


کد سند: RO-S-F-27-02	معاونت پژوهشی	
تاریخ صدور: ۱۳۹۹/۴/۲۲		
تاریخ ویرایش: ۱۳۹۹/۵/۱۵	فرم خلاصه فارسی طرح / پروژه	

عنوان طرح / پروژه: امکان سنجی طراحی و اجرای برنامه‌های پاسخگویی بار در بخش خانگی

مدیر طرح / پروژه:	مریم بداغی	مجری:	وهاب مکاری زاده
کد مالی پروژه:	۸۱۷۲۰۰	کد کیفی پروژه:	PENPN14
نوع طرح / پروژه:	امانی	معاونت:	پژوهشی

همکاران: مریم بداغی - وهاب مکاری زاده - محمدرضا سلیمیان

کلمات کلیدی: (۶ تا ۱۰ مورد)

پاسخگویی بار در بخش خانگی - مدیریت سمت تقاضا - مدیریت پیک بار - کنتورهای هوشمند - پتانسیل کاهش بار - شبکه توزیع

ضرورت انجام پروژه / طرح:

در ساختار فعلی صنعت برق، یکی از راه‌های ایجاد تعادل عرضه و تقاضا اجرای برنامه‌های مدیریت سمت تقاضا در کنار برنامه‌های توسعه تولید می‌باشد. بخش خانگی در کشور ما در حدود ۷۰ درصد از کل مشترکین، ۴۰ درصد از کل مصرف انرژی سالیانه و نیز در حدود ۷۰ درصد از پیک بار را به خود اختصاص می‌دهد. این مطالعه به منظور بررسی دقیق برنامه‌های پاسخگویی بار که قابلیت به کارگیری در بخش خانگی را داشته باشد انجام می‌گیرد. هدف از اجرای این مطالعه یافتن برنامه پاسخگویی بار مناسب در بخش خانگی، ملزومات فنی و اقتصادی آن و امکان به کارگیری آنها در ایران است.

اهداف پروژه / طرح:

اهداف اجرای این پروژه را می‌توان به شرح ذیل بیان کرد:

- شناسایی و تحلیل بارهای خانگی کنترل‌پذیر در بخش خانگی
- برآورد پتانسیل پاسخگویی بار در بخش خانگی
- بررسی زیرساخت‌های لازم برای اجرای برنامه‌های پاسخگویی بار به ویژه کنترل مستقیم بار
- برآورد هزینه اجرای برنامه‌های پاسخگویی بار در بخش خانگی با توجه به زیرساخت‌های کنونی
- برآورد هزینه و درآمد حاصل از اجرای برنامه پاسخگویی بار در بخش خانگی برای صنعت برق
- بررسی نحوه تنظیم قرارداد با بخش خانگی برای اجرای این برنامه

چکیده پروژه / طرح:

پس از خصوصی سازی و رقابتی شدن صنعت برق، عملکرد اقتصادی شبکه همواره یکی از مهمترین موضوعات در زمینه بهره برداری از سیستم‌های قدرت بوده است. در نتیجه برای بهینه کردن مصرف برق، راهکارهایی مانند مدیریت سمت تقاضا و پاسخگویی بار در سیستم قدرت تعریف و بکار برده شده است. هدف از اجرای برنامه‌های پاسخگویی بار، اصلاح مصرف برق و کم کردن از تفاوت پیک و دره بار در طول روز و دستیابی به اهداف اقتصادی نظیر کاهش سرمایه گذاری در ساخت نیروگاه‌های جدید و افزایش ظرفیت تولید برق است. با این حال، اجرای موفق این برنامه‌ها، به ویژه در بخش خانگی با تعداد بالای مشترکین، با مشکلات بسیاری همراه است. این مطالعه با بررسی تجربیات اجرای برنامه‌های پاسخگویی بار در بخش خانگی، زیرساخت‌های مورد نیاز برای اجرای این برنامه‌ها را بررسی کرده و مشخصات فنی و اقتصادی آن را استخراج نموده است.

