

پژوهشنامه رُفق برق

سال اول، شماره ۱، آذرماه ۱۴۰۰



وزارت نیرو
شرکت برق منطقه‌ای یزد

هفته‌پژوهش و فناوری
در آید



یادداشت مدیر مسئول

مهندس احمد کردستانی



پژوهش، آموزش و تعامل صنعت و دانشگاه در حوزه مهندسی برق نشان می دهد که خانواده بزرگ مهندسان برق، شامل هر دو بخش صنعتی و دانشگاهی بیش از هر زمان دیگر نیازمند گفتگو و نقد وضعیت موجود می باشند. نشریه افق برق، بی ادعا و متواضعانه در راستای فراهم کردن فضایی جهت نقد و بررسی مسایل اساسی و کلان مهندسی برق از هر دو زاویه دید صنعت و دانشگاه پا به میدان می گذارد.

ضرورت انتشار یک نشریه علمی - پژوهشی که فقدان آن در مجموعه مهندسی برق به خوبی احساس می شود از مدت ها قبل در دفتر تحقیقات مورد توجه قرار گرفته است. این دفتر پس از بررسی و نشست های متعدد که با همکاری جمعی از اساتید گروه مهندسی برق و تعدادی از مهندسين و صاحب نظران صنعت برق برگزار گردید، تصمیم به انتشار پژوهشنامه افق برق یزد گرفت. علاوه بر انتشار مقالات به منظور آشنایی مهندسين برق با آخرین یافته های نوین علمی و صنعتی، معرفی دستاوردهای پژوهشی ملی و انتقال تجربیات اساتید دانشگاه و مدیران صنایع مختلف مرتبط با مهندسين برق از دیگر اهداف این نشریه می باشند.

با اعتقاد به این مهم که گرادندگان اصلی هر نشریه مخاطبان اصلی آن هستند، عوامل اجرایی پژوهشنامه افق برق یزد، جامعه مهندسی برق ایران را به عنوان تکیه گاه علمی و فنی این فصلنامه به مدد می طلبند تا با حمایت از این نشریه از طریق مشارکت در تهیه مطالب و ارسال یافته های علمی و صنعتی و معرفی نوآوری به غنای منتشر شده کمک نمایند و با معرفی آن به سایر علاقمندان در تداوم انتشار آن سهیم باشند

پیشرفت های علمی و صنعتی در شاخه های مختلف مهندسی برق در دهه های گذشته چهره زندگی بشر را به طور بنیادی دگرگون کرده است. فن آوری های مختلف عرضه شده توسط مهندسان برق چنان گسترده و عمیق در زندگی امروزه بشر رسوخ کرده است، که تصور زندگی بدون این خلاقیت های فناورانه بسیار مشکل می نماید. الکترونیسته و مغناطیس که روزگاری معما گونه و مرموز به نظر میرسیدند، مهمترین عامل تغییرات در قرن گذشته بوده اند و نقش حیاتی و سرنوشت ساز را در قرن حاضر بر عهده دارند. در تایید این ادعا می توان به نقشی که توسعه صنعت برق در پیشرفت اقتصادی و رفاه اجتماعی کشورها باز می کند اشاره کرد. همبستگی بالای بین سرانه مصرف برق و سرانه در آمد ناخالص ملی به روشنی، این ارتباط تنگاتنگ را در کشورهای صنعتی و در حال توسعه نشان می دهد. شاهد دیگری بر این مدعا، اقتصاد دیجیتال در حال ظهور می باشد، که بر پایه فناوری های اطلاعاتی و مخابراتی توسعه یافته در مهندسی برق پی ریزی شده است و زندگی بشر را در عرصه های مختلف دست خوش تغییرات اساسی نموده است.

در کشور ما نیز به عنوان کشور در حال توسعه نقش مهندسی برق، چه از دیدگاه ساخت های لازم برای توسعه، چه از دیدگاه فن آوری های نوین بسیار کلیدی می باشد. بر این اساس توجه به مسایل مختلف مرتبط با مهندسی برق در حوزه های پژوهش، آموزش، تربیت نیروی متخصص و آشنا کردن مهندسان برق با آخرین یافته های نوین علمی و صنعتی از اهمیتی ویژه برخوردار است.

در چند دهه اخیر همراه با رشد دوره های تحصیلات تکمیلی مهندسی برق و انتشار مجله های علمی پژوهشی تخصصی گام های مثبتی در بعد پژوهشی برداشته شده است. علاوه بر این در سال های گذشته تلاش زیادی در راستای بهبود ارتباط صنعت و دانشگاه در همه رشته ها و از جمله مهندسی برق صورت گرفته است. برگزاری همایش های تخصصی در این زمینه، حمایت صنعت برق از پایان نامه های کارشناسی ارشد و رساله های دکتری مهندسی برق از جمله مواردی است که در این راستا می توان به آنها اشاره نمود. اما در وضعیت کنونی نگاهی کلی به وضعیت



افق برق

نشانی شرکت: یزد، بلوار دانشجو، شرکت برق منطقه ای یزد

تلفن: ۰۳۵ - ۳۵۲۸ ۲۲۱۵

<https://yrec.co.ir>

info@yrec.co.com

این نشریه تحت نظارت دفتر تحقیقات و کنترل کیفیت تجهیزات می باشد.



دفتر تحقیقات و کنترل کیفیت با استعانت از درگاه ایزد متعال، مفتخر است اعلام نماید در راستای تحقق اهداف و توسعه مرزهای دانش و به منظور گسترش و نشر دستاوردهای تحقیقات علمی در زمینه صنعت برق، پژوهشنامه افق برق را به صورت سه شماره در سال به زبان فارسی منتشر می‌کند. این پژوهشنامه با داشتن هیات تحریریه‌ای مجرب و داورانی از اعضای هیات علمی دانشگاه‌های تراز اول کشور، بستر مناسبی برای انعکاس پژوهش‌ها و یافته‌های جدید علمی و پژوهشی اساتید، پژوهشگران و دانشجویان است. هدف اصلی از انتشار پژوهشنامه افق برق، نشر آخرین دستاوردهای پژوهشگران در زمینه برق می‌باشد.

سایر اهداف این مجله عبارتند از:

- معرفی دستاوردهای جدید علمی و پژوهشی در زمینه مهندسی برق (قدرت).
- انتشار نتایج تحقیقات و پژوهش‌های دانشجویان تحصیلات تکمیلی، اعضای هیات علمی دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی در زمینه برق (قدرت).
- کمک به توسعه و رشد فعالیت‌های پژوهشی در زمینه‌های علمی، آموزشی و صنعتی صاحب‌نظران و

- سیاست‌گذاران صنعت برق.
 - بسترسازی مناسب برای تبادل افکار و اطلاعات بین مراکز دانشگاهی و صاحبان صنایع کشور.
 - دسترسی آسان و سریع تولیدات علمی و مقالات به دانشجویان تحصیلات تکمیلی کشور.
 - افزایش دانش فنی کارشناسان شرکت
 - ایجاد ارتباط و پیوند بین مفاهیم علمی - پژوهشی و کاربردی در سطوح مختلف سازمانها و موسسات دولتی و علمی کشور
 - ایجاد بستری مناسب برای ارائه اندیشه های نو در صنعت برق از طریق نشر آثار مکتوب استادان، صاحب نظران و محققان
 - ایجاد زمینه برای آینده اندیشی توسعه کشور
 - ایجاد تعامل با مراکز علمی کشور
- در این راستا از کلیه پژوهشگران، متفکران و مبتکرین دعوت می‌شود تا برای تحقق اهداف یادشده، مقالات پژوهشی اصیل خود را در همه شاخه‌های اصلی و فرعی مهندسی برق که در ادامه نام برده خواهند شد به زبان

فارسی تهیه کنند و از طریق سامانه به صورت آنلاین ارسال نمایند. مقاله‌های دریافت شده با توجه به معیارهایی چون اهمیت موضوع، نوآوری، کاربردی بودن، گستردگی و فراگیری، کیفیت نگارش، چگونگی تجزیه و تحلیل مطالب، ارائه و تحلیل نتایج به دست آمده، پس از داوری توسط داوران متخصص در موضوع مقاله، در هیئت تحریریه مطرح و در مورد قبول یا رد آن تصمیم‌گیری خواهد شد. محورهای فعالیت پژوهشنامه افق برق شامل موضوعات زیر است:

- ۱- محور انتقال و فوق توزیع
- ۲- محور انرژی‌های نو و تجدیدپذیر
- ۳- محور انرژی و بازار برق
- ۴- محور فن آوری اطلاعات و ارتباطات
- ۵- محور مطالعات اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و مدیریتی





چالش‌های صنعت برق از نگاه مدیرعامل برق منطقه‌ای یزد

■ دکتر ابوالفضل اسدی

صحيح انرژی نیز جزو چالش‌هایی است که باید به نحو احسن برطرف شود. همانطور که می‌دانید قیمت انرژی در کشور ما پایین‌تر از ارزش واقعی آن است. این امر باعث می‌شود که طرح‌های مدیریت انرژی و بهینه‌سازی مصرف آن از دیدگاه مصرف‌کنندگان، اهمیت و صرفه اقتصادی نداشته باشد. در این مورد لازم است تا قیمت‌گذاری انرژی الکتریکی، قدری سنجیده‌تر صورت گیرد به طوری که مصرف‌کننده نسبت به امر مدیریت مصرف انرژی برق احساس مسئولیت کند. بنابراین باید با انجام طرح‌هایی در قالب مدیریت مصرف در بخش‌های خانگی، تجاری و صنعتی مشکلات ایام پیک بار را به طور شایسته‌ای که به محیط زیست و زیبایی شهری نیز آسیب نرسد حل کرد.

شرکت برق منطقه‌ای یزد همواره در تلاش بوده تا با همکاری با دانشگاه‌ها و سایر نهاد‌های علمی، شرکت‌های دانش بنیان، جذب سربازان نخبه و امریه و یا از طریق فراخوان نیازهای پژوهشی، در مدیریت بار شبکه بر پایه روش‌های مدیریت مصرف و بهینه‌سازی مصرف انرژی، پیشگام باشد که برای نمونه میتوان به اقدامات اصلاحی انجام شده در ساختمان معاونت بهره‌برداری اشاره کرد که منجر به کاهش ۱۸ درصدی مصرف برق در این معاونت شده است. با این حال شرکت برق منطقه‌ای یزد به این دستاورد بسنده نکرده و همواره در تلاش خواهد بود تا با به کارگیری راه‌حل‌های بهینه و به روز، مانند بقیه جوامع پیشرفته، گامی هر چند کوچک در زمینه بهینه‌سازی مصرف انرژی بردارد و چالش‌های پیش روی صنعت برق را به نحو شایسته رفع کند.

بر این افزایش تقاضای انرژی الکتریکی منجر به افزایش مصرف گاز طبیعی در نیروگاه‌ها شده که خود این امر کشور عزیزمان ایران را در زمستان با مشکل کمبود گاز برای مصارف گرمایشی مواجه خواهد ساخت. در اینجاست که بخش مصرف انرژی، اهمیت خود را بیش از پیش نشان می‌دهد. نکته تامل برانگیز این است که بخش قابل توجهی از اتلاف انرژی از نواقص موجود در عایق کاری ساختمان‌ها ایجاد می‌شود که در این مورد، باید مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان به عنوان معیاری برای ارزیابی و تایید نهایی ساختمان‌ها در نظر گرفته شود که متأسفانه این مورد نه از طرف سازنده و نه از طرف مشاورین و ناظرین، آن چنان که باید جدی گرفته نمی‌شود. در این باره شرکت برق منطقه‌ای یزد در نظر دارد با بهره‌گیری از خرد جمعی از طریق رویدادهای چالش محور، راهکارهای نوآورانه افراد و شرکت‌های دانش بنیان را برای بهینه‌سازی مصرف انرژی، به کار بگیرد تا هم بنا به سخن کریمه *أَمْزُهُمْ شُورَى بَيْنَهُمْ* روحیه مشورت در حل مشکلات، احیاء شود و هم نقش مهم مصرف‌کنندگان در حل مشکلات شبکه برق مشخص شود. از دیگر چالش‌هایی که شبکه برق تحت پوشش شرکت برق منطقه‌ای یزد را تحت تاثیر قرار می‌دهد، ظهور و گسترش صنایع با مصارف سنگین از جمله صنایع فولاد و سیمان است. به جهت حفظ تعادل میان تولید و مصرف انرژی الکتریکی، این صنایع در ایام پیک بار مشمول خاموشی شده و راه حل این مشکل احداث نیروگاه خودتامین برای این صنایع است تا هم مشکل پیک بار شبکه برطرف شده و هم صنایع قادر به ادامه فعالیت‌های تولیدی و اقتصادی خود باشند. مسأله قیمت‌گذاری

امروزه با پیشرفت صنایع، تغییرات گسترده در سبک زندگی مردم و ظهور تکنولوژی‌های جدید، وابستگی و نیاز جوامع به انرژی الکتریکی، روز به روز بیشتر و بیشتر می‌شود. آن چه در این مورد، اهمیت چشمگیری پیدا می‌کند، تامین بدون وقفه انرژی الکتریکی با شاخص‌های تعیین شده در علم کیفیت توان (از قبیل ولتاژ، فرکانس، اعوجاج و ...)، برای انواع مختلف مشترکین است. از این رو شرکت برق منطقه‌ای یزد همواره تلاش نموده تا با یاری خداوند و با راه‌حل‌های مناسب، از جمله توسعه شبکه در قالب پروژه‌های احداث خطوط انتقال و پست‌های جدید، بهبود قابلیت اطمینان در شبکه انتقال و فوق توزیع تحت پوشش، پروژه‌های تولید پراکنده، پیشنهاد ایجاد نیروگاه‌های خودتامین برای صنایع، دعوت به سرمایه‌گذاری برای احداث نیروگاه‌های مقیاس کوچک، بهره‌برداری از نیروگاه‌های خورشیدی و ... به هدف فوق نایل آید. با این همه نمی‌توان از نقش مهم مصرف‌کنندگان در مدیریت بار شبکه چشم‌پوشی کرده و فقط در بخش تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی به دنبال راه حل مشکل پیک بار شبکه بود. لازم به ذکر است که طرح‌های توسعه شبکه و همچنین احداث نیروگاه‌های جدید علاوه بر هزینه‌های زیادی که می‌طلبند در درازمدت به زیبایی شهری و محیط زیست ما که نزد ما به امانت سپرده شده است نیز آسیب می‌رسانند. مشکل پیک بار شبکه در تابستان ۱۴۰۰ یکی از چالش‌های پیش روی شبکه برق و شرکت برق منطقه‌ای یزد بود که برای حفظ تعادل بین میزان تولید و مصرف انرژی و همچنین حفظ پایداری شبکه، به ناچار بهره‌برداران شبکه را مجبور به اعمال خاموشی کرد. علاوه



