

# سیستم اتوماسیون توزیع برق در منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس

## ■ ابوالحسن رزمی نیا<sup>۱</sup>

آزمایشگاه سیستم‌های کنترل هوشمند، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تربیت مدرس

## ■ وحید جوهری مجد\*<sup>+</sup>

آزمایشگاه سیستم‌های کنترل هوشمند، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تربیت مدرس

## ■ عباس خاکسار منشاد<sup>۲</sup>

گروه مهندسی شیمی، دانشکده مهندسی، دانشگاه خلیج فارس

## ■ کامبیز رزمی نیا<sup>۳</sup>

مهندسی نفت، مخازن، دانشکده مهندسی نفت، دانشگاه صنعت نفت اهواز

## چکیده

با انتظاری که از آینده منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس می‌رود، مسئله توزیع انرژی الکتریکی برای انواع صنایع بالا دستی و پایین دستی موجود در منطقه علی‌الخصوص مدیریت آن، می‌تواند با چالش‌های جدی روبرو شود. استفاده از فناوری‌های جدید و روزآمد در سیستم‌های اتوماسیون توزیع به عنوان یکی از ابزارهای اساسی در خصوص حل این مسئله هم از لحاظ اقتصادی و هم از لحاظ تکنیکی می‌تواند بسیاری از معضلات مرتبط با توزیع را حل کرده و با ارائه راه‌حلی می‌توان از رخداد مجدد مشکلات حادث شده در منطقه پارس جنوبی در ارتباط با توزیع انرژی الکتریکی در مسائل متناظر حوزه پارس شمالی جلوگیری نمود ضمن اینکه استفاده از این گونه فناوری‌ها می‌تواند گام مؤثری در جهت تأمین زیرساخت‌های شهر الکترونیک باشد. طرح‌های اتوماسیون اهدافی چون کاهش تلفات، فروش بیشتر انرژی توزیع نشده، کاهش هزینه کار نیروی انسانی، شناسایی استفاده کنندگان غیر مجاز برق، کشف سریع محل عیب و مانور از راه دور را دنبال می‌کند. علاوه بر مزایای فنی، اعمال این سیستم دارای سودآوری اقتصادی بوده که مجموعاً بستگی به انتخاب صحیح تابع عملکردی و اجزای تشکیل دهنده آن متناسب با معیارهای فنی و اقتصادی شبکه توزیع مورد آزمایش دارد. در این مقاله به بررسی‌های دقیقی از وضعیت اتوماسیون سیستم برق رسانی منطقه ویژه به عنوان قلب سیستم توزیع، می‌پردازیم و نهایتاً با ارائه راه‌حلی به حل مشکلات موجود خواهیم پرداخت.

**واژگان کلیدی:** شبکه برق رسانی، سیستم اتوماسیون توزیع، منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس

<sup>۱</sup> شماره نمابر: ۸۲۸۸۳۳۵۳-۰۲۱ و آدرس پست الکترونیکی: Razminia@modares.ac.ir

\* عهده دار مکاتبات

<sup>+</sup> شماره نمابر: ۸۲۸۸۳۳۵۳-۰۲۱ و آدرس پست الکترونیکی: Majd@modares.ac.ir

<sup>۲</sup> شماره نمابر: ۴۵۴۰۳۷۶-۰۷۷۱ و آدرس پست الکترونیکی: Khaksar@pgu.ac.ir

<sup>۳</sup> شماره نمابر: ۴۵۴۰۳۷۶-۰۷۷۱ و آدرس پست الکترونیکی: Kambiz.razminia@gmail.com

## ۱- مقدمه

لازم به ذکر است که تا دهه گذشته بیشترین توجه در تمامی عرصه‌های طراحی و بهره‌برداری به خصوص در کشورمان، به بخش‌های تولید و انتقال متمرکز بود و با اینکه سیستم‌های توزیع، سهم ۴۰ درصدی از هزینه سرمایه‌گذاری کل شبکه‌های قدرت را به خود اختصاص می‌دادند، توجه کمتری را به خود جلب کرده‌اند که از جمله عوامل این امر می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود [۴]:

۱. گستردگی جغرافیایی شبکه‌های توزیع
  ۲. پیچیدگی‌های موجود در المان‌ها و تعداد زیاد آنها در شبکه‌های توزیع
  ۳. کمبود نیروی انسانی ماهر و کاردان در بخش توزیع
  ۴. هزینه بالای فناوری‌های مربوط به نظارت و کنترل
  ۵. تبیین نشدن قراردادهای لازم در این زمینه
- با این وجود با پدید آمدن بحران‌های انرژی در جهان در این سال‌ها و نیاز به تأمین برق مصرف‌کنندگان، تحویل انرژی با کیفیت و اطمینان بالا در پایانه‌های شبکه‌های توزیع مورد توجه بیشتری قرار گرفته است. در این زمینه توجه به سمت طراحی بهینه و اخیراً کنترل بهینه و کنترل مقاوم شبکه توزیع معطوف شده است [۵]. به خصوص با ظهور فناوری‌های جدید، دسترسی به سیستم‌های نظارت و کنترل ارزان در شبکه‌های توزیع ممکن است.

منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس با هدف کاربری اقتصادی و صنعتی در منطقه عسلویه و به فاصله ۳۰۰ کیلومتری از بندر بوشهر و ۵۷۰ کیلومتری از بندرعباس و در کرانه خلیج فارس و همجوار خلیج نایبند قرار گرفته است. شرایط محیطی منطقه به قرار زیر می‌باشد:

۱. حداکثر ارتفاع از سطح دریا: ۱۰ الی ۲۰ متر
۲. حداکثر درجه حرارت محیط: ۵۰ درجه سلسیوس
۳. حداقل درجه حرارت محیط: ۵ درجه سلسیوس
۴. حداکثر درجه رطوبت نسبی: ۸۸ درصد
۵. حداقل درجه رطوبت نسبی: ۵۵ درصد

مساحت خالص اراضی صنعتی منطقه (به جز صنایع نفت و گاز و پتروشیمی و توسعه صنایع بالا دست که خود تأمین‌کننده تأسیسات زیر ساختی مورد نیاز خود می‌باشند) در حدود ۱۲۰۰ هکتار می‌باشد. شمایی ریزتر از سطح منطقه در شکل شماره ۲ آورده شده است.

