

گزارش ویژه محور اول :

تجهیزات شبکه

دکتر مهرداد طرفدارحق - رئیس محور اول

۱- مقدمه

موضوع تجهیزات شبکه یا Network Components در شبکه‌های توزیع برق، یکی از ارکان اساسی توسعه فناوری و پژوهش‌های نوین صنعت برق است، زیرا عملکرد، قابلیت اطمینان، ایمنی، ظرفیت انتقال، انعطاف‌پذیری و طول عمر شبکه تا حد زیادی به کیفیت و قابلیت‌های اجزای فیزیکی و هوشمند آن، از جمله کابل‌ها و خطوط هوایی، ترانسفورماتورها، پست‌ها، کلیدها، تجهیزات حفاظتی، سنسورها، تجهیزات پایش و الکترونیک قدرت، وابسته است. در رویکردهای جدید جهانی، Network Components دیگر صرفاً تجهیزات منفرد شبکه نیستند، بلکه به‌عنوان دارایی‌های هوشمند، قابل پایش، قابل تشخیص و قابل مدیریت در طول چرخه عمر دیده می‌شوند؛ به همین دلیل پژوهش‌های بین‌المللی به موضوعاتی مانند پایش وضعیت و تشخیص خطا، افزایش طول عمر، مواد و طراحی‌های جدید، دیجیتالی‌شدن، تجهیزات مناسب برای انرژی‌های تجدیدپذیر و ذخیره‌سازها، خودروهای برقی، ریزشبکه‌ها و افزایش تاب‌آوری شبکه در برابر تغییرات اقلیمی توجه ویژه دارند. این جهت‌گیری به‌وضوح در محور اول CIRED با عنوان Network Components دیده می‌شود. از منظر توسعه ملی نیز ارتقای Network Components مستقیماً با امنیت انرژی، کاهش خاموشی‌ها و تلفات، افزایش ظرفیت پذیرش تولید پراکنده و انرژی‌های تجدیدپذیر، کاهش هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری، توسعه صنایع سازنده تجهیزات و ایجاد دانش و فناوری داخلی ارتباط دارد؛ به‌ویژه آنکه IEA بر نیاز گسترده جهانی به توسعه، تقویت و دیجیتالی‌سازی شبکه‌های توزیع تأکید کرده و حدود ۷۵٪ از سرمایه‌گذاری موردنیاز شبکه‌ها تا ۲۰۳۰ را مرتبط با شبکه‌های توزیع برآورد کرده است. بنابراین، تحقیق و توسعه در Network Components را می‌توان یکی

از پایه‌های اصلی گذار از شبکه‌های توزیع سنتی به شبکه‌های هوشمند، انعطاف‌پذیر، تاب‌آور و آماده پذیرش انرژی‌های پاک دانست. محور اول دوازدهمین کنفرانس منطقه‌ای سیرد ۱۱۵ مقاله دریافت نموده و پس از طی مراحل داوری اولیه و نهائی، تعداد ۳۰ مقاله برای ارائه در کنفرانس به دو صورت سخنرانی و پوستر پذیرفته شده‌اند. این گزارش ویژه خلاصه‌ای از مقالات پذیرفته شده را که از بخش‌های منتخب مقالات مذکور برداشته شده است، ارائه می‌کند.

۲- مرور مقالات ارائه شده در نشست

۱-۲. کد ۱۰۰۴،

A Circular Substrate Integrated Waveguide Microwave Sensor for Dielectric Characterization of Transformer Insulating Oil

این مقاله به طراحی و تحلیل یک حسگر مایکروویوی مبتنی بر موجبر یکپارچه زیرلایه‌ای دایروی (CSIW) برای مشخصه‌یابی دی‌الکتریک روغن عایقی ترانسفورماتور می‌پردازد. اساس عملکرد حسگر بر تغییر فرکانس تشدید در اثر تغییر خواص دی‌الکتریک روغن استوار است؛ به‌طوری‌که قرارگیری نمونه روغن در ناحیه‌ای با تمرکز بالای میدان الکتریکی، موجب برهم‌کنش قوی‌تر ماده تحت آزمون با میدان الکترومغناطیسی و در نتیجه ایجاد جلیه‌جایی قابل‌اندازه‌گیری در فرکانس تشدید می‌شود. ساختار پیشنهادی روی زیرلایه کم‌اتلاف Rogers RO4003C طراحی و با استفاده از شبیه‌سازی تمام‌موج در نرم‌افزار CST Microwave Studio و روش Finite Integration Technique بررسی شده است. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که ساختار CSIW به دلیل اتلاف تشعشعی کم، محصورشدگی مناسب میدان الکترومغناطیسی، ابعاد فشرده و قابلیت ساخت با فناوری متداول PCB، بستر مناسبی برای

میدانی روش پیشنهادی نشان داد استفاده از عمق گود پایه موجب افزایش طول مؤثر مسیر عبور جریان و کاهش حدود ۳۵ تا ۴۰ درصدی مقاومت اتصال زمین شده است. علاوه بر بهبود عملکرد الکتریکی، قرارگیری لکتروود و هادی در میان سنگ‌لاشه، بتن و خاک متراکم، حفاظت مکانیکی تجهیزات را افزایش داده و احتمال آسیب ناشی از عملیات عمرانی و کشاورزی و همچنین سرعت را کاهش می‌دهد. حذف حفاری مستقل نیز موجب کاهش زمان، هزینه و حجم عملیات اجرایی می‌شود. بنابراین این روش، بدون نیاز به فناوری یا تجهیزات جدید، راهکاری عملی و قابل تعمیم برای افزایش قابلیت اطمینان و بهینه‌سازی اجرای سیستم‌های اتصال زمین است.

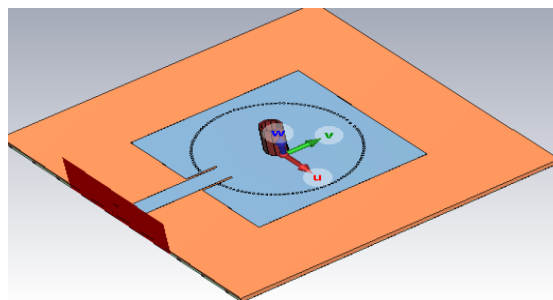
شکل شماره ۱ مقاله، روش متداول اجرای لکتروود میله‌ای در کنار پایه شبکه توزیع را نشان می‌دهد که در آن برای اجرای سیستم زمین، حفاری مستقلی در مجاورت پایه انجام می‌شود. شکل شماره ۷ مقاله مقایسه اجرای سستم زمین به روش معمول و پیشنهادی را در کنار هم نشان می‌دهد. با وجود مزایای به‌دست‌آمده، عملکرد این روش همچنان به عواملی نظیر مقاومت ویژه خاک، رطوبت، کیفیت اجرای عملیات و شرایط اقلیمی وابسته است. بنابراین، همانند سایر روش‌های اجرای سیستم اتصال زمین، اندازه‌گیری مقاومت اتصال زمین پس از اجرا و اطمینان از انطباق آن با حدود مجاز استانداردها ضروری است. در خاک‌های با مقاومت ویژه زیاد نیز می‌توان روش پیشنهادی را در کنار سایر راهکارهای متداول مانند اجرای چند لکتروود، افزایش طول لکتروود یا استفاده از مواد کاهنده مقاومت زمین به کار گرفت.



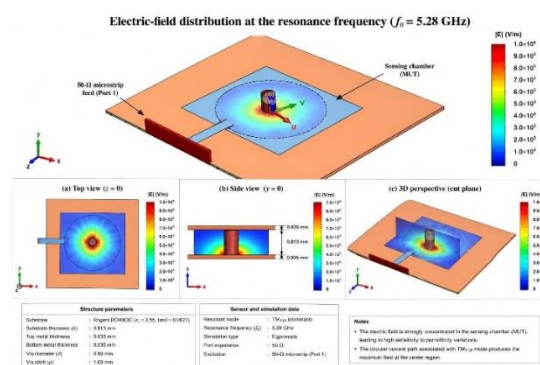
شکل ۷ مقاله: مقایسه سیستم زمین به روش

پایش دی‌الکتریک روغن ترانسفورماتور فراهم می‌کند. همچنین تمرکز میدان الکتریکی در ناحیه حسگر می‌تواند حساسیت اندازه‌گیری را افزایش دهد. با این حال، برای تأیید عملکرد عملی حسگر، ساخت نمونه، انجام آزمایش با روغن‌های دارای شرایط مختلف و ارزیابی تجربی جامع ضروری است.

شکل ۱ مقاله ساختار سنسور ویکروویو SIW دایره ای پیشنهادی و شکل ۴ مقاله توزیع میدان الکتریکی در فرکانس



شکل ۱ مقاله: ساختار سنسور ویکروویو SIW دایره ای
پیشنهادی

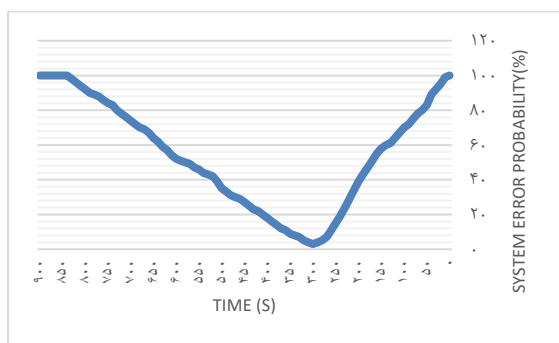


شکل ۴ مقاله: توزیع میدان الکتریکی در فرکانس تشدید

۲-۲. کد ۱۰۶۳، افزایش قابلیت اطمینان و کاهش هزینه سیستم‌های زمین با اجرای یکپارچه لکتروود میله‌ای در کف گود پایه‌های توزیع

این مقاله روشی نوین برای اجرای سیستم اتصال زمین در شبکه‌های توزیع برق ارائه می‌کند که در آن لکتروود میله‌ای و هادی زمین هم‌زمان با نصب پایه و در داخل گود پایه اجرا می‌شوند. در روش متداول، پس از نصب پایه حفاری جداگانه‌ای برای لکتروود انجام می‌شود که موجب افزایش هزینه، زمان اجرا و احتمال آسیب یا سرقت هادی زمین می‌گردد. نتایج اجرای

شکل شماره ۳ مقاله نمونه اجرا شده را نشان می دهد.



شکل ۱ مقاله: تغییرات احتمال خطای سامانه هشدار در پست



شکل ۱ مقاله: روش متداول اجرای الکتروود میله‌ای در کنار پایه شبکه توزیع

۳-۲. کد ۱۰۷۴،

Design of a Protection Circuit for Ground-Mounted Substation Facilities Based on Advanced Metering Infrastructure (AMI)

این مقاله یک سامانه حفاظتی کم‌هزینه برای افزایش امنیت پست‌های زمینی شبکه توزیع با استفاده از زیرساخت اندازه‌گیری هوشمند (AMI) ارائه می‌کند. در روش پیشنهادی، از یک کنتور هوشمند سه‌فاز و فاز سوم آن به‌عنوان کانال پایش وضعیت در پست استفاده شده است؛ به‌طوری‌که تغییر وضعیت میکروسوئیچ نصب‌شده روی در، موجب ارسال هشدار ورود غیرمجاز به مرکز بهره‌برداری می‌شود. برای جلوگیری از هشدارهای لحظه‌ای و افزایش قابلیت تشخیص، مدار به تایمر تأخیری مجهز شده و زمان حدود ۳۰۰ ثانیه به‌عنوان مقدار مناسب تعیین شده است. این سامانه در ۲۰۰ پست زمینی استان اصفهان اجرا شده و نتایج بهره‌برداری نشان داده است که استفاده از آن موجب کاهش قابل توجه سرقت تجهیزات، انشعاب‌های غیرمجاز و دستکاری کنتورها شده است. هزینه اجرای طرح نیز به دلیل استفاده از تجهیزات موجود بسیار پایین بوده و نسبت منفعت به هزینه مطلوبی ایجاد کرده است. عملکرد سامانه با عواملی مانند پوشش مخابراتی، تنظیم دقیق میکروسوئیچ و صحت اطلاعات پایگاه داده ارتباط مستقیم دارد.

شکل شماره ۱ مقاله، تغییرات احتمال خطای سامانه هشدار در پست را برحسب زمان نشان می‌دهد و بیانگر آن است که حدود ۳۰۰ ثانیه کمترین میزان خطای سیستم را ایجاد می‌کند.

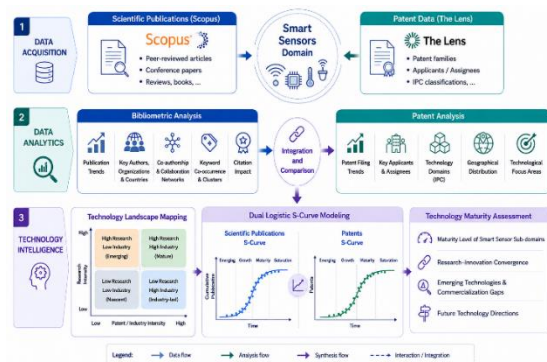
شکل ۳ مقاله: نمونه اجرا شده

۴-۲. کد ۱۰۷۵، ارائه روش اجرای طرح جایگزینی چراغ‌های گازی پرمصرف HID با چراغ‌های کم‌مصرف LED، بررسی چالش‌ها و نتایج حاصل از پیاده‌سازی طرح در شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان

این مقاله تجربه اجرای طرح گسترده جایگزینی چراغ‌های گازی پرمصرف بخار سدیم و بخار جیوه با چراغ‌های LED در شبکه روشنایی معابر اصفهان را بررسی می‌کند. پژوهش از ارزیابی وضعیت موجود چراغ‌ها با استفاده از GIS آغاز شده و سپس انتخاب توان مناسب چراغ‌های LED بر اساس نوع معبر، محاسبات روشنایی و نرم‌افزار DIALUX، انتخاب پیمانکار، برنامه‌ریزی نصب، ثبت کدهای دارایی و کنترل اجرای پروژه تشریح شده است. در مسیر اجرا، چالش‌هایی مانند خاموش بودن چراغ‌های معیوب، محدودیت ترافیکی، زمان محدود نصب، مسائل ایمنی، عدم تطابق بازو و چراغ، ثبت اطلاعات و هماهنگی پیمانکاران مدیریت شده است. نتایج اجرای طرح شامل بهبود کیفیت و یکنواختی روشنایی، افزایش رانندمان

فناوری و مدل‌های رشد لجستیک S-curve بررسی شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد فعالیت علمی و صنعتی در حوزه حسگرهای هوشمند، به‌ویژه در کاربردهای شبکه هوشمند، اینترنت اشیا و خودروهای برقی، رشد چشمگیری داشته است. مدل‌های لجستیک یک عدم تقارن در بلوغ فناوری نشان می‌دهند؛ به‌طوری‌که نقطه عطف مسیر پتنت‌ها حدود سال ۲۰۲۰ و نقطه عطف انتشارات علمی حدود سال ۲۰۲۹ برآورد شده است. این اختلاف حدود ۹ ساله بیانگر آن است که فعالیت اختراعی صنعتی در چرخه عمر فناوری جلوتر از پژوهش علمی قرار گرفته، در حالی که تحقیقات دانشگاهی همچنان در حال گسترش است. ترکیب این دو دیدگاه می‌تواند مبنای مناسبی برای برنامه‌ریزی فناوری، اولویت‌بندی پژوهش و توسعه حسگرهای هوشمند باشد.

