شرح زيرتقسيم مي كنند :

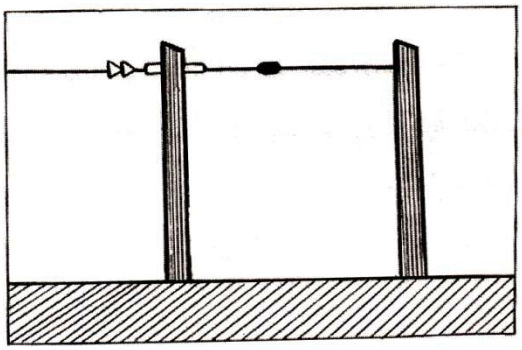
10-1-1- مهار ساده يا معمولي:

از اين نوع مهار در ابتدا و انتها (ددانداها) و زوايا و سرپيچ ها و در سر انشعابهاي خطوط و همچنين در مواقعي كهپايه بر روي تپه نصب ميگردد در جهت عكس شيب تپه استفاده مي شود . در اين حالت پايه توسط سيم فولاديگالوانيزه اي كه از يكطرف به سر پايه و از طرف ديگر به ميله مهار و ميله مهار به صفحه مهار در زمين متصل ميباشد. مهار ميگردد .شكل(10-1)



10-1-2- مهار اسپان :

از اين نوع مهار موقعي استفاده مي شود كه در پشت پايه فضاي كافي باري نصب مهار ساده وجود نداشته باشد. در اينصورت پايه اي كه قرار است مهار شود بوسيله پايه ديگري كه در نقطه مناسبي نصب مي شود مهار ميگردد .بـهعنوان مثال وقتي يك پايه در لب جدول خيابان نصب مي شود و بايستي مهار گردد ، پايه ديگري را در آنطرف خيابـاننصب مي كنيم وتوسط سيم فولادي مهار دو پايه را بيكديگر وصل مي كنيم. براي مهار اسپان نيز مي تـوان از نبشـياستفاده نمود به عنوان مثال وقتيكه پايه اي دركنار خيابان نصب شده و در پشت آن (موازي با جدول خيابان) حداقل 2 متر فضا براي مهاركردن وجود دارد.شكل(10-2)

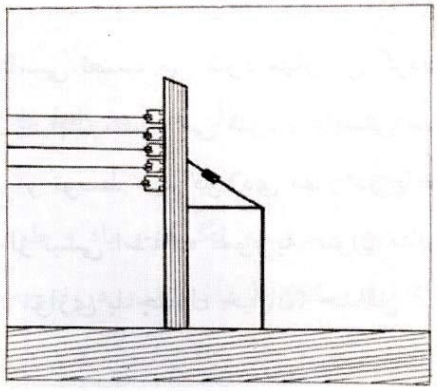


شكل(۱۰-۲)

در اين حالت پايه را در پشت آن نصب كرده و هر دو را با تعدادي نبشي به يكديگر متصل مـي كننـد مهـار اسـپان بـااتصال نبشي در مقايسه با مهار ساده اقتصادي نمي باشد ولي در محل هائي كه استفاده از مهـار سـاده غيـر ممكـنبوده و زيبائي محل نيز نظر است از اين نوع مهار استفاده ميگردد شكل (23-2). همچنين گاهي اتفاق مي افتـد كـهانتهاي دو خط كه دو مسير را تغذيه مي كنند بهم نزديك ميگردنـد در اينحالـت از نظـر اقتصـادي مـي تـوان بـه جـاياستفاده از دو سيستم مهار ساده از يك مهار اسپان استفاده نمود مشروط بر اينكه فاصله بـي ن دو پايـه حـداكثر 35 متر باشد.

