



فن‌آوری پردازش ابری و اینترنت اشیا IOT



علی جمالی

کارشناس ارشد برق و قدرت



معصومه رضایی

کارشناس ارشد برق و قدرت



چکیده

هنر ایجاد تعادل بین هزینه‌ی اجرا و ریسک است و تأثیرات عمیقی در برنامه‌ریزی سیستم توزیع دارد. در این مقاله، مطالعات با استفاده از مانیتورینگ هوشمند **Real Time** با استفاده از فن‌آوری اینترنت اشیا در شبکه‌ی توزیع انجام شده است. در این شرایط امکان نظارت، مدیریت و کنترل بار ترانس از راه دور به صورت آبی به‌وجود آمده و با مدیریت بهره‌برداری از ترانس‌های با بار زیاد، حوادث سوختگی ترانس کاهش می‌یابد، همچنین باعث کاهش خاموشی، تلفات و هزینه‌های سیستم و به‌طور کلی، بهبود شاخص‌های بهره‌وری شبکه‌ی توزیع خواهد شد. در این مقاله، یک فیدر نمونه‌ی تحت پوشش شرکت توزیع برق استان فارس به سنسور **PT100** با قابلیت اندازه‌گیری دما و ارسال پیام آلام بر روی ترانس‌های توزیع عمومی پربار مجهز شده و میزان دمای ترانس سنجش شده و در صورت افزایش دما از حد خاصی آلام ارسال می‌شود. همچنین میزان جریان‌های هارمونیک، مانیتور شده و با استاندارد مقایسه می‌شود تا در صورت تجاوز از مقادیر مجاز، آلام ارسال و مشکل رفع شود. در این شرایط، مدیریت دارایی این تجهیز، آنالیز شده و در

اینترنت اشیا یکی از فن‌آوری‌هایی است که در سال‌های اخیر توجه جهان را به خود جلب کرده و با ویژگی‌هایی که از خود ارائه داده، در زمینه‌ها و حوزه‌های مختلف نفوذ کرده است. یکی از استفاده‌های آن در بخش انرژی و شبکه‌های هوشمند بوده که موجب افزایش کارایی سیستم شده است. امروز با توجه به محدودیت‌های مالی و اقتصادی و توسعه‌ی بهینه‌ی شبکه‌های توزیع در کنار بهره‌برداری حداکثری از ظرفیت‌های موجود شبکه با رویکرد مدیریت دارایی و صیانت از اموال و سرمایه‌ی عمومی از اهمیت بالایی برخوردار است. از آنجایی که ترانسفورماتورهای نصب شده در شبکه‌های توزیع برق یکی از گران‌بهایترین دارایی‌ها محسوب می‌شود، بایستی با جایابی و ظرفیت‌سنجی مناسب، نصب استاندارد و سرویس به‌موقع به نگهداری از آن‌ها پرداخت. مدیریت دارایی از فعالیت‌های سیستم توزیع است که به دولت در تأمین و برآورده شدن میزان رضایت مشترکان و سایر ذی‌نفعان شامل شرکت‌های توزیع، برق منطقه‌ای و سهام‌داران و جلب رضایت آن‌ها کمک می‌کند. مدیریت دارایی،

* عنوان اصلی: استفاده از فن‌آوری پردازش ابری و IOT (اینترنت اشیا) به منظور جلوگیری از سوختن ترانسفورماتورهای توزیع با در نظر گرفتن افزایش قابلیت اطمینان و کاهش تلفات شبکه در یکی از فیدرهای تحت پوشش شرکت توزیع برق فارس

پایان، راه کارهای مناسب برای بازآرایی این تجهیز با در نظر گرفتن ملاحظات فنی و اقتصادی ارائه می شود. نرم افزار مورد استفاده برای آنالیزها **Digsilent** و **Matlab** و فن آوری **IOT** مبتنی بر پردازش ابری است.

