



## سیستم های کاربردی شبکه توزیع هوشمند در طرح بزرگ فهام- قسمت اول

شقایق یوسفی<sup>۱</sup>، هادی مدقق<sup>۲</sup> و رضا دشتی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> سازمان بهره وری انرژی ایران، sh.yousefi@gmail.com

<sup>۲</sup> سازمان بهره وری انرژی ایران، hmodaghegh@yahoo.co.uk

<sup>۳</sup> دانشگاه علم و صنعت ایران، rdashti@iust.ac.ir

چکیده - هوشمند سازی شبکه توزیع انرژی الکتریکی در دو وجه ارتباط دوسویه مستمر با مشترکین و مدیریت بهینه سیستم توزیع با استفاده از فن آوری اطلاعات و ادوات کنترل از راه دور ظهور می یابد. این مقاله با تمرکز بر طرح فراسامانه هوشمند اندازه گیری و مدیریت انرژی (فهام)، شمایی از شبکه توزیع هوشمند و شارش اطلاعات در آن ارائه می نماید، از منظر بهره برداری شبکه توزیع هوشمند سیستم های کاربردی شبکه منطبق بر طرح فهام را معرفی می کند و ارتباطات بین این سیستم ها را از نظر وابستگی عملیاتی و اطلاعاتی تبیین می نماید. کلید واژه - بهره برداری سیستم توزیع، سیستم های کاربردی، شبکه توزیع هوشمند، فهام.

اقدام برای طراحی و تشکیل شبکه های قدرت هوشمند در اکثر کشورهای دنیا آغاز شده و در برخی مناطق محدود شکلهایی از این نوع شبکه در مقیاسهای بزرگ و کوچک پیاده سازی شده و بهره برداری می شود. البته لازم به ذکر است که هوشمندسازی توزیع برق در مقایسه با بخش تولید و انتقال توان الکتریکی از سرعت و پیشرفت کمتری برخوردار است و در عین حال پیچیدگی و ابهامات بیشتری به همراه دارد.

در کشور ما، طبق مصوبه شماره ۹۴۰۲۵/ت/۴۲۲۰۰ هیات دولت مورخ هفتم مرداد سال ۱۳۸۸، اجرای طرح پیاده سازی شبکه هوشمند قرائت و مدیریت مصرف به وزارت نیرو محول گردید. وزارت نیرو این مأموریت را به معاونت انرژی، سازمان بهره وری انرژی ایران (سابا) سپرد و از آن پس مقدمات هوشمندسازی شبکه توزیع برق کشور در قالب طرح بزرگ فراسامانه هوشمند اندازه گیری و مدیریت انرژی (فهام) در این سازمان کلید خورد.

طرح فهام بر اساس نصب دستگاههای اندازه گیری هوشمند در شبکه توزیع مناطق منتخبی از کشور تعریف شده و در حال اجراست. دستاورد ارزشمند اجرای طرح فهام دسترسی به داده های مطمئنی از ولتاژ، جریان، توان، انرژی، فرکانس، هارمونیک و ... در شبکه توزیع است که شرط اول شکل گیری شبکه توزیع هوشمند به شمار می رود. در واقع طرح بزرگ فهام تامین کننده

### ۱- مقدمه

واژه شبکه قدرت هوشمند به نوعی از سیستم های انتقال و توزیع انرژی الکتریکی اطلاق می شود که برای ارتقاء عملکرد شبکه قدرت و ارائه خدمات جانبی به مشترکین، تجمعی بین ابزارهای مرسوم در مهندسی قدرت و فن آوری های نوین روز، اندازه گیری های لحظه ای و تکنولوژی های کنترل و نظارت، تکنولوژی اطلاعات و ارتباطات به وجود می آورد، شبکه موجود را با امکانات جدید توسعه می دهد و بهره برداری می کند [۱]. عملکرد شبکه قدرت هوشمند بر اساس سه شارش پول، انرژی و اطلاعات است که ارتباط بین بازیگران شبکه را فراهم می سازند. این نوع از ارتباط مزایایی از قبیل مدیریت و مانیتورینگ سیستم های توزیع شامل قرائت خودکار دستگاههای اندازه گیری، مدیریت تقاضا، قیمت دهی بلادرنگ، ردیابی سرقت ها، قطع و وصل از راه دور، مدیریت انرژی، ارتباط و کنترل منابع انرژی پراکنده و آشکار سازی خاموشی ها را به دنبال دارد. بهبود عملکرد شبکه و افزایش رضایتمندی مشترکین، نظارت بر وضعیت لحظه ای شبکه توسط اداره کنندگان آن، دسترسی آسان به اطلاعات تاریخی و لحظه ای شبکه و هموار کردن مسیر تشکیل جامعه دیجیتال، همگی از ویژگی های قابل توجه شبکه های هوشمند هستند.



