

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

فصلنامه پژوهش‌های نوین در مهندسی محیط زیست

دوره اول، شماره ۱، بهار ۱۴۰۲

صاحب امتیاز: دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز

فهرست

- ❖ ارزیابی اثرات زیست محیطی بندهای لاستیکی پی در پی در بستر رودخانه کارزین - استان فارس.....۱۲-۱
محمد حسینی
- ❖ سنجش آگاهی و نگرش دانشجویان غیر پزشکی در مورد اصول بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE) در منازل مسکونی...۲۰-۱۳
امید طبیعی
- ❖ پیش بینی کوتاه مدت غلظت گاز مونو اکسید کربن در هوای شهر اهواز با استفاده از تحلیل شبکه های عصبی مصنوعی.....۲۹-۲۱
مریم کاووسی، سیما سبزه علیپور، حسین فتحیان
- ❖ بررسی شاخص های خشکسالی و رابطه آنها با کاهش سطح زیر کشت برنج در استان غماص-عراق.....۴۰-۳۰
علی نیک عهد، واثق احمد المطلک، علی ابراهیمی
- ❖ مکان یابی و طراحی همزمان نیروگاه های خورشیدی و بادی در استان فارس به منظور کاهش گازهای گلخانه ای.....۵۴-۴۱
محمد ارغوان، مهدی متوسل، سامان تشکر
- ❖ بررسی پایداری محیط زیستی با استفاده از شاخص جای پای اکولوژیک (مطالعه موردی: شهر آبادان، استان خوزستان).....۶۶-۵۵
سعید محتشم نیا



ارزیابی اثرات زیست محیطی بندهای لاستیکی پی‌درپی در بستر رودخانه کارزین - استان فارس

محمد حسینی*

گروه مهندسی عمران، مرکز میمند، واحد فیروزآباد، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزآباد، ایران

چکیده مبسوط

مقدمه: بحران آب در کشور و همچنین استفاده بهینه از منابع آب، توزیع و انتقال آب به وسیله بندهای کوچک در کشور مورد توجه قرار گرفته است که این امر به دلیل اثرات منفی کمتر باعث شده است که کنترل رژیم جریان در هنگام وقوع سیل و تأمین آب شرب و کشاورزی بهتر اثر کند. هدف از تحقیق ارزیابی زیست محیطی بندهای متوالی در بستر رودخانه و همچنین تأثیرات آن بر فاکتورهای زیست محیطی بر منطقه می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش سعی شده است که ارزیابی زیست محیطی بندهای پی در پی کوچک در مسیر رودخانه منطقه کارزین استان فارس بررسی گردد و با استفاده از ماتریس لئوپولد نقاط مثبت و منفی احداث بندهای متوالی تعیین گردد. سه حالت فیزیکی، بیولوژیکی، اقتصادی اجتماعی و فرهنگی مورد مطالعه قرار گرفت و در دو فاز ساختمانی و بهره‌برداری با گزینه ۱ (عدم انجام پروژه) و گزینه ۲ (انجام پروژه) ارزیابی مورد مطالعه قرار گرفت.

نتایج و بحث: ارزیابی اثرات زیست محیطی در بخش بیولوژیکی گزینه ۱ نشان می‌دهد که جمع امتیاز فاز ساختمانی و بهره‌برداری نمره ۲۱۲- کسب کرده است که بیشترین تأثیر منفی در فاکتورهای مرگ و میر گونه های جانوری، کاهش غذای زیستی و رشد و پرورش آبزیان و تخریب پوشش گیاهی مشاهده می‌شود در گزینه ۲ (انجام پروژه) بر فعالیت‌های بیولوژیکی نشان می‌دهد که جمع امتیاز فاز ساختمانی و بهره‌برداری نمره ۲۹۵+ را کسب کرده است که بیشترین فاکتورهای مؤثر مهاجرت گونه‌های جانوری، تأثیر بر زنجیره غذایی و رشد و توسعه پوشش گیاهی و آبزیان می‌باشد

نتیجه‌گیری: بررسی کلی همه فاکتورهای زیست محیطی، اگر چه گزینه عدم اجرای طرح نمره منفی ۱۳۸ به خود اختصاص داده است اما عدم انجام پروژه و رها نمودن منطقه به حال خود در واقع عدم استفاده از مواهب طبیعی و عدم تحرک بسوی توسعه پایدار است. در مجموع امتیازات کل محیط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی این نتیجه حاصل شد که با امتیاز اثر ۲۱۰۷+ این اقدام در آینده می‌تواند بر رونق اقتصادی و اجتماعی و فرهنگی منطقه اثرگذار باشد همچنین احداث سدهای متوالی علاوه بر تغییر در اکوسیستم منطقه، باعث رونق اقتصادی و کیفیت و کمیت آب می‌گردد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۱۹

واژه‌های کلیدی:

ارزیابی اثرات زیست محیطی،
انجام پروژه، ماتریس لئوپولد،
بندهای متوالی

نویسنده مسئول: محمد حسینی

نشانی: گروه مهندسی عمران، مرکز میمند، واحد فیروزآباد، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزآباد، ایران **تلفن:** ۰۹۱۷۷۰۲۳۳۴۸

پست الکترونیکی: M.h.8894@gmail.com

استناد: حسینی محمد، ارزیابی اثرات زیست محیطی بندهای لاستیکی پی‌درپی در بستر رودخانه کارزین - استان فارس. پژوهش‌های نوین در مهندسی محیط زیست. ۱۴۰۲: ۱(۱): ۱-۱۲.

حقوق نویسندگان محفوظ است. این مقاله با دسترسی آزاد و تحت مجوز مالکیت خلاقانه <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0> در فصلنامه پژوهش‌های نوین در مهندسی محیط زیست منتشر شده است. هرگونه استفاده غیرتجاری فقط با استناد و ارجاع به اثر اصلی مجاز است.



مقدمه

بایستی در برابر اثرات منفی آن موازنه گردند. سدها در مراحل مختلف احداث، بهره‌برداری و پایان عمر مفید خود تأثیرات عمیقی بر محیط زیست برجای خواهند گذاشت (ثابت ۱۳۸۲). ارزش‌های کنترل سیلاب، تأمین منابع آب، تولید برق، استفاده‌های ورزشی تفریحی و غیره باید در مقابل تغییر اکوسیستم‌ها، زه‌دار شدن اراضی کشاورزی، بالا آمدن سطح آب زیرزمینی، عوض شدن کیفیت آب خروجی و دیگر اثرات منفی زیست محیطی آن‌ها موازنه گردند. سال‌هاست که احداث سدها و بندها به عنوان مانعی در برابر حرکت آب و ذخیره کردن آن در مخازن کوچک و عظیم، کنترل سیلاب و تولید انرژی و ... یکی از راهکارهای اساسی به شمار رفته است (عرفان منش ۱۳۷۱). علاوه بر آن، سدهای بزرگ نمادهای غرور ملی و استیلای نبوغ انسانی بر طبیعت، تأمین‌کننده برق، آب و غذا، مهارکننده سیلاب‌ها، آبادکننده بیابان‌ها، و تضمین‌کننده استقلال ملی هر کشور بوده است. هر چند احداث سدهای بزرگ به واسطه مزایای اجتماعی و هزینه‌های زیاد آن‌ها و با وجود منافع زیاد آن، مضراتی را نیز به همراه داشته که در پاره‌ای از موارد جبران‌ناپذیر هستند (مانمت و همکاران ۲۰۱۲؛ پیری ۱۳۹۰). گرچه تأثیرات آب بر زندگی بشر و گسترش تمدن‌ها در سراسر جهان شناخته شده است اما ادعا شده که مزایای اقتصادی مورد نظر، از پروژه‌هایی که برای بهره‌برداری از منابع آب طراحی شده، حاصل نشده و همچنین پیش‌بینی‌های ضروری برای کاهش مضرات زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی به درستی انجام نشده‌اند. حتی برخی سازمان‌های بین‌المللی، مطالعاتی به منظور متوقف کردن پروژه‌های تأمین آب در کشورهای در حال توسعه انجام داده‌اند (والتینا و همکاران ۲۰۱۱، ملازاده و همکاران ۲۰۲۳). به همین دلیل در مدیریت منابع آب، توسعه فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی مورد توجه قرار گرفته و تأثیرات زیست محیطی که حاصل این مطالعات است اهمیت روز افزون یافته است. سربازی و همکاران (۱۳۹۷) ارزیابی اثرات زیست محیطی سد به روش ICOLD بر روی سد گلبو پرداختند نتایج حاصل از ماتریس ایکولد نشان می‌دهد که بیشترین آثار مثبت پروژه مربوط به اثرات اقتصادی-اجتماعی (۲۳ امتیاز) است که حاکی از نقش به‌سزای این طرح در توسعه اقتصادی - اجتماعی منطقه مذکور است. از سوی دیگر وجود بیشترین تعداد اثرات منفی بیولوژیکی (۸- امتیاز)، اثرات مخرب محیط زیستی این پروژه را تأیید می‌کند. زنگی و همکاران (۱۳۹۵) ارزیابی اثرات زیست محیطی سد صفاورد بر مناطق پایین دست با استفاده از روش چک لیست مورد بررسی قرار دادند نتایج نشان داد در مجموع اثرات منفی احداث سد بر مناطق پایین دست در محیط‌های فیزیکی- شیمیایی، اقتصادی و اجتماعی بیش از اثرات مثبت بوده که با ارائه راهکارهای

بشر از آغاز خلقت تأثیرات مختلفی بر محیط اطراف و اکوسیستم گذاشته است و هنگامیکه در یک منطقه ساکن شدند تأثیرات بیشتری بر منطقه گذاشتند. سدها از جمله سازه‌های مهمی به شمار می‌روند که از گذشته و بدون وجود دانش کامل اقلیمی و هیدرولوژیکی و هیدرولیکی و ... مورد ساخت و استفاده قرار گرفته‌اند. احداث سدها مثل بسیاری از پروژه‌ها عمرانی دیگر دارای اثرات مطلوب و نامطلوب دارد. از جمله برتری‌های سدها می‌توان به کنترل رژیم جریان در نتیجه جلوگیری از وقوع سیلاب، تأمین آب کشاورزی و مصارف شهری از طریق ذخیره آب و تولید انرژی اشاره کرد. اما بررسی و مطالعات انجام شده نشان داده که ساخت سد و ذخیره آب در مخزن آن اثرات فیزیکی- شیمیایی و اکولوژیکی قابل توجهی بر اکوسیستم می‌گذارد. در حقیقت ساخت سد محیط زیست را به دو شکل مستقیم و غیرمستقیم و در یک طیف وسیع تحت تأثیر قرار می‌دهد. سدها یکی از سازه‌های مهم در سیستم‌های انتقال و منابع آب می‌باشند. این سازه‌ها از زمان‌های قدیم بدون دستیابی به اطلاعات کامل هیدرولوژیکی، هیدرومکانیکی و ... ساخته شده‌اند سدها دارای اثرات مثبت و منفی بر روی محیط زیست می‌باشند (نوفروستی ۱۳۸۳). از جمله مزایای آن را می‌توان کنترل رژیم جریان در نتیجه جلوگیری از وقوع سیلاب، تأمین آب کشاورزی و مصارف شهری از طریق ذخیره آب و تولید انرژی عنوان کرد. با احداث یک سد در یک منطقه، نتایج اکولوژیکی نسبتاً یکسانی حاصل می‌شود. اثرات زیست محیطی سدها و بندها می‌تواند بر اساس معیارهای مختلفی بر طبق اثرات کوتاه مدت و دراز مدت، اثرات بر سطح منطقه و نواحی که تحت تأثیر تأسیسات سد قرار دارد و اثرات اجتماعی و مزایا و خسارات طبقه‌بندی شود (منوری ۱۳۸۱). این اثرات ممکن است بر وضعیت و رفتار هواشناسی، زیست‌شناسی، فرهنگ، آثار باستانی و غیره تأثیر گذاشته و به شدت موجب تغییر و پیچیدگی آن شود. در نتیجه با توجه به اهمیت اثرات مثبت احداث سدها و بندهای خاکی، لازم است اثرات منفی زیست محیطی آن، جهت توسعه پایدار به حداقل رسانده شود با توجه به نقش حیاتی آب، در تمامی ادوار زندگی بشر و گسترش روز افزون جمعیت، بحران کم‌آبی قابل پیش‌بینی بوده و همواره کارشناسان را بر آن داشته تا با ارائه طرح‌ها و شیوه‌های مهار آب، تلفات آن را کاهش داده و به سهولت در دسترس عموم قرار دهند (نجمی ۱۳۹۵). بحران کم‌آبی در آینده نه چندان دور از مواردیست که ذهن جهانیان را به خود مشغول کرده و این امر در کنار مسأله تولید انرژی موجب پیدایش علم مهندسی سد شده است ولی ارزش‌های بدست آمده در نتیجه احداث سد

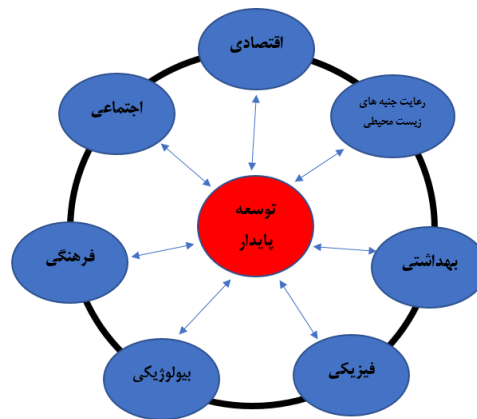
تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای تغییرات ناشی از ساخت سد ارائه می‌کند. سانگ و همکاران (۲۰۲۱) ارزیابی ریسک و تأثیر سدها در ایالات متحده با استفاده از پایگاه داده فهرست ملی سدها در سال ۲۰۱۸ مورد مطالعه قرار دادند الگوهای مکانی-زمانی پتانسیل خطر و مزایای اقتصادی ناشی از سدهای ثبت شده توسط NID نشان‌دهنده نیاز به توسعه برنامه‌های آماده‌سازی، اضطراری و بازسازی خاص منطقه برای شکست سد است. این مطالعه بینشی در مورد اینکه چگونه داده‌های بزرگ، مانند پایگاه داده NID، می‌تواند اطلاعات عملی را برای انعطاف‌پذیری جامعه به سمت یک محیط امن‌تر و پایدارتر ارائه دهد، ارائه می‌کند. رضوانی و همکاران (۲۰۱۷) مطالعات پروژه سد مخزنی سیاهو و شبکه‌های آبیاری و زهکشی آن در شهرستان سربیشه به عنوان یکی از مناطق استراتژیک شرق ایران با هدف کنترل و ذخیره سیلاب های فصلی رودخانه سیاهو انجام شد. اثرات زیست‌محیطی طرح با جمع‌آوری داده‌ها، اطلاعات و نقشه‌های موجود و بازرسی می‌دانی حوضه رودخانه سیاهو و شهرستان سربیشه و با استفاده از روش ماتریس لئوپولد اصلاح‌شده ارزیابی شد. نتایج پژوهش نشان‌دهنده برتری گزینه طراحی با امتیاز مثبت ۱۰۷+ در مقابل گزینه عدم اجرا با نمره منفی ۱۰۶- است. حداد و همکاران (۲۰۱۷) ارزیابی اثرات زیست محیطی سدها در مراحل ساخت و بهره‌برداری مورد مطالعه قرار دادند. بهادری و همکاران (۱۴۰۰) ارزیابی ریسک محیط‌زیستی سد جیرفت در مرحله بهره‌برداری با استفاده از روش EFEMA مورد مطالعه قرار دادند. اسلامی و همکاران (۲۰۲۱) رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره برای ارزیابی اثرات زیست محیطی برای کاهش اثرات نامطلوب سد خاکی نوهب در استان قزوین مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان می‌دهد که معیار فرهنگی-اجتماعی بیشترین وزن را دارد. نتایج COCOSO نشان می‌دهد که جایگزینی مکان‌یابی دفع زباله شهری در اولویت اول قرار دارد. ورما و همکاران (۲۰۲۳) رویه‌ای برای ارزیابی جریان‌های زیست‌محیطی با ترکیب متغیرهای بین سالانه و درون‌سالانه در حوزه‌های آبخیز تحت نظارت سدها مورد بررسی قرار دادند نتایج نشان داد هیچ یک از حوضه‌های مورد مطالعه معیار حداقل ۱۰ درصد جریان را برای شرایط بد رویشگاهی که به روش تنانت در سال‌های خشک توصیه می‌شود، برآورده نکردند و همچنین در اکثر مواقع هیچ یک از حوزه های آبخیز در دسترس بودن جریان الکترونیکی مطمئن در تمام آب‌ها را نشان ندادند و موجودات آبی حوضه در آینده آسیب پذیرتر خواهند شد.

مناسب از جمله تنظیم جریان رودخانه و کشت محصولات دیمی اثرات می‌توان احداث سد را کاهش داد. کماسی و همکاران (۱۳۹۸) ارزیابی اثرات زیست محیطی سد ایوشان با استفاده از ماتریس لئوپولد و ماتریس ارزیابی سریع مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد با مقایسه آثار مثبت فراوان ساخت و بهره‌برداری سد از نظر اقتصادی-اجتماعی نسبت به آثار منفی فیزیکی-شیمیایی، می‌توان گزینه ساخت سد را گزینه‌ای مناسب محسوب نمود. همچنین در نتایج هر دو ماتریس تطابق بسیار مناسبی به دست آمد که می‌تواند صحت نتایج را در ارزیابی زیست محیطی سد ایوشان در دو مرحله ساختمانی و بهره‌برداری تأیید نماید. قادری و همکاران (۱۴۰۱) ارزیابی اثرات زیست محیطی احداث سد کارون ۴ بر پارامترهای اقلیمی منطقه با استفاده از سنجش از دور بررسی کردند. پارامترهای اقلیمی دما، بارش و تبخیر در دوره‌ی قبل از احداث سد و اثرات وارده بر میکرواقلیم منطقه پس از احداث سد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد میزان تبخیر و تعرق بعد از احداث، افزایش یافته و تغییرات آن با فاصله از سد در برخی از ماه‌ها نیز افزایش چشمگیری داشته است. برقی و همکاران (۱۳۹۸) ارزیابی اثرات محیط زیستی سد ها بر نواحی روستایی سد کارون ۳ مورد مطالعه قرار دادند نتایج نشان داد اثرات تخریب جنگل بلوط، افزایش مرگ و میر آبزیان و کاهش تنوع آن‌ها، افزایش اراضی شور کشاورزی، تغییر آب و هوا در مقیاس خرد، گرم شدن منطقه و وقوع زمین لرزه‌ها بر اساس مدل ویکور روستاهای باجول و رکعت علیا در رتبه اول و دوم قرار بیشترین تأثیرپذیری از سد کارون سه دارند بنابراین روستاهای مذکور باید تمرکز مدیریتی در زمینه محیط زیست هستند. جنگجو (۲۰۲۰) توسعه روشی مبتنی بر ماتریس‌ها و رویکردهای تصمیم‌گیری چند معیاره برای ارزیابی زیست محیطی سدها مورد مطالعه قرار داد. نتایج نشان می‌دهد که برخلاف روش اصلی اجرا شده در سد زرج آباد که گزینه اجرای پروژه سد را می‌دهد، این روش اثرات منفی (۴۵٪) اجرای سد را بر محیط زیست نشان می‌دهد و گزینه عدم اجرا حاکم می‌شود. حیدری و همکاران (۲۰۱۳) ارزیابی اثرات زیست محیطی سد های بزرگ و کوچک مورد مطالعه قرار دادند. شهاب و همکاران (۲۰۲۳) ارزیابی اثرات زیست محیطی سد دیامر باشا گیلگیت-بالتستان، پاکستان مورد بررسی قرار دادند اثرات فوری فعالیت های سدسازی مانند انفجار، استخراج معادن و سر و صدای ترافیک باعث ایجاد اختلالات شدید در تنوع زیستی و زیستگاه های موجود با آسیب‌پذیری اکولوژیکی بالا می‌شود و اثرات طولانی‌مدتی بر یکپارچگی اکولوژیکی و سلامت محیط‌زیست در پایین دست و زیستگاه‌های بالادست این مطالعه وضعیت فعلی شرایط بیولوژیکی و اکولوژیکی را به عنوان یک مرجع مبنا برای

مواد و روش‌ها

ندارد بلکه به جنبه‌های اجتماعی و اقتصادی آن هم توجه می‌کند. توسعه پایدار محل تلاقی جامعه، اقتصاد و محیط زیست است. ارزیابی زیست محیطی در راستای توسعه پایدار شکل می‌گیرد که ابعاد مختلف آن در شکل ۱ مشاهده می‌شود.

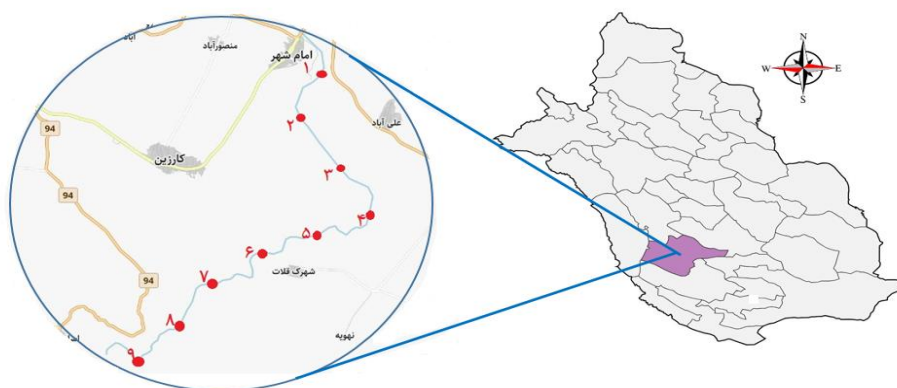
توسعه پایدار در حقیقت ایجاد تعادل میان توسعه و محیط زیست است در حقیقت محیط زیست مربوط به نسل امروز و فردا است و به اندازه باید از منابع آن استفاده کرد و آن را بهسازی نمود در حقیقت توسعه پایدار تنها بر جنبه زیست محیطی اتفاقی تمرکز



شکل ۱- مدل مفهومی ارزیابی زیست محیطی احداث سد

می‌باشد و ارتفاع از سطح دریا بطور متوسط در ارتفاعات ۱۳۱۰ متر و ارتفاع بستر رودخانه در محور پیشنهادی بطور متوسط ۶۷۲ متر می‌باشد. معمولاً در مطالعات زیست محیطی طرح‌های توسعه منابع آب از جمله پروژه‌های سدسازی با توجه به شباهت‌های اکولوژی موجود در داخل هر حوضه آبریز محدوده مطالعاتی انتخاب می‌شود.

موقعیت احداث بندهای لاستیکی پی در پی در رودخانه منطقه کارزین (فارس) می‌باشد که از رودخانه قره آجاج سرچشمه می‌گیرد. بندهای متوالی در مسیر رودخانه واقع می‌شود که در محدوده مختصات جغرافیایی $28^{\circ} 22'$ عرض شمالی قرار دارد طول مسیر رودخانه ۲۵ کیلومتر $53^{\circ} 8' 7''$ طول شرقی و 20°



شکل ۲- موقعیت حوضه آبخیز مورد مطالعه و قرارگیری بندهای لاستیکی

پیامدهای پروژه‌ها، برنامه‌ها و طرح‌ها بر اجزای فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، فرهنگی و اقتصادی-اجتماعی محیط زیست است. بنابراین ارزیابی اثرات محیط زیست به عنوان یک ابزار برنامه‌ریزی، اثرات مثبت و منفی یک پروژه را بر روی محیط

ارزیابی اثرات زیست محیطی عبارت است از فرایند و جریان بررسی و مطالعات رسمی برای پیش‌بینی اثرات فعالیت‌ها و عملکردهای یک پروژه بر محیط زیست، سلامت انسان‌ها و رفاه اجتماعی و یا به عبارت دیگر شناسایی و ارزیابی سیستماتیک

زیست مشخص می‌نماید. ارزیابی اثرات زیست محیطی، یک برنامه پایش محیط زیست را با استفاده از شاخص‌های زیست محیطی متناسب برقرار و به اجرا در می‌آورد تا بهره‌برداری از پروژه به نحوی صورت پذیرد که اثرات مخربی را از خود بر جای نگذارد. روش‌های گوناگونی جهت ارزیابی گزینه‌ها و انتخاب گزینه مناسب وجود دارد. منتها لازم است به هر طریق که نتایج ارزیابی ارائه می‌گردد در آخر ایزاری بدست دهد که تصمیم‌گیرنده بتواند از یکطرف اثرات پروژه بر عوامل مختلف محیط زیست را ملاحظه نماید و از طرف دیگر بتواند کل فاکتورها و اثرات پروژه بر عوامل را در مقایسه با یکدیگر بررسی نماید. اثرات زیست محیطی ناشی از احداث سد در هر منطقه به چند نوع فیزیکی و شیمیایی، بیولوژیکی، بهداشتی و اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی تقسیم می‌شود. از جهت همخوانی و همسویی ارزیابی اثرات زیست محیطی با تحقیقات سایر محققین، می‌توان به جنبه اشتراک و همسو بودن روش کار و در نظر گرفتن فاکتورهای زیست محیطی یکسان از جمله محیط‌های فیزیکی، بیولوژیکی، اقتصادی-اجتماعی و فرهنگی به جهت رسیدن به توسعه پایدار اشاره کرد. جهت ارزیابی روش‌های مختلفی وجود دارد اما تمامی روش‌ها با در نظر گرفتن فاز ساختمانی و بهره‌برداری به یک نتیجه اجرا پروژه یا عدم اجرا پروژه منجر می‌شود.

ارزیابی به روش ماتریس لئوپولد

این ماتریس اول بار توسط لئوپولد (۱۹۷۱) جهت تجزیه و تحلیل آثار و پیامدهای زیست محیطی پروژه‌ها توسعه داده شده است. از محاسن این ماتریس جمع‌بندی اثرات منفی و مثبت پروژه است. در این ماتریس ابتدا اثر فعالیت یا عمل زیست محیطی شناسایی گردیده و سپس شدت (دامنه اثر) و اهمیت (بزرگی) اثر مورد نظر مورد توجه قرار می‌گیرد. این ماتریس شامل ریزفعالیت‌ها بر روی محور افقی (ستون‌ها) و فاکتورهای زیست محیطی در روی محور قائم (ردیف‌ها) می‌باشد که در نتیجه جدولی با تعداد زیادی خانه یا سلول می‌دهند که در آن هر خانه فصل مشترک یک فعالیت

جدول ۱- ارزش‌های کمی در ماتریس اصلاح شده

نمره اهمیت	نمره شدت	معیار شدت (دامنه) و اهمیت
۵	± ۵	بسیار زیاد
۴	± ۴	زیاد
۳	± ۳	متوسط
۲	± ۲	ناچیز
۱	± ۱	بسیار ناچیز

عملیات فاکتورها	ذخیره آب	کنترل رودخانه	کاربری کشاورزی	سایر کاربری های	تولید و انتقال نیرو	انتشار هوا	فاضلاب تولیدی	سر و صدا	مواد زائد جامد تولیدی	ساخت و سازه ای جنبی	حمل و نقل	تسهیلات رفاهی	کنترل بیماری	استخدام	جابجایی جمعیت
کیفیت آب های زیر زمینی	۴ ۵								۳ ۱				۲ ۴		
کیفیت هوا					۴ ۴										
کیفیت صدا								۲ ۴							
کیفیت خاک									۳ ۳						

جدول ۳- نمرات فاز ساختمانی و بهره‌برداری در محیط فیزیکی در ماتریس لئوپولد

فاکتورها				گزینه ۱	گزینه ۲	فاکتورها				گزینه ۱	گزینه ۲		
-	+	-	+			-	+	-	+				
				۵	۲۵					۲۴	۳۶		
				۸	۶۱					۷	۶		
				۱۶	۶					۸	۶		
				۴	۴					۲	۴		
				۲۷	۳۸					۱۴	۵۷		
				۲۸	۳۵					۳	۵		
				۳۰	۲۹					۱۲	۸		
				۱۲	۲۵					۱۲	۱۶		
				۳۳	۳۲					۰	۸		
				۹	۱۶					۱۲	۳		
				۹	۸					۲	۴		
				۹	۹					۱۲	۹		
				۶۴	۱۲۶					۴۸	۱۱۸		۴۴

جدول ۴- اثرات کلی گزینه‌های مختلف در محیط فیزیکی بر فازهای ساختمانی و بهره‌برداری

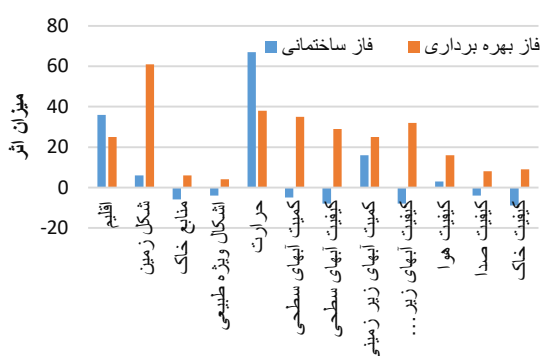
گزینه‌ها	کل موارد مثبت	کل موارد منفی	جمع جبری موارد مثبت و منفی
گزینه ۱	۱۱۲	۱۸۶	-۷۴
گزینه ۲	۳۴۶	۴۴	+۳۰۲
نمره کل اجرا			+۲۲۸

خاک مشاهده می‌شود در گزینه ۲ (انجام پروژه) بر فعالیت‌های فیزیکی نشان می‌دهد که جمع امتیاز فاز ساختمانی و بهره‌برداری نمره +۳۰۲ را کسب کرده است که بیشترین فاکتورهای مؤثر حرارت، شکل زمین، کمیت و کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی

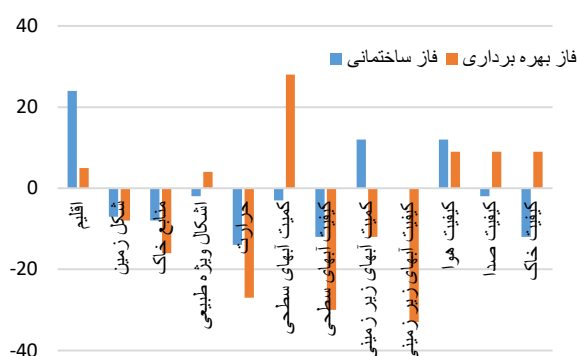
در شکل ۴ ارزیابی اثرات زیست محیطی در بخش فیزیکی گزینه ۱ (عدم انجام پروژه) نشان می‌دهد که جمع امتیاز فاز ساختمانی و بهره‌برداری نمره -۷۴ کسب کرده است که بیشترین تأثیر منفی در فاکتورهای حرارت، کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی و منابع