در فصل اول این مطالعه، انواع برنامه‌های پاسخگویی بار بررسی و ویژگی‌های هر یک ارائه گردیده است. برنامه‌های پاسخگویی بار را می‌توان از جوانب مختلفی تقسیم بندی کرد. در حالت کلی این برنامه‌ها از حیث مکانیزم کنترلی، مشوق پیشنهاد شده و متغیر تصمیم‌گیری قابل دسته بندی است. در گروه اول برنامه از نقطه نظر مکانیزم

کنترلی به دو گروه متمرکز و پراکنده تقسیم می شوند. در برنامه های پاسخگویی بار متمرکز مشترکان باهم هیچ ارتباطی نداشته و به طور مستقیم با بهره بردار شبکه در ارتباط هستند. در حالی که در مکانیزم کنترلی پراکنده مشترکان با یکدیگر تعامل داشته و بهره بردار با استفاده از این تعاملات اطلاعاتی را در مورد میزان مصرف انرژی کسب می کند. مزایای حاصل از اجرای برنامه های پاسخگویی بار موجب شده است این برنامه ها در سطوح مختلف در کشورهای توسعه یافته در حال اجرا باشد. هریک از کشورها با توجه به زیر ساخت های خود، برخی از انواع برنامه های پاسخگویی تقاضا را اجرا می کنند. لذا در این فصل، تجربه عملی اجرای برنامه های پاسخگویی بار در کشورهای آمریکا، انگلستان، ایتالیا، اسپانیا، کره جنوبی، امارات متحده عربی، استرالیا، سنگاپور و ژاپن بررسی شده است. در ادامه فصل اول، دو نمونه از ساز و کار اجرای این برنامه ها در بخش خانگی توسط شرکت های برق ادیسون، SCE و ویسکانسین در آمریکا بررسی گردیده است.

