



بررسی مشکلات شبکه‌های توزیع در مناطق ساحلی

غلامرضا خوش خلق - ماندنی غلامپور
شرکت توزیع نیروی برق استان بوشهر

چکیده :

برق یکی از تاسیسات زیر بنایی در صنعت بشمار می‌آید که عدم توجه به آن، پایه‌های صنایع دیگر را دچار تزلزل و عدم ثبات می‌سازد. بطور کلی فعالیت‌های سیستم نیرو رسانی در استانهای ساحلی بوشهر، هرمزگان و... با مشکلات عدیده‌ای در رابطه با آلودگی هوا روبرو است. در این مناطق، عایق‌ها با شرجی شدن هوا و افزایش رطوبت دچار جرقه شده، هادی‌ها بر اثر خوردگی قطع گردیده و تیرهای فلزی، سیمانی و چوبی عمر چندانی ندارند. لذا بجا است که با گسترده‌ی شبکه‌های الکتریکی این مناطق، تحقیقات دامنه‌داری در این خصوص صورت پذیرد تا از یک طرف میزان خاموشی‌ها کاهش یافته و از طرف دیگر میزان خسارات وارده تقلیل یابد.

شرح مقاله :

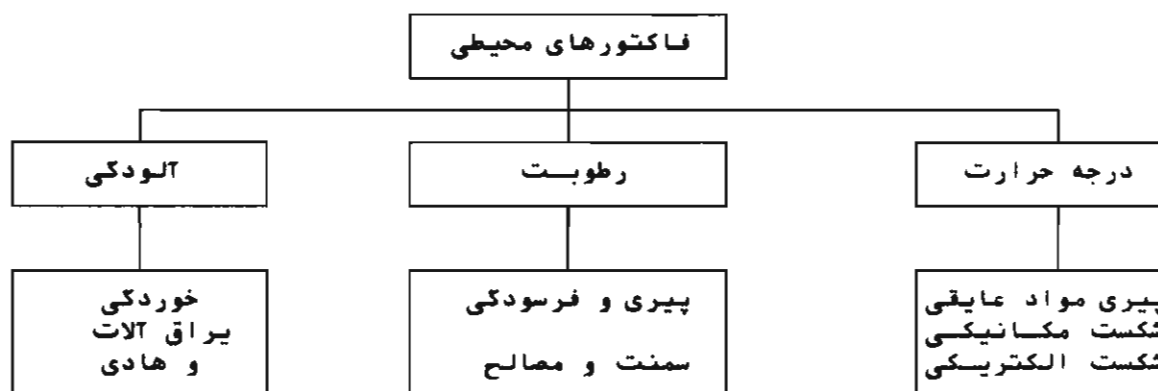
پایداری شبکه‌ها و انتقال بی وقفه انرژی الکتریکی بستگی به انتخاب، نصب و مراقبت و بهره برداری صحیح از تاسیسات و تجهیزات مورد نیاز دارد. این عوامل با توجه به شرایط آب و هوایی هر منطقه متفاوت می‌باشند. وضعیت جوی و محیطی هر منطقه را میتوان با استفاده از اطلاعات مراکز مهم قابل اعتماد نظیر اداره هواشناسی، سازمان جغرافیایی و مرکز آمار بدست آورد. به

عنوان مثال بر اساس اطلاعات مرکز آمار ایران وضعیت جوی دو استان ساحلی بوشهر و هرمزگان در فاصله سالهای ۱۳۴۱-۱۳۴۰ بصورت زیر گزارش گردیده است .

استان هرمزگان	استان بوشهر	پارامترهای جوی
۳۲/۱	۲۹/۲	معدل حداکثر درجه حرارت (C)
۲۱/۷	۱۹/۲	معدل حداقل درجه حرارت (C)
۵۱/۴	۵۰	حداکثر مطلق درجه حرارت (C)
۵/۵	-۱	حداقل مطلق درجه حرارت (C)
۲۴/۹	۲۴/۲	متوسط درجه حرارت (C)
۱۵۲/۶	۲۲۱	معدل میزان بارندگی(میلیمتر)
۷۹	۷۶	درصد رطوبت نسبی در بامداد
۵۵	۵۳	درصد رطوبت نسبی در ظهر

