مقاله پژوهشی

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و پنجم، شماره شش، شهریورماه ۱۴۰۲ (۱۴۶-۱۳۵)

برنامه ریزی بلند مدت انرژی در شهرک های صنعتی جهت استقرار پروژه های CHP (مطالعه موردی شهرک صنعتی لیا)

محمد سعید محمدی [۱]

سید مصطفی خضری [۲*]

khezri_m@srbiau.ac.ir

علیرضا وفایی نژاد [۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۸/۲۳ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۲۴**

چکیده

زمینه و هدف: ارتقای استانداردهای زندگی در جوامع در حال توسعه، در دهه‌های اخیر باعث افزایش تقاضای حامل‌های انرژی (گاز و برق) در جهت دسترسی به امکانات و رفاه بیشتر را به دنبال داشته است. این مطالعه با هدف برنامه ریزی بلند مدت انرژی در شهرک های صنعتی جهت استقرار پروژه هایCHP، کاهش مصرف انرژی، استفاده از گرمای حاصل از مصرف انرژی در قسمتهای مختلف تولید و تاثیر سیاست‌های مختلف به منظور کاهش دی اکسید کربن انجام گرفته است

روش بررسی: در راستای اجرای مطالعه، ابتدا مقادیر ورودی سوختهای مختلف در صنایع بررسی و عوامل موثر در مصرف و نیاز حرارت در صنایع بر اساس سناریو مرجع شناسائی، پس از آن برنامه های صنایع و سیاست‌های دولت جهت کاهش مصرف سوخت و استفاده از حرارت تولید شده مورد بررسی قرار گرفته درراستای این هدف، میزان سوخت مصرفی در یک سناریوی پایه[۴](BAU) در صنایع موجود در شهرک صنعتی لیا (استان قزوین) در طی سال‌های ۱۳۹۶ الی ۱۳۹۹ مورد بررسی قرار گرفت.

یافته ها: تولیدات فعلی و آینده در صنایع کشور و بررسی مصرف انرژی و ایجاد حرارت قابل مصرف در هنگام استفاده از سوخت در صنایع کشور توسط مدل LEAP[۵] در سناریوی پایه تعیین گردید. سپس روشهای جایگزین صرفه‌جوئی انرژی و استفاده از حرارت تولید شده وبهره گیری از فناوری های CHP [۶] برای یک دوره ۱۵ ساله مورد بررسی قرار گرفته که در ۱۵ سال آینده، استفاده از سیستم های CHP جایگزین سیستم های گرمایشی قدیمی شده و به گونه ای انجام شد که در سال ۱۴۱۴ حدود ۳۰ درصد برق و حرارت مصرفی،

---

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

۲ - استاد 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.

4- Combined Heat And Power

5- Business as Usual

6- Lang – Rang Energy Alternatives Planning System

توسط CHP تامین می شود. با توجه به جایگزینی سیستم هایCHP، میزان مصرف گاز طبیعی در بخش صنعت ۳ درصد افزایش می یابد و نرخ نفت خام و فرآورده های نفتی مصرفی کاهش خواهد یافت.

بحث و نتیجه گیری: نتیجه شبیه سازی در بهره برداری از سناریو استفاده از منابع سیستم CHP برای۱۵ سال آینده (۱۴۱۴)، توسط نرم افزار LEAP نشان می دهد که کل حامل های انرژی اولیه در شهرک صنعتی لیا به حالت مرجع خواهد رسید و در سال ۱۴۱۴ با کاهش حدودا ۳۰ درصدی داخلی مصرف برق از شبکه برق عمومی و تولید آن توسط سیستم های CHPخواهد بود.

واژه های کلیدی: انتشار گازهای گلخانه‌ای، دی‌اکسید کربن، سوخت های فسیلی، صنایع کشور، فناوری های CHP، مدل LEAP.

J. Env. Sci. Tech., Vol 25, No. 6, September 2023

Long-term energy planning in industrial towns for the establishment of CHP projects (Lia industrial town case study)

Mohammad Saeed Mohammadi[1]
Seyyed Mustafa Khazri [2 *]
khezri_m@srbiau.ac.ir
Alireza Vafainejad[3]

Admission Date: June 14, 2023 Date Received: November 14, 2022

Abstract

Background and Objective: In recent decades, the improvement of living standards in developing societies has led to an increase in the demand of energy carriers (gas and electricity) in order to access more facilities and welfare. This study has been carried out with the aim of long-term energy planning in industrial cities for the establishment of CHP[4] projects, reducing energy consumption, using the heat resulting from energy consumption in different parts of production and the effect of different policies to reduce carbon dioxide.

Material and Methodology: In line with the implementation of the study, firstly, the input values of different fuels in the industries and the effective factors in the consumption and heat demand in the industries were investigated based on the reference scenario, then the plans of the industries and government policies to reduce fuel consumption and the use of production heat. In line with this goal, the amount of fuel consumed in a base scenario (BAU)[5] in the existing industries in Leya industrial town (Qazvin province) was investigated during the years 2016 to 2019.

Findings: The current and future productions in the country's industries and the investigation of energy consumption and usable heat generation during the use of fuel in the country's industries were determined by the LEAP[6] model in the base scenario. Then, the alternative methods of energy saving and the use of produced heat and the use of CHP technologies have been investigated for a period of 15 years. In 1414, about 30% of electricity and heat consumption is provided by CHP. Due to the replacement of CHP systems, the consumption of natural gas in the industrial sector will increase by 3% and the price of crude oil and petroleum products will decrease.

