

چشم‌انداز مبادلات برق و گاز طبیعی بین

ایران و کشورهای همجوار در افق ۱۴۲۰

وحید آریان‌پور - همایون برهمندپور - مونا رنجبر - کیومرث حیدری

عباسعلی امیرفخریان - سعید محمودی - علیرضا آقاجانی - کیارش قیومی

پژوهشگاه نیرو

مرکز توسعه فناوری سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی انرژی

تهران - ایران

aryanpur@alum.sharif.edu, hberahmandpour@nri.ac.ir, mranjbar@nri.ac.ir, kioumars.h@gmail.com

الکتریکی ایران با کشورهای همسایه روند افزایشی داشته و هم‌اینک ایران با تمامی همسایگان دارای مرز خشکی، تبادل انرژی الکتریکی دارد. از منظر سیاسی و امنیتی، صادرات و تبادل برق می‌تواند موجبات ثبات و ابستگی بیشتر کشورهای منطقه و همسایه به ایران را فراهم آورد. بر مبنای اقتضائات جهانی و رویه‌های حاکم بر سیاست‌های بخش انرژی جهانی، یکی از مهم‌ترین الزامات مبادلات انرژی می‌تواند مبتنی بر پیوند دادن سیاسی و اقتصادی کشورهای همسایه و منطقه به یکدیگر برای کسب منافع متقابل باشد. با اتصال شبکه برق کشور به دیگر مناطق جهان، نظیر خطوط انتقال به سمت روسیه، اروپا، شمال آفریقا و تعبیه خطوط دریایی به کشورهای حاشیه خلیج فارس و در نتیجه شکل‌گیری مستمر تبادل انرژی الکتریکی و صادرات، می‌توان شرایط سیاسی و امنیتی پایدار و به دور از تنش‌های حاد سیاسی را برای ایران و دیگر همسایگان ایجاد نمود.

ایران کشوری است که از نظر مجموع ذخایر هیدروکربنی، رتبه اول را در جهان دارا است و از نظر منابع گاز طبیعی، رتبه ممتازی دارد [۱]. بنابراین این کشور می‌تواند با تکیه بر منابع عظیم گازی، صادرات این حامل انرژی به کشورهای منطقه و سایر کشورهای دنیا را با ظرفیت شایسته‌ای عملیاتی سازد. در کنار آن، صادرات برق به عنوان حامل ثانویه نیز می‌تواند مطرح شود. صادرات یا به عبارت کلی‌تر، تبادلات برق از آن جهت مهم است که ایران با پهنه گسترده خود و ارتباط زمینی و دریایی با چهارده کشور، نقش ممتازی را در منطقه دارد و می‌تواند از طریق این مزیت نسبی، تاثیرگذاری شگرفی در نقشه تبادلات الکتریکی منطقه داشته باشد. در رویکرد کلی‌نگرتر، مبادلات همزمان برق و گاز از منظر اقتصادی و سیاسی می‌تواند عواید بیشتری را برای کشور به ارمغان می‌آورد. در این رویکرد، بخش‌های برق و گاز در مبادلات بین‌المللی به صورت مکمل هم بکار گرفته می‌شوند و

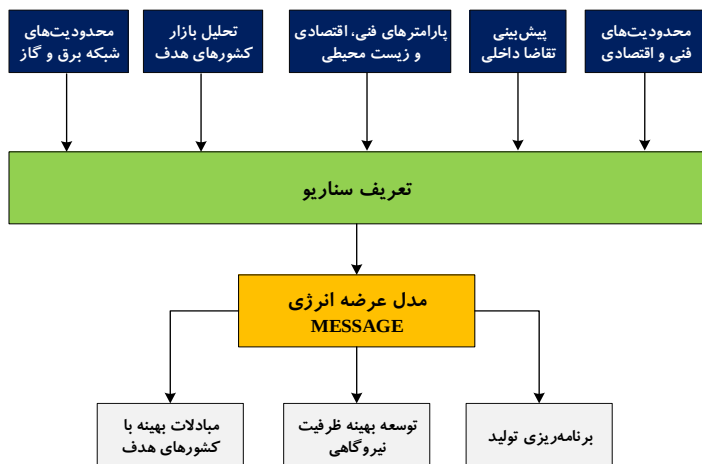
چکیده — یکی از سیاست‌های راهبردی در اصول اقتصاد مقاومتی کشور، توسعه صادرات برق است که بر این اساس لازم است برنامه‌ریزی‌های بلندمدت برای نیل به این هدف انجام شود. ایران کشوری است که در کنار داشتن ذخایر غنی گاز طبیعی و شبکه گسترده برق، از موقعیت جغرافیایی ممتازی در منطقه برخوردار است و با برنامه‌ریزی‌های اصولی و پایه‌ای، می‌تواند به قطب انرژی منطقه تبدیل شود. هم‌اینک ایران به عنوان کشور اول منطقه در تولید انرژی الکتریکی مطرح است و گستردگی ساختار شبکه برق و گاز آن، اجازه برنامه‌ریزی‌های مطلوب برای اتصال به شبکه عرضه انرژی کشورهای همسایه و منطقه را خواهد داد. در این مقاله ضمن تعیین ساختار بهینه عرضه انرژی کشور در افق زمانی ۱۳۹۵ تا ۱۴۲۰، برنامه‌ریزی بلندمدت مبادلات برق و گاز ایران با کشورهای همسایه در قالب سناریوی ادامه روند کنونی و دو سناریوی صرفه‌جویی انرژی مورد بررسی قرار گرفته و از این مسیر، راهکارها و پیشنهادها راهبردی برای توسعه تبادلات برق و گاز ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: تبادلات برق و گاز طبیعی، برنامه‌ریزی بلندمدت،

