معرفی، مزایا، کاربرد و روش ساخت مقره‌های یکپارچه سرامیکی– پلیمری

مهرنوش هور، داود محمدی، مریم امامی راد، بهنام علم‌دوست

پژوهشگاه نیرو

mhoor@nri.ac.ir

چکیده: *با توجه به توسعه شبکه‌های انتقال و توزیع نیرو و لزوم حفظ کیفیت برق، استفاده از تجهیزات فشارقوی مناسب و با کیفیت بالا امری ضروری و غیر قابل اجتناب می‌باشد. در میان این تجهیزات، مقره‌ها از بیشترین کاربرد در خطوط برخوردارند و لازم است در راستای کاهش خسارات ناشی از شکست و استهلاک آنها، متناسب با شرایط محیطی از نوع مناسب استفاده شود. در راستای حذف نقاط ضعف مقره‌های سرامیکی و کامپوزیتی و تقویت نقاط قوت هر یک از این مقره‌ها، توسعه طرح‌های تلفیقی سرلوحه انجام کارهای پژوهشی و تحقیقاتی متخصصان این رشته قرار گرفته است که تولید مقره‌های یکپارچه سرامیکی- پلیمری از جمله این طرح‌ها می‌باشد. از جمله مزایای این مقره‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:*

کاهش وزن تا حدود ۵۰٪ مقره‌های سرامیکی، افزایش خواص عایقی و خودپالایندگی، افزایش فاصله خزشی مقره در حجمی نسبتا کم نسبت به مقره‌های سرامیکی، کاهش تاثیر آلودگی محیط بر روی عملکرد مقره.

در این مقاله سعی بر آن است ضمن معرفی و ذکر مزایا و کاربرد این مقره‌ها به روش ساخت آنها شامل هسته سرامیکی و روکش پلیمری و نتایج اندازه‌گیری‌های الکتریکی و مکانیکی مقره‌های ساخته شده اشاره گردد.

کلمات کلیدی: *مقره، سرامیکی، پلیمری*

۱- مقدمه

با توجه به گستردگی شبکه‌های انتقال و توزیع، لزوم حفظ پایداری و کیفیت برق رسانی به مشترکان، مستلزم استفاده از تجهیزات کارآمد و برنامه‌ریزی و تحقیقات پایه وکاربردی در جهت ارتقاء دانش فنی ساخت این تجهیزات می‌باشد.

در این میان مقره‌ها از جمله مهمترین اجزاء شبکه خصوصاً در مناطق دارای شرایط محیطی حاد و آلوده محسوب می‌گردند که جهت ایجاد اتصال مکانیکی مابین خط انتقال و یا توزیع نیروی الکتریسیته و دکل بکار می‌روند و وظیفه آنها علاوه برداشتن ویژگی‌های عایق الکتریکی دارا بودن استحکام مکانیکی کافی می‌باشد.

نوع مقره‌های بکار رفته در خطوط مختلف، متفاوت می‌باشد و نظر به اهمیت مقره‌ها هم از دیدگاه جنبه‌های فنی و هم به جهت گستردگی و حجم مصرف این تجهیزات در صنعت برق، در طی سال‌های اخیر، فعالیت‌های تحقیقاتی وسیعی در راستای دستیابی به فن‌آوری‌های مرتبط با نسل جدید مقره‌ها و بهینه سازی انواع مرسوم، به انجام رسیده است. در حال حاضر مقره‌ای که تمامی خصوصیات عالی مکانیکی و الکتریکی یک عایق ایده‌آل را دارا باشد وجود ندارد. در این میان هر کارخانه سازنده مقره سعی دارد با توجه به تکنولوژی‌های جدیدتر و همچنین استفاده از مواد اولیه مرغوب‌تر، بهترین مقره‌ها را با مشخصات فنی الکتریکی و مکانیکی برتر بسازد [۱].

