توسعه و تجاری‌سازی فناوری
کنتورهای هوشمند برق در ایران

کد موضوعی: ۳۱۰
شماره مسلسل: ۱۷۶۴۶
مردادماه ۱۴۰۰

معاونت مطالعات تولیدی

به نام خدا

فهرست مطالب

چکیده ۱
مقدمه ۲
۱. شبکه هوشمند برق ۳
۲. تجهیزات اندازه‌گیری (کنتورهای) هوشمند ۶
۳. شبکه و کنتورهای هوشمند در جهان ۸
۴. طرح فراسامانه هوشمند اندازه‌گیری و مدیریت انرژی (فهام) ۹
۵. شبکه و کنتورهای هوشمند در قوانین ۱۳
۶. گزارش پیشرفت طرح فهام ۱۷
۷. تجاری‌سازی فناوری کنتورهای هوشمند برق در ایران ۲۰
۸. وضعیت مالی شرکت‌های تولیدکننده کنتورهای هوشمند در ایران ۲۱
۹. تاثیر قیمت برق بر توسعه فناوری کنتورهای هوشمند برق در ایران ۲۲
نتیجه‌گیری و پیشنهادها ۲۳
منابع و مآخذ ۲۵

توسعه و تجاری‌سازی فناوری کنتورهای هوشمند برق در ایران

چکیده

آسیب‌شناسی‌ها[1] نشان می‌دهد توسعه و تجاری‌سازی فناوری کنتورهای هوشمند در ایران با چالش‌هایی همراه است و به‌رغم پیشرفت‌های کسب شده در گسترش تکنولوژی‌های صنعت برق، کاهش چشمگیر منابع مالی و کمبود نقدینگی، هوشمندسازی شبکه برق کشور را با گلوگاه‌هایی مواجه کرده است. هوشمندسازی در مدیریت بار آثار مستقیمی بر بهبود شاخص‌های کیفیت توان و کاهش هزینه‌های سرسام‌آور توسعه ظرفیت غیراقتصادی تولید و کنترل افزایش بی‌رویه شدت مصرف انرژی خواهد داشت و نصب کنتورهای هوشمند که ذیل طرح فهام (طرح ملی فراسامانه هوشمند اندازه‌گیری و مدیریت انرژی) قرار می‌گیرد، ازجمله زیرساخت‌های لازم برای هوشمندسازی شبکه برق و تحصیل مزایای فنی و اقتصادی شبکه هوشمند انرژی برای کشور است. با نصب کنتورهای هوشمند به‌ویژه برای مشترکانی که در برنامه‌های مدیریت بار شرکت می‌کنند، میزان برق مصرفی به‌طور کامل تحت رصد قرار می‌گیرد؛ بنابراین با نصب کنتورهای هوشمند به‌راحتی می‌توان به مدیریت بار شبکه اقدام کرد. همچنین این اقدام موجب می‌شود، اهدافی از قبیل، فراهم شدن بسترهای اصلاح الگوی مصرف، امکان اعمال مدیریت بار ازسوی بهره‌بردار شبکه در شرایط عادی و اضطراری، کاهش تلفات غیرفنی و مشخص‌سازی و پایش تلفات فنی شبکه توزیع، امکان راه‌اندازی بازار خرده‌فروشی و غیره فراهم شود.

این گزارش نشان می‌دهد که در کشور به لحاظ دانش فناوری کنتورهای هوشمند مشکلی وجود ندارد (وجود فشار تکنولوژی) و چهارده شرکت دانش‌بنیان نسبت به توسعه و تجاری‌سازی کنتورهای هوشمند اقدام کرده و کنتورهای باکیفیت بالا تولید می‌کنند و بخشی از تولیدات آنها صادر می‌شود اما سرمایه‌گذاری ناکافی در زمینه شبکه هوشمند برق سبب شده است که طی سال‌های گذشته تا پایان بهمن سال ۱۳۹۹ تنها در حدود ۴۵۸ هزار کنتور هوشمند برای مشترکان دیماندی و چاه‌های آب کشاورزی نصب شود، این در حالی است که قرار بود در فاز نخست این طرح (تا سال ۱۳۹۳) یک میلیون کنتور تعویض شود. این امر نشان می‌دهد با وجود فناوری در کشور، نبود منابع مالی کافی سبب عدم توسعه آن شده است (ناکافی بودن کشش بازار).

۱. به‌منظور بررسي چالش‌ها و وضعيت شركت‌هاي توليدكننده كنتورهاي هوشمند برق، جلسه‌اي با حضور نماينده شركت توانير و پنج شركت اصلي توليدكننده شامل شركت الكترونيک افزارآزما، شركت توس‌فيوز و شركت بهينه‌سازان طوس، شركت سنجش نيروي هوشمند و شركت راد نيروي كرمان برگزار شد كه اين شركت‌ها بيش از ۹۰ درصد سهم بازار توليد كنتورهاي هوشمند را در دست دارند. همچنين در تهيه اين گزارش از اطلاعات نامه شركت توانير به شماره ۱٤۰۰/۳۱۳۲/۱۱٦ به تاريخ ۱٤۰۰/۱/۲۲ در پاسخ به نامه مركز پژوهش‌هاي مجلس با شماره ۸۲-۱٤۲۰۰/۱۱۱۷۵ در تاريخ ۱۳۹۹/۱۱/۱٤ استفاده شده است.

در حال حاضر شرایط مالی شرکت‌های تولیدکننده کنتورهای هوشمند مناسب نیست و به لحاظ سودآوری در وضعیت زیان‌دهی هستند.

در سمت درآمدهای شرکت‌های فوق نیز مشکل اساسی وجود دارد. آنها با مطالبات معوق (بالای یک سال) از وزارت نیرو روبه‌رو هستند و ازاین‌رو دچار مشکل سرمایه در گردش شده‌اند. مطالبات زیاد و عدم پرداخت به‌موقع ازیک‌طرف و قیمت‌های ناعادلانه ناشی از قراردادهای تیپ ناعادلانه با تاریخ پیش‌پرداخت ناعادلانه یکی از علل مهم زیان‌دهی شرکت‌های فوق است. پایین بودن نرخ فروش برق در کشور (در ایران در حدود ۱۳۰ تومان برای هر کیلووات) نسبت به سایرکشورها سبب شده است که اولاً اقتصادی بودن نصب کنتورهای هوشمند زیر سؤال برود و ثانیاً درآمدهای وزارت نیرو متناسب با هزینه‌ها افزایش نیافته و مطالبات شرکت‌های کنتورساز با تأخیر پرداخت شود.

یکی از پیشنهادهایی که برای تأمین منابع مالی نصب کنتورهای هوشمند قابل ذکر است اینکه حکم مندرج در بند «د» تبصره «۱۵» قانون بودجه سال ۱۳۹۸ بازنویسی شده و به لایحه بودجه سال آینده اضافه شود. براساس حکم مذکور، به‌منظور اصلاح الگوی مصرف برق و گاز، شرکت‌های توانیر و ملی گاز ایران مکلفند نسبت به نصب کنتورهای هوشمند برای مشترکان برق و گاز با اولویت مشترکان عمده یا پرمصرف اقدام و هزینه مربوطه را به‌صورت اقساطی از مشترکان دریافت کنند.

پیشنهاد دیگری که برای تأمین منابع مالی نصب فناوری کنتورهای هوشمند می‌توان مطرح کرد آن است که مصرف‌کننده خود بطور مستقیم کنتور را از بازار برای نصب خریداری کند و شرکت توانیر تنها مشخصات مورد نیاز کنتور هوشمند برق را اعلام کند. در این صورت قیمت‌های کنتور تا حدود زیادی از حالت دستوری و اجباری خارج شده و شرکت‌های تولیدکننده کنتور به موقع از فروش محصول خود منتفع می‌شوند.

مقدمه

شبکه‌های هوشمند و شهرهای هوشمند دو امر بسیار مهم برای تأمین نیازهای انرژی در آینده هستند. برای رسیدن به راندمان انرژی بالاتر لازم است با یکپارچه‌سازی نیروگاه‌های پراکنده متعدد یک منبع انرژی متمرکز ایجاد کنیم. برای انجام موفقیت‌آمیز این امر، استفاده از روش‌های خاص مانیتورینگ شبکه و نیز بهره‌برداری از نرم‌افزارهای کاربردی ویژه ضروری به‌نظر می‌رسد. همچنین، شبکه هوشمند اصطلاحی است که شامل جنبه‌های مختلفی از شبکه‌های مدرن انتقال و توزیع نیروی برق است. این شبکه، یک شبکه مخابراتی گسترده است که با تولید انرژی، سیستم‌های انتقال و شبکه‌های ریز و درشتی که در انتهای خط هستند، سروکار دارد.

سیستم‌های توزیع نیروی برق به‌صورت سنتی سیستم‌هایی یک‌سو و بدون بازخوردی بوده‌اند که در آن انرژی

برق از یک منبع بالادست تولید و توزیع شده است. افزایش تقاضا برای انرژی، هزینه‌های فزاینده تولید و توزیع برق، تهدیدات زیست‌محیطی ناشی از بالا رفتن گازهای گلخانه‌ای در جو زمین، تلفات بیش از اندازه ناشی از استفاده غیراصولی نیروی برق از عواملی هستند که رویکرد سنتی مدیران و دست‌اندرکاران صنعت برق را به چالش کشیده‌اند. ازسوی‌دیگر پیشرفت در حوزه فناوری و تجربه به‌کارگیری کنتورهای نسل جدید که به پردازشگرهای توانمندی مجهزند، تغییر در این حوزه را از امری دست‌نیافتنی به هدفی قابل تحقق اما چالشی بدل کرده است. خصوصی‌سازی و رقابت در بازار برق و همچنین لزوم ارائه خدمات به مصرف‌کنندگان از نکات دیگری است که الکترونیکی کردن فرایند فروش و خدمات را امری ضروری ساخته است. درواقع سازوکار مورد بحث در شبکه‌های هوشمند برق ترکیبی از سیستم‌های اندازه‌گیری الکتریکی، فناوری ارتباطات و نهایتاً پردازش، کنترل و ذخیره اطلاعات است. کنتورهای برق نسل جدید، توان پردازش و ذخیره‌سازی اطلاعات گوناگون الکتریکی را داشته و اخیراً به سامانه ارسال و دریافت داده (که سنگ بنای سیستم‌های هوشمند برق است) نیز مجهز شده‌اند.

