-- پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران-------
سال نهم، شماره ۳۳، زمستان ۱۳۹۸، ۱۵۱-۱۲۷

Jiee.atu.ac.ir
Dol: 10.22054/Jiee. 2021.49076.1708

مقاله پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۰۴
ISSN: ۲۴۲۳-۵۹۵۴
eISSN: ۲۴۷۶-۶۴۳۷

تدوین و تحلیل سناریوهای مدیریت عرضه و تقاضای سیستم انرژی ایران برای کاهش آثار زیست محیطی با استفاده از مدل‌ساز LEAP[1]

شاکر محمدی* | مدرس دانشگاه ایلام و دکترای اقتصاد نفت و گاز دانشگاه علامه طباطبائی

علی امامی میبدی | دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی

امیرحسین فاکهی | دکترای مهندسی انرژی و کارشناس انرژی شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور

چکیده

امروزه در بیشتر کشورها به ویژه کشورهای در حال توسعه، رشد اقتصادی‌محور برنامه‌ریزی‌ها به شمار می‌رود. از آنجا که بستر فعالیت‌های اقتصادی، محیط زیست است متأسفانه رشد، پیامدهای ناگواری برای محیط زیست انسان‌ها به همراه داشته است. هدف اصلی مطالعه، اندازه‌گیری کاهش انتشار آلاینده‌های زیست محیطی و گازهای گلخانه‌ای تحت سناریوهای سیاست‌گذاری در مقایسه با سناریو مرجع است. روش پژوهش در این مطالعه استفاده از روش تحلیل سناریو براساس مدل برنامه‌ریزی بلندمدت جایگزین‌های انرژی (LEAP) است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهند با طراحی سناریوهای مدیریت سمت تقاضا و عرضهٔ انرژی یعنی جایگزین کردن انرژی‌های تجدیدپذیر و انرژی برق به جای انرژی‌های فسیلی (نفت خام و گاز طبیعی) میزان کاهش انتشار آلاینده‌های زیست محیطی تا افق ۱۴۲۰ در مقایسه با سال ۱۳۹۳ (سال صفر برنامه‌ریزی)، ۱۲۳/۵ میلیون تن می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: سناریوهای عرضه و تقاضا، سیستم انرژی، آثار زیست محیطی، مدل‌ساز LEAP

طبقه‌بندی JEL: Q41 , D12

1. Long-Range Energy Alternatives Program System

* نویسنده مسئول: sh.mohamadi@ilam.ac.ir

۱. مقدمه

امروزه افزایش مشکلات زیست‌محیطی ناشی از رشد مصرف انرژی در جهان، برنامه‌ریزی بلندمدت با بهره‌گیری از ابزارهای طراحی سیاست‌گذاری در حوزهٔ انرژی و محیط زیست را بسیار پراهمیت کرده است. تا این ابزارها بتوانند علاوه بر تعیین مسیر ارزیابی فنی و اقتصادی، برای طراحی استراتژی‌ها و سیاست‌های انرژی به صورت جامع مورد استفاده قرار گیرند. این ابزارها که به مدل‌های برنامه‌ریزی معروفند، پس از شوک نفتی دههٔ هفتاد برای نخستین‌بار با هدف حرکت در مسیر دستیابی به سبد سوخت بهینه برای سیستم انرژی توسعه داده شدند. در این دهه طبیعت یکپارچهٔ مباحث انرژی و تأثیر متقابل آن با موضوعات اقتصادی و زیست محیطی به شدت گسترش یافت.

بدون تردید مشکلات زیست‌محیطی ریشه در اخلاق محیط زیستی دارد. اخلاق محیط زیستی دربرگیرندهٔ رفتار، مسئولیت و نگرش انسان‌ها به محیط زیست است. سازمان‌های بین‌المللی و مراکز تحقیقاتی از هزارهٔ سوم میلادی به پژوهش‌های مختلف در این زمینه پرداخته‌اند. تحقیقات انجام‌شده در این زمینه فرضیهٔ منحنی کوزنتس زیست محیطی را ارائه داده است. پیش‌بینی این فرضیه بر این اساس است که در ابتدا افزایش درآمد سرانه سبب تخریب شدید محیط زیست می‌شود، اما بعد از طی مراحل رشد، این تخریب شروع به کاهش خواهد کرد.

صاحب‌نظران، حل معضلات محیط زیستی را در گرو آموزه‌ها در راستای تغییر نگرش و رفتار افراد جامعه و همچنین سیاست‌گذاری دولت‌ها در چارچوب پروتکل‌های بین‌المللی برای کاهش آلودگی‌های زیست محیطی می‌دانند.

در این مطالعه ابتدا وضعیت انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت بخش‌های مصرف‌کنندهٔ انرژی مورد بررسی قرار خواهد گرفت، سپس با توجه به شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی سال صفر برنامه‌ریزی (۱۳۹۳) برگرفته از ترازنامه انرژی این سال برای افق برنامه‌ریزی ۱۴۲۰، مقدار انتشار آلاینده‌های زیست محیطی و گازهای گلخانه‌ای محاسبه می‌شود، در ادامه سناریوهای جدید طرف عرضه و تقاضا که شامل الف) کاهش تلفات گاز طبیعی و نفت خام و فرآورده‌های نفتی به ۲ درصد در پایان سال ۱۴۲۰، ب) افزایش سهم

تولید برق از انرژی‌های تجدیدپذیر بادی و خورشیدی به ۲۰ درصد در سال افق برنامه‌ریزی(۱۴۲۰ ه.ش)، ج) افزایش سهم گاز طبیعی به عنوان سوخت به جای بنزین و نفت گاز در بخش حمل‌ونقل به ۵۰ درصد در سال افق برنامه‌ریزی (در سال صفر برنامه‌ریزی سال ۱۳۹۳ این سهم ۱۳ درصد است)، د) افزایش سهم برق در بخش حمل‌ونقل به ۲۰ درصد در سال ۱۴۲۰ ه.ش (این سهم در سال ۱۳۹۳، ۰/۰۶ درصد است). ه) افزایش سهم گاز طبیعی به ۷۶ درصد در تولید برق در پایان سال افق برنامه‌ریزی (در سال ۱۳۹۳ این سهم ۶۵ درصد است) تعریف شده است. هدف اصلی این پژوهش اندازه‌گیری کاهش انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی در بخش تقاضا (به ویژه بخش حمل‌ونقل و خانگی و صنعت) و تبدیل انرژی (بخش خوراک نیروگاهی) تحت سناریو مرجع (ادامه وضع موجود) و سناریوهای سیاست‌گذاری است.

به منظور دستیابی به هدف این پژوهش ابتدا در بخش دوم بر ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش مروری شده است. سپس روش پژوهش در بخش سوم مطرح شده و در بخش چهارم و پنجم وضعیت انتشار گازهای گلخانه‌ایی، سناریوهای عرضه و تقاضا و میزان کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای تحت این سناریوها بررسی شده است. در بخش ششم نتیجه‌گیری و راهکارها ارائه گردیده است.

۲. مروری بر ادبیات نظری موضوع و پیشینهٔ پژوهش

تغییر آب و هوا با مسئله وجود گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر گره خورده است. مذاکرات برای الحاق پروتکلی به کنوانسیون تغییرات آب و هو ا در سال ۱۹۹۵، پس از اولین کنفرانس اعضا آغاز شد. دستورالعمل برلین در اولین نشست کنفرانس اعضا، گروه ویژه دستورالعمل برلین را به منظور تدوین پروتکل الحاقی ایجاد کرد. در کنفرانس سوم در کیوتوی ژاپن متن پروتکل کیوتو در سال۱۹۹۷، به اتفاق آرا تصویب و در سال ۲۰۰۵، قدرت اجرایی پیدا کرد. در پروتکل کیوتو تعهدات و روش‌های انعطاف‌پذیر جهت کاهش نشر آلودگی مد نظر قرار گرفت. روش‌های انعطاف‌پذیر در پروتکل کیوتو به روش‌هایی اطلاق می‌شود که براساس آن کشورهای توسعه‌یافته می‌توانند بخشی از تعهدات خود مبنی بر کاهش انتشار گازهای

گلخانه‌ای را از طریق اجرای پروژه‌های برون مرزی ایفا کنند. در پروتکل کیوتو سه سازوکار مبتنی بر بازار به عنوان سازوکارهای انعطاف‌پذیر جهت کاهش گازهای گلخانه‌ای تحت عناوین اجرای مشترک، تجارت انتشار و مکانیزم توسعه پاک در دستور کار قرار گرفت.

