

## بازار برق

در شبکه‌های قدرت سنتی بیشتر توان مورد نیاز مصرف کننده توسط نیروگاه‌های سنتی تامین می‌شود. اغلب نیروگاه‌های سنتی در فاصله دور از مصرف کنندگان قرار دارند. همین امر موجب می‌شود تا بخش قابل توجهی از توان تولیدی در حین انتقال به نقاط مصرف کننده تلف گردد. از نگاهی دیگر آلاینده‌گی، هزینه بهره برداری و انتقال سوخت فسیلی مورد نیاز نیروگاه‌های سنتی سرسام‌آور بوده و متناسب با شرایط فعلی ایران و جهان توجیح اقتصادی ندارد. از این رو منابع تولید پراکنده (DG)<sup>۱</sup>، راه حلی مناسب برای ارضای چالش‌های ذکر شده می‌باشد. منابع تولید پراکنده در واقع نیروگاه‌های مقیاس کوچکی است که حداکثر توان تولیدی آن‌ها تا ۲۵ مگاوات بوده و در نزدیکی مصرف کننده قرار دارد. نزدیک بودن این منابع به مصرف کننده منجر می‌شود تا تلفات در شبکه به طرز چشمگیری کاهش یابد. نفوذ منابع تولید پراکنده به شبکه قدرت مزایای فنی و اقتصادی هم برای شبکه و هم برای مصرف کننده دارد. اما نمی‌توان از چالش‌هایی هم که برای بهره بردار شبکه بوجود می‌آورد غافل شد. در ادامه برخی از مزایا و معایب نفوذ DGها در شبکه قدرت را بررسی می‌کنیم.

## مقدمه

یکی از چالش‌های مهم در بهره برداری از شبکه‌های قدرت در فصول گرم سال، افزایش شدید تقاضای شبکه می‌باشد. شرایط جوی کشور در فصول گرم مصرف کنندگان را وادار به استفاده بیش از حد از وسایل سرمایشی اعم از کولر های گازی و آبی و ... می‌کند. متناسب با شرایط فعلی، به دلیل وجود نیروگاه‌های سنتی (نیروگاه‌هایی که با سوخت فسیلی کار می‌کنند) در شبکه قدرت ایران، در برخی ساعات مجموع توان تولید شده جوابگوی مجموع توان مورد نیاز جهت مصرف نمی‌باشد. از این رو نیاز است تا تعاملاتی صورت گیرد تا چالش مذکور مرتفع گردد. از این رو در این شماره از فصلنامه در بخش بازار برق، اثر نیروگاه‌های پراکنده که راه حلی مناسب برای رفع چالش مذکور می باشد را مورد بررسی و تعامل آن با بازار برق را مورد واکاوی قرار می‌دهیم. در بخش بازار برق ایران به موضوع عدم استقبال از نیروگاه های خورشیدی با وجود پتانسیل بالای آن در کشور می‌پردازیم. در پایان در بخش بازار برق فارس به موضوع "تحلیل تیکت‌های بازار برق" پرداخته می‌شود.

همکاران این شماره: آقای محمدرضا گلساز شیرازی (۲۲۱۵)،  
آقای احمدرضا آذر مکانی (۲۳۵۴)، آقای مهران امیری (۲۴۰۸) و  
آقای حسین ساعیان زوج (۲۳۷۲).  
منتظر نظرات سازنده شما هستیم.

<sup>1</sup> Distributed Generation Resources

در بازارهای برق نیروگاه‌های سنتی بودند اما با پیدایش DGها، بازیگران جدیدی به بازارهای برق اضافه شدند که همین امر منجر به رقابتی‌تر شدن بازارهای برق شده است.



شکل ۱: ماهیت تولیدات پراکنده

شایان ذکر است که ترکیب انواع مختلفی از تکنولوژی DGها (واحدهای DG) منجر به ایجاد پروفیل‌های مختلف تولیدی می‌شود. این الگوهای تولید برای کاهش خطای پیش بینی شده تولید و تقاضا در زمان مدنظر اجرا میشود.

از نگاهی دیگر، برای مشارکت موفق در بازار برق ژنراتورهای کوچک DG مجبورند تعداد محدودی از ملزومات را رعایت کنند. مهمترین آن‌ها این است که توان خروجی قابل ارائه باید با حداقل میزان قیمت عرضه و تقاضای بازار هماهنگ باشد. همچنین بازیگر شرکت کننده در بازار نیاز دارد که ژنراتورهای کوچک DG بتوانند میزان انرژی توافقی با توجه به شرایط قرارداد از جمله زمان و مقدار انرژی تحویلی را پیشنهاد دهند.