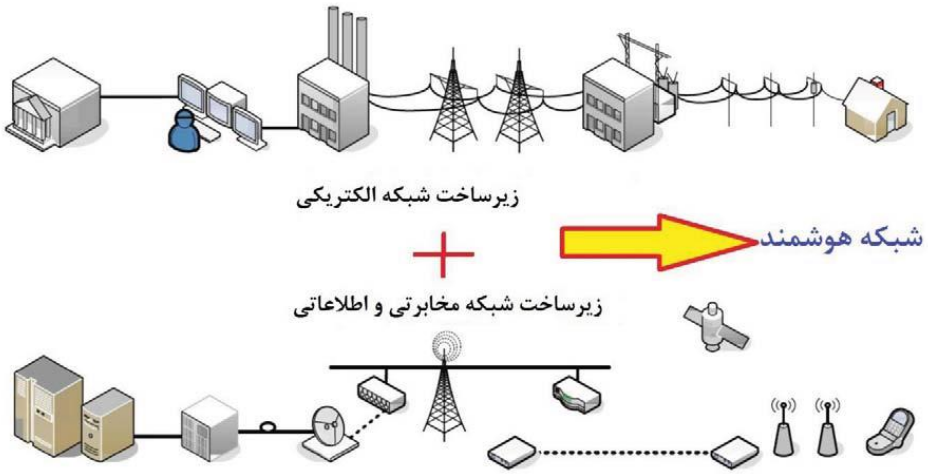
نصب کنتورهای هوشمند که ذیل طرح فهام (طرح ملی فراسامانه هوشمند اندازه‌گیری و مدیریت انرژی) قرار می‌گیرد، ازجمله زیرساخت‌های لازم برای هوشمندسازی شبکه برق و تحصیل مزایای فنی و اقتصادی شبکه هوشمند انرژی برای کشور است. با نصب کنتورهای هوشمند به‌ویژه برای مشترکانی که در برنامه‌های مدیریت بار شرکت می‌کنند، میزان برق مصرفی به‌طور کامل تحت رصد قرار می‌گیرد و مشترک نیز از نحوه مصرف خود آگاهی کافی پیدا می‌کند. با جایگزینی کنتورهای هوشمند، مشترکان می‌توانند ساعت به ساعت، میزان مصرف خود را بررسی و از آن اطلاع پیدا کنند؛ بنابراین با نصب کنتورهای هوشمند به‌راحتی می‌توان به مدیریت بار شبکه اقدام کرد. همچنین این اقدام موجب می‌شود، اهدافی از قبیل، فراهم شدن بسترهای اصلاح الگوی مصرف، امکان اعمال مدیریت بار توسط بهره‌بردار شبکه در شرایط عادی و اضطراری، کاهش تلفات غیرفنی و مشخص‌سازی و پایش تلفات فنی شبکه توزیع، امکان راه‌اندازی بازار خرده‌فروشی و غیره فراهم شود.

۱. شبکه هوشمند برق

در یک تعریف ساده می‌توان شبکه هوشمند برق را به‌صورت اجتماع زیرساخت‌های شبکه برق با شبکه گسترده مخابراتی بیان کرد. این نوع شبکه امکان ارتباط دوطرفه و استفاده از حسگرهای پیشرفته را به‌منظور بهبود کارایی و قابلیت اطمینان سیستم، امنیت انتقال و مصرف توان فراهم می‌کند. به‌عنوان تعریفی دیگر، می‌توان شبکه هوشمند را به‌صورت اجتماع شبکه‌های ارتباطی با سیستم قدرت به‌منظور ایجاد مسیر مناسب انرژی الکتریکی و اطلاعات بیان کرد. این مجموعه امکان پایش صحت خود را در تمام زمان‌ها دارا خواهد بود و همچنین با بروز اشکال می‌تواند آن را به‌مراتب بالاتر اطلاع‌رسانی کند و به‌صورت خودکار اقدام‌های اصلاحی را انجام دهد. بنابراین ویژگی و حتی هدف اصلی از مطرح شدن شبکه هوشمند را می‌توان کنترل و پایش سیستم قدرت مطرح کرد.

طبق تعریفی که کمیسیون ویژه مخابرات اتحادیه اروپا با موضوع شبکه‌های هوشمند: از ایده تا ایجاد در سال ۲۰۱۱ ارائه داد، شبکه هوشمند را در درجه اول یک شبکه برق به‌روز شده معرفی کرده‌اند که ارتباط دوطرفه‌ای بین تولیدکننده و مصرف‌کننده انرژی، کنتورهای هوشمند و سیستم‌های مانیتورینگ به آن اضافه شده است. به‌علاوه، کارگروه شبکه هوشمند اروپا[1] و پایگاه فناوری شبکه هوشمند اروپا[2] شبکه‌های هوشمند را این‌طور تعریف کردند: «شبکه‌های برقی که به‌صورت کارآمد بر عملکرد همه کاربران این شبکه شامل مولدها، مصرف‌کننده‌ها و سیستم‌های تولید و مصرف نظارت می‌کند تا از راندمان اقتصادی بالا، پایداری شبکه قدرت با کمترین تلفات و بالاترین کیفیت و امنیت و راحتی تولید انرژی اطمینان یابد».

شکل ۱. شبکه هوشمند برق(ادغام سیستم‌های مخابراتی با شبکه برق)



مأخذ: معاونت سیستم‌های اندازه‌گیری و شبکه هوشمند، «گزارش نهم: آشنایی با طرح فهام»، سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)- معاونت سیستم‌های اندازه‌گیری و شبکه هوشمند، مهر ۱۳۹۱، ص ۱۲.

شبکه برق موجود یک سیستم کاملاً سلسله‌مراتبی است که در آن نیروگاه‌ها در بالای زنجیره و تحویل قدرت به بارهای مشتریان در پایین زنجیره را تضمین می‌کنند. این سیستم اساساً یک خط یک‌طرفه است که هیچ منبع اطلاعاتی در زمان واقعی در مورد نقاط پایانی در اختیار ندارد. بنابراین شبکه برق به‌منظور حفظ قابلیت اطمینان، به‌گونه‌ای برنامه‌ریزی و طراحی می‌شود تا بتواند حداکثر تقاضای پیش‌بینی‌شده را تحمل کند. درنتیجه ازآنجایی‌که این اوج تقاضا، تنها در کسری از ساعات روز رخ می‌دهد، سیستم مذکور ذاتاً غیربهینه است. جدول ۱ مقایسه کلی بین شبکه هوشمند و شبکه‌های برق فعلی را نشان می‌دهد.

1. European SG Task Force
2. SG European Technology Platform

شبکه هوشمند[1]، با هدف رفع مشکلات شبکه‌های برق فعلی و مدیریت بهتر و کارآمدتر سیستم قدرت مطرح شدند. این شبکه‌ها امکان پایش کامل و کنترل لحظه‌به‌لحظه تجهیزات را برای شرکت‌های برق فراهم می‌کند. انتظار می‌رود که ایجاد این شبکه‌ها کنترل و بهره‌برداری سیستم قدرت را بهبود بخشد و امکان استفاده گسترده از تولیدات پراکنده را فراهم کند. شبکه هوشمند باید به ترمیم خود و بازگشت سریع به شرایط مطلوب، با وجود خطاهای ایجاد شده، قادر باشد. همچنین شبکه هوشمند گردانندگان خود را در جهت یافتن راه‌های جدید برای انجام مبادلات اقتصادی انرژی در سیستم قدرت، یاری می‌کند (ذکریازاده).

جدول ۱. مقایسه شبکه هوشمند برق با شبکه برق فعلی

ویژگی‌های شبکه برق فعلی	ویژگی‌های شبکه هوشمند
الکترو مکانیکی	دیجیتال
ارتباط یک طرف	ارتباط دو طرفه
تولید متمرکز	تولید پراکنده
سلسله مراتبی	شبکه‌ای
سنسورهای اندک	سنسورهای فراوان
نابینا	خود مانیتورینگ
بازیابی دستی	خود ترمیمی
خطا و خاموشی گسترده	تطبیقی و قابل جزیره شدن
بررسی و تست دستی	بررسی و تست از راه دور
کنترل محدود	کنترل گسترده
گزینه‌های محدود برای مشتریان	ایجاد گزینه‌های گسترده برای مشتریان

مأخذ: ذکریازاده، علیرضا، «گزارش چهارم: شبکه‌های هوشمند و پاسخگویی بار در آن»، سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)- معاونت سیستم‌های اندازه‌گیری و شبکه هوشمند، ص ۷.

بهره‌بردار شبکه هوشمند می‌تواند در هر لحظه وضعیت شبکه را کنترل و دستورات لازم برای بهره‌برداری بهینه از شبکه را صادر کند. فناوری‌های نوین ازجمله ترانسفورماتورهای ساخته شده از مواد ابررسانا، تجهیزات ذخیره‌سازی انرژی، سنسورهای پیشرفته و بستر مخابراتی وایرلس 4G و نرم‌افزارهای مدیریت داده‌ها و کنترل شبکه موجب ایجاد کارایی بهتر شبکه هوشمند نسبت به شبکه قدرت فعلی خواهند شد.

شبکه هوشمند ابعاد مختلفی دارد که یکی از مهم‌ترین آنها دارا بودن یک زیرساخت اندازه‌گیری

1. Smart Grid

هوشمند است. سیستم قدرتی را هوشمند می‌نامند که دارای ویژگی‌های زیر باشد:

- دارای سیستم اندازه‌گیری هوشمند باشد.
- سهم بسیاری از تولید برق شبکه هوشمند را منابع تجدیدپذیر مانند نیروگاه‌های بادی و خورشیدی تأمین می‌کند.
- منابع تولید پراکنده به تعداد زیاد در سطح شبکه توزیع نصب و مورد بهره‌برداری قرار گیرند.
- سهم انتشار گازهای آلاینده از نیروگاه‌های صنعت برق به کمترین میزان خود خواهد رسید.
- خودروهای الکتریکی زیادی جایگزین خودروهای فعلی خواهند شد.
- شبکه دارای قابلیت خودترمیمی[1] باشد، بدین معنا که در صورت بروز یک حادثه یا پیشامد در بخشی از شبکه، فرایندهایی به‌طور خودکار انجام شود که کمترین تأثیر را روی مشتریان داشته باشد.

همان‌طور که ذکر شد، شبکه هوشمند ویژگی‌های زیادی دارد که یکی از آنها مجهز بودن به یک سیستم اندازه‌گیری و پایش هوشمند است. به بیان دیگر لازمه هوشمند بودن یک شبکه قدرت، مجهز بودن آن به فراسامانه هوشمند اندازه‌گیری است.

۲. تجهیزات اندازه‌گیری (کنتورهای) هوشمند

تجهیزات اندازه‌گیری هوشمند، احتمالاً نماد شبکه‌های هوشمند خواهد بود. نیاز به‌دقت و هم‌زمانی دستگاه‌های اندازه‌گیری در هر دو سمت تولیدکننده و مصرف‌کننده، علل مختلفی دارد ازجمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: با رشد تولید پراکنده، شرکت‌های برق می‌توانند برق را از مشترکان بخرند یا به آنها بفروشند، بنابراین شرکت‌ها نیازمند اطلاعات صحیح از میزان انرژی هستند که هر دو سمت به شبکه تحویل داده یا تزریق می‌کنند. ازاین‌رو پیاده‌سازی و اجرای اهداف شبکه هوشمند تنها با استفاده از سیستم اندازه‌گیری مناسب امکان‌پذیر است که مقدار مصرف و تولید توان را در گره‌های مختلف سیستم اندازه می‌گیرد.