مهم‌ترین تعهد حقوقی موافقت نامهٔ پاریس مربوط به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای است. به منظور تحقق هدف بلندمدت محدود کردن افزایش دما طرف‌ها در رابطه با برنامه‌های مشارکتی ملی خود در حوزهٔ کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای مقیّد به تعهدات رفتاری الزام‌آوری هستند[1]. مهم‌ترین این تعهدات در بند ۲ مادهٔ ماده ۴ موافقت‌نامه گنجانده شده است، «هریک از طرف‌ها باید برنامه‌های مشارکتی ملی پی در پی خود را که قصد دستیابی به آن را دارند، تهیه، اعلام و حفظ کنند. طرف‌ها باید اقدامات ملی در زمینه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای را با هدف دستیابی به اهداف هریک از برنامه‌های مشارکتی دنبال کنند». بررسی اسناد حقوقی بین‌المللی مرتبط با تغییرات آب و هوایی نشان‌دهنده این است که جامعه بین‌المللی به منظور رویارویی با مسئله تغییرات آب و هوایی، سه رویکرد را تعقیب نموده است. رویکرد نخست، تثبیت میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای به سطح انتشار سال ۱۹۹۰، رویکرد دوم، تلاش برای کاهش میزان تولید گازهای گلخانه‌ای و رویکرد سوم، سازگاری با پیامدهای ناشی از تغییرات آب و هوایی است.

در حوزهٔ برنامه‌ریزی براساس مدل سیستم انرژی مرجع مطالعات مختلفی انجام شده که به مرور تعدادی از آنها پرداخته شده است.

پورکاظمی و همکاران (۱۳۸۷) در مقالهٔ خود تحت عنوان «بررسی منحنی کوزنتس زیست محیطی[2] در خاورمیانه» به بررسی و آزمون درستی فرضیهٔ منحنی کوزنتس پرداخته است. با استفاده از تحلیل رگرسیون ساده درستی فرضیه در خاورمیانه تأیید شده است.

نظری و همکاران (۱۳۹۴) در مقالهٔ خود با عنوان «بررسی عوامل مؤثر بر آلودگی محیط زیست در ایران طی دورهٔ ۱۳۹۲-۱۳۵۳» به روش گشتاورهای تعمیم‌یافته[3] به این نتیجه رسیده‌اند

1. Falk, 2017
2. Environmental Kuznets Curve
3. Generalized Method of Moments

که اثر متغیرهای رشد اقتصادی، درجهٔ تراکم، مصرف انرژی و تعداد خودروها بر آلودگی محیط زیست مثبت و معنادار بوده اما درجهٔ باز بودن اقتصاد کشور، درجهٔ حرارت و میزان بارندگی با میزان آلودگی محیط زیست رابطهٔ معکوس و معناداری دارند.

اقبالی و همکاران (۲۰۱۵) در مقالهٔ خود با عنوان « برنامه‌ریزی، پیش‌بینی، سناریوسازی و مدل‌سازی حامل‌های انرژی و زیربخش‌های آن براساس ترازنامهٔ انرژی و ماتریس‌های تبدیل با استفاده از نرم افزار LEAP» به این نتیجه رسیده‌اند که در صورت استفاده از انرژی هسته‌ای تا سال ۲۰۲۹ به میزان ۱۰ درصد در تولید برق کشور، سهم فرآورده‌های نفتی در تولید برق از ۲۲/۱۲ درصد در سال ۲۰۱۲ به ۱۲/۱۲ درصد در سال ۲۰۲۹ کاهش و به میزان ۸۵ میلیون بشکه معادل نفت خام در فرآورده‌های نفتی صرفه‌جویی شده و میزان انتشار آلاینده‌ها از جمله $SO_۲$، NO_x ، و $CO_۲$ به ترتیب از ۴۱ lbs/MWh، ۱۲ lbs/MWh و ۱۶۷۲ lbs/MWh در نیروگاه‌های هسته‌ای نزدیک به صفر می‌رسند.

عبدالرحمانی و همکاران (۱۳۹۳) در مقالهٔ خود با عنوان «برنامه‌ریزی انرژی بر مبنای نیروگاه‌های بادی توسط نرم‌افزار LEAP برای ۲۰ سال آینده» به بررسی جایگزینی ۴ واحد نیروگاه بادی هر کدام به ظرفیت ۶۰ مگاوات که به طور پله‌ای از سال ۱۳۹۰ هر ۵ سال یک نیروگاه به بهره‌برداری رسیده و وارد مدار برای تولید برق برسند، پرداخته‌اند. استفاده از نیروگاه بادی (۶۰ مگاواتی) به جای نیروگاه بخاری، ۳۵/۲۲۲ میلیون بشکه معادل نفت خام صرفه‌جویی در سوخت‌های فسیلی را به همراه داشته و در کاهش آلاینده‌های زیست محیطی نیز منشأ اثر بوده است.

اشراقی و همکاران (۱۳۹۲) در مقالهٔ پژوهشی خود با عنوان «شبیه‌سازی تقاضا و عرضهٔ حامل‌های انرژی تا سال ۲۰۳۵ در ایران با استفاده از مدلساز LEAP» براساس دو سناریو ادامهٔ روند پیشین و دیگری استفاده از ۱۰ گیگا وات ظرفیت نیروگاه‌های حرارتی ـ خورشیدی تا سال ۲۰۳۵، به این نتیجه رسیده‌اند که نصب این میزان واحدهای CSP[1]، در مجموع سبب جلوگیری از انتشار ۱۵۳ میلیون تن دی‌اکسیدکربن شده و منافعی نیز از بابت صادرات حامل‌های فسیلی نصیب کشور می‌کند.

1. Concentration Solar Power

کچویی و همکاران (۱۳۹۵) در مقالهٔ پژوهشی خود با عنوان «تحلیل سناریو درباره پتانسیل کاهش گازهای گلخانه‌ای در بخش تولید برق ایران با استفاده از مدلساز LEAP» با استفاده از روش تحلیل سناریو براساس مدل برنامه‌ریزی بلندمدت جایگزین‌های انرژی (LEAP) به این نتیجه رسیده‌اند که انتشار گازهای گلخانه‌ای بین سناریوهای ادامه روند فعلی، افزایش بازده بخش تولید برق، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و هسته‌ای و سناریو ترکیبی در سال افق برنامه‌ریزی نسبت به سال پایه به ترتیب مقدار ۱۹۸۴۳۸، ۲۲۸۸۷۷ و ۳۶۰۸۹۸ هزار تن CO_{2eq} کاهش می‌یابد.

محمدی و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهش خود با عنوان «شبیه‌سازی ترازنامه انرژی ایران برای سال ۱۴۲۰ و طراحی سناریوهای مدیریت طرف تقاضا و عرضه با استفاده از مدل‌ساز LEAP» به این نتیجه رسیدند که با جایگزینی سوخت‌های پاک به جای سوخت‌های فسیلی (نفت و گاز) در بخش تقاضای نهایی انرژی به ویژه بخش حمل‌ونقل و در بخش تبدیل انرژی بخش نیروگاهی و بخش اتلاف و انتقال انرژی می‌توان در سال افق برنامه‌ریزی (سال ۱۴۲۰) مقدار ۷۰۲/۱۱۹ میلیون بشکه معادل نفت خام صرفه‌جویی کرد.

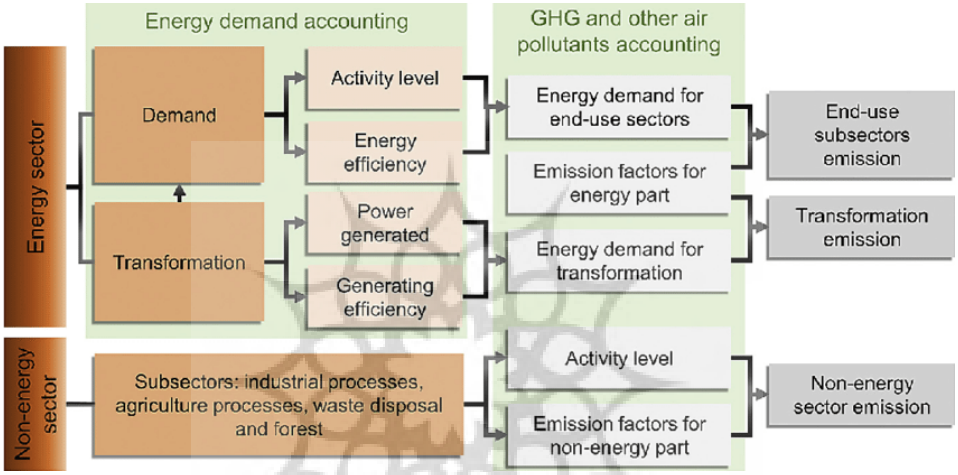
۳. روش پژوهش

روش بررسی در این تحقیق، روش فرمول‌بندی ماتریسی سیستم انرژی کشور است. به این ترتیب که ترازنامه انرژی کشور برای سال ۱۳۹۳ به صورت ماتریسی استخراج شده، ضرایب به دست آمده وارد نرم‌افزار LEAP می‌شود. ابزار LEAP یکی از نرم‌افزارهای پرکاربرد برای تحلیل سیاست‌های انرژی و مدل‌سازی عرضه و تقاضا است که توسط گروه تحقیقات پژوهشکده زیست‌محیطی استکهلم (SEI[1]) طراحی شده است. این نرم‌افزار ابزاری مناسب جهت ارزیابی یکپارچهٔ سیاست‌های انرژی، تدوین و سیاست‌گذاری بخش انرژی و ارزیابی انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌باشد. این نرم‌افزار براساس رویکرد سناریویی، به ارزیابی آثار سیاست‌های توسعهٔ بخش انرژی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌پردازد و اطلاعات جامعی در خصوص تحلیل هزینه‌های کاهش انتشار را در اختیار محققین قرار می‌دهد. علاوه بر محاسبات زیست‌محیطی، تحلیل‌های هزینه ـ فایده توسط این مدل‌ساز ارائه می‌گردد. نرم‌افزار LEAP در

1. Stockholm Environmental Institute

نوع داده‌های مورد نیاز بسیار انعطاف‌پذیر است، به طوری که می‌توان با حداقل داده‌ها مدل را اجرا کرد و زمانی که داده‌های بسیاری در دسترس است می‌توان مدلی با سطح عمیق‌تری از جزئیات برای سیستم انرژی طراحی کرد.