بر اساس آخرین ترازنامه انرژی منتشر شده در سال ۱۳۹۵، کل مصرف انرژی نهایی در سال ۱۳۹۵ معادل ۱۰۰۶/۳ میلیون بشکه معادل نفت خام و سهم بخش خانگی در حدود ۳۰/۴۲ درصد از کل مصرف انرژی نهایی کشور بوده است. در این سال، بخش خانگی بیشترین سهم مصرف انرژی را در میان سایر بخش های مصرف کننده در بر داشته است. علاوه بر این، در سال ۱۳۹۵، سهم مصرف انرژی الکتریکی توسط مشترکین خانگی در میان سایر مشترکین با رقم ۳۴ درصد، با اختلاف کمی از بخش صنعت پیشی گرفته و رتبه اول را به خود اختصاص داده است. در سال ۱۳۹۶ سهم بخش های خانگی و صنعت از کل مصرف برق در کشور به ترتیب ۳۲/۷ و ۳۳ درصد بوده است. با توجه به سهم بالای بخش خانگی در مصرف انرژی، مدیریت انرژی در این بخش از اهمیت بالایی برخوردار است. مصرف انرژی در بخش خانگی، متشکل از مصرف انرژی برای روشنایی، گرمایش و سرمایش محیط، گرمایش آب، پخت و پز، مصرف انرژی الکتریکی توسط تجهیزات خانگی، آسانسورها و سایر تجهیزات انرژی بر خانگی است. در ایران، برای مصارف گرمایش آب و فضا و پخت و پز غالباً از گاز طبیعی استفاده می شود. در فصل دوم از این مطالعه، ابتدا تجهیزات الکتریکی مورد استفاده در بخش خانگی و متوسط توان آنها بررسی و سپس این تجهیزات به انواع تجهیزات قابل کنترل و غیرقابل کنترل تقسیم بندی شده است. در این تقسیم بندی، بارهای قابل برنامه ریزی به آن دسته از بارهایی گفته می شود که زمان آغاز به کار آنها را می توان از ساعات پیک مصرف به ساعات غیر پیک منتقل کرد. زمان استفاده از این وسایل با توجه به محدودیت های ساکنین منازل و نیز عوامل اقتصادی، از پیش قابل برنامه ریزی است. با این وجود باید توجه داشت که در صورت آغاز به کار این دستگاه ها، تا زمان اتمام سیکل کاری نمیتوان آنها را متوقف کرد. ماشین لباسشویی، ماشین ظرفشویی، جاروبرقی و ... در این دسته از بارهای خانگی قرار میگیرند. برخی از وسایل خانگی قابلیت جابجایی زمان استفاده را دارا نیستند. با این وجود، میتوان با تغییر سیکل کاری، انرژی مصرفی این دستگاه ها را در ساعات پیک بار کاهش داد. برای مثال، زمان استفاده از دستگاه تهویه مطبوع در تابستان را نمیتوان تغییر داد چرا که این دستگاه با هدف تامین نیاز سرمایشی ساکنین در مواقعی که هوا گرم است وارد مدار می شوند. تغییر سیکل کاری (تغییر کارکرد از دور تند به دور کند در کولرهای آبی و کاهش دمای ترموستات یا کارکرد در حالت فن در کولرهای گازی) می تواند در کاهش انرژی مصرفی این تجهیزات موثر واقع گردد. این تجهیزات در اصلاح قابل کنترل با دما هستند. بارهای غیرقابل برنامه ریزی، دسته ای از بارهای ضروری بوده که به عنوان بار پایه همیشه در مدار هستند (مانند یخچال و فریزر) و یا قابلیت جابجایی زمان استفاده و نیز کاهش انرژی مصرفی را ندارند. در مدیریت بار خانگی باید از مصرف این وسایل برقی چشم پوشی کرد. این وسایل در طول روز و با توجه به نیازهای بوجود آمده مورد استفاده قرار میگیرند و لزوماً نمیتوان زمان استفاده از آنها را به ساعات کم باری منتقل کرد. برای مثال استفاده از تلویزیون برای دیدن برنامه ای خاص در بازه ای از روز، قابل انتقال به ساعات پایانی شب یا تعطیلات نمی باشد. یخچال و فریزر، تلویزیون، کامپیوتر، وسایل برقی پخت و پز (مایکروویو، چای ساز، سماور برقی و پلوپز) و لامپهای LED جزو این دسته از وسایل تقسیم بندی می شوند. در ادامه پتانسیل کاهش یا جابجایی بار در هریک از اقلیم های پنج گانه کشور بررسی شده و نهایتاً اثر گذاری این تغییر روی پیک بار شبکه سراسری برق ارزیابی و تحلیل گردیده است.

فصل سوم این مطالعه به بررسی تکنولوژی های مورد نیاز در برنامه های پاسخگویی بار اختصاص یافته و پیشنهاداتی برای اجرای برنامه های پاسخگویی بار با امکانات موجود در کشور ارائه گردیده است. تجهیزات مورد استفاده در برنامه های پاسخگویی بار را می توان به سه گروه تجهیزات کنترلی، مانیتورینگ و ارتباطی تقسیم بندی کرد. سیستم مانیتورینگ شامل کنتورهای هوشمند، اندازه گیر هوشمند (AMI)، سیستم های مدیریت انرژی (EMS) و سیستم های اطلاع رسانی انرژی می باشد که در فصل سوم به معرفی آنها پرداخته شده است.