فناوری سیستم‌های اندازه‌گیری در شبکه توزیع توسعه یافته‌اند. سیستم اندازه‌گیری خواندن خودکار (AMR)[2] ازجمله سیستم‌های اندازه‌گیری پیشرفته هستند که به شرکت‌های برق اجازه خواندن سوابق مصرف، هشدارها و وضعیت مشتریان را از راه دور می‌دهد اما شرکت‌ها متوجه شدند که AMR به حل مشکل اصلی آنان، یعنی مدیریت سمت تقاضا قادر نیست. با توجه به یک‌طرفه بودن سیستم مخابراتی AMR، توانایی آن به خواندن داده‌های اندازه‌گیری شده، محدود است و شرکت‌های برق توانایی انجام

1. Self Healing
2. Automated Meter Reading (AMR)

اقدام‌های اصلاحی در مقدار توان مصرفی براساس اطلاعات واصله از وسایل اندازه‌گیری را ندارند و نیز مصرف‌کنندگان اطلاع دقیقی از قیمت برق به‌صورت زمان واقعی دریافت نمی‌کنند. به‌عبارت‌دیگر، سیستم‌های AMR امکان گذر به شبکه هوشمند که در آن کنترل فراگیر در همه سطوح از اصول اولیه است، را نمی‌دهند.

درنتیجه، فناوری AMR عمر کوتاهی داشت. شرکت‌ها در سراسر جهان، به‌جای سرمایه‌گذاری در فناوری AMR به‌سمت زیرساخت‌های اندازه‌گیری پیشرفته (AMI)[1] متمایل شدند. AMI برای شرکت‌ها یک سیستم ارتباطی دوطرفه با وسایل اندازه‌گیری و همچنین توانایی تغییر پارامترهای خدمات به مشتریان را فراهم می‌کند. به کمک این سیستم اندازه‌گیری نه‌تنها شرکت‌های برق از مقدار مصرف برق هر مصرف‌کننده مطلع می‌شوند، بلکه مصرف‌کنندگان نیز از طریق اطلاع از قیمت دقیق برق در زمان واقعی، امکان تنظیم میزان مصرف برق با توجه به هزینه آن و سود حاصله از این استفاده را دارا خواهند بود.

بدین‌طریق شرکت‌ها می‌توانند اهداف اساسی خود را در مدیریت بار از طریق AMI تأمین کنند. آنها می‌توانند اطلاعات لحظه‌ای از تقاضای فردی و جمعی دریافت کنند و همچنین محدودیت‌های معینی بر میزان مصرف و نیز مدل‌های مختلف را برای کنترل هزینه‌های خود، اعمال کنند (ذکریازاده).

سیستم فعلی اندازه‌گیری و قرائت برق مشتریان دارای معایب و کمبودهایی است که ازجمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- فرایند وقت‌گیر، خسته‌کننده و توأم با خطا قرائت کنتورها و صدور صورت‌حساب،
- تلفات غیرفنی شبکه توزیع،
- اجرا نشدن کامل برنامه‌های مدیریت بار،
- عدم ارتباط با مصرف‌کنندگان.

همان‌طور که گفته شد سیستم اندازه‌گیری کنتورهای هوشمند فواید و مزایای زیادی دربردارد که برخی از آنها عبارتند از:

- صرفه‌جویی در قرائت و حسابرسی قبوض،
- جابه‌جایی پیک بار در ساعات اوج مصرف و آزادسازی منابع عظیم مالی توانیر،
- استفاده از داده‌های ذخیره شده در مراکز داده MDM،
- به حداقل رساندن تلفات غیرفنی (سرقت برق و انشعابات غیرمجاز)،
- کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری و امکان پیاده‌سازی سامانه‌های مدیریت دارایی،
- بسترسازی تولید برق توسط مصرف‌کنندگان خانگی،

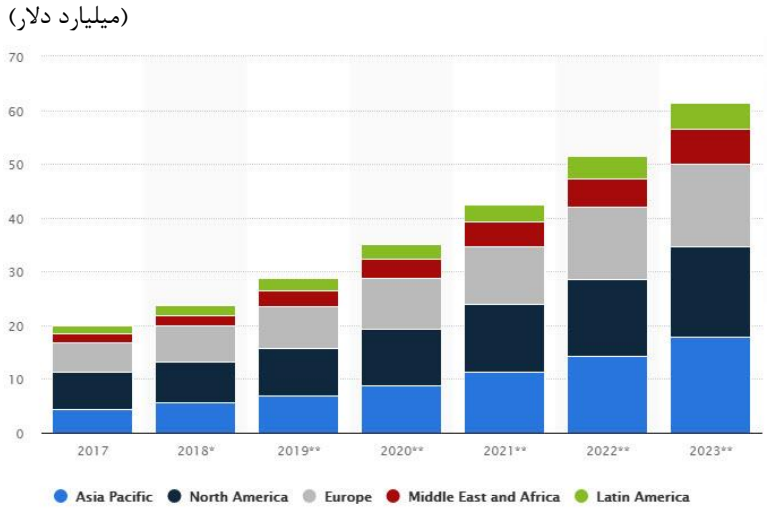
1. Advanced Metering Infrastructure (AMI)

- مدیریت و پاسخ به قطعی خاموشی‌ها،
- صرفه‌جویی در عملیات انجام شده در مراکز.

۳. شبکه و کنتورهای هوشمند در جهان

در سراسر جهان، فناوری شبکه هوشمند به‌طور مداوم در حال رشد است. انتظار می‌رود بین سال‌های ۲۰۱۷ و ۲۰۲۳ بازار جهانی سه برابر شود و به حدود ۶۱ میلیارد دلار برسد. مناطق اصلی سرمایه‌گذاری در فناوری شبکه هوشمند شامل آمریکای شمالی، اروپا، آسیا و اقیانوسیه است. آسیا و اقیانوسیه سریع‌ترین رشد را خواهد داشت و انتظار می‌رود به بزرگ‌ترین بازار فناوری شبکه هوشمند تبدیل شود. فناوری‌های شبکه هوشمند شامل شبکه‌های تأمین برق است که از اتصال، پاسخ تقاضا و منابع انرژی تجدیدپذیر برای افزایش بهره‌وری انرژی استفاده می‌کنند (نمودار ۱).

نمودار ۱. اندازه بازار شبکه‌های هوشمند در جهان برحسب منطقه



Source: © Statista 2021.

صنعت اندازه‌گیری هوشمند در حال بلوغ است. در سال ۲۰۱۶، شرکت‌های آب و برق ۱۴٫۳ میلیارد دلار در کنتور هوشمند برای برق و گاز سرمایه‌گذاری کردند و مجموع نصب شده در سطح جهان را به ۷۰۰ میلیون رساندند. گرچه بیش از نیمی از آنها در چین هستند، بقیه جهان فقط ۵۲ میلیون کنتور را فقط در سال ۲۰۱۶ نصب کردند (٪۵۸ افزایش نسبت به سال ۲۰۱۵). این روند افزایش در سال‌های بعد نیز ادامه یافته است.

آمریکای شمالی که زمانی بازار پیشرو برای سرمایه‌گذاری در کنتورهای هوشمند بود، از سال ۲۰۱۳

تاکنون رتبه نخست را در اختیار ندارد. چین و سپس اروپا از بازار آمریکای شمالی پیشی گرفتند. در تلاش برای دستیابی به اهداف ملی و اهداف اتحادیه اروپا، تأسیسات اروپایی ۱۸۲ میلیون کنتور هوشمند را در طول ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۰ نصب می‌کنند که بالغبر ۳۷٫۸ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری است. به همین ترتیب ۵۵ میلیون کنتور با هزینه ۱۶٫۶ میلیارد دلار در ژاپن از سال ۲۰۱۶ تا سال ۲۰۲۰ نصب می‌شود (نمودار ۲).

این روند، محدود به بازارهای توسعه‌یافته نیست. اقتصادهای در حال ظهور در حال استفاده از کنتورهای هوشمند برای کاربردهای مختلف از قابلیت اطمینان شبکه تا تشخیص سرقت هستند. با بهره‌مندی از کاهش هزینه‌های فناوری که در پی آن به‌وجود آمده است، شرکت‌های بزرگ می‌توانند به استقرار کنتورهای هوشمند کمک کنند تا دقت صورت‌حساب را بهبود بخشند، سرقت و تلفات خط را کاهش دهند.

نمودار ۲. روند جهانی سرمایه‌گذاری در اندازه‌گیری هوشمند (برق و گاز) در جهان برحسب منطقه

(میلیارد دلار)

Source: Bloomberg New Energy Finance.

۴. طرح فراسامانه هوشمند اندازه‌گیری و مدیریت انرژی (فهام)

در ایران نیز برای فراهم کردن زیرساخت لازم جهت پیاده‌سازی شبکه هوشمند پس از بررسی‌های کارشناسی متعدد در اولین گام هیئت محترم وزیران، پیاده‌سازی کامل شبکه هوشمند قرائت و مدیریت مصرف مشترکان برق در سطح کشور طی پنج سال را طی مصوبه شماره ۹۴۰۲۵ ت ۴۲۲۰۰ مورخ ۸۸/۵/۷ به وزارت نیرو ابلاغ کرد. شرکت توانیر با انعقاد قراردادی با سازمان بهره‌وری انرژی ایران به‌عنوان دستگاه اجرایی، این سازمان را مسئول مدیریت و راهبری درخصوص طراحی و نظارت بر پیاده‌سازی سیستم‌های اندازه‌گیری هوشمند و کنتور هوشمند ملی در سطح کشور کرد. در این راستا قرار بود بیش از ۲۴ میلیون کنتور هوشمند با سیستم‌های مخابراتی پیشرفته و دیگر امکانات لازم برای ایجاد فراسامانه هوشمند اندازه‌گیری و مدیریت

انرژی (فهام) برای ایجاد شبکه هوشمند در ایران پیاده‌سازی شوند.

هدف اصلی طرح فهام پیاده‌سازی زیرساخت هوشمند اندازه‌گیری AMI است. سیستم AMI شامل کنتورهای هوشمند، شبکه مخابراتی و مرکز جمع‌آوری داده است. اولین قدم در دستیابی به یک شبکه هوشمند، پیاده‌سازی یک سیستم اندازه‌گیری هوشمند است؛ ازاین‌رو می‌توان طرح فهام را آغازی برای هوشمندسازی شبکه قدرت کشور دانست.

همچنین اجرای این طرح در قانون برنامه پنجم توسعه کشور پیش‌بینی شده و طبق مصوبه مجلس محترم شورای اسلامی در راستای اصلاح الگوی مصرف وزارت نیرو موظف شده است:

- برای همه متقاضیان جدید اشتراک صرفاً کنتورهای هوشمند مجهز به سیستم‌های قرائت و کنترل هوشمند بار و امکانات فناوری اطلاعاتی روزآمد نصب کند.
- حداکثر ظرف مدت پنج سال کنتورهای همه مشترکان موجود را با اولویت مشترکان پرمصرف و شبکه‌های توزیع و انتقال را با کنتورها، زیرساخت و تجهیزات مجهز به سیستم قرائت و کنترل هوشمند بار و فناوری اطلاعاتی روزآمد جایگزین کند.