اساسی‌ترین وظیفه شرکت‌ها یا عوامل توزیع، علاوه بر تأمین به موقع برق متقاضیان، تحویل بی وقفه برق با کیفیت مناسب، برای مشتریان است که یکی از راه‌حل‌های موجود استفاده از شبکه‌های توزیع اتوماتیک با قابلیت کنترل و در نتیجه ارائه خدماتی با قابلیت اطمینان بالا می‌باشد. در شبکه‌های توزیع برق بدون سیستم اتوماسیون پس از بروز هر خاموشی، مدت زمان زیادی برای پیدا کردن محل عیب و مجزا کردن آن محل از بقیه شبکه صرف می‌گردد که این زمان در شبکه‌های با طول زیاد ممکن است به چندین ساعت نیز افزایش یابد [۱]. این در حالی است که در صنایع پیشرفته امروزی و اماکن با مصرف انرژی بالا، از جمله منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس، قطع برق حتی برای کمتر از چند ثانیه نیز صدمات جبران‌ناپذیری را به اقتصاد وارد می‌آورد. لذا می‌بایست در شبکه‌های توزیع، تمهیدات لازم برای به حداقل رساندن خاموشی‌ها و قطعی‌ها در نظر گرفته شود. برای این منظور باید قابلیت اطمینان شبکه<sup>۴</sup> و همچنین قابلیت مانور<sup>۵</sup> شبکه افزایش و زمان انجام مانور کاهش یابد. ضمن اینکه نظارت و کنترل شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی، از جمله ضرورت‌های بهره‌برداری بهینه از این شبکه‌ها به شمار می‌رود [۲].

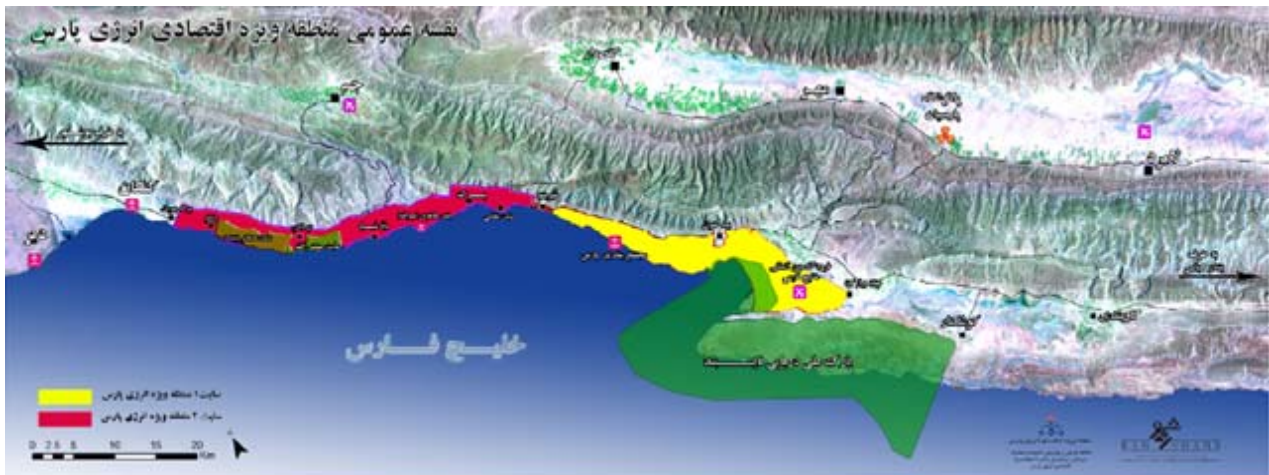
هدف اصلی یک سیستم قدرت، تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی به طور کافی و مطمئن است. عملکرد این سیستم‌ها تحت تأثیر عوامل زیادی چون تغییرات بار قرار دارند. در این میان وظیفه مراکز کنترل، حفظ یکپارچگی شبکه و تأمین بار به صورت مطمئن و با کیفیت مناسب همراه با بهره‌برداری اقتصادی می‌باشد [۳]. با توجه به گستردگی منطقه ویژه و عدم یکسان بودن سیستم برق رسانی سایت یک و دو نیاز به اندیشه-ای علمی در این باره کاملاً محسوس است. شکل شماره ۱ نمایی از گستردگی این دو ناحیه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- نمایی از موقعیت های سایت ۱ و ۲

<sup>4</sup> Reliability

<sup>5</sup> Maneuverability



شکل ۲- نقشه عمومی منطقه ویژه اقتصادی انرژی پاریس (با تشکر از شرکت مشاور ره شهر) [۶]

۸. کاهش انرژی توزیع نشده
  ۹. افزایش عمر مفید تجهیزات در نتیجه جلوگیری از اضافه بار آنها
  ۱۰. استفاده از اطلاعات در بازار برق
  ۱۱. جلوگیری از سرقت برق
  ۱۲. کاهش تلفات و بهبود ضریب قدرت
  ۱۳. بهره برداری صحیح و قانونمند از شبکه توزیع و مصرف کنندگان
  ۱۴. تسهیل تغییرات پیکربندی و توسعه شبکه
  ۱۵. ارتباط با مرکز فوق بالا دست جهت اخذ اطلاعات به هنگام
  ۱۶. فراهم آوردن سهولت برای تصمیم گیری و برنامه ریزی مهندسی
- امکان اعمال اتوماسیون در سطوح مختلف شبکه توزیع وجود دارد که بر حسب قرار گرفتن مکان‌های نصب تجهیزات مورد نظر در طول شبکه مشخص می‌گردد. این موارد به قرار زیر است [۹]:
۱. پست توزیع
  ۲. خط فیدر توزیع
  ۳. مشترکین عمومی غیرصنعتی
  ۴. مشترکین صنعتی، تجاری و یا کشاورزی
- خلاصه‌ای از مصارف و توزیع صنعت برق در ضمیمه آورده شده است. اجزاء و ادوات اتوماسیون به عنوان عواملی برای اندازه گیری مشخصه‌های سیستم و اعمال فرامین کنترل جهت اجرای اتوماسیون در سیستم‌ها و شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی از جایگاه ویژه‌ای برخوردارند. با رشد فناوری در خصوص سیستم‌های اندازه‌گیری پردازش انتقال اطلاعات و ورود اجزا و ادوات با کارایی بالا و ویژگی‌های خاص، طراحی سیستم‌های اتوماسیون را

