

DOI: [10.29252/ARIDBIOM.2023.20690.1960](https://doi.org/10.29252/ARIDBIOM.2023.20690.1960)

بررسی ارتباط بین عناصر آب‌وهوایی و مصرف گاز خانگی در استان فارس تحت تأثیر تغییرات اقلیمی (مقاله پژوهشی)

- ۱- رحمان زندی*، دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.
rzandi@geo.ui.ac.ir
- ۲- مختار کرمی، استادیار آب‌وهواشناسی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
- ۳- یعقوب زنگنه، دانشیار برنامه‌ریزی شهری، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
- ۴- مریم خسرویان، محقق پسادکتری آب‌وهواشناسی شهری، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.

دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۰۹

پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۱۸

چکیده

افزایش روزافزون تقاضای انرژی در برابر کاهش منابع فراگیر انرژی به همراه پیامدهای گرمایش جهانی، اهمیت بررسی کمی تغییرات نیاز سرمایش، گرمایش کشور را در دهه‌های گذشته و آینده ضروری می‌سازد. هدف از پژوهش حاضر بررسی میزان گاز مصرفی در استان فارس و ارتباط آن با دمای هوا است. جهت نیل به این هدف، نخست داده‌های دمایی مربوط به دوره (۹۶-۱۳۸۷) از سایت داده irimo.ir استخراج و با اخذ داده‌های مصرفی گاز از اداره گاز منطقه‌ای استان فارس، همبستگی بین این دو عامل گرفته شد. در ادامه با استفاده از داده‌های دمایی آینده از ECMWRF و معادلات رگرسیون حاصله از همبستگی‌های به دست آمده بین میزان دما و مصرف گاز طی سال‌های گذشته (۹۶-۱۳۹۱) در مراحل قبلی، میزان مصرف گاز برای دوره‌های ۲۰۳۰-۲۰۱۰، ۲۰۶۰-۲۰۳۰ و ۲۰۹۱-۲۱۰۰، محاسبه و با گاز مصرفی در گذشته مورد مقایسه قرار گرفت. بنابر نتایج به دست آمده میانگین گاز مصرفی در دوره مشاهداتی بیشتر بوده و طی دوره آینده تحت هر دو سناریو A و B، که شاهد افزایش دما هستیم، مصرف گاز نیز کاهش پیدا کرده است. در ادامه شاخص CPI برای دوره گذشته و همچنین سه دوره یاد شده تحت هر دو سناریو B و A، محاسبه گردید. میانگین نمایه بیکر در سه دوره مورد مطالعه، در سناریو A به ترتیب ۱۹/۹۷، ۲۱/۰۸ و ۲۳/۳۴ و تحت سناریو B ۱۹/۶۱، ۲۰/۶۲ و ۲۱/۳۳ واحد در مقایسه با دوره دیدبانی کاهش یافته که نشان‌دهنده تمایل به سوی شرایط نامطلوب زیست اقلیمی در استان فارس است. نهایتاً با استفاده از مدل ارتفاعی رقومی (DEM) استان فارس و معادله رگرسیون گاز مصرفی در زمان گذشته، ارتباط بین ارتفاع و مصرف گاز در فصول مختلف به دست آمد. بنابر نتایج به دست آمده، بین دما و ارتفاع در همه فصول ارتباط مستقیم وجود داشته و بیشترین میزان مصرف گاز در ارتفاعات استان و مکان‌هایی که میانگین دمایی پایین‌تری در طول سال دارند، ثبت شده است.

واژگان کلیدی: عناصر آب‌وهوایی، مصرف گاز، استان فارس، تغییرات اقلیمی.

مقدمه

دلایل روزافزون مصرف انرژی در ساختمان‌ها شامل تغییر اقلیم، گرمایش جهانی و افزایش روزافزون نیاز برق، افزایش جمعیت و گسترش سکونتگاه‌ها، رشد استفاده از وسایل گرمایشی و سرمایشی خانگی، تغییرات در صنعت، مصرف زیاد ساختمان‌های موجود و فقدان نظارت دولتی است [۱۸]. ساختمان‌های بخش مسکونی از اصلی‌ترین بخش‌های مصرف‌کننده انرژی است. مانند بسیاری از

امروزه تأثیرات جانبی تغییر اقلیم اکثر جنبه‌های زندگی انسان را تحت تأثیر خود قرار داده است؛ به طوری که گاهی مطالعه تأثیرات مختلف تغییر اقلیم مهم‌تر از شناسایی و مطالعه خود بحث تغییر اقلیم است. با افزایش رفاه، نیاز به مصرف انرژی در حال افزایش است و این در حالی است که منابع انرژی محدود است [۱۳]. ساختمان‌ها ۴۵ درصد انرژی مصرفی دنیا را مصرف می‌کنند [۱۹].

اقلیمی در استان خراسان رضوی را تحت سناریوهای تغییر اقلیم شبیه‌سازی کردند [۱، ۹]. جهت انجام این پژوهش با به کارگیری داده‌های دیدبانی‌شده دما و تنیدی باد در ده ایستگاه استان خراسان رضوی، نمایه مذکور برای دوره ۲۰۰۹-۱۹۷۰ محاسبه و تغییرات آن در دوره دیده‌بانی بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که علی‌رغم این که نمایه زیست اقلیمی بیکر در آینده به سمت مقادیر نامساعد گرم تغییر خواهند کرد [۱۲].

حاجی‌حسینی بغدادآبادی (۱۳۹۹) با استفاده از روش رگرسیونی توبیت به بررسی اثر تغییرات آب‌وهوایی بر مصرف گاز خانگی پرداختند، نتایج مبنی بر اثر معنی‌دار تغییرات آب‌وهوایی بر مصرف گاز طبیعی در ایران بوده است [۶].

شاهی پیرجل و همکاران، امکان کاهش مصرف گاز مصرفی طبیعی و تأثیر آن بر دمای گازهای خروجی در کوره‌های آند ذوب مس خاتون‌آباد را بررسی کردند. از نتایج چنین استنباط شد که احیا به روش مخلوط گاز طبیعی و هوا می‌تواند منجر به کاهش میزان گاز مصرفی و دمای گازهای خروجی آند و در آخر، کاهش هزینه‌های تولید گردد [۱۶].

باعقیده و همکاران، نیازهای سرمایشی و گرمایشی استان خراسان رضوی را در بازه زمانی ۲۰۱۳ تا ۱۹۹۳ بررسی کردند. نتایج نشان داد که نیاز گرمایشی در ایستگاه‌های گناباد، مشهد، سرخس و سبزوار دارای روند کاهشی معنی‌دار هستند و نیاز سرمایشی در ایستگاه‌های گل‌مکان، گناباد، کاشمر، مشهد، سرخس، سبزوار و تربت‌جام دارای روند افزایشی معنادار می‌باشند [۲].

ذوالفقاری و همکاران (۱۳۹۶) نیازهای سرمایشی و گرمایشی در شمال غرب ایران را طی دوره آماری ۲۰ ساله از سال ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۳ با استفاده از روش‌های آماری، ابزارهای مشاهداتی نقشه و نمودار، بررسی و توزیع مکانی و فضایی این مقادیر را تحلیل کردند. نتایج نشان داد که شرایط یکسانی از نظر نیازهای سرمایشی و گرمایشی در منطقه مورد مطالعه حاکم نیست، به طوری که نتیجه پهنه‌بندی، وجود ۱۱ طبقه متفاوت اقلیمی از دیدگاه نیازهای گرمایشی و سرمایشی را نشان می‌دهد [۲۲].