سیستمهای کاربردی با فراخوانی سیستمهای زیر مجموعه ای انجام می شود که برای حصول هدف تعیین شده بکار گرفته می شوند. این نوع از مطالعات در هیچ یک از مراجع قبلی انجام نشده است. بنابراین ارتباطات بین سیستم های کاربردی شبکه توزیع هوشمند از نظر عملیاتی و اطلاعاتی از جمله دستاوردهای ارائه شده در این مقاله می باشد.

در این مقاله بازیگران اصلی شبکه توزیع هوشمند و شارشهای اطلاعات، انرژی و پول بین بازیگران نشان داده می شود. انواع سیستم های کاربردی پیش بینی شده در طرح بزرگ فهم ارائه و تشریح می شوند، در مورد پیاده سازی سیستم ها بحث می شود و در ادامه ارتباط بین سیستم ها از نظر وابستگی عملیاتی و اطلاعاتی مشخص می گردد. سیستمهای کاربردی ارائه شده در این مقاله و وابستگی های آنها از منظر بهره برداری سیستم توزیع و نه برنامه ریزی و طراحی آن، سازمان دهی و پرداخته شده اند. بهره برداری سیستم توزیع به کلیه فعالیتهایی اطلاق می گردد که برای حفظ و نگهداری و بهره مندی بهینه از سیستم توزیع موجود، زمان بندی و اجرا می گردند. برخی از این فعالیتها در افق لحظه ای (مانند کلیدزنیها)، برخی دیگر در افق کوتاه مدت (مانند تغییر تنظیم رله ها) و برخی دیگر در افق میان مدت (مانند تعمیرات تجهیزات) انجام می پذیرد.

این مقاله در دو قسمت و با ساختار زیر تنظیم شده است: در بخش دوم بازیگران شبکه توزیع هوشمند و نمونه ای از معماری آن ارائه می گردد. بخش سوم به معرفی سیستمهای کاربردی شبکه توزیع هوشمند اختصاص یافته و بخش چهارم پیاده سازی سیستمهای کاربردی را مورد بررسی قرار می دهد. بخش پنجم به تشریح ارتباط بین سیستم ها اختصاص یافته است. بخشهای اول و قسمتی از بخش دوم در قسمت اول مقاله آمده است. قسمت دوم مقاله ادامه بخش دوم و بخشهای سوم الی آخر مقاله را در خود جای داده است.

شارش اطلاعات از شارشهای سه گانه فوق می باشد و قدم اجرایی مهمی در هوشمند سازی شبکه توزیع برق محسوب می گردد.

بدون شک جمع آوری مقادیر اندازه گیری شده، صحت سنجی و اصلاح داده های نادرست نمی تواند به خودی خود شبکه توزیع را به شبکه ای هوشمند مبدل سازد بلکه می تواند آن را در این راستا قرار دهد و بستر لازم برای حرکت به این سمت را فراهم آورد. به همین منظور طراحان طرح فهم قدم بعدی را "بکارگیری داده های مطمئن خروجی سیستم CAS در مدیریت و بهینه سازی عملکرد شبکه توزیع" در قالب استخدام سیستمهای کاربردی (Application Systems (AS)) مشخصی تعریف نموده و پیگیری می نمایند.

همانطور که گفته شد، طرح فهم در راستای شکل گیری شبکه توزیع هوشمند در کشور تعریف شده است. شبکه توزیع هوشمند با فعالیت هماهنگ مجموعه ای از بازیگران شبکه در قالب همکاری، داد و ستد و رقابت شکل می گیرد و با بهینه سازی عملکرد هریک و تنظیم روابط بین آنها ادامه حیات می یابد. مساله معماری شبکه توزیع هوشمند و ترکیب بازیگران سیستم در مطالعات مختلفی مورد بحث و بررسی قرار گرفته است [۴-۲]. در مرجع [۲] به بازیگرانی همچون منابع انرژی پراکنده، اپراتور سیستم و تامین کنندگان خدمات اندازه گیری (اپراتورهای اندازه گیری) اشاره شده است. گروه های اصلی شرکت کننده در سیستم توزیع از قبیل خرده فروش ها، منابع انرژی پراکنده، مشترکین، شرکت توزیع و اپراتور سیستم توزیع در مرجع [۴] ارائه گردیده اند. هریک از بازیگران سیستم در راستای وظایف تعریف شده خود به انجام یک یا چند نوع از انواع فعالیتهای اقتصادی، نظارتی و فنی می پردازند تا به هدف مشخصی دست یابند.