اهمیت و مفهوم نیازسنجی پژوهشی



پژوهش در میان فعالیت های مختلف جوامع نقشی بی بدیل و شگرف بر میزان پیشرفت جوامع و بلوغ فنی و تکنولوژیکی آنها دارد. بی گمان هدف از سازماندهی و اجرای طرح های پژوهشی، تغییر وضع موجود و حصول به ایده آل ها و آرزوهای مطلوب است. بسیاری از محققان و صاحب نظران بر این باورند که تحقیقات نقش بارزی در حل مسائلی که کشورها با آن مواجه هستند، دارد. شواهد بسیاری وجود دارد که نشان می دهد بین اطلاعات حاصل از پژوهش و نیازهای واقعی، شکاف و فاصله زیادی وجود دارد و یکی از مهمترین عوامل این وضعیت عدم ارتباط منطقی بین جهت گیری ها و عناوین پژوهشی با نیازهای تصمیم گیری است. بی تردید همگام با روشن شدن نقش و جایگاه تحقیقات، سازماندهی و جهت دهی فعالیت های پژوهشی به سوی نیازها و اولویت های واقعی از حساسیت بیشتری برخوردار شده است. به عبارت ساده تر، تصمیم گیری مبتنی بر پژوهش، نیازمند آن است که تحقیقات انجام شده در راستای

نیازها و مسائل واقعی باشد. مفهوم نیاز یکی از وسیع ترین و پرکاربردترین واژه هایی است که در حوزه های مختلف متداول است. یکی از متداول ترین تعریف ها از نیاز، به موقعیتی دلالت دارد که در آن وضعیت موجود یا حاضر با وضعیت مطلوب فاصله دارد. برخی معتقدند که نیاز در جایی مطرح میشود که نقصان و کمبودی باشد و نیاز تنها در زمینه کمبود و نقصان مهارت ها، گرایش ها، دانش ها در ارتباط با وضعیت مطلوب موضوعیت پیدا میکند و بنابراین در محیط های مختلف کمبود و نقصان رانمی توان نیاز به حساب آورد. افراد و کارکنان در سطوح مختلف یک نظام، نیازهای متفاوتی دارند. گاهی اوقات شخصی که یک نیاز را شناسایی میکند، متفاوت از کسی است که واقعاً آن نیاز را تجربه میکند. نیازسنجی عبارت است از فرآیندی که نیازها را شناسایی و در خصوص اولویت ها تصمیم گیری میکند. استفاده از فرآیند نیازسنجی میتواند از طریق شناسایی و روشن سازی اینکه چه نیازهایی مهم هستند و سطح اهمیت آنها

چقدر است، به تصمیمگیری کمک کند. با توجه به تعریف نیاز و نیازسنجی، نیازسنجی پژوهشی فرآیندی پیچیده و دشوار است که با شناسایی نیازهای پژوهشی بالقوه آغاز، با مکانیزم اولویت بندی این نیازها ادامه می یابد و نهایتاً با تدراک مبنایی برای تخصیص منابع در دسترس به عناوین پژوهشی به اتمام میرسد. منظور از مکانیزم اولویت بندی پژوهشی عبارت است از چهارچوب یا الگوی سازمان یافته برای تعیین اولویتهای تحقیقاتی که در آن منابع مورد بررسی، مراحل، روشها، ابزارها و مشارکت کنندگان در فرآیند تعیین اولویتهای به دقت تعریف میشود. نیازسنجی پژوهشی به عنوان مهمترین گام در فرآیند برنامه ریزی پژوهشی و راهنمای منطقی تخصیص منابع میتواند در سطوح متفاوت سازمانی انجام شود.



با توجه به قرارگیری اغلب مناطق کشور در اقلیم گرم و خشک و اجرا نشدن مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان در موضوع صرفه جویی انرژی (به ویژه عایق کاری سقف و دیوار و پنجره دو جداره و...)، تامین سرمایه‌های توسط کولرهای آبی بخش عمده‌ای از مصارف انرژی الکتریکی و آب را در تابستان به خود اختصاص می‌دهد. وسایل خنک‌کننده مذکور در زمان پیک بار بیش از ۲۰ درصد پیک برق کشور و نزدیک به ۱۵ درصد آب شرب را مصرف می‌کند. به همین دلیل ارائه راهکارهای مناسب برای کاهش مصرف این وسایل می‌تواند از هدررفت انرژی و نیاز به ساخت نیروگاه‌های جدید و همچنین مصرف بی‌رویه آب جلوگیری کند. با توجه به رشد روزافزون جایگزینی کولرهای گازی با کولرهای آبی در کشور، می‌توان مقایسه‌ای بین این دو نوع وسیله خنک‌کننده از نظر مصرف آب و برق، پیک برق و میزان آلودگی ناشی از تولید برق مصرفی آنها و موارد دیگر را انجام داد. با توجه به حجم هوادهی و میزان پرتاب باد و محدوده تحت پوشش کولرهای آبی، به‌طور معمول به جای هر کولر آبی باید ۳ عدد کولر گازی قرار بگیرد تا خنکی مطلوب را در تمام فضای ساختمان داشته باشد. با در نظر گرفتن ضریب همزمانی می‌توان فعالیت همزمان ۲ عدد از کولرگازی‌ها را در زمان پیک پیش بینی کرد. خوش بینانه‌ترین سناریو، فعالیت تنها یکی از کولرگازی‌ها در زمان پیک بار است.

در صورتی که فعالیت کولرهای آبی را در زمان پیک با دور تند در نظر بگیریم، مجموع مصرف برق موتور کولر و پمپ آب آن در بدترین حالت ۸۵۰ وات است. مصرف برق کولرهای گازی معمولی ۲۴۰۰۰ نیز در بهترین حالت ۲۰۰۰ وات است. ضمناً تلفات شبکه تولید، انتقال، فوق توزیع و توزیع معادل ۱۵ درصد فرض شده است. در زمان پیک مصرف برق در تابستان، حجم زیادی از آب ذخیره شده در پشت سد‌های کشور برای تولید برق رها می‌شود که در اینجا فرض می‌شود مورد

راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی

دکتر ابوالفضل اسدی



در بخش تجهیزات تولید، انتقال و توزیع بوده است به نحوی که نسبت ظرفیت ترانسفورماتورها به بار پیک در شبکه انتقال و توزیع در حدود ۲ تا ۲/۵ برابر است. مشکل دیگر این است که اختلاف بالغ بر ۲۳۰۰۰ مگاوات پیک بار تابستان و سایر فصول که عمدتاً ناشی از بار سرمایه‌های است، باعث می‌شود ظرفیت نامی تولید حدود ۴۰۰۰ مگاوات، معادل حدود ۴۰ هزار میلیارد تومان برای کمتر از ۲۵۰ ساعت در سال استفاده شود. متأسفانه هر سال عملاً این روند رشد را با اضافه کردن ظرفیت تولید شبکه، تامین میکنند که به تبع آن روز به روز فرسودگی نیروگاه‌ها و شبکه و کمبود نقدینگی و مشکلات صنعت برق بیشتر می‌شود. عدم قطعیت و پیچیدگی حوزه انرژی، آب و محیط زیست و تغییرات فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی و فناوری مرتبط با آن در چند سال اخیر بیشتر شده و به نظر می‌رسد می‌تواند معادلات فعلی را در آینده‌ای نه چندان دور به هم بزند. ضمن اینکه ما شاهد هم‌افزایی چالش‌ها، مشکلات و تاثیر متقابل مستقیم و غیرمستقیم افزایش آنها و به تبع آن هم‌افزایی ریسک‌های مرتبط هستیم که علاوه بر راهکارهای خوب ارائه شده و در دست اقدام وزارت نیرو، نیاز به همکاری بیشتر سایر قوا، وزارتخانه‌ها و دستگاه‌ها برای بهبود موارد بین بخشی فوق است. ابوالفضل اسدی، کارشناس صنعت برق در گزارشی پژوهشی به بررسی روش‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی در کشور پرداخته است که در ادامه این گزارش به تفصیل نتایج آن آورده شده است.

مشکلات و چالش‌های موجود بر سر راه افزایش ظرفیت تولید انرژی، خصوصاً انرژی الکتریکی و افزایش روزافزون تقاضا برای انرژی الکتریکی موجب شده است که کشورهای مختلف دنیا در پی راهکارهایی مناسب برای بهینه‌سازی مصرف انرژی و مدیریت سمت تقاضا باشند. ارزیابی‌ها نشان می‌دهد حدود ۲۰ درصد از کل مصرف انرژی در دنیا مربوط به دستگاه‌های سرمایه‌های است. مطابق با ارزیابی‌ها، این میزان در ایران بالاتر است و در زمان اوج بار بیش از ۲۲ هزار مگاوات از مصرف برق مربوط به دستگاه‌های سرمایه‌های است که ۴ تا ۵ هزار مگاوات آن در دستگاه‌های دولتی و سازمان‌های عمومی مصرف می‌شود. در همین راستا چندی پیش وزیر نیرو در راستای مدیریت مصرف صحیح انرژی، اعلام کرد که یک میلیون کولر گازی باید تعویض شود که موجب صرفه جویی ۲ میلیارد مترمکعبی گاز خواهد شد. در این گزارش علاوه بر بررسی این طرح برخی راهکارها برای کاهش مصرف این وسایل که می‌تواند از هدررفت انرژی جلوگیری کند، پیشنهاد شده است.

مهم‌ترین چالش‌های امروز صنعت برق را «احتمال بروز خاموشی»، «کمبود نقدینگی»، «بهره‌وری پایین سرمایه» و «بحران آب و محیط زیست» می‌توان برشمرد که در بخش احتمال بروز خاموشی تاکنون بیشتر به توسعه و روش‌های مدیریت عرضه توجه شده و حاصل آن انباشت زیاد به‌هکاری وزارت نیرو و مناسب نبودن ضریب بار و استفاده نکردن بهینه از سرمایه‌گذاری



اقتصاد

استفاده صحیح و مناسب کشاورزی و شرب قرار می‌گیرد و در بررسی میزان مصرف آب غیرمستقیم در نظر گرفته نشده است.

جمع بندی مطالعه امکان سنجی

مقایسه جدول (۱) و (۲) نشان می‌دهد میزان ۵۹۵۲۰۰ میلیون لیتر از آب شرب به صورت مستقیم و میزان ۵۸۱۸۰ میلیون لیتر به صورت غیرمستقیم در بخش تولید برق برای کولرهای آبی کل کشور استفاده شده، این در حالی است که میزان آب مصرفی غیرمستقیم برای تولید برق مورد نیاز سناریوی اول (جایگزینی با دو کولر گازی) میزان ۲۷۳۷۹۲ میلیون لیتر و برای سناریوی دوم (جایگزینی با یک کولر گازی) میزان ۱۳۶۸۹۶ میلیون لیتر برآورد می‌شود که در سناریوی اول به میزان ۳۷۹۵۸۸ میلیون لیتر و در سناریوی دوم به میزان ۵۱۶۴۸۴ میلیون لیتر، صرفه جویی آب را در پی دارد. این در حالی است که با احتساب ضریب همزمانی، تعداد کولرهای آبی در سطح کشور بالغ بر ۱۲ میلیون دستگاه برآورد می‌شود که اگر به جای هر کولر آبی دو دستگاه کولر گازی جایگزین شود، مقدار بیک کشور را به اندازه ۳۷۸۰۰ مگاوات و در صورتی که با یک کولر گازی جایگزین شود حدود ۱۳۸۰۰ مگاوات (حدود ۲۴ درصد) افزایش می‌یابد که شبکه تولید، انتقال و توزیع فعلی پاسخگو نبوده و نیاز به توسعه زمانبر همراه با سرمایه‌گذاری کلان دارد که تأمین نقدینگی و توسعه واحدها در این شرایط بسیار سخت است. در ضمن سهم بار سرمایشی از ۴۰ درصد به ۵۱ درصد افزایش یافته و به تبع آن ضریب بهره‌برداری کاهش و در نتیجه خواب سرمایه بیشتری را در تمام بخش‌های شبکه تولید، انتقال و توزیع، شاهد خواهیم بود. مقایسه هزینه خرید یک کولر آبی و دو عدد کولرگازی معمولی جایگزین آن نشان می‌دهد که هزینه خرید یک کولر آبی ۷۰۰۰ حدود ۳ میلیون تومان است، در حالی که هزینه خرید دو عدد کولر گازی ۲۴۰۰۰ معمولی حدود ۱۸ میلیون تومان است که با لحاظ هزینه برق مصرفی برای تعداد بسیاری از خانواده‌ها صرفه اقتصادی ندارد و به تبع آن عمده کولرهای آبی در مدار خواهند ماند. بنابراین این امر نشان می‌دهد که بهینه‌سازی آنها امری ضروری است. یکی از راهکارهای ارائه شده برای کاهش مصرف این کولرها جایگزینی موتورهای القایی موجود با موتورهای مغناطیس دائم جریان مستقیم است. علاوه بر این می‌توان با انجام کارهایی مثل ایجاد سایبان، سفید کردن سطح کولر و کانال‌ها، استفاده از پوشال‌های پربازده و... میزان مصرف آب و برق کولرهای آبی را کاهش داد.

هزینه برآورد شده برای اصلاحات مذکور در حدود ۱۰ میلیون ریال است که می‌توان این مبلغ را به صورت مشارکتی توسط دولت و مشترکان تأمین کرد. با برآورد‌های انجام شده میزان کاهش مصرف برق کولرهای آبی بعد از اصلاحات گفته شده، نزدیک به ۲۰۰ وات است که این کاهش برای تمام کولرهای آبی موجود در سطح کشور پیک مصرف برق را به اندازه ۲۴۰۰ مگاوات کاهش می‌دهد که کاهش مصرف انرژی سالانه آن نیز برابر ۵۹۵۲ میلیون کیلووات ساعت است. علاوه بر این، میزان کاهش مصرف آب نیز حدود ۱۵ درصد است که برابر ۱۰۲۳۳۶ میلیون لیتر خواهد بود. میزان کاهش سالانه آلودگی دی اکسیدکربن نیز برابر ۳۹۷۴ هزار تن خواهد بود. لازم به توضیح است تمامی تجهیزات مورد استفاده در این طرح از تولیدات داخلی بوده و می‌تواند زمینه اشتغال‌زایی بسیار مناسبی را در ساختار شرکت‌های سازنده و خدمات انرژی ایجاد کند. ضمناً با لحاظ نیروهای متخصص حوزه علوم اجتماعی در ساختار نیروی انسانی شرکت‌های خدمات انرژی، می‌توان به صورت موثرتری همزمان با انجام فعالیت‌های مذکور در خانه، عملادستورالعمل‌ها و بروشورها و اینفوگرافی‌های مناسب را طراحی و آموزش مدیریت مصرف خانه به خانه را به صورت موثر برای ارتقای مسئولیت‌های اجتماعی اعضای خانوار برگزار و سایر راهکارهای بدون هزینه، کم‌هزینه و با هزینه متوسط با اولویت فنی و اقتصادی را تشریح کرد.