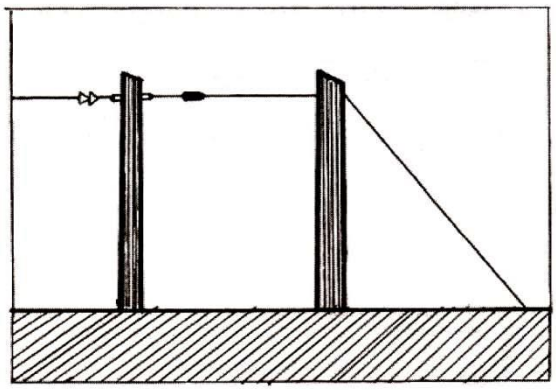
10-1-3-مهار پياده رويي يا زانوئي

از اين نوع مهار دركنار جاده ها ،خيابانها و محل هائيكه امكان نصب مهار سـاده وجـود نـدارد (جاهائيكـه بـيش ازيكي دو متر فضا پشت پايه جهت نصب مهار ساده نمي باشد) استفاده مي شود .شكل(10-3)



شکل(۱۰-۳)

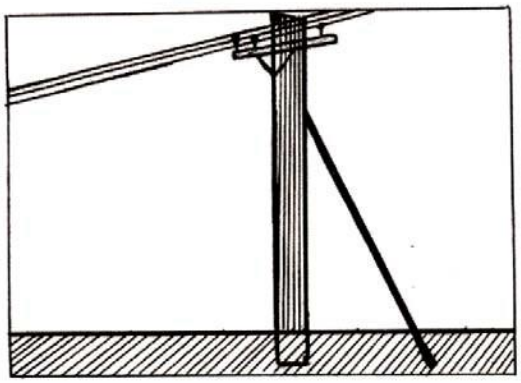
4-1-10 مهار مرکب (ترکیبي از اسپان و ساده) براي استحکام بیشتر مهار مي توان از مهار مرکب استفاده نمود.شکل(10-4)



شکل(۱۰-۴)

5-1-10- مهار حائل فشاري (تودلي)

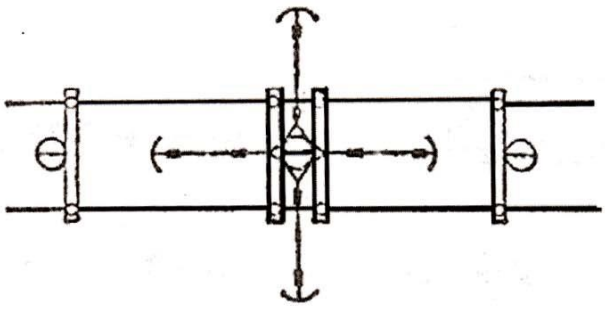
از اين نوع مهار در طول خطوطي كه به موازات جاده ها يا بزرگراه ها و يا باتلاق ها (لجن زارها) و جائيكه صفحهمهار را نمي توان محكم نشاند و همچنين فضاي كافي براي بستن سيم مهار نمي باشد ، استفاده ميگردد. سر اينحائل (مهارچوبي) بوسيله پيچي به پايه بسته مي شود و چون اين حائل نيرويي رو به بالا به پايه وارد مي كند بايستيبه وسيله يك كنده كه به قاعده پايه پيچ مي شود پايه را رو به پايين در جاي خود نگهداشت ،شكل(10-5)



شكل(۱۰-۵)

10-1-6- مهار بادگير:

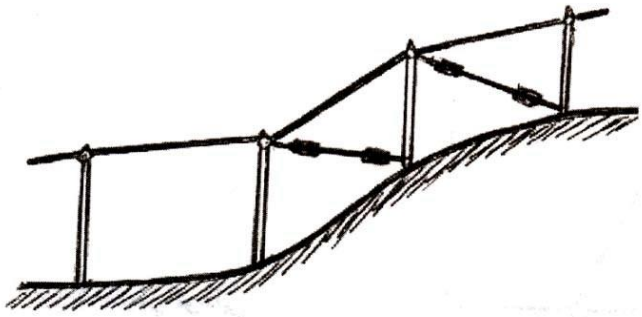
درمناطق بادخيزبه منظور جلوگيري ازخوابيدن خط دراثرباد وطوفان از اين نوع مهار استفاده مي شود. در چنينمناطقي بايستي لااقل هر يك كيلومتر يا هر دداند بوسيله چهار مهار به صورت (+) بسته شوند كه دو تاي آن بناممهارهاي خطي در طول خط و دوتاي ديگر بنام مهارهاي جانبي در پهلوي خط نصب مي گردندشكل(10-6)



شكل(۱۰-۶)

10-1-7- مهار سر:

بعضي اوقات خطوط از روي تپه ها با شيب تند عبور مي كنند كه بايستي براي استحكام بيشتر در مقابل كشش ،خطوط در جهت سراشيبي مهار گردند. معمولاً اين خطوط به وسيله مهار ساده يا مهار سر مهار مي شوند. مهار سربدينصورت است كه سرتيري كه بايستي مهار شود به وسيله سيم مهار بهپاي تير بعدي بسته مي شود بدينوسيله ازكندن چال مهار و ميله و صفحه مهار خودداري ميگردد.شكل(10-7)



شكل(۱۰-۷)

10-2- متعلقات مهارها متعلقات

مهارها به شرح زير است :

10-2-1 ميله مهار

ارتباط بين صفحه مهار و سيم مهارتوسط ميله مهار انجام مي گيرد.۱۸۰۰× ۱٦ ميليمتر (طـول × قطـر) . جـنسميله مهار از فولاد گالوانيزه وطول آن براي پايه هـاي 9 متـري و بـراي پايـه هـاي 12 متـري ۲٤۰ × ۲۰ ميليمترمـيباشد.توضيح اينكه اندازه مجازبراي ميله مهاركه از خاك بيرون باشد حداكثر 35 سانتيمتر است.

10-2-2 صفحه مهار

جهت محكم كردن ميله مهار در داخل زمين از صفحه مهار استفاده مي شود. جنس صفحه مهار از فـولاد گالـوانيـزهبه ابعاد ۰.۸ × ٤۰ × ٤۰ سانتيمترمكعب مـي باشدكـه بصـورت مـورب در چـالـه مهـار قـرار مي گيرد.

تذكر : درصورت موجود نبودن صفحه مهار از كنده مهار استفاده ميگردد. طول كنده مهار براي پايه هاي 9 متـري 100 سانتيمتر و براي پايه هاي 12 متري 150 سانتيمتر و حـداقل قطـر كنـده مهـار 25 سانتيمتر مي باشد.

10-2-3 سيم مهار

سيم مهار از فولاد گالوانيزه ساخته مي شود و داراي 7 رشته بهم تابيده مي باشد و برحسب قطر خارجي اشنامگذاري مي گردد. به عنوان مثال سيم مهار نمره 8 يعني سيم مهاري كه قطر خارجي آن 8 ميليمتر است.

از نظر جنس فولاد به سه دسته به شرح زير تقسيم مي شود :

الف) سيم مهار معمولي ب)

سيم مهار با قدرت زياد

پ) سيم مهار با قدرت فوق العاده زياد

11-انواع پيچ و مهره ها:

پيچ و مهره مورد استفاده در شبكه هاي توزيع هوائي گوناگون و بشرح زير مي باشد :

١- پيچ و مهره يكسر رزوه جهت اتصال كراس آرم به پايه

٢- پيچ و مهره دو سر رزوه جهت اتصال زوج كراس آرم به پايه

٣- پيچ و مهره تمام رزوه جه اتصال طرفين زوج كراس آرم به يكديگر

٤- پيچ و مهره خزينه جهت اتصال تسمه (وبريس) به كراس آرم چوبي

٥- پيچ و مهره 14 ×40 جهت اتصال تسمه (وبريس) به كراس آرم فولادي

٦- پيچ ومهره يكسرچشمي كاربرد متفاوتي مي تواند داشته باشد مثلاً در انتهاي خطوط يا بعنوان پيچ مهار

٧- پيچ خودكار (اسكرو) جهت نصب بازو (بريس) كراس آرم به پايه چوبي

12- كابل خود نگهدار

با رشد بار و افزايش مصرف در شبكه كم كم احتياج به طراحي و بهره برداري بهينه از شبكه هاي توزيع احساس ميشود اين رشد باعث جستجوي روشهاي مدرن در طراحي و بهره برداري از سيستمهاي توزيع گرديد . شبكه هاي توزيعمجبور به كار در راندمان بالاتر با حداقل صرف هزينه شدند. نياز به طراحي و توسعه بهينه شبكه هاي توزيع در اينمرحله احساس مي شود.