محیطی در بخش اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی گزینه ۱ (عدم انجام پروژه) نشان می‌دهد که جمع امتیاز فاز ساختمانی و بهره برداری نمره ۱۴۹+ کسب کرده است که بیشترین تأثیر منفی در فاکتورهای جمعیت، درآمد و مخارج، بهداشت و سلامت ریال آثار باستانی و مناظر مشاهده می‌شود که بیشترین تأثیرات در مشارکت مردمی، آداب و سنن و توریسم و سطح زندگی می‌باشد در گزینه ۲ (انجام پروژه) بر فعالیت‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی نشان می‌دهد که جمع امتیاز فاز ساختمانی و بهره برداری نمره ۱۹۵۸+ را کسب کرده است که بیشترین فاکتورهای مؤثر جمعیت، درآمد و مخارج، بهداشت، مناظر، توریسم و مشارکت مردمی می‌باشد در مجموع امتیازات کل محیط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی این نتیجه حاصل شد که با امتیاز اثر ۲۱۰۷+ این اقدام در آینده می‌تواند بر رونق اقتصادی و اجتماعی و فرهنگی منطقه اثرگذار باشد لازم به ذکر است دید مردم و مسئولین در منطقه قیر-هنگام با توجه به نبود جاذبه توریستی، مناظر طبیعی و امکانات رفاهی و بهداشتی از اهمیت کمتری برخوردار بوده لذا با احداث سدهای متوالی علاوه بر تغییر در اکوسیستم منطقه، باعث رونق اقتصادی و کیفیت و کمیت آب می‌گردد

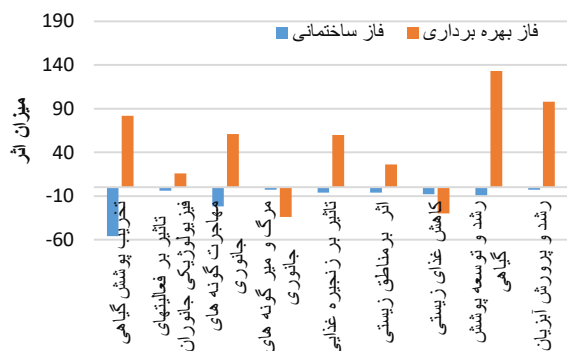
می‌باشد در مجموع امتیازات کل محیط فیزیکی این نتیجه حاصل شد که با امتیاز اثر ۲۲۸+ این اقدام در آینده می‌تواند بر اکوسیستم منطقه اثرگذار باشد. ارزیابی اثرات زیست محیطی در بخش بیولوژیکی گزینه ۱ (عدم انجام پروژه) نشان می‌دهد که جمع امتیاز فاز ساختمانی و بهره برداری نمره ۲۱۲- کسب کرده است که بیشترین تأثیر منفی در فاکتورهای مرگ و میر گونه‌های جانوری، کاهش غذای زیستی و رشد و پرورش آبزیان و تخریب پوشش گیاهی مشاهده می‌شود در گزینه ۲ (انجام پروژه) بر فعالیت‌های بیولوژیکی نشان می‌دهد که جمع امتیاز فاز ساختمانی و بهره برداری نمره ۲۹۵+ را کسب کرده است که بیشترین فاکتورهای مؤثر مهاجرت گونه‌های جانوری، تأثیر بر زنجیره غذایی و رشد و توسعه پوشش گیاهی و آبزیان می‌باشد در مجموع امتیازات کل محیط بیولوژیکی این نتیجه حاصل شد که با امتیاز اثر ۸۳+ این اقدام در آینده می‌تواند بر اکوسیستم منطقه اثرگذار باشد لازم به ذکر است در منطقه کارزین با توجه به وسعت کم دریاچه بند های متوالی فرار و مرگ و میر گونه‌های جانوری و تخریب پوشش گیاهی کم می‌باشد که با ایجاد بندهای متوالی برای دیگر آبزیان، جانوران و ... محیطی بیولوژیکی جدیدی فراهم می‌شود که اکوسیستم منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد ارزیابی اثرات زیست



(ب) فاکتورهای فیزیکی - گزینه ۲



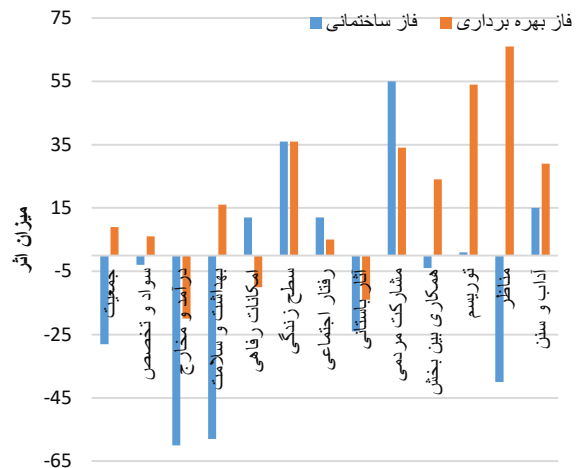
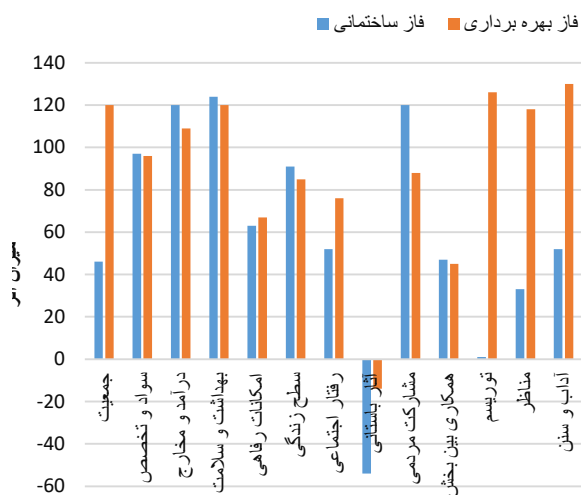
(الف) فاکتورهای فیزیکی - گزینه ۱



(د) فاکتورهای بیولوژیکی - گزینه ۲



(ج) فاکتورهای بیولوژیکی - گزینه ۱



(ر) فاکتورهای اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی - گزینه ۲

(د) فاکتورهای اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی - گزینه ۱

شکل ۴- نمودارهای امتیازبندی در فازهای ساختمانی و بهره‌برداری در اثر فاکتورهای زیست محیطی

باشد که از این جمع‌بندی این نتیجه حاصل می‌شود که اجرای طرح کمک شایانی به مشکلات آینده و حال می‌نماید اگر چه در گزینه ۱ (عدم انجام طرح) نمره ۱۳۸- به خود اختصاص داده است اما اینکه که در فاز ساختمانی به علت گسترش عملیات موجب برهم خوردن سطح وسیعی می‌شود و همچنین عدم انجام پروژه و رها نمودن منطقه به حال خود در واقع عدم استفاده از مواهب طبیعی و عدم تحرک بسوی توسعه پایدار است. زیرا رها نمودن منطقه طی زمان طولانی نمره منفی دریافت می‌کند و آثار سوء دارد بطوریکه جمعیت شهرکارزین در سال ۱۳۸۵ برابر ۴۳۰۰۰ نفر بوده و در سرشماری سال ۱۳۹۵ به ۲۸۰۰۰ نفر رسیده که این عامل مهاجرت به دلیل نبود امکانات اقتصادی، رفاهی، طبیعی و جاذبه توریستی و ... بوده است که از جمع‌بندی بالا این نتیجه حاصل می‌گردد که انجام پروژه در هر حال بهتر از انجام ندادن آن است.

در ماتریس لئوپولد ۳ عامل مهم در ارزیابی اثرات زیست محیطی مؤثر است که عبارتند از محیط فیزیکی، بیولوژیکی و اقتصادی - اجتماعی- فرهنگی می‌باشد این ۳ عامل وابسته به هم بوده بطوریکه اگر در گزینه‌های فیزیکی و بیولوژیکی طرح رد گردد اما در بخش اقتصادی - فرهنگی - اجتماعی تأیید شود با توجه به فاکتورهای زیست محیطی برای ادامه حیات اکوسیستم طرح احداث سد رد می‌گردد چونکه در آینده باعث بروز مشکلات جبران ناپذیری می‌شود. هر چند امروزه فشارهای سیاسی، استانداران، فرمانداران، شورای شهر و نمایندگان مجلس در طرح احداث سد موافق باشند اما اگر واقع بینانه نباشیم، در آینده با مشکل بسیار بزرگی مواجه خواهیم شد که جبران کردن نسل‌ها طول می‌کشد در این خصوص ۳ بخش مورد نظر در جدول ۵ نشان داده می‌شود که از جمع جبری موارد مثبت و منفی طرح نمره کل ۲۴۱۸+ می

جدول ۵- جمع‌بندی حاصل از ارزیابی زیست محیطی

گزینه‌ها	فیزیکی	بیولوژیکی	اقتصادی-اجتماعی- فرهنگی	جمع جبری موارد مثبت و منفی
گزینه ۱	-۷۴	-۲۱۲	+۱۴۹	-۱۳۷
گزینه ۲	+۳۰۲	+۲۹۵	+۱۹۵۸	+۲۵۵۵
				+۲۴۱۸

نمره کل اجرای طرح

نتیجه گیری و پیشنهادها

و بهره برداری نمره ۱۴۹+ کسب کرده است که بیشترین تأثیر منفی در فاکتورهای جمعیت، درآمد و مخارج، بهداشت و سلامت آثار باستانی و مناظر مشاهده می شود که بیشترین تأثیرات در مشارکت مردمی، آداب و سنن و توریسم و سطح زندگی می باشد در گزینه ۲ (انجام پروژه) بر فعالیت های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی نشان می دهد که جمع امتیاز فاز ساختمانی و بهره برداری نمره ۱۹۵۸+ را کسب کرده است که بیشترین فاکتورهای مؤثر جمعیت، درآمد و مخارج، بهداشت، مناظر، توریسم و مشارکت مردمی می باشد. در مجموع امتیازات کل محیط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی این نتیجه حاصل شد که با امتیاز اثر ۲۱۰۷+ این اقدام در آینده می تواند بر رونق اقتصادی و اجتماعی و فرهنگی منطقه اثر گذار باشد لازم به ذکر است. دید مردم و مسئولین در منطقه کارزین با توجه به نبود جاذبه توریستی، مناظر طبیعی و امکانات رفاهی و بهداشتی از اهمیت کمتری برخوردار بوده لذا با احداث سدهای متوالی علاوه بر تغییر در اکوسیستم منطقه، باعث رونق اقتصادی و کیفیت و کمیت آب می گردد. در ماتریس لئوپولد نتایج نشان داد که از جمع جبری موارد مثبت و منفی طرح نمره کل ۲۴۱۸+ می باشد که از این جمع بندی این نتیجه حاصل می شود که اجرای طرح کمک شایانی به مشکلات آینده و حال می نماید. که این نتیجه حاصل می گردد که انجام پروژه در هر حال حاضر بهتر از انجام ندادن آن است. اگر چه در گزینه ۱ (عدم انجام طرح) نمره ۱۳۸- به خود اختصاص داده است اما اینکه که در فاز ساختمانی به علت گسترش عملیات موجب برهم خوردن سطح وسیعی می شود و همچنین عدم انجام پروژه و رها نمودن منطقه به حال خود در واقع عدم استفاده از مواهب طبیعی و عدم تحرک بسوی توسعه پایدار است. زیرا رها نمودن منطقه طی زمان طولانی نمره منفی دریافت می کند.

تقدیر و تشکر

در این تحقیق از مسئولین شرکت آب منطقه ای استان فارس به جهت جمع آوری و در اختیار قراردادن داده های آماری هیدرولوژی تشکر و قدرانی می نمایم

با بررسی های انجام شده فاکتورهای زیست محیطی فیزیکی، بیولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در ماتریس لئوپولد از بخش فیزیکی گزینه ۱ (عدم انجام پروژه) نشان می دهد که جمع امتیاز فاز ساختمانی و بهره برداری نمره ۷۴- کسب کرده است که بیشترین تأثیر منفی در فاکتورهای حرارت، کیفیت آب های سطحی و زیرزمینی و منابع خاک مشاهده می شود در گزینه ۲ (انجام پروژه) بر فعالیت های فیزیکی نشان می دهد که جمع امتیاز فاز ساختمانی و بهره برداری نمره ۳۰۲+ را کسب کرده است که بیشترین فاکتورهای مؤثر حرارت، شکل زمین، کمیت و کیفیت آب های سطحی و زیرزمینی می باشد در مجموع امتیازات کل محیط فیزیکی این نتیجه حاصل شد که با امتیاز اثر ۲۲۸+ این اقدام در آینده می تواند بر اکوسیستم منطقه اثر گذار باشد. در ماتریس لئوپولد از بخش بیولوژیکی گزینه ۱ (عدم انجام پروژه) نشان می دهد که جمع امتیاز فاز ساختمانی و بهره برداری نمره ۲۱۲- کسب کرده است که بیشترین تأثیر منفی در فاکتورهای مرگ و میر گونه های جانوری، کاهش غذای زیستی و رشد و پرورش آبزیان و تخریب پوشش گیاهی مشاهده می شود در گزینه ۲ (انجام پروژه) بر فعالیت های بیولوژیکی نشان می دهد که جمع امتیاز فاز ساختمانی و بهره برداری نمره ۲۹۵+ را کسب کرده است که بیشترین فاکتورهای مؤثر مهاجرت گونه های جانوری، تأثیر بر زنجیره غذایی و رشد و توسعه پوشش گیاهی و آبزیان می باشد در مجموع امتیازات کل محیط بیولوژیکی این نتیجه حاصل شد که با امتیاز اثر ۸۳+ این اقدام در آینده می تواند بر اکوسیستم منطقه اثر گذار باشد لازم به ذکر است. در محور کارزین با توجه به وسعت کم دریاچه بند های متوالی فرار و مرگ و میر گونه های جانوری و تخریب پوشش گیاهی کم می باشد که با ایجاد بندهای متوالی برای دیگر آبزیان، جانوران و ... محیطی بیولوژیکی جدیدی فراهم می شود که اکوسیستم منطقه را تحت تأثیر قرار می دهد. در ماتریس لئوپولد از بخش اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی گزینه ۱ (عدم انجام پروژه) نشان می دهد که جمع امتیاز فاز ساختمانی

References

1. Bahadori F. Soleimani M. Evaluation of the Environmental Risks of Jiroft Dam During the Utilization Phase. Journal of Geography and Environmental Planning. 2021; 32(3): 46-64. [In Persian]. doi: 10.22108/gep.2021.129846.1446
2. Barghi H. Dehghani A. Sadeghi H. Saeidi M. Assessment of environmental effects on rural areas (case study: Karun Dam 3). J Environ Dev. 2019; 10(19): 129-145. [In Persian]. doi: 20.1001.1.20089597.1398.10.19.11.9
3. Erfanmanesh M. Environmental pollution, water, soil, air. 1 st ed. Tehran. Tehran University Publications. 1992. [In Persian].

4. Eslami V. Sadat P. Golfam P. Loaiciga H. Multi-criteria Decision-making Approach for Environmental Impact Assessment to Reduce the Adverse Effects Of Dams. *Water Resour. Manag.* 2021; 35(1): 4085-4110. doi: 10.1007/s11269-021-02932-1
5. Ghaderi A. Azizi Z. Abdollahi K. Evaluation of the environmental effects of the construction of the Karun 4 dam on the climatic parameters of the region using remote sensing. *Journal of Iran Hydropower Dam and Power Plant.* 2023; 9(32): 1-10. [In Persian].
6. Haddad A. Naeimi M and Mohammadi Gh. Environmental impact assessment of dams at construction and operation phases, *Environ Behav.* 2017;1(1): 167-173.
7. Heydari M., Nori M. A review of the Environmental Impact of Large Dams in Iran, nt. j. civ. environ. eng, 2013;1(1): 1-5. doi: 10.5281/zenodo.18263
8. Jangjoo M. Developing a method based on matrixes and multi-criteria decision making approaches for environmental assessment of dams, *Anthropog. pollut.* 2020; 4(2): 28-34. doi: 10.22034/AP.2021.1928100.1102
9. Komasi M. Beayranvand B. Evaluating the environmental effects of Ivshan dam using Leopold's matrix method and rapid assessment matrix. *Quarterly journal of research in Environ Health.* 2019; 5(2): 135-143. [In Persian]. doi:10.22038/jreh.2019.40232.1302
10. Manmeet K ,Shakti A. Environment Impact Assessment and Environment Management Studies for an Upcoming Multiplex - A Case Study, *IOSR j. mech. civ. Eng.* 2012; 1(4): 22-30. doi: 10.9790/1684-0142230
11. Mollazadeh M. Yousefi Z. Environmental impact assessment of the Farrokhi dam using the Leopold modified matrix, Rapid impact assessment matrix (RIAM) and stability level with Philips model. *water eng. environ. eng.* 2023; 9(3): 45-61. [In Persian]. doi: 10.22034/ewe.2023.375025.1830
12. Monavari M. Guide for evaluating the environmental effects of irrigation and drainage projects. 1 st ed. Tehran. Farzaneh Book Publications.2002. [In Persian].
13. Najmaei M. Criteria for measuring environmental factors in large dams. *Water and Development Quarterly.* 2016; 4(2): 15-23. [In Persian]. doi: 10.22034/ap. .2020.1903672.1070
14. Noforsati A. 2004. Investigating the environmental impact assessment process in Iran and the existing problems. National and transnational environmental challenges in the fourth development program. 17 March. Tehran, Iran. 785-802. [In Persian].
15. Piri H. Evaluating the environmental effects of Nimeh Chahar Dam in Zabul. *LUP.* 2011; 3(5): 143-158. [In Persian].
16. Rezvani A., Shakib S. Shojarastegari H. Environmental Impact Assessment of Reservoir Dams (Case Study: The Syahoo Reservoir Dam and its Irrigation and Drainage Systems in Sarbishe County), *Indian J. Sci. Technol.* 2017; 10(24): 1-29. doi: 10.17485/ijst/2017/v10i24/111242
17. Sabetraftar E. Examining the challenges and problems of evaluating the environmental effects of dams. 1 st ed. Tehran. Iran Water Resources Management Company; 2003. [In Persian].
18. Sarbazi M. Akbari M. 2018. Evaluation of the environmental effects of the dam using the ICOLD method (case study: Golbo Dam). 4th international conference on agricultural development, natural resources and environment. 16 June, Tabriz, Iran. 453-469. [In Persian].
19. Shahab A. Bohnett E. Ahmad B. Rashid A. Hayat M. Ecological impact assessment of dam construction: A case study of Diamer Basha Dam Gilgit-Baltistan, Pakistan, *River Res. Appl.* 2023; 39(6): 1160-1172. doi: 10.1002/rra.4131
20. Song J. Sciubba M. Kam J. Risk and Impact Assessment of Dams in the Contiguous United States Using the 2018 National Inventory of Dams Database, *Journal of water.* 2021; 13(8): 1066-1075. doi: 10.3390/w13081066
21. Verma R. Pandey A. Mishra S. Singh V. A Procedure for Assessment of Environmental Flows Incorporating Inter- and Intra-Annual Variability in Dam-Regulated Watersheds. *Water Resour. Manag.* 2023; 37(1): 3259-3297. doi: 10.1007/s11269-023-03502-3
22. Waltina S. Colleagues A. Environmental Impact Assessment in Turkish Dam Planning, *Journal of water.* 2011; 9(2):139-159. doi:10.1007/978-3-642-19636-2_8
23. Zangi M. Abasnejad A. Assessment of the environmental effects of Safarord Dam on the downstream areas. *Environmental Geology Scientific Research Quarterly.* 2016; 10(37): 57-67. [In Persian].



Environmental impact assessment consecutive rubber dams in the Karzin river - Fars province

Mohammad Hosseini

Department of Civil Engineering, Meymand Center, Firoozabad Branch, Islamic Azad University, Firoozabad, Iran.

Received: 9 Apr 2023

Accepted: 9 June 2023

Keywords:

Environmental impact assessment, Project implementation, Leopold's matrix, Consecutive clauses.

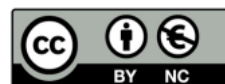
Extended Abstract

Introduction: The water crisis in the country, as well as the optimal use of water resources, the distribution and transfer of water through small dams in the country have been taken into account, which has led to the control of the flow regime during floods and water supply due to less negative effects. Drinking and farming work better. The purpose of the research is to evaluate the environment of successive dams in the river bed and also its effects on environmental factors in the region.

Materials and Methods: In this research, it tried to investigate the environmental evaluation of successive small dams in the river course of Karin region of Fars province and to determine the positive and negative points of the construction of successive dams using Leopold's matrix. Three physical, biological, economic, social and cultural states were studied and evaluated in two phases of construction and operation with option 1 (not doing the project) and option 2 (doing the project).

Results and Discussion: The assessment of environmental effects in the biological part of option 1 shows that the total score of the construction and operation phase has obtained a score of -212, which has the greatest negative impact on the factors of animal species mortality, reduction of biological food and growth and breeding of aquatic animals, and destruction. Vegetation can be seen in option 2 (execution of the project) on biological activities. It shows that the sum of points for the construction and operation phase has scored +295, which is the most effective factors of animal species migration, impact on the food chain and growth and development. Vegetation and aquatic cover.

Conclusion: A general review of all environmental factors, although the option of not implementing the project has a negative score of 138, but not doing the project and leaving the area to itself is actually not using natural resources and not moving towards sustainable development. In the total scores of the entire economic, social and cultural environment, it was concluded that with the effect score of +2107, this action can have an effect on the economic, social and cultural prosperity of the region in the future, as well as the construction of successive dams, in addition to the change in the region's ecosystem, will cause Economic prosperity and water quality and quantity.

Corresponding author: Mohammad Hosseini**Address:** Department of Civil Engineering, Meymand Center, Firoozabad Branch, Islamic Azad University, Firoozabad, Iran.**Tel:** +989177023348**Email:** M.h.8894@gmail.com**Citation:** Hosseini M. Environmental impact assessment consecutive rubber dams in the Karzin river - Fars province. Journal of New Researches in Environmental Engineering. 2023; 1(1): 1-12.

© 2023, This article published in Journal of New Researches in Environmental Engineering (JNREE) as an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>). Non-commercial use, distribution and reproduction of this article is permitted in any medium, provided the original work is properly cited.



سنجش آگاهی و نگرش دانشجویان غیرپزشکی در مورد اصول بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست (HSE) در منازل مسکونی

امید طبیعی*

گروه محیط‌زیست، واحد ارسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، ارسنجان، ایران

چکیده مبسوط

مقدمه: ارزیابی فرهنگ سلامت، ایمنی و محیط زیست روشی قابل قبول برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار و حفاظت از محیط‌زیست است. با توجه به دانش نگارنده، تا به امروز، هیچ مطالعه سیستماتیکی برای بررسی میزان دانش و نگرش دانشجویان غیرپزشکی برای استفاده از اصول بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست در منازل مسکونی انجام نشده است. بنابراین، برای کاهش و پیشگیری از حوادث خانگی و همچنین حفاظت از محیط زیست، مطالعه حاضر با هدف تعیین سطح دانش و نگرش دانشجویان غیرپزشکی در مورد اصول بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست در منازل مسکونی انجام شد.

مواد و روش‌ها: مطالعه حاضر، مطالعه‌ای مقطعی از نوع توصیفی تحلیلی است. نمونه‌ها شامل تعداد ۲۵۰ نفر از دانشجویان غیرپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی استان فارس بودند که به‌صورت نمونه‌گیری به روش در دسترس انتخاب شدند. از دانشجویان خواسته شد تا پرسشنامه‌ها را که شامل سؤالاتی در زمینه مشخصات جمعیت‌شناسی، آگاهی و دانش عمومی در مورد بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست در منازل مسکونی بود تکمیل کنند. اعتبار پرسشنامه (۰/۷۸) قبل از انجام مطالعه تعیین شد. با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ و با بهره‌گیری از آمار توصیفی و آزمون‌های کای دو (X^2)، من-ویتنی و کروسکال وایس تجزیه و تحلیل داده‌ها انجام پذیرفت.

نتایج و بحث: یافته‌های این پژوهش نشان داد که ۸۶/۸ درصد از افراد، از میزان آگاهی ضعیفی در مورد شناخت مسائل و رعایت اصول بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست در خانه برخوردار بودند و ۷۹/۲ درصد تمایلی برای رعایت اصول بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست در منازل مسکونی ندارند. همچنین نتایج نشان داد، بین جنسیت و آگاهی، تحصیلات و آگاهی و همچنین گروه سنی و آگاهی، ارتباط معنی‌داری از نظر آماری وجود دارد ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری: یافته‌های پژوهش نشان داد که دانشجویان از سطوح تقریباً پایینی از دانش و آگاهی در رابطه با اصول و مسائل بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست در منازل مسکونی برخوردار می‌باشند و نیازمند برنامه‌های آموزشی منظم، گسترده و سیستماتیک در زمینه افزایش فرهنگ بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست هستند.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۲۰

واژه‌های کلیدی:

آگاهی، بهداشت، ایمنی، محیط زیست، آموزش.

نویسنده مسئول: امید طبیعی

نشانی: گروه محیط‌زیست، واحد ارسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، ارسنجان، ایران. تلفن: ۰۹۱۷۳۱۷۲۷۱۰

پست الکترونیکی: Omid.Tabiee@ iau.ac.ir

استناد: سنجش آگاهی و نگرش دانشجویان غیرپزشکی در مورد اصول بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE) در منازل مسکونی. پژوهش‌های نوین در مهندسی محیط زیست.

۱۴۰۲: ۱ (۱): ۹-۱

حقوق نویسندگان محفوظ است. این مقاله با دسترسی آزاد و تحت مجوز مالکیت خلاقانه 4.0 <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0> در فصلنامه پژوهش‌های نوین در مهندسی محیط زیست منتشر شده است. هرگونه استفاده غیرتجاری فقط با استناد و ارجاع به اثر اصلی مجاز است.



مقدمه

مطالعاتی در ارتباط با فرهنگ HSE در منازل مسکونی انجام پذیرد. هدف از انجام این پژوهش، تعیین سطح دانش عمومی دانشجویان غیرپزشکی به نمایندگی از آحاد مردم در رابطه با اصول HSE در منازل مسکونی است. لذا مطالعه حاضر از جمله اولین مطالعات انجام پذیرفته در ارتباط با شناخت و آگاهی از اصول و نگرش عمومی مردم در ارتباط با شناخت و آگاهی از اصول و رعایت موازین بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست در محیط خانه می باشد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر مقطعی از نوع، پژوهش‌های توصیفی تحلیلی است که با هدف تعیین میزان دانش و آگاهی دانشجویان غیرپزشکی در رابطه با مفاهیم و اهمیت HSE در منازل مسکونی به صورت می‌دانی انجام گردید. جامعه آماری پژوهش در این مطالعه ۲۵۰ نفر از دانشجویان غیرپزشکی دختر و پسر دانشگاه آزاد اسلامی استان فارس بودند که به روش در دسترس وارد مطالعه شدند. در این پژوهش پیمایشی، با استفاده از پرسشنامه محقق ساخته به عنوان ابزار جمع‌آوری اطلاعات، داده‌ها در سه بخش، شامل سؤالات جمعیت‌شناسی، آگاهی و تمایل دانشجویان غیرپزشکی در مورد شناخت و رعایت اصول HSE در خانه جمع‌آوری گردید. پرسش‌های مربوط به پرسشنامه از نظر روایی و پایایی با یک حجم نمونه ۳۰ تایی در جنبه‌های مختلف ارزیابی شدند. سنجش پایایی پرسشنامه، از طریق ضریب آلفای کرونباخ و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ مورد سنجش قرار گرفت که مقدار برآورد شده در این تحقیق ۰/۷۸ به دست آمد. جهت تعیین میزان آگاهی افراد مورد مطالعه، تعداد ۸ پرسش لحاظ شده بود جدول ۲ که به هر جواب داده شده یک نمره اختصاص داده شده و پرسش‌ها نمره‌گذاری شدند (بله = ۱ و خیر = صفر). در نهایت بر اساس نمره کل محاسبه شده برای هر فرد میزان سطح آگاهی در سه سطح ضعیف، متوسط و خوب طبقه‌بندی شدند. پرسشنامه سطح تمایل رعایت اصول بهداشتی، ایمنی و محیط‌زیست شامل ۳ پرسش بود که بر اساس تمایل افراد در این مورد در نظر گرفته شدند جدول ۴. پس از جمع‌آوری داده‌ها، اطلاعات با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ و آزمون‌های آمار توصیفی و آمار استنباطی (آزمون کای دو (X^2) ، آزمون من-ویتنی (Mann-Whitney) و آزمون کروسکال والیس (Kruskal-wallis) تجزیه و تحلیل شدند.

در حال حاضر دستیابی به توسعه پایدار از ضرورت‌های غیرقابل انکار در شرایط کنونی کشور و از جمله برنامه‌های چشم‌انداز آینده برای این مرز و بوم در دهه‌های پیش رو خواهد بود. عوامل فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی، بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست در دستیابی به توسعه پایدار نقش دارند. که در همه این موارد انسان محور اصلی توسعه پایدار شناخته شده است (بهم ۲۰۰۵، تقدیسی ۲۰۰۶، علی محمدلو و همکاران ۲۰۱۲). محیط خانه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محیط‌های زندگی بشر نقش بسیار مهم و تأثیرگذاری در سلامت جسمی و روانی انسان‌ها دارد. به طور معمول هنگامی که سخن از مسائل بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست می‌شود ذهن بیشتر افراد یا جامعه به سمت مکان‌های کارگاهی و دیگر مراکز صنعتی و یا حداکثر محیط‌های خارج از محل سکونت افراد معطوف می‌گردد، اما آنچه مسلم است در منزل و محل سکونت انسان‌ها تحت تأثیر عوامل متعدد بهداشتی و ایمنی وجود دارند که هرگونه غفلت از آن‌ها می‌تواند منجر به صدمات جبران ناپذیری گردد. در حقیقت خانواده در رابطه با استقرار و اجرای ایمنی و محیط‌زیست از سه منظر بهداشت فردی، مجموعه یکپارچه و مرتبط با این موضوع و اجتماع مورد بررسی و توجه قرار گرفته است (HSE و خانواده ۲۰۱۲). هدف از ایجاد نظام ایمنی و محیط زیست پیاده‌سازی یک روش هدفمند بر اساس استانداردهای موجود است تا اطمینان حاصل گردد که مخاطرات بالقوه و بالفعل در زمینه ایمنی و محیط‌زیست حذف یا کنترل گردند (علوی ۲۰۰۱). اگرچه محیط خانه برای هر شخص ایمن‌ترین مکان برای آرامش و استراحت می‌باشد، با این حال رعایت نکردن نکات و اصول بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست در منازل مسکونی، عواملی هستند که حتی ایمن‌ترین مکان‌های زیستی بشر را مستعد بروز حوادث ناگوار و خطرانی برگشت ناپذیر می‌نمایند.