کشورها در ایران نیز بخش مسکونی سهم بسزائی در مصرف انرژی دارد و تحقیق در این زمینه یکی از نیازهای روز جامعه است. مصرف انرژی وابستگی شدیدی با اقلیم منطقه دارد [۲۰]. انسان پیوسته در پی رسیدن به آسایش و رفاه بوده است. ارزیابی تأثیر شرایط آب‌وهوایی منطقه بر آسایش انسانی از مهم‌ترین دغدغه‌ها در مورد سلامتی، بیماری‌ها، تفریح، مهاجرت، و گردشگری، صنایع گرمایش-سرمایش، تهویه و معماری است. شاخص‌های ترکیبی اقلیمی بهتر از متغیر دما می‌توانند آستانه‌های نمایه اقلیمی انسان را تعیین کنند [۱۷].

یکی از جلوه‌های آسایش، آسایش آب‌وهوایی و سازگاری با شرایط جوی است. منظور از آسایش آب‌وهوایی مجموعه شرایطی است که از نظر گرمایی حداقل برای ۸۰ درصد افراد مناسب باشد و تحت آن شرایط سرما و گرما احساس نشود، بلکه شرایط دمایی خنثی احساس شود [۱۴].

انسان به‌طور میانگین گرمایی بین ۷۵ وات در هنگام خواب تا ۱۰۰۰ وات در هنگام کار سنگین تولید می‌کند. گرمای مازاد بدن انسان به روش‌های گوناگونی مانند تابش، همرفت، هدایت و تبخیر و تعرق به محیط انتقال می‌یابد تا انسان احساس آسایش نماید [۸].

آسایش حرارتی با تعادل حرارتی بدن انسان مرتبط است. تعادل حرارتی وابسته به مسائل زیستی، روانی و محیطی است که با چگونگی انتقال حرارت بین انسان و محیط، به‌عنوان مسأله پیچیده، وابستگی دارد و در ارتقای کیفی زندگی مؤثر است. تغییر اقلیم همگام با پدیده گرمایش جهانی می‌تواند آستانه‌های نمایه آسایش اقلیمی را تغییر داده و شرایط متفاوتی را برای زندگی انسان‌ها ایجاد کند که خود سطوح متفاوتی از مصرف انرژی را طلب خواهد کرد. ضمن این که با این تغییرات ترکیب انرژی‌های مصرفی نیز تغییرات قابل توجهی را تجربه خواهد کرد [۱۰].

پژوهش‌های متعددی در راستای بررسی اثر تغییر اقلیم بر نمایه‌های آسایشی، نیازهای گرمایشی و سرمایشی و ابعاد مختلف مصرف انرژی انجام گرفته است که برخی از آنها لزوماً بر تغییر شرایط بیوکلیمایی متمرکز بوده‌اند، از آن جمله باباییان و همکاران (۱۳۹۳) [۳]، نمایه آسایش

عمده‌ترین کاربرد این محاسبه در معماری ساختمان است. در واقع، میزان انرژی سوخت ذخیره شده و میزان کمتر مصرف برای فصول سرد سال ناشی از تغییرات اقلیم جهانی است.

سیملر و همکاران (۲۰۰۹) به واکاوی تغییرات اقلیمی روی تغییرات مصرف انرژی برای گرمایش و سرمایش در ایرلند در طی دوره آماری ۴۰ ساله پرداختند. نتایج به دست آمده از این واکاوی‌ها بیانگر این است که در جنوب این کشور در طی دوره آماری ۲۰۰۰-۱۹۸۱ در مقایسه با دوره ۱۹۸۰-۱۹۶۱ تقاضای انرژی برای گرمایش به میزان ناچیزی روند کاهشی داشته است [۱۵].

هدف از این پژوهش، بررسی رابطه بین عناصر آب‌وهوایی و مصرف گاز طبیعی در بخش خانگی در استان فارس بوده است.

مواد و روش‌ها

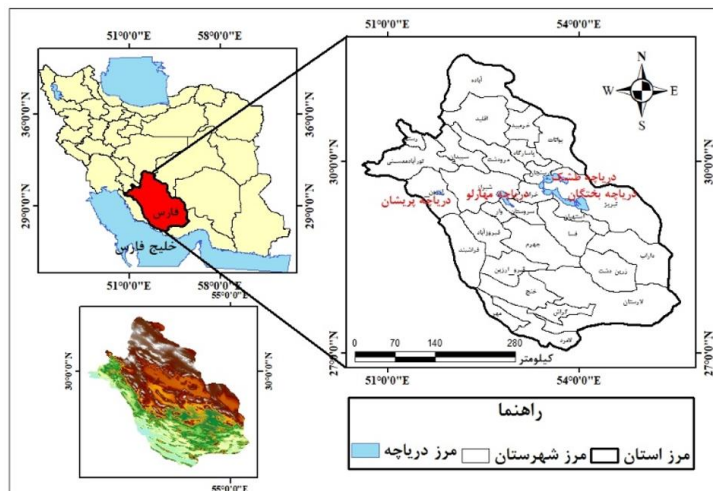
منطقه مورد مطالعه

استان فارس با مساحت ۱۲۲۶۰۸ کیلومتر مربع در نیمه جنوبی ایران و در مجاورت استان‌های کهگیلویه و بویراحمد، خوزستان و بوشهر قرار دارد. این استان از تنوع توپوگرافی قابل توجهی برخوردار بوده به گونه‌ای که پست‌ترین منطقه آن با ارتفاع ۱۴۰ متر در نواحی جنوبی استان (شهرستان لامرد) و بالاترین ارتفاع آن (۳۸۵۹ متر) در حوالی شهرستان اقلید واقع شده است (شکل ۱).

ذوالفقاری و همکاران (۱۳۸۸) اثر تغییر اقلیم بر درجه-روزهای گرمایشی و سرمایشی ایران را طی دوره آماری ۱۹۷۶-۲۰۰۵ را ارزیابی کردند. نتایج نشان داد بیشترین افزایش در مناطق پست سواحل جنوبی و به‌ویژه جنوب‌شرقی کشور و مناطق مرکزی و به صورت خفیف‌تر در سواحل جنوبی و به‌ویژه جنوب‌شرقی کشور و مناطق مرکزی و به صورت خفیف‌تر در سواحل شمال قابل انتظار است و در مقابل، وضعیت ثبات و کاهش اندک نیاز سرمایشی در ارتفاعات البرز و زاگرس و کاهش نیاز گرمایشی برای کشور در افق‌های یاد شده پیش‌بینی می‌شود. در مجموع، نتایج بیانگر افزایش نیاز سرمایشی (حداقل ۲۳ و حداکثر ۴۷ درصدی) و کاهش نیاز گرمایشی (حداقل ۹ و حداکثر ۱۷ درصدی) کشور در دو افق ۲۰۳۰-۲۰۲۰ و ۲۰۵۰-۲۰۴۰ در هر دو خط ۴/۵ و ۸/۵ است [۲۱].

آنچه از مرور پژوهش‌های فوق حاصل می‌شود این مطلب است که تغییر اقلیم در دهه‌های آینده تفاوت‌های معنی‌داری را در آستانه‌های نمایه‌های زیست‌اقلیمی ایجاد خواهد کرد؛ ضمن این که نیازهای گرمایش و سرمایش نیز تغییرات قابل توجهی را تجربه خواهد کرد. این دو فرآیند مطمئناً سطح مصرف انرژی را تغییر خواهد داد و این تغییر در ترکیب مصرف نوع انرژی نیز مشهود خواهد بود. بنابراین، برخی پژوهشگران این جنبه از اثرات تغییر اقلیم (مصرف انرژی) را مدنظر قرار داده‌اند.

چن و همکاران (۲۰۰۷) به واکاوی گرمایش جهانی و اثرات آن بر میزان انرژی مصرفی در چین پرداختند [۱۱].



شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه

جدول ۲- درجات قدرت سردکنندگی و آستانه‌های تحریک

بیوکلیمای انسانی بیکر

مقادیر CPI	شرایط محیطی	شرایط بیوکلیمای انسانی
۴-۰	داغ، گرم، شرجی و نامطبوع	فشار بیوکلیمایی
۹-۵	گرم، قابل تحمل	محدوده آسایش بیوکلیمایی
۱۹-۱۰	ملایم و مطبوع	محدوده آسایش بیوکلیمایی
۲۹-۲۰	خنک	تحریک ملایم
۳۹-۳۰	سرد و کمی تنش‌زا	تحریک متوسط تا شدید
۴۹-۴۰	خیلی سرد	به طور متوسط تنش‌زا
۵۹-۵۰	سرد نامطبوع	شدیداً تنش‌زا

وبگاه تغییر اقلیم کانادا (CCCSN)^۳

این وبگاه، منبع اخذ داده‌های تغییر اقلیم درجه حرارت، رطوبت نسبی و سرعت باد در این پژوهش بوده است که به معرفی بیشتر آن پرداخته می‌شود. در فوریه سال ۲۰۰۵ با پشتیبانی و حمایت از محیط‌زیست کانادا، توسط صندوق تغییرات آب‌وهوایی (CCAF)^۴ و دانشگاه رجینا راه‌اندازی شد. از ژانویه سال ۲۰۱۲ به طور کامل توسط محیط‌زیست کانادا از آن پشتیبانی شده‌است. CCCSN تأثیر تغییرات آب‌وهوایی و پژوهش‌های انطباقی و دیگر کشورهای شریک را از طریق ارائه سناریوهای GCM و دیگر ابزارها پشتیبانی می‌کند. علاوه بر این، پژوهش‌های انطباقی و اثرات آنها، دسترسی به تحقیقات موجود، دسترسی به ابزارهای تحقیقاتی جدید در آن توسعه یافته‌اند.

این وبگاه، محققان دانشگاهی و سایر ذی‌نفعان خارج از دانشگاه که نیاز به اطلاعات سناریوها برای تصمیم‌گیری دارند را پشتیبانی می‌کند. CCCSN متشکل از گروه‌های جداگانه با تخصص‌های تحقیقات مختلف از مناطق مختلف کانادا است. CCCSN کانادا جهت حفظ و پیشروی و تسهیلات سناریوها، تبدیل به یکی از منابع برتر برای کانادایی‌ها شده است و محققان بین‌المللی به دنبال

استان فارس جمعیتی حدود ۴۸۵۲۷۴ نفر در خود جای داده (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵) که سالانه به طور متوسط ۱۵۰۰ میلیون مترمکعب گاز طبیعی در بخش خانگی را مصرف می‌کند [۴].

داده و روش کار

در این پژوهش پارامترهای آب‌وهوایی دما و سرعت باد برای ۱۸ ایستگاه هواشناسی استان فارس از سازمان هواشناسی کشور در بازه زمانی (۹۶-۱۳۸۷) دریافت گردید که موقعیت ایستگاه‌ها در شکل ۱ آمده است. میزان مصرف گاز در سطح استان به تفکیک ماه برای دوره آماری (۹۶-۱۳۹۱) نیز از شرکت گاز منطقه‌ای استان فارس دریافت شد. از بین شاخص‌های زیست‌اقلیمی شاخص قدرت سردکنندگی محیط (CPI^۱) جهت ارزیابی دامنه تحریکات بیوکلیمای انسانی در محیط استفاده شد که معادله و آستانه‌های شاخص به صورت زیر است:

$$CPI = (0.26 + 0.34V + 0.632)36.5 - T \quad (۱)$$

که در آن، CPI = شاخص قدرت سردکنندگی بیکر^۲ (جدول ۲)؛ V = سرعت باد برحسب متر بر ثانیه؛ و T = میانگین دمای روزانه برحسب سانتیگراد است.

در بررسی روند پارامترهای آب‌وهوایی از روش من‌کندال و در مطالعه روابط از ضریب همبستگی پیرسون و رگرسیون خطی استفاده شده است. از آنجا که داده‌های گاز مصرفی ماهانه به تفکیک شهرستان در دسترس نبوده و برای کل پهنه استان ارائه شده است، لذا پارامترهای آب‌وهوایی نیز با استفاده از اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی، میانگین‌گیری و برای پهنه استان فارس مدنظر قرار گرفته است.

برای دسترسی به داده‌های پارامترهای آب‌وهوایی در دهه‌های آتی از برون‌داد مدل گردش عمومی جو HADcm^۲ تحت دو سناریوی انتشار A و B در پایگاه داده تغییر اقلیم کانادا استفاده شد.

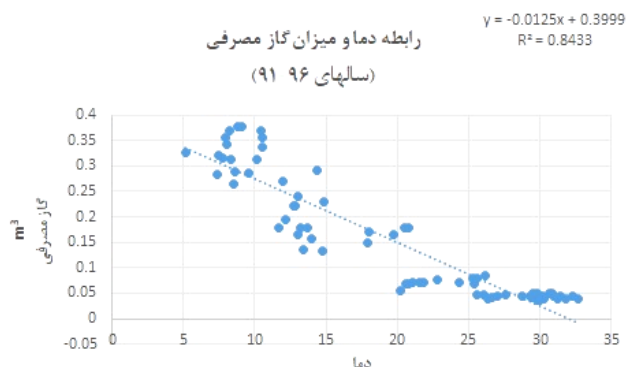
^۳- Canadian Climate Change Scenarios Network

^۴- Canadian Climate Adaptation Facility

^۱- Cooling Power Index

^۲- Backer

همبستگی معکوس قابل توجه ($R=0/84$) برخوردار است که از نظر آماری در سطح $\alpha=0/5$ معنی‌دار است. به این ترتیب مدل رگرسیون خطی معنی‌دار از نظر آماری در شکل ۲ ارائه گردید.



شکل ۲- مدل رگرسیون خطی سالانه (گاز مصرفی-دمای هوا)

در جدول ۳ میانگین دمای هوا و مصرف گاز خانگی به تفکیک فصول سال آمده است که بالاترین میانگین مصرف برای فصل پاییز ($0/58$) میلیون مترمکعب و کمترین آن برای سه ماهه تابستان ($0/04$) میلیون مترمکعب بوده است. بر اساس اطلاعات این جدول، مصرف دوره زمستان تقریباً نصف فصل پاییز بوده است که علت اصلی آن را می‌توان دمای پایین هوا با میانگین دمایی $10/65$ درجه سانتیگراد دانست. معادلات رگرسیونی و ضرایب تعیین (R^2) برای هر فصل و کل سال در جدول ۳ آمده است.

میزان مصرف گاز در گذشته و آینده

در این پژوهش، داده‌های گاز مصرفی سال‌های (۹۶-۱۳۹۱) در استان فارس تهیه و مورد پردازش قرار گرفت. بنابر نتایج به دست آمده، بیشترین میزان گاز مصرفی در ماه‌های آبان تا اسفند است. طی سال‌های مورد مطالعه (۹۶-۱۳۹۱)، در دی ماه و با میانگین مصرفی $3/5$ میلیون مترمکعب ثبت شده است (شکل‌های ۷ تا ۹).

در ادامه میزان گاز مصرفی به صورت فصلی نیز محاسبه شد. بیشترین میزان گاز مصرفی در فصل پاییز ($0/58$) و با میانگین دمایی $14/56$ درجه سانتیگراد و کمترین میانگین مصرفی در فصل تابستان $0/04$ میلیون مترمکعب و با میانگین دمایی $29/03$ درجه سانتیگراد می‌باشد (جدول ۳).