هر یک از سیستم های کاربردی شبکه توزیع هوشمند، به بخشی از اطلاعات شبکه دسترسی دارند و با توجه به عملکرد تعریف شده خود، اطلاعات و دانش جدید نیز تولید می کنند. عملیات هدف در برخی از سیستم های کاربردی به اطلاعات ذخیره شده و دانش تولید شده در سیستمهای دیگر وابسته است. از سوی دیگر پیاده سازی عملیات مورد نظر در دسته ای از

## ۲- بازیگران شبکه توزیع هوشمند

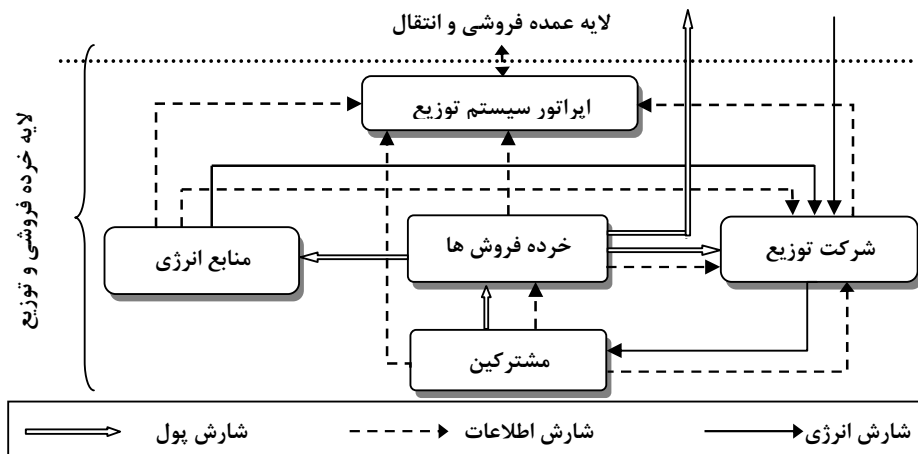
ارائه می نمایند و انرژی مورد نیاز مصرف کنندگان را در بازارهای عمده فروشی و یا از مولدهای پراکنده محلی تامین می کنند.

مدیریت بلند مدت بازار برق شامل اعطای مجوز، حمایت از ذی نفعان، تعریف روابط حقوق و مالی، ارزیابی و محاسبه شاخصهای عملکرد شبکه و بازار و تدوین دستورالعملهای مختلف برای کنترل بازار از وظایف قانون گذار بازار است که در سیستم توزیع از اپراتور سیستم توزیع (Distribution System Operator (DSO)) به عنوان نماینده خود و مجری قوانین وضع شده بهره می برد. اپراتور سیستم توزیع در شبکه توزیع هوشمند با مسئولیت انجام فعالیتهای دیسپاچینگ و نظارت بر بازار خرده فروشی از شرکتهای توزیع جدا شده و در قالب یک نهاد حاکمیتی و غیر انتفاعی، فعالیت مستقل نظارتی دارد. این نهاد، مدیریت کوتاه مدت بازار خرده فروشی و تطبیق شارش انرژی با ظرفیتهای و قیود شبکه توزیع را برعهده دارد. علت اصلی استقلال اپراتور از شرکت توزیع را می توان جداسازی اپراتور و ناظر از مالک در بازار یاد نمود که از نظریه های اقتصادی مهم در اجرای درست خصوصی سازی در بازار توزیع محسوب می شود.

منابع انرژی پراکنده اعم از مولدهای انرژی اکتیو و رآکتیو، ذخیره سازها و خودروهای هیبرید، به مثابه منابع انرژی کوچک غیر متمرکز نزدیک به محل مصرف، بخشی از انرژی مورد نیاز مشترکین محلی را تامین می نمایند.