هزینه های اجرای برنامه پاسخگویی بار را می توان به دو بخش هزینه تجهیزات و هزینه مشارکت تقسیم بندی کرد. باید اشاره کرد اکثر هزینه های برنامه های پاسخگویی بار به ویژه هزینه های مربوط به عدم آسایش مشترکین و برنامه ریزی مجدد قابل محاسبه و برآورد عددی نیستند. هزینه سرمایه گذاری تکنولوژی های فعال کننده در واقع هزینه های مربوط به سرمایه گذاری در نصب تجهیزاتی مانند کنتورهای هوشمند می باشد. در فصل چهارم، ابتدا هزینه نصب کنتور هوشمند، کلید کنترل بار و ترموستات قابل کنترل از راه دور برآورد گردیده است. کاهش مصرف برق در اثر اجرای برنامه های پاسخگویی بار، منجر به کاهش تقاضا و متعاقباً صرفه جویی در هزینه های تولید، انتقال و توزیع میگردد که این صرفه جویی نیز محاسبه شده است. در این مطالعه، فرض شده است که در سال ۱۳۹۸، برای تمام مشترکین جدید خانگی کنتور هوشمند نصب شده و در سال پایانی تمام مشترکین خانگی مجهز به کنتور هوشمند باشند. نرخ رشد سالیانه تعداد مشترکین خانگی مجهز به کنتور هوشمند در هر سال با توجه به مقادیر آن در سالهای ۱۳۹۸ و ۱۴۲۰ محاسبه و با استفاده از این نرخ، تعداد کل مشترکین خانگی مجهز به کنتور هوشمند در هر سال محاسبه گردیده است. با استفاده از این اطلاعات، ارزش فعلی تنزیل شده صرفه جویی در هزینه های تأمین انرژی، احداث خطوط انتقال و توزیع و نیز کاهش تلفات شبکه، ناشی از نصب تجهیزات اندازه گیری هوشمند و مدیریت مصرف در برنامه های پاسخگویی بار تا سال ۱۴۲۰ در مجموع حدود ۲۴۶ هزار میلیارد ریال برآورد گردیده است. قابل ذکر است در برآورد صورت گرفته، پتانسیل صرفه جویی در مصرف انرژی تنها در ۴ ماه گرم سال برآورد گردیده است، در حالیکه با اجرای برنامه های پاسخگویی بار، فرهنگ مصرفی مشترکین نیز تغییر کرده و کاهش مصرف انرژی در فصول دیگر سال نیز دور از انتظار نیست. علاوه بر این، کاهش هزینه های ناشی از عدم نیاز به قرائت کنتور و کاهش خاموشی ها نیز در محاسبات لحاظ نگردیده است. برای برآورد هزینه فایده ناشی از اجرای برنامه های پاسخگویی بار، هزینه ناشی از ایجاد زیر ساخت های مورد نیاز برای اجرای برنامه های پاسخگویی بار نیز برآورد گردیده است.

فصل پایانی این مطالعه، به جمع بندی نتایج بدست آمده و نیز ارائه راهکارهای اجرایی برای پیاده سازی برنامه های پاسخگویی بار در بخش خانگی اختصاص یافته و پیشنهادات عمومی برای غلبه بر موانع و رسیدن به پتانسیل های برنامه های پاسخگویی بار در بخش خانگی ارائه گردیده است.

با توجه به بررسی های صورت گرفته در این مطالعه، موانع فنی مهمترین معضلات اجرای برنامه های پاسخگویی بار در بخش خانگی می باشند. به طور کلی می توان سیستم اندازه گیری پیشرفته، کلید های کنترل مستقیم بار و نیز ترموستات های هوشمند را اصلی ترین تکنولوژی های فعال کننده برنامه های پاسخگویی بار در بخش خانگی به شمار آورد. مطالعات صورت گرفته نشان داده است استفاده از تکنولوژی های فعال کننده برنامه های پاسخگویی بار به طور قابل ملاحظه ای میزان پاسخگویی مشترکان به سیگنالهای دینامیک قیمت را بهبود بخشیده است. با این وجود، چالش اصلی، نحوه به کارگیری این تکنولوژی های و استانداردهای لازم برای کارایی آنها است. پس از حل چالش های فنی، مسئله بعدی نحوه تقسیم سود برای بازیگران مختلف در زنجیره ارزش می باشد. در برنامه پاسخگویی بار، هزینه و درآمد هر یک از بازیگران، اعم از مصرف کننده، شرکت های واسطه (در اینجا شرکت های توزیع)، بهره بردار شبکه و تولید کننده باید مشخص گردد. علاوه بر مشکلات فنی و چالش های مربوط به نقش بازیگران مختلف بازار، همچنان باید به چالش سوم، که نحوه فعال کردن مشترکان به ویژه مشترکان خانگی است، اندیشید. مطالعات صورت گرفته نشان می دهد اگر مشترکین در استفاده از کنتورها و تجهیزات هوشمند مشارکت فعال نداشته باشند، پتانسیل این تکنولوژی ها در کاهش بار بسیار محدود است. از این رو، تغییر رویکرد مشترکان از رفتار منفعلانه به فعالانه نقش بسیار مهمی در موفقیت برنامه های پاسخگویی بار ایفا می کند.