انگیزه‌های اصلی و محرک‌های اجرا شدن طرح فهام در کشور به شرح زیر است:

- فراهم شدن بستر اصلاح الگوی مصرف،
- بسترسازی مناسب برای اجرای کامل قانون هدفمند کردن یارانه‌ها،
- امکان اعمال مدیریت بار توسط بهره‌بردار شبکه در شرایط عادی و اضطراری،
- کاهش دخالت و خطای نیروی انسانی در قرائت و صدور قبض و بهبود وصول مطالبات،
- کاهش تلفات غیرفنی و مشخص‌سازی و پایش تلفات فنی شبکه توزیع،
- افزایش کیفیت خدمات و کاهش زمان قطعی و نظارت بر کیفیت برق،
- ایجاد بستر برای گسترش استفاده از تولیدات پراکنده و انرژی‌های پاک،
- امکان پیش‌فروش برق و راه‌اندازی بازار خرده‌فروشی برق،
- بهینه‌کردن هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری،
- فراهم آوردن بستر مناسب برای قرائت مکانیزه کنتورهای آب و گاز.

با توجه به هماهنگی به‌عمل آمده با معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری (سازمان برنامه و بودجه فعلی) مقرر شد در مرحله اول اجرای طرح فهام در حدود یک میلیون مشترک در کل کشور به این سیستم مجهز شوند. بنابراین در مرحله اول طرح، از هر منطقه یک ناحیه با حدود ۲۰۰ هزار مشترک با تنوع مشترکان در نظر گرفته شده و طی یک برنامه دوساله (سال ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱) سیستم اندازه‌گیری هوشمند به‌صورت کامل در این نواحی اجرا شود. خلاصه شرکت‌های توزیع نیروی برق انتخاب شده از مناطق پنج‌گانه به شرح زیر است:

جدول ۲. شرکت‌های توزیع نیروی برق انتخاب شده از هر منطقه

ردیف	نام منطقه	شرکت(های) توزیع نیروی برق انتخاب شده	تعداد مشترکین	توضیحات
۱	شمال‌شرق	شهرستان مشهد امورهای ۸ و ۳	۱۷۵،۰۰۰	تنوع انواع مشترکین
۲	جنوب‌شرق	استان بوشهر	۲۶۱،۰۰۰	تنوع انواع مشترکین
۳	جنوب‌غرب	شهرستان اهواز مناطق ۱ و ۲	۱۹۰،۰۰۰	تنوع انواع مشترکین
۴	شمال‌غرب	استان زنجان	۲۷۷،۰۰۰	تنوع انواع مشترکین
۵	تهران و البرز	تهران بزرگ و غرب استان تهران	۱۲۱،۰۰۰	مشترکین دیماندی، کنتورهای زیر ترانس و روشنایی معابر

مأخذ: معاونت سیستم‌های اندازه‌گیری و شبکه هوشمند، «گزارش نهم: آشنایی با طرح فهام»، سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)- معاونت سیستم‌های اندازه‌گیری و شبکه هوشمند، مهر ۱۳۹۱، ص ۲۷.

شکل زیر نمایی از ساختار فیزیکی یک شبکه توزیع را نشان می‌دهد که بستر مخابراتی طرح فهام روی آن به شکل ساده نشان داده شده است. اجزای مورد استفاده در معماری این سیستم اندازه‌گیری هوشمند به شرح زیر است:

کنتور هوشمند: با علامت اختصاری M مشخص شده و برای اندازه‌گیری و ثبت مصرف انرژی الکتریکی به‌کار می‌رود.

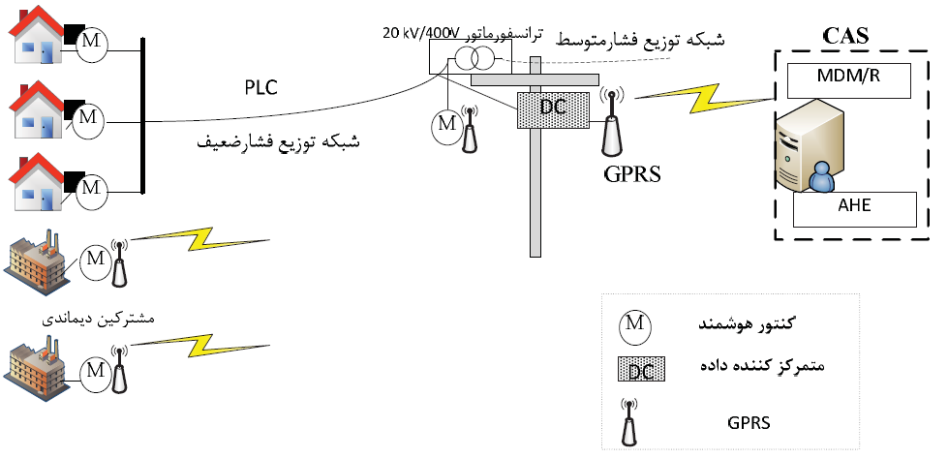
متمرکزکننده داده:[1] با علامت اختصاری DC مشخص شده است و به‌منظور جمع‌آوری و یکپارچه کردن مقادیر قرائت شده گروهی از کنتورها به‌کار می‌رود.

سیستم مرکزی:[2] با علامت اختصاری CAS مشخص شده و به‌عنوان محلی برای جمع‌آوری داده‌های اندازه‌گیری شده از کنتورها شناخته می‌شود.

رابط‌های مخابراتی: در این شکل دو رابط مخابراتی PLC و GPRS به‌طور نمونه نمایش داده شده است. این دو رابط وظیفه انتقال داده‌ها را بین دو تجهیز مختلف برعهده دارند.

1. Data Concentrator
2. Central Access System

شکل ۲. معماری سیستم فهام



مأخذ: معاونت سیستم‌های اندازه‌گیری و شبکه هوشمند، «گزارش نهم: آشنایی با طرح فهام»، سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)- معاونت سیستم‌های اندازه‌گیری و شبکه هوشمند، مهر ۱۳۹۱، ص ۲۸.

همان‌طور که در شکل ۲ دیده می‌شود، هدف اصلی از پیاده‌سازی زیرساخت هوشمند اندازه‌گیری انتقال داده‌های قرائت شده مشترکان به سیستم مرکزی در بازه‌های زمانی دلخواه است. به بیان ساده، کنتورهای هوشمند میزان مصرف برق مشترکان را اندازه‌گیری کرده و در خود ذخیره می‌کنند. سپس داده‌ها به متمرکزکننده داده ارسال می‌شود. بنا به درخواست سیستم مرکزی، داده‌های ذخیره شده در متمرکزکننده داده برای سیستم مرکزی ارسال می‌شود. البته کنتور هوشمند برخی از مشترکان به‌طور مستقیم با سیستم مرکزی در ارتباط بوده و داده‌های قرائت شده خود را از طریق شبکه رابط مخابراتی برای سیستم مرکزی می‌فرستد. علاوه بر کنتورهای نصب شده برای هر مشترک، کنتورهای هوشمند دیگری نیز در شبکه توزیع وجود دارد که در زیر هر ترانسفورماتور توزیع (20kV/400V) نصب می‌شود. این کنتورها پارامترهای خروجی هر ترانسفورماتور را اندازه‌گیری کرده و داده‌های قرائت شده خود را به‌طور مجزا برای سیستم مرکزی ارسال می‌کنند.

سیستم‌های مخابراتی رابط مختلفی در معماری طرح فهام مورد استفاده قرار خواهند گرفت، ولی ساده‌ترین مدل آن به‌طور مختصر شرح داده خواهد شد. در مرحله اول، داده‌های کنتورها پس از قرائت با PLC و از طریق خطوط برق به متمرکزکننده داده ارسال می‌شود. سپس متمرکزکننده داده با سیستم مخابراتی GPRS داده‌های خود را به سیستم مرکزی ارسال می‌کند. همچنین کنتورهای مشترکان دیماندی که به‌طور مستقیم با سیستم مرکزی در ارتباط می‌باشند، از طریق GPRS اطلاعات خود را به سیستم مرکزی می‌فرستند. کنتورهای زیر ترانسفورماتورهای توزیع نیز با GPRS به‌طور مستقل از متمرکزکننده داده، اطلاعات خود را برای سیستم مرکزی ارسال می‌کنند. بنابراین حجم زیادی از داده‌ها و اطلاعات پس از مدتی استفاده از سیستم‌های AMI ایجاد شده و این کلان داده ایجاد شده ارزش بسیاری در کمک به اصلاح الگوی مصرف دارد.

شایان ذکر است که ساختار شبکه اطلاعاتی طرح فهام یک ساختار دوطرفه است. به بیان دیگر، نه‌تنها

اطلاعات از کنتورها به‌سمت سیستم مرکزی جاری می‌شوند، بلکه سیستم مرکزی نیز می‌تواند درخواست‌های خود را با همین شبکه مخابراتی برای سایر اجزای شبکه نظیر کنتورها و تجهیزات ارسال کند.

سیستم فهام برای اندازه‌گیری همه شبکه‌های انرژی نظیر برق، آب و گاز طراحی شده است. کنتورهای آب و گاز با یک رابط ارتباطی دوطرفه با کنتور برق در ارتباط می‌باشند. کنتور برق داده‌های قرائت شده کنتورهای گاز و آب را دریافت کرده و به سیستم مرکزی ارسال می‌کند.

براساس مصوبه شماره ۹۴۰۲۵ ت ۴۲۲۰۰ هیئت محترم دولت و همچنین ماده (۴۷) قانون اصلاح الگوی مصرف مصوب مجلس شورای اسلامی مورخ ۱۳۸۹/۸/۵ مقرر شده است که زیرساخت فناوری و ارتباطی برای کنتورهای آب و گاز نیز از طریق طرح فهام تأمین شود. به‌رغم آنکه اسناد فنی طرح فهام با دقت و وسواس این هدف را دنبال کرده، اما در عمل و در زمان پیاده‌سازی به‌صورت درخور توجهی بدان پرداخته نشده است. صرف‌نظر از مشکلات عدیده مانند همکاری بین‌سازمانی و متفاوت بودن نیازمندی‌های فنی و اقتصادی بین این سه سازمان، فقدان فناوری قابل ارتباطی، قابل‌اتکا و قابلیت همکاری بین تولیدکنندگان مختلف کنتورهای آب، گاز و برق ازجمله علت‌های اصلی عدم توفیق این هدف می‌تواند به‌شمار آید (معاونت سیستم‌های اندازه‌گیری و شبکه هوشمند، ۱۳۹۵: ۷۵).