به طور کلی شبکه قدرت هوشمند بر پایه سه شارش اصلی بنا نهاده شده است؛ شارش انرژی، شارش اطلاعات و شارش پول. شارش اطلاعات در شبکه هوشمند ارتباط بین بازیگران مختلف شبکه را میسر می سازد. شارش پول در بستر بازارهای عمده فروشی و خرده فروشی انرژی الکتریکی امکان خرید و فروش برق در فضای رقابتی آینده را فراهم می کند تا انرژی الکتریکی از تولید کننده تا مصرف کننده آن جریان یابد. در واقع نمیتوان این سه جریان را مستقل از یکدیگر در شبکه قدرت ترسیم کرد، چرا که ارتباط بین بازیگران شبکه هوشمند در فضای خرید، فروش و نظارت و با تکیه بر داده های جاری در میان آنها شکل می گیرد. بازیگران اصلی شبکه توزیع هوشمند و ارتباط بین آنها بر اساس شارش های پول، اطلاعات و انرژی را می توان به صورت شکل ۱ ارائه کرد.

در یک سیستم توزیع هوشمند، بهره برداری، توسعه و نگهداری شبکه برق رسانی بر عهده بازیگر شرکت توزیع (Distribution Company (DISCO)) قرار دارد. بازارهای عمده فروشی و خرده فروشی برق توسط خرده فروشها (Retail Energy Providers (REPs)) به یکدیگر مرتبط می شوند. خرده فروشها بنگاههای اقتصادی هستند که با مشترکین شبکه توزیع در گروههای مختلف با نیازها و منافع گوناگون ارتباط برقرار میکنند، طرحهای مختلف قیمت دهی و خدمات جانبی



شکل ۱- شارش پول و انرژی در شبکه قدرت هوشمند

را فراهم کنند. پردازش، مرحله تبدیل اطلاعات دست چین شده به دستورالعمل های قابل اجرا است که به هر دو نوع داده ها؛ داده های لحظه ای و پایگاه های داده (منابع غیرلحظه ای موجود) برای این عمل نیاز دارد.

بر اساس طرح بزرگ فہام، مقادیر اندازه گیری و ثبت شده توسط دستگاه های اندازه گیری هوشمند نصب شده در گره های شبکه توزیع، با استفاده از بستر مخابراتی و ابزارهای پیش بینی شده ارسال داده نظیر سیستم ارسال همزمان انرژی و اطلاعات (Power Line Carrier (PLC) ، امواج (Radio Frequency (RF) و رابط مخابراتی (General Packet Radio Service (GPRS) به مراکز جمع آوری داده (Data Concentrator/Collector) و از آن پس به سیستم مرکزی (Central Access System) ارسال می گردد. در برخی موارد نیز داده ها به صورت مستقیم به سیستم CAS فرستاده می شود. همانطور که در شکل ۲ دیده می شود، دستگاه های اندازه گیری هوشمند در گره های شبکه توزیع به منزله منابع اطلاعات در طرح فہام هستند. سیستم مرکزی CAS شامل دو بخش دریافت اطلاعات و پردازش آنها می باشد و وظیفه صحت سنجی، تعیین داده های نادرست، جایگزینی داده های نادرست با مقادیر تخمین زده شده و آماده سازی اطلاعات خام مورد نیاز برای عملیات بهره برداری و مدیریت شبکه توزیع را بر عهده دارد. آخرین زنجیره از شارش اطلاعات در طرح فہام، سیستم های کاربردی شبکه توزیع هستند که تحلیل، پردازش و تصمیم سازی را بر عهده دارند.

خرده فروشها و منابع انرژی پراکنده در یک سیستم توزیع هوشمند از صنایع غیر انحصاری و رقابتی محسوب می شوند که به رقابت با هموعان خود برای کسب سود بیشتر می پردازند.

جمع آوری، ارسال و پردازش اطلاعات در شبکه های قدرت هوشمند از جایگاه ویژه ای در دستیابی به اهداف تعیین شده شبکه قدرت هوشمند برخوردار است. امنیت، قابلیت اطمینان، کیفیت، دسترس پذیری و بازدهی انرژی اهدافی هستند که در شبکه قدرت هوشمند مورد توجه می باشند [۷-۵]. شبکه های توزیع هوشمند با توجه به عنایت کم شبکه های توزیع سنتی به موضوع مانیتورینگ و پردازش سریع اطلاعات، تغییر غیر قابل انکاری نسبت به اسلاف خود دارند که در حوزه های شارش اطلاعات و شارش پول اتفاق می افتد.