برای جلب مشارکت مصرف کنندگان، در طراحی برنامه های پاسخگویی بار، باید مشترک برق و نیاز های او نیز درک شود. اعتماد مشترک به بازار، عدم سلب آسایش مشترک و نیز ارائه اطلاعات کافی در مورد برنامه های پاسخگویی بار، پروفیل مصرفی و راهکارهای صرفه جویی در مصرف انرژی از نیازهای مشترکین می باشد. شورای تنظیم کننده انرژی اروپا (CEER) اعتماد مشترک به بازار را یکی از موضوعات مهم در پاسخگویی بار می داند. اگر مشترک اعتماد کافی به بازار نداشته باشد، این مسئله به عنوان یک مانع بالقوه منجر به کاهش تمایل مشارکت در برنامه پاسخگویی بار بروز پیدا می کند. نقص اطلاعات مشترکین در مورد عملکرد بازار نیز می تواند مانع مشارکت آنها گردد. لذا ارائه اطلاعات به مشترکین در مورد نحوه کار عادلانه بازار و نیز مزایای اقتصادی و زیست محیطی مشارکت در برنامه های پاسخگویی بار می تواند در جلب اعتماد مشترکین برای مشارکت در یک بازی برد-برد موثر واقع گردد. پس از جلب اعتماد مشترکین، وجود قرارداد مشخص با ضوابط و قوانین شفاف، علاوه بر جلب مشارکت مصرف کنندگان برق در بخش خانگی، برآورد پتانسیل کاهش بار در زمان وقوع پیک بار را تسهیل می کند. این قرارداد در واقع ارتباط بین مصرف کننده، که تغییر مصرف برق در ازای سیگنالهای دریافتی را تعیین می کند و شرکت واسطه پاسخگویی بار (در اینجا می تواند شرکت توزیع باشد)، که طرف مقابل است و سیگنالها را ارسال می کند، را تبیین می کند. طرفین قرارداد باید کاملاً مشخص باشند تا پس از امضای آن، مسئله پاسخگویی بار تنها نقطه تمرکز هر یک از طرفین باشد. در نهایت ارائه مشاوره به مصرف کنندگانی که در برنامه پاسخگویی بار مشارکت می کنند اقدامی مفید در جهت توانمند سازی آنها برای ایفای نقش فعال در برنامه های پاسخگویی بار می باشد. در ادامه این فصل پیشنهادهای برای اجرای برنامه های پاسخگویی بار در بخش خانگی ارائه گردیده است.

مراحل و روش های انجام پروژه/طرح:

مرحله اول- بررسی ادبیات موضوعی برنامه های پاسخگویی بار و به کارگیری آن در بخش خانگی

مرحله دوم- برآورد پتانسیل پاسخگویی بار در بخش خانگی در کشور

مرحله سوم- بررسی نیازهای فنی و اجرایی برنامه های پاسخگویی بار در بخش خانگی

مرحله چهارم- برآورد هزینه نصب و به کارگیری تجهیزات مورد نیاز برای اجرای برنامه های پاسخگویی بار در بخش خانگی و محاسبه منافع حاصل در سمت تولید، انتقال و

توزیع

مرحله پنجم- پیشنهادهای تنظیم قرارداد با مشترکین برای اجرای برنامه پاسخگویی بار در بخش خانگی

اهم نتایج به دست آمده از انجام پروژه/طرح (خروجی های فنی، ثبت اختراع، مقالات، کتب، گزارش های فنی و ...):

گزارشات پروژه در ۵ مرحله