شکل شماره ۱ مقاله، چارچوب کلی روش پیشنهادی را نشان می‌دهد که شامل گردآوری داده‌های علمی و پتنت، پاک‌سازی داده‌ها، تحلیل کتاب‌سنجی و پتنت، مقایسه چشم‌انداز فناوری و مدل‌سازی چرخه عمر با منحنی‌های S است.



شکل ۱ مقاله: چارچوب کلی روش پیشنهادی

۲-۶. کد ۱۱۸۹،

Optimal Stranding Design of ACSR Conductors to Minimize AC Losses Using Genetic Algorithm and Thermal-Electric Simulation in MATLAB

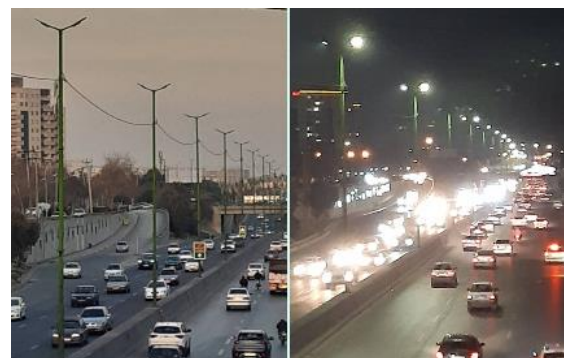
این مقاله روشی نظام‌مند برای بهینه‌سازی طراحی رشته‌بندی هادی‌های ACSR با استفاده از الگوریتم ژنتیک و شبیه‌سازی کوپل‌شده الکتریکی-حرارتی در MATLAB ارائه می‌کند. هدف، کاهش تلفات AC از طریق بهینه‌سازی سطح مقطع لایه‌های آلومینیومی، طول تاب و جهت تاب، با رعایت

نوری، کاهش تلفات و هزینه‌های تعمیر و نگهداری، مدیریت مصرف انرژی و کاهش آثار زیست‌محیطی بوده است. همچنین صرفه‌جویی سالانه انرژی حدود ۸۰ میلیون کیلووات-ساعت پیش‌بینی شده و صحت روش‌نمایی معابر با لوکس‌متر کنترل شده است.

شکل‌های ۳ و ۴ مقاله نمونه عکس‌های پروژه تبدیل چراغ در یکی از خیابان‌ها و اتوبان‌های شهر اصفهان را نمایش می‌دهد.



شکل ۳ مقاله: عکس قبل و بعد از پروژه تبدیل چراغ گازی ۱۵۰ وات به LED با توان ۳۵ وات در خیابان میرداماد اصفهان



شکل ۴ مقاله: عکس پروژه تبدیل چراغ‌های ۴۰۰ وات به LED با توان ۱۲۰ وات در اتوبان شهید خرازی اصفهان

۲-۵. کد ۱۱۶۱،

Assessing the Technological Maturity of Smart Sensors in Power Distribution Networks: A Dual-Perspective Approach

این مقاله بلوغ فناوری حسگرهای هوشمند در شبکه‌های توزیع برق را با یک چارچوب دوگانه مبتنی بر تحلیل انتشارات علمی و پتنت‌ها ارزیابی می‌کند. داده‌های علمی از Scopus و داده‌های پتنت از The Lens استخراج شده و با استفاده از تحلیل کتاب‌سنجی، شبکه‌های همکاری، تحلیل کلیدواژه‌ها، طبقه‌بندی

رده «سنگین» طبقه‌بندی شده‌اند. نتایج اولیه نشان می‌دهد استفاده از ۶۰٪ ATH و ۲٪ نانو TiO_2 موجب حفظ بهتر آب‌گریزی در آزمون UV-Humidity می‌شود، در حالی که جریان ناشی مفره‌های تجاری در شرایط مه و گردوغبار کویری تا ۸/۳ میلی‌آمپر افزایش یافته است. چارچوب پیشنهادی شامل الزامات مواد، طراحی و آزمون‌های نوعی با معیارهای کمی پذیرش است و انتظار می‌رود موجب کاهش فلاش‌اور و افزایش عمر مفید مفره‌ها شود. در صورت تکمیل و اعتبارسنجی نتایج، این چارچوب می‌تواند مبنایی برای تدوین استاندارد ملی ایران و بهبود قابلیت اطمینان شبکه برق در مناطق بحرانی باشد. جدول ۲ مقله معیارهای پذیرش پیشنهادی برای آزمون‌های نوعی مفره‌های کامپوزیت در مناطق با آلودگی بسیار سنگین را ارائه می‌کند.

جدول ۲ مقله: معیارهای پذیرش پیشنهادی برای آزمون‌های نوعی مفره‌های کامپوزیت در مناطق با آلودگی بسیار سنگین

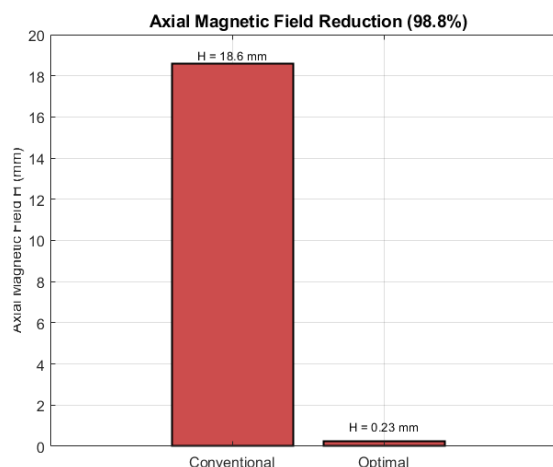
آزمون	شرایط	معیار قبولی (حداقل)
زاویه تماس اولیه	خشک	$\geq 100^\circ$
زاویه تماس پس از گردوغبار (۵۰) (mg/cm^2)	خشک	$\geq 80^\circ$
جریان ناشی در مه + گردوغبار (۲۰) (kV)	مرطوب	$\leq 10 \text{ mA (rms)}$
کاهش مقاومت کنششی پس از (UV (۵۰۰۰h)	---	$\leq 15\%$
زمان تخریب آب‌گریزی (STRI) در مه سرد	۵ ساعت	$\geq \text{HC3}$

۲-۸-۱۲۰۰، تدوین الزامات فنی و استانداردهای طراحی پایه‌های بتنی گرد پیش‌تنیده شبکه توزیع با رویکرد تاب‌آوری در برابر زلزله و شرایط اقلیمی خاص ایران

این مقاله با هدف تدوین یک چارچوب جامع و بومی برای طراحی پایه‌های بتنی گرد پیش‌تنیده در شبکه توزیع برق ایران ارائه شده است. با توجه به لرزه‌خیزی بالا و تنوع شدید اقلیمی کشور، چارچوب پیشنهادی به‌طور هم‌زمان اثر زلزله، باد، یخبندان و رطوبت را در طراحی پایه‌ها لحاظ می‌کند. روش پژوهش شامل بررسی انواع رایج پایه‌ها، تحلیل خرابی‌های میدانی، مدل‌سازی عددی با نرم‌افزار ABAQUS، تحلیل دینامیکی افزایشی، تدوین ماتریس الزامات و اعتبارسنجی با روش دلفی است. از مهم‌ترین نوآوری‌ها می‌توان به استفاده از

محدودیت دمایی هادی است. روش پیشنهادی روی هادی نوع Drake اعمال شد و نتایج نشان داد میدان مغناطیسی محوری هسته فولادی از ۱۸/۶ به ۰/۲۳ میلی‌متر، معادل ۹۸/۸ درصد، کاهش یافته است. همچنین مقاومت AC حدود ۱۴/۶ درصد کاهش یافت و دمای حالت ماندگار هادی تقریباً ۴/۵ درجه سانتی‌گراد کمتر شد. برای یک خط ۱۰۰ کیلومتری با جریان ۷۲۰ آمپر، صرفه‌جویی انرژی سالانه حدود ۲/۳ گیگاوات‌ساعت برآورد شده است. نتایج نشان می‌دهد ترکیب الگوریتم ژنتیک با مدل حرارتی-الکتریکی می‌تواند طراحی واقع‌بینانه‌تری برای کاهش تلفات و بهبود عملکرد حرارتی هادی‌های ACSR فراهم کند.

شکل شماره ۱ مقاله، مقایسه میدان مغناطیسی محوری در طراحی متداول و طراحی بهینه را نشان می‌دهد؛ مقدار این میدان در طراحی بهینه از ۱۸/۶ به ۰/۲۳ کاهش یافته که معادل ۹۸/۸ درصد کاهش است.



شکل ۱ مقاله: نتایج طراحی بهینه

۲-۲-۱۱۹۹، الزامات و استانداردهای فنی مفره‌های کامپوزیت (سیلیکون رابر) در مناطق با آلودگی سنگین صنعتی و کویری

این مقله به تدوین الزامات فنی بومی برای مفره‌های کامپوزیت سیلیکون رابر در مناطق با آلودگی سنگین صنعتی و کویری ایران می‌پردازد. بر اساس اندازه‌گیری‌های میدانی ESDD و NSDD در ۱۵ پست و خط فوق‌توزیع استان قم و آزمون‌های تسریع‌شده روی مفره‌های ۲۰ کیلوولت، مناطق صنعتی قم در رده آلودگی «بسیار سنگین» و مناطق کویری با NSDD بالا در

دید در شب رنگی Warm Light است. هدف اصلی سامانه، تشخیص سریع و دقیق نفوذ، کاهش هشدارهای کاذب و فراهم کردن تأیید تصویری لحظه‌ای برای واکنش عملیاتی مؤثر است. نتایج پیاده‌سازی نشان داد که ترکیب چند حسگر و منطق تشخیص چندعاملی موجب بهبود قابل توجه دقت سامانه شده و نرخ هشدارهای کاذب را به کمتر از ۵ درصد کاهش داده است. همچنین زمان اطلاع‌رسانی و واکنش که در روش‌های سنتی حدود ۵ تا ۱۵ دقیقه بود، با اتوماسیون هوشمند به کمتر از ۱۰ ثانیه کاهش یافت. یکپارچه‌سازی سامانه با GIS و بهره‌گیری از تصاویر رنگی شبانه نیز امکان شناسایی سریع محل حادثه، مستندسازی بهتر و تسهیل پیگیری‌های امنیتی و قضایی را فراهم کرده است.

شکل ۱ مقاله نصب سیستم به صورت پایلوت بر روی یک پایه را نشان می‌دهد.



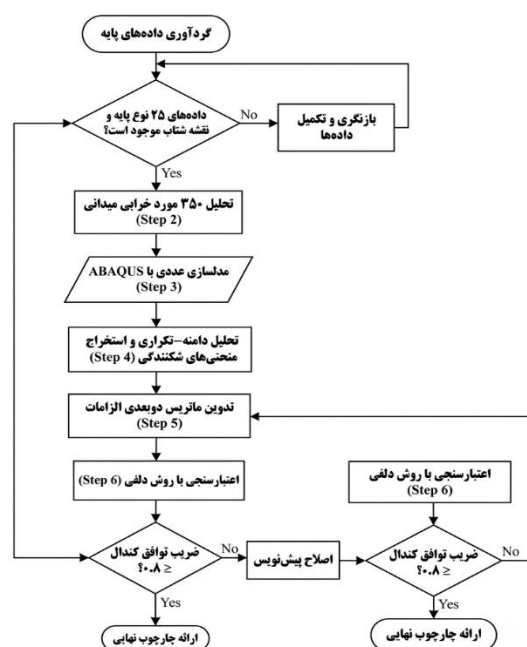
شکل ۱ مقاله: نصب سیستم به صورت پایلوت

۲-۱۰. کد ۱۳۰۱، طراحی سامانه هوشمند تحلیل مکانی و شناسایی مسیر سرقت تجهیزات برقی در شبکه توزیع نیروی برق

این مقاله به طراحی و پیاده‌سازی یک سامانه هوشمند تحلیل مکانی برای شناسایی کانون‌های پرخطر و مسیرهای احتمالی سرقت تجهیزات در شبکه توزیع نیروی برق استان گلستان می‌پردازد. در این پژوهش، داده‌های رخدادهای سرقت با اطلاعات فنی شبکه، مسیر فیدرها، تراکم بار، راه‌های دسترسی و بافت شهری و روستایی در محیط GIS تلفیق شده و با

طیف پاسخ مبتنی بر استاندارد ۲۸۰۰ ایران، ارائه روابط اصلاحی برای اثر چرخه‌های ذوب و یخبندان و تعیین ضرایب اهمیت متناسب با نوع خط اشاره کرد. نتایج نشان می‌دهد اجرای این چارچوب می‌تواند ظرفیت جذب انرژی پایه‌ها را حدود ۳۵٪ افزایش داده و احتمال خرابی کلی را تا ۵۰٪ کاهش دهد. همچنین برای مناطق سردسیر، افزایش مقاومت بتن به ۵۰ C و استفاده از پوشش اپوکسی برای آرماتورهای پیش‌تنیده پیشنهاد شده است. این چارچوب می‌تواند مبنایی برای بازنگری استانداردهای شرکت توانیر و نشریه ۵۵۲ باشد.

روش پژوهش این مقاله از شش مرحله اصلی تشکیل شده است که در قالب یک فلوچارت در شکل ۱ مقاله به‌تصویر کشیده شده است.