واژه های کلیدی — اینترنت اشیا (**IOT**)؛ سوختگی ترانس؛ حوادث
Matlab;Digsilent :Real Time

مقدمه

از آنجایی که صنعت برق، صنعتی تکنولوژی محور است، مدیریت تجهیزات و ادوات آن از اهمیت بالایی برخوردار است. تجهیزات و ادوات شبکه ی برق غالباً دارای هزینه های بالایی هستند و به دلیل ارتباط و یکپارچگی سیستم و شبکه ی برق، عمل کرد نامناسب یکی از تجهیزات ممکن است منجر به تحمیل هزینه های فراوانی به شرکت های توزیع برق و همچنین مشترکان گردد [۱]. در این راستا، شرکت های توزیع می بایست تمهیداتی را در خصوص استفاده ی مناسب از تجهیزات شبکه ی تحت پوشش خود از منظر کاهش هزینه های تحمیلی حاصل از تعمیر و نگهداری آن ها یا نوسازی و حتی از رده خارج کردن این تجهیزات مدنظر قرار دهند. از طرفی، به منظور پیشبرد فرایند تجدید ساختار صنعت برق در طول دوره ی گذار، بایستی بستر مناسب برای جذب سرمایه گذاری خصوصی و اطمینان از عمل کرد صحیح شرکت های نوپا مهیا شود [۲].

همچنین تقاضای بلند مدت سیستم برق و تجهیزات مورد نیاز برای پاسخ گویی به این تقاضا مدنظر قرار گیرد [۴].

از دیدگاه مدیریت دارایی، پیش بینی قابلیت اطمینان، بسیار اهمیت دارد؛ چراکه سیستم با توجه به پیشرفت های مرتبط با استراتژی به تعیین مزایای بهبود قابلیت اطمینان پی می برد.

امروز نفوذ اشیا ی هوشمند در زندگی مردم نسبت به سال های قبل قابل مقایسه نیست و پیشرفت تکنولوژی بشر را به سمتی سوق داده که می توان در محل کار، وسایل درون خانه را کنترل کرد. این موضوع مفهوم اینترنت اشیا را در ذهن تداعی می کند. چگونگی

ارتباط اشیا معمولاً به دو صورت در نظر گرفته می شود. ارتباط اشیا ی فیزیکی با انسان که این اختیار را به شخص می دهد تا بر روی آن کنترل داشته باشد و نوع دیگری از ارتباط که بیان گر ارتباط اشیا با یکدیگر است و با استفاده از نرم افزارهای مختلف این قابلیت فراهم می شود [۷]. کوین اشتون نخستین فردی بود که این ایده را در سال ۱۹۹۹ مطرح کرد. او به این موضوع اشاره کرد که اینترنت باعث اتصال اشخاص با یکدیگر شده، ولی با **IOT** می توان اشیا ی بی جان را به هم متصل کرد [۵]. معمولاً اینترنت اشیا بر ۴ مورد اساسی تأثیر می گذارد:

۱- مردم: اشیا قابل کنترل و نظارت خواهند بود که باعث توانمندتر شدن مردم می شود؛

۲- فرآیندها: کاربران و ماشین ها می توانند به صورت هم زمان همکاری داشته باشند؛ در نتیجه، کارهای پیچیده در زمان کمتری انجام خواهند شد؛

۳- داده ها: جمع آوری داده ها بسیار منظم تر و مطمئن تر انجام خواهد شد؛ در نتیجه، نتایج حاصل برای تصمیم گیری ها بسیار دقیق تر شده و خطا کاهش می یابد.

۴- اشیا: اشیا کنترل پذیری بیشتری داشته و باعث بالا رفتن ارزش آن ها می شود. با توجه به پتانسیل بالای اینترنت اشیا در حوزه ی انرژی، برخی محققان از اصطلاح «اینترنت انرژی» از آن یاد می کنند که ارتباط تنگاتنگی با شبکه ی هوشمند پیدا می کند.

شبکه ی هوشمند یک شبکه ی برق مدرن و جدید است که در آن از فن آوری سنجش با حس گر، اطلاعات و فن آوری ارتباطات، فن آوری کنترل خودکار، فن آوری تصمیم گیری، فن آوری قدرت انرژی و زیرساخت های شبکه استفاده می شود. در مقایسه با شبکه ی سنتی در بهینه سازی کنترل قدرت، انعطاف پذیری ساختار شبکه، بهینه سازی تخصیص منابع و خدمات کیفیت توان، به طور واضح بهبود یافته است. بنابراین شبکه ی هوشمند خصوصیات زیادی از جمله خودترمیمی در مقابل حوادث و وقایع، قابلیت پاسخ گویی به بار



شبکه، افزایش کارایی و ایمنی در مقابل خطرات فیزیکی و سایبری، استفاده‌ی بهینه از تجهیزات و افزایش بازده عملکرد و ... را دارد که آن را از یک شبکه‌ی سنتی متمایز می‌سازد.