۵. شبکه و کنتورهای هوشمند در قوانین

اسناد و قوانین بالادستی مرتبط با شبکه و کنتورهای هوشمند در جدول ۳ ارائه شده است که نشان می‌دهد در ۱۵ سند بر هوشمندسازی شبکه برق و کنتورهای هوشمند تأکید شده است. در سند راهبرد ملی توسعه دانش‌بنیان شبکه هوشمند برق ایران آمده است:

«جمهوری اسلامی ایران در یک افق زمانی ده‌ساله تا سال ۱۴۰۴، در راستای اهداف توسعه شبکه هوشمند برق به‌عنوان شبکه‌ای کارا، امن، منعطف و پایدار که برق باکیفیت و قابلیت اطمینان مورد درخواست مشترکان و ذی‌نفعان را در اختیار آنان قرار می‌دهد و با استفاده از فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات، سامانه‌های هوشمند مدیریت، فناوری‌های نوین شبکه قدرت، اینترنت اشیاء و قابلیت یکپارچه‌سازی منابع پراکنده اعم از مولدهای تولید هم‌زمان برق و حرارت، تجدیدپذیر و ذخیره‌سازها موجبات تعامل پویای ذی‌نفعان کل سیستم انرژی الکتریکی و نیز مدیریت بهینه عرضه و تقاضای آن در بازار رقابتی را فراهم می‌آورد و به‌دنبال تثبیت و ارتقای جایگاه ایران به‌عنوان کشور اول منطقه در توسعه فناوری و توان پیاده‌سازی شبکه هوشمند برق خواهد بود».

در راستای چشم‌انداز شبکه هوشمند برق ایران و توسعه فناوری‌های آن و با توجه به اسناد بالادستی، اهداف کلان توسعه فناوری‌های شبکه هوشمند برق ایران به‌صورت زیر است:

۱. دستیابی به چرخه فناوری تولید ادوات شبکه هوشمند برق.

۲. حضور در میان تولیدکنندگان مطرح جهانی و دستیابی به جایگاه اول منطقه در تولید صنعتی

بومی رقابت‌پذیر ادوات شبکه هوشمند به‌ویژه کنتورهای هوشمند، سامانه‌های مدیریت هوشمند انرژی و ساختمان و سامانه‌های پایش، کنترل و حفاظت شبکه برق.

۳. دستیابی به توان تأمین ۱۰۰ درصدی نیازهای داخلی در حوزه کنتورهای هوشمند در افق ۱۴۰۴ به‌طوری‌که حداقل ۷۰ درصد تعداد کنتورهای هوشمند نصب شده تولید داخل باشند.

۴. ارتقای توان صادراتی در حوزه خدمات مهندسی و همچنین تجهیزات شبکه هوشمند به‌ویژه کنتورهای هوشمند به میزان حداقل ۲۰ درصد تولیدات داخل.

۵. دستیابی به دانش فنی بومی سیستم‌های مدیریت داده‌های کنتورهای هوشمند (MDMS)[1].

۶. دستیابی به دانش فنی و خوداتکایی در طراحی و تولید سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای مرتبط با سیستم‌های مدیریت هوشمند انرژی و ساختمان و خانه‌های هوشمند و اینترنت اشیا.

۷. خوداتکایی در زمینه تجهیزات و سامانه‌های ارتباطات شبکه هوشمند و زیرساخت مراکز داده.

۸. خوداتکایی در طراحی، تولید نرم‌افزارها و پیاده‌سازی مراکز پایش و کنترل شبکه اصلی برق.

۹. دستیابی به دانش فنی طراحی و تولید سامانه‌های پایش، حفاظت و کنترل اعم از محلی و سطح گسترده[2]، اتوماسیون توزیع و SCADA[3].

۱۰. توسعه فناوری‌های مدیریت بار به‌منظور کاهش هزینه‌های تأمین برق، کاهش خسارت ناشی از حوادث شبکه و ارتقای سطح اتکاپذیری شبکه برق کشور برای تأمین مصارف حساس داخلی و تعهدات صادراتی.

۱۱. دستیابی به جایگاه اول منطقه و قرار رفتن میان پنج کشور برتر دنیا در تولید علم و انتشار مقالات.

راهبرد و اقدام‌های مربوط به توسعه فناوری کنتورهای هوشمند نیز عبارتند از:

- توسعه و تجاری‌سازی فناوری کنتور هوشمند و فناوری‌های وابسته.
- توسعه سامانه‌های مدیریت داده‌های کنتورهای هوشمند بومی.
- تدوین استاندارد ملی کنتورهای هوشمند و سیستم‌های وابسته.
- پژوهش امنیت استفاده از کنتورهای هوشمند و سیستم‌های مخابراتی.
- توسعه سخت‌افزاری متمرکزکننده‌های محلی داده کنتورها و شبکه‌های ارتباطی محلی و منطقه‌ای.
- پروژه یکپارچه‌سازی قرائت کنتورهای گاز و آب با کنتورهای هوشمند برق.
- تدوین طرح جامع توسعه کنتورهای هوشمند بومی.
- ایجاد مرکز تحقیقات کنتورهای هوشمند توسعه فناوری تولید و بهره‌گیری از داده‌ها.
- ایجاد آزمایشگاه آزمون کیفی کنتورهای هوشمند.
- بهره‌گیری از داده‌های کنتورها.

---

1. Meter Data Management System (MDMS)
2. Wide Area Monitoring Systems (WAMS) ; Wide Area Monitoring, Protection and Control (WAMPAC)
3. Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA)

جدول ۳. اسناد بالادستی شبکه هوشمند برق ایران

ردیف	نام سند
۱	سند توسعه بخش برق و انرژی‌های نو در برنامه چهارم توسعه
۲	اهداف و راهبردهای محیط زیست در برنامه چهارم توسعه
۳	سند راهبرد ملی توسعه فناوری پیل سوختی
۴	سند راهبرد ملی توسعه علوم و فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر
۵	نقشه جامع علمی کشور
۶	سیاست‌های کلی نظام
۷	قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی
۸	سیاست‌های کلی برنامه پنجم توسعه
۹	برنامه پنجم توسعه
۱۰	اهداف و راهبردهای محیط زیست در برنامه پنجم توسعه
۱۱	بسته اجرایی بخش برق در برنامه پنجم توسعه کشور
۱۲	سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران
۱۳	سند راهبردی وزارت نیرو
۱۴	برنامه وزارت نیرو
۱۵	آرمان صنعت برق

مأخذ: معاونت سیستم‌های اندازه‌گیری و شبکه هوشمند، برنامه اقدامات توسعه فناوری‌های شبکه هوشمند برق ایران، ص ۵۰.

براساس اسناد بالادستی جدول فوق، اهداف مرتبط با هوشمندسازی شبکه برق را می‌توان به‌صورت جدول زیر خلاصه کرد.

جدول ۴. اهداف فناورانه در اسناد بالادستی

هدف فناورانه	سند
استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر	
دستیابی به سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی کشور به میزان ۱۰ درصد	سند راهبرد ملی توسعه علوم و فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر در افق ۱۴۰۴
افزایش ظرفیت نصب شده نیروگاه‌های انرژی‌های نو و تجدیدپذیر (بادی، خورشیدی، برقابی متوسط و کوچک و ...) به سطح ۳ درصد کل ظرفیت نیروگاهی	برنامه وزارت نیرو
توسعه فناوری	
گسترش سیستم خودکار کنترل و قرائت کنتور برق از راه دور	بسته اجرایی برق در برنامه
توسعه و به‌روزرسانی نرم‌افزارهای بهبود بهره‌وری و مدیریت انرژی در ساختمان و صنایع و در اختیار	

هدف فناورانه	سند
عموم قرار دادن آنها (از طریق شبکه اینترنت)	پنجم
نیروگاه‌های تولید همزمان برق و حرارت (CHP)	
احداث ۳۰۰۰ مگاوات نیروگاه‌های تولید پراکنده با اولویت تولید همزمان برق و حرارت	برنامه وزارت نیرو
سیستم تولید انتقال و توزیع برق	
وزارت نیرو موظف است: حداکثر ظرف مدت پنج سال کنتورهای همه مشترکان موجود با اولویت مشترکان پرمصرف و همچنین شبکه‌های توزیع و انتقال را با کنتورها، زیرساخت و تجهیزات مجهز به سامانه قرائت و کنترل هوشمند بار و فناوری اطلاعاتی روزآمد جایگزین نمایند.	قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی
وزارت نیرو موظف است: دستورالعمل فنی همسان طراحی، ساخت، تأمین، نصب و بهره‌برداری زیرساخت و تجهیزات اندازه‌گیری و کنترل شبکه هوشمند را تعیین، ابلاغ و اجرا نمایند.	
وزارت نیرو موظف است: برای همه متقاضیان جدید اشتراک، فقط کنتورهای هوشمند مجهز به سیستم قرائت و کنترل هوشمند بار و امکانات فناوری اطلاعاتی روزآمد را نصب نمایند.	
اصلاح مقررات و ضوابط و توسعه سامانه‌های مناسب جهت جلوگیری از استفاده غیرمجاز از برق در شبکه‌های فشار ضعیف اجرا.	سند راهبردی وزارت نیرو (مأموریت بخش برق و انرژی)
استقرار سازوکار اقتصادی تجاری در فعالیت‌های کاهش تلفات و هوشمندسازی شبکه.	
مدیریت بهینه سطح روشنایی معابر در طول مدت شبانه‌روز.	
افزایش قابلیت اعتماد شبکه با اصلاح سیستم‌های حفاظتی و کاهش عملکرد ناخواسته سیستم‌های حفاظتی از ۲۴ به ۱۲ درصد.	برنامه وزارت نیرو
کاهش تلفات شبکه به میزان سالیانه حداقل ۱ درصد و رساندن به سطح ۱۵ درصد.	
ایجاد زیرساخت هوشمند در شبکه توزیع در سطح حداقل ۲۰ درصد شبکه.	
توسعه کاربرد کنتورهای هوشمند برق برای کنترل رفتار مصرف‌کنندگان برق.	بسته اجرایی بخش برق در برنامه پنجم توسعه
ایجاد بسترهای لازم جهت شبکه نمودن وسایل برقی در ساختمان.	
مکانیزه کردن سیستم کنترل انتقال و توزیع برق.	سند ملی توسعه برق و انرژی‌های نو در برنامه چهارم توسعه
توسعه کاربرد کنتورهای هوشمند برق برای کنترل رفتار مصرف‌کنندگان برق.	بسته اجرایی بخش برق در برنامه پنجم توسعه
ایجاد بسترهای لازم جهت شبکه نمودن وسایل برقی در ساختمان.	
بالا بردن قابلیت اطمینان شبکه.	استراتژی‌ها و راهبردهای آرمان صنعت برق
هماهنگی شبکه‌های الکتریکی با فناوری‌های جدید.	
توسعه سیستم‌های ارتباطی با مشتریان.	
ایجاد سیستم مکانیزه یکپارچه و مکانیزه نمودن کامل بخش مشترکان و متقاضیان.	
استقرار سیستم‌های اطلاعات برای سنجش دقیق و مستمر انرژی‌های توزیع نشده.	

هدف فناورانه	سند
کاهش تلفات در شبکه‌ها.	
صیانت از منابع انرژی فسیلی.	
صیانت از منابع انرژی فسیلی کشور و بهره‌برداری از این منابع با راندمان بالاتر.	پیل سوختی
استفاده اقتصادی از انرژی‌های پاک.	سند ملی توسعه برق و انرژی‌های نو در برنامه چهارم توسعه
وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات مکلف است ظرف مدت سه ماه با همکاری وزارتخانه‌های نیرو، جهاد کشاورزی و نفت از محل اعتبارات مربوط به مطالعات اینترنت اشیا، سازوکار اجرایی نقشه راه زیرساخت اندازه‌گیری پیشرفته (AMI) را در شبکه ملی اطلاعات تدوین کند به‌طوری‌که کنتور هوشمند چاه های آب مجاز قابلیت اتصال به زیرساخت مذکور را داشته و داده‌هایی مانند حجم آب مصرفی را به‌طور مستقیم به مرکز مدیریت داده‌های زیرساخت مذکور ارسال کنند.	تبصره «۱۸» قانون بودجه سال ۱۳۹۸

مأخذ: معاونت سیستم‌های اندازه‌گیری و شبکه هوشمند، برنامه اقدامات توسعه فناوری‌های شبکه هوشمند برق ایران، ص ۵۱.

۶. گزارش پیشرفت طرح فهام

طرح فهام (طرح ملی فراسامانه هوشمند اندازه‌گیری و مدیریت انرژی) یکی از مهم‌ترین اقدام‌هایی است که در راستای هوشمندسازی در دستور کار سیاستگذاران قرار گرفته است. طرح فهام از سال ۱۳۸۹ با اخذ مجوز از شورای اقتصاد و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی به‌عنوان طرح ملی تعریف شد. در ابتدا مباحث اولیه برای ۲۰ میلیون مشترک صورت گرفت تا کنتورهای برق آنها هوشمند شود. اما با وجود محدودیت منابع شورای اقتصاد و سازمان برنامه، اعلام شد که این طرح در فاز نخست با تعویض یک میلیون کنتور و هوشمند شدن آنها آغاز خواهد شد. نگرانی از نبود زیرساخت‌ها، بحث بومی شدن و عدم تجربه باعث شد در فاز نخست تعویض یک میلیون کنتور مطرح شود. با وجود این، قرار بود این طرح در سال ۱۳۹۳ به پایان برسد و یک میلیون کنتور تعویض شود، اما محدودیت منابع مالی باعث شد که تصمیم گرفته شود که تا پایان آن سال تنها ۳۰۰ هزار کنتور هوشمند نصب شود که از این ۳۰۰ هزار کنتور، ۲۰ هزار مشترک خانگی و تجاری، ۶۰ هزار مشترک بخش کشاورزی و مابقی مربوط به مشترکان دیماندی بودند.

براساس بند «د» تبصره «۱۵» قانون بودجه کل کشور در سال ۱۳۹۸ و بند متناظر آن در قانون بودجه سال ۱۳۹۸ کل کشور، دولت مکلف شده است به‌منظور اصلاح الگوی مصرف برق نسبت به نصب کنتورهای هوشمند برای مشترکان برق با اولویت مشترکان پرمصرف اقدام و هزینه مربوط را به‌صورت اقساطی از مشترکان دریافت کنند. در این راستا با عنایت به اینکه نصب کنتورهای هوشمند برای مشترکان دیماندی چاه‌های آب کشاورزی از سال‌های گذشته در قالب طرح فرسامانه هوشمند اندازه‌گیری و مدیریت انرژی (فهام) آغاز شده بود، تا بهمن ۱۳۹۹ سیستم مذکور برای حدود ۴۵۸ هزار مشترک پرمصرف دیماندی اتصال اولیه (CT/PT)، اتصال ثانویه (CT) و

چاه‌های آب کشاورزی کشور نصب شده و امکان مدیریت بار حداقل ۴۰۰۰ مگا وات را در زمان پیک بار سراسری شبکه و صیانت از منابع آبی کشور را فراهم کرده است. همچنین زیرساخت نرم‌افزاری لازم برای توسعه طرح به ظرفیت ۳ میلیون مشترک و زیرساخت سخت‌افزاری به ظرفیت ۶ میلیون مشترک ایجاد شده است. جدول زیر عملکرد نصب کنتورهای هوشمند به تفکیک هریک از شرکت‌های توزیع نیروی برق تا پایان بهمن سال ۱۳۹۹ را نشان می‌دهد (گزارش شرکت توانیر در پاسخ به نامه مرکز پژوهش‌های مجلس با شماره ۱۴۲۰۰/۱۱۱۷۵-۸۲).

شایان ذکر است که در کشور در حدود ۳۷ میلیون مشترک برق وجود دارد که در حدود ۵۰۰ هزار مشترک نیمی از بار برق کشور را مصرف می‌کنند و این مشترکان، کارخانه‌های بزرگ صنعتی هستند. تا پایان بهمن‌ماه سال ۱۳۹۹، کنتورهای هوشمند برق برای حدود ۴۵۸ هزار مشترک از ۵۰۰ هزار مشترک فوق نصب شده است که امکان مدیریت بار تا ۷ هزار مگاوات برق به صورت مستقیم و ۱۰ هزار مگاوات به صورت مستقیم و غیرمستقیم را نیز می‌دهد. نصب یک میلیون کنتور هوشمند برق (طبق هدف طرح فهام) می‌توانست به مدیریت بار بیشتر منجر شود اما میزان مدیریت بار را به نسبت مستقیم افزایش نمی‌داد زیرا برای ۹۰ درصد از مشترکان پرمصرف برق کنتور هوشمند برق نصب شده است و نصب کنتورهای بیشتر برای مشترکان غیردیماندی صورت می‌گرفت که به نسبت مصرف کمتری دارند. محاسبه دقیق صرفه‌جویی و افزایش مدیریت بار ناشی از نصب یک میلیون کنتور هوشمند برق طبق برنامه دشوار است زیرا به عوامل مختلفی مانند رفتار مصرف‌کننده برق، نوع کنتورهای نصب شده (تک فاز و سه فاز) و غیره بستگی دارد.

همچنین قابل ذکر است که هم‌اکنون دو نوع کنتور هوشمند برق (فهام یک و فهام دو) برای مشترکین نصب می‌شود که کنتورهای هوشمند برق فهام ۲ اقتصادی‌تر و به صرفه‌تر است و برای مجتمعی از مشترکین غیردیماندی نصب می‌شود. در حال حاضر قیمت تمام شده کنتورهای هوشمند برق فهام ۲ (شامل تجهیزات مخابراتی برای مجتمعی از مشترکین) در حدود ۸۰۰ هزار تومان و قیمت کنتورهای هوشمند برق فهام ۱ در حدود یک میلیون و ۶۰۰ هزار تومان است. بر این اساس قیمت کنتورهای هوشمند برق فهام ۲ تقریباً برابر با قیمت کنتورهای دیجیتال است که برای مشترکان غیر دیماندی نصب می‌شود. رویکرد وزارت نیرو آن است که برای مشترکین برق جدید از کنتورهای هوشمند استفاده کند اما از آنجا که در انبارها هنوز کنتورهای دیجیتال موجود است این مهم اتفاق نیافتاده است.

جدول ۵. عملکرد نصب کنتورهای هوشمند برق به تفکیک استان‌ها تا پایان بهمن سال ۱۳۹۹

ردیف	نام شرکت توزیع نیروی برق	کنتورهای نصب شده در قالب طرح فهام برای مشترکان دیماندی	کنتورهای نصب شده در چاه کشاورزی	کل کنتورهای نصب شده
۱	تهران بزرگ	۴۱،۴۸۵	۰	۴۱،۴۸۵
۲	استان تهران	۱۹،۴۱۰	۱،۲۴۵	۲۰،۶۵۵
۳	استان البرز	۱۷،۳۶۸	۱،۴۵۷	۱۸،۸۲۵
۴	استان قم	۷،۷۹۶	۱،۰۴۴	۸،۸۴۰
۵	غرب مازندران	۶،۹۹۴	۳۲۳	۷،۳۱۷
۶	استان مازندران	۸،۳۹۶	۱،۲۱۵	۹،۶۱۱
۷	استان اصفهان	۱۶،۱۸۴	۲۰،۹۰۳	۳۷،۰۸۷
۸	استان گیلان	۳،۰۷۷	۹۹۵	۴،۰۷۲
۹	استان مرکزی	۹،۰۴۹	۴،۱۰۰	۱۳،۱۴۹
۱۰	استان آذربایجان شرقی	۳،۳۲۱	۴،۰۲۲	۷،۳۴۳
۱۱	آذربایجان غربی	۷،۱۹۹	۹۳۹	۸،۱۳۸
۱۲	استان زنجان	۵،۰۱۰	۱،۹۱۱	۶،۹۲۱
۱۳	شهرستان تبریز	۴،۵۸۹	۳۲۰	۴،۹۰۹
۱۴	استان اردبیل	۲،۴۶۸	۶۸۰	۳،۱۴۸
۱۵	استان قزوین	۵،۰۹۷	۱،۷۹۱	۶،۸۸۸
۱۶	استان همدان	۶،۸۷۴	۳،۲۲۲	۱۰،۰۹۶
۱۷	استان بوشهر	۳،۵۱۳	۱،۵۱۰	۵،۰۲۳
۱۸	استان هرمزگان	۹،۷۳۲	۵،۵۳۶	۱۵،۲۶۸
۱۹	شهرستان شیراز	۴،۰۲۷	۱۱،۰۲۷	۱۵،۰۵۴
۲۰	استان کردستان	۳،۷۵۴	۵،۰۹۰	۸،۸۴۴
۲۱	استان فارس	۴،۸۳۳	۱۵،۶۹۱	۲۰،۵۲۴
۲۲	شمال استان کرمان	۴،۶۴۲	۳،۸۸۷	۸،۵۲۹
۲۳	جنوب استان کرمان	۴،۶۱۹	۳،۸۵۱	۸،۴۷۰
۲۴	استان یزد	۴،۴۸۷	۱،۶۷۴	۶،۱۶۱
۲۵	شهرستان اصفهان	۱۶،۳۲۸	۴،۱۰۹	۲۰،۴۳۷
۲۶	استان چهارمحال و بختیاری	۴،۹۲۷	۲،۸۶۰	۷،۷۸۷
۲۷	استان ایلام	۳،۱۰۷	۴۴۲	۳،۵۴۹
۲۸	استان سیستان و بلوچستان	۵،۹۶۹	۱،۴۰۲	۷،۳۷۱
۲۹	شهرستان مشهد	۲۷،۰۲۷	۸۶۶	۲۷،۸۹۳
۳۰	استان خراسان رضوی	۹،۸۷۰	۴،۹۱۰	۱۴،۷۸۰
۳۱	استان خراسان شمالی	۴،۹۶۸	۱،۰۶۹	۶،۰۳۷
۳۲	استان خراسان جنوبی	۲،۸۷۷	۱،۴۹۷	۴،۳۷۴

ردیف	نام شرکت توزیع نیروی برق	کنتورهای نصب شده در قالب طرح فهام برای مشترکان دیماندی	کنتورهای نصب شده در چاه کشاورزی	کل کنتورهای نصب شده
۳۳	استان سمنان	۶،۹۶۷	۱،۰۵۱	۸،۰۱۸
۳۴	شهرستان اهواز	۱۲،۸۶۶	۵۰	۱۲،۹۱۶
۳۵	استان لرستان	۸،۳۷۹	۳،۳۰۰	۱۱،۶۷۹
۳۶	استان خوزستان	۱۳،۸۹۹	۳،۷۲۷	۱۷،۶۲۶
۳۷	استان گلستان	۸،۳۴۵	۱،۹۰۳	۱۰،۲۴۸
۳۸	استان کرمانشاه	۴،۲۱۱	۶۹۹	۴،۹۱۰
۳۹	استان کهکیلویه و بویراحمد	۳،۵۵۹	۷۶۵	۴،۳۲۴
مجموع		**۳۳۷،۲۲۳**	**۱۲۱،۰۸۳**	**۴۵۸،۳۰۶**

مأخذ: گزارش شرکت توانیر در پاسخ به نامه مرکز پژوهش‌های مجلس با شماره ۱۴۲۰۰/۱۱۱۷۵-۸۲.

۷. تجاری‌سازی فناوری کنتورهای هوشمند برق در ایران

در حال حاضر تعداد چهارده شرکت تولیدکننده داخلی، انواع کنتورهای هوشمند مطابق با مشخصات طرح فهام را با دانش فنی داخلی در کشور تهیه می‌کنند و همچنین سه شرکت داخلی نرم‌افزارهای این سامانه‌ها را تهیه و پشتیبانی می‌کنند. طرح فهام موجب گسترش تحقیقات و تبادل دانش در شرکت‌های سازنده کنتور شده است و دانش نرم‌افزاری و پروتکل ارتباطی کنتورها به نحو شایسته‌ای توسعه‌یافته است به‌طوری‌که در شرایط حاضر تولیدکنندگان داخل توانمندی تولید انواع کنتورهای هوشمند با مشخصات داخل کشور را داشته و در مناقصات بین‌المللی نیز موفق ظاهر شده‌اند.

این شرکت‌های دانش‌بنیان توانسته‌اند با استفاده از توان و فناوری بومی در بسیاری از تجهیزات به‌خصوص کنتورهای هوشمند برق، کشور را از دیگر کشورهای دنیا بی‌نیاز کنند. سه شرکت الکترونیک افزارآزما، شرکت توس فیوز و شرکت بهینه‌سازان طوس در زمینه طراحی، ساخت و تولید انواع دستگاه‌های تست و اندازه‌گیری الکترونیکی مورد نیاز صنایع برق، الکترونیک و مخابرات فعالیت دارند و اکنون نیز به‌صورت تخصصی در زمینه طراحی و تولید انواع کنتورهای پیشرفته و هوشمند برق مشغول به فعالیت هستند.

کنتورهای برق دیجیتال پیشرفته این شرکت‌ها با بهره‌گیری از دانش و فناوری روز، به‌منظور اندازه‌گیری میزان مصرف/ تولید انرژی الکتریکی و کمیت‌های مربوطه طراحی و ساخته می‌شوند. این کنتورها با دقت بسیار بالاتر و ضریب خطای کمتر نسبت به اندازه‌گیری مقادیر اقدام کرده و با ثبت اطلاعات در بازه‌های زمانی مختلف، امکان تعرفه‌بندی و نیز پردازش اطلاعات جمع‌آوری‌شده را فراهم می‌کنند. همچنین عدم امکان دست‌کاری و ثبت

خطا و برق‌دزدی از دیگر امکاناتی است که این کنتورها دارا هستند. دقت اندازه‌گیری بالاتر، قابلیت تعرفه‌بندی برای ساعات مختلف روز، روزهای منتخب، تغییر فصل و ذخیره‌سازی اطلاعات اندازه‌گیری شده کنتور می‌توان اشاره کرد. کنتورهای هوشمند این شرکت‌ها جدیدترین نوع کنتورهای هوشمند با دانش فنی داخلی مطابق با نیاز کشور و آخرین استانداردهای اروپایی با قابلیت نصب ماژول‌های ارتباطی مختلف ازجمله GPRS , PLC G3 PRIME و ... است.

شایان ذکر است که براساس اعلام کارشناس شرکت توانیر، شرکت‌های مذکور از آزمایشگاه‌های مورد قبول مرکز مدیریت راهبردی افتا (امنیت فضای تبادل اطلاعات) وابسته به نهاد ریاست جمهوری گواهی‌نامه مربوط به امنیت سایبری را دریافت کرده‌اند.

بر این اساس و بر پایه ارزیابی‌ای که درباره چالش‌های شرکت‌های تولیدکننده کنتورهای هوشمند برق انجام گرفت، «دانش فنی تولید (فشار تکنولوژی)» از جمله مؤلفه‌هایی است که مانع مهمی برای کسب‌وکار و تولید و تجاری‌سازی کنتورهای هوشمند محسوب نمی‌شود و آخرین رتبه را نسبت به سایر چالش‌ها داراست.

۸. وضعیت مالی شرکت‌های تولیدکننده کنتورهای هوشمند در ایران

به‌منظور بررسی وضعیت مالی شرکت‌های تولیدکننده کنتورهای هوشمند، جلسه‌ای با حضور نماینده شرکت توانیر و پنج شرکت اصلی تولیدکننده شامل شرکت الکترونیک افزارآزما، شرکت توس‌فیوز و شرکت بهینه‌سازان طوس، شرکت سنجش نیروی هوشمند و شرکت راد نیروی کرمان برگزار شد که این شرکت‌ها بیش از ۹۰ درصد سهم بازار تولید کنتورهای هوشمند را در دست دارند. براساس اطلاعاتی که از شرکت‌های مذکور گرفته شد، متأسفانه هر پنج شرکت ادعا کردند که شرایط مالی آنها مناسب نیست و به لحاظ سودآوری در وضعیت زیان‌دهی هستند[1]. این در حالی است که شرکت الکترونیک افزارآزما، شرکت توس‌فیوز و شرکت بهینه‌سازان طوس، شرکت سنجش نیروی هوشمند و شرکت راد نیروی کرمان به‌ترتیب ۶۰۰، ۴۵۰، ۲۵۰، ۱۵۰ و ۵۰ نفر نیروی کار در این شرکت‌ها مشغول به‌کار هستند و هم‌اکنون در حال تولید بوده و در برخی از شرکت‌های فوق تا ۱۰ درصد از تولید صادر می‌شود.

ماشین‌آلات خط تولید اغلب شرکت‌های فوق از کشور آلمان تأمین شده است و بخش عمده‌ای از هزینه‌های تولید، ارزی است و صرف هزینه واردات مواد اولیه و قطعات می‌شود برای مثال قطعات الکترونیکی که از مواد اولیه وارداتی است و ارزبری دارد. بالا رفتن نرخ ارز و بی‌ثباتی نرخ ارز از عوامل

[1] با توجه به اینکه صورت‌های مالی حسابرسی شده این شرکت‌ها در دسترس مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی قرار نگرفته است، ارزیابی این ادعا میسر نشده است.

مهمی است که سبب افزایش هزینه‌های تولید شرکت‌های فوق شده است.

در سمت درآمدهای شرکت‌های فوق نیز مشکل اساسی وجود دارد. آنها با مطالبات معوق (بالای یک سال) از وزارت نیرو روبه‌رو هستند و ازاین‌رو دچار مشکل سرمایه در گردش شده‌اند. مطالبات زیاد و عدم پرداخت به‌موقع ازیک‌طرف و قیمت‌های ناعادلانه ناشی از قراردادهای تیپ ناعادلانه با تاریخ پیش‌پرداخت ناعادلانه سبب یکی از علل مهم زیان‌دهی شرکت‌های فوق است. پایین بودن نرخ فروش برق در ایران (در حدود ۱۳۰ تومان برای هر کیلووات) نسبت به سایرکشورها سبب شده است که اولاً اقتصادی بودن نصب کنتورهای هوشمند زیر سؤال برود و ثانیاً درآمدهای وزارت نیرو متناسب با هزینه‌ها افزایش نیافته و مطالبات شرکت‌های کنتورساز با تأخیر پرداخت شود.

بر این اساس و بر پایه ارزیابی‌ای که درباره چالش‌های شرکت‌های تولیدکننده کنتورهای هوشمند برق انجام گرفت، «ایجاد بازار و تقاضا (کشش بازار)» از جمله مهمترین مؤلفه‌های مانع کسب‌وکار، تولید و تجاری‌سازی کنتورهای هوشمند محسوب می‌شود و رتبه بالاتری را نسبت به سایر چالش‌ها داراست.

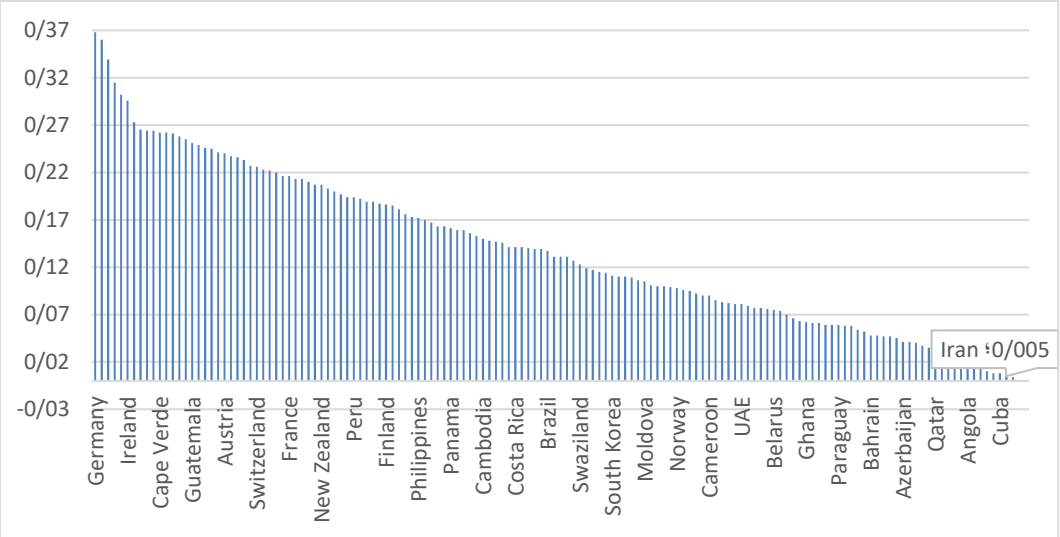
۹. تاثیر قیمت برق بر توسعه فناوری کنتورهای هوشمند برق در ایران

همان‌طور که ذکر شد، پایین بودن نرخ فروش برق در ایران نسبت به سایرکشورها سبب شده است که: اولاً اقتصادی بودن نصب کنتورهای هوشمند برق زیر سؤال برود و خانوارها، صنایع و کسب‌وکارها و حتی سایر نهادهای شبکه هوشمند برق، انگیزه‌ای برای نصب کنتورهای هوشمند برق نداشته باشند. از سایر نهادهای شبکه هوشمند برق می‌توان اپراتورهای مخابراتی را نام برد که تمایلی به همکاری ندارند زیرا منفعت مالی کافی از این مسیر عاید آنها نمی‌شود. و ثانیاً درآمدهای وزارت نیرو متناسب با هزینه‌ها افزایش نیافته و مطالبات شرکت‌های کنتورساز با تأخیر پرداخت شود.

مقایسه قیمت برق بخش خانگی در ایران و سایر کشورها در سال ۲۰۲۰ نشان می‌دهد که قیمت برق در ایران رتبه ۱۴۲ را در قیمت برق در جهان دارد و فقط سه کشور ونزوئلا، سودان و لیبی قیمت‌های پایین‌تری دارند (نمودار ۳). همچنین در بخش کسب‌وکار، قیمت برق در ایران رتبه ۱۴۳ را در قیمت برق در جهان دارد و فقط دو کشور ونزوئلا و سودان قیمت‌های پایین‌تری دارند. البته قیمت برق صنایع بر اساس تبصره‌ی ۱۵ قانون بودجه ۱۴۰۰، از تعرفه ۸۰ تومانی برای هر کیلووات ساعت به ۳۵۵ تومان افزایش پیدا کرد که رتبه قیمت برق ایران در بخش صنایع را از ۱۴۳ به ۱۴۲ افزایش داد و در حال حاضر تنها سه کشور ونزوئلا، سودان و لیبی در بخش صنایع قیمت‌های برق پایین‌تری دارند.

یکی از عواملی که سبب شده است قیمت برق در ایران به رتبه ۱۴۲ در جهان نزول کند (کاهش تقریباً ۱۰ رتبه‌ای)، افزایش قابل توجه نرخ ارز و عدم افزایش متناسب قیمت برق در سالهای اخیر است.

نمودار ۳. قیمت برق در جهان در سال ۲۰۲۰ برحسب دلار در هر کیلوات ساعت



مأخذ: https://www.globalpetrolprices.com.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این گزارش نشان می‌دهد که در کشور به لحاظ دانش فناوری کنتورهای هوشمند مشکلی وجود ندارد (وجود فشار تکنولوژی) و در حدود چهارده شرکت دانش‌بنیان نسبت به توسعه و تجاری‌سازی کنتورهای هوشمند اقدام کرده و کنتورهای با کیفیت بالا تولید می‌کنند و بخشی از تولیدات آنها صادر می‌شود اما سرمایه‌گذاری ناکافی در زمینه شبکه هوشمند برق سبب شده است که طی سال‌های گذشته تا پایان بهمن سال ۱۳۹۹ تنها در حدود ۴۵۸ هزار کنتور هوشمند برای مشترکان دیماندی و چاه‌های آب کشاورزی نصب شود، این در حالی است که قرار بود در فاز نخست این طرح (تا سال ۱۳۹۳) یک میلیون کنتور تعویض شود. این امر نشان می‌دهد که با وجود فناوری در کشور، نبود منابع مالی کافی سبب عدم توسعه آن شده است (ناکافی بودن کشش بازار).

بر این اساس، کمبود سرمایه در گردش، یکی از مهم‌ترین معضلات توسعه و تجاری‌سازی فناوری کنتورهای هوشمند در ایران به‌شمار می‌رود و ورود سرمایه‌گذاران بخش خصوصی به این پروژه می‌تواند به توسعه این فناوری کمک کند. فواید ناشی از کاهش مصرف و مدیریت بهینه استفاده از انرژی الکتریکی اعم از فواید مستقیم مالی (بازگشت سرمایه از طریق صرفه‌جویی‌های انجام شده) و همچنین فواید غیرمستقیم (کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای و کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی) می‌تواند انگیزه بسیار قوی برای هموارسازی بستر ورود سرمایه‌گذاران باشد.

شرکت‌های تولیدکننده کنتورهای هوشمند برق با مطالبات معوق (بالای یک سال) از وزارت نیرو روبه‌رو هستند و ازاین‌رو دچار مشکل سرمایه در گردش شده‌اند. مطالبات زیاد و عدم پرداخت به‌موقع ازیک‌طرف و قیمت‌های ناعادلانه ناشی از قراردادهای تیپ ناعادلانه با تاریخ پیش‌پرداخت ناعادلانه سبب

یکی از علل مهم زیان‌دهی شرکت‌های فوق است. پایین بودن نرخ فروش برق در کشور (در ایران در حدود ۱۳۰ تومان برای هر کیلووات) نسبت به سایرکشورها سبب شده است که اولاً اقتصادی بودن نصب کنتورهای هوشمند برق زیر سؤال برود و خانوارها، صنایع و کسب‌وکارها و حتی سایر نهادهای شبکه هوشمند برق، انگیزه‌ای برای نصب کنتورهای هوشمند برق نداشته باشند. و ثانیاً درآمدهای وزارت نیرو متناسب با هزینه‌ها افزایش نیافته و مطالبات شرکت‌های کنتورساز با تأخیر پرداخت شود.

یکی از پیشنهادهایی که برای تأمین منابع مالی نصب فناوری کنتورهای هوشمند قابل ذکر است آن است که حکم مندرج در بند «د» تبصره «۱۵» قانون بودجه سال ۱۳۹۸ بازنویسی شده و در لایحه بودجه سال آینده آورده شود. براساس حکم مذکور، به‌منظور اصلاح الگوی مصرف برق و گاز، شرکت‌های توانیر و ملی گاز ایران مکلفند نسبت به نصب کنتورهای هوشمند برای مشترکان برق و گاز با اولویت مشترکان عمده یا پرمصرف اقدام و هزینه مربوطه را به‌صورت اقساطی از مشترکان دریافت کنند؛ بنابراین، کمبود سرمایه در گردش شرکت‌های تولیدکننده کنتورهای هوشمند برق تا حدودی مرتفع می‌شود.

پیشنهاد دیگری که برای تأمین منابع مالی نصب فناوری کنتورهای هوشمند می‌توان مطرح کرد آن است که مصرف‌کننده خود بطور مستقیم کنتور را از بازار برای نصب خریداری کند و شرکت توانیر تنها مشخصات مورد نیاز کنتور هوشمند برق را اعلام کند. در این صورت قیمت‌های کنتور تا حدود زیادی از حالت دستوری و اجباری خارج شده و شرکت‌های تولیدکننده کنتور به موقع از فروش محصول خود منتفع می‌شوند.

شایان ذکر است که وزارت نیرو و شرکت توانیر با هدف حمایت از سازندگان و رفع موانع تولید اقدام‌هایی به شرح زیر انجام داده‌اند یا در حال انجام آن هستند عبارتند از:

۱. سازوکار لازم برای ایجاد بازار عرضه و تقاضای کنتور (بورس کنتور) با نظارت شرکت توانیر و مشارکت سازندگان کنتور در حال شکل‌گیری است که البته جای سوال دارد که این اقدام تا چه حد قادر است به حل مشکل شرکتهای تولیدکننده کنتورهای هوشمند برق کمک کند زیرا شرکت توانیر خود انحصار خرید کنتورهای هوشمند برق را در دست دارد (اگر صادرات شرکتهای تولیدکننده کنتورهای هوشمند برق را در نظر نگیریم) اما بهرحال ممکن است به شفافیت در بازار کنتورهای هوشمند برق منجر شود.

۲. مکاتبات لازم با بانک مرکزی جمهوری اسلامی و وزارت صمت جهت تخصیص ارز نیمایی و تسهیل فرایند واردات مواد اولیه مورد نیاز شرکت‌های تولیدکننده انجام شده است.

منابع و مآخذ

۱.دنیای اقتصاد، کارنامه هوشمندسازی شبکه برق، شماره روزنامه ۵۰۹۵، چهارشنبه ۸ بهمن ۱۳۹۹.

۲.معاونت سیستم‌های اندازه‌گیری و شبکه هوشمند، برنامه اقدامات توسعه فناوری‌های شبکه هوشمند برق ایران.

۳.ذکریازاده، ع. (بدون تاریخ). گزارش چهارم: شبکه‌های هوشمند و پاسخگویی بار در آن. تهران: سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)- معاونت سیستم‌های اندازه‌گیری و شبکه هوشمند.

۴.معاونت سیستم‌های اندازه‌گیری و شبکه هوشمند (۱۳۹۵). گزارش هجدهم: طرح ملی اپراتور هوشمند. تهران: سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا).

۵.معاونت سیستم‌های اندازه‌گیری و شبکه هوشمند (۱۳۹۱). «گزارش نهم: آشنایی با طرح فهام»، سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا).

۶.مرکز پژوهش‌های مجلس(۱۳۹۹). گزارش بررسی لایحه بودجه سال ۱۴۰۰ کل کشور، ۴۲. بودجه بخش برق، شماره مسلسل ۳۱۰۱۷۳۵۰.

۷.کارگروه نظارت و تأیید فنی اسناد بالادستی (۱۳۹۵). سند راهبرد ملی توسعه دانش‌بنیان شبکه هوشمند برق ایران، شورای‌عالی علوم، تحقیقات و فناوری.

۸. گزارش شرکت توانیر به شماره ۱۴۰۰/۳۱۳۲/۱۱۶ به تاریخ ۱۴۰۰/۱/۲۲ در پاسخ به نامه مرکز پژوهش‌های مجلس با شماره ۱۴۲۰۰/۱۱۱۷۵-۸۲ در تاریخ ۱۳۹۹/۱۱/۱۴.

مرکز پژوهش‌ها
مجلس شورای اسلامی

شناسنامه گزارش | **شماره مسلسل: ۱۷۶۴۶**

عنوان گزارش: توسعه و تجاری‌سازی فناوری کنتورهای هوشمند برق در ایران

نام معاونت: مطالعات تولیدی (گروه توسعه فناوری و تجاری‌سازی)

تهیه و تدوین: شاهین جوادی

مدیران مطالعه: سیدحسین دیباجیان، مهدی امینیان

اظهارنظرکننده: سیدمهدی بنی‌طبا

ناظران علمی: امیررضا شاهانی، هادی خرمی‌شاد

ویراستار تخصصی: ــــــــ

ویراستار ادبی: ــــــــ

واژه‌های کلیدی:

۱. شبکه هوشمند برق

۲. کنتورهای هوشمند

۳. تجاری‌سازی فناوری

تاریخ انتشار: ۱۴۰۰/۵/۱۸