مقاله حاضر از قسمت‌های زیر تشکیل شده است:

پس از ارائه مقدمه در بخش یک، کلیاتی از اتوماسیون توزیع را در بخش دو مورد بحث قرار می‌دهیم. پس از آن در بخش سه کلیات یک طرح جامع اتوماسیون متناسب با شرایط منطقه و بررسی مسائل مربوطه ارائه می‌گردد. نتیجه گیری از مباحث مطرح شده پایان بخش این مقاله خواهد بود.

## ۲- کلیاتی از سیستم‌های اتوماسیون توزیع

بر طبق تعریف انجام شده در استاندارد IEEE<sup>۶</sup> سیستم اتوماسیون توزیع سیستمی است که یک شرکت توزیع را به نظارت از راه دور، هماهنگ نمودن و اعمال فرمان روی تجهیزات توزیع در زمان حقیقی و مسافت‌های دور قادر می‌سازد [۷]. به طور کلی اهداف استفاده از یک سیستم اتوماسیون توزیع را می‌توان به صورت زیر برشمرد [۸]:

۱. کاهش هزینه‌های بهره برداری تعمیرات و نگهداری
۲. به تعویق انداختن سرمایه گذاری جهت ساخت تأسیسات جدید
۳. بهبود راندمان سیستم توزیع و بهبود زمان بازیابی
۴. افزایش قابلیت اطمینان سیستم
۵. ارائه خدمات بهتر و سریع‌تر به مصرف کنندگان و افزایش رضایت آنها
۶. کسب اطلاعات و آمار بهتر و دقیق‌تر از شبکه توزیع و مصرف کنندگان
۷. کاهش خاموشی‌ها و مدت میانگین قطع برق

<sup>6</sup> Institute of Electrical and Electronics Engineers

۲. ارتباطات داده‌ای دو طرفه بین DCC و ترانسفورماتورهای توزیع برای کنترل بار و نظارت ولتاژ و بار.

۳. ارتباطات داده‌ای دو طرفه بین DCC و سوئیچ‌های نصب شده بر روی شبکه توزیع اولیه برای کنترل خازن‌ها و شکل دهی شبکه.

۴. ارتباطات داده‌ای دو طرفه بین DCC و مشترکین پرمصرف که دارای کنتورهای اتوماتیک AMR<sup>۹</sup> هستند.

۵. ارتباطات داده‌ای یک طرفه بین DCC و مشترکین برای کنترل بار.

۶. ارتباط صوتی بین DCC و پست‌ها به صورت دائمی و بین DCC و نقاط دیگر شبکه توزیع به صورت انتخابی.

۷. بهره برداری بهینه از سرمایه گذاری و هزینه‌های عملیاتی سیستم ارتباطات می‌توان کاربردهای مخابراتی ذیل را نیز منظور نمود:

۱.۷. ارتباط صوتی بین مرکز تلفن اعلام خرابی‌ها در DCC و ایستگاه سیار رفع خرابی.

۲.۷. ارتباط داده‌ای دو طرفه برای یک سیستم مجتمع داده‌ای. فناوری‌های ارتباطی ذیل را می‌توان برای تأمین سیستم مخابراتی DAS<sup>۱۱</sup> مدنظر گرفت: تلفن عمومی، ارتباطات از طریق خطوط انتقال و توزیع، ارتباطات رادیویی و فیبر نوری.

۱. ارتباطات از طریق تلفن عمومی: تلفن‌های شماره‌ای مخصوص اجاره‌ای اغلب برای اتوماسیون توزیع مشروط بر اینکه خطوط تلفن به شکل وسیعی در اقصی نقاط کشور موجود باشد مناسب است که این رویکرد قابل بررسی می‌باشد.

۲. ارتباطات از طریق خطوط انتقال و توزیع PLC: مزیت اصلی استفاده از شبکه برق به عنوان محیط ارتباطی آن است که مالک اصلی آن صنعت برق و در واقع وزارت نیرو می‌باشد؛ لذا به کلیه نقاط شبکه دسترسی داشته و تمامی اعضاء جدید شبکه را به صورت اتوماتیک در بر می‌گیرد. فناوری‌های PLC عبارتند از: کنترل موجی: سیگنال‌های فرکانس پائین که به شکل یک طرفه روی سطح ولتاژ بالا تزریق می‌شوند.

حامل خط توزیع: سیگنال‌های در محدوده ۵ تا ۱۲ کیلوهرتز که به داخل فیدرهای توزیع تزریق می‌شوند. سیگنالینگ ایجاد شده

بعضاً دگرگون کرده و سیستم‌هایی را به مراتب با هزینه کمتر و کارآیی بالاتر نوید داده است. سیستم اندازه گیری مشخصه‌های شبکه جزء اصلی ادوات اتوماسیون است که به کمک ریز پردازنده قابلیت اندازه گیری و ذخیره سازی ولتاژ، جریان، فرکانس، توان اکتیو و راکتیو و ضریب توان برای تک فاز و سه فاز، را دارا می‌باشد. این سیستم با قابلیت اتصال به رایانه و از طریق مودم و خط تلفن اطلاعات را به مراکز کنترل و تصمیم گیری ارسال نموده و اتوماسیون را برای پست‌های مختلف در محدوده‌ای گسترده فراهم می‌کند. اجرای فرامین کنترلی توسط کنترل کننده به صورت محلی و از طریق شبکه و PLC<sup>۷</sup> خط مودم در پست‌ها صورت می‌گیرد [۱۰]. برای بحث مفصل‌تری از زیرساخت‌های مخابراتی سیستم اتوماسیون توزیع به [۱۱] رجوع گردد. در شکل شماره ۳ محدوده شرکت‌های توزیع برق در ایران نشان داده شده است.