لازم به ذکر است، منابع تولید پراکنده شامل منابع تجدیدپذیر، انگیزه کمی برای شرکت در بازار آزاد الکتریکی دارند زیرا قادر به تامین ملزومات و شرایط اولیه بازار نیستند. مثلاً ایجاد تعادل میان عرضه و تقاضا و یا تامین ملزوماتی برای خدمات رزرو بهتر جهت متعادل کردن سیستم برای بعضی از DGها مثل توربین های بادی یا فتوولتائیک سخت است. دلیل دیگری که مانع از شرکت آن‌ها در بازار میشود متغیر بودن ذاتی رزرو تولید توان است که ممکن است به علت تقاضای اضافی زمان تعادل بار منجر به ریسک بالای ضررهای مالی شود.

با این اوصاف بازیگران مجهز به DG در بازارهای عمده فروشی بزرگ شرکت نکرده و بیشتر در بازارهای محلی<sup>۲</sup>، بازارهای

مزایای اقتصادی و فنی از دید مشترکین:

- منبع جدید درآمد برای مشترکینی که DG دارند (قابل فروش به شبکه در برخی حالات)
- بهبود قابلیت اطمینان و کیفیت توان ( خاموشی کمتر نصب مشترکین شده و کیفیت توان مطلوب می‌باشد)
- کاهش هزینه صورتحساب (بخشی از توان مصرف کننده توسط DG خودش تامین شده لذا توان خریداری شده از شبکه کمتر می شود)

مزایای اقتصادی و فنی از دید شبکه:

- کاهش تلفات
- کمک به پاسخگویی بار در موارد مورد نیاز
- تامین توان راکتیو
- جلوگیری و به تاخیر انداختن اصلاح و افزایش ظرفیت شبکه
- تامین توان بخشی از شبکه در حالت جزیره‌ای (در حالی که توان دریافتی از شبکه بالادست قطع شده و DGها توان مورد نیاز را تامین می‌کنند)

معایب استفاده از DG:

- پیچیده تر شدن حفاظت از شبکه
- ایجاد هارمونیک در شبکه
- کاهش سطح اتصال کوتاه

بنابر دلایل ذکر شده، مزایای DGها انقدر زیاد بوده که بتوان از معایب آن چشم پوشی نمود و از آن‌ها در شبکه قدرت استفاده کرد.

متداولترین DGهای مورد استفاده، پنل‌های فتوولتائیک، توربین‌های بادی، میکرو توربین‌ها، دیزل ژنراتورها و CHPها می‌باشند. وابسته به محیط جغرافیایی، توان مورد نیاز و سایر دلایل، نوع DG مورد استفاده در یک محل با محل دیگر می‌تواند متفاوت باشد. مثلاً در مناطق گرم و کویری، نیروگاه‌های خورشیدی و در مناطق پر باد نیروگاه‌های بادی بازده مناسبی دارند.

یکی دیگر از مواردی که با نفوذ DGها تغییر کرد، ساختار بازارهای برق موجود می‌باشد. پیدایش DGها منجر به ایجاد بازارهای برق مختلفی در شبکه‌های قدرت شد. در حالت سنتی فروشندگان توان

<sup>2</sup> Local electricity market

استفاده از نیروگاه‌های خورشیدی سرشار از منافع اقتصادی و فنی می‌باشد.

**حال این سوال مطرح می‌شود که، چرا با وجود پتانسیل عظیم کشور ایران در بکارگیری نیروگاه‌های خورشیدی، تا کنون استقبال خوبی از آن‌ها صورت نگرفته است؟**

نرخ رشد استفاده از انرژی تجدید پذیر نظیر نیروگاه‌های خورشیدی در ایران نسبت به کشورهای فعال این حوزه کمتر از ۳ درصد است. اگر در سرزمین ما بستر و پتانسیل های لازم برای تولید برق تجدیدپذیر نبود و یا حتی کم بود، می‌شد دل به این قیاس‌ها نداد و کمتر افسوس خورد. اما واقعیت این است که با توجه به پتانسیل‌های بی‌نظیر موجود در کشور برای تولید انرژی‌های تجدیدپذیر، این نرخ رشد کم در واقع تأسف برانگیز است. شناسایی دلایل عدم استقبال از نیروگاه‌های خورشیدی با وجود پتانسیل عظیم آن‌ها در ایران نیازمند بررسی همه جانبه می‌باشد. در ادامه برخی از این دلایل را بررسی می‌کنیم.