جدول ۱

در استانهای ساحلی جنوب ایران به علت فشار هوای بین صحرای عربستان و ارتفاعات جنوب ، باد و طوفانهای شن که سرعت آنها اغلب به ۱۰ تا ۱۰۰ کیلومتر در ساعت میرسد باعث پراکنده شدن گرد و خاک در هوا گردیده و میزان آلودگی محیط را افزایش میدهد. آلودگی ، درجه حرارت ، رطوبت و در نتیجه رسوب گرد و غبار مرطوب تاثیرات متفاوتی را در عملکرد تجهیزات و دستگاههای سیستم توزیع میگذارند. این تاثیرات و نتایج ناشی از تغییرات فاکتورهای محیطی بر روی تجهیزات و تاسیسات سیستمهای مصنوعی را به صورت کلی زیر میتوان خلاصه نمود :



تأثیر فاکتورهای محیطی بر روی تأسیسات داخلی و خارجی نصب شده در سیستم متفاوت میباشد که ذیلاً هر کدام بطور جداگانه مورد بحث و بررسی قرار میگیرد:

۱- تأثیر فاکتورهای محیطی بر روی تأسیسات داخلی :

با توجه به اطلاعات جدول (۱) مشاهده میشود که هر سه عامل درجه حرارت ، رطوبت و آلودگی که در آسیب رساندن به تأسیسات الکتریکی مؤثر هستند در آب و هوای مناطق ساحلی وجود دارند. هر چند که تأسیسات داخلی در فضای بسته نصب میگردد ولی همیشه مقداری گرد خاک در هوا وجود دارد که روی سطوح افقی و عمودی دستگاهها می‌نشیند و چون عدد دی‌الکتریک ذرات گرد و خاک بزرگتر از یک است ($\epsilon > 1$) لذا اگر خود ذرات هم دارای بار الکتریکی نباشند ، باز به داخل مناطقی که دارای حوزه الکتریکی میباشد کشیده شده و در نزدیکی الکترودها جمع میشوند. هنگامی که تخلیه ناقصی بوجود آید ذرات باردار شده و با ایجاد حوزه‌های الکتریکی ، موجب میگردند ذرات معلق دیگر موجود در هوا بیشتر و سریعتر جذب ایزولاتورها گردند. ایجاد قشر نازکی از آلودگی‌های محیط روی سطح خارجی ایزولاتورها و عایق‌ها موجب کاهش استقامت الکتریکی عایق گردیده و جریان خرنده‌ای متناسب با قابلیت هدایت ذرات تشکیل دهنده آلودگی ، از سطح جانبی عایق عبور نموده و باعث ایجاد قوس الکتریکی در سطح خارجی عایق میشود که این عمل در صورت وجود رطوبت تشدید میگردد. آزمایش‌های متعدد نشان داده است که استقامت الکتریکی جانبی ایزولاتورهای کثیف مرطوب از ۶۰ کیلوولت به حدود ۱۱ کیلوولت میرسد. بنابراین چون امکان شستشوی ایزولاتورها در تأسیسات داخلی کمتر از تأسیسات خارجی است لذا بهتر است ایزولاتورهای تأسیسات داخلی را طوری انتخاب نمود که فاصله خزشی ایزولاتور کمی بیشتر از حد معمول باشد تا از تخلیه‌های الکتریکی ناقص جلوگیری شود.

در این مقاله دو پست زمینی ۱۱۰۰۰/۴۰۰ ولت که در خیابان ساحلی بوشهر به فاصله ۳۰ متر از ساحل دریا قرار دارند مورد مقایسه قرار گرفته‌اند.

پست اول مربوط به مهمانسرای جهانگردی و درب ورودی آن مشرف به دریا میباشد و بادهای مرطوب همراه با بخارهای متصاعد شده از آب دریا مستقیماً به داخل پست انتقال مییابد و در نتیجه در سقف پست و تابلوها، بخموصی در فصل زمستان ، به صورت قطره‌های آب ظاهر میگردد . و باعث چکیدن قطره‌های آب روی

عایق‌ها و کلیدها گردیده که سوختن تدریجی عایق‌ها و کلیدها را به همراه داشته است. از معایب دیگر قابل ذکر این است که شین‌های تابلوها از نوعی انتخاب شده که روی آن تکیه‌گاه مناسبی برای تجمع گرد و خاک میباشد و بنا به دلائلی که ذکر گردید موجبات تخلیه الکتریکی ناقص را فراهم آورده است، لذا باید تابلوهای مخصوص مناطق با آلودگی و رطوبت زیاد، طوری طراحی و انتخاب شوند که با سطح اتکاء کمتر گرد و خاک کمتری روی شین‌ها جمع گردد.