Discussion and conclusion: The result of the simulation in the exploitation of the CHP system resource usage scenario for the next 15 years (1414), by LEAP software, shows that all the primary energy carriers in Lea Industrial City will reach the reference state and in the year 1414 with a reduction of about 30% in domestic electricity consumption from the public electricity network and its production by CHP systems

Keywords: greenhouse gas emissions, carbon dioxide, fossil fuels, country's industries, CHP technologies, LEAP model.

1- PhD student, Department of Environmental Management, Science and Research Unit, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2- Professor of Environmental Engineering Department, Science and Research Unit, Islamic Azad University, Tehran, Iran. *(*Corresponding Authors*)
3- Faculty of Civil Engineering, Water and Environment, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
4- Combined Heat and Power
5- Business as Usual
6- Lang – Rang Energy Alternatives Planning System

مقدمه

تحقیقات زیست محیطی که در شهرکهای صنعتی در کشور صورت گرفته است، اکثرا مربوط به آلاینده های موجود در شهرکها بر اثر فعالیت واحدهای صنعتی مستقر در آن صورت گرفته است. در خصوص تولید حرارت و انرژی برق از مصرف انرژی و نوع و میزان انرژی در واحدهای صنعتی در شهرک های صنعتی تحقیقات خاصی در کشور صورت نگرفته است و مطالعات انجام شده در سایر کشورها در مورد برنامه ریزی بلند مدت انرژی در شهرک های صنعتی جهت استقرار پروژه-های CHP تدوین نشده است .

باتوجه به محوریت انرژی درتوسعه اقتصادی کشورها، سیاست گذاری فناوریهای حوزه انرژی ضروری است. گام اول برای سیاست گذاری فناوری, تبیین موانع و مسایل موجود در مسیر توسعه و به دنبال آن ارایه سیاست های مناسب در جهت رفع این موانع میباشد.

بزرگترین خلا مطالعاتی در زمینه مطالعه فوق، فراوانی و ارزان بودن انرژی در کشور میباشد که باعث شده مسئولان صنایع به دنبال استفاده بهینه از انرژی نباشند و صرفا مصرف کننده بوده و اتلاف انرژی وجود داشته باشد

در بخش انرژی و استراتژی مربوط به کاهش مصرف و بهینه سازی مصرف بر اساس مدل های مختلف مطالعات زیادی انجام شده است که در ذیل به تعدادی از این مطالعات اشاره می شود.

علیرضا اعتماد و همکاران در سال ۱۴۰۰ تحقیقی انجام داده اند و در این مطالعه، امکان سنجی پیاده سازی سیستم chpدر شهر تهران ازنظر مصرف انرژی و توجیه پذیری اقتصادی مورد برر سی قرارگرفته است .نتایج مصرف انرژی، هزینه و دوره برگشت سرمایه برای این پروژه برای شهر تهران بررسی شده و به منظور ارزیابی تاثیر تعرفه های انرژ ی بر توجیه پذیری اقتصادی، سیستم پیشنهادی بر روی همان محل مورد مطالعه در شر ایط آب و هوایی و تعرفه های انرژی شهر لس انجلس در ایالت کالیفرنیای آمریکا مدل سازی شد. نتایج نشان می دهد که در هر دو سناریو، به کارگیری سیستم پیشنهادی منجر به کاهش قابل توجه انرژی مبدا می گردد که این کاهش برای تهران۳۶/۸۷ درصد و برای لس آنجلس ۴۰/۲۸درصد است(۱)

*سادات*ی و همکاران در سال ۱۳۹۹پژوهشی انجام دادند که, پس از بهینه سازی ظرفیت تجهیزات سیستم CHP با روش سه معیاره سود سالیانه نسبی، به بررسی آلاینده های تولیدی CO2, CH4, CO, NOx و SOx پرداخته شده است. طراحی سیستم با فرض قابلیت عملکرد در نقاط خارج از طراحی و امکان فروش الکتریسیته به شبکه انجام گرفته است. عملکرد سیستم در دو شرایط واقعی (تحت تاثیر شرایط محیطی دما و فشار) و ایده آل و نیز برای دو سناریوی تولید آلاینده ها در محل مصرف (حالت محلی Local) و کل آلاینده‌های تولیدی (حالت سراسری، Global) ارزیابی شده است. فرآیند بهینه سازی, یک موتور احتراق داخلی با ظرفیت نامی kW2440 را به عنوان محرک اولیه، برای مطالعه موردی هتل، پیشنهاد می دهد که علی رغم کاهش عمده آلاینده های تولیدی CO2, CO, NOx و SOx در حالت سراسری، باعث افزایش ۹۲/۵، ۰/۷۹ و ۸۴/۱ درصدی آلاینده های CH4, CO و NOx نسبت به *سیستم سنتی*، در محل مصرف می شود. از طرفی، عملکرد اقتصادی واحد تولید توان سیستم با تغییر در شرایط محیطی، نشان دهنده آن است که اگر شرایط واقعی محیطی در بازدهی موتورگاز سوز در نظر گرفته نشود، درآمدهای محاسبه شده سیستم اطمینان لازم را نخواهد داشت(۲و۳).

