



شرکت برق منطقه‌ای فارس

بازار برق فارس



بازار برق

گاز طبیعی یک حامل اساسی است که ویژگی‌هایی همچون هزینه به نسبت پایین، بازدهی بالا، آلاینده‌گی کمتر را دارا می‌باشد. از این رو این حامل انرژی به پایداری انرژی کمک شایانی می‌کند. شبکه‌های گاز طبیعی به موجب توسعه‌ی منابع گازسوز در شبکه‌های برق نقش مؤثری را در بهره‌وری، کارایی، انعطاف‌پذیری و قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت ایفا می‌کنند. تعامل دو طرفه شبکه‌های برق و گاز منجر به پیدایش شبکه‌های چند حامل انرژی جهت تأمین انرژی مورد نیاز مشترکین شده است.

هاب انرژی اصلی‌ترین مفهوم شبکه چند حامل انرژی است که نقطه اشتراکی بین شبکه برق و گاز می‌باشد. هاب‌های انرژی با به‌کارگیری منابع تولیدی، تبدیلی و ذخیره‌سازی انرژی در راستای تأمین انرژی مورد نیاز مصرف‌کنندگان اعم از انرژی الکتریکی و حرارتی قدم بر می‌دارد.

مقدمه

مطابق با مطالب ذکر شده در فصلنامه پیشین، عدم تعادل بین عرضه و تقاضای برق در برخی فصول سال مشهود است. در شماره قبلی فصلنامه از بحث مدیریت سمت مصرف به عنوان ابزاری جهت برقراری تعادل بین عرضه و تقاضا استفاده شد. به علت هوشمند نبودن کامل تجهیزات برقی مشترکین پیاده‌سازی برنامه‌های مدیریت سمت مصرف دچار چالش شده‌است. از دیگر راه‌های متعادل‌سازی عرضه و تقاضا، مدیریت سمت تولید می‌باشد که با ورود منابع تولید پراکنده در ابعاد کلان محقق می‌شود. در این راستا می‌توان از سیستم‌های چند حامل انرژی (**هاب انرژی**)^۱ در ریزشبکه‌ها به منظور تأمین هدف مذکور استفاده کرد.

در این شماره فصلنامه، در بخش بازار برق در مورد هاب انرژی و اثر آن بر سیستم قدرت، در بخش بازار برق ایران در مورد ورود و اثر هاب انرژی بر شبکه قدرت ایران و در نهایت در بخش بازار برق فارس پروژه‌ی محاسبات اقتصادی بازار برق منطقه‌ای فارس معرفی شده است.

همکاران این شماره: آقای محمدرضا گل‌ساز شیرازی (۲۲۱۵)، خانم الهام

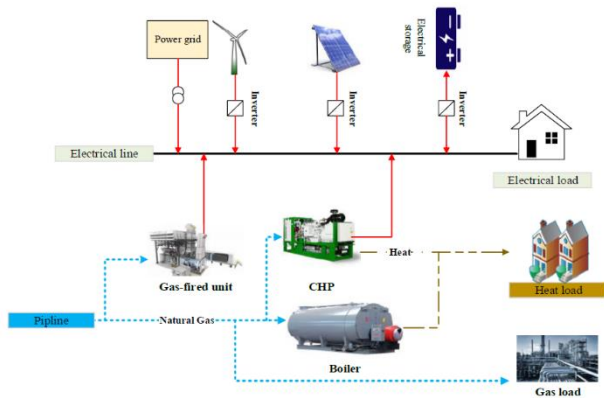
ضرغامیان (۲۲۵۹)، آقای حسین ساعیان زوج (۲۳۷۲).

منتظر نظرات سازنده شما هستیم.

کردن تغییرات مصرف گاز مولدهای گازسوز انعطاف پذیر شود.

همان‌طور که پیش‌تر بیان شد پیدایش تکنولوژی‌های جدید نظیر مولدهای گازسوز (میکروتوربین‌ها)، CHP و ذخیره‌سازهای PtG منجر به پیدایش هاب انرژی شده‌است. از نگاهی دیگر، هاب انرژی‌ها این امکان را فراهم می‌کنند تا بدون نیاز به توسعه‌ی همزمان شبکه‌ی برق و گاز، فقط با توسعه‌ی یک شبکه، حامل دیگر را در محل نصب تولید کرد. در ادامه برخی از اجزای مهم یک هاب انرژی را معرفی می‌کنیم.

- مولدهای گازسوز (میکروتوربین‌ها): میکروتوربین‌ها، توربین‌های گازی کوچکی هستند که ظرفیت آن‌ها بین ۳۰-۵۰۰ کیلووات می‌باشد.
- منابع تولید همزمان برق و حرارت (CHP): در این منبع تولیدی ابتدا برق و سپس حرارت تولید می‌شود.
- ذخیره‌سازهای برق به گاز (PtG): این تکنولوژی بر پایه‌ی هیدروژن کار می‌کند که در آن توان الکتریکی تبدیل به گاز طبیعی شده و در نهایت به‌صورت هیدروژن و متان ذخیره می‌شود.



شکل ۱: نمای کلی یک شبکه چند حامل انرژی بر پایه شبکه‌های برق و گاز

پیدایش مولدهای گازسوز^۲، CHP^۳ (منابع تولید همزمان برق و حرارت) و تکنولوژی PtG^۴ (ذخیره‌سازهای برق به گاز) منجر شده است که در شبکه‌های نوین، گاز طبیعی علاوه بر تأمین انرژی حرارتی مورد نیاز مشترکین، به‌عنوان سوخت اولیه جهت تولید انرژی الکتریکی استفاده شود. همین امر منجر به یکپارچه شدن شبکه‌های برق و گاز شده است (هاب انرژی).

هاب انرژی در کنار مزیت‌هایش، برخی چالش‌های فنی و اقتصادی نیز ایجاد می‌کند. قابل ذکر است که استفاده از هاب انرژی منجر به پیچیده‌تر شدن برنامه‌ریزی و بهره‌برداری شبکه‌های نوین می‌شود. از چالش‌های مطرح شده در این بخش، قابلیت اطمینان شبکه به علت وابستگی شبکه برق و گاز بوده که شامل موارد زیر می‌شود:

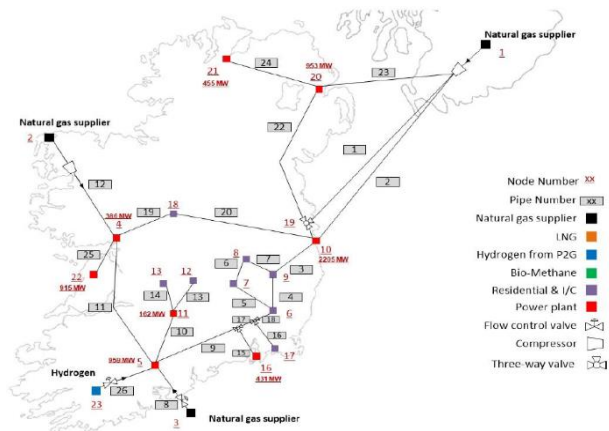
- ✓ گاز طبیعی به علت ماهیتش قابل ذخیره‌سازی در محل نمی‌باشد. از این رو تأمین و انتقال گاز طبیعی مورد نیاز برای مولدهای گازسوز دچار چالش می‌شود.
- ✓ در فصول سرد، تأمین انرژی حرارتی مورد نیاز مصرف‌کنندگان اهمیت بیشتری نسبت به تأمین انرژی اولیه برای مولدهای گازسوز دارد. از این رو تأمین این انرژی اولیه در فصول سرد ممکن است دچار چالش شود.
- ✓ نیروگاه‌های گازسوز به علت ویژگی‌هایی هم‌چون نرخ افزایش توان تولیدی^۵ بالا و ... می‌توانند در راستای جبران کمبود توان ناشی از عدم قطعیت توان خروجی نیروگاه‌های تجدیدپذیر استفاده شوند. از این رو شبکه گاز می‌بایست در راستای برطرف

^۲ Gas-fired generation unit

^۳ Combined heat and power

^۴ Power-to-gas storage

^۵ Ramp Rate



شکل ۲: شبکه برق و گاز به هم پیوسته کشور ایرلند

به شبکه برق متصل و کوپل می‌شود. به دلایل متفاوت اعم از دلایل فنی و اقتصادی تاکنون استفاده از سیستم‌های چند حامل انرژی در شبکه قدرت ایران به صورت بهینه و چشمگیر میسر نشده است. در شبکه برق ایران، روستای کندوان جزء مناطق گردشگری است که می‌توان از هاب انرژی برای تأمین انرژی مورد نیاز مشترکین استفاده کرد. ویژگی جغرافیایی (کوهستانی بودن) این منطقه سبب شده تا انتقال گاز از طریق لوله‌های انتقال گاز دشوار و پرهزینه شود. بنابراین استفاده از سیستم هاب انرژی منجر می‌شود که با در نظر گرفتن برق به‌عنوان انرژی ورودی، تأمین حرارت و گاز طبیعی بدون لوله‌کشی طولانی میسر شود. از این رو علاوه بر تأمین انرژی مورد نیاز مشترکین هزینه‌های سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری نیز کاهش چشمگیری پیدا می‌کند.