مدل‌ساز LEAP ابزار مدل‌سازی یکپارچه‌ای است که می‌تواند توالی مصرف انرژی، تولید و استخراج منابع را در تمام بخش‌های سیستم انرژی نشان دهد. از این رو، ماژول‌های مختلف فرضیات اصلی[1]، تقاضا، تبدیل و منابع در آن تعبیه شده است.

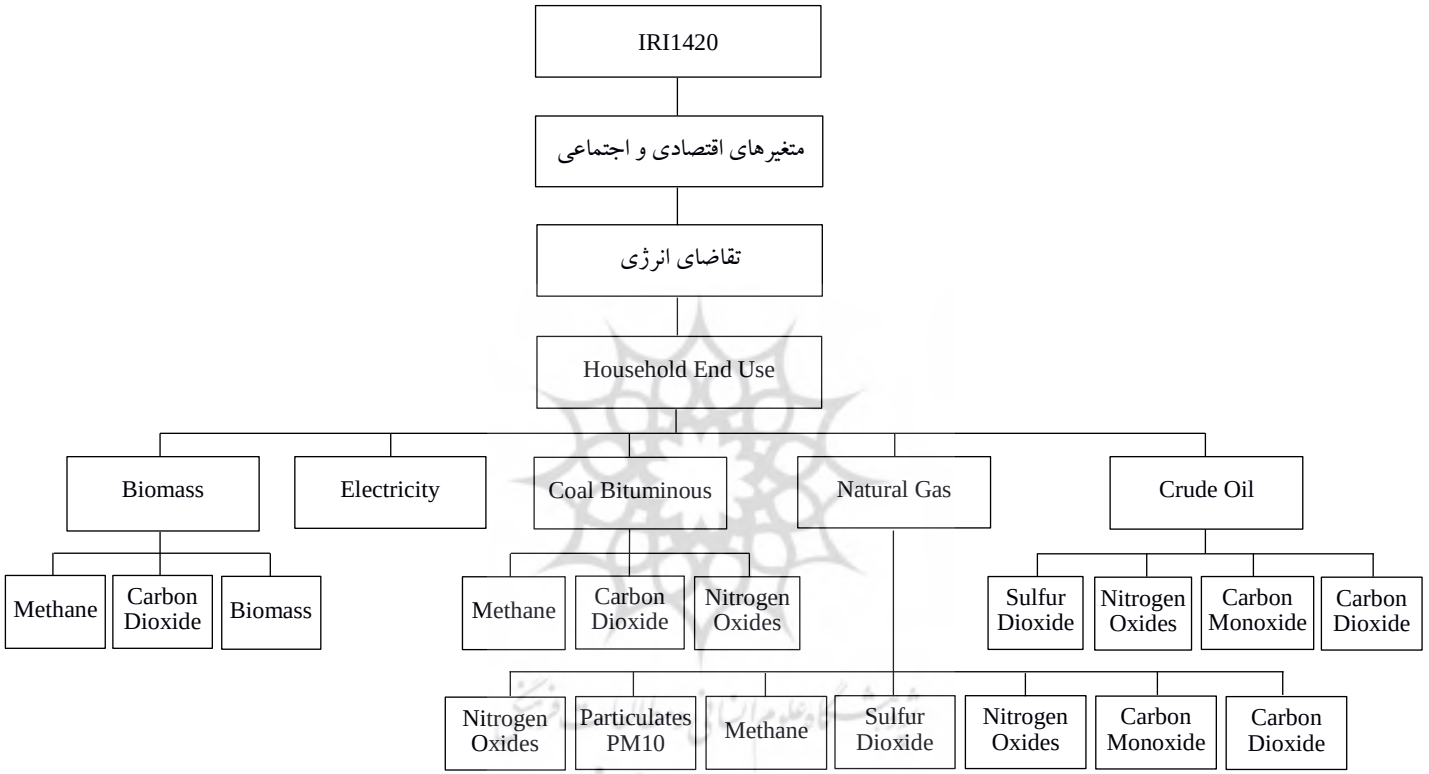


نمودار (۱): چارچوب کلی نرم‌افزار LEAP

۱-۳. الگوریتم حاکم بر نرم‌افزار LEAP در بخش انتشار آلاینده‌های زیست محیطی و گازهای گلخانه‌ای

قابلیت LEAP در زمینهٔ تخمین میزان انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی و نیز گازهای گلخانه‌ای بسیار بالاست. این امکان با گردآوری ضرایب انتشار مربوط به سوخت‌های مختلف و استفاده از روش‌شناسی Tier1 هیئت بین‌الدولی تغییرات آب و هوا (IPCC[2]) انجام می‌شود[3] که در قالب الگوریتم زیر تعریف شده است.

1. Key Assumption
2. Intergovernmental Panel on Climate Change
3. Heap, (2011)



نمودار (۲): الگوریتم حاکم بر نرم‌افزار LEAP در بخش انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی

٤. وضعیت انتشار آلاینده‌های زیست محیطی تحت سناریو مرجع

سناریو مرجع و یا سناریو ادامه وضع فعلی معرف روندی است که منعکس‌کنندهٔ اعتبار سیاست‌های گذشته در آینده می‌باشد که به عنوان شاخصی برای ارزیابی سایر سناریوها از آن استفاده می‌شود. لذا شرط لازم برای هرگونه مطالعات آینده‌پژوهی در زمینهٔ برنامه‌ریزی، ایجاد سناریو مرجع است.

برای اندازه‌گیری آلاینده‌های زیست محیطی براساس الگوریتم ابزار LEAP نیازمند داده‌های اقتصادی ـ اجتماعی به شرح زیر هستیم. که این داده‌ها به عنوان مفروضات کلیدی[1] وارد نرم‌افزار شده‌اند.

جدول (۱): متغیرهای اقتصاد کلان در سال پایه (۱۳۹۳)

نام متغیر	مقدار	واحد	منبع
درآمد ملی سرانه	۵۹۲۹	دلار	بانک جهانی به قیمت‌های سال ۲۰۱۰
جمعیت	۷۹۶۸۶۰۰۰	نفر	ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۳
بعد خانوار	۳/۴۴	نفر	بانک مرکزی ج.ا.ا
تعداد خانوار	۲۳۱۶۴۵۳۵	خانوار	بانک مرکزی ج.ا.ا
تولید ناخالص داخلی	۴۲۵۳۲۶	میلیون دلار	ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۳
نرخ رشد درآمد ملی	۳	درصد	بانک مرکزی ج.ا.ا
نرخ رشد جمعیت	۱/۲۴	درصد	مرکز آمار ایران
درصد شهرنشینی سال پایه	۷۳/۴	درصد	مرکز آمار ایران

در ادامه برای ایجاد سناریو مرجع از اطلاعات زیر استفاده می‌کنیم.

جدول (۲): سناریوهای انرژی مرجع

ردیف	عنوان سناریو
۱	درآمد سرانه با نرخ ۳ درصد رشد می‌کند.
۲	جمعیت با نرخ ۲۴/۱ درصد رشد می‌کند.
۳	تعداد خانوار با نرخ ۲۴/۱ درصد رشد می‌کند.
۴	شهرنشینی در سال مرجع منطبق با الگوی رشد سال‌های ۹۳-۱۳۸۰ به ۶۹/۸۱ درصد می‌رسد.
۵	در بخش حمل‌ونقل تقاضا برای بخشی از حامل‌های انرژی (بنزین، گاز طبیعی و برق) با نرخ رشد جمعیت رشد کرده و بخشی دیگر (نفت گاز، گاز مایع و نفت کوره) با نرخ رشد GDP رشد می‌کنند.
۶	در تولید برق، سوخت نیروگاه‌ها، نفت خام ـ گاز طبیعی ـ زغال سنگ ـ انرژی بادی و خورشیدی ـ انرژی هسته‌ای ـ انرژی آبی و سوخت جامد و بیوگاز با روند خطی و منطبق بر الگوی رشد سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۸۰ حرکت می‌کنند.