قائدی و همکاران در سال۱۴۰۰مطالعه ای صورت دادند که یکی از روش‌های استفاده از نیروگاه‌های ترکیبی حرارت و برق (CHP) است که به طور همزمان می‌توانند توان الکتریکی و حرارتی تولید کنند. با توجه به استفاده گسترده از واحدهای CHPدر سیستم قدرت، جنبه های مختلف سیستم قدرت مانند بهره برداری ممکن است تحت تاثیر قرار گیرد که باید مورد مطالعه قرار گیرد. در این مقاله، بررسی عملکرد سیستم قدرت یکپارچه با نیروگاه های CHP انجام شده است. برای این منظور از روش PJM که شاخص‌های مبتنی بر قابلیت اطمینان مانند ریسک تعهد واحد را در نظر می‌گیرد، در مدل پیشنهادی، هم خرابی اجزای تشکیل‌شده و هم مشارکت واحدهای CHP در تولید برق حرارتی در نظر گرفته شده است(۴و۵)

یوان هانگ دی و همکاران در سال ۲۰۱۸ بیان کرد، انتقال حرارت (HT) یک محدودیت عمده در تجزیه و تحلیل سیستم حرارتی است. با این حال، هنگام بحث در مورد استفاده از انعطاف‌پذیری ارائه شده توسط بخش گرمایش، به عنوان مثال استفاده از ذخیره‌سازی انرژی حرارتی (TES) برای افزایش انعطاف‌پذیری عملیاتی حرارت و توان ترکیبی(CHP) ، فرآیند HT اغلب نادیده گرفته می‌شود. این ممکن است به معنای غیرممکن بودن برنامه های حاصل باشد. در پاسخ به این، این مقاله یک مدل کلی TES را پیشنهاد می‌کند که تجزیه و تحلیل دقیق HT را در نظر می‌گیرد. با تنظیم پارامترهای مربوطه، می توان از این مدل برای توصیف فرآیند HT برای هر دو دستگاه گرمای محسوس (SH) و گرمای نهان (LH) TESاستفاده کرد(۶ و ۷)

روش بررسی

محل مورد مطالعه و دلایل انتخاب

استان قزوین از توانائیهای قابل ملاحظه ای دربخش صنعت برخوردار است استان به لحاظ داشتن امکانات بالقوه وبالفعل از نظرزمین، نیروی انسانی، آب، خطوط ارتباطی مناسب و نزدیکی به تهران، مورد توجه سرمایه گزاران بخش صنعت می-باشد.

بیش از سه هزار واحد صنعتی و ۱۳ شهرک صنعتی دراستان قزوین استقرار یافته که گویای وجود مزیت نسبی آن است و همین امر باعث انتخاب شهرک صنعتی لیا در کیلومتر ۱۳ جاده قزوین - بوئین زهرا با دارا بودن بیش از ۳۰۰ واحد صنعتی جهت تحقیق از سال ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۹ شده است که نتایج مطالعه قابل تعمیم به شهرک های صنعتی مشابه می گردد.

استان قزوین به لحاظ واقع شدن درمسیرراههای بین المللی ایران واروپا، دارای شبکه ارتباطی قوی ترانزیت کالا درکشوراست.

استان قزوین به دلیل قرارگرفتن درمسیرارتباطات شمال، جنوب وغرب کشور، خطوط سراسری انتقال فرآورده های نفت وگاز از محدوده استان عبور می کند و درزمینه تولید برق، این استان ازمزیتهای قابل توجهی برخورداراست. وجود نیروگاه ۲۰۰۰ مگاواتی شهید رجایی سبب شده است که استان از نظرتولید برق نیزجایگاه مهمی داشته باشد.

موارد کاربرد تولید مشترک برق و حرارت

واحدهای صنعتی غالباً بطور پیوسته کار کرده و در آنها نیازهای برقی و حرارتی همزمان وجود داشته است . صنایعی دارای سیستم های تولید همزمان برق و حرارت مشخصاً مصرف کننده بالای انرژی هستند، مثل صنایع غذایی، صنایع دارو سازی، صنایع کاغذ و مقوا، پالایشگاه و پتروشیمی، صنایع نساجی، صنایع فولاد، صنعت شیشه، صنعت سرامیک (۸و۹)

معمولاً انرژی مصرفی کارخانجات و مراکز تولیدی از منابع داخلی تأمین می شود در شرایطی که نیاز گرمایشی تمام واحدها در محل تولید می گردد،

مزایای استفاده از سیستمCHP

۱- کاهش هزینه مصرفی سوخت

۲- کاهش سوخت مصرفی

۳- کاهش آلودگی های ناشی از گازهای گلخانه ای

ایران دارای تنوع گسترده ای از حامل های انرژی است، فرم-هایی که بیشتر مورد استفاده قرار می گیرند، شامل نفت، گاز طبیعی، گازئیل و انرژی برق میباشد و در این مقاله، برنامه‌های انرژی شهرک صنعتی لیا، پیش بینی نرخ مصرف انرژی برای بخش های مختلف بر اساس مستندات دوایر دولتی همچون اداره برق استان قزوین توسط مدل سازی توسط نرم افزار LEAP صورت پذیرفته که ابتدا مدل سیستم انرژی تهیه شده، تامین و میزان انرژی مورد نیاز شهرک برای ۱۵ سال آینده با توجه به سناریوی مرجع محاسبه می شود. سپس با در نظر گرفتن سناریوی استفاده از حرارت ترکیبی و سیستم های تولید انرژی (CHP) در سمت تقاضا، تجزیه و تحلیل می شود

نرم افزار لیپ و مدل سازی سیستم

نرم افزار LEAP نرم افزار موفقی برای پلان های با استفاده از روش نزولی در مدل سازی انرژی طولانی مدت است .اولین نسخه این نرم افزار در سال ۱۹۸۰ توسط پاول راسکین ساخته شد. LEAP ابزار مناسبی برای ارزیابی یکپارچه سیاست های

انرژی، بخش انرژی میباشد. این نرم افزار بر اساس سناریو ی مرجع با ارزیابی اثرات توسعه و استفاده از گرما و بررسی بخش انرژی و کارایی سیستم CHP در کاهش مصرف سوخت و افزایش راندمان حرارت میپردازد و اطلاعات تجزیه و تحلیل کاهش هزینه های مصرف سوخت جهت کاربران با استفاده از عواملی مانند افزایش فناوری، محدود کردن فعالیت های انرژی در بخش های اقتصادی و اهداف کاهش مصرف سوخت و افزایش استفاده از حرارت تولید شده در صنعت را محاسبه و نتایج ارائه می گردد(۱۰ و ۱۱).