مدل مبادلات انرژی، سناریوهای برنامه‌ریزی

۱. مقدمه

از نخستین تبادلات انرژی الکتریکی برون‌مرزی ایران با کشورهای همسایه، قریب به ۲۵ سال می‌گذرد. در سال ۱۳۷۱ ایران مبادله برون‌مرزی برق را با جمهوری آذربایجان آغاز نمود. از آن تاریخ تاکنون همواره تبادلات انرژی



شکل ۱: چارچوب کلی مطالعات برنامه‌ریزی مبادلات

کف و سقف صادرات و واردات از طریق قیودی کنترل خواهد شد. این قیود بر مبنای تحلیل بازارهای کشورهای همجوار در بلندمدت، زیرساخت‌های شبکه‌های انتقال برق و گاز طبیعی و قراردادهای موجود کنترل خواهند شد. منطق حاکم بر مدل، حداقل کردن مجموع هزینه‌های سیستم عرضه انرژی است [۳ و ۲]. بر این اساس تابع هدف مدل شامل مجموع هزینه‌های سرمایه‌گذاری، سوخت، تعمیرات و نگهداری، واردات و صادرات (به صورت منفی) است. سیستم عرضه انرژی به صورت شماتیک در شکل (۲) نمایش داده شده است. این سیستم در سمت عرضه در برگیرنده کلیه منابع انرژی اولیه اعم از نفت خام، گاز غنی، زغال‌سنگ، انواع انرژی‌های تجدیدپذیر، حامل‌های انرژی ثانویه و نهایی شامل فرآورده‌های نفتی، گاز طبیعی، سوخت‌های سنتز، زغال‌سنگ حرارتی، زغال کک، برق، هیدروژن، LNG، CNG و زیست‌توده می‌باشد. در طرف تقاضا بخش‌های مصرف‌کننده انرژی عبارتند از: خانگی، خدمات، صنعت، حمل و نقل، کشاورزی و مصارف غیرانرژی (نظیر پتروشیمی و تزریق به میادین نفتی). در تدوین این ساختار و تهیه اطلاعات فنی و اقتصادی فناوری‌های سمت عرضه، از مطالعات دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی وزارت نیرو استفاده شده است [۴].

۳. تدوین سناریوها و قیود اصلی تبادلات

مهمترین پارامترها در تعریف سناریوها عبارتند از تقاضای داخلی برق و گاز در افق مطالعه، قیمت‌های حامل‌های صادراتی و وارداتی و پارامترهای مربوط به سقف پتانسیل تبادلات برق و گاز با هر کشور. از ترکیب حالات مختلف برای پارامترهای فوق سناریوهای مختلفی قابل تعریف هستند که در این مقاله، نتایج سناریوی ادامه روند کنونی به همراه دو سناریوی

متولیان اصلی بخش انرژی کشور (وزارت نفت، وزارت نیرو و شرکت‌های تابعه این دو)، می‌توانند در بسیاری از مذاکرات دو جانبه خود، صادرات برق و گاز را بطور توأم بازاریابی کنند. هر چند در طی سال‌های اخیر این پرسش کلیدی همواره ذهن سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان را به خود معطوف داشته که اولویت صادرات با کدام یک از این دو حامل است. در این مقاله چنین رویکرد قطعی برای انتخاب یکی از این دو، مورد نظر نبوده بلکه این باور تقویت شده که انتخاب صادرات گاز طبیعی و برق در شرایط مختلف، متفاوت بوده و هر یک دارای مزیت‌های نسبی مربوط به خود می‌باشند. در واقع به جای انتخاب قطعی هر یک از این دو، مناسب‌تر است تا سهم هر یک در سبد صادراتی یا تبادلاتی مشخص شود.

در ادامه این مقاله، ابتدا رویکرد مدل‌سازی با استفاده از نرم‌افزار برنامه‌ریزی انرژی 'MESSAGE' تشریح شده و سپس پیش‌نیازهای اطلاعاتی موردنیاز و همچنین نحوه مدل‌سازی تبادلات برق و گاز با کشورهای مورد نظر، تشریح می‌گردند. با اجرای مدل در سناریوهای مختلف ابتدا ساختار بهینه سیستم عرضه انرژی به منظور تأمین تقاضای بخش‌های مختلف تعیین شده و سپس میزان مبادلات با کشورهای همجوار در سه سناریو مشخص می‌گردند. در پایان نیز با تحلیل نتایج، پیشنهادهایی راهبردی برای توسعه تبادلات برق ایران ارائه می‌شود.

۲. روش انجام مطالعه

در مطالعه حاضر برنامه بهینه سیستم عرضه انرژی با استفاده از مدل MESSAGE برای بازه زمانی ۱۳۹۵ تا ۱۴۲۰ تعیین می‌شود. بنابراین سال مبنا برای اطلاعات، سال ۱۳۹۴ است. مهمترین ورودی‌ها برای اجرای مدل و تعریف سناریوهای اصلی عبارتند از: ۱- محدودیت‌های فنی و اقتصادی، ۲- پیش‌بینی تقاضای داخلی، ۳- پارامترهای فنی، اقتصادی و زیست‌محیطی، ۴- تحلیل بازار کشورهای هدف و برآورد نیاز آنها، و ۵- محدودیت‌های توسعه شبکه برق و گاز کشور. در شکل (۱) چارچوب کلی انجام مطالعه برای دستیابی به برنامه‌ریزی کلان مبادلات برق و گاز، به تصویر کشیده شده است. مهمترین محدودیت مدل، تأمین تقاضای داخلی است. مدل پس از تأمین تقاضای داخلی، مازاد تولید را به صادرات اختصاص خواهد داد و یا برای جبران کسری تولید، واردات حامل‌های انرژی پیشنهاد خواهد شد.

^۱ Model for Energy Supply Strategy Alternatives and their General Environmental impacts

لازم به ذکر است کلیه اطلاعات این جداول مبتنی بر نتایج مطالعات انجام شده در خصوص برنامه‌ریزی‌های آتی کشورهای همجوار و نیز برنامه‌ریزی‌های موجود در واحدهای سیاست‌گذار کشور به تفکیک برای کشورهای همسایه بوده لکن در اینجا به خاطر اختصار، از تشریح جزئیات آنها صرف‌نظر می‌گردد.