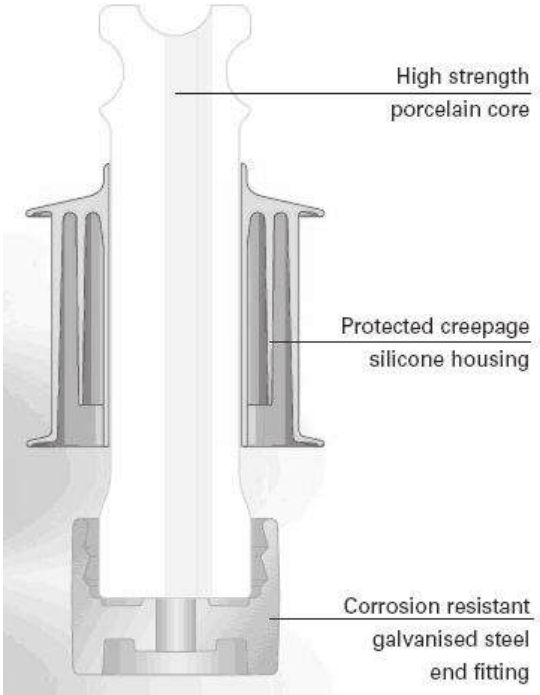
بطور کلی مقره‌ها از نظر ساختمان و نوع ماده یا مواد تشکیل دهنده، به روش‌های مختلفی طبقه بندی

[Downloaded from jicers.ir on 2026-09-08]

[DOR: 20.1001.1.17353351.1388.5.2.3.2]

می‌شوند. از این میان می‌توان به طبقه بندی بر اساس نوع ماده سازنده مقره اعم از پرسلانی، شیشه‌ای و پلیمری و طبقه‌بندی بر اساس ساختمان مقره و روش نصب اعم از انواع آویزی، اتکایی خط، اتکایی پست، سوزنی و... اشاره نمود. بسته به محل بکارگیری مقره‌ها و شرایط آب و هوایی و محیطی از نظر میزان آلودگی می‌توان از هر یک از مقره‌های مذکور استفاده کرد. در واقع عوامل موثر در گزینش مقره‌ها را می‌توان به شکل فیزیکی لحاظ شده در طراحی، جنس مقره، و ویژگی‌های خاص قابل عرضه توسط هر مقره مرتبط دانست. طی تحقیقات انجام گرفته در سال‌های اخیر نوع جدیدی مقره با عنوان مقره‌های یکپارچه پلیمری– سرامیکی[1] مطرح شده‌اند که با تلفیقی از مزایای مقره‌های پرسلانی و پلیمری در یک طرح واحد با حذف نقاط ضعف خاص هر یک از انواع ذکر شده (بطور نسبی) جای خود را برای مناطق مختلف بخصوص مناطق آلوده و مرطوب باز نموده است.

این مقره‌ها بطور کلی شامل یک هسته پرسلانی لعاب‌دار با استحکام مکانیکی بالا ویک روکش پلیمری می‌باشند که دور تا دور هسته مرکزی را در بر گرفته است. مزایای مقره مورد نظر را بطور خلاصه می‌توان چنین برشمرد: خواص مکانیکی مقره تحت تاثیر پیرشدگی قرار نمی‌گیرد و حساسیت‌های اتصال اجزاء ساختمانی و اثر آن بر مشخصات مکانیکی مقره که در مقره‌های کامپوزیتی وجود دارد، منتفی می‌گردد. در عین حال چنین مقره‌ای بخشی از مزایای مقره‌های کامپوزیتی همچون سبکی، انعطاف پذیری و عملکرد آلودگی مناسب را بطور نسبی دارا است. در هر حال باید در نظر داشت چنین طرحی نیز همچون هر طرح دیگر، فاقد نقطه ضعف خاص خود نمی‌باشد. در شکل (۱) یک طرح کلی از مقره‌های سرامیکی – پلیمری نشان داده شده است که از لحاظ روش نصب در گروه مقره‌های سوزنی یا line post توزیع قرار دارند.



شکل ۱- طرح کلی از مقره‌های یکپارچه سرامیکی - پلیمری [۲]

۲- مزایای مقره‌های یکپارچه پلیمری – سرامیکی

بطور کلی مزایای اصلی مقره‌های سرامیکی (پرسلانی) شامل مقاومت بالای عایق در برابر عوامل محیطی و پیر شدگی، خواص خوب عایقی، قیمت نسبتا پایین و سوابق طولانی بهره برداری بوده و از معایب اصلی آن

[1] Hybrid Insulator

[Downloaded from jicers.ir on 2026-09-08]

[DOR: 20.1001.1.17353351.1388.5.2.3.2]

می‌توان به شکننده بودن، وزن زیاد و نیاز بـه شستـشوی دوره‌ای در منـاطق آلـوده اشـاره نمـود. در مقابـل، مقره‌های کامپوزیتی (سیلیکونی) بسیار سبک، انعطاف‌پذیر و دارای عملکرد آلودگی عالی بوده ولی در معـرض پیر شدگی قرار می‌گیرند و سابقه کوتاهتری دارند.