در این مقاله به بررسی استفاده از سیستم های تولید همزمان قدرت و حرارت در تعدادی از صنایع پرمصرف منتخب با درنظرگرفتن رویکرد های مختلف پرداخته شده است. در این بررسی به پارامترهای مختلفی از جمله نوع سوخت مصرفی پرداخته شده است. نهایتا پس از تعیین ظرفیت سیستم تولید همزمان برای کارخانه های منتخب، با استفاده از نرم افزار Leap به بررسی شاخص های مهم در صنعت با هدف ارایه مدلی جهت تشریح فرآیند توسعه فناوری بر پایه نظام نوآوری فناورانه رسیده است. قلمرو زمانی تحقیق نیز از سال ۱۳۹۶ انجام شد تا سال ۱۳۹۹ است و قلمرو مکانی تحقیق شهرک صنعتی لیا در کیلومتر ۱۳ جاده قزوین – بوئین زهرا با بیش از ۳۰۰ واحد صنعتی فعال است. نمونه آماری ۳۶ واحد صنعتی کانی غیرفلزی، فلزی، غذایی، ریخته گری و عملیات حرارتی مستقر در شهرک صنعتی لیا بوده که در مرحله اول بر اساس مدل مفهومی تحقیق، مسایل نوآوری تولید همزمان برق و حرارت از طریق کاوش میدانی استخراج شده و سپس شدت هر یک از آن ها با روش مدل سازی معادلات ساختاری مورد آزمون قرار گرفت. نتایج تحقیق حاضر تاثیر چشم اندازی را بر نظام نوآوری فناوری مورد مطالعه نشان میدهد.

در این پژوهش پارامترهای اصلی تحلیل مدل برای مدل سازی انرژی شهرک صنعتی لیا در سال مرجع (۱۳۹۶) برنامه ریزی شده است و پس از شناسایی ۳۶ واحد صنعتی کانی غیرفلزی، فلزی، غذایی، ریخته گری و عملیات حرارتی که دارای تعداد ۲۷۵۲ نفر نیرو، ۶۱/۶۱ ٪ نرخ تولید مبنا، ۶۳/۳۱ ٪ نرخ تولید واقعی،۵۷۲۸۹۸۴ کیلو وات ساعت برتن مصرف برق و ۲۰۶۵۴۱۷ متر مکعب برتن شدت مصرف گاز، از نرم افزار leap جهت برنامه ریزی در خصوص کاهش میزان مصرف سوخت، استفاده از تکنولوژی CHP در جهت مصرف بهینه انرژی در زمینه تامین حرارت مورد نیاز استفاده گردیده است.

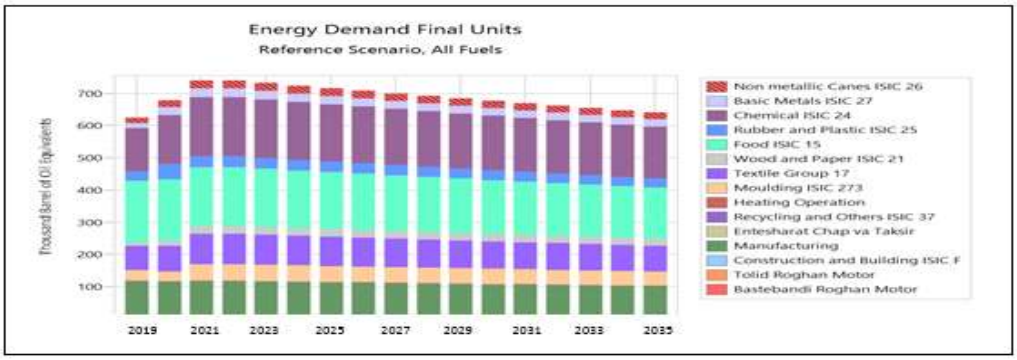
نتیجه شبیه سازی در بهره برداری از سناریو استفاده از منابع سیستم CHP در مقایسه با سناریو مرجع برای ۱۵ سال آینده (۲۰۳۵)، توسط نرم افزار LEAP نشان می دهد که کل حامل های انرژی با کاهش ۳۰ درصدی داخلی، مصرف برق از شبکه برق عمومی کاهش مییابد و نرخ حامل های انرژی مانند گاز طبیعی، نفت با تولید انرژی به میزان قابل توجهی کاهش خواهند یافت. تنظیمات اصلی مدل انرژی شهرک صنعتی لیا دارای ابعاد زیر می باشد:

- سال مبنای مدل: ۱۳۹۶ (۲۰۱۷)
- سال ابتدای شبیه سازی:۱۳۹۸ (۲۰۱۹)
- افق مدل سازی:۱۴۱۴ (۲۰۳۵)
- روش مدل سازی: تحلیل سطح فعالیت
- تعداد حامل های انرژی اصلی: برق، گاز طبیعی، نفت گاز و نفت کوره
- مدل ساخته شده یک مدل انرژی- حرارتی است.

