فصل نهم
مقره ها و تعیین ایزولا سیون خط
(Insulators & Insulation Design)

ارائه از میرجاوید سید رنجبر و رضا بهارشاد
استاد مربوطه :دکتر بهر آور
طراحی خطوط و انتقال انرژی

۱ـ مقدمه

از آغاز پیدایش صنعت برق، نیاز به تجهیزاتی که بتوانند نقش عایقی و جداسازی قسمت های تحت ولتاژ از سایر قسمتها را داشته باشند وجود داشته و تحقیقات در این زمینه نیز همچنان ادامه دارد. اولین عنصری که بعنوان مقره مطرح گردید چوب خشک بود ولی بعلت اینکه پس از خیس شدن تا اندازه ای خاصیت عایقی خود را از دست می داد کنار گذاشته شد. پس از چوب استفاده از مصنوعات کلی و سرامیک مورد مطالعه قرار گرفت و امروز بطور گسترده از شیشه و چینی و پلاستیک در ساخت مقره ها استفاده می شود.

در خطوط انتقال نیز لازم است هادیهایی تحت ولتاژ به نحوی از برج های ایزوله شوند و برای این کار از مقره ها استفاده می شود. این مقره ها دو وظیفه ی عمده دارند:

- وظیفه ی اصلی مقره ها ایزوله کردن هادی از بدنه ی برج می باشد. این مقره ها بایستی بتوانند بدون داشتن جریان نشتی، ولتاژ های بالای خطوط انتقال را از بدنه برج ایزوله نمایند.

- وظیفه ی دیگر این مقره ها تحمل نیروهای مکانیکی حاصل از وزن هادیها و نیروهای اعمالی ناشی از باد و یخ بر آن می باشد.

۲ـ جنس مقره ها

جنس مواد مورد مصرف در ساخت مقره ها بستگی به شرایط استفاده و کاربرد آنها نها دارد. بطور کلی متداولترین مقره های مورد استفاده در صنعت برق عبارتند از:

۲-۱- مقره های چینی

این مقره ها از ترکیبات الکالین و سیلیکات آلومینییوم ساخته می شوند. به عنوان نمونه در یک نوع مقره ی چینی ترکیبات زیر به کار رفته است.

- کائولین ۴۰ الی ۵۰ درصد
- فلداسپات ۲۵ الی ۳۰ درصد
- کوارتز تا ۲۵ درصد

البته این مواد بایستی قبل از ترکیب کاملاً شسته و تمیز شوند. جهت بالا بردن استقامت مکانیکی چینی به آن اکسید آلومینییوم اضافه می کنند.

لازم به ذکر است مقره های چینی هم به صورت بشقابی و هم به صورت یکپارچه ساخته می شوند.

۲-۲- مقره های شیشه ای

از شیشه یز در ساخت مقره ها استفاده میشود ولی به دلیل پایین بودن استقامت مکانیکی شیشه لازم است به طرقی آن را تقویت نمود .یک روش، سرد کردن سریع شیشه پس از شکل دادن آن می باشد (toughened glass) به این ترتیب که شیشه را پس از شکل دادن به سرعت سرد نموده و با این روش سطح خارجی مقره سخت شده، موجب افزایش استقامت مکانیکی آن می شود.

اشکال این نوع مقره ها این است که در مقابل ضربات مستقیم شکننده میباشند زیرا سطح خارجی مقره دائما تحت فشار نیروی داخلی مقره می باشد وبا کوچکترین ضربه مستقیم ،مقره کاملا خرد میشود یکی از ترکیبات مقره های شیشه ای میتواند به صورت زیر باشد

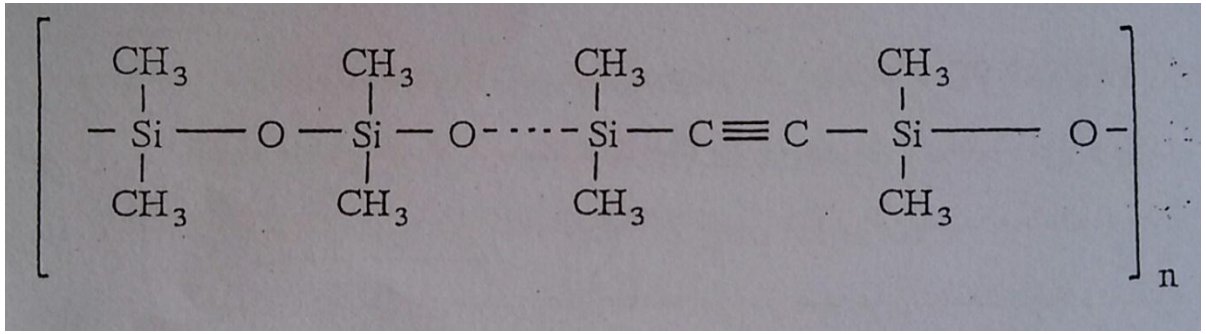
سیلیکات	۷۳ درصد
اکسید های سدیم و پتاسیم	۱۴ درصد
اکسید پتاسیم و سایر اکسیدها	۱۲ درصد
مواد دیگر	۱ درصد

• ۲-۳-مقره های پلاستیکی

این مقره ها از جنس پلاستیک و از ترکیبات شیمیایی اتیلن ،پروپیلن و رزین میباشد

مزیت این مقره ها در دفع خوب آب میباشد زیرا پلاستیک این مزیت را دارد که قطرات آب باران روی سطح آن جاری نمیشود ت با قطرات دیگر ترکیب شده مسیری را برای هدایت قوس فراهم میکند .در صورتی که در مقره ها ی شیشه ای و چینی قطرات آب براحتی روی سطح مقره جاری میشود

فرمول شیمیایی یک نمونه از این مقره ها به صورت زیر میباشد :



۳-طراحی شکل مقره ها

ولتاژ اعمالی بر مقره ها و عملکرد مقره در مقابل اضافه ولتاژ ها شکل و فرم مقره را تعیین می نماید و شکست الکتریکی به دو صورت در مقره ها نمایان میباشد

۱-در بعضی موارد در داخل مقره جرقه ای زده میشود در این حالت مقره سوراخ شده و خاصیت ایزولاسیونی خود را از دست میدهد

۲-تخلیه نوع دوم در سطح عایق انجام میشود. در مواردی که سطح مقره کثیف و مرطوب باشد این حالت بیشتر اتفاق می افتد برای جلوگیری از این موارد مقره ها باید دارای شکل خاصی باشد .

الف-سطح مقره کاملاً صاف و صیقلی بوده تا امکان نشستن آلودگی و گرد و غبار روی آن وجود نداشته باشد یا به حداقل ممکن برسد

ب-سطح مقره باید این قابلیت را داشته باشد که هنگام ریزش باران شسته شود و باران روی آن نماند

ج-برای جلوگیری از جریان نشتی لازم است طول خزشی مقره ها افزایش یابد .

طول خزش مقره عبارت است از کوهتاهترین مسیری که لازم است جرقه ای برای رسیدن از ابتدا به انتها ی یک مقره طی کند هر چه مسیر طولانیتر باشد امکان ایجاد قوس کمتراست البته افزایش این مسیر به نوبه ی خود باعث بزرگ شدن ابعادمقره میشود که این هم موجب مشکلات جدید میشود به همین دلیل مقره ها را دندانه ای میسازند که هم طول مسیر افزایش یابد و هم ابعاد مقره استاندارد باشد

د-هر نوع مقره باید با توجه به شرایط جوی منطقه ساخته شود

در انتخاب شکل و طول زنجیر مقره مسائل اقتصادی نیز باید در نظر گرفته شود ،بنابراین ولتاژمقاوم در نظر گرفته شده برای مقره نباید آنچنان باشد که هر اضافه ولتاژممکن را تحمل کند زیرا باعث طولانی تر شدن زنجیره مقره و افزایش هزینه میشود

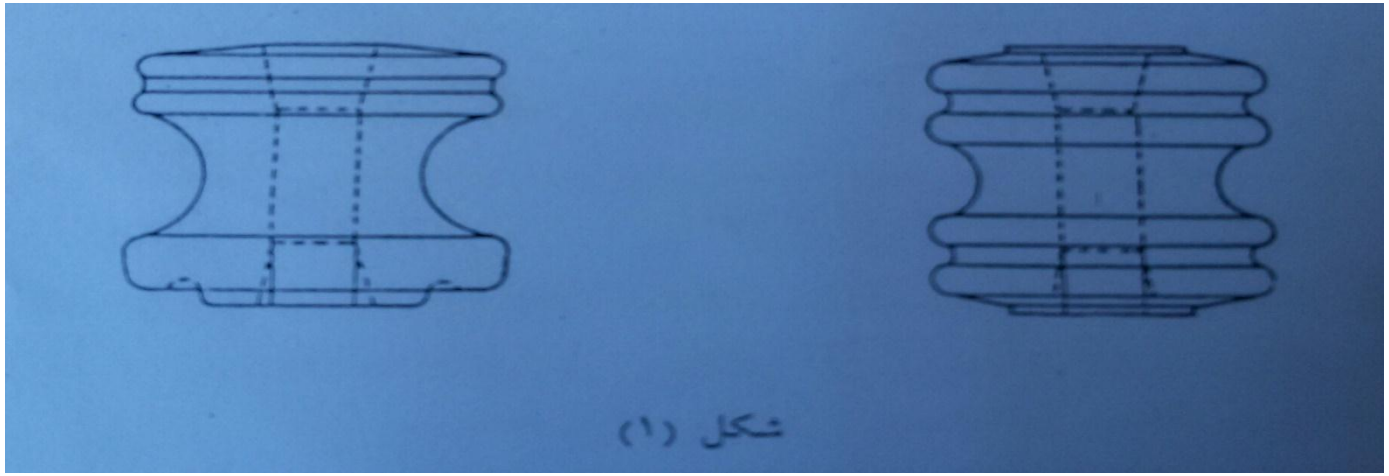
۴-انواع مختلف مقره ها

مقره بر اساس کاربرد و سطح ولتاژبه کار رقته انواع مختلفی را دارا هستند

۴-۱-مقره چرخی

نس این مقرهها از چینی،شیشه یا پلاستیک میباشد .این مقره ها به صورت یک شیاره یا دو شیاره میباشد و در ولتاژهای توزیع کاربرد دارند و تعداد شیارها نیز بستگی به سطح ولتاژ دارد

میتوانیم این نوع مقره ها را به صورت زیر نشان دهیم

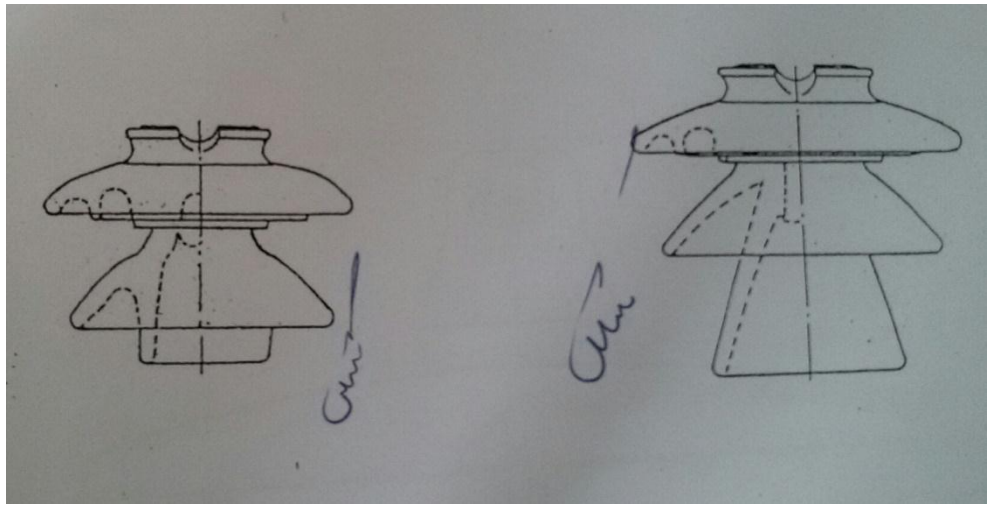


شکل (۱)

۴-۲-مقره های سوزنی

جنس این مقره ها از چینی ،شیشه و پلاستیک است و از این نوع مقره ها دربرج های میانی و تا ولتاژ ۳۳ کیلو ولت استفاده میشود .این مقره ها روی پایه های چوبی ویا فلزی نصب شده است و قادر هستند نیروی فشاری و عمودی را تحمل کنند.جهت ارتباط این مقره ها با پایه ی فلزی ،از یک فلز نرمتر به عنوان رابط بین این دواستفاده میشود تا جلوگیری کند از شکستگی مقره در مقابل حرکتها و تنشهای ناگهانی و همچنین برای تحمل نیروی کششی میتوان این مقره ها را به صورت افقی نصب کرد تا بتوانند نیروهای کششی را تحمل کنند .

نمونه هایی از مقره های سوزنی را در شکل زیر میتوانیم مشاهده کنیم



۴-۳-مقره های بشقابی

این نوع مقره ها از جنس شیشه و یا چینی و به شکل دیسک هستند و از نظر کاربرد نیز رایج ترین مقره مورد استفاده در خطوط هوایی انتقال انرژی میباشند . این مقره ها میتوانند به صورت زنجیره مقره مورد استفاده قرار گیرند .تعداد دیسک در زنجیره های مقره بستگی به عواملی همچون ولتاژ خط ،محل استفاده و همچنین اضافه ولتاژ دارد .ارتباط هر کدام از این دیسک ها با دیسک های دیگر توسط دو قطعه فلزی بالا و پایین که توسط پودر سیمان و شیشه و چسب مخصوص به مقره محکم میشود انجام میپذیرد . با توجه به سطح ولتاژ و شرایط جغرافیایی محل استفاده ی مقره ،ارتفاع و پهنا و فاصله خزشی این مقره ها متفاوت است

این مقره ها با مشخصات زیر نشان داده میشوند :

M&E d*b-c

که در آن :

d(mm) : قطر بشقاب

b(mm) : ارتفاع بشقاب

C(mm) : فاصله ی خزش

M&E : مقاومت الکترومکانیکی مقره میباشد

به عنوان نمونه : 292 - 146 * 250

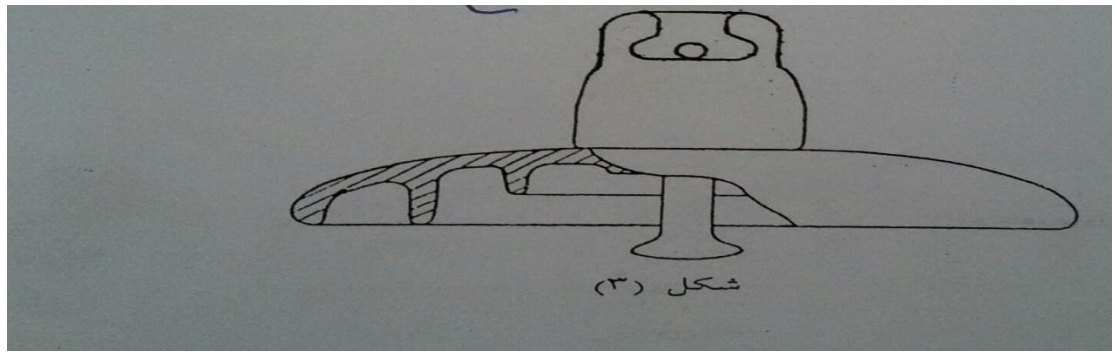
این مقره ها بسته به نوع اتصال به یکدیگر وبا توجه به شکل آنها در انواع زیر وجود دارند .

۴-۳-۱:مقره ی بشقابی استاندارد :

دارای انواع مختلفی میباشد .

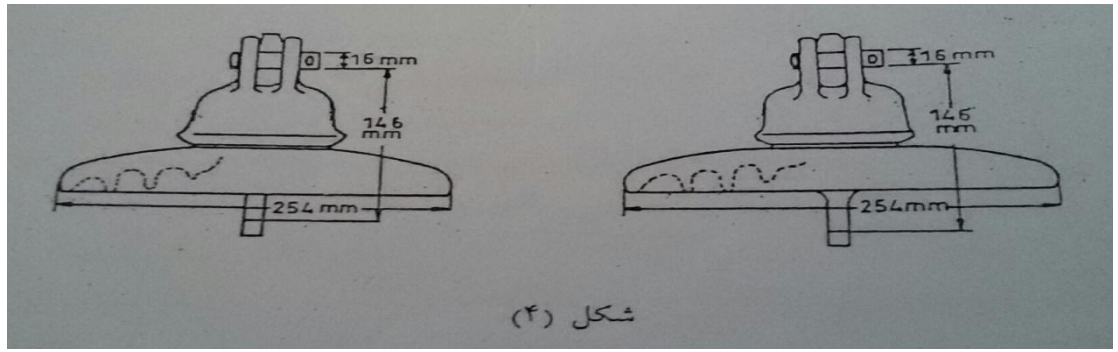
الف-مقره ی نوع کلاهکی

شکل ظاهری آن به صورت زیر میباشد :



شکل (۳)

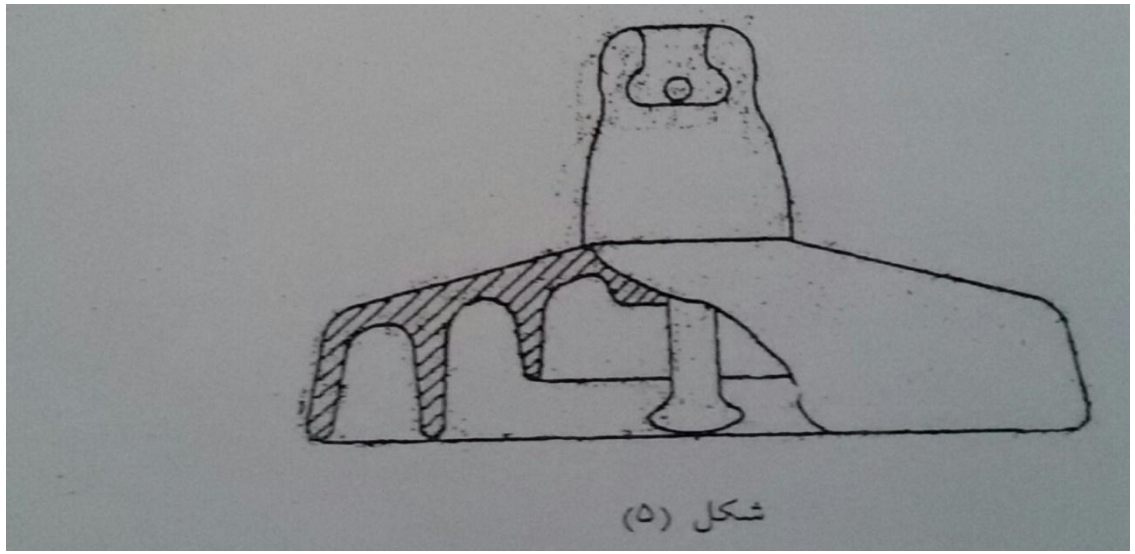
ب-مقره های نوع شیار و زبانه :



شکل (۴)

۴-۳-۲-مقره بشقابی ضد مه

در مناطق آلوده یا مه آلود ،فاصله ی خزشی بیشتری بر روی سطح مقره لازم است که در این حالت مقره مهی استفاده میشود .در این مقره ها شیارهای پایین بزرگتر از شیار های مقاره های معمولی میباشد .به این ترتیب وزن مقره زیاد شده و موجب افزایش نیروی مکانیکی وارد بر برج میشود از طرفی به دلیل زیاد بودن فاصله خزشی از این مقره ها به تعداد کمتری در زنجیره مقره استفاده می شود .

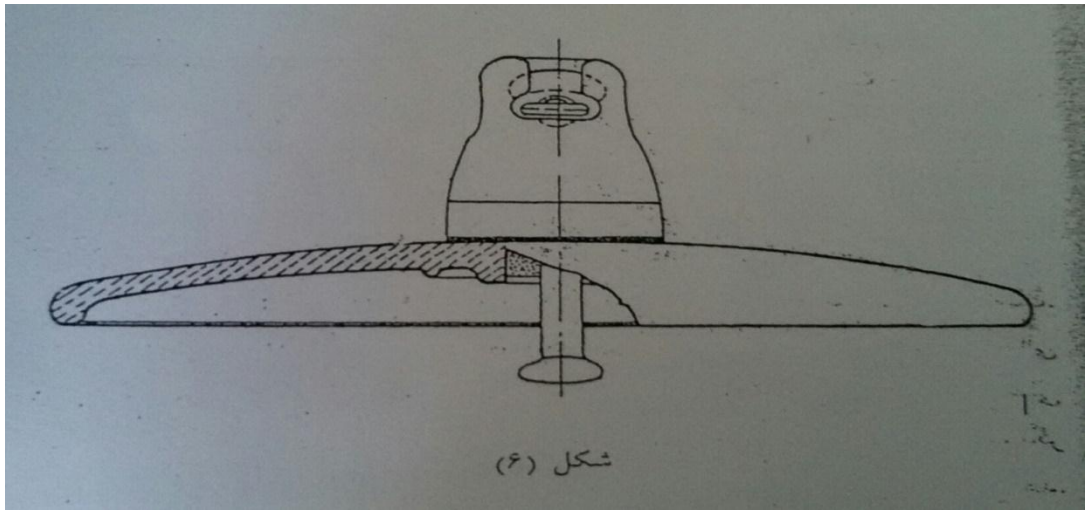


شکل (۵)

۴-۳-۳-مقره های ائرو دینامیک :

از این مقره ها در مناطق باد گیر استفاده میشود ،زیرا سطح بادگیر این نوع مقره هاکم است و زنجیره ی مقره انحراف زاویه کمتری را دارد و نیروی وارده به برج نیز کم است

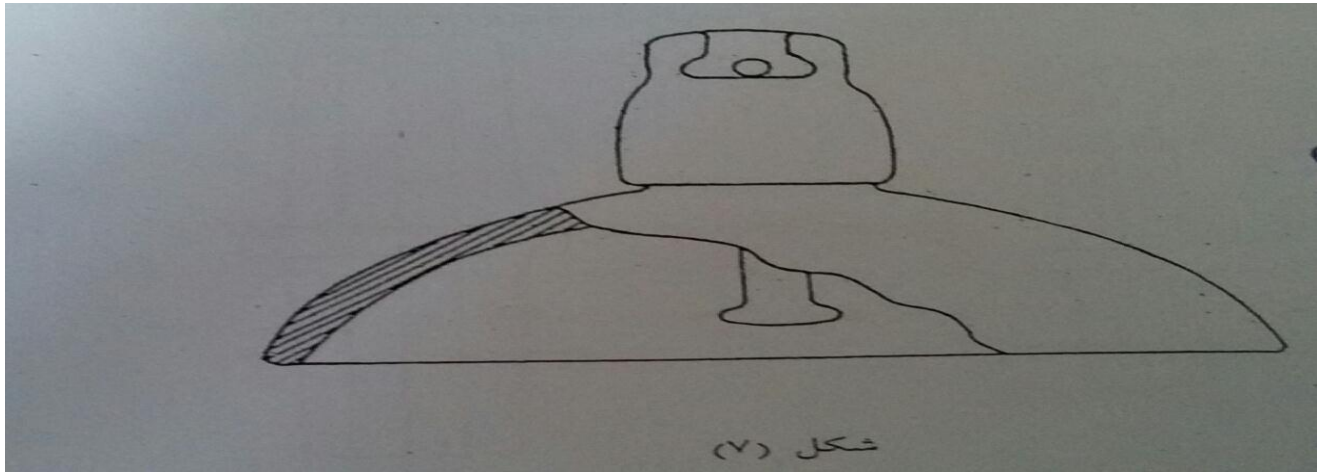
به علت کوچک بودن فاصله ی خزشی این نوع مقره ها لازم است تعداد بیشتری از این نوع مقره جهت حفظ فاصله ی ایزولاسیون درزنجیره استفاده می شود که این خود باعث افزایش هزینه می شود .



۴-۳-۴-مقره های زنگوله شکل :

این مقره ها به شکلی ساخته میشود که امکان نشستن گرد و غبار و آلودگی روی آن حداقل باشد از این مقره ها در مناطقی استفاده میشود که آلودگی زیاد است و باران کم میبارد . ساخت این مقره ها به شکلی است که حداقل ریزش باران قادر به تمیز کردن مقره باشد

در شکل زیر یک نمونه از مقره های زنگوله ای شکل را به شما نشان میدهیم :



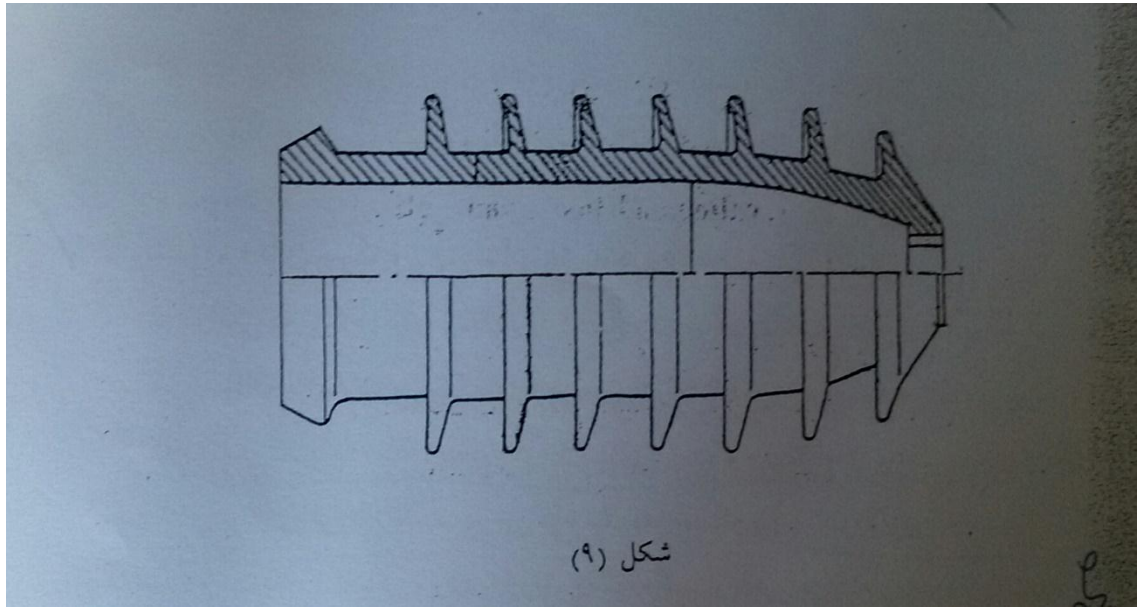
۴-۴-مقره های یک پارچه :

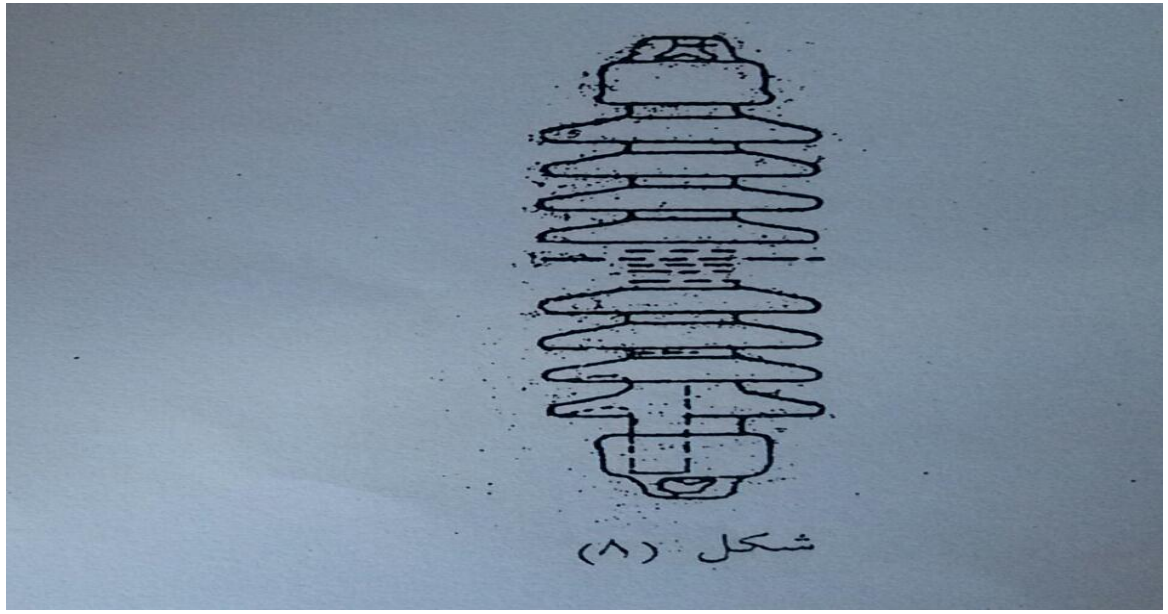
این مقره ها به شکل استوانه بلند بوده که دارای شیارهها و برآمدگیهایی است.

جنس این مقره ها از سرامیک و چینی میباشد وبه دو صورت تو پر و تو خالی ساخته میشود که نوع تو خالی آن دارای استقامت مکانیکی کمتری بوده است که این مقره ها میتوانند به صورت مختلف به یکدیگر وصل شوند (عمودی یا مایل)

۴-۵-مقره های بوشینگ :

این نوع مقره ها مشابه مقره های یک پارچه می باشد با این تفاوت که قطر این مقره ها در ابتدا و انتها متفاوت است و تقریبا مشابه یک نیم مخروط میباشد . از این نوع مقره ها در ترانس ها استفاده میشود . محل اتصال مقره به ترانس دارای قطر بیشتری است


شکل (۹)


شکل (۸)

شکل ۹ مربوط به مقره های بوشینگ است و شکل ۸ مربوط به مقره های یک پارچه است

۴-۶-مقره های اتکائی :

این مقرهها در پست ها کاربرد دارد و مشابه مقره های یک پارچه میباشد . همچنین از این نوع مقره ها برای ایزوله کردن باس بار استفاده میشود .این مقره ها در مقابل نیروهای عمودی مقاومت خوبی دارند ولی در مقابل نیروهای جاذبی ضعیف هستند

۴-۷-مقر های سرکابل :

در مواقعی که از کابل برای انتقال توان استفاده میشود جهت متصل کردن کابل ها به هادیها از سر کابل ها استفاده میشود این سر کابل ها به دو صورت خشک و روغنی میباشد . سرکابل های خشک به صورت پلاستیکی میباشند و سر کابل های روغنی دارای محفظه ای برای روغن میباشند .در این نوع مقره ها مسئله ی بسیار مهم این است که تنش های وارد بر مقره بسیار ناچیز باشد وایزولاسیون بسیار خوبی نیز داشته باشند .

۴-۸-مقره های پلاستیکی :

این مقره ها از تعداد دیسک پلاستیکی تشکیل شده و بر روی محوری از جنس فایبرگلاس سوار میشود .
دیسک ها از جنس پلاستیک فشرده مباشند .

۴-۹-مقره های متفرقه :مقره هایی که در بالا در مورد آنها صحبت شد به شکل تیپ ساخته میشوند . در مواردی که نیاز به مقره های خاص باشد بسته به محل و نحوه ی استفاده ی آن طراحی شده وساخته میشوند . مقره های مهاری و مقره های برقگیر و مقره های کات اوت فیوز از این نوع مقره ها میباشند .

۵-مشخصات الکتریکی مقره:

همانطور که اشاره شد ،وظیفه ی اصلی مقره ها ایزوله کردن ولتاژ سیستم میباشد .

با توجه به شرایط و خصوصیات ولتاژی که در مقره ها وجود دارد مشخصات الکتریکی ن نیز تعریف میشود .

۵-۱-حداقل ولتاژ جرقه در فرکانس قدرت :

عبارتست از مقدار موثر ولتاژدر فرکانس (۱۰۰-۱۵) هرتز در شرایط زیر:

۵-۲-حداقل ولتاژ ضربه

عبارت است از مقدار ماکزیمم ضربه ای تحت شرایط مشخص از طریق فضای آزاد باعث ایجاد جرقه در دوسر مقره در شرایط زیر میشوند :

الف-پلاریته ی مثبت

ب-پلاریته ی منفی

۵-۳-ولتاژ ایستادگی در فرکانس قدرت :

این مقدار ولتاژ ،ولتاژ دائمی قابل تحمل در فرکانس قدرت می باشد در شرایط زیر

الف-حالت خشک

ب-حالت تر

۵-۴-ولتاژ ایستادگی ضربه

۵-۵-ولتاژ سوراخ شدن

۶-مشخصات مکانیکی مقره :

مقره هایی که در خطوط هوایی انتقال از آن استفاده میشود باید به لحاظ استقامت مکانیکی چنان باشد که بتوانند نیروهای وارد بر مقره را در شرایط نرمال و در شرایط غیر نرمال (نیروهایی که توسط آب ،باران،طوفان حاصل می شود)تحمل کنند.

قسمت فلزی مقره توسط خرده شیشه ،پودر سیمان و چسب مخصوص به قسمت محکم مقره وصل می شود .

سپس باید با اعمال نیروی مورد نظر می توانیم مقره را تست کنیم .مقره های استاندارد در کششهای ۷تنی ،۱۲تنی ،۱۶تنی ،۲۱ تنی و غیره ساخته میشود .در مقره های نوع سوزنی و چرخی نیاز به تحمل چنین نیروهایی نیست زیرا نیروهای کمتری به آنها اعمال میشود .برای مقره ها مشخصات مکانیکی زیر تعریف میشود :

۱-حداقل مقاومت شکست مکانیکی

۲-حداقل مقاومت الکترومکانیکی

۷-شکل آرایش مقره ها در زنجیره

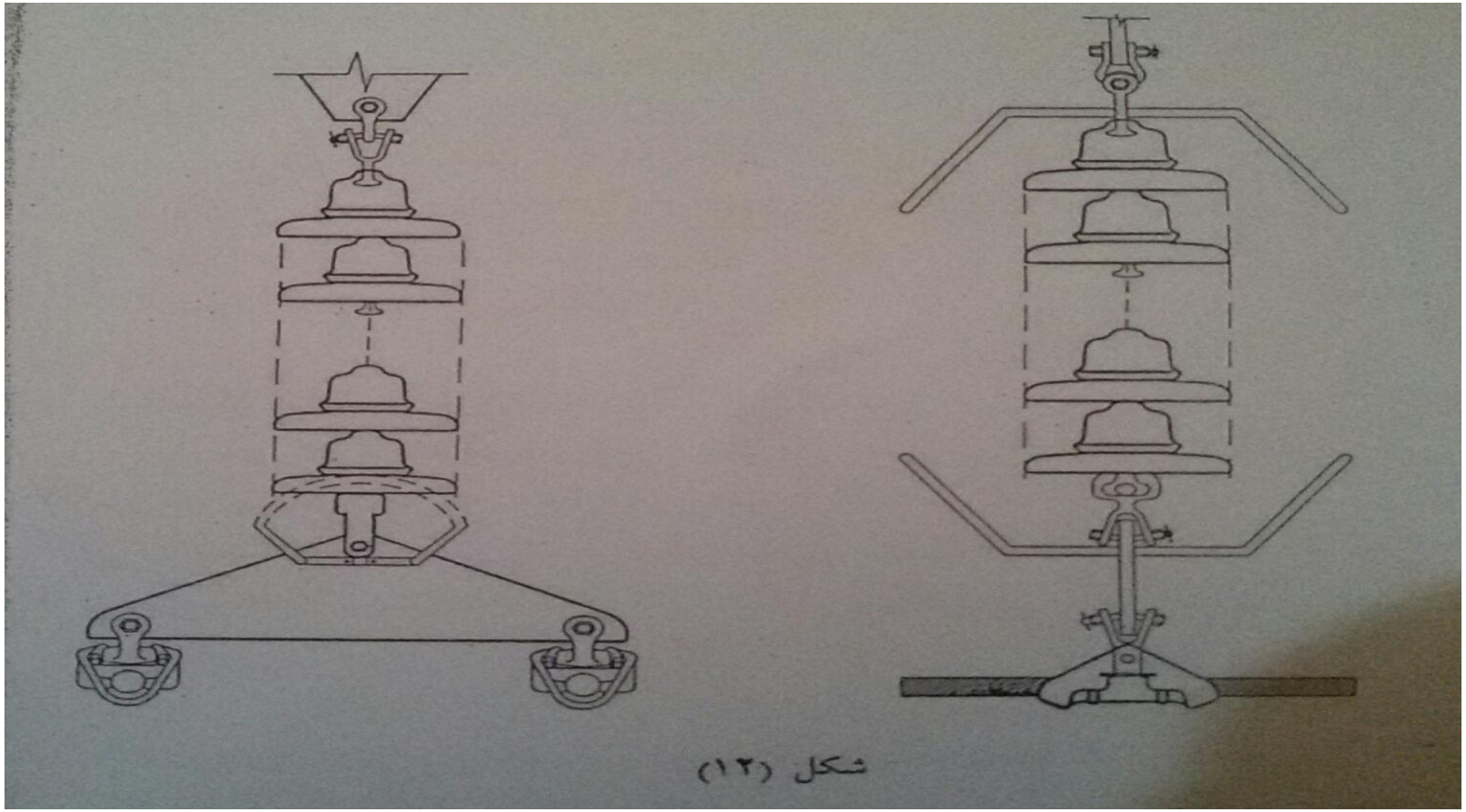
مقره های بشقابی باتوجه به نیروهای مکانیکی و سطوح ولتاژ در شرایط الکتریکی بصورت تیپ ساخته می شوند. با توجه به سطوح ولتاژ و نیروهای مکانیکی، لازم است این مقره ها به یکدیگر متصل شده به شکل زنجیره مقره مورد استفاده قرار گیرند. بسته به سطوح ولتاژ و نیروهای مکانیکی، نحوه ی اتصال و تشکیل زنجیره مقره ها متفاوت و به شرح ذیل می باشد:

۷-۱- زنجیره مقره های آویزی (Suspension String)

این نوع زنجیره مقره دارای انواع مختلف زیر است.

۷-۱-۱- زنجیره مقره های آویزی I (I - String)

در این فرم برحسب ولتاژ متداول، مقره به شکل I به یکدیگر متصل شده و مورد استفاده قرار می گیرد. این زنجیره در مواردی استفاده می شود که نیروهای مکانیکی چندان زیاد نباشد. معمولاً در هادیهای تک سیمه از این نوع آرایش استفاده می گردد(شکل ۱۲).

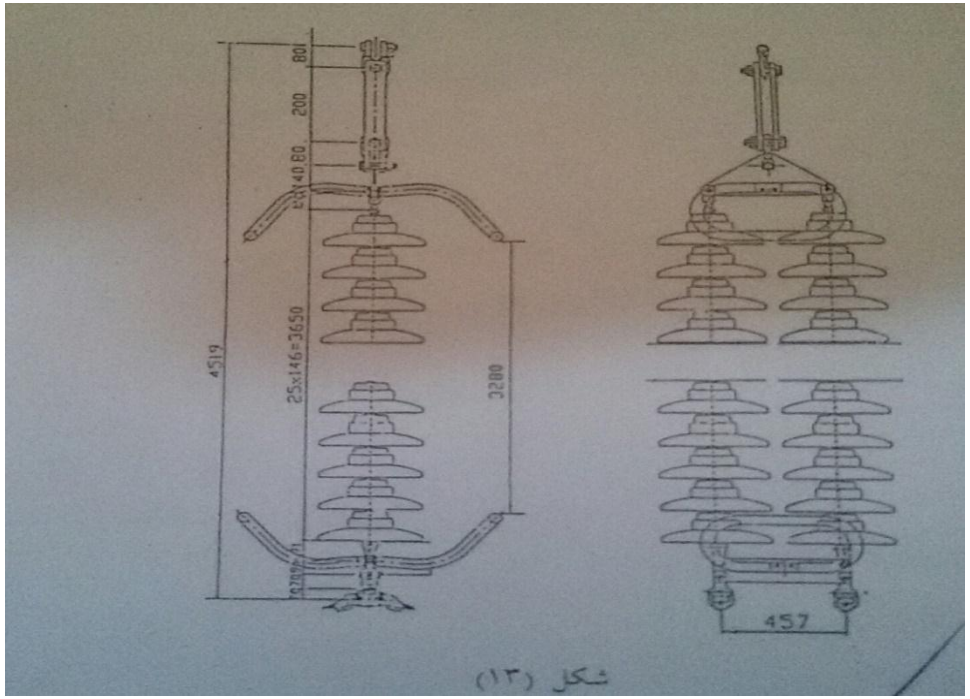


۷-۱-۲- زنجیره مقره آویزی دوبل (II - String)

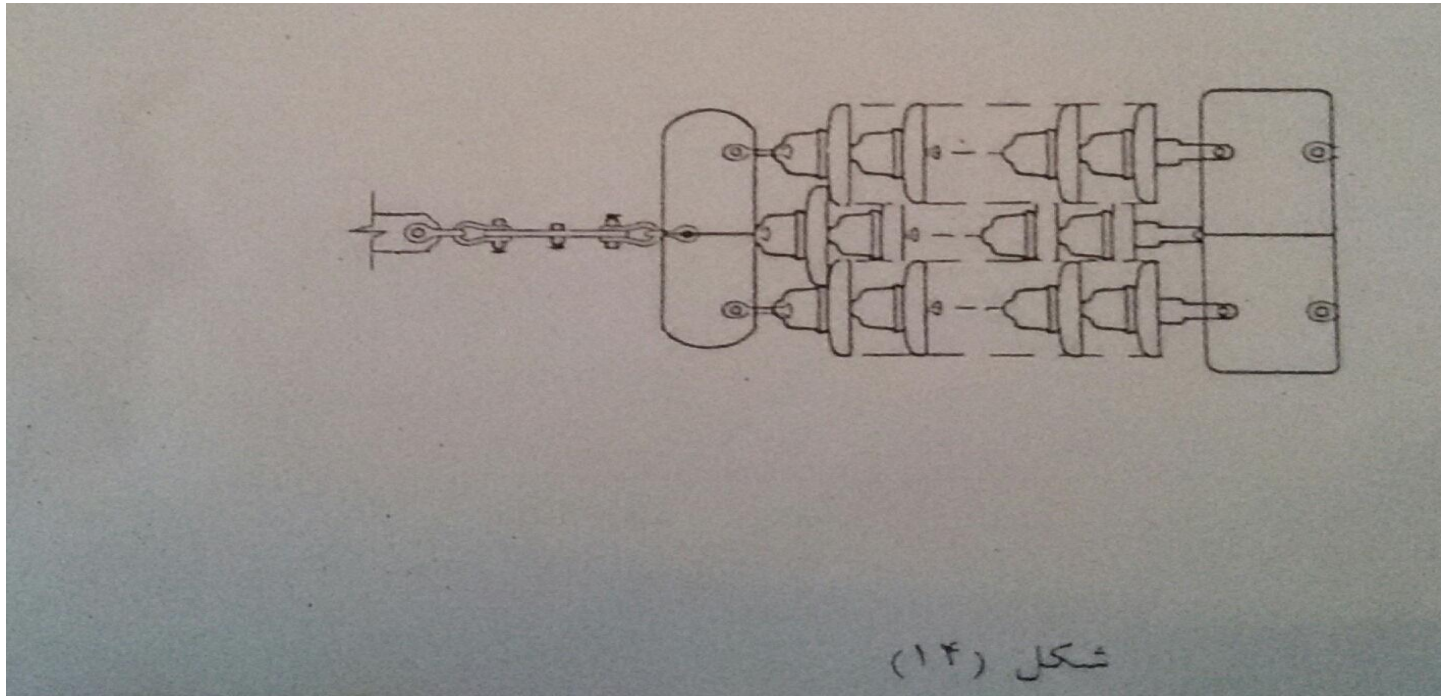
در این فرم جهت بالا بردن استقامت مکانیکی، دو ردیف زنجیره مقره به موازات یکدیگر و به شکل II مورد استفاده قرار می گیرد. معمولاً در هادی های باندل از این تیپ استفاده می شود(شکل ۱۳).

۷-۱-۳- زنجیره مقره های تریپل (III - String)

در این حالت سه زنجیره مقره به موازات یکدیگر نصب شده و مورد استفاده قرار می گیرد(شکل ۱۴). مورد استفاده این نوع زنجیره در هادیهای باندل سه تایی و یا در جایی که به مقاومت مکانیکی بیشتری برای زنجیره مقره لازم است می باشد.

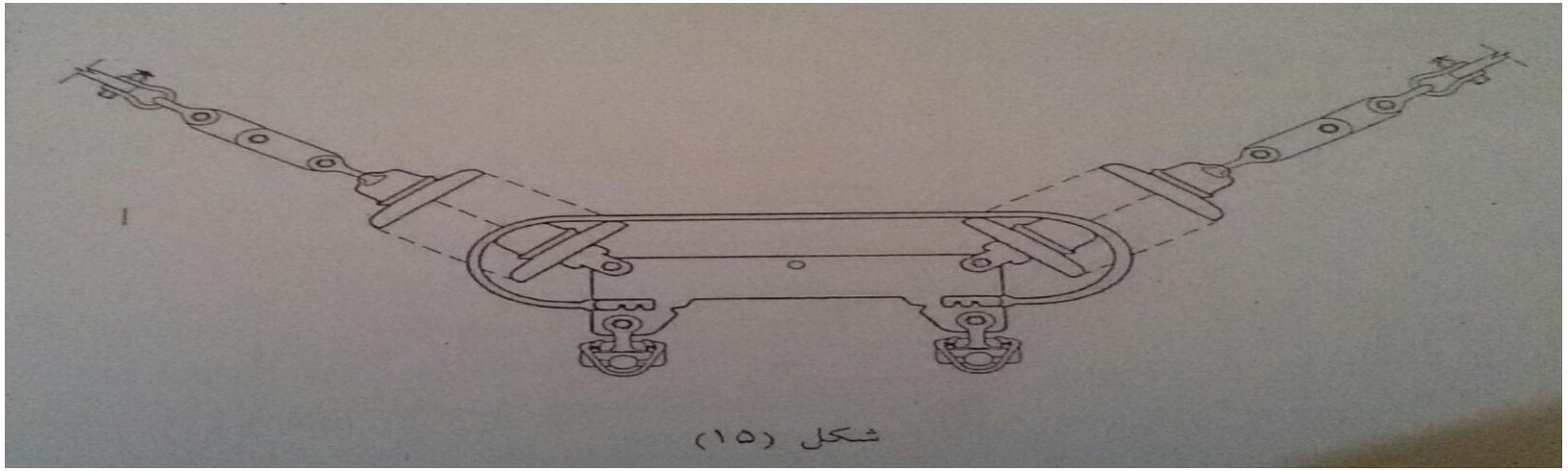


شکل (۱۳)


شکل (۱۴)

۷-۱-۴- زنجیره مقره آویزی V شکل (V - String)

در مناطق دارای سرعت باد زیاد، نوسانات بوجود آمده بر روی زنجیره مقره و در نتیجه انحراف بیش از حد آن می تواند منجر به کاهش فاصله ایزولاسیون لازم بین هادی و برج گردیده و در نتیجه بروز قوس الکتریکی و اختلال در برق رسانی را بدنبال آورد. جهت جلوگیری از نوسانات فوق در این مناطق، زنجیره مقره به شکل V نصب گردیده و به این ترتیب از نوسان زنجیره مقره جلوگیری می شود. شکل (۱۵) نمونه ای از زنجیره آویزی V شکل را نشان می دهد.



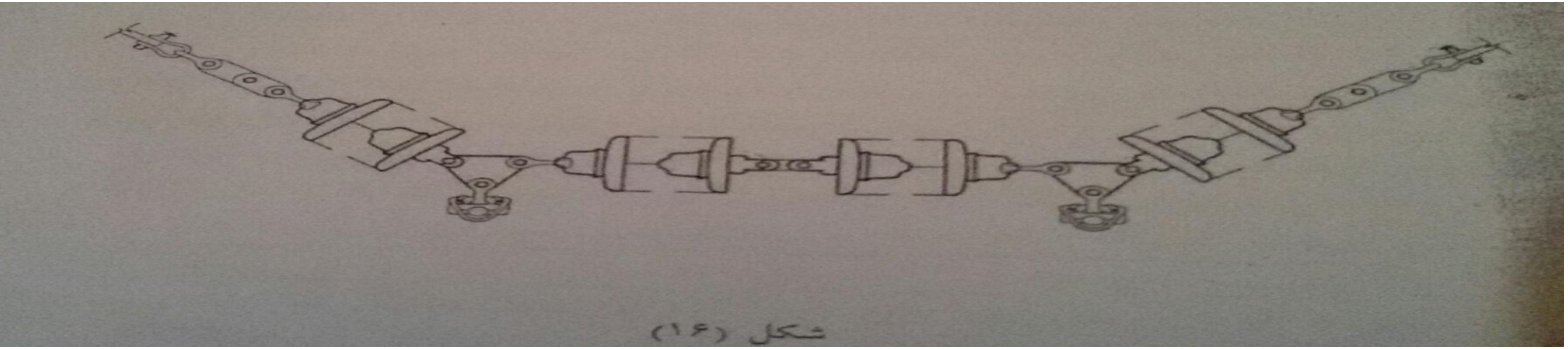
۷-۱-۵- زنجیره مقره V شکل دوبل (Double V – String)

برای داشتن استقامت مکانیکی بیشتر، زنجیره مقره های V شکل می تواند به شکل دوبل نصب شده مورد استفاده قرار گیرد. در زنجیره های V شکل معمولاً طول دو بازو برابر می باشد. اما در مواردی که به دلیل زاویه خط نیاز به بازوهای متفاوت باشد، می توان با کاهش و یا افزایش طول یک بازو، زنجیره مقره V شکل با طول بازوهای مختلف داشت.

معمولاً زاویه بین دو بازو در زنجیره مقره بین 90 تا 100 درجه متغیر می باشد.

۷-۱-۶- زنجیره مقره های ذوزنقه ای

از این زنجیره مقره ها در ولتاژهای بالا استفاده می شود. دو بازوی غیر موازی ذوزنقه هادیها را از بدنه برج جدا کرده و زنجیره مقره ای که دو بازو را به یکدیگر وصل می کند دو مدار را از یکدیگر ایزوله می نماید. طول این زنجیره مقره از طول دو بازو بیشتر می باشد. این نوع زنجیره مقره در عمل کارآیی مطلوبی نداشته و چندان مورد استفاده قرار نمی گیرد(شکل ۱۶).



۷-۲- زنجیره مقره کششی (Tension String)

در برجهای کششی، مقره ها بصورت زنجیره مقره وظیفه اتصال هادی به برج را به عهده دارند. این زنجیره مقره ها می توانند بصورت دوبل و یا سه تائی و یا بیشتر مورد استفاده قرار گیرند که انتخاب آن بستگی به تعداد هادیهای هر فاز و همچنین شرایط بار گذاری و نوع مقره دارد.

۷-۳- زنجیره مقره جامپر (Jumper Insulator String)

این زنجیره مقره، سیم جامپر ارتباطی فازها را در برج کششی بصورت آویزی نگه داشته و از حرکت جانبی آن جلوگیری می کنند. نیروی مکانیکی وارده به این نوع زنجیره ها چندان قابل ملاحظه نیست.

۸- توزیع ولتاژ در طول زنجیره مقره

زنجیره مقره به علت قرار گرفتن بین پتانسیل بالای روی هادی و پتانسیل صفر زمین مشابه خازن عمل می کند. به همین دلیل تک تک مقره های زنجیره نیز مشابه خازن عمل خواهند کرد. چنانچه این مقره ها کاملاً مشابه یکدیگر بوده و به اندازه کافی از بدنه دکل دور باشند، بطوری که ظرفیت بین قسمت های فلزی دکل و کلاهک ها و سوزنهای زنجیره مقره در مقایسه با ظرفیت موجود بین کلاهک و سوزن هر واحد بسیار کوچک باشد، اختلاف پتانسیل اعمال شده در طول زنجیره مقره بطور مساوی بین واحدهای مقره تقسیم خواهد شد. اما در عمل به علت نزدیک بودن زنجیره مقره به هادی، بدنه برج و سردکل، این شرایط برآورد نشده و ظرفیت های اضافی خواهیم داشت. وجود این خازنهای اضافی اثرات نامطلوب بر روی توزیع ولتاژ زنجیره مقره خواهد داشت. به این صورت که مقره هائی که به هادی نزدیک هستند، بایستی فشار الکتریکی بیشتری را نسبت به مقره هائی که به سر دکل نزدیک هستند تحمل کنند و به این ترتیب راندمان زنجیره مقره کاهش می یابد. (شکل ۱۷) اگربا ولتاژ جرقه زنجیره مقره را با v_s و ولتاژ جرقه ی یک مقره را با v_i نشان دهیم، راندمان زنجیره ی مقره از رابطه ی زیر بدست می آید:

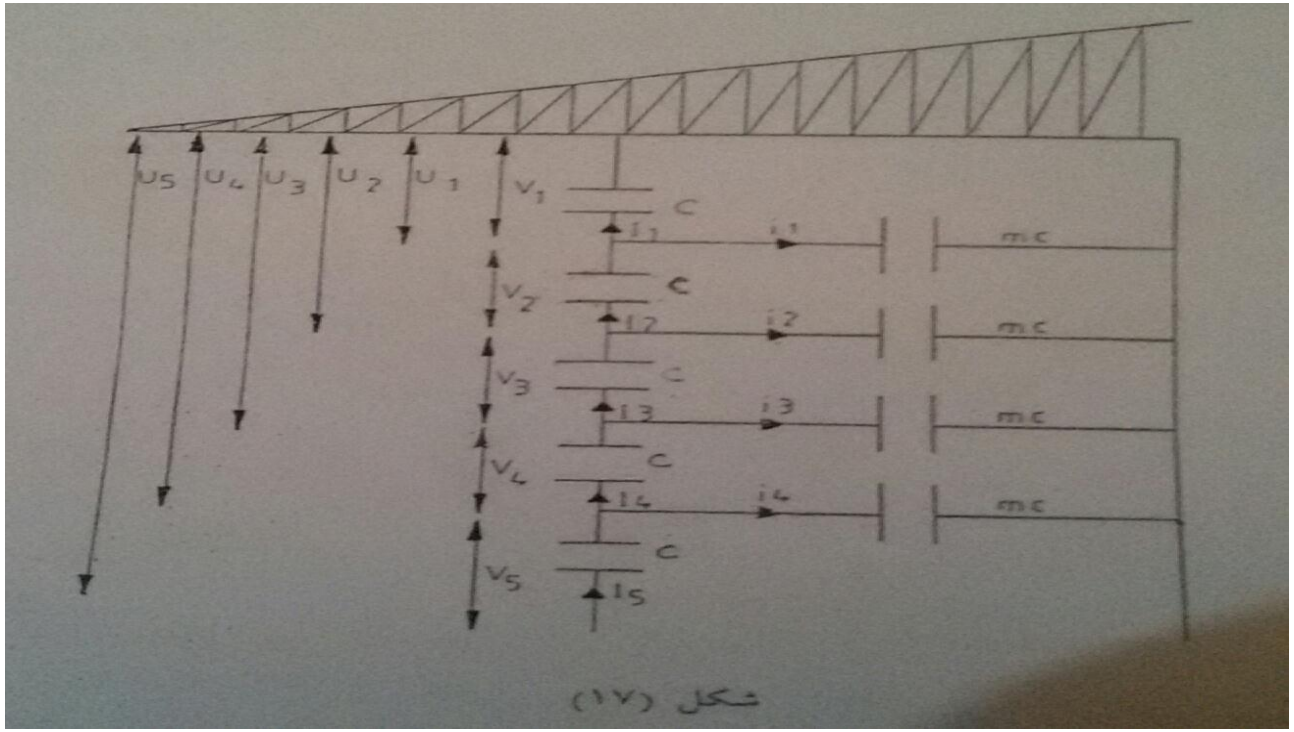
راندمان $= v_s / n v_i$

که در آن

n = تعداد مقره

و راندمان = راندمان زنجیره مقره می باشد.

نکته: راندمان زنجیره مقره بستگی به تعداد واحدهای مقره در طول زنجیره و نسبت m دارد.



شکل (۱۷)

۱۰-روش های طراحی ایزولاسیون خطوط هوایی انتقال نیرو:

یکی از مهمترین موارد در طراحی و اجرای تاسیسات الکتریکی طرح مناسب ایزولاسیون می باشد و این مورد در خطوط انتقال انرژی نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار است .خطوط هوایی انتقال انرژی به علت گستردگی در مناطق مختلف کشور همواره در معرض عوامل و ولتاژهای ناخواسته ی گوناگونی از قبیل اذافه ولتاژی داخلی ناشی از اتصالیها و نیز قطع و وصل مدار و اذافه ولتاژهایی خارجی ناشی از رعد و برق و برخورد صاعقه به سیستم انتقال و همچنین آلودگی های محیطی و عوامل ناشی از آن قرار دارد .بنابرین به هنگام طراحی ایزولاسیون خط هر یک از عوامل فوق به طور جداگانه بایستی مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرند .زنجیره مقره بایستی از نظر الکتریکی (به لحاظ تحمل اذافه ولتاژ) و از نظر مکانیکی (به لحاظ نگهداری هادی) طوری طراحی گردد که ضمن دارا بودن استقامت مکانیکی لازم ،میزان جرقه های احتمالی را به حداقل برساند .

در ایزولاسیون خطوط و پست ها ،در نتیجه محاسبات فنی و اقتصادی به سطوحی از ولتاژ به نام سطح ایزولاسیون مبنا یا BIL رسیده اند که بر حسب پیک موج ولتاژضربه ای بیان میگردد.استاندارد های مختلفی نیز وجود دارد که در ایران استاندارد IEC برای سطوح ولتاژ استاندارد شده ۶۳ کیلو ولت به صورت زیر است :

Un (KV)	Um (KV)	BIL (KV)
63	72.5	325
132	145	450 , 650
230	245	650, 750, 850, 950, 1050
400	420	950, 1050

۹- نحوه ی یکنواخت کردن توزیع ولتاژ روی زنجیره ی مقره

جهت متقارن کردن پتانسیل زنجیره ی مقره و بدنبال آن افزایش راندمان زنجیره، روشهای مختلفی وجود دارد که عبارتند از: کاهش مقدار m - درجه بندی ظرفیت مقره ها – حلقه محافظ – لعاب هادن – شاخه برق گیر.

۱۰- ۱ – روش طراحی ایزولاسیون بوسیله ی ولتاژ ایستادگی رعد و برق (Lightning)

رعد و برق از جمله پدیده های جوی است که بدفعات در طی سال حادث می شود و به علت هادی بودن خطوط و تأسیسات انتقال انرژی احتمال برخورد صاعقه به آن ها بیشتر بوده و بایستی آنها را طوری طراحی نمود که ضمن جذب ولتاژهای ناخواسته آن را از طریق سیستم ارتینگ به زمین هدایت کنند تا با این کار در صدد وقوع جرقه به حداقل برسد. البته طراحی ایزولاسیون برای جلوگیری از وقوع هرگونه جرقه طرحی اقتصادی نخواهد بود.

در طراحی با این روش داشتن آمار روزهایی از سال که رعد و برق یا صاعقه اتفاق می افتد لازم می باشد و ایستگاه های سینوپتیک سازمان هواشناسی کشور این اتفاقات را ثبت و اعلام نماید و با داشتن این تعداد روزها، از منحنی تجربی جریان صاعقه بدست آمده است.

۱۰-۲- روش طراحی ایزولاسیون باتوجه به ولتاژ کلید زنی(Switching)

ساده ترین و متداولترین متد طراحی ایزولاسیون براساس اضافه ولتاژ کلیدزنی روش نیمه احتمالی (Semiprobablistic) می باشد که در آن حداکثر ولتاژ کلید زنی (E_m)، معادل ولتاژجرقه بحرانی (CFO) منهای سه برابر انحراف از معیار (σ) فرض می شود.

یعنی :

$Em = CFO - 3\sigma$

و اگر انحراف ازمعیار ۵ درصد فرض شود (سطح دریا):

$CFO = E_m / 0.85$

وبا در نظر گرفتن اختلاف ارتفاع و فرض اینکه ضریب رطوبت ۴%و ضریب ناشی از گرما برای چگالی نسبی هوا ۳%باشد خواهیم داشت :

$$CFO = \frac{E_m \times 1.03}{0.85 \times 0.96 \times (RAD)^n}$$

که در آن:

$$E_m = E_n \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times K_1 \times K_2$$

۱۰- ۳- روش طراحی ایزولاسیون باتوجه به ولتاژ ایستادگی آلودگی و فرکانس شبکه

آلودگی انواع مختلفی داشته که بیشتر آلودگی نمکی در حاشیه ی دریاها و کویرها و نیز آلودگی صنعتی نظیر کارخانجات و پالایشگاه ها و کارخانجات گچ و سیمان و دود ناشی از اگزوز اتومبیل ها می تواند تحمل الکتریک مقره را کاهش دهد.

در طراحی ایزولاسیون بر مبنای آلودگی دو روش متداول است. اول آنکه می توان مسیر عبور خطوط را از لحاظ میزان آلودگی رده بندی نمود و پس از حصول اطمینان از رده ی آلودگی و برای ماکزیموم ولتاژ فاز به زمین تعریف شده، فاصله ی خزشی لازم را بدست آورد و با تقسیم آن در فاصله ی خزشی یک مقره، تعداد مقره ها و سپس شکل کلی یک مقره را تعیین نمود.

استاندارد IEC مناطق مختلف را از نظر درجه ی آلودگی به چهار بخش به صورت منطقه ی بدون آلودگی، با آلودگی سبک، با آلودگی سنگین و منطقه با آلودگی فوق سنگین طبقه بندی نموده و برای هر منطقه نیز فاصله خزشی مورد نیاز مشخص است .

{ با سپاس از توجه شما }