با توجه به مشكلات بسيار بوجود آمده بر اثر عواملي مانند :

- رشد پيك بار مصرف
- وجود تلفات در شبكه هاي هوايي
- افزايش تعداد مشتركين در سال
- اصلاح و تغيير بافت قديمي شهرها و تغيير در كاربريها و تراكم ها
- بوجود آمدن بارهاي ضربه اي مانند آسانسورها ، وسايل گرمايشي و سرمايشي متمركز
- عدم پاسخگويي اعتبارات و زمانبر شدن تهيه كالا ، هماهنگي با ارگانهاي زيربط و احداث شبكه ها به روشفعلي بخصوص احداث شبكه زميني

اين موارد باعث شده اند روند رشد و توسعه امكانات و تاسيسات توزيع برق نتواند به همراه روند رشد تقاضايمشتركين پيشرفت كند كارشنا سان را به اين فكر انداخته است كه براي رفع اين مشكل در كوتاه مدت و دراز مدت راهكارهايي را پيش بيني نموده و به اجرا در آورند.

از جمله اين راهكارها در كوتاه مدت با توجه به محدود بودن منابع اقتصادي و زمان ، براي تقويت و افزايشظرفيت انتقال انرژي در شبكه هاي توزيع ، همچنين جداسازي بار ضربه اي از شبكه هاي عمومي استفاده از كابلخودنگهدار در

كنار شبكه هاي موجود و ايجاد شبكه هاي دو داره با استفاده از تاسيسات موجود مـي باشـد. در عـينحاليكه راهكارهاي بلند مدت را طبق طرح جامع الكتريكي انجام شده بايد دنبال كرد .

محلهاي مناسب براي استفاده از كابل خودنگهدار :

١- در مناطق مشجر كه خطرآتش سوزي وجود دارد

٢- مناطقي كه شبكه هاي موجود جوابگوي رشد بار نبوده وامكان تقويت شبكه هاي موجود نمي باشد

٣- مناطقي كه ايجاد بارهاي متمركز در انها باعث وارد شدن ضربه به شبكه شده و نارضايتي مشتركين عمـومي را دربر دارد .

٤- مناطقي كه ايجاد حريم باعث جلوگيري از احداث شبكه براي مشتركين در آن مناطق شده است .

٥- مناطقي كه استفاده هاي غير مجاز از برق در آنها به صورت يك معضل اساسي مطرح مي باشد .

٦- مناطقي كه سرقت سيمهاي مسي شبكه در آنها معضل اساسي مي باشد .

روشهاي اجرايي

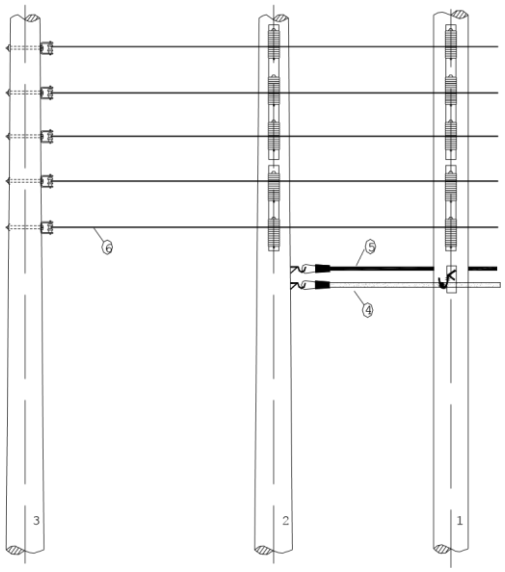
آنچه كه در استفاده از كابل خودنگهدار حائز اهميت مي باشد . اجراي صحيح شبكه با استفاده از تجهيزات و يراقآلات مخصوص آن مي باشد . از اين رو بايد به اين نكته توجه نمود كه اجراي غير استاندارد اين شبكه ها نه تنها بهرفع مشكلات ما كمك نخواهد كرد بلكه باعث ايجاد مشكلات بسياري در آينده نزديك خواهد شد .

براي آشنايي بهتر با شيوه هاي اجرا و استفاده مناسب از تجهيزات در مكانهاي مناسب يك نمونه مثال از شبكهاجراشده با كابل خود نگهدار را مورد بررسي قرار مي دهيم .

شبكه نمونه با كابل خود نگهدار

مهمترين مورد استفاده از كابلهاي خودنگهدار در شبكه هاي توزيع استفاده از كابلهاي مذكور بر روي پايه هاي موجودمي باشد در اين مورد به علت افزايش نيروهاي مكانيكي به تيرهاي موجود بايد به اين نكته توجه نمود كه براساسمحاسبات انجام شده تيرهاي انتهايي و ابتدايي موجود در شبكه در شرايط سخت توانايي تحمل نيروهاي وارده رانداشته و نمي توان از آنها برا ي انتهايي كردن كابلهاي خودنگهدار استفاده نمود.