۴. نتایج اجرای مدل

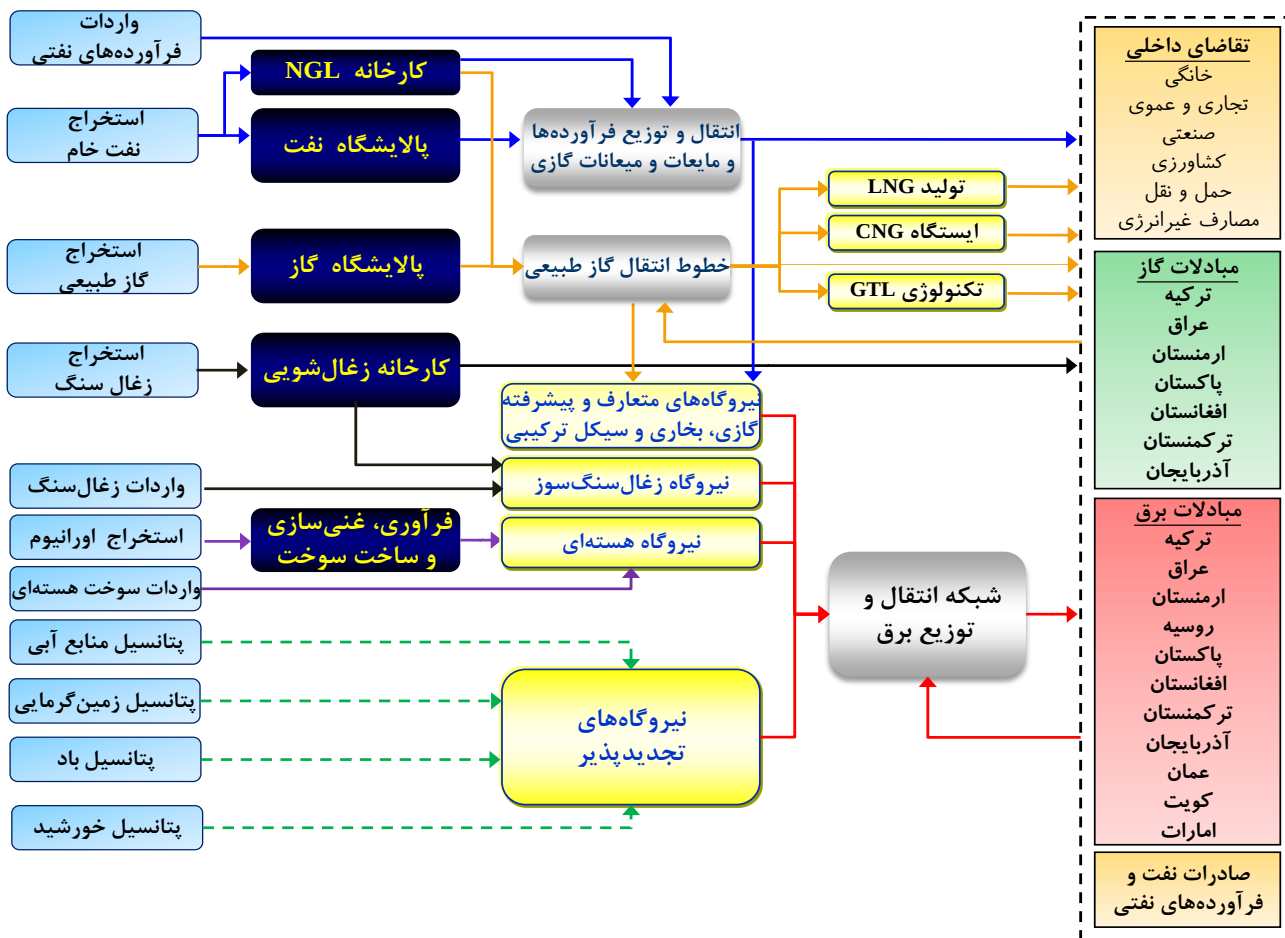
در این بخش نتایج حاصل از اجرای مدل توسعه‌یافته برای تحلیل تبادلات برق و گاز ایران با کشورهای همسایه و در بخش‌های مختلف ارائه می‌شود. این نتایج شامل توسعه ظرفیت نیروگاهی کشور، مصرف سوخت و نهایتاً مبادلات برق و گاز طبیعی به تفکیک کشورهای مختلف در افق مورد مطالعه و طی سال‌های مختلف برنامه می‌باشند که در قالب سناریوهای معرفی شده، ارائه می‌گردد.

صرفه‌جویی انرژی ارائه می‌شوند. مطابق اطلاعات جدول (۱)، وجه تمایز این سناریوها در میزان تقاضای داخلی برای حامل‌های انرژی است. قیود اصلی تبادلات برق و گاز طبیعی به ترتیب در جداول (۲) و (۳) منعکس شده‌اند. این قیود بر مبنای قراردادهای موجود بین ایران و کشورهای همجوار و بر اساس مطالعه پتانسیل بازار کشورها استخراج شده‌اند.

جدول ۱: متوسط رشد سالانه تقاضای نهایی برق و گاز در افق مطالعه^۱

عنوان سناریو	برق	گاز طبیعی
سناریوی ادامه روند کنونی	۵/۴٪	۴/۲٪
سناریوی صرفه‌جویی انرژی (۱)	۳/۷٪	۲/۹٪
سناریوی صرفه‌جویی انرژی (۲)	۳/۰٪	۲/۰٪

۱- اطلاعات این جدول صرفاً مصارف نهایی را در بر گرفته و مصرف گاز طبیعی در بخش نیروگاهی و تزریق به میدین نفتی در متوسط رشد سالانه گاز طبیعی لحاظ نشده است. مصرف بهینه گاز در بخش نیروگاهی توسط مدل محاسبه شده و برای تزریق فرض شده که مصرف روزانه آن از حدود ۸۰ میلیون متر مکعب به ۱۵۰ میلیون متر مکعب در طول برنامه ششم توسعه افزایش یابد. ۲- مفروضات مربوط به رشد در سال‌های مختلف از گزارشهای دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی استخراج شده‌اند [۴].