نتیجه‌گیری و چند پیشنهاد

انرژی در بخش‌های مختلف نظیر ساختمان، صنعت و معدن و کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد و به رغم وجود قوانین مختلف بنا به دلایل مختلف از جمله تعرفه پایین و بهره‌وری انرژی، کمتر مورد توجه قرار گرفته است و به تبع آن وزارت نیرو و وزارت نفت تلاش زیادی برای تأمین آن کرده‌اند که با توجه به چالش‌های مذکور، امکان ادامه روال فعلی بسیار سخت است. بنابراین موضوع انرژی، موضوعی فرابخشی و بین بخشی است که برای فائق آمدن بر این چالش‌ها به عزم جدی تری نسبت به گذشته و کار بست راهبردها و راهکارهای اجرایی از جمله موارد زیر با بررسی اولویت هزینه‌فایده نیاز است.

- ۱- تخصیص بخشی از بودجه و نقدینگی حاصل از عوارض برق برای موضوع بهینه‌سازی انرژی.
- ۲- خرید تضمینی حداقل پنج ساله از نیروگاه‌های مجازی با اقدامات بهینه‌سازی انرژی در چهار ماه پیک بار تابستان به میزان ۱۰۰۰ مگاوات از مشترکان یا خرید بدون واسطه از استارت‌آپ‌ها و شرکت‌های خدمات انرژی.
- ۳- استفاده موثر از پتانسیل رسانه‌های مختلف و شبکه‌های اجتماعی و بسیج برای آموزش، فرهنگ‌سازی و افزایش مسئولیت‌های اجتماعی مردم به ویژه آموزش و بسیج محلی مردم برای کمک به مصرف صحیح انرژی، آب و استفاده صحیح از محیط زیست.
- ۴- پیگیری اجرای کامل مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان و الزامی کردن برچسب و رتبه‌بندی انرژی در ساختمان.
- ۵- اجرایی کردن مبحث ۲۲ مقررات ملی ساختمان در راستای حفظ و نگهداری و ارتقای ساختمان‌های موجود با رویکرد بهینه‌سازی انرژی در ممیزی انرژی و اتخاذ راهکارهای منتج از آن در تعمیر و بازسازی.
- ۶- راه‌اندازی بازار بهینه‌سازی انرژی و محیط زیست موضوع آیین‌نامه شماره ۱۰/۱۷۴۶۷۱/۹۶ مورخ ۱۹/۱۲/۱۳۹۶ سازمان برنامه و بودجه با رویکرد کاهش پیک برق.
- ۷- استفاده از ظرفیت آیین‌نامه شماره ۱۳۱۵۶۴/ت ۵۵۵۳۴ مورخ ۱۴/۱۰/۱۳۹۸ با موضوع جایگزینی محصولات کم‌بازده صنعتی و پرمصرف با اتخاذ رویکرد بیشترین اثربخشی در پیک بار تابستان.
- ۸- اجرایی کردن کامل قانون اصلاح الگوی مصرف و اعمال جرایم ماده ۲۶ در صورت عدم رعایت شدت مصرف انرژی صنایع.

جدول ۱. مقدار مصرف آب مستقیم در یک کولر آبی ۷۰۰۰	
مقدار	واحد
۴۰۰	لیتر
۲۰	مصرف متوسط روزانه آب در کولر آبی (روزانه ۲۰ ساعت)
۲۴۸۰	مجموع ساعت‌های استفاده از کولر در سال
۴۹۶۰۰	مجموع مصارف آب در کولر آبی در سال
۵۹۵۲۰۰	کل مصرف مستقیم آب ۱۲ میلیون کولر آبی در سطح کشور در طول یک سال

جدول ۲. مقایسه میزان مصرف آب غیرمستقیم در نیروگاه‌ها برای تولید توان مصرفی کولر آبی و گازی				
واحد	یک کولر آبی ۷۰۰۰	دو کولر گازی معمولی ۲۴۰۰۰	یک کولر گازی معمولی ۲۴۰۰۰	
مجموع برق مصرفی در سال	۲۱۰۸ کیلووات ساعت	۹۹۲۰ کیلووات ساعت	۴۹۶۰ کیلووات ساعت	
میزان آب مصرف شده برای تولید هر کیلووات ساعت انرژی الکتریکی پیک بار تابستان در نیروگاه	۲ لیتر	۲ لیتر	۲ لیتر	
کل مصرف غیرمستقیم آب برای تولید برق مصرفی یک کولر در سال	۴۸۴۸ لیتر	۲۲۸۱۶ لیتر	۱۱۴۰۸ لیتر	
کل مصرف غیرمستقیم آب تمام کولرها با لحاظ تلفات شبکه	۵۸۱۸۰ میلیون لیتر	۲۷۳۷۹۲ میلیون لیتر	۱۳۶۸۹۶ میلیون لیتر	



آب و برق





چکیده ای از رساله های دکتری

■ ایرانداد: پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران

روپس از کنکاشی عمیق در میان رویکرد های به کار گرفته شده در باب معماری متحرک که به دسته بندی نوینی در زمینه ی نظری آنها منجر می گردد، به تاثیر فناوری اورینگامی در بهبود و افزایش تولید الکتریسیته در نمای ساختمان ها می پردازد. استفاده از تکنیک های کم هزینه و اثر بخش مانند تکنیک اورینگامی (کاغذ و تا) در زمینه معماری، کمک شایانی به بهبود فرآیند ساخت نموده است. این تحقیق بر آنست تا تاثیر بهره گیری از تکنیک کاغذ و تا را در صفحات فتوولتائیک به کار رفته در نمای ساختمان ها به منظور افزایش دریافت تابش خورشیدی بررسی کند. این امر با استفاده از نرم افزارهای شبیه ساز پارامتریک (گرسهپایر) و انرژی (لیدی باگ) انجام گرفته است. پس از تحلیل و بررسی کلی انواع مختلف روش های اورینگامی و نمونه های به کار گرفته شده در صنعت ساختمان و همچنین موارد موجود در طبیعت، ۴ مورد به عنوان مدول های پایه برای بررسی بیشتر و مدلسازی در افزونه ی لیدی باگ نرم افزار گرسهپایر انتخاب شدند. مدول های شبیه سازی شده با استفاده از افزونه ی گالاپاگوس بر اساس الگوریتم ژنتیک بهینه سازی شدند تا بهینه ترین حالت آنها برای دریافت حداکثر میزان تابش خورشیدی به دست آید. نتایج این پژوهش نشان می دهد تغییر چینش وجوه مختلف صفحات فتوولتائیک با استفاده از تکنیک اورینگامی نسبت به مدول پایه ی یک متر مربعی عمودی در نمای جنوبی ساختمان، می تواند بین ۳،۴۴ تا ۱۱،۳۹ درصد میزان تابش دریافتی از خورشید را افزایش دهد.



به سمت توسعه پایدار در بخش معماری، مورد نظر معماران و طراحان قرار گرفته است. فناوری های تطبیق پذیر در پوسته های ساختمانی به منظور استفاده از انرژی های تجدید پذیر بخش مهمی از این دست تلاش ها را در بر می گیرد. پوسته های متشکل از صفحات فتوولتائیکی که از نور خورشید انرژی الکتریکی تولید می کنند، به عنوان بخشی حایز اهمیت در کاهش وابستگی ساختمان ها به انرژی های فسیلی شناخته می شوند. این فناوری، امروزه به سمت پوسته های متحرکی که در قبال طبیعت تغییر یابنده به طور تطبیق پذیر پاسخ می دهند، حرکت می کند. رساله ی حاضر در راستای پژوهش در باب پوسته های متحرکی که با استفاده از صفحات فتوولتائیک به تولید الکتریسیته می پردازد، شکل گرفته است. تحقیق پیش

**طراحی پوسته های الگوریتمیک/
پارامتریک به منظور افزایش کارایی
تولید برق خورشیدی با استفاده از
صفحات فتوولتائیک در ساختمان**

**دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)،
دانشکده معماری و شهرسازی**

بر اساس آمار منتشره در حوزه انرژی، امروزه ساختمان ها به عنوان بزرگترین منبع مصرف انرژی شناخته می شوند. به این دلیل پیشرفت های فناوری در حوزه ساخت و ساز بیش از پیش به سمت راهکارهای نوین در جهت کاهش مصرف انرژی در این بخش تمرکز یافته اند. دستیابی به راه حلی همسو با محیط زیست در راستای حرکت





ارزیابی عملکرد نیروگاه‌های برقابی در

مواجهه با تغییر اقلیم

دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی

با آشکارتر شدن شواهد تغییر اقلیم، نگرانی‌ها پیرامون نحوه برنامه‌ریزی و بهره‌برداری از منابع آبی در مواجهه با شرایط جدید افزایش یافته است. این امر موجب شده بخش قابل توجهی از پژوهش‌های آب و هواشناسی در دهه‌های اخیر به بررسی پیامدهای تغییر اقلیم بر منابع آبی معطوف گردد. از مهم‌ترین این پیامدها تغییر در جریان‌های ورودی به مخازن سدهای برقابی است که سالانه بیش از ۱۶ درصد برق مصرفی جهان را تولید می‌کند که این نسبت در ایران حدود ۱۵ درصد است. با توجه به اهمیت این نوع نیروگاه‌ها در تامین نیاز پیک کشور و میزان بالای سرمایه‌گذاری در توسعه آن‌ها، بررسی عواملی که عملکرد آن‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد کاملاً ضروری به نظر می‌رسد. با این دیدگاه سد دز به عنوان یکی از قدیمی‌ترین و مهم‌ترین نیروگاه‌های برقابی کشور در پژوهش حاضر مورد بررسی قرار گرفت. به

منظور شبیه‌سازی دما و بارش حوضه، دقت ۱۷ مدل گردش کلی پروژه CORDEX-WAS (جنوب آسیا) براساس نمره مهارت (SS) ارزیابی شد. سپس شبیه‌سازی این پارامترها برای سه دوره ۲۰ ساله (۲۰۹۹ - ۲۰۸۰، ۲۰۶۹ - ۲۰۵۰ و ۲۰۳۹ - ۲۰۲۰) و تحت دو سناریو RCP۴,۵ و RCP۸,۵ برای ایستگاه‌های منتخب انجام شد. خروجی‌ها نشان داد شبیه‌سازی مدل‌ها با خطا همراه است و باید قبل از استفاده از آن‌ها در مطالعات تصحیح شوند. از روش مقیاس‌گذاری خطی برای تصحیح خطای شبیه‌سازی مدل‌ها استفاده گردید و براساس (SS) یک مجموعه ۱۰ تایی (M۳, M۱۰, M۹, M۴, M۱۴, M۶, M۱۲, M۲, M۱, MY) با نمره مهارت بالا انتخاب شد. در گام بعدی از مدل هیدرولوژیکی نیمه‌توزیعی SWAT برای شبیه‌سازی جریان ورودی به مخزن سد دز استفاده گردید. دبی شبیه‌سازی شده در ایستگاه آب‌سنجی تله‌زنگ با استفاده از داده‌های مشاهداتی جریان، واسنجی و اعتبارسنجی شد. نتایج واسنجی و اعتبارسنجی توسط الگوریتم SUFI-۲ نشان دهنده کارایی مناسب مدل SWAT در شبیه‌سازی جریان حوضه بود. شبیه‌سازی پاسخ هیدرولوژیکی حوضه توسط معیارهای ارزیابی عملکرد مدل در ایستگاه منتخب در دوره واسنجی (مقادیر NS و R۲ به ترتیب ۰/۸۱ و ۰/۸۱) و اعتبارسنجی (مقادیر NS و R۲ به ترتیب ۰/۸۹ و ۰/۹۱) تایید شد. نتایج حاصل از ریزمقیاس‌نمایی مدل‌های انتخابی و

سناریوهای اقلیمی حاکی از افزایش دمای حداقل و حداکثر در تمام ماه‌های سال و کاهش میانگین بارش منطقه در دوره آینده است. پیش‌بینی‌ها محدودده افزایش دمای حداقل و حداکثر را تحت مدل‌های انتخابی در سناریو RCP۴,۵ به ترتیب از ۱/۵ تا ۴/۲ درجه سلسیوس و در سناریو RCP۸,۵ به ترتیب از ۲/۷ تا ۵/۳ درجه سلسیوس و ۱/۶ تا ۵/۸ درجه سلسیوس محتمل دانسته‌اند. همچنین مدل‌های مذکور محدودده کاهش تغییرات بارش را ۱۱ تا ۱۷ درصد تحت سناریوی RCP۴,۵ و ۸ تا ۱۸ درصد تحت سناریوی RCP۸,۵ پیش‌بینی کردند. پس از اطمینان یافتن از صحت مدل هیدرولوژیکی و خروجی مدل‌های گردش کلی (GCM)، مدل SWAT تحت سناریوهای مختلف اجرا شد. خروجی‌ها بیانگر کاهش چشمگیر دبی رودخانه دز در آینده می‌باشد؛ مقدار این کاهش در سناریوی RCP۴,۵ بین ۴۹ تا ۵۲ درصد و در سناریوی RCP۸,۵ بویژه در دهه پایانی قرن ۲۱ بیشتر و حدود ۴۴ تا ۶۴ درصد خواهد بود. در نهایت برای بررسی اثر کاهش دبی رودخانه بر توان تولید انرژی نیروگاه برقابی، از مدل MODSIM استفاده شد؛ نتایج برای دو سناریو مورد بررسی حکایت از کاهش ۵۷ و ۶۰ درصدی تولید انرژی برقابی برای دهه‌های آینده دارد که تاییدی بر آسیب‌پذیری جدی این نوع از نیروگاه‌ها در برابر شرایط تغییر اقلیم است.