یافته ها

تحلیل مصارف حامل های انرژی

بررسی های اولیه نشان می دهد که هیچگونه برنامه توسعه ای روشنی برای افزایش ظرفیت صنایع و یا توسعه صنایع جدید در این شهرک صنعتی وجود ندارد و در آینده برنامه های مختلفی برای کاهش مصرف انرژی و استفاده از حرارت تولید شده در دستور کار قرار نداشته و صنایع دواطلبانه به جهت کاهش هزینه های انرژی تلاش خود را برای کاهش شدت مصرف انرژی ادامه می دهند که در آینده، کاهش شدت مصرف انرژی(به کندی) نسبت به وضعیت موجود تداوم خواهد شد.



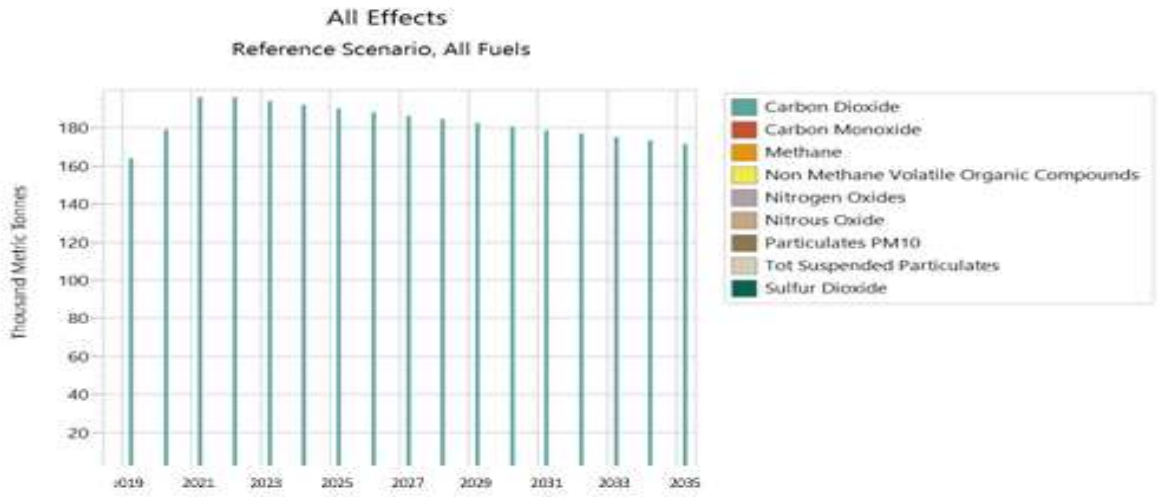
شکل۱- روند تقاضای انرژی در شهرک صنعتی لیا

Figure1. trend of energy demand in Leya industrial town

همانطورکه شکل نشان می دهد، میانگین رشد کل تقاضای انرژی این شهرک صنعتی سالانه حدود ۰/۱۶ درصد می باشد. همچنین از نظر سهم صنایع در کل مصرف انرژی در سال ۱۳۹۸ صنایع غذایی با سهم ۲۴/۷۰درصد در رده اول و تولیدات صنعتی نیز با سهم ۱۵/۶۹ درصد در رده های بعدی قراردارند. 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

تحلیل انتشارات زیست محیطی

انتشارات ناشی از مصرف سوخت های فسیلی در شهرک صنعتی لیا به دو صورت آلایندگی محلی و انتشار گازهای گلخانه ای خود را نشان می دهد که هردو این انتشارات خسارات محلی و جهانی بر جای میگذارند که کل انتشارات زیست محیطی ناشی از فعالیت این شهرک صنعتی در سال ۱۳۹۶ بالغ بر ۱۶۴/۲۵۷ هزار تن در سال بوده و این میزان در سال ۱۳۹۹ به ۱۹۶/۶۹۰هزار تن رسیده و انتظار می رود تغییرات اندکی داشته و به مقدار ۱۷۲/۰۷۸ هزار تن در سال ۱۴۱۴ برسد که در شکل ۲ و جدول ۱ نشان داده شده است



شکل۲- روند انتشار آلاینده های زیست محیطی ناشی از احتراق سوخت در شهرک صنعتی لیا در سناریوی مرجع

Figure 2. the emission trend of environmental pollutants caused by fuel combustion in Leya industrial town in the reference scenario

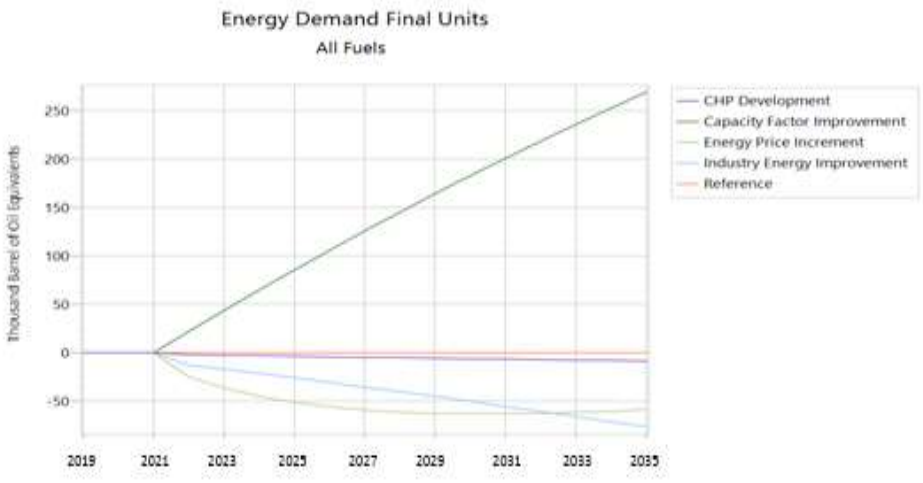
جدول۱ - روند انتشار آلاینده های زیست محیطی ناشی از احتراق سوخت در شهرک صنعتی لیا در سناریوی مرجع (هزار تن در سال)