از اين رو توصيه مي گردد كه كابلهاي خودنگهدار بر روي تيرهاي انتهايي مجزايي ، قبل يا بعداز تير انتهايي شبكهموجود انتهايي گردند .



مطابق تصوير نمايش داده شده در صورتي كه بخواهيم دوشبكه با كابل خودنگهدار بطور مثال يكي براي بارهايضربه اي و ديگري براي تغذيه مشتركين و تقويت شبكه موجود در كنار شبكه هوايي موجود احداث كنيم با يد شبكه ها را به صورت جداگانه انتهايي نموده و براي هر شبكه تير انتهايي جداگانه متناسب با محاسبات مكانيكي مربوط به آن شبكه در نظر بگيريم .

همانطور كه در تصوير نشان داده شده است دو شبكه با كابل خودنگهدار با شماره هاي 4 و 5 بر روي تير جداگانهشماره 2 انتهايي گرديده اند و شبكه با سيم بدون روكش هوايي شماره 6 برروي تير شماره 3 انتهايي گرديده است .

احداث شبكه جديد با كابل خودنگهدار :

در طرح ارائه شده در نقطه 1 براي احداث يك شبكه با كابل خودنگهدار از فيدر هاي خروجي تابلوي ترانس يك كابل مسي يا آلومينيمي به مقطع مناسب به صورت زميني به عنوان ابتداي فيدر از تابلو تا تير ابتداي خط احداثنموده وبر روي تير احداثي شبكه با كابل خود نگهدار به كابل زميني متصل مي گردد همانطور كه در شكلنمايش دا ده شده است درمحل اتصال كابل زميني به كابل خودنگهدار شبكه بايد اتصال زمين گردد .

۱) احداث شبكه با كابل خودنگهدار در مسير شبكه هوايي موجود :

در نقطه 2 براي احداث يك شبكه جديد با كابل خودنگهدار در مسير شبكه هوايي موجود به منظور تقويت شبكهموجود يا براي بارهاي ضربه اي ابتدا يك تير جديد به عنوان تير ابتداي خط با فاصله مناسب از تير موجود نصبكرده و سپس كابل زميني مسي يا آلومينيمي سر خط جديدرا از تابلو ترانس تا اين تير احداث مي كنيم. در محل تير احداثي كابل زميني را به كابل خودنگهدار متصل كرده و محل اتصال كابل زميني به كابل خودنگهدارشبكه بايد اتصال زمين گردد براي انتهايي كردن كابل خودنگهدار احداثي جدا از تير انتهايي شبكه هوايي موجوددر فاصله مناسب تير جديد به صورت انتهايي نصب و كابل خودنگهدار بر روي آن انتهايي خواهد شد .

۲) احداث دو خط کابل خودنگهدار در مسير شبكه هوايي موجود :

در نقطه 3 براي احداث دو خط جديد با كابل خودنگهدار در مسير شبكه هوايي موجود به منظور تامين برقمشتركين جديد و تامين برق بارهاي ضربه اي از شبكه اي جداگانه ابتدا يك تير جديد به عنوان تير ابتداي خطبا فاصله مناسب از تير موجود نصب كرده و سپس كابل زميني مسي يا آلومينيمي سر خط جديد را از تابلوترانس تا اين تير احداث مي كنيم . در محل تير احداثي كابل زميني را به كابل خودنگهدار متصل كرده و محل اتصال كابل زميني به كابل خودنگهدار شبكه بايد اتصال زمين گردد. و براي انتهايي كردن كابل خودنگهداراحداثي جدا از تير انتهايي شبكه هوايي موجود در فاصله مناسب تير جديد به صورت انتهايي نصب و كابلخودنگهدار بر روي آن انتهايي خواهد شد .

توجه شود كه تير با قدرت مناسب را مي توان براساس جدول ارائه شده در زير انتخاب نمود .

رديف	نوع كابل	طول اسپن	نيروي افقي وارد بر تير انتهايي	تير 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 محاسبات مكانيكي و انتخاب تير براي كابل خودنگهدار