به طور کلی شارش اطلاعات در هر سیستمی اعم از شبکه قدرت یا غیر آن، از پنج بلوک اصلی تشکیل می شود: منابع اطلاعات، انتقال اطلاعات، تصفیه و ترکیب اطلاعات، تحلیل و پردازش که در شکل ۲ دیده می شوند. بسته به نوع سیستم، منابعی برای جمع آوری داده وجود دارند که از طریق یک ساختار ارتباطی پیش بینی شده با امنیت بالا، داده های خود را برای مراکز جمع آوری و پردازش اطلاعات ارسال می کنند. طیف وسیعی از تکنولوژی های با سیم و بی سیم برای انتقال اطلاعات وجود دارند [۸]. سیستم ها از انواع مختلفی از پایگاه های داده و تکنولوژی های ترکیب و جمع آوری اطلاعات با کاربری های متفاوت بهره می گیرند تا علاوه بر تشخیص اطلاعات درست و مفید از نویزها و داده های نادرست و تصفیه اطلاعات، انواع روشهای داده کاوی را برای تخمین داده های از دست رفته و تامین خوراک لازم برای کنترل کننده ها و مراکز تصمیم گیری



شکل ۲- سیستم شارش اطلاعات در شبکه قدرت هوشمند



### ۳- سیستم های کاربردی شبکه توزیع هوشمند

سیستم های کاربردی طرح فهام به هر بسته مدیریتی/مهندسی شبکه توزیع اطلاق می گردد که گوشه ای از فعالیتهای بالقوه/بالفعل شبکه توزیع را بر عهده می گیرد و به نحو بهینه ای برنامه ریزی می کند تا خروجی آن به عنوان دستورالعمل اجرایی کارآمدی مورد استفاده فاز عملیاتی قرار گیرد. این سیستم های کاربردی می توانند برای استفاده بازیگران مختلف شبکه توزیع تعریف و برنامه ریزی گردند تا فعالیتهای مختلف جاری در شبکه توزیع فعلی و پیش بینی شده در شبکه توزیع هوشمند را پوشش دهند. در واقع با طراحی و بهره برداری از AS ها نقش عامل انسانی در فرآیندهای متنوع توزیع برق به اجرای راهکارها و نتایجی محدود می شود که هر سیستم کاربردی با پردازش داده های ورودی از CAS و بررسی راههای مختلف تحقق هدف تعریف شده برای AS به آنها دست می یابد و به عنوان خروجی به کاربر اعلام می کند. در ادامه انواع سیستم های کاربردی طرح بزرگ فهام تشریح می شوند.

برخی از این سیستم های کاربردی مانند صدور صورتحساب و مدیریت روشنایی معابر، میراث به جای مانده از شبکه توزیع سنتی (legacy systems) هستند، حال آنکه سایر آنها برای نیل به شبکه توزیع هوشمند تعریف شده اند و بخشی از هوشمندی شبکه قدرت را محقق می سازند که از آن جمله میتوان به سیستم های کاربردی مدیریت پاسخگویی بار و مدیریت منابع انرژی پراکنده اشاره نمود.

اکثر قریب به اتفاق سیستم های کاربردی فوق علاوه بر پاسخگویی به مسأله بهینه سازی بهره برداری شبکه توزیع با بررسی وضعیت شبکه و بار آن، به تدوین و تهیه طرحهای توسعه شبکه نیز می پردازند و آخرین فعالیت خود را پس از حل مسائل بهره برداری شبکه بر حوزه توسعه آن متمرکز می کنند. بدیهی است که توسعه شبکه تنها به معنای احداث پست و خط جدید نیست، بلکه هر نوع افزودن تجهیز جدید به شبکه را می توان در زمره فعالیتهای توسعه ای در نظر گرفت. به طور کل، توسعه شبکه توزیع گاه برای تامین بار مورد نیاز مشترکین فعلی (چه بار مصرفی حال حاضر و چه بار رو به رشد آینده مشترکین طبق

نتایج فرآیند پیش بینی بار) و گاه برای پاسخگویی به متقاضیان انشعاب و مشترکین بالقوه شبکه انجام می گیرد. از این پس دسته اول را با نام توسعه اصلاحی و دسته دوم را با عنوان توسعه نیرورسانی می خوانیم هرچند که در لفظ رایج مهندسی توزیع، لغت نیرورسانی به شکل خاصی از توسعه برای متقاضیان برق از نظر نحوه پرداختهای مالی اطلاق می گردد.

توسعه اصلاحی با هدف ارتقاء شاخصهایی نظیر قابلیت اطمینان، کیفیت توان و مدیریت بهینه بارگذاری تجهیزات شبکه در شرایط فعلی و با نگاه به آینده نزدیک صورت می گیرد و توسعه نیرورسانی برای افزایش ظرفیت شبکه و پذیرش بار جدید انجام می شود.