Table 1. The emission trend of environmental pollutants caused by fuel combustion in Leya industrial town in the reference scenario (thousand tons per year)

آثار زیست محیطی	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰	۲۰۲۵	۲۰۳۰	۲۰۳۵
دی اکسید کربن	۱۶۳/۷۰۳	۱۷۸/۹۸۰	۱۹۶/۰۲۷	۱۹۶/۰۵۲	۱۸۸/۱۴۰	۱۷۸/۷۰۳	۱۷۱/۴۹۸
مونواکسید کربن	۰/۰۸۵	۰/۰۹۳	۰/۱۰۲	۰/۱۰۲	۰/۰۹۸	۰/۰۹۳	۰/۰۹۰
متان	۰/۰۱۴	۰/۰۱۶	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۵
ترکیبات هیدروکربور غیر از متان	۰/۰۱۴	۰/۰۱۵	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۶	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵
اکسیدهای نیترون (ناکس)	۰/۴۳۷	۰/۴۷۸	۰/۵۲۴	۰/۵۲۳	۰/۵۰۲	۰/۴۷۷	۰/۴۵۸
اکسید نیتروس	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
اکسید های گوگرد (ساکس)	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
جمع(هزار تن در سال)	۱۶۴/۲۵۷	۱۷۹/۵۸۶	۱۹۶/۶۹۰	۱۹۶/۷۱۵	۱۸۸/۷۷۷	۱۷۹/۳۰۷	۱۷۲/۰۷۸

روند تغییرات تقاضای کل حامل های انـرژی در شـهرک صنعتی لیا

بررسی نتایج حاصل از اجرای مدل در سناریوی مرجع نشان می‌دهد که کل تقاضای انرژی در سناریو مورد نظر نسیت به سناریوی مرجع، روند متفاوتی را طی خواهد نمود که بیانگر میزان صرفه جویی مصرف انرژی و کاهش بیشتر مصرف حامل های انرژی(گاز و برق) خواهد بود و انتظار می رود بیشترین میزان صرفه جویی مصرف انرژی با اجرای راهکار های غیر-قیمتی حاصل شود. همچنین با بهبود فضای اقتصادی کشور و افزایش نرخ تولید صنایع به ۷۰ درصد، انتظار می رود میزان مصرف انرژی در شهرک صنعتی لیا نسبت به روند خط مبنا با افزایش قابل توجهی همراه باشد که در شکل۳ و جدول۲ نمایش داده شده است



شکل ۳ - روند تغییرات تقاضای کل حامل های انرژی در شهرک صنعتی لیا

Figure 3. The trend of changes in the total demand of energy carriers in Leya industrial town

جدول۲- روند تغییرات تقاضای کل حامل های انرژی در شهرک صنعتی لیا(هزار بشکه معادل نفت خام در سال)

Table 2. trend of changes in the total demand of energy carriers in Leya industrial town (thousand barrels of crude oil equivalent per year)

سناریو (راهکار)	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰	۲۰۲۵	۲۰۳۰	۲۰۳۵
توسعه و بهره برداری از فناوری CHP	-	-	-	TBCO -۱/۷۴۷	TBCO -۳/۹۲۳	TBCO -۶/۳۹۷	TBCO -۸/۱۸۰
سناریوی مرجع	-	-	-	TBCO ۲۲/۱۱۳	TBCO ۱۰۶/۱۶۸	TBCO ۲۰۱/۱۳۴	TBCO ۲۶۹/۶۰۳
جمع	-	-	-	TBCO ۲۰/۳۶۶	TBCO ۱۰۲/۲۴۵	TBCO ۱۹۴/۷۳۷	TBCO ۲۶۱/۴۲۳

تحلیل وضعیت CHP

همانطورکه قبلاً گفته شد، فناوری CHP به دلیل مجموع راندمان بالای تولید همزمان حرارت و برق می تواند در مصرف انرزی صنایع منتخب اثرگذار باشد، لیکن باید گفته شود که این فناوری زمانی قابل نصب و بهره برداری است که اولاً امکان بهره برداری از حرارت مستمر آن جهت فرآیندهای صنعتی و یا تولید سرمایش از طریق چیلر جذبی وجود داشته باشد، ثانیاً حرارت موردنیاز صنایع، دما بالا نباشد. بنابراین در تعدادی معدودی از صنایع همانند صنایع غذایی و شیمیایی و کاغذ امکان بهره برداری از این صنعت وجود دارد. از طرف دیگر تنها در سناریوی CHP می توان انتظار داشت که تجهیزات CHP تولید و مصرف انرژی داشته باشند.

بررسی نتایج مدل نشان می دهد که روند تولید برق و حرارت CHP در این سناریوی همانند شکل ۳ بوده و ظرفیت موردنیاز نصب نیز از ۱۰ مگاوات در سال ۲۰۱۸ تا ۴۰ مگاوات در سال انتهای مدل افزایش خواهد یافت. همچنین تغییرات تولید سالانه برق و حرارت سیستم CHP در سناریوی مربوطه در جدول منعکس شده است.