اطلاعاتی در مورد سناریوهای تغییر آب‌وهوا و اثرات و پژوهش‌های آنها هستند.

محتوای این شبکه شامل: (۱) سناریوهای تغییر اقلیم به دست آمده از GCM (مدل‌های تغییر اقلیم جهانی)، مدل‌های شبیه‌سازی و مدل‌های موجود در مرکز کانادا برای مدل‌سازی آب‌وهوا (CCCMA) ^۲ - این وبگاه مدل‌های آب‌وهوایی منطقه‌ای با وضوح بالا در کانادا ارائه خواهد داد؛ (۲) پروفایل بیوکلیمایی برای کانادا؛ (۳) سناریوها و اسناد و پژوهش‌ها از داخل و خارج از کانادا؛ (۴) دستورالعمل‌هایی برای استفاده از سناریوها و مدل‌هایی مثل: مدل‌های آماری (SDSM) ^۳ و مدل آب‌وهوایی لارس؛ و (۵) گزارش سناریوها و نشریات علمی انتخاب شده مربوط به سناریوهای آب‌وهوایی و پژوهش‌های انطباقی است.

این شبکه همچنین اجازه می‌دهد تا کاربر: (۱) GCMها را چه با نقشه یا از طریق استفاده از نمایشگرهای گرافیکی تجسم کند؛ (۲) تهسیل تجزیه و تحلیل و مقایسه شبیه‌سازی‌های در دسترس از GCMها زمانی که شبیه‌سازی‌ها قابل مقایسه در دسترس و آزمایش‌ها یکسان باشند؛ و (۳) استخراج و دانلود همه داده‌ها و پارامترهای موجود برای یک محل یا یک منطقه خاص.

رابطه بین پارامترهای آب‌وهوایی و مصرف گاز به صورت ماهانه و فصلی با استفاده از مدل همبستگی پیرسون بررسی شد و معادلات رگرسیون خطی ارائه گردید. این فرآیند در ارتباط با نمایه زیست اقلیمی (CPI) نیز انجام گرفت تا توان سردکنندگی محیط، مرتبط با مصرف گاز خانگی بررسی گردد. در گام بعد با تعمیم روابط رگرسیونی به داده‌های فراسنج‌های آب‌وهوایی دهه‌های آتی تحت سناریوهای انتشار، مصرف گاز برای دوره‌های آینده (۲۰۳۰-۲۰۲۱، ۲۰۶۰-۲۰۵۱ و ۲۰۹۱-۲۱۰۰) برآورد گردید.

نتایج و بحث

بررسی روابط همبستگی بین فراسنج دما و مصرف گاز خانگی برای سال‌های (۹۶-۱۳۹۱) استان، ضریب

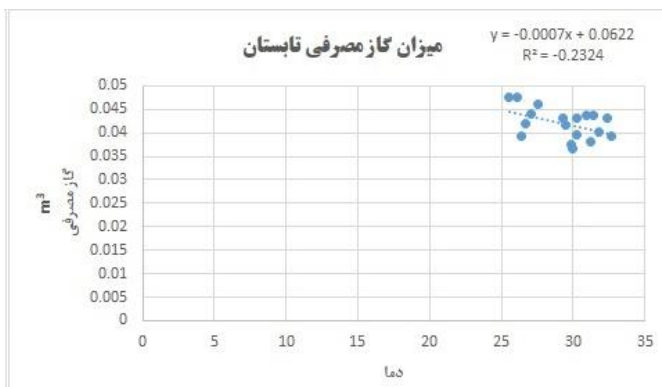
¹- General Circulation Model

²- Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis

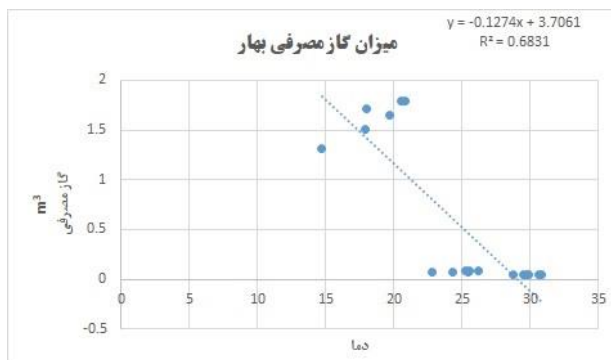
³- Statistical Down-Scaling Model

جدول ۳- میانگین میزان گاز مصرفی در فصول مختلف طی سال‌های (۱۳۹۱-۹۶)

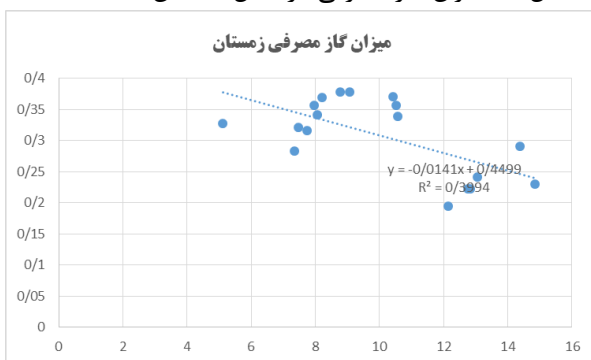
فصل	میانگین مصرف گاز (میلیون متر مکعب)	میانگین دمایی	R	R ²	معادله رگرسیونی
بهار	۰/۱۷	۲۴/۴۹	۰/۸۲	۰/۶۸	$y = -0.1274x + 3.7061$
تابستان	۰/۰۴	۲۹/۰۳	۰/۴۷	۰/۲۳	$y = -0.0007x + 0.0622$
پائیز	۰/۵۸	۱۴/۵۶	۰/۹۳	۰/۸۸	$y = -0.0177x + 0.432$
زمستان	۰/۳۰	۱۰/۰۷	۰/۶۲	۰/۳۹	$y = -0.0141x + 0.4499$



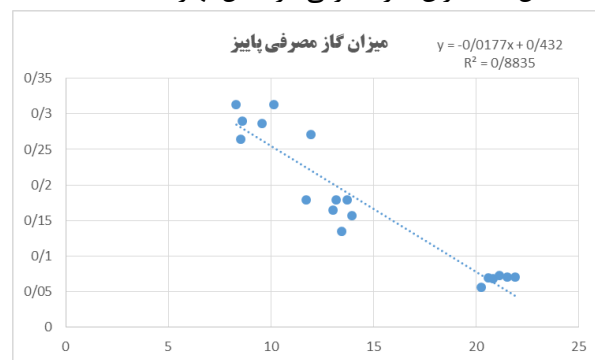
شکل ۴- میزان گاز مصرفی در فصل تابستان (۱۳۹۱-۹۶)



شکل ۳- میزان گاز مصرفی در فصل بهار (۱۳۹۱-۹۶)



شکل ۶- میزان گاز مصرفی در فصل زمستان (۱۳۹۱-۹۶)

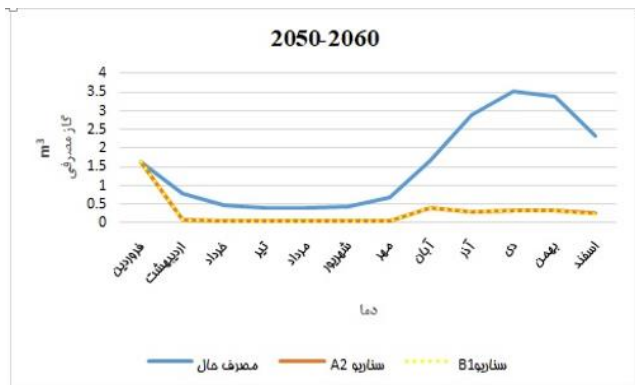


شکل ۵- میزان گاز مصرفی در فصل پاییز (۱۳۹۱-۹۶)