مدیریت تراکم خطوط انتقال انرژی

الکتريکی مبتنی بر بهره‌برداری از

سیستم‌های انرژی چندحاملی

دانشگاه صنعتی سهند، دانشکده مهندسی برق



گسترش روزافزون ابعاد مختلف سیستم‌های قدرت باعث افزایش احتمال وقوع پیشامد های مختلف و عبور بیش از حد مجاز توان در خطوط و تجهیزات حیاتی این سیستم گردیده است. این حالت که محدودیت‌های فیزیکی و فنی خطوط اجازه انتقال توان مورد نیاز بار شبکه را نمی‌دهند، به تراکم خطوط انتقال موسوم هست. وقوع چنین وضعیت تراکمی برای خطوط شبکه انتقال، علاوه بر اینکه از دید سیستمی می‌تواند باعث کاهش خطرناک پایداری و قابلیت اطمینان شبکه گردد، از بعد اقتصادی نیز منجر به بهره‌برداری غیر بهینه از واحدهای تولیدی و نهایتاً کل سیستم، افزایش

اختلاف قیمت برق نواحی مختلف شبکه و افت کارایی بازار برق می‌شود. بدین سبب برنامه‌ریزی و اجرای سیاست‌های کارآمد و همه‌جانبه در راستای پیش‌بینی، مدیریت و کاهش اثرات مخرب وقوع تراکم، امری اجتناب‌ناپذیر به شمار می‌آید. از طرفی امروزه وابستگی و تاثیرپذیری سیستم‌های قدرت از سایر شبکه‌های حامل‌های انرژی از جمله گاز و حرارت و گسترش تکنولوژی‌های تبدیل انرژی‌ها به یکدیگر باعث گردیده است تا بتوان ضمن در نظر گرفتن ویژگی‌های ذاتی، شرایط و محدودیت‌های بهره‌برداری هر یک از این زیرسیستم‌ها، بانگاهی یکپارچه و جامع از قابلیت‌ها و ظرفیت‌های بهره‌برداری سیستم‌های انرژی چندحاملی برای بهینه‌سازی و رفع مشکلات سیستم‌های قدرت سود جست. این رساله با مدلسازی و شبیه‌سازی اجزای موثر سیستم‌های انرژی چندحاملی و بررسی دقیق زیرسیستم‌های آن به دنبال ارائه یک استراتژی جدید ترکیبی برای کنترل و کاهش میزان و شدت وقوع تراکم ناشی از انتقال توان در خطوط شبکه قدرت می‌باشد. با توجه به اینکه مدیریت تراکم در بازه زمانی کوتاه مدت بلافاصله بعد از تسویه بازار مدنظر می‌باشد،

لذا صرفاً روش‌های اصلاحی (حین وقوع تراکم) از قبیل برنامه‌ریزی مجدد تولیدات و بارها، برنامه‌های مدیریت سمت تقاضا و... مورد آنالیز قرار گرفته و استراتژی نهایی رساله برای مدیریت تراکم تعریف می‌گردد. بر این اساس برای افزایش دقت مدلسازی‌ها تعداد بسیار زیادی از سناریوهای احتمالاتی تعریف شده و سپس به کمک روش‌های استاندارد کاهش سناریو تعداد محدودی از آنها برای اخذ نتایج نهایی الگوریتم انتخاب و اجرا می‌شوند. ضمن در نظر گرفتن عدم قطعیت‌های برخی پارامترهای سیستم، میزان کارایی هر یک از اجزای زیرسیستم‌ها در کنترل این پدیده قبل و بعد از وقوع تراکم با لحاظ پیشامدهای مختلف مقایسه و آنالیز می‌گردند. در واقع پیاده‌سازی استراتژی‌های مدیریت تراکم در سطح کل سیستم و متناسب با ماهیت هر بخش از هاب انرژی در راستای کاهش یا حذف کامل پرشدگی در خطوط انتقال قدرت، اصلی‌ترین بخش الگوریتم محسوب می‌شود. مزیت اصلی این دید ترکیبی، افزایش انعطاف‌پذیری متغیرهای کنترلی سیستم در راستای بهینه‌سازی مطلوب تر آن به شمار می‌آید.



انرژی برق



مدل سازی و بهینه سازی سیستم تولید همزمان برق، سرمایش و گرمایش در شبکه های توزیع (موتور گازسوز- سیکل ارگانیک رانکین- سیکل تبرید اجکتوری- ترانسفورماتور قدرت) دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی مکانیک

در پژوهش حاضر یک سیستم تولید همزمان برق، سرمایش و گرمایش به منظور تامین ولتاژ پایدار مورد نیاز در گره های موجود در شبکه توزیع برق، پیشنهاد شده است. با موتور گازسوز، برق مورد نیاز از طریق گره مشخص به شبکه تزریق می گردد. بعلاوه از سیکل ارگانیک رانکین برای بازیافت حرارت اتلافی موتور گازسوز و تولید مجدد برق استفاده شده است. بنابراین برای افزایش ولتاژ برق تولیدی توسط موتور گازسوز و سیکل ارگانیک رانکین، به ولتاژ شبکه توزیع، به یک ترانسفورماتور قدرت نیاز است. برای جلوگیری از کاهش ظرفیت و یا خروج از مدار، این ترانسفورماتورهای قدرت باید خنک کاری شوند. خنک کاری ترانسفورماتور قدرت در شبکه توزیع با استفاده از سیستم تبرید اجکتوری و حرارت بازیافت شده توسط کندانسور سیکل ارگانیک رانکین انجام می گردد. لذا در این پژوهش، مدلسازی کل سیستم شامل سیکل ارگانیک رانکین، سیکل تبرید اجکتوری و ترانسفورماتور قدرت انجام شده است و سپس بهینه سازی سیستم و با کمینه کردن تلفات انرژی سیستم و

تبرید ترکیبی اجکتوری- تراکمی، دو تابع هدف بازده انرژی و مجموع هزینه سالانه انتخاب شدند. با استفاده از نتایج حاصله از بهینه سازی و مدل سازی عددی (CFD)، عملکرد صحیح اجکتور (چوک شدن جریان در گلوگاه نازل اولیه و ایجاد شوک در محفظه اختلاط)، کنترل گردید. در ادامه یک سیکل ترکیبی تبرید تراکمی- اجکتوری نوآورانه ارائه گردید. این سیکل تبرید ترکیبی از سیکل تبرید با اجکتور بخار- بخار با انرژی ورودی حرارتی و سیکل تبرید با اجکتوری مایع- بخار با انرژی ورودی الکتریکی (در کمپرسور) تشکیل شده است. از بهینه سازی دو هدفه استفاده شد که راندمان انرژی و هزینه کلی سالیانه به عنوان توابع هدف در نظر گرفته شدند. تحلیل سیکل جدید ارائه شده در این پژوهش، ضریب عملکرد بالاتری به میزان ۱۸٪، بازده انرژی الکتریکی کمتر به میزان ۲۵٪، مصرف سالیانه کمتر به میزان ۸٪ برای یک ظرفیت سرمایش معین در مقایسه با سایر سیکل های تبرید اجکتوری- تراکمی را نشان می دهد.

بیشینه کردن سود نسبی سالیانه سیستم، صورت پذیرفته است. برای موتور گازسوز با توان ۱۹۴۸ KW به صورت مجتمع با سیکل ORC-ERC، نتایج نشان می دهد که سیستم تبرید اجکتوری ۲۷۱ KW، سرمایش با ضریب عملکرد ۳۳/۰ فراهم می کند که دمای روغن ترانسفورماتور را حدود ۲/۲۰ کاهش داده و ظرفیت را ۲۰٪ افزایش می دهد. همچنین ۲۲۵/۶ KW توان توسط سیکل ORC با بازده ۲/۲۶ تولید می گردد. با توجه به استفاده از سیستم های تبرید اجکتوری، در مورد روش محاسبات هندسه اجکتورها و شکل بندی سیکل های تبرید اجکتوری، روش های نوآورانه ای در فصل سوم ارائه شده است. سیکل تبرید اجکتوری دارای ضریب عملکرد کوچکی می باشد و ترکیب آن با سیکل تبرید تراکمی موجب تولید یک سیکل ترکیبی اجکتوری- تراکمی و افزایش ضریب عملکرد آن خواهد شد. موضوع بهینه سازی این سیکل تا به حال بررسی نشده است، به علاوه انتخاب و کنترل هندسه اجکتور برای عملکرد واقعی آن در چنین سیکلی نیز بحث نشده است. برای انجام بهینه سازی سیکل

مسئولیت پذیری و آگاهی از پیامدها، نیاز اجتماعی به مصرف و هنجارهای شخصی بر انگیزش صرفه جویی برق معنی دار است ولی بر روی رفتار صرفه جویی در مصرف برق معنی دار نبود. مدل فعال سازی هنجارهای شخصی بدون توجه به سازه انگیزش از قدرت تبیین کنندگی چندانی در جامعه مورد مطالعه، برخوردار نبود. سپس بر اساس یافته های پژوهش و با تحلیل مضامین موجود در مقالات مرتبط از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ اقدام به ساخت و ارزشیابی یک برنامه آموزشی رفتار صرفه جویی شد. بر اساس یافته های این پژوهش می توان نتیجه گرفت که نوع انگیزش افراد در تبدیل نگرش و دانسته ها و الزامات اخلاقی به رفتار صرفه جویی برق و تداوم آن مؤثر است و انگیزش نسبت به صرفه جویی در نقش عامل و سازوکار مرتبط کننده ارکان مدل فعال سازی هنجارهای شخصی و نیاز اجتماعی به مصرف عمل می کند.

سه گام اقدام شد. ابتدا یک مدل فرافکر برای تبیین صرفه جویی برق تنظیم گردید. در مرحله بعد یک مطالعه مقدماتی با هدف تهیه مقیاسی برای سنجش صرفه جویی مبتنی بر جایگاه اجتماعی انجام شد. سپس برای آزمون مدل پیشنهادی پیش بینی رفتار صرفه جویی برق اقدام شد. ابزار این پژوهش یک مقیاس ۷۲ سوالی شامل ویژگی های جمعیت شناختی و مقیاس آگاهی از مشکل، مقیاس اسناد مسئولیت پذیری و آگاهی از پیامدها، مقیاس هنجارهای شخصی، مقیاس صرفه جویی برق، مقیاس صرفه جویی مبتنی بر جایگاه اجتماعی و مقیاس انگیزش نسبت به صرفه جویی برق بود. جامعه مورد مطالعه کلیه سرپرستان خانوار در شهر تهران و نمونه پژوهش ۳۶۶ نفر را شامل می شد که به شیوه خوشه ای چند مرحله ای از بین مناطق تهران انتخاب شدند. یافته ها نشان داد که ضریب تأثیر متغیرهای آگاهی از مشکل، اسناد

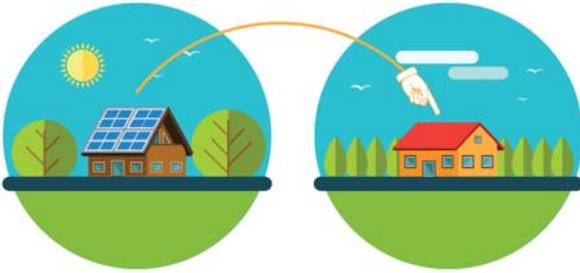
پیش بینی رفتار صرفه جویی برق خانگی: نقش فعال سازی هنجارهای شخصی، خود تعیین گری و نیاز اجتماعی و طراحی یک برنامه آموزشی دانشگاه خوارزمی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی



هدف پژوهش حاضر، پیش بینی رفتار صرفه جویی برق سرپرستان خانوار در شهر تهران و تهیه یک برنامه مداخله برای افزایش رفتار صرفه جویی برق است. برای این منظور در

مبادله انرژی به صورت همتا به همتا

Peer-to-peer energy trading: A review of the literature ■

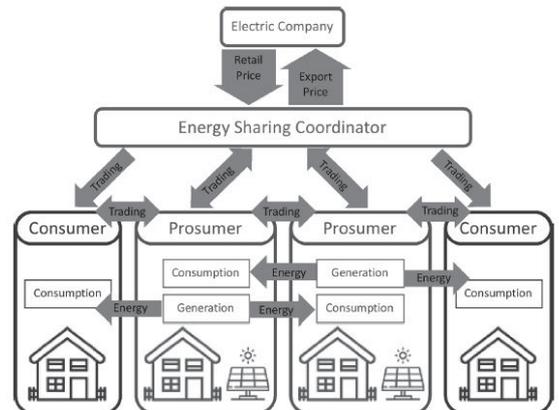


و فروشندگان می شود. همتایان به طور مستقیم بدون واسطه‌گری تامین‌کنندگان انرژی متعارف، از یکدیگر انرژی می‌خرند یا می‌فروشند. قیمت صادرات انرژی کمتر از قیمت خرده‌فروشی تعیین می‌شود تا خریداران را تشویق کند تا تولید پراکنده را متعادل کنند. به این ترتیب، مصرف‌کنندگان خودتامین تشویق می‌شوند تا به طور مستقیم انرژی مازاد خود را با همسایگان خود به اشتراک بگذارند تا از مزایای قابل توجه تری برخوردار شوند. در مدل انرژی P2P، خریداران و مصرف‌کنندگان خودتامین ابتدا تولید و مصرف خود را در بازار محلی با قیمت داخلی به اشتراک می‌گذارند و سپس با یک خرده‌فروش معامله می‌کنند. قیمت داخلی معمولاً بین قیمت صادراتی و قیمت خرده‌فروشی تعیین می‌شود. بنابراین، خریداران یا مصرف‌کنندگان، صرف‌نظر از اینکه فروشنده یا خریدار برق هستند، از تبادل انرژی P2P بهره‌مند می‌شوند.

تجارت انرژی متعارف عمدتاً یک طرفه است. برق معمولاً از ژنراتورهای بزرگ مقیاس به مصرف‌کنندگان در فواصل طولانی منتقل می‌شود، در حالی که جریان مالی و پرداختی برعکس است. در مقابل، تجارت انرژی P2P، تجارت چند جهته را در یک منطقه جغرافیایی محلی تشویق می‌کند، همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است. به این ترتیب، افزایش گسترده مصرف‌کنندگان انرژی یک شبکه الکتریکی غیرمتمرکز و باز را فراهم می‌کند. افزایش انرژی‌های تجدیدپذیر در سطح مسکونی نیازمند رویکردهای جدید بازار برای تعیین قیمت‌ها و تمرکززدایی بازار انرژی و اداره زیرساخت‌های انرژی است. لازم است بازارهای انرژی محلی ایجاد شود که در آن تولید انرژی تجدیدپذیر به صورت محلی بدون نیازهای واسطه، مستقیماً بین فروشندگان و مصرف‌کنندگان معامله شود. یک ریزشبکه تشکیل شده توسط خریداران و مصرف‌کنندگان انرژی را با شرکت برق مبادله می‌کند. تبادل از طریق هماهنگ‌کننده اشتراک انرژی انجام می‌شود. مازاد انرژی در ریزشبکه را می‌توان با قیمت صادراتی به شرکت برق داد و ستد کرد. علاوه بر این، تقاضای برق اضافی توسط شرکت برق با قیمت خرده‌فروشی تامین می‌شود. به گفته ژانگ و همکاران، تجارت انرژی P2P به دلیل تنوع بیشتر مولدهای انرژی، تعادل محلی تولید و مصرف انرژی را بهبود می‌بخشد.

اجرای مدل P2P تأثیراتی بر جامعه خواهد داشت. تأثیری بر شیوه زندگی و شیوه‌های فرهنگی در مورد عرضه و تقاضای برق ایجاد خواهد شد. به طور همزمان، آموزش محلی و فرصت‌های شغلی برای مدیریت و نگهداری سیستم‌های P2P ایجاد خواهد شد. علاوه بر این، اعتماد اجتماعی بیشتری ایجاد می‌شود، شفافیت در معاملات بهبود می‌یابد و تراکنش‌های تقلبی کاهش می‌یابد. در نهایت، از آنجایی که شرکت‌کنندگان ارتباط مستقیم تری با یکدیگر دارند، وابستگی بیشتری به جامعه ایجاد می‌شود و در نتیجه احساس دلبستگی به آن جامعه افزایش می‌یابد. آنها باید برای به حداکثر رساندن سود با یکدیگر هماهنگ شوند. به دلیل این مزایا و موارد دیگر، چندین پروژه در سراسر جهان بر تجارت انرژی P2P متمرکز شده‌اند. نمونه‌های قابل توجه شامل پروژه‌های Piclo در انگلستان، Vandebron در هلند، SonnenCommunity در آلمان، و Yeloha و TransActive Grid در ایالات متحده است.