شکل ۱ مقاله: فلوچارت مراحل روش پژوهش

۲-۹. کد ۱۲۱۴، تجربه پیاده‌سازی یک سیستم حفاظتی هوشمند برای پایش و حفاظت ترانسفورماتورهای توزیع

این مقاله تجربه طراحی و پیاده‌سازی یک سامانه حفاظتی هوشمند و سه‌لایه برای کاهش سرقت ترانسفورماتورهای توزیع برق را بررسی می‌کند. ساختار پیشنهادی شامل لایه سنسجش با استفاده از حسگرهای لرزشی، مغناطیسی و الکتریکی، لایه پردازش و واکنش خودکار، و لایه پایش تصویری با دوربین‌های

جدول ۲ مقاله: شاخص‌ها، وزن‌های اختصاص‌یافته و معیار اندازه‌گیری مدل

شاخص	وزن	معیار اندازه‌گیری
فراوانی سرقت	۳۰/۰	تعداد رخداد در هر ناحیه
شدت اثر بر خاموشی	۲۵/۰	مدت خاموشی ناخواسته (ساعت)
اثری توزیع‌نشده (ENS)	۲۰/۰	کیلوات-ساعت توزیع‌نشده
سهولت دسترسی	۱۵/۰	فاصله از جاده و تراکم راه‌ها
تکرارپذیری حادثه	۱۰/۰	نسبت رخدادهای تکراری در یک موقعیت

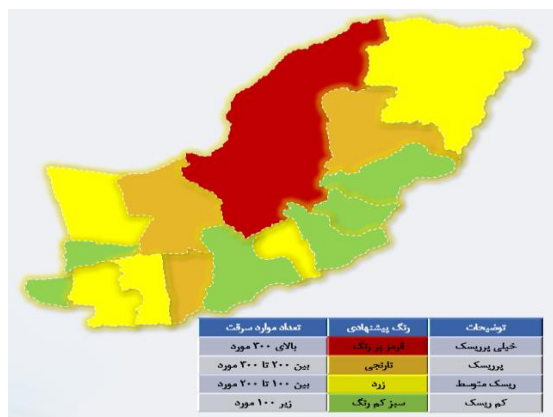
پایایی مدل با شاخص آلفای کروناخ ($\alpha = ۰/۸۵$) تأیید گردید. خروجی مدل، نواحی استان را در پنج سطح از «بسیار کم‌خطر» تا «بحرانی» طبقه‌بندی نمود که مبنای اولویت‌بندی اقدامات اجرایی قرار گرفت.

۲-۱۱. کد ۱۳۶۹، داده‌کاوی مبتنی بر اطلاعات سامانه‌های شرکت توزیع برای انتخاب هدفمند ترانسفورماتورهای در معرض اضافه‌بار و ارزیابی وضعیت عایقی بر پایه نمونه‌گیری روغن و آزمون ولتاژ شکست دی‌الکتریک

این مقاله یک چارچوب داده‌محور برای شناسایی هدفمند ترانسفورماتورهای توزیع در معرض اضافه‌بار و ارزیابی وضعیت عایقی آن‌ها ارائه می‌کند. در این روش، اطلاعات سامانه GIS، سامانه جامع خدمات مشترکین و فراسامانه هوشمند اندازه‌گیری و مدیریت انرژی تلفیق شده و از میان ۱۴۰۶ مشترک دیماندی، ۳۲۸ مورد دارای احتمال اضافه‌بار شناسایی شدند. سپس ۴۹ ترانسفورماتور ۵۰ کیلوولت‌آمپری به‌عنوان جامعه هدف انتخاب و از ۲۲ ترانسفورماتور نمونه روغن تهیه شد. آزمون ولتاژ شکست دی‌الکتریک مطابق استاندارد ۶۰۱۵۶ IEC انجام گرفت و نتایج نشان داد میان شدت بارگذاری و کیفیت عایقی روغن رابطه معکوس قابل‌توجهی وجود دارد؛ به‌طوری‌که ضریب همبستگی پیرسون ۷۸/۰- و ضریب تعیین ۶۱/۰ به دست آمد. همچنین شش مورد مغایرت فنی در ظرفیت ثبت‌شده ترانسفورماتورها شناسایی شد. نتایج نشان می‌دهد تلفیق داده‌کاوی با آزمون‌های وضعیت‌محور می‌تواند با کاهش بازرسی‌های میدانی، اولویت‌بندی نمونه‌گیری روغن و بهبود برنامه‌های نگهداری پیشگیرانه، مدیریت دارایی‌های شبکه توزیع را بهبود دهد.

استفاده از تحلیل‌های آماری، خوشه‌بندی فضایی و مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره، مناطق پرریسک رتبه‌بندی شده‌اند. خروجی این فرآیند، یک اطلس هوشمند مکانی برای برنامه‌ریزی گشت‌های حفاظتی، اولویت‌بندی تبدیل سیم به کابل خودنگهدار و تخصیص بهینه منابع است. نتایج پیاده‌سازی نشان داد که سامانه پیشنهادی موجب کاهش ۱۸ درصدی انرژی توزیع‌نشده ناشی از سرقت، کاهش ۱۵ درصدی خاموشی‌های ناخواسته، افزایش ۳۰ درصدی نرخ کشف و کاهش زمان تحلیل داده‌ها از هفت روز به کمتر از ده دقیقه شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد این رویکرد می‌تواند مدیریت سرقت را از حالت واکنشی به مدیریت پیشگیرانه و داده‌محور تبدیل کرده و موجب ارتقای پایداری، امنیت و بهره‌وری شبکه توزیع شود.

شکل ۱ مقاله وضعیت پراکندگی و تراکم سرقت تجهیزات را در پهنه استان گلستان به‌صورت نقشه هم‌غلظتی (Heat Map) مبتنی بر روش تخمین چگالی کرنل (KDE) نمایش می‌دهد. این نقشه نخستین گام در شناسایی بصری کانون‌های بحرانی و الگوهای خوشه‌ای سرقت محسوب می‌گردد. در ادامه، با استفاده از تحلیل هم‌پوشانی، ارتباط میان لایه رخداد‌های سرقت و لایه‌های فنی شبکه بررسی گردید.



شکل ۱ مقاله: وضعیت سرقت در استان گلستان طی شش ماهه نخست ۱۴۰۴

برای رتبه‌بندی نواحی پرخطر و اولویت‌بندی اقدامات پیشگیرانه، یک مدل امتیازدهی چندمعیاره (MCDM) با پنج شاخص اصلی توسعه یافت. وزن‌دهی شاخص‌ها با استفاده از روش آنترپی شانون در نرم‌افزار MINITAB v.۲۱ انجام شد.

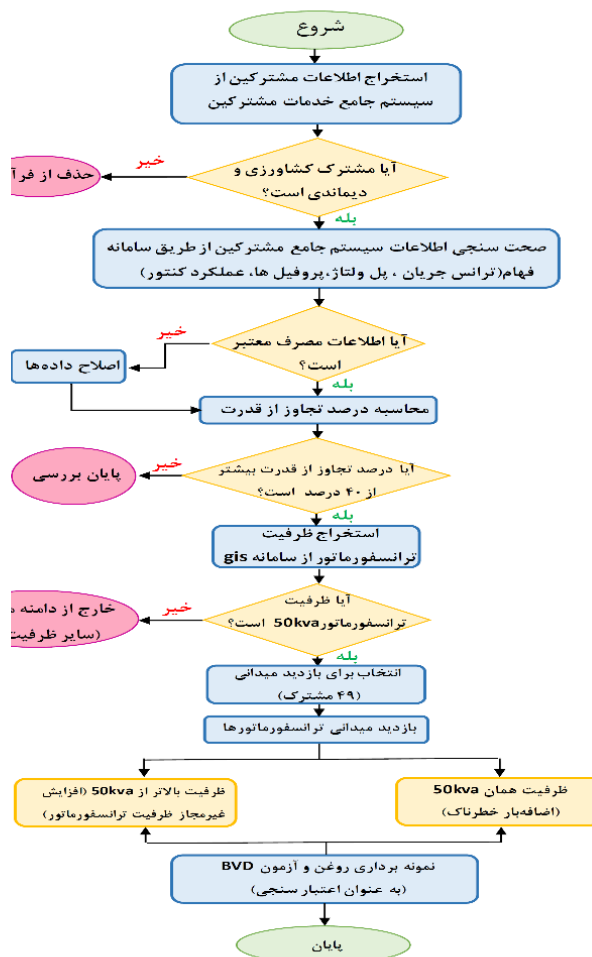
جدول (۲) شاخص‌ها، وزن‌های اختصاص‌یافته و معیار اندازه‌گیری هر یک را نشان می‌دهد.

۲-۱۲. کد ۱۴۳۹، طراحی یک اینترلاک الکترومکانیکی برای تابلوهای فشار متوسط، به منظور حفاظت در برابر دسترسی به سرکابل‌های برقدار

این مقاله به ارائه یک راهکار ایمنی نوآورانه برای جلوگیری از دسترسی اپراتور به سرکابل‌های برقدار در تابلوهای فشار متوسط می‌پردازد. در برخی شرایط بهره‌برداری، به‌ویژه هنگام کار موازی ترانسفورماتورها یا وجود منابع ولتاژ در سمت ثانویه، ممکن است با وجود قطع بریکر و قرار گرفتن ارت‌سوئیچ در وضعیت زمین، سرکابل‌های داخل تابلو همچنان برقدار باشند و باز شدن درب تابلو خطر برق‌گرفتگی و آسیب به تجهیزات را ایجاد کند. برای رفع این مشکل، یک اینترلاک الکترومکانیکی شامل مقره‌های خازنی، لندیکاتور ولتاژ، میکروسوئیچ، عملگر الکترومکانیکی و مدار کنترل ساده طراحی شده است. این سامانه تنها زمانی اجازه باز شدن درب تابلو را می‌دهد که سرکابل‌ها بی‌برق بوده و شرایط ایمن برقرار باشد. راهکار پیشنهادی علاوه بر قابلیت اطمینان و ایمنی بالا، از منطق انعطاف‌پذیر برخوردار است، احتمال خطای انسانی را کاهش می‌دهد و بدون نیاز به تغییرات عمده، قابلیت نصب روی تابلوهای فشار متوسط در حال بهره‌برداری را دارد.

شکل ۶ مقاله نمونه ساخته‌شده با بوبین ۱۲ ولت را نشان می‌دهد. شکل ۷ مقاله موقعیت نصب عملگر اینترلاک الکترومکانیکی ارائه‌شده را در ساختار یک سلول از تابلو فشار متوسط کمپکت AIS نشان می‌دهد که در آن ۱- موقعیت نصب پایه نگهدارنده اینترلاک روی بدنه تابلو و ۲- موقعیت نصب زبانه اینترلاک در طرف داخل درب تابلو است. این اینترلاک برای تابلوهای در حال بهره‌برداری به آسانی قابل نصب و اجرا است و می‌تواند ریسک موجود در این تابلوها را مرتفع نماید. اینترلاک ارائه‌شده در این مقاله با نام اینترلاک الکترومکانیکی بین سرکابل‌ها و درب تابلو فشار متوسط، به عنوان یک اختراع به ثبت رسیده است و با شماره ثبت ۱۱۴۰۷۳ قابل استعلام می‌باشد.

در این پژوهش، به منظور شناسایی هدفمند مشترکین دارای احتمال افزایش غیرمجاز ظرفیت ترانسفورماتور و کاهش حجم بازرسی‌های میدانی، یک مدل تصمیم‌گیری مبتنی بر درخت تصمیم طراحی گردید. در این مدل، هر گره تصمیم‌یابگر یک شرط فنی یا اجرایی است که بر اساس آن، مشترک وارد مرحله بعدی فرآیند غربالگری شده یا از چرخه تحلیل خارج می‌شود. این فرآیند تا رسیدن به تصمیم نهایی ادامه یافته و در نهایت مشترک به یکی از دو گروه «دارای احتمال افزایش غیرمجاز ظرفیت ترانسفورماتور» یا «دارای اضافه‌بار خطرناک» طبقه‌بندی می‌شود. فلوچارت این فرآیند در شکل ۱ مقاله ارائه شده است.



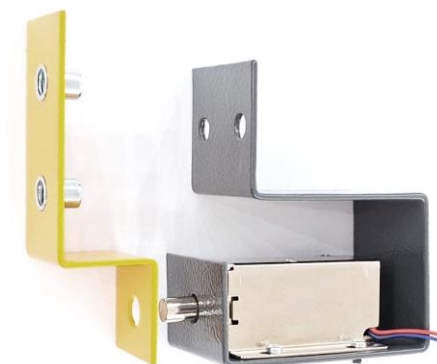
شکل ۱ مقاله: فلوچارت مراحل تصمیم

ترک و کاهش عمر مفید پایه‌ها شود. در این پژوهش، استفاده از سیمان سرباره‌ای به‌عنوان روشی برای اصلاح ساختار بتن و افزایش مقاومت آن در برابر عوامل محیطی بررسی شده است. نتایج آزمایش‌های انجام‌شده بر روی هفت پایه بتنی نشان داد نمونه‌های ساخته‌شده با سیمان سرباره‌ای در مقایسه با نمونه‌های حاوی سیمان پرتلند نوع II، عملکرد مکانیکی بهتر، ظرفیت نهایی بالاتر و مقاومت بیشتر در برابر ترک‌خوردگی دارند. همچنین استفاده از این نوع سیمان در مقایسه با روش‌هایی مانند پوشش اپوکسی، می‌تواند راهکاری مناسب‌تر برای کاهش نفوذپذیری و افزایش دوام باشد. نتایج نهایی تأیید می‌کند که ترکیب پیشنهادی بتن، همراه با فرآیند عمل‌آوری بخار، موجب بهبود قابل توجه خواص فیزیکی و مکانیکی پایه‌های بتنی می‌شود.

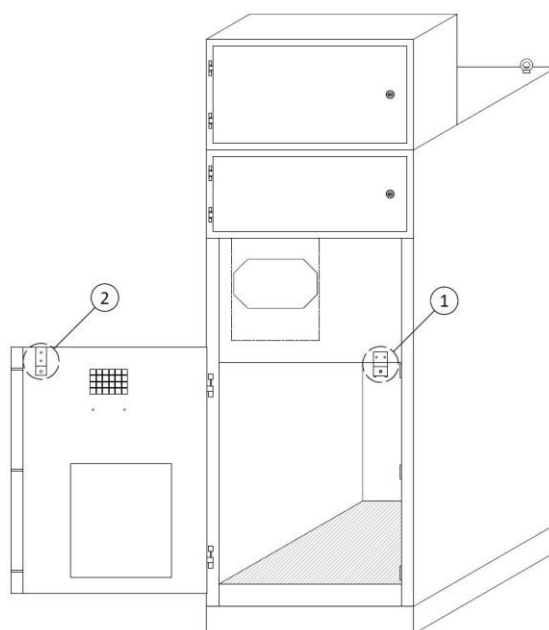
شکل ۱ مقاله شرایط تست آزمایشگاهی برای در نظر گرفتن مقاومت رانشان می‌دهد.