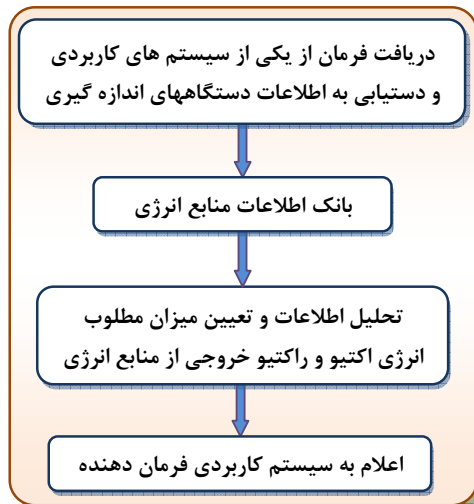
همانطور که در زیر بخشهای ۳-۱ تا ۳-۱۱ تشریح خواهد شد، این سیستم های کاربردی در ارتباط مستقیم از نظر تبادل اطلاعات با یکدیگر هستند و در برخی موارد حتی کل یک سیستم کاربردی به عنوان یکی از ابزارهای سیستم دیگری و به صورت زیر مجموعه ای از آن مورد بهره برداری قرار می گیرد. بنابراین برای تدوین الگوریتم سیستمی که چند سیستم دیگر را در زیرمجموعه خود دارد لازم است الگوریتم سیستم های زیرمجموعه در دسترس باشند.

مدیریت و بهره برداری بهینه سیستم توزیع توسط نرم افزار مدیریت سیستم توزیع انجام می شود که هماهنگ کننده و بکارگیرنده کلیه سیستم های کاربردی توزیع انرژی است.

### ۳-۱- سیستم کاربردی مدیریت پاسخگویی بار

مدیریت پاسخگویی بار به مجموعه فعالیتهایی اطلاق می گردد که با هدف استفاده از پتانسیل بخش مصرف در حفظ تعادل فنی و اقتصادی شبکه و با بکارگیری انواع روشهای پاسخگویی بار (DR) (Demand Response) برنامه ریزی و اجرا می گردند. سیستم مدیریت پاسخگویی بار با دسترسی به داده های بار مشترکین و انجام محاسبات پخش بار شبکه و پیش بینی بار آینده (به کمک ماژول بار الکتریکی)، تصویری از مقدار و الگوی مصرف انرژی الکتریکی ترسیم می نماید. سپس با در نظر گرفتن انواع قراردادهای پاسخگویی بار که پیش از این با گروهی از مشترکین منعقد شده، نرخ های تشویقی و جریمه در برنامه

در این سیستم کاربردی فرض بر این است که منابع انرژی پراکنده به صورت ابزارهای تولید و تزریق توان اکتیو و راکتیو در اختیار دیسپاچینگ شبکه توزیع هستند و بر اساس فرمان صادر شده توسط دیسپاچینگ، خروجی خود را تنظیم می کنند. بنابراین مساله حضور منابع انرژی پراکنده در بازار خرده فروشی مد نظر نخواهد بود. فرمان تغییر خروجی منابع انرژی با اعلام نیاز یکی از سیستم های کاربردی مرتبط که از این منابع در جهت تامین اهداف خود استفاده می کنند به سیستم کاربردی مدیریت منابع انرژی پراکنده ارسال می شود (شکل ۴).



شکل ۴- سیستم کاربردی مدیریت منابع انرژی پراکنده

### ۳-۳- سیستم کاربردی مدیریت اتفاقات

اتفاق در شبکه های توزیع به معنای خاموشی برق از دید مشترکین است بنابراین مدیریت اتفاقات به مجموعه فعالیتهایی اطلاق می گردد که در جهت به حداقل رساندن خاموشیها و رفع خاموشی واقع شده با هدف برقرار کردن حداکثری مشترکین انجام می شود.

سیستم کاربردی مدیریت اتفاقات با دریافت اخطار خاموشی در سمت مشترکین و یا قطعی در شبکه توزیع به تحلیل داده های جمع آوری شده از دستگاه های اندازه گیری می پردازد تا علاوه بر تعیین محل خطا، با استفاده از ماژول بار الکتریکی تصویری از بار مشترکین قبل از وقوع خاموشی بدست آورد و

های تشویق محور، همچنین تعرفه های متغیر انرژی و دستور العمل محاسبه بهای آن در برنامه های قیمت محور، سبدي از برنامه های DR برای ابلاغ به مشترکین طرف قرارداد به کاربر پیشنهاد می کند به نحوی که با کمترین هزینه و بیشترین عایدی فنی و اقتصادی، تعادل بین انرژی شارش یافته در شبکه توزیع و تقاضای مشترکین از نظر ظرفیت فنی شبکه و/یا توازن هزینه و درآمد برقرار گردد.