هدف از استفاده از طرحی مرکب از سرامیک و پلیمر در مقره‌های پلیمری- سـرامیکی، دسـتیابی بـه مزایـا و حذف معایب دو نوع مقره ذکر شده بطور نسبی بوده است. بنابراین دلیل استفاده از عـایق پلیمـری کـارکرد و عملکرد خوب آنها ناشی از ایستادگی آنها در برابر آلودگی ناشی می‌شود. از طرفی عایق‌های سرامیکی نیز که در طول صد سال اخیر در صنعت مورد استفاده قرار گرفته‌انـد، بـه خـاطر اسـتحکام مکـانیکی و طـول عمـر زیادشان مشهور هستند.

هسته سرامیکی با استحکام بالا به عنوان یک عضو بنیادی بـرای ارایـه اسـتحکام مکـانیکی لازم و روکـش سیلیکونی، مقاومت و ایستادگی لازم را در برابر فرسایش و tracking فراهم می‌کند. خواص آب‌گریزی مربوط به سیلیکون، جریان نشتی و در نتیجـه تلفـات تـوان را کـاهش داده و قابلیـت اطمینـان سیـستم را افـزایش می‌دهد. بدین ترتیب استفاده از این مقره‌ها به‌ویژه در مناطق مرطوب و آلـوده بـه همـراه هزینـه‌هـای کمتـر مربوط به تعمیر و نگهداری، مزیت اقتصادی را برای کاربر فراهم می‌آورد.ضمن آنکه این مقره‌هـا عـلاوه بـر حفظ و نگهداری خواص مکانیکی مورد نیاز به دلیل استفاده از روکش انعطاف‌پـذیر پلیمـری، از وزن کمتـری برخوردار می‌باشند و در برابر خسارت‌های ناشی از جابجـایی، نـصب و پرتـاب سـنگ مقـاوم هـستند. هـسته سرامیکی به خاطر پایداری شیمیایی ذاتی‌اش می‌تواند در برابر عوامل جوی، هجوم شـیمیایی و فعالیـت‌هـای سطحی بدون آسیب مقاومت و ایستادگی کند. اگر چه این پایداری شیمیایی به انرژی سطحی زیاد هم منـتج می‌شود که به سطح فاصله خزشی اجازه می‌دهد که به راحتی مرطوب شود. برای غلبـه بـر محـدودیت‌هـای مربوط به خواص ذاتی سطحی مواد یک پوشش الاستومری منحصر به فرد بر روی هسته نصب می‌شود کـه استقامت دی‌الکتریکی را حفظ می‌کند.

۳- روش‌های طراحی الکتریکی

از آنجایی که پایداری عایق‌ها و ایزولاسـیون در برابـر ولتـاژ فرکـانس قـدرت و شـرایط سـخت محیطـی از فاکتورهای مهم و اساسی در شبکه‌های انرژی الکتریکی است از این‌رو در شبکه توزیع، فوق توزیـع و انتقـال بـرق، طراحـی مطلـوب و مناسـب ایزولاسـیون ضـرورت دارد بگونـه‌ای کـه هـر سـهل‌انگـاری در طراحـی ایزولاسیون، ممکن است منجر به بهره‌برداری نامطلوب از شـبکه و بـروز خـسارات پرهزینـه گـردد. کـاهش کیفیت برق و خسارت‌های ناشی از آن، استهلاک تجهیزات فشار قـوی (بـه خـصوص ایزولاسـیون)، هزینـه بالای تعمیر و نگهداری (مانند شستشوی مقره‌های فشار قوی، بکارگیری پوشش‌های مختلف بر روی سطوح مقره، تعویض مقره‌های آسیب دیده) از جمله مشکلات بهره‌بـرداری هـستند کـه در صـورت صـحیح نبـودن انتخاب و طراحی ایزولاسیون، ممکن است ایجاد شوند[۳].