1. Key Assumptions

با ورود اطلاعات مربوط به سناریو مرجع (مقادیر جدول ۲) و مقادیر مربوط به بخش تقاضا، تبدیل و تولید (عرضه) حامل‌های انرژی در ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۳ در نرم‌افزار LEAP مقدار انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای برای سال افق برنامه‌ریزی (۱۴۲۰) به تفکیک بخش‌های حمل‌ونقل و تبدبل انرژی به شرح جدول‌های ۴ تا ۸ محاسبه شده‌اند.

جدول (۳): میزان انتشار آلایندگی بخش حمل‌ونقل کشور طی سال‌های ۱٤۲۰– ۱۳۹۳
تحت سناریو مرجع/ میلیون متریک تن

سال / نوع آلاینده	۲۰۱۴	۲۰۱۸	۲۰۲۲	۲۰۲۶	۲۰۳۰	۲۰۳۴	۲۰۳۸	۲۰۴۲
Carbon Dioxide	۱۳۹/۶	۱۵۱/۶	۱۶۴/۹	۱۷۹/۶	۱۹۵/۸	۲۱۳/۷	۲۳۳/۵	۲۵۵/۵
Carbon Monoxide	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۳
Methane	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱۱	۰/۰۱۲	۰/۰۱۲	۰/۰۱۳	۰/۰۱۴	۰/۰۱۴
Non-Methane Volatile Organic Compounds	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
Nitrogen Oxides	۰/۴	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۶	۰/۶	۰/۷	۰/۸
Nitrous Oxide	۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴۴	۰/۰۰۵
Sulfur Dioxide	۰/۸	۰/۹	۱	۱/۱	۱/۲	۱/۳	۱/۴	۱/۵
Total	۱۴۰/۹	۱۵۳/۱	۱۶۶/۶	۱۸۱/۴	۱۹۷/۸	۲۱۵/۹	۲۳۵/۹	۲۵۸/۲

منبع: یافته‌های محقق

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد، بیشترین سهم انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای به ترتیب مربوط به بخش حمل‌ونقل، خانگی، عمومی و تجاری و بخش صنعت[1] است.

بنابراین سناریوهای مدیریت سمت تقاضا برای حامل‌های انرژی در پژوهش حاضر طوری طراحی شده‌اند که نقش حامل‌های انرژی که بیشترین سهم در انتشار آلایندگی محیط زیست را دارند مانند فرآورده‌های نفتی و گاز طبیعی کاهش و جای خود را به انرژی پاک که همان الکتریسیته است بدهند.

۱. محمدی، شاکر (۱۳۹۸)

جدول (٤): میزان انتشار آلایندگی بخش نیروگاهی با خوراک فرآورده‌های نفتی طی سال‌های ۱٤۲۰-۱۳۹۳ تحت سناریو مرجع/ میلیون متریک تن

سال / نوع آلاینده	۲۰۱۴	۲۰۱۸	۲۰۲۲	۲۰۲۶	۲۰۳۰	۲۰۳۴	۲۰۳۸	۲۰۴۲
Carbon Dioxide	۵۲/۸	۳/۸	۵	۶/۴	۸	۹/۹	۱۲	۱۴/۴
Carbon Monoxide	۰/۰۱۱	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۳
Methane	۰/۰۰۲۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۶
Non-Methane Volatile Organic Compounds	۰/۰۳۶	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۱
Nitrogen Oxides	۰/۱	۰/۰۱۱	۰/۰۱۴	۰/۰۱۸	۰/۰۲۲	۰/۰۲۷	۰/۰۳۳	۰/۰۴
Nitrous Oxide	۰/۰۰۰۴	۰	۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
Sulfur Dioxide	۰/۳	۰/۰۲۵	۰/۰۳۳	۰/۰۴۲	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
Total	۵۳/۳	۳/۸	۵/۱	۶/۵	۸/۱	۱۰	۱۲/۱	۱۴/۵

منبع: یافته‌های محقق

مقادیر جدول ۴، میزان انتشار آلایندگی گازهای مختلف ناشی از احتراق فرآورده‌های نفتی به عنوان سوخت خوراک نیروگاهی جهت تولید برق را نشان می‌دهد.

جدول (۵): میزان انتشار آلایندگی بخش نیروگاهی با خوراک گاز طبیعی طی سال‌های ۱٤۲۰-۱۳۹۳ تحت سناریو مرجع/ میلیون متریک تن

سال / نوع آلاینده	۲۰۱۴	۲۰۱۸	۲۰۲۲	۲۰۲۶	۲۰۳۰	۲۰۳۴	۲۰۳۸	۲۰۴۲
Carbon Dioxide	۱۰۲/۴	۱۵۴/۳	۱۶۷/۳	۱۸۱/۷	۱۹۷/۵	۲۱۴/۹	۲۳۴/۲	۲۴۴/۶
Carbon Monoxide	۰/۰۴	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
Methane	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴۲	۰/۰۰۵
Non-Methane Volatile Organic Compounds	۰/۰۰۹	۰/۰۱۴	۰/۰۱۵	۰/۰۱۶	۰/۰۱۸	۰/۰۱۹	۰/۰۲	۰/۰۲۳
Nitrogen Oxides	۰/۳	۰/۴	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۶	۰/۶	۰/۷
Nitrous Oxide	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۵
Sulfur Dioxide	–	–	–	–	–	–	–	–
Total	۱۰۲/۷	۱۵۴/۸	۱۶۷/۸	۱۸۲/۲	۱۹۸/۱	۲۱۵/۶	۲۳۴/۹	۲۴۵/۳

منبع: یافته‌های محقق

از طرف دیگر در بخش تبدیل انرژی به ویژه در بخش خوراک نیروگاهی سهم انرژی‌های تجدیدپذیر بادی و خورشیدی و گاز طبیعی در تولید برق افزایش یافته و جایگزین نفت خام در تولید برق شده است.

۵. تدوین سناریوهای سیاست‌گذاری در جهت کاهش آلاینده‌های زیست محیطی و گازهای گلخانه‌ای

در جدول زیر سناریوهایی طراحی شده‌اند که می‌توانند آثار انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی و گازهای گلخانه‌ای را کاهش دهند.

جدول (٦): سناریوهای سیاست‌گذاری

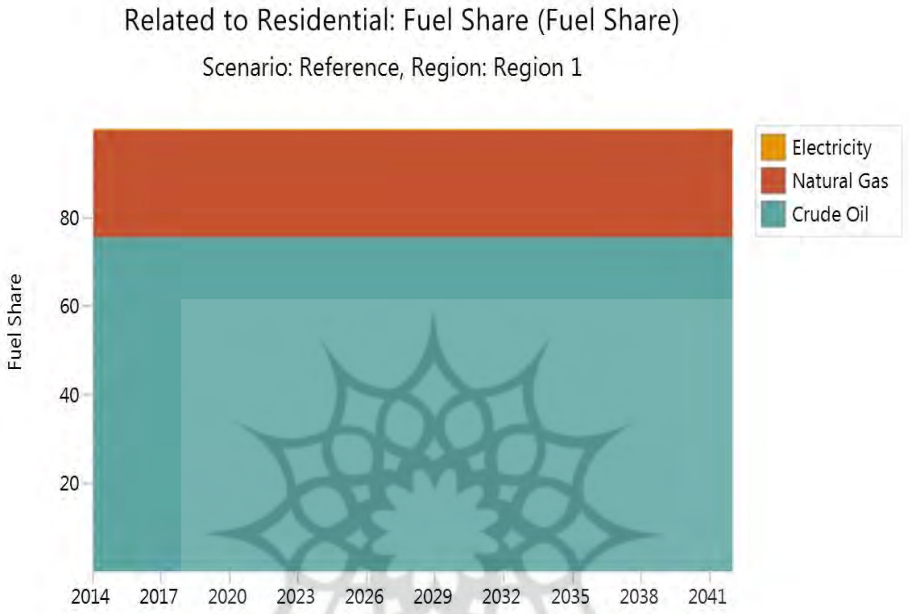
ردیف	عنوان سناریو سیاست‌گذاری
۱	کاهش تلفات گاز طبیعی به ۲ درصد در پایان سال ۱۴۲۰ (این مقدار در سال ۱۳۹۳، حدود ۱۰ درصد است)
۲	کاهش تلفات نفت خام و فرآورده‌های نفتی به ۲ درصد در پایان سال ۱۴۲۰ (این مقدار در سال ۱۳۹۳، ۱۷/۲۵ درصد است)
۳	افزایش سهم تولید برق از انرژی‌های تجدیدپذیر بادی و خورشیدی به ۲۰ درصد در سال افق برنامه‌ریزی(۱۴۲۰). (این سهم در سال ۱۳۹۳، ۰/۰۴ درصد است)
۴	افزایش سهم گاز طبیعی به عنوان سوخت به جای بنزین و نفت گاز در بخش حمل‌ونقل به ۵۰ درصد در سال افق برنامه‌ریزی. (در سال صفر برنامه‌ریزی سال ۱۳۹۳ این سهم ۱۳ درصد است)
۵	افزایش سهم برق در بخش حمل‌ونقل به ۲۰ درصد در سال ۱۴۲۰ (این سهم در سال ۱۳۹۳، ۰/۰۶ درصد است)
۶	افزایش سهم گاز طبیعی به حدود ۷۶ درصد در تولید برق در پایان سال افق برنامه‌ریزی (در سال ۱۳۹۳ این سهم ۶۵درصد است)

سناریوهای جدول ٦ براساس عملکرد کشورهای پیشرفته صنعتی (سناریو ۱ و ۲) و ساختار سیستم انرژی کشور تعریف شده‌اند.