شکل ۲: ساختار ساده شده سیستم عرضه انرژی کشور با در نظر گرفتن صادرات حامل‌های انرژی

جدول ۲: قیود تبادلات برق با کشورهای همجوار در افق مطالعه (میلیارد کیلووات ساعت در سال) [۵]

کشور	نوع تبادل	نوع قید	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰	۲۰۲۵	۲۰۳۰	۲۰۳۵	۲۰۴۰
عراق	صادرات	سقف	۶/۵	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹
		کف	۶/۵	۶/۵	۶/۵	۶/۵	۶/۵	۶/۵	۰	۰	۰	۰
ترکیه	صادرات	سقف	۲	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۳/۳	۳/۳	۶/۶	۶/۶	۶/۶	۶/۶
		کف	۲	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۲	۲	۴	۴	۰	۰
ارمنستان	تهاتر	سقف	۱/۵	۲	۲	۲	۶	۶	۶	۶	۶	۶
		کف	۱/۵	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲
آذربایجان	تبادل	سقف	۰/۰۶	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
		کف	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶
ترکمنستان	واردات	سقف	۲/۵	۳	۳	۳	۶	۶	۶	۶	۶	۶
		کف	۲/۵	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
افغانستان	صادرات	سقف	۰/۸	۱	۱	۱	۳	۳	۳	۳	۳	۳
		کف	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱
پاکستان	صادرات	سقف	۰/۴	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۱/۷	۱/۷	۸	۸	۸	۸
		کف	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۱	۱	۴	۴	۴	۴

جدول ۳: قیود تبادلات گاز طبیعی با کشورهای همجوار در افق مطالعه (میلیارد مترمکعب در سال) [۵]

کشور	نوع تبادل	نوع قید	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰	۲۰۲۵	۲۰۳۰	۲۰۳۵	۲۰۴۰
آذربایجان	سوآپ	سقف	۰/۳۶۵	۰/۴۳۸	۰/۴۳۸	۰/۴۳۸	۰/۴۳۸	۰/۴۳۸	۰/۴۳۸	۰/۴۳۸	۰/۴۳۸	۰/۴۳۸
		کف	۰/۳۶۵	۰/۳۶۵	۰/۳۶۵	۰/۳۶۵	۰/۳۶۵	۰/۳۶۵	۰/۳۶۵	۰/۳۶۵	۰	۰
ارمنستان	تهاتر	سقف	۰/۳۶۵	۰/۶۶۷	۰/۶۶۷	۰/۶۶۷	۰/۶۶۷	۰/۶۶۷	۰/۶۶۷	۰/۶۶۷	۰/۶۶۷	۰/۶۶۷
		کف	۰/۳۶۵	۰/۳۶۵	۰/۳۶۵	۰/۳۶۵	۰/۶۶۷	۰/۶۶۷	۰/۶۶۷	۰/۶۶۷	۰/۶۶۷	۰/۶۶۷
ترکیه	صادرات	سقف	۸/۲۵	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
		کف	۸/۲۵	۸/۲۵	۸/۲۵	۸/۲۵	۸/۲۵	۸/۲۵	۸/۲۵	۰	۰	۰
ترکمنستان	واردات	سقف	۶/۵	۱۴/۵	۱۴/۵	۱۴/۵	۱۴/۵	۱۴/۵	۱۴/۵	۱۴/۵	۱۴/۵	۱۴/۵
		کف	۶/۵	۶/۵	۶/۵	۶/۵	۶/۵	۶/۵	۰	۰	۰	۰
عراق	صادرات	سقف	۰	۰	۹/۱۲	۱۲/۷۷	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵
		کف	۰	۰	۲/۵۵	۹/۱۲	۱۸	۱۸	۱۸	۰	۰	۰