برای طراحی و انتخاب ایزولاسیون مناسب به منظور عملکرد کارآمـد شـبکه بـرق، روش‌هـا و تکنیـک‌هـای مختلفی ارائه شده است و در استانداردهای مختلف روش‌های متفاوت و پیـشنهاداتی بـرای انتخـاب مقـره در شرایط بهره برداری مختلف ارائه گردیده است. پارامترهای موثری که در طراحی مورد بررسی قرار مـی‌گیرنـد شامل الزامات استاندارد IEC60815، ملاحظات سـاخت، بررسـی تـاثیرات طـرح پروفیـل روی شـکل میـدان الکتریکی و ملاحظات میدانی می‌باشند.

بعد از طراحی از طریق نرم‌افزارهای مصطلح، کار تحلیل میدان الکتریکی طرح بمنظـور جلـوگیری از تمرکـز بیش از حد میدان در قسمتی از طرح صورت می‌پذیرد[۴و ۵]. در ادامه مقره طراحی شده و نمونه ساخته شده آن، مدتی بصورت آزمایشی در منطقه مورد نظر نصب گردیده و کارآیی آن مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

[Downloaded from jicers.ir on 2026-09-08]

[DOR: 20.1001.1.17353351.1388.5.2.3.2]

٤- روش ساخت مقره‌های یکپارچه پلیمری- سرامیکی

ساخت مقره‌های یکپارچه پلیمری- سرامیکی در سه مرحله ساخت هسته پرسلانی، ساخت روکش سیلیکونی و نصب یراق آلات و مونتاژ نهایی مقره خلاصه می‌شود.

بطور کلی ساخت این مقره‌ها شامل مراحل ذیل می‌شود:

- انتخاب مواد اولیه مناسب و فرمولاسیون ترکیب برای ساخت هسته سرامیکی
- طراحی پروفیل هسته سرامیکی و شکل‌دهی آن
- تعقیب مراحل ساخت هسته بر اساس روش‌های مرسوم ساخت مقره‌های پرسلانی
- فرمولاسیون ترکیب لعاب و اعمال بر روی هسته
- پخت هسته و لعاب اعمالی در یک مرحله
- فرمولاسیون روکش سیلیکونی مورد نظر
- اختلاط مواد اولیه پلیمری مورد نیاز
- پخت نمونه‌های مربوط به روکش سیلیکونی
- نصب روکش سیلیکونی بر روی هسته شکل داده شده به کمک چسب مخصوص
- طراحی، فرمولاسیون و ساخت سیمان به‌کار رفته در مقره مورد نظر
- نصب یراق‌آلات مورد نظر به مقره به کمک سیمان فرموله شده و مونتاژ نهایی
- انجام آزمون‌های مکانیکی و الکتریکی بر روی مقره بر اساس استاندارد

بر اساس تحقیقات انجام گرفته در رابطه با سیستم موادی هسته سرامیکی مقره‌های مورد نظر [۶] و با توجه به لزوم قابلیت تحمل هسته مرکزی در برابر تنش‌های وارده و دارا بودن استحکام مکانیکی مناسب، سیستم پرسلانی- آلومینایی برای این مقره‌ها مطرح می‌باشد. این سیستم ضمن برقراری استحکام مکانیکی مورد نظر، از طول عمر بیشتری نیز برخوردار بوده و هم‌چنین قابلیت انطباق بیشتری را با روکش سیلیکونی خواهد داشت.

تعیین مقدار دقیق آلومینا در این سیستم نیازمند تحقیق بیشتر و مطالعه دقیق دیاگرام‌های فازی دوتایی و سه‌تایی سیستم‌های آنورتیت- مولایت- کوراندوم – کوارتز می‌باشد. زیرا با توجه به دمای ذوب بالای آلومینا نیاز به استفاده از یکسری مواد بمنظور کاهش و تعدیل دمای زینترینگ قطعات مورد نظر می‌باشد. در این صورت می‌توان از روش‌های شکل‌دهی مرسوم که برای مقره‌های پرسلانی معمولی مطرح می‌باشد، شامل اکسترود، خراطی و پرداخت نهایی در مورد قطعات مورد نظر استفاده کرد. اما در این مورد نیز قطر و ارتفاع قطعه، از جمله پارامترهای محدود کننده می‌باشند که لازم است با طراحی دقیق و با در نظر گرفتن ویژگی‌های مکانیکی تعیین شوند.