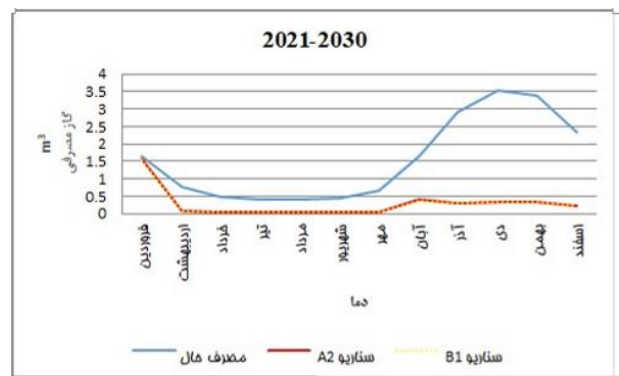
یافت، بنابراین براساس نتایج به دست آمده در این پژوهش انتظار می‌رود میزان گاز مصرفی نیز کاهش یابد. میانگین میزان گاز مصرفی در گذشته ۱/۵۵ میلیون مترمکعب بوده و در دوره‌های ۲۰۳۰-۲۰۲۱، ۲۰۶۰-۲۰۵۱ و ۲۰۹۱-۲۱۰۰ تحت سناریوی A به ترتیب ۰/۲۸، ۰/۳۰ و ۰/۲۹ و تحت سناریوی B به ترتیب ۰/۲۸، ۰/۲۹ و ۰/۳۰ میلیون مترمکعب برآورد شده است.

در ادامه با استفاده از داده‌های دمایی آینده از وبگاه ECMWRF و معادلات رگرسیونی حاصله از همبستگی‌های به دست آمده بین میزان دما و مصرف گاز طی سال‌های گذشته (۱۳۹۱-۹۶) در مراحل قبلی، میزان مصرف گاز برای دوره‌های ۲۰۳۰-۲۰۱۰، ۲۰۶۰-۲۰۳۰ و ۲۰۹۱-۲۱۰۰ محاسبه و با گاز مصرفی در گذشته مورد مقایسه قرار گرفت (شکل‌های ۷ تا ۹).

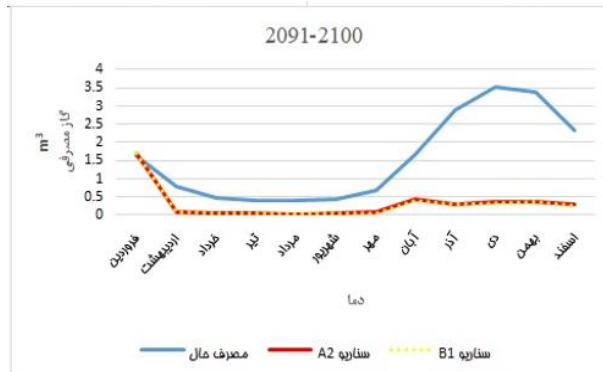
بر اساس داده‌های دمایی پیش‌بینی شده، دمای منطقه مورد مطالعه در دوره‌های زمانی مذکور افزایش خواهد



شکل ۸- مصرف گاز (۲۰۵۰-۲۰۶۰)



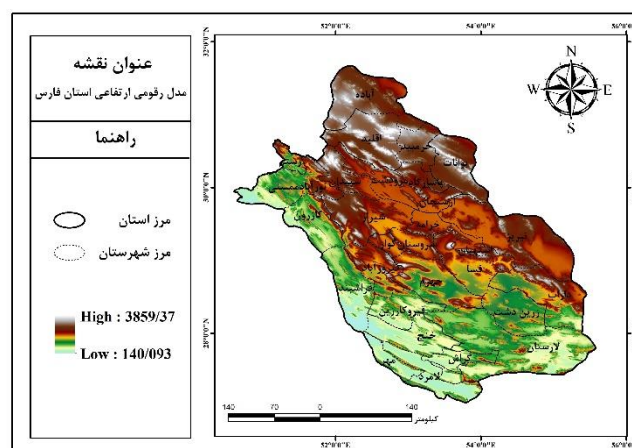
شکل ۷- مصرف گاز (۲۰۲۱-۲۰۳۰)



شکل ۹- مصرف گاز (۲۰۹۱-۲۱۰۰)

بیشترین ارتفاعات در استان فارس در مناطق شمالی است و هرچه از مناطق شمالی به مناطق جنوبی استان پیش برویم ارتفاع کاهش می‌یابد. بیشترین میزان مصرف گاز در ارتفاعات استان و مکان‌هایی که میانگین دمایی پایین‌تری در طول سال دارند، ثبت شده است (شکل‌های ۱۱ تا ۱۴).

در ادامه با توجه به معادلات رگرسیون دما و میزان مصرف گاز در فصول مختلف، ارتباط آنها با ارتفاع در محیط نرم‌افزار GIS سنجیده شد. بنابر نتایج به دست آمده، میزان گاز مصرفی در همه فصول با ارتفاع رابطه مستقیم دارد. همانگونه در در شکل ۱۰ مشاهده می‌شود



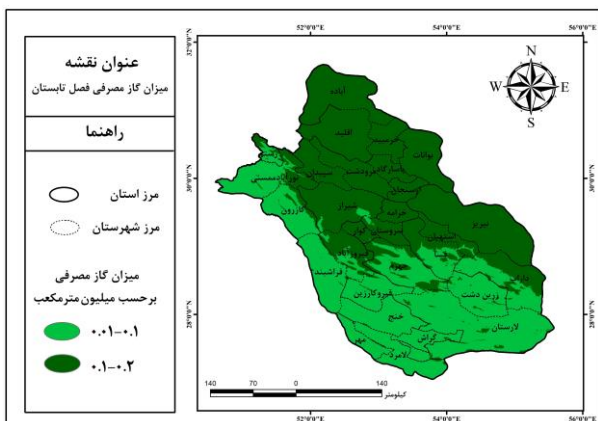
شکل ۱۰- مدل ارتفاع رقومی منطقه مورد مطالعه

مناطق مذکور منطبق بر مرزهای سیاسی شهرستان‌های آباده، اقلید، خرمبید، سپیدان، ارسنجان، نیریز، استهبان، شیراز، سروستان و فیروزآباد می‌باشد.

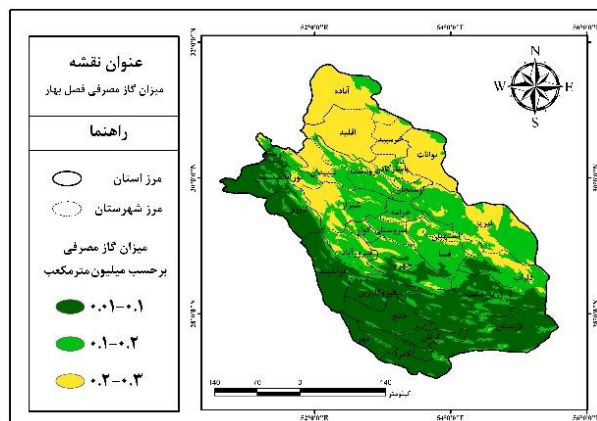
میزان مصرف گاز در فصل بهار در دامنه (۰/۱-۰/۳ میلیون بر مترمکعب) است و این مصرف بیشتر در نواحی شمالی استان که ارتفاع بیشتری دارند مشاهده می‌شود.

مصرفی گاز بین (۰/۰۱ تا ۰/۲ میلیون بر مترمکعب) قرار گرفته و حتی در نواحی مرتفع استان نیز مصرف گاز به شدت کاهش یافته که این مورد خود حاکی از ارتباط مستقیم دما و مصرف گاز است.