در سال‌های اخیر، افزایش منابع انرژی توزیع‌شده، سیستم‌های توزیع انرژی را تغییر داده است. به طور همزمان، نحوه تولید و مصرف انرژی به طور چشمگیری در حال تغییر است و مصرف‌کنندگان سنتی انرژی در حال تبدیل شدن به مصرف‌کنندگان خودتامین (فروشنده) هستند. تولید برق توسط مصرف‌کنندگان خودتامین دارای رفتار نوسانی است و پیش‌بینی آن دشوار است، زیرا به شدت تحت تأثیر کمیت نور خورشید و دما (که دائماً در حال تغییر است) می‌باشد. هنگامی که مصرف‌کنندگان خودتامین انرژی الکتریکی مازاد دارند، گزینه‌های مختلفی وجود دارد. انرژی‌های می‌توان در یک دستگاه ذخیره‌سازی برای استفاده بعدی ذخیره کرد، می‌توان آن را به شبکه برق صادر کرد یا برق اضافی را می‌توان به سایر مصرف‌کنندگان انرژی فروخت. تجارت مستقیم انرژی بین مصرف‌کنندگان خودتامین (فروشنده) و مصرف‌کنندگان، تجارت انرژی P2P نامیده می‌شود. شکل ۱ شماتیکی از مدل تجارت انرژی P2P را نشان می‌دهد. این مدل شامل چهار بازیگر اصلی است: مصرف‌کنندگان، فروشندگان، شرکت برق و هماهنگ‌کننده اشتراک انرژی. تفاوت بین مصرف‌کنندگان و مصرف‌کنندگان خودتامین در این است که مصرف‌کنندگان خودتامین برق تولید و مصرف می‌کنند و مصرف‌کنندگان فقط مصرف می‌کنند. بین خریداران و مصرف‌کنندگان خودتامین، تبادل انرژی و پول وجود دارد که با فلش‌های تجاری و پیکان‌های انرژی نشان داده می‌شود. یک فروشنده می‌تواند برق را به یک مصرف‌کننده یا به فروشنده دیگری بفروشد. کل فرآیند مذاکره با استفاده از پلتفرمی انجام می‌شود که به عنوان هماهنگ‌کننده تبادل انرژی عمل می‌کند. فلش‌های معاملاتی در یک جهت نشان می‌دهد که مصرف‌کنندگان فقط می‌توانند انرژی را از هماهنگ‌کننده اشتراک انرژی دریافت کنند. فلش‌های تجارت دو طرفه نشان می‌دهد که خریداران می‌توانند برق را به هماهنگ‌کننده اشتراک انرژی بفروشند و یا از آن بخرند.



شکل ۱: شماتیک پلتفرم مبادله انرژی P2P

مفهوم P2P به عنوان اقتصاد مشترک نیز شناخته می‌شود و معمولاً در یک سیستم شبکه محلی پیاده‌سازی می‌شود. تجارت انرژی P2P شامل گروهی از شرکت‌کنندگان، از جمله ژنراتورها، مصرف‌کنندگان

تاب آوری و جایگاه آن در سیستم های قدرت

■ علیرضا بیگانی

طوفان شن، باد سنگین، بارش های سنگین برف، بهمین، سونامی، رانش زمین، فوران آتشفشان ها و... میباشد. مخاطرات و حوادث انسانی شامل حملات نظامی و تروریستی، حملات سایبری به سیستم های مخابراتی، دیسپاچینگ و سیستم های کنترلی، درز اطلاعات از جانب کارکنان به صورت خواسته یا ناخواسته، عملیات روانی (بی انگیزه کردن، ایجاد ترس، نشر شایعات و...) و تصمیمات اشتباه (مدیران، کارکنان، پیمانکاران، اپراتور ها و...) میباشد

❖ اولویت بندی بخش های مختلف سیستم قدرت :

شدت اثر رخدادها	فرکانس حوادث (تعدد)	نام بخش
زیاد	کم	تولید (نیروگاه های بزرگ)
زیاد	کم	انتقال و فوق توزیع
کم	زیاد	توزیع
کم	زیاد	مصرف
زیاد	کم	پست های افزایش یا کاهش سطح ولتاژ
کم	زیاد	تولیدات پراکنده و ریز شبکه ها

❖ اثر گذاری متقابل زیرساخت ها بر یکدیگر :

امروزه تداوم و کیفیت عملکرد زیر ساخت ها، وابستگی زیادی به انرژی الکتریکی دارد. در صورتی که انرژی الکتریکی مورد تقاضای یک زیر ساخت فراهم نشود، عملکرد آن دچار اختلال خواهد شد. از طرف دیگر کیفیت و تداوم کارایی سیستم قدرت نیز در گرو این است که دیگر زیرساخت ها بتوانند نیاز های سیستم قدرت را تامین کنند. در نتیجه عملکرد زیرساخت های مختلف جامعه به شدت به هم وابسته بوده و در صورت بروز اختلال در عملکرد هر زیرساخت، کیفیت و تداوم خدمات ارائه شده توسط بقیه زیرساخت ها نیز تحت تاثیر قرار خواهد گرفت. شکل ۱ اثر گذاری زیرساخت های مختلف انرژی بر یکدیگر را نشان میدهد.

مبحث تاب آوری (Resiliency) از جمله مباحث مهم در مطالعات سیستم های قدرت است و باید در بخش های مختلف یک سیستم قدرت (تولید، انتقال، توزیع، مصرف، ساختار های جدید و...) و همچنین در مراحل مختلف از توسعه شبکه (مثلا احداث یک نیروگاه، پست و یا خط انتقال جدید و...) در نظر گرفته شود. در این گزارش، ابتدا یک تعریف مناسب از تاب آوری، ارائه شده و سپس به بحث تاب آوری در سیستم های قدرت پرداخته میشود

❖ تاب آوری چیست ؟

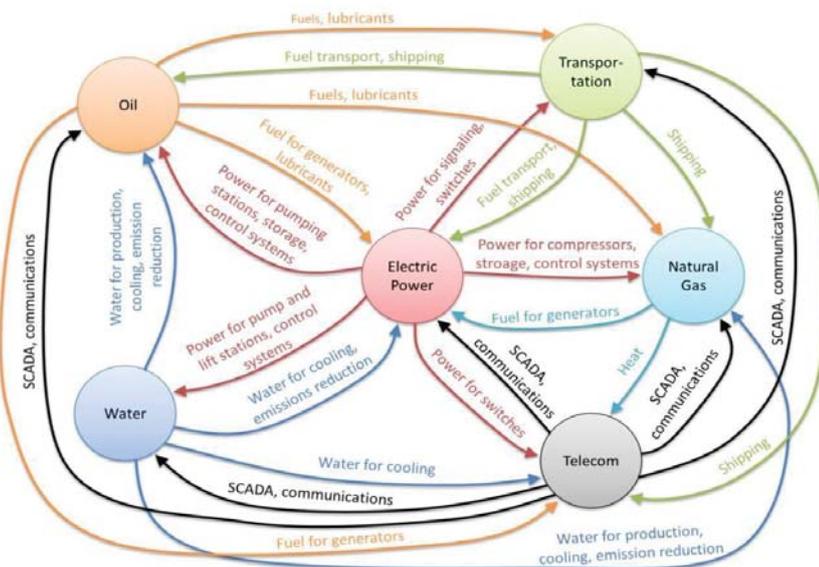
تاب آوری، مشخصه ای از سیستم هاست که میزان توانایی آن ها را در بازگشت به نقطه کار قبل از وقوع حادثه و یا بازگشت به سطح قابل قبولی از کارایی مشخص میکند. با توجه به این تعریف، سیستمی تاب آور است که بعد از وقوع یک حادثه در آن بتواند در مدت زمان قابل قبولی به سطح قابل قبول کارایی برسد.

❖ تعریف تاب آوری مختص سیستم های قدرت :

طبق تعریف جامع تاب آوری، میتوان نتیجه گرفت که تاب آوری یک سیستم قدرت مشخص کننده قابلیت آن در بازگشت به سطح قابل قبول کارایی در مدت زمان قابل قبول بعد از وقوع حادثه است. حالت ایده آل تاب آوری این است که سیستم بتواند بلافاصله بعد از وقوع حادثه به نقطه کار قبلی خود بازگردد که در عمل غیر ممکن است. ولی با در نظر گرفتن مطالعات تاب آوری میتوان سیستم های قدرت را به نحوی طراحی کرد که وقوع حوادث در آن ها، عملکرد سیستم را کمتر تحت تاثیر قرار دهد و به عبارتی سیستم قدرت، تاب آور گردد.

❖ تاب آوری به چه حوادثی میپردازد ؟

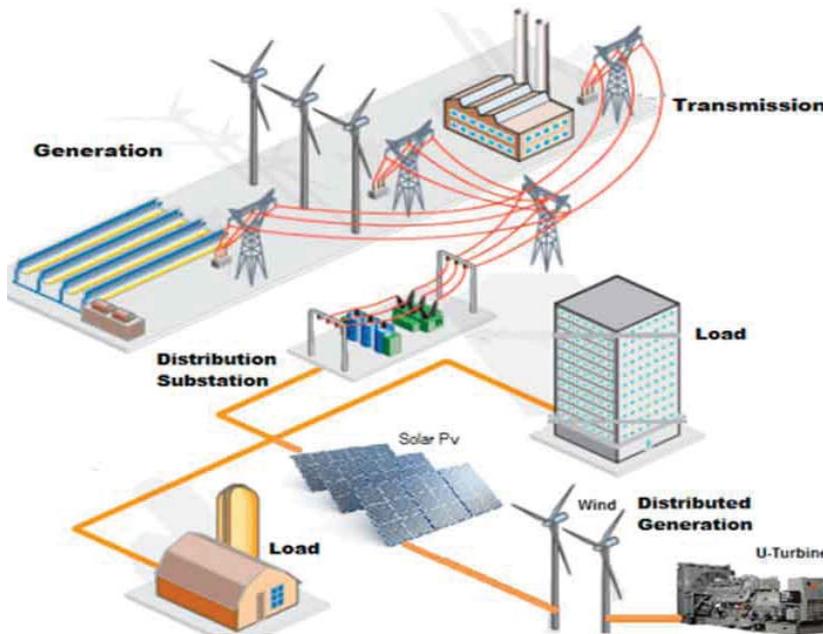
حوادثی که در مطالعات تاب آوری به آن توجه میشود، حوادثی هستند که دارای احتمال وقوع کم و شدت اثر زیاد هستند که در مطالعات علمی به آن ها High Impact Low Frequency یا به اختصار HILF گفته میشود. این حوادث از نظر منشاء به دو دسته حوادث طبیعی (Natural Disaster) و انسان ساخت (Human-Caused Disaster) تقسیم بندی میشوند. حوادث و بلایای طبیعی شامل سیل، زلزله،



شکل ۱- وابستگی زیرساخت های حیاتی جامعه به یکدیگر



اهداف استفاده از تولیدات پراکنده در شبکه توزیع برق



بطور کلی هدف از استفاده از منابع تولید پراکنده در شبکه های برق، تامین تمام یا قسمتی از توان مصرفی شبکه به صورت تمام وقت یا پاره وقت می باشد که در این میان هدف اصلی تولید توان اکتیو است. در دسته بندی DGها آنها را به چهار دسته از جمله بسیار کوچک (میکرو)، کوچک، متوسط و بزرگ تقسیم بندی کرد:

- خیلی کوچک (Micro) (از ۱ وات تا ۵ کیلووات)
- کوچک (Small) (از ۵ کیلووات تا ۵ مگاوات)
- متوسط (Medium) (از ۵ مگاوات تا ۵۰ مگاوات)
- بزرگ (Large) (از ۵۰ مگاوات تا ۳۰۰ مگاوات)

- آزاد شدن ظرفیت سیستم های انتقال و توزیع اعم از خطوط و پست ها
- استفاده بعضی از منابع تولید پراکنده از منابع تجدیدپذیر
- امکان کاربرد مجزا یا متصل به شبکه

مزایای اقتصادی DG از دید شرکت های توزیع

۱. جلوگیری از افزایش ظرفیت شبکه
۲. کاهش تلفات الکتریکی در بخش انتقال و توزیع
۳. تاخیر انداختن و به روز آوری شبکه های انتقال و توزیع
۴. تامین توان راکتیو
۵. کاهش تراکم دیماند و انتقال انرژی
۶. پیک رسانی
۷. کاهش حاشیه رزرو
۸. بهبود کیفیت توان
۹. افزایش قابلیت توان

معایب استفاده از تولید پراکنده عبارتند از:

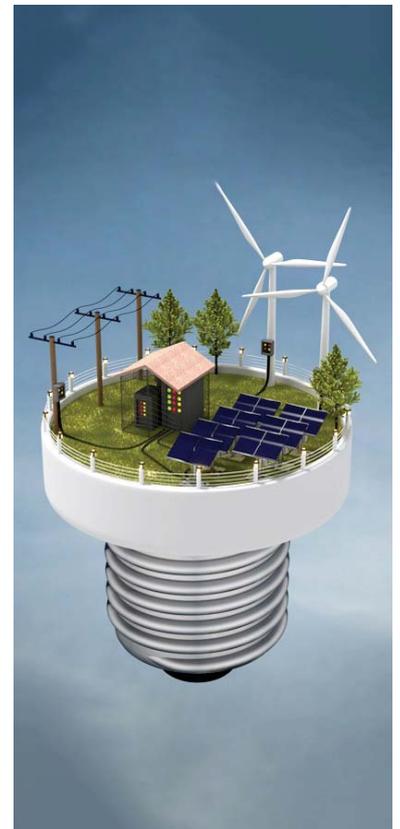
- پیچیده شدن شبکه و ضرورت توسعه سیستم حفاظت شبکه
- پیچیده شدن بهره برداری و کنترل شبکه

علیرغم تمام مزایای DG باید توجه خاصی به اثرات منفی احتمالی آن روی شبکه توزیع داشته باشیم که شاید بیشترین این تأثیرات مسائل مربوط به سطح ولتاژ و هماهنگی حفاظتی باشد. اتصال DGها به شبکه باعث ایجاد هارمونیک در شبکه و کاهش امپدانس اتصال کوتاه می شود.

گستره ی تنوع ظرفیت از یک واحد تا تعدادی از واحدهای متصل شده به یک مازول در این سطوح وجود دارند.