اعلام نیاز به استفاده از برنامه های DR از سوی یکی از سیستم های کاربردی مرتبط که از این پتانسیل در جهت تامین اهداف خود استفاده می کند به سیستم کاربردی مدیریت پاسخگویی بار ارسال می شود تا محاسبات و مطالعات لازم در این سیستم انجام شود. این موارد کاربرد، در تشریح هر یک از سیستم های کاربردی مرتبط در ادامه مطلب تعیین شده است. فلوجارت کلی این سیستم در شکل ۳ نشان داده شده است.

### ۳-۲- سیستم کاربردی مدیریت منابع انرژی پراکنده

مدیریت منابع انرژی پراکنده به مجموعه فعالیتهایی اطلاق می گردد که برای تنظیم انرژی تزریقی منابع انرژی پراکنده به شبکه توزیع برق اعم از مولدهای پراکنده، ذخیره سازها و خوردروهای برقی با هدف حفظ تعادل فنی و اقتصادی در فرآیندهای خرید انرژی، شارش انرژی و فروش انرژی به مشترکین انجام می شود.



شکل ۳- سیستم کاربردی مدیریت پاسخگویی بار

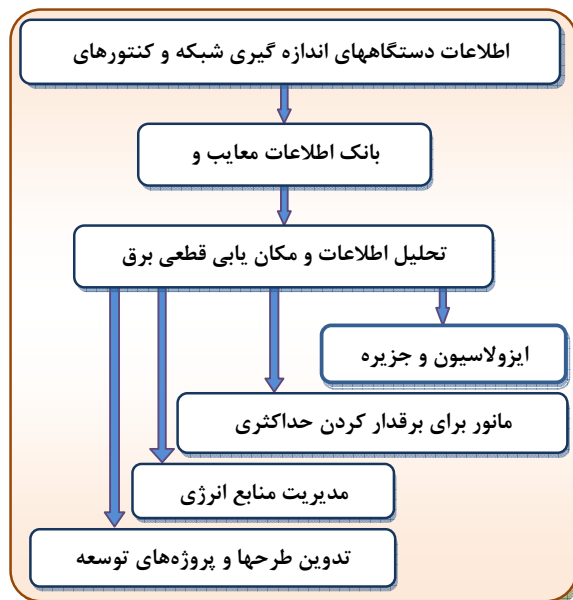
مختلف برای انجام عملیات لازم اقدام نمود. جبهه اول، ایجاد تعادل در بارگذاری از طریق تزریق انرژی به شبکه توزیع در نقاط مناسبی از شبکه است که در واقع با افزایش تولید یا تزریق انرژی مکان یابی شده، بین تولید و مصرف رو به رشد انرژی تعادل ایجاد می نماید. جبهه دوم ایجاد تعادل در بارگذاری از طریق مدیریت شارش انرژی در مسیرهای مختلف ممکن از محل تزریق انرژی تا محل مصرف است که توزیع انرژی متناسب با ظرفیت خطوط و فیدها را مورد بررسی و بهینه سازی قرار می دهد و اما جبهه سوم مدیریت بار شبکه، نزدیک کردن میزان مصرف انرژی به مقدار انرژی تزریق شده به شبکه است که در قالب ابزارهای حوزه مصرف قابل دسته بندی می باشد.

از همین رو ابزارهای مدیریت بار الکتریکی در شبکه توزیع برق را می توان در سه دسته تقسیم بندی کرد. در بخش تولید می توان با توسعه پستهای فوق توزیع جدید به عنوان مبادی ورود انرژی از شبکه بالادستی به شبکه توزیع، بار رو به رشد شبکه را مدیریت نمود. این روش جزء روشهای مرسوم شبکه توزیع سنتی است که در واقع به تدوین طرحهای توسعه اصلاحی و نیرورسانی می انجامد. در عین حال با توجه به امکان بهره برداری از منابع انرژی پراکنده در شبکه های توزیع هوشمند می توان از این پتانسیل نیز برای مدیریت بار شبکه استفاده نمود. در بخش ظرفیت شبکه همانطور که در شبکه های توزیع سنتی صورت می پذیرد ابزارهایی مانند مانور، تعدیل و بالانس برای مدیریت بارگذاری تجهیزات مورد استفاده قرار می گیرند. اما در حوزه مصرف، مدیریت روشنایی معابر و نیز کاهش تلفات الکتریکی به ویژه تلفات غیر فنی هم می توانند به مدیریت بارگذاری تجهیزات شبکه کمک کنند. این دو روش در شبکه های توزیع سنتی نیز بکار گرفته می شوند. مدیریت سمت مصرف (با استفاده از روشهای DR) - به عنوان ابزار جدیدی که در شبکه توزیع هوشمند در دسترس می باشد - می تواند بارگذاری تجهیزات شبکه را در زمانهای محدود پیک بار کنترل نماید.