علاوه بر اینها در انتخاب ترکیب مناسبی از لعاب به منظور اعمال بر روی هسته به لحاظ ارایه نقش مهم در تعیین خواص عایقی نهایی مقره، افزایش خواص مکانیکی و مقاومت شیمیایی، کاهش خوردگی و عوامل نامساعد دیگر بر بدنه مقره‌های پرسلانی بایستی دقت کافی اعمال گردد تا هدف مورد نظر تامین شود.

لذا با انتخاب مجموعه سیستم موادی، شکل‌دهی، طراحی و زینترینگ مناسب می‌توان مراحل ساخت هسته سرامیکی این مقره‌ها را طی نمود.

در ارتباط با بخش پلیمری این مقره‌ها، سیلیکون‌ها به لحاظ دارا بودن فوایدی مانند آب گریزی، مقاومت در برابر حمله شیمیایی و خواص الکتریکی مناسب، کاندید مناسبی به عنوان روکش برای این مقره‌ها در شرایط آلوده محسوب می‌شوند. مقره‌های فشار قوی با توجه به نقشی که در شبکه‌های قدرت بر عهده دارند، باید دارای یکسری مشخصه‌های نهایی مکانیکی و الکتریکی بوده و در ضمن، باید بتوانند این مشخصه‌ها را در طول مدت بهره برداری در شرایط محیطی کارکردشان، حفظ کنند. لذا می‌توان خواص مورد انتظار از مقره‌ها

[Downloaded from jicers.ir on 2026-09-08]

[DOR: 20.1001.1.17353351.1388.5.2.3.2]

را به سه بخش خواص مکانیکی، الکتریکی و پیر شدگی تقسیم نمود. بخش پلیمری مقره پلیمری- سرامیکی، بطور مستقیم نقشی در مشخصه مکانیکی مقره ندارد و آنچه در مورد آن اهمیت دارد تاثیر آن بر مشخصات الکتریکی و پیر شدگی مقره می‌باشد. بر اساس تحقیقات انجام شده در ارتباط با انتخاب پلیمر مناسب مقره‌های یکپارچه پلیمری- سرامیکی[۷ و۸] مشخص شده است سیلیکون رابر (Silicon Rubber) بهترین کارآیی را از نظر آبگریزی و هم‌چنین پیرشدگی از خود نشان می‌دهد. البته طراحی ژئومتری نیز نقش مهمی را در کارایی مقره ها بازی می‌کند، زیرا می‌تواند بر خود پالایی (توسط باد و باران) مسیرهای جریان نشتی و توزیع تنش‌های الکتریکی اثر بگذارد. همانطور که می‌دانیم یک سیلیکون به تنهایی دارای همهٔ خواص مورد نیاز نیست. به همین دلیل برای رسیدن به اهداف مورد نظر، از مواد افزودنی دیگر هم استفاده می‌شود تا مخلوط دلخواهی بدست آید و خواص فیزیکی و شیمیایی مورد نیاز را برای یک محصول نهایی فراهم آورد.

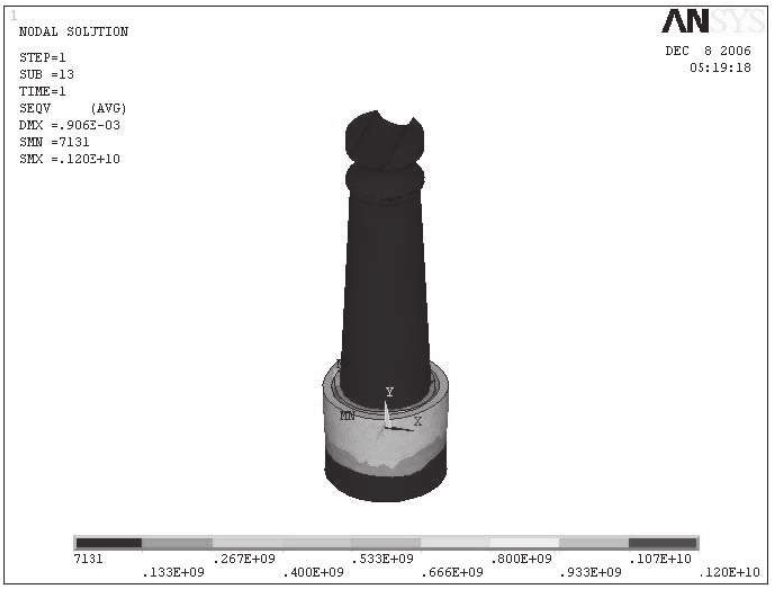
به طور کلی می‌توان موادی که در یک آمیزه سیلیکونی به‌کار می‌روند را به صورت زیر دسته‌بندی نمود: الاستومر پایه، عوامل ولکانش (پخت کننده‌ها)، شتابدهنده‌ها، فعال کننده و تاخیر اندازنده‌ها، ضد تخریب‌ها (ضد اکسنده‌ها، موم‌های حفاظتی ...)، تسهیل کننده‌های فرآیند، پر کننده‌ها (فیلرها)، نرم کننده‌ها و چسب‌ها، رنگدانه‌ها و موادی که برای اهداف ویژه‌ای به کار می‌روند (عوامل پف کننده، ...)[۹].