پست دوم با همان شرایط مکانی، درب آن مخالف دریا نصب شده و تا حد زیادی از وزش بادهای مرطوب و نمک‌های متعاعد شده از آب دریا به داخل پست کاسته شده است. بعلاوه در این پست بجای شمش از سیم مسی برای باس‌بار استفاده شده تا گرد و خاک کمتری روی آن قرار گیرد. با توجه به آمارهای دریافت شده از اداره تعمیرات پستها، حوادث روی پست دوم به مراتب کمتر از پست مشابه (پست مهمانسرای جهانگردی) بوده است، لذا ضمن توجه به مقایسه فوق موارد ذیل نیز پیشنهاد میگردد.

۱-۱- برای جلوگیری از کاهش خاصیت عایقی ایزولاتورها باید از ایزولاتورهای با فاصله نشستی و خزشی بیشتر استفاده نمود تا هم مقاومت سطحی عایق افزایش یافته و هم تا حدی کاهش استقامت الکتریکی سطحی آنها را در اثر رسوب آلودگی‌ها، جبران کرد.

۱-۲- به منظور جلوگیری از تخلیه الکتریکی ناقص لازم است بطور متوسط هر ۲۵ روز یک بار، بخصوص در فصل تابستان ایزولاتورها شستشو و تمیز گردند.

۱-۳- کف پستهای زمینی معمولاً "بتون ریزی و سیمانکاری میشوند که به علت ناصاف بودن، گرد و خاک زیادی در پست جمع میشود و هنگام سرویس پستها در فضای پست پراکنده شده و وارد منافذ دیژنکتورها و سکیونورها و دستگاههای اندازه‌گیری و حفاظتی شده و ایجاد اشکال مینمایند، لذا بهتر است کف پستها موزائیک و یا سنگ‌فرش گردد تا تمیز نمودن آن آسانتر و بهتر صورت پذیرد و بعلاوه مقاومت الکتریکی سطح پست افزایش یافته و ایمن تر گردد.

۱-۴- برای کاهش رطوبت داخل پست و تابلوها، بخصوص در زمستان، نصب هیتر و در سرویس بودن آن بطور مرتب ضروری میباشد. زیرا رطوبت بر عکس باران تمام نقاط عایق، حتی زیر چتر آن را مرطوب نموده و با توجه به آلودگی

محیط استقامت الکتریکی مقرر تا حد زیادی پائین می‌آید.

۱-۵- جهت کاهش درجه حرارت و تخلیه فضای پست از گرد و غبار نصب تهویه بسیار مؤثر میباشد

۱-۶- در صورت رنگ آمیزی شین پستها ، تاثیرات رطوبت و اکسید شدن روی آنها کاهش مییابد .

۱-۷- در استانهای ساحلی ، کمی ارتفاع از سطح دریا و بالا آمدن آب در سطح شهرها ، باعث آب گرفتگی کف بسیاری از پستهای زمینی گردیده ، که جمع شدن آب در کانال ها و زیر تابلوها ، هنگام بالا رفتن دمای هوا ، تبخیر آب و افزایش رطوبت را به دنبال دارد ، لذا لازم است که کف پستهای زمینی حتی الامکان بالاتر از سطح زمین در نظر گرفته شود و کانال های آن نیز در مدخل ورودی پست به صورت شیب دار باشد.

۲- تاثیر فاکتورهای محیطی بر روی تاسیسات خارجی :

همانطوریکه عواملی مانند گرد و خاک ، رطوبت و غیره روی تاسیسات داخلی تاثیر زیادی دارند ، تاسیسات خارجی نیز از این عوامل مصون نمیباشند . بعلاوه عوامل دیگری از قبیل باران ، مه و شبنم و... هم برای تاسیسات نصب شده در محیط و فضای آزاد ایجاد اشکال می‌نمایند. برای مثال مه و شبنم باعث می‌گردد که اختلاف سطح شکست جانبی ایزولاتوری که دارای ۱۲ چتر با شیارهای زیر چتر میباشد به ۷۵٪ برسد ، در صورتیکه اگر همین ایزولاتور کشیف و آلوده به گرد و خاک باشد اختلاف سطح شکست جنبی آن به ۲۷٪ میرسد ، بنابراین در مناطقی که میزان بارندگی بسیار کم میباشد ، استفاده از مقره‌های مخصوص هوای مه‌آلود (مقره‌های مهی) مناسب تر از انواع دیگر مقرر میباشد.