با ورود هاب انرژی به شبکه‌ی قدرت به‌خصوص ریزشکبه‌ها، بخشی از تقاضای مورد نیاز مصرف کنندگان از طریق منابع موجود تأمین می‌شود. مابقی تقاضای مورد نیاز مصرف کنندگان نیز باید از طریق شبکه‌های توزیع تأمین شود. از این رو نیاز است تا فرآیند تأمین توان از طریق قراردادهای بلندمدت خرید انرژی در کنار خرید انرژی از بازارهای لحظه‌ای انجام شود. از نگاهی دیگر برخی منابع موجود در هاب انرژی و ریزشکبه‌ها عدم قطعیت دارند که باید هنگام تأمین توان مورد نیاز از بازارهای برق، این عدم قطعیت بهینه و لحاظ شود.

بنابراین براساس اطلاعات بیان شده در این بخش، توسعه‌ی هاب انرژی در سیستم‌های قدرت منجر به کاهش هزینه‌ی سرمایه‌گذاری شده است زیرا توسعه‌ی خطوط انتقالی گاز را بهینه‌تر می‌کند. هاب انرژی‌ها در شهرک‌های صنعتی، مناطق صعب‌العبور جغرافیایی و... کاربرد فراوانی دارند. هم‌چنین به‌کارگیری آن‌ها منجر به بهبود شرایط فنی شبکه، کاهش آلاینده‌ی زیست محیطی و بهینه شدن شرایط اقتصادی می‌شود.

مراجع

- ۱- اسونکو ایران، معاونت زیرساخت شبکه‌های برق، حمل و نقل، عمران و شهرسازی، شبکه‌های توزیع انرژی بهم پیوسته شامل حامل‌های برق و گاز، آوریل ۲۰۲۲، شماره ۳۰۲
- ۲- هاشمی، شیخ‌الاسلامی و پارسا مقدم، ارزیابی اقتصادی هاب انرژی با در نظر گرفتن عدم قطعیت‌ها، نشریه علمی-پژوهشی کیفیت و بهره‌وری صنعت برق ایران، بهار و تابستان ۱۳۹۳
- ۳- قلی‌زاده و پاکدل، برنامه‌ریزی بهینه عملکرد هاب انرژی در حضور بازارهای برق و حرارت منطقه‌ای، کنفرانس بین‌المللی فناوری و مدیریت انرژی، تهران، ۱۳۹۵
- ۴- نجفی، فلتی و رمضانی، بهره‌برداری میان‌مدت از هاب انرژی با در نظر گرفتن ریسک ناشی از عدم قطعیت‌های قیمت بازار و تقاضای انرژی الکتریکی، نشریه علمی-پژوهشی کیفیت و بهره‌وری صنعت برق ایران، پائیز و زمستان ۱۳۹۴.

بازار برق ایران

در این بخش، از ورود و تأثیر هاب انرژی در شبکه‌های قدرت جهانی و ایران صحبت می‌کنیم. استفاده از سیستم‌های چند حامل انرژی نظیر برق، گاز، هیدروژن و حرارت و سرمایه‌ی در سراسر جهان رشد روزافزون دارد. اروپا از جمله مهم‌ترین مناطقی است که از این تکنولوژی به‌صورت بهینه و پرکاربرد استفاده می‌کند. گران بودن قیمت انرژی هم‌چنین پرچالش بودن تأمین آن در کشورهای اروپایی، از جمله دلایلی است که آن‌ها را ترغیب به استفاده از این تکنولوژی کرده است. ایرلند و بلژیک کشورهایی هستند که در استفاده از این تکنولوژی پیش‌رو می‌باشند. در ادامه نمونه‌ای از شبکه چند حامل انرژی در کشور ایرلند مشاهده می‌شود.

همانگونه که از شکل (۲) مشخص است شبکه گازی هم‌چون شبکه الکتریکی از طریق گره‌های گازی تعیین شده و از طریق نقاط اتصال

بازار برق فارس

آمدگی (با وجود بیشترین سهم در درآمد خدمات انتقال)، درآمد انرژی و کسر درآمد ناشی از عدم ارسال اطلاعات و عملکرد صحیح تجهیزات در طول ماه‌های مختلف در سال‌های مختلف نرخ تغییرات تقریباً ثابت را دارند.

✓ مطابق با نتایج به دست آمده (شکل ۳) درآمد خدمات انتقال و درآمد خدمات برون مرزی تغییرات مشابه به هم داشته‌اند (هم‌بستگی نموداری دارند). این به این معنا است که درآمد خدمات انتقال سال‌های مختلف متأثر از درآمد خدمات برون مرزی می‌باشد.

