مقاله پژوهشی

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و سوم، شماره دوازده، اسفند ماه ۱۴۰۰(۲۵۷-۲۴۳)

مدیریت مصرف حامل‌های انرژی و میزان انتشار آلاینده‌ها با استفاده از مدل Leap در شهرک صنعتی لیا در استان قزوین

محمد سعید محمدی [۱]

سید مصطفی خضری [۲*]

khezri_m@srbiau.ac.ir

علیرضا وفایی نژاد [۳]

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۰/۲۷ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۵/۱۳**

چکیده

زمینه و هدف: توسعه صنعتی- اقتصادی در کشورهای در حال توسعه نیاز مضاعفی در دسترسی بیشتر به حامل‌های انرژی در مقایسه با کشورهای توسعه یافته ایجاد کرده است. علاوه بر آن ارتقاء استانداردهای زندگی در جوامع در حال توسعه، در دهه‌های اخیر باعث افزایش تقاضای حامل‌های انرژی در جهت دسترسی به امکانات و رفاه بیشتر را به دنبال داشته است. در این مطالعه تاثیر اعمال سیاست‌های مختلف به منظور کاهش انتشار آلاینده های هوا (دی اکسید کربن) و صرفه‌جوئی انرژی در صنایع ایران توسط مدل برنامه‌ریزی انرژی مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است.

روش بررسی: ابتدا مقادیر ورودی منابع انرژی مختلف همچون گاز، برق و سوخت فسیلی در فرآیند تولید صنایع مورد بررسی قرار گرفت ،سپس عوامل موثر در تولید گازهای گلخانه‌ای در صنایع شناسائی گردید، پس از آن روند گذشته و وضعیت فعلی صنایع ایران و سیاست‌های دولت برای کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن در این برنامه ریزی لحاظ شد و همچنین توسعه فناوری‌های جدید بهره‌وری انرژی در صنایع به منظور برآورد کاهش تقاضای انرژی مورد مطالعه قرار گرفت. در راستای این هدف، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در یک سناریوی پایه منطبق بر ادامه روند موجود در صنایع کنونی و همچنین تعیین تقاضای فعلی و آینده صنایع ایران در طی سال‌های ۲۰۱۹ تا ۲۰۳۵ مورد بررسی قرار گرفت..

یافته ها: با در نظر گرفتن تولیدات فعلی و آینده در صنایع کشور میزان انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن در صنایع کشور توسط مدل Leap در سناریوی پایه تعیین گردید. سپس چهار سناریوی جایگزین فناوری‌های صرفه‌جوئی انرژی و کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن شامل توسعه صنایع و ظرفیت سازی، افزایش احتمالی قیمت سوخت و برق، اجرای استانداردهای مصرف سوخت و بهره‌گیری از فناوری‌های

۱- دانشجوی دکتری تخصصی گروه مدیریت محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- دانشیار گروه مهندسی محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران [*](مسوول مکاتبات)

۳- دانشکده مهندسی عمران ، آب و محیط زیست ، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

CHP برای یک دوره ۱۵ ساله مورد بررسی قرار گرفت .یافته ها حاکی از آن بود که اعمال توام این سیاست ها منجر به کاهش بیشتری در انتشار گاز co_2 معادل خواهد شد.

بحث و نتیجه گیری: نتایج به دست آمده نشان داد که میزان انتشار کل co_2 در شهر صنعتی لیا قزوین در سال مطالعه(۱۳۹۹) معادل صنعت از ۶۱ میلیون تن درسناریوی پایه، به ۵۳ میلیون تن(معادل ۱۵ درصد کاهش) در سناریوی کاهش انتشار در سال ۲۰۳۵ می‌رسد. در صورتی که در اثر اعمال سیاست تغییر سوخت، میزان انتشار دی‌اکسیدکربن معادل کل به ۵۸ میلیون تن کاهش یافته (معادل ۵ درصد کاهش) و اعمال سیاست بهره‌وری انرژی منجر به انتشار ۵۵ میلیون تن (معادل ۱۰/۹درصد کاهش) co_2 معادل تا سال ۲۰۳۵ می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: انتشار گازهای گلخانه‌ای، حامل‌های انرژی، صنایع کشور، تحلیل سناریو، مدل Leap.

J. Env. Sci. Tech., Vol 23, No.12, March, 2022

Management of energy carrier's consumption and emission of pollutants using the Leap model in Lea Industrial Park of Qazvin province

Mohammad Saied Mohammadi [1]
Seyed Mostafa Khezri [2*]
khezri_m@srbiau.ac.ir
Alireza Vafaeinejad [3]

Admission Date:August 4, 2021 Date Received: January 16, 2021

Abstract

Background and Objective: Industrial-economic development in developing countries has created a double need for greater access to energy carriers compared to developed countries. In addition, improving living standards in developing societies in recent decades has led to an increase in the demand for energy carriers for access to greater facilities and amenities. In this study, the effect of applying different policies to reduce carbon dioxide emissions and energy savings in Iranian industries has been investigated and evaluated by the energy planning model.

Material and Methodology: First the input values of various energy sources such as gas, electricity and fossil fuels in the industrial production process were investigated. Then, the factors affecting the production of greenhouse gases in industries were identified, then the past trend and the current state of Iranian industries and government policies to reduce carbon dioxide emissions as well as the development of new energy efficiency technologies in industry were used to estimate energy demand. In line with this goal, the amount of greenhouse gas emissions in a baseline scenario in accordance with the continuation of the current trend (BAU) in current industries and also to determine the current and future demand of Iranian industries during the years 2019 to 2035 has been studied.

Findings: four alternative scenarios of energy saving technologies and reduction of carbon dioxide emissions were considered, including industry development and capacity building, possible increase in fuel and electricity prices, implementation of fuel consumption standards, and use of CHP technologies for a period of 15 years. Therefore, the combined implementation of these two policies will lead to a reduction of 8 million tons of emissions (equivalent to a 13% reduction in emissions) equivalent to total CO_2.

Discussion and Conclusion: The results show that the total CO_2 emissions equivalent to the industry will increase from 61 million tons in the baseline scenario to 53 million tons in the 2035 emission

1- Ph.D. student, Department of environment Management, IslamicAzad University, Science and research branch, Tehran, Iran.
2- Department of environment engineering, IslamicAzad University, Science and research branch, Tehran, Iran. *(Corresponding Author)*
3- Alireza Vafaeinejad –Faculty of Civil ، Water and Environmental Engineering ، Shaid Beheshti University Tehran ، Iran.

reduction scenario. However, due to the implementation of the fuel change policy, the total amount of carbon dioxide emissions has been reduced to 58 million tons (equivalent to 4.9% reduction) and also the implementation of energy efficiency policy has led to the emission of 55 million tons (equivalent to 9.8% reduction) equivalent CO_2 will run until 2035.

Keywords: greenhouse gas emissions, energy carriers, country industries, scenario analysis, Leap model.