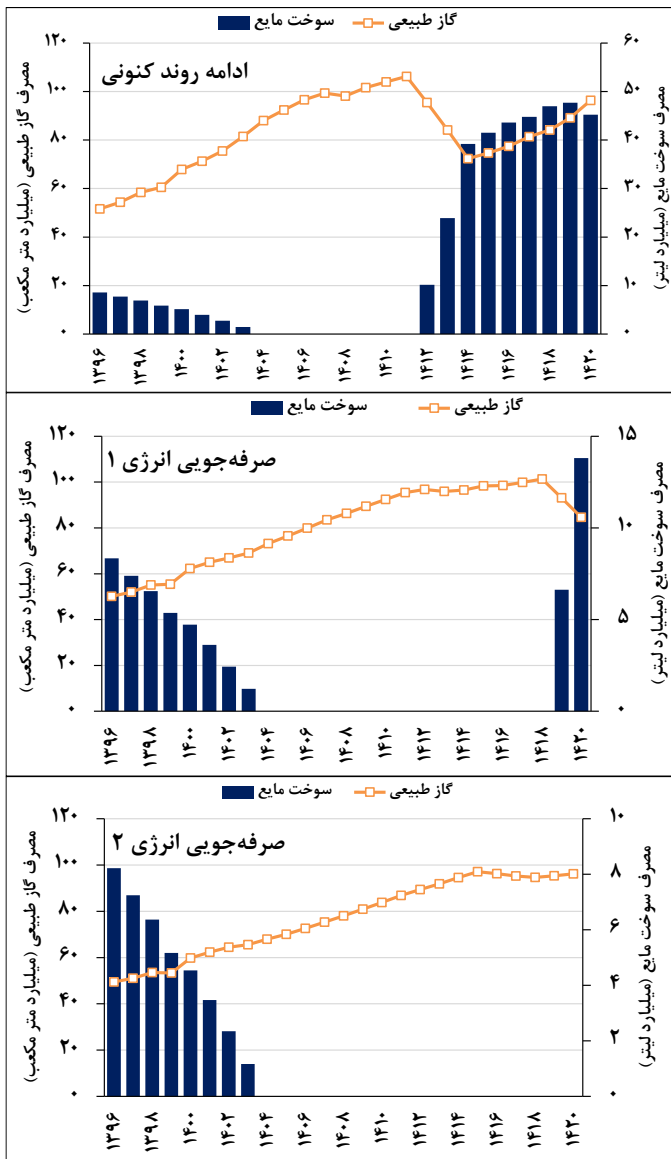
۴.۱. توسعه ظرفیت نیروگاهی

همان‌طور که جدول (۴) نشان می‌دهد، ظرفیت نصب شده نیروگاهی کشور از ۷۴ گیگاوات در سال ۱۳۹۴ به ۲۲۹ گیگاوات در سال ۱۴۲۰ در سناریوی ادامه روند کنونی افزایش یافته است. این افزایش ظرفیت برای تأمین بیش از ۹۰۰ میلیارد کیلووات ساعت تقاضای برق در افق مطالعه است. به عبارت دیگر ظرفیت اسمی نیروگاه‌های کشور در آن سال باید به بیش از سه برابر ظرفیت سال مبنا بالغ گردد تا تقاضای برق کشور مرتفع گردد. این در حالی است که در سناریوی صرفه‌جویی انرژی (۱)، در حدود ۱۵۴ گیگاوات و در سناریوی صرفه‌جویی انرژی (۲)، تنها ۱۲۲ گیگاوات ظرفیت برای تأمین برق کشور کفایت خواهد نمود.

۴.۲. مصرف سوخت فسیلی در نیروگاه‌ها

مصرف سوخت فسیلی برای تولید برق در سناریوهای مختلف در شکل (۳) مقایسه شده است. در سناریوی ادامه روند کنونی، مصرف سوخت مایع از سبد بخش نیروگاهی به تدریج تا سال ۱۴۰۳ کاهش و بعد از آن تا سال ۱۴۱۲ به طور کامل حذف می‌شود. اما ادامه رشد مصرف گاز طبیعی در سایر بخش‌های مصرف‌کننده (خانگی، تجاری، صنعت و ...) و عدم امکان توسعه بیشتر منابع گازی، وابستگی شدیدی به سوخت‌های مایع در بلندمدت ایجاد خواهد کرد. در پنج سال آخر دوره مطالعه، سالانه بیش از ۴۰ میلیارد لیتر سوخت مایع برای جبران کسری گاز طبیعی مورد نیاز خواهد بود. از سوی دیگر مصرف گاز طبیعی پس از یک دوره افت مقطعی، از سال ۱۴۱۴ به بعد

داشته باشد (سناریوی صرفه‌جویی انرژی (۱)). اما اگر سیاست‌های کنترل و کاهش تقاضا با شدت بیشتری دنبال گردد، مطابق سناریوی صرفه‌جویی انرژی (۲)، ایران می‌تواند به راحتی برای صادرات بیش از ۲۰ میلیارد کیلووات ساعت برق در سال برنامه‌ریزی نماید.



شکل ۳: مصرف سوخت بخش نیروگاهی در سناریوهای مختلف [۶]

۴.۴. مبادلات گاز طبیعی

شکل (۵) پتانسیل صادرات گاز طبیعی در سناریوهای مختلف را با یکدیگر مقایسه می‌کند. در این نمودار هم، پتانسیل صادرات به صورت مثبت، نیازهای وارداتی به صورت منفی و مجموع این دو به صورت خالص صادرات تعریف شده است. در صورت ادامه روند کنونی در رشد تقاضای

دوباره روندی صعودی در پی خواهد گرفت و مصرف سالانه آن به سطح ۱۰۰ میلیارد مترمکعب نزدیک می‌شود. شایان ذکر است که واردات گسترده گاز طبیعی در این دوره توجیه‌پذیر خواهد بود.

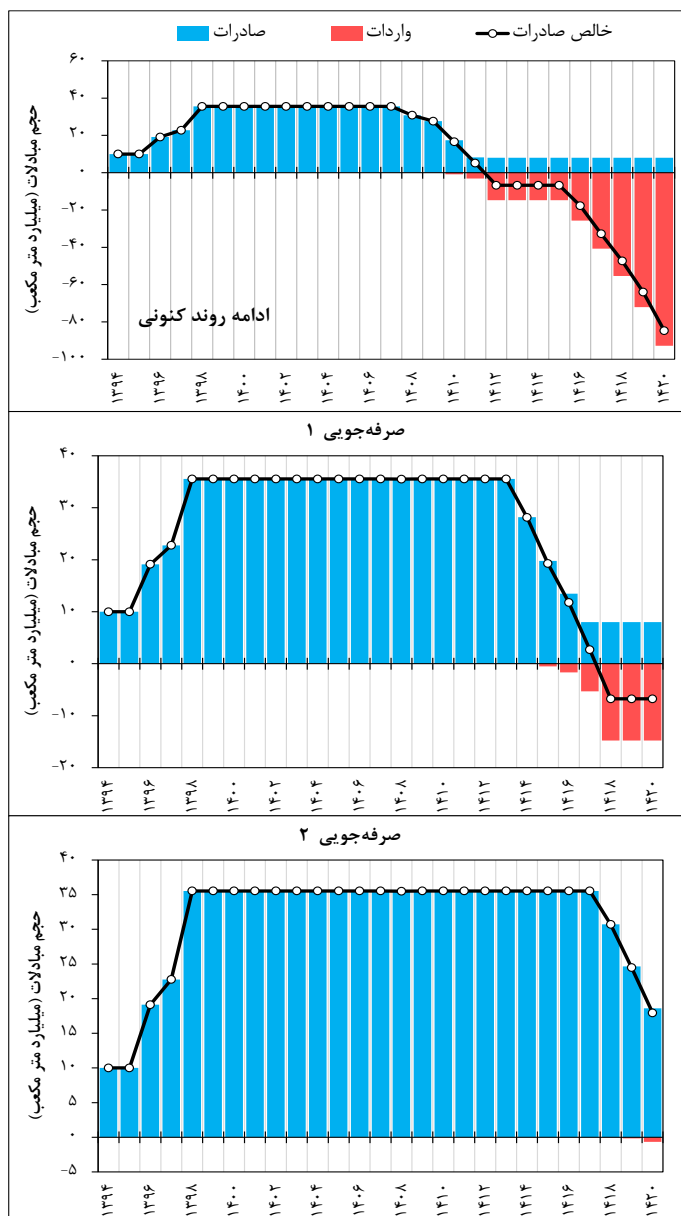
جدول ۴: ظرفیت منصوبه نیروگاهی و تولید برق در افق ۱۴۲۰