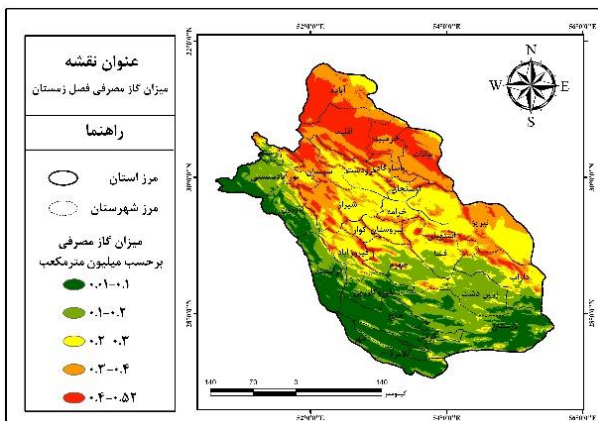
شهرستان‌های یادشده نسبت به سایر شهرستان‌های استان در طول سال از میانگین دمایی پایین‌تری برخوردارند. در فصل تابستان میزان مصرف گاز در سراسر استان به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. دامنه میزان



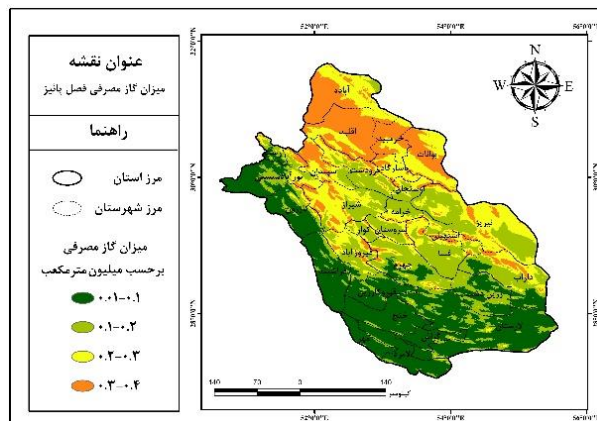
شکل ۱۲- نقشه میزان گاز مصرفی در فصل تابستان



شکل ۱۱- نقشه میزان گاز مصرفی در فصل بهار



شکل ۱۴- نقشه میزان گاز مصرفی در فصل زمستان



شکل ۱۳- نقشه میزان گاز مصرفی در فصل پاییز

نمایه زیست اقلیمی دوره دیدبانی

نمایه زیست اقلیمی بیکر با بهره‌گیری از میانگین دما و تندی باد ثبت شده در هجده ایستگاه استان فارس برای دوره دیدبانی ۹۶-۱۳۸۷ محاسبه شدند.

نمایه زیست اقلیمی دوره آینده

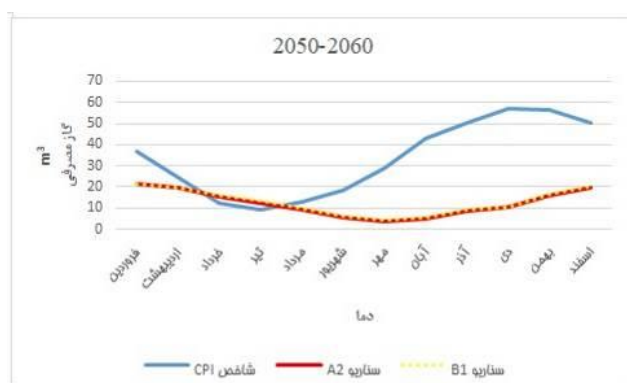
به دلیل ناتوانی مدل‌های گردش عمومی جو در شبیه‌سازی نقطه‌ای دما و تندی باد که مورد نیاز نمایه بیکر می‌باشند، فراسنج‌های مذکور با استفاده از روش وایازی چندگانه بر روی ایستگاه‌های هواشناسی استان فارس ریزمقیاس شدند. سپس مقادیر ریزمقیاس شده برای محاسبه نمایه بیکر در دوره‌های ۲۰۳۰-۲۰۲۱، ۲۰۶۰-۲۰۵۱ و ۲۰۹۱-۲۱۰۰ در رابطه ۱ قرار داده شدند.

با توجه به شروع فصل پاییز و کاهش دما، مصرف گاز بتبع شروع به افزایش می‌کند. در فصل زمستان بیشترین میزان مصرف گاز را در بین فصول مختلف دارد. دامنه مصرف این فصل تا ۰/۵۲ میلیون مترمکعب، نیز می‌رسد. همانند سایر فصول در این فصل نیز بیشترین میزان مصرف گاز در نواحی شمالی استان و به محوریت شهرستان‌های آباده، اقلید، خرمبید، سپیدان، ارسنجان، نیریز، استهبان، شیراز، سروستان و فیروزآباد است. کمترین میزان مصرف گاز را نواحی جنوبی استان به محوریت مرزهای سیاسی شهرستان‌های کازرون، خنج، لارستان، لامرد، مهر، فراهبند و قیر و کارزین دارند که این نواحی بیشترین میانگین دمایی را در طول سال دارند.

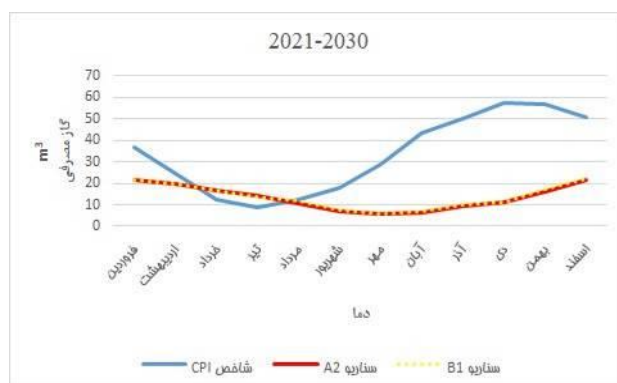
در شکل‌های ۱۵، ۱۶ و ۱۷، سری‌های زمانی دهه‌ای نمایه زیست اقلیمی بیکر در استان فارس بصورت نمودار خطی نشان داده شده است. برای ترسیم نمودار خطی نمایه بیکر، در دوره‌های یاد شده با لحاظ مربوط به سه مدل گردش عمومی و سه سناریوی انتشار محاسبه شدند. بنابراین نتایج به دست آمده از شاخص CPI، در گذشته شاخص مذکور به تفکیک ماه، به شرح زیر می‌باشد:

بر اساس شاخص CPI، آستانه تحریک بیوکلیمای انسانی به ۷ طبقه مختلف تقسیم می‌شود. کمترین نمایه زیست اقلیمی استان فارس در گذشته، در تیرماه با مقدار

۸/۹۶ میکروکالری در سانتیمترمربع در ثانیه (از طبقه گرم، قابل تحمل) و بیشترین این نمایه در در دی‌ماه با مقدار ۵۷/۲۱ میکروکالری در سانتیمترمربع در ثانیه (طبقه سرد نامطبوع) می‌باشد. همچنین شاخص بیکر برای دوره‌های ۲۰۳۰-۲۰۲۱، ۲۰۶۰-۲۰۵۱ و ۲۰۹۱-۲۱۰۰، تحت سناریوهای A و B، محاسبه شد. دوره‌های مطالعاتی تحت سناریوهای یاد شده، نسبت به دوره مشاهداتی کاهش چشمگیری داشته و میانگین شاخص زیست محیطی جابجایی به سمت شرایط زیست اقلیمی خنک را نشان می‌دهد [۷و۵].



شکل ۱۶- نمودارهای شاخص CPI دوره‌های دیدبانی و آینده (۲۰۵۰-۲۰۶۰)



شکل ۱۵- نمودارهای شاخص CPI دوره‌های دیدبانی و آینده (۲۰۲۱-۲۰۳۰)



شکل ۱۷- نمودارهای شاخص CPI دوره‌های دیدبانی و آینده (۲۰۹۱-۲۱۰۰)

۲۱۰۰ مشاهده می‌شود. طی این دوره، کمترین نمایه زیست اقلیمی استان فارس، در مهرماه با مقدار ۳/۷۳ میکروکالری در سانتیمترمربع در ثانیه (از طبقه داغ، گرم، شرجی و نامطبوع) و همچنین فروردین ماه با مقدار ۱۹/۹۸ میکروکالری در سانتیمترمربع در ثانیه (از طبقه خنک) بیشترین مقدار نمایه می‌باشد.

میانگین نمایه بیکر در سه دوره مورد مطالعه، در سناریو A به ترتیب ۱۹/۹۷، ۲۱/۰۸ و ۲۳/۳۴ و تحت سناریو B ۱۹/۶۱، ۲۰/۶۲ و ۲۱/۳۳ واحد در مقایسه با دوره دیدبانی کاهش یافته که نشان‌دهنده تمایل به سوی شرایط نامطلوب زیست اقلیمی در استان فارس می‌باشد. در هر سه سناریو یاد شده، نمایه زیست اقلیمی بیکر کاهش یافته، اما بیشترین این کاهش در دوره ۲۰۹۱-

جدول ۴- شاخص بیکر در دوره‌های ۲۰۲۱-۲۰۳۰، ۲۰۶۰-۲۰۵۱ و ۲۱۰۰-۲۰۹۱

دوره ۲۰۹۱-۲۱۰۰			دوره ۲۰۵۱-۲۰۶۰			دوره ۲۰۳۰-۲۰۲۱			ماه
سناریو B	سناریو A	گذشته	سناریو B	سناریو A	گذشته	سناریو B	سناریو A	گذشته	
۹۸/۱۹	۰۱/۱۹	۹۳/۳۶	۲۱/۲۶	۲۱/۲۹	۹۳/۳۶	۲۱/۷۹	۲۱/۳۵	۹۳/۳۶	فروردین
۶۵/۱۸	۰۴/۱۷	۲۷/۲۴	۱۹/۳۴	۱۹/۳۹	۲۷/۲۴	۱۹/۹۰	۱۹/۶۷	۲۷/۲۴	اردیبهشت
۸۳/۱۴	۱۳/۱۴	۳۵/۱۲	۱۶/۱۸	۱۵/۱۹	۳۵/۱۲	۱۶/۶۱	۱۶/۴۲	۳۵/۱۲	خرداد
۹۷/۱۲	۶۹/۱۱	۹۶/۸	۱۳/۵۲	۱۲/۳۲	۹۶/۸	۱۳/۸۳	۱۴/۰۳	۹۶/۸	تیر
۹۷/۸	۴۵/۶	۶۶/۱۲	۹/۶۹	۹/۳۶۶	۶۶/۱۲	۱۱/۵۶	۱۰/۸۸	۶۶/۱۲	مرداد
۳۳/۵	۰۵/۳	۱۹/۱۸	۵/۹۴	۵/۶۳	۱۹/۱۸	۷/۳۳	۷/۱۱	۱۹/۱۸	شهریور
۷۳/۳	۱۶/۱	۵۷/۲۸	۴/۱۰	۳/۷۹	۵۷/۲۸	۵/۷۳	۵/۵۵	۵۷/۲۸	مهر
۱۴/۴	۳۶/۲	۱۷/۴۳	۵/۷۶	۴/۸۹	۱۷/۴۳	۶/۶۷	۶/۵۹	۱۷/۴۳	آبان
۱۷/۸	۹۶/۵	۲۹/۵۰	۹/۱۹	۸/۶۵	۲۹/۵۰	۱۰/۲۵	۹/۵۰	۲۹/۵۰	آذر
۴۹/۱۲	۰۵/۹	۲۱/۵۷	۱۰/۶۱	۱۰/۴۵	۲۱/۵۷	۱۱/۴۱	۱۱/۳۷	۲۱/۵۷	دی
۲۲/۱۵	۶۸/۱۲	۷۴/۵۶	۱۶/۶۹	۱۶/۰۲	۷۴/۵۶	۱۷/۴۴	۱۶/۰۸	۷۴/۵۶	بهمن
۱۶/۱۹	۹۹/۱۶	۳۶/۵۰	۱۹/۹۵	۱۹/۷۵	۳۶/۵۰	۲۱/۸۵	۲۱/۴۱	۳۶/۵۰	اسفند

نتیجه‌گیری

شرایط آب‌وهوایی از عوامل مهم و مؤثر در آسایش و سلامتی انسان است که تغییرات آن در طی سال شرایط محیط را به لحاظ آسایش گرمایی کنترل می‌کند. به منظور مقابله با ورودش آسایش گرمایی، به ویژه در زمستان، در نواحی سرد از گاز طبیعی استفاده می‌شود. در مطالعه حاضر شرایط آسایش دمایی و میزان گاز مصرفی و ارتباط آن با دما و ارتفاع در استان فارس در گذشته سنجیده و همچنین برای آینده محاسبه گردید.

بیشترین میزان گاز مصرفی در فصل پاییز و با میانگین دمایی ۱۴/۵۶ سانتیگراد و کمترین میانگین مصرفی در فصل تابستان ۰/۰۴ میلیون بر مترمکعب و با میانگین ۲۹/۰۳ درجه سانتیگراد می‌باشد. با توجه به گرمایش جهانی و افزایش دما بویژه در دوره گرم سال، نیازهای گرمایشی در آینده نسبت به حال کاهش معنی‌داری خواهد داشت.

بنابر نتایج به دست آمده از ارتباط ارتفاع و مصرف گاز در فصول مختلف سال، ارتفاع نقش مهمی را در پراکنندگی نیازهای گرمایشی به عهده دارد، بطوری که پراکنش نیازهای گرمایشی از الگوی ناهم‌واری تبعیت می‌کند. بیشترین میزان نیاز به گرمایش منطبق بر ارتفاعات و ستیغ کوه‌ها می‌باشد و کمترین میزان نیازهای گرمایشی در مناطق پست و کم ارتفاع وجود دارد.

نتایج حاصل از شاخص CPI در دوره گذشته و آینده نشان‌دهنده تمایل به سوی شرایط نامطلوب زیست اقلیمی در استان فارس می‌باشد. لازم به ذکر است که نتایج به دست آمده از این پژوهش، نتایج محققان دیگر مانند حاجی حسینی بغدادآبادی (۱۳۹۹) [۶] و شاهی پیرجل (۱۳۹۶) [۱۶] مبنی بر اثر تغییرات اقلیمی در کاهش میزان مصرف سوخت برای فصول سرد سال و افزایش نیاز به سیستم‌های خنک‌کننده در فصول سرد سال در دوره آینده را تأیید می‌کند که این امر بایستی مورد توجه برنامه‌ریزان و مدیران بخش انرژی قرار گیرد.

References

- [1]. Artmann, N., Gyalistras, D., Manz1, H., & Heiselberg, P. (2008). Impact of climate warming on passive night cooling potential. *Bulding Research & Information*, 3(2), 111–128.
- [2]. Bakhideh, M., Qalhari, G., Rah Chamani, M. (March 2014), investigating the cooling and heating needs of Razavi Khorasan province. Presented at the 2nd International Conference on Sustainable Development,

- Solutions and Challenges Focusing on Agriculture, Natural Resources, Environment and Tourism. East Azerbaijan-Tabriz, [in Farsi].
- [3]. Babaian, A., & Kohi, M. (2012). Agroclimatic Indices Assessment over Some Selected Weather Stations of Khorasan Razavi Province under Climate Change Scenarios. *Journal of Water and Soil*, 26(4), 953-967. doi: 10.22067/JSW.V0I0.15299 [in Farsi]
- [4]. Babaian, A., Najafi Nik, Z., Zabol Abbasi, F., Habibi Nokhandan, M., Adeb, H., Malbousi, S. (2018). Evaluation of the country's climate change in the period of 2010-2039 using the exponential microscale data of ECHO-G atmospheric general circulation model. *Geography and Development*, 7(16), 135-152. doi: 10.22111/GDIJ.2009.1179 [in Farsi].
- [5]. Babaian, I., Rezaipour, A., Ahangarzadeh, Z. (2014). Simulation of Bio-Climatic Comfort Index over Khorasan Razavi under Climate Scenarios. *Journal of Arid Regions Geographic Studies*, 5(18), 95-112. [in Farsi]
- [6]. Ghasemi, A., & Mohamadi, T. (2020). The Effect of Climate Change on Iran's Natural Gas Consumption; Application of Censored Regression Model (Tobit). *Iranian Energy Economics*, 9(34), 87-111. doi: 10.22054/jiee.2021.50681.1734 [In Farsi]
- [7]. Heydari, S. (2013). *Thermal compatibility in architecture is the first step in saving energy consumption*, Tehran University Press. [in Farsi]
- [8]. Holopainen, R. (2012). *A human thermal model for improved thermal comfort* [Doctoral dissertation, Aalto University]. <https://aaltodoc.aalto.fi>
- [9]. Esmaili, R., Gandomkar, A., & Habibi Nokhandan, M. (2011). Assessment of Comfortable Climate in Several Main Iranian Tourism Cities Using Physiologic Equivalence Temperature Index. *Physical Geography Research*, 43(75), 1-18. [in Farsi].
- [10]. Jahanbakhsh, S. (1998). Evaluation of the human bioclimate of Tabriz and thermal needs of buildings. *Geographical Research Quarterly*, 48(1), 67-80. [in Farsi].
- [11]. Chen, L., Fang, X., & Li, S. (2007). Impacts of climate warming on heating energy consumption and southern boundaries of severe cold and cold regions in China. *Chinese Science Bulletin*, 52, 2854-2858.
- [12]. Oktay, Z., Coskun, C., & Dincer, I. (2011). A new approach for predicting cooling degree-hours and energy requirements in buildings. *Energy*, 36(8), 4855-4863. doi: 10.1016/j.energy.2011.05.022
- [13]. Pugh, G., Clarke, L., Marlaya, R., Kyle, P., Wise, M., McJeon, H., & Chana, G. (2011). Energy R&D portfolio analysis based on climate change mitigation. *Energy Economics*, 33(4), 634-643. doi: 10.1016/j.eneco.2010.11.007
- [14]. Qobadian, and Mahdavi, F. (1993). *Climate design*, Tehran University Press. [in Farsi]
- [15]. Semmler, T., McGrath, R., Steele-Dunne, S., Hanafin, J., Nolan, P., & Wang, S. (2010). Influence of climate change on heating and cooling energy demand in Ireland. *International journal of climatology*, 30(10), 1502-1511. doi: 10.1002/joc.1997
- [16]. Shahi Pirjal, H., Aminizadeh, N., Menglian, S., Manochehri Abpardeh, A. (Oct 2017), Investigation of the possibility of reducing the consumption of natural gas and its effect on the temperature of exhaust gases in anode furnaces of Khatunabad copper smelting, the 8th International Conference and Exhibition of Materials Engineering and Metallurgy and the 13th Joint National Conference of the Metallurgical and Materials Engineering Association of Iran and the Casting Association of Iran, Tehran. [in Farsi]
- [17]. Vaneckova, P., Neville, G., Tippet, V., Aitken, P., FitzGerald, G., & Tong, S. (2011). Do biometeorological indices improve modeling outcomes of heat-related mortality. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 50(6), 1165-1176. doi: 10.1175/2011JAMC2632.1
- [18]. Yao, J., & Zhu, N. (2011). Enhanced supervision strategies for effective reduction of building energy consumption—A case study of Ningbo. *Energy and Buildings*, 43(9), 2197-2202. doi: 10.1016/j.enbuild.2011.04.027

- [19]. Zhai, Z., Previtali, J. M. (2010). Ancient vernacular architecture: characteristics categorization and energy performance evaluation. *Energy and Buildings*, 42(3), 537-635. doi: 10.1016/j.enbuild.2009.10.002
- [20]. Zhang, Q. (2004). Residential energy consumption in China and its comparison with Japan, Canada, and USA. *Energy and Buildings*, 36(12), 1217-1225. doi: 10.1016/j.enbuild.2003.08.002
- [21]. Zulfiqari, H., Hashemi, R., Radmehr, P. (2009). A Study of Cooling and Heating Requirements in Northwest of Iran. *Journal of Natural Geographical Researches*, 41(70), 21-34. [in Farsi].
- [22]. Zolfaqari, H., Rahimi, H., & Oji, R. (2017). Assessment the Effects of Climate Change on the Degree of Heating and Cooling Days of Iran. *Geography and Environmental Sustainability*, 7(1), 1-20. [in Farsi]

Measuring the relationship between weather elements and household gas consumption in Fars province, under the influence of climate change (Research Paper)

- 1- Rahman Zandi*, Associate Professor, Natural Geography Department, Faculty of Geographical Sciences and Planning, Isfahan University, Isfahan, Iran.
rzandi@geo.ui.ac.ir
- 2- Mokhtar Karami, Associate Professor, Department of Natural Geography, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.
- 3- Yaghoob Zanganeh, Assistant Professor, Department of Urban and Rural Geography, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.
- 4- Maryam Khosraviyan, Postdoctoral researcher, Department of Natural Geography, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.

Received: 30 Jun. 2023

Accepted: 09 Sep. 2023

Abstract

The ever-increasing increase in energy demand against the reduction of comprehensive energy resources along with the consequences of global warming makes it necessary to quantitatively examine the changes in the cooling and heating needs of the country in the past and future decades. In the present research, first, the temperature data related to the period (1387-1386 S.H.) was extracted from the errimoi.ir data site, and the correlation between these two factors was obtained by obtaining the gas consumption data from the regional gas department of Fars province. In the following, by using the future temperature data from ECMWRF and the regression equations obtained from the correlations obtained between the temperature and gas consumption during the previous years (1391-1396 S.H.) in the previous stages, the amount of gas consumption for the periods 2010-2030, 2030-2060 and 2100-2091, was calculated and compared with the gas consumed in the past. According to the obtained results, the average gas consumption was higher in the observation period and during the future period under both scenarios A and B, where we see an increase in temperature, gas consumption has also decreased. In the following, the CPI index was calculated for the last period as well as the three mentioned periods under both scenarios B and A. The average Baker index in the three studied periods, in scenario A, 19.97, 21.08, and 23.34, respectively, and under scenario B, 19.61, 20.62, and 21.33 units decreased compared to the monitoring period, which shows It is a tendency towards unfavorable bio-climatic conditions in Fars province. Finally, by using the digital elevation model (DEM) of Fars province and the regression equation of gas consumption in the past, the relationship between altitude and gas consumption in different seasons was obtained. According to the results, there is a direct relationship between temperature and altitude in all seasons, and the highest amount of gas consumption has been recorded in the highlands of the province and places that have a lower average temperature throughout the year.

Keywords: Climate elements, Gas consumption, Fars province, Climate changes.