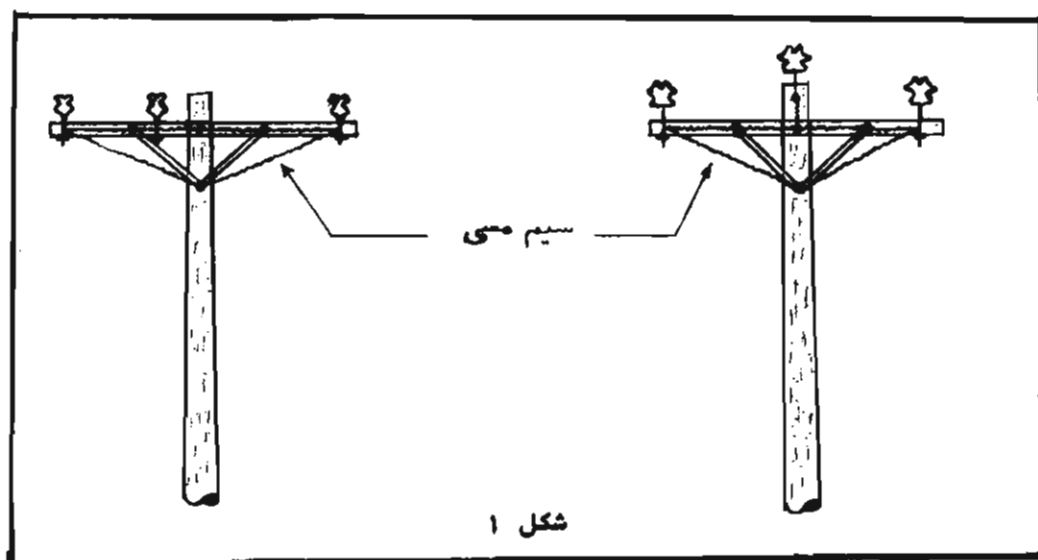
۲-۱- شستشوی مداوم و دوره‌ای مقره‌های خطوط هوایی میتوانند در پایداری شبکه‌های توزیع بسیار مؤثر باشند . لذا هر ماه یک بار بخصوص در فصل بهار و تابستان باید کلیه مقره‌های خطوط را شستشو نمود .

۲-۲- مقره‌های دلتا (سوزنی) معمولا" طوری ساخته میشوند که فاصله بین هادی و میله نگهدارنده مقرر (ضخامت چینی) نسبتا" زیاد و احتمال شکست الکتریکی در داخل ایزولاتور بسیار ضعیف است ، لکن ممکن است به علت ایجاد ترک های موئی تحت تاثیر نیروهای کششی غیرقابل پیش‌بینی و یا

وجود حباب هوا در مقره ، ایجاد جرقه کرده، لذا بهتر است برای افزایش تحمل نیروی کششی و نیز افزایش فاصله عایقی از تعداد مقره‌های بیشتری در هر فاز نسبت به حد معمول استفاده نمود.

۲-۳- نوعی مقره‌های سوزنی در شبکه‌ها استفاده میگردد که فاصله لبه پایین مقره با کراس آرم حدود ۲ الی ۴ سانتیمتر میباشد و به محض اینکه هوا شرجی و رطوبت زیاد گردد جرقه الکتریکی بین مقره و کراس آرم بوجود آمده و قطع برق را بدنبال خواهد داشت ، لذا در صورت استفاده از این نوع مقره‌ها باید از میله مقره‌های بلندتر استفاده نمود تا لبه پایین مقره به اندازه کافی با کراس آرم فاصله پیدا نماید.

۲-۴- در شبکه‌های فشار قوی و فشار متوسط با پایه‌های چوبی ، هنگامی که میزان رطوبت بالا باشد پایه‌های چوبی دچار آتش‌سوزی شده و تیر در حد فاصل زیر کراس آرم با محل اتصال بازوهای نگهدارنده کراس آرم قطع میگردد و این موضوع در خطوطی که با کراس آرم چوبی احداث گردیده بیشتر بچشم میخورد. علت اصلی همان جریانهای ناشی و حوزه‌های الکتریکی ایجاد شده در اطراف بازوهای فلزی نگهدارنده کراس آرمها میباشد که پس از تغییر کراس آرمها از چوبی به فلزی مسئله تا حد زیادی منتفی گردیده است لکن در شبکه‌های فشار قوی هنوز این مسئله وجود دارد و باعث قطع خطوط میگردد. برای جلوگیری از این اتفاق میتوان سیمی را بصورت حلقه‌ای زیر سر مقره و پیچ و مهره در محل بر خورد بازوها محکم نمود (شکل ۳) تا جریان در حلقه مسدود گردد و از صدمه زدن به تیرهای مذکور جلوگیری بعمل آید.