وضعیت سال ۱۳۹۴	ادامه روند کنونی	صرفه‌جویی انرژی (۱)	صرفه‌جویی انرژی (۲)
ظرفیت نصب شده (گیگاوات)	۷۴	۲۲۹	۱۲۲
تولید ناویژه (تراوات ساعت)	۲۸۱	۹۵۰	۵۳۲
سهم فسیلی در تولید (درصد)	۹۳/۸	۸۱/۶	۷۹/۶
سهم تجدیدپذیر در تولید (درصد)	۰/۱	۱۳/۵	۱۳/۰

مصرف گاز طبیعی در بخش نیروگاهی و در سناریوی صرفه‌جویی انرژی (۱) تقریباً در تمام دوره مطالعه (به جز دو دوره انتهایی) از روند افزایشی برخوردار خواهد بود. کسری گاز طبیعی در دو دوره انتهایی با سوخت مایع جبران شده است. مصرف گاز طبیعی در سناریوی صرفه‌جویی انرژی (۲) در افق مطالعه از روند افزایشی برخوردار خواهد بود و سوخت مایع تا اواسط دوره مطالعه به صورت کامل حذف شده و دیگر نیازی به استفاده از آن نخواهد بود. نیاز به سوخت گاز طبیعی در انتهای دوره مطالعه تقریباً دو برابر وضعیت فعلی و در بیشترین حالت به بیش از ۲۶۰ میلیون مترمکعب در روز (معادل تولید بیش از ۱۰ فاز استاندارد پارس جنوبی) خواهد رسید.

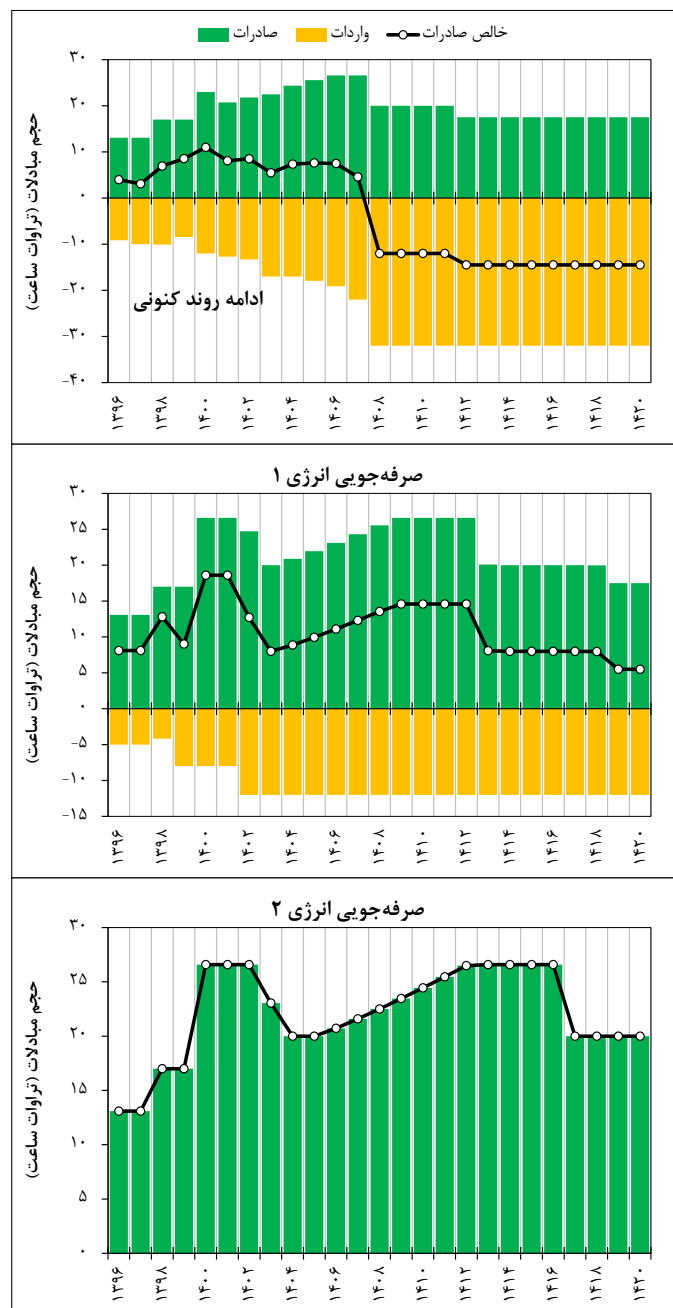
۴.۳. مبادلات برق

شکل (۴) تصویری گویا از وضعیت صادرات برق در قالب سناریوهای مختلف و در افق مطالعه نمایش می‌دهد. در این شکل، پتانسیل صادرات به صورت مثبت، نیازهای وارداتی به صورت منفی و مجموع این دو به صورت خالص صادرات تعریف شده است. پتانسیل صادرات برق به کشورهای هدف در سناریوی ادامه روند کنونی تا سال ۱۴۰۷ روندی صعودی داشته به نحوی که در بهترین شرایط به بیش از ۲۵ میلیارد کیلووات ساعت افزایش می‌یابد. اما پس از آن سال طی دو مرحله نزول می‌کند. در صورت ادامه روند کنونی، ایران تنها تا سال ۱۴۰۷ صادرکننده واقعی برق خواهد بود و پس از آن خالص صادرات برق همواره منفی باقی خواهد ماند. روند خالص مبادلات برق در سناریوهای صرفه‌جویی انرژی نشان می‌دهد که چگونه کنترل مصارف داخلی می‌تواند ایران را در افق مطالعه به عنوان صادرکننده برق معرفی نماید. اگر سیاست‌های کنترل تقاضا انجام گیرد، کشور قادر خواهد بود به طور متوسط نزدیک به ۱۰ میلیارد کیلووات ساعت صادرات