- سرمایه‌گذاری محدود در حوزه انرژی‌های تجدید پذیر بخصوص نیروگاه‌های خورشیدی (چه از سمت دولت چه از سمت سرمایه گذاران خصوصی به دلیل هزینه اولیه زیاد راه اندازی ناشی از افزایش نرخ ارز در کشور)
- عدم باور عمومی به پتانسیل نیروگاه‌های خورشیدی (باعث عدم استقبال مشترکین خانگی از استفاده از پنل‌های فتوولتائیک)
- عدم فرهنگ سازی کافی در مورد بکارگیری از انرژی‌های تجدید پذیر
- کمبود طرح‌های تشویقی جهت ترغیب مشترکین یا سرمایه‌گذاران جهت بهره گیری از این منابع
- وجود منابع فسیلی فراوان در دسترس کشور (به دلیل فراوان بودن سوخت فسیلی) همچنین دیدگاه سنتی و قیمت پایین نفت و گاز، استفاده از نیروگاه‌های سنتی مبتنی بر سوخت فسیلی نسبت به استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر ارجحیت دارد.

همان‌طور که نفت یکی از سرمایه‌های ملی ماست، تابش بی‌دریغ آفتاب، وزش باد و همچنین انرژی‌های زمین گرمایی نیز از جمله

خرده‌فروشی<sup>۳</sup> و ... شرکت می‌کند (برای ایجاد تعادل بین تقاضا و مصرف در نزدیکی بار). دلیل این امر آن است که این بازارها با ماهیت DGها سازگارتر می باشد (از لحاظ توان و قیمت قابل ارائه).

## بازار برق ایران

در بخش بازار برق، با مفهوم کلی DGها، کاربرد آن‌ها و تعامل آن‌ها با بازار برق آشنا شدیم. یکی از پرکاربردترین نوع DG مورد استفاده در جهان، نیروگاه‌های خورشیدی می‌باشد.

نیروگاه خورشیدی به هر نوع تاسیساتی اشاره دارد که نور خورشید را به صورت مستقیم (نیروگاه های خورشیدی فتوولتائیک) یا غیرمستقیم (نیروگاه های حرارتی خورشیدی) به برق تبدیل می‌کند. نیروگاه‌های خورشیدی وابسته به توان تولیدشان قابل استفاده هم برای مصرف‌کنندگان خانگی و هم برای مصرف‌کنندگان صنعتی می‌باشند. برای شناخت بهتر نیروگاه‌های خورشیدی برخی از مزایا و معایب آن‌ها را شرح می‌دهیم.

مزایای نیروگاه‌های خورشیدی:

- صرفه جویی در هزینه قبوض برق
  - یک بار سرمایه گذاری و یک عمر استفاده از برق رایگان
  - نصب آسان و هزینه نگهداری پایین
  - امکان استفاده از قابلیت پشتیبان گیری در سیستم‌های خارج از شبکه و هیبریدی
  - بهبود شرایط فنی شبکه اعم از کاهش تلفات، بهبود قابلیت اطمینان، بهبود کیفیت توان و ...
- معایب نیروگاه‌های خورشیدی:

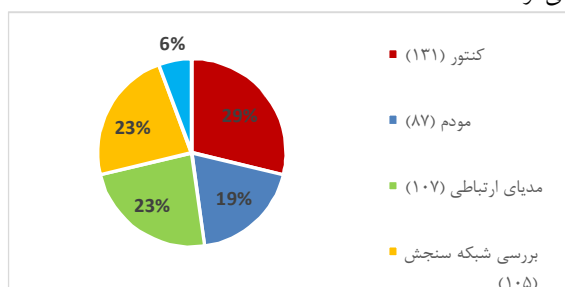
- نیاز به سرمایه گذاری اولیه سنگین
- نصب سیستم انرژی خورشیدی، مستلزم دسترسی به یک منطقه فاقد سایه است
- نگهداری منظم از این سیستم به منظور تولید منظم برق ضروری است

با این اوصاف در مناطق پرپتانسیل (مناطق گرمسیر با تابش مستقیم شدید نور خورشید به عنوان مثال کویرها و استان‌های جنوبی کشور)