با افزایش نفوذ منابع تولید پراکنده DG، شبکه توزیع از یک شبکه انفعالی (که فقط بارها به آن متصل هستند) به یک شبکه فعال (که شامل بارها و تولید کنندگان می باشد) تغییر ماهیت میدهد. منابع تولید پراکنده، از جنبه های متنوعی بر روی شبکه توزیع اثر میگذارد. به کارگیری DG بر روی تلفات توان، کیفیت توان، پروفیل ولتاژ باس ها، پایداری و حفاظت شبکه تاثیر میگذارد. بسته به شرایط عملکرد سیستم و ظرفیت و محل نصب منبع، این تأثیرات میتواند مثبت یا منفی باشد. بطور کلی استفاده از نیروگاه های با تولید پراکنده در شبکه قدرت مزایای زیر را به همراه دارد:

- کم کردن هزینه مربوط به تجهیزات قدرت
- کاهش تلفات انتقال قدرت
- سهولت امکان بازیافت گرما در این نیروگاه ها
- زمان نصب و بهره برداری کوتاه این نیروگاه ها
- تحقق خصوصی سازی واقعی با تبدیل سرمایه گذاران بزرگ به سرمایه گذاران کوچک
- کاهش آلودگی های زیست محیطی و صوتی نیروگاه های بزرگ
- کاهش تلفات با جایابی بهینه نیروگاه های تولید پراکنده در شبکه های توزیع



ذخیره سازهای انرژی الکتریکی

حمیدرضا سیفی

ذخیره سازهای انرژی طی سال های اخیر به صورت وسیعی در شبکه های الکتریکی توسعه یافته اند و کاربردهای مختلف آنها مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است. این تکنولوژی ها می توانند در سراسر شبکه برق، سیستم های توزیع و کاربردهای خارج از شبکه برق استفاده شوند. کاربردهای کلیدی ذخیره سازها را به بصورت زیر می توان دسته بندی نمود:

- بیک سایه و جابجایی زمانی مصرف
- تعویق سرمایه گذاری در زیرساخت انتقال و توزیع
- یکپارچه سازی منابع عرضه متغیر
- استفاده خارج از شبکه
- ذخیره ساز فصلی
- تجارت انرژی (آربیتراژ)
- تنظیم فرکانس
- پخش بار
- پشتیبانی ولتاژ
- راه اندازی مجدد
- ذخیره غیر چرخان



Mechanical	Compressed air energy storage (CAES)
	Flywheel energy storage (FES)
	pumped storage hydropower (PSH)
	Solid mass gravitational
	Hydraulic accumulator
	Hydraulic Hydro Energy Storage (HHS)

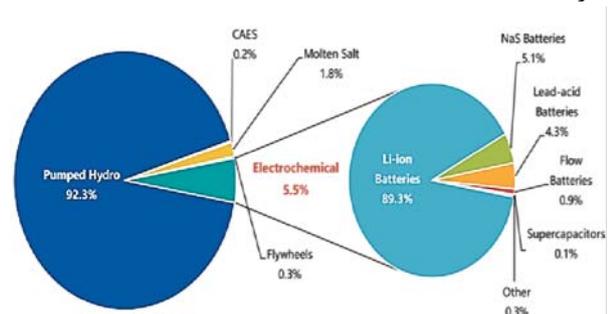
Electrical	Super conducting magnetic energy storage (SMES)
	Super capacitors energy storage (SES)

Thermal	Cryogenic energy storage (CES)
	molten-salt energy storage (MSES)
	Concentrated solar power (CSP)
	Cross linear concentrated solar plant (CL-CSP)
	Sensible Heat Storage
	Latent Heat Storage

Chemical	Hydrogen energy Storage (HES)
	Biofuels
	Synthetic natural gas (SNG)
	Fuel cells-Hydrogen energy storage (FHES)
	Ammonia for Energy Storage

امروزه انرژی الکتریسیته به عنوان نخستین حامل انرژی در تمام بخش های زندگی جوامع بشری قرار گرفته است. انرژی الکتریسیته چه از منابع سوخت فسیلی در نیروگاه های حرارتی بزرگ تامین شود و چه از منابع آبی و تجدید پذیر تولید گردد، قابل ذخیره کردن به طور مستقیم برای مصارف آتی نیست. به عبارت ساده تر انرژی الکتریسیته در زمان تولید به مصرف می رسد. از این رو برای ذخیره کردن آن از روش های غیر مستقیم استفاده میشود. از سوی دیگر منابع انرژی تجدید پذیر از جمله باد و خورشید منابعی هستند که نمی توان در هر لحظه آن ها را مدیریت کرد. زیرا وزش باد یا تابش خورشید از حیطة اختیار و کنترل بشر خارج است. بنابراین برای اینکه بتوان از این انرژی لایزال خدادادی در ساعتی که پتانسیل این منابع وجود ندارد استفاده کنیم، لازم است تا با روش های مختلف آن را ذخیره کنیم.

طبق آماري از بانک اطلاعات پروژه های ذخیره انرژی جهانی CNESA تا اواخر ژوئن سال ۲۰۲۰، ظرفیت پروژه ذخیره سازی انرژی عملیاتی جهانی بالغ بر ۱۸۵٫۳ GW بوده که رشد ۱٫۹ درصدی نسبت به سال ۲۰۱۹ دارد



معمولی ظرفیت ذخیره سازی به مراتب بالایی دارد. این نوع خازن، انرژی در میدان الکتریکی مابین دو عدد الکترون درون یک دی الکتریک ذخیره میشود. ابرخازن می تواند حجم هزاران برابر بزرگتر از یک خازن الکتریکی داشته باشید. از ابر خازن های بزرگ به عنوان باطری استفاده می کنند و در مقایسه با خازن های معمولی دارای چگالی انرژی بیشتری هستند.

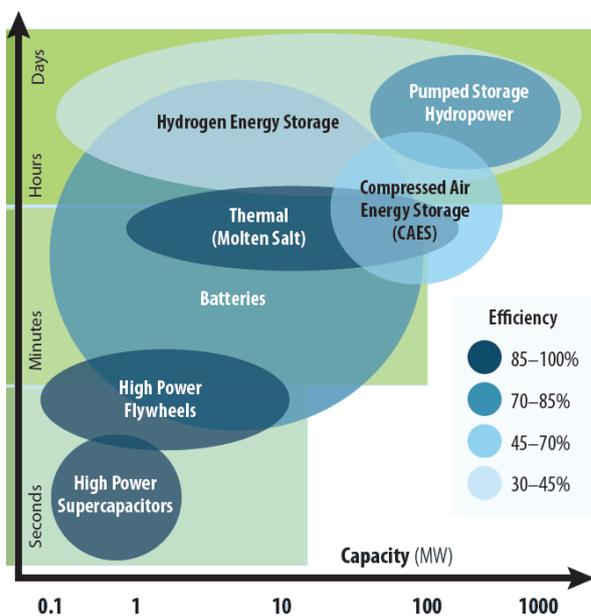
سیستم های ذخیره سازی انرژی حرارتی (Thermal energy storage (TES)

از کاربردهای سیستم های ذخیره سازی انرژی ترموالکتریکی دما بالا (TEES) ذخیره سازی انرژی الکتریکی است. در این سیستم طی فرآیند شارژ، حرارتی حدود ۵۰۰ درجه سانتی گراد توسط گرمکن ایجاد شده و حرارت در خشت های اکسید منیزیوم و یانمک مذاب ذخیره می شوند و در فرآیند دشارژ، حرارت از سیستم ذخیره ساز خارج شده و با تولید بخار توربین را به حرکت درمی آورد

سیستم ذخیره سازی هیدروژن (Hydrogen energy storage (HES)



هیدروژن مایع دارای چگالی انرژی کم تری از لحاظ حجم و گنجایش در مقایسه با سوخت هیدروکربن می باشد. فرآیند شارژ توسط برق از طریق الکترولیز انجام می شود. هیدروژن تولیدی فشرده شده و به عنوان مثال در غار های نمکی و یا مخازن خاص ذخیره می شوند. هیدروژن پس، از فرآیند دشارژ، در توربین های انبساطی و یا پیل های سوختی مورد استفاده قرار می گیرد. علاوه بر این برق تولیدی از هیدروژن به طور مستقیم در اتومبیل های هیدروژنی که با پیل های سوختی کار می کنند، موتورهای احتراق داخلی و یا تولید گرما استفاده می شود



Electro chemical	Secondary batteries
	Flow batteries
	Ultra Batteries

ذخیره سازی هوای فشرده (Compressed air energy storage (CAES)



در این روش ذخیره سازی هنگامی که تقاضای برق کم است مازاد آن را برای راه اندازی کمپرسورها به کار می گیرند تا هوا را به صورت فشرده در مخازن زیرزمینی مانند غار ها یا معادن متروکه ذخیره کنند، و هنگام پیک مصرف با آزاد سازی این هوای فشرده و عبور آن از توربین، توان لازم برای پاسخ به تقاضای اضافی تولید شود.

ذخیره ساز چرخ طیار (Flywheel energy storage (FES)

چرخ طیار (فلاپویل) انرژی الکتریکی را از طریق تبدیل به انرژی جنبشی ذخیره می نماید. این عمل از طریق افزایش سرعت یک روتور و نگهداری انرژی به صورت انرژی چرخشی صورت می گیرد. سرعت روتور با گرفتن انرژی کاهش و با دادن انرژی افزایش می یابد. اجزای اصلی سیستم ذخیره ساز چرخ طیار شامل: موتور / ژنراتور، چرخ طیار، یاتاقان ها، محفظه خلا و سیستم کنترل است.

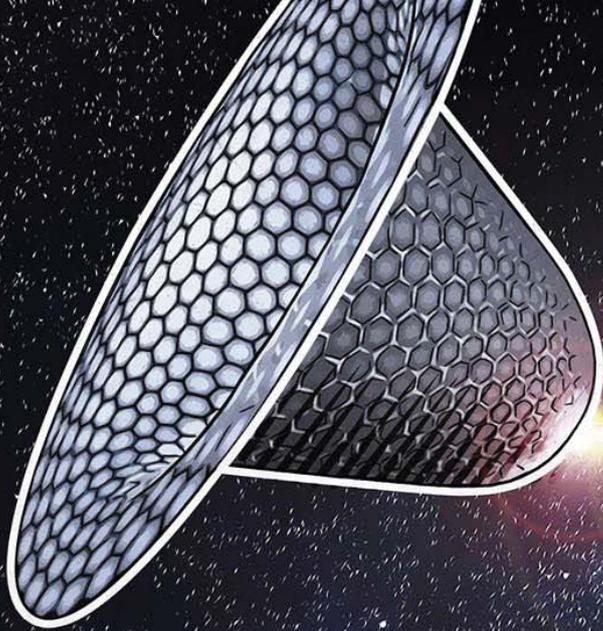
تلمبه ذخیره ای (pumped storage hydropower (PSH)

نیروگاه تلمبه ذخیره ای به منظور ذخیره پتانسیل آب موجود در مخزن سدها برای تولید انرژی برقی در ساعات پرمصرف برق می باشد. در این روش آب از مخازن پایین دست به مخازن بالا دست پمپ می شود و با این کار انرژی الکتریکی به صورت انرژی پتانسیل در آب پمپ شده به ارتفاع بالاتر، ذخیره می شود. این آب در مواقعی که تقاضا زیاد است به مخزن پایین بر می گردد تا توربین ها را چرخانده و ژنراتور را به گردش درآورد.

ذخیره ساز ابر خازن (Super capacitors energy storage (SES)



ابر خازن یک نوع خازن الکتروشیمیایی است که در مقایسه با خازن های



انرژی خورشیدی مبتنی بر فضا Space-based solar power

یکسوساز در سطح زمین انجام می‌دهد. همچنین تشعشع و آسیب ریزش هاب وار ها می‌تواند برای توان فضایی نگرانی ایجاد کند. البته موانع دیگری مانند هزینه‌های طرح هم بر سر راه است. اجرای این طرح موجب تحولی عظیم در جهان می‌شود، چراکه مقدار انرژی تابشی خورشید بر روی کره زمین ۶۰۰۰ برابر کل مصرف انرژی‌های سالیانه بر روی زمین است. اجرای این طرح، آغازی خواهد بود برای اجرای طرح‌هایی بزرگ‌تر و گسترده‌تر در زمینه جمع‌آوری انرژی‌های موجود در فضا و گیتی. خورشید یکی از ستارگان فضا است که دمای سطح آن ۵۵۰۵ درجه سانتیگراد است. ستارگانی در فضا وجود دارند که دمای آن‌ها تا ۳۳ هزار کلوین تخمین زده می‌شود. این میزان دما یعنی گرمای فراوان و از آنجایی که گرما صورتی از انرژی است، پس در فضا مقدار بسیار زیادی از انرژی وجود دارد. با توجه به فعل و انفعالاتی که در فضا رخ می‌دهد و انرژی‌هایی که این فعل و انفعالات آزاد می‌کنند. دستیابی به انرژی‌های موجود در فضا تأثیر مؤثری بر بحران‌های انرژی جهان خواهد گذاشت. یقیناً بشر تلاش می‌کند تا این انرژی‌ها را به دست آورد و هزینه‌های تمام شده انرژی را کاهش دهد.

از مزایای این روش نسبت به روش‌های دیگری مانند فتوولتاییک، می‌توان به این موارد اشاره کرد، مثلاً بخشی از انرژی خورشیدی در راه از طریق اتمسفر، اثرات انعکاس و جذب از دست می‌رود. در این روش تجهیزات باعث می‌شود تا تغییرات جو زمین تأثیری بر انرژی دریافت شده نداشته باشد حتی هنگام شب که نور خورشید به زمین نمی‌تابد، در فصل زمستان، در هوای برفی و بارانی که نور خورشید به زمین کم‌تر می‌تابد، می‌توان انرژی خورشیدی را بر روی ماهواره‌ها به میزان چشم‌گیری دریافت کرد. برای اجرای چنین طرحی موانعی وجود دارد، در درجه اول مشکل انتقال انرژی از مدار به زمین برای استفاده از انرژی، از آنجا که انتقال انرژی به واسطه سیم از ماهواره در حال چرخش در مدار، به سطح زمین نه عملی است و نه امکان‌پذیر است. با تکنولوژی‌های امروزی، انتقال انرژی در طرح توان فضایی به‌طور کلی عبارت است از: استفاده از برخی از شیوه‌های انتقال بی‌سیم انرژی؛ ماهواره گیرنده، انرژی خورشیدی را به انرژی الکتریکی بر روی یک آنتن تبدیل می‌کند، تأمین انرژی یک فرستنده مایکروویو یا ساطع‌کننده لیزر، و تمرکز پرتو خود را به سمت گیرنده آنتن

فضا توان یا توان خورشیدی فضایی، طرحی است که در آن توان خورشیدی در فضای خارج از جو زمین جمع‌آوری می‌شود و پس از جمع‌آوری توان خورشیدی آن را به زمین انتقال می‌دهند، این انرژی عمدتاً به شکل انرژی الکتریکی در زمین استفاده می‌شود.

تحقیق بر روی این پروژه از اوایل دهه ۱۹۷۰ آغاز شد، در زمینه‌های متعددی بر روی این طرح تحقیق می‌شود. طرح فضا توان در مقایسه با طرح‌های دیگر جمع‌آوری انرژی خورشیدی متفاوت است و مزایای قابل توجهی نسبت به آن طرح‌ها دارد. در این طرح پانل‌ها در ماهواره‌های بزرگ نصب می‌گردند و با اجتناب از این ضرر و زیان و خرابی (و زیان کسینوس، برای جمع‌آوری در صفحه تخت ثابت) به علت چرخش زمین، در خارج از جو، در مدار قرار می‌گیرند. پس از نصب ماهواره‌ها آن‌ها نور خورشید را جمع‌آوری و به ریز موج تبدیل می‌کنند، سپس انرژی را به ایستگاه‌های دریافت، بر روی زمین ارسال می‌کنند؛ و در این ایستگاه‌ها به محض دریافت، یک جریان الکتریکی در خطوط شبکه ایجاد می‌شود. درباره انتقال انرژی از ماهواره‌ها به زمین چند روش ارائه شده است از جمله امواج مایکروویو...