در سناریوی صرفه‌جویی انرژی (۱)، تراز صادرات گاز به کشورهای همجوار تا سال ۱۴۱۷ مثبت باقی خواهد ماند و پس از آن هم با کسری قابل توجهی مواجه نخواهد شد. به عبارت دیگر در مقایسه با سناریوی ادامه روند کنونی، نیاز به واردات گاز هفت سال به تأخیر می‌افتد. اما مطابق سناریوی صرفه‌جویی انرژی (۲)، در صورتی که سیاست‌های صرفه‌جویی با جدیت بیشتری دنبال شود، کشور از منظر صادرات گاز طبیعی همواره تراز مثبتی خواهد داشت و عملاً نیازی به واردات گاز طبیعی در ۲۵ سال آینده وجود ندارد.

داخلی و با فرض توسعه کامل میادین پارس جنوبی، تراز صادرات گاز کشور تنها تا سال ۱۴۱۰ مثبت خواهد بود و پس از آن کشور با کسری شدید عرضه گاز طبیعی مواجه خواهد شد، به نحوی که طی یک دهه و تا سال ۱۴۲۰، سالانه باید بیش از ۹۰ میلیارد مترمکعب گاز طبیعی وارد گردد.



واردات این میزان گاز طبیعی هزینه‌های هنگفتی به همراه خواهد داشت و علاوه بر آن، وابستگی شدیدی در بخش انرژی ایجاد خواهد نمود.

۵. جمع‌بندی

منطقه، بتوان همواره نتایج به‌روز و نزدیک به واقعیتی را در اختیار داشت. مشابه برنامه‌ریزی کلان انرژی داخل کشور و یا برنامه‌ریزی توسعه شبکه برق کشور که در افق‌های مشخصی تدوین شده و همچنین هرساله بطور منظم پایش و به‌روزرسانی می‌گردند، روند برنامه‌ریزی تبادلات حامل‌های انرژی شامل برق و گاز نیز باید بطور منظم پی‌گیری شود. بطوریکه همواره بتوان نقشه راه و سند جامع و مدونی برای آن در اختیار داشت. به منظور افزایش دقت نتایج و ارزیابی اثرات پروفیل بار، می‌توان مدل‌سازی‌های چندناحیه‌ای را نیز مدنظر قرار داد. از طرفی عدم قطعیت‌های فراوانی نظیر نوسان قیمت‌های صادراتی/وارداتی، محدودیت‌های زیست‌محیطی و تغییرات تقاضا/منابع کشورهای همسایه در شکل بخشیدن به آینده مبادلات انرژی دخیل هستند. در مطالعات آتی می‌توان از طریق سناریوسازی و آنالیز حساسیت پارامترهای مختلف، برای مواجهه با عدم قطعیت‌ها آماده شد و از این راه تدابیری برای کاهش یا حذف خسارات احتمالی تدارک دید.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پروژه تحقیقاتی "برنامه‌ریزی بلندمدت نحوه تبادلات حامل‌های انرژی بین ایران و کشورهای همسایه" است که به کارفرمایی دفتر تحقیقات و توسعه فناوری شرکت توانیر و با نظارت مشترک دفتر برنامه‌ریزی شبکه انتقال این شرکت و دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی وزارت نیرو به انجام رسیده است. محققین در انجام این مطالعه از دانش و تجربیات گرانمایه‌های دفا تر فوق و همچنین دفتر تجارت خارجی برق شرکت توانیر بهره‌مند بوده‌اند. در اینجا لازم است از نظرات ارزشمند و راهنمایی‌های همکاران ارجمند دفا تر فوق به ویژه جناب آقایان دکتر فرمد، دکتر گوهری صدر و مهندس راعی تشکر و قدردانی گردد. چه بدون حمایت‌های تخصصی و فنی انجام شده، انجام این تحقیق میسر نبود.

منابع

- [1] Organization of the Petroleum Exporting Countries. OPEC: Annual Statistical Bulletin 2017.
- [2] V. Aryanpur, E. Shafiei. "Optimal deployment of renewable electricity technologies in Iran and implications for emissions reductions". Energy, Vol. 91, pp. 882-893, November 2015.
- [3] D. Manzoor, V. Aryanpur. "Power sector development in Iran: A retrospective optimization approach". Energy, Vol. 140, pp. 330-339, December 2017.
- [4] وزارت نیرو، معاونت برق و انرژی، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی. "برنامه بلندمدت توسعه بخش انرژی کشور". شهریور ۱۳۹۳
- [5] پژوهشگاه نیرو. "تدوین قیود تبادلات برق و گاز برای سناریوهای مطالعاتی" گزارش پروژه برنامه‌ریزی بلندمدت نحوه تبادلات حامل‌های انرژی بین ایران و کشورهای همسایه. اسفند ۱۳۹۵
- [6] پژوهشگاه نیرو. "تحلیل نرم‌افزاری مدل تبادلات برق و گاز با کشورهای هدف در سناریوی مرجع و سناریوهای جایگزین" گزارش پروژه برنامه‌ریزی بلندمدت نحوه تبادلات حامل‌های انرژی بین ایران و کشورهای همسایه. اسفند ۱۳۹۵