پس از انتخاب ترکیب و فرمولاسیون آمیزه پلیمری مناسب، اختلاط، قالب‌گیری و پخت انجام می‌گیرد و پس از آن آزمون‌های مورد نیاز بر اساس استاندارد به منظور اطمینان از حصول نتایج مطلوب انجام می‌شود.

پس از ساخت روکش سیلیکونی اتصال آن با هسته پرسلانی توسط چسب مخصوص و همچنین نصب یراق‌آلات و مونتاژ نهایی مقره صورت پذیرفته و در انتها مقره ساخته شده تحت آزمون‌های مکانیکی و الکتریکی بر اساس استانداردهای مربوطه قرار می‌گیرد.

۵- فعالیت‌های تجربی

در تحقیق حاضر با در نظر گرفتن تمهیدات طراحی لازم بلحاظ دستیابی به خواص الکتریکی و مکانیکی مطلوب، ابتدا نقشه CAD مقره سرامیکی با ابعاد دقیق تهیه و سپس در نرم‌افزار ANSYS به عنوان ابزاری بر پایه تئوری المان محدود مدل شده و تحلیل گردید. در شکل (۲) توزیع تنش در مجموعه مقره با المان تماسی به تصویر کشیده شده است.

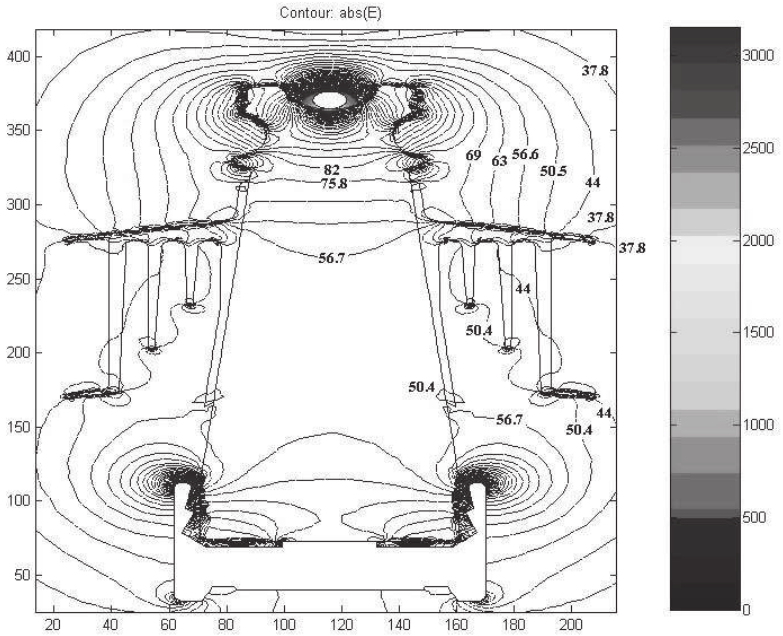


شکل ۲- توزیع تنش در مجموعه مقره

[Downloaded from jicers.ir on 2026-09-08]

[DOR: 20.1001.1.17353351.1388.5.2.3.2]

به موازات این کار طراحی پروفیل مقره از دیدگاه تحلیل میدان الکتریکی بـا اسـتفاده از روش FEM صـورت پذیرفت که در شکل (۳) نمایی از خطوط هم میدان و مقدار میدان الکتریکی را در مقره طراحـی شـده نـشان می‌دهد.



شکل ۳- نمایی از خطوط هم میدان و مقادیر محاسبه شده از طرح مقره

پس از آن طراحی موادی هسته شامل انتخاب مواد اولیه داخلی و فرمولاسیون بدنه و لعاب پرسلانی بگونه‌ای صورت گرفت که بتواند هم پاسخگوی ملزومات استحکامی مقره باشـد و هـم قـدرت عـایقی لازم را فـراهم سازد. در جدول (۱) فرمولاسیون پیشنهادی برای طراحی موادی بدنه و لعاب این مقره‌هـا ارایـه شـده اسـت. لازم بذکر است مخلوط سازی مواد به روش ترساب انتخاب گردید.

جدول ۱- فرمولاسیون پیشنهادی در تهیه بدنه و لعاب مقره سرامیکی- پلیمری ساخته شده

ماده / (درصد وزنی)	کائولن	فلدسپات	سیلیس	بال‌کلی	آلومینا	دولومیت	اکسید رنگی
بدنه	۴۰	۲۰	۱۰	۲۵	۵	-	-
لعاب	۱۵	۴۵	۲۰	-	-	۱۰	۱۰

شکل دهی هسته مقره با استفاده از روش‌های مرسوم شـکل‌دهـی مقـره‌هـای پرسـلانی شـامل اکـسترود و خراطی و اعمال لعاب به صورت غوطه‌وری بر روی هسته مقره انجام شد.

برای دستیابی به طرح بکار رفته برای روکش هسته که در شکل (۴) مشاهده می‌شـود، ابتـدا قالـب مناسـبی ساخته شد و سپس با استفاده از سیلیکون HTV، با فرمولاسیون طراحی شده در این پروژه نمونه‌هایی سـاخته شد.

شکل ۴- روکش مقره سرامیکی- پلیمری

[Downloaded from jicers.ir on 2026-09-08]

[DOR: 20.1001.1.17353351.1388.5.2.3.2]

یراق‌آلات فلزی بکار رفته از جنس چدن داکتیل بود که بـه کمـک روش ریختـه‌گـری و اعمـال یـک لایـه گالوانیزه با ضخامت ۷۰ میکرون به عنوان روکش تهیه شدند. در مرحله مونتـاژ یـراق‌آلات از بـتن سیلیـسی استفاده شد که فرمولاسیون آن طی پروژه به دست آمد[۱۰]. در مرحله آخر از چسب مناسبی که برای مونتـاژ قسمت روکش به هسته فرموله شده بود[۱۱]، استفاده گردید.

در شکل (۵) نمونه مقره ساخته شده در مقیاس نیمه صنعتی و در جدول (۲) مشخـصات مقـره سـاخته شـده ارایه شده‌اند.

شکل ۵- نمونه مقره سرامیکی- پلیمری ساخته شده

جدول ۲-مشخصات مقره سرامیکی- پلیمری ساخته شده

ولتاژ نامی (kV)	فاصله خزشی (mm)	فاصله جرقه (mm)	ولتاژ پایداری فرکانس قدرت مرطوب (kV)	ولتاژ پایداری ضربه صاعقه (kV)	ولتاژ شکست فرکانس قدرت (kV)	ولتاژ پایداری فرکانس قدرت (kV)	ولتاژ پانچ (kV)	استحکام خمشی (kN)	وزن (kg)	نوع مقره
۳۳	۷۹۰	۲۳۲/۵	۷۸	۱۸۷	۱۸۷	۱۳۹	۱۹۰ <	۱۰/۶	۹/۵	اتکائی
۳۳	۸۸۰	۳۱۵	۱۰۵	۱۹۵	۲۲۲	۱۴۸	۲۱۲	۱۰/۶	۲/۴	سوزنی

٦- نتیجه‌گیری

با توجه به مطالب ارایه شده می‌توان بطور خلاصه نتایج ذیل را عنوان نمود:

۱- مقره‌های یکپارچه پلیمری – سرامیکی با تلفیقی از مزایای مقره‌های پرسلانی و پلیمری در یک طـرح واحد، کاندید مناسبی برای مناطق آلوده و مرطوب محسوب می‌شوند.

۲- این مقره‌ها شامل یک هسته پرسلانی لعاب‌دار با استحکام مکانیکی بالا ویـک روکـش سـیلیکونی بـا

[Downloaded from jicers.ir on 2026-09-08]

[DOR: 20.1001.1.17353351.1388.5.2.3.2]

مقاومت و ایستادگی لازم در برابر فرسایش و tracking می‌باشند. خواص آب‌گریزی مربوط به سیلیکون، جریان نشتی و در نتیجه تلفات توان را کاهش داده و قابلیت اطمینان سیستم را افزایش می‌دهد.