خوردگی مس در خاک و تهدید سیستم زمین در پست‌های فشارقوی

با توجه به اهمیت تجهیزات موجود در صنعت برق و همچنین اهمیت اصل مدیریت دارایی‌های فیزیکی در این صنعت، لازم است مخاطرات و پدیده‌های مخربی که سیستم قدرت را تهدید میکند شناسایی شوند تا در گام‌های بعدی اقدامات شایسته در جهت مقابله با این پدیده‌ها و به حداقل رساندن شدت اثر آنها انجام شود. یکی از این پدیده‌های مخرب، خوردگی (Corrosion) میباشد که نه تنها در سیستم قدرت بلکه در سایر بخش‌های صنعت و جامعه نیز همواره اثرات مخربی به جای میگذارد و بخشی از هزینه‌های بازسازی تجهیزات را به خود اختصاص میدهد. در این گزارش سعی شده تا روند خوردگی فلز مس در سیستم زمین پست‌های فشارقوی برق شرح داده شود تا در درجه اول میزان اهمیت این پدیده مخرب نسبت به سایر تهدیدات مشخص شود و در گام بعد اقدامات حفاظتی و پیشگیرانه لازم انجام شود.

❖ فلزات مهم در سیستم‌های قدرت:

مس، آلومینیوم و فولاد نسبت به بقیه فلزات بیشترین استفاده را در صنعت برق و سیستم‌های قدرت داشته‌اند. و لازم است برای هر کدام از این فلزات پژوهش‌هایی جهت حفاظت از خوردگی انجام شود. در این گزارش ما به فلز مس میپردازیم.

خوردگی چیست و چرا فلزات دچار خوردگی میشوند:

برای خلاصه کردن تعریف خوردگی به ساده‌ترین حالت ممکن، میتوان گفت خوردگی در واقع چیزی نیست جز تمایل ذاتی فلزات برای بازگشت از حالت فرآوری شده و فلزی به حالت طبیعی‌تر، که ما معمولاً آن را "سنگ معدن" می‌نامیم.

اکثر فلزات، به استثنای فلزات گرانبها، مانند طلا و پلاتین، به شکل فلزی در طبیعت وجود ندارند بلکه در ابتدا آنها به صورت سنگ معدن استخراج میشوند. در تبدیل سنگ معدن به فلز (فرآیند پالایش) انرژی نهفته به سنگ معدن منتقل میشود. این جذب انرژی است که سنگ معدن را به فلز تبدیل می‌کند، اما با دریافت این انرژی، فلز به سطح بالاتری از انرژی می‌رسد، به عبارت ساده‌تر یعنی اینکه از نظر ترمودینامیکی ناپایدارتر می‌شود. تبدیل شدن فلز، در حالت جدید با انرژی بالا، به حالت کم انرژی (سنگ معدن)

چیزی است که ما آن را خوردگی می‌نامیم. به عبارت دیگر خوردگی راهی است که از طریق آن فلز با از دست دادن انرژی نهفته (به دست آمده در پالایش) به حالت معدنی پایدارتر و با انرژی پایین‌تر باز می‌گردد.

❖ انواع خوردگی:

به طور معمول فلزات مورد بحث بیشتر در معرض ۳ نوع خوردگی قرار میگیرند:

- خوردگی اتمسفریک (Atmospheric Corrosion)
 - خوردگی گالوانیک (Galvanic Corrosion)
 - خوردگی در خاک (Soil Corrosion)
- از آنجایی که هدف این گزارش بررسی خوردگی هادی‌های مسی سیستم زمین در پست‌های فشارقوی میباشد، در ادامه خوردگی مس در خاک مورد بررسی قرار خواهد گرفت

❖ خوردگی مس در خاک:

خوردگی در فلز مس، لایه محافظ غیرفعال کننده را تشکیل میدهد. در این حالت این لایه یک فیلم قهوه‌ای مایل به قرمز است که به عنوان Cuprous یا اکسید مس (Cu_2O) شناخته می‌شود. در بیشتر موارد، لایه محافظ روی مس سالم باقی می‌ماند یا به راحتی در اکثر شرایط خاک بازسازی می‌شود. اما شرایطی نیز وجود دارد که لایه محافظ را از بین می‌برد و از تجدید آن جلوگیری می‌کند در نتیجه مس در خاکهای خاص مستعد خوردگی میشود. سناریوهای مخرب خوردگی مس را می‌توان در موارد زیر پیش بینی کرد:

- ۱- وجود عواملی شامل میزان سولفات یا کلرید بالا و میزان آب ناشی از زهکشی ضعیف، ظرفیت بالای خاک برای حفظ رطوبت یا بارندگی متوسط تا شدید سالانه (معمولاً بیش از ۷۶ سانتی متر [۳۰ اینچ]).
- در حالی که غلظت بالای سولفات، کلرید یا هر دو در خاک احتمالاً عامل اصلی در خوردگی زیرزمینی مس است، رطوبت قابل توجهی باید برای تسریع فعالیت‌های الکتروشیمیایی وجود داشته باشد. در صورت بارندگی اندک و زهکشی مناسب، سولفات‌ها و کلریدها ممکن است بر مس تأثیر منفی نگذارند.
- ۲- در شرایطی که مقاومت الکتریکی خاک،

بسیار کم باشد. (کمتر از $100-500 \Omega \cdot Cm$)
۳- مقادیر زیادی از مواد آلی در خاک وجود داشته باشد (به ویژه خاکهای حاوی اسیدهای آلی).

۴- وجود افزودنی‌های زغال (به دلیل وجود سولفیدهای موجود یا به دلیل عملکرد گالوانیک ایجاد شده توسط ذرات کربن موجود در زغال‌ها). مس نسبت به کربن آندی‌تر است و اگر برای پر کردن مجدد زمین از زغال (کربن) استفاده شود، باید انتظار خوردگی را در مس داشت. لازم به ذکر است که برای انجام عملیات گالوانیکی (فرایند خوردگی) مورد نظر، باید رطوبت وجود داشته باشد.

۵- وجود باکتری‌های بی‌هواری فعال (گونه‌های کاهنده سولفات [Sulfate-Reducing]) که می‌توانند سولفید تولید کنند.

۶- وجود اسیدهای غیر آلی
۷- وجود خاکهای حاوی مقادیر قابل توجهی از ترکیبات آمونیاک که معمولاً برای مس خورنده هستند.

یک قاعده سرانگشتی مفید: خاک رس، شن، سنگریزه و گچ به ندرت دارای خواص هستند که باعث خوردگی مس در خاک شود.

در سیستم‌های قدرت، که معمولاً از مس بدون روکش برای حلقه‌ها و الکترودهای شبکه زمین استفاده می‌شود، باید به شرایط خاک توجه ویژه‌ای شود.

❖ نتیجه گیری:

۱- خوردگی هادی‌های سیستم زمین در پست‌های فشارقوی از نوع خوردگی در خاک بوده که باید به آن توجه شود.

۲- برخلاف باور کلی مبنی بر نجیب بودن فلز مس، مس در همه محیط‌ها از خوردگی در امان نخواهد بود.

۳- وجود لایه اکسید محافظت کننده در سطح مس (پتینه سبز رنگ) اگرچه فلز را از خوردگی حفظ میکند ولی باعث کاهش سطح تماس مفید هادی با زمین شده و لازم است بر طرف شود (البته این مورد بیشتر در خوردگی اتمسفریک اشاره شده است ولی در تحقیق‌های میدانی این لایه سبز رنگ در هادی‌های سیستم زمین نیز مشاهده شد)

۴- مس در حضور کربن خاصیت آندی پیدا میکند. پس باید در طراحی شبکه زمین این نکته را مد نظر قرار دهیم.

استفاده های جانبی از گرمای ترانسفورماتور قدرت و مزایای روغن استری

گزارش مطالعه موردی شرکت زیمنس

با توجه به نیاز شرکت های ارائه دهنده انرژی به افزایش بازدهی و کارایی در کنار توسعه فناوری ها و روش های دوستدار محیط زیست، در ادامه گزارش شرکت زیمنس مبنی بر استفاده جانبی از انرژی تلف شده در ترانسفورماتور قدرت برای گرمایش یک مدرسه و همچنین استفاده از نوع جدیدی از روغن عایق، آورده میشود. امید است با استفاده از ایده مطرح شده در این گزارش راهکاری برای استفاده بهینه از انرژی و استفاده از فناوری های دوستدار محیط زیست پیدا شود.

راه حل های اصلی معرفی شده در این گزارش شامل ۲ مورد است:

- استفاده از انرژی تلف شده در ترانسفورماتور برای گرمایش
- استفاده از روغن استر مصنوعی ایمنی، قابلیت اطمینان و تأثیرات زیست محیطی در بهره برداری از ترانسفورماتورها، به ویژه در شهرهای بزرگ بسیار مهم است. اماکن اشغال شده باید از خطر آتش سوزی یا انفجار ناشی از تجهیزات الکتریکی نصب شده، در امان باشند، و همچنین باید از اختلال در تأمین انرژی مورد تقاضا، اجتناب شود. هر چند قابلیت اطمینان بالای شبکه و ملاحظات زیست محیطی از اولویت های بالایی برخوردار است، محدودیت های فضا نیز فاکتور تعیین کننده و مهمی در شهرها است. بهره بردار شبکه انرژی بریتانیا، National Grid، درخواست یک راه حل با کارایی و بازدهی بالا برای پست ۴۰۰ کیلوولت خود در شمال لندن را داده است تا که در آن با ترکیب ایمنی و قابلیت اطمینان با استفاده از یک دستگاه مبدل حرارتی، از تلفات حرارتی در ترانسفورماتور به منظور گرمایش مدارس و سایر ساختمانها در همسایگی پست استفاده گردد. این پروژه اولین پروژه در نوع خود بوده که از ترانسفورماتور طراحی شده با روغن استر مصنوعی در سطح ولتاژ ۴۰۰ کیلوولت استفاده میکند.

معرفی شرکت National Grid:

National Grid یک شرکت بین المللی برق و گاز در انگلستان و شمال شرقی آمریکا میباشد. این شرکت نقش مهمی در اتصال ایمن، قابل اطمینان و کارآمد میلیون ها نفر به شبکه

انرژی دارد. این شرکت با اینکه در مرکز چالش های تأمین انرژی قرار دارد همواره در تلاش است تا انرژی پاک را به دست مصرف کننده برساند. یکی از اهداف این شرکت و سهامداران خود، توسعه و به کارگیری راه حل های پایدار، خلاقانه و مقرون به صرفه میباشد.

راه حل:

زیمنس سابقه موفقی در استفاده از سیالات عایق جایگزین در ترانسفورماتورهای قدرت دارد. تخصص شرکت در این زمینه، بر اساس تحقیقات و آزمایشات صورت گرفته در خود شرکت، همراه با روابط عالی با مشتریان، زیمنس را به شریک شماره یک این پروژه نوآورانه تبدیل کرد. همراه با کارفرما، شرکت National Grid، زیمنس یک راه حل اقتصادی ایجاد کرده است تا به کمک استفاده از حرارت اتلاف شده از سه ترانسفورماتور قدرت، مدرسه ای را که در کنار پست قرار دارد گرم کند. بسته به انرژی الکتریکی مورد استفاده در این منطقه، می توان بیش از ۱ مگاوات گرمای اضافی ترانسفورماتور را برای گرمایش خانه ها، مغازه ها و مدارس محلی در آینده بازیابی کرد. طبق گفته Stephan Pleper، رئیس کارخانجات ترانسفورماتور Weiz با این پروژه ترانسفورماتور، زیمنس معیار جدیدی را برای نوآوری و ایمنی محیط زیست تعیین کرده است.



ترانسفورماتور قدرت با عایق استری و مبدل حرارتی مورد استفاده

مشخصات فنی:

۱. روغن استر: عایق استر مصنوعی، خطر آتش سوزی و انفجار را تا حد زیادی کاهش می دهد. نقطه آتش و نقطه اشتعال استر مصنوعی در مقایسه با روغن معدنی بسیار بالاست. به منظور تولید ترانسفورماتورها با توجه به سطح عملکرد، ویژگی های عایقی و ایزولاسیون و طول عمر، تغییرات ساختاری ویژه ای مورد مطالعه و تحلیل قرار گرفته و در مرحله طراحی اجرا شد. استرهای مصنوعی، کاملاً تجزیه پذیر هستند که این امر از ویژگی های مثبت این نوع عایق از دیدگاهی زیست محیطی بوده و خطرات محیط زیست را کاهش می دهد. به طور قابل ملاحظه ای از مایع عایق کمتر از حد معمول در واحدهای مربوطه استفاده می شود.

۲. استفاده از گرمای تلف شده در ترانسفورماتور: گرمای ایجاد شده در ترانسفورماتورهای قدرت با استفاده از دستگاههای مبدل حرارتی (Heat Exchanger)

دریافت میشود. برنامه ریزی و پیاده سازی این ویژگی اضافی با همکاری بین کارخانه ترانسفورماتور، مشتری و تأمین کننده دستگاه مبدل حرارتی، انجام شد.

۳. طرح ترانسفورماتور کم سر و صدا: هنگام نصب ترانسفورماتور در مناطق شهری، کم سر و صدا بودن نیز به اندازه ایمنی و قابلیت اطمینان اهمیت دارد. ترانسفورماتور و دستگاههای خنک کننده آن باید صرف نظر از مقدار بار ترانسفورماتور بدون صدا کار کنند. علاوه بر موارد گفته شده (عایق استری، استفاده از گرمای تلف شده و کاهش صدا) این ترانسفورماتورها دارای فن کنترل شده با فرکانس هستند. این اقدامات باعث میشود که ترانسفورماتور در محل بهره برداری، آلودگی صوتی نداشته باشد.

۴. نیاز به فضای کمتر: قیمت زمین در مناطق شهری بالا میباشد و این مسأله برای شرکت هایی نظیر National Grid که هدفشان تأمین انرژی بی وقفه و ایمن است، یک چالش بزرگ خواهد بود به خصوص در مناطقی که نیاز به شغل و مسکن زیاد باشد. فضای مورد نیاز این راه حل ۴۰ درصد نسبت به حالت متداول، کمتر است و دلیل این امر نبود بانک کولر در این ساختار است از این رو تجهیزات بیشتری در فضای کوچکتری جای میگیرند. این امر به ارائه خدمات بهتر به مشتریان کمک میکند.

روش دوستدار محیط زیست در مناطق شهری:

در پی کسب تجارب مثبت متعدد از استفاده از روغن عایقی جایگزین در ترانسفورمرها، شرکت زیمنس این نوآوری را به عنوان یک راه حل ایمن، پایدار و قابل اطمینان برای تأمین انرژی در مناطق شهری معرفی میکند. همچنین استفاده از انرژی تلف شده ترانسفورمر برای گرمایش، یک دستاورد مثبت و قابل توجه هم در زمینه هزینه و هم در زمینه محیط زیست میباشد.