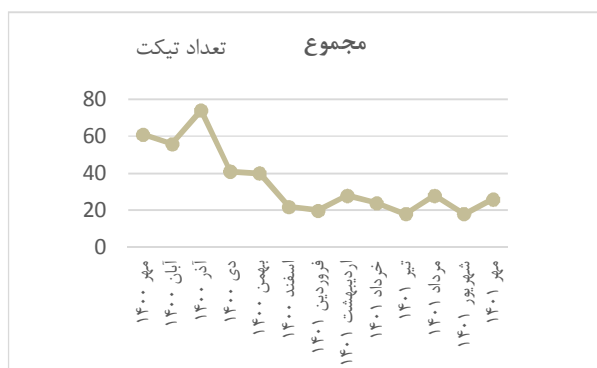
<sup>3</sup> Retail electricity market

• بررسی شبکه سنجش

از بین موارد ذکر شده، مشکل مدیای ارتباطی و فیبر نوری در چارچوب عملیاتی دفتر بازار برق نبوده و زمینه‌ای مخابراتی دارد. در این گزارش به منظور بررسی عملکرد دفتر بازار برق جهت رفع تیکت‌های صادره از سمت مدیریت شبکه، تعداد کل تیکت‌های دفتر بازار برق فارس از مهرماه سال ۱۴۰۰ تا مهرماه ۱۴۰۱ (گزارش یک ساله) مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفته است. همچنین اقدامات انجام شده نیز در جهت بهبود عملکرد و کاهش جریمه‌ها ارائه می‌گردد.



شکل ۲: نمودار فراوانی دلایل بروز تیکت‌ها مهرماه ۱۴۰۰ تا مهرماه ۱۴۰۱



شکل ۳: روند تغییرات کلی تعداد تیکت به تفکیک ماه از مهر ۱۴۰۰ تا مهر ۱۴۰۱

همانطور که از شکل ۳ پیداست، روند کلی تعداد تیکت‌ها نزولی بوده است اما در برخی ماه‌ها بدلیل شرایط ایجاب شده، این روند صعودی شده است (به عنوان مثال قطعی سراسری فیبر نوری و اینترنت در مهرماه ۱۴۰۱).

لذا تعریف پروژه مذکور کمک شایانی به کارشناسان دفتر به منظور کاهش حداکثری تعداد تیکت‌های دریافتی و رفع هر چه سریعتر آن‌ها کرده است.

سرمایه‌های سرزمینی ما است و عدم استفاده از آن‌ها و تکیه کردن به فقط یکی از انواع سرمایه‌ها، می‌تواند از هر لحاظ بخش انرژی، اقتصاد و بسیاری از سیاست‌های کشور را دست خوش آسیب نماید.

## بازار برق فارس

در این بخش در مورد پروژه "تحلیل تیکت‌های بازار برق؛ ریشه‌یابی دلیل بروز عیب و ثبت تیکت" که توسط کارشناسان دفتر بازار برق شرکت برق منطقه‌ای فارس انجام شده است، می‌پردازیم. پس از مجهز شدن تمامی مبادی انرژی به کنتورهای بازار برق و قرائت آنلاین و خودکار آنها به واسطه‌ی مدیای مخابراتی (مودم APN)، امکان مانیتورینگ لحظه‌ای شبکه برق (انتقال، فوق توزیع و فشارمتوسط) و همچنین امکان انجام محاسبات متنوع انرژی مهیا شده است. اما بهره برداری از شبکه اجرا شده در محیط جغرافیایی گسترده و باز، همواره با اختلالاتی مواجه است که فرآیند قرائت را با مشکلاتی همراه ساخته است. به همین دلیل روزانه دستوراتی در قالب صدور تیکت از دفتر سنجش و پایش معاونت مخابرات شرکت مدیریت شبکه برق ایران جهت برق‌های منطقه‌ای صادر می‌گردد که بیانگر اختلالاتی در قرائت کنتورهای یاد شده است. در این راستا شرکت‌های برق منطقه‌ای موظف اند تا بیشترین تعداد تیکت را در کوتاه ترین بازه‌ی زمانی ممکن، برطرف نمایند.

لذا صرفاً اقدام در جهت بررسی و رفع تیکت، کافی نبوده و ریشه یابی دلایل بروز تیکت و اقدام جهت رفع دائمی آن، در دستور کار دفتر بازار برق منطقه‌ای فارس قرار گرفت. با تأمل در گزارشات ثبت شده تیم سرویس و نگهداری تجهیزات سخت افزاری بازار برق، پس از مطالعات به انجام رسیده، ۵ عامل معرفی شده ذیل به عنوان دلایل عمده بروز تیکت‌ها معرفی و نمودار تغییرات آنها در یک بازه زمانی سیزده ماهه (از مهر ۱۴۰۰ تا مهر ۱۴۰۱) در سال جاری به نمایش درآمده است تا با بررسی و تحلیل آن، بتوان ریشه یابی مؤثر بروز تیکت را انجام داد. ۵ عامل مذکور به شرح زیر می‌باشند.

- مشکلات مربوط به کنتور و شبکه ارتباطی آن
- مشکلات مربوط به مودم
- مشکل مدیای ارتباطی
- فیبر نوری