۳- این مقره‌ها علاوه بر حفظ و نگهداری خواص مکانیکی مورد نیاز به دلیل استفاده از روکش انعطاف‌پذیر پلیمری، از وزن کمتری برخوردار می‌باشند.

۴- وجود روکش سیلیکونی، هسته را در برابر آسیب‌های مکانیکی در زمان جابجایی، نصب و تخریب محافظت می‌کند.

۵- این مقره‌ها ایستادگی بیشتر در برابر شکست (Flashover)، مقاومت خوب در برابر رسوب آلودگی‌هایی که در اثر باد حاصل می‌شوند و همچنین مرطوب شدن را دارا می‌باشند.

۶- ساخت مقره‌های یکپارچه پلیمری- سرامیکی در سه مرحله ساخت هسته پرسلانی، ساخت روکش سیلیکونی و نصب یراق آلات و مونتاژ نهایی مقره خلاصه می‌شود.

۷- سیستم موادی هسته سرامیکی این مقره‌ها، سیستم پرسلانی- آلومینایی و روکش پلیمری مورد نظر شامل سیلیکون رابر می‌باشد.

۸- با انتخاب مجموعه سیستم موادی، شکل‌دهی، طراحی و زینترینگ مناسب می‌توان مراحل ساخت هسته سرامیکی و با انتخاب ترکیب و فرمولاسیون آمیزه پلیمری ، اختلاط، قالب‌گیری و پخت مناسب آن می‌توان روند ساخت روکش سیلیکونی این مقره‌ها را طی نمود.

مراجع

1. Mick Scott, “A Brief History of Insulators”, Floyed Farrar, Drum Volunteer, June 2001.
2. Raychem Hybrid Insulators Catalogue, www.Raychem.com

۳. "طراحی الکتریکی و ساخت مقره کامپوزیتی رده ۲۳۰ کیلو ولت"، محمدرضا شریعتی، محمد سعید وفاکیش، داود محمدی، محمد اسکویی، میرجواد گرامیان، نشریه علمی برق، سال پانزدهم، شماره ۳۶، ۱۳۸۱.

4. G.H.Vaillancourt, S.Carignan and C.Jean,“Experience with the Detection of Faulty Composite Insulators on High-Voltage Power Lines by the Electric Field Measurement Method,” IEEE Trans. on Power Delivery ,Vol. 13, No. 2, pp 661-666, April 1998.
5. A.J.Philips, D.J.Chlds and H.M.Schneider, “Water Drop Corona Effect on Full-Scale 500KV non-ceramic Insulators,” IEEE Trans.on Power Delivery, Vol. 14, No. 1, pp 258-265, 1999.
6. Funk et.al. “High Strength Alumina Ceramic Product & Method of Forming”, U.S.Patent No. 4,183,760, 1980.
7. R. Allen Bernstorf et al., “Polymer Compounds used in high voltage insulators”, Ohio Brass, Power System, Inc. 2000.
8. Hofmann, “Rubber Technology Handbook”, Vol 1. 1999.
9. I.Franta, “Elastomers and rubber compounding materials”, Elsevier, 1996.
10. INMR, Source of Information on International Developments in Transmission & Distribution, Issue 73, Vol.14, No.3, 2006.

۱۱. "ارایه فرمولاسیون جدید سیمان جهت استفاده در مقره‌های فشارقوی با استحکام مکانیکی بالا"، داود محمدی، بهزاد ارژنگ، مریم امامی راد، ششمین سمینار و نمایشگاه تخصصی مقره‌ها، کمیته مطالعات عایقها، ۹ و ۱۰ بهمن ۱۳۸۶، تهران.

۱۲. ۱۱-گزارش نهایی پروژه "تحقیق و بررسی راجع به ساخت مقره‌های سوزنی سرامیکی- پلیمری رده توزیع به همراه ساخت نمونه" داود محمدی، گروه پژوهشی فشار قوی، پژوهشگاه نیرو، ۱۳۸۶.

[Downloaded from jicers.ir on 2026-09-08]

[DOR: 20.1001.1.17353351.1388.5.2.3.2]