مقدمه

استان قزوین از توانائی‌های قابل ملاحظه‌ای دربخش صنعت برخوردار است و همین امر آن را به یکی از قطب‌های صنعتی و متناظر با استان‌های صنعتی تهران، اصفهان، خراسان و آذربایجان شرقی تبدیل کرده است. این استان به لحاظ داشتن امکانات بالقوه و بالفعل از نظر زمین، نیروی انسانی، آب، خطوط ارتباطی مناسب و نزدیکی به پایتخت، مورد توجه سرمایه گذاران بخش صنعت می‌باشد(۱و۲). چگونگی پراکنش این واحدها در سطح استان تابع فاکتورهای متعددی از جمله موقعیت اقلیمی و جغرافیایی، فرهنگ، درآمد مردم، بازار تامین مواد اولیه، بازار فروش، امکان دسترسی به شاه راه‌های ارتباطی کشور، قطب‌های صنعتی سایر استان‌ها و نیروی متخصص می-باشد. فراتر از شعاع ۱۲۰ کیلومتری شهر تهران، بیش از سه هزار واحد صنعتی در استان قزوین استقرار یافته که گویای وجود مزیت نسبی سرمایه‌گزاری دراین بخش است. انتخاب محل پروژه صنعتی و رغبت سرمایه گزاران برای احداث واحدهای صنعتی ازعوامل گوناگونی مانند نزدیکی به بازار، نیروی انسانی، وجود زیربناها و غیره می باشد (۱۱،۱۰)

با توجه به موارد گفته شده و همچنین دستیابی به هدف صرفه-جویی و کاهش هزینه‌ها در بخش انرژی و گسترش روز افزون نیازهای کشور در بخش‌های مختلف مصرف، برنامه‌ریزی برای مدیریت تقاضا و عرضه در بخش انرژی بسیار حائز اهمیت خواهد بود.(۳و۴)

از آنجایی که در این پژوهش، موضوع مورد بررسی اکتشافی می‌باشد، لذا فرضیه‌ای برای پژوهش تعریف نشده است. اما مسئله اصلی در این پژوهش، بررسی راه‌کارهای کاهش سهم سوخت‌های فسیلی همچون نفت خام و گاز طبیعی در بخش صنعت و افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر است که به صورت پرسش‌های زیر مطرح و پاسخ داده شده است:

۱-اندازه‌گیری مقدار تقاضا و عرضه انرژی در سناریوی مرجع و افق برنامه

۲- محاسبه میزان صرفه‌جویی در مقدار مصرف سوخت‌های فسیلی تحت سناریوهای مدیریت تقاضا و عرضه نسبت به سناریو مرجع

پژوهش‌های زیست محیطی که در شهرک‌های صنعتی ایران صورت گرفته است، اکثرا مربوط به آلاینده‌های موجود در شهرک‌ها بر اثر فعالیت واحدهای صنعتی مستقر در آن بوده است(۷و۸). در خصوص آلاینده های ناشی از مصرف انرژی و نوع و میزان انرژی در واحدهای صنعتی در شهرک‌های صنعتی پژوهش‌های خاصی در کشور صورت نگرفته است و مطالعات انجام شده در سایر کشورها در مورد برنامه جامع مدیریت مصرف حامل‌های انرژی و میزان انتشار آلایندگی‌ها با استفاده از مدل Leap در شهرک صنعتی بررسی نشده است(۵و۶). در این پژوهش با جمع‌آوری اطلاعات، نسبت به تدوین برنامه مدیریتی اقدام خواهد شد و مبنای کار این پژوهش، اطلاعات موردی نبوده است. پژوهش‌هایی در حوزۀ برنامه‌ریزی بر اساس مدل سیستم انرژی مرجع انجام شده است که به تعدادی از آنها به شرح زیر پرداخته می‌شود.

اشراقی و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای که با عنوان شبیه-سازی تقاضا و عرضۀ حامل‌های انرژی تا سال ۲۰۳۵ در ایران با استفاده از مدل‌ساز Leap با طراحی دو سناریو یکی ادامۀ روند پیشین و دیگری استفاده از ۱۰ گیگاوات ظرفیت نیروگاه‌های حرارتی- خورشیدی CSP تا سال ۲۰۳۵انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که نصب این نیروگاه CSP در مجموع سبب جلوگیری از انتشار ۱۵۳ میلیون تن دی اکسید کربن شده و منافعی را از نقطه نظر ایجاد هزینه فرصت صادرات گازوئیل و گاز طبیعی نصیب کشور می‌کند(۱۲،۱۳). مرادی و همکاران

(۱۳۹۲) در پژوهش خود با عنوان توسعهٔ مدل تقاضای انرژی در سطح ملی با استفاده از مدل‌ساز Leap، روند تقاضای انرژی در زیر بخش‌های خانگی، تجاری، خدمات عمومی، صنعت، حمل و نقل، کشاورزی و روشنایی معابر با استفاده از مدل‌ساز Leap را مورد بررسی و تحلیل قرار داده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که رشد فزاینده تقاضای انرژی در زیربخش‌های مختلف در رشد اقتصادی موثر بوده و ارتباط این دو، حرکت به سمت بهره‌گیری بهینه از منابع را ضرورتی انکارناپذیر خواهد کرد(۱۴). Yophy, et al و همکاران (۲۰۱۹) به کمک مدل Leap به پیش بینی بلند مدت عرضه و تقاضای انرژی در کشور تایوان رامورد مطالعه قرار دادند (۱۷،۱۶). در این مطالعه چهار سناریو در کنار سناریوی ادامهٔ وضع موجود مورد بررسی قرار گرفت: (الف)کاهش شدت انرژی سالانه به میزان ۲۰ درصد در نتیجهٔ افزایش بازدهی‌ها تا پایان سال ۲۰۲۵، (ب) تأثیراتی که کاهش نرخ رشد اقتصادی تایوان در تقاضای انرژی آیندهٔ این کشور به همراه دارد، (پ) احتمال خروج دائمی نیروگاه‌های هسته‌ای تا سال ۲۰۲۵ و (ت) بکارگیری تمامی سناریوهای فوق به طور همزمان که منجر به صرفه جویی ۳۷۷/۸ میلیارد کالری (۲۷۲ میلیون بشکه معادل نفت خام) در بخش تقاضا و ۲۵۹/۳ میلیارد کالری (۱۷۶/۷ میلیون بشکه معادل نفت خام) در بخش تبدیل انرژی و کاهش تولید دی اکسیدکربن به اندازهٔ ۱۱۱ میلیون تن شد Wang, Y., et al و همکاران(۲۰۱۰) با مطالعهٔ توسعهٔ بخش‌های تقاضا و عرضهٔ انرژی در سال‌های اخیر کشور چین با استفاده از مدل Leap، به تصویر دورنماهای بخش انرژی تا سال ۲۰۳۰ در آن کشور پرداختند(۱۵،۱۸).