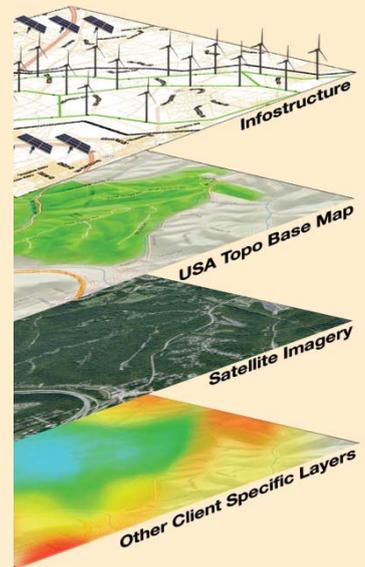
جدول ۱: خواص اصلی مایع عایق استری در مقایسه با روغن معدنی متداول

مشخصه	روغن معدنی (IEC ۶۰۲۹۶)	استر مصنوعی (IEC ۶۱۰۹۹)
اصطکاک جنبشی در دمای	۲۲	۷۰
دمای آتش	۱۷۰	۳۲۵
دمای اشتعال	۱۶۰	۲۷۵
تجزیه آسان	خیر	بلی
مخاطرات زیست محیطی	بلی	خیر
ویژگی عایقی	به خوبی شناخته شده ساختاری	نیازمند تغییر ساختاری
ماده اولیه	منابع فسیلی	مواد شیمیایی



کاربرد سامانه اطلاعات مکانی (GIS) در صنعت برق

■ حسن صالحی وزیر



بعد از پیشرفت در علوم کامپیوتر و فن آوری اطلاعات در قرن بیستم، سیستم مکانی (GIS) به عنوان علم و فن مدیریت بهینه اطلاعات مکان مرجع و ابزاری در جهت تصمیم‌گیری برای رشد و اعتلای فعالیت‌های صنعتی کشورها مطرح گردید. سیستم‌های اطلاعات مکانی (GIS) که علم و فناوری اخذ و مدیریت بهینه اطلاعات مکان مرجع، جهت حمایت از تصمیم‌گیری هستند، از مهمترین علوم و فناوری فوق محسوب می‌گردند. این سیستمها مجموعه‌ای سازمان یافته از سخت افزار، داده‌های مکان مرجع، الگوریتمها و متخصصین هستند که کار اخذ، ذخیره سازی، بازیابی، بهنگام رسانی، پردازش، تلفیق و تبادل اطلاعات مکان مرجع را انجام می‌دهند.

سامانه‌های اطلاعات مکانی "Geospatial Information Systems" که به اختصار GIS نامیده شده اند، سیستم نوینی جهت جمع آوری، ذخیره و آنالیز اطلاعات و پدیده‌های مکانی در مواردی است که موقعیت و شرایط مکانی پدیده‌ها ویژگی مهم و حساس برای آنالیز به شمار می‌رود. به عبارت دیگر، GIS کلیه اطلاعاتی را که به نحوی به محل مکانی مربوط می‌شوند، اعم از تصویری یا رقمی در بر میگیرد. به زبانی ساده تر، GIS مجموعه‌ای از نقشه‌ها و اطلاعات توصیفی مربوط به عوارض موجود در نقشه‌ها را در خود گردآوری می‌کند.

امروزه سیستم اطلاعات مکانی بسیاری از نیازهای جامعه را با سود دهی بسیار مطلوب مرتفع می‌نماید و در آینده نیز بکار گیری این علم در انجام هر پروژه میتواند از صرف بسیاری از هزینه‌های اضافی جلوگیری نماید زیرا نتیجه انجام هر پروژه را قبل از اجرای آن می‌توان دید و نسبت سودآوری به هزینه صرف شده را نیز میتوان بدست آورد. GIS همچنین می‌تواند در امر برنامه ریزی و خصوصاً به عنوان ابزار مدیریت کارآمد بسیار مفید واقع شود. پیشرفتهای روزافزون در زمینه تکنولوژی ارتباطات، جمع آوری اطلاعات و تهیه نقشه سبب گشته که مدیران و برنامه ریزان با حجم بسیاری از اطلاعات مواجه گردند. شبکه‌های برق در مقایسه با شبکه‌های دیگری نظیر شبکه آب از پیچیدگی بیشتری برخوردارند و عموماً متشکل از تأسیسات، کابل‌ها و سیم‌ها، ترانسفورمرها، کنتورها (مشترکین) و اجزای دیگری هستند که مدیریت آن مستلزم داشتن ابزار توانمندی جهت ذخیره و سازماندهی اطلاعات و نقشه هاست. امروزه سیستم‌های اطلاعات مکانی به عنوان کارآمدترین سیستم (و به طور منحصر بفرد) جهت مدیریت شبکه‌ها از جمله شبکه برق شناخته و به کار گرفته شده اند. سیستم اطلاعات مکانی (GIS) ابزاری توانمند و کارآمد در مدیریت و تجزیه و تحلیل این اطلاعات می‌باشد. این سیستم در زمینه‌های مختلف برنامه ریزی، امور بهره برداری و طراحی ... کاربردهای فراوانی دارد.

کاربردهای ویژه (GIS) در مدیریت شبکه برق

کاربرد ویژه سیستم‌های اطلاعات مکانی در مدیریت شبکه‌های برق را به شرح زیر میتوان خلاصه کرد:

الف- ذخیره سازی سازماندهی داده‌های طرح (نقشه‌ها و اطلاعات توصیفی مربوط به آنها)

- پلان شبکه برق
 - نقشه موقعیت ترانسفورمرها، پایه‌ها و سایر اجزای شبکه
 - نقشه موقعیت مشترکین.
 - نقشه تقسیم بندی مناطق.
 - نقشه عمومی شهر (خیابانها، عوارض شاخص)
 - نقشه پراکندگی جمعیت.
 - اطلاعات توصیفی و رقمی از جزئیات مشخص شبکه
- آرشیو سازمان یافته و منسجمی که با استفاده از داده‌های فوق در محیط GIS ایجاد می‌شود، بازیابی اطلاعات را هم در مرحله طراحی و هم در بهره برداری تسهیل می‌کند. این آرشیو، امکانات زیر را فراهم می‌آورد:

- امکان به هنگام سازی و بروز رسانی اطلاعات توصیفی و مکانی
- تحلیل‌های آماری مرتبط با اطلاعات توصیفی این امکان در مرحله طراحی در مواردی نظیر انتخاب گزینه و برآورد هزینه و در هنگام بهره برداری به دلایل مختلف از جمله تصمیم گیری در ارتباط با بهره برداری بهینه به کار خواهد آمد.
- امکان تهیه نقشه در اندازه و مقیاس‌های مختلف

ب- تحلیل اطلاعات

وجود قابلیت‌های متنوع تحلیلی در نرم افزارهای معتبر GIS امکان انجام تحلیل‌های گوناگون را فراهم می‌آورد. امکان انجام تحلیل‌های مختلف در شبکه، تلفیق نقشه‌های موضوعی مختلف و اطلاعات توصیفی مربوط به آن‌ها با یکدیگر، امکان تلخیص نقشه‌ها، امکان حریم یابی و قابلیت‌های متعدد تحلیلی دیگر GIS از دو جهت به کمک کارشناس طراح خواهد آمد:

وجود این قابلیت‌ها به کارشناس طراح کمک خواهد کرد تا طرح‌های پیشنهادی را بررسی و آنالیز کرده و به کمک قابلیت‌های نیرومند بازیابی اطلاعات به "اگر"ها پاسخ گفته و تنگناها و مشکلات طرح را به سهولت ببیند و نهایتاً انتخاب مناسبی انجام داده و تصمیم مقتضی به عمل آورد. ضمناً گزینه‌های انتخاب شده می‌توانند به تنهایی از جهات مختلف بررسی شده و بالحاظ کردن پارامترهای طراحی در بانک اطلاعاتی GIS طراحی دقیق و مناسبی به عمل آید.

گزینه‌های احتمالی مختلف از جهات اقتصادی و فنی به راحتی در محیط GIS قابل مقایسه اند، به همین جهت می‌توان از قابلیت‌های تحلیلی GIS جهت مقایسه گزینه‌ها و انتخاب گزینه مناسب به نحو مطلوبی استفاده کرد.

علاوه بر مکانیابی پستها و تأسیسات و مسیریابی خطوط انتقال می‌توان از تحلیل‌های زیر در زمان بهره برداری استفاده نمود:

- محاسبات، برآوردها و تحلیل‌ها GISmodel
- زمان بندی و کنترل مصرف برق در شرایط اضطراری
- برآورد هزینه‌های اصلاح شبکه در یک منطقه مورد نظر.
- تعیین تعداد انشعابات منصوبه روی یک ترانسفورمر و امکان اتصال انشعابات دیگر.
- تعیین نوسانات فصلی و روزانه در یک نقطه.
- مشخص کردن مشترکینی که در نتیجه



- خاموش کردن یک ترانسفورمر بی برق می شوند.
- مشخص کردن ترانسفورمری که یک مشترک یا بخشی از شبکه را تغذیه میکند.
- مشخص کردن نزدیکترین ترانسفورمر برای ایجاد انشعاب (های) جدید
- تعیین مناطق مصرف غیر عادی.
- شناسایی مشترکین پر مصرف.
- شناسایی و اصلاح کنتورهای خراب. یا دستکاری شده
- ارزیابی توانایی تاسیسات موجود در خدمات دهی کلی و پذیرش انشعاب های جدید و یا مشترکین جدید.
- شناسایی بدهی های بالای میزان معین و شناسایی و محاسبه کلی بدهی ها
- اطلاعات مربوط به شبکه برق بسیار متنوع،

حجیم و پیچیده است. سازماندهی، بازیابی و پردازش این داده ها یا روشهای سنتی اگر غیرممکن نباشد بسیار دشوار، وقت گیر و تمام با خطاست. GIS به عنوان راه حل اجتناب ناپذیری جهت ذخیره، سازماندهی و تحلیل داده های مربوط به شبکه شناخته شده و در بسیاری از کشورها برای مدیریت شبکه های برق بکار گرفته می شود.

تشریح اهم اقدامات حوزه GIS برق منطقه ای یزد

سیستم GIS در شرکت برق منطقه ای یزد نیز به کار گرفته شده. که برداشت، بروزسانی اطلاعات مکانی و توصیفی شبکه انتقال و فوق توزیع برق استان یزد، تهیه نرم افزار بومی، استفاده از تکنولوژی های جدید، کاربردی سازی GIS در فرایندهای صنعت برق و آموزش از محورها و حوزه های اصلی

فعالیت های آن می باشد. واحد GIS شرکت برق منطقه ای یزد در حال برنامه ریزی برای راه اندازی webGIS و mobile GIS برای هرچه آسانتر و گسترده تر شدن استفاده از این سیستم در فرایندهای صنعت برق می باشد. همچنین تکنولوژی های جدید در حوزه برداشت و بروزسانی اطلاعات از جمله استفاده از پهپاد در برداشت اطلاعات مکانی پستها به کار گیری شده است. کاربردی سازی یکی دیگر از حوزه های فعالیت GIS شرکت برق منطقه ای یزد بوده از جمله: یکی از کاربردهای مناسب GIS، راه اندازی سامانه استعلام حریم بر بستر webGIS در دفتر حقوقی بوده و از طریق این سامانه، استعلام حریم بدون نیاز به مراجعه حضوری و تنها از طریق سایت شرکت برق منطقه ای یزد صورت می گیرد.

لیست پروژه های تحقیقاتی شرکت برق منطقه ای یزد

ردیف	عنوان پروژه	مجری پروژه
۱	تخمین سهم مشترکین شبکه های بالادست و پایین دست در ایجاد هارمونیک و فلیکر در شبکه برق یزد	پارک علم و فناوری
۲	بررسی رخداد پدیده فرونشست زمین در مناطق شامل تجهیزات شبکه انتقال و فوق توزیع	پارک علم و فناوری
۳	طراحی و پیاده سازی مدل پیش بینی کوتاه مدت بار مصرفی در صنعت فولاد سازی	دانشگاه یزد
۴	طراحی و پیاده سازی سیستم مکانیزه کنترل دمایی ترانسفورماتور	دانشگاه یزد
۵	طراحی و تحلیل و اجرای خنک سازی طبیعی فیدر خانه های پست های فوق توزیع (پست جنوب)	دانشگاه یزد
۶	طراحی و تحلیل و اجرای خنک سازی طبیعی فیدر خانه های پست های فوق توزیع	دانشگاه یزد
۷	ارزیابی پروژه های تحقیقاتی اجرا شده در شرکت برق منطقه ای یزد	دانشگاه یزد
۸	انجام پروژه های مرتبط با انرژی های نو و بهسازی مصرف	پارک علم و فناوری
۹	ساخت نمونه آزمایشگاهی تغییر دهنده تپ ترانسفورماتور با کلید های الکترونیک قدرت	دانشگاه یزد
۱۰	مقاوم سازی لرزه ای ترانسفورماتور های در حال بهره برداری پست های فوق توزیع شهر یزد	دانشگاه یزد
۱۱	تحلیل وضعیت قطع کننده های مدار فوق توزیع و انتقال بر اساس شکل موج خطای ثبت شده توسط ثبت خطا	دانشگاه یزد
۱۲	طراحی مکانیزمی به منظور تعیین اهمیت بار الکتریکی مناطق مختلف استان یزد به منظور برنامه ریزی مناسب شبکه	بهینه انرژی آدرخش
۱۳	تحلیل تقاضای منابع انسانی شرکت برق منطقه ای یزد (مورد مطالعه: واحد معاونت منابع انسانی)	دانشگاه یزد
۱۴	مقایسه و بررسی روش های حرارتی و الکتریکی سرمایش خورشیدی و انتخاب روش مناسب با اقلیم یزد	دانشگاه اصفهان
۱۵	ارزیابی چرخه زندگی (LCA) پنل های خورشیدی	دانشگاه یزد
۱۶	بررسی امکان سنجی جزیره ای شدن منابع تولید پراکنده و خورشیدی موجود در شبکه برق استان یزد	دانشگاه یزد
۱۷	بررسی نقاط مهم و حساس و تاثیرگذار شبکه برق منطقه ای یزد در امنیت و پایداری با رویکرد پدافند غیر عامل	دانشگاه صنعتی اصفهان
۱۸	پژوهش در علت بروز حادثه در ترانسفورماتور های ۴۰۰ کیلوولت پست های شهید سامعی و نخلستان، انجام مطالعه در راستای عیب یابی آن ها و ارائه راهکار اصلاحی	دانشگاه تهران
۱۹	مطالعات برنامه ریزی شبکه فوق توزیع و انتقال برق یزد	دانشگاه فنی و حرفه ای
۲۰	مطالعات آسیب پذیری و ارزیابی سطح عملکرد اتاق فرمان پست ۲۳۰ کیلوولت شمال برق منطقه ای یزد ارائه طرح بهسازی ژئوتکنیکی	دانشگاه یزد
۲۱	تدوین دانش فنی پایش سلامت در انواع سازه های (فونداسیون و دکل ها) موجود خطوط و پست های انتقال و فوق توزیع استان یزد به منظور پیش بینی آسیب ها و تخمین عمر باقیمانده و راه اندازی یک نمونه سیستم به صورت پایلوت	دانشگاه یزد