جدول ۱: درآمد خدمات انتقال قطعی سالهای ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۰ (میلیون ریال)

ماه	آمادگی	انرژی	برون مرزی (جبران هزینه مبادلات)	هزینه استفاده از تاسیسات شبکه انتقال شرکت های توزیع	جرایم	معوقه	خالص
۹۷ کل	۳۰۰۱۸,۶۴۳	۴۵۸,۹۶۱	۴۴۶,۳۵۷	-	۱,۶۲۸	۴,۵۸۹	۴,۱۷۷,۵۲۴
۹۸ کل	۳,۵۶۱,۶۲۵	۶۱۰,۳۶۶	۲,۲۵۱,۰۹۱	-	۳,۴۴۶	۵۰۳,۱۴۷	۶,۹۲۲,۶۸۲
۹۹ کل	۳,۷۷۹,۰۴۹	۶۱۳,۴۳۷	۲,۹۰۰,۰۹۳	-	۱,۹۱۵	۵۶,۱۸۸	۱۱,۵۶۴,۰۰۱
۱۴۰۰ کل	۴,۱۷۹,۶۷۶	۶۴۹,۹۸۷	۵,۵۱۸,۰۸۸	۳۵,۰۲۱	۲,۷۹۴	۱۱۷,۴۱۰	۱۰,۴۹۷,۳۸۹

شفاف‌سازی درآمد فروش انرژی شرکت مبتنی بر صورتحساب خدمات انتقال برق، انگیزه‌ای شد تا تحلیل‌های فنی-اقتصادی از داده‌های آماری اتخاذ شده از صورتحساب‌های صادره از مدیریت شبکه برق ایران را در دستور کار خود قرار دهیم.

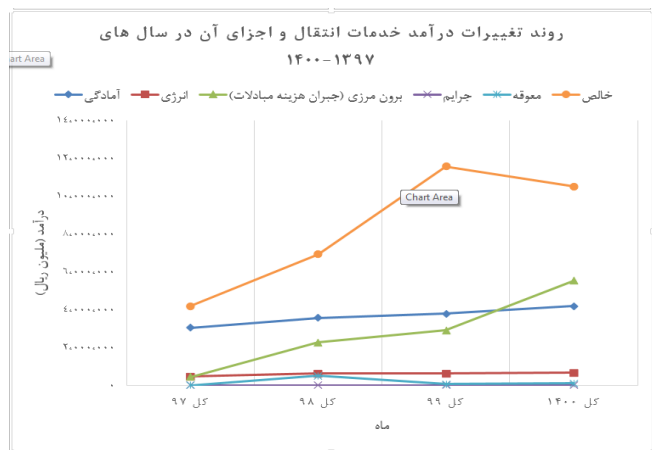
در پروژه‌ی محاسبات اقتصادی بازار برق، از فرمول‌بندی محاسبات درآمد خدمات انتقال مطابق با دستورالعمل‌های صادره از وزارت نیرو استفاده شده‌است. دلیل انجام پروژه، فرموله نمودن، روش بررسی، آنالیز خروجی‌ها و نهایتاً جمع بندی و نتیجه‌گیری تحلیل در پروژه ذکر گردیده‌است.

در این پروژه ابتدا درآمد خدمات انتقال که متشکل از مجموع درآمد آمادگی، درآمد انرژی، درآمد خدمات برون مرزی و کسر درآمد ناشی از عدم ارسال اطلاعات و عملکرد صحیح تجهیزات معرفی شده و فرمول‌بندی اجزای مذکور به تفصیل ارائه شده‌است. در ادامه از ابزارهای تحلیل آماری نظیر آنالیز حساسیت به منظور بررسی پارامترهای موجود بر درآمد خدمات انتقال استفاده شده است در ادامه نیز براساس داده‌های خروجی و آنالیزهای انجام شده بر روی آن‌ها تلاش شده است تا رفتار درآمد خدمات انتقال و اجزای آن برای سال‌های آتی پیش‌بینی شود.

به منظور تفهیم بیشتر مطالب داده‌های اقتصادی مربوط به درآمد خدمات انتقال و اجزای آن به تفکیک ماه و سال‌های مختلف ارائه شده‌است. در نهایت از طریق جداول آماری (برای مثال: جدول ۱) و ترسیم گراف (برای مثال شکل ۳) خروجی‌های تحلیل‌های انجام شده ارائه شده‌است تا خواننده پروژه درک کاملی از هدف مذکور دریابد.

به شرح زیر می‌باشد (استفاده از نرم‌افزار اکسل مشتمل بر چند کاربرگ)

✓ در هر یک از سال‌های مد نظر، درآمد خدمات برون مرزی بیشترین وزن و تأثیرگذاری را بر روی درآمد خدمات انتقال برق دارد. سایر عوامل از جمله درآمد



شکل ۳: روند تغییرات درآمد خدمات انتقال و اجزای آن در سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۰