با توجه به نقش مهم و کلیدی خانواده‌ها در جهت‌گیری‌های ایمنی و محیط زیست، بررسی و ارزیابی سطح دانش، باورها، نگرش و عملکرد مردم در زمینه شناخت و بکارگیری اصول بهداشت، ایمنی و محیط زیست در محیط خانه یکی از موضوعات مهم در مدیریت HSE است. در ارتباط با سنجش آگاهی و ارزیابی فرهنگ HSE در محیط خانه و خانواده تاکنون مطالعه مشابهی در داخل و خارج کشور انجام پذیرفته است، اما در زمینه بررسی فرهنگ HSE در محیط کار می‌توان به پژوهش‌های سپهر و همکاران (۲۰۱۴)، اگیوویری و همکاران (۲۰۱۶)، کونگسویک و همکاران (۲۰۱۶)، ارندت و همکاران (۲۰۱۸)، پورمیرزا و همکاران (۲۰۲۱)، مرادی راد و همکاران (۲۰۱۶)، اشاره نمود. در راستای بررسی سنجش آگاهی و نگرش عمومی در زمینه فرهنگ HSE ضروری است تا

نتایج و بحث

آزمون من-ویتنی مشخص شد که اختلاف آماری معنی‌داری بین جنسیت از نظر آگاهی و شناخت HSE و عوامل تهدید و حادثه در خانه وجود دارد ($P < 0/05$). همچنین آزمون کروسکال والیس نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری بین سطح تحصیلات و گروه‌های سنی از نظر آگاهی و دانش HSE در خانه و عوامل تهدید انسان در خانه وجود دارد ($P < 0/05$). از سویی دیگر نتایج حاصل از بررسی تمایل مردم در ارتباط با حمایت و مشارکت در استفاده از وسایل و تجهیزات ایمنی فردی و حفاظت از محیط زیست در جدول ۴ نشان داده شده است. بر اساس یافته‌های این پژوهش ۸۱/۶ درصد از افراد مورد مطالعه تمایل به حمایت و مشارکت معنوی و مالی در حفاظت از محیط‌زیست دارند. بر اساس یافته‌های این پژوهش و با استفاده از آمار استنباطی مشخص شد که سطح عملکرد و تمایل افراد در عدم حمایت مالی برای حفاظت از محیط‌زیست و یا به‌صورت تأمین منابع مالی کمکی از نظر جنسیت و سطح تحصیلات اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر دارند ($P < 0/05$).

نتایج حاصل از بررسی ویژگی‌های جمعیت‌شناسی افراد پاسخ دهنده در جدول یک آورده شده است. بر اساس یافته‌های این پژوهش، اکثر افراد پاسخ‌گو، در گروه سنی کمتر از ۲۰ سال (۵۶ درصد)، فاقد سطح تحصیلات دانشگاهی بر اساس آخرین مدرک رسمی و دارای دیپلم (۷۰ درصد)، مجرد (۸۲ درصد)، از نظر جنسیت زن (۸۰ درصد) و فاقد شغل تمام وقت (۷۶ درصد) بوده اند. نتایج حاصل از بررسی میزان سطح آگاهی افراد مورد مطالعه در این پژوهش در جدول ۲ نشان داده شده است. از سویی دیگر توزیع فراوانی افراد بر اساس اختلاف آماری از نظر وضعیت آگاهی در جدول ۳ آورده شده است. با توجه به نمره‌گذاری سؤالات و پس از تجزیه و تحلیل داده‌ها مشخص گردید که بیشتر افراد شرکت‌کننده در این پژوهش (۸۷/۲ درصد) در ارتباط با خطرات بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست در منازل مسکونی دارای سطح پایینی از آگاهی و اطلاعات در این خصوص بوده‌اند. با استفاده از

جدول ۱- مشخصات جمعیت‌شناسی دانشجویان غیرپزشکی مشارکت‌کننده در تحقیق

ردیف	ویژگی‌های فردی	توزیع	تعداد	درصد فراوانی
۱	جنسیت	مرد	۵۰	۲۰
		زن	۲۰۰	۸۰
		کمتر از ۲۰ سال	۱۴۰	۵۶
۲	گروه سنی	۲۰-۲۹ سال	۶۰	۲۴
		۳۰-۳۹ سال	۳۰	۱۲
		۴۰-۴۹ سال	۲۰	۸
۳	وضعیت تأهل	مجرد	۲۰۵	۸۲
		متاهل	۴۵	۱۸
۴	سطح تحصیلات (آخرین مدرک)	دیپلم	۱۷۵	۷۰
		تحصیلات دانشگاهی	۷۵	۳۰
۵	وضعیت اشتغال	شاغل تمام‌وقت	۶۰	۲۴
		سایر موارد	۱۹۰	۷۶

جدول ۲- میزان سطح دانش و نگرش پاسخ‌گویان در زمینه اصول HSE در خانه

متغیرهای سنجش آگاهی	بلی، تعداد (درصد)	خیر، تعداد (درصد)
آیا واژه HSE را می‌شناسید و آگاهی از مفهوم آن دارید؟	۳۳ (۱۳/۲)	۲۱۷ (۸۶/۸)
سطح معنی‌داری جنسیت	۰/۰۲۳*	سطح معنی‌داری گروه سنی ۰/۰۱۴*
آیا از خطرات بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست در خانه آگاهی و شناخت دارید؟	۳۲ (۱۲/۸)	۲۱۸ (۸۷/۲)
سطح معنی‌داری جنسیت	۰/۰۱۱*	سطح معنی‌داری گروه سنی ۰/۰۲۲*
آیا از ارگونومی و اهمیت کاربرد آن در خانه آگاهی دارید؟	۲۶ (۱۰/۴)	۲۲۴ (۸۹/۶)

متغیرهای سنجش آگاهی		بلی، تعداد (درصد)	خیر، تعداد (درصد)
سطح معنی‌داری جنسیت	سطح معنی‌داری تحصیلات	سطح معنی‌داری گروه سنی	سطح معنی‌داری گروه سنی
۰/۰۵۱	۰/۰۱۹*	۰/۷۴۴	۰/۷۴۴
آیا از خطرات و ریسک شیمیایی مواد شوینده و ضدعفونی‌کننده آگاهی دارید؟			
سطح معنی‌داری جنسیت	سطح معنی‌داری تحصیلات	سطح معنی‌داری گروه سنی	سطح معنی‌داری گروه سنی
۰/۰۰۰***	۰/۵۹۴	۰/۰۲۲*	۰/۰۲۲*
آیا از خطرات آشپزخانه و کاربرد نکات ایمنی در آشپزخانه آگاهی دارید؟			
سطح معنی‌داری جنسیت	سطح معنی‌داری تحصیلات	سطح معنی‌داری گروه سنی	سطح معنی‌داری گروه سنی
۰/۰۵۱	۰/۰۱۹*	۰/۷۴۴	۰/۷۴۴
آیا از خطرات و کاربرد نکات ایمنی در حیاط و انباری خانه آگاهی دارید؟			
سطح معنی‌داری جنسیت	سطح معنی‌داری تحصیلات	سطح معنی‌داری گروه سنی	سطح معنی‌داری گروه سنی
۰/۱۳۰	۰/۰۳۴*	۰/۰۵*	۰/۰۵*
آیا از کاربرد نکات ایمنی در اتاق خواب، نشیمن و سرویس‌های بهداشتی آگاهی دارید؟			
سطح معنی‌داری جنسیت	سطح معنی‌داری تحصیلات	سطح معنی‌داری گروه سنی	سطح معنی‌داری گروه سنی
۰/۲۴۶	۰/۰۱۵*	۰/۰۱۱*	۰/۰۱۱*
آیا از کاربرد و اهمیت استفاده از تجهیزات ایمنی فردی در خانه آگاهی دارید؟			
سطح معنی‌داری جنسیت	سطح معنی‌داری تحصیلات	سطح معنی‌داری گروه سنی	سطح معنی‌داری گروه سنی
۰/۰۱۱*	۰/۰۸۴	۰/۰۲۲*	۰/۰۲۲*

* معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد احتمال، ** معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد احتمال

جدول ۳- توزیع فراوانی پاسخ‌گویان از نظر وضعیت آگاهی و شناخت HSE در خانه بر اساس جنسیت و سطح تحصیلات

نمره آگاهی	مؤنث	جنسیت		جمع کل	
		مذکر	مؤنث		
تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
۱۵۹	۷۹/۵	۲۵	۵۰	۱۸۴	۷۳/۶
۳۴	۱۷	۱۵	۳۰	۴۹	۱۹/۶
۷	۳/۵	۱۰	۲۰	۱۷	۶/۸
تحصیلات					
نمره آگاهی	دیپلم	دانشگاهی		جمع کل	
		تعداد	درصد		تعداد
تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
۱۶۹	۹۶/۶	۴۸	۶۴	۲۱۷	۸۶/۸
۶	۳/۴	۱۵	۲۰	۲۱	۸/۴
۰	۰	۱۲	۱۶	۱۲	۴/۸

جدول ۴- تمایل پاسخ‌گویان در ارتباط با کاربرد اصول HSE در خانه

متغیرهای سنجش عملکرد		بلی		خبر	
		تعداد (درصد)		تعداد (درصد)	
آیا تمایل به خرید و استفاده از تجهیزات ایمنی فردی در منازل مسکونی دارید؟					
جنسیت		تحصیلات		تحصیلات	
مؤنث		دیپلم		دانشگاهی	
بلی	خبر	بلی	خبر	بلی	خبر
۴۰	۱۶۰	۳۰	۱۴۵	۲۲	۵۳
سطح معنی‌داری		سطح معنی‌داری		سطح معنی‌داری	
* ۰/۰۴۹		* ۰/۰۱۵		* ۰/۰۱۵	
آیا تمایل دارید برای افزایش آگاهی و دانش HSE در کارگاه‌های آموزشی شرکت نمایید؟					
جنسیت		تحصیلات		تحصیلات	
مؤنث		دیپلم		دانشگاهی	
بلی	خبر	بلی	خبر	بلی	خبر
۳۲	۱۶۸	۲۸	۱۴۷	۱۸	۵۷
سطح معنی‌داری		سطح معنی‌داری		سطح معنی‌داری	
* ۰/۰۵		* ۰/۰۱۸		* ۰/۰۱۸	
آیا تمایل دارید برای حمایت و حفاظت از محیط‌زیست مشارکت نمایید؟					
جنسیت		تحصیلات		تحصیلات	
مؤنث		دیپلم		دانشگاهی	
بلی	خبر	بلی	خبر	بلی	خبر
۱۶۸	۳۲	۱۴۷	۲۸	۵۷	۱۸
سطح معنی‌داری		سطح معنی‌داری		سطح معنی‌داری	
* ۰/۰۵		* ۰/۰۱۸		* ۰/۰۱۸	

* معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد احتمال

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

دهنده اهمیت توجه به حوادث خانگی و رعایت اصول بهداشت و ایمنی در منازل مسکونی است (مهرام و همکاران ۱۹۹۹، نظری و حصیرچی ۲۰۱۶). بر همین اساس ایمن کردن محیط زندگی و توجه به کاهش آسیب‌ها در محیط خانه به خصوص برای گروه کودکان و سالمندان امری ضروری می‌باشد. در اساس پیشگیری از یک حادثه، پیش‌بینی آن حادثه با در نظر گرفتن تمامی احتمالاتی است که به مقدار قابل توجهی کمک می‌نماید تا از بروز حادثه پیشگیری گردد. با این وجود بیشتر حوادثی که امروزه در منازل مسکونی رخ می‌دهند، بر اثر کمبود دانش، سهل انگاری و نادیده گرفتن نکات ساده و پیش پا افتاده بهداشت، ایمنی و محیط زیست در محیط خانه‌ها می‌باشد. در حقیقت HSE در تلاش است تا شرایط زندگی مناسب برای خانواده را فراهم نموده و فرصت‌هایی برای صیانت از بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست خانواده‌ها به وجود آورد (HSE و خانواده ۲۰۱۲).

حادثه یک پدیده و رویدادی ناگهانی و بدون سابقه است که در تمامی محیط‌های زیست بشر مانند محیط کار، محیط خانه و محیط تفریح انسان رخ می‌دهد، اما در این میان، محیط خانه از جمله یکی از محتمل‌ترین محیط‌های زیست برای ایجاد بروز حادثه در هر خانواده است. حوادث خانگی به معنی آسیب‌ها و سوانحی هستند که در فضای بسته خانه یا محیط اطراف آن روی داده و موجب آسیب قابل تشخیص برای انسان‌ها می‌شوند (نقاب و همکاران ۲۰۰۸؛ رضانی و همکاران ۲۰۱۱؛ نظری و حصیرچی ۲۰۱۶). سوانح خانگی یکی از علل شایع مرگ و میر و یا نقص عضو بویژه در دوران خردسالی و کهنسالی است که عامل ۷۵ درصد از آسیب‌های وارده به افراد بالای ۶۵ سال در کشورهای صنعتی را شامل می‌گردد. بر اساس نتایج تحقیقات صورت پذیرفته میزان مرگ و میر ناشی از حوادث خانگی ۴ برابر بیشتر از حوادث رخ داده در محیط کار است که این میزان بالای مرگ و میر نشان

جنسیت وجود دارد ($P < 0.05$). بر اساس یافته‌های این پژوهش مشخص گردید که بین میزان آگاهی افراد و عملکرد حمایتی در ارتباط با حفاظت از محیط‌زیست با سطح تحصیلات رابطه معنی داری وجود دارد ($P < 0.05$). همان‌گونه که از نتایج این پژوهش برآورد می‌گردد با وجود آنکه پرسشنامه‌ها به‌صورت در دسترس در بین دانشجویان توزیع و جمع‌آوری شده است، بر اساس یافته‌های این پژوهش ۷۰ درصد از پاسخ‌دهندگان مشارکت‌کننده در این پژوهش دارای سطح تحصیلات دیپلم هستند که به دلیل این موضوع است که آخرین مدرک تحصیلی ملاک عمل قرار گرفته است و این افراد دانشجویان مقطع کارشناسی هستند، اما با این وجود از سطح آگاهی مناسبی در ارتباط با مفاهیم و خطرات بهداشتی، ایمنی و محیط‌زیست برخوردار نیستند (جدول ۳). لذا این گونه استنباط می‌گردد که یکی از علل پایین بودن سطح آگاهی در افراد با تحصیلات دانشگاهی در این زمینه، می‌تواند به علت عدم آموزش کافی و در اولویت نبودن آموزش بهداشتی، ایمنی و محیط‌زیست و افزایش فرهنگ HSE در سطح آموزش و پرورش و همچنین آموزش عالی در سطح دانشگاه‌های کشور باشد. لذا توصیه می‌شود با استفاده از منابع آموزشی نسبت به فرهنگ‌سازی و افزایش آگاهی عمومی مردم در ارتباط با نقش و اهمیت HSE و ارتقای فرهنگ HSE در مدارس و دانشگاه‌ها اقدامات لازم صورت پذیرد تا سهم مشارکت و احساس مسئولیت مردم در قبال حمایت و حفاظت از محیط‌زیست افزایش یابد و شاهد کاهش حوادث در محیط منازل مسکونی و افزایش ایمنی در خانه‌ها باشیم.

تشکر و قدردانی:

نویسنده این مقاله مراتب قدردانی خود را از تمامی دانشجویان فهیم و ارزشمند دانشگاه آزاد اسلامی استان فارس که در انجام این تحقیق مشارکت داشته‌اند اعلام می‌نماید.

از سویی دیگر حفاظت از محیط‌زیست یکی از مسائل مهم روز جهان و جزء تفکیک‌ناپذیر توسعه‌یابدار است که به‌عنوان یک ارزش بنیادین مورد نیاز، برای نسل‌های امروز و آیندگان مورد پذیرش است (جابر و همکاران ۲۰۱۳). همان‌گونه که یافته‌های این پژوهش نشان داد ۸۱/۶ درصد از افراد مورد مطالعه در این تحقیق تمایل دارند در راستای حمایت و حفاظت از محیط‌زیست مشارکت نمایند. از سویی دیگر همان‌گونه که یافته‌های این پژوهش نشان داد ۸۷/۲ درصد از افراد مورد مطالعه در ارتباط با شناخت مسائل HSE و عوامل تهدید و بروز آسیب و حوادث در محیط خانه از آگاهی مناسب برخوردار نبوده و از سطح دانش پایینی برخوردار هستند. از سویی دیگر با وجود ۴ برابر بودن حوادث خانگی در مقایسه با میزان حوادث در محیط کار، متأسفانه میزان آگاهی افراد پاسخ‌دهنده از HSE در خانه محدود بوده و تنها ۱۳/۲ درصد از افراد مشارکت‌کننده در این خصوص آگاه بوده اند که پایین بودن میزان این شناخت و دلایل آن نیازمند مطالعه و بحث‌های بسیار زیادی است (جدول ۲). در همین راستا افزایش آگاهی و فرهنگ‌سازی در زمینه HSE می‌تواند در تمایل افراد به مشارکت و رعایت اصول بهداشتی، ایمنی و محیط‌زیست در منازل مسکونی تأثیرگذار باشد. بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر مشخص گردیده است که ۱۲/۸ درصد از پاسخگویان از خطرات بهداشتی، ایمنی و محیط‌زیست در خانه آگاهی و شناخت داشته‌اند و در حدود ۸۷/۲ درصد از پاسخگویان شناختی از خطرات و ریسک بهداشتی و ایمنی در منازل آگاه نبوده‌اند. از سویی دیگر بر اساس یافته‌های این تحقیق، زنان در مقایسه با مردان از سطح آگاهی پایین‌تری در مورد مسائل HSE در خانه برخوردار بودند که با توجه به نقش و اهمیت بانوان در محیط خانه توجه به این پدیده ضروری و حائز اهمیت است (جدول ۳). همچنین نتایج به‌دست آمده در این پژوهش نشان می‌دهد اختلاف آماری معنی‌داری بین میانگین میزان آگاهی افراد مورد مطالعه در این تحقیق برحسب

References

1. Alavi F. Occupational health and Safety Management System, Standard OHSAS 18002: 2000, Athena Publishing. 2001. [In Persian]
2. Alimohammadlou M, SHaker SH, Mirghaderi S, Babolhavaeji M, GHorbani M. J. Developing HSE Strategic Plan (Case study: Port and Maritime Organization). *Strateg. Manag. J.* 2012;2(8):61-82. [In Persian]
DOR: 20.1001.1.22286853.1390.2.8.3.3.
3. Arendt S, Alsaleh N, Suarez O. Improving HSE Culture and Leadership-How KNPC is Pursuing HSE Excellence. InSPE International Conference and Exhibition on Health, Safety, Environment, and Sustainability? 2018 Apr 16 (p. D021S016R004). SPE.
<https://doi.org/10.2118/190569-MS>.

4. Behm M. Linking construction fatalities to the design for construction safety concept. *Safety Science*. 2005;43:589-611. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2005.04.002>.
5. Egbevirie B, Mustapha A, Chine O, Amadi A. Promoting Safe Work Environment and Good HSE Culture by Reporting Leading Indicators: Case Study in Oil & Gas Industry. In SPE African Health, Safety, Security, Environment, and Social Responsibility Conference and Exhibition. 2016 Oct 4 (pp. SPE-183568). SPE. <https://doi.org/10.2118/183568-MS>.
6. Jabbour, C. J. C., de Sousa Jabbour, A. B. L., Govindan, K., Teixeira, A. A., and de Souza Freitas, W. R. "Environmental management and operational performance in automotive companies in Brazil: the role of human resource management and lean manufacturing". *J. Clean. Prod.* (2013). 47, 129-140. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.010>
7. Kongsvik T, Gjøvund G, Vikland KM. HSE culture in the petroleum industry: Lost in translation?. *Safety science*. 2016 Jan 1;81:81-9. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.04.019>
8. Mahram M., Derkhshandh J., Jamshidi M.R., Yektaparast M.. Study of emergency & domestic accidents cases in the patients which referred to the centers of health services in the province of Zanjan in 1999. *J. adv. med. biomed*. 2001;8(33):41-46. [In Persian] <http://zums.ac.ir/journal/article-1-726-en.html>
9. Moradi Rad R., KHodayari F., Jalilian M., Akbarzadeh A., Omidi L., Roshani S., Toori GH.. Reliability and validity assessment of a customized safety culture questionnaire in the petrochemical industry. *Int J Inj Contr Saf Promot*. 2016;4(3):193-200. [In Persian] <https://doi.org/10.22037/meipm.v4i3.15826>
10. Nameless. HSE and Family, Public Relations Publications of National Refining and Distribution Company, First Edition, 2012. [In Persian]
11. Nazari J, Hasirchi N. Falling as a hidden health problem: trends and prevalence of falling accidents at home and its associated factors in Tabriz, Iran, during 2006-2010. *Health Serv Res*. 2016;13(2):0-0. [In Persian] <http://hsr.mui.ac.ir/article-1-863-en.html>
12. Neghab M, Habibi MA, Rajaeefard A, Choobineh A. Home Accidents in Shiraz during a 3-year Period (2000-2002). *Journal of Kermanshah University of Medical Sciences*. 2008 Mar 20;11(4). [In Persian]
13. Pourmirza S, Bahrami Sh, Eydi H. Investigating the Factors Affecting the Improvement of the Health, Safety and Environmental Culture in Sports Facilities. *Journal of environmental education and sustainable development*. 2021;9(2):83-96. [In Persian] <https://doi.org/10.30473/ee.2021.7538>
14. Ramezani AA, Ezad Khah MH. Qoli nejad B, Amirabadi zadeh H. Epidemiologic study and relationship factors of home injuries in clientele to Birjand hospital in 2004. *Quarterly Journal of Rostamine*. 2011;3:72-8. [In Persian] Available from: <https://sid.ir/paper/451522/fa>
15. Sepehr P., Mohammad Fam I., Ketabi D., Sepehr N. Effect of engineering and management interventions on promoting safety culture indicators among workers of Iranian pipe rolling factory. *Toloo-e-behdasht*. 2014;13(3 (45)):11-20. [In Persian] <http://tbj.ssu.ac.ir/article-1-1112-en.html>
16. Taghdisi, H. Health, Safety and Environment Management (HSE), *J. Occup. Health*. 2006;3(2), 17-29. [In Persian] Available from: <https://sid.ir/paper/457257/fa>



Evaluation of knowledge and attitude of non-medical students about Health, Safety and Environment (HSE) principles in residential home

Omid Tabiee

Department of Environment, Arsanjan Branch, Islamic Azad University, Arsanjan, Iran.

Received: 7 Apr 2023

Accepted: 2 Aug 2023

Keywords: Knowledge, Health, Safety, Environment, Training.

Extended Abstract

Introduction: The Health, Safety and Environment (HSE) Culture Assessment are an acceptable method for achieving sustainable development and environmental protection goals. To the author's knowledge, to date, no systematic study has been carried out to investigate to determine the level of knowledge and attitudes of non-medical students for the use of Health, Safety and Environment (HSE) principles in residential homes. To reduce and prevent home accidents as well as protection of environment the current study was, therefore, undertaken to determine the level of knowledge and attitudes of non-medical students on Health, Safety and Environment (HSE) principles in residential homes.

Materials and Methods: This study was a descriptive analytical study and samples include 250 non-medical students from Islamic Azad universities in Fars province who were selected by convenient sampling method. The self-administrated questionnaire included a demographic questionnaire and as well as their knowledge on Health, Safety and Environment (HSE) and practice regarding willinless to conservation of environment was completed for all the study population through interviews. Subsequently, descriptive statistics, χ^2 , and Mann-Whitney test and kruscal-wallis test were employed for analysis using SPSS Software (version 21).

Results and Discussion: The findings of this study showed that, 86.8 percent of the people had poor awareness about Health, Safety and Environment (HSE) principles in residential home and 79.2% of people were not interested in using of Health, Safety and Environment (HSE) principles in residential home. On the other hand, there was a significant correlation between knowledge and sex, awareness and levels of education and knowledge and age ($P < 0.05$).

Conclusion: The findings of the study indicate that students had almost low knowledge and attitudes on Health, Safety and Environment (HSE) principles, and this level of knowledge is not enough, and students need developed educational programs to increase Health, Safety and Environment (HSE) culture.

Corresponding author: Omid Tabiee

Address: Department of Environment, Arsanjan Branch, Islamic Azad University, Arsanjan. **Tel:** +989173172710

Email: Omid.Tabiee@ iau.ac.ir

Citation: Tabiee O. Evaluation of knowledge and attitude of non-medical students about Health, Safety and Environment (HSE) principles in residential home. Journal of New Researches in Environmental Engineering. 2023; 1(1): 13-20.



© 2023, This article published in Journal of New Researches in Environmental Engineering (JNREE) as an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>). Non-commercial use, distribution and reproduction of this article is permitted in any medium, provided the original work is properly cited.



پیش‌بینی کوتاه مدت غلظت گاز مونو اکسید کربن در هوای شهر اهواز با استفاده از تحلیل شبکه‌های عصبی مصنوعی

مریم کاووسی
سیما سبزعلیپور
حسین فتحیان*

گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
گروه مهندسی منابع آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

چکیده مبسوط

مقدمه: آلودگی هوای شهرها یکی از مهمترین معضلات محیط زیستی بوده که همواره تهدیدی دایم و جدی برای سلامت و بهداشت جامعه و همچنین محیط زیست می‌باشد. از مهمترین آلاینده‌های هوا می‌توان به اکسیدهای نیتروژن به خصوص دی‌اکسیدنیتروژن، اکسیدهای سولفور به ویژه دی‌اکسیدسولفور، هیدروکربن‌ها، منواکسیدکربن (CO)، دی‌اکسیدکربن و ذرات معلق اشاره کرد. کلان‌شهر اهواز یکی از آلوده‌ترین شهرهای ایران می‌باشد که مدیریت زیست محیطی به ویژه در زمینه آلودگی هوا بسیار با اهمیت می‌باشد. هدف از این پژوهش پیش‌بینی غلظت آلاینده CO در هفت روز ابتدای سال ۱۳۹۵ در شهر اهواز می‌باشد.

مواد و روش‌ها: بر اساس مطالعات پیشین، متغیرهای هواشناسی شامل دمای هوا، رطوبت هوا و سرعت باد به عنوان متغیرهای ورودی مؤثر در شبکه برای پیش‌بینی غلظت گاز CO انتخاب شدند. غلظت گاز CO در سال ۱۳۹۴ از طریق سازمان حفاظت محیط زیست شهر اهواز تهیه شد. به منظور توسعه شبکه عصبی پرسپترون چندلایه (MLP) از نرم‌افزار Neuro Solution 5 استفاده گردید. به منظور ایجاد شبکه عصبی، ۷۰ درصد از داده‌ها برای آموزش (واسنجی)، ۱۵ درصد برای تست و ۱۵ درصد باقیمانده برای آزمون صحت‌سنجی نتایج حاصل از شبکه مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث: به منظور تعیین بهترین ساختار شبکه MLP برای پیش‌بینی کوتاه مدت غلظت گاز CO ساختارهای مختلف از لحاظ تعداد لایه‌های میانی، نوع الگوریتم آموزش شبکه، نوع تابع انتقال، تعداد نرون‌های لایه میانی و تعداد تکرارهای آموزش در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که شبکه MLP با ساختار ۱-۵-۳ (یعنی ۳ نرون ورودی، ۵ نرون در لایه میانی و یک نرون برای لایه خروجی) با ۱۵۰۰ تکرار آموزش به ازای تابع انتقال تانزانت سیگموئید (Tansig) و الگوریتم آموزش کاهش گرادیان همراه با مؤتمت (Traingdm)، بهترین شبکه MLP می‌باشد. علاوه بر این، مقادیر شاخص‌های آماری NSE، RMSE و MAE به ازای مرحله آموزش شبکه به ترتیب برابر با ۰/۷۲، ۰/۲۲ و ۰/۱۵ می‌باشد.

نتیجه‌گیری: آلودگی هوا، چالش اصلی زیست محیطی در اهواز، از ترکیب ترافیک و صنایع نفتی ناشی می‌شود. تأثیرات بهداشتی و زیست محیطی آن نیازمند بررسی جامع است. در این تحقیق از شبکه MLP برای پیش‌بینی مقادیر غلظت گاز CO در هوای شهر اهواز استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که دقت و عملکرد شبکه در پیش‌بینی غلظت گاز CO در سطح مطلوب می‌باشد. در ادامه این تحقیق پیشنهاد می‌شود که پیش‌بینی غلظت دیگر آلاینده‌های گازی انجام شود و برای تعیین ساختار بهینه شبکه عصبی مصنوعی از الگوریتم‌های بهینه‌سازی استفاده شود.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۰۷

واژه‌های کلیدی:

پیش‌بینی کوتاه مدت، غلظت گاز مونو اکسید کربن، شبکه پرسپترون چند لایه، آلودگی هوا.

نویسنده مسئول: حسین فتحیان

نشانی: گروه مهندسی منابع آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. تلفن: ۰۹۱۲۶۸۵۴۵۷۶

پست الکترونیکی: Fathian.h58@gmail.com

استناد: کاووسی مریم، سبزعلیپور سیما، فتحیان حسین. پیش‌بینی کوتاه مدت غلظت گاز مونو اکسید کربن در هوای شهر اهواز با استفاده از تحلیل شبکه‌های عصبی مصنوعی. پژوهش‌های نوین در مهندسی محیط زیست، ۱۴۰۲؛ ۱ (۱): ۲۹-۲۱.