سوالات تحقیق:

۱- آیا استاندارد های موجود، پاسخگوی مسایل زیست محیطی شهرکهای صنعتی میباشند و برای واحدهای صنعتی مستقر در شهرکهای صنعتی استاندارد ملی وجود دارد؟

۲- چرا برای مدیریت استراتژیک به منظور کاهش گازهای گلخانه ای ناشی ازمصرف انرژی شهرکهای صنعتی تا کنون اقدام جدی اجرایی و عملی صورت نگرفته و مطالعات موردی انجام شده نیز هیچگاه جنبه کاربردی پیدا نکرده اند؟

۳- آیا قوانین و دستورالعمل های وضع شده دارای ضمانت اجرایی کافی هستند و مدیریت استراتژیک به منظور کاهش گازهای گلخانه ای ناشی ازمصرف انرژی فعالیت های صنعتی به عنوان یک هدف اصلی به منظورداشتن یک مدیریت بهینه در راستای پیشرفت صنعت و تولید می باشد؟

مواد و روش‌ها

شهرک صنعتی لیا در حوزه شهرستان البرز در استان قزوین، در فاصله ۱۴ کیلومتری مسیر قزوین به شهرستان بوئین زهرا قرار دارد. این شهرک صنعتی دارای مساحتی برابر ۳۶۴ هکتاراست و ۱۱ گروه صنعتی و نواحی مستقل مستقر در غالب واحدهای تولیدی را دارا می باشد. و با داشتن بیش از ۲۵۰ واحد صنعتی بیشترین واحدهای به بهره برداری رسیده مستقر در یک شهرک را به خود اختصاص داده است. در این واحدهای صنعتی بیش از شش هزار نفر مشغول به کار می‌باشند(۱)

در این پژوهش که در سال ۱۳۹۹ صورت پذیرفت، ابتدا پس از مطالعات کتابخانه‌ای از طریق مطالعه گزارش‌های موجود و گردآوری اطلاعات در رابطه با منطقه صنعتی لیا، با استفاده از بازدید میدانی، مصاحبه با مسئولان منطقه و رجوع به سازمان-های مربوطه، اطلاعاتی از قبیل نقشه، عکس و وضعیت موجود منطقه و مصارف حامل‌های انرژی جمع آوری گردید.. سپس مصارف حامل‌های انرژی و انتشار آلایندگی و گازهای گلخانه و همچنین هزینه‌های انتشار زیست محیطی شهرک صنعتی لیا مورد مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مدل‌سازی با بهره‌گیری از نرم افزار Leap انجام شد. بطور کلی مراحل اجرای طرح به این شرح می‌باشد..

مرحله اول: گردآوری داده‌های مصارف حامل‌های انرژی شامل گاز طبیعی، نفت گاز، نفت کوره و برق به تفکیک تک تک صنایع از سال ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸ و داده‌های ظرفیت اسمی، نرخ تولید صنعتی و تعداد نیروی کار در بازه زمانی تعریف شده.

مرحله دوم: ایجاد ساختار تقاضای انرژی و انتشار آلایندگی شهرک صنعتی لیا بر اساس طبقه‌بندی مشخص در محیط برنامه Leap

مرحله سوم: بررسی، تحلیل، طبقه‌بندی و پردازش داده‌های مربوط به ظرفیت، مصرف سوخت، برق و آماده سازی برای ورود به مدل Leap

مرحه چهارم: انجام تنظیمات مقتضی در مدل، تنظیم واحدها، تغذیه داده‌های ظرفیت اسمی، نرخ تولید، حجم فعالیت، شدت مصرف سوخت، شدت مصرف برق و سهم حامل‌های انرژی در دسته‌های صنایع مختلف

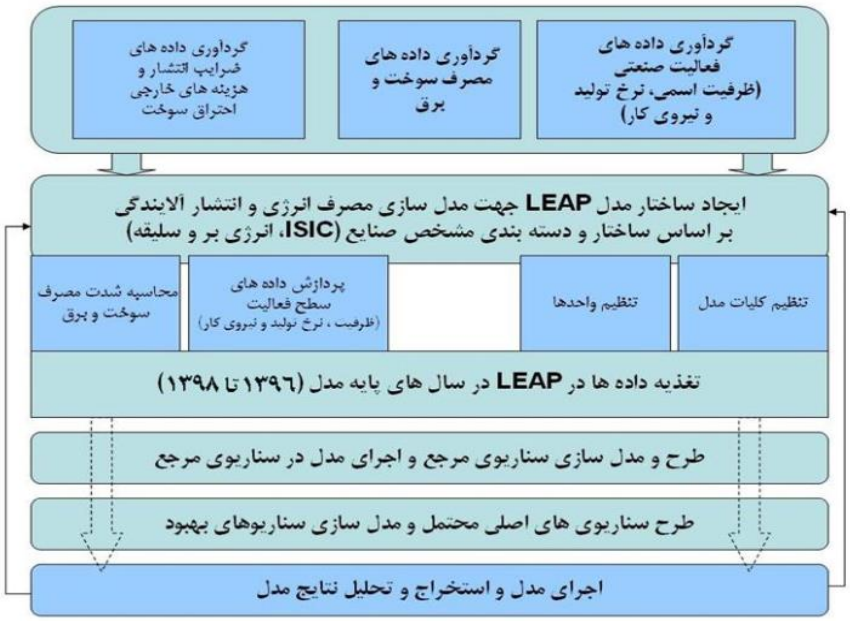
مرحله پنجم: مدل‌سازی سناریوی مرجع و تغذیه داده‌های مقتضی در مدل

مرحلـه ششـم: اجرای مدل، خطاگیری و تایید نتایج در سناریوی مرجع

مرحله هفتم: طرح چهار سناریوی محتمل و مدل‌سازی در محیط Leap و تغذیه داده‌های مربوطه

مرحه هشتم: اجرای مدل در سناریوهای مختلف و استخراج نتایج همانند مصرف انرژی برق و سوخت در سناریوهای مختلف، انتشار آلاینده‌ها و هزینه‌های زیست محیطی در سناریوها

مرحه نهم: تجزیه و تحلیل نتایج مدل و ارائه سناریوهای برتر. جزئیات چارچوب انجام طرح در شکل ۱ نمایش داده شده است.



شکل ۱- چارچوب روش شناسی اجرای مدل

Figure 1.Methodological framework of model implementation

ساختار مدل تقاضای انرژی و انتشار آلایندگی و سناریوی مرجع

سناریوی مرجع با اسامی دیگری نظیر سناریوی خط مبنا و سناریوی BAU نیز توصیف شد که بیانگر تداوم روند فعلی در آینده و مبنایی برای مقایسه وضعیت‌های بهبود با وضعیت موجود در آینده است. با توجه به وجود چهار سناریوی دیگر در این مدل، سناریوهای مذکور با سناریوی مرجع مقایسه شده و بهبودهای ایجاد شده در آنها مشخص خواهد گردید.

تنظیمات اصلی مدل انرژی دارای ابعاد زیر می باشد:

سال مبنای مدل: ۱۳۹۶ (۲۰۱۷) و سال ابتدای شبیه‌سازی: ۱۳۹۹ (۲۰۲۰) و افق مدل‌سازی: ۱۴۱۴ (۲۰۳۵)

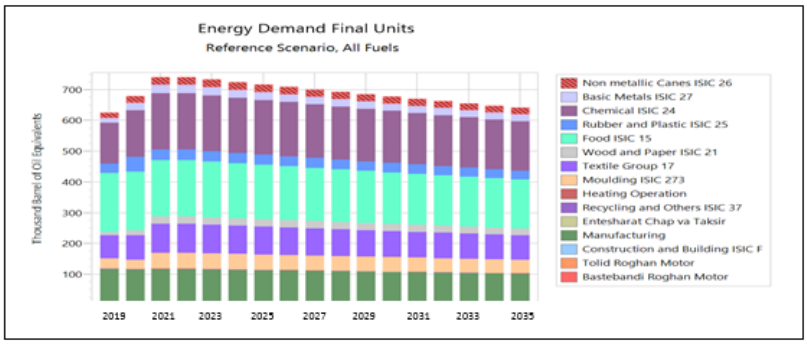
اجرای مدل در سناریوی مرجع و تحلیل نتایج

بعد از ایجاد ساختار مدل، و تعیین اجزای آن، داده‌های مربوط به ظرفیت اسمی یا نیروی کار، ضریب ظرفیت، شدت مصرف برق، گاز طبیعی و نفت گاز و ضرایب انتشار زیست محیطی ناشی از احتراق سوخت در مدل وارد گردید. داده ها در یک

فرآیند فیلتراسیون، دسته‌بندی و پردازش شد.. در ادامه نتایج اجرای مدل در سناریوی مرجع نمایش داده شدند که این نتایج شامل مصارف حامل‌های انرژی، میزان انتشار آلاینده‌گی‌ها و گازهای گلخانه‌ای و هزینه‌های انتشار ناشی از احتراق سوخت-های فسیلی می‌باشد.

سناریو مصارف حامل‌های انرژی

بررسی های اولیه نشان داد که هیچ‌گونه برنامه توسعهٔ روشنی برای افزایش ظرفیت صنایع و یا توسعه صنایع جدید در این شهرک صنعتی وجود ندارد و در آینده برنامه‌های مختلفی برای کاهش مصرف انرژی و کاهش آلایندگی در دستور کار قرار دارد و صنایع داوطلبانه به جهت کاهش هزینه‌های انرژی تلاش خود را برای کاهش شدت مصرف انرژی ادامه می‌دهند تا این وضعیت کاهش شدت مصرف انرژی(به کندی) نسبت به وضعیت موجود در آینده نیز تداوم خواهد داشت. بررسی نتایج حاصل از اجرای مدل نشان داد که مصرف حامل‌های انرژی این شهرک صنعتی در سال ۱۳۹۶ بالغ بر ۶۲۴۵۰۰ هزار بشکه معادل نفت خام بوده است. همان طور که در شکل ۲ ارائه شده است مصرف انرژی ابتدا افزایش و سپس به تدریج کاهش یافته و در نهایت به حدود ۶۴۰۵۰۰ هزار بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۹۸ بالغ می‌شود.

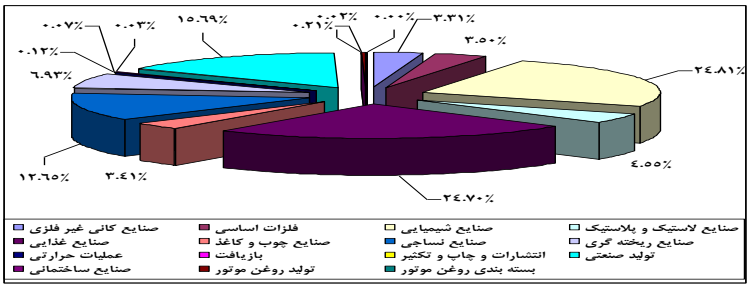


شکل۲- روند تقاضای انرژی در شهرک صنعتی لیا در سناریوی مرجع

Figure 2 . Energy demand trend in Lea Industrial Park in the reference scenario

میانگین رشد کل تقاضای انرژی شهرک صنعتی لیا سالانه حدود ۰/۱۶ درصد است. همچنین از نظر سهم صنایع در کل مصرف انرژی در سال ۱۳۹۸، بیشترین سهم با ۲۸/۸۱ درصد مربوط به صنایع شیمیایی بوده و صنایع غذایی با سهم ۲۴/۷۰ درصد و تولیدات صنعتی نیز با سهم ۱۵/۶۹ درصد در رده های بعدی قراردارند. جزئیات سهم صنایع در تقاضای انرژی در شکل ۳ نمایش داده شده است.

است

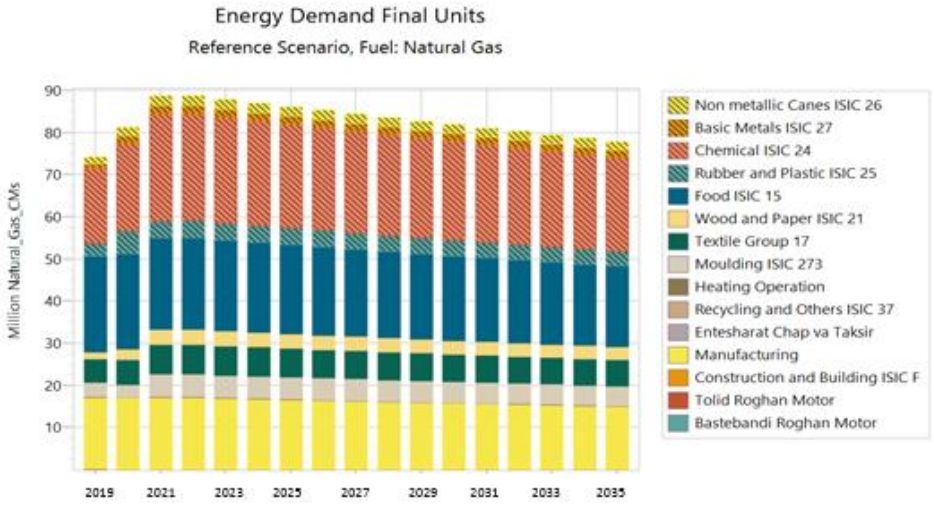


شکل ۳- سهم انواع صنایع در کل تقاضای انرژی شهرک صنعتی لیا در سال ۱۳۹۶

Figure 3.The share of various industries in energy demand of Lea Industrial Town in 1396

روند تقاضای گاز طبیعی در شهرک صنعتی لیا

بررسی نتایج مدل بیانگر آن است که کل تقاضای گاز طبیعی در این شهرک صنعتی در سال ۱۳۹۶ بالغ بر ۷۴/۲۱۴ میلیون مترمکعب در سال بوده است که با افزایشی اندکی به ۸۸/۷۱۹ میلیون مترمکعب در سال ۱۳۹۸ رسیده است و انتظار می رود این میزان با اندکی کاهش همراه بوده و به مقدار ۷۷/۸۸۹ میلیون مترمکعب در سال ۱۴۱۴ (۲۰۳۵) برسد. همان طورکه در شکل ۴ نشان داده شده است، بیشترین تقاضای گاز طبیعی در صنایع شیمیایی بوده و صنایع غذایی و تولیدات صنعتی در رتبه بعدی قرار دارند.



شکل ۴-روند تقاضای گاز طبیعی در شهرک صنعتی لیا در سناریوی مرجع (میلیون مترمکعب در سال)

Figure 4 .Natural gas demand trend in Lea Industrial Park in the reference scenario (million cubic meters per year)

روند تقاضای برق در شهرک صنعتی لیا

تقاضای برق در سال ۱۳۹۶ حدود ۲۰۳/۲۱۵ میلیون کیلووات ساعت بوده است که با افزایش محسوسی به دلیل رشد اقتصادی کشور به ۲۳۱/۳۴۴ میلیون کیلوات ساعت در سال ۱۳۹۸ رسیده است و انتظار می رود در سال ۱۴۱۴ میزان کل تقاضای برق این شهرک صنعتی به ۱۹۰/۷۰۸ میلیون کیلو وات ساعت کاهش یابد و دلیل کاهش، شدت مصرف انرژی در نتیجه رشد طبیعی فناوری و حساسیت به مصرف برق بدلیل افزایش قیمت و آگاهی فعالان صنعتی می‌باشد.

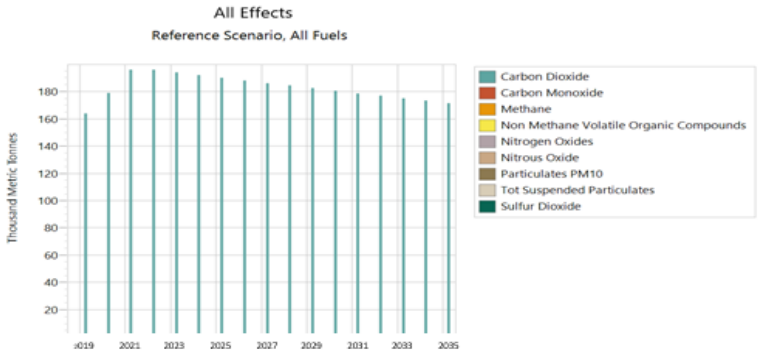
سناریوی کل انتشارات آلاینده ها

انتشارات ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی در شهرک صنعتی لیا به دو صورت آلایندگی محلی و انتشار ناشی ازگازهای گلخانه‌ای خود را نشان داد که هر دو این انتشارات خسارات محلی و جهانی بر جای خواهد گذاشت.

سناریوی کل انتشارات آلودگی

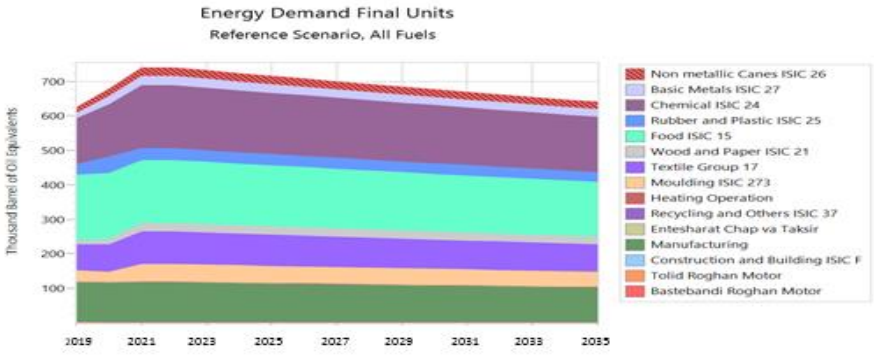
بررسی نتایج مدل نشان می‌دهد که کل انتشارات آلودگی ناشی از فعالیت این شهرک صنعتی در سال ۱۳۹۶ بالغ بر ۱۶۴/۲۵۷ هزار تن در سال بود که این میزان در سال ۱۳۹۸ به ۱۹۶/۶۹۰ هزار تن رسیده و انتظار می رود همانند شکل ۵ میزان روند انتشارات در سال‌های مختلف تغییرات اندکی داشته و به مقدار ۱۷۲/۰۷۸ هزار تن در سال ۱۴۱۴ برسد. گازهای گلخانه ای عمده ناشی از احتراق سوخت شامل دی اکسید کربن (CO_2)، متان (CH_4) و نیتروس اکسید (N_2O) می‌باشد. اثر مستقیم GHG تله گذاری برای خروج تشعشعات حرارتی از جو زمین می‌باشد و اثر غیرمستقیم آنها دگردیسی یا اثرگذاری بر تشکیل یا تخریب سایر گازهای گلخانه ای و طولانی شدن عمر این گازها در اتمسفر است.. بررسی نتایج مدل نشان می‌دهد که میزان کل انتشار گازهای گلخانه‌ای (با توجه به سهم بالای گاز

دی اکسیدکربن در احتراق سوخت) از حدود ۱۶۴ هزارتن معادل دی اکسیدکربن در سال ۱۳۹۶ به ۱۷۲ هزار تن در سال ۱۴۱۴ خواهد رسید.



شکل۵- روند انتشار آلاینده‌های زیست محیطی ناشی از احتراق سوخت در شهرک صنعتی لیا در سناریوی مرجع

Figure 5. Emission of environmental pollutants due to fuel combustion in Lea Industrial Park in the reference scenario



شکل۶- روند تغییرات هزینه غیرمستقیم انتشار گازهای آلاینده ناشی از احتراق سوخت در شهرک صنعتی لیا در سناریوی مرجع

Figure 6. The trend of changes in the indirect cost of emissions from fuel combustion in Lea Industrial Park in the reference scenario

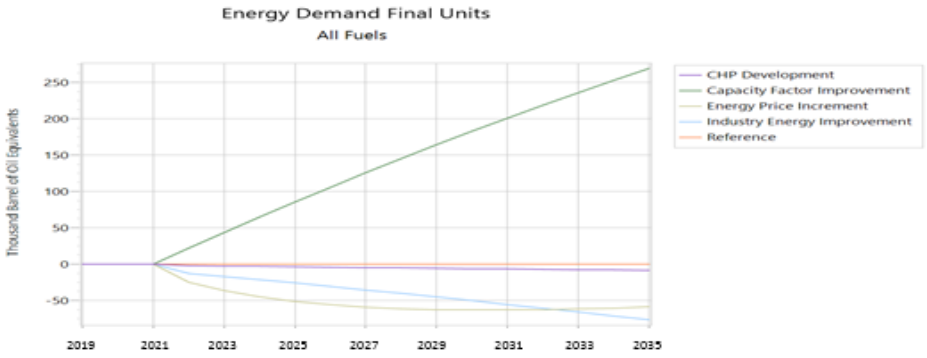
همچنین هزینه انتشار گازهای آلاینده اعم از آلاینده‌های محلی و گلخانه‌ای در سال ۱۳۹۶ بالغ بر ۲۰۰۷/۶ هزار دلار بود که این مقدار با افزایش محسوسی به ۲۴۰۳/۹ هزار دلار در سال ۱۳۹۸ رسید و انتظار می رود که در سال ۱۴۱۴ به بیش از ۲۱۰۳/۳ هزار دلار بالغ شود.

توصیف سناریوها و اجرای مدل در سناریوها

با بررسی‌های انجام گرفته چهار راهکار محتمل برای بهبود وضعیت مصرف انرژی و انتشار آلایندگی بر اساس مجموع شرایط سیستم انرژی کشور، شهرک صنعتی لیا و احتمال بالای سخت‌گیری‌ها نسبت به مصرف حامل‌های انرژی(شدت مصرف انرژی) و انتشارات زیست محیطی انتخاب گردید که این راهکارها در قالب سناریوهای مختلف در محیط مدل Leap مدل سازی شد. نکته قابل توجه آن که مدل ، طوری طراحی شد که امکان تغییرات پارامترها بر مبنای مستندات وجود داشته باشد و بررسی های نشان داد که اعداد کلیدی در نظر گرفته شده در این پژوهش مناسب انتخاب شده ونزدیک به واقعیت بود..

استخراج نتایج در سناریوهای مختلف

تحلیل تقاضای انرژی بررسی نتایج حاصل از اجرای مدل در سناریوهای مختلف نشان می‌دهد که کل تقاضای انرژی در سناریوهای مختلف نسبت به سناریوی مرجع روند متفاوتی را طی خواهد نمود که بیانگر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی و یا مصرف بیشتر حامل‌های انرژی خواهد بود. انتظار می‌رود بیشترین میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی با اجرای راهکارهای غیر قیمتی حاصل شود که جزئیات روندها در شکل ۷ نمایش داده شده است و همچنین با بهبود فضای اقتصادی کشور و افزایش نرخ تولید صنایع به ۷۰ درصد، انتظار می‌رود میزان مصرف انرژی در شهرک صنعتی لیا نسبت به روند خط مبنا با افزایش قابل توجهی همراه باشد.

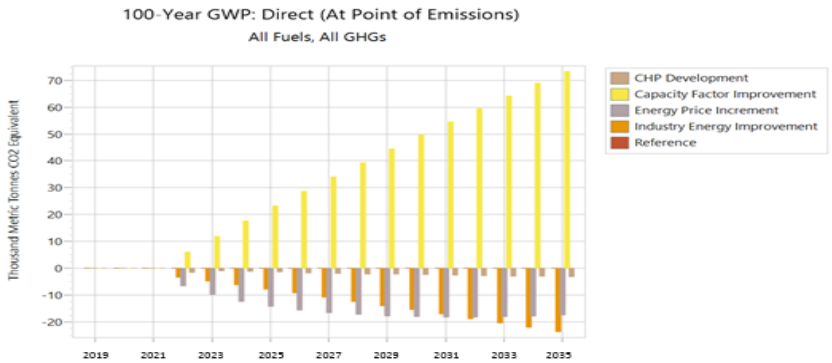


شکل ۷- روند تغییرات تقاضای کل حامل‌های انرژی در شهرک صنعتی لیا نسبت به سناریوی مرجع

Figure 7. The trend of changes in the total demand of energy carriers in Lea Industrial Park compared to the reference scenario

روند تغییرات انتشارات زیست محیطی وهزینه های غیرمستقیم در سناریوهای مختلف

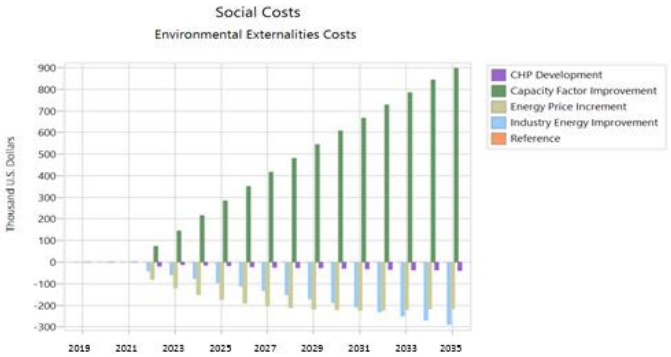
در سناریوهای مختلف روندهای مختلفی برای مصرف انرژی و به تبع آن انتشار آلاینده‌های زیست محیطی ناشی از احتراق سوخت متصور است، به طوری که بیشترین کاهش انتشار آلایندگی در سناریوی بهینه سازی مصرف انرژی به میزان ۲۳/۷ هزار تن معادل دی‌اکسیدکربن در سال افق مدل‌سازی به دست آمد و بیشترین افزایش نیز در همان سال به میزان ۷۳/۴ هزار تن در سناریو بهبود نرخ تولیدات صنعتی پیش آمد. جزئیات بیشتر در شکل ۸ نمایش داده شده است.



شکل ۸- روند انتشارات زیست محیطی در سناریوهای مختلف نسبت به سناریوی مرجع (هزار تن در سال)

Figure 8. Trend of environmental emissions in different scenarios compared to the reference scenario (Thousand tons per year)

بررسی نتایج مدل منعکس شده در شکل ۹ نشان می‌دهد که هزینه‌های غیر مستقیم زیست محیطی در هرکدام از سناریوها به تفکیک حداکثر به میزان ۸۹۸/۴ هزار دلار نسبت به سناریوی مرجع افزایش یافته و در سناریوی اجرای راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی نسبت به سناریوی مرجع به میزان ۲۹۰/۱ هزار دلار در سال کاهش می‌یابد.

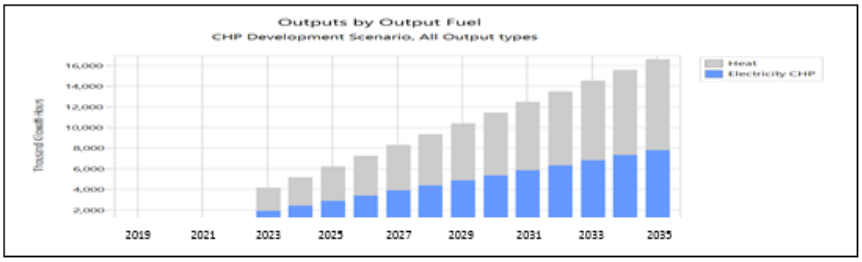


شکل ۹- روند هزینه های غیر مستقیم زیست محیطی ناشی از احتراق سوخت در سناریوهای مختلف نسبت به سناریوی مرجع

Figure 9. Trend of indirect environmental costs due to fuel combustion in different scenarios compared to the reference scenario

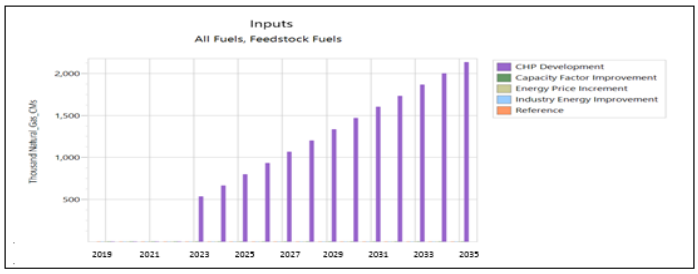
تحلیل وضعیت CHP

بررسی نتایج مدل نشان داد که روند تولید برق و حرارت CHP در این سناریو همانند شکل ۱۰ بوده و ظرفیت موردنیاز نصب نیز از ۱۰ مگاوات در سال ۲۰۱۹ تا ۴۰ مگاوات در سال انتهای مدل افزایش یافته و تغییرات تولید سالانه برق و حرارت سیستم CHP در سناریوی مربوطه در منعکس شده است. همچنین نتایج حاصل از اجرای مدل در سناریوی CHP نشان داد که تقاضای گاز طبیعی موردنیاز برای بهره برداری CHP به حدود ۲ میلیون مترمکعب در سال ۱۴۱۴ رسید که روند آن در شکل ۱۱ آورده شده است.



شکل۱۰- روند تولید برق و حرارت سیستم CHP در سناریوی مربوطه

Figure 10. Electricity and heat generation process of CHP system in the relevant scenario

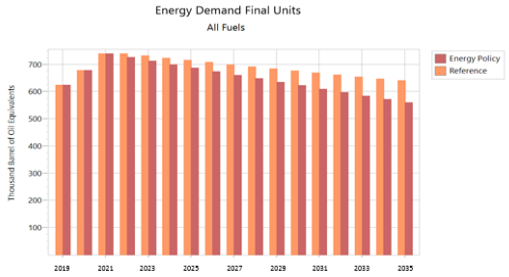


شکل۱۱- روند تقاضای گاز طبیعی در سناریوی CHP جهت تولید برق و حرارت

Figure 11. Natural gas demand trend in the CHP scenario to generate electricity and heat

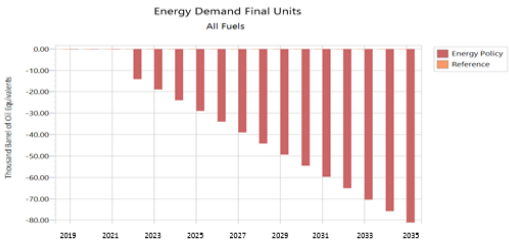
نتایج و بحث

به منظور جمع بندی نتایج مدل، یک سناریوی مادر در نظر گرفته شد که این سناریوی مادر از تلفیق سناریوهای محتمل قبلی تشکیل شد. البته با توجه به این که سناریوی افزایش نرخ ظرفیت تولید یک سناریوی غیر مرتبط با انرژی می‌باشد، و احتمال وقوع آن در قیاس با سایر سناریوها کمتر است، سناریوی مادر از تلفیق سه سناریوی باقی مانده تشکیل شد و در نهایت سناریوی مادر با نام Energy Policy شناسانده - شد.



شکل۱۲- قیاس روند تقاضای انرژی در سناریوی مرجع و سناریوی بهینه سازی مصرف انرژی

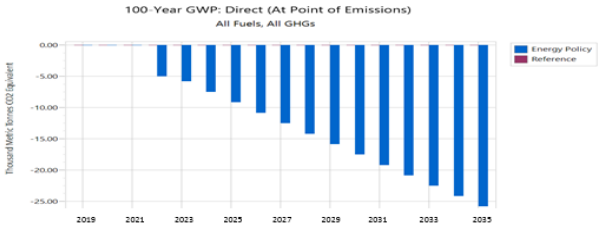
Figure 12 . Comparison of energy demand trends in the reference scenario and energy consumption optimization scenario



شکل۱۳- میزان صرفه انرژی در سناریوی سیاستگذاری انرژی (سناریوی مادر)

Figure 13. Energy saving rate in energy policy scenario (mother scenario)

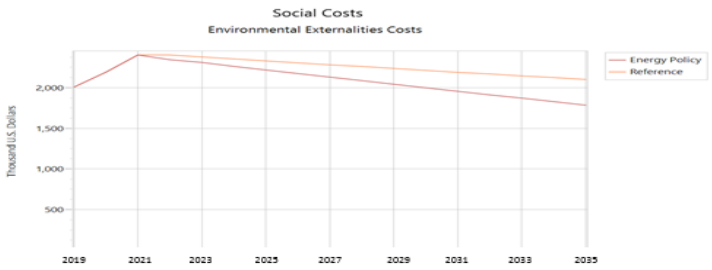
روند تغییرات شدت مصرف انرژی در دو سناریوی و قیاس آنها در شکل‌های ۱۲، ۱۳ و ۱۴ نمایش داده شده است.نتایج مدل نشان می‌دهد که میزان انتشار کل گازهای گلخانه‌ای در سناریوی سیاست گذاری انرژی۱۴۶/۳ هزار تن در سال ۱۴۱۴ (۲۰۳۵) خواهد رسید که نسبت به وضعیت سال ۱۳۹۶ که ۱۹۶/۷ هزار تن می باشد، کاهش ۲۵/۶ درصدی را خواهد داشت. روند صرفه جویی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در سناریوی سیاست گذاری انرژی نسبت به سناریوی مرجع در شکل ۱۴ نشان داده شده است.



شکل۱۴-روند کاهش انتشار گازهای گلخانه ای در سناریوی سیاستگذاری انرژی

Figure 14 .The trend of reducing greenhouse gas emissions in the energy policy scenario

همچنین روند انتشار هزینه های زیست محیطی (Externality Cost) در سناریوی سیاست گذاری انرژی در قیاس با سناریوی مرجع همانند شکل ۱۵خواهد بود که بیانگر کاهش ۲۵ درصدی هزینه ها افق مدل سازی نسبت به وضعیت موجود خواهد بود.



شکل ۱۵- قیاس هزینه های Externality Cost در دوسناریوی مرجع و سیاست گذاری انرژی

Figure 15 . Comparison of Externality Costs in the reference scenario and energy policy

بنابراین شهرک صنعتی لیا می‌تواند به مثابه مدلی در کشور در جهت تبدیل شدن به یک شهرک نمونه صنعتی با اجرای برخی از راهکارهای کاهش مصرف انرژی و انتشارات زیست محیطی تبدیل شود.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش با شناخت فرآیند تولید در بخش صنعت و بررسی عوامل خارجی و همچنین شناسایی روش‌های کاهش میزان مصرف انرژی در صنعت، اطلاعات مورد نیاز برای تعیین پتانسیل بهره‌وری انرژی (شدت انرژی) در صنایع مستقر در شهرک صنعتی لیا محاسبه و به صورت یک متغیر برون زا وارد نرم افزار Leap گردید.

مطالعات آژانس بین‌المللی انرژی نشان می‌دهد که آینده انرژی جهان متعلق به گاز طبیعی است. اغلب صاحب‌نظران مسائل انرژی بر این باروند که بهره‌گیری افزون‌تر از گاز طبیعی از ملزومات توسعه پایدار محسوب شده و این فرآورده به عنوان سوخت منتخب قرن حاضر شناخته می‌شود. کشور ایران با در اختیار داشتن ذخایر عظیم گاز طبیعی (۲۶/۳ تریلیون مترمکعب برابر با ۱۸ درصد ذخایر کل جهان) یکی از غنی‌ترین کشورهای جهان در این زمینه به شمار می‌آید. از نظر ذخایر گاز طبیعی، ایران پس از روسیه در مقام دوم جهان قرار دارد و در بین کشورهای عضو اوپک رتبه نخست را دارا می‌باشد. سیاست انرژی کشور در بخش گاز طبیعی بر اصول کلی زیر استوار شده است:

۱-بهره‌گیری بیشتر از منابع گاز طبیعی و افزایش سهم گاز در سبد مصرفی حامل‌های انرژی از طریق جایگزینی گاز طبیعی با فرآورده‌های نفتی.

۲- ارتقای جایگاه ایران در بازارهای بین‌المللی و صادرات گاز طبیعی.

با ازدیاد سهم گاز در سبد انرژی مصرفی کشور، در مصرف نفت‌خام و فرآورده‌های نفتی صرفه‌جویی صورت می‌گیرد. به علاوه به دلیل پاک بودن گاز طبیعی نسبت به سایر حامل‌های

فسیلی اثرات گلخانه‌ای نیز کاهش یافته و تأثیر زیست محیطی مطلوبی به دنبال خواهد داشت. با برنامه‌ریزی‌های انجام شده قرار است کشور ایران تولید گاز خود را از ۵۰۰ میلیون متر مکعب در روز به بیش از ۷۰۰ میلیون متر مکعب در روز تا سال ۲۰۱۰ برساند که این رقم تولیدی قادراست انجام طرح‌های جایگزینی گاز با فرآورده‌های نفتی در داخل کشور و ارتقای جایگاه صادرات ایران در بازارهای بین‌المللی گاز طبیعی را فراهم نماید.

با بررسی نتایج سناریوی پایه و سناریوی کاهش انتشار پیشنهاد می‌شود که جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه ای در صنایع شهرک صنعتی لیا، ابتدا تقاضای حامل‌های انرژی در سناریوی مبنا در یک افق بلند مدت (۲۰-۱۰ سال) با توجه به سیاست‌های توسعه کشور برآورد شود و چرخه تولید حامل‌های انرژی در جهت برآورد این تقاضا نیز توسعه داده شود. سپس در سناریوی کاهش انتشار در چرخه تقاضا با استفاده از طرح‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی و جایگزینی سوخت‌های سنگین با گازطبیعی، استفاده از تجهیزات با راندمان بالاتر، تقاضای حامل‌های انرژی را بهینه نمود. همچنین می‌توان با توسعه یک سناریویی دیگر در چرخه عرضه با کاهش تلفات حامل‌های انرژی و انرژی حاصل از آنها و استفاده بیشتر از منابع تجدیدپذیر در تولید نیرو نظیر انرژی خورشیدی، زمین گرمایی و انرژی امواج و هیدروژن، میزان استحصال از منابع اولیه انرژی نظیر نفت و گاز و زغال سنگ و به پیامد آن آلاینده‌های انتشاری را کاهش داد. همچنین پیشنهاد می‌شود که برای بررسی دقیق و تعیین میزان انتشار دی اکسیدکربن و گازهای گلخانه‌ای در صنایع، اثر فعالیت‌های مختلف بر کاهش مصرف تک‌تک حامل‌های انرژی تعیین گردد.

References

1. Sadeghi, 1994, Greenhouse gases, Study of emission factors and limiting technologies, Office of Environmental Research. (In Persian)
2. Abdoli, 1997. Estimation of greenhouse gas emissions in Iran. The First National Energy Conference of Iran (Strategic Energy Issues) Tehran, pp. 41-55. (In Persian)
3. Taqdisian,. Minapur. 2003. Climate change, what we need to know. Tehran: Publications of the Environmental Research Center of the Environmental Protection Organization, National Water Plan Office. (In Persian)
4. Danesh,. 2003. An Analysis of Greenhouse Gas Emissions from Different Subdivisions of the Country, Environmental Research Center of the Environmental Protection Organization. (In Persian)
5. Turkmani et al., 2005. Policy-making of energy resources in the industrial sector with environmental standards, Office of National Climate Change Plan, Environmental Protection Organization. (In Persian)
6. Rahimi Nastaran 2002. Investigating the trend of greenhouse gas emissions in the domestic-commercial, agricultural and transportation sectors. Department of Environment Planning Office of the Deputy Minister of Energy of the Ministry of Energy, Science and Technology of the Environment, pp. 63-78. (In Persian)
7. Sadeghi 2003. Energy resources policy in the industrial sector with environmental standards, Sharif University of Technology. (In Persian)
8. Iran Energy Productivity Organization (SABA). 2005. Investigating the needs of technology transfer in order to deal with the effects of climate change. Ministry of Energy - Deputy Minister of Energy. (In Persian)
9. Environmental Protection Agency. 2000. Set of Iranian Environmental Protection Laws and Regulations, Text of the Kyoto Protocol to the United

Nations Framework Convention on Climate Change, Legal Office and Parliamentary Affairs. (In Persian)

10. Environmental Protection Agency in cooperation with the United Nations Development Program. 2003. First National Climate Change Report, published by the Environmental Protection Agency. (In Persian)
11. International Energy Study Institute. 2004. Forecast of the country's energy demand by segments of energy carriers, Ministry of Oil. (In Persian)
12. Ebrahimi 2008. Methods to reduce emissions of non-energy group of industrial processes, Environmental Protection Organization. (In Persian)
13. Shakeri et al. Journal of Iran Energy Economics Research Year 8, Issue 2, Winter 1397 Pages 1-4 Simulation of Iran Energy Balance Sheet for Year 1 and Designing Demands for Demand and Supply Management Using LEAP Modeling. (In Persian)
14. Eshraghi, Hadi, Maleki, Abbas and Vakili, Ali (1, (Simulation of demand and supply of energy carriers up to year 3 in Iran using LEAP modeler, energy planning and policy research, first year, number 3, pp. 113-136. (In Persian)
15. Moradi, Mohammad, Ahmadi, Somayeh and Amidpour, Majid (2017, Development of energy demand model at the national level using LEAP modeler, Energy Planning and Policy Research, First Year, No. 3, pp. 5-82. (In Persian)
16. Wang, Y., Gu, A., Zhang, A., (2010). Recent development of energy supply and demand in China, and energy sector prospects through 2030. Energy Policy.
17. Yophy, H., Jeffrey, B.Y., Chieh-Yu, P., (2010). The long-term forecast of Taiwan’s energy supply and demand: LEAP model application. Energy Policy.
18. Zamani, M., (2007). Energy consumption and economic activities in Iran. Energy Economics, 29, 1135–1140
19. Wang, K. 2007. Scenario analysis on CO2 emissions reduction potential in Chinas iron and steel industry. Energy Policy.No:35. pp. 2320-2335