نتایج

سناریوی مرجع بر اساس ساختار انرژی در ۱۳۹۶ (سال مرجع برنامه ریزی)، روند مصرف و ساختار تبدیل انرژی در نظر گرفته شده است که در سناریوی مرجع، بخش تبدیل، مدل‌سازی شده است و ساختار موجود، که در آن داده های تخمینی مصرف است به عنوان مقادیر ورودی وارد می شود.

نتیجه به دست آمده با استفاده از نرم افزار LEAP برای ۱۵ سال آینده، نشان می دهد که کل انرژی مصرفی در شهرک صنعتی لیا از ۷۴/۲۱۴ میلیون مترمکعب در سال ۱۳۹۶ به ۷۷/۸۸۹میلیون مترمکعب در سال ۱۴۱۴ برسد .بنابراین با توجه به روند رو به رشد مصرف انرژی آن مشاهده می شود که با افزایش مصرف انرژی تقریباً ۳ میلیون متر مکعب خواهد بود.

با توجه به تقاضای رو به رشد انرژی، کل مقدار حامل های انرژی اولیه در بخش های تامین کننده انرژی شهرک صنعتی لیا برای سال های ۱۳۹۶ و ۱۴۱۴قابل مشاهده است

پس از افزایش قابل توجه هزینه سوخت از سال ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۹، اهمیت جایگزینی سوخت ها، افزایش انرژی بهره وری و کاهش آلودگی های زیست محیطی، گرایش به سمت استفاده از فناوری های جدید به طور قابل توجهی افزایش یافته است .

بر خلاف تکنیک های موجود، تولید همزمان دو شکل معمولی انرژی، یعنی برق و گرما، با استفاده از منبع اولیه انرژی، یعنی از بازیافت تلفات حرارتی حاصل می شود.

حرکت به سمت خصوصی سازی و غیر متمرکز و تولید مستقل برق و گرما، جلوگیری از تلفات انتقال برق و افزایش راندمان تبدیل انرژی، مصرف سوخت را کاهش داده است.

در این سناریو، فرض بر این است که در ۱۵ سال آینده، استفاده از سیستم های CHP جایگزین سیستم های گرمایشی قدیمی شده و به گونه ای انجام شد که در سال ۱۴۱۴ حدود ۳۰ درصد برق و حرارت مصرفی، توسط CHP تامین می شود.

با توجه به جایگزینی سیستم هایCHP ، میزان مصرف گاز

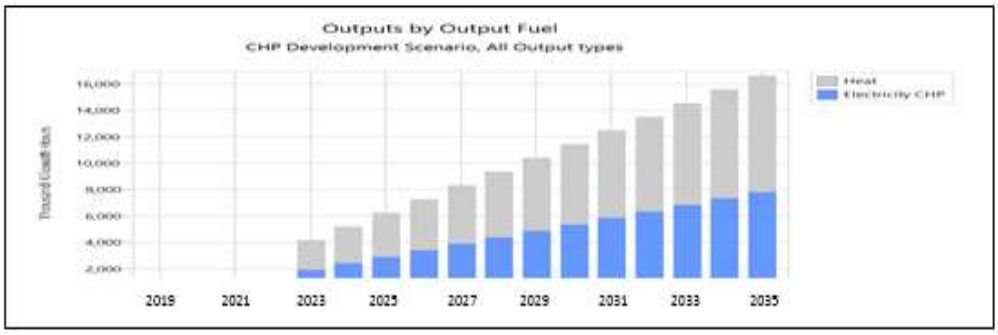
طبیعی در بخش صنعت ۳ درصد افزایش می یابد و نرخ نفت خام و فرآورده های نفتی مصرفی کاهش خواهد یافت

نتیجه شبیه سازی در بهره برداری از سناریو استفاده از منابع سیستم CHP برای ۲۰ سال آینده (۱۴۱۴)، توسط نرم افزار LEAPنشان می دهد که کل حامل های انرژی اولیه در شهرک صنعتی لیا به حالت مرجع خواهد رسید و با سناریوی بهره برداری از سیستم CHP در سال ۱۴۱۴ با کاهش حدودا ۳۰ درصدی داخلی مصرف برق از شبکه برق عمومی و تولید آن توسط سیستم هایCHP خواهد بود و میزان انرژی حرارتی تا سال ۱۴۱۴ با افزایش ۵ هزار کیلو وات ساعت و برق به ۴ هزار کیلو وات ساعت خواهد رسید. با سیستم های CHP در بخش داخلی. کل نرخ های حامل های اصلی انرژی در سال ۱۴۱۴ برای دو سناریو، به ترتیب سناریوهای مرجع و بهره برداری از تولید CHP منابع به طور جداگانه در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول۲-روند تولید برق و حرارت سیستم CHP در سناریوی مربوطه (هزار کیلووات ساعت)

Table 2. electricity and heat generation trend of CHP system in the relevant scenario (thousand kilowatt hours)

انرژی تولیدی	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹	۱۴۰۴	۱۴۰۹	۱۴۱۴
حرارت	-	-	-	-	۳۸۴۵/۹۷۱	۶۵۹۳/۰۹۴	۸۷۹۰/۷۹۱
برق	-	-	-	-	۳۴۳۳/۹۰۳	۵۸۸۶/۶۹۱	۷۸۴۸/۹۲۱
جمع	-	-	-	-	۷۲۷۹/۸۷۴	۱۲۴۷۹/۷۸۴	۱۶۶۳۹/۷۱۲



شکل۳-روند تولید برق و حرارت سیستم CHP در سناریوی مربوطه

Figure 3. CHP system electricity and heat production process in the relevant scenario

همچنین نتایج حاصل از اجرای مدل در سناریوی CHP نشان می دهد که تقاضای گاز طبیعی موردنیاز برای بهره برداری CHP به حدود ۲ میلیون مترمکعب در سال ۱۴۱۴ خواهد رسید که روند آن در شکل ۴ آورده شده است.