با توجه به تمامی روشهای ذکر شده برای اعمال مدیریت بار در شبکه توزیع هوشمند، سیستم مدیریت بار شبکه توزیع هوشمند با استفاده از کلیه ابزارهایی که در شکل ۶ نشان داده شده است تعریف می شود.

همزمان با عملیات اکیپ اتفاقاتی شرکت توزیع برای برقرار کردن حداکثری مشترکین از طریق مانور، بکارگیری منابع انرژی پراکنده موجود و ... تلاش کند.

آخرین فعالیت مورد انتظار در سیستم کاربردی مدیریت اتفاقات، تدوین و تهیه طرحهای توسعه اصلاحی از جمله نصب سگسنالایزرها و سایر تجهیزات لازم با هدف کاهش احتمال خاموشی و زمان خاموشی در زمان تامین بار مورد نیاز مشترکین فعلی شبکه است (شکل ۵).

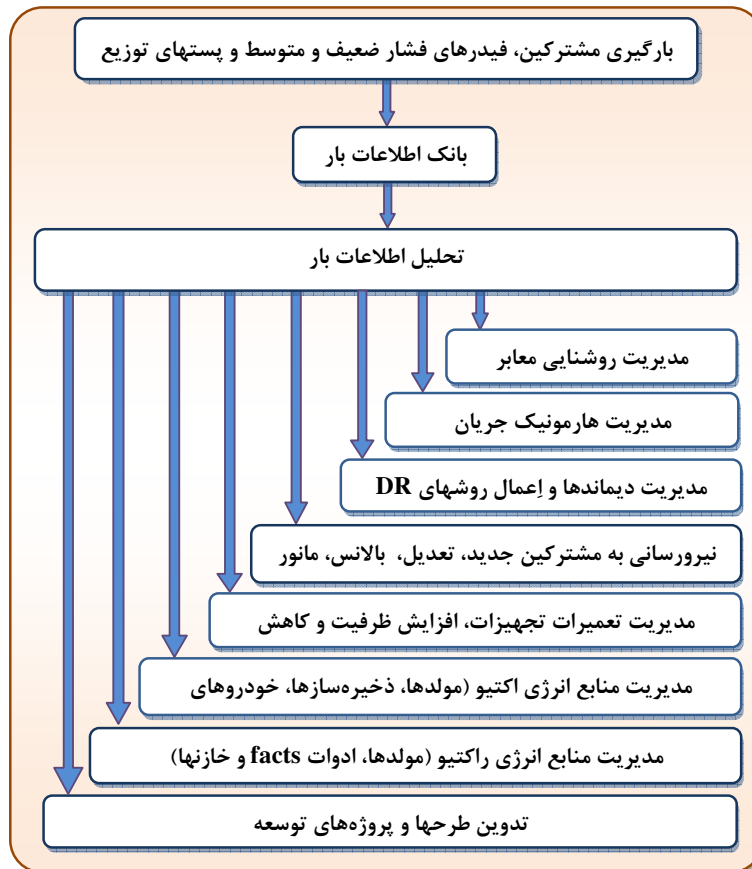


شکل ۵- سیستم کاربردی مدیریت اتفاقات

### ۳-۴- سیستم کاربردی مدیریت بار

مدیریت بار الکتریکی به مجموعه فعالیتهایی اطلاق می گردد که در جهت رعایت سقف بارگذاری تجهیزات شبکه در عین توجه به ضریب بهره برداری بهینه آنها انجام می گیرند.

مدیریت بهینه بار الکتریکی در شبکه توزیع برق در صورتی حاصل می شود که میزان انرژی تزریق شده به شبکه (از مبادی مختلف) با میزان مصرف انرژی در لحظه برابر باشد و در عین حال شارش انرژی مورد نیاز مشترکین در شبکه توزیع برق با توجه به ظرفیت قابل بهره برداری تجهیزات انجام گیرد. بنابراین برای حفظ تعادل بارگذاری تجهیزات شبکه می توان در سه جبهه



شکل ۶- سیستم کاربردی مدیریت بار