در گذشته استراتژی سرمایه‌گذاران شامل تغییر توپولوژی شبکه، حفاظت و سویچینگ بوده است، اما امروز استفاده از هوشمندسازی شبکه مرسوم گردیده است. بیش‌تر روش‌های مدیریت دارایی بر مقادیر مورد انتظار قابلیت اطمینان و هزینه تمرکز دارند. از طرفی، سرمایه‌گذاری خوب تضمین می‌کند که پولی که امروز هزینه شده، در آینده با ارزش باقی بماند. از آن‌جا که این مهم‌ترین تعریف از لحاظ درک هزینه‌های سرمایه‌گذاری است، بنابراین بایستی هزینه به صورت خاصی سرمایه‌گذاری شود تا اهداف عمل‌کرد و ریسک را بتوان برای صرف کم‌ترین هزینه با در نظر گرفتن افزایش طول عمر تجهیزات محاسبه کرد [۱]. در این مقاله، روشی با استفاده از اینترنت اشیا در جهت افزایش طول عمر ترانس‌های فول بار به کار رفته در شبکه‌ی توزیع، با بررسی دما و میزان هارمونیک آن بیان شده و این روش مطالعه‌ی فنی و اقتصادی شده است.

یکی از عواملی که باعث کاهش طول عمر ترانس می‌شود، بهره‌برداری ترانس در دماهای بالاتر از حد استاندارد است که می‌تواند در اثر عواملی مانند بارگیری بیش از حد استاندارد (۷۵ درصد ظرفیت نامی) و یا تغذیه‌ی بارهای با هارمونیک بالا باشد، بنابراین اگر این قبیل ترانس‌ها بر اساس تنظیمات **Real Time** مانورینگ شوند و دمای ترانس‌ها اندازه‌گیری و نتایج آن آنالیز شود و همچنین هوای محیط گرم شود، به علت کاهش اختلاف دمای داخل ترانس و هوای اطراف، تبادل حرارتی کم شده و ترانس گرم‌تر می‌شود.

بنابراین اگر دمای ترانس از حدی بیش‌تر شود، طول عمر آن کاهش می‌یابد. راه‌های افزایش طول عمر ترانس، کاهش بار ترانس یا تغییر تپ ترانس، نصب یک ترانس با ظرفیت بالاتر به جای ترانس فعلی و یا نصب ترانس جدید در کنار ترانس فعلی است.

در این مقاله، روشی با استفاده از اینترنت اشیا ارائه شده است که در آن به بررسی هم‌زمان اثر دمای هوا، تابش خورشید و هارمونیک بر روی دمای ترانس پرداخته و مدلی ارائه شده است. در واقع، با تعیین دمای نقطه‌ی داغ با استفاده از قوانین ترمودینامیک موجود، این نقطه‌ی داغ به عنوان نقطه‌ی آلام سیستم در نظر گرفته شده است و با استفاده از اینترنت اشیا این آلام با مرکز کنترل داده ارسال می‌شود و در آن‌جا راه‌کارهایی برای رفع مشکل، ارائه و مشکل حل خواهد شد. در این مقاله، اینترنت اشیا توضیح داده شده، به تعریف ابر پرداخته و رابطه‌ی بین اینترنت اشیا در ابر بیان شده است. همچنین اطلاعاتی در مورد سنسور **PT100**، مدل‌سازی و طراحی سیستم و تعیین دمای مجاز ترانس ارائه شده است. سپس، عمر ترانس تعیین شده مطالعه‌ی موردی بیان شده است و در پایان، به بیان نتیجه پرداخته است.

تعریف اینترنت اشیا

اینترنت اشیا، از اینترنت کاربران، دستگاه‌های سمت کلاینت و سرورها تشکیل شده است؛ اما عضو جدیدی در حال اضافه شدن به این مجموعه است. این عضو جدید کاربر نیست و از آن به

عنوان اشیا یاد می‌شود؛ این کلمه از عبارت **The Internet of Things** برگرفته شده است. به اختصار، به اتصال وسایل به شبکه‌ی اینترنت نیز گفته می‌شود، همچنین از آن به نام **cloud of Things** نیز یاد می‌کنند. یک شی ممکن است به هر دستگاهی که دارای سنسوری برای تبادل اطلاعات است، گفته شود، که شامل سنسور دما، سنسورهای حرارتی و سنسورهای اندازه‌گیری انرژی و همچنین، متناسب با نوع پردازش موردنظر می‌تواند وسایل شامل تلویزیون، سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی، روشنایی و ... را دربرگیرد [۷].

برای توصیف آینده‌ای که در آن اشیا فیزیکی یکی پس از دیگری به اینترنت وصل می‌شوند و با اشیا دیگر در ارتباط قرار می‌گیرند. در این تکنولوژی به هر چیز یک شناسه **ID** منحصر به فرد و همچنین یک **IP** تعلق می‌گیرد که بتواند داده‌ها را برای پایگاه داده‌ی مشخص شده ارسال کند. مفهوم مهم دیگر، اینترنت اشیا ماشین به ماشین است. این مفهوم راهی را که یک ماشین با ماشین دیگر برای برقراری ارتباط انتخاب می‌کند، نشان می‌دهد. اینترنت اشیا هم، چگونگی برقراری ارتباط یک دستگاه هوشمند با سرویس ابری و هم چگونگی اتصال دستگاه‌ها به هم‌دیگر را نشان می‌دهد. تعریف ابر اتصال تعداد بسیار زیادی از اشیا فیزیکی ناهمگن به اینترنت مانند: انسان، حیوانات، گیاهان، گوشی‌های هوشمند و کامپیوترها و ... که همه مجهز به حس‌گر هستند، منجر به تولید داده‌های حجیم می‌شوند. داده‌های حجیم مستلزم ذخیره‌سازی کارآمد و هوشمند است. همچنین بدیهی است که دستگاه‌های متصل به یکدیگر نیازمند مکانیسمی برای ذخیره، بازیابی و پردازش داده‌ها است، اما داده‌های حجیم به قدری بزرگ هستند که محیط‌های سخت‌افزاری و ابزارهای نرم‌افزاری رایج در حال استفاده، توانایی ذخیره، مدیریت و پردازش کردن آن‌ها را در یک بازه‌ی زمانی کوچک و به صورت بلادرنگ ندارند. فن آوری نوظهور و درحال توسعه‌ی پردازش ابری توسط مؤسسه‌ی بین‌المللی **NIST** به عنوان یک مدل دسترسی به شبکه‌ای از منابع محاسباتی قابل پیکربندی مانند شبکه‌ها، سرورها، انبار داده‌ها، برنامه‌های کاربردی و سرویس‌ها تعریف شده است. خدمات ابری به افراد و شرکت‌ها امکان استفاده از منابع سخت‌افزاری و نرم‌افزاری را به صورت از راه دور می‌دهد و پردازش ابری پژوهش‌گران و محققان را قادر می‌سازد تا از راه دور با هزینه‌ی کم و به صورت قابل اعتماد منابع مختلف را به کار گیرند و نگهداری کنند. اینترنت اشیا، وسایل توکار زیادی مانند حسگرها که داده‌های حجیمی تولید می‌کنند را به کار می‌گیرد که برای استخراج دانش از این داده‌ها نیازمند محاسبات پیچیده‌ای است. از این نظر، منابع محاسباتی و ذخیره‌سازی ابری بهترین انتخاب برای پردازش و ذخیره‌ی داده‌های حجیم است. پردازش ابری مدلی است برای دسترسی آسان و فراگیر به یک منبع محاسباتی قابل پیکربندی به اشتراک گذاشته شده که با کم‌ترین تلاش می‌تواند در اختیار شما قرار گیرد. مشخصه‌ی اصلی که مدل پردازش ابری را به یک مدل موفق تبدیل می‌کند، معماری لایه‌ای و مدل‌های سرویس استاندارد است که دارد.

این نوع سرویس برای کسب و کارهایی که دارای نیازهای متغیر هستند، بسیار کارآمد است. اغلب اوقات آن‌ها به محاسبات زیاد

نیازی ندارد، اما هر زمان به آن نیاز دارند، هزینه‌ای متناسب با قدرت نرم‌افزاری و خدمات مورد نیاز پرداخت می‌کنند. به‌طور کلی، چیزی که در ابر اتفاق می‌افتد، فعالیت و فرایندی است که در زمان اتصال اینترنت به جای این‌که در دستگاه انجام گیرد، در ابر و سرور اتفاق می‌افتد و نتایج به دستگاه ما منتقل می‌شود.

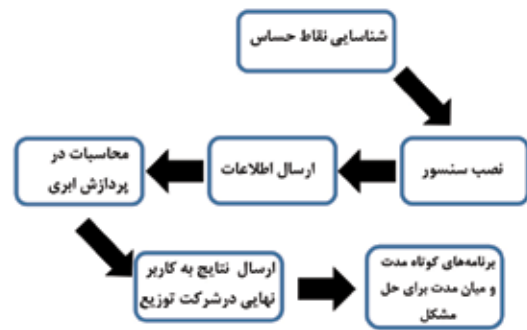
اینترنت اشیا و ابر

از آن‌جا که فعالیت‌هایی مانند ذخیره‌سازی و پردازش داده‌ها در ابر به جای خود دستگاه انجام می‌شود، این امر پیامدهای مهمی برای IOT دارد. بسیاری از سیستم‌های IOT از تعداد زیادی از سنسورها برای جمع‌آوری داده‌ها استفاده می‌کنند و سپس، تصمیم‌های هوشمندانه می‌گیرند.

استفاده از ابر، دستیابی کاربران به اطلاعات وضعیت آبی شبکه را بسیار گسترده خواهد کرد. ولی زمانی که تعداد سنسورها زیاد باشد، قرار دادن قدرت محاسباتی بر روی هر سنسور بسیار گران تمام می‌شود و همچنین انرژی فراوانی برای این کار نیاز خواهد بود، بنابراین، داده‌ها را می‌توان از تمام این سنسورها به ابر منتقل کرد و در مجموع، آن‌ها در ابر پردازش شوند.

استفاده از ابر برای جمع‌آوری و تفسیر داده‌ها اهمیت زیادی دارد. به عنوان مثال، در این مقاله یک ترانسفورماتور با کنترل هوشمند در نظر گرفته شده که با استفاده از سنسورهای دما، دمای ترانسفورماتور را در ساعت‌های مختلف با یکدیگر مقایسه می‌کند. بدون ابر، مقایسه‌ی داده‌ها در مناطق وسیع هزینه‌بر بوده و مشکل خواهد بود.

برای بسیاری از سیستم‌های IOT، مغز سیستم در ابر است. سنسورها و دستگاه‌ها اطلاعات را جمع‌آوری و انجام می‌دهند، اما پردازش، فرماندهی، تجزیه و تحلیل معمولاً در ابر اتفاق می‌افتد.



شکل ۱: روند فعالیت سیستم‌های IOT مبتنی بر پردازش ابری

معرفی سنسور PT100

حسگر دمای مقاومتی که در صنعت به اختصار RTD خوانده می‌شود، نوعی سنسور برای تشخیص دما است. این وسیله مطابق این اصل کار می‌کند که مقاومت الکتریکی فلزات با افزایش دما افزایش می‌یابد و به این پدیده، مقاومت گرمایی گفته می‌شود. بنابراین، این سنسور برای سنجش دمای ترانس استفاده می‌شود.



شکل ۲: سنسور PT100



شکل ۳: شمای تک خطی پردازش ابری مبتنی بر IOT

مدل‌سازی حرارتی

دمای نقطه‌ی داغ ترانس در واقع، بیش‌ترین دمای سیم‌پیچ ترانسفورماتور است. برای تعیین این دما از قوانین ترمودینامیک استفاده شده است. در کارخانه‌های سازنده‌ی ترانسفورماتور، دمای بالا و پایین روغن قابل اندازه‌گیری است. در فرآیند مشابه، متوسط افزایش دمای روغن اندازه‌گیری شده و دمای متوسط سیم‌پیچ با تغییر مقاومت به دست می‌آید [۱۱].

علاوه بر عوامل بالا برای تعیین نقطه‌ی داغ ترانسفورماتورها، مسائل دیگری نیز بر آن مؤثر هستند که برخی از آن‌ها به شرح زیر است:

- منحنی بار؛
 - دمای متوسط محیط؛
 - ارتفاع از سطح دریا.
- بنابراین در انتخاب ظرفیت ترانسفورماتور باید عوامل محیطی مانند دمای محیط و ارتفاع از سطح دریا، میزان هارمونیک شبکه و ... مورد توجه قرار گیرد [۱۰].

در مورد تأثیر ارتفاع از سطح دریا می‌توان بیان کرد که برای مناطق مرتفع‌تر همچون اغلب شهرهای ایران که ارتفاع آن‌ها از سطح دریا بیش از ۱۰۰ متر است، به ازای هر ۲۰۰ متر ارتفاع مازاد، یک درصد از ظرفیت نامی ترانسفورماتور کاسته می‌شود [۱۱].

تعیین عمر ترانس

با توجه به توزیع غیر یکنواخت دما در ترانسفورماتور، قسمتی از عایق که دارای حداکثر دما است در معرض بیش‌ترین تخریب قرار می‌گیرد. بنابراین در مطالعات پیری ترانسفورماتور می‌بایست دمای



داغ‌ترین نقطه که به دمای نقطه‌ی داغ معروف است ، بررسی شود. راهنمای بارگذاری استاندارد نشان می‌دهد که عمر عایق ، تابعی از دمای نقطه‌ی داغ است و افزایش دمای نقطه‌ی داغ از حد مجاز ، موجب کاهش عمر آن می‌شود. چگونگی محاسبه‌ی عمر ترانسفورماتور در مبنای پایه ، نسبت به دمای نقطه‌ی داغ در رابطه‌ی (۱) نشان داده شده است.

$$L = Ae^{\left(\frac{B}{\theta_h + 273}\right)} \quad (1)$$

در استاندارد IEEE دمای نقطه‌ی داغ ، ۱۱۰ درجه‌ی سانتیگراد در نظر گرفته شده است. و این موضوع ، نشان دهنده‌ی این است که اگر ترانسفورماتور با این دما به طور مداوم کار کند ، طول عمر آن یک پریونیت خواهد بود.

در رابطه‌ی (۱) :

$$L = \text{عمر عایق}$$

$$\theta_H = \text{دمای نقطه‌ی داغ}$$

A, B = ثابت‌هایی که بر اساس ویژگی ماده‌ی عایقی تعیین می‌شوند. عمر عایقی ترانسفورماتور بر اساس مقدار پریونیت از (۲) به دست می‌آید:

$$L_{pu} = 9.8 \times 10^{-18} e^{\left(\frac{1500}{\theta_H + 273}\right)} \quad (2)$$

هم‌چنین بر اساس استاندارد ، ضریب تسریع پیری به صورت نرخ افزایش پیری عایق در دمای معین به نرخ پیری عایق ترانسفورماتور مشابه در دمای ۱۱۰ درجه‌ی سانتیگراد تعریف می‌شود. این ضریب معیاری برای مقایسه‌ی پیری عایق ترانسفورماتورها است. چگونگی محاسبه‌ی این ضریب در رابطه‌ی (۳) نشان داده شده است

$$F_{AA} = e^{\left(\frac{1500}{383} - \frac{1500}{\theta_h + 273}\right)} \quad (3)$$

زمانی که دمای نقطه‌ی داغ از ۱۱۰ درجه‌ی سانتیگراد بیش‌تر باشد ، ضریب تسریع پیری بیش‌تر از واحد شده و نرخ پیری عایقی افزایش می‌یابد ؛ در غیر این صورت ، ترانسفورماتور عمر نرمال خود را خواهد داشت.

مطالعه موردی

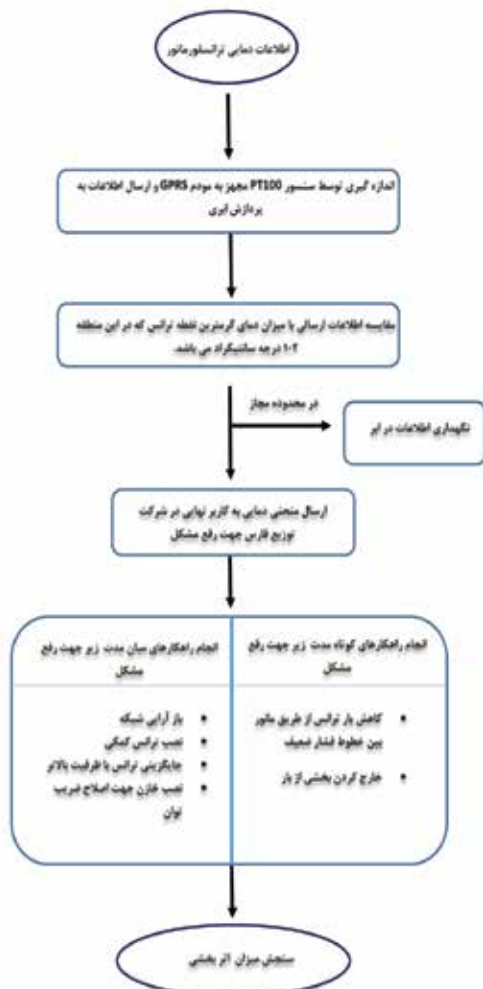
در این مقاله برای بررسی و شبیه‌سازی مسأله‌ی فوق یک ترانسفورماتور ، در مدیریت برق خنج که هوشمندسازی شده و قابل مانیتور است ، در نظر گرفته شده است. با توجه به منحنی بار ترانس، این ترانس از ترانس‌های پربار آن شهرستان است. دمای منطقه‌ی خنج در طول تابستان سال ۱۳۹۸ از حدود ۵۱ درجه تا ۳۰ درجه‌ی سانتیگراد نوسان داشته است.

در آن منطقه ارتفاع از سطح دریا حدود ۵۰۰ متر و درجه‌ی حرارت بالای روغن ترانسفورماتور ۶۵ و حداکثر درجه‌ی حرارت ترانسفورماتور ۷۰ درجه است [۲۵]. در این شرایط با توجه به محاسبات و استانداردهای موجود در گرم‌ترین نقطه‌ی ترانس در بار نامی در این منطقه بایستی کم‌تر از ۱۰۲ درجه باشد.

در این سیستم پس از هوشمندسازی ترانسفورماتور ، نصب سنسور درجه‌ی حرارت اطلاعات رکوردگیری شده به‌وسیله‌ی سنسور PT100 به ابر منتقل می‌شود ، پردازش‌ها در ابر انجام می‌شود و

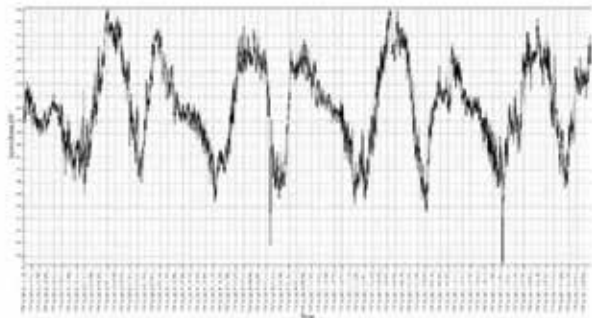
منحنی دمای اندازه‌گیری شده در ساعت‌های مختلف و با عددهای ثبت شده برای آن ترانس و منطقه مقایسه می‌شود. در این شرایط ، اگر دمای اندازه‌گیری شده از دمای مجاز بیش‌تر باشد ، منحنی دما و عدد آن به کاربر نهایی و تجهیزات مربوط در شرکت توزیع برق فارس ارسال می‌شود و در این شرایط با توجه به راه‌کارهای موجود برای رفع این مشکل که شامل موارد زیر است ، می‌توان مشکل ترانس را حل کرد و از سوختگی آن جلوگیری کرد.

- * مطالعه‌ی شبکه‌ی فشار متوسط و فشار ضعیف مجاور از لحاظ بار و ولتاژ ؛
- * انجام مطالعات هارمونیک ؛
- * کاهش بار ترانس از طریق مانور با خطوط فشار متوسط مجاور ؛
- * حذف بارهای هارمونیک ؛
- * بررسی شرایط روغن ترانسفورماتور ؛
- * جایگزینی ترانسفورماتور با ظرفیت بالاتر ؛
- * بازآرایی شبکه و نصب ترانس کمکی.



شکل ۴ : فلوجارت انجام مراحل کنترل هوشمند دمای ترانس در این شرایط از سوختن ترانس جلوگیری شده و با صرف هزینه‌ای بسیار پایین و با استفاده از رابطه‌ی اینترنت اشیا و ابر پردازش‌ها انجام می‌گیرد و از سوختن ترانس‌های پربار جلوگیری می‌شود و از اموال شرکت‌های توزیع برق محافظت می‌شود و مدیریت دارایی

تجهیزات با کمترین هزینه و بیشترین کارایی انجام می‌شود. همان‌طور که می‌دانیم، هزینه‌ی نصب یک سنسور PT100 بر روی ترانس حدود ۵ میلیون ریال است و با فرض این که حدود ۱۰۰۰ دستگاه ترانسفورماتور در کل شرکت توزیع فول بار باشند و با صرف هزینه‌ای حدود ۵۰۰۰ میلیون ریال می‌توان از ستاد شرکت توزیع، دمای این ترانس‌ها را کنترل کرد و در صورت مشاهده‌ی آلام نسبت به اجرای راه‌کارهایی برای رفع مشکل اقدام کرد. با توجه به قیمت متوسط نصب یک دستگاه ترانس که حدود ۷۵۰ میلیون ریال است، می‌توان با صرف هزینه‌ی خیلی کم از این ترانس‌ها محافظت نمود.

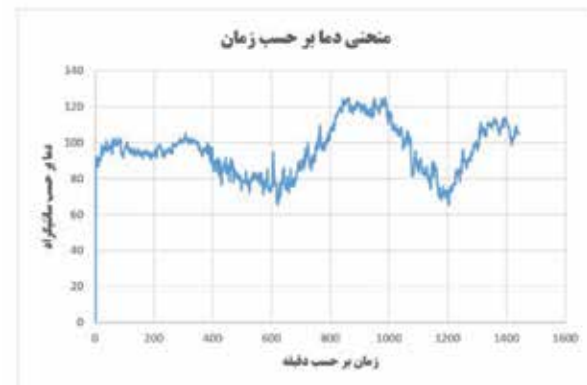


شکل ۵: نمودار توان اندازه‌گیری شده توسط رکورد

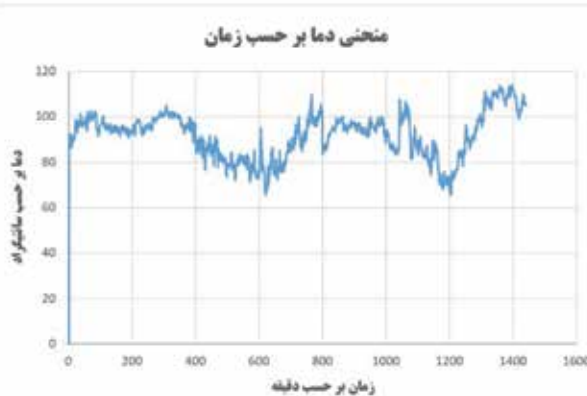
منابع

- [1] H. Ma, T.K. Saha, C. Ekanayake, and D. Martin, "Smart Transformer for Smart Grid—Intelligent Framework and Techniques for Power Transformer Asset Management," *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 6, pp. 1026 - 1034, 2015.
- [2] K. Elkinson, G. Topjian, M. Lawrence and A. J. McGrail, "Aspects of power transformer asset management," *IEEE Conferences on PES T&D*, pp. 1 - 5, 2012.
- [3] T. Takahashi and T. Okamoto, "Development of asset management support tools for oil-immersed transformer," *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, pp. 1643 - 1647, 2016.
- [4] T. Suwnansri, "Asset management of power transformer: Optimization of operation and maintenance costs," *International Electrical Engineering Congress (IEEECON)*, pp. 1 - 4, 2014.
- [5] A. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari, M. Ayyash, «Internet of Things: A Survey on Enabling [6] Technologies, Protocols and Applications», *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 17, pp. 2347-2376, 2015.

- [۷] ایزدی‌نیا حمید، ابوترابی زارچی داود، «نظارت و مدیریت انرژی به کمک اینترنت اشیا در شبکه‌ی برق هوشمند»، سی و دومین کنفرانس بین‌المللی برق تهران، ایران، ۱۳۹۶.
- [۸] معصومه رضایی و علی جمالی، «برنامه‌ریزی فنی و اقتصادی جهت افزایش طول عمر ترانس‌های توزیع با در نظر گرفتن مدیریت دارایی به منظور افزایش قابلیت اطمینان در شبکه در یکی از فیدرهای تحت پوشش شرکت توزیع نیروی برق فارس»، هفتمین کنفرانس منطقه‌ای سیرد، ایران، ۱۳۹۷.
- [۹] پاکروان پدram و عسکریان ابانه حسین، «نظارت، کنترل و مانیتورینگ سیستم‌های قدرت مبتنی بر اینترنت اشیا IOT و عملیاتی نمودن آن در شبکه Wifi»، سیزدهمین کنفرانس ملی کیفیت و بهره‌وری، ایران، ۱۳۹۷.
- [۱۰] امینی‌زاده سعید و میرزایی سیدمحمدرضا، «روشی جدید در تخمین طول عمر ترانسفورماتورهای توزیع در حضور بارهای غیرخطی»، سی و دومین کنفرانس بین‌المللی برق تهران، ایران، ۱۳۹۶.
- [۱۱] موسوی حمید، میرزایی محمد و نیک نظر محمد هادی، «شبیه‌سازی و تعیین دمای نقطه‌ی داغ ترانسفورماتور با ملاحظه بر تأثیر پروفیل بار و شرایط محیطی»، اولین کنفرانس و نمایشگاه بین‌المللی ترانسفورماتور، ایران، ۱۳۹۳.



شکل ۶: نمودار دمای ترانس در بازه‌ی زمانی ۲۴ ساعت قبل از حل مشکل پرباری



شکل ۷: نمودار دمای ترانس پس از رفع مشکل پرباری در ساعات پیک