شکل ۱ مقاله: شرایط تست آزمایشگاهی برای در نظر گرفتن مقاومت



شکل ۶ مقاله: نمونه ساخته‌شده عملگر اینترلاک الکترومکانیکی ارائه‌شده



شکل ۷ مقاله: موقعیت نصب عملگر اینترلاک الکترومکانیکی ارائه‌شده در ساختار یک سلول از تابلو فشار متوسط کمپکت AIS

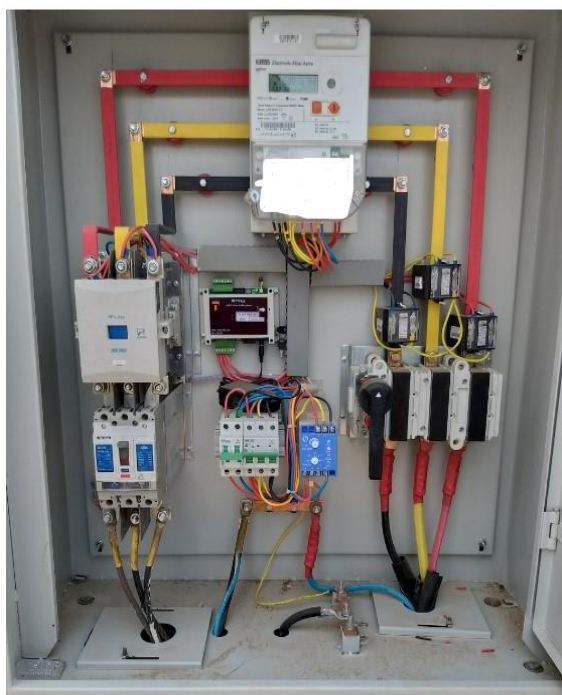
۲-۱۳، کد ۱۴۶۱

Improving Concrete Properties and Reducing Permeability of Concrete Poles for Electrical Grids

این مقاله به بررسی روش‌های بهبود خواص مکانیکی و دوام پایه‌های بتنی مورد استفاده در شبکه‌های توزیع برق با تمرکز بر کاهش نفوذپذیری بتن می‌پردازد. نفوذ رطوبت، یون‌ها و عوامل خورنده به داخل بتن می‌تولند موجب خوردگی آرماتورها، ایجاد

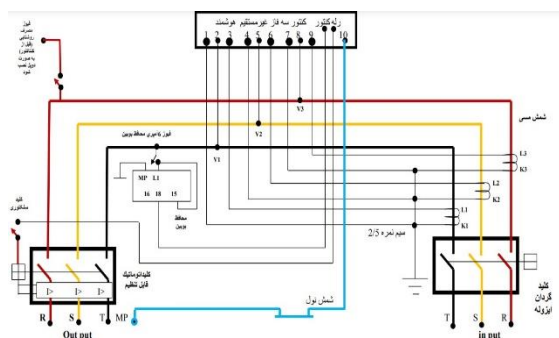
این ساختار می‌تواند بازگشت سرمایه مناسبی برای شرکت‌های توزیع برق و مشترکان فراهم کند.

کنترل پذیری کنتورهای غیرمستقیم در تابلوهای کشاورزی نیاز به نصب کنتاکتور بعد از کنتور جهت فرمان به کلید اتوماتیک (ترمال مگنت) و یا کلید نیمه اتوماتیک (گردان، چرخان) برای اعمال خاموشی مطابق شکل ۱ مقاله می‌باشد.



شکل ۱ مقاله: نمای داخلی تابلو با روش‌های قدیمی

با حذف کنتاکتور و کلید اتوماتیک و یا نیمه اتوماتیک جهت جایگزینی کلیدهای اتوماتیک موتور دار باعث کاهش هزینه در تعداد تجهیزات و حجم تابلو می‌گردد (شکل شماره ۲ مقاله)



شکل ۲ مقاله: طرح تک خطی طراحی تابلو

شکل ۵ مقاله یک پایه مردود شده پس از گذر از مقاومت نهایی را نشان می‌دهد.



شکل ۵ مقاله: پایه مردود شده پس از گذر از مقاومت نهایی

۲-۱۴. کد ۱۴۶۹، بررسی فنی و اقتصادی استفاده از کلیدهای اتوماتیک موتوردار جهت کنترل پذیری تابلوهای دیماندی غیرمستقیم

این مقاله به بررسی فنی و اقتصادی جایگزینی ساختارهای سنتی شامل کنتاکتور، محافظ بوبین و کلیدهای ترمال مگنت یا گردان با کلیدهای اتوماتیک موتوردار در تابلوهای کشاورزی و دیماندی غیرمستقیم می‌پردازد. در ساختار پیشنهادی، فرمان‌های قطع و وصل مربوط به برنامه‌های مدیریت مصرف و پاسخگویی بار مستقیماً از کنتورهای هوشمند طرح فهم به کلید موتوردار ارسال می‌شود، در حالی که بخش حفاظتی کلید به صورت مستقل وظیفه حفاظت در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه را انجام می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد این روش با حذف تجهیزات جانبی، کاهش ابعاد تابلو، کاهش هزینه‌های سرمایه‌ای و عملیاتی و امکان کنترل از راه دور، موجب بهبود قابلیت اطمینان و مدیریت بار می‌شود. همچنین مقاومت بیشتر در برابر نوسانات ولتاژ و جریان، کاهش خرابی بوبین، کاهش امکان دستکاری مشترک و استفاده از واحد حفاظتی الکترونیکی از مزایای دیگر آن است.

۲-۱۵. کد ۱۵۳۰، تحلیل علل ریشه‌ای خرابی سرکابل‌های

سرد سیلیکونی

این مقاله با استفاده از رویکرد تحلیل علل ریشه‌ای (RCA)، عوامل اصلی خرابی سرکابل‌های سرد سیلیکونی در شبکه‌های توزیع برق را بررسی می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که خرابی این تجهیزات معمولاً ناشی از یک عامل منفرد نیست، بلکه حاصل مجموعه‌ای از عوامل مرتبط با کیفیت مواد اولیه، فرآیند تولید، نصب و شرایط بهره‌برداری است. انتخاب نامناسب نوع سیلیکون، توزیع غیریکنواخت پرکننده ATH، اختلاط و هواگیری ناکافی، کنترل نامناسب فرآیند پخت، تشکیل حفره‌های داخلی، نصب غیراصولی و نفوذ رطوبت از مهم‌ترین عوامل آغاز تخلیه جزئی هستند. این عیوب می‌توانند به ردیابی سطحی، فرسایش، کاهش استحکام دی‌الکتریک و در نهایت شکست کامل عایق منجر شوند. پژوهش نشان می‌دهد استفاده از سیلیکون مایع (LSR)، بهینه‌سازی مقدار و پراکندگی ATH، کنترل دقیق فرآیند تولید، اجرای آزمون‌های کنترل کیفیت و رعایت دستورالعمل‌های استاندارد نصب، می‌تواند قابلیت اطمینان و عمر بهره‌برداری سرکابل‌ها را به‌طور قابل توجهی افزایش دهد و هزینه‌های تعمیرات و خاموشی‌های ناخواسته را کاهش دهد.

۲-۱۶. کد ۱۵۹۰، طراحی و ساخت سکوی ایمنی ارتقاء یافته جهت افزایش ایمنی و عملکرد سیمبانان در کار بر روی تیرهای لانه‌زنبوری

این مقاله به طراحی و ساخت یک سکوی ایمنی و ارگونومیک برای سیمبانان هنگام کار بر روی تیرهای بتنی لانه‌زنبوری شبکه توزیع برق می‌پردازد. نبود جای پای استاندارد در این تیرها موجب افزایش خستگی، فشار بر زانو، کمر و مچ پا، آسیب به کفش ایمنی و کاهش سرعت عملیات می‌شود. در طرح پیشنهادی، سکویی سبک، قابل حمل، دارای سطح ضدلغزش و قابل نصب سریع طراحی شده و در نسخه نهایی، برای کاهش وزن و افزایش مقاومت در برابر خوردگی از آلیاژ آلومینیوم ۶۰۶۱-T۶ استفاده شده است. ارزیابی میدانی با مشارکت پنج سیمبان نشان داد استفاده از سکو موجب کاهش حدود ۵۰ درصدی دفعات صعود و فرود، کاهش میانگین ۴۰ درصدی خستگی عمومی و افزایش حدود ۳۰ درصدی سرعت انجام عملیات شده است. همچنین زمان انجام عملیات از حدود ۲۵ تا

۲۶ دقیقه به حدود ۱۳ دقیقه کاهش یافته و هیچ موردی از لغزش یا آسیب جسمی گزارش نشده است. این طرح می‌تواند ایمنی، بهره‌وری و سلامت شغلی سیمبانان را به‌طور محسوسی بهبود دهد.

تیرهای بتنی زنبوری فشارضعیف دارای سوراخ‌های کوچک و ناهم‌تراز هستند که مانع از استقرار پای سیمبان می‌شود. این وضعیت سبب پارگی مکرر کفش ایمنی، فشار بر مفاصل زانو و آسیب به ستون فقرات می‌شود. تأثیر صعود به این نوع تیرها در کفش‌های سیمبانان در شکل ۱ مقاله نشان داده شده است. شکل مقاله - نمونه استفاده از سکو توسط سیمبانان را نشان می‌دهد.



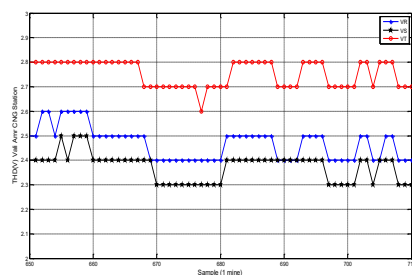
شکل ۱ مقاله: نمونه کفش‌های آسیب‌دیده بدون استفاده از سکو



شکل ۵ مقاله: نمونه استفاده از سکو توسط سیمبانان

۲-۱۷. کد ۱۶۰۲، تأثیر عملکرد جایگاه‌های سوخت CNG بر روی شبکه‌های توزیع برق

این مقاله تأثیر بهره‌برداری جایگاه‌های سوخت CNG بر شبکه توزیع برق را با تمرکز بر تجهیزات الکتریکی و مکانیکی این جایگاه‌ها بررسی می‌کند. به دلیل تعداد زیاد دفعات راه‌اندازی و توقف کمپرسورها، موتورهای القایی جریان راه‌اندازی بالایی از شبکه دریافت می‌کنند و بهره‌برداری نامناسب می‌تواند موجب



شکل ۵ مقاله: منحنی زوم شده THD و لتاز جایگاه ولی امر

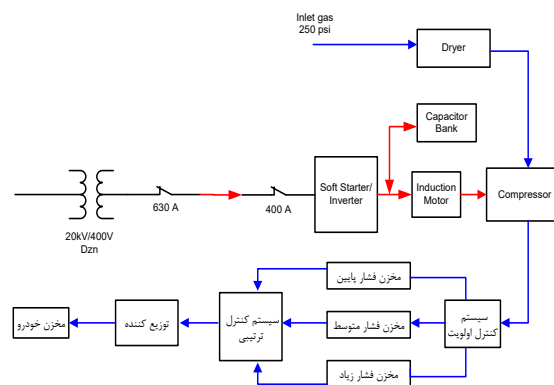
۲-۱۸. کد ۱۶۰۷، تحلیل مکانیزم خرابی چراغ‌های LED
روشنایی معابر ناشی از رخدادهای پرندزدگی در شبکه فشار
متوسط و ارائه راهکارهای مدیریت دارایی با تأکید بر سیستم
اتصال زمین

این مقاله مکانیزم خرابی زود هنگام چراغ‌های LED روشنایی معابر در اثر رخدادهای پرنده‌زدگی و اضافه‌ولتاژهای گذرا در شبکه فشار متوسط را بررسی می‌کند. بر اساس مطالعه موردی، بازدیدهای میدانی و بررسی تجهیزات آسیب‌دیده در شبکه توزیع برق خراسان رضوی، مشخص شد که خرابی چراغ‌ها صرفاً ناشی از انتقال اضافه‌ولتاژ از طریق شبکه فشار ضعیف نیست و افزایش پتانسیل سازه پایه نیز می‌تواند از طریق بازوی فلزی و بدنه چراغ به درایور LED منتقل شود. این پدیده در پایه‌های فاقد سیستم اتصال زمین مؤثر، احتمال آسیب به تجهیزات حفاظتی و اجزای ورودی درایور را افزایش می‌دهد. پژوهش، مدلی مفهومی برای مسیرهای انتقال تنش ارائه کرده و نشان می‌دهد بهبود سیستم اتصال زمین، اصلاح آرایش جرقه‌گیرها، جداسازی الکتریکی چراغ از بازوی فلزی، کاهش احتمال پرنده‌زدگی و اجرای نگهداری مبتنی بر ریسک، از مهم‌ترین راهکارهای کاهش خرابی هستند. اجرای هدفمند این اقدامات می‌تواند قابلیت اطمینان شبکه روشنایی را افزایش داده و هزینه‌های تعمیرات و جرعه عمر تجهیزات را کاهش دهد.

جدول ۲ مقاله اولویت نسبی راهکارهای پیشنهادی را بر اساس معیارهای فنی و مدیریتی نشان می‌دهد و شکل ۳ مقاله نیز فرایند تصمیم‌گیری پیشنهادی برای مدیریت خرابی چراغ‌های LED ارائه می‌کند.

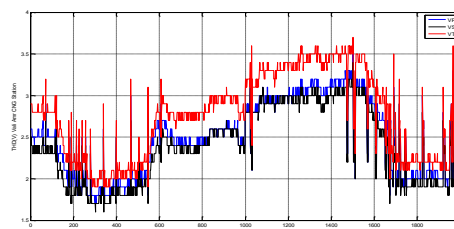
افت ولتاژ، افزایش هارمونیک‌ها، آسیب به بانک خازنی، موتور و ترانسفورماتور و حتی انتقال خطا به شبکه شود. در پژوهش حاضر، ساختار یک جایگاه CNG مدل‌سازی و جایگاه ولی‌امر تبریز به صورت میدانی بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد بخش مهمی از خرابی‌ها ناشی از بهره‌برداری نادرست تجهیزات است و لزوماً به ضعف طراحی یا سیستم حفاظتی مربوط نیست. استفاده از ترانسفورماتور اختصاصی، حفظ ضریب توان بالاتر از ۰.۹۴، تنظیم مناسب تپ ترانسفورماتور، اصلاح بانک خازنی و تجهیز آن به فیلتر، استفاده از اینورتر و اجرای سرویس‌های دوره‌ای از مهم‌ترین راهکارهای پیشنهادی برای کاهش تنش وارد بر شبکه هستند.

شکل شماره ۱ مقاله، ساختار کلی یک جایگاه سوخت CNG را نشان می‌دهد و ارتباط ترانسفورماتور، راه‌انداز نرم یا اینورتر، موتور القایی، کمپرسور، خشک‌کن، بانک خازنی و مسیر گاز را نمایش می‌دهد.



شکل ۱ مقاله: ساختار کلی یک جایگاه سوخت CNG

منحنی مقادیر THD ولتاژ فازهای مختلف جایگاه ولی امر در شکل (۳) مقاله و منحنی زوم شده آن در شکل (۵) مقاله نشان داده شده است در این حالت مقدار THD تقریباً بین ۲ تا ۳.۵٪ است که برای فازهای مختلف در حدود ۰.۵٪ اختلاف وجود دارد.



شکل ۳ مقاله: مقدار THD و لتاژ جایگاه ولی، امر

جدول ۲ مقاله: اولویت اجرای راهکارهای پیشنهادی

راهکار	هدف	اولویت اجرا	هزینه نسبی	اثر موردانتظار
بهبود سیستم اتصال زمین	کاهش اختلاف پتانسیل	زیاد	متوسط	بسیار زیاد
اصلاح آرایش جرقه‌گیر	پیشگیری از قوس الکتریکی	زیاد	کم	زیاد
جداسازی الکتریکی چراغ	کاهش انتقال تنش	متوسط	کم	زیاد
نصب پرند پرن	کاهش احتمال حادثه	متوسط	کم	متوسط

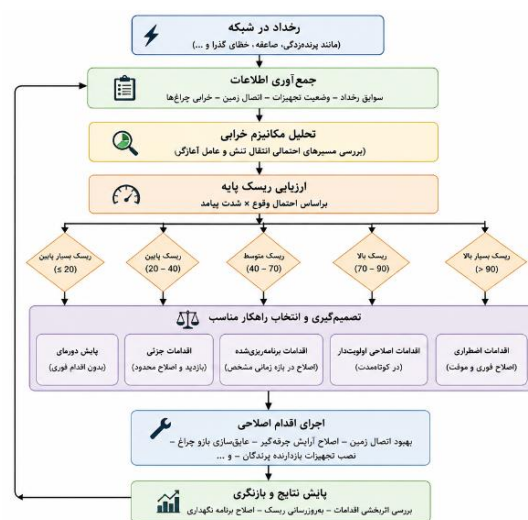
بحرانی طبقه‌بندی می‌شود. بهره‌گیری از منطق فازی و پنجره زمانی نیز موجب کاهش هشدارهای کاذب می‌شود. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد سامانه پیشنهادی در تشخیص رخدادها دقت بالایی داشته و با کاهش تأخیر پردازش از ۴۵۰ به ۱۵ میلی‌ثانیه، امکان واکنش سریع‌تر به شرایط بحرانی را فراهم می‌کند. این رویکرد با پشتیبانی از نگهداری پیش‌بینانه، می‌تواند هزینه‌های خرابی و خاموشی را کاهش داده، عمر مفید تجهیزات را افزایش دهد و قابلیت اطمینان شبکه توزیع را بهبود بخشد. جدول ۵ مقاله مزایای جعبه سیاه هوشمند پیشنهادی را در مقایسه با پایش سنتی نشان می‌دهد.

جدول ۵ مقاله: دستاوردهای عملیاتی سیستم پیشنهادی در مقایسه با روش‌های سنتی

شاخص	پایش سنتی	جعبه سیاه هوشمند
نوع پایش	دوره‌ای (دستی)	مستمر (خودکار)
استراتژی نگهداری	واکنشی (Reactive)	پیش‌بینانه (Predictive)
نرخ خطای کاذب	بالا	پایین
یکپارچه‌سازی داده	محدود	جامع (الکتریکی، حرارتی، مکانیکی)

۲-۲. کد ۱۶۶۳، تست مقایسه‌ای PT ترانسفورماتور شبکه توزیع با استفاده از PT استاندارد بدون قطع شبکه

این مقاله روشی سریع، دقیق و ایمن برای ارزیابی ترانسفورماتورهای ولتاژ (PT) شبکه توزیع بدون نیاز به خاموشی و خروج تجهیز از مدار ارائه می‌کند. در روش پیشنهادی، یک PT استاندارد قابل حمل با کلاس دقت بالا به‌صورت موازی با PT مورد آزمایش به ولتاژ اولیه متصل شده و خروجی‌های ثانویه دو ترانسفورماتور برای تعیین خطای نسبت و خطای زاویه فاز مقایسه می‌شوند. این روش امکان انجام آزمون در شرایط واقعی بهره‌برداری را فراهم کرده و زمان تست هر PT را به کمتر از ده دقیقه کاهش می‌دهد. دستگاه پیشنهادی مبتنی بر میکروکنترلر بوده و قابلیت نمونه‌برداری، پردازش سیگنال، محاسبه خطا و ذخیره نتایج را دارد. مطالعه موردی نشان داد که این روش توانسته یک PT معیوب با خطای نسبت خارج از محدوده مجاز را شناسایی کند. نتایج نشان می‌دهد روش مقایسه‌ای ضمن



شکل ۳ مقاله: فلوچارت فرایند تصمیم‌گیری برای مدیریت خرابی چراغ‌های LED

۲-۱۹. کد ۱۶۴۸، جعبه سیاه هوشمند برای پایش و حفاظت ترانسفورماتورهای توزیع برق

این مقاله مفهوم «جعبه سیاه هوشمند» را به‌عنوان یک سامانه یکپارچه برای پایش جامع ترانسفورماتورهای توزیع ارائه می‌کند. این سامانه با ترکیب داده‌های الکتریکی، حرارتی، شیمیایی، مکانیکی و امنیتی، تصویری جامع از وضعیت سلامت تجهیز فراهم می‌سازد. نوآوری اصلی پژوهش، انتقال تحلیل داده‌ها از پردازش ابری به پردازش لبه است؛ به‌گونه‌ای که وضعیت ترانسفورماتور با استفاده از الگوریتم‌های تشخیص ناهنجاری و خط پایه اختصاصی هر تجهیز در سه سطح عادی، هشدار و

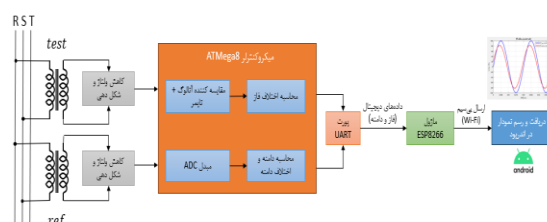
PT فاز T دارای خطای نسبت $+0.87\%$ بود که فراتر از حد مجاز 0.5% برای کلاس دقت 0.5 است. این خطای مثبت به این معناست که PT مذکور ولتاژ ثانویه بیشتری نسبت به مقدار ایده‌آل تولید می‌کند (به ازای 20000 ولت اولیه، ثانویه حدود 111 ولت به جای 110 ولت تولید می‌کند). در نتیجه، کنتور متصل به این PT، توان مصرفی را حدود 0.87% بیش از مقدار واقعی ثبت می‌کند که منجر به صدور قبوض اضافی برای مشترکین می‌شود. PT فاز T تعویض شد. پس از تعویض، تست مجدد با روش مقایسه‌ای انجام شد و خطای نسبت برای هر سه فاز در محدوده مجاز (کمتر از 0.4%) قرار گرفت. شکایت مشترکین نیز پس از یک دوره صورت‌حساب برطرف شد.

۲-۲۱. کد ۱۶۷۴، پیشگیری از سرقت ترانسفورماتورهای توزیع با استفاده از روش طراحی مکانیکی قفل‌های استوانه‌ای

این مقاله به ارائه یک راهکار مکانیکی کم‌هزینه برای پیشگیری از سرقت ترانسفورماتورهای توزیع می‌پردازد. بررسی سوابق پنج‌ساله نشان می‌دهد سرقت ترانسفورماتورها خسارات مالی قابل توجهی به شرکت‌های توزیع و مشترکان وارد کرده است. روش‌های متداول مانند جوشکاری، محصورسازی فلزی و تجهیزات هشداردهنده، علاوه بر هزینه و محدودیت‌های اجرایی، در برخی موارد فرآیند تعمیر و سرویس دوره‌ای ترانسفورماتور را دشوار می‌کنند. در طرح پیشنهادی، از دو پیچ و مهره، کلاف محافظ و لوله‌های استوانه‌ای محافظ استفاده شده است تا ترانسفورماتور روی سکوی نگهدارنده قفل و از جابه‌جایی یا پایین‌انداختن آن با ابزار اهرمی جلوگیری شود. همچنین کلاف و لوله‌های محافظ، دسترسی به پیچ‌های مهره و امکان برش سریع آن‌ها را محدود می‌کنند. طرح از قطعات ساده و در دسترس تشکیل شده، قابلیت اجرا روی پست‌های موجود و جدید را دارد و امکان جابه‌جایی ترانسفورماتور برای تعمیرات دوره‌ای بدون برشکاری یا آسیب به بدنه را حفظ می‌کند. شکل شماره ۱ مقاله، نمونه‌ای از روش قبلی ضدسرقت مبتنی بر جوشکاری ترانسفورماتور با ورق‌های ضخیم فلزی را نشان می‌دهد؛ روشی که مقاله به محدودیت‌های آن در تعمیر و سرویس ترانسفورماتور اشاره کرده است.

حذف خاموشی و کاهش هزینه‌های بهره‌برداری، ابزار مناسبی برای آزمون‌های دوره‌ای PT است؛ هرچند جایگزین آزمون‌های عایقی نمی‌شود.

شکل شماره ۱ مقاله، دیاگرام دستگاه پیشنهادی تست PT را نشان می‌دهد که در آن سیگنال‌های PT مورد آزمایش و PT مرجع پس از شرطی‌سازی، توسط میکروکنترلر پردازش شده و خطای دامنه و فاز محاسبه می‌شوند.



شکل شماره ۱ مقاله: دیاگرام دستگاه تست PT

در یک پست توزیع 20 کیلوولت واقع در منطقه صنعتی، شکایت مشترکین مبنی افزایش ناگهانی قبوض برق مطرح شده بود. بررسی‌های اولیه نشان می‌داد که کنتورهای نصب شده جدید و کالیبره هستند. بنابراین احتمال خطا در PT اندازه‌گیری مطرح شد. با استفاده از روش مقایسه‌ای، PT استاندارد قابل حمل با مشخصات نسبت تبدیل $2000/110$ و کلاس دقت 0.1 و تاریخ کالیبراسیون ۲ ماه قبل کار گرفته شد.

دستگاه مقایسه‌گر با دقت 0.05% درصد در ولتاژ و 2 دقیقه در فاز استفاده شد. سه PT مربوط به سه فاز خروجی پست با مقادیر نشان داده شده در جدول شماره ۵ مقاله تست شدند.

جدول ۵ مقاله: مثال عملی برای دامنه مقادیر قابل قبول برای

انجام تست PT

نتیجه	خطای فاز مجاز	خطای نسبت مجاز	خطای فاز اندازه گیری شده	خطای نسبت اندازه گیری شده	فاز
قابل قبول	۲۰ دقیقه	۰.۵٪	دقیقه +۴	+۰.۱۵٪	R
قابل قبول	۲۰ دقیقه	۰.۵٪	دقیقه +۶	+۰.۲۲٪	S
مطلوب	۲۰ دقیقه	۰.۵٪	دقیقه +۱۸	+۰.۸۷٪	T

کاربردی و امنیتی تشکیل شده و با استفاده از الگوریتم‌های Random Forest و LSTM، شاخص سلامت تجهیزات را بر پایه ۱۱ پارامتر محاسبه و احتمال خرابی را در افق شش ماهه پیش‌بینی می‌کند. این سامانه به صورت پایلوت روی ۱۲۰۰ ترانسفورماتور، ۸۵ کیلومتر کابل فشار متوسط و ۳۵۰ کلید هوایی در شبکه توزیع مشهود اجرا شد. نتایج ۹ ماه بهره‌برداری نشان داد خرابی‌های ناگهانی ۳۴ درصد کاهش یافت، میانگین زمان تعمیر از ۱۸ به ۱۲ ساعت رسید، سهم تعمیرات واکنشی از ۶۸ به ۴۴ درصد کاهش یافت و هزینه‌های سالانه نگهداری ۲۲ درصد کمتر شد. نتایج، امکان‌پذیری عملی مدیریت دارایی پیش‌بینانه در شبکه‌های توزیع بزرگ را نشان می‌دهد.



شکل ۱ مقاله: طرح نمونه جوشکاری ترانس با ورق‌های ضخیم فلزی از مرجع [۲] مقاله

۲-۲۳. کد ۱۶۸۵، ارزیابی عملکرد سکسیونرهای تعمیری و مستعمل با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

این مقاله روشی مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی برای ارزیابی عملکرد سکسیونرهای هوایی گازی SF₆ تعمیرشده و مستعمل ارائه می‌کند. با توجه به هزینه بالای جایگزینی این تجهیزات، استفاده مجدد از سکسیونرهای تعمیرشده مستلزم ارزیابی دقیق سلامت فنی آنهاست. در روش پیشنهادی، هشت پارامتر شامل ولتاژ قابل تحمل فرکانس قدرت، مقاومت کنتاکت، مقاومت عایقی، تعداد دفعات عملکرد، زمان باز شدن، زمان وصل شدن، فشار گاز SF₆ و نرخ نشتی گاز به عنوان ورودی شبکه عصبی در نظر گرفته شده‌اند. مدل با استفاده از داده‌های سکسیونرهای قابل قبول و غیرقابل قبول آموزش داده شد و خروجی آن با ارزیابی کارشناسان مقایسه گردید. نتایج نشان داد شبکه عصبی توانسته برای نمونه‌های سالم خروجی نزدیک به یک و برای نمونه‌های نامناسب خروجی نزدیک به صفر تولید کند. این یافته‌ها نشان می‌دهد تحلیل هم‌زمان چند پارامتر با شبکه عصبی می‌تواند روشی مناسب برای استانداردسازی و افزایش دقت ارزیابی سکسیونرهای تعمیرشده، به‌ویژه در شرایط محدودیت داده، باشد. شکل شماره ۱ مقاله، ساختار شبکه عصبی RBF را نشان می‌دهد که شامل لایه ورودی، لایه مخفی با توابع پایه شعاعی و لایه خروجی است و مبنای مدل ارزیابی پیشنهادی مقاله را تشکیل می‌دهد.

شکل شماره ۹ مقاله اجرای عملی طرح در یک پست توزیع هوایی نمونه بصورت آزمایش در ارتفاع پایین نمایش داده شده است.



شکل ۱ مقاله: اجرای طرح در پست نمونه هوایی

۲-۲۲. کد ۱۶۷۸، معماری یکپارچه پلتفرم مدیریت دارایی‌های توزیع مبتنی بر IoT و یادگیری ماشین

این مقاله یک پلتفرم یکپارچه برای مدیریت دارایی‌های شبکه توزیع برق با استفاده از معماری میکروسرویس، اینترنت اشیا و یادگیری ماشین ارائه می‌کند. هدف اصلی، رفع پراکندگی اطلاعات میان سامانه‌هایی مانند GIS، SCADA و AMI و حرکت از تعمیرات واکنشی به نگهداری پیش‌بینانه است. معماری پیشنهادی از پنج لایه داده، یکپارچه‌سازی، تحلیل،

۴	۲۱	۱۱	۰.۳	۳	۵۰	۳۰	۰.۳	۴۰٪
۵	۵۰	۲۰	۰.۹	۷	۴۹	۹۶	۰.۵	۰.۷٪

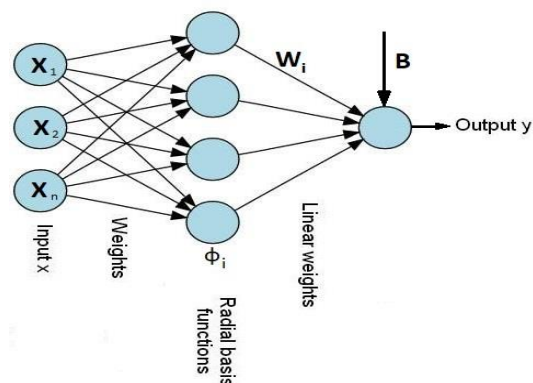
۲-۲۴. کد ۱۷۰۸، بازطراحی و استفاده مجدد از بدنه چراغ‌های خیابانی بخار سدیم جهت ساخت چراغ‌های LED با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی و کاهش هزینه

این مقاله روشی عملی برای تبدیل چراغ‌های خیابانی بخار سدیم به چراغ‌های LED با حفظ و استفاده مجدد از بدنه و رفلکتور موجود ارائه می‌کند. در این روش، تجهیزات داخلی فرسوده حذف و رفلکتور با اصلاح هندسی برای نصب چیپ‌های LED و دستیابی به توزیع مناسب نور آماده می‌شود. آزمایش سه زاویه ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه نشان داد افزایش زاویه رفلکتور موجب بهبود یکنواختی روشنایی می‌شود و زاویه ۶۰ درجه، با ضریب یکنواختی ۰.۴۱۰، برای نمونه مورد مطالعه مناسب‌تر بوده است. آزمون عملکرد مداوم نیز پایداری الکتریکی و حرارتی چراغ بازطراحی شده را تأیید کرد. از نظر اقتصادی، هزینه مستقیم بازطراحی هر چراغ حدود ۱۹۰ تا ۲۳۰ هزار تومان برآورد شد، در حالی که قیمت چراغ LED نو حدود ۶.۳ میلیون تومان بود؛ بنابراین هزینه مستقیم بیش از ۹۶ درصد کاهش یافت. این روش می‌تواند ضمن کاهش هزینه سرمایه‌گذاری، موجب حفظ ارزش دارایی‌های موجود، کاهش ضایعات و افزایش بهره‌وری منابع شود.

شکل شماره ۱ مقاله، چراغ خیابانی بخار سدیم پیش از بازطراحی و تجهیزات داخلی جداسازی شده شامل المپ، سریچ، چوک، استارتر و سایر متعلقات را نشان می‌دهد.



شکل ۱ مقاله: چراغ خیابانی بخار سدیم پیش از بازطراحی و تجهیزات داخلی جداسازی شده



شکل ۱ مقاله: شبکه عصبی با توابع پایه شعاعی (RBF)

برای آموزش این شبکه عصبی از ۱۰ بردار ورودی استفاده شده است که ۵ بردار مربوط به سکسیونر با مشخصات قابل قبول و ۵ بردار مربوط به سکسیونر با مشخصات غیر قابل قبول می‌باشد. برای جمع‌آوری این اطلاعات از آمار مربوط به تعمیرات سکسیونر در کارگاه خدمات فنی شرکت توزیع برق آذربایجان شرقی و نیز اطلاعات متخصصین ذیربط استفاده شده است. این کمیته‌ها با نرمالیزه شده و بعنوان بردارهای ورودی به شبکه عصبی اعمال می‌شوند. برای کمیته‌های مربوط به جدول ۲ مقله (مقادیر قابل قبول) مقدار خروجی مطلوب $d=1$ و برای کمیته‌های مربوط به جدول ۳ مقله (مقادیر غیر قابل قبول) مقدار خروجی مطلوب $d=0$ منظور شده است.

جدول ۲ مقاله: اطلاعات مربوط به سکسیونر گازی هوایی با مشخصات قابل قبول

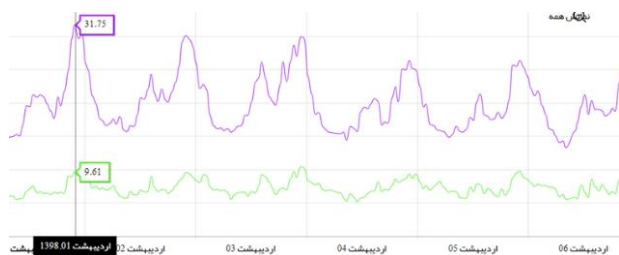
R	Up w	CR	IR	OP	OT	CT	GP	GL R
۱	۵۰	۷۵	۳.۵	۳۲	۵۳	۳۳	۰.۵	۰.۱٪
۲	۵۰	۱۱	۴.۱	۱۲	۲۸	۳۲	۰.۵	۰.۳٪
۳	۵۰	۷۷	۲.۷	۸	۲۷	۳۷	۰.۵	۰.۲٪
۴	۵۰	۶۳	۱.۹	۱۷	۴۵	۴۱	۰.۵	۰.۷٪
۵	۵۰	۶۶	۵.۵	۶	۳۰	۲۸	۰.۵	۰.۴٪

جدول ۳ مقاله: اطلاعات مربوط به سکسیونر گازی هوایی با مشخصات غیر قابل قبول

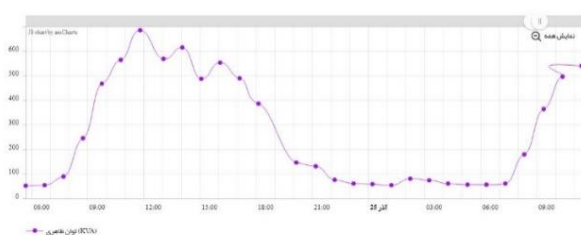
R	Up w	CR	IR	OP	OT	CT	GP	GL R
۱	۳۳	۲۰	۰.۸	۵	۵۱	۶۷	۰.۲	۵۰٪
۲	۵۰	۴۵	۱.۱	۱۲	۷۴	۸۵	۰.۳	۳۵٪
۳	۱۷	۰	۰.۲	۲	۶۶	۵۹	۰.۰	۸۰٪

اندازه‌گیری و برای ذخیره‌سازی و تحلیل به مرکز پایش ارسال می‌کند. نتایج میدانی نشان داد DTMS قادر است الگوهای روزانه بار، تفاوت جریان فازها، تغییرات ضریب توان و روندهای بلندمدت بهره‌برداری را ثبت کند. در یک اندازه‌گیری در پست قراملک تبریز، جریان‌های فازها ۵۴۶، ۵۵۸ و ۴۹۸ آمپر و توان اکتیو و ظاهری کل به‌ترتیب حدود ۲۸۶۸ کیلووات و ۳۵۴۲ کیلوولت‌آمپر ثبت شد. این سامانه می‌تواند برای مدیریت بار، اولویت‌بندی بازدهی‌های میدانی و مدیریت دارایی‌ها مفید باشد؛ با این حال، برای تبدیل‌شدن به سامانه جامع ارزیابی وضعیت، افزودن پارامترهای تشخیصی پیشرفته و الگوریتم‌های پیش‌بینانه ضروری است.

شکل شماره ۱ مقاله، پروفایل ۲۴ ساعته جریان سه‌فاز یک ترانسفورماتور توزیع در پست هوایی نوشهر را نشان می‌دهد و الگوی روزانه افزایش بار در ساعات اوج مصرف را نمایش می‌دهد.



شکل ۱ مقاله: پروفایل ۲۴ ساعته جریان سه‌فاز یک ترانسفورماتور توزیع در پست هوایی نوشهر



شکل ۹ مقاله: پروفایل توان ظاهری ترانسفورماتور پستقراملک تبریز ثبت شده توسط DTMS

۲-۲۶. کد ۱۷۲۱، بررسی فنی اقتصادی برکناری و نصب مجدد پایه‌های بتنی مستعمل در شبکه توزیع

این مقاله امکان استفاده مجدد از پایه‌های بتنی برکنار شده شبکه توزیع را با رویکرد فنی، سازه‌ای و اقتصادی بررسی می‌کند.

بر اساس برآورد انجام‌شده، قیمت یک چراغ LED خیابانی ۵۰ وات از برندهای متداول بازار در زمان انجام این پژوهش حدود ۶,۳۰۰,۰۰۰ تومان بوده است. در مقابل، در ساخت چراغ بازطراحی‌شده، دو عدد چیپ LED با قیمت تقریبی ۸۰,۰۰۰ تا ۱۰۰,۰۰۰ تومان برای هر چیپ مورد استفاده قرار گرفت. علاوه بر هزینه تهیه چیپ‌ها، هزینه‌های جانبی شامل چسب و خمیر حرارتی، سیم‌کشی داخلی، قلع و سایر اقلام مصرفی مورد نیاز برای هر چراغ حدود ۳۰,۰۰۰ تومان برآورد شد. بر این اساس، مجموع هزینه مستقیم بازطراحی و ساخت هر چراغ LED در محدوده ۱۹۰,۰۰۰ تا ۲۳۰,۰۰۰ تومان قرار گرفت. جدول ۳ مقاله مقایسه هزینه تهیه یک چراغ LED نو با هزینه مستقیم بازطراحی یک چراغ بخار سدیم موجود را نشان می‌دهد.

جدول ۳ مقاله: مقایسه هزینه تهیه چراغ LED نو و هزینه

بازطراحی چراغ بخار سدیم موجود

شرح هزینه	هزینه تقریبی (تومان)
یک عدد چراغ LED خیابانی نو، ۵۰ وات	۶,۳۰۰,۰۰۰
دو عدد چیپ LED	۱۶۰,۰۰۰ تا ۲۰۰,۰۰۰
چسب و خمیر حرارتی، سیم‌کشی، قلع و سایر اقلام مصرفی	۳۰,۰۰۰
مجموع هزینه مستقیم بازطراحی هر چراغ	۱۹۰,۰۰۰ تا ۲۳۰,۰۰۰

مقایسه هزینه‌های فوق نشان می‌دهد که هزینه مستقیم بازطراحی هر چراغ، کمتر از ۴ درصد هزینه تهیه یک چراغ LED نو است. به عبارت دیگر، در شرایط قیمت‌های مبنای این پژوهش، استفاده از روش بازطراحی می‌تواند بیش از ۹۶ درصد از هزینه مستقیم خرید یک چراغ LED جدید را کاهش دهد.

۲-۲۵. کد ۱۷۲۰،

Design and Construction of an Online Monitoring Device for Electrical Parameters of Distribution Transformers

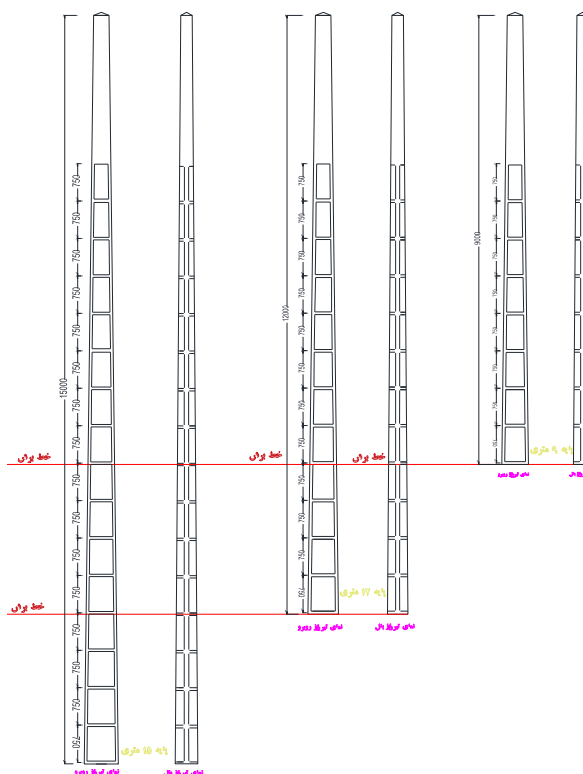
این مقاله به طراحی، ساخت و ارزیابی میدانی سامانه پایش آنلاین ترانسفورماتورهای توزیع (DTMS) می‌پردازد. سامانه پیشنهادی به‌صورت پیوسته پارامترهایی مانند ولتاژ و جریان سه‌فاز، توان اکتیو، راکتیو و ظاهری، ضریب توان، میزان بارگذاری و در صورت وجود حسگر، پارامترهای حرارتی را

۲-۲۷. کد ۱۷۲۳، ارائه یک سیستم توصیه‌گر هوشمند مبتنی بر تحلیل رفتار مشترکین برای مدیریت مصرف انرژی در شبکه‌های توزیع برق

این مقاله یک چارچوب توصیه‌گر هوشمند و شخصی‌سازی شده برای مدیریت مصرف انرژی و پاسخگویی بار در شبکه‌های توزیع برق ارائه می‌کند. در روش پیشنهادی، با استفاده از داده‌های کنتورهای هوشمند، الگوهای رفتاری مشترکین استخراج شده، ویژگی‌های مصرفی آن‌ها تحلیل و با استفاده از الگوریتم K-Means گروه‌بندی می‌شوند. سپس با محاسبه شاخص انعطاف‌پذیری مصرف هر مشترک، امکان جابه‌جایی مصرف از ساعات اوج به ساعات کم‌بار ارزیابی شده و توصیه‌ای متناسب با شرایط فردی هر مشترک تولید می‌شود. برخلاف روش‌های مبتنی بر سیاست‌های یکسان یا صرفاً گروه‌بندی مشترکین، تصمیم نهایی در این روش با در نظر گرفتن ویژگی‌های فردی و ظرفیت انعطاف‌پذیری هر کاربر اتخاذ می‌شود. ارزیابی روش با استفاده از داده واقعی کنتورهای هوشمند لندن شامل ۱۰۰۰ مشترک خانگی در یک دوره ۳۰ روزه انجام شد. نتایج نشان داد روش پیشنهادی با انتقال حدود ۷۹۶۸،۵۸ کیلووات‌ساعت انرژی از ساعات اوج به ساعات کم‌بار، موجب کاهش ۲۰،۴۲۰ درصدی پیک بار، افزایش ضریب بار از ۶۰،۲۱۵ به ۷۵،۶۶۶ درصد و کاهش ۷۷،۵۹۳ درصدی واریانس منحنی بار شد. نتایج نشان می‌دهد شخصی‌سازی پاسخگویی بار بر اساس رفتار و انعطاف‌پذیری مصرف‌کنندگان می‌تواند نسبت به روش‌های عمومی، توزیع بار شبکه را بهبود دهد. شکل شماره ۱ مقاله، ساختار کلی روش پیشنهادی را نشان می‌دهد. این شکل چهار لایه اصلی سامانه شامل جمع‌آوری داده، پیش‌پردازش داده، تحلیل رفتاری و مدل‌سازی مصرف، و لایه توصیه‌گر هوشمند و تعاملی را نمایش می‌دهد که در نهایت برای تولید توصیه‌های شخصی‌سازی شده مدیریت مصرف استفاده می‌شوند.

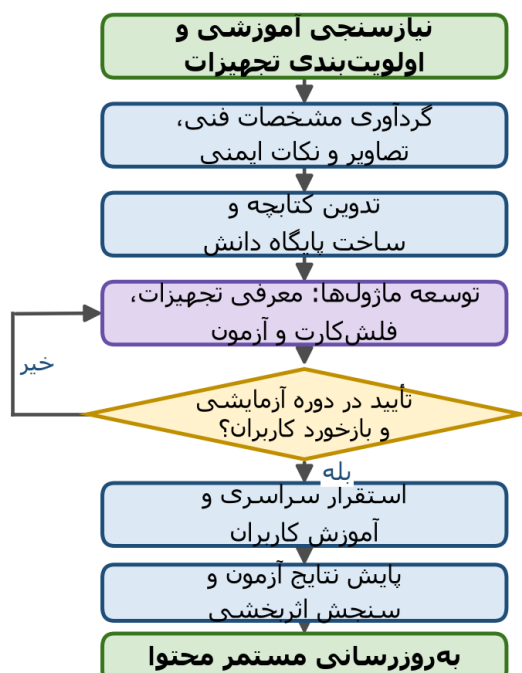
هدف اصلی، کاهش هزینه‌های صنعت برق و جلوگیری از اتلاف دارایی‌های قابل استفاده است. در روش پیشنهادی، ابتدا مشخصات سازه‌ای، شرایط ظاهری، سابقه بهره‌برداری، نحوه برکناری و حمل پایه‌ها بررسی شده و با استفاده از چک‌لیست‌های کنترلی و محاسبات سازه‌ای درباره ادامه بهره‌برداری، تعمیر، استفاده مجدد یا اسقاط تصمیم‌گیری می‌شود. نتایج نشان می‌دهد پایه‌های بتن مسلح چهارگوش در شرایط کنترل‌شده و کم‌ریسک، پس از تأیید فنی و انجام آزمون‌های لازم، می‌توانند به صورت کامل یا با برش بخش انتهایی و تبدیل به پایه استاندارد کوتاه‌تر مجدداً استفاده شوند. در مقابل، پایه‌های بتن پیش‌تنیده گرد فقط در صورت برکناری کامل و بدون برش قابل بررسی برای استفاده مجدد هستند و برش آن‌ها از نظر فنی و محاسباتی مجاز نیست. استفاده مجدد این پایه‌ها نیز به طور کلی جز در شرایط خاص و کنترل‌شده توصیه نمی‌شود.

شکل شماره ۳۵ مقاله، خط برش پایه های ۱۵ و ۱۲ متری پایه های بتن مسلح چهارگوش پیشنهادی را نشان می‌دهد.



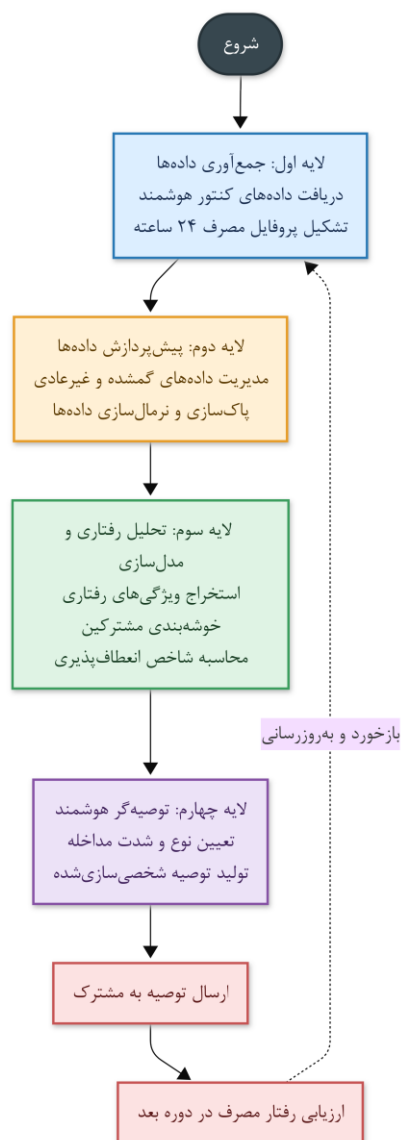
شکل ۳۵ مقاله: خط برش پایه های ۱۵ و ۱۲ متری پایه های بتن مسلح چهارگوش

فنی تجهیزات، تصاویر، کاربردها و نکات ایمنی به صورت ساختاریافته ذخیره شده و فرآیند یادگیری با استفاده از ابزارهای تعاملی، مرور فعال و ارزیابی مستمر انجام می‌شود. نتایج استقرار نرم‌افزار در شرکت توزیع نیروی برق استان گلستان نشان داد که این سامانه موجب کاهش زمان دسترسی به اطلاعات تجهیزات، کوتاه شدن دوره آموزش نیروهای جدید، بهبود سطح شناخت تجهیزات و افزایش دقت شناسایی تجهیزات در بازدیدهای میدانی شده است. همچنین این نرم‌افزار با تبدیل دانش ضمنی کارکنان باتجربه به دانش مدون و قابل انتقال، به عنوان ابزاری برای مدیریت دانش سازمانی عمل می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از آموزش دیجیتال تعاملی می‌تواند مکمل مناسبی برای روش‌های سنتی آموزش در شبکه‌های توزیع برق باشد. شکل شماره ۱ مقاله، فلوچارت مراحل طراحی و استقرار نرم‌افزار هوشمند آموزش را نشان می‌دهد. این شکل فرآیند کلی پژوهش شامل نیازسنجی و گردآوری اطلاعات فنی، طراحی و توسعه نرم‌افزار، اجرای آزمایشی، دریافت بازخورد کاربران و بهبود نهایی سامانه را نمایش می‌دهد.



شکل ۱ مقاله: فلوچارت مراحل طراحی و استقرار نرم‌افزار هوشمند آموزش

نتایج ارزیابی کاربران بر اساس چهار شاخص سطح شناخت تجهیزات، دقت شناسایی در بازدید میدانی، میانگین نمره آزمون و رضایت کاربر، در شکل ۳ مقاله نمایش داده شده است. مقایسه



شکل ۱ مقاله: ساختار کلی روش پیشنهادی

۲-۲۸. کد ۱۷۵۱، طراحی و استقرار نرم‌افزار هوشمند آموزش و شناسایی تجهیزات شبکه‌های توزیع نیروی برق

این مقاله به طراحی و پیاده‌سازی یک نرم‌افزار هوشمند برای آموزش و شناسایی تجهیزات شبکه‌های توزیع نیروی برق می‌پردازد. هدف اصلی، ایجاد یک بستر دیجیتال یکپارچه برای رفع محدودیت‌های روش‌های سنتی آموزش و افزایش دانش فنی کارکنان حوزه‌های بهره‌برداری، تعمیرات، عملیات و حفاظت فیزیکی است. نرم‌افزار پیشنهادی شامل سه بخش اصلی معرفی تجهیزات، فلش‌کارت‌های آموزشی و آزمون و خودارزیابی بوده و بر پایه معماری سه‌لایه شامل رابط کاربری، منطق آموزشی و پایگاه داده تجهیزات طراحی شده است. در این سامانه، اطلاعات

عوامل محیطی مؤثر بر تسریع تخریب کابل‌ها است. این مدل با فراهم کردن تصمیم‌گیری مبتنی بر وضعیت واقعی تجهیزات، می‌تواند به‌عنوان ابزاری مؤثر برای مدیریت دارایی و افزایش قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع برق مورد استفاده قرار گیرد. جدول ۵ مقاله مقایسه هزینه‌های چرخه عمر سناریوی سنتی در برابر رویکرد پیشنهادی را نشان داده و صرفه جوئی ۱۹٪ را پیش بینی میکند.

جدول ۵ مقاله: مقایسه هزینه‌های چرخه عمر سناریوی سنتی در

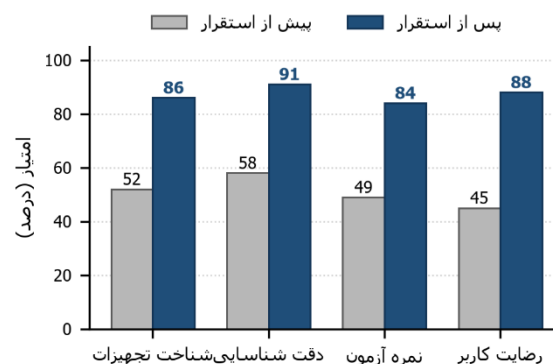
برابر رویکرد پیشنهادی

مؤلفه هزینه	سناریوی سنتی (میلیارد ریال)	رویکرد پیشنهادی (میلیارد ریال)
هزینه تعویض کابل	۱'۸۴۰	۱'۷۸۴
هزینه خرابی‌های اضطراری	۴۸۰	۱۶۰
هزینه قطعی و SAIDI	۱۵۲	۴۸
جمع	۲'۴۷۲	۱'۹۹۲
صرفه‌جویی	۴۷۲***	۱'۹۹۲
صرفه‌جویی		۴۸۰ (۱۹٪)

۲-۳۰. کد ۱۷۷۵، طراحی و ساخت سیستم برداشت انرژی از خطوط فشار متوسط ۲۰ کیلو ولت

این مقاله به طراحی، ساخت و آزمایش میدانی یک سیستم برداشت انرژی از خطوط فشار متوسط ۲۰ کیلوولت برای تأمین توان مورد نیاز تجهیزات پایش و ارسال اطلاعات می‌پردازد. سیستم پیشنهادی انرژی مورد نیاز خود را از میدان مغناطیسی ایجادشده در اطراف هادی خط هوایی دریافت می‌کند و قادر است اطلاعاتی مانند جریان عبوری و دمای هادی را به‌صورت آنلاین از طریق پیامک و بستر اینترنت در اختیار کاربران قرار دهد. ساختار برداشت انرژی بر پایه یک هسته مغناطیسی بسته

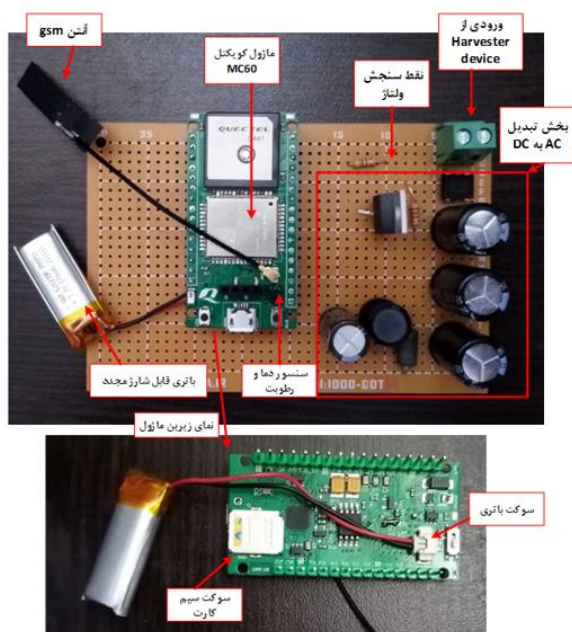
مقادیر پیش و پس از استقرار، بهبود محسوس در همه شاخص‌ها را نشان می‌دهد؛ بیشترین میزان بهبود مربوط به شاخص رضایت کاربر و سطح شناخت تجهیزات است که دلالت بر پذیرش مناسب سامانه از سوی جامعه هدف دارد.



شکل مقاله ۳: مقایسه شاخص‌های ارزیابی پیش و پس از استقرار نرم‌افزار

۲-۲۹. کد ۱۷۷۲، مدل مدیریت چرخه عمر کابل‌های فشار متوسط در شبکه توزیع شهری - رویکرد مبتنی بر داده

این مقاله به ارائه یک مدل یکپارچه مبتنی بر داده برای مدیریت چرخه عمر کابل‌های فشار متوسط در شبکه‌های توزیع شهری می‌پردازد. با توجه به اینکه تصمیم‌گیری سنتی برای تعویض کابل‌ها عمدتاً بر اساس سن تقویمی یا تجربه بهره‌بردار انجام می‌شود، ممکن است منجر به تعویض زودهنگام کابل‌های سالم یا تأخیر در مداخلات ضروری و افزایش خرابی‌ها شود. در این پژوهش، مدلی برای مدیریت ۱۲۴۰ کیلومتر کابل فشار متوسط شبکه توزیع شهری مشهد ارائه شده است که با ترکیب داده‌های سامانه GIS، SCADA، تاریخچه خرابی‌ها و شرایط محیطی، شاخص سلامت کابل (CHI) و عمر باقیمانده (RUL) هر بخش کابل را محاسبه می‌کند. سپس با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی چندهدفه NSGA-II، برنامه پنج‌ساله بهینه‌ای برای تعویض و بازسازی کابل‌ها ارائه می‌شود. نتایج نشان داد که ۱۸ درصد از کابل‌ها معادل ۲۲۳ کیلومتر در وضعیت بحرانی قرار داشته و نیازمند اولویت تعویض هستند. همچنین مدل پیشنهادی با کاهش هزینه‌های خرابی اضطراری و بهینه‌سازی زمان تعویض، می‌تواند هزینه‌های چرخه عمر شبکه را حدود ۲۸ درصد کاهش دهد. تحلیل‌ها نشان داد که بار ترافیکی معابر یکی از مهم‌ترین



شکل ۲ مقاله: برد الکترونیکی طراحی شده

بحث و تحلیل

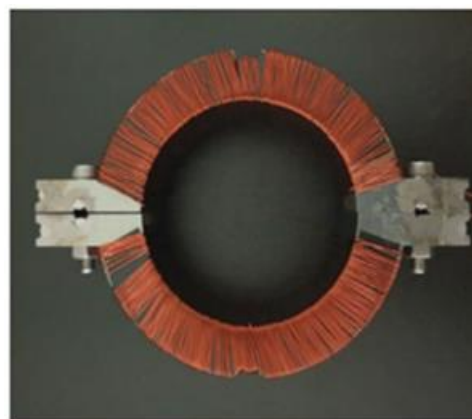
از ۱۱۵ مقاله دریافتی در محور اول کنفرانس، تعداد ۳۰ مقاله پذیرفته شدند. ۸ مقاله بصورت سخنرانی و ۲۲ مقاله دیگر بصورت پوستر در کنفرانس ارائه خواهند شد.

بررسی مجموعه ۳۰ مقاله پذیرفته شده در محور «تجهیزات شبکه» نشان می‌دهد جهت‌گیری غالب پژوهش‌ها از بررسی صرف تجهیزات منفرد، به سمت هوشمندسازی تجهیزات، پایش وضعیت، مدیریت دارایی، افزایش قابلیت اطمینان، کاهش هزینه و ارتقای ایمنی شبکه توزیع حرکت کرده است. بیشترین موضوعات به ترانسفورماتورهای توزیع، پایه‌ها و سیستم اتصال زمین، روشنایی معابر و LED، کابل و سرکابل، کلید و سکسیونر، مقره‌ها، تجهیزات حفاظتی و پایش و همچنین کاربرد GIS، IoT، داده‌کاوی و یادگیری ماشین مربوط بوده است. این جهت‌گیری با سرفصل رسمی محور اول کنفرانس، شامل مدیریت دارایی فیزیکی، تجهیزات جدید، استلنداردها و کاربرد هوش مصنوعی و داده‌کاوی در تجهیزات شبکه نیز همخوان است.

نوآوری‌های ارائه شده عمدتاً کاربردی و مسئله‌محور بوده‌اند؛ از جمله اجرای الکتروژ زمین در گود پایه، سامانه حفاظتی مبتنی بر AMI، سامانه چندحسگری ضدسرقت ترانسفورماتور، اینترلاک الکترومکانیکی تابلو فشار متوسط، سکوی ایمنی سیمبان، آزمون

طراحی شده است که نسبت به هسته‌های بازشونده، شار مغناطیسی بیشتری را حفظ کرده و امکان افزایش توان خروجی را فراهم می‌کند. در این پژوهش ابتدا توان مورد نیاز تجهیزات الکترونیکی، طراحی هسته مغناطیسی، مدارهای حفاظتی و روش انتقال داده بررسی شده و سپس نمونه ساخته شده در شرایط آزمایشگاهی و میدانی ارزیابی شده است. نتایج آزمایش‌های میدانی در خطوط ۲۰ کیلوولت شهرستان جلفا و همچنین فیدر ۲۰ کیلوولت شهر زاهدان، عملکرد موفق سیستم در برداشت انرژی، اندازه‌گیری پارامترها و ارسال داده از راه دور را تأیید کرده است. استفاده هم‌زمان از ارتباط پیامکی و پروتکل MQTT امکان پایش پایدار در مناطق فاقد زیرساخت ارتباطی مناسب را فراهم می‌کند. این سامانه می‌تواند به‌عنوان راهکاری کم‌هزینه و مستقل از منبع تغذیه خارجی برای توسعه سیستم‌های پایش هوشمند شبکه‌های توزیع برق مورد استفاده قرار گیرد.

شکل شماره ۱ مقاله، ساختار سیستم برداشت انرژی مغناطیسی با هسته بازشونده را نشان می‌دهد. در این شکل، هسته مغناطیسی، سیم‌پیچ برداشت انرژی و نحوه قرارگیری سیستم در اطراف هادی خط نمایش داده شده است. نویسندگان در ادامه مقاله بیان کرده‌اند که برای افزایش شار و بهبود عملکرد، نمونه نهایی به‌صورت هسته بسته طراحی و ساخته شده است.



شکل ۱ مقاله: ساختار سیستم برداشت انرژی مغناطیسی با هسته بازشونده

بررسی چالش‌ها و نتایج حاصل از پیاده‌سازی طرح در شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان
۵- سارا خیامیم (کد ۱۱۶۱)

Assessing the Technological Maturity of Smart Sensors in Power Distribution Networks: A Dual-Perspective Approach

۶- ابوالفضل هادوی (کد ۱۱۸۹)

Optimal Stranding Design of ACSR Conductors to Minimize AC Losses Using Genetic Algorithm and Thermal-Electric Simulation in MATLAB

۷- حسن احمدی (کد ۱۱۹۹) - الزامات و استانداردهای فنی مقره‌های کامپوزیت (سیلیکون رابر) در مناطق با آلودگی سنگین صنعتی و کویری

۸- حسن احمدی (کد ۱۲۰۰) - تدوین الزامات فنی و استانداردهای طراحی پایه‌های بتنی گرد پیش‌تنیده شبکه توزیع با رویکرد تاب‌آوری در برابر زلزله و شرایط اقلیمی خاص ایران

۹- اصغر مجعلی‌پور (کد ۱۲۱۴) - تجربه پیاده‌سازی یک سیستم حفاظتی هوشمند برای پیش و حفاظت ترانسفورماتورهای توزیع

۱۰- محمد دریان (کد ۱۳۰۱) - طراحی سامانه هوشمند تحلیل مکانی و شناسایی مسیر سرقت تجهیزات برقی در شبکه توزیع نیروی برق

۱۱- ابراهیم رحیمی (کد ۱۳۶۹) - داده‌کاوی مبتنی بر اطلاعات سامانه‌های شرکت توزیع برای انتخاب هدفمند ترانسفورماتورهای در معرض اضافه‌بار و ارزیابی وضعیت عایقی بر پایه نمونه‌گیری روغن و آزمون ولتاژ شکست دی‌الکتریک

۱۲- پوریا مهری (کد ۱۴۳۹) - طراحی یک اینترلاک الکترومکانیکی برای تابلوهای فشار متوسط، به‌منظور حفاظت در برابر دسترسی به سرکابل‌های برقرار

۱۳- مریم ضیال‌الدینی... (کد ۱۴۶۱)

Improving Concrete Properties and Reducing Permeability of Concrete Poles for Electrical Grids

۱۴- محمد امین بینا (کد ۱۴۶۹ در فایل Word؛ کد ۱۴۵۹ در تصویر) - بررسی فنی و اقتصادی استفاده از کلیدهای اتوماتیک موتوردار جهت کنترل‌پذیری تابلوهای دیماندی غیرمستقیم

۱۵- محمد جانقلی (کد ۱۵۳۰) - تحلیل علل ریشه‌ای خرابی سرکابل‌های سرد سیلیکونی

PT بدون قطع شبکه، بازطراحی چراغ‌های بخار سدیم به LED، پایش آنالاین ترانسفورماتور و برداشت انرژی از خطوط ۲۰ کیلوولت. برای نمونه، روش جدید اتصال زمین دارای نتایج اجرای میدانی و کاهش حدود ۳۵ تا ۴۰ درصدی مقاومت زمین بوده و سامانه حفاظتی مبتنی بر AMI نیز در ۲۰۰ پست زمینی اجرا شده است. در کنار این موارد، نوآوری‌های نرم‌افزاری و داده‌محور در مدیریت دارایی، تشخیص خرابی، تحلیل سرقت و مدیریت چرخه عمر تجهیزات نیز سهم قابل توجهی داشته‌اند.

نتیجه‌گیری

با یک معیار محافظه‌کارانه، یعنی عملی دانستن مقاله در صورت گزارش ساخت نمونه یا سامانه، اجرای میدانی یا پایلوت، آزمون آزمایشگاهی روی تجهیز واقعی، استقرار نرم‌افزار یا ارزیابی بر داده‌های واقعی، از ۳۰ مقاله ۲۲ مقاله دارای نتایج عملی/تجربی و ۸ مقاله عمدتاً نظری، شبیه‌سازی، مدل‌سازی یا تحلیلی بوده‌اند. در مجموع، غلبه روشن با پژوهش‌های کاربردی و قابل استفاده در مسائل واقعی شبکه توزیع برق است.

سپاسگزاری

بدینوسیله از یکلیک داوران محترم محور اول کنفرانس که در مرحله ارزیابی اولیه و ارزیابی نهائی نهایت مساعدت و همکاری را با این محور داشتند نهایت تشکر و امتنان را داریم.

مراجع

۱- علی بابایی (کد ۱۰۰۴)

A Circular Substrate Integrated Waveguide Microwave Sensor for Dielectric Characterization of Transformer Insulating Oil

۲- محمد عرب صاحبی (کد ۱۰۶۳) - افزایش قابلیت اطمینان و کاهش هزینه سیستم‌های زمین با اجرای یکپارچه الکترومیل‌های در کف گود پایه‌های توزیع

۳- احسان آقابابائی (کد ۱۰۷۴)

Design of a Protection Circuit for Ground-Mounted Substation Facilities Based on Advanced Metering Infrastructure (AMI)

۴- محمد قاصر (کد ۱۰۷۵) - ارائه روش اجرای طرح جایگزینی چراغ‌های گازی پرمصرف HID با چراغ‌های کم‌مصرف LED،

- ۱۶- غلامرضا حسین ... (کد ۱۵۹۰) - طراحی و ساخت سکوی ایمنی ارتقاء یافته جهت افزایش ایمنی و عملکرد سیمبانات در کار بر روی تیرهای لانه زنبوری
- ۱۷- رضا بازیار (کد ۱۶۰۲) - تأثیر عملکرد جایگاه‌های سوخت CNG بر روی شبکه‌های توزیع برق
- ۱۸- حامد محمدنژاده (کد ۱۶۰۷) - تحلیل مکانیزم خرابی چراغ‌های LED روشنایی معابر ناشی از رخدادهای پرنده‌زدگی در شبکه فشار متوسط و ارائه راهکارهای مدیریت دارایی با تأکید بر سیستم اتصال زمین
- ۱۹- اصغر مجعلی‌پور (کد ۱۶۴۸) - جعبه سیاه هوشمند برای پایش و حفاظت ترانسفورماتورهای توزیع برق
- ۲۰- ابوالفضل هادوی (کد ۱۶۶۳) - تست مقایسه‌ای PT ترانسفورماتور شبکه توزیع با استفاده از PT استاندارد بدون قطع شبکه
- ۲۱- ابوالفضل باقری (کد ۱۶۷۴) - پیشگیری از سرقت ترانسفورماتورهای توزیع با استفاده از روش طراحی مکانیکی قفل‌های استوانه‌ای
- ۲۲- محمد داودی (کد ۱۶۷۸) - معماری یکپارچه پلتفرم مدیریت دارایی‌های توزیع مبتنی بر IoT و یادگیری ماشین
- ۲۳- حمید کاظمی (کد ۱۶۸۵) - ارزیابی عملکرد سکسیونرهای تعمیری و مستعمل با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی
- ۲۴- محمدابراهیم شر ... (کد ۱۷۰۸) - بازطراحی و استفاده مجدد از بدنه چراغ‌های خیابانی بخار سدیم جهت ساخت چراغ‌های LED با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی و کاهش هزینه
- ۲۵- حبیب فرهام (کد ۱۷۲۰)
- Design and Construction of an Online Monitoring Device for Electrical Parameters of Distribution Transformers
- ۲۶- مسعود حاتمی (کد ۱۷۲۱) - بررسی فنی اقتصادی برکناری و نصب مجدد پایه‌های بتنی مستعمل در شبکه توزیع
- ۲۷- زهرا اقبالی (کد ۱۷۲۳) - ارائه یک سیستم توصیه‌گر هوشمند مبتنی بر تحلیل رفتار مشترکین برای مدیریت مصرف انرژی در شبکه‌های توزیع برق
- ۲۸- محمد سنگکوب ... (کد ۱۷۵۱) - طراحی و استقرار نرم‌افزار هوشمند آموزش و شناسایی تجهیزات شبکه‌های توزیع نیروی برق
- ۲۹- محمد داودی (کد ۱۷۷۲) - مدل مدیریت چرخه عمر کابل‌های فشار متوسط در شبکه توزیع شهری - رویکرد مبتنی بر داده
- ۳۰- مهرداد طرفدار حق (کد ۱۷۷۵) - طراحی و ساخت سیستم برداشت انرژی از خطوط فشار متوسط ۲۰ کیلوولت