جدول (۷): مقادیر و سهم حامل‌های انرژی در بخش حمل‌ونقل کشور
مطابق ترازنامه سال ۱۳۹۳ (میلیون بشکه معادل نفت خام)

نوع سوخت	فرآورده‌های نفتی	گاز طبیعی	برق	کل انرژی
مقدار سوخت	۲۹۶/۹	۴۴/۵	۰/۲	۳۴۱/۳
سهم سوخت (درصد)	۸۶/۹	۱۳	۰/۰۶	۱۰۰

مقادیر جدول ۷ براساس بخش سوم ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۳ که توسط دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی وزارت نیرو منتشر شده استخراج گردیده است. مقادیر این جدول سهم حامل‌های انرژی که در بخش حمل‌ونقل کشور استفاده می‌شوند را نشان می‌دهد.

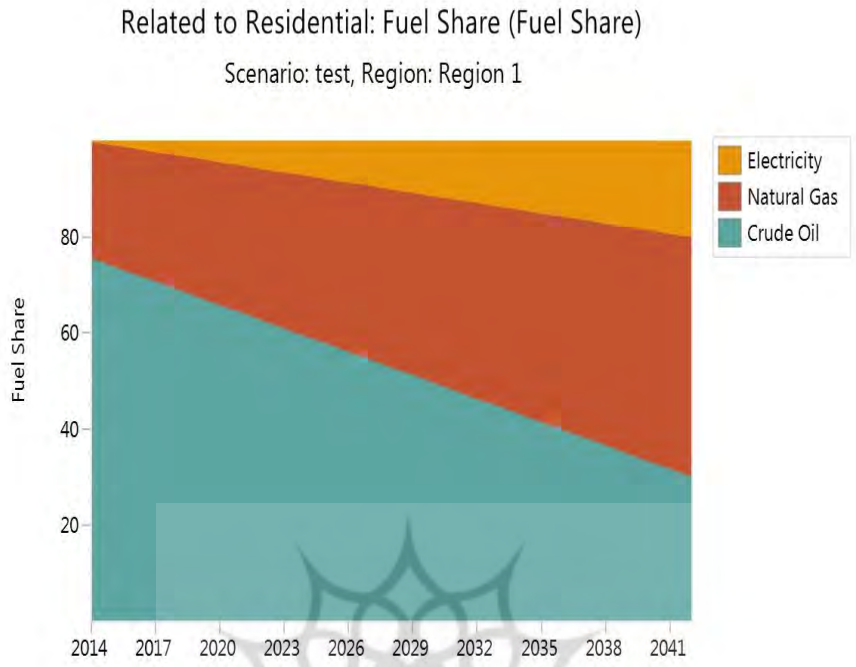


نمودار (۳): سهم برق، گاز طبیعی و فرآورده‌های نفتی در بخش حمل‌ونقل کشور تحت سناریو مرجع
منبع: یافته‌های محقق

جدول ۷ و نمودار ۳ وضعیت موجود سهم برق، گار طبیعی و فرآورده‌های نفتی در بخش حمل‌ونقل کشور در سال صفر برنامه‌ریزی را نمایش می‌دهند. که سهم فرآورده‌های نفتی به ویژه بنزین با ۸۶/۹ درصد بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است.

جدول (۸): سهم حامل‌های انرژی در بخش حمل‌ونقل کشور در سال ۱۴۲۰
تحت سناریو سیاست‌گذاری (درصد)

نوع سوخت	نفت‌خام و فرآورده‌های نفتی	گاز طبیعی	برق	کل انرژی
سهم سوخت	۳۰	۵۰	۲۰	۱۰۰



نمودار (٤): سهم برق، گاز طبیعی و فرآورده‌های نفتی در بخش حمل‌ونقل کشور تحت سناریو سیاست‌گذاری
منبع: یافته‌های محقق

اطلاعات جدول ۸ و نمودار ۴ تأثیر و جایگزینی سناریوهای سیاست‌گذاری در بخش حمل‌ونقل کشور را طی سال‌های ۱۴۲۰-۱۳۹۳ نشان می‌دهند. در نمودار ۴ به وضوح دیده می‌شود سهم الکتریسیته و گاز طبیعی در بخش حمل‌ونقل افزایش یافته و سهم فرآورده‌های نفتی به عنوان سوخت در بخش حمل‌ونقل در حال کاهش است.

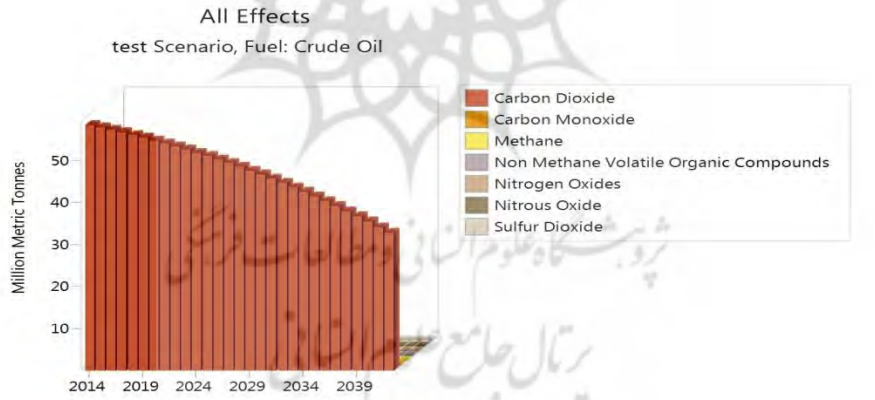
در ادامه داده‌های هر کدام از سناریوهای سیاست‌گذاری که در زیر سناریو مرجع در نرم‌افزار LEAP ایجاد می‌شوند وارد شده و خروجی‌های نرم‌افزار به شرح جداول ۱۹، ۲۰ و ۲۴ میزان انتشار آلایندگی در بخش‌های تقاضا و تبدیل انرژی را تحت سناریوهای سیاست‌گذاری (test Scenario) نشان می‌دهند.

جدول (۹): میزان انتشار آلایندگی فرآورده‌های نفتی در بخش حمل‌ونقل کشور
طی سال‌های ۱۴۲۰– ۱۳۹۳ تحت سناریو سیاست‌گذاری (test Scenario)/ میلیون متریک تن

سال / نوع آلاینده	۲۰۱۴	۲۰۱۸	۲۰۲۲	۲۰۲۶	۲۰۳۰	۲۰۳۴	۲۰۳۸	۲۰۴۲
Carbon Dioxide	۵۸/۴	۵۶/۱	۵۳/۴	۵۰/۲	۴۶/۶	۴۲/۶	۳۷/۹	۳۲/۷
Carbon Monoxide	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۵	۰/۰۱۴	۰/۰۱۳	۰/۰۱۲	۰/۰۱۱	۰/۰۰۹
Methane	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۷۴	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵۲	۰/۰۰۴۵
Non-Methane Volatile Organic Compounds	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳۵	۰/۰۰۳۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۲۳
Nitrogen Oxides	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۰۴۵
Nitrous Oxide	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۳
Sulfur Dioxide	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۲	۰/۲
Total	۵۸/۹	۵۶/۶	۵۳/۸	۵۰/۷	۴۷	۴۲/۹	۳۸/۳	۳۳

منبع: یافته‌های محقق

در جدول ۹ تحت سناریو سیاست‌گذاری میزان کاهش آلایندگی فرآورده‌های نفتی در بخش حمل‌ونقل در سال ۱۴۲۰ به ۳۳ میلیون متریک تن در مقایسه با ۵۸/۹ میلیون متریک تن در سال ۱۳۹۳ رسیده است که ۵۶ درصد کاهش انتشار را نشان می‌دهد.