۲-۵- اثرات شرجی و رطوبت روی هادی‌های شبکه نیز کم نمیباشد و هر ساله شبکه‌های زیادی بر اثر خوردگی ناشی از آلودگی‌های هوا میبایست تعمیر و تعویض و تعمیر شوند که با توجه به نزدیک بودن دریا به شبکه‌ها و متعاعد شدن کازها و کلورورهای مختلف این امر اجتناب ناپذیر است . بطوری که در شبکه‌های فشار متوسط شهری لایه سفیدی از رسوبات نمکی سیمهای آلومینیم فولاد شبکه هوایی را میپوشاند و با مرور زمان ، سیم فاز بر اثر خوردگی به زمین سقوط نموده و علاوه بر صدمه به بسیاری از تاسیسات جنبی مانند ترانسفورماتورها و یا وسایل خانگی مشترکین ، منشاء خطرات برق گرفتگی میگردد. لذا باید سیمهای شبکه را قبل از احداث به گریس‌های مخصوص آغشته نموده تا هم خطر اکسید شدن و پوسیدگی هادی کاهش یافته و هم طول عمر متوسط شبکه افزایش یابد .

۲-۶- بر اساس تحقیقات بعمل آمده سیم‌های گراند که عمدتاً " از نوع سیم‌های فولادی میباشند، درست در محلی که به زمین اتصال داده میشوند قطع گردیده ، باعث عدم عملکرد بموقع دستگاههای حفاظتی شده و جان عابریں را هم به مخاطره می‌اندازد، لذا باید برای آن قسمت از سیم که در هوای آزاد قرار دارد، از کابل‌های مخصوص استفاده نمود.

رطوبت زیاد خاک همراه با نمکهای موجود در آن نیز بعضاً " روی شبکه گراند ایستگاهها و کلمپ‌های گوشواره‌ای نصب شده روی میله گراند تاثیر سوء زیادی داشته و باعث خوردگی آنها میگردد ، لذا در پستهای فشار متوسط که سیم گراند آنها معمولاً " بوسیله میله گراند در چاه زمین میگردد، باید علاوه بر میله گراند، مقداری سیم در چاه مدفون نموده و با سیم گراند اتصال داد تا در صورت پوسیدگی کلمپ گوشواره‌ای (قطع ارتباط سیم زمین و میله گراند) مقاومت در حدی باقی بماند تا در صورت بروز حوادث بتواند کارساز باشد .

۲-۷- پایه‌های چوبی ، سیمانی و فلزی مورد استفاده در شبکه‌های برق رسانی نیز در برابر رطوبت استقامتی از خود نشان نداده و در مدت کوتاهی دچار پوسیدگی، ترکیدگی و زنگ‌زدگی میگردد ، که بررسی عوامل مخرب آنها در محدوده این مقاله نمیباشد و فقط به ذکر عوامل مهمی که در عدم دوام پایه‌های مورد استفاده در مناطق ساحلی مؤثرند و میتوانند منشاء پروژه‌های تحقیقاتی و بررسی راههای جلوگیری از اتلاف سرمایه در این بخش از صنعت

باشند ، اکتفا می‌گردد.

یکی از عوامل مهم در ترکیدگی تیرهای سیمانی وجود مواد شیمیائی مخرب و خورنده در محیطی که پایه‌ها نصب می‌گردند می‌باشد و چون اصولاً خاک منطقه آلوده به انواع نمک‌ها می‌باشد اجتناب از آن غیر ممکن است . لذا برای رهایی از این مشکل ، کالوانیزه کردن میلگردهای پایه‌ها یا پوشاندن قسمتی از آنها بوسیله مواد عایق کننده مانند انواع ضد زنگ و اپوکسی کردن ، مفید و اقتصادی بنظر میرسد. عایق بندی قسمت انتهائی نیز (۲/۵ متر از پایین پایه‌ها) توسط قیر یا موادی مانند پلی‌اتیلن و غیره که عایق رطوبت هستند نیز میتواند به عمر مفید تیرها که معمولاً در این مناطق بیش از دو سال نمی‌باشد کمک نماید.

مورد دیگری که باعث کاهش عمر پایه‌های بتونی می‌گردد طراحی و اجرای ناصحیح تهیه بتون پایه‌ها می‌باشد که از آن جمله میتوان عدم تراکم بتون و در نتیجه وجود حبابهای هوا در جسم بتون را نام برد . تجربه نشان داده است که منافذ هوا و آب در مجاور آرماتور منجر به خوردگی سریع آرماتور میشود و همچنین عدم تراکم کافی ، بتون را نفوذپذیرتر می‌سازد . ضخامت قشر محافظ آرماتور نیز در پایه‌های بتونی بسیار کم بوده و در بعضی نقاط از ۲ سانتیمتر تا ۲ میلیمتر متغیر میباشد در حالیکه قشر بتونی محافظ آرماتور نقش مهمی در تقلیل زمان خوردگی ناشی از آلودگی‌های هوا در آرماتور دارد. به عبارت دیگر هر چه ضخامت پوشش آرماتور اضافه گردد زمان خوردگی به تاخیر می‌افتد. چنانچه بتون در معرض عوامل خورنده و تحت حمله عوامل شیمیائی قرار گیرد باید پوشش آرماتورها حداقل ۵ سانتیمتر باشد.

ترک‌های موئی موجود در پایه‌های ساخته شده بتونی ناشی از انقباض بتون در اثر خشک شدن سریع آن به علت ساخت آن در هوای گرم ، و عدم پوشش مناسب بتون در مراحل اولیه ساخت و عدم دقت در حمل و جابجائی پایه‌ها نیز از دیگر عواملی هستند که موجب نفوذ آب باران و رطوبت هوا به داخل پایه‌ها شده و عمر تیرها را کوتاه میکنند. عدم استفاده از مصالح آلوده به مواد شیمیائی از قبیل سولفات ، کلر ، گچ و همچنین عمل آوری و دقت در نسبت آب به سیمان و دانسه‌بندی مصالح انتخاب مناسب نوع سیمان تا اندازه زیادی از مشکلات موجود کاسته و در مدت عمر پایه‌ها نقش بسزائی خواهند داشت .

بنابراین اصلاح سازی پایه‌های سیمانی احتیاج به هزینه‌های زیاد و کنترل مداوم و دقیق دارد که با توجه به عمر مفید آنها باید در مورد نصب پایه‌ها در مناطقی که دارای آب و هوای مشابه هستند تجدید نظر بعمل آمده و به‌علاوه روی تیرهای بتونی پیش فشرده نیز برنامه‌ریزی گردد.

یکی از موارد دیگر قابل ذکر این است که چرا شرکت‌های سازنده تجهیزات داخلی، کمتر توجهی به محل استفاده از این تجهیزات را دارند و مصرف کنندگان نیز بدلیل نداشتن حق انتخاب ناچار به استفاده از این تجهیزات می‌باشند. بعنوان نمونه از رنگ ترانسفورماتورها میتوان نام برد که بدلیل تیره بودن رنگ بدنه در تابش مستقیم خورشید گرمای بیشتری جذب نموده و باعث کاهش راندمان ترانسفورماتور میگردد. بررسی نشان داده است که با تغییر رنگ یکدستگاه ترانسفورماتور قدرت از زیتونی تیره به طوسی روشن در شرایط یکسان بارگیری حدود ۶ درجه حرارت از دمای ترانسفورماتور کاسته شده که پیشنهاد میشود شرکت‌های سازنده ترانسفورماتور در این خصوص تحقیق نموده و حداقل ترانسهای مناطق گرمسیر را با رنگ روشن عرضه نمایند.

برای نیل به این اهداف پیشنهاد میگردد کمیته‌ای جهت بررسی مسائل خاص این مناطق تشکیل و نسبت به تحقیق و همچنین استفاده از تجربیات سایر کشورهای شمالی خلیج فارس و سایر مناطق مشابه اقدام گردد.

نتیجه :

توجه به مسائل و مشکلات نگهداری و بهره برداری از تجهیزات و شبکه های سیستم توزیع در مناطق ساحلی و برنامه‌ریزی برای تقویت و تداوم برپائی این تجهیزات ضروری و از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است . طراحی و انتخاب صحیح تجهیزات مناسب این مناطق علاوه بر تضمین برقراری و تداوم سیستم نیرو رسانی ، از اتلاف سرمایه های ملی جلوگیری می‌نماید.

منابع :

- ۱ - نشریات علمی و فنی برق - وزارت نیرو
- ۲ - برقگیر - مهندس طهماسبقلی شاهرخشاهی