اجرای کامل برنامه‌های توسعه ظرفیت بخش انرژی کشور در قالب سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ و برنامه ششم توسعه، نقش کلیدی در تأمین تقاضای داخلی انواع حامل‌های انرژی و صادرات برق و گاز به کشورهای همجوار ایفا می‌نماید. اما با ادامه روند کنونی در مصرف حامل‌های انرژی و با فرض بهره‌برداری کامل از پتانسیل منابع کشور، حداکثر می‌توان تا سال ۱۴۱۰ به صادرات برق و تا سال ۱۴۰۷ به صادرات گاز ادامه داد و پس از آن کشور با کسری قابل توجهی برای تأمین نیازهای داخلی مواجه خواهد شد. بنابراین در چنین شرایطی سرمایه‌گذاری برای ایجاد شبکه انتقال برق یا خط لوله انتقال گاز به کشورهای همجوار صرفاً با هدف صادرات حامل‌های انرژی، منطقی به نظر نمی‌رسد. چرا که معمولاً قراردادهای صادرات برق و گاز تعهدات بلندمدتی را برای کشور در پی خواهد داشت. مگر آنکه چاره‌ای برای کنترل رشد تقاضای داخلی اندیشیده شود تا از این رهگذر مازاد تولید داخلی، برای مصارف صادراتی اختصاص یابد. بنابراین نتایج این مطالعه را می‌توان این‌گونه جمع‌بندی نمود:

- تلاش مسئولین برای صادرات برق و گاز، بدون اجرای سیاست‌های صرفه‌جویی انرژی تقریباً بی‌فایده خواهد بود. البته ترانزیت حامل‌های انرژی در کنار صادرات آن و ایجاد کریدورهای تبادلاتی در هر دو بخش برق و گاز، می‌تواند یکی از راهکارهای استراتژیک در این زمینه باشد که پیشنهاد می‌شود به جد مدنظر قرار گیرد.
- تحقق اهداف مندرج در سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ برای کشور الزامی است. اما باید به این نکته توجه داشت که توسعه کمی پیش‌بینی شده در این سند، برای تأمین نیازهای آتی انرژی کشور کفایت نمی‌کند. این امر لزوم تهیه و تدوین یک سند چشم‌انداز دیگر با افق بلندمدت (حداقل تا سال ۱۴۲۰) را نشان می‌دهد. بدیهی است که توسعه کیفی مبتنی بر کاهش شدت مصرف انرژی در بخش‌های مختلف باید به عنوان یک راهبرد جدی در این سند دنبال شود.

- در صورت اجرای سیاست‌های صرفه‌جویی انرژی، خالص صادرات سالانه برق و گاز طبیعی کشور به ترتیب حداقل معادل ۱۵ تراوات ساعت و ۳۰ میلیارد مترمکعب خواهد بود. پتانسیل سالانه صادرات برق در بلندمدت به بیش از ۲۵ میلیارد کیلووات ساعت خواهد رسید. به منظور توسعه مدل‌سازی و نیز انجام تحلیل‌های دقیق‌تر نیز پیشنهاد می‌گردد مطالعات در این زمینه همچنان به صورت مداوم و مستمر انجام پذیرد تا از یک سو با دستیابی به مدل‌سازی‌های دقیق‌تر و از سوی دیگر با تحلیل‌های مطلوب و مناسب از وضعیت و سیاست‌گذاری‌های انرژی در

- [۷] برهمندپور، کمانکش، "بحران انرژی الکتریکی کشور پاکستان و نقش‌آفرینی ایران در صادرات برق به این کشور" - دهمین کنفرانس بین‌المللی انرژی - ۱۳۹۳
- [۸] [برهمندپور، امیرفخریان، کمانکش، "سیاستگذاری انرژی گرجستان و پیشنهاد برای راهکارهای تبادلات انرژی با این کشور" - دهمین کنفرانس بین‌المللی انرژی - ۱۳۹۳
- [۹] حسن‌زاده، برهمندپور، "استراتژی توسعه تبادلات حامل‌های انرژی و تاثیر آن در افزایش امنیت ملی" - دومین کنفرانس بین‌المللی انجمن انرژی ایران - ۱۳۹۴
- [۱۰] محمودی، برهمندپور، حیدری، "تعیین قیمت تمام شده برق بر اساس الگوریتم پیشنهادی LCOE منطبق با تکنولوژی‌های مختلف و مطالعه موردی آن در کشور ایران" - سی‌امین کنفرانس بین‌المللی برق - ۱۳۹۴
- [۱۱] مصطفایی، یاری، برهمندپور، "بررسی طرحهای تبادلات برق در کشورهای همسایه و بازارهای منطقه‌ای برق و نقش ایران در محوریت تبادلات" - دومین کنفرانس بین‌المللی انجمن انرژی ایران - ۱۳۹۴
- [۱۲] حسن‌زاده، برهمندپور، "بررسی سیاستگذاری مطلوب در صادرات گاز ایران به کشورهای هدف" - دومین کنفرانس بین‌المللی انجمن انرژی ایران - ۱۳۹۴
- [۱۳] حسن‌زاده، برهمندپور، "پتانسیل‌سنجی مسیرهای بالقوه برای انتقال توان با ظرفیت بالا به منظور توسعه صادرات برق ایران" - یازدهمین همایش بین‌المللی انرژی - ۱۳۹۵
- [۱۴] امیرفخریان، برهمندپور، "نقش گرجستان در توسعه بازار برق و گاز ایران در حوزه قفقاز" - یازدهمین همایش بین‌المللی انرژی - ۱۳۹۵
- [۱۵] امیرفخریان، رنجبر، برهمندپور، "اندازه‌گیری شاخص‌های امنیت انرژی در حوزه تبادلات گاز: مطالعه موردی کشور ترکیه" - یازدهمین همایش بین‌المللی انرژی - ۱۳۹۵