نمودار (۵): میزان انتشار آلایندگی فرآورده‌های نفتی در بخش حمل‌ونقل کشور
طی سال‌های ۱۴۲۰–۱۳۹۳ تحت سناریو سیاست‌گذاری

منبع: یافته‌های محقق

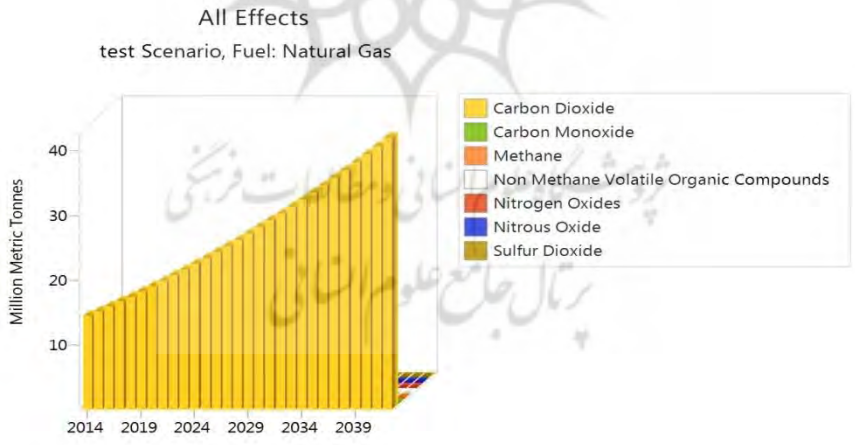
نمودار ۵ میزان کاهش انتشار آلایندگی را به ویژه دی اکسید کربن را تحت سناریو سیاست‌گذاری نمایش می‌دهد.

جدول (۱۰): میزان انتشار آلایندگی گاز طبیعی به عنوان سوخت در بخش حمل‌ونقل طی سال‌های ۱۴۲۰-۱۳۹۳ تحت سناریو سیاست‌گذاری (test Scenario) / میلیون متریک تن

سال / نوع آلاینده	۲۰۱۴	۲۰۱۸	۲۰۲۲	۲۰۲۶	۲۰۳۰	۲۰۳۴	۲۰۳۸	۲۰۴۲
Carbon Dioxide	۱۴/۴	۱۷/۵	۲۰/۷	۲۴/۳	۲۸/۲	۳۲/۴	۳۷	۴۲
Carbon Monoxide	۰/۰۱۳	۰/۰۱۶	۰/۰۱۹	۰/۰۲۲	۰/۰۲۵	۰/۰۲۹	۰/۰۳۳	۰/۰۳۸
Methane	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۴
Non-Methane Volatile Organic Compounds	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۴
Nitrogen Oxides	۰/۰۱۳	۰/۰۱۶	۰/۰۱۹	۰/۰۲۲	۰/۰۲۵	۰/۰۲۹	۰/۰۳۳	۰/۰۳۸
Nitrous Oxide	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
Sulfur Dioxide	–	–	–	–	–	–	–	–
Total	۱۴/۵	۱۷/۵	۲۰/۸	۲۴/۴	۲۸/۳	۳۲/۵	۳۷/۱	۴۲

منبع: یافته‌های محقق

مقادیر جدول ۱۰ میزان انتشار آلایندگی مصرف گاز طبیعی در بخش حمل‌ونقل کشور در سال صفر برنامه‌ریزی و سال افق برنامه‌ریزی را تحت سناریو سیاست‌گذاری به ترتیب ۱۴/۵ و ۴۲ میلیون متریک تن را نشان می‌دهد که میزان انتشار در سال ۱۴۲۰ حدود ۳ برابر شده است.



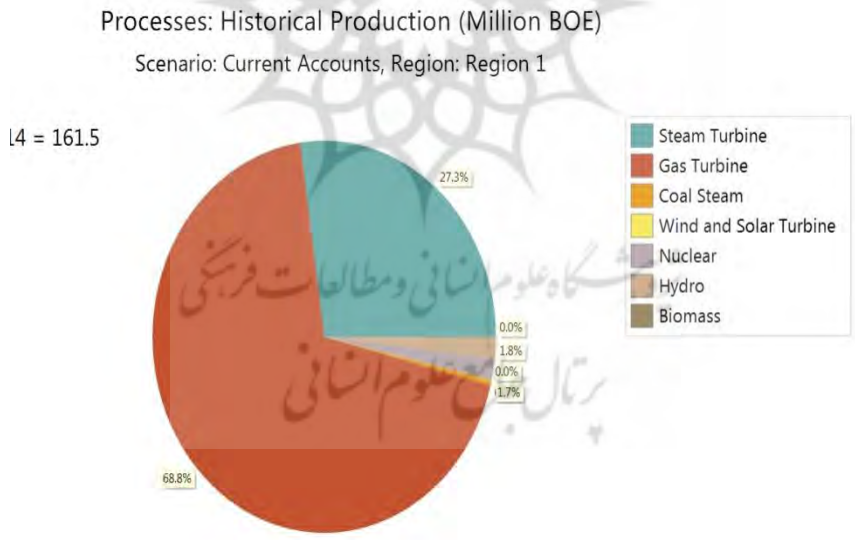
نمودار (٦): میزان انتشار آلایندگی گاز طبیعی به عنوان سوخت در بخش حمل‌ونقل طی سال‌های ۱۴۲۰-۱۳۹۳ تحت سناریو سیاست‌گذاری

منبع: یافته‌های محقق

نمودار ۶ میزان انتشار آلایندگی گاز طبیعی به عنوان سوخت در بخش حمل‌ونقل طی سال‌های ۱۴۲۰-۱۳۹۳ را نشان می‌دهد که بیشترین سهم انتشار آلایندگی مربوط به گاز دی‌اکسیدکربن است (سهم این گاز از ۱۴/۴ به ۴۲ میلیون متریک تن در سال ۱۴۲۰ رسیده است).

جدول (۱۱): مقادیر و سهم حامل‌های انرژی در بخش نیروگاهی کشور (تولید برق) مطابق ترازنامه سال ۱۳۹۳ (میلیون بشکه معادل نفت خام/ درصد)

نوع سوخت	نفت‌خام و فرآورده‌های نفتی	گاز طبیعی	زغال سنگ	منابع تجدیدپذیر قابل احتراق	انرژی آبی	انرژی خورشیدی و بادی	انرژی هسته‌ای	کل برق تولیدی
مقدار سوخت	۱۲۵/۲	۳۱۶/۱	۱/۸	۰/۱	۸/۲	۰/۲	۸	۱۶۱/۵
سهم سوخت	۲۷/۴۲	۶۸/۷۷	۰/۴	۰/۰۲	۱/۷۸	۰/۰۴	۱/۷۴	۱۰۰

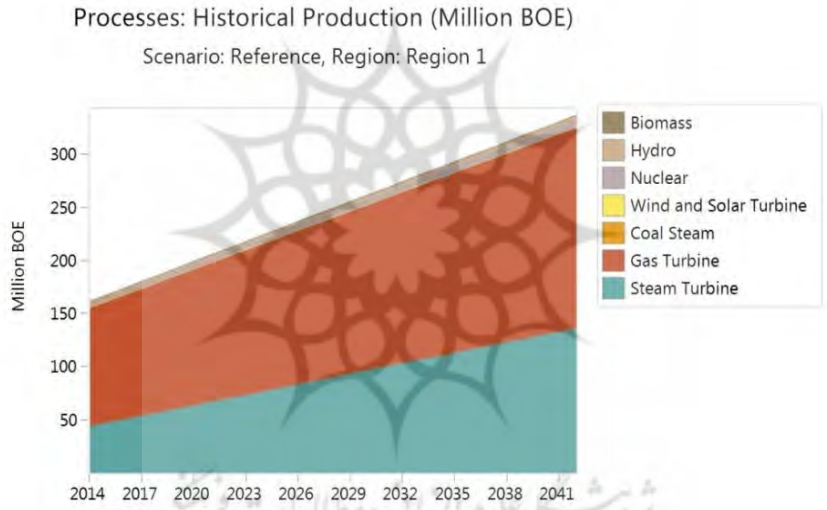


نمودار (۷): سهم حامل‌های انرژی در تولید برق در سال ۱۳۹۳ (سال صفر برنامه‌ریزی)
منبع: یافته‌های محقق

جدول (۱۲): مقدار و سهم حامل‌های انرژی در بخش نیروگاهی کشور (تولید برق) برای سال ۱٤۲۰ تحت سناریو مرجع (میلیون بشکه معادل نفت خام/ درصد)

نوع سوخت	نفت‌خام و فرآورده‌های نفتی	گاز طبیعی	زغال سنگ	منابع تجدیدپذیر قابل احتراق	انرژی آبی	انرژی خورشیدی و بادی	انرژی هسته‌ای	کل برق تولیدی
مقدار سوخت	۳۸۵/۳۶	۵۳۳/۲۹	۰/۷۲	۰/۳۲	۱۲/۴۴	۰/۵۶	۱۸/۷۲	۳۳۶/۸۲
سهم سوخت (درصد)	۴۰/۵	۵۶	۰/۰۸	۰/۰۳	۱	۰/۰۶	۱/۹۷	۱۰۰

منبع: ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۳



نمودار (۸): مقدار و سهم حامل‌های انرژی در بخش نیروگاهی کشور (تولید برق) برای سال ۱٤۲۰ تحت سناریو مرجع (میلیون بشکه معادل نفت خام/درصد)
منبع: یافته‌های محقق

جدول ۱۲ و نمودار ۸ سهم خوراک نیروگاهی کشور را در صورت حفظ روند فعلی (سناریو مرجع) نشان می‌دهد. بدین صورت که از سال ۱۳۸۰ تا سال ۱۳۹۳ با استفاده از نرم‌افزار MINITAB از مصارف خوراک نیروگاهی روند گرفته شده و مقادیر در جدول ۱۵ آمده است.

جدول (۱۳): مقدار و سهم حامل‌های انرژی در بخش نیروگاهی کشور (تولید برق) برای سال ۱٤۲۰ تحت سناریو سیاست‌گذاری (درصد)

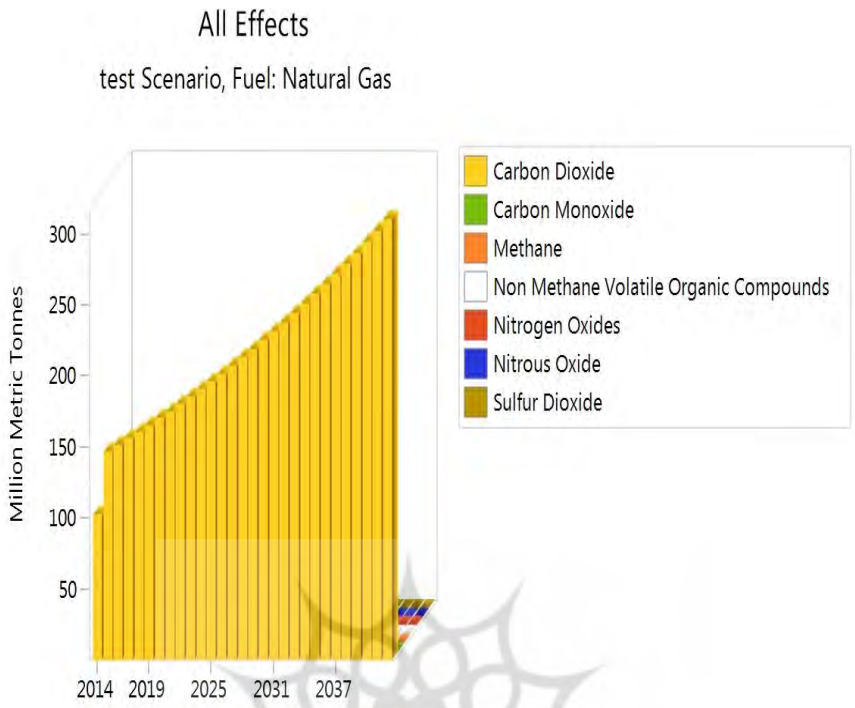
نوع سوخت	نفت‌خام و فرآورده‌های نفتی	گاز طبیعی	زغال سنگ	منابع تجدیدپذیر قابل احتراق	انرژی آبی	انرژی خورشیدی و بادی	انرژی هسته‌ای	کل برق تولیدی
سهم انرژی	۰	۷۶	۰/۳۹	۰/۰۲	۱/۷۸	۲۰	۱/۸۱	۱۰۰

با اتخاذ سیاست جایگزینی گاز طبیعی (سهم گاز طبیعی از خوراک نیروگاهی در سال ۱۳۹۳، ۶۵ درصد بوده که این سهم به ۷۶ درصد در سال ۱۴۲۰ رسیده است) و انرژی‌های تجدیدپذیر بادی و خورشیدی (سهم انرژی خورشیدی و بادی از خوراک نیروگاهی در سال ۱۳۹۳، ۰/۳۹ درصد بوده که این سهم در قالب سناریو جدید به ۲۰ درصد رسیده است) به جای نفت خام به عنوان خوراک نیروگاهی مقدار ۱۴/۶ میلیون متریک تن کاهش در آلاینده‌های زیست محیطی را به دنبال داشته است.

جدول (١٤): میزان انتشار آلایندگی گاز طبیعی در بخش نیروگاهی طی سال‌های ۱٤۲۰-۱۳۹۳ تحت سناریو سیاست‌گذاری (test Scenario) / میلیون متریک تن

سال / نوع آلاینده	۲۰۱۴	۲۰۱۸	۲۰۲۲	۲۰۲۶	۲۰۳۰	۲۰۳۴	۲۰۳۸	۲۰۴۲
Carbon Dioxide	۱۰۲/۴	۱۶۰/۲	۱۷۹/۸	۲۰۱/۲	۲۲۴/۸	۲۵۰/۶	۲۷۸/۹	۳۱۰
Carbon Monoxide	۰/۰۳۷	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
Methane	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶
Non-Methane Volatile Organic Compounds	۰/۰۰۹۲	۰/۰۱۴۴	۰/۰۱۶	۰/۰۱۸	۰/۰۲	۰/۰۲۳	۰/۰۲۵	۰/۰۲۸
Nitrogen Oxides	۰/۳	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۷	۰/۸
Nitrous Oxide	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۶
Sulfur Dioxide	–	–	–	–	–	–	–	–
Total	۱۰۲/۷	۱۶۰/۷	۱۸۰/۴	۲۰۱/۹	۲۲۵/۵	۲۵۱/۴	۲۷۹/۸	۳۱۱

منبع: یافته‌های محقق



نمودار (۹): میزان انتشار آلایندگی گاز طبیعی در بخش نیروگاهی طی سال‌های ۱۴۲۰-۱۳۹۳ تحت سناریو سیاست‌گذاری

منبع: یافته‌های محقق

٦. نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های تحقیق و با مقایسه خروجی نرم‌افزار LEAP مربوط به سناریو مرجع (سناریو ادامه وضع موجود) و سناریوهای سیاست‌گذاری (سناریو مدیریت سمت تقاضا و عرضه انرژی) که اطلاعات آن در جدول ۱۵ آمده است:

جدول (۱۵): میزان کاهش انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای تحت سناریوهای سیاست‌گذاری در مقایسه با سناریو مرجع

ردیف	عنوان سناریو سیاست‌گذاری	میزان کاهش انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای (میلیون متریک تن)
۱	کاهش تلفات گاز طبیعی به ۲ درصد در پایان سال ۱۴۲۰ (این مقدار در سال ۱۳۹۳، حدود ۱۰ درصد است)	۳۷/۳
۲	کاهش تلفات نفت خام و فرآورده‌های نفتی به ۲ درصد در پایان سال ۱۴۲۰ (این مقدار در سال ۱۳۹۳، ۱۷/۲۵ درصد است)	۲۱/۴
۳	کاهش تلفات انتقال و توزیع برق هر ده سال ۵ درصد به نحوی که در پایان سال افق برنامه‌ریزی (۱۴۲۰ ه ش) به ۷/۵ درصد برسد. (در کشورهای توسعه‌یافته تلفات انتقال و توزیع برق ۷/۵ درصد است و در ایران در سال ۱۳۹۳ ۱۹/۲۲ درصد است)	-
۴	افزایش سهم گاز طبیعی به حدود ۷۶ درصد در تولید برق در پایان سال افق برنامه‌ریزی (در سال ۱۳۹۳ این سهم ۶۵ درصد است) و افزایش سهم تولید برق از انرژی‌های تجدیدپذیر بادی و خورشیدی به ۲۰ درصد در سال افق برنامه‌ریزی(۱۴۲۰). (این سهم در سال ۱۳۹۳، ۰/۰۴ درصد است).	۱۴/۶
۵	افزایش سهم گاز طبیعی به عنوان سوخت به جای بنزین و نفت گاز در بخش حمل‌ونقل به ۵۰ درصد در سال افق برنامه‌ریزی. (در سال صفر برنامه‌ریزی سال ۱۳۹۳ این سهم ۱۳ درصد است) و افزایش سهم برق در بخش حمل‌ونقل به ۲۰ درصد در سال ۱۴۲۰ (این سهم در سال ۱۳۹۳، ۰/۰۶ درصد است).	۵۰/۲
جمع کل کاهش انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای در سناریوهای جدید سیاست‌گذاری		۱۲۳/۵

منبع: یافته‌های پژوهش

میزان کاهش انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای در سناریوهای سیاست‌گذاری نسبت به سناریو مرجع برای سال ۱۴۲۰ سال افق برنامه‌ریزی میزان ۱۲۳/۵ میلیون تن محاسبه و اندازه‌گیری شده است.

عملیاتی کردن سناریوهای پیشنهادی مندرج در جدول ۶ تحت عنوان سناریوهای سیاست‌گذاری با توجه به ذخایر غنی گاز طبیعی در کشور و سالانه ۳۰۰ روز آفتابی، برای وزارتخانه‌های متولی سیستم انرژی کشور کاری دشوار و هزینه‌بر نبوده و از طرف دیگر زمان کافی برای انجام این سناریوها در برنامه‌های این وزارتخانه‌ها وجود دارد.

۷. تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

۸. منابع

اشراقی، هادی و ملکی، عباس و وکیلی، علی (۱۳۹۲)، «شبیه‌سازی تقاضا و عرضهٔ حامل‌های انرژی تا سال ۲۰۳۵ در ایران با استفاده از مدلساز LEAP»، *پژوهش‌های برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری انرژی*، سال اول، شماره ۳، صفحات ۱۳۶-۱۱۳.

اقبالی، محمدرضا و رحیمی‌مقدم، کامران و آقابراری کاظمی، محمدعلی (۲۰۱۵)، «برنامه‌ریزی، پیش‌بینی، سناریوسازی و مدل‌سازی حامل‌های انرژی و زیربخش‌های آن براساس ترازنامه انرژی و ماتریس‌های تبدیل با استفاده از نرم‌افزار leap»، *کنفرانس ملی فناوری، انرژی و داده با رویکرد مهندسی برق و کامپیوتر*May (30-31), Kermanshah, IRAN.

امامی‌میبدی، علی و حیدری، کیومرث (۱۳۹۱)، «بررسی تبدیل نیروگاه‌های گازی ساده به چرخهٔ ترکیبی و تأثیر آن بر میزان مصرف سوخت‌های فسیلی»، *پژوهش‌های اقتصادی (پژوهش‌های رشد و توسعهٔ پایدار)*، ۱۲سال دوازدهم، شماره سوم، صفحات ۴۶-۲۵.

پورکاظمی، محمدحسین و ابراهیمی، ایلناز (۱۳۸۷)، «بررسی منحنی کوزنتس زیست‌محیطی در خاورمیانه»، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، سال دهم، شماره ۳۴، صفحات ۷۱-۵۷.

تارنمای بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (https://www.cbi.ir).

تارنمای شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت (www.ifco.ir).

تارنمای مرکز آمار ایران (https://www.amar.org.ir).

ترازنامه انرژی کشور (۱۳۹۳).

ترازنامه هیدروکربوری کشور (۱۳۹۴).

شیروی، عبدالحسین (۱۳۹۰)، «تأثیر پروتکل کیوتو و تأمین مالی طرح‌های اقتصادی در کشورهای در حال توسعه»، *فصلنامه پژوهش حقوق*، سال سیزدهم، شماره ۳۲، صفحات ۲۳۰-۲۰۵.

عبدالرحمانی، وفا و فرزانه، آرش و تورج، انوری (۱۳۹۳)، «برنامه‌ریزی انرژی بر مبنای نیروگاه‌های بادی توسط نرم‌افزار LEAP برای ۲۰ سال آینده»، *دهمین همایش بین‌المللی انرژی. ۵-۴ شهریور.*

غفاری، هادی و مولایی، محمدعلی و سوسن، محمد (۱۳۹۵)، «تأثیر مصرف انرژی بادی بر رشد اقتصادی و انتشار CO_2»، *فصلنامه پژوهش‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی انرژی*، سال دوم، شماره ۳، صفحات ۲۵۳-۲۲۹.

فرزانه، آرش و هوشیار، نفیسه و پوربافرانی، الناز و محمدی اردهالی، مرتضی (۱۳۹۲)، «برآورد تقاضای انرژی در ۲۰ سال آینده با سناریوهای مصرف توسط نرم‌افزار LEAP»، اولین همایش ملی انرژی‌های نو و پاک، ۵ اردیبهشت.

کچویی، محمدصادق و عمیدپور، مجید.(۱۳۹۵)، «تحلیل سناریو درباره پتانسیل کاهش گازهای گلخانه‌ای در بخش تولید برق ایران با استفاده از مدلساز LEAP». *نشریه انرژی ایران*، دوره ۱۹، شماره ۳، صفحات ۱۱۶-۱۰۱.

محمدی اردهالی، مرتضی و امیرنکوئی، کمال و صدری، آریا (۱۳۹۰)، «بررسی اثر روش‌های مدیریت در بخش‌های تقاضا و عرضه بر برنامه‌ریزی انرژی بلندمدت در ایران»، *فصلنامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی*، سال هشتم، شماره‌ی ۳۱، صفحات ۱۲۰-۸۵.

محمدی، شاکر (۱۳۹۸)، «شبیه‌سازی ترازنامه انرژی ایران و محاسبه آثار زیست محیطی استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در بلندمدت»، رساله دکتری، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی.

محمدی، شاکر و امامی میبدی، علی و جوان، افشین و فاکهی، امیرحسین (۱۳۹۷)، «شبیه‌سازی ترازنامه انرژی ایران برای سال ۱۴۲۰ و طراحی سناریوهای مدیریت طرف تقاضا و عرضه با استفاده از مدل‌ساز LEAP»، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، شمارهٔ ۲۹، زمستان ۹۷، صفحات ۱۲۹-۱۰۳.

نظری، روح‌اله و مهدوی عادلی، محمد حسین و دادگر، یداله (۱۳۹۴)، «بررسی عوامل مؤثر بر آلودگی محیط زیست در ایران طی دورهٔ ۱۳۹۲-۱۳۵۳»، *فصلنامه پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، سال ششم، شماره ۲۱، صفحات ۶۰-۴۷.

وزارت نیرو ـ دفتر برنامه‌ریزی و اقتصاد کلان برق و انرژی (http://pep.moe.gov.ir).

References

Blanchard, Jean and Fisher, Stanley (1989). Lectures on Macroeconomics, first edition, The Mit press.

European Academics (EA) and National Advisory Council (2011), "Concentrating solar power: its potential contribution to a sustainable energy future", November 2011, Available in:w.w w.easac.eu.

LEAP user guide version (2011), Stokholme Environment Institute, first draft, www.energycommunity.org, www.eia.gov, www.iea.org/statistics

National Renewable Energy Laboratory (NREL) (2010), "Cost and Performance Assumptions for Modeling Electricity Generation Technologies", Golden Press, Colorado.

Ozer, B. Gorgun, E. Incecik, S (2013) "The scenario analysis on CO2 emission mitigation potential in the Turkish electricity sector: 2006–2030", Energy, 49, 395-403

Romer, David (2012), Advanced Macroeconomics, fourth Edition, McGraw-Hill.

Shahinzadeh, H. and Hasanalizadeh. A. (2016), "Long- term Energy Planning in IRAN usin LEAP Scenarion: Using Combined Heat and Power (CHP)", Iranian Conference on Renewable Energy & Distributed Generation (ICREDG)

United Nations (2009), "Word Population Prospects 2008 Revision", United Nations. New York, USA. http://esa.un.org/ wpp/unpp /panel_ population. htm

United States Energy Information Administration (2009), International Energy Outlook 2009. Washington, DC. http://www.eia.doe.gov/ oiaf/ieo/ https://www.energyinformation.ir/

Vincent Emodi, N. Comfort Emodi, C. Saratu Augusta Emodi, A (2017) "Energy policy for low carbon development in Nigeria: A LEAP model application", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol.68, pp.247-261

Wang, Y. and Gu, A., (2010), "Recent development of energy supply and demand in China and energy sector prospects through 2030", *Energy Policy*, vol. 39, pp.6745-6759

Yophy, H. and Jeffrey, B.Y. and Chieh- Yu, P. (2010), "T lggg- trrn frr csst ff Taiwsssss eeergy llllll l eem:::: EEA mllll application", *Energy Policy*, vol. 39, pp. 6790-6803

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

-- Iranian Energy Economics ------
9(33), 6
Jiee.atu.ac.ir
Dol: 10.22054/Jiee.2021.49076.1708

ATU PRESS

Compilation and Analysis of Supply and Demand Management Scenarios of Iran's Energy System to Reduce Environmental Impacts Using LEAP

Shaker Mohammadi* | Ph.D. in Oil and Gas Economics, Allameh Tabaaaba' Univrr syyy

Ali Emami Meibodi | Associate Professor, Faculty of Economics, Ammmhn Tabaaaba' Univrr syyy

Amirhossein Fakehi | Ph.D. in Energy Engineering

Abstract

Today, in most countries, especially developing countries, economic growth is at the heart of planning. Since the place of economic activity is the environment, unfortunately, growth has had unfortunate consequences for the human environment. The main objective of this study is to measure the reduction of environmental pollutants and greenhouse gas emissions under policy-making scenarios compared to the reference scenario. The research method in this study is using the scenario analysis method based on Long Term Alternatives Planning Model (LEAP). The research findings show that by designing demand-side and supply-side management scenarios, meaning that replacing renewable energies and electricity in place of fossil fuels (crude oil and natural gas), reducing the amount of environmental pollutant emissions for the year 1420 (year horizon) 2014 (Year Zero Planning) is 123.5 million tonnes.

Keywords Supply and Demand Scenarios, Energy System, Environmental effects, LEAP Modeler

JEL Classification: D12, Q41

* sh.mohamadi@ilam.ac.ir

eISSN: 2476-6437 ISSN: 2423-5954 Received: 10/Jan/2020 Accepted: 24/Dec/2020 Original Reserch