حقوق نویسندگان محفوظ است. این مقاله با دسترسی آزاد و تحت مجوز مالکیت خلاقانه <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0> در فصلنامه پژوهش‌های نوین در مهندسی محیط زیست منتشر شده است. هرگونه استفاده غیرتجاری فقط با استناد و ارجاع به اثر اصلی مجاز است.



مقدمه

روش‌های سنتی علمی قبلی جایگزین شده است. شبکه‌های عصبی مصنوعی یکی از محبوب‌ترین روش‌های هوش مصنوعی محسوب می‌شود که مدل‌های ریاضی مغز انسان را به صورت ساده به عنوان یک سیستم استفاده می‌کند. شبکه‌های عصبی عموماً با داده‌های آموزشی آموزش داده می‌شوند. شبکه‌های عصبی مصنوعی سیستم‌هایی هستند که قادرند انجام عملیاتی همانند مغز انسان را به نمایش در آورد (کاراکا و همکاران ۲۰۰۶). شبکه‌های عصبی نسبت به شبکه‌های عصبی طبیعی، محدوده بسیار کوچکتري را پوشش می‌دهند و توانایی و قابلیت بسیار کمتری را دارا می‌باشند. پیش‌بینی غلظت آلاینده‌ها از زمینه‌های مورد توجه این مدل در علوم محیط زیست می‌باشد. تاکنون تحقیقات متعددی نیز در این زمینه صورت گرفته است.

صادقی و خاکسار آستانه (۲۰۱۴) آلودگی ذرات معلق شهر اهواز با کمک شبکه‌های عصبی مصنوعی پیش‌بینی کردند. آن‌ها از داده‌های حداکثر آلودگی ذرات معلق ۱۰ میکرونی که به صورت سری زمانی ۲۴ ساعته تهیه شده بود، به منظور پیش‌بینی میزان آلودگی این آلاینده استفاده کردند. نتایج این تحقیق، صحت ۹۵ درصدی را نشان داد. جدی و همکاران (۲۰۱۷) از شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی غلظت گاز مونوکسید کربن در شهر تهران استفاده کردند. نتایج بیانگر دقت خوب شبکه عصبی پیش‌بینی غلظت گاز مونوکسید کربن بود. همچنین نتایج نشان دهنده تأثیر متغیرهای ورودی مناسب بر عملکرد و دقت پیش‌بینی شبکه می‌باشد. قاسمی و همکاران (۲۰۲۰) پنج آلاینده PM_{10} ، CO ، O_3 ، NO_2 و SO_2 را با بکارگیری شبکه عصبی مصنوعی برای دو بازه زمانی امروز و فردا پیش‌بینی کردند. آن‌ها از هفت کمیت هواشناسی دما، رطوبت نسبی، میزان دید، سرعت باد، نقطه شبنم، فشار و بارش به عنوان متغیر ورودی در شبکه استفاده کردند. آن‌ها از آزمون هم خطی و تکنیک انتخاب پیشرو برای حذف متغیرهای ورودی اضافی و ایجاد زیرمجموعه‌ای از متغیرهای اثرگذار در پیش‌بینی استفاده کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که استفاده از تکنیک انتخاب پیشرو برای بهینه‌سازی تعداد متغیرها سبب افزایش دقت و کاهش هزینه‌های پیش‌بینی می‌گردد.

کابانروس و همکاران (۲۰۱۷) از مدل MLP برای پیش‌بینی غلظت دی‌اکسید نیتروژن در کنار جاده استفاده کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که تأثیر اکثر آلاینده‌ها مانند اکسیدهای نیتروژن در پیش‌بینی دی‌اکسید نیتروژن قابل توجه می‌باشد. استامنکوویچ و همکاران (۲۰۱۶) برای کشورهای اروپایی، ایالات متحده آمریکا، چین، ژاپن، روسیه و هند در سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۸ انتشار گاز اکسیدهای نیتروژن را با شبکه عصبی مصنوعی بررسی کردند. بر اساس نتایج شبکه عصبی مصنوعی می‌تواند در

محیط زیست یکی از ارکان بسیار مهم حیات و توسعه محسوب می‌شود. زیرا، نقش‌های متعددی را برای ایجاد تعادل در مؤلفه‌های مختلف بازی می‌کند. اما، هم اکنون این مؤلفه به دلیل فقدان قوانین و مقررات ویژه و عدم تعریف مالکیت خاص برای آن، به طور آزاد و نامحدود مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد که نتیجه آن، تخریب محیط زیست و ایجاد آلودگی‌های مختلف در این حوزه است. آلودگی هوای شهرها یکی از مهمترین معضلات محیط زیستی بوده که همواره تهدیدی دایم و جدی برای سلامت و بهداشت جامعه و همچنین محیط زیست می‌باشد (قربانی و فیروززارع ۲۰۱۰). بررسی‌های گسترده نشان می‌دهد، آثار بالقوه آلودگی هوا بر سلامت انسان شامل افزایش تغییرات در عملکرد فیزیولوژیکی بدن به ویژه عملکرد تنفسی و قلبی عروقی است (ژیانگ و همکاران ۲۰۰۴). بر اساس تعریف، آلودگی هوا به وجود یک یا چند آلاینده در هوای آزاد به آن اندازه مداومی که برای انسان مضر بوده و یا موجب زیان رساندن به حیوانات، گیاهان و اموال شود، گفته می‌شود (امیریگی و احمدی ۲۰۱۶). آلودگی هوا از دیرباز خسارات زیادی را به لحاظ محیط زیستی و جانی و مالی به همراه داشته است (آبریل و همکاران ۲۰۱۶). در حقیقت، بحران آلودگی هوا به یک فاجعه انسانی تبدیل شده که ناشی از برنامه‌ریزی نامناسب شهری است. انرژی تولید شده در نیروگاه حرارتی توسط احتراق سوخت مانند انرژی سوخت فسیلی بیشترین آلودگی هوا در سراسر جهان را تشکیل می‌دهد که ۸۵٪ آلودگی ذرات استنشاق شده در هوا را منتشر می‌کند (آواستیا و همکاران ۲۰۰۶). با توجه به مقدار قابل توجهی از مطالعات، اثرات مضر انتشار آلاینده‌های هوا از نیروگاه‌ها بر روی گرم شدن کره زمین تأثیرات زیانبار بهداشتی شناخته شده‌ای دربرداشته است (محبوب و همکاران ۲۰۰۹، سازمان بهداشت جهانی ۲۰۱۷). امروزه توسعه شهرنشینی، گسترش صنایع و افزایش بی‌رویه استفاده از وسائل نقلیه منجر به گسترش آلودگی زیست محیطی شده است. پیش‌بینی آلودگی هوا از جمله مسائل پیچیده‌ای است که بصورت غیرخطی در حال تغییر است و عوامل متعددی در آن تأثیرگذار هستند (هاسنفراتز و همکاران ۲۰۱۲).

از مهمترین آلاینده‌های هوا می‌توان به اکسیدهای نیتروژن به‌خصوص دی‌اکسید نیتروژن، اکسیدهای سولفور به ویژه هیدروکربن‌ها، دی‌اکسید سولفور، مونواکسید کربن، دی‌اکسید کربن و ذرات معلق اشاره کرد. در ایران، میزان انتشار آلاینده‌های هوا در بسیاری از شهرها از جمله تهران، اهواز، سنج، مشهد، اصفهان به سطح خطرناکی رسیده است (صادقی و خاکسار آستانه ۲۰۱۴). لذا مطالعه روند آلودگی هوا در این کلانشهرها حائز اهمیت بالایی می‌باشد. در سال‌های اخیر هوش مصنوعی به جای

مونوکسید کربن با بکارگیری شبکه‌های عصبی مصنوعی تحقیقی انجام نشده است. هدف از این تحقیق پیش‌بینی کوتاه مدت غلظت آلاینده مونوکسید کربن با بکارگیری شبکه عصبی مصنوعی از نوع MLP می‌باشد.

مواد و روش‌ها

اطلاعات اقلیمی مورد نیاز که به عنوان ورودی‌های شبکه محسوب می‌شوند شامل دما، رطوبت نسبی و سرعت باد در این بازه زمانی نیز از طریق مراجعه به سازمان هواشناسی خوزستان تهیه گردید. غلظت گاز CO در سال ۱۳۹۴ از طریق سازمان حفاظت محیط زیست شهر اهواز تهیه شد. جدول ۱ متوسط مقادیر مربوط به متغیرهای ورودی به ازا ماه‌های مختلف سال ۱۳۹۴ را نشان می‌دهد. تعیین متغیرهای ورودی مدل که تأثیر بسزایی در کارایی مدل دارند، از مهمترین مراحل توسعه شبکه عصبی مصنوعی می‌باشد. بر اساس مطالعات پیشین، متغیرهای هواشناسی شامل دمای هوا، رطوبت هوا و سرعت باد به عنوان متغیرهای ورودی مؤثر در شبکه برای پیش‌بینی غلظت گاز CO انتخاب شدند.

انتشار اکسیدهای نیتروژن عملکرد خوبی داشته باشد. آلوز و همکاران (۲۰۱۹) از شبکه MLP برای پیش‌بینی غلظت ازن در برزیل استفاده کردند. در تحقیق آن‌ها غلظت آلاینده‌های هوا و متغیرهای هواشناسی به عنوان ورودی به مدل لحاظ شدند و مدل از عملکرد مطلوبی برخوردار بود. یونیکریشان و مدهو (۲۰۱۹) برای پیش‌بینی غلظت گاز دی اکسید گوگرد و ارتباط متغیرهای هواشناسی با آلاینده‌های هوا از مدل پرسپترون چند لایه با بکارگیری روش انتخاب پیشرو و حذف پسرو برای بهینه‌سازی متغیرها استفاده کردند. نتایج تحقیق آن‌ها بیانگر این بود که استفاده از روش بهینه‌سازی متغیرها منجر به کاهش خطا در پیش‌بینی می‌شود.

کلان‌شهر اهواز یکی از آلوده‌ترین شهرهای ایران می‌باشد که مدیریت زیست محیطی به ویژه در زمینه آلودگی هوا بسیار بااهمیت می‌باشد. یکی از لازمه‌های مدیریت مطلوب، شناخت شرایط فعلی و امکان تخمین وضعیت در آینده می‌باشد. کلانشهر اهواز یکی از آلوده‌ترین شهرهای ایران می‌باشد که مدیریت زیست محیطی به ویژه در زمینه آلودگی هوا بسیار بااهمیت می‌باشد. یکی از لازمه‌های مدیریت مطلوب، شناخت شرایط فعلی و امکان تخمین وضعیت در آینده می‌باشد. با بررسی منابع موجود تاکنون در زمینه پیش‌بینی کوتاه مدت غلظت آلاینده

جدول ۱- میانگین مقادیر ماهانه متغیرهای ورودی در سال ۱۳۹۴

ماه	غلظت CO	سرعت باد	رطوبت هوا	دمای هوا
فروردین	۱/۲۷	۱۲	۴۳	۲۵
اردیبهشت	۱/۱۳	۹	۳۵	۳۰/۷
خرداد	۱/۳۲	۹	۲۶	۳۷/۱
تیر	۱/۱۹	۱۱	۲۷	۳۸/۳
مرداد	۱/۲۶	۹	۳۱	۳۹/۲
شهریور	۱/۱۷	۹	۳۶	۳۶/۵
مهر	۱/۳۵	۸	۳۵	۳۲
آبان	۱/۳۴	۷	۴۵	۲۴/۴
آذر	۱/۲۸	۹	۵۰	۱۶/۹
دی	۱/۲۵	۱۰	۶۳	۱۳/۶
بهمن	۱/۲۷	۱۱	۶۶	۱۸/۴
اسفند	۱/۲۳	۱۱	۴۸	۲۷/۱

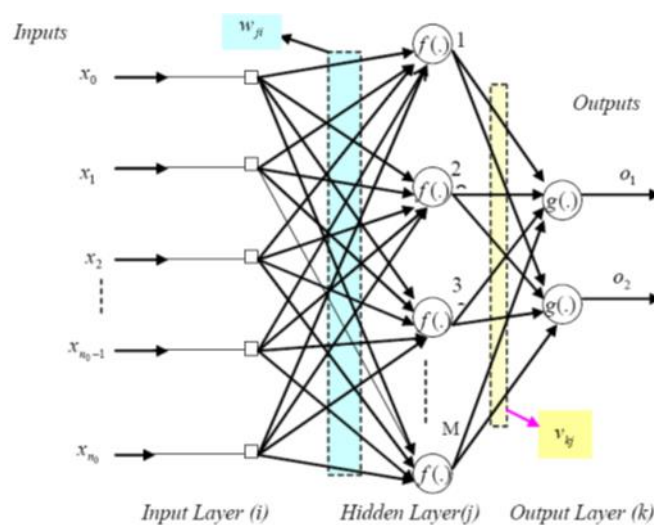
آموزش شبکه باید بین ۰ و ۱ استاندارد شوند، از اینرو داده‌های مورد استفاده به مدل از طریق رابطه ۱ استاندارد شدند.

$$X_n = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (1)$$

نرمال‌سازی داده‌ها

هدف از نرمال‌سازی داده‌ها، یکسان‌سازی اهمیت ورودی‌های مختلف به مدل‌های مورد استفاده است. از آن جایی که وارد کردن داده‌ها به صورت خام باعث کاهش سرعت و دقت مدل می‌شود، بنابراین ورودی‌ها و خروجی‌ها قبل از

آموزش، اطلاعات مربوط به داده‌ها درون وزن‌های شبکه ذخیره می‌شوند. شبکه‌های MLP از چندلایه تشکیل می‌شوند که هر لایه، ورودی لایه بعدی را بصورت پیشخور تولید می‌کند. ساختار یک شبکه MLP با تعیین تعداد لایه‌ها، تعداد نرون‌ها در هر لایه، تابع انتقال الگوریتم آموزش، روش تصحیح وزن‌ها و نوع مدل تعیین می‌شود (کیسی ۲۰۰۷). شکل ۱ بیانگر شبکه پرسپترون یک لایه می‌باشد. در این شبکه نرون‌های هر لایه تماماً به نرون‌های لایه قبل متصل شده است. خروجی هر لایه پس از تأثیر گذاشتن تابع محرک، ورودی لایه بعدی می‌گردد و این روند تا بدست آمدن خروجی شبکه ادامه می‌یابد.



شکل ۱- شبکه پرسپترون یک لایه

هستند. از دسته معیارهای گرافیکی می‌توان به ترسیم همزمان نمودار تغییرات پیش‌بینی مقادیر غلظت گاز CO مشاهداتی و پیش‌بینی شده اشاره نمود. از شاخص‌های آماری سنجش خطا می‌توان به ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)، میانگین قدرمطلق خطا (MAE) و ضریب ناش-ساتکلیف (NSE) اشاره کرد که به ترتیب در روابط ۲ تا ۴ آمده است. ضریب ناش-ساتکلیف بیانگر راندمان مدل بوده که اخیراً در مسائل مهندسی و مدل‌سازی به وفور مورد استفاده قرار گرفته است. ضریب ناش-ساتکلیف می‌تواند مقادیری از منفی بی‌نهایت تا یک را به خود اختصاص دهند که عدد یک نشان‌دهنده برازش کامل و انطباق ۱۰۰٪ بین مقادیر مشاهداتی و شبیه‌سازی شده می‌باشد. در روابط ۲ تا ۴، n برابر با تعداد داده‌ها، O_i و S_i مقادیر غلظت گاز CO مشاهداتی و پیش‌بینی شده در گام زمانی t ام و \bar{O} میانگین مقادیر غلظت گاز CO مشاهداتی می‌باشد (آبراهارت و همکاران ۲۰۰۴، ناش و ساتکلیف ۱۹۷۰).

که، X_n داده‌های استاندارد شده، X_i داده‌های مشاهداتی، X_{min} و X_{max} به ترتیب بیشینه و کمینه داده‌ها است.

شبکه‌های عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی مصنوعی جزء سیستم‌های دینامیکی هوشمند مدل-آزاد بوده که مبتنی بر داده‌های تجربی بوده و با پردازش روی این داده‌ها دانش یا قانون نهفته در ورای داده‌ها را به ساختار شبکه منتقل می‌کنند. این سامانه‌ها از دو ویژگی اساسی یادگیری یا نگاشت‌پذیری بر اساس آرایه‌ی داده‌های تجربی (قابلیت تعمیم‌پذیری) و ساختارپذیری موازی برخوردارند که ضمن اجرای فرایند

به منظور ایجاد شبکه عصبی، ۷۰ درصد از داده‌ها برای آموزش (واسنجی)، ۱۵ درصد برای تست و ۱۵ درصد باقیمانده برای آزمون صحت‌سنجی نتایج حاصل از شبکه مورد استفاده قرار گرفت. هر چند این دسته‌بندی پس از انجام آزمون‌های متعدد و با استفاده از روش آزمون و خطا انتخاب شد. شبکه مورد نظر با تغذیه پیشرو و با یک لایه ورودی، ۳ تا ۵ لایه میانی و یک لایه خروجی ساخته شد. انواع توابع انتقال مختلف در لایه میانی و خروجی در نظر گرفته شد. همچنین انواع مختلف الگوریتم آموزش شبکه در نظر گرفته شد.

معیارهای ارزیابی عملکرد شبکه

به منظور ارزیابی شبکه در پیش‌بینی کوتاه مدت غلظت گاز CO در مراحل آموزش و آزمون شبکه، شاخص‌های نیکویی برازش مختلفی را می‌توان استفاده نمود. این شاخص‌ها به دو گروه معیارهای گرافیکی و پارامترهای آماری سنجش خطا قابل تقسیم

برای اجرای مدل شبکه عصبی مصنوعی از نرم‌افزار Neuro Solution5 استفاده شد. جدول ۲ مشخصات بهترین ساختار آموزش شبکه MLP در پیش‌بینی کوتاه مدت غلظت گاز CO را نشان می‌دهد. همچنین شاخص‌های آماری بهترین ساختار آموزش شبکه MLP در پیش‌بینی کوتاه مدت غلظت گاز CO به ازای دو مرحله آموزش و آزمون شبکه در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به جدول ۲ می‌توان دریافت که شبکه MLP با ساختار ۱-۵-۳ (یعنی ۳ نرون ورودی، ۵ نرون در لایه میانی و یک نرون برای لایه خروجی) با ۱۵۰۰ تکرار آموزش به ازای تابع انتقال تانزانت سیگموئید و الگوریتم آموزش کاهش گرادیان همراه با مؤنتم، بهترین شبکه MLP می‌باشد. با توجه به جدول ۲، مقادیر شاخص‌های آماری NSE، RMSE و MAE به ازای مرحله آموزش شبکه به ترتیب برابر با ۰/۷۲، ۰/۲۲ و ۰/۱۵ می‌باشد. مقادیر شاخص‌های آماری NSE، RMSE و MAE به ازای مرحله آزمون شبکه به ترتیب برابر با ۰/۶۳، ۰/۲۸ و ۰/۱۹ می‌باشد.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (S_i - O_i)^2} \quad (2)$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |S_i - O_i| \quad (3)$$

$$NSE = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (S_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \right] \quad (4)$$

نتایج و بحث

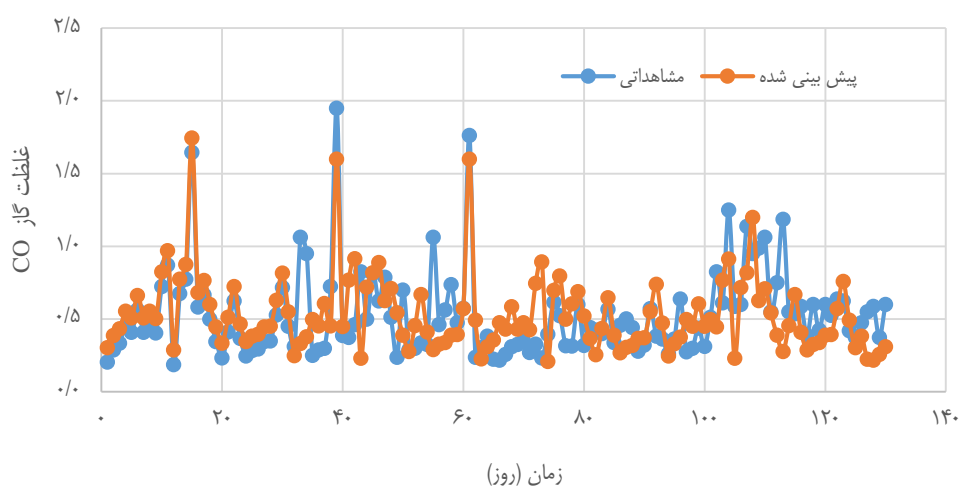
به منظور تعیین بهترین ساختار شبکه MLP برای پیش‌بینی کوتاه مدت غلظت گاز CO ساختارهای مختلف از لحاظ تعداد لایه‌های میانی، نوع الگوریتم آموزش شبکه، نوع تابع انتقال، تعداد نرون‌های لایه میانی و تعداد تکرارهای (Epoch) آموزش در نظر گرفته شد. سپس اقدام به آموزش و آزمون هر یک از شبکه‌ها گردید و به ازای هر شبکه ضریب ناش-ساتکلایف و ریشه میانگین مربعات خطا بین مقادیر غلظت گاز CO مشاهده اتی و پیش‌بینی شده با شبکه عصبی مصنوعی محاسبه گردید.

جدول ۲- مشخصات بهترین ساختار آموزش شبکه MLP در پیش‌بینی کوتاه مدت غلظت گاز CO

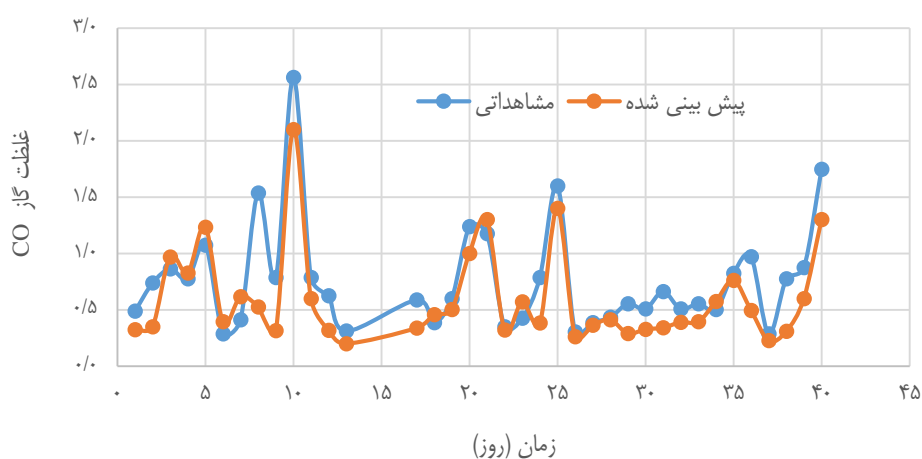
ساختار	الگوریتم آموزشی	تابع انتقال	تکرار	آموزش			آزمون		
				NSE	RMSE	MAE	NSE	RMSE	MAE
۱-۵-۳	Trainigdm	Tansig	۱۵۰۰	۰/۷۲	۰/۲۲	۰/۱۵	۰/۶۳	۰/۲۸	۰/۱۹

با مقادیر واقعی (مشاهداتی) می‌باشد. مقایسه مقادیر مشاهداتی و مقادیر پیش‌بینی شده برای ۷ روز ابتدای سال ۱۳۹۵ در شکل ۴ نشان داده شده است که بیانگر دقت مناسب شبکه آموزش دیده برای پیش‌بینی غلظت گاز CO است. مطالعه صادقی و خاکسار آستانه (۲۰۱۴) در خصوص پیش‌بینی ذرات معلق شهر اهواز با کمک شبکه‌های عصبی مصنوعی نشان‌دهنده صحت ۹۵ درصدی پیش‌بینی شبکه می‌باشد. علاوه بر این پیش‌بینی غلظت گاز مونوکسید کربن در شهر تهران انجام شده توسط جدی و همکاران (۲۰۱۷)، بیانگر دقت مناسب شبکه در پیش‌بینی غلظت گاز مونوکسید کربن بود.

شکل ۲ مقایسه تغییرات مقادیر غلظت گاز CO مشاهداتی و پیش‌بینی شده با شبکه MLP به ازای مرحله آموزش شبکه را نشان می‌دهد. همچنین مقایسه تغییرات مقادیر غلظت گاز CO مشاهداتی و پیش‌بینی شده با شبکه MLP به ازای مرحله آزمون شبکه در شکل ۳ نشان داده شده است. با توجه به اشکال ۲ و ۳ می‌توان دریافت که شکل تغییرات مقادیر غلظت گاز CO پیش‌بینی شده با شبکه MLP نزدیک به تغییرات مقادیر غلظت گاز CO مشاهداتی می‌باشد. می‌توان نتیجه گرفت که دقت شبکه عصبی برای پیش‌بینی غلظت آلاینده مونوکسید کربن در سطح قابل قبولی می‌باشد. آخرین گام در شبیه‌سازی شبکه عصبی مصنوعی، مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده توسط شبکه آموزش دیده



شکل ۲- مقایسه تغییرات مقادیر غلظت گاز CO مشاهداتی و پیش‌بینی شده با شبکه MLP به ازای مرحله آموزش شبکه



شکل ۳- مقایسه تغییرات مقادیر غلظت گاز CO مشاهداتی و پیش‌بینی شده با شبکه MLP به ازای مرحله آزمون شبکه



شکل ۴- مقایسه مقادیر غلظت گاز CO مشاهداتی و پیش‌بینی شده با شبکه MLP

نتیجه گیری و پیشنهادها

قابل ملاحظه‌ای بر آلودگی هوا داشته است. اثرات بهداشتی و زیست محیطی آلاینده‌های هوا به حدی قابل توجه بوده که مطالعه در خصوص برآورد آلودگی را ضروری ساخته است. در سال‌های اخیر هوش مصنوعی به جای روش‌های سنتی علمی قبلی جایگزین شده است. در این تحقیق از شبکه MLP برای پیش‌بینی مقادیر غلظت گاز CO در هوای شهر اهواز استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که دقت و عملکرد شبکه در پیش‌بینی غلظت گاز CO در سطح مطلوب می‌باشد. در ادامه این تحقیق پیشنهاد می‌شود که پیش‌بینی غلظت دیگر آلاینده‌های گازی انجام شود و برای تعیین ساختار بهینه شبکه عصبی مصنوعی از الگوریتم‌های بهینه‌سازی استفاده شود.

آلودگی هوا در شهر اهواز، مهم‌ترین معضل زیست محیطی این کلانشهر محسوب می‌شود. مناطق کلان‌شهری با الگویی جدید از نظام اسکان، اندازه شهر، ساختار و سازمان فضایی از طریق مکانیزم ارتباط متقابل حمل و نقل و الگوی توسعه شهری در کنار هم به پارامترهایی چون افزایش سطح درآمد، به موتوریزه شدن جامعه دامن می‌زند. به گونه‌ای که بر اساس آمار سازمان حمل و نقل، در ایران، بیش از ۸۰ درصد از سفرها توسط وسایل نقلیه موتوری انجام می‌شود. این افزایش تعداد وسایل نقلیه موتوری در کنار وجود صنایع نفت و گاز در استان خوزستان، تأثیر

References

- Abrahart R, Kneale PE and See LM. Neural networks for hydrological modeling. CRC Press, 1 st ed. 2004.
<https://doi.org/10.1201/9780203024119>
- Abril GA, Diez SC, Pignata ML, Britch J. Particulate matter concentrations originating from industrial and urban sources: Validation of atmospheric dispersion modeling results. *Atmos. Pollut. Res.* 2016; 7(1):180-89.
<https://doi.org/10.1016/j.apr.2015.08.009>
- Alves L, Sperandio Nascimento EG, Moreira DM. Hourly tropospheric ozone concentration forecasting using deep learning. *WIT Trans. Ecol. Environ.* 2019; 236: 129-138.
- Amirbeigi H and Ahmadi Assour A. Air health and methods of combating pollutants. 2 nd ed. Andisheh Rafi Press. 2016.
- Awasthia S, Khareb M, Gargav P. General plume dispersion model (GPDM) for point source emission", *Environ. Model.* 2006; 11:267-276.
<https://doi.org/10.1007/s10666-006-9041-y>
- Cabaneros SM, Hughes BR, Calautit JK. Hybrid artificial neural network models for effective prediction and mitigation of urban roadside NO2 pollution. *Energy Procedia.* 2017; 142:3524-3530.
<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.12.240>
- Ghasemi A, Amanollahi J, Darand M. Optimization of Meteorological Variables to Predict Air Pollutant Concentrations for Use in Artificial Neural Network Model to Reduce the Cost and Time of Analysis, *J. Environ. Sci. Stud.* 2022; 46(1):195-216. [In Persian]
doi:10.22059/jes.2021.300440.1007998
- Ghorbani M and Firozzare A. An introduction to environmental valuation. 2 nd ed. Ferdowsi University of Mashhad Press. 2010.
- Hasenfratz D, Saukh O, Sturzenegger S, Thiele L. Participatory air pollution monitoring using smartphones. *Mobile Sensing.* 2012; 16(1):1-5.
- Jeddi H R, Abbaspour RA, Khalesian M, Alavipanah SK. Prediction of Carbon Monoxide Concentration in Tehran using Artificial Neural Networks. *J. Environ. Sci. Technol.* 2017; 19(5): 13-25. [In Persian]
- Jiang D, Zhang Y, Hu X, Zeng Y, Tan J, Shao D. Progress in Developing an ANN Model for Air Pollution Index Forecast. *Atmos. Environ.* 2004; 38(40):7055-7064.
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2003.10.066>
- Karaca F, Nikov A, Alagha O. NN-Airpol: A Neural-Networks-Based Method for Air Pollution Evaluation and Control. *IJEP.* 2006; 28(3/4): 310-325.
<https://doi.org/10.1504/IJEP.2006.011214>
- Kisi O. Streamflow forecasting using different artificial neural network algorithms. *J. Hydrol. Eng.* 2007; 12(5):532-539.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1084-0699\(2007\)12:5\(532\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1084-0699(2007)12:5(532))
- Mahboob A, Makshoof A. Dispersion modeling of noxious pollutants from thermal power plants, *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences.* 2009. 34:105-120.
- Nash JE, Sutcliffe JV. River flow forecasting through conceptual models; part I: A discussion of principles. *Journal of Hydrology,* 1970; 10:282-290.
- Sadeghi H, Khaksar S. Neural Network Model for Short Term Prediction of PM10 Pollution in Ahvaz City', *Environ. Res.* 2015; 5(9):177-186. [In Persian]
- Stamenkovic LJ, Antanasijevic DZ, Ristic MD, Peric Grujic AA, Pocajt VV. Prediction of nitrogen oxides emissions at the national level based on optimized artificial neural network

- model. *Air Qual., Atmos. Health.* 2016; 10:15-23. <https://doi.org/10.1007/s11869-016-0403-6>
18. Unnikrishnan R, Madhu G. Comparative study on the effects of meteorological and pollutant parameters on ANN modelling for prediction of SO₂. *SN Applied Sciences*, 2019; 1: 1-12. <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1440-1>
19. World Health Organization. *Ambient Air Pollution: A Global Assessment of Exposure and Burden of Disease*, Denmark, 2017.