شکل ۳- محدوده شرکت‌های توزیع برق در استان‌های کشور

## ۲-۱- مختصری پیرامون سیستم مخابرات و ارتباطات سیستم‌های توزیع

اتوماسیون شبکه‌های توزیع الکتریکی در لایه‌ها و سطوح مختلف نیاز به یک سیستم ارتباطی منسجم دارد. این نیازهای ارتباطاتی سیستم اتوماسیون توزیع به عنوان قلب سیستم اتوماسیون را می‌توان در نکات ذیل خلاصه نمود [۴]:

۱. ارتباطات داده‌ای دو طرفه بین مرکز کنترل توزیع DCC<sup>۸</sup> و پست‌ها برای SCADA<sup>۹</sup>.

<sup>9</sup> Supervisory Control And Data Acquisition

<sup>10</sup> Automatic Meter Reading

<sup>11</sup> Distributed Antenna Small

<sup>7</sup> Power Line Carrier (PLC)

<sup>8</sup> Distributed Control Center

هزینه بالای تهیه ملزومات خاص مناطق شرجی، پایین آمدن عمر مفید تأسیسات برق به علت شرایط جوی و ... از جمله تهدیدات بخش برق استان محسوب می‌شود. گفتنی است فروش اشتراک و همچنین رشد مصرف برق در استان رشدی به مراتب بالاتر از نرخ رشد کشور دارد، هرچند که صنعت برق از سال ۱۲۹۷ (ه ش) وارد استان شده اما تا سال ۱۳۰۰ (ه ش) نیروی برق مصرف خصوصی داشته و پس از آن شهر بوشهر از نعمت ارزشمند روشنایی بهره مند گردیده است. اداره برق بوشهر در سال ۱۳۴۵ تحت نظر شرکت سهامی برق منطقه‌ای فارس رسماً فعالیت خود را آغاز و پس از ۱۲ سال به شبکه سراسری پیوسته است. پس از آن بر اساس سیاست و خط مشی وزارت نیرو، شرکت توزیع نیروی برق استان بوشهر نیز تشکیل و در قلب الاسد (فصل تابستان، مرداد ماه) سال ۱۳۷۱ آغاز به کار نموده است و در حال حاضر پس از گذشت ۱۷ سال این شرکت با حدود ۲۹۹ نفر پرسنل فعال و بالغ بر ۲۸۵۰۰۰ مشترک توانسته است در جلب رضایت عمومی و دستگاه‌های ذی ربط استان موفق باشد، به طوری که در سال‌های گذشته این شرکت توانسته است به لحاظ مدیریت در جهت محرومیت زدایی و هم در زمینه دستگاه نمونه با محوریت اطلاع رسانی عنوان نمونه را در استان کسب نماید، ضمن اینکه روابط عمومی شرکت نیز تاکنون طی سه سال پیاپی و دو سال متناوب در مقوله ارتباط با رسانه‌ها و در زمینه مدیریت مصرف ممتاز شناخته شده و همچنین رتبه برتر در طرح تکریم ارباب رجوع را در سال ۸۲ از وزارت نیرو کسب نموده است.

از آنجا که هدف این مقاله بررسی و مطالعه اتوماسیون توزیع در سطح منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس است، همه شرایط و گام‌هایی که ذیلاً به آن می‌پردازیم با عنایت به شرایط اقلیمی منطقه مطرح گردیده‌اند. مشکلات شبکه‌های هوایی گسترده و طولانی حومه شهرها و مناطق صنعتی با وضعیت‌های اقلیمی متنوع و میزان آلودگی متفاوت با مشکلات شبکه‌های شهری بزرگ و یا کلان شهرها تمایزهای اساسی دارد و نوع طراحی سیستم اتوماسیون برای اینگونه شبکه‌ها نیز به تبع آن متفاوت می‌گردد. در شبکه‌های طولانی ۲۰ یا ۳۳ کیلوولت در منطقه ویژه، استفاده از کلیدهای ریکلوزر و سکشنالایزهای اتوماتیک و هوشمند در طول شبکه توصیه می‌شود که بسته به نیاز باید انتخاب و مورد استفاده قرار گیرد. این کلیدها باید قابلیت مونیتورینگ و اتصال به مرکز کنترل دیسپاچینگ توزیع جهت ارسال و دریافت اطلاعات و فرمان‌ها را داشته باشد. استفاده از این گونه سیستم‌های اتوماتیک جهت کاهش خاموشی‌ها و جدا

توسط تغییر شکل موج سیگنال روی فیدرهای توزیع به نحوی می‌باشد که باعث ایجاد انتقال زمانی در عبور از صفر می‌گردد. کنترل موجی بسیار کند و فقط به صورت یکطرفه مناسب است. دو فناوری دیگر دو طرفه بوده و قادر به ارائه مخابرات با نرخ بیت چند ده بیت در ثانیه بین پست‌ها و دستگاه‌های موجود در شبکه توزیع می‌باشند. به نظر می‌رسد PLC جهت اجرای اتوماسیون شبکه توزیع انتخاب مناسبی باشد.

۳. مخابرات رادیویی: سیستم‌های مخابرات رادیویی اغلب متعلق به شبکه توزیع بوده و عملکرد آن مستقل از شرایط سیستم شبکه الکتریکی می‌باشد که در این راستا فناوری‌های ذیل قابل بررسی است:

- i. UHF point-to-point radio
- ii. UHF multi address radio system (MARS)
- iii. VHF radio
- iv. Time division multi access (TDMA) microwave radio
- v. Broadcast radio
- vi. Packet switching and cellular radio

برای استفاده از این فناوری‌ها تهیه مجوز فرکانس‌های رادیویی مورد نیاز است به جز مورد ششم که از انتقال طیف گسترده UHF<sup>۱۲</sup> با توان ضعیف استفاده می‌کند نیازی به گرفتن مجوز نمی‌باشد.

۴. فیبر نوری: افزایش سرعت انتقال داده در سیستم‌های مخابراتی و در کنار آن نیاز به یک سیستم مخابراتی با ضریب اطمینان و کارایی بالا برای سیستم‌های DAS نظرها را به سمت یک رویکرد جدید یعنی ارتباطات فیبر نوری معطوف کرده است. این فناوری به همراه مخابرات ماکروویو دیجیتال می‌تواند بسیاری از ضعف‌های روش‌های فوق‌الذکر را برطرف سازد.

## ۳- ارائه طرح جامع اتوماسیون توزیع و بررسی چالش‌ها

استان بوشهر با مساحتی حدود ۲۳۱۶۷/۷ کیلومتر مربع و ۶۵۲ کیلومتر مرز آبی با خلیج همیشه فارس در جنوب غربی سرزمین پر مهر ایران واقع شده و از زمان هزاره سوم قبل از میلاد دارای رونق بوده است. موقعیت جغرافیایی و شرایط ویژه آب و هوایی ضرورت بهره‌گیری از نیروی عظیم برق در استان بوشهر را دو چندان می‌سازد و این در حالی است که عوامل نامساعد جغرافیایی از جمله سیل، طوفان و خوردگی تأسیسات،

<sup>12</sup> Ultra High Frequency

با ۲۰ کیلوولت هوایی موجود<sup>۱۴</sup> در منطقه جهت حفاظت بهینه بایستی تعداد لازم از کلیدهای مزبور نصب شود تا پاسخ لازم به دست آید ضمن اینکه مکان یابی محل نصب ریکلوزرها نیز باید با بررسی و مطالعه کافی و با دقت انجام پذیرد، چرا که در غیر این صورت ممکن است نصب کلید نه تنها مفید نبوده بلکه مضر هم باشد.

با توسعه سیستم اتوماسیون و نصب نرم افزارهای مناسب در مراکز کنترل برق سیستم‌های هوشمند ریکلوزرها و سکشنالایزرها، با یک سیستم مخابراتی به مراکز مزبور متصل می‌شود و امکان مونتورینگ و فرمان از دور نیز فراهم می‌گردد. لذا در صورت نصب کلیدهای مزبور در شبکه‌های مختلف باید موضوع فوق‌الذکر مد نظر قرار گیرد و از سیستم‌هایی استفاده گردد که بعداً اتصال آنها به شبکه سیستم دیسپاچینگ توزیع مقدر باشد. به طوری که گفته شد جهت اتوماسیون شبکه‌های توزیع و ایجاد مراکز دیسپاچینگ توزیع در منطقه باید طرح جامع یک سیستم اتوماسیون برای کل منطقه و حتی شهرستان-های هم جوار را تهیه کرد و سپس با توجه به امکانات، نیازها و اولویت‌ها و البته اعتبارات تخصیصی به تدریج طرح به صورت کامل در مراحل مختلف اجرا گردد. مسلماً طرح هر مرحله نیز باید با حساسیت و دقت آماده و اجرا شود. در انتخاب و نصب تجهیزات و نرم افزارهای هر مرحله، رعایت قراردادهای استاندارد و قابل توسعه الزامی بوده به طوری که ضمن استفاده بهینه از تجهیزات سیستم اتوماسیون و دیسپاچینگ، بتوان به آسانی بقیه مراحل اتوماسیون را در کل شبکه پیاده و ظرفیت‌های لازم را ایجاد نمود که البته یکی از مشکلات سیستم توزیع منطقه ویژه عدم یکپارچگی سطوح ولتاژ توزیع است. به طوری که در حوزه پارس ۱ سطح ولتاژ ۳۳ کیلوولت اجرا شده است در حالی که برای پارس ۲ این سطح به ۲۰ کیلوولت تغییر داده شده است. بدیهی است تجهیزات سخت افزاری و نرم افزاری مراکز کنترل و RTUها و سیستم مخابراتی اعم از تجهیزات و باند فرکانسی باید پاسخگوی کل سیستم و شبکه باشد و آنچه را که از یک سیستم پیشرفته مدیریتی و نظارت شبکه (DMS)<sup>۱۵</sup> انتظار می‌رود ارائه نماید [۱۳]. لذا انتخاب تجهیزات مذکور و نیز کلیدها و

کردن قسمت معیوب شبکه بکار می‌رود. اما در شهرهای بزرگ با شبکه‌های کابلی و هوایی و با تعداد زیادی پست‌های توزیع باید طرح جامع اتوماسیون و نیز توسعه شبکه و سیستم‌ها را تهیه نمود. البته با توجه به این مسئله که هنوز طرح جامعی برای وضعیت اتوماسیون توزیع منطقه ویژه ارائه نشده است منطقی به نظر می‌رسد که یک بازنگری کلی در خصوص این موضوع صورت گرفته و کارهای مشاوران که پیش از این در تهیه و تدوین طرح جامع برق منطقه ارائه شده است به نحوی اصلاح یا بازنگری گردد که بتوان بحث طرح جامع اتوماسیون را در آن مطرح نمود. لذا در این راستا بایستی ارتباطات بین پست‌ها را تقویت نموده و پست‌ها را ساماندهی نمود تا جهت نصب آماده شوند. البته اخیراً در کنار کابل کشی‌های پست‌های توزیع در سطح منطقه که زیر نظر سازمان منطقه ویژه صورت می‌گیرد، فیبر نوری جهت کنترل راه دور و به طور کلی اجرای طرح اتوماسیون در آینده نیز در حال اجرا می‌باشد که این خود نوید بخش آینده‌ای روشن در حوزه اتوماسیون توزیع خواهد بود؛ به عبارتی بستر طرح مسئله اتوماسیون به همت مسئولین منطقه در حال فراهم شدن می‌باشد اما بدیهی است اجرایی شدن کامل طرح اتوماسیون مستلزم مطالعه دقیق و پیمودن گام‌هایی است که متعاقباً ارائه می‌گردد.

مسلماً استفاده بهینه از سیستم اتوماسیون منوط به بررسی کلیه نیازهای سیستم RTU<sup>۱۳</sup>، سپس طراحی و اجرای آنها می‌باشد [۱۲]. از نقطه نظر فنی و مدیریتی برای اجرای طرح جامع اتوماسیون توزیع برق، شش مرحله را می‌توان تعریف کرد:

مرحله اول: نیازسنجی

مرحله دوم: امکان سنجی

مرحله سوم: تهیه طرح جامع

مرحله چهارم: بررسی‌های اقتصادی طرح

مرحله پنجم: تهیه طرح عملیاتی

مرحله ششم: نصب و پیاده سازی و بهره برداری

اصولاً اتوماسیون شبکه‌ها به صورت محدود با نصب کلیدهای دژنکتور و اتوریکلوزر در شبکه‌های توزیع ۲۰ کیلوولت از سال-های پیش وجود داشته و در سال‌های اخیر با نصب کلیدهای سکشنالایزر هوشمند و رله‌های هوشمند میکروپروسسوری به توسعه و گسترش این سیستم‌ها پرداخته شده است. این گونه سیستم‌ها اغلب در یک فیدر خاص قابل استفاده بوده و امکانات جداکردن قسمت معیوب شبکه را در حالی دارا می‌باشد که سایر قسمت‌ها از مدار خارج نگردد. بدیهی است در خطوط طولانی ۳۳

<sup>۱۴</sup> البته گفتنی است که هنوز کابل کشی ۳۳ کیلوولت در منطقه بهره برداری نشده است و فقط تعدادی از پست‌های توزیع ۳۳ کیلوولت اجرا شده‌اند. علت این امر نامشخص بودن نحوه تعیین برق منطقه است. اتفاقاً به همین دلیل اندیشیدن در باب اتوماسیون سیستم توزیع می‌تواند با حوصله و دقت بیشتری انجام شود.

<sup>۱۵</sup> Data Management System

<sup>۱۳</sup> Remote Technical Unit

این مسئله لحاظ گردیده به طوری که با یک مصالحه مهندسی از گشاده دستی زیاد هم خودداری شود. مثلاً می‌توان در تعدادی از پست‌ها و یا نقاط لازم دیگر از دید بهره بردار یا طراح تنها از امکانات مونیتورینگ استفاده نمود و فقط در نقاط مورد نیاز تجهیزات قطع و وصل اتوماتیک و فرمان از دور را نصب کرد [۱۴].

#### ۴- نتیجه گیری

شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی آخرین زنجیره از سیستم-های قدرت برای تحویل انرژی از محل تولید به محل مصرف است. بهره برداری بهینه از این شبکه‌ها باعث افزایش قابلیت اطمینان کل سیستم و نیز کاهش قابل توجه تلفات سیستم خواهد شد. با توجه به گستردگی و پراکندگی تجهیزات شبکه-های توزیع، بهره برداری اتوماتیک از این شبکه‌ها، در حال حاضر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در این مقاله با بررسی مفاهیم اساسی اتوماسیون شبکه توزیع، به ارائه راهکارهایی جهت بهبود وضعیت مدیریت شبکه توزیع در سطح منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس پرداختیم. در این راستا گام‌های اصلی اجرای یک طرح جامع اتوماسیون در منطقه را تبیین و ضرورت‌های مسئله را برشمردیم. ساختار پایه یک سیستم اتوماسیون توزیع را روشن کرده و توضیح دادیم در یک منطقه با شرایط اقلیمی خاص چگونه می‌توان این مهم را برآورده ساخت ضمن اینکه تأکید بر دقت در انتخاب قطعات و دستگاه‌های مورد استفاده در منطقه را در دستور کار قرار دادیم. به هر جهت برای کارایی بیشتر در امور مدیریتی و نظارتی زیرساخت‌های منطقه پارس جنوبی که در حیطه وظایف سازمان منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس تعریف شده است نیاز به استفاده از فناوری‌های پیشرفته می‌باشد که یکی از اینها، توسعه سیستم اتوماسیون است که به عنوان یکی از نمادهای اصلی یک منطقه مدرن به شمار می‌رود.

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۱۳ و تاریخ پذیرش: ۸۹/۵/۶

اینترفیس‌ها و سایر تجهیزات بسیار مهم بوده و باید استانداردهای مربوطه کاملاً مراعات گردد که بدین منظور استفاده از متخصصین دانشگاهی و مشاورین مجرب جهت طراحی بهینه و دقیق سیستم و بکارگیری آخرین فناوری‌های ارائه شده در سطح بین‌المللی بسیار مهم می‌باشد.

به طور کلی بهبود بهره برداری و رضایتمندی مشترکین اعم از صنایع و دیگر کاربران عمومی نتیجه اجرای پروژه خواهد بود. اصولاً برگشت سرمایه این پروژه نه تنها تحصیل موارد شانزده گانه بخش پیش و صرفه‌جویی‌های حاصل از کاهش هزینه‌های عملیات و انرژی‌های تورب شده است بلکه رضایت مشترکین مهم‌ترین عامل بوده و کل سیستم به خصوص مشترکین صنعتی و خدماتی از طریق کاهش خاموشی‌های ناخواسته برق از این پروژه سود خواهند برد که در اقتصاد کشور اثر مستقیمی خواهد داشت. از دیگر انتظاراتی که از اجرای این پروژه می‌رود کاهش هزینه‌های پرسنلی، حمل و نقل و استهلاک است مشروط به اینکه در طراحی سیستم و انتخاب پست‌های مانوری مطالعه و دقت کافی صورت پذیرفته باشد و نیز تجهیزات سیستم اعم از کلیدها، تابلوها، اینترلاک‌ها و اینترفیس‌ها، RTU، سیستم‌های مخابراتی، سیستم‌های سخت افزاری و نرم افزاری درست و دقیق انتخاب شده و پاسخگوی سیستم جامع بوده و با استانداردها مطابقت داشته باشد. نکته دیگری که یادآوری آن ضروری می‌نماید بحث بالا بودن ضریب اطمینان سیستم است به طوری که با از کار افتادن یک بخش، ضمن اینکه دیگر واحدها بتوانند به کار خود ادامه دهند، اطلاعات ذخیره شده در مرکز نیز از بین نرود. یک راهکار منطقی استفاده از سیستم کنترل دوگان است که همین ایده برای سیستم‌های مخابراتی نیز قابل استفاده می‌باشد.

در اجرای پروژه سیستم اتوماسیون باید همواره ملاحظات اقتصاد مهندسی را مد نظر داشت. به عنوان نمونه در تعیین تعداد پست‌ها و کلیدهای مانوری هر پست و ارتباطات لازم جهت ایجاد شبکه ۳۳ کیلوولت پایدار که قابل تغذیه از چند طرف باشد

#### فهرست منابع

- [1] V.C. Gungor; F.C. Lambert; "A survey on communication networks for electric system automation", Computer Networks, vol. 50, Issue 7, p.p. 877-897, 15 May 2006.
- [2] K. Debnath; L. Goel; "Power system planning — a reliability perspective", Electric Power Systems Research, vol. 34, Issue 3, p.p. 179-185, September 1995.
- [3] Tianqing Sun; Xiaohua Wang, Xianguo Ma; "Relationship between the economic cost and the reliability of the electric power supply system in city: A case in Shanghai of China", Applied Energy, vol. 86, Issue 10, p.p. 2262-2267, October 2009.

- [۴] حقی فام، محمودرضا؛ مؤمنی، حمیدرضا؛ حمیدی بهشتی، محمد تقی؛ "اتوماسیون شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی". دومین همایش ملی انرژی ۱۳۷۸.
- [5] E. G. Nepomuceno; O. M. Neto; R. H. C. Takahashi; C. E. Tavares; "A heuristic approach to robust control design for power systems with several FACTS devices", International Journal of Electrical Power & Energy Systems, vol. 25, Issue 1, p.p. 13-20, 1 January 2003.
- [۶] شرکت مهندسی مشاور ره شهر، طرح جامع مطالعاتی سایت ۲ پارس، آذر ۱۳۸۶. (آرشو عمران و توسعه منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس)
- [7] G. Schaffer; "Distribution system control and automation", International Journal of Electrical Power & Energy Systems, vol. 16, Issue 3, p.p. 197-205, June 1994.
- [۸] گزارش مطالعات امکان سنجی شرکت مهندسی مشاور موندکو ایران. (آرشو شرکت موندکو)
- [۹] هدایت، فرشید؛ حقی فام، محمودرضا؛ "امکان سنجی اعمال سیستم اتوماسیون در شبکه‌های توزیع برق ایران"، نهمین کنفرانس شبکه‌های توزیع نیروی برق، دانشگاه زنجان، ۹ و ۱۰ اردیبهشت ۱۳۸۳.
- [10] Yosef S. Sherif; S.S. Zahir; "On power line carrier communication (PLC)", Microelectronics Reliability, vol. 24, Issue 4, p.p. 781-791, 1984.
- [۱۱] فریدونیان، علیرضا؛ افشارنیا، سعید؛ عطاری، سید محمود؛ زراعت زاده، محبوبه؛ "زیرساخت جامع مخابراتی اتوماسیون سیستم توزیع"، هشتمین کنفرانس شبکه‌های توزیع نیروی برق، انجمن مهندسی برق و الکترونیک ایران، ۳۱ اردیبهشت ۱۳۸۲.
- [12] CPEng BSc(ElecEng) BComm Cobus Strauss; "Power system automation architectures", Practical Electrical Network Automation and Communication Systems, p.p. 128-135, 2003.
- [13] Edwin Zivi; "Design of robust shipboard power automation systems", Annual Reviews in Control, vol. 29, Issue 2, p.p. 261-272, 2005.
- [۱۴] وحیدنیا، احمد؛ "بررسی ضرورت‌ها و اصول بهینه اتوماسیون شبکه‌های توزیع"، نهمین کنفرانس شبکه‌های توزیع نیروی برق، دانشگاه زنجان، ۹ و ۱۰ اردیبهشت ۱۳۸۳.
- [۱۵] سایت رسمی شرکت توانیر: <http://www.tavanir.org.ir/farsi/projects/web-amar/vazia>



۵- ضمیمه: خلاصه وضعیت بخش توزیع صنعت برق در سال ۱۳۸۷ [۱۵]

شرح	افزایش در سال ۱۳۸۷	۱۳۸۷	۱۳۸۶	درصد رشد سال ۸۷ به ۸۶	متوسط درصد رشد سالانه ۸۶ به ۷۶	فروش انرژی برق	
						میلیون کیلووات ساعت	هزار مشترک
خانگی	۲۱۱۹	۵۲۸۹۶	۵۰۷۷۷	۴.۲	۶.۷	میلیون کیلووات ساعت	فروش انرژی برق
عمومی	۷۸۹	۲۰۴۳۷	۱۹۶۴۸	۴.۰	۱۱.۳		
کشاورزی	۳۵۱۵	۲۱۱۸۵	۱۷۶۷۰	۱۹.۹	۸.۰		
صنعتی	۱۹۳۳	۵۱۷۰۵	۴۹۷۷۲	۳.۹	۷.۷		
سایر مصارف	۷۹۱	۱۰۷۴۴	۹۹۵۳	۷.۹	۵.۲		
روشنایی معابر	-۴۱۹	۴۰۹۱	۴۵۱۰	-۹.۳	۷.۱		
جمع	۸۷۲۸	۱۶۱۰۵۸	۱۵۲۳۳۰	۵.۷	۷.۶		
خانگی	۸۳۷	۱۸۶۰۶	۱۷۷۶۹	۴.۷	۴.۶	هزار مشترک	مشترکین انرژی برق
عمومی	۶۱	۸۵۰	۷۸۹	۷.۷	۸.۵		
کشاورزی	۲۳	۱۷۴	۱۵۱	۱۵.۲	۱۴.۲		
صنعتی	-۱	۱۶۵	۱۶۶	-۰.۶	۹.۲		
سایر مصارف	۱۴۷	۲۸۱۵	۲۶۶۸	۵.۵	۴.۶		
جمع	۱۰۶۷	۲۲۶۱۰	۲۱۵۴۲	۵.۰	۴.۷		
فشار متوسط هوایی	۹.۷	۳۲۴.۸	۳۱۵.۱	۳.۱	۵.۵		
فشار متوسط زمینی	۱.۲	۱۴.۰	۱۲.۸	۹.۴	۵.۲		
جمع شبکه فشار متوسط	۱۰.۹	۳۳۸.۸	۳۲۷.۹	۳.۳	۵.۵		
فشار ضعیف هوایی	۸.۹	۲۴۱.۷	۲۳۲.۸	۳.۸	۳.۵		
فشار ضعیف زمینی	۲.۳	۳۵.۳	۳۳.۰	۷.۰	۷.۳		
جمع شبکه فشار ضعیف	۱۱.۲	۲۷۷.۰	۲۶۵.۸	۴.۲	۳.۹		
تعداد ترانسفورماتورهای هوایی	۲۶۱۳۴	۳۸۸۴۱۷	۳۶۲۲۸۳	۷.۲	۷.۵	دستگاه	
تعداد ترانسفورماتورهای زمینی	۱۴۹۶	۲۷۲۲۴	۲۵۷۲۸	۵.۸	۲.۶		
جمع تعداد ترانسفورماتورهای شبکه توزیع	۲۷۶۳۰	۴۱۵۶۴۱	۳۸۸۰۱۱	۷.۱	۷.۱		
ظرفیت ترانسفورماتورهای هوایی	۳۵۰۴	۵۵۸۵۹	۵۲۳۵۵	۶.۷	۷.۰	مگاوات آمپر	تعداد فیدرهای فشار متوسط توزیع
ظرفیت ترانسفورماتورهای زمینی	۱۱۹۵	۲۰۱۴۳	۱۸۹۴۸	۶.۳	۲.۹		
جمع ظرفیت ترانسفورماتورهای توزیع	۴۶۹۹	۷۶۰۰۲	۷۱۳۰۳	۶.۶	۵.۷		
تعداد فیدرهای فشار متوسط توزیع	۶۰۳	۹۷۰۵	۹۱۰۲	۶.۶	۶.۶	دستگاه	تعداد چراغ روشنایی معابر
تعداد چراغ روشنایی معابر	-۲۳۵	۶۷۴۱	۶۹۷۶	-۳.۴		هزار دستگاه	
تعداد کل روستاهای برق دار شده	۴۵۵	۵۱۵۹۵	۵۱۱۴۰	۰.۹	۲.۹	روستا	
تعداد کل خانوارهای روستایی برق دار شده	۱۰۰	۴۲۱۳۰	۴۲۰۳۰	۰.۲	۰.۲	هزار خانوار	
طول خطوط فشار متوسط روستایی	۱.۲	۱۷۲.۷	۱۷۱.۵	۰.۷	۶.۵	هزار کیلومتر	طول خطوط فشار ضعیف روستایی
طول خطوط فشار ضعیف روستایی	۰.۴	۱۰۰.۵	۱۰۰.۱	۰.۴	۲.۷		

۳.۳	۰.۴	۶۸۲۰.۲	۶۸۵۰.۰	۲۹.۸	مگاوات آمپر	ظرفیت ترانسفورماتورهای شبکه روستایی	
۳.۹	۰.۸	۶۵۵۶۵	۶۶۱۰۱	۵۳۶	دستگاه	تعداد ترانسفورماتورهای شبکه روستایی	
-۰.۳	-۰.۵	۳۳.۳	۳۲.۸	-۰.۵	درصد	سهام مصرف مشترکین خانگی	شاخص‌ها
۰.۴	-۰.۲	۱۲.۹	۱۲.۷	-۰.۲		سهام مصرف مشترکین عمومی	
۰.۰	۱.۶	۱۱.۶	۱۳.۲	۱.۶		سهام مصرف مشترکین کشاورزی	
۰.۰	-۰.۶	۳۲.۷	۳۲.۱	-۰.۶		سهام مصرف مشترکین صنعتی	
-۰.۲	۰.۱	۶.۵	۶.۷	۰.۱		سهام مصرف مشترکین سایر مصارف	
۰.۰	-۰.۴	۳.۰	۲.۵	-۰.۴		سهام مصرف روشنایی معابر	
	-۰.۳۷	۱۷.۸۷	۱۷.۵	-۰.۳۷	درصد	تلفات شبکه توزیع	شاخص‌ها
۲.۷	۰.۷	۷۰۷۱	۷۱۲۳	۵۲	کیلو واتساعت	متوسط مصرف مشترکین	
۲.۱	-۰.۵	۲۸۵۸	۲۸۴۳	-۱۵		متوسط مصرف مشترکین خانگی	
	-	۲.۴۵	۱۴.۰	۱۱.۵۵	دقیقه در روز	زمان خاموشی هر مشترک توزیع	