



انواع مقره و تاثیر آلودگی بر روی آنها

فرستنده: روح اله فتدی





فصل اول

مقررہ

1-1 خصوصیات و وظایف مقره ها در شبکه ها :

1. تحمل وزن هادی های خطوط انتقال و توزیع برای نگهداری سیم های هوایی روی

ها و دکل ها در بدترین شرایط پایه (یعنی موقعی که ضخامت یخ و برف تشکیل شده

روی سیم ها در حداکثر مقدار باشد) را داشته باشد و اصولاً باید بتوانند بیشترین نیروهای مکانیکی وارد شده بر آن ها را تحمل کنند.

2. عایق بندی هادی ها و زمین و بین هادی ها با یکدیگر به عهده مقره است. یعنی

مقره ها باید از استقامت الکتریکی کافی برخوردار باشند تا بتوانند بین فازهای شبکه و

دکل ها که متصل به زمین هستند ایزولاسیون کافی برای تحمل ولتاژ فازها را داشته

باشند. استقامت الکتریکی آن ها باید در حدی باشد که در بدترین شرایط (یعنی در

حضور رطوبت، باران، آلودگی و صاعقه با ولتاژ بالا) دچار شکست الکتریکی نشوند.

بنابراین مقره ها باید دارای خصوصیات زیر باشند:

1. استقامت الکتریکی بالا.

2. استقامت مکانیکی بالا.



3. عاری از ناخالصی و حفره های داخلی.
4. استقامت در برابر تغییرات درجه حرارت و عدم تغییر شکل در اثر تغییر دما (با توجه ضریب انبساط حرارتی که بایستی کم باشد به).
5. ضریب اطمینان بالا.
6. ضریب تلفات عایقی کم.
7. در برابر نفوذ آب و آلودگی ها مقاوم باشد.

2-1 جنس مقره ها

مقره های چینی از سه ماده مختلف

تشکیل شده است:

1. کائولین یا خاک چینی $AL_2O_3 - 2SiO_2 - 2H_2O$ به مقدار 40 تا 50 درصد.
2. سیلیکات آلومینیوم (فلداسپات) $K_2O - AL_2O_3 - 6SiO_2$ به مقدار 25 تا 30 درصد.
3. خاک کوارتز SiO_2 به مقدار حداکثر 25 درصد.

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

برای تهیه چینی، مواد فوق را با کمی آب خالص مخلوط می کنند تا به صورت گل و خمیر درآید.

سپس این گل را در قالب های معینی شکل داده و در کوره حرارت می دهند تا پخته شود و رطوبت آن نیز گرفته شود. البته قبل از قالب گیری، درصد رطوبت گل را پایین می آورند و تحت خلاء آن را پرس می کنند، پس از ریخته شدن آن را سرد می کنند. ولی سرد کردن آن به طور ناگهانی انجام نمی شود و با ملایم این کار صورت می گیرد. تا ترکی در آن ایجاد نشود. پس از این مرحله يك لایه لعاب شیشه ای بر روی آن می ریزند تا سطح آن کاملاً خالی از وجود حباب ها و ترك های مویین گردد. لعاب شیشه ای علاوه بر افزایش استقامت مکانیکی مقره قدرت چسبندگی گرد و غبار و نفوذ گرد و غبار و رطوبت را کاهش می دهد. همچنین باعث ایجاد يك سطح کاملاً صاف می شود که

افزایش مقاومت سطحی عایق می شود



درجه حرارت پختن در کوره نیز در تعیین استقامت الکتریکی و مکانیکی مقره چینی موثر است که هر چه در درجه حرارت بالاتری قرار داده شود، حبابهای هوا در آن کمتر به وجود می آیند و استقامت الکتریکی آن زیاد می شود اما در عوض عایق خیلی ترد و شکننده می شود و هر چه درجه حرارت پختن در کوره شود استقامت مکانیکی آن بیشتر می شود و هر چه درجه حرارت پختن در کوره کمتر شود استقامت مکانیکی آن بیشتر می شود و هر چه درجه حرارت پختن در کوره کمتر می شود، استقامت مکانیکی آن بیشتر می شود، ولی حفره های بیشتری در آن باقی می ماند و استقامت الکتریکی آن کاهش می یابد. معمولاً درجه حرارت پخت در کوره را بین 1200 تا 1500 درجه نگه می دارند. در نتیجه، استقامت الکتریکی چینی بین $120(kv/cm)$ تا $280(kv/cm)$ می باشد. همچنین استقامت مکانیکی چینی در برابر نیروی فشاری (MNt/m^2) 690 در مقاطع بزرگتر (MNt/m^2) 275 و در برابر نیروی کششی (MNt/m^2) 48 در مقاطع بزرگتر (MNt/m^2) 20 و در برابر نیروی خمشی (MNt/m^2) 95 می باشد. از خواص بسیار مهم چینی می توان آسان شکل گرفتن آن ها و استقامت در برابر مواد شیمیایی و تغییرات جوی را نام برد.

معمولاً شیشه را در درجه حرارت های بالا با مخلوطی از مواد مختلف از جمله آهک و پودر کوارتز ذوب می نمایند و سپس به طور ناگهانی آن را سرد نموده و قالب ریزی می کنند. این عمل (Toughening) باعث سفت شدن شیشه می شود. بدین ترتیب مقره شیشه ای با استقامت مکانیکی خیلی زیاد بدست می آید که در مقابل لب پریدگی از چینی مقاوم تر است و استقامت مکانیکی و فشاری آن $\frac{1}{5}$ برابر چینی است و استقامت مکانیکی آن در برابر نیروهای خمشی اندک، کمتر از چینی است.

همچنین استقامت الکتریکی آن هم خیلی بیشتر از عایق های چینی است (بین 500 تا 1000 کیلو ولت بر سانتی متر).

مزیت دیگر شیشه این است که ضریب انبساط حرارتی آن کوچک است و در نتیجه تغییر شکل نسبی آن در اثر تغییر درجه حرارت، خیلی کم است. همچنین در مقره های شیشه ای، قبل از بروز ترک، کاملاً خرد می شوند و لذا از روی زمین به راحتی می توان مقره معیوب را تشخیص داد. برخلاف مقره های چینی، در واقع ساخت مقره های شیشه ای، معمولاً حفره در آن به وجود نمی آید و اگر ترک یا حفره ای هم باشد به راحتی قابل مشاهده است. به علاوه به علت عبور نور خورشید از آن در اثر شفاف بودن، مقاومت آن در برابر نور خورشید بیشتر است. اما معایب شیشه آن است که:

1. اولاً رطوبت به راحتی در سطح آن تقطیر می شود.



2. به علت تغییر شکل نسبی داخلی پس از سرد شدن، نمی توان مقره های بزرگی از آن ها ساخت.

3. گرد و خاک را بیشتر به خود جذب می کند.

1-3 شکست الکتریکی در مقره ها

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

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

2. جرقه سطحی مقره:

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

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

انواع مقره ها از لحاظ کاربرد 1- 4:

برحسب کاربرد این نوع وسیله، مقره ها را به سه دسته تقسیم می کنند:

1. مقره های خطوط هوایی: برای عایق کردن هادی ها نسبت به پایه (دکل) و نسبت

2. مقره های اتکایی: برای عایق کاری باس بارها در پست ها و تابلوها نسبت به زمین و

آن ها از این نوع مقره ها استفاده می شود

نگهداری.

3. مقره های عبوری یا پوشینگ ها: از این نوع مقره ها برای عبور باس بارها از دیواره ها

یا ورود به تجهیزات استفاده می شود. همچنین برای ایزوله کردن خطوط یا باس بارها

نسبت دیوارها یا بدنه تجهیزات هم به کار می رود.

اکنون به توضیح تک تک این نوع مقره ها خواهیم پرداخت. البته درصد بسیار زیادی از

مقره های مورد استفاده از نوع مقره های خطوط هوایی می باشد.

5 -

1 انواع مقره های خطوط هوایی:

11 و 20 و 33 کیلو ولت استفاده می شود

که بیشتر به صورت یکپارچه ساخته می شوند و معمولاً به شکل ناقوس کلیسا هستند

و هادی خط روی شیار بالایی مقره قرار می گیرد و توسط يك سیستم به مقره محکم

می شود. مقره توسط يك پیچ فولادی که در داخل مقره محکم شده است به بازوی

دکل بسته می شود. اطراف پیچ فولادی را با فلز نرم مانند سرب یا سیمان پر می کنند

تا چینی مقره با فولاد سخت در تماس نباشد و در اثر گشتاور خمشی شکسته نشود.

چترهای روی مقره هم به خاطر ایجاد مسیر طولانی و همچنین ایجاد نقاط خشک در هنگام بارندگی و هم لغزان بودن سطح مقره برای باقی نماندن باران بر روی سطح مقره ایجاد می شود. به عبارت دیگر در حالت مرطوب بودن مقره، فاصله جرقه برابر مجموع کوتاهترین فاصله از لبه يك چتر به نزدیکترین نقطه روی چتر پایینی به اضافه فاصله از لبه چتر پایینی تا پایه فلزی مقره می باشد. همچنین در حالت خشک بودن مقره کوتاهترین فاصله از هادی تا پایه فلزی مقره است. به این منظور، ضریب اطمینان مقره را به صورت زیر تعریف می کنند.

در شبکه های 20 کیلو ولت، ضریب اطمینان هوای خشک مقره های میخی برابر 6 و برای هوای مرطوب به مقدار 4 است. همچنین در شبکه های 11KV این ضریب در هوای خشک برابر $\frac{8}{2}$ و برای هوای مرطوب به مقدار 5 است.

ب) مقره های آویزان (در مقره های خطوط هوایی): در ولتاژهای بالاتر از 50 کیلو ولت که در سیستم های انتقال و فوق توزیع استفاده می شود، استفاده از مقره های سوزنی به علت نیاز به ضخامت زیادتر و پیچیده تر شدن ساختمان مقره ها و گرانتر شدن و غیر اقتصادی بودن آن ها امکان پذیر نیست. لذا در ولتاژهای بالا از مقره های آویزان می شود و هادی خط به وسیله کلمپ فلزی به پایین ترین مقره بشقابی زنجیره متصل می گردد.

هر مقره بشقابی از يك ديسك بشقاب از جنس چینی یا شیشه تشکیل شده است که در قسمت بالایی آن، يك كلاهك چدنی گالوانیزه توسط سیمان مخصوصی به نام

Alumina

(که مقاومت الکتریکی بالا و از استقامت مکانیکی و چسبندگی بالایی

برخوردار است) به شیشه یا چینی متصل شده است و در قسمت پایین مقره نیز يك پین (pin) فولادی گالوانیزه که آن هم به وسیله سیمان مخصوص Alumina به مقره

متصل شده است. همچنین مسیر زیر بشقاب ها به صورت چین دار است تا طول مسیر

جریان نشتی افزایش یابد. پین فولادی هر مقره در داخل حفره كلاهك مقره پایینی قرار

گرفته و با زدن گیره اطمینان این کار را انجام می دهند.

حفره: كلاهك از سوراخ ریز مقابل آن اتصال پین و كلاهك محکم می شود. دو مقره

ضمن اتصال در محل اتصال به صورت لولایی حرکت آزادانه هم دارند. قطر بشقاب های

این نوع مقره ها معمولاً بین 150 تا 360 میلیمتر و یا بیشتر می باشد. استقامت

مکانیکی آن ها هم معمولاً بین 40 تا 300 کیلو نیوتن می باشد.

مزایای استفاده از مقره های بشقابی را می توان به صورت زیر بیان نمود:

1. چون هر واحد مقره بشقابی برای يك ولتاژ نامی پایینی (در حدود 11 کیلو ولت)

طراحی می شود. متناسب با ولتاژ خط می توان به تعداد دلخواه از این بشقاب ها را به

هم متصل نمود تا يك زنجيره آن بتواند ولتاژ خط را تحمل کند (قابليت انتخاب تعداد بشقاب ها).

2. اگر هر کدام از بشقاب های يك زنجيره مقره آویزان، معيوب يا صدمه ببیند فقط لازم است همان يك بشقاب عوض شود و نیازی به تعویض کل زنجيره نیست (اقتصادی بودن مقره).

3. چون زنجيره مقره به کراس آرم خط آویزان است و می تواند به صورت آزادانه حرکت ، حداقل فشار مکانیک

نماید بر مقره های آویزان وارد می شود (تنش های مکانیکی کمتری به مقره وارد می شود).

4. اگر به دلیلی بخواهند ولتاژ نامی خط را افزایش دهند به راحتی می توان با اضافه نمودن چند تا بشقاب، قدرت عایقی مناسب را به دست آورد و نیازی به تعویض زنجيره مقره نیست (قابليت انعطاف در افزایش ولتاژ خط).

5. چون هادی خط به زنجيره آویزان می گردد و پایین تر از بازوی کراس آرم (صلیبی) دکل خط انتقال قرار می گیرد در نتیجه هنگام برخورد صاعقه به خط، صاعقه ابتدا به کراس آرم خط برخورد می نماید تا حدود زیادی از خط حفاظت می شود (بازوی حفاظت

6. اگر بار مکانیکی خط زیاد باشد مثلاً: در اسپن های بلند، هنگام عبور خطوط انتقال از روی رودخانه ها، دره ها، اتوبان ها می توان از زنجیره های دابل یا بیشتر استفاده نمود(قابلیت استفاده از زنجیره های دابل یا بیشتر).

ج) مقره های کششی: مقره های کششی در جاهایی که نیروی کشش افقی زیادی به مقره وارد می شود استفاده می گردد. از این مقره ها در پایه های ابتدا و انتهایی خطوط انتقال، توزیع و در پایه هایی که در مسیر خط از حالت مستقیم خارج شده و یا نسبت به افق، زاویه پیدا می کنند، استفاده می شوند. مقره های مذکور همان مقره های بشقابی هستند که به صورت افقی نسب می شوند و باید نیروی کششی خط را در پایه ها تحمل نمایند و چون نیروی زیادتری را باید تحمل کنند فقط استقامت مکانیکی آن ها نسبت به مقره های آویزان بیشتر است.

د) مقره های مهار: در خطوط توزیع برای پایه هایی که در ابتدا و انتهای خط قرار می گیرند و یا برای پایه هایی قرار گرفته در زاویه برای خنثی کردن نیروی کششی که از يك طرف به پایه وارد می شود از سیم مهار استفاده می شود. این سیم مهار از يك طرف به رأس تیر محکم می شود و از طرف دیگر به وسیله مهار و صفحه در داخل زمین محکم می شود.

برای ایمنی و حفاظت بیشتر که احتمالاً سیم مهار در بالا از طریق میلگرد تیر برق دار گردید، سیم مهار در نزدیکی زمین برقرار نشود. در وسط سیم مهار از مقره مهار استفاده می شود و سیم های مهار از دو طرف به مقره مهار متصل می شود. این مقره به گونه ای است که اگر شکسته شود، سیم مهار ها نمی شود و البته بایستی تحمل نیروی کششی سیم مهار را داشته باشند.

ه) مقره های استوانه ای: این مقره ها به صورت يك زنجیره استوانه ای و به صورت از جنس چینی یا اخیراً از مواد ترکیبی یکپارچه (که استقامت مکانیکی بسیار بالایی داشته و آب بر روی سطح آن ها پخش نمی شود و برای مناطق صحرایی مناسب هستند) ساخته می شوند و به دو طرف انتهایی آن ها دو کلاهک فلزی با سیمان مخصوص اتصال داده شده است. قطر استوانه عایق متناسب با قطر مکانیکی نیاز انتخاب می شود. از این مقره بعضاً در خطوط استفاده می شود. این مقره ها در مقایسه مقره های آویزان بشقابی از وزن بسیار کمتری برخوردارند (وزن مقره های آویزان در يك زنجیره بیشتر به خاطر وزن کلاهک های فلزی آن است) و لذا از نظر اقتصادی ارزان تر هستند. ولی نقطه ضعف اصلی آن ها امکان خراب شدن کامل مقره در اثر يك قوس الکتریکی یا ضربه مکانیکی بیرونی بر آن است. در صورتی که در مقره های بشقابی تمام زنجیره از بین نمی رود.

در زنجیره های بشقابی اگر يك مقره دچار ترك شود تا مدت زیادی بقیه آن ها می توانند ولتاژ خط را تحمل کنند و همچنین بار مکانیکی خط را تحمل نمایند.

در ولتاژهای بالا می توان دو یا سه استوانه ای را به هم متصل نمود. نوع ساخته شده از مواد ترکیبی (Composite Material) این نوع مقره ها دارای خاصیت آب گریزی بوده و آب و آلودگی بر روی سطح مقره پخش نمی شود، بلکه این آلودگی و رطوبت در يك نقطه روی سطح باقی می ماند و چون تمام سطح مرطوب نمی شود، می توان مسیر خزشی آن را کوتاه نمود. جریان نشستی این نوع مقره ها خیلی کم است و در مناطق با آلودگی زیاد روی سطح آن ها جرقه زده نمی شود و نیازی به تمیز کردن هم ندارند. این مقره ها ضمن داشتن استقامت مکانیکی بالا از وزن بسیار کمی نیز برخوردارند.

ن) مقره چرخی: از این مقره ها در خطوط فشار ضعیف 400 ولت استفاده می شود. این مقره ها توسط تسمه فلزی U شکل به نام اتریه و پین واشپیل به پایه های خطوط توزیع هوایی بسته می شوند و سیم هوایی شبکه بر روی شیار چرخی مانند مقره قرار می گیرد و از آن به عنوان مقره کششی نیز استفاده می شود و در دو نوع يك شیار و دو شیار استفاده می شود.

1-6 مقره های مخصوص:

برای مناطق با شرایط آب و هوایی بسیار بد مانند مناطقی که آلودگی صنعتی یا آلودگی آب و هوایی بیش از حد معمول وجود دارد یا مناطقی که مه زیاد وجود دارد یا مناطقی که صاعقه های خطرناک با شیب زیاد وجود دارد، از مقره های استاندارد معمولی نمی توان استفاده نمود و باید از مقره های با طراحی خاص برای آن مناطق استفاده نمود. در این نوع مقره ها معمولاً از بشقاب های گودتر استفاده می کنند و داخل بشقاب گود، چترهای بلندتری به آن داده می شود. در نتیجه فاصله خزش مقره افزایش می یابد و جریان نشستی آن به دلیل طولانی تر شدن مسیر و بزرگ شدن مقاومت سطحی کاهش یافته و دیرتر جرقه سطحی زده می شود (به خاطر آلودگی و رطوبت). همچنین سطح مقره را پر شیب می سازند تا در اثر باران سطح آن به راحتی تمیز تر شود.

7 -

1 مقره های اتکایی:

این مقره ها برای نگهداشتن شین های فشار قوی و دیگر تجهیزات به کار برده می شوند. این مقره ها به شکل استوانه ای چینی توپیر یا توخالی ساخته می شوند که برای تأسیساتی که مقره باید نیروی مکانیکی بیشتری را تحمل کند از نوع توخالی آن استفاده می شود. زیرا نوع توپیر آن فقط با يك قطر معین و محدودی قابل ساخت است ولی برای افزایش استقامت الکتریکی نوع توخالی آن سوراخ داخل مقره ها به صورت افقی یا عمودی نصب می شوند.

8

1- مقره های عبوری (بوشینگ ها):

برای سرهای خروجی و ورودی دستگاه های فشار قوی، برای جلوگیری از ایجاد جرقه بین ولتاژ آن خط عبوری و بدنه دستگاه به کار می روند (مثل بوشینگ ترانس ها). این مقره ها به صورت لایه های استوانه ای به کار می روند و نسبت به محیط مورد استفاده، مقره های عبوری متفاوت است

شکل. ساده ترین آن ها استوانه های در هم است. فضای

داخل این استوانه ها، معمولاً توسط گازها یا مایع های عایق پر می شود. در

فیبرهای عایقی در سر پوشینگ ها استفاده می شود زیرا فیبر هدایت حرارتی بهتری نسبت به چینی دارد.

مقره های خطوط هوایی 1- 9 آزمایش :

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

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

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

10 - Type Test استاندارد بین المللی IEC 1 بر طبق:

گروه اول آزمایش ها شامل آزمایش های زیر است:
حالت انجام می شود:

الف) با موج ضربه ای مقاوم: برای هر مقره ای حداکثر دامنه موج ضربه ای استاندارد (که برای امواج صاعقه مدل می شود) که باعث ایجاد جرقه بر روی سطح مقره نمی شود را استاندارد مشخص کرده است. البته مقادیر برای شرایط جوی استاندارد داده می شود. حالا اگر شرایط آزمایش از نظر فشار و درجه حرارت و میزان رطوبت متفاوت با شرایط استاندارد باشد، باید مقادیر فوق را تصحیح نمود. در این آزمایش 15 بار موج ضربه ای استاندارد $1.2/50 \mu sec$ به مقره به دفعات متوالی اعمال می شود. فاصله زمانی بین هر بار باید به اندازه کافی باشد تا اثر قبلی از بین رود. دامنه موج ضربه ای

همان مقدار مشخص شده در استانداردها با ضریب تصحیح مربوطه است. اگر این
ات جرعه

کمتر از آزمایش بار بهیچ و فقط ای مقره ها سطحی کاروی بمقدار این آزمایش با توجه به شدت

داده است. البته اثر جزئی جرعه روی سطح مقره (مثل خش انداختن) مجاز است.

ب) با موج ضربه ای با احتمال 50% جرعه سطحی: دامنه موج ضربه ای استاندارد که با

احتمال 50% بر روی سطح مقره جرعه زده می شود در استانداردها مشخص شده است.

حالا برای يك مقره مورد آزمایش، يك موج ضربه ای استاندارد با دامنه V_k نزدیک به

سطح تقریبی دامنه ولتاژ جرعه 50% انتخاب می شود. همچنین يك دامنه متغیر ولتاژ

ΔV که تقریباً 3% از ولتاژ V است، انتخاب می گردد. حالا يك موج ضربه ای استاندارد

با دامنه V_k به مقره اعمال می شود. اگر موج سبب بروز جرعه سطحی روی مقره

نگردید، دامنه موج ضربه ای بعدی باید $V_k + \Delta V$ انتخاب شود که اگر حدود 30 بار و

چون ممکن است V_k اولیه خیلی كوچك یا خیلی بزرگ انتخاب شده باشد، 1 تا 9

آزمایش اول را 30 بار محسوب نمی کنند. اگر هر ولتاژ U_v در این آزمایش n_v بار تکرار

شده باشد، ولتاژ جرعه سطحی 50% از رابطه زیر بدست می آید:

$$U_{\%50} = \frac{\sum n_v U_v}{30}$$

مقره به شرطی این قسمت را جواب می دهد که $U_{\%50}$ بدست آمده از رابطه بالا برای آن از $\frac{1}{04}$ برابر ولتاژ جرعه مقاوم آن کمتر نباشد و مقره ها در اثر جرعه ای سطحی روی آن ها آسیب کلی نبیند.

2. آزمایش استقامت در برابر ولتاژ ضربه ای سوئیچینگ در هوای مرطوب:

موج ضربه ای برای مدل کردن سوئیچینگ، يك موج ضربه ای $250/2500 \mu sec$ است که با موج ضربه ای صاعقه متفاوت است و زمان رسیدن به مقدار يك و نیم موج پشت آن خیلی بیشتر از موج ضربه ای صاعقه می باشد. در این حالت مقره تحت آزمایش، زیر بارش يك باران مصنوعی قرار می گیرد. شدت بارش باران باید حداقل بین 1 میلیمتر بر دقیقه تا 2 میلیمتر بر دقیقه باشد و به صورت مورب با زاویه 45° بارش نماید. درجه حرارت محیط هم بین $15^\circ -$ تا 15° باشد و مقاومت مخصوص آن در 20° باید $100 \pm 15 \Omega - m$ باشد.

مقره باید به 15 دقیقه قبل از شروع تست تحت بارش این باران قرار گیرد، البته این

می تواند کمتر هم باشد، مخصوصاً زمانی که تست های متوالی انجام می گیرد. زمان.

در این جا نیز این آزمایش در دو حالت مختلف می تواند انجام بگیرد:

الف) با موج ضربه ای با احتمال 50% جرعه سطحی: طریقه آزمایش مانند حالت هوای

خشك است (با موج ضربه ای صاعقه) ولی دامنه ضربه ای 50% بدست آمده از رابطه

نباید کمتر از $\frac{1}{085}$ برابر دامنه موج ضربه ای مقاوم تعیین شده در استاندارد برای

موج ضربه ای مقاوم تعیین شده در استاندارد مربوط به شرایط جوی استاندارد است که برای شرایط آزمایشگاهی باید در ضرایب تصحیحی، اصلاح شود.

ب) با موج ضربه ای مقاوم: این آزمایش نیز با دامنه موج ضربه ای مقاوم تعیین شده در استاندارد برای 15 بار تکرار می شود و اگر تعداد دفعاتی که جرقه سطحی روی مقره زده می شود بیشتر از 2 بار نباشد این آزمایش جواب مثبت داده است. در این آزمایش نیز نباید سطح مقره ها آسیب کلی ببیند (اثرهای جزئی روی سطح مقره قابل پذیرش است).

3. آزمایش استقامت در برابر ولتاژ با فرکانس صنعتی در هوای مرطوب

Wet Power- Frequency Test

در این لحظه مقره نیز تحت آزمایش در يك شرایط باران مصنوعی مانند حالت قبل قرار می گیرد. متناسب با شرایط جوی زمان آزمایش از نظر فشار و درجه حرارت، مقدار ولتاژ قابل استفاده مقره را بر اساس مقدار تعیین شده آن در استانداردها بدست می آوریم (با استفاده از ضرایب تصحیح). سپس يك ولتاژ در حدود 75% ولتاژ فوق را به مقره اعمال می کنیم و سپس به تدریج و به آرامی با يك شیب در حدود 2% ولتاژ فوق بر ثانیه، ولتاژ را افزایش می دهیم تا به مقدار 100% فوق برسد. سپس این ولتاژ را در حد يك دقیقه بر روی مقره نگه می داریم. طی این آزمایش هیچ گونه جرقه سطحی یا سوراخ شدن مقره نباید اتفاق بیفتد. در این آزمایش می توان افزایش ولتاژ را هنوز

ادامه دهیم تا جرقه سطحی حاصل شود. این آزمایش را 5 بار تکرار می کنیم و مقدار متوسط ولتاژهای جرقه سطحی را به عنوان ولتاژ جرقه هوای مرطوب در ولتاژ سینوسی با فرکانس های صنعتی تعیین کنیم. فرکانس موج سینوسی باید بین 15^{kv} تا 100^{kv} باشد.

هر واحد مقره، نام تولید کننده و سال تولید آن نوشته می شود. همچنین حداکثر قدرت مکانیکی مقره نیز بر روی آن نوشته می شود. مثلاً U300 مقره 300 کیلو نیوتنی است. شرایط استاندارد به صورت $T = 20^{\circ}C$ و $P=760mmHy$ رطوبت $= 119 \frac{water}{m^3}$ است. قبل از پرداختن به آزمایش هایی که بر روی مقره های نمونه انجام می گیرد، ساختمان مقره ها را بیان می کنیم، که به دو دسته تقسیم می شوند:

1. نوع A: مقره هایی که طول یا ضخامت کوتاهترین مسیر موجود در داخل آن ها برای سوراخ شدن داخل بدنه مقره حداقل برابر با نصف طول کوتاهترین مسیر جرقه در هوای روی سطح مقره است.

2. نوع B: مقره هایی که ضخامت داخل آن ها برای مسیر سوراخ شدن مقره کمتر از نصف طول کوتاهترین مسیر جرقه بر روی سطح مقره در هوا است.

برای يك محموله‌های از مقره‌های يك نوع با مشخصات یکسان از همه نظر که به وسیله خریدار از تولیدکننده مقره خریداری می‌شود. در صورتی که آماده انتخاب می‌شود. در صورتی که نتایج آزمایش‌ها مثبت باشند، کیفیت محصول آن‌ها از طرف خریدار تأیید می‌شود. تعداد نمونه‌های انتخابی بر اساس استاندارد IEC به صورت زیر است:

با فرض P تعداد مقره‌های انتخابی به عنوان نمونه و N تعداد کل مقره‌ها باشد، آنگاه:

(1) اگر $N < 500$ باشد، P با توافق طرفین تعیین می‌شود.

(2) اگر $500 < N < 2000$ باشد $p = 4 + (1/5N \div 1000)$ است.

(3) اگر $N > 20000$ باشد، $P = 14 + (0/75N \div 1000)$ است.

آزمایش‌هایی که بر روی مقره‌های نمونه انتخاب شده انجام می‌گیرند، عبارتند از:

1. بررسی سیستم قفل و بست.
2. کنترل مقدار وزن مقره‌ها و ابعاد قسمت‌های مختلف آن‌ها.
3. آزمایش سیکل حرارتی.
4. آزمایش حداکثر تحمل بار الکترومکانیکی (فقط روی مقره‌های شیشه‌ای).
5. آزمایش حداکثر تحمل بار مکانیکی
6. آزمایش شوک حرارتی (فقط برای مقره‌های شیشه‌ای).
7. آزمایش تحمل ولتاژ در برابر سوراخ شدن (فقط برای مقره‌های نوع B).

8. آزمایش تخلخل (وجود حفره) (فقط بر ای مقره‌های چینی).

9. آزمایش میزان گالوانیزه‌بودن قسمت‌های فلزی مقره.

شرح آزمایش

1. بررسی سیستم قفل و بست: در اینجا چند آزمایش مختلف برای اطمینان از مکانیزم

قفل و بست انجام می‌گیرد:

(الف) با اتصال بشقاب‌ها به همدیگر و تشکیل يك یا چند زنجیره، حرکت‌های افقی شبیه

به حرکت‌هایی که در حالت سرویس ممکن است پیداد شود به آن‌ها داده می‌شود که

اتصال زنجیره‌ها باید باز شود.

(ب) اشپیل (Spilt-pin) تمام بشقاب‌ها در موقعیت قفل قرار داده می‌شود و به وسیله

يك دستگاه که نیروی کششی وترد می‌کنند بار کششی برای حرکت کردن اشپیل هر

بشقاب اعمال می‌شود. برای هر بشقاب این عمل 3 بار تکرار می‌شود. مقدار این نیرو

طبق استاندارد، بین 50 تا 500 نیوتن بایستی اعمال شود.

(ج) اشپیل هر مقره یا نیروی کششی حداکثر یعنی 500N کشیده می‌شود (به وسیله

دستگاه کشنده). اشپیل‌ها در اثر این نباید از محل قفل به طور کامل خارج شوند.

2. کنترل ابعاد مقره (Verification Of Dimencions).

این کنترل ابعاد عبارتند از:

- الف) اندازه وزن مقره های نمونه و متوسط گیری به عنو ان وزن مقره.
- ب) اندازه گیری قطر خارجی مقره از بالاترین تا پایین ترین نقطه.
- ج) اندازه گیری ارتفاع مقره از بالاترین تا پایین ترین نقطه.
- د) اندازه گیری فاصله خزشی مقره (Creep Age Distance).
- ه. کنترل قطر حفره کلاهک و قطر پین فلزی با اشل های استاندارد (اشل هایی که باید داخل حفره بروند یا اتز قطر پین بگذرند و اشل هایی که نباید بگذرند).

3. آزمایش سیکل حرارتی (Temperature Cycly Test)

در این آزمایش يك مخزن آب سرد و يك مخزن آب گرم تهیه می شود. درجه حرارت مخزن آب گرم باید 70 بیشتر از درجه حرارت مخزن آب سرد باشد و به وسیله يك سیستم اتوماتيك، درجه حرارت مخزن ها ثابت نگه داشته شوند. مقره های نمونه به مدت t دقیقه در مخزن آب گرم قرار داده می شود.

جرم بر حسب $t = 15 + 0/7m$, $m = \text{kg}$ نوع A

T=15min مقره نوع B

بعد از طی زمان فوق، سریعاً بدون هیچ تأخیری (حداکثر 30 ثانیه) و برای مدت زمان T دقیقه نیز در مخزن آب سرد غوطه ور می شوند. این سیکل گرما و سرما 3 بار تکرار می شود. برای مقره های اتکایی به جای مخزن آب سرد، باید آن را بعد از خارج کردن از مخزن آب گرم (برای مدت 15 دقیقه در مخزن آب گرم قرار گرفته است) به مدت 15 دقیقه در معرض باران مصنوعی با شدت 3 میلیمتر بر دقیقه قرار می دهیم و این سیکل را 3 بار تکرار می کنیم.

شرط پذیرش این آزمایش این است که در پایان هیچ يك از مقره های نمونه ترك خوردگی پیدا نکرده باشند.

4. آزمایش تحمل بار الکترومکانیکی (Electromechanical Failing Load Test)

در این آزمایش همزمان با اعمال ولتاژ با فرکانس صنعتی به مقره يك بار مکانیکی کششی نیز به مقره اعمال می شود تا اگر تخلیه الکتریکی داخلی در اثر تخلیه های داخلی مقره اتفاق می افتد، در اثر نیروی کششی اعمال شده به صورت عیب مکانیکی (مثلاً ترك خوردن مقره) مشخص می شود. ولتاژ اعمالی به مقره همان ولتاژ مقاوم با

وب است

فرکانس صنعتی در هوای مرط. چون در مقره های شیشه ای تخلیه های

موضعی داخل مقره کاملاً پیدا است، لذا این آزمایش برای مقره های شیشه ای انجام نمی شود.

5. آزمایش تحمل حداکثر بار مکانیکی (Mechanical Failing Load Test)

در این آزمایش مقره نمونه، تک تک و به نوبت در داخل دستگاه مخصوص اعمال نیروی کششی قرار گرفته و نیروی کششی اعمالی به آن ها از صفر به طور سریع به مقدار 75% حداکثر بار مکانیکی نامی مقره افزایش داده می شود. سپس به آرامی در یک مدت زمان معین بین 15 تا 45 ثانیه بار کششی اعمالی را به 100% حداکثر بار مکانیکی می رسانیم. شدت این افزایش به مقدار 35% حداکثر بار مکانیکی نامی در هر دقیقه می باشد. در این آزمایش مقره باید بتواند بار مکانیکی کششی اعمال شده را تحمل کند و دچار شکست مکانیکی لازم برای شکست مقره دست یابیم. لازم به ذکر است که برای مقره های اتکایی (سوزنی) بار مکانیکی خمشی به جای کشش اعمال می شود.

6. آزمایش شوک حرارتی (فقط برای مقره های شیشه ای)

در این آزمایش يك مخزن آب که درجه حرارت کمتر از 50°C را دارد، مهیا می شود. سپس مقره های نمونه را در داخل يك کوره هوای گرم که درجه حرارت آن حداقل

100°C بالاتر از درجه حرارت مخزن آب است، 20 دقیقه قرار می دهند. سپس مقره ها را به طور ناگهان وارد مخزن آب می نمایند و حداقل 2 دقیقه در مخزن با آب نکه می دارند. مقره ها نباید دچار ترك شكستگی شوند.

7. آزمایش تحمل ولتاژ در برابر سوراخ شدن مقره (Pun Chore Test)

این آزمایش می تواند با يك موج ولتاژ سینوسی با فرکانسی صنعتی و یا با يك موج ضربه ای انجام گیرد. البته معمولاً با فرکانس صنعتی انجام می شود. مقره های نمونه در این آزمایش کاملاً خشك و تمیز می شوند و در داخل يك محفظه روغن شناور می شوند. که روغن باید عاری از رطوبت و ناخالصی باشد و استقامت الکتریکی بالایی داشته باشد. اگر محفظه روغن فلزی باشد باید ابعاد آن خیلی بزرگ باشد که جرقه بین قسمت فلزی مقره و بدنه محفظه روغن زده نشود. ولتاژ با فرکانس صنعتی بین قسمت های فلزی مقره اعمال می شود. همچنین روغن برای این استفاده می شود که استقامت الکتریکی خیلی بالاتری نسبت به هوا دارد و از بروز جرقه سطحی روی مقره در اثر اعمال ولتاژ بالا جلوگیری می کند. برای آزمایش، ولتاژ اعمالی را سریعاً به مقدار حداکثر ولتاژ نامی قابل تحمل مقره می رسانیم که در استاندارد ها مشخص شده است که بر اثر این ولتاژ نباید در مقره شكست الکتریکی و سوراخ شدن به وجود آید. اگر میزان استقامت مقره مورد نظر باشد بایستی ولتاژ را آنقدر افزایش داد تا مقره سوراخ شود.

8. آزمایش تخلخل (فقط برای مقره های چینی) Poorsity Test

در این آزمایش قطعات شکسته شده يك مقره چینی در يك محلول الكل يك درصد که مقداری جوهر قرمز نیز به آن اضافه شده (يك گرم جوهر قرمز درصد گرم الكل) و تحت فشار 15 مگانیوتن بر متر مربع برای چندین ساعت (حدود 24 ساعت) قرار داده می شود. سپس قطعات بیرون آورده شده و تمیز و خشک می شوند و دوباره شکسته شده و به قطعات کوچکتری تبدیل می شوند. در سطوح شکسته شده نباید هیچ اثری از نفوذ الكل مشاهده شود.

این آزمایش برای لعاب (glaze) مقره است (برای اطمینان از عدم وجود ترك های مویین در لعاب مقره) لذا می توان مقره را پس از آزمایش وزن کرد و سپس برای 24 ساعت در آب تحت فشار قرار داده و سپس مجدداً وزن نمود. اگر افزایش وزن داشته باشیم نشان دهنده نفوذ آب در خلل و فرج مقره است.

9. آزمایش میزان گالوانیزاسیون قسمت های فلزی (Galvanizing Test)

در این آزمایش اولاً وضعیت ظاهری پوشش سطحی روی قسمت های فلزی مقره های نمونه از نظر یکنواختی و هموار بودن بررسی می گردد. همچنین به وسیله يك دستگاه مخصوص جرم فلز (روی) بر روی سطوح فلزی در واحد تعیین می گردد. دستگاه مخصوص فوق، ضخامت فلز روی را می تواند در يك نقطه هم اندازه گیری کند. برای

این منظور 10 نقطه به طور تصادفی بر روی کلاهک و 10 نقطه بر روی پین انتخاب می شوند. سپس با داشتن جرم حجمی روی، مقدار جرم فلز روی در واحد سطح مشخص می شود. در هر مقره نمونه، جرم روی در واحد سطح نباید کمتر از 500 گرم بر متر مربع باشد و برای تمام نمونه ها به طور متوسط از مقدار 600 گرم متر مربع نباید کمتر باشد.



1-12 تست های معمول مقره ها (Routine Test)

این آزمایش ها به تك تك مقره ها در خط تولید اعمال می شود که شامل آزمایش های زیر هستند:

1- بررسی وضعیت ظاهری مقره ها از نظر شکل و ابعاد و رنگ ظاهری آن ها.

2- آزمایش های مکانیکی:

برای مقره های نوع A: يك زنجيره از مقره ها به مدت يك دقيقه تحت يك بار كششی

معادل 60% حداكثر تحمل بار مکانیکی قرار می گیرند.

برای مقره های نوع B: يك زنجيره از مقره ها برای مدت 10 ثانيه تحت يك بار كششی

معادل 40% حداكثر تحمل بار مکانیکی قرار می گیرند.

مقره هایی که در این آزمایش دچار شکست و ترك خوردگی شوند از خط تولید خارج

می شوند.

3

- آزمایش الکتریکی:

مقره های بشقابی یا مقره های اتکایی (سوزنی) در این آزمایش به آنها يك ولتاژ

سینوسی با فرکانس صنعتی اعمال می شود. دامنه ولتاژ باید به حدی باشد که هر چند

5 دقیقه

باشد. اگر مقره ها دچار سوراخ شدگی شوند از خط تولید خارج می شوند.

فصل دوم

1-2 نقش پلاستیک به عنوان مواد اولیه مقره های بیرونی:

در کارهای تحقیقاتی سوال اصلی از مصرف مواد پلاستیکی برای مقره های هوای آزاد آنست که جنس مواد برای طراحی چگونه باید انتخاب گردد که کاربردهای آنها از نظر

مصرف مواد پوششی نتایجی به دست آمده که به صورت خلاصه این تجربیات شرح داده می شود.

کسانیکه در رابطه با مواد عایقی مقاوم در برابر هوای آزاد کار کرده اند می دانند که این دانش حد و مرزی ندارد. تجربیات به دست آمده بسیار گسترده می باشد و به سن مصرف مواد پلاستیکی بستگی دارد که شامل ساخت- فرم دادن محل نصب و مسائل دیگر می گردد.

مسئله مقاوم بودن مواد مقره ها در مقابل عوامل محیطی هوای آزاد، همیشه مورد سوال بوده است و استفاده از پلاستیک جهت ساخت مقره ها این امکان را نیز به وجود خواهد آورد که در آینده کاربرد آن را به کالاهای و تجهیزات برقی بیشتری نظیر مفصل کابلها، ترانسها جریان و ولتاژ و نیز کلیدها توسعه دهد.

2 -

2 مزایای مقره های رزینی:

آزمایشات بسیار زیاد از يك طرف نتایج مثبت کاربرد مقره های پلاستیکی در سیستم های خشک و مرطوب را مورد تأیید قرار داده است و از طرف دیگر مصرف مقره های چینی و شیشه ای با توجه به شرایط ایده آل سلخت مقره های رزینی را به نقد گذاشته است. ای از نکات مثبت که در يك سری آزمایشات حاصل شده است به شرح زیر می باشد

- کم شدن وزن تا حدود 90% وزن مقره های چینی روی مقره 145kv که امکان کاهش آن در مقره های با ولتاژ بالاتر وجود دارد.
- فرم گیری ساده. دقت در ساخت با ترانسهای دقیق تر
- تولید ساده با زمان کوتاهتر و ضایعات کمتر.
- مقاومت مکانیکی بالا.
- باریک شدن مقره و در نتیجه تشکیل شدن آن.
- سبک شدن مقره و مصرف کمتر مواد و در نتیجه پایین آمدن قیمت و نصب ساده تر
- شکنندگی کمتر و در نتیجه ضایعات کمتر در حمل و نقل و نصب و در طول مدت مصرف.
- احتیاج به چسباندن دستک به مقره ها وجود ندارد و این کار در حین تولید در قالب انجام می شود و برای نصب مقره به سایر بخش های سیستم می توان مهره ها را در حین تولید درون آن قرار داد.
- همچنین در تحقیقات بیشتری که انجام گرفته است. نکات مثبت دیگری نیز بدست آمده است.
- امکان تولید مقره های بلند (تا بحال مقره های 8-10 متری ساخته شده است)
- امکان نصب جهت سیستم های مخابراتی جدید که توان بالائی دارند.
- سختی مواد که در مقابل ترك خوردگی مقره را حفاظت می نماید.

- تعمیرات ساده و سریع.

- با کم بودن ضریب مخصوص گرما و وجود تعادل حرارت خوب در پلاستیکها، تولید شبنم در شرایط بردوت هوا امکان ندارد و این موضوع می تواند از وقوع جریان خزشی جلوگیری نماید.

تجربیات بدست آمده معلوم نموده است که سرویس مقره های پلاستیک خیلی خیلی کمتر از مقره های چینی مورد نیاز بوده است.

از آزمایشات مکرر معلوم گردیده است که اشکالات مقره های چینی بیشتر از مقره های پلاستیکی می باشد. زیرا در صورتیکه مواد قابل اطمینان و همچنین قالبهای صیقل داده شده برای ریخته گری مواد پلاستیکی استفاده شود، احتیاج به تمیز کردن و صیقل دادن سطح آن نمی باشد

یا.

با اضافه کردن مواد مخصوص، بخصوص مواد سیلیسی تغییرات طولی در مقابل حرارت را می توان بصورت خطی در آورد که این مسئله باعث می شود در مقابل تغییرات تغییرات طولی فولاد آلومینیم و مس بسیار بهتر عمل نمایند .

توضیح اینکه با توجه به کاربرد مقره های رزینی هوای آزاد در شبکه و یا تجهیزات الکتریکی بیرونی جهت عایق سازی آنها با انواع فلزات مختلف مرتبط خواهند بود.

تغییرات در ابعاد قطعات فلزی در درجه حرارتهای مختلف و تطابق آن با تغییرات در ابعاد

های چینی بوده است که این موضوع بسیار مهم (تطابق تغییرات طولی فلزات مختلف

مقره

با) را با کاهش و یا افزایش مقدار سیلیس به مواد مقره میتوان حل و فصل نمود.

آزمایشات نشان داده است که جریانهای خزنده بوجود آمده روی مقره های پلاستیکی

کمتر از موارد مشابه در مقره های چینی بوده است

بمراتب.

در مقابل کلیه جنبه های مثبت که تا بهال شرح داده شده مقره های پلاستیکی يك

جنبه منفی تیز دارند و آن ضعف پایداری مقره در مقابل شرایط جوی و آلودگیهای هوا

میباشد که بایستی با مواد مرغوب و روش صحیح ساخت آنرا رفع نمود.

3 -

2 شرایط هوای آزاد و پوشش عایق:

مقره های نصب شده و آویخته در هوای آزاد همواره در معرض هوای آلوده و تغییرات

جوی(درجه حرارت- رطوبت- تأثیر آفتاب- ابر- باران باد و ...) هستند.

این موضوع البته به موقعیت جغرافیایی، فصول سال، طول شب و روز و همچنین محیط

زیست بستگی دارد. مسائل محیط زیست را عوامل زیر تعیین می کنند.

- گرد و غبار و آلودگی هوای ناشی از سوختهای فسیلی بخصوص در نزدیکی اتوبانها و جاده های پر رفت و آمد.

تجربه نشان داده است که آلودگیهای ناشی از کارخانجات بدترین اثرات را در برداشته است. مثلاً در اوائل دهه هفتاد در آلمان سالیانه 20 میلیون تن گرد و غبار و دوده و گازهای سمی به هوا فرستاده شده است.

همچنین در یکی از شهرهای انگلیس در هر متر مکعب هوا 300 میلیگرم اکسید گوگرد 300 میلیگرم دوده و 500 میلیگرم غبار بدست آمده است. این موضوع خسارتهای غیر قابل جبرانی بر روی مقره ها وارد می سازد.

البته برای شرایط محیطی مقره های هوای آزاد در اولین حله مقدار و نوع گرد و غبار مطرح نیست، بلکه رطوبتی که بر روی سطح غبار آلود عایق مقره بوجود می آید از اهمیت بیشتری برخوردار است. همچنین تغییرات آب و هوایی کاملاً متفاوت بطوریکه برای درجه حرارت از -65°C تا $+58^{\circ}\text{C}$ (در سوئیس -21°C تا $+39^{\circ}\text{C}$) و برای رطوبت از 3% تا 100% بارندگی تا $50\text{mm}/\text{h}$ و یا بالاتر نیز موثر است.

مسائل مربوط به مجاورت مواد شیمیایی با مقره ها و همچنین رطوبت - گرما و تابش خورشید هم برای مقره های چینی و هم برای مقره های رزینی وجود دارد. در محلهای مختلف مقدار و پوشش عایقی سطوح مقره ها برابر نیستند زیرا اثرات آلودگی هوا روی آنها متغیر است و حتی باد اثرات بیشتری در محل و سمت وزش خود بر روی مقره ها

می گذارد. تغییر سریع آب و هوا خصوصاً تغییرات سریع درجه حرارت (بطور مثال یخبندان) در نتیجه تولید شبنم و سرخوردن یخها روی مقره و یا باریدن پس از يك دوره هوای خشك (محیطهای کویری) اثرات خیلی زیادی روی سطح مقره می گذارد و ضریب هدایت را تغییر می دهد.

برای محیط های آلوده، ساختمان آلودگی ها روی هم و فعالیت هدایت آنها که آیا است یا نه را نباید از نظر دو

یکنواختتر داشت. خشن بودن سطح مقره و اینکه چگونه مقره را تمیز نمائیم خیلی اهمیت دارد و در صورتیکه دقت نشود سطح رویه مقره خیلی سریع خراب می شود و حتی از بین رفتن کامل مقره را در پی خواهد داشت بگونه ای که دیگر نمی توان این نوع مقره ها را در حالت عادی مورد مصرف قرار داد.

برای تمیز کردن (سطح عایقی مقره ها) سیستم آئرودینامیک (سیستم باد از طریق کانال) بهترین روش است. همچنین شستشوی سطوح مقره ها با دستگاه های اتوماتیک و یا با ابزارهای معمولی نیز عمومیت دارد. بارانهای تند نیز اثرات مطلوبی روی سطوح خارجی مقره ها دارند. ولی در صورتیکه شستشو از چند جانب باشد و نیز این شستشو فشار معین انجام شود بهتر خواهد بود

تحت. اما بهترین پوشش برای حفاظت سطح

مقره ها در مقابل آلودگی های شدید، <کریس سیلیکون> می باشد. این کریس هم

تا از تشکیل قطرات آب و یا شبنم روی مقره ها جلوگیری نماید و راه باریک جهت هدایت الکتریسته ایجاد نشود.

اهمیت و توجه زیاد به مسائل آلودگی باعث شده است که در حال حاضر در محیط های

بسیار آلوده، مقره های پلاستیکی وجوه برتر خود را نسبت به مقره های چینی نشان 5 ساله مقره های رزینی نصب شده در يك پست $69/4 kv$ در

جوار يك کارخانه کاغذ سازی در آمریکا است.

نتایج حاصل از بررسی ها و آزمایشات روی مواد پلاستیکی مختلف نهایتاً بدست آمدن

جنس جدیدی بنام Cycloaliphatic را در پی داشت و امروزه ترکیبی از مواد مواد

مذکور به همراه سیلیس هایی با دانه بندی مناسب و سیلانیزه شده (Silanized)

بخش عمده مواد اصلی بدنه مقره های رزینی را تشکیل میدهد.

2-4 مقایسه مقره های رزینی و چینی برای مصارف شبکه و تجهیزات الکتریکی:

در شبکه توزیع ولتاژ متوسط انواع مقره های سوزنی و بشقابی چینی و رزینی مورد

استفاده است که از نظر فنی و اقتصادی مورد ارزیابی قرار می گیرد.

- (1) از نظر فیزیکی مشخصه هایی مانند سبکی وزن (وزن مخصوص) ضربه پذیری و ... وجوه تمایز مقره های رزینی است. بعنوان مثال دو عدد مقره بشقابی با ملحقات مربوطه حدود 11 کیلو گرم وزن دارد در صورتیکه وزن مقره رزینی مشابه با ملحقات فلزی کمتر از 2 کیلو گرم است. همچنین وزن مخصوص مقره های چینی بین $\frac{2}{5} \frac{g}{cm^3}$ تا $\frac{2}{6} \frac{g}{cm^3}$ می باشد در حالیکه وزن مخصوص مقره های رزینی بین $\frac{1}{1001} \frac{g}{cm^3}$ تا $\frac{1}{101} \frac{g}{cm^3}$ متغییر است.
- (2) از نظر کاربرد به هنگام حمل و نقل و نصب سهولت ویژه ای در مقره های رزینی وجود دارد. همچنین مقره های رزینی متحمل بهتری در مقابل شرایط متفاوت آب و هوایی و تغییرات دمای هوا و نیز جلوگیری از تشکیل شبنم و یخ دارد. همچنین تطابق منحنی انقباض و انبساط مقره و ملحقات فلزی با توجه به نوع فلز بکار رفته در مقره های رزینی به سادگی امکان پذیر است. در صورتی که در مورد مقره چینی کار بسیار مشکلی است.
- (3) سایر مشخصه های فنی همچون فاصله خزشی، تحمل نیروهای کششی و ... برای هر دو مقره در حد قابل قبول است.

4) روش تولید در مقره چینی بسیار پیچیده و مراحل آن بسیار متعدد است. به دلیل تولید سری مقره های چینی چنانچه در مرحله لعاب و یا پخت مشکلی بوجود آید، مقدار قابل توجهی ضایعات خواهیم داشت. ولی مقره های رزینی که به روش ریخته گری در قالب های فولادی انجام می گیرد، بسیار ساده و مراحل تولید عملاً در 3 تا 4 مرحله انجام می گیرد. دوره زمانی تولید مقره چینی حداقل يك هفته می باشد در صورتی که این مدت برای مقره های رزینی حداکثر 2 ساعت است.

5) مسئله نصب ملحقات فلزی در حین تولید مقره های رزینی به صورتی ساده انجام می گیرد و از تفاوت های بارز در شیوه ساخت دو نوع مقره است.

6) درجه حرارتی که پخت مقره های چینی نیاز دارد در حدود 1200 درجه سانتیگراد برای مدت 63 ساعت است در صورتی که مقره های رزینی به حداکثر 110 درجه حرارت آن هم برای مدت 15 دقیقه نیاز دارد.

2-4-2 مقایسه سایر مشخصه های فیزیکی

برای ساخت مقره های مورد مصرف در تجهیزات الکتریکی علاوه بر قابل قبول بودن مقایسه بند قبل موارد زیر مطرح است:

1) مقره های چینی در مقابل نیروهای برشی (بخصوص در ناحیه اتصال مقره به فلنج) قابلیت تحمل کمتری دارند، در صورتی که مقره های رزینی به دلیل قابلیت خوب در مقابل نیروهای برشی، تجهیزات را در مقابل نیروهای مختلف زلزله حفاظت می نمایند.

2) با توجه به قابلیت خوب مقره های رزینی در شرایط جوی مختلف، می توان در طراحی ها فاصله خزشی (Creepage Distance) را در آنها کمتر از مقره های چینی در نظر گرفت.

3) به دلیل کاهش فاحش وزن مقره، وزن سازه های نگهدارنده کاهش قابل ملاحظه ای و حتی ابعاد فونداسیون را نیز می توان کاهش داد
یافت.

4) قابلیت ایجاد هر نوع سوراخ و یا قرار دادن برای عبور سیم و یا کابل در مقره های رزینی به صورتی که ایجاد اشکال در مشخصه های عایقی آن ننماید وجود دارد. با استفاده از قابلیت، می توان با نصب مدارهای الکتریکی و یا الکترونیکی کوچک و یا بزرگ (با توجه به ابعاد مقره) مقره را در خدمت حفاظت و یا کنترل خط و یا پست قرار

5) در پاره ای از بوشینگها به خاطر حساسیت آبندی، فلز و مقره چینی با تکنولوژی پیچیده ای جوش داده می شوند که کار دشوار و گرانی است. کاربرد مقره های رزینی این شکل را نیز به سادگی حل و فصل نموده است.

3-4

-

2

مقایسه اقتصادی:

اگر فرض بر این باشد که بخواهیم برای ساخت مقره چینی تصمیم به ایجاد کارخانه ای بگیریم. جدا از قیمت تمام شده مقره، موارد زیر می توانند مورد نظر قرار گیرد.

1) از نظر ظرفیت اقتصادی با توجه به روش تولید و هزینه آماده سازی مواد، کارخانه برای مقره های رزینی ظرفیت 100 تن مقره در سال می تواند یک ظرفیت اقتصادی باشد.

2) از نظر سرمایه گذاری اولیه با توجه به ظرفیت اقتصادی و روش پیچیده تولید مقره های چینی و امکانات آزمایشگاهی و کنترل کیفی که باید در جوار آن قرار گیرد، همچنین به لحاظ کاربری (نیروی انسانی) بسیار زیاد مقره های چینی، آموزش و تربیت افراد در ظرفیت مساوی نسبت سرمایه گذاری بین 5 تا 10 برابر برای مقره های چینی بیشتر خواهد بود.

3) از نظر قیمت تمام شده مقره های چینی با توجه به ابعاد و وزن زیاد آنها که در مقره های بوشینگ و ... مورد مصرف در تجهیزات فشار قوی تولید آنها با مراقبت های ویژه ای صورت می گیرد و نصب ملحقات فلزی بر روی آن با مشکلات و پیچیدگی زیادی مواجه است در مقایسه با قیمت مقره های رزینی گرانتر است.

فصل سوم

بررسی امکانپذیری استفاده از مقره های

عبوری (بوشینگهای) پلیمری به جای

سرامیکی

3-1 معایب عایق‌های سرامیکی:

1-1

- معایب پایداری یا استحکامی ستون عایق به علت نیروی قابل ملاحظه بیش از مقدار مجاز و قابل قبول.

ب- ضربه‌پذیری کم عایق. این موضوع موجب می‌شود که در اثر کوچکترین ضربه - به جهت شکل خاص هندسی آن - توزیع تنش در همه نقاط عایق یکسان نباشد .

ج- با توجه به وزن بالای ستون عایق‌های سرامیکی، نصب آن بسیار مشکل است و نیاز به جرثقیل دارد و به همین دلیل زمان و هزینه مونتاژ و نصب آن بالا می‌رود.

د- عایق‌های سرامیکی دارای انعطاف‌پذیری کمی هستند و لذا در مقابل نیروهای افقی از جمله نیروی باد که بر محور آن وارد می‌شود دارای مقاومت کمی هستند.

2

1-

3-

:

الف- در ساختار لعابی که روی عایق‌های سرامیکی اعمال می‌شود از چسب پلی‌وینیل استات و دیگر چسب‌های آلی استفاده می‌شود. هنگامی که این لعاب در کوره قرار می‌گیرد مواد فرار این چسب‌ها با درجات فراریت مختلف در دماهای مختلف و با سرعت‌های مختلف خارج می‌شوند. به همین دلیل در حین خروج این مواد فرار، ترک‌های ریز که با چشم بر راحتی قابل رویت نیستند در سطح عایق ایجاد می‌شود.

ب- تغییرات درجه حرارت محیط در طول سال و یا تغییرات درجه حرارت بین شب و روز در مناطق کویری و انقباض و انبساط عایق (با توجه به این که ضریب انبساط لعاب و بیسکویت زیرین لعاب یکسان نیست) موجب می‌شود که ابتدا ترک‌های متعدد در بدنه عایق مشاهده شود و گسترش تدریجی ترک‌ها بصورت طولی و عمقی موجب بروز تخلیه جزئی می‌شود.

3 - 1

-

معایب الکتریکی 3

ایرادات الکتریکی که در واقع به نوعی به استحکام و خواص مواد بکار رفته در لعاب و

الف- ایجاد ترك تحت تاثیر جریان‌های ناشی از تخلیه جوی و شدت میدان قابل ملاحظه‌ای که در قبال ولتاژهای موجی تخلیه جوی و بروز قوس از نوع قوس‌های برگشتی مشاهده می‌شود

ب- بروز تخلیه جزیی در محل ترك‌های ظاهر شده در سطح خارجی عایق و گسترش تدریجی آنها.

4 - 1

یکی از ایرادات و مشکلات بزرگی که در صنایع وجود دارد مشکل خوردگی است و این ایراد به عنوان یکی از ایرادات مهم و اساسی در عایق‌های سرامیکی نیز وجود دارد. خوردگی در سطح خارجی عایق سرامیکی صنعتی به دو علت زیر روی می‌دهد:

الف صدمه مکانیکی ناشی از ضربات مکانیکی و یا حرارت حاصل از تخلیه جزیی در پی برقراری جریان سطحی.

ب ایجاد حرارت موضعی در سطح خارجی عایق و بروز قوس‌های جزیی بطور چند میلی‌متر.

ج با گذشت زمان و ادامه برقراری تخلیه جزیی، جریان به تدریج به داخل عایق نفوذ می‌کند.

د- با برقراری جریان سطحی و بروز قوس‌های موضعی ترک‌های ایجاد شده به تدریج به مناطق سرد گسترش می‌یابند.

2-3 معایب عایق‌های سرامیکی از نظر آلودگی و شرایط محیطی:

یکی از مهمترین ایراداتی که بر عایق‌های سرامیکی وارد است تاثیر آلودگی‌های محیطی بر عملکرد این نوع عایق‌ها است. زیرا در اثر آلودگی‌ها، فاکتورهای اصلی عایق الکتریکی خدشه‌دار می‌شود و تاثیر بسزایی در خواص و ویژگی‌های عایقی این مواد ایجاد می‌کند.

آلودگی‌های محیطی بر دو نوع است:

- آلودگی‌های طبیعی. آلودگی‌های محیط به صورت ذرات گرد و غبار، دوده و گازهای شیمیایی و ترکیبات آنها بر سطح خارجی عایق رسوب می‌کند و در طول زمان، لایه سطحی متشکل از ذرات با ترکیبات مختلف را پدید می‌آورد که با گذشت زمان، این لایه سطحی متشکل از ذرات در مجاورت رطوبت از هدایت ناچیزی برخوردار گشته و جریان

را از طریق لایه و در س

تخلیه سطح خارجی عایق بالغ بر چند میلی‌آمپر برقرار می‌سازد که

در صورت افزایش ضخامت لایه، جریان برقرار شده فزونی یافته و با تجاوز از مقدار

آلودگی‌های محیط و لایه سطحی ناشی از آن، ولتاژ دی‌الکتريك عایق را کاهش داده، بروز قوس در سطح خارجی را به ازای ولتاژ اسمی سبب می‌شود.

• آلودگی‌های صنعتی: این نوع آلودگی در مناطق و نواحی صنعتی نظیر کارخانجات شیمیایی، رنگسازی، سیمان، ذوب فلزات و غیره مشاهده می‌شود. در این مراکز مواد شیمیایی حاصل از کارخانجات صنعتی در فضا موجود بوده، در سطح عایق‌ها ظاهر می‌شود. مقررات و پیش‌بینی‌های به عمل آمده به منظور کیفیت ایزولاسیون عایق‌ها و انتخاب مناسب آنها، متناسب با آلودگی‌های محیط، برای آلودگی‌های صنعتی و محیطی

هستند

یکسان. با اینهمه در مواردی که میزان آلودگی اعم از صنعتی یا طبیعی قابل ملاحظه باشد انجام بررسی‌ها و مطالعات دقیق به منظور انتخاب و تعیین نوع عایق مناسب صورت می‌پذیرد.

مقاومت عایق‌های سرامیکی در مقابل عوامل جوی و اشعه ماوراء بنفش

از معایبی که در مورد عایق

یکی‌های سرامیکی وجود دارد آن است که در مقابل نور،

رطوبت، گازها و برخی مواد شیمیایی ضعیف هستند. مثلاً در مقابل گازهای فلوئور و کلر

در مجاورت رطوبت که تولید اسیدفلوریدريك و یا اسید کلریدريك می‌کند به شدت

بنفش همراه با رطوبت و شرایط اکسیدکنندگی محیطی رنگ پریدگی، تخریب، ترک خوردگی سطحی، سست شدن و شکنندگی ایجاد می‌شود.

با توجه به موارد ذکر شده می‌توان گفت که این عایق‌ها از دو نظر با اشکال اساسی روبرو هستند:

1- خواص فیزیکی و مکانیکی این عایق‌ها ضعیف است.

2- خواص آلودگی این عایق‌ها نامطلوب است

3-3 مزایای عایق‌های پلیمری:

شود به جای عایق‌های سرامیکی از عایق‌های

پلیمری استفاده شود به شرح ذیل است:

1- خواص و ویژگی‌های مکانیکی عایق‌های سرامیکی ضعیف است.

2- میزان جذب رطوبت عایق‌های پلیمری از عایق‌های سرامیکی کمتر است.

3- میزان جذب آلودگی و ایجاد جریان سطحی در عایق‌های سرامیکی زیادتر است.

4- در ولتاژهای بالا عایق‌های سرامیکی مقاومت قوسی پایینی دارند.

5- ضریب دی‌الکتريك عایق‌های سرامیکی کم است.



3-4 مقایسه عایق‌های سرامیکی و پلیمری:

توان مزایای عایق‌های پلیمری را به

صورت ذیل خلاصه کرد:

- مقاومت بالا در برابر انفجار بر اثر فشارهای داخلی و یا عوامل خارجی همانند تخریب انسانی.

الف- طول عمر بالای 25 سال بدون افت رفتار عایقی

ب- عملکرد عالی در مناطق آلوده و عدم نیاز به شست‌وشو

ج- مقاومت بالا نسبت به عوامل محیطی از قبیل اشعه UV، رطوبت و ...

د- ایمنی بالاتر در هنگام وقوع نقص الکتریکی

ه- عدم محدودیت در زوایای نصب

3-4-2 مقایسه از لحاظ اقتصادی: در مقایسه اقتصادی عایق‌های سرامیکی با عایق‌های

پلیمری باید به دو پارامتر توجه کرد:

1- هزینه اولیه عایق

2- هزینه عملیاتی عایق

1- هزینه اولیه عایق: قیمت خرید عایق پلیمری بیشتر از عایق سرامیکی است که ناشی از قیمت مواد اولیه مورد نیاز است البته میزان افزایش قیمت بر حسب نوع پلیمر متغیر است.

2 - هزینه عملیاتی عایق: یکی از موارد مهمی که در بررسی فنی و اقتصادی جایگزینی مدنظر قرار گیرد مساله هزینه بایدهای عملیاتی عایقها است.

3- 5 با توجه به مطالعات انجام شده رزینهایی که می توان از آنها برای ساخت عایق پلیمری استفاده کرد عبارتند از:

1 - رزین آکرلیک:
تجاری معروف این رزین، پلکسی گلاس، لاکیت و آکرلیت است
نام.
- مزایا: دامنه وسیع رنگهای آنها، شفافیت مطلوب، به آهستگی می سوزند و در نتیجه

- معایب: مقاومت ضعیف در برابر حلال‌ها، امکان ترك خوردن بر اثر تنش، قابلیت احتراق، محدودیت استفاده مداوم آنها در دمای بالا (C930)، غیرقابل ارتجاع بودن.

آکریلیک‌ها بصورت کوپلیمرهای مختلفی وجود دارند که عبارتند از:

- کوپلیمر آکریلیک - استایرن - آکریلونیتریل (ASA)

- کوپلیمر آکریلونیتریل - بوتادین - استایرن (ABS)

- کوپلیمر آکریلونیتریل - پلی اتیلن کلردار - استایرن (ACS)

2- رزین اپوکسی

- مزایا: محدوده وسیع شرایط تثبیت از دمای اتاق تا 350 درجه فارنهایت، عدم تشکیل ترکیبات فرار در طی تثبیت، چسبندگی عالی، قابلیت تشکیل اتصال عرضی با ترکیبات دیگر، مناسب برای همه روش‌های فرآوری گرماسخت‌ها.

- معایب: پایداری کم در برابر اکسید شدن، حساس بودن بعضی از این ترکیبات در

برابر رطوبت، پایداری حرارتی تا

3- فلئورو پلاستیکها (رزین پلی تترافلوتورو اتیلن (PTEE)

- مزایا: عدم آتشگیری، مقاومت خوب در برابر حلالها و مواد شیمیایی، مقاومت خوب در مقابل عوامل جوی، ضریب اصطکاک پایین، امکان بکارگیری در محدوده وسیعی از دماها، خواص الکتریکی بسیار خوب.

- معایب: عدم امکان استفاده از روشهای معمولی در فرآیند آن، سمی بودن محصولات از تخریب حرارتی، داشتن خزش، نفوذ

ناشی پذیری، نیاز به دمای بالا هنگام فرایند،

استحکام اندک، دانسته زیاد، قیمت نسبتاً بالا.

4 - رزینهای فنولیک

250 درجه سانتیگراد،

مقاومت عالی در مقابل حلال، سختی مناسب، تراکم پذیری خوب، استحکام زیاد، قابلیت خاموش شونده خودبخود، ویژگیهای الکتریکی عالی.

- معایب: احتیاج به پرکننده برای قالبگیری، مقاومت کم در مقابل بازها و اکسیدکنندهها، آزاد شدن مواد فرار طی تثبیت (یک پلیمر تراکمی)، تیره بودن رنگ (به دلیل بدرنگ شدن در نتیجه اکسیداسیون).

5 رزین پلی کربنات

- مزایا: ضربه‌پذیری بسیار خوب، مقاومت بسیار خوب در مقابل خزش، دارا بودن درجات متنوعی از شفافیت، قابلیت کاربرد مداوم تادمای بیش از 120 درجه سانتیگراد، پایداری ابعادی بسیار خوب.

- معایب: عدم قابلیت فرایند در دمای بالا، مقاومت ضعیف در مقابل قلیاها، آسیب‌پذیری در مقابل حلال‌ها، نیاز به تثبیت‌کننده ماورای بنفش.

6

- رزین سیلیکونی

های پلیمری استفاده کرد عبارتند از:

EPDM -1

- مزایا: مقاومت عالی در برابر گرما، وزن و نور خورشید، انعطاف‌پذیری خیلی خوب در دماهای پایین، مقاومت خوب در برابر بازها، اسیدها و حلال‌های اکسیژن‌دار، مقاومت فوق‌العاده در برابر آب و بخار آب، پایداری عالی رنگ.

- معایب: مقاومت ضعیف در برابر روغن، بنزین و حلال‌های هیدروکربنی، چسبندگی ضعیف به الیاف و فلزات

2

- سیلیکون

- مزایا: مقاومت برجسته در برابر گرمای زیاد، انعطاف پذیری عالی در دماهای پایین، مانایی فشاری کم، عایق‌کنندگی الکتریکی خیلی خوب، مقاومت عالی در برابر شرایط جوی، ازن، نور خورشید و اکسایش، پایداری و حفظ رنگ فوق‌العاده.

- معایب: مقاومت ضعیف در برابر سایش، پارگی و رشد بریدگی، استحکام کششی کم، مقاومت نامطلوب و پایین در برابر روغن، بنزین و حلال‌ها، مقاومت ضعیف در برابر بازها و اسیدها.

3

- هیپالون

- مزایا: تاخیراندازی خوب در برابر اشتعال، مقاومت سایشی خوب، مقاومت فوق‌العاده در برابر شرایط جوی، ازن، نور خورشید و اکسایش، مقاومت عالی در برابر بازها و اسیدها، و حفظ رنگ خیلی خوب، مقاومت متوسط در برابر روغن و بنزین

پایداری.

- معایب: مقاومت ضعیف تا متوسط در برابر حلال‌های آروماتیک، انعطاف‌پذیری محدود در دماهای پایین، جهندگی و مانایی فشاری متوسط.

در ادامه الویت‌بندی پلیمرهای انتخابی بر اساس مزیت‌های فنی و اقتصادی آنها ارایه شده است.

با مقایسه شرایط کاربری مورد نظر برای این عایق‌ها با مشخصات پلیمرهای پیشنهادی در بند قبل و نیز با در نظر گرفتن مسائل اقتصادی، می‌توان انتخاب مناسبترین پلیمر برای این کاربرد را اولویت‌بندی کرد.

فصل چہارم

تاثیرات شرایط زیست محیطی بر

روی کارآیی مقررہ ہا

4-1 پارامترهای موثر محیطی در انتخاب مقره ها- انواع شرایط محیطی کاری¹ مقره ها

- شرایط آب و هوایی²

- طبقه بندی بارگذاری خطوط (باد و یخ و دما)

- پارامترهای مختلف دمایی

- رطوبت هوا

- تشعشعات حرارتی و ماوراء بنفش (UV)

- بارش باران

- صاعقه و سطوح ایزوکرونیک منطقه

- باد

- شدت و نوع آلودگی³ منطقه

¹ . Servic Conditions

² . Weather Conditions

- انواع پروفایل مقره ها
- ارتفاع از سطح⁴ دریا
- آرایش نصب مقره⁵: عبوری، انتهایی، زنجیره I و V
- اثر جنس مقره
- زمین لرزه

4-1-1 طبقه بندی بارگذاری خطوط

سرعت باد و یخ تشکیل شده بر روی هادیها و مقره ها باعث اعمال نیروهای مختلف مکانیکی (فشار، کشش، ...) بر هادیها و مهمتر از آن بر مقره های خطوط انتقال و توزیع نیرو می گردد. طراحی مقره ها باید به نحوی باشد که بتوانند نیروهای حاصل از باد و یخ را در شرایط مختلف محیطی تحمل نمایند. علاوه بر آن تشکیل و از بین رفتن یخ بر روی مقره ها در ایامی از سال باعث ایجاد پدیده شوک ترمومکانیکال⁶ در مقره های سرامیکی و شیشه ای به دلیل سرد و گرم شدن سطوح می گردد. این اثر در مقره

³ . Pollution Type & Category

⁴ . Altitude

⁵ . Insulator Configuration

⁶ . Thermo-Mechanical

های پلیمری دیده نشده است. در استاندارد یراق آلات خطوط 230 کیلو ولت جلد اول جدول طبقه بندی مشخصات شرایط سه گانه آب و هوایی ایران با توجه به شرایط جوی، درجه حرارت، سرعت باد و ضخامت یخ ارائه گشته است. در هر منطقه آب و هوایی با توجه به این جدول و رابطه (1) و (2) که در بخش 3-1-7 داده شده است باید محاسبات مکانیکی برای تعیین نیروهای اعمالی به مقره ها را انجام داد و انتخاب مقره ها برای نصب در منطقه ای خاص را با توجه به این محاسبات انجام داد.

2-1

-

4 پارامترهای مختلف دمایی

تجربیات و مطالعات میدانی نشان داده است که در استانداردهای وزارت نیرو در مورد مقره ها، درباره تأثیر پارامترهای دمایی بر عملکرد مقره ها مطلبی نیامده است. هر چند اثر دما در مقابل دانسیته هوا بر روی رفتار الکتریکی مقره ها بسیار کمتر می باشد؛ به طوری که در محاسبات و طراحی عایقی آنها اثر دما را بر روی دانسیته هوا در نظر می گیرند و سپس ضرایب تصحیح دانسیته هوا را در طراحی عایقی شبکه به کار می برند. در ایران به لحاظ گستردگی کشور و تنوع شرایط جغرافیایی و با توجه به آمارهای جمع آوری شده از سالنامه های سازمان هواشناسی درجات حرارت نواحی دارای طیف گسترده

نوسان دما

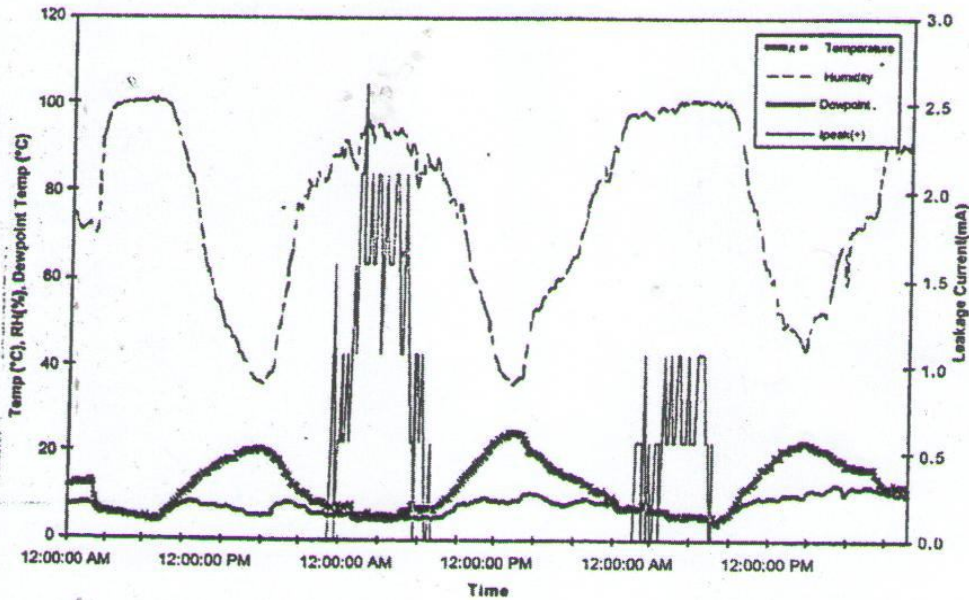
نوسان دما به معنی تفاوت دمایی بین گرم ترین و سردترین دمای محیط در طول روز یا سال می باشد. شکی نیست که نوسان دما عامل مهم ایجاد انواع تنش های مکانیکی بر روی ساختار مقره ها می باشد. به طوری که شکست مکانیکی مقره ها در اثر این عامل بطور مکرر در شبکه های برق گزارش شده است.

بنابراین لازم است آزمون ترمومکانیکال⁷ بر روی اطمینان از کارایی درست مقره ها مخصوصاً مقره هایی که در نواحی دارای دمای بالا (بیشتر از 40°C) یا پایین (کمتر از 30°C) کار می کنند انجام گردد. این آزمون در استاندارد IEC 60383 در رنج دمایی 30°C الی 40°C درجه سانتیگراد برای مقره های پرسلینی انجام می گردد. با توجه به اینکه در کشور ما مناطقی وجود دارند که دمای بالاتر از 45°C را چندین بار در سال تجربه می کنند لذا استاندارد مذکور دمای واقعی محیط های سواحل جنوبی را شبیه سازی نمی کند. با توجه به مطالب فوق لزوم ایجاد و به کارگیری روش های مکتوب برای انجام آزمون ترمودینامیکال با توجه به شرایط نواحی خاص کشورمان برای مقره های سرامیکی و غیر سرامیکی پیشنهاد می گردد.

⁷ . Thermo-Mechanical Long-Duration Test

دمای نقطه تشکیل شبنم

در نواحی با دمای روزانه بالا و میزان رطوبت به دلیل بالا رفتن دمای نقطه تشکیل شبنم احتمال وقوع شبنم در زمانهایی از روز که دما به دمای نقطه شبنم می رسد افزایش می یابد. عامل شبنم در حضور آلودگی های مختلف موجود بر روی سطوح مفره ها در کاهش شدید استقامت عایقی و بالا رفتن احتمال شکست سطحی مفره ها تأثیر اساسی دارد. شکل (1) اثر دمای نقطه تشکیل شبنم را با توجه به رطوبت نسبی و دمای محیط در يك تحقیق میدانی نشان می دهد.



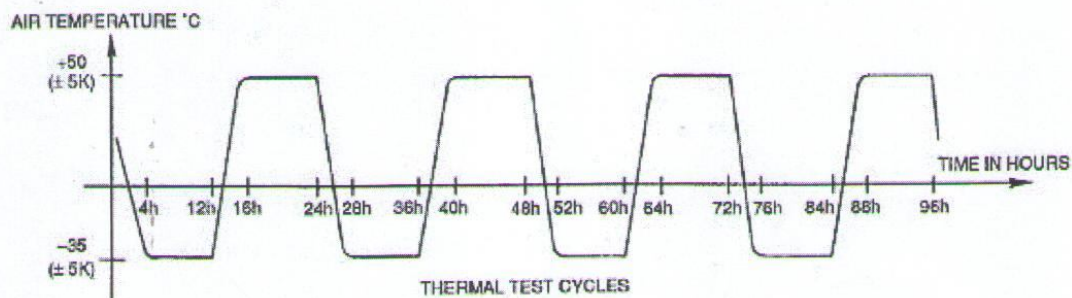
شکل (۱): نمودار تغییرات جریان نشتی سطحی مقره‌ها با توجه به دمای نقطه تشکیل شبنم و رطوبت نسبی و دمای محیط در طول شبانه‌روز

اثر دما بر روی مقره های غیر سرامیکی

به طور کلی می توان گفت دما و گذشت زمان بر روی فرآیند پیر شدگی مقره های غیر سرامیکی موثر می باشند. در این مقره ها مقاومت در برابر حرارت محیطی معمولاً به وسیله تغییرات در پارامترهای کشش مکانیکی^۸، استحکام مکانیکی^۹، طولی^{۱۰} و سختی^{۱۱}

^۸ . Tensile
^۹ . Strength
^{۱۰} . Elongation

اندازه گیری می شوند. دمای پایین اثرات سفت و ترد کنندگی بر روی مقره های غیر
 سرامیکی دارد. این پدیده در مواد کریستال هسته مقره ها باعث می شوند که آنها
 راحت تر دچار شکنندگی گردند. در استاندارد ANSI C29-11 آزمون ترمومکانیکال
 برای مقره های غیر سرامیکی در گسترده دمایی 35- الی 50+ درجه سانتیگراد وجود
 دارد و پیشنهاد می گردد با توجه به تطابق بازه گسترده دمایی این استاندارد با
 شرایط موجود در کشورمان، مرجع آزمون مذکور برای مقره های غیر سرامیکی قرار
 گیرد. شکل (2) شرایط دمایی اعمالی در این آزمون را برای مقره های غیر سرامیکی
 نشان می دهد.



شکل (۲): منحنی دمایی اعمالی در آزمون ترمومکانیکال مقره های غیر سرامیکی

4-1-3 رطوبت

رطوبت و کاهش استحکام عایقی در شرایط آلودگی

لایه خارجی تشکیل شده بر سطح خارجی مقره تا هنگامی که رطوبت جذب نکرده و کاملاً خشک باشد از هدایت الکتریکی ناچیزی برخوردار است. این لایه هنگامی که رطوبت جذب نماید به محلول نمک یا الکترولیت تبدیل شده و از هدایت الکتریکی قابل ملاحظه ای برخوردار خواهد گردید. با بالا رفتن هدایت الکتریکی، جریان سطحی به تدریج تا چندین برابر افزایش می یابد، که به نوبه خود با توجه به مقاومت سطحی لایه با تولید انرژی حرارتی همراه بوده، بخشی از رطوبت جذب شده را تبخیر می نماید. حال اگر رطوبت محیط قابل ملاحظه باشد بطوریکه میزان جذب رطوبت بیش از رطوبت تبخیر شده گردد و یا درصد نمک در لایه بالا باشد (بر حسب نوع آلودگی یا مدت طولانی تشکیل لایه در سطح مقره) جریان از حدود مجاز تجاوز نموده و بروز قوس در سطح مقره را خواهیم داشت.

بررسی تئوری پدیده فوق نشان می دهد که حرارت ایجاد شده ناشی از برقراری جریان تخلیه سطحی به شکل خارجی مقره بستگی کامل داشته و با کاهش قطر مقره بطور قابل ملاحظه افزایش می یابد. به طور کلی شدت میدان قابل قبول فاصله هوایی با زنجیر یا ستون مقره با سه مقدار به شرح زیر مشخص می گردد:

1 شدت میدان در حالت خشک (مقره کاملاً تمیز و خشک)

2- شدت میدان در حالت خیس

3- شدت میدان در حالت رطوبی (مقره با لایه آلوده سطحی که رطوبت جذب نموده باشد)

بر طبق استاندارد IEC شماره 273 شدت میدان رطوبی بروز قوس در محاسبات مربوط

به برآورد نوع و ارتفاع مقره یکار برده می شود، شدت میدان فوق بستگی به شکل و نوع مقره داشته، به عنوان شدت میدان رطوبی بروز قوس مقره مرسوم بونه و با_B نشان داده می شود.

شدت میدان حاصل از ولتاژ فرکانس 50 واقع بر مقره همواره لازم است از شدت میدان رطوبی قابل رقبول مقره کمتر باشد. $(E_{F50} < E_B)$.

میدان رطوبی قابل قبول مقره به ازاء ضخامت لایه سطحی معین، با انجام شدت

آزمایشات استاندارد در کارخانجات سازنده تعیین و در مشخصات مقره ارائه می گردد.



اثر رطوبت بر خوردگی

¹² مقره ها افزایش می یابد. (خوردگی مذکور در حضور انواع آلودگی به خصوص

آلودگی نمکی ساحلی تشدید می گردد).

¹² . Caps & pins

بعضی تجربیات نشان داده است که مقره های سرامیکی آویزی آئرو دینامیک با الکترودهای فدا شونده (مانند حلقه روی¹³) از مناسب ترین مقره های سرامیکی برای استفاده در مناطق با آلودگی بالای دریایی و بیابانی می باشند.

اثر رطوبت در وقوع پدیده شبنم

همانطوری که در شکل (1) مشاهده می گردد به طور کلی پدیده شبنم در زمانهایی رخ می دهد که میزان رطوبت نسبی هوا از بیشترین مقدار برخوردار است. کندانسیون رطوبت و خیس شدن سطح مقره ها در محیط های مرطوب نیز عامل اساسی در وقوع خطاهای الکتریکی مقره ها می باشد.

تشعشعات حرارتی و ماوراء بنفش¹⁴ خورشید

تسریع پدیده پیری و کاهش خاصیت آبریزی مقره های پلیمری در محیط های سخت از نظر آلودگی نمکی ساحلی و رطوبت نسبی بالای محیط به همراه آلودگیهای دیگر در نتایج بعضی تحقیقات ارائه شده اند. این تحقیقات با توجه به جنس مختلف مقره های پلیمری و پیشرفت مداوم در تکنولوژی ساخت مواد کامپوزیتی هنوز نیز در حال انجام می باشد. از موارد اصلی که به عنوان عامل مهم شروع فرآیند پیری و فساد اولیه این

¹³ . Zinc Sleep

¹⁴ . UV

نوع مقره ها می توان ذکر کرد تشعشع UV از خورشید است. نتیجه يك تحقیق نشان داده است که در هر دو نوع مقره پلیمری سیلیکون رابر و EPDM اکسیداسیون سطوح می تواند تحت اثر UV شروع گردد. در استاندارد ASTM G53 آزمون UV برای بررسی مقاومت مقره های پلیمری در برابر آن ارائه گشته است و لازم است مقره های غیر سرامیکی که در نقاطی خاص با تابش UV زیاد به کار می روند از مواد ضد UV باشند یا آزمون مذکور را با موفقیت گذرانده باشند.

4-1-5 بارش باران

در استانداردهای توانیر در مورد مقره ها، تأثیر میزان بارش باران بر عملکرد مقره ها مطلبی عنوان نگردیده است. براساس تجربیات و مطالعات میدانی تأثیر بارش باران را می توان به صورت زیر دسته بندی کرد:

- میزان ریزش باران و خوردگی از نوع اکسیداسیون یراق آلات فلزی مقره ها ریزش باران های مداوم چون باعث شسته شدن سطح زنگ زده کراس آرم های جناقی و انتقال آنها به یراق آلات مقره ها می گردد مقدار خوردگی را در یراق آلات مقره ها افزایش می دهد. بنابراین انتظار می رود در مناطق ساحلی جنوب دریای خزر به لحاظ

ریزش باران های متوالی در طول سال میزان این نوع خوردگی نسبت به سایر نقاط کشور بالاتر باشد.

-اثرات میزان و زمان ریزش باران بر خطاهای عایقی شبکه های نیرو
اثر پاك كندنگی ریزش باران در زدودن آلودگیها از سطوح تجهیزات عایقی بویژه مقره ها در کاهش میزان خطاهای حادث شده در ایزولاسیون شبکه برق، امری ثابت شده می باشد.

ولیکن نکته ای را که در اینجا بایستی مورد توجه قرار گیرد میزان بارش و زمان آن می باشد. بارش های ناچیز و کوتاه مدت در طول دوره خشك و یا بارش هایی که در ابتدای دوره بارندگی و در انتهای دوره خشك صورت می گیرند تعداد خطاهای عایقی را در شبکه های انتقال و توزیع نیرو افزایش می دهد. چرا که این مسأله باعث می گردد به جای پاك شدن سطوح عایقی و یا در حین فرآیند پاك شونندگی، سطوح آلودگی موجود بر روی سطح عایقی مرطوب گردیده و به ایجاد مسیر الکترولیت مناسب، میزان جریان نشتی را افزایش داده و با کاهش سطوح عایقی منجر به تخلیه سطحی گردند.

در کشور ما تاکنون بررسی دقیق و همه جانبه ای در زمینه بررسی وقوع آمار خطاهای ناشی از آلودگی به لحاظ زمانی و مکانی و دفعات وقوع و ارتباط آن با میزان و زمان ریزش باران تاکنون انجام نپذیرفته است. ولیکن با توجه به سوابق بهره برداری این

چنین می توان نتیجه گرفت که در اکثر مناطق خشک و نیمه خشک کشور دفعات وقوع خطا در طول دوره خشک به ویژه در اوایل دوره بارندگی افزایش محسوسی می یابد. در مناطق گرم و مرطوب جنوب نیز در کل طول دوره خشک - به لحاظ بارش - و هم راستا با افزایش میزان شرجی بودن هوا تعداد خطاهای عایقی ناشی از آلودگی تا زمان شروع دوره بارش افزایش می یابد بطوریکه از اواخر مردادماه تا اواسط مهر ماه تعداد این خطاها به حداکثر مقدار خود می رسند. در این مناطق وقوع شب‌نم های متوالی در شب هنگام و اوایل صبح در حکم بارش های جزئی بوده، با ایجاد سطوح الکترولیت روی مقررہ ها موجبات شکست عایقی را پدید می آورند. در شکل (3) نتایج بدست آمده از یک تحقیق که ارتباط میان طول دوره خشک و میزان بارندگی با خطاهای عایقی حادث شده را در سواحل یونان نشان می دهد. نتایج این تحقیق از ثبت تعداد خطاهای عایقی در طول یک دوره 12 ساله بدست آمده است. آنچه از شکل برمی آید تکرار دوره های افزایش خطا در طول دوره های خشک است که نشان دهنده اثرات اساسی و مستقیم شرایط محیطی به ویژه بارش بر عملکرد عایقی خطوط می باشد.

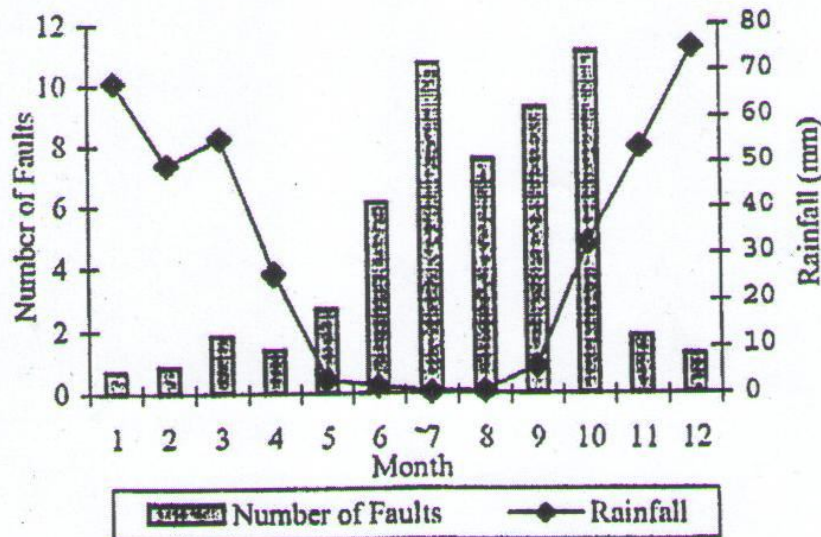


Fig. 1: Monthly average values of fault numbers and rainfall (Paros, 1984-1996).

شکل (۳): دوره بارندگی و اثرات آن بر میزان وقوع خطاهای عایقی

- باران شدید و رگبار

در هوای بارانی شدید به صورت رگبار، ولتاژ شکست مقره ها نسبت به شرایط خشک تقلیل می یابند. مقادیر باران جهت آزمایش اضافه ولتاژ با فرکانس معمولی جهت شرایط باران بر روی تجهیزات و مقره ها بر طبق استاندارد IEC 60 برابر 1 تا 2 میلیمتر در دقیقه در نظر گرفته می شود که قبلاً این مقدار 3 میلیمتر بر دقیقه بوده است. به عنوان در یک زنجیره مقره ولتاژ شکست 50% در برابر ولتاژهای موجی مثبت و منفی در برابر بارانی با شدت 2 تا 3 میلیمتر بر دقیقه در حدود 5 تا 15 درصد نسبت

به هوای خشك کاهش می یابد که مقدار دقیق آن به جنس و نوع مقره بستگی دارد. بنابراین با توجه به بروز باران های شدید و رگبار آبی در بعضی نقاط ساحلی کشور و اندازه گیری احتمال و میزان آن در سال باید در طراحی مقره ها مدنظر قرار گیرد.

6-1

- 210 امور برق وزارت نیرو تعداد روزهای رعد و برقی در سال یا سطح ایزوکرونیک منطقه بایستی به عنوان ورودی به طراح مقره اعلام گردد. جهت دسته بندی شرایط محیطی در مناطق مختلف ایران به جزوه طبقه بندی شرایط اقلیمی و 102 از سری استانداردهای فوق الذکر مراجعه می شود. همچنین در استاندارد 210 محاسبات لازم برای تعیین ولتاژ مقاوم و جریان بحرانی صاعقه و نیز ولتاژ جرقه مقره بیان شده است.

تجربیات نشان داده است که در هر منطقه جغرافیایی براساس خصوصیات آب و هوایی خاص آن منطقه در طول سال تعدادی رعد و برق اتفاق می افتد که آمار این روزها می تواند کمک شایانی به تصمیم گیری در مورد نحوه حفاظت خطوط در مقابل این پدیده طبیعی نماید. آمارهای ارائه شده در این زمینه از طریق ایستگاه های هواشناسی شامل تعداد روزهای رعد و برقی در مدت یکسال و یا يك ماه می باشد. عملاً هنگام برآورد درصد تخلیه جوی در منطقه، از منحنی های ایزوکرونیک استفاده می شود و با استفاده

از جداولی با توجه به آن و نوع مقره مورد استفاده به طراحی عایقی مقره ها می
 پورطرفی در هر حال تخلیه جوی بارهای الکتریکی در يك نقطه مانند تزریق مقدار زیادی
 بار الکتریکی در آن نقطه می باشد که باعث افزایش ولتاژ به صورت می شود و
 این ولتاژ بسیار زیاد می تواند باعث شکست مقاومت عایقی مقره در برابر آن می شود و
 اتصال کوتاه و یا از بین رفتن عایق شود

میزان اضافه ولتاژهای ناشی از صاعقه پارالکتیست تعیین کننده فاصله جرعه¹⁵ (فاصله یراق
 آلات بالایی تا یراق پایینی) در مقره ها می باشد. علاوه بر پارامتر فاصله جرعه نوع
 و جنس مقره در انتخاب مشخصات شاخك جرعه زن¹⁶ دو سر مقره ها اهمیت دارد.

4-1-7 باد

- نیروی مکانیکی ناشی از وزش باد

سرعت بادی که به عنوان مبنا برای طراحی در نظر گرفته می شود، حداکثر سرعت در
 عرض پنج ثانیه است که ممکن است یکبار در عرض 50 سال اتفاق بیافتد. این سرعت

¹⁵ . Arcing Distance

¹⁶ . Arcing Horn

در 10 متر ارتفاع از سطح زمین برابر $40 \frac{m}{s}$ بوده و با افزایش ارتفاع از سطح زمین زیاد می شود. سرعت باد در ارتفاع Z از سطح زمین را می توان از رابطه زیر بدست آورد:

$$V_z = V_{5sec} \left(\frac{Z}{10} \right)^{0.95} \quad (1)$$

در پستها، سرعت مبنای طراحی در زمان اتصال کوتاه برابر $V_s = 0.7V_z$ در نظر گرفته می شود که V_z از رابطه (1) بدست می آید. در شرایط بارگذاری توسط نیروی وارده ناشی از یخ، سرعت باد (V_{ice}) را معمولاً 25 متر در نظر می گیرند که بستگی به ارتفاع از سطح زمین ندارد.

(2)

$$Q_w = 0.625V^2 \cdot C \cdot A$$

که در آن:

V: سرعت باد بر حسب متر بر ثانیه (V_z, V_s, V_{ice})

A: سطح موثری که در برابر باد قرار می گیرد (برحسب متر مربع).

C: ضریب کشش که در مورد مقره ها برابر 0/5 در نظر گرفته می شود.

- نیروی مکانیکی وارده ناشی از یخ بر روی هادی متصل به مقره

در اینجا فرض می گردد که در اثر وزش باد، يك لایه استوانه ای از یخ به دور هادی تشکیل می شود. جرم مخصوص یخ واحد آن $0/9$ فرض می گردد.

وزن یخ در واحد طول از رابطه (3) زیر بدست می آید:

(3)

$$Q_i = 0/9 \times \pi \times t(t + D) \times 10^{-2} N/m$$

که در آن:

T: ضخامت یخ به میلیمتر

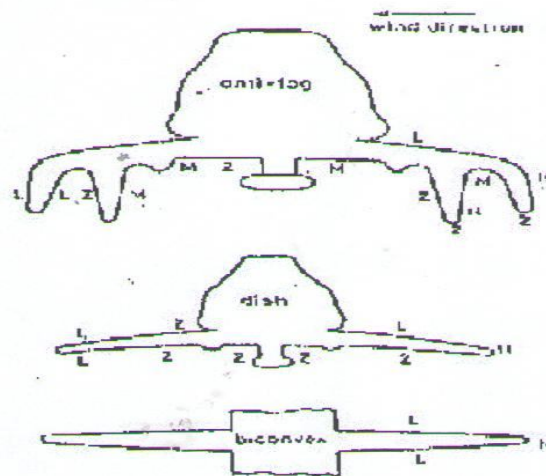
D: قطر هادی یا قطر لوله به میلیمتر

Q_i : بارگذاری توسط نیروی یخ به نیوتن بر متر

- باد و اثرات آن بر آلودگی سطوح مقره ها

تجربیات نشان داده است که ذرات معلق در هوا توسط جریان هوا (باد) به سطح مقره ها منتقل می شوند. میزان این نشان دادن آلودگی بر سطح مقره ها به شکل مقره، اندازه و دانسیته ذرات معلق و نیز سرعت جریان هوا بستگی دارد. در نقاطی از مقره که سرعت باد به حالت سکون می رسد و به مقادیر کوچکتری تبدیل می شود ذرات میل بیشتری به نشستن دارند. چون بدلیل دانسیته بیشتر ذرات معلق در هوا، آنها میل

کمتری دارند که مطابق با تغییر مسیر و سرعت باد عمل کنند. بنابراین بدلیل ایجاد گردابه‌های موضعی در سطح مقره و شیارهای عمیق و چترکها در دراز مدت ذرات معلق در هوا در این نقاط جمع می شوند شکل (4) اثر پروفایل و شکل چترکها را در میزان آلوده شدن نقاط مختلف مقره با توجه به جهت باد نشان می دهد. می بینیم که هر چه میزان آنرودینامیک بودن سطوح و چترکها افزایش یابد میزان آلودگی کمتری در نقاط مختلف خواهیم داشت و نقاط بحرانی را نیز از بین برده ایم.



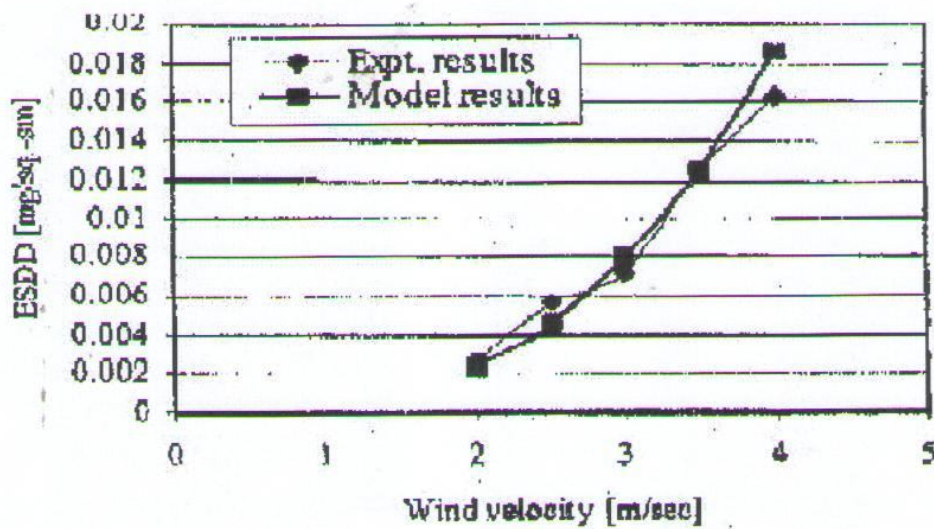
شکل (۴): شماتیک اثر سرعت باد بر میزان آلودگی نشانده بر نقاط مختلف سه نوع مقره

علاوه بر آن نیرویی که از طرف میدان های الکترواستاتیکی علاوه بر آن نیرویی که از اطراف میدان های الکترواستاتیکی موجود در مقره ها در فشار قوی وجود دارد در کشاندن ذرات جریان یافته توسط باد بر سطوح مقره ها بسیار موثر است.

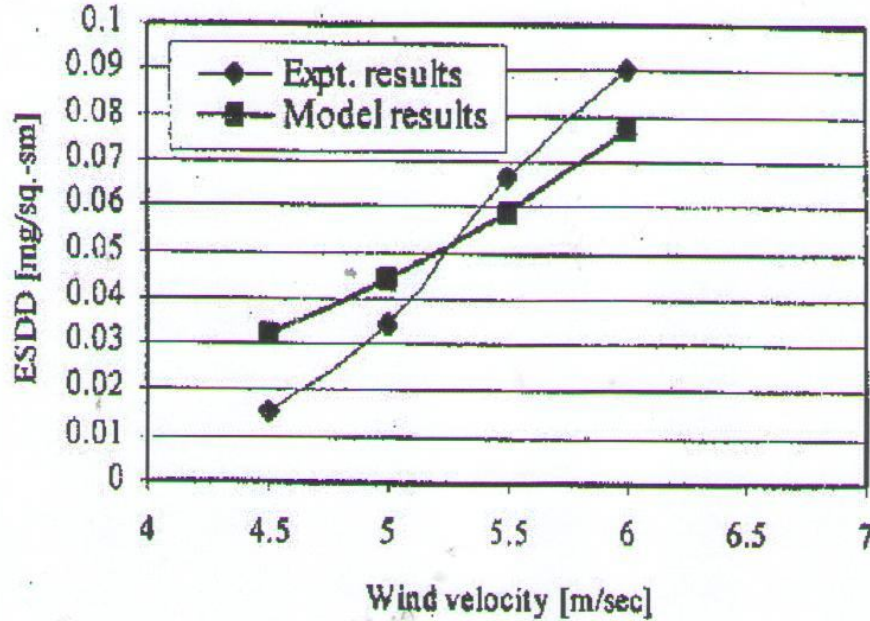
به عنوان يك اصل کلی سرعت های کم باد بر جمع شدن آلودگی به سطح مقره ها كمك می کند، در حالیکه در سرعت های بالا، ذرات آلودگی را از سطح مقره برداشت می کند. اما در حالت اخیر نیز انواعی از آلودگی وجود دارند که کماکان به سطح مقره چسبیده اند. جمع شدن آلودگی بر روی سطح مقره تشکیل يك لایه خشك آلودگی می دهد. این لایه آلودگی در مواقع بروز شبنم و یا بارش سبک باران يك مسیر هادی را ایجاد می کند. دمای زیاد لایه هادی تشکیل شده در اثر عبور جریان نشستی این لایه را برای يك دوره کوتاه خشك می کند و نیز تقریباً 90% آلودگی ها از روی سطح مقره توسط سرعت زیاد باد برداشته می شود ولیکن آن مقدار از آلودگی که توسط باد برداشته نمی شود جریان نشستی زیادی را در شرایط رطوبت بالا ایجاد می کند که نهایتاً منجر به تخلیه سطحی مقره می گردد. تخلیه سطحی بر روی مقره ها معمولاً هنگامی رخ می دهد که سرعت باد از 3/5 متر بر ثانیه کمتر باشد.

تحقیقات تجربی نشان داده است که مقادیر چگالی رسوب نمکی معادل بر روی سطح مقره با افزایش سرعت باد افزایش می یابد. گاهی مواقع ترکیب بادهای شدید و بارش، آلودگی ها را از سطح مقره پاك می کند، اما در مدت طولانی، سرعت باد و دیگر پارامترهای مهم آن نظیر جهت باد، به جمع شدن آلودگی بیشتر بر روی سطح مقره كمك می کند.

نمودارهای (5) و (6) اثرات سرعت کم باد را بر میزان جمع شدن آلودگی (چگالی رسوب نمکی معادل) نشان می دهد که در کشور مالزی در يك تحقیق میدانی در مناطق ساحلی به دست آمده است.



شکل (۵): منحنی تغییرات سرعت باد تا ۴ m/s با چگالی رسوب نمکی معادل بر سطح مفره



شکل (۶): منحنی تغییرات سرعت باد تا ۶ m/s با چگالی رسوب نمکی معادل بر سطح مفره

4-2 شدت و نوع آلودگی منطقه :

4-2-1 تعریف آلودگی

تمام عوامل محیطی که باعث کاهش ولتاژ شکست الکتریکی (استقامت الکتریکی)

نسبت به شرایط متعارف می شوند آلودگی می باشند. عناصر موجود در هوا پس از

استقرار در مسیرهای عایقی، منجر به کاهش استقامت این مسیرها می شوند.

4-2-2 انواع منابع آلودگی

- بیابان

این نواحی دارای خاک شنی همراه با دوره های طولانی مدت شرایط خشک می باشد. لایه آلوده در این منابع بطور طبیعی شامل املاحی است که در آب حل می شوند. در این نواحی، به دلیل بارش نامنظم و نیز نوع آلودگی، خود پالایندگی چندان موثر نیست. طوفان شن و وزش باد، حتی در دوره بارش، منجر به آلودگی سطح مفره ها خواهد شد.

- نواحی ساحلی

این نواحی ساحلی در مجاورت مستقیم ساحل دریا می باشند، اما گاهی نیز تا فاصله¹⁰ تا 20 کیلومتری از ساحل را جزء نواحی ساحلی می شناسند. لایه آلوده در این نواحی شامل املاح با سرعت حل شوندگی بالا در آب و مقدار بسیار کم مواد نامحلول است (میزان چگالی غیر قابل حل¹⁷ در این مناطق عمدتاً ناچیز است.) شکل گیری آلودگی در این مناطق مخصوصاً در شرایط مه رسانا¹⁸ بسیار سریع می باشد و در طی مدت زمان طولانی تر می تواند از طریق رسوب ذرات نمک ناشی از وزش باد اتفاق افتد. از آنجا که

¹⁷ . NSDD

¹⁸ . Conductive Fog

آلودگی بر نواحی ساحلی، اساساً شامل املاح با سرعت حل شونده با بالا در آب می باشند که خاصیت چسبندگی زیادی ندارند، خود پالایندگی مقررہ ها در این نواحی موثر و مشهود است

بسیار. آلودگی اغلب توسط باد و بارش ضعیف بر روی مقررہ ها می نشیند.

- نواحی صنعتی

این نواحی در نزدیکی يك منبع آلودگی صنعتی قرار دارند و ممکن است تنها تحت تأثیر تعداد محدودی تأسیسات صنعتی قرار داشته باشند. لایه آلودگی ممکن است شامل SO_x و NO_x موجود در گازهای ناشی از تأسیسات صنعتی، و یا ذراتی که به دشواری حل می شوند، مانند سیمان و گچ. همچنین ممکن است مواد حل نشدنی نیز در لایه آلودگی وجود داشته باشد (به معنی متوسط، یا زیاد بودن چگالی رسوب غیر قابل حل). تأثیر خود پالایندگی در نواحی صنعتی، به نوع آلودگی بسیار وابسته است.

آلودگی اصولاً، شامل ذرات سنگین است که روی سطوح افقی مقررہ ها می نشینند.

- نواحی کشاورزی

این نواحی در نزدیکی فعالیتهای کشاورزی قرار دارند. بخصوص مکانهایی که در آنها عملیات کاشت و برداشت انجام می شود. لایه آلودگی در این نواحی شامل املاح مختلف با حل شونده سریع یا کند، مانند مواد شیمیایی مورد استفاده برای محصولات شیمیایی، فضولات پرندگان یا املاح موجود در خاک است. لایه آلودگی دارای مقدار متوسط یا بالای ذرات حل نشدنی است (مقدار متوسط یا زیاد چگالی معادل رسوب غیر قابل حل). خود پالایندگی مقره ها بسته به نوع ذرات رسوبی می تواند موثر و مشهود باشد. آلودگی اغلب ذرات سنگینی می باشد که روی سطوح افقی می نشینند، اما ممکن است ناشی از وزش باد نیز باشند.

- نواحی دور از دریا

در این نواحی، سطوح آلودگی کم بوده منابع آلودگی قابل ملاحظه ای حضور ندارند.

2- 3

-

4 تعریف انواع آلودگی

دو نوع اساسی آلودگی مقره های فشار قوی وجود دارد که منجر به جرقه می شوند.

A

وقتیکه آلودگی جامد با ذرات غیر قابل حل بر روی سطح مقره ها می نشینند. این رسوب هنگام مرطوب شدن تبدیل به يك رسا نا می شود. این آلودگی از طریق روشهای اندازه گیری مانند (ESDD/NSDD) بخوبی قابل تعیین است.

• آلودگی نوع B

وقتیکه الکترولیت مایع همراه با ذرات بسیار ریز یا ذرات غیر قابل حل بر روی سطح مقره ها می نشینند. این آلودگی از طریق روشهای اندازه گیری مانند هدایت یا جریان خزشی خوبی قابل تعیین است

به.

در بعضی مناطق ممکن است شاهد پدیدار شدن هر دو نوع آلودگی بر سطح مقره ها باشیم.

A

آلودگی نوع A اغلب، به نواحی دور از دریا، بیابانها یا نواحی دارای آلودگی صنعتی مربوط می باشد. این نوع آلودگی همچنین در یکسری نواحی ساحلی که بر سطح مقره لایه نمکی تشکیل شده و توسط شبنم، رطوبت، مه و یا نم باران مرطوب می شود بوجود می آید.

A به دو گروه طبقه بندی می شود:

1) آلودگی قابل حل: در این نوع آلودگی يك لایه رسانا بر روی سطح مقرر تشکیل می شود. آلودگی قابل حل خود به املاح دارای قابلیت حل شوندگی بالا (مثلاً نمك هایی که سریع در آب حل می شوند) و املاح دارای قابلیت حل شوندگی پایین (مثلاً نمك هایی که به سختی در آب حل می شوند) تقسیم می شود. آلودگی قابل حل بوسیله روش چگالی رسوب نمکی معادل (ESDD) بر حسب mg/cm^2 اندازه گیری می شود.

2) آلودگی غیر قابل حل: در این نوع آلودگی، مواد آلوده يك لایه محکم را برای لایه رسانا بوجود می آورند. نمونه هایی از این نوع آلودگی، غبار، شن، خاک و نفت می باشد. آلودگی غیر قابل حل بر حسب چگالی رسوب غیر قابل حل (NSDD) بر حسب mg/cm^2 اندازه گیری می شود. آلودگی غیر قابل حل ممکن است شامل آلودگی رسانا (مانند ذرات فلزی) باشد.

مثال هایی از منابع ممکن آلودگی نوع A مقرر ها عبارتند از :

- * خاک منطقه، مانند شوره زار یا بیابان
- * جاده ها و خطوط راه آهن
- * کارخانه های پخش کننده ذرات آلوده
- * فعالیتهای مربوط به معدن که منجر به تولید ذرات منتشر شده در هوا مانند ذرات گچ می شود

* فعالیتهای کشاورزی مانند کاشت یا برداشت محصول



* دریا

* فضولات پرندگان

- آلودگی نوع B

آلودگی نوع B، بیشتر به نواحی ساحلی مربوط است که آب شور یا مه رسانی بر روی سطح مقره ها می نشیند. مثالهایی از منابع ممکن آلودگی نوع B مقره ها عبارتند از:

* دریا

* کارخانه هایی که منتشر کننده آلودگی های گازی مانند SO₂ هستند که بر اثر بارش باران های اسیدی می توانند تشکیل لایه های رسانی بدهند.
* نمک پاشی جاده ها (به منظور آب شدن یخ سطح جاده ها)

4-2-4 مکانیزم شکست الکتریکی مقره ناشی از آلودگی

- شرح مکانیزم شکست الکتریکی مقره در شرایط آلودگی نوع A

به منظور شرح قابل فهم فرآیند شکست الکتریکی مقره تحت شرایط آلودگی نوع A، این فرآیند در 6 مرحله بطور جداگانه شرح داده می شود. در طبیعت، این 6 مرحله از یکدیگر مجزا نیستند، اما ممکن است بتوان آنها را با هم ادغام کرد.

فرآیند شکست الکتریکی مقره ها در شرایط آلودگی، به شدت توسط خصوصیات سطح مقره تحت تأثیر قرار می گیرد. دو نوع سطح را می توان معرفی کرد:

* سطح آب دوست¹⁹ : سطح مرتبط با مقره های شیشه ای یا سرامیکی

* سطح آبگریز²⁰: سطح مرتبط با مقره های پلیمری، بخصوص نوع سیلیکونی

در شرایط مرطوب- مانند باران، رطوبت- سطوح آبدوست بطور کامل مرطوب می شوند بگونه ای که يك صفحه الکترولیت، سطح مقره را می پوشاند. در مقابل، آب بر روی سطوح آبگریز، تحت شرایط رطوبت، به صورت دانه های مجزا ظاهر می شود.

فرآیند شکست الکتریکی مقره در شرایط آلودگی، بوسیله شکل موج ولتاژ نیز بسیار تحت تأثیر قرار می گیرد. بصورت آزمایشی نشان داده شده است که برای شدت آلودگی

، ولتاژ استقامت پیک ac مطابق است با مقدار ولتاژ در شرایط dc. انتشار جرقه

در سطح مقره ممکن است چند سیکل طول بکشد و لذا ممکن است حتی پس از رسیدن جریان به نزدیکی صفر، باز هم فرآیند شکست الکتریکی مجدداً تکرار شود.

¹⁹ . Hydrophilic

²⁰ . Hydrohobic

يك جنبه پیچیده، شکست هوا بین نقاط مجاور پروفیل مقره است (به عنوان مثال، بین کنگره ها یا کلاهک ها) که ولتاژ جرعه را بوسیله اتصال کوتاه کردن بعضی از سطوح مقره ها کاهش می دهد. به علاوه، چکیدن آب ممکن است این کاهش را تسریع کند. فرآیند بگونه ای تشریح می شود که در روی سطوح آبدوست، مانند مواد سرامیکی، با آن مواجه می شویم.

فاز 1: مقره بوسیله يك لایه آلودگی پوشانده می شود.

فاز 2: سطح مقره آلوده مرطوب می شود. مرطوب شدن سطح مقره می تواند به روشهای زیر صورت بگیرد.

بوسیله فرآیند رطوبتی، میعان و باران، بارش قوی ممکن است مواد الکترولیتی بخشی یا کل لایه آلودگی را بدون وارد کردن سایر فازها در فرآیند شکست بشوید و یا ممکن است جرعه را بوسیله ایجاد پل میان فواصل هوایی بین کلاهکها گسترش بدهد. فرآیند رطوبتی در طول دوره های با رطوبت نسبی بالا ($>75\%RH$) رخ می دهد. (وقتیکه دمای سطح مقره و دمای هوای محیط یکسان هستند). میعان هنگامی رخ می دهد که رطوبت هوا در روی سطحی که دمایش کمتر از نقطه شبنم است میعان کند. این شرایط معمولاً در هنگام طلوع آفتاب یا مدتی قبل از آن رخ می دهد.

فاز 3: وقتی يك مقره تحت بار بوسیله لایه آلوده هادی پوشیده می شود، جریانهای نشتی سطحی جریان پیدا می کند و تأثیر حرارتی آنها در چند سیکل فرکانس قدرت،

بخشهایی از لایه آلوده را خشك می کند. این پدیده در جایی که چگالی جریان زیادتر است، در باریکترین قسمت مقره، رخ می دهد. این پدیده منجر به تشکیل باندهای خشك می شود.

فاز 4: لایه آلوده هرگز بطور یکنواخت و در جاهایی که مسیر هادی بوسیله باندهای خشك شکسته می شود- که مسیر جریان نشتی را قطع می کنند- خشك نمی شود. به عنوان مثال نتیجه يك تحقیق میدانی نشان داده است که مقره های انتهایی در يك رشته آویزی، 20 تا 30 درصد آلودگی را به خود بیشتر جذب می کنند.

فاز 5: ولتاژ خط به زمین ظاهر شده در باندهای خشك (که ممکن است تنها میلیمتر عرض داشته باشند) منجر به شکست هوا می شوند و باندهای خشك، بوسیله جرقه هایی که به لحاظ الکتریکی با مقاومت بخش خشك نشده و رسانای لایه آلوده سری می باشند، پل می زنند. همین پدیده، در هر لحظه ای که باندهای خشك در سطوح مقره جرقه می زنند، منجر به ضربه جریان نشتی می شود.

فاز 6: اگر مقاومت رطوبت باقیمانده و بخش رسانای لایه آلودگی به حد کافی کوچک باشد، جرقه هایی که بر روی لایه خشك پل ایجاد می کنند، ادامه پیدا می کنند و سرانجام در طول سطح مقره گسترش می یابند و پلهای بیشتری در سطح مقره بوجود می آورند. سرانجام نیز يك خطای خط به زمین (جرقه) بوجود می آید.

می توان تمام این فرآیند را مانند يك رابطه متقابل میان مقره، شرایط مرطوب شدن آلودگی ها و ولتاژ اعمال (و امیدانس منبع در شرایط آزمایشگاهی) در نظر گرفت. در جریانهای ناشی بالاتر، احتمال شکست بیشتر می شود و اصولاً، مقاومت لایه سطحی است که مقدار دامنه جریان را تعیین می کند. بنابراین نتیجه می گیریم که مقاومت لایه سطحی فاکتور اصلی است که تعیین می کند يك مقره جرقه می زند یا نه. در نواحی خیلی خشک، در هنگام طلوع آفتاب، اختلاف دمای میان سطح مقره و هوای محیط که در حال گرم شدن است، زیاد می باشد. این اختلاف دما، اگر به اندازه چند درجه سانتیگراد باشد، حتی در شرایطی که رطوبت هم زیاد نباشد، منجر به میعان در سطح مقره می شود و لذا شکست الکتریکی در شرایط آلودگی به دلیل شبلم پدیده آمده می تواند مشکلات زیادی به وجود آورد. ظرفیت حرارتی و رسانایی حرارتی مواد مقره، نرخ افزایش دمای سطح مقره را کنترل می کنند.

- شرح مکانیزم شکست الکتریکی آلودگی در حالت آلودگی نوع B

- مه رسانا

آلودگی آتی نوع B، به آلودگی با رسانایی بالا مربوط می شود که سریع بر روی سطوح مقره می نشیند، در شرایطی که مقره از يك حالت تمیز با رسانایی کم، به مرحله جرقه

در يك زمان کوتاه (کمتر از 1 ساعت) می رود و سپس به حالت با رسانایی کم، وقتی که شکست الکتریکی رخ داده است، بر می گردد.

به منظور شرح آسان فرآیند شکست الکتریکی آلودگی آبی، فرآیند مشابهی همانند (4-1) بکار گرفته می شود. با این وجود، آلودگی آبی بطور نرمال همانند يك لایه الکترولیت مایع با هدایت بالا، مانند اسپری نمک، مه نمکی یا مه اسید صنعتی رسوب می کند و بنابراین فرآیند از فاز 3 شروع می شود و تا فاز 6 سریع به پایان می رسد. در طبیعت این فازها مجزا هستند، اما با یکدیگر ادغام می شوند. البته این تفسیر فقط به سطوح آبدوست مربوط است. نواحی مشکل آفرین، آنهایی هستند که در نزدیکی کارخانه های شیمیایی، و یا نزدیک به نواحی هستند که دارای تغییرات زیاد دمایی می باشند.

- فضولات

يك مورد خاص از آلودگی نوع B، فضولات پرندگان می باشد. این نوع آلودگی ناشی از فضولات پرندگان، يك مسیر با رسانایی بالا ($20-40 \text{ k}\Omega/\text{m}$) و با طولی ایجاد می کند که فاصله هوایی کاهش یافته احتمال جرقه را بیشتر می نماید. در این موارد، ژئومتری

و مشخصه مقره، نقش کم رنگی خواهد داشت و راه حل هایی مانند استفاده از تجهیزات دور کننده پرندگان در مناطق خاصی که در مسیر عبور و مرور آنها قرار دارد، وجود دارند.

- مکانیزم شکست الکتریکی آلودگی بر سطوح آبگریز

بخاطر طبیعت دینامیک سطوح آبگریز و تقابل پیچیده حاصل بین مواد آلوده کننده (رسانا یا غیر رسانا) و عوامل ایجاد رطوبت، هیچ مدل دقیقی برای تشریح شکست الکتریکی ناشی از آلودگی برای سطوح مقره آبگریز وجود ندارد. اما در عمل، ترکیب یکسری پارامترها (مانند دینامیک رسوب آلودگی، فرآیند مرطوب شدن، حضور میدانهای الکتریکی) سبب می شوند که يك قسمت یا تمام سطح مقره آبگریز، بطور موقت، خاصیت آبدوستی پیدا کند. در چنین حالتی می توان فرآیند شکست الکتریکی ناشی از آلودگی را در سطوح آبگریز، تا اندازه ای مشابه حالت سطوح آبدوست تشریح کرد.

5-2

210 امور برق وزارت

4 کلاس های شدت آلودگی ایستگاه

نیرو بصورت جدول (7) می باشد که چهار کلاس در این مورد تعریف کرده است و در

هر کلاس حداقل فاصله خزندگی نامی برحسب mm/kV (فاز به فاز) برای حداکثر ولتاژ سیستم آمده است.

جدول (7) : طبقه بندی منطقه بر حسب سطح آلودگی محیط

فاصله خزندگی mm/kV(ph-ph)	مشخصات محیطهای آلوده	سطح آلودگی
16	<ul style="list-style-type: none"> - مناطق غیر صنعتی با تراکم کم، خانه های مجهز به تأسیسات گرمایشی - مناطق صنعتی یا مسکونی با تراکم کم، به طوری که در معرض باد و بارانهای متناوب قرار داشته باشند. - مناطق کوهستانی - کلیه مناطق فوق باید حداقل 10 تا 20 کیلومتر از دریا فاصله داشته باشند و تحت هیچ شرایطی نباید در معرض بادهای دریایی قرار گیرند. - مناطق کشاورزی 	سبک I
20	<ul style="list-style-type: none"> - مناطق صنعتی که دودهای آلوده کننده تولید نمی کنند و یا مناطق مسکونی با تراکم متوسط و مجهز به تأسیسات گرمایشی. 	

	<p>- مناطق مسکونی یا صنعتی با تراکم زیاد که در معرض باد و بارانهای متناوب قرار داشته باشند.</p> <p>- مناطقی که در معرض بادهای دریایی قرار دارند ولی نزدیک ساحل نیستند. (حدود چند کیلومتر فاصله دارند).</p>	
25	<p>- مناطق صنعتی با تراکم زیاد و مناطق اطراف شهرهای بزرگ با تأسیسات گرمایشی آلوده کننده.</p> <p>- مناطق نزدیک دریا و یا مناطقی که دائماً در معرض بادهای دریایی نسبتاً شدید قرار دارند.</p>	سنگین III
31	<p>- مناطق نسبتاً توسعه یافته ای که در معرض ذرات هادی و یا دودهای با رسوبات ضخیم هادی قرار دارند صنعتی.</p> <p>مناطق نسبتاً توسعه یافته ای که نزدیک به ساحل و در معرض بادهای آلوده خیلی سخت دریایی قرار دارند.</p> <p>محوطه های بیابانی که پریود بارش باران در آنها بسیار طولانی است و</p>	خیلی سنگین IV

*: فاصله از دریا در هر منطقه بستگی به توپوگرافی ساحل دریا و دورترین نقطه ای

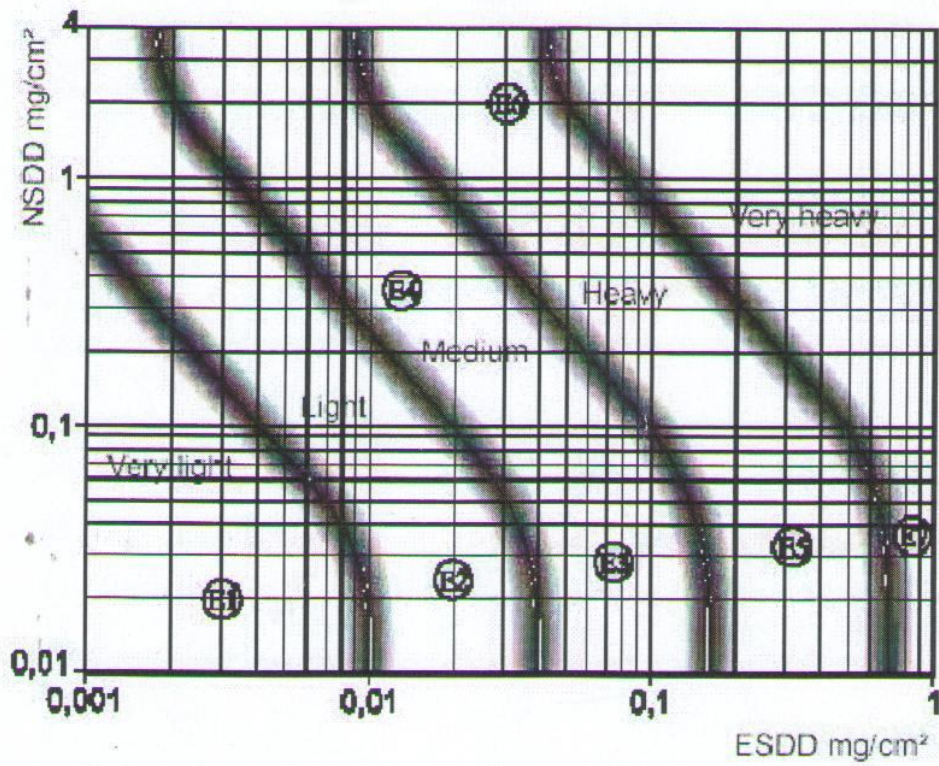
که بادهای دریایی در آن می وزند، دارد.

** : استفاده از کودهای شیمیایی که بر روی مزارع پاشیده می شوند و یا مزارعی که ته

مانده محصولات خود را آتش می زنند نیاز به سطح آلودگی بالاتری دارند.

برای نوار ساحلی جنوب کشور، حوزه خلیج فارس، دریای عمان، مهندس طراح می تواند بنا به نیاز مقادیر بالاتری را در نظر بگیرد.

شکل (8) تغییرات مقادیر چگالی رسوب قابل حل و غیر قابل حل (ESDD/NSDD) را مطابق با هر کلاس شدت آلودگی (SPS) برای آلودگی نوع (A) برای مقره های بشقابی و شکل (9) برای مقره های یکپارچه نشان می دهند. این مقادیر از اندازه گیریهای میدانی و تستهای آلودگی بدست آمده اند. این مقادیر، ماکزیمم مقادیر موجود در اندازه گیریهای منظم بدست آمده از يك دوره حداقل یکساله می باشند.



شکل (۸): ارتباط میان ESDD/NSDD و SPS برای مقررہ بشقابی استاندارد (آلودگی نوع A)

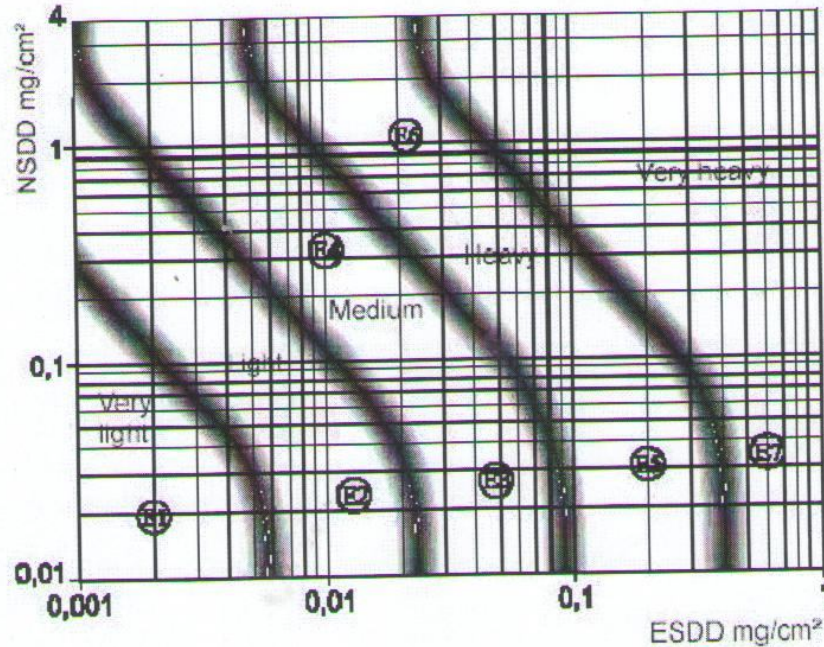
Medium: متوسط

Light: سبک

Very Light: آلودگی خیلی سبک

Very Heavy: خیلی سنگین

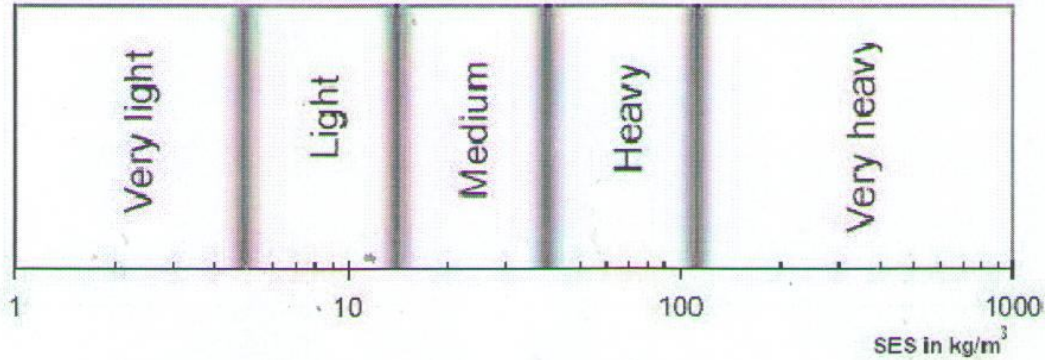
Heavy: سنگین



شکل (۹): ارتباط میان ESDD/NSDD و SPS برای مقرر یکپارچه استاندارد (آلودگی نوع A)

توجه: برای هر کدام از مقرر ها، يك شكل مجزا نشان داده شده است، چون در شرایط محیطی یکسان، هر دو نوع مقرر مقدار مختلفی آلودگی را در روی خود جمع می کنند. در کل مقرر های یکپارچه، آلودگی کمتری را بر روی خود جمع می کنند. با این حال باید توجه کرد که در بعضی شرایطی که سرعت تشکیل آلودگی زیاد است (مانند طوفانهای ساحلی، طوفانهای استوایی) ممکن است میزان جمع شدن آلودگی بر روی دو مقرر مذکور بالعکس شود.

برای آلودگی نوع B، شکل (10) ارتباط میان اندازه گیریهای شدت آلودگی²¹ و کلاس آلودگی²² را برای هر دو نوع مقررہ مرجع نشان می دهد.



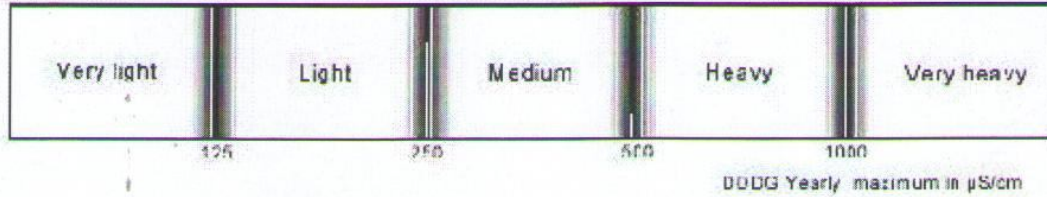
شکل (10): ارتباط میان شدت آلودگی SES و کلاس آلودگی SPS برای مقررہ استاندارد یا یک مونیتور (آلودگی نوع B)

شکل (11) ارتباط میان اندازه گیری های دستگاه اندازه گیری آلودگی جهت دار²³ و کلاس آلودگی SPS را نسبت به هر دو نوع آلودگی نشان می دهد. گذر از يك کلاس آلودگی به کلاس آلودگی دیگر نمی تواند ناگهانی باشد، لذا مرز میان هر دو کلاس مجاور بصورت يك نوار نشان داده شده است.

²¹ . SES: Site Equivalent Salinity

²² . SPS: Site Pollution severity

²³ . DDG



شکل (۱۱): همبستگی تقریبی میان DDG و SPS برای هر دو نوع آلودگی A و B

4-2-6 اندازه گیری چگالی رسوب نمک معادل²⁴ و چگالی رسوب غیر قابل حل²⁵

متداول ترین روش تعیین درجه آلودگی، بوسیله اندازه گیری چگالی رسوب نمک معادل (ESDD) بر روی مقره ها می باشد، که از خطوط انتقال موجود و یا ایستگاه های آزمون میدانی استخراج می شود. علاوه بر ESDD، چگالی رسوب غیر قابل حل (NSDD) نیز باید محاسبه شود، بخصوص در مواردی که تخمین زده می شود مقدار گرد و غبار یا شن زیادی بر روی سطح مقره ها جمع می شود (مثلاً در صحراها یا مناطق صنعتی).

4-2-7 راهنمای کلی پروفیل مقره ها با توجه آلودگی

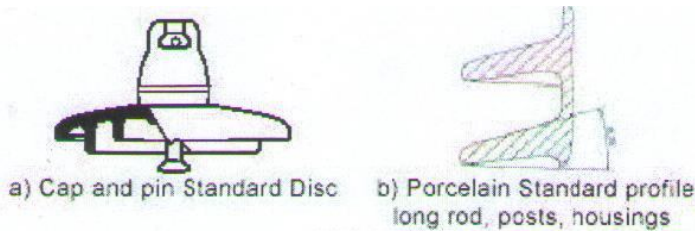
به شکل‌های (12) تا (16) که پروفیل های گوناگون مقره ها نشان داده شده است توجه کنید.

²⁴ . ESDD

²⁵ . NSDD

انواع مختلف مقره ها و حتی جهت های مختلف يك نوع مقره ممکن است منجر به نرخهای نشست آلودگی مختلف بر روی سطح مقره ها در شرایط محیطی یکسان گردد. به علاوه، تغییرات کیفیت آلودگی ممکن است بعضی از اشکال مقره ها را نسبت به آلودگی موثرتر نماید. بطور خلاصه، اشاره ای به تأثیر شکل مقره ها می شود:

* پروفیل های استاندارد: این پروفیل ها در شکل (12) نشان داده شده اند. این پروفیل ها در مناطقی با آلودگی خیلی سبک تا متوسط که فاصله خزشی زیاد یا پروفیل موثر آئرویدینامیکی لازم نیست، می تواند مناسب باشد.



شکل (۱۲): پروفیل استاندارد

* پروفیل های آئرویدینامیک یا باز: این پروفیل ها در شکل (13) نشان داده شده اند. ثابت شده است که این پروفیل ها در نواحی ای که آلودگی سطح مقره ها، بر اثر باد شکل می گیرد (مانند بیابانها) مناطق با آلودگی سنگین صنعتی یا نواحی ساحلی که مستقیم در معرض ذرات نمک نیستند، مفید می باشند. این نوع پروفیل بخصوص در مناطقی که دارای دوره های خشک طولانی مدت هستند مناسب است. این نوع پروفیل، شستشوی حین عملیات تعمیر و نگهداری را نیز آسان تر می کند



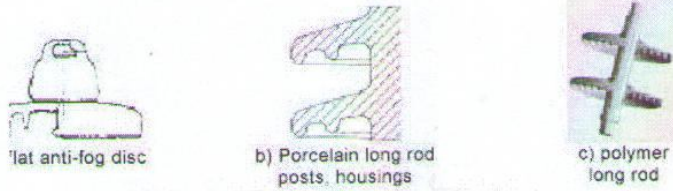
شکل (۱۳): پروفیل باز

* پروفیل های ضدمه (کلاهکهای با کنگره عمیق زیرین): این پروفیل ها در شکل (14) نشان داده شده اند. کاربرد این پروفیل ها در مناطقی که در معرض آب نمک یا اسپری نمک، یا سایر آلودگیهای قابل حل می باشند، مطلوب می باشد. این پروفیل ها همچنین در نواحی دارای بارانهای آلوده شامل نمکهای قابل حل موثر می باشند.



شکل (۱۴): پروفیل شیبدار با کنگره زیری عمیق

* پروفیل های ضدمه Flatter: این پروفیل ها در شکل (14) نشان داده شده اند. این مقره ها جدیدتر بوده دارای کنگره های زیری کمتر یا کم عمق تر هستند که در نواحی با آلودگی سنگین بسیار مفید می باشند، بویژه در جاهایی که طول زنجیره مقره باید محدود باشد. با این وجود باید در مقره های افقی اجتناب کرد.

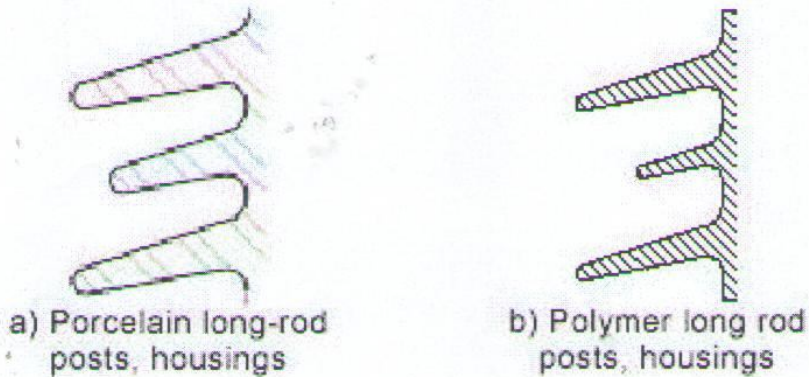


شکل (۱۵): پروفیل با کنگره زیری سطحی

* پروفیل کلاهک های بلند و کوتاه يك در میان: این پروفیل در شکل (8-5) نشان داده

شده است.

کاربرد این پروفیل در مناطق با رطوبت سنگین است.



شکل (۱۶): پروفیل یک در میان

4-2-8 ملاحظات برای استثنائات یا کاربردها در مکان هایی خاص

در اینجا، چند حالت نه چندان متداول بررسی می شود. ابتدا مقره های هسته توخالی که در بوشینگها و پستها بکار گرفته می شوند بررسی می شود و سپس اشاره ای به نواحی خشك خواهد شد.

1-8

-

2

-

4

مقره های با هسته توخالی

مقره های با هسته توخالی پلیمری یا پرسیننی، در بوشینگها و نیز پستها بکار می روند. به عنوان مثال، در نگهداری خازنها، برقگیرها، اتصالات کابلها، بوشینگهای هوایی، بوشینگهای ترانسفورماتوری، ترانسفورماتورهای اندازه گیری، ابزارهای اندازه گیری نوری و محفظه های کلیدها بکار می روند.

فرآیند آلودگی مقره های با هسته کاملاً توخالی، تنها تابعی از پروفیل، فاصله نشتی و قطر نیست. بلکه تابعی از یکنواختی توزیع ولتاژ نیز می باشد. دو پارامتر مهم تأثیر گذار بر روی توزیع ولتاژ، مولفه های داخلی و خارجی و رطوبت نامنظم است. در سطوح آلودگی پایین، غیر یکنواختی آلودگی می تواند مشکلات فراوانی را بوجود آورد و در

- مولفه های داخلی و خارجی

حضور يك رسانا، محافظ و يا گارد در داخل يا خارج محل نصب مقره، می تواند بر روی کنش الکتریکی مجموعه تأثیر گذار باشد. محفظه های خالی و محفظه های کاملاً پر، نه تنها در تستهای ضربه، بلکه در تستهای آلودگی نیز نتایج متفاوت با یکدیگر خواهند داشت.

بهترین حالت (ولتاژ جرقه بالا و کاهش خطر سوراخ شدن مقره) اصولاً در سیستمهای عایقی با توزیع ولتاژ محوری و شعاعی یکنواخت، بخصوص در تجهیزات با Garding خازنی، بدست می آید.

يك طراحی مقره که بتواند منجر به یکنواخت شدن توزیع کل ولتاژ شود و مولفه های مرتبط را نیز به حساب آورد، دارای بیشترین برتری می باشد.

تأثیر غیر یکنواختی توزیع ولتاژ در سطوح آلودگی پایین تر، واضح تر است (ESDD بین 1 mg/cm^2 تا 3 mg/cm^2) جریانهای خزشی مقاومتی ضعیف تر، نمی توانند برای تصحیح مناسب غیر یکنواختی توزیع ولتاژ، چندان موثر باشند. برای سطوح آلودگی بالاتر، جریانهای سطحی مقاومتی، بیشتر نمایان می شوند و بنابراین تأثیر غیر یکنواختی ولتاژ را کاهش می دهند. این تأثیر در طول تستهای آزمایشگاهی، مشاهده است

- رطوبت و نشست آلودگی غیر یکنواخت

در بعضی موقعیتهای، دمای کاری بوشینگها می تواند منجر به رطوبت غیر یکنواخت مقره ها، از طریق خشک کردن بعضی قسمتهای سطح مقره شود. به علاوه، رسوب غیر یکنواخت آلودگی، می تواند در شرایط طبیعی رخ دهد. بنابراین، حتی در سطوح آلودگی بالا، از بین رفتن تاثیر توزیع غیر یکنواخت ولتاژ ممکن است چندان اثر بخش نباشد.

4-2-8-2 نواحی خشک

نواحی بیابانی، هنگام انتخاب نوع و ابعاد مقره های فشار قوی، مشکلات خاصی را بوجود می آورند. دوره های خشک طولانی مدت ممکن است منجر به سطوح چگالی رسوب نمکی قابل حل و چگالی رسوب غیر قابل حل بالا شود. حتی نواحی ای که در مجاورت مستقیم ساحل نیستند، این بخاطر این است که شن بیابان ممکن است دارای مقادیر زیادی نمک باشد.

بکارگیری پروفیل های آنرودینامیکی خود پالاینده می تواند تاثیر رسوب آلودگی را در چنین مواردی، همانند بکارگیری مقره های پلیمری، کاهش دهد. همچنین يك لعاب نیمه هادی بر روی مقره های پرسلینی، می تواند يك شار جریان پیوسته 1 mA را ایجاد کند،

که می تواند از تشکیل شبنم جلوگیری کند.

جدول (17): روش ارزیابی تقریبی آلودگی و تعیین کلاس آلودگی SPS

نوع آلودگی	کلاس آلودگی	ناحیه
منطقه داخلی A	a خیلی سبک	<p>$50\text{Km} <$ از دریا، صحرا یا زمین خشک (1)</p> <p>$10\text{Km} <$ از منابع آلودگی ساخته انسان (2)</p> <p>در فاصله ای کمتر از فاصله ذکر شده در بالا نسبت به منابع آلودگی، اما با شرایط زیر:</p> <p>* عدم وزش باد غالب از سمت منابع آلودگی</p> <p>* و / یا همراه با بارش منظم ماهیانه</p>
A	b سبک	<p>10-50Km فاصله از دریا، صحرا یا زمین خشک باز (1)</p> <p>5-10Km فاصله از منابع آلودگی ساخته انسان</p> <p>در فاصله کمتر از فاصله ذکر شده در بالا نسبت به منابع آلودگی با شرایط زیر:</p> <p>* عدم وزش باد غالب از سمت منابع آلودگی</p> <p>* و / یا همراه با بارش منظم ماهیانه</p>
A	c متوسط	<p>3-10Km فاصله از دریا، یا زمین خشک باز (3)</p> <p>1-5Km فاصله از منابع آلودگی ساخته انسان (2)</p> <p>در فاصله ای کمتر از فاصله ذکر شده در بالا نسبت به منابع آلودگی با شرایط زیر:</p>

* عدم وزش باد غالب از سمت منابع آلودگی		
* و / یا همراه با بارش منظم ماهیانه		



ادامه جدول (17): روش ارزیابی تقریبی آلودگی و تعیین کلاس آلودگی SPS

دورتر از منابع آلودگی نسبت به حالت E2 اما با شرایط زیر: * مه غلیظ، (یا بارش نم نم) اغلب پس از يك دوره طولانی (چند هفته ای یا ماهیانه) فصل خشك رخ می دهد. * و/یا باران شدید با هدایت بالا رخ می دهد. * و/یا میزان NSDD ، 5 تا 10 برابر مقدار ESDD باشد.	c متوسط	A/B B A
در فاصله 3Km از دریا، صحرا یا زمین خشك باز(3) در فاصله 1 Km از منابع آلودگی ساخته انسان	d سنگین	ساحلی/صحرائی A
با فاصله ای بیشتر از فاصله ذکر شده در E3 نسبت به منابع آلودگی اما با شرایط زیر: * مه غلیظ، (یا بارش نم نم) اغلب پس از يك دوره طولانی (چند	d سنگین	A/B B A

<p>هفته ای یا ماهیانه) فصل خشك رخ می دهد. * و/یا باران شدید با هدایت بالا رخ می دهد. * و/یا میزان NSDD، 5 تا 10 برابر مقدار ESDD باشد.</p>		
<p>در فاصله ای برابر حالت E5 از منابع آلودگی و با ملاحظات زیر: * مستقیماً در معرض آب دریا و یا مه نمکی غلیظ قرار دارد. * مستقیماً در معرض آلودگیهای با هدایت بالا، یا سیمان با چگالی زیاد، و همراه مرطوب شدن دوره ای یا بارش نم قرار دارد. * نواحی صحرایی با تجمع سریع شن یا نمك و چگالی منظم</p>	<p>e خیلی سنگین</p>	<p>B A/B A</p>
<p>1- در طول مدت طوفان، سطح ESDD در چنین فاصله ای از دریا ممکن است به سطح بالاتری برسد. 2- حضور يك مسئله مهم تأثیر زیادی بر روی فاصله طولانی تر دارد، به عنوان مثال، فاصله تعریف شده برای دریا، صحرا یا زمین خشك. 3</p>		

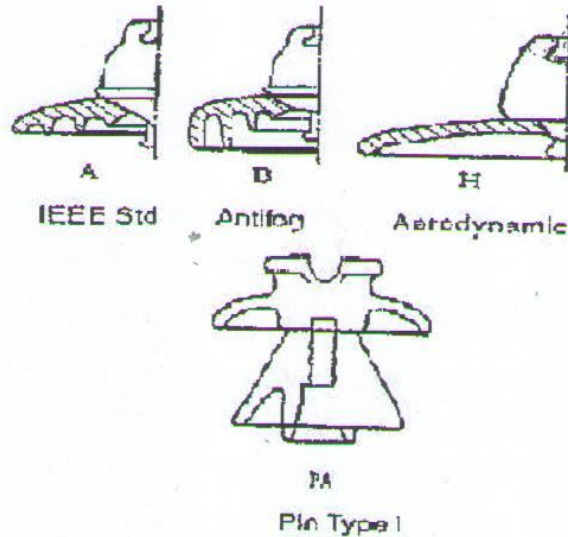
جرقه ناشی از ولتاژهای ضربه ای برای مقره ها از طریق اندازه فاصله بین الکترودهای (فشار قوی زمین) آن مورد بررسی و محاسبه قرار می گیرد. این فاصله، قوس خشك²⁶ نامیده می شود.

رطوبت اثر کمی در مقدار موج ولتاژ جرقه ناشی از صاعقه دارد. فرآیند جرقه و میزان ولتاژ جرقه تحت شرایطی که آلودگی بر سطح مقره ها وجود دارد به فاصله خزشی²⁷ مقره ها بستگی دارد. اگر مواد عایقی مقره ها در طی دوره کاریشان اصلاح یا نگهداری نگردند، ناچار مشخصات الکتریکی آنها مانند ولتاژ ایستادگی جرقه در حالت تر خشك و ولتاژ ضربه صاعقه و کلید زنی توسط فاصله قوس خشك تعریف و مورد بررسی قرار می گیرد. تجربه های زیادی ثابت کرده است که شکل ساختاری مقره ها در عملکرد آنها تحت شرایط محیطی آلوده تأثیر اساسی دارد. معمولاً برای دو هدف افزایش فاصله خزشی و خشك نگاه داشتن قسمتهای بیشتری از سطوح مقره ها، آنها را با اشکال مختلفی طراحی می کنند. بطوری که می توان گفت برای اطمینان از مناسب بودن انتخاب مقره برای يك ناحیه خاص باید سه پارامتر سطح ولتاژی میزان و نوع آلودگی منطقه و پروفایل مقره را مورد بررسی قرار داد. در این مورد به تجربیات میدانی و بعضی نتایج تأیید شده در بخش 4-7 مراجعه نمایید. شکل (18) انواع مختلفی از

²⁶ . Dry Arcing Distance

²⁷ . Leakage or Creepage Distance

پروفایل ها را برای مقره های پرسلینی و شیشه ای نشان می دهد. برای مقره های کامپوزیتی چون الکترودهای میانی (در زنجیره مقره های پرسلینی) وجود ندارد می توان براحتی با اشکال ساده به فاصله خزشی مورد نیاز دست یافت. مقره پرسلینی Long-rod که عموماً در کشورهای اروپایی استفاده می گردد نیز بدلیل نداشتن الکترودهای میانی از اشکال ساده ای در چترکها بدون پیچ و قوس در زیر آنها برخوردار است. فاصله خزشی حفاظت شده به عنوان يك قاعده اصلی در کارکرد مقره محسوب می شود. بنابراین سایز، شکل و نوع ساخت پروفایل مقره ها در کارکرد آنها بسیار موثر می باشند.



شکل (۱۸): شماتیک انواع پروفایل برای مقره‌های پرسلینی و شیشه‌ای

1-3-4 پارامترهای مشخص کننده پروفیل مقره

پروفیل مربوط به يك مقره به وسیله پارامترهای زیر مشخص می شود: (در این بخش هر کجا که عبارت فاصله بین دو چتر متوالی برای مقره های اتکایی به کار رفته است، می توان از عبارت فاصله بین دو مقره برای مقره های آویزی استفاده نمود).

- حداقل فاصله بین چترها (C)

C کمترین فاصله بین چترهای مجاور هم که دارای يك قطر هستند می باشد و آن عبارت است از طول خطی که از پایین ترین نقطه شیار بیرونی چتر بالایی به چتر پایینی

که با آن هم قطر است عمود گردد (شکل شماره (9)). این فاصله به دلیل اینکه در شرایط بارانی از اتصال کوتاه شدن بین دو چتر متوالی جلوگیری می کند لازم می باشد. مطابق استاندارد IEC شماره 815 مقداری در حدود 30mm و یا بیشتر می تواند این نیاز را برآورده سازد. برای مقره های با طول کلی کمتر از 550mm، یا برای طول بازوی چتر کوچک ($P \leq 40\text{mm}$) (شکل (19)) مقدار C می تواند حدود 20mm در نظر گرفته شود.

- نسبت بین فاصله دو چتر متوالی و طول بازوی چتر (S/P)

نسبت S/P محدودیتی را ایجاد می کند که بازوی چتر را نسبت به فاصله های چترهای متوالی برای ایجاد فاصله خزندگی بیشتر و به هر اندازه بلند، انتخاب نمود. نسبت فوق از نظر خاصیت خودشویی مقره مهم بوده و باید مساوی و یا بزرگتر از 0/8 باشد.

S: فاصله عمودی بین دو نقطه مشابه از چترهای متوالی می باشد.

P: ماکزیمم طول بازوی چتر است (P در شکل های 20 و 21 و P1 و P2 در شکل های

شماره (22 و 23)

- نسبت بین فاصله خزندگی و فاصله هوایی (Ld/d)

نسبت Ld/d در تنظیم خزندگی به گونه ای که از ایجاد اتصال کوتاه موضعی اجتناب گردد، به کار گرفته می شود و باید مقدار این نسبت کوچکتر از 5 شود. این نسبت در

هر مقطعی باید برای بدترین حالت کنترل گردد (برای مثال در زیر چتر مقره های ضدمه).

d: فاصله مستقیم هوایی بین دو نقطه که می تواند روی عایق مقره و یا بین يك نقطه از عایق و يك نقطه از قسمت فلزی مقره باشد.

Ld

: قسمتی از فاصله خزندگی که محدود به دو نقطه فوق است. (شکل های شماره 21 و 22 و 24).

- چترهای با طول بازوی متفاوت (شکل شماره 22)

تفاضل P1-P2 بین بازوهای دو چتر متوالی در شرایط بارانی، برای جلوگیری از اتصال کوتاه بین آنها مهم می باشد.

P1: طول بازوی چتر برای چتر بزرگتر

P2: طول بازوی چتر برای چتر کوچکتر

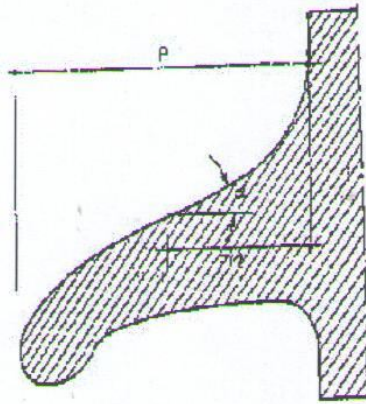
این تفاضل باید بزرگتر یا مساوی 15mm باشد.

4-3-2 شیب چترها

از نظر خاصیت خودشوئی شیب چترها مهم می باشد. برای رویه چتر، حداقل شیب چتر (

α) باید بزرگتر از 5 درجه باشد (شکل شماره (20)). هیچ زاویه حداقلی برای قسمت

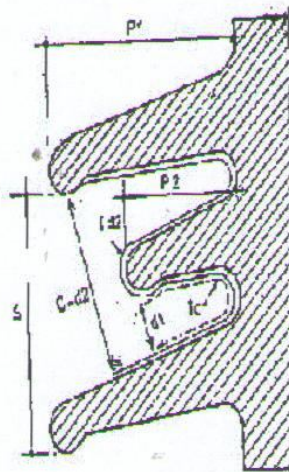
زیرین چتر مشخص نشده است یهر صورت اگر قسمت زیرین چتر فاقد شیار باشد مقدار 2 درجه برای شیب توصیه می گردد.



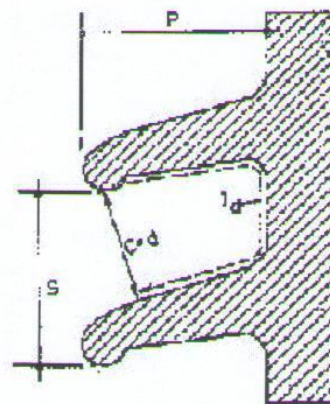
شکل (۲۰): شیب چترها



شکل (۱۹): حداقل فاصله C بین چترکهای یکسان مقره



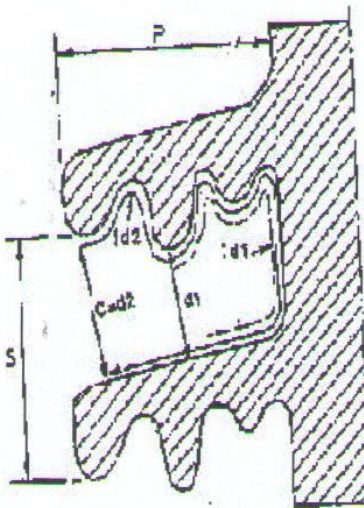
شکل (۲۲): چترهای غیرهمسان



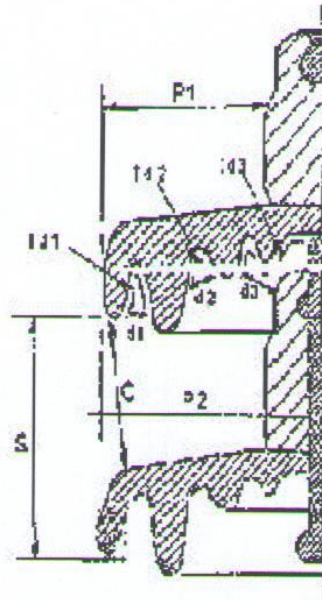
شکل (۲۱): چترهای معمولی

4-3-3 پارامترهای مشخص کننده مقره های بی عیب

مقره ها بر اساس رفتاری که از آنها تحت شرایط آلودگی متفاوت بروز می یابد به روشهای مختلفی طراحی می گردند. هنگامی که شدت آلودگی افزایش می یابد، یک راه حل برای یافتن فاصله خزندگی تعریف شده، افزودن طول مقره به قسمتی که همان مقطع چتر را حفظ کند، می باشد. این راه حل برای مناطق با آلودگی بالا، اقتصادی نبوده و بنابراین مقره ها را با مقطع های متفاوت و مناسب برای آلودگی شدید طراحی می کنند. این موضوع باعث تعریف ضرایب محدود کننده ای که در زیر تعریف می گردند می شود:



شکل (۲۴): چترهای Underrbid



شکل (۲۳): مقره های Cap & Pin

- فاکتور خزشی C.F.

C.F. برابر $\frac{L_t}{S_t}$ می باشد. بطوریکه L_t مشخص کننده کل فاصله خزندگی يك مقره

بوده و S_t کوتاهترین فاصله هوایی در خارج مقره (بدون در نظر گرفتن شاخکهای

هوایی) و بین قسمتهای فلزی که ولتاژ به آنها اعمال می گردد است. مقادیر قابل

توصیه برای ضریب فوق عبارتند از:

C.F. $\leq 3/5$ برای سطوح آلودگی I و II

C.F. ≤ 4 برای سطوح آلودگی III و IV

C.F. يك مفهوم تئوری و عملی داشته و برای کلیه مقره ها مورد استفاده قرار می

گیرد.

-فاکتور پروفیل P.F.

P.F. به صورت نسبت بین فاصله خزندگی ساده به فاصله خزندگی واقعی که در

فاصله S (فاصله عمودی) بین دو نقطه مشابه از چترهای متوالی وجود دارد (L) تعریف

می گردد.

برای مقره های نشان داده شده در شکلهای شماره (22) و (24)

(4)

$$P.F. = \frac{2P+S}{L}$$

برای مقره های نشان داده شده در شکل شماره (22)

(5)

$$P.F. = \frac{2P1+2P2+S}{L}$$

برای P.F. مقادیر زیر قابل توصیه می باشند:

P.F. > 0/8 برای سطوح آلودگی I و II

P.F. > 0/7 برای سطوح آلودگی III و IV

P.F. پارامتری تجربی بوده و برای مقره های Cap & pin (شکل شماره 23) کاربردی

ندارد. در صورتی که مقدار P.F. يك مقره از مقادیر ذکر شده در بالا کمتر باشد، این

مقره باید تحت آزمایش قرار گرفته (شرایط شبیه محیط کاری) و عملکرد آن تست

گردد.

- اثر قطر مقره (ضریب Kd)

آزمایشهای مختلف نشان می دهد که عملکرد آلودگی مقره های اتکائی با افزایش قطر

متوسط آن کاهش می یابد. استاندارد IEC شماره 815 مقادیری را برای Kd پیشنهاد

نموده است که در جدول شماره (27) آمده است. این فاکتور باعث افزایش فاصله

خزندگی با توجه به مقدار متوسط قطر می شود.

مقدار D_m در جدول فوق با توجه به شکل‌های شماره (25) و (26) از روابط زیر بدست

می آید:

برای شکل شماره (25)

(6)

$$D_m = \frac{D_e + D_i}{2}$$

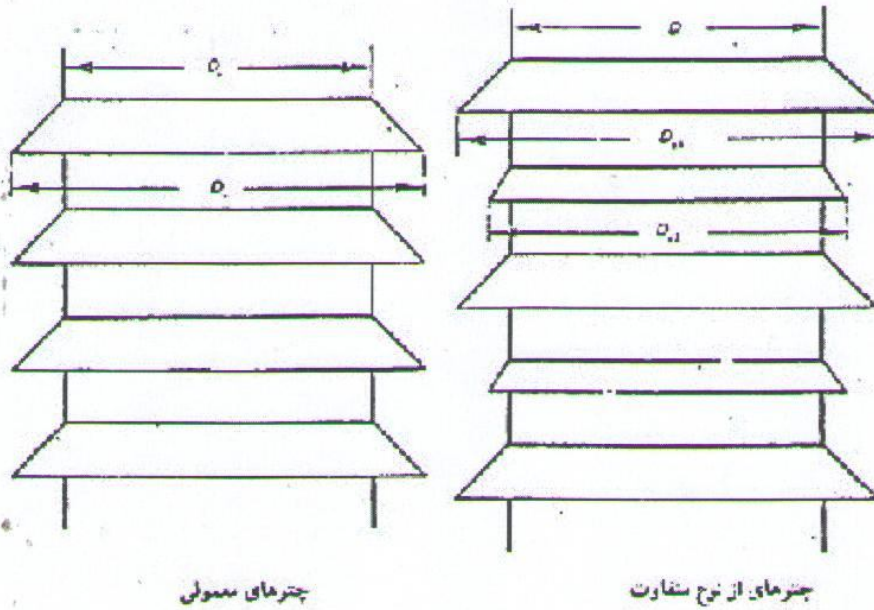
برای شکل شماره (16)

(7)

$$D_m = \frac{D_{e1} + D_{e2} + 2D_i}{4}$$

جدول (27): ضریب قطر مقره

$D_m(\text{mm})$	Kd
$D_m < 300$	1
$300 \leq D_m \leq 500$	1/1
$D_m > 500$	1/2



شکل (۲۶): چترهای معمولی

شکل (۲۵): چترهای از نوع متفاوت

4-4 اثر ارتفاع از سطح دریا

در استاندارد جلد 210 امور برق وزارت نیرو در مورد فاکتور تصحیح مربوط به ارتفاع

(Ka) برای سطح عایقی يك مقره مطالب زیر عنوان گردیده است.

Ka برای مناطق با ارتفاع کمتر از 1000 متر برابر 1/1 می باشد. برای مناطقی که ارتفاع آن بیشتر از 1000 متر است فاکتور فوق را می توان از رابطه (8) بدست آورد:

(8)

$$K_a = 1/1 + 0/1 \left(\frac{H - 1000}{1000} \right)$$

ارتفاع منطقه از سطح دریا می باشد. H.

همچنین می توان تأثیر دانسیته و میزان رطوبت هوا را بصورت ضرایب تصحیح استقامت عایقی مقره ها به کار برد.

تجربیات میدانی نشان داده است که با افزایش ارتفاع محل کار برای مقره ها و کاهش دانسیته هوا ولتاژ شکست سطحی مقره ها کاهش می یابد. برای جبران این مسأله در طراحی و انتخاب مقره ها ضرایب تصحیح لازم برای ارتفاع محل نصب مقره ها را وارد می کنند. در نواحی که علاوه بر ارتفاع زیاد از سطح دریا دارای آلودگی زیاد می باشند، کاهش شدیدی در سطح عایقی مقره ها مشاهده شده است.

ضریب تصحیح ارتفاع برای بدست آوردن ولتاژ شکست واقعی مقره ها با تغییر ارتفاع به صورت رابطه (9) می باشد:

(9)

$$F \approx 1 - H * 10^{-4}$$

H: ارتفاع از سطح دریا (متر)

با آلوده بودن مقره ها ضریب F به صورت رابطه (10) می باشد:

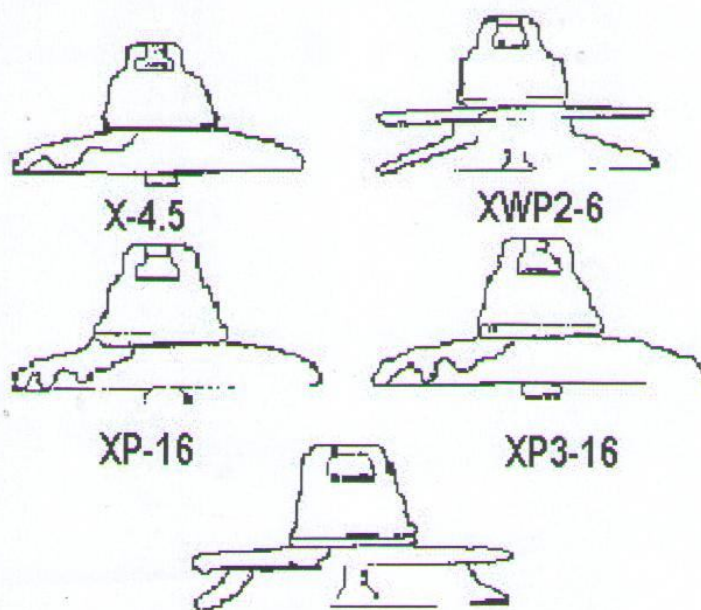
$$F \approx 1 - bH * 10^{-4} \quad (10)$$

که مقادیر b به عنوان تجربه هر کشور یا منطقه و شرایط خاص محیطی محل نصب مقره (از دیدگاه آلودگی) بدست می آید. (مقادیر تجربی برای ضریب b با توجه به میزان آلودگی منطقه از 0/3 تا 0/44 تغییر می کند).

شکل (27) مقره های مورد آزمون در يك تحقیق میدانی و اثر ارتفاع را بر ولتاژ شکست این مقره ها تحت شرایط آلودگی سبک تا سنگین ارائه کرده است. همانطوری که انتظار داریم در يك ناحیه با آلودگی مشخص با افزایش ارتفاع ولتاژ شکست مقره ها کاهش می یابد. همچنین کاهش ارتفاع محل نصب به همراه افزایش سطح آلودگی محیط تأثیر بسیار زیادی در کاهش حداکثر ولتاژ ایستادگی مقره دارد.

					فشار هوا mm.Hg	چگالی رسوب نمکی معادل ESDD mg/cm^2
XWP2-6	X-4.5	XP-16	XP3-16	XWP-16	760	
---	---	12/6	---	---	600	%25
---	---	11/2	11/9	13/3	550	
---	---	10/5	11/8	11/9	760	
8/0	7/5	7/6	---	---	760	0/10
---	---	7/0	7/8	8/7	600	

7/5	6/5	6/6	7/6	7/7	550	
7/5	6/5	6/6	7/6	7/7	550	0/20
7/0	6/3	---	---	---	760	0/40
6/5	5/3	---	---	---	550	



شکل (27) : اثر ارتفاع ولتاژ شکست مقره ها تحت شرایط آلوده و شکل مقره های مورد

استفاده

4-5 نوع آرایش و نصب مقره ها (عبوری، انتهایی، زنجیره I²⁸ و V²⁹)

شکی نیست که نوع آرایش و نصب مقره ها در نقاط مختلف خطوط آنها را تحت تنش های مختلفی قرار می دهد. همینطور انواع آرایش مقره ها عملکرد متفاوتی را تحت شرایط محیطی مختلف از خود نشان می دهند. درك اثرات پارامترهای محیطی و عملکرد بهتر بعضی آرایش ها در آن شرایط، كمك شایانی در انتخاب و عملکرد مناسب تر مقره ها می کند. از دیدگاه مکانیکی مقره ها تحت آرایش ها و نصب مختلف تحت تنش های مکانیکی متفاوتی قرار می گیرند که در طراحی و انتخاب مکانیکی مقره ها باید توجه کافی کرد. مزایا و معایب آرایش های مختلف در استاندارد بطور کلی اشاره شده است . از دیدگاه الکتریکی جدول (28) حداقل ولتاژ جرعه الکتریکی برای مقره استاندارد و مقره با فاصله خزشی بالا و مقره ضدمه را برای آرایش های مختلف عمودی (آویزی پست و ...) ، افقی (کششی) و V شکل را با توجه به میزان آلودگی های مختلف با توجه به تجربیات میدانی نشان می دهد.

جدول (28): ولتاژ جرعه برای آرایش های مختلف مقره ها با توجه به میزان آلودگی حداقل

I : I .²⁸V : V .²⁹

حداقل ولتاژ جرقه (یک واحد / kv)			مقدار معادل نمک	نوع مقره
آزمون مه نمکی				
آرایش Vee	آرایش افقی	آرایش عمودی		
17/7	13/00	15/6	4	استاندارد
13/1	9/6	11/5	8	
10/4	7/3	8/5	16	
9/00	6/9	8	20	
24/00	19/2	19/8	4	فاصله خزشی زیاد
19/1	12/6	14/4	8	
15/5	9/6	12/9	16	
14/6	9/1	12/3	20	
28/9	21/6	17/5	4	نوع ضدمه
22/4	15/1	13/00	8	
7 8	10/4	10/8	16	
16/8	9 6	10/5	20	

به وضوح مقره هایی با آرایش V از لحاظ الکتریکی عملکرد بهتری نسبت به مقره های عمودی دارند و مقره های افقی از دو نوع V و عمودی بدتر می باشند. تجربیات بهره برداری نیز در کشور ما خطای بیشتر در مقره های کششی را نسبت به مقره های آویزی

نشان می دهد. نتیجه يك تحقيق نشان داد كه اكثر مقره های مورد استفاده در کاربردهای پر تنش کششی (غیر از مشخصه های آنرودینامیکی) تا 20 درصد کمتر نسبت به مقره های آویزی، آلودگی را بر روی خود جمع می کنند.

4-6 زمین لرزه

نیروی وارده بر مقره از ضرب کردن ضریب زمین لرزه³⁰ در جرم سازه بدست می آید. این نیرو در مرکز ثقل سازه به آن وارد می گردد. روش یافتن این ضریب به صورت کامل در استاندارد SSPB آمده است. به هر حال می توان از رابطه تقریبی (11) مقدار نیروی حاصل از زمین لرزه را بدست آورد:

(11)

$$F=0/5*W(\text{kg})$$

که در آن W جرم سازه می باشد.

4-7 اثر جنس مقره ها در کارایی آنها

³⁰ . Sismic Factor

جدول پیشنهادی (29) با توجه به تجربیات مختلف میزان کارایی مقره های سرامیکی و غیر سرامیکی را برای شرایط مختلف کاری بصورت نقاط ضعف یا قوت ارائه کرده است. شکی نیست که، شرایط تأثیر گذار محیطی و محل کاربری، اثرات اساسی بر نوع کارایی مقره ها در مدت زمان عمرشان دارند.

جدول (29) با تکیه بر خواص اساسی مقره های سرامیکی و غیرسرامیکی موجود که تا کنون تجربه شده اند ارائه گردیده است. پیشرفت ها و بهینه سازی در مرحله تکنولوژی ساخت و پیدایش مواد جدیدتر و افزایش دانش متکی بر تجربه های میدانی مسلماً باعث تغییرات در خواص و کارایی مقره های سرامیکی و غیر سرامیکی جدید می گردد که لازم است جدول (29) در آینده با توجه به این پیشرفتها کامل تر و گسترده تر گردد.

جدول (29): مقایسه خواص و کارایی مقره های سرامیکی و غیر سرامیکی (اثر جنس)

مقره های غیر سرامیکی	مقره های سرامیکی	ردیف
کاهش وزن نسبت به سرامیکی (پایه های	وزن سنگین (پایه های سنگین تر و گران تر)	1

چوبی سبکتر و ارزان تر		
هزینه حمل و نصب پایین	هزینه حمل و نصب بالا	2
مقاومت بالا در برابر خرابکاری عمدی (انسانی)	مقاومت ضعیف در برابر خرابکاری عمدی (انسانی)	3
عملکرد نسبتاً بهتر در مناطق آلودگی (سطح آب گریز) نگهداری کمتر	عملکرد ضعیف در مناطق با انواع آلودگی (سطح آب دوست) نیاز به نگهداری بیشتر	4
مقاومت بهتر در برابر شوک های بارهای مکانیکی	مقاومت ضعیف تر در برابر شوک های بارهای مکانیکی	5
توزیع ولتاژی بهتر و تداخل رادیویی و تلویزیونی کمتر نسبت به زنجیره مقره های پرسلینی	توزیع ولتاژی نامناسب و تداخل رادیویی و تلویزیونی بیشتر (زنجیره مقره ها)	6
پیرشدگی و از دست رفتن خواص آب گریزی در طولانی مدت (بدلیل مواد ارگانیک تشکیل دهنده: لاستیک و فایبر گلاس)	بدلیل عدم وجود مواد ارگانیک پیر شدگی مشخصی مشاهده نمی شود	7
پروفایل و ساختار چترک ساده، ازدیاد آسان فاصله خزشی	پروفایل ها و چترک های پیچیده (مراحل ساخت و تولید پیچیده تر) برای بدست آوردن فاصله خزشی بیشتر	8
با طول اتصال یکسان (بین هادی و کراس آرم) فاصله قوس خشک کوتاه تر از زنجیره مقره ها	با طول اتصال یکسان (بین هادی و کراس آرم) فاصله قوس خشک بیشتر (زنجیره مقره ها)	9

<p>جنس لاستيك با فاير گلاس مقره های غير سرامیکی در برابر اشعه UV، باران، آلودگی، مه رقیق و میدانهای الکتریکی پیر می شوند و خواص دی الکتریکی آنها کاهش می یابد. (سفیدك، ترك خوردگی، شكندگی و پارگی)</p>	<p>جنس سراميك مقاومت خوب در برابر اشعه UV، باران، آلودگی، مه رقیق، کرونا و میدان های الکتریکی دارند</p>	<p>10</p>
<p>مواد پلیمری جدید و توسعه یافته که در ساخت مقره های غير سرامیکی استفاده می شود 12 سال است که تجربه استفاده در مورد آنها وجود دارد</p>	<p>بیش از 90 سال تجربه استفاده</p>	<p>11</p>
<p>مقره های سیلیکون را بر عملکرد بهتری در آزمون های جرقه الکتریکی نسبت به EPDM و سرامیکی نشان داده اند.</p>	<p>در آزمون جرقه، مقره سرامیکی و EPDM با عملکرد مشابه کمتر از مقره ها سیلیکون رابر کارایی داشته اند</p>	<p>12</p>
<p>شکستن هسته مقره های غير سرامیکی باعث سقوط خط می گردد</p>	<p>سوراخ شدگی هسته يك مقره در زنجیره مقره ها باعث سقوط خط نمی گردد</p>	<p>13</p>
<p>تغییر عملکرد در برابر آلودگی نسبت به زمان</p>	<p>عملکرد در برابر آلودگی نسبت به زمان تغییر نمی کند</p>	<p>14</p>
<p>مواد اولیه گران تر</p>	<p>مواد اولیه ارزان تر و قابل دسترس تر</p>	<p>15</p>
<p>حجم و اندازه کوچک تر</p>	<p>حجم و اندازه بزرگتر</p>	<p>16</p>

4-8 جدول چکیده تأثیرات شرایط محیطی بر عملکرد مقره ها

پیشنهادات	کاستی ها در استانداردهای داخل	چگونگی یا میزان تأثیر	عامل محیطی موثر
با برطرف کردن دو کاستی عنوان شده در استانداردهای داخلی، مبحث فرمول های محاسبات نیروهای مکانیکی وارد بر مقره ها تکمیل گردد.	1- بحث بارگذاری مکانیکی مقره ها در شرایط تشکیل بار یخ بر روی مقره ها در استاندارد ذکر نگردیده است. 2 - بحث گالوپینگ در شرایط محیطی ناشی از نوب یخ ها و نیروی مکانیکی وارده بر مقره ها	امعال نیروهای مختلف مکانیکی برای فرمول میزان تأثیر به بند 3-1-7 این گزارش مراجعه گردد.	سرعت باد و بار یخ
-با توجه به نتایج حاصل از تجربیات میدانی بکارگیری پروفایل های مختلف در نقاط مختلف کشورمان، مبحث به کارگیری پروفایل های مناسب برای مناطق خاص در استاندارد های داخلی گنجانده و در طراحی و انتخاب مقره ها به کار برده شود. -اثر شن باد شدید در برخوردگی یراق آلات و ساییدگی سطوح مقره ها با توجه به تجربیات داخل کشور در استاندارد گنجانده و رعایت گردد.	-اثر پروفایل های مختلف مقره ها برای کاربری در نقاط با باد زیاد یا کم و اهمیت جهت وزش باد ذکر نشده است. -اثر شن باد بررسی نگردیده است با توجه به اینکه مناطقی از کشورمان در معرض این پدیده قرار دارند.	نشاندن یا برداشتن ذرات آلودگی از روی سطح مقره ها و یراق آلات برای میزان 4 و 5 و 6 این گزارش که در يك تحقیق میدانی بدست آمده مراجعه گردد. به طور کلی باد کم آلودگی را بر روی مقره ها می نشانند و باد شدید آلودگی را از سطح مقره ها پاک می کند. علاوه بر آن باد شدید با کوباندن ذرات شن و ماسه بر یراق آلات می تواند باعث تسریع خوردگی در آنها گردد.	باد

<p>-مبحث میزان تأثیر پارامترهای دمایی در عملکرد مقره ها و راهکارهایی برای بهبود عملکرد مقره ها در شرایط دمایی مختلف موجود در کشورمان در استاندارد گنجانده شود.</p> <p>-اجباری شدن انجام آزمون ترمودینامیکال مقره ها با توجه به شرایط کاربری مقره ها.</p>	<p>-در مورد اثر پارامترهای دمایی بر عملکرد مقره ها در استانداردهای داخلی مطالب ویژه ای بیان نگردیده است.</p> <p>-در مورد آزمون ترمودینامیکال بطوری که شرایط دمایی مناطق خاص جنوبی کشورمان را پوشش دهد در استاندارد بحث نشده است.</p>	<p>عامل ایجاد انواع تنش های مکانیکی بر ساختار مقره ها و در نهایت شکست مکانیکی آنها. میزان تأثیر نوسان روزانه یا سالیانه بر عملکرد مقره ها به وسیله آزمون های میدانی قابل بررسی می باشد.</p>	<p>نوسان دما</p>
<p>معیارهای طراحی و مهندسی یا انتخاب مقره ها در شرایط محیطی مرطوب با توجه به شرایط مناطق مرطوب کشورمان در استاندارد گنجانده و رعایت گردد.(با توجه به نتایج تحقیقات میدانی).</p>	<p>-ملزوماتی(فرمول ها،دستورالعمل ها و ...) برای به کارگیری مقره ها در شرایط محیطی مرطوب در استاندارد به عنوان بخشی مجزا ذکر نشده است.</p>	<p>افزایش رطوبت هوا باعث افزایش خوردگی یراق آلات می گردد همچنین باعث کاهش استقامت عایقی مقره ها می گردد.</p>	<p>دمای نقطه تشکیل</p> <p>رطوبت</p>
<p>انجام آزمون U.V. با توجه به استاندارد ASTM65 برای انتخاب و به کارگیری مقره ها در استاندارد گنجانده و اجباری گردد.</p>	<p>هیچگونه دستورالعمل،آزمون یا مبحثی در این مورد در استانداردهای داخلی وجود ندارد.</p>	<p>در شروع و تسریع فرآیند پیر سازی و در نهایت کاهش استقامت عایقی مقره های غیر سرامیکی تأثیر اساسی دارد.</p>	<p>تشعشعات حرارتی و ماوراء بنفش خورشید(U.V.)</p>

پیشنهادات	کاستی در استانداردهای داخلی	چگونگی یا میزان تأثیر	عوامل محیطی مؤثر
ملزومات انتخاب و بکارگیری مقره	مطلبی در مورد ملزومات انتخاب به	افزایش فرآیند خوردگی در یراق آلات و کاهش	باران

<p>ها در مناطق مختلف با بارش باران سالیانه کم و زیاد به عنوان مبحثی جداگانه در استاندارد گنجانده و به کار گرفته شود.</p>	<p>کارگیری مقره ها در مناطق با بارش کم یا زیاد در استانداردهای داخلی عنوان نگردیده</p>	<p>استقامت عایقی سطحی مقرهها در بارشهای اولیه در این مورد به بند 3-1-5 این گزارش مراجعه گردد.</p>	
	<p>-----</p>	<p>با توجه به اینکه مقرهها باید بتوانند اضافه ولتاژهای مشخصی را در دوره کاربری نشان بدون شکست الکتریکی تحمل نمایند؛ در طراحی سطح عایقی مقرهها، سطح ایزوکرونیک منطقه به به کار می رود</p>	<p>صاعقه</p>
<p>-اجرای پروژه های تحقیقاتی برای ایجاد نقشه آلودگی برای کشورمان. -انجام پروژه های لازم برای طراحی و انتخاب مقره های مناسب و پروفایل های مناسب در شرایط محیطی مختلف کشور ایران. -لزوم تدوین مبحث پوشش های مقره ها و ملزومات به کارگیری آنها در شرایط خاص. -استفاده از تجربیات میدانی داخل کشور برای تصحیح جدول طبقه بندی آلودگی و فاصله خزشی مورد نیاز با توجه به مناطق خاص. -لزوم تدوین مبحث بکارگیری مقره های یکپارچه لانگراد در مناطق خاص کشورمان. -لزوم تدوین استاندارد طراحی و</p>	<p>-عدم وجود نقشه آلودگی در کشورمان -با توجه به اینکه تجربیات محدود داخلی نشان داده است که جدول طبقه بندی آلودگی و فاصله خزشی پیشنهادی در آن نیازهای کشورمان را پاسخگو نیست نیاز به تصحیح جدول استاندارد وجود دارد. -مبحثی در مورد اثر پروفایل های مختلف مقره ها وجود ندارد. -مبحث آزمون های آلودگی بر مقره ها وجود ندارد.</p>	<p>نوع و میزان آلودگی بر کارایی الکتریکی مقره ها به دلیل تاثیر در استقامت عایقی آنها تاثیر اساسی دارد. به بخش 4 این گزارش مراجعه گردد.</p>	<p>آلودگی</p>

<p>مهندسی یا انتخاب مقره های توخالی تجهیزات شبکه (بوشینگ ، سرکابل ها ، ها...).</p> <p>-لزوم تدوین مبحث به کارگیری از حلقه کرونا و تأثیرات مربوطه در</p>			
<p>-لزوم انجام پروژه های میدانی برای بررسی ترکیب پارامترهای آلودگی و دانسیته هوا و تهیه دستوراتعمل های انتخاب مقره ها در این مناطق.</p>	<p>در مورد اثرات ترکیب شرایط ارتفاع زیاد و آلودگی زیاد محیطی در کارآیی مقره ها مطلبی عنوان نگردیده است.</p>	<p>کاهش استقامت عایقی مقره ها با افزایش ارتفاع محل نصب</p>	<p>ارتفاع</p>
<p>از تجربه پروژه ایمن سازی تجهیزات برقی در برابر زلزله مجری پژوهشگاه نیرو استفاده می گردید.</p>		<p>ایجاد نیروهای مکانیکی بر یراق آلات مقره ها و احتمال شکست مکانیکی.</p>	<p>زمین لرزه</p>
<p>تدوین بخش جداگانه در استاندارد برای انتخاب نوع جنس مقره ها با توجه به شرایط مناطق خاص کاربری.</p>	<p>بخش جامع و واضحی برای انتخاب نوع جنس مقره (سرامیکی، غیر سرامیکی، شیشه ای) با توجه به شرایط محیطی منطقه کاربری وجود ندارد.</p>	<p>با توجه به خواص هر جنس از مقره ها کارآیی مناسب آنها در شرایط محیطی مختلف به جدول</p> <p>29</p>	<p>جنس</p>

روشهای مناسب بهبود عملکرد مناسب

مقره ها در مقابل آلودگی

5-1 افزایش سطح ایزولاسیون:

با افزودن مقره فاصله خزشی افزایش یافته و ولتاژ جرعه کل زنجیره افزایش پیدا می کند ولی در خطوط موجود این کار به دلیل افزایش طول زنجیره و در نتیجه به هم خوردن فواصل هوایی حفاظتی عموماً عملی نمی باشد. در مرحله طراحی نیز افزایش تعداد مقره و طول زنجیره منجر به افزایش ابعاد و ارتفاع برج و در نتیجه افزایش هزینه احداث خط خواهد شد.

2 استفاده از مقره نوع FOG:

استفاده از این نوع مقره راه حل عملی و مناسب برای مقابله با آلودگی مقره است. این نوع مقره با فاصله خزشی تا 150% مقره استاندارد، عملکرد بهتری نسبت به مقره

استاندارد دارد. به علت اینکه فاصله خزشی تنها عامل موثر در کاهش اثرات آلودگی مقره ها نمی باشد و استفاده از این نوع مقره در همه موارد رضایت بخش نبوده است.

3 استفاده از مقره با لعاب نیمه هادی:

ومتی سطحی مقره را خشك نگه داشته و تا مدتی توزیع ولتاژ در مقره را یکنواخت و خطی حفظ می کند و باعث می شود که مقره عملکرد خوبی در مقابله با مشکلات ناشی از آلودگی از خود نشان دهد. البته عملکرد و خواص این لعاب به تدریج بعد از مدتی بهره برداری در مقایسه با سایر انواع مقره به علت خوردگی ناشی از پدیده الکترولیتی کاهش می یابد.

5-4 شستشوی دوره ای:

دوره ای با فشار جریان آب اقتصادی ترین روش برای پاک کردن مواد آلوده از شستشوی

سطح مقره می باشد این روش در مواردی که آلودگی خیلی شدید و بارندگی کم بوده و افزایش مقره امکان پذیر نباشد کاربرد دارد شستشو در مورد رسوب گرد و خاک و نمکی و اسیدی که در عایقهای سرامیکی چندان چسبنده نیست خیلی موثر می باشد و زمان و تناوب شستشو بستگی به شدت آلودگی و شرایط جوی و وضعیت ایرولاسیون خط دارد.

5 تمیز کردن مقره ها:

در این روش که مقره ها را زیر بار یا بی باری تمیز می کنند يك روش موثر با کارائی زیاد و وسیله ای اقتصادی برای خارج کردن مواد آلوده و ترکیبات چرب که روی سطح مقره سخت می چسبند و رسوب می کند می باشد.

معمولی ترین مواد ساینده مورد استفاده چوب ذرت زمینی و پودر سنگ آهک ریز می باشد چوب ذرت معمولاً برای خارج کردن کریس سیلیکون کهنه یا مواد رسوبی نرم بکار می رود و پودر سنگ آهک عموماً برای خارج کردن آلودگی های سخت نظیر سیمان بکار می رود این مواد به قدر کافی برای پاک کردن مقره ساینده هستند بدون آنکه به سطح مقره خراشی وارد شود.

5-6 گریس کاری :

سطح مقره را از ترکیبات گریس (سیلیکون) می پوشانند و با توجه به اینکه اولاً این ماده سعی می کند که مواد آلوده را در برگرفته و آب را به شکل قطره قطره در آورده و مانع از تشکیل لایه آب در تمام سطح مقره می شود ثانیاً با بکار بردن گریس مواد آلوده قادر به نشستن و رسوب کردن روی سطح مقره نخواهند بود ولی از آنجایی که بعد از مدتی گریس قابلیت دفع آب خود را به تدریج از دست می دهد و در سطح مقره مسیرهایی برای وقوع جرقه ایجاد می کند لذا نیاز به خارج کردن و تجدید آن به طور متناوب بعد از طی دوره کارائی آن دارد. و از طرف دیگر گران قیمت می باشد.

پاك کردن دستی 5- 7:

تمیز کردن مقره ها به روش دستی نیز روش عمومی، موثر ولی وقت گیر، پر دردسر و پر خرج به دلیل نیاز به قطعی دراز مدت تأسیسات برق می باشد. روش پاک کردن دستی مقره معمولاً مواردی استفاده می شود که شستشوی با آب تحت فشار بالا به دلیل غیر قابل دسترس بودن و نزدیکی تجهیزات تحت بار و یا غیر موثر بودن این روش به دلیل سختی و چسبندگی رسوب آلوده مقره ها غیر ممکن باشد.

نتیجه گیری

بنابراین لازم است که شرکتهای مقره سازی در هنگام ساخت مقره دقت کافی را مبذول دارند تا محصولی کیفیت بالا به بازار عرضه کنند. همچنین شرکت های توزیع نیروی

برق بایستی قبل از مبادرت نمودن به خرید مقره آزمایشات مربوطه را به دقت کافی بر روی مقره موردنظر انجام دهد و پس از مورد تایید بخش کنترل کیفی قرار گرفتن محصول نسبت به خرید آن اقدام نماید. بعلاوه در شرایط لزوم حتی الامکان نسبت به کیفیت مقره پایینی که در شرایط تقسیم نابرابر ولتاژ بیشتری بر آن اعمال می شود دقت بیشتری نماید و حداقل امکان استانداردهای بیان شده را مد نظر داشته باشند چرا که رعایت این موارد علاوه بر اینکه قابلیت اطمینان شبکه را بالا می برد در دراز مدت از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه می باشد و هزینه های مربوطه به نگهداری و تعویض مقره ها را کاهش می دهد.

آلودگی و رطوبت بر کلیه تجهیزات شبکه بخصوص مقره ها اثرات سوء داشته و مانع از کارکرد طبیعی آنها می گردد. این اثرات در مناطق ساحلی بدلیل وجود نمک و رطوبت بسیار شدید بوده و باعث ایجاد قوس الکتریکی و بروز اختلال در شبکه های برق می گردند.