Short-term prediction of carbon monoxide gas concentration in the air of Ahvaz city using artificial neural network analysis

Maryam Kavossi
Sima Sabz Alipur
Hossein Fathian

Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
Department of Water Resources Engineering, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

Extended Abstract

Received: 9 Apr 2023

Accepted: 28 May 2023

Keywords: Short-term prediction, carbon monoxide gas concentration, multilayer perceptron network, air pollution.

Introduction: Air pollution in cities is one of the most critical environmental problems, representing a constant and severe threat to both the health and hygiene of society and the environment. The primary air pollutants include nitrogen oxides, with a particular emphasis on nitrogen dioxide, sulfur oxides, especially sulfur dioxide, hydrocarbons, carbon monoxide (CO), carbon dioxide, and suspended particles. Ahvaz, a metropolis in Iran, stands out as one of the most polluted cities. Effective environmental management, particularly in addressing air pollution, is of paramount importance. This research aims to predict the concentration of CO pollutants in Ahvaz city for the first seven days of 2015.

Materials and Methods: Based on previous studies, meteorological variables including weather, air temperature and wind speed were selected as gas input titles in the network for gas prediction. CO gas was procured in 2014 through the Environmental Protection Organization of Ahvaz city. In order to develop the Multilayer Perceptron (MLP) neural network, Neuro Solution5 software was used to create the neural network, 70% of the data was used for training (validation), 15% for testing, and the remaining 15% for validating the results of the network. is used. was used.

Results and Discussion: In order to determine the best MLP network structure for short-term prediction of CO gas concentration, different structures were considered in terms of the number of intermediate layers, the type of network training algorithm, the type of transfer function, the number of intermediate layer neurons and the number of repetitions (Epoch) of training. The results showed that the MLP network with a structure of 1-5-3 (that is, 3 input neurons, 5 neurons in the middle layer and one neuron for the output layer) with 1500 repetitions of training per Tansig transfer function (Tansant Sigmoid) and Traingdm training algorithm (reduction gradient with momentum), is the best MLP network. In addition, the values of NSE, RMSE and MAE statistical indices for the network training stage are equal to 0.72, 0.22 and 0.15 respectively.

Conclusion: Air pollution, the primary environmental challenge in Ahvaz, arises from the intersection of traffic and the oil industry. Its impacts on health and the environment necessitate comprehensive investigation. In this study, an MLP network was employed to predict CO gas concentration values in the air of Ahvaz city. The findings demonstrate that the network's accuracy and performance in forecasting CO gas concentration are at an optimal level. As this research progresses, it is recommended to extend the prediction to other gaseous pollutants and to employ optimization algorithms for determining the optimal structure of the artificial neural network

Corresponding author: Hossein Fathian

Address: Department of Water Resources Engineering, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz. **Tel:** +989126854576

Email: Fathian.h58@gmail.com

Citation: Kavossi M, Sabz Alipur S, Fathian H. Short-term prediction of carbon monoxide gas concentration in the air of Ahvaz city using artificial neural network analysis. Journal of New Researches in Environmental Engineering. 2023; 1(1): 21-29.



© 2023, This article published in Journal of New Researches in Environmental Engineering (JNREE) as an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>). Non-commercial use, distribution and reproduction of this article is permitted in any medium, provided the original work is properly cited.



بررسی شاخص های خشکسالی و رابطه آن ها با کاهش سطح زیر کشت برنج در استان غماص-عراق بین سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۲

علی نیک عهد
وائق احمد المطلق
علی ابراهیمی*

استادیار، گروه RS-GIS، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
دانشجو، گروه RS-GIS، واحد بین الملل، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
دانش آموخته دکتری، گروه جنگل، مرتع و آبخیزداری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده مبسوط

مقدمه: با استفاده از شاخص های مبتنی بر سنجش از دور می توان خشکسالی را از طریق آثاری که بر گیاهان زراعی دارد مطالعه کرد و نتایج دقیق تر و مؤثرتری دریافت. شرایط شدید خشکسالی در کل کشور عراق سبب شده است جوامع کشاورز برای دهمین سال متوالی شاهد کاهش برداشت برنج، سبزیجات و میوه باشند. بنابراین کشاورزان مجبورند سطح زمین هایی زیر کشت را کاهش دهند که این امر موجب کاهش سطح درآمد و محصولات آن ها می باشد. استان غماص در کشور عراق یکی از مناطقی است که دارای زمین های کشت برنج می باشد و دچار خشکسالی شده است. لذا این پژوهش به بررسی روند تغییرات پوشش سطح زیر کشت برنج در این استان و رابطه آن با دمای سطح زمین به منظور بررسی خشکسالی پرداخته است

مواد و روش ها: در این پژوهش جهت مطالعه روند تغییرات پوشش گیاهی از شاخص پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI) مربوط به سنجنده مودیس استفاده شد. داده های ماهواره ای سنجنده مودیس برای منطقه مورد مطالعه طی سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۲ تهیه و گردآوری شدند. در ادامه از سه شاخص سنجش از دوری NDVI، شاخص وضعیت پوشش گیاهی (VCI) و شاخص دمای سطح زمین (LST) به منظور بررسی سطح زیر کشت برنج و نیز دمای سطح زمین و شدت خشکسالی استفاده گردید.

نتایج و بحث: بر اساس نتایج به دست آمده سطح زیر کشت محصولات کشاورزی طی این دوره در منطقه مورد مطالعه افزایش یافته است بطوریکه در سال ۲۰۱۰ مساحت سطح زیر کشت بر اساس شاخص های VCI و NDVI به ترتیب ۱۱۸۷۵ هکتار و ۱۰۳۳۷ هکتار می باشد که در سال ۲۰۲۲ به ترتیب به ۱۴۷۷۵ هکتار و ۱۳۲۷۵ هکتار افزایش یافت. نتایج نشان داد که بر اساس شاخص NDVI پوشش گیاهی با شیبه ملایم روندی افزایشی را طی این دوره داشته در صورتیکه بر اساس شاخص LST دمای سطح زمین طی این دوره کاهش یافته است. این موضوع نشان دهنده آن است که با افزایش پوشش گیاهی، دمای سطح زمین کاهش یافته است. **نتیجه گیری:** نتایج نشان داد که بر اساس شاخص NDVI پوشش گیاهی روندی افزایشی را طی این دوره داشته در صورتیکه بر اساس شاخص LST دمای سطح زمین طی این دوره کاهش یافته است. این نشان می دهد که با افزایش پوشش گیاهی، دمای سطح زمین کاهش یافته است. با این حال، بر اساس شاخص VCI، منطقه مورد مطالعه در وضعیت غیرخشکسالی می باشد. لذا با توجه به نتایج بدست آمده افزایش پوشش گیاهی بر اساس NDVI و افزایش شاخص VCI و مقایسه آن با دمای منطقه مورد نظر، نشان از کاهش دمای سطح زمین در طی این ۱۰ سال دارد. هر چه دمای سطح زمین کاهش یابد، نشان دهنده افزایش پوشش گیاهی و سطح زیر کشت برنج می باشد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۱۷

واژه های کلیدی:

خشکسالی، سنجش از دور، مودیس، برنج، استان غماص.

نویسنده مسئول: علی ابراهیمی

نشانی: ارسنجان، خیابان ۱۵ خرداد، پلاک ۲۲۲. تلفن: ۰۹۳۶۶۷۴۴۴۰۶

پست الکترونیکی: Ebrahimi.ali84@gmail.com

استاد: نیک عهد علی، احمد المطلق وائق، ابراهیمی علی. بررسی شاخص های خشکسالی و رابطه آن ها با کاهش سطح زیر کشت برنج در استان غماص-عراق بین سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۲. پژوهش های نوین در مهندسی محیط زیست. ۱۴۰۲: ۱ (۱): ۳۰-۴۰.

حقوق نویسندگان محفوظ است. این مقاله با دسترسی آزاد و تحت مجوز مالکیت خلاقانه <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0> در فصلنامه پژوهش های نوین در مهندسی محیط زیست منتشر شده است. هرگونه استفاده غیرتجاری فقط با استناد و ارجاع به اثر اصلی مجاز است.



و تودیسکو (۲۰۱۱). عزیزی و صفرخانی (۱۳۸۱) به ارزیابی خشکسالی و تأثیر آن بر عملکرد دیم زارها در استان ایلام پرداخته اند. نتایج نشان داد که توزیع نامناسب بارش در طول فصول سال و همچنین کاهش بارش سالیانه، موجب کاهش شدید عملکرد حتی دیم‌زارها شده است. جمی و همکاران (۱۳۹۹) به بررسی اثرات خشکسالی بر الگوی کشت زراعی و رفاه کشاورزان دشت مهیار جنوبی پرداخته‌اند. نتایج یافته‌های آن‌ها نشان داد که در شرایط خشکسالی، سطح زیرکشت جو و گندم افزایش و سطح زیرکشت برنج کاهش یافت. نادریان فر و حیدری قرائی (۱۴۰۰) در پژوهشی به بررسی اثرات خشکسالی بر روی عملکرد گندم آبی و دیم در منطقه بجنورد پرداخته‌اند. نتایج نشان داد در زمان خشکسالی میزان برداشت محصول کاهش یافته است؛ اما در مورد کشت آبی در سال‌هایی که خشکسالی رخ داده است، کاهش سطح برداشت آبی از شدت کمتری برخوردار بوده است و دلیل آن می‌تواند استفاده از روش‌های دیگر تأمین آب برای کشت باشد. وسیم و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی به تأثیر خشکسالی هواشناسی بر تولید محصولات کشاورزی در مقیاس‌های مختلف در پنجاب، پاکستان پرداختند یافته‌های آن‌ها نشان داد که در جنوب پنجاب، عملکرد ذرت تحت تأثیر خشکسالی هواشناسی قرار گرفت و عملکرد نسبت به خشکی کوتاه مدت (۱ و ۳ ماهه) در طول دوره رشد بحرانی محصول حساس بود. تجزیه و تحلیل کلی نشان داد که خشکسالی هواشناسی با حدود ۲۷ درصد از تغییرات کلی عملکرد همراه است. لان و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی به بررسی تأثیر تغییر آب و هوا بر اثرات تنش خشکی زودرس و دیررس بر بنیه، صفات گیاهی و عملکرد در لاین‌های مختلف پرداخته است. و بیان کرده‌اند خشکسالی و تغییرات آب و هوایی جهانی بهره‌وری را تهدید می‌کند. لذا داشتن برنامه مقابله با خشکسالی برای بهبود عملکرد سطح زیر کشت محصولات اساسی در شرایط خشکسالی ضروری است

با فراهم شدن داده‌های ماهواره‌ای متفاوت و فراگیر شدن استفاده از آن‌ها، امکان مطالعه خشکسالی با استفاده از این فناوری فراهم شده است. با استفاده از شاخص‌های مبتنی بر سنجش از دور می‌توان این رخداد را از طریق آثاری که بر گیاهان و کشاورزی دارد مطالعه کرد و به نتایج دقیق‌تر و مؤثرتر برای مطالعه خشکسالی دست یافت (سهیدول ۲۰۲۱). پیش‌بینی عملکرد گیاه پیش از برداشت با استفاده از فناوری سنجش از دور در بسیاری از تصمیم‌گیری‌های کشاورزی می‌تواند بسیار سودمند باشد (نورالدین و همکاران ۲۰۱۳).

کشور عراق با قرار گرفتن در کمر بند خشک کره زمین با مشکل کم آبی مواجه می‌باشد. رشد فزاینده جمعیت و نیاز به محصولات

امروزه شناخت عوامل اقلیمی و اثرات آن‌ها روی گیاهان زراعی یکی از مهمترین عوامل مؤثر در افزایش یا کاهش عملکرد آنان است. خشکسالی یکی از عوامل اقلیمی در جهان است که روز به روز در حال افزایش می‌باشد. خشکسالی رخدادی طبیعی است که تأثیر قابل توجهی در کشاورزی، اقتصاد و در نتیجه ابعاد مختلف زندگی مردم در مناطق خشک و نیمه خشک دارد (عوض پور و همکاران ۱۴۰۰). این رویداد در مقایسه با سایر حوادث طبیعی با تناوب کمتری به وقوع می‌پیوندد. اثرات آن نیز به تدریج در منطقه گسترش می‌یابد ولی زمانی که به وقوع می‌پیوندد، می‌تواند ناحیه وسیع و جمعیت زیادی را برای زمان طولانی مانند چندین فصل یا چندین سال درگیر کند (دهقانی سرگزی و همکاران ۱۴۰۰). خشکسالی یک رویداد شدید اقلیمی است که به آرامی در حال توسعه است، که اغلب طولانی‌ترین مدت زمان را دارد، اما در حال حاضر کمترین احتمال را برای پیش‌بینی دارد (میشرا و سینگ ۲۰۱۰). خشکسالی را می‌توان بر اساس میانگین بارندگی کمبود رطوبت خاک، سطح ذخیره آب‌های سطحی و زیرزمینی و میزان مهاجرت به ترتیب به انواع خشکسالی هواشناسی، کشاورزی، هیدرولوژیکی، اجتماعی-اقتصادی طبقه‌بندی نمود (ناومن و همکاران ۲۰۱۸؛ پان و همکاران ۲۰۱۸). این رویداد به دلیل کاهش بارندگی و افزایش دما، فشار عمده‌ای بر تولید محصول دارد که امنیت غذایی جهانی را تهدید می‌کند (فهد و همکاران ۲۰۲۱). تقریباً نیمی از مناطق تولید محصولات زراعی غالباً تحت تأثیر تنش خشکی در سرتاسر جهان قرار گرفته‌اند که نتیجه آن منجر به کاهش شدید عملکرد غلات می‌شود (بتول و همکاران ۲۰۱۹). خشکسالی به دلیل تأثیر شدید آن بر بهره‌وری محصول در مقایسه با سایر تنش‌های غیرزیست طبیعی، در رأس تنش‌های محیطی قرار گرفته است.

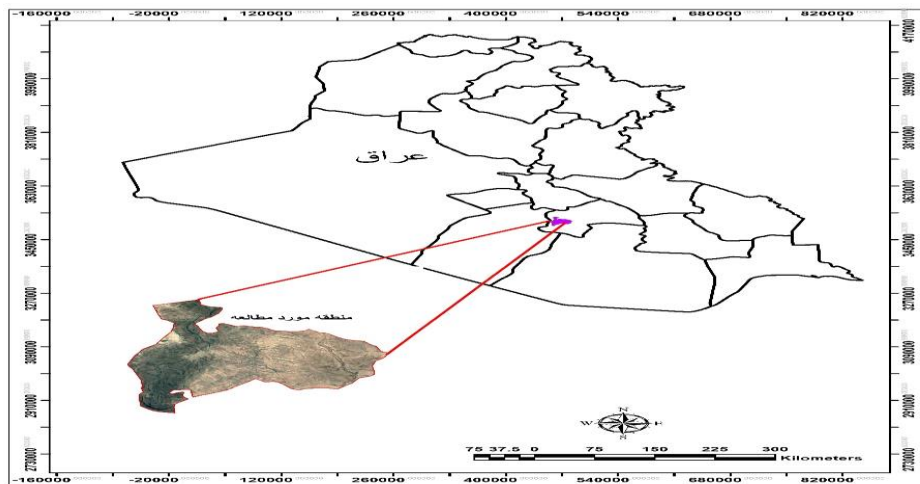
رایج‌ترین روش برای مطالعه خشکسالی شامل استفاده از شاخص‌هایی است که امکان تعیین شدت نسبی یک رویداد خشکسالی خاص را فراهم می‌کند و امکان ارزیابی متغیر مکانی و زمانی خشکسالی را فراهم می‌کند (وی و همکاران ۲۰۲۱). تا به امروز، شاخص‌های زیادی معرفی و مورد استفاده قرار گرفته‌اند (جئو و همکاران ۲۰۲۱). شاخص شدت خشکسالی پالم (PDSI) به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته است، اما به داده‌های دما و بارندگی و همچنین روابط تجربی برای تعریف یک عامل وزنی آب و هوا نیاز دارد (یو و همکاران ۲۰۱۹؛ یانگ و همکاران ۲۰۲۰). بخش کشاورزی نخستین بخشی است که تحت تأثیر خشکسالی قرار می‌گیرد و بیشترین صدمه را از آن محتمل می‌شود (ورگینی

محصولات و درآمد خود را از دست دهند. استان غماص یکی از مناطقی می باشد که دارای زمین های کشت برنج می باشد و درگیر رخداد خشکسالی شده است. لذا در این پژوهش به بررسی روند تغییرات پوشش سطح زیر کشت برنج در این استان و رابطه آن با دمای سطح زمین به منظور بررسی خشکسالی پرداخته شده است.

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه استان غماص در بخش مرکزی کشور عراق می باشد. این منطقه با مساحت ۴۲۸ کیلومتر مربع و ارتفاع ۲۱ متر از سطح دریا بین طول های جغرافیایی $31^{\circ} 33' 6''$ تا $31^{\circ} 31' 3''$ و عرض جغرافیایی $36^{\circ} 35' 36''$ تا $31^{\circ} 52' 43''$ قرار گرفته است. این منطقه که در بخش مرکزی عراق واقع شده است دارای اقلیم خشک تا نیمه خشک است بطوریکه میانگین دمای هوا و بارش به ترتیب $24^{\circ}C$ و ۱۵۵ میلیمتر می باشد. شکل ۱ تصویر ماهواره ای منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد.

کشاورزی و دامی و محدودیت منابع آب و خاک به عنوان بستر اصلی تولیدات کشاورزی مسأله کم آبی را به گونه ای بسیار جدی فراروی کشور قرار داده است. با توجه به اهمیت تغییرات اقلیمی در بخش کشاورزی و وابستگی میزان عملکرد محصولات دیم به نزولات جوی به ویژه محصول استراتژیک برنج بررسی اثرات خشکسالی بر کاهش سطح زیر کشت برنج ضروری است. با توجه به اثرات منفی گسترده خشکسالی بر عملکرد این محصول شناخت و پایش آن در دوره ها و فاصله های زمانی مختلف از اهمیت به سزایی برخوردار است. گزارش های جهانی نشان می دهد حدود ۲۵ درصد از کشاورزان عراقی علاوه بر کاهش کشت برنج تقریباً تمام محصولات گندم خود را در سال جاری (۲۰۲۱-۲۰۲۲) به دلیل خشکسالی از دست داده اند (الهی ۲۰۲۲). شرایط شدید خشکسالی در سراسر عراق سبب شده است جوامع کشاورز برای دهمین سال متوالی شاهد کاهش برداشت برنج، سبزیجات و میوه باشند این امر سبب شده است که کشاورزان سطح زمین هایی را که در آن کاشت می کنند کاهش دهند و در نتیجه



شکل ۱- موقعیت مکانی منطقه مورد مطالعه در کشور عراق

مواد و روش ها

جمع آوری داده ها

منظور، تصاویر مربوط به ماه آوریل که کشت برنج و پوشش سبز زراعی در اوج رشد خود می باشد مورد استفاده قرار گرفتند. تعداد ۲۶ تصویر NDVI با دقت مکانی ۲۵۰ متر و ۲۶ تصویر مربوط به دمای سطح زمین (LST) با دقت مکانی ۱۰۰۰ متر با کمترین پوشش ابر مربوط به ماه آوریل سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۲ تهیه شد.

در این پژوهش جهت مطالعه روند تغییرات پوشش گیاهی از شاخص گیاهی تفاضل نرمال شده (NDVI) مربوط به سنجنده مودیس استفاده شد. داده های ماهواره ای سنجنده مودیس مربوط به سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۲ تهیه و گردآوری شدند. برای این

³ - Land surface temperature.

¹- Normalized difference vegetation index.

² - MODIS

محاسبه شاخص گیاهی NDVI

برای این منظور از محصول تصاویر سنجنده مودیس (MOD13Q1) با دقت مکانی ۲۵۰ متر استفاده شد. در این راستا تصاویر مربوط به شاخص NDVI تهیه و مورد پردازش قرار گرفتند. دامنه تغییرات این شاخص بین -۱ تا +۱ می‌باشد که عدد مثبت نشان‌دهنده پوشش سبز گیاهی و عدد منفی نشان‌دهنده پوشش آب و مقادیر نزدیک صفر نشان‌دهنده مناطق عاری از پوشش گیاهی می‌باشد. این شاخص از طریق رابطه (۱) محاسبه می‌شود:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

که در آن، پارامترهای NIR و RED به ترتیب امواج فرسرخ نزدیک و سرخ می‌باشند.

محاسبه شاخص وضعیت پوشش گیاهی (VCI)

شاخص VCI نشان‌دهنده وضعیت پوشش گیاهی در یک منطقه می‌باشد که تابعی از حداقل و حداکثر مقدار شاخص NDVI برای یک دوره چندساله می‌باشد. این شاخص نه تنها پوشش زمین و تغییرات مکانی و زمانی پوشش گیاهی را نشان می‌دهد، بلکه اثر آب و هوا روش پوشش گیاهی را تعیین می‌کند. مقدار این شاخص بین صفر تا یک می‌باشد که هرچه مقدار آن بیشتر باشد نشان دهنده وضعیت بهتر پوشش گیاهی می‌باشد (شعبانی ۲۰۲۲). رابطه ۲ نحوه محاسبه شاخص VCI را نشان می‌دهد (روستا و همکاران، ۲۰۲۰):

$$VCI = \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} * 100 \quad (2)$$

که در آن، $NDVI_{min}$ و $NDVI_{max}$ به ترتیب حداقل و حداکثر مقدار شاخص گیاهی NDVI هستند. برای این منظور تمام مقادیر مربوط به شاخص VCI با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شدند تا شدت خشکسالی مورد بررسی قرار گیرد. طبقه‌بندی شدت خشکسالی بر اساس این شاخص از جدول ۱ بدست می‌آید (شعبانی ۲۰۲۲):

جدول ۱- طبقه‌بندی وضعیت شدت خشکسالی بر اساس شاخص VCI

VCI	وضعیت
< ۰/۱	خشکسالی بسیار شدید
۰/۱ - ۰/۲	خشکسالی شدید
۰/۲ - ۰/۳	خشکسالی متوسط
۰/۳ - ۰/۴	خشکسالی خفیف
۰/۴ <	غیرخشکسالی

به صورت تجربی مقادیر با پوشش گیاهی بالای ۰/۳ در شاخص NDVI و ۰/۵۵ در شاخص VCI به عنوان مناطق کشت برنج در نظر گرفته شد و در ادامه مساحت پوشش گیاهی در هر کدام از تصاویر استخراج گردید.

محاسبه رابطه بین تغییرات پوشش گیاهی و دمای سطح

زمین

برای این منظور بخش غربی استان غماص به عنوان محدوده آزمایشی انتخاب گردید. سپس شاخص‌های فوق برای این منطقه مورد بررسی قرار گرفتند تا تغییرات پوشش گیاهی و دمای سطح زمین در این بخش مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

محاسبه دمای سطح زمین

برای این منظور از محصول LST سنجنده مودیس بمنظور بررسی جزایر حرارتی استفاده گردید که دارای دقت مکانی ۱۰۰۰ متر می‌باشند. مقادیر دمای سطح زمین مربوط به سنجنده مودیس به صورت محصول آماده در سایت USGS در دسترس می‌باشد و نیازی به محاسبه این شاخص نیست.

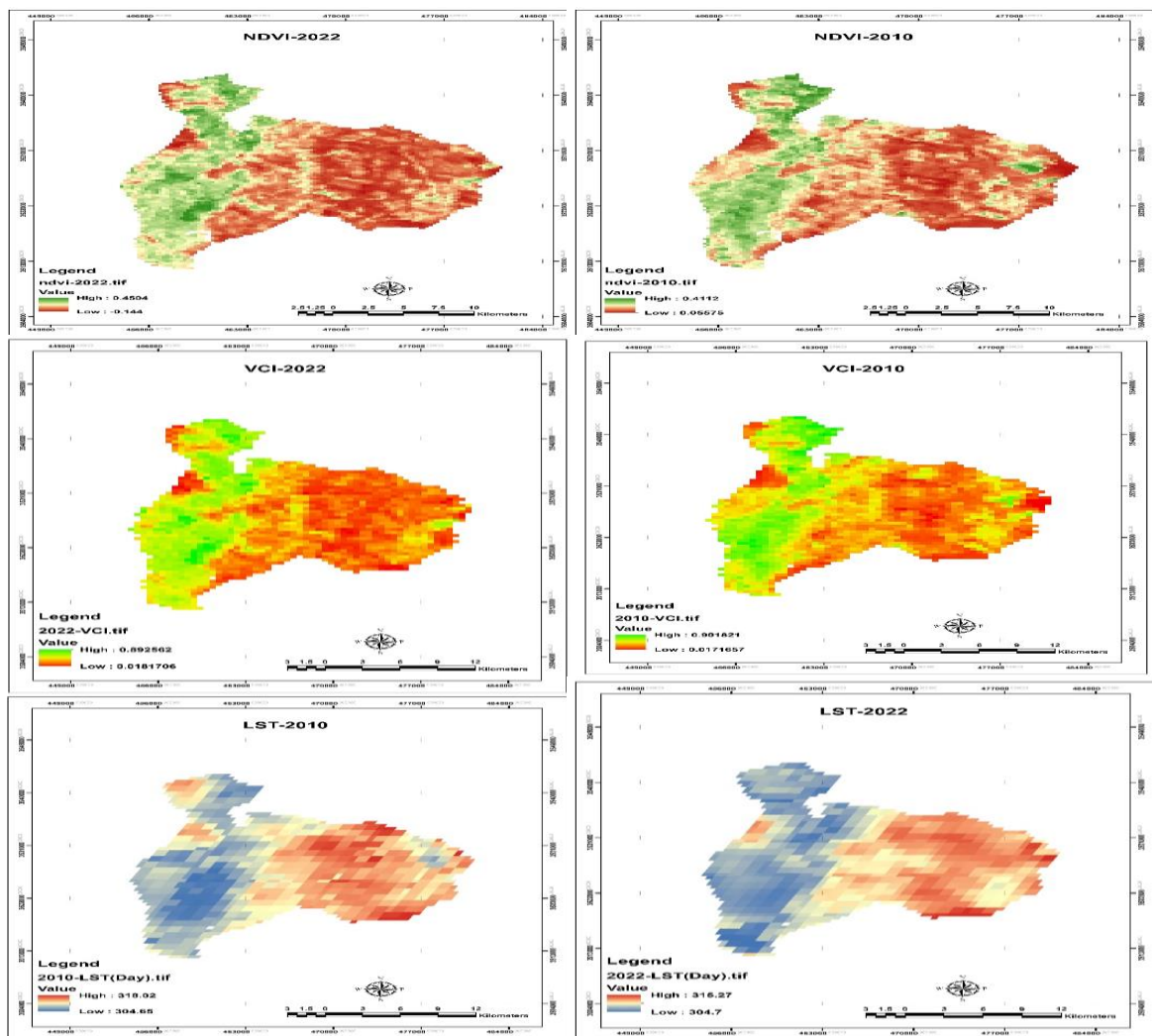
محاسبه مساحت زیر کشت برنج

برای این منظور تصاویر مربوط به شاخص NDVI و VCI مورد بررسی قرار گرفتند. از آنجا که حد آستانه طبقات مختلف کاربری و پوشش گیاهی در سنجنده‌های مختلف و نیز مناطق مختلف با یکدیگر مقداری متفاوت می‌باشد (ابراهیمی و همکاران ۲۰۲۰) لذا

نتایج و بحث

توزیع مکانی پوشش گیاهی

شکل ۲ پراکنش مکانی پوشش گیاهی را در نتیجه پردازش شاخص‌های سنجش از دوری NDVI، VCI و LST در استان غماص در ابتدای دوره زمانی مورد مطالعه و انتهای این دوره (سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۲۲) نشان می‌دهد. همانطور که نقشه‌های مربوط به شاخص‌های NDVI و VCI نشان می‌دهند مناطق سبزرنگ نشان‌دهنده پوشش گیاهی زراعی و مناطق قرمز رنگ نشان‌دهنده اراضی بایر و عاری از پوشش گیاهی و رنگ نارنجی و زرد نشان‌دهنده پوشش گیاهی مرده و بدون برگ سبز می‌باشند. هرچه مقدار ارزش عددی پیکسل‌ها بیشتر شود نشان‌دهنده افزایش تراکم و سلامت پوشش گیاهی است. مطابق با نقشه‌های حاصل از شاخص VCI محدوده مورد مطالعه در هیچ یک از سال‌ها با خشکسالی مواجه نبوده است. بدین ترتیب که در نواحی غربی از نظر پوشش گیاهی بسیار متراکم بوده و در نواحی شرقی پوشش گیاهی غیر متراکم می‌باشد. در مقابل، نقشه‌های LST بیانگر این است که در مناطقی که پوشش گیاهی وجود دارد دمای سطح زمین کمتر می‌باشد که به رنگ آبی نشان داده شده است. از آن سو، مناطقی که عاری از پوشش زراعی و گیاهی است، دمای سطح زمین افزایش یافته است که به رنگ قرمز نشان داده شده است.