نتیجه گیری

اثرات اقتصادی و اجتماعی و کاهش اثرات گازهای گلخانه ای در حالی که با اجرای مناسب سیاست ها و مدیریت منابع و تقاضای انرژی با هدف جلوگیری از تلفات انرژی در امور عرضه و تقاضا و بازیافت انرژی می تواند مقابله با بحران انرژی در لیا باشد، تغییر در فرایند تولید و استفاده از تکنولوژی جدید و دستگاه های مدرن تولیدی باعث کاهش میزان گازهای گلخانه ای و تاثیرات آن بر محیط زیست میباشد. در این تحقیق سناریوی استفاده از سیستم CHP توسط نرم افزار LEAP و اشکال مختلف انرژی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت، هدف تحقیق، برنامه ریزی بلند مدت انرژی در شهرک های صنعتی جهت استقرار پروژه هایCHP، کاهش مصرف انرژی، استفاده از گرمای حاصل از مصرف انرژی در قسمتهای مختلف تولید و تاثیر سیاست‌های مختلف به منظور کاهش دی اکسید کربن

انجام گرفته و شبیه سازی ها استفاده از منابع CHP برای تامین انرژی و حرارت را نشان می دهد. حدودا۳۰درصد مصرف انرژی در بخش های صنعت می تواند کاهش یابد که این میتواند نشان دهنده تأثیرات مناسب سناریوی توسعه و بهره برداری از فناوری CHP در لیا باشد.

نتایج نهایی نشان دهندۀ کاهش قابل توجـه تلفات در شبکه و ایجاد درآمد قابل توجه از بازیافت حـرارت پـس از نصب واحدهای تولید همزمان در شبکه است. اسـتفاده از واحدهای تولید همزمان، موجـب کـاهش هزینـۀ انـرژی میشود

با توجه به مدیریت استراتژیک این تحقیق و مطالعات صورت گرفته موارد ذیل به عنوان راهکار و پیشنهاد ارائه میگردد:

- ممیزی انرژی برای تحقیق در زمینه مصرف انرژی به وسیله فرآیندهای ویژه و ماشین آلات و ایجاد نگرش درونی به عملیات

-ارزیابی اقتصادی بعنوان یک ابراز ضروری برای اعمال مدیریت انرژی

- استفاده از روش‌های بهینه‌سازی و کاهش میزان مصرف انرژی با بکارگیری مدل های جدید

- تشویق و ترویج استفاده از مکانیسم CHP و استفاده از حرارت و تولید انرژی و کسب در آمد طرحهای بهینه سازی

References

1. Etemad, A. Abdalisousan, M. Aliehyaei, Design and Feasibility Analysis of a HVAC System Based on CCHP, Solar Heating and Ice Thermal Storage for Residential Buildings, Modares Mechanical Engineering, Modares Mechanical Engineering. 2022; 22(02):81-92.
2. Seyed Soroush Sadatifar, Sina Ahmadi, Mohammad Mostafi Ghafooryan and Hamid Niazmand - Estimation of pollution and economic savings of the simultaneous production of heating and cooling electricity system (CCHP) in Ideal and real conditions of the local and international smoke station.
3. 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)
4. Environmental Protection Organization, Collection of Laws and Regulations of Environmental Protection of Iran, Text of Kyoto Protocol on United Nations Framework Convention on Climate Change, Legal Office and Parliament Affairs.
5. Energy Efficiency Organization of Iran (Saba), "Evaluation of the needs of technology transfer in order to deal with the effects of climate change", Ministry of Energy - Deputy Energy.
6. Yuanhang Dai, Student Member, IEEE, Lei Chen, Member, IEEE, Yong Min, Pierluigi Mancarella, Senior Member, IEEE, Qun Chen, Member, IEEE, Junhong Hao, Kang Hu and Fei Xu- A General Model for Thermal Energy Storage in Combined Heat and Power Dispatch Considering Heat Transfer Constraints.
7. Ahadi, Mohammad Sadegh, Mohammad Soltanieh, Jalaluddin Shaygan, and Saeed Rezaradpour, 2014, Policymaking of energy resources in the industrial sector with environmental standards, National Climate Change Plan Office, Environmental Protection Organization.
8. Eshraghi, Hadi, Maleki, Abbas and Vakili, Ali (2013), simulation of demand and supply of planning researches, LEAP of energy carriers until 2035 in Iran using modeler. 113-

and energy policy making, first year, number 3, pp. 136.

9. International Energy Study Institute, 2013, forecasting the country's energy demand by separating the consuming sectors of energy carriers, Ministry of Petroleum.
10. International Atomic Energy Agency (IAEA), 2001, GHGs Mitigation Analysis Using ENPEP, Argonne National Laboratory, Austria pp1-23.
11. Davodpour, Hamid & Ahadi, M.S., 2006, The potential for greenhouse gases mitigation in household sector of Iran, Energy Policy, No. 34, pp. 40-49.
12. Institute of International Energy Studies, 2013, forecasting the country's energy demand by dividing the consumer sectors of energy carriers, Ministry of Oil.