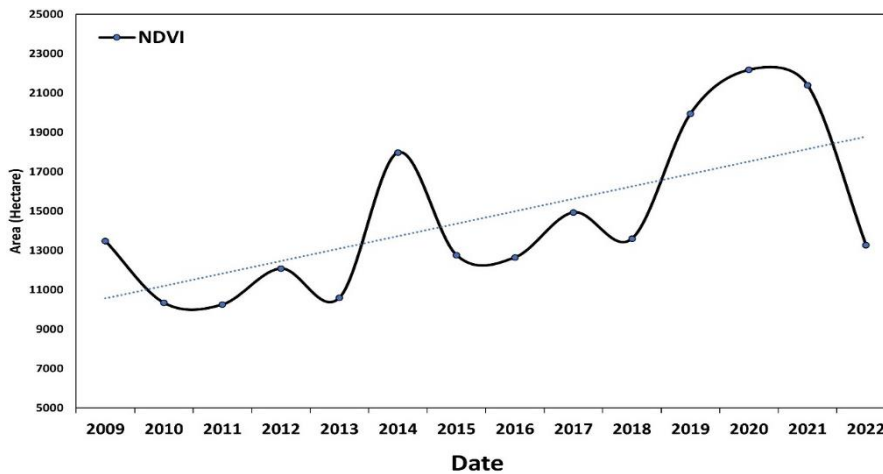
شکل ۲ - پراکنش مکانی پوشش گیاهی و دمای سطح زمین استان غماص در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۲۲ بر اساس شاخص‌های مورد مطالعه.

دوره مساحت سطح زیر کشت بر اساس شاخص‌های VCI و NDVI به ترتیب ۱۱۸۷۵ هکتار و ۱۰۳۳۷ هکتار می‌باشد که در سال ۲۰۲۲ مقدار پوشش گیاهی بر اساس این دو شاخص به ترتیب به ۱۴۷۷۵ هکتار و ۱۳۲۷۵ هکتار افزایش یافت (اشکال ۳ و ۴).

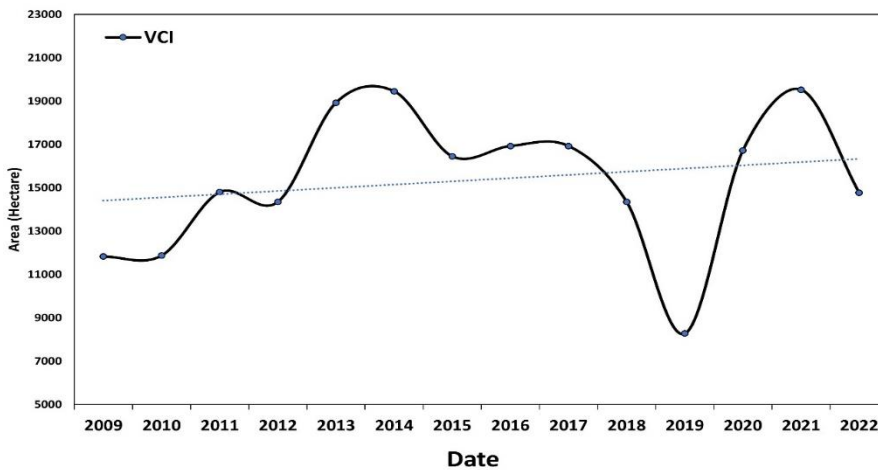
جدول ۲ مساحت پوشش گیاهی را در منطقه مورد مطالعه به تفکیک دوره زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۲ در استان غماص نشان می‌دهد که مصادف با کشت برنج می‌باشد. بر اساس نتایج به دست آمده سطح زیر کشت محصولات کشاورزی طی این دوره در منطقه مورد مطالعه افزایش یافته است بطوریکه در ابتدای این

جدول ۲- مساحت پوشش گیاهی استان غماص بر اساس شاخص های NDVI و VCI.

سال	شاخص VCI (هکتار)	شاخص NDVI (هکتار)
۲۰۱۰	۱۱۸۷۵	۱۰۳۳۷
۲۰۱۱	۱۴۸۰۰	۱۰۲۵۰
۲۰۱۲	۱۴۳۵۰	۱۲۰۷۵
۲۰۱۳	۱۸۹۲۵	۱۰۵۹۴
۲۰۱۴	۱۹۴۵۰	۱۷۹۶۹
۲۰۱۵	۱۶۴۵۰	۱۲۷۶۲
۲۰۱۶	۱۶۹۲۵	۱۲۶۴۴
۲۰۱۷	۱۶۹۲۵	۱۴۹۳۱
۲۰۱۸	۱۴۳۵۰	۱۳۶۰۰
۲۰۱۹	۸۲۷۵	۱۹۹۵۰
۲۰۲۰	۱۶۷۲۵	۲۲۱۷۵
۲۰۲۱	۱۹۵۲۵	۲۱۴۰۰
۲۰۲۲	۱۴۷۷۵	۱۳۳۷۵



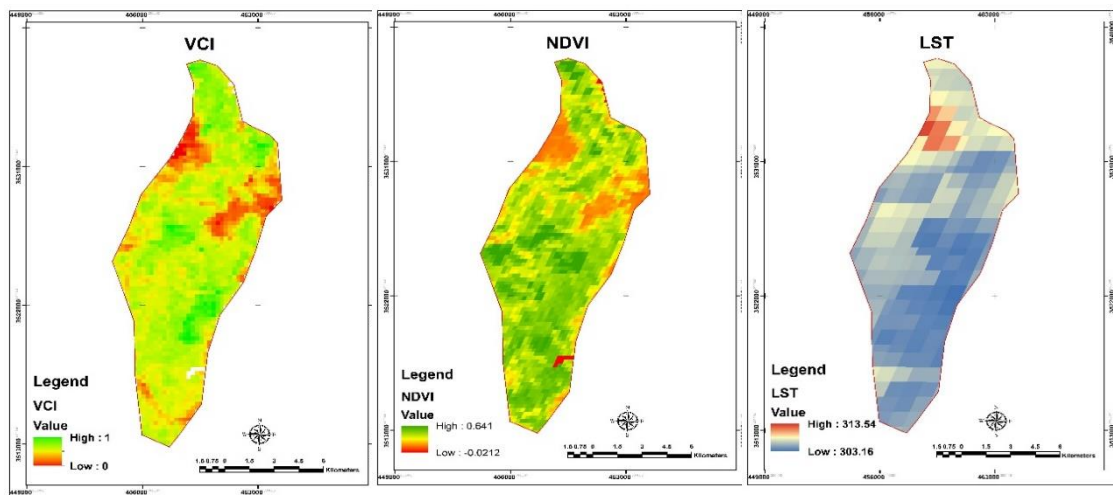
شکل ۳- مساحت پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه بر اساس شاخص NDVI در دوره زمانی ۲۰۱۰-۲۰۲۲.



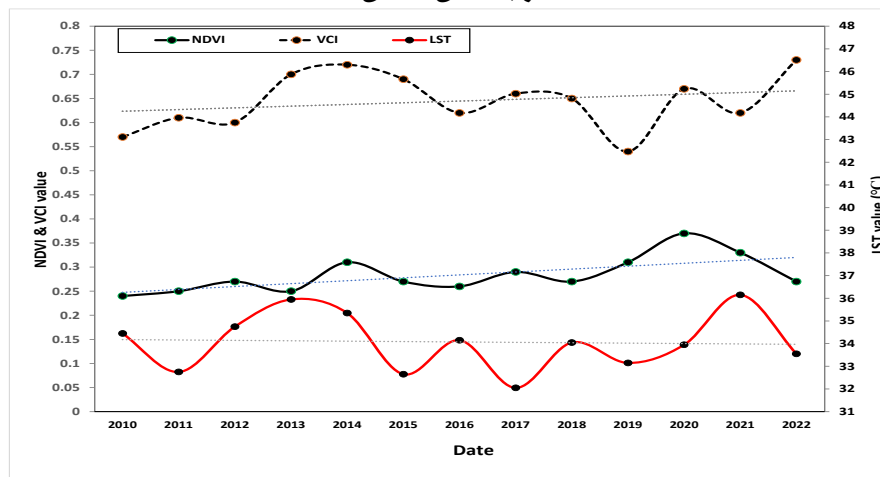
شکل ۴- مساحت پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه بر اساس شاخص VCI در دوره زمانی ۲۰۱۰-۲۰۲۲.

مقایسه شاخص حرارتی LST با شاخص های پوشش گیاهی VCI و NDVI

از آنجا که هدف بررسی رابطه بین تغییرات پوشش گیاهی و دمای سطح زمین می باشد لذا بخش غربی استان غماص که زیر کشت پوشش زراعی برنج بود به عنوان منطقه آزمایشی انتخاب و تغییرات دمای سطح زمین و پوشش گیاهی در دوره زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۲ مورد بررسی قرار گرفت تا نوسانات پوشش گیاهی و دمای سطح زمین و همچنین وضعیت خشکسالی بهتر مشخص گردند. شکل ۵ پراکنش مکانی تغییرات پوشش گیاهی و مقدار سطح زیر کشت برنج با استفاده از شاخص های NDVI، VCI و LST را نشان می دهد. بر اساس نقشه NDVI و VCI نواحی سبز رنگ نشان دهنده مناطق کشت برنج و پوشش زراعی می باشند که با توجه به نقشه LST در همین نواحی دمای سطح زمین کمتر بوده است که به رنگ آبی نشان داده شده است. همانطور که در شکل ۶ مشاهده می گردد متوسط پوشش زراعی بر اساس شاخص های NDVI و VCI روندی افزایشی را طی دوره زمانی مورد مطالعه داشته است که در مقابل روندی کاهشی برای دمای سطح زمین طی این دوره مشاهده می شود. در این راستا بر اساس شاخص NDVI مقدار این شاخص از ۰/۲۴ در سال ۲۰۱۰ به ۰/۲۷ در سال ۲۰۲۲ افزایش یافته است در صورتیکه بر اساس شاخص LST دمای سطح زمین طی این دوره کاهش یافته است و از مقدار $34/4^{\circ}\text{C}$ در سال ۲۰۱۰ به $33/6^{\circ}\text{C}$ در سال ۲۰۲۲ کاهش یافته است. این نشان می دهد که با افزایش پوشش گیاهی، دمای سطح زمین کاهش یافته است. همچنین بر اساس شاخص VCI مقدار متوسط پوشش گیاهی از مقدار ۰/۵۷ در سال ۲۰۱۰ به ۰/۷۳ در سال ۲۰۲۲ رسیده است که نشان از بهبود شرایط گیاهی دارد و بر اساس جدول ۱ منطقه مورد مطالعه در وضعیت بدون خشکسالی به سر می برد. (جدول ۳).



شکل ۵- توزیع مکانی تغییرات پوشش گیاهی و مقدار سطح زیر کشت برنج با استفاده از شاخص های NDVI، VCI و LST در غرب استان غماص.



شکل ۶- بررسی روند تغییرات میانگین سالیانه مقادیر شاخص‌های گیاهی و دمای سطح زمین در ماه‌آوریل در غرب استان غماص.

جدول ۳- مقادیر مربوط به متوسط تغییرات دمای سطح زمین و پوشش گیاهی در ماه‌آوریل سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۲ در غرب استان غماص.

سال	NDVI	VCI	LST (°C)
۲۰۱۰	۰/۲۴	۰/۵۷	۳۴/۴
۲۰۱۱	۰/۲۵	۰/۶۱	۳۲/۸
۲۰۱۲	۰/۲۷	۰/۶۰	۳۴/۸
۲۰۱۳	۰/۲۵	۰/۷۰	۳۵/۹
۲۰۱۴	۰/۳۱	۰/۷۲	۳۵/۴
۲۰۱۵	۰/۲۷	۰/۶۹	۳۲/۷
۲۰۱۶	۰/۲۶	۰/۶۲	۳۴/۲
۲۰۱۷	۰/۲۹	۰/۶۶	۳۲/۰۰
۲۰۱۸	۰/۲۷	۰/۶۵	۳۴/۰۰
۲۰۱۹	۰/۳۱	۰/۵۴	۳۳/۲
۲۰۲۰	۰/۳۷	۰/۶۷	۳۳/۹
۲۰۲۱	۰/۳۳	۰/۶۲	۳۶/۲
۲۰۲۲	۰/۲۷	۰/۷۳	۳۳/۶

افزایش شاخص VCI و مقایسه آن با دمای منطقه مورد نظر، نشان از کاهش دمای سطح زمین در طی این ۱۰ سال دارد. هر چه دمای سطح زمین کاهش یابد، نشان‌دهنده افزایش پوشش گیاهی و سطح زیر کشت برنج می‌باشد. پیشنهاد می‌شود که برای بررسی اثرات ناشی از گرم شدن دمای زمین هر ساله دمای زمین و پوشش گیاهی با استفاده از شاخص‌های مورد مطالعه در این تحقیق انجام گیرد. علاوه بر این جهت کاهش اثرات آن حفاظت از پوشش گیاهی و روش‌های نوین کشاورزی مانند سیستم آبیاری تحت فشار توصیه می‌شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج نشان داد که بر اساس شاخص NDVI پوشش گیاهی روندی افزایشی را طی این دوره داشته در صورتیکه بر اساس شاخص LST دمای سطح زمین طی این دوره کاهش یافته است. این نشان می‌دهد که با افزایش پوشش گیاهی، دمای سطح زمین کاهش یافته است. با این حال، بر اساس شاخص VCI، منطقه مورد مطالعه در وضعیت غیرخشکسالی می‌باشد. لذا با توجه به نتایج بدست آمده افزایش پوشش گیاهی بر اساس NDVI و

References

20. Avazpoor N, Faramrzi M, Omidipoor R, Amirhosein M. Monitoring the Drought Effects on Vegetation Changes using Satellite Imagery

(Case Study: Ilam Catchment). *Journal of Geogr. Environ. Sustain.* 2021; 11(6): 125-143. doi: 10.22126/GES.2022.7130.2472 (In Persian)

21. Azizi Gh, Safarkhani E. Evaluation of Drought and Its Effect on the Yield of Dryland Wheat in Ilam Province With an Emphasis on the Recent Years (1998-2000) Droughts. *Spatial Planning*, 2002; 6(2): 61-79. (In Persian)
22. Batool A, Akram NA, Cheng ZG, Lv GC, Ashraf M, Afzal M, et al. Physiological and biochemical responses of two spring wheat genotypes to non-hydraulic root-to-shoot signalling of partial and full root-zone drought stress. *Plant Physiol. Biochem.* 2019; 139: 11-20. doi: 10.1016/j.plaphy.2019.03.001.
23. Dehghani Sargazi H, Bazrafshan H, Zamani O. Investigation of the effect of meteorological-agricultural drought on rainfed wheat yield in Iran using SPEI. *Journal of Nivar*, 2021; 45(114): 114-115. (In Persian) doi:10.30467/nivar.2021.295544.1198
24. Ebrahimi A, Nazemosadat SJ, Motamedvaziri B, Ahmadi H. Land use-land cover change and its relationships with the groundwater table and the plants' altitudinal zones: A case study of Arsanjan county, Iran. *Iran. J. Sci. Technol. Trans. A: Sci., Transactions of Civil Engineering*. 2021 Sep;45:1891-907. <https://doi.org/10.1007/s40996-020-00482-x>.
25. Ebrahimi A, Motamedvaziri B, Nazemosadat SMJ, Ahmadi H. Assessing the relationship between land surface temperature with vegetation and water area change in Arsanjan county, Iran. *RS & GIS for natural resource*. 2020; 11(4): 65-86. (In Persian) doi:10.30495/GIRS.2020.676475.
26. Elahi I, Saeed U, Wadood A, Abbas A, Nawaz H, Jabbar S. Effect of Climate Change on Wheat Productivity. In (Ed.), *Wheat [Working Title]*. *IntechOpen*. 2022. <https://doi.org/10.5772/intechopen.103780>.
27. Fahad S, Sonmez O, Saud S, Wang D, Wu C, Adnan M, et al. *Climate Change and Plants: Biodiversity, Growth and Interactions*. Haripur: CRC Press. 2021.
28. Guo H, Bao A, Liu T, Ndayisaba L, Jiang P, Kurban A, De Maeyer. Spatial and temporal characteristics of droughts in Central Asia during 1996-2015. *Sci. Total Environ.* 2018; 624 (2018): 1523-1538. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.120.
29. Jami A, Najafi Alamdar H, Mortazavi S. Effects of Drought on Cultivation Pattern and Welfare of Farmers in South Mahyar Plain. *Journal of Water Research in Agriculture*. 2020; 34(3): 481-494. (In Persian) doi.org/10.22092/jwra.2020.343335.793
30. Mohammad Sohidel. Evaluation of Drought Tolerance of Some Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes through Phenology, Growth, and Physiological Indices, *Agronomy*. 2021; 11(9): 1792; <https://doi.org/10.3390/agronomy11091792>.
31. Mishra and Singh. Drought modeling—A review, *Journal of Hydrology*. 2011; 403(1-2): 157-175. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.03.049>.
32. Naderianfar M, Heydari Gharaei E. Evaluation of drought impacts on irrigated and rainfed wheat yields in Bojnourd region. *Journal of Crop Science Research in Arid Regions*. 2021; 3(1): 163-176. Doi:10.22034/CSRAR.2021.290842.1096 (In Persian)
33. Naumann G, Alfieri L, Wyser K, Mentaschi L, Betts R.A, Carrao H, Spinoni J, Vogt L, Feyen. Global changes in drought conditions under different levels of warming. *Geophys. Res. Lett.* 2018; 45 (7): 3285-3296. <https://doi.org/10.1002/2017GL076521>.
34. Noureldin N. A, Aboelghar M.A, Saady H. S, and Ali A.M. Rice yield forecasting models using satellite imagery in Egypt. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 2013; 16: 125-131. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2013.04.005>.
35. Pan X, M, Chin C.M, Ichoku R.D. Field Connecting Indonesian fires and drought with the type of El Niño and phase of the Indian Ocean dipole during 1979-2016. *J. Geophys. Res. Atmos.* 2018; 123 (15): 7974-7988. <https://doi.org/10.1029/2018JD028402>.
36. Roustai I, Olafsson H, Moniruzzaman M, Zhang H, Liou YA, Mushore TD, Gupta A. Impacts of drought on vegetation assessed by vegetation indices and meteorological factors in Afghanistan. *Remote Sens.* 2020 Jul 29;12(15):2433. doi:10.3390/rs12152433.
37. Shabani M. Evaluation of indices based on remote sensing in drought monitoring of Neyriz city. *RS & GIS for natural resource*. 2022; 13(4): 131-147. doi: 10.30495/GIRS.2022.690925. (In Persian)
38. Wei W, Zhang J, Zhou L, Xie B, Zhou J, Li C. Comparative evaluation of drought indices for monitoring drought based on remote sensing data. *Environ. Sci. Pollut. Control Ser.* 2021; pp. 1-18. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-12120-0>.
39. Yang Y, Zhang ML, Roderick TR, McVicar D, Yang W, Liu X, Li. Comparing Palmer Drought Severity Index drought assessments using the traditional offline approach with direct climate model outputs. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 2020; 24(6): 2921-2930. <https://doi.org/10.5194/hess-24-2921-2020>.
40. Yu H, Q, Zhang CY, Xu J, Du P, Sun P, Hu. Modified Palmer drought severity index: model improvement and application. *Environ. Int.* 2019; 130: 104951. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.104951>.

41. Vergni L, Todisco F. Spatio-temporal variability of precipitation, temperature and agricultural drought indices in Central Italy. *Agric. Forest Meteorol.* 2011; 151(1): 301-311. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2010.11.00>
42. Lan Y, Chawade A, Kuktaite R, Johansson E. Climate Change Impact on Wheat Performance—Effects on Vigour, Plant Traits and Yield from Early and Late Drought Stress in Diverse Lines. *Int. J. Mol. Sci.* 2022; 23: 3333. <https://doi.org/10.3390/ijms23063333>.
43. Waseem Muhammad, Khurshid Tahira, Abbas Adnan, Ahmad Ijaz, Zeeshan Javed. Impact of meteorological drought on agriculture production at different scales in Punjab, Pakistan. *J. Water Clim. Change.* 2022; 13(1): 113–124. <https://doi.org/10.2166/wcc.2021.244>.



Investigating the drought index based on satellite images and its relationship with the reduction of the area under rice cultivation, a case study: (Ghamas province, Iraq)

Ali Nikahd

Assistant Professor, RS-GIS Department, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran.

Wathq Ahmad almatlak
Ali Ebrahimi

Student, RS-GIS Department, International Unit, Islamic Azad University, Shiraz, Iran.
PhD Graduated, Department of Forestry, Pasture and Watershed Management, Science and Research Unit, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received: 10 Apr 2023

Accepted: 7 June 2023

Keywords: Drought,
Remote Sensing, Modis,
Rice, Ghamas province.

Extended Abstract

Introduction: Using indicators based on remote sensing, drought can be studied through its effects on crops and more accurate and effective results can be obtained. The severe drought conditions in the entire country of Iraq have caused the farming communities to witness a decrease in the harvest of rice, vegetables and fruits for the tenth year in a row. Therefore, farmers have to reduce the area under cultivation, which causes a decrease in their income and products. Ghamas province in Iraq is one of the regions that has rice cultivation lands and is suffering from drought. Therefore, this research has investigated the changes in the surface coverage under rice cultivation in this province and its relationship with the surface temperature in order to investigate drought

Materials and Methods: In this research, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) related to the MODIS sensor was used to study the changes in vegetation cover. MODIS satellite data were prepared and collected for the study area during the years 2010 to 2022. Next, three remote sensing indices, NDVI, Vegetation Condition Index (VCI) and Land Surface Temperature (LST) were used to investigate the area under rice cultivation as well as land surface temperature and drought severity.

Results and Discussion: According to the obtained results, the cultivated area of agricultural products has increased during this period in the studied area, so that in 2010 the area under cultivation according to VCI and NDVI indices is 11875 ha and 10337 ha, respectively, while in 2022, it increased to 14775 ha and 13275 ha, respectively. The results showed that according to the NDVI, vegetation cover with a gentle slope had an increasing trend during this period, while according to the LST result, the land surface temperature decreased during this period. This shows that with the increase in vegetation, LST has decreased.

Conclusion: The results showed that according to the NDVI index, the vegetation cover had an increasing trend during this period, while according to the LST index, the surface temperature of the earth decreased during this period. This shows that with the increase in vegetation, the surface temperature of the earth has decreased. However, according to the VCI index, the studied area is in a non-drought condition. Therefore, according to the obtained results, the increase in vegetation cover based on NDVI and the increase in VCI index and comparing it with the temperature of the target area, shows a decrease in the temperature of the earth's surface during these 10 years. As the temperature of the ground surface decreases, it indicates an increase in vegetation cover and the area under rice cultivation.

Corresponding author: Ali Ebrahimi

Address: Arsanjan, 15 Khordad street. **Tel:** +989366744406

Email: Ebrahimi.ali84@gmail.com

Citation: Nikahd A, Ahmad almatlak W, Ebrahimi A. Investigating the drought index based on satellite images and its relationship with the reduction of the area under rice cultivation, a case study: (Ghamas province, Iraq). Journal of New Researches in Environmental Engineering. 2023; 1(1): 30-40.



© 2023, This article published in Journal of New Researches in Environmental Engineering (JNREE) as an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>). Non-commercial use, distribution and reproduction of this article is permitted in any medium, provided the original work is properly cited.

مکان‌یابی و طراحی همزمان نیروگاه‌های خورشیدی و بادی
در استان فارس به منظور کاهش گازهای گلخانه‌ای

کارشناسی ارشد مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
گروه مهندسی برق، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
گروه مهندسی انرژی تجدیدپذیر، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

محمد ارغوان
مهدی متوسل*
سامان تشکر

چکیده مبسوط

مقدمه: امروزه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر نه تنها باعث بالا رفتن کارایی و راندمان نیروگاه‌ها شده است بلکه سبب کاهش قابل توجه گازهای گلخانه‌ای تولیدی توسط نیروگاه‌های فسیلی گردیده است که این امر مزایای زیست محیطی فراوانی می‌تواند برای جوامع بشری داشته باشد. این پژوهش بر استفاده ترکیبی از انرژی خورشیدی و باد برای دستیابی به کارایی هزینه بهتر و بهره‌برداری راحت‌تر از هر دو منبع متمرکز شده است. در این تحقیق، هشت شهر با اقلیم‌های گوناگون در استان فارس مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

مواد و روش‌ها: برای انتخاب مکان مناسب از بین هر شهرهای انتخاب شده، از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده شده است. در این راستا چهار معیار چگالی باد، شدت تابش خورشید، جمعیت و بلایای طبیعی برای انتخاب بهترین محل ساخت نیروگاه انتخاب شدند. سه معیار اول توسط روابط ریاضی و اندازه‌گیری‌های محیطی محاسبه شدند که شامل چگالی باد، شدت تابش خورشید و جمعیت هستند معیار چهارم، بلایای طبیعی هستند که شامل سه حادثه زلزله، سیل و طوفان خاک هستند. همچنین از منطق فازی برای وزن دهی پارامترها و استخراج یک مقدار واحد برای این سه معیار استفاده خواهد شد که در نرم‌افزار متلب محاسبه شده است.

نتایج و بحث: در این تحقیق، با چهار معیار مختلف، شهرهای استان فارس با هم مقایسه شدند. با توجه به بررسی انجام گرفته، بهترین شهرها با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی مشخص شدند و نتایج نشان می‌دهد که بهترین شهر، اقلید بوده است و پس از آن شهرهای صفاشهر و بوانات قرار دارند. بررسی انجام گرفته نشان داد که شهرهای کازرون و فیروزآباد کمترین امتیاز را بر اساس ساخت نیروگاه بادی-خورشیدی دارند. برای تحلیل نتیجه به دست آمده، باید معیارهای مختلف را بررسی کرد. مشاهده شد که در رتبه‌بندی معیارها، امتیاز معیار انرژی خورشیدی و بادی بیش از دو معیار دیگر از اهمیت بیشتری برخوردار است.

نتیجه‌گیری: بررسی انجام گرفته نشان داد مناسبترین شهر، اقلید بوده است و پس از آن شهرهای صفاشهر، بوانات و ایزدخواست قرار دارند. و شهرهای کازرون و فیروزآباد کمترین امتیاز را برای ساخت نیروگاه بادی-خورشیدی دارند. در آخر نیز به طراحی نیروگاه در شهر بهینه بدست آورده شده، پرداخته شده است. در این راستا سه حالت ۵۰٪ خورشیدی و ۵۰٪ بادی، ۷۰٪ خورشیدی و ۳۰٪ بادی و ۳۰٪ خورشیدی و ۷۰٪ بادی برای طراحی نیروگاه هیبریدی در نظر گرفته شده است. نتایج نشان می‌دهد که توان تزریقی در نیروگاه هیبریدی که در آن از ۷۰ درصد توان تولیدی توربین‌های بادی و ۳۰ درصد نیروگاه خورشیدی استفاده شد، بهینه‌تر و بیشتر می‌باشد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۲۰

واژه‌های کلیدی:

استان فارس، خورشیدی-بادی،
مکان‌یابی و طراحی

نویسنده مسئول: مهدی متوسل

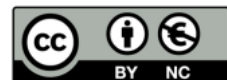
نشانی: گروه مهندسی برق، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز. تلفن: ۰۹۱۷۳۰۹۹۵۶۳

پست الکترونیکی: Mehdi_motevasel@yahoo.com

استناد: ارغوان محمد، متوسل مهدی، تشکر سامان. مکان‌یابی و طراحی همزمان نیروگاه‌های خورشیدی و بادی در استان فارس بمنظور کاهش گازهای گلخانه‌ای، پژوهش‌های نوین

در مهندسی محیط زیست، ۱۴۰۲؛ (۱) ۴۱-۵۴.

حقوق نویسندگان محفوظ است. این مقاله با دسترسی آزاد و تحت مجوز مالکیت خلاقانه 4.0 http://creativecommons.org/licenses/by/4.0 در فصلنامه پژوهش‌های نوین در مهندسی محیط زیست منتشر شده است. هرگونه استفاده غیرتجاری فقط با استناد و ارجاع به اثر اصلی مجاز است.



بین ویژگی‌های مکان‌های مختلف، می‌توان آن را بدون فرض در نظر گرفت.

رویز و همکاران (۲۰۲۰) الگوریتم تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره مبتنی بر فرآیند تحلیل سلسله مراتبی را در یک بسته سیستم اطلاعات جغرافیایی ادغام کردند، که شامل لایه‌هایی از داده‌های ماهواره برای منابع انرژی و داده‌های محلی به دست آمده مانند: توپوگرافی، محل سکونت، خطوط جاده و شبکه برق. این مطالعه بر روی استان کالیمانتان غربی متمرکز شده است. نورلهی و همکاران (۲۰۲۱)، در مطالعه‌ای به مکان‌یابی و ارزیابی پتانسیل یک نیروگاه خورشیدی فتوولتائیک در استان خوزستان با استفاده از منطق فازی-بولی و تحلیل تصمیم‌گیری فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداختند. معیارهای اصلی برای انتخاب مکان‌های بهینه مسائل اقلیمی و اقتصادی بوده است. بر اساس نتایج، ۱۲٪ درصد از کل مساحت استان دارای تناسب عالی، ۶۶٪ درصد دارای تناسب مناسب و ۴۶٪ درصد فاقد هرگونه تناسب برای نصب سیستم فتوولتائیک است. اکثر مطالعات فوق تنها بر یک نوع انرژی تجدیدپذیر متمرکز شده اند و به نظر می‌رسد توجه کافی به بهره‌برداری ترکیبی از منابع تجدیدپذیر متعدد از طریق سیستم‌های ترکیبی وجود ندارد (دوریم و همکاران ۲۰۱۶). این پژوهش بر استفاده ترکیبی از انرژی خورشیدی و باد برای دستیابی به کارایی هزینه بهتر و بهره‌برداری راحت‌تر از هر دو منبع متمرکز شده است. در این تحقیق، هشت شهر استان فارس مورد مطالعه قرار گرفته شدند. این شهرها، در مناطق مختلف استان فارس قرار گرفته‌اند. در این راستا از روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی برای بررسی وزن معیارها یا عوامل و ارزیابی پتانسیل و امکان‌سنجی مکان‌یابی نیروگاه‌های خورشیدی و بادی در مناطق مختلف استان فارس و برای چهار شهر کاندیدا شامل ایزدخواست، اقلید، صفا شهر و بوانات استفاده شده است. برای انجام این کار چهار معیار چگالی باد، شدت تابش خورشید، جمعیت و بلایای طبیعی برای انتخاب بهترین محل ساخت نیروگاه انتخاب شدند. سه معیار اول توسط روابط ریاضی و اندازه‌گیری‌های محیطی محاسبه شدند که شامل چگالی باد، شدت تابش خورشید و جمعیت هستند معیار چهارم، بلایای طبیعی هستند که شامل سه حادثه زلزله، سیل و طوفان خاک هستند. همچنین از منطق فازی برای وزن دهی پارامترها و استخراج یک مقدار واحد برای این سه معیار استفاده خواهد شد که در نرم‌افزار متلب محاسبه شده است. پس از تعیین مکان بهینه نیروگاه ترکیبی خورشیدی-بادی، با استفاده از نرم‌افزار ترانسپس به طراحی نیروگاه فوق برای حالات مختلف پرداخته می‌شود.

امروزه به علت مرابای اقتصادی و ریست محیطی، استفاده از نیروگاه‌های تجدیدپذیر رشد بسیار زیادی داشته است (ازدمیر و همکاران ۲۰۱۸). نیروگاه‌های انرژی تجدیدپذیر هیبریدی از دو یا چند منبع انرژی تجدیدپذیر استفاده می‌کنند که در کنار هم به افزایش کارایی سامانه و تعادل بیش‌تر در تأمین انرژی می‌پردازند. نیروگاه هیبریدی بادی-خورشیدی، اغلب منجر به راندمان و بازگشت اقتصادی و زیست‌محیطی بیش‌تری نسبت به سامانه های بادی و خورشیدی مطلق است (اسپایریدونیدو و همکاران ۲۰۲۳، آقالو و همکاران ۲۰۲۳، عبدل و همکاران ۲۰۲۲). طیف گسترده‌ای از مقالات تحقیقاتی تلاش کرده‌اند مکان بهینه نیروگاه‌های تجدیدپذیر را با استفاده از مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره استخراج کنند (سادات و همکاران ۲۰۲۱، یوم و همکاران ۲۰۲۳ و ریوز و همکاران ۲۰۲۱). از مهمترین این معیارها می‌توان به انحراف ولتاژ و تلفات توان به عنوان تابع هزینه نام برد. در چنین مواقعی، هدف اصلی حفظ سیستم قدرت در سطح عملیاتی مناسب است که در این شرایط محققین با مشکل بهینه‌سازی مواجه هستند و یافتن مقدار تابع هزینه بهینه و حفظ محدودیت های فنی در سطح مناسب ضروری است (هستی و همکاران ۲۰۲۳، سان و همکاران ۲۰۲۳، حاسن و همکاران ۲۰۲۳ و سیندهو و همکاران ۲۰۲۳). یکی از محبوب‌ترین ابزارهای تصمیم‌گیری چند معیاره، روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی است که توسط جامعه علمی بین‌المللی به عنوان ابزاری قوی و انعطاف پذیر برای مقابله با مشکلات تصمیم‌گیری پیچیده پذیرفته شده است (بالو و همکاران ۲۰۱۶، بادی و همکاران ۲۰۲۳ و وانگ و همکاران ۲۰۲۲). تاکنون مطالعات بسیاری درباره انتخاب نوع روش جهت مکان‌یابی نیروگاه‌های تولید انرژی انجام شده است. آذوقی و همکاران (۲۰۱۷) به بهینه‌سازی محل نیروگاه خورشیدی در استان اصفهان بر اساس منطق فازی و ترکیب خطی وزنی که دارای ریسک متوسط است و می‌تواند لایه‌های اولویت را از طریق وزن آن‌ها درگیر کند، پرداخته‌اند.

باسو و همکاران (۲۰۱۶) از یک مدل پارامترسازی فضایی برای بررسی عوامل ایجاد تغییرات مکانی هزینه‌های نصب زمین، نیروی کار، انتقال و زنجیره تأمین برای نیروگاه‌های خورشیدی و در یک مرز جغرافیایی استفاده کرده‌اند. رگنا و همکاران (۲۰۲۱) روش فیلتر را برای انتخاب زیرمجموعه‌ای از مکان‌های کارآمد به منظور کاهش ابعاد مشکل اصلی زمانی که قلمرویی بزرگ برای مکان‌یابی مکان‌های بهینه برای نیروگاه‌های خورشیدی در مقیاس بزرگ غربال می‌شود، پیشنهاد کرده‌اند. این تحقیق مبتنی بر ایده روابط ترجیحی و تسلط پارتو است و با اجتناب از مقایسه

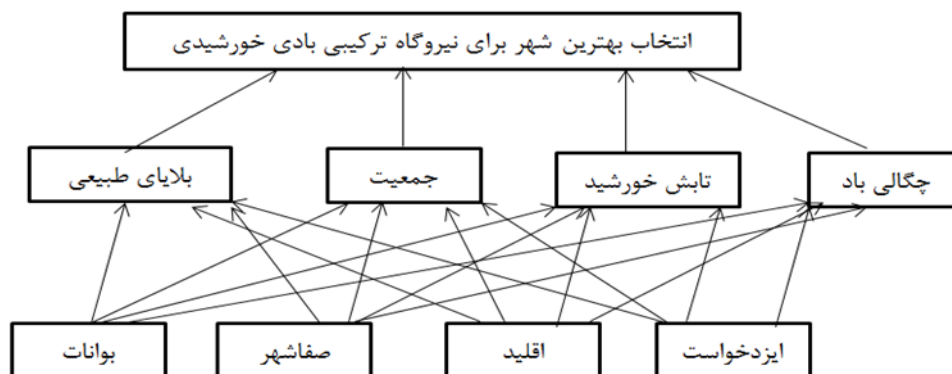
مواد و روش‌ها

کار شنا سان برای تخمین مقادیر نسبی عوامل از طریق مقایسه های زوجی استفاده می‌شود. هر یک از پاسخ‌دهندگان اهمیت نسبی هر جفت آیتم را با استفاده از یک پرسشنامه طراحی شده خاص مقایسه می‌کنند. تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی معمولی روش خوبی برای به دست آوردن نظر متخصص است، اما تفکر انسان را به درستی منعکس نمی‌کند، چون کارشناس پاسخگو باید نظرش را با اعداد دقیق بیان کند. اگرچه ماهیت مقایسه‌های زوجی فازی است، اما متخصص تمایل دارد به جای یک عدد ثابت، محدوده‌ای را در قضاوت‌های خود تعیین کند. به طور کلی، اکثر روش‌های تحلیل رتبه فازی همانند تحلیل رتبه‌های معمولی هستند، با این تفاوت که به جای اعداد ثابت برای قضاوت از اعداد فازی استفاده می‌شود. در تحلیل سلسله مراتبی فازی، پس از تهیه نمودار سلسله مراتبی، از تصمیم‌گیرندگان خواسته می‌شود تا عناصر هر سطح را با هم مقایسه و اهمیت نسبی عناصر را با استفاده از اعداد فازی بیان کنند. شکل ۱، روند انتخاب مکان مناسب برای ساخت نیروگاه را برای چند شهر نمونه نشان می‌دهد.

برای انتخاب مکان مناسب از بین هر شهرهای کاندید شده، از روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی استفاده شده است. در این راستا چهار معیار چگالی باد، شدت تابش خورشید، جمعیت و بلایای طبیعی برای انتخاب بهترین محل ساخت نیروگاه انتخاب شدند. سه معیار اول توسط روابط ریاضی و اندازه‌گیری‌های محیطی محاسبه شدند که شامل چگالی باد، شدت تابش خورشید و جمعیت هستند معیار چهارم، بلایای طبیعی هستند که شامل سه حادثه زلزله، سیل و طوفان خاک هستند. همچنین از منطق فازی برای وزن دهی پارامترها و استخراج یک مقدار واحد برای این سه معیار استفاده خواهد شد که در نرم‌افزار متلب محاسبه شده است. پس از تعیین مکان بهینه نیروگاه ترکیبی خورشیدی-بادی، با استفاده از نرم‌افزار ترانسپس به طراحی نیروگاه فوق برای حالات مختلف پرداخته می‌شود.

روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی

روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی رویکردی دقیق برای تعیین کمیت وزن معیارهای تصمیم‌گیری است و در آن از تجربیات



شکل ۱- انتخاب مکان مناسب برای ساخت نیروگاه

طبیعی محاسبه شود. برای این منظور، یک سیستم فازی شبیه شکل ۲ طراحی خواهد شد. همان گونه که مشاهده می‌شود، این سیستم فازی دارای سه ورودی است که نشان‌دهنده این سه رخداد مورد نظر است. قوانین فازی که مشخص‌کننده ارتباط بین ورودی‌ها و خروجی هستند که با تابع فازی مثلثی مدلسازی شده و به صورت کیفی در شکل ۳ رسم شده است. با استفاده از این قوانین، می‌توان مقدار خروجی برای معیار رخداد‌های طبیعی را محاسبه کرد. مقدار فازی به دست آمده برای رخداد‌های طبیعی در شکل ۴ نشان داده شده است. هرچه مقدار به دست آمده برای یک شهر بیشتر باشد، آن شهر بیشتر در معرض خطرات است و

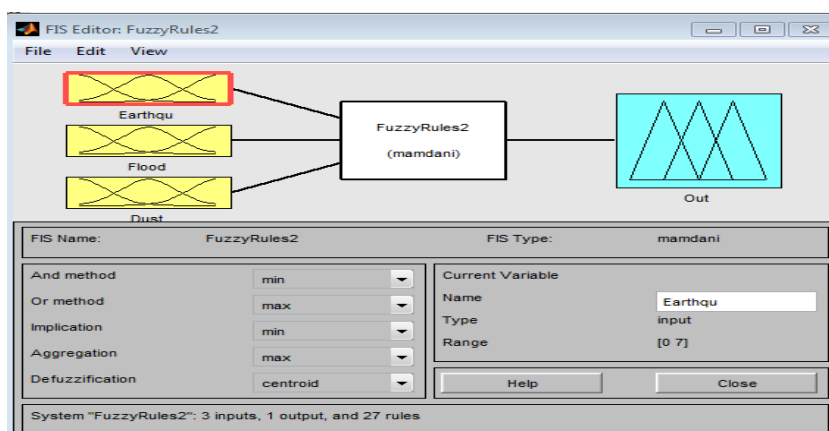
طراحی سیستم فازی

در این تحقیق از چهار معیار چگالی باد، شدت تابش خورشید و جمعیت و بلایای طبیعی جهت جایابی نیروگاه خورشیدی استفاده شده است. در ادامه به طراحی سیستم فازی هر کدام پرداخته می‌شود:

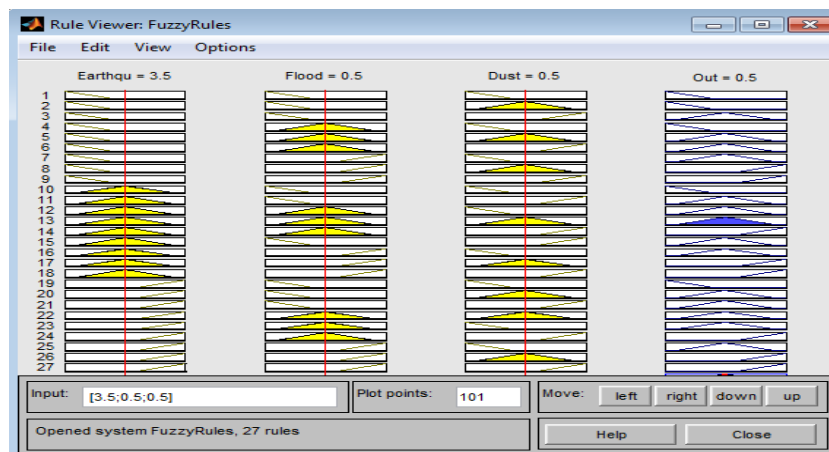
مدل فازی برای بلایای طبیعی

بطور کلی سه پدیده سیل، زلزله و طوفان خاک به عنوان بلایای طبیعی در نظر گرفته شده‌اند. تعداد زلزله‌ها قابل شمارش هستند و احتمال سیل و طوفان خاک نیز با توجه به داده‌ها محاسبه شده اند. با این وجود، باید یک کمیت واحد برای سنجش بلایای

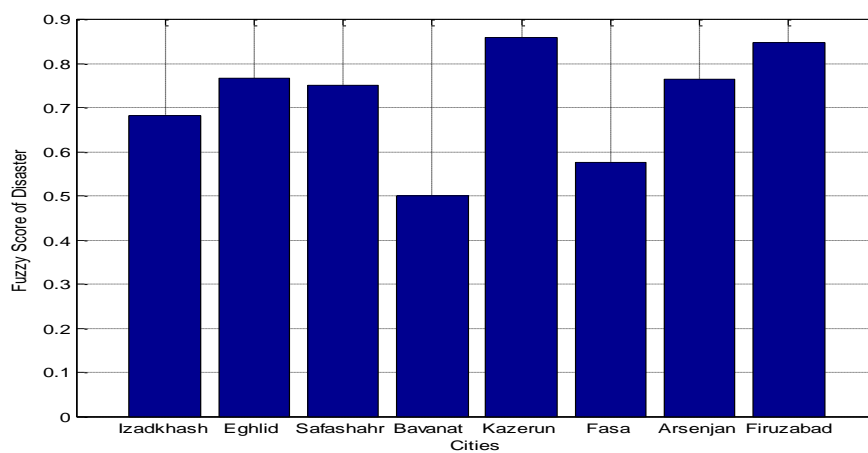
گزینه نامناسبی است. به همین خاطر، این معیار، یک معیار منفی است یعنی مقادیر کمتر معیار، بهتر است.



شکل ۲- سیستم فازی پیشنهادی برای بلایای طبیعی



شکل ۳- قوانین فازی پیشنهادی

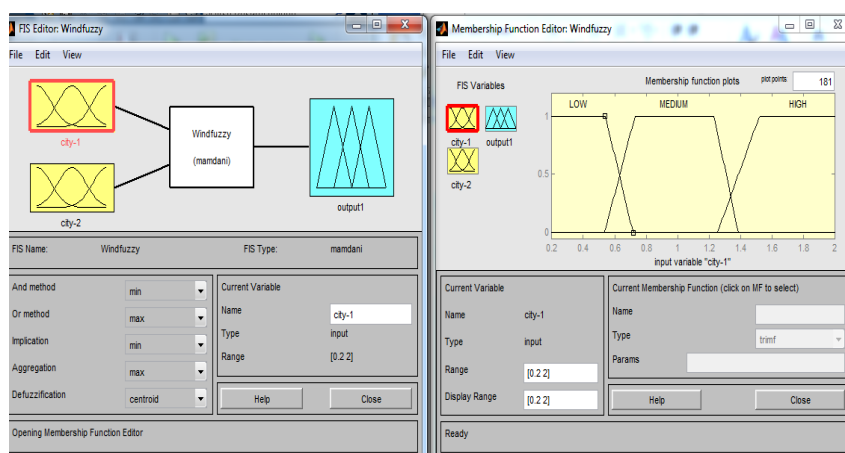


شکل ۴- مقدار فازی رخداد‌های طبیعی برای شهرهای مختلف

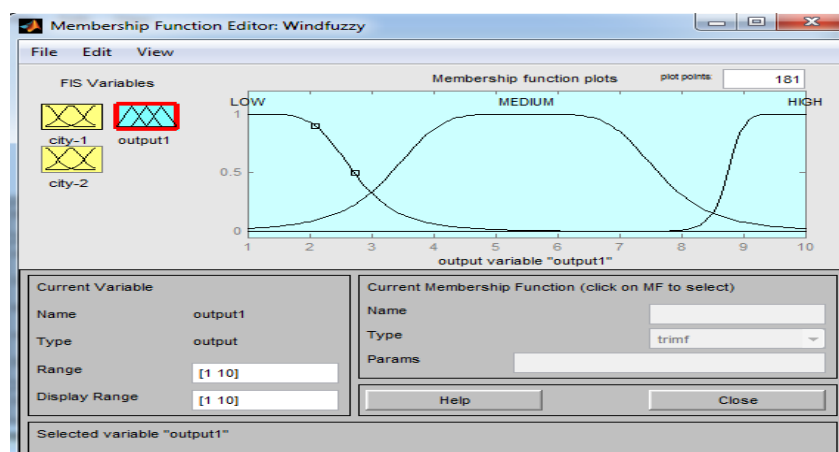
و بالا تقسیم شود که در شکل ۵ نشان داده شده است. در این شکل، برای ورودی، از تابع فازی ذوزنقه‌ای استفاده شده است. این تابع، یک تابع ذوزنقه‌ای است. علت انتخاب این تابع این است که تغییرات ناچیز باد یا شدت تابش خورشید یا نفرت شهرها، تأثیر زیادی بر روی معیار انتخاب ندارد. شکل تابع خروجی نیز در شکل ۶ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که برای هر سه معیار چگالی باد، شدت تابش خورشید و جمعیت شکل تابع خروجی متناسب با شکل ۶ خواهد بود و تنها تفاوت آن‌ها با هم، در توابع ورودی است.

مدل فازی چگالی باد، شدت تابش خورشید و جمعیت

در روش سلسله مراتبی فازی، برای هر معیار باید شهرها دو به دو با هم مقایسه شوند. در این تحقیق، برای هر چهار معیار، یک سیستم فازی طراحی می‌شود که دارای دو ورودی است. این سیستم فازی، بر اساس قوانین فازی، شهرها را دو به دو با هم مقایسه می‌کند و به آن‌ها امتیاز می‌دهد. امتیازدهی بر اساس قوانین فازی است که توسط تصمیم‌گیرنده تعریف شده است. دو ورودی تابع فازی، اطلاعات معیار مورد نظر برای دو شهر است که توسط سیستم فازی با هم مقایسه و امتیازدهی می‌شود. مقدار توان باد برای هر شهر می‌تواند در سه سطح فازی پایین، متوسط



شکل ۵- سیستم فازی برای مقایسه توان بادها



شکل ۶- تابع فازی خروجی

زیست استان فارس و سازمان انرژی‌های نو ایران دریافت گردیده‌اند.

رتبه‌بندی معیارها

ارزیابی انجام شده با توجه به بررسی مطالعات انجام گرفته، رتبه بندی شده است. به این دلیل که نیروگاه ترکیبی بادی-

شبیه‌سازی

برای مدل‌سازی الگوریتم پیشنهادی، به پیشنهاد شرکت توزیع نیروی برق استان فارس، هشت شهر به عنوان بهترین کاندید جهت مکان‌یابی نیروگاه هیبریدی خورشیدی- بادی در نظر گرفته شده است. کلیه اطلاعات جغرافیایی شهرستان‌ها از اداره محیط

های برق صنعتی و کشاورزی را نیز محاسبه کرد. معیار بلایای طبیعی نیز کم‌ترین اهمیت را دارد زیرا می‌توان با روش‌های اصولی، نیروگاه را مقاوم کرد. نتایج در جدول ۱ نشان داده شده‌اند.

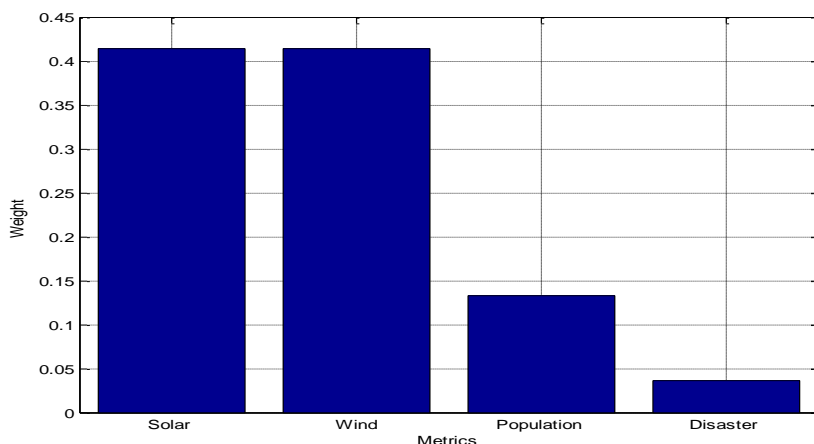
خورشیدی است، مقدار آن برای شدت تابش خورشیدی و چگالی باد یک است؛ یعنی این دو معیار ارجحیت و اولویت یکسانی نسبت به هم دارند. با این وجود، فرض کرده‌ایم که اولویت این دو معیار نسبت به جمعیت زیاد است و عدد ۵ به آن تخصیص داده شده است. این به این دلیل است که تنها معیار جمعیت برای محاسبه محل نیروگاه کافی نیست و باید فاکتور

جدول ۱- معیارهای ارزیابی نسبت به هم

چگالی باد	تابش خورشید	جمعیت	بلایای طبیعی
۱	۱	۵	۹
۱	۱	۵	۹
۰/۲	۰/۲	۱	۷
۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۴	۱

یکسان است. معیار جمعیت اهمیت زیادی ندارد، زیرا هم توان نیروگاه‌های تجدیدپذیر زیاد نیست و هم شبکه برق ایران شبکه ای پیوسته است. همچنین بلایای طبیعی نیز بدلیل آمار گذشته و همچنین تمهیدات مناسبی که معمولاً برای مقاوم سازی نیروگاه‌ها انجام می‌شود، کمترین مقدار می‌باشد.

پس از نرمال کردن جدول فوق میانگین هر سطر را به عنوان میانگین هر معیار در نظر می‌گیریم. مقدار به دست آمده وزن هر معیار نامیده می‌شود و هر چه بیشتر باشد، اعتبار بیشتری در تصمیم‌گیری دارد. مقدار وزن معیارها در شکل ۷ نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که مقدار دو معیار بادی و خورشیدی



شکل ۷- مقدار وزن معیارهای مختلف

معکوس درایه متقارن آن است. همچنین مقادیر درایه‌های قطر اصلی نیز برابر با یک خواهد بود، زیرا یک شهر با خودش مقایسه می‌شود. برای مقایسه توان باد بین شهر با استفاده از سیستم فازی، مقدار ماتریس مقایسه زوجی به صورت جدول ۲ محاسبه می‌شود. همچنین مقادیر میانگین نرمالیزه شده چگالی باد در شهرهای مختلف نیز در شکل ۸ آورده شده است. مقدار به دست آمده هر چه بیشتر باشد، اعتبار بیشتری در تصمیم‌گیری دارد. همچنین مقادیر زوجی برای شدت تابش خورشید، جمعیت و بلایای طبیعی شهرهای مختلف بترتیب در جداول ۳ تا ۵ و مقادیر وزنی محاسبه شده برای آن‌ها نیز در شکل‌های ۹ تا ۱۱ آورده شده است.

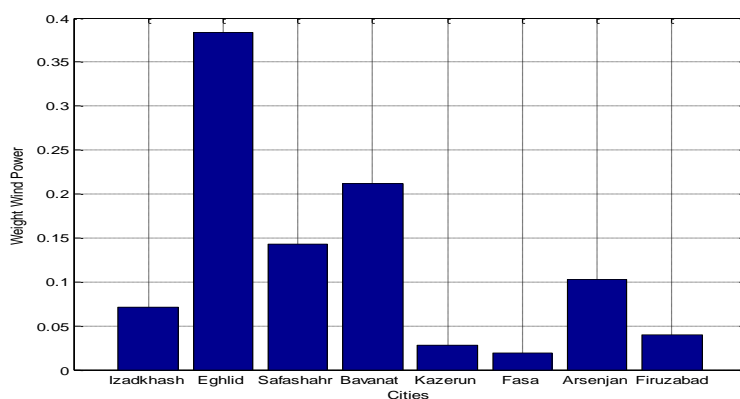
نتایج و بحث

محاسبه وزن معیارهای مختلف برای شهرها

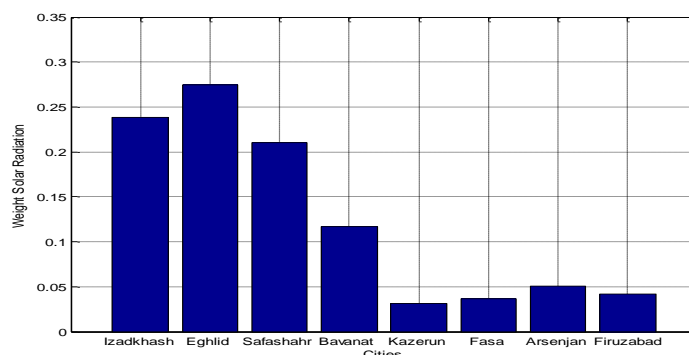
ابتدا با توجه به داده‌های مربوط به توان باد و سیستم فازی طراحی شده، توان باد در شهرهای مختلف، دو به دو با هم مقایسه می‌شوند. در این مقایسه، هرچه میزان باد در یک شهر بیشتر باشد، عدد فازی تخصیص یافته به آن نیز بیشتر خواهد بود و برعکس. در سیستم سلسله مراتبی فازی، تنها کافی است که قسمت بالامثلث (پایین مثلث) ماتریس محاسبه گردد و قسمت دیگر،

جدول ۲- مقایسه زوجی چگالی باد در شهرهای مختلف

ایزدخواست	اقلید	صفاشهر	بوانات	کازرون	فسا	ارسنجان	فیروزآباد	
۱/۰۰۰	۰/۴۸۷	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۲/۰۵۴	۲/۰۸۰	۰/۱۸۲	۴/۷۹۲	ایزدخواست
۵/۵۰۰	۱/۰۰۰	۵/۵۰۰	۵/۵۰۰	۹/۳۶۱	۹/۳۴۸	۵/۵۰۰	۹/۲۶۹	اقلید
۵/۴۸۱	۰/۴۶۹	۱/۰۰۰	۰/۱۸۲	۲/۴۵۱	۲/۴۵۱	۵/۴۸۱	۴/۷۹۹	صفاشهر
۵/۴۸	۰/۴۴	۵/۴۸۱	۱/۰۰۰	۳/۶۷۱	۳/۶۷۱	۵/۴۸۱	۵/۰۱۱	بوانات
۰/۱۸۲	۰/۱۰۷	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۱/۰۰۰	۲/۰۸۰	۰/۱۸۲	۰/۲۰۹	کازرون
۰/۱۸۲	۰/۱۰۷	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۴۸۷	۱/۰۰۰	۰/۱۸۲	۰/۲۰۹	فسا
۵/۴۸۱	۰/۴۷۱	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۲/۳۳۰	۲/۳۳۰	۱/۰۰۰	۴/۷۹۳	ارسنجان
۰/۱۸۲	۰/۱۷۱	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۲/۱۹۵	۲/۱۹۵	۰/۱۸۲	۱/۰۰۰	فیروزآباد



شکل ۸- وزن معیار چگالی باد برای شهرهای مختلف



شکل ۹- وزن معیار شدت تابش خورشید برای شهرهای مختلف

جدول ۳- مقایسه زوجی شدت تابش خورشید در شهرهای مختلف

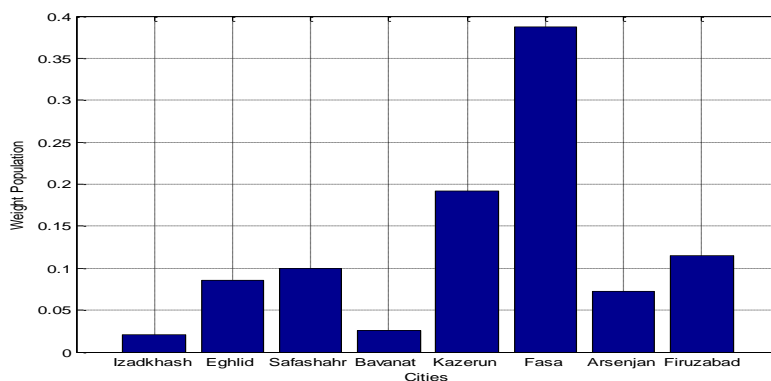
ایزدخواست	اقلید	صفاشهر	بوانات	کازرون	فسا	ارسنجان	فیروزآباد	
۰/۲۳۸۲	۰/۱۹۱۳	۰/۳۱۷۸	۰/۲۹۶۵	۰/۱۹۹۸	۰/۲۰۸۵	۰/۲۳۶۵	۰/۲۱۸۵	ایزدخواست
۰/۳۹۹۷	۰/۳۲۰۹	۰/۳۱۷۸	۰/۲۹۶۵	۰/۱۹۹۸	۰/۲۰۸۵	۰/۲۳۶۵	۰/۲۱۸۵	اقلید
۰/۱۴۱۹	۰/۱۹۱۳	۰/۱۸۹۴	۰/۲۹۶۵	۰/۱۹۹۸	۰/۲۰۸۵	۰/۲۳۶۵	۰/۲۱۸۵	صفاشهر
۰/۰۴۶۹	۰/۰۶۳۱	۰/۰۳۷۳	۰/۰۵۷۸	۰/۱۶۸۴	۰/۱۷۵۸	۰/۱۹۹۶	۰/۱۸۴۱	بوانات
۰/۰۴۳۳	۰/۰۵۸۴	۰/۰۳۴۴	۰/۰۱۳۲	۰/۰۳۶۳	۰/۰۲۲۳	۰/۰۱۶۰	۰/۰۲۳۲	کازرون
۰/۰۴۳۳	۰/۰۵۸۴	۰/۰۳۴۴	۰/۰۱۳۲	۰/۰۶۳۲	۰/۰۳۷۹	۰/۰۱۶۰	۰/۰۲۲۸	فسا
۰/۰۴۳۳	۰/۰۵۸۴	۰/۰۳۴۴	۰/۰۱۳۰	۰/۰۶۸۲	۰/۰۷۱۲	۰/۰۴۳۱	۰/۰۷۴۶	ارسنجان
۰/۰۴۳۳	۰/۰۵۸۴	۰/۰۳۴۴	۰/۰۱۳۲	۰/۰۶۴۴	۰/۰۶۷۲	۰/۰۱۶۰	۰/۰۳۹۷	فیروزآباد

جدول ۴- مقایسه زوجی جمعیت شهرهای مختلف

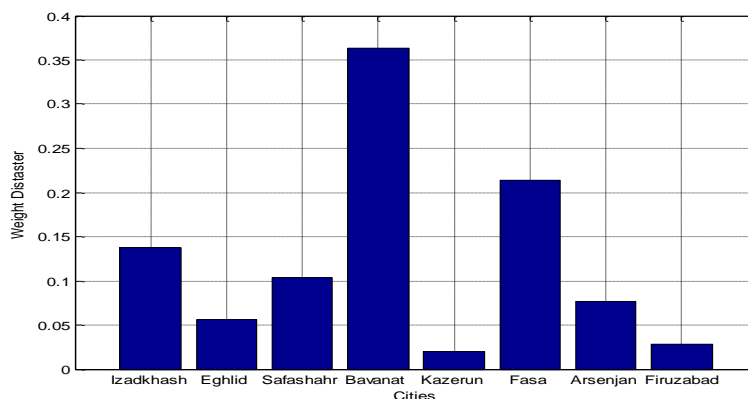
ایزدخواست	فیروزآباد	ارسنجان	فسا	کازرون	بوانات	صفاشهر	اقلید	ایزدخواست
۱/۰۰۰	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۱۰۷	۰/۱۰۸	۰/۴۶۸	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	ایزدخواست
۵/۴۸۱	۰/۴۸۷	۲/۰۵۴	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۵/۴۸۱	۰/۴۸۷	۱/۰۰۰	اقلید
۵/۴۸۱	۰/۴۸۷	۲/۰۵۴	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۵/۴۸۱	۱/۰۰۰	۲/۰۵۴	صفاشهر
۲/۱۱۵	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۱۰۷	۰/۱۰۸	۱/۰۰۰	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	بوانات
۵/۴۹۷	۳/۱۷۱	۳/۱۷۱	۰/۱۸۳	۱/۰۰۰	۵/۴۹۷	۳/۱۷۱	۳/۱۷۱	کازرون
۹/۳۰۰	۵/۴۸۱	۵/۴۸۱	۱/۰۰۰	۲/۲۶۲	۹/۳۰۰	۵/۴۸۱	۵/۴۸۱	فسا
۵/۴۸۱	۰/۴۶۹	۱/۰۰۰	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۵/۴۸۱	۰/۴۶۹	۰/۴۶۹	ارسنجان
۵/۴۸۱	۱/۰۰۰	۲/۰۵۴	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۵/۴۸۱	۲/۰۵۴	۲/۰۵۴	فیروزآباد

جدول ۵- مقایسه زوجی بلایای طبیعی شهرهای مختلف

ایزدخواست	فیروزآباد	ارسنجان	فسا	کازرون	بوانات	صفاشهر	اقلید	ایزدخواست
۱/۰۰۰	۵/۴۴۲	۴/۴۶۶	۰/۲۴۲	۵/۴۵۷	۰/۱۸۰	۴/۱۷۲	۴/۵۰۲	ایزدخواست
۰/۲۱۹	۴/۹۲۰	۰/۲۱۹	۰/۲۰۴	۴/۹۲۰	۰/۱۶۳	۰/۲۱۹	۱/۰۰۰	اقلید
۰/۲۳۶	۵/۱۰۸	۴/۴۶۶	۰/۲۰۴	۵/۱۰۸	۰/۱۶۹	۱/۰۰۰	۴/۵۰۲	صفاشهر
۵/۵۳۳	۸/۰۳۵	۶/۰۶۱	۵/۴۳۳	۸/۳۰۹	۱/۰۰۰	۵/۸۸۹	۶/۰۸۷	بوانات
۰/۱۸۳	۰/۳۲۸	۰/۲۰۱	۰/۱۸۱	۱/۰۰۰	۰/۱۲۰	۰/۱۹۵	۰/۲۰۲	کازرون
۴/۸۳۶	۶/۰۴۲	۵/۴۶۱	۱/۰۰۰	۶/۱۰۱	۰/۲۰۵	۵/۴۵۸	۵/۴۶۱	فسا
۰/۲۲۱	۴/۹۴۴	۱/۰۰۰	۰/۲۰۴	۴/۹۴۴	۰/۱۶۴	۰/۲۲۱	۴/۵۲۷	ارسنجان
۰/۱۸۳	۱/۰۰۰	۰/۲۰۱	۰/۱۸۳	۲/۹۵۷	۰/۱۲۳	۰/۱۹۵	۰/۲۰۲	فیروزآباد



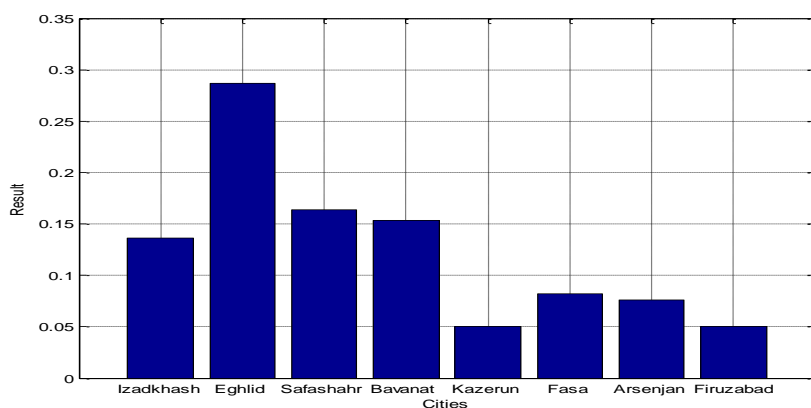
شکل ۱۰- وزن معیار جمعیت برای شهرهای مختلف



شکل ۱۱- وزن معیار بلایای طبیعی برای شهرهای مختلف

که در رتبه‌بندی معیارها، امتیاز معیار انرژی خورشیدی و بادی بیش از دو معیار دیگر از اهمیت بیشتری برخوردار است. از آنجا که ظرفیت نیروگاه محدود است، امتیاز جمعیت نسبت به دو عامل قبل از جذابیت کمتری برخوردار است و در صورتی که ظرفیت نیروگاه بیشتر فرض می‌شد، آنگاه اهمیت جمعیت بیشتر می‌شد زیرا شهرهای با جمعیت بیشتر، مصرف‌کننده بزرگ‌تری به شمار می‌رفتند. امتیاز معیارهای دیگر نشان می‌دهد که شهر اقلید از نظر توان باد، به وضوح بهتر از شهرهای دیگر بود و این سبب می‌شود که بهترین مکان، این شهر گردد.

در این تحقیق، با چهار معیار مختلف، شهرهای استان فارس با هم مقایسه شدند. برای این منظور، در این فصل، شهرهای استان از نظر معیارهای مختلف با هم مقایسه شدند. با توجه به بررسی انجام گرفته، بهترین شهرها با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی فازی مشخص شدند و نتایج در شکل ۱۲ نشان داده شده‌اند. مشاهده شد که بهترین شهر، اقلید بوده است و پس از آن شهرهای صفاشهر و بوانات قرار دارند. بررسی انجام گرفته نشان داد که شهرهای کازرون و فیروزآباد کمترین امتیاز را براساس ساخت نیروگاه بادی-خورشیدی دارند. برای تحلیل نتیجه به دست آمده، باید معیارهای مختلف را بررسی کرد. مشاهده شد

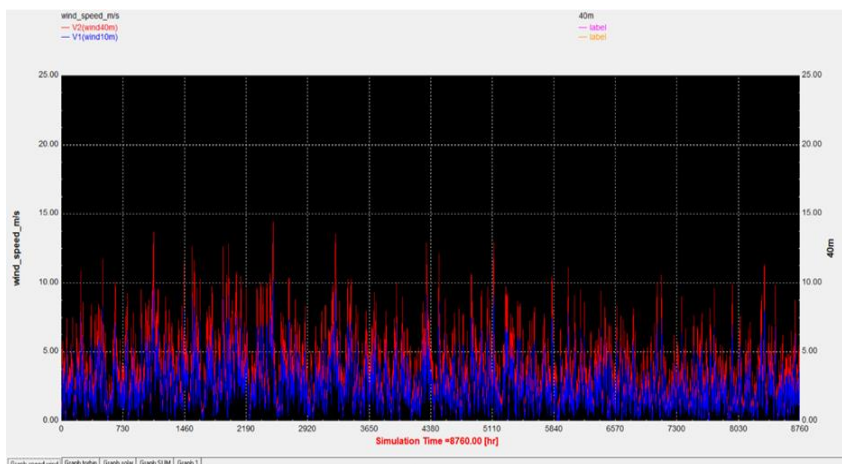


شکل ۱۲- امتیاز شهرهای مختلف جهت احداث نیروگاه

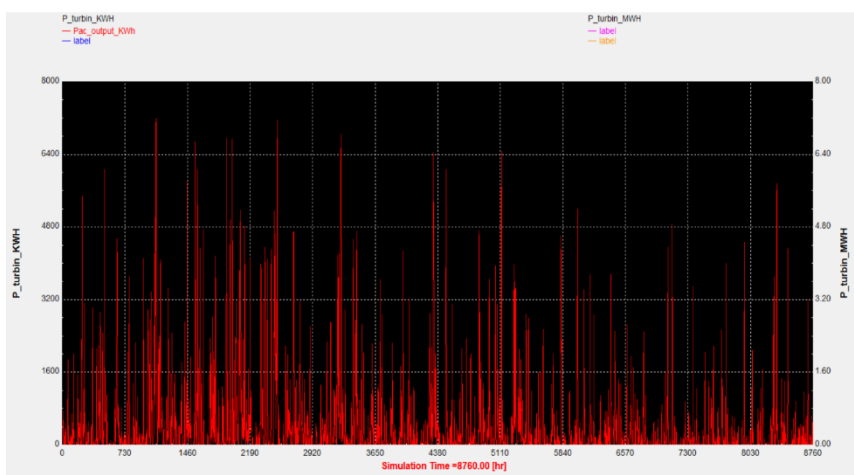
نیروگاه خورشیدی استفاده شد، بهینه‌تر و بیشتر می‌باشد. در ادامه نتایج بدست آمده از این طرح را بررسی می‌کنیم. در طراحی نیروگاه هیبریدی اقلید به صورت ۳۰٪ خورشیدی و ۷۰٪ بادی است که ۶/۰ مگاوات نیروگاه هیبریدی به بخش فوتولتاییک و ۱/۴ مگاوات به بخش بادی اختصاص یافته است. در این طراحی چهار نمودار سرعت باد، توان خروجی توربین‌های بادی، مقدار توان تابشی به سطح پنل، مقدار توان تزریقی بخش خورشیدی به شبکه و دو نمودار توان کلی تزریقی به شبکه را داریم. این نمودارها به ترتیب در زیر آورده شده‌اند.

طراحی و شبیه‌سازی نیروگاه هیبریدی خورشیدی-بادی با استفاده از نرم‌افزار ترنسیس

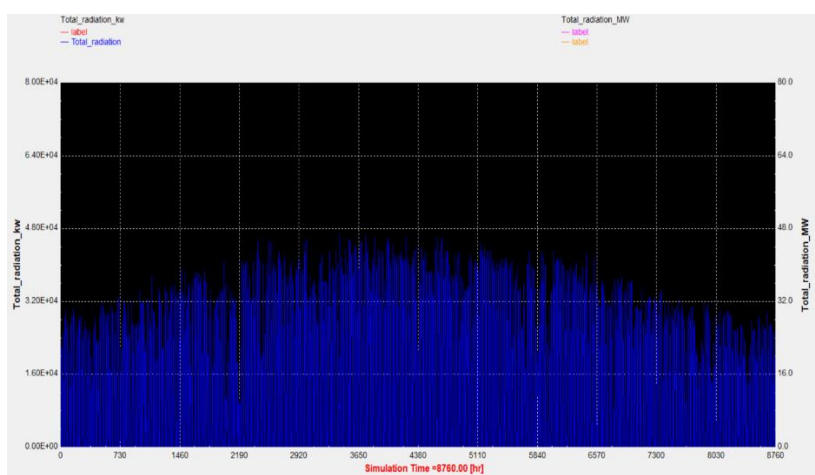
با توجه به نتایج بدست آمده در بخش قبل، مشخص شد که بهترین مکان برای احداث نیروگاه هیبریدی خورشیدی-بادی در استان فارس، شهر اقلید است. حال اگر بخواهیم شبیه‌سازی این نیروگاه را در نرم‌افزار ترنسیس به عنوان یکی از کامل‌ترین نرم افزارها انجام دهیم، سه پیش‌فرض می‌توانیم در نظر بگیریم. طراحی نیروگاه هیبریدی ۵۰٪ خورشیدی و ۵۰٪ بادی، نیروگاه هیبریدی ۷۰٪ خورشیدی و ۳۰٪ بادی و نیروگاه هیبریدی ۳۰٪ خورشیدی و ۷۰٪ بادی. ما هر سه این شیوه را مورد پژوهش قرار دادیم و نیروگاه هیبریدی اقلید را به هر سه طریق طراحی کردیم. نتایج بدست آمده نشان داد که توان تزریقی در نیروگاه هیبریدی که در آن از ۷۰ درصد توان تولیدی توربین‌های بادی و ۳۰ درصد



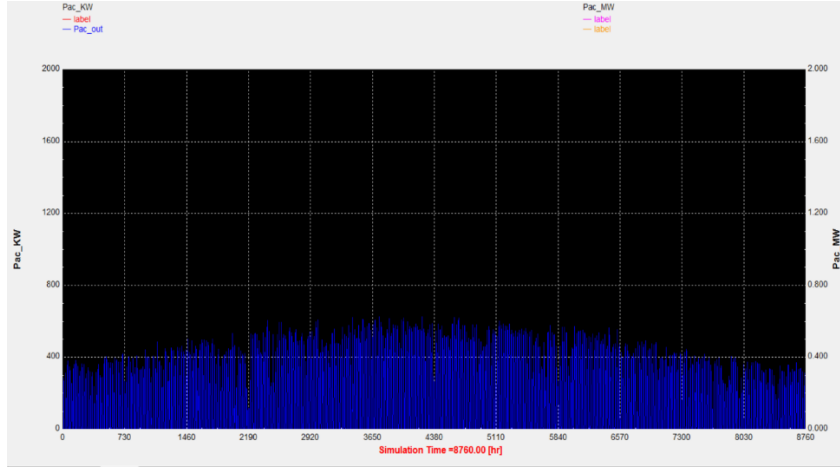
شکل ۱۳- نمودار سرعت باد در ۱۰ متر و ۴۰ متر



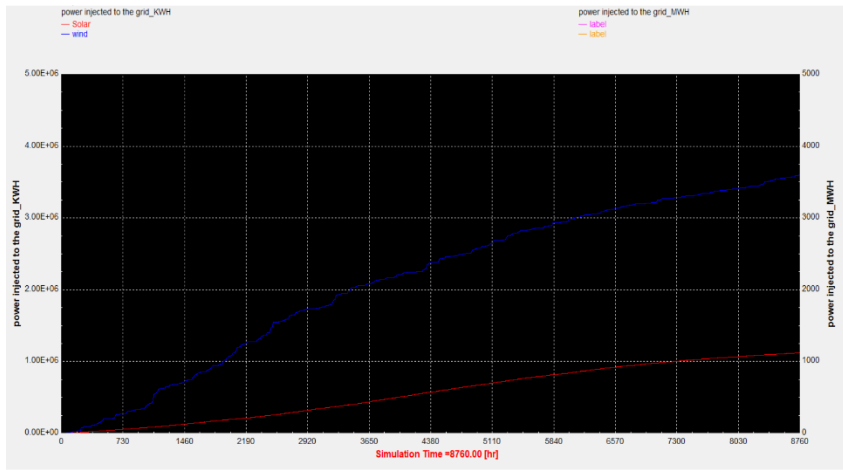
شکل ۱۴- دیاگرام توان خروجی توربین



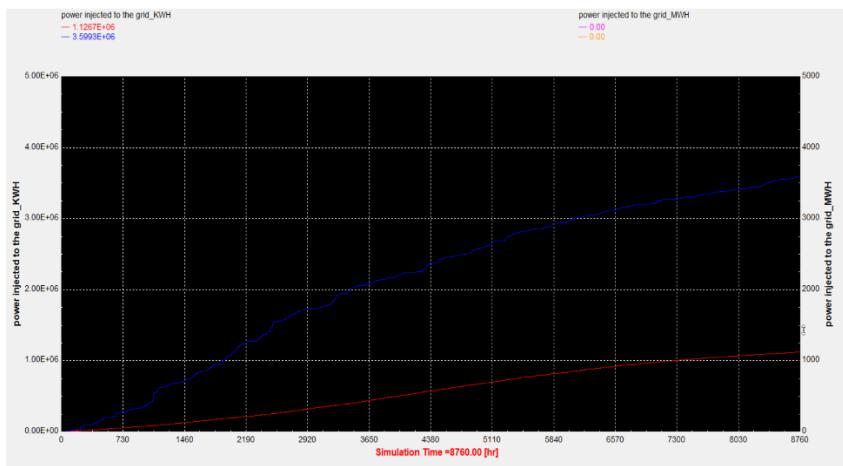
شکل ۱۵- دیاگرام توان تابشی (ورودی) به سطح پنل‌ها



شکل ۱۶- دیاگرام توان خروجی فتوولتائیک



شکل ۱۷: دیاگرام منحنی توان تزریقی نیروگاه هیبریدی خورشیدی و بادی به شبکه



شکل ۱۸: دیاگرام منحنی توان تزریقی نیروگاه هیبریدی خورشیدی و بادی به شبکه در آخرین ساعت سال

نتیجه گیری و پیشنهادها

ایزدخواست قرار دارند. بررسی انجام گرفته نشان داد که شهرهای کازرون و فیروزآباد کمترین امتیاز را برای ساخت نیروگاه بادی-خورشیدی دارند. با توجه به امتیاز شهرهای مختلف از نظر معیارهای مختلف، در رتبه بندی معیارها، امتیاز معیار انرژی خورشیدی و بادی بیش از دو معیار دیگر از اهمیت بیشتری برخوردار است. امتیاز جمعیت، چندان مورد توجه قرار گرفته نشد، زیرا هدف این تحقیق، مکان یابی برای یک نیروگاه با ظرفیت محدود بوده است. در صورتی که ظرفیت نیروگاه بیشتر فرض می شود، آنگاه اهمیت جمعیت بیشتر می شود زیرا شهرهای با جمعیت بیشتر، مصرف کننده بزرگ تری به شمار می روند. امتیاز معیارهای دیگر نشان می دهد که شهر اقلید از نظر توان باد، به وضوح بهتر از شهرهای دیگر بود و این سبب می شود که این شهر به عنوان بهترین مکان انتخاب شود.

در آخر نیز به طراحی نیروگاه در شهر بهینه بدست آورده شده، پرداخته شده است. در این راستا سه حالت ۵۰٪ خورشیدی و ۵۰٪ بادی، ۷۰٪ خورشیدی و ۳۰٪ بادی و ۳۰٪ خورشیدی و ۷۰٪ بادی برای طراحی نیروگاه هیبریدی در نظر گرفته شده است. نتایج نشان می دهد که توان تزریقی در نیروگاه هیبریدی که در آن از ۷۰ درصد توان تولیدی توربین های بادی و ۳۰ درصد نیروگاه خورشیدی استفاده شد، بهینه تر و بیشتر می باشد

در این تحقیق به منظور کاهش آلاینده های زیست محیطی و استفاده از انرژی های تجدیدپذیر، به مکان یابی نیروگاه های خورشیدی و بادی در مناطق مختلف استان فارس استفاده شده است. در این راستا از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی به عنوان یکی از روش های چند هدفه فازی برای بررسی وزن معیارها یا عوامل و ارزیابی پتانسیل و امکان سنجی استفاده شده است. چهار معیار چگالی باد، شدت تابش خورشید، جمعیت و بلایای طبیعی مختلف برای انتخاب بهترین محل ساخت نیروگاه انتخاب شده اند. تعیین مکان های مناسب برای نیروگاه خورشیدی و بادی به شناخت کامل و دقیق عوامل و نحوه انتخاب آن ها بستگی دارد. به منظور ارزیابی، ابتدا داده های مورد نیاز از منابع مختلف جمع آوری شدند، سپس با توجه به روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، فاکتورهای بیان شده در قسمت مقدمه برای مناطق مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته و امتیازدهی شدند. همچنین برای امتیازدهی زوجی، از سیستم فازی استفاده شد. سیستم فازی پیشنهادی، ورودی ها شامل اطلاعات دو شهر و خروجی امتیاز مقایسه زوجی آن دو شهر است.

نهایتاً از بین شهرهای مورد بررسی قرار گرفته، مناسبترین شهر، اقلید بوده است و پس از آن شهرهای صفاشهر، بوانات و

References

44. Abdul DA, Wenq J, Tanveer AR. Prioritization of renewable energy source for electricity generation through AHP-VIKOR integrated methodology. *RE*. 2022; 184: 1018-1032. doi:10.1016/j.renene. 2021.10.082.
45. Aghaloo K, Ali TA, Chiu Y, Sharifi A. Optimal site selection for the solar-wind hybrid renewable energy systems in Bangladesh using an integrated GIS-based BWM-fuzzy logic method. *Energy Convers. Manag.* 2023; 283: 116899. doi:10.1016/j.enconman.2023.116899.
46. Badi IB, Pamučar DR, Stević Že, Muhammad LJ. Wind farm site selection using BWM-AHP-MARCOS method: A case study of Libya. *Sci. Afr.* 2023; 19: e01511. doi: 10.1016/j.sciaf.2022.e01511.
47. Balo FI, Şağbanşua Lü. The Selection of the Best Solar Panel for the Photovoltaic System Design by Using AHP. *Energy Procedia*. 2016; 100: 50-53. doi:10.1016/j.egypro.2016.10.151.
48. Basu SO, Ogawa TA, Keiichi N. Assessing the geospatial nature of location-dependent costs in installation of solar photovoltaic plants, *Energy Rep.* 2021; 7(1): 4882-4894. doi:10.1016/j.egypr.2021.07.068.
49. Devrim Y, Bilir L. Performance investigation of a wind turbine solar photovoltaic panels fuel cell hybrid system installed at Incek region e Ankara, Turkey. *Energy Convers. Manag.* 2016; 126: 759-766. doi:10.1016/j.enconman.2016.08.062.
50. Hassan Z. AG, Awasthi AN. Solar PV power plant site selection using a GIS-AHP based approach with application in Saudi Arabia. *Appl. Energy*. 2017; 206: 1225-1240. doi:10.1016/j.apenergy.2017.10.024.
51. Hasti FA, Mamkhezri JA, McFerrin RA, Pezhooli N, Optimal solar photovoltaic site selection using geographic information system-based modeling techniques and assessing environmental and economic impacts: The case of Kurdistan. *Sol Energy*. 2023; 262: 111807. doi: 10.1016/j.solener.2023.111807.
52. Noorollahi YO, Ghenaatpisheh A, Fadaeia A, Simaee MO, Moltames R, A framework for GIS-based site selection and technical potential evaluation of PV solar farm using Fuzzy-Boolean logic and AHP multi-criteria decision-making approach. 2022; 186(1):89-104. doi:10.1016/j.renene.2021.12.124.

53. Ozdemir S, Sahin G. Multi-criteria decision-making in the location selection for a solar PV power plant using AHP. *Measurement*. 2018; 129(1): 218-226. doi:10.1016/j.measurement.2018.07.020.
54. Rios R, Duarte S. Selection of ideal sites for the development of large-scale solar photovoltaic projects through Analytical Hierarchical Process – Geographic information systems (AHP-GIS) in Peru. *Renewable Sustainable Energy Rev*. 2021; 149: 111310. doi:10.1016/j.rser.2021.111310.
55. Rogna MA, A first-phase screening method for site selection of large-scale solar plants with an application to Italy, *Land Use Policy*. 2020; 99(1): 104839. doi:10.1016/j.landusepol.2020.104839.
56. Ruiz H.S, Unarsob S, Ibrahim-Bathisa K, Budiarto SM, GIS-AHP Multi Criteria Decision Analysis for the optimal location of solar energy plants at Indonesia. *Energy Rep*. 2020; 6(1): 3249-3263. doi:10.1016/j.egy.2020.11.198.
57. Sadat SA, Vakilalroaya Fini MR, Hashemi-Dezaki H, Nazififard M. Barrier analysis of solar PV energy development in the context of Iran using fuzzy AHP-TOPSIS method. *Sustain. Energy Technol. Assess*. 2021; 47: 101549. doi:10.1016/j.seta.2021.101549.
58. Sindhu SO, Nehra Y, Luthra SU. Solar energy deployment for sustainable future of India: Hybrid SWOC-AHP analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017; 72: 1138-1151. doi:10.1016/j.rser.2016.10.033.
59. Spyridonidou S, Vagiona DG. A systematic review of site-selection procedures of PV and CSP technologies. *Energy Rep*. 2023; 9(1): 2947-2979. doi:10.1016/j.egy.2023.01.132.



Simultaneous location and design of solar and wind power plants in Fars province in order to reduce greenhouse gases

Mohammad Arghavan Master's Degree in Renewable Energy Engineering, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran
Mehdi Motvasel* Department of Electrical Engineering, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran
Saman Tashakor Department of Renewable Energy Engineering, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran

Extended Abstract

Received: 12 Apr 2023

Accepted: 10 June 2023

Keywords: Fars province, solar-wind, location and design.

Introduction: Today, the utilization of renewable energy has not only enhanced the efficiency and effectiveness of power plants but has also resulted in a substantial reduction in greenhouse gas emissions from fossil fuel power plants, offering numerous environmental benefits for human societies. This research specifically focuses on harnessing the synergistic potential of solar and wind energy to achieve improved cost-efficiency and greater utilization of both resources. The study examined eight cities in Fars province, each with varying climatic conditions.

Materials and Methods: The Fuzzy Hierarchy Analysis Process is employed to select the most suitable location within each of the selected cities for the construction of a power plant. To make this selection, various factors, including wind density, solar radiation, population, and susceptibility to natural disasters, are taken into account. The assessment involves the calculation of three key indicators based on mathematical relationships and environmental measurements. These indicators encompass wind density, solar radiation intensity, as well as the population and the vulnerability to natural disasters such as earthquakes, floods, and dust storms. Additionally, fuzzy logic is utilized to assign weightings and determine a single value for these three attributes. This value is computed using MATLAB software.

Results and Discussion: In this research, the cities of Fars province were compared with four different criteria. According to the survey, the best cities were determined using the fuzzy hierarchical analysis method, and the results show that the best city was Euclid, followed by Safasher and Bowanat. The survey showed that the cities of Kazeroon and Firozabad have the lowest points based on the construction of wind-solar power plants. To analyze the obtained result, different criteria should be checked. It was observed that in the ranking of criteria, the score of solar and wind energy criteria is more important than the other two criteria.

Conclusion: The surveys have revealed that the most suitable city for the construction of a wind-solar power plant is Eghlid, followed by Safasher, Bowanat, and Izdaksht. Conversely, Kazeroon and Firouzabad rank lowest in terms of suitability for such power plant projects. Subsequently, the design of the power plant in the city of Optimum has been thoroughly discussed. In this context, three different operational modes have been considered: one with a 50% reliance on solar energy and 50% on wind energy, another with a 70% reliance on solar energy and 30% on wind energy, and a third with 30% solar and 70% wind energy utilization. The results indicate that the most optimal performance is achieved when 70% of the power production comes from wind turbines and 30% from the solar power plant. This approach proves to be increasingly effective as time progresses.

Corresponding author: Mehdi Motvasel

Address: Department of Electrical Engineering, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran. **Tel:** +989173099563

Email: Mehdi_motvasel@yahoo.com

Citation: Arghavan M, Motvasel M, Tashakor S. Simultaneous location and design of solar and wind power plants in Fars province in order to reduce greenhouse gases. Journal of New Researches in Environmental Engineering. 2023; 1(1): 41-54.



© 2023, This article published in Journal of New Researches in Environmental Engineering (JNREE) as an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>). Non-commercial use, distribution and reproduction of this article is permitted in any medium, provided the original work is properly cited.



بررسی پایداری محیط زیستی با استفاده از شاخص جای پای اکولوژیک (مطالعه موردی: شهر آبادان، استان خوزستان)

استادیار، گروه منابع طبیعی، واحد ارسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، ارسنجان، ایران

سعید محتشم نیا

چکیده مبسوط

مقدمه: رشد و تراکم بالای جمعیت در مناطق شهری و به تبع آن تولید انواع آلاینده‌های خانگی و صنعتی پیامدهای بسیاری بر پایداری محیط‌زیست و ظرفیت زیستی آن و همچنین کیفیت زندگی انسان در جوامع شهری به همراه داشته است. ارزیابی جای پای اکولوژیک یکی از روش‌های اندازه‌گیری توسعه پایدار در جوامع شهری است که در دنیا جهت سنجش پایداری استفاده می‌شود. جای پای اکولوژیک، نشانگر مقدار مصرف (تقاضای مردم برای کالاهای طبیعی و خدمات) و معادل مقدار زمین یا آبی است که نیازهای مصرفی جامعه را تأمین کرده، یا آنکه پسماندهای تولیدی آن‌ها را جذب می‌کند. هدف از این پژوهش، سنجش پایداری شهر آبادان با استفاده از روش جای پای اکولوژیک است

مواد و روش‌ها: این پژوهش با استفاده از روش توصیفی-تحلیلی و با کاربرد الگوی محاسبه جای پای اکولوژیک پیشنهادی ریس و واکرناگل به منظور تعیین میزان زمین مورد نیاز ساکنان شهر آبادان انجام گرفته است. داده‌های این پژوهش به طور عمده از نوع کمی و به دو روش اسنادی و میدانی جمع‌آوری گردید. جامعه مورد بررسی شامل ۳۸۴ خانوارهای ساکن شهر آبادان و استفاده از آمار و داده‌های ارگان‌های ذیربط با موضوع تحقیق و آمارو سالنامه‌های کشوری بوده است. روش نمونه‌گیری از نوع تصادفی خوشه‌ای براساس تقسیم بندی شهرآبادان به ده منطقه برحسب مناطق شهرداری و انتخاب محلات به صورت قرعه کشی صورت گرفت. سپس اقدام به محاسبه شاخص جای پای اکولوژیک مصرف مواد غذایی، میزان دی‌اکسید کربن تولید شده ناشی از حمل‌ونقل و گرمایش حاصل از گازهای طبیعی، میزان مصرف آب، مقدار برق مصرفی و مقدار پسماند تولیدی شد.

نتایج و بحث: یافته‌های تحقیق نشان داد بیشترین جای پای اکولوژیک مربوط به مصرف برق (۴۲۵۲ مترمربع) به ازاء هر نفر و کمترین مربوط به پسماند (۲۱ مترمربع) برای هر شهروند بوده است. جای پای شاخص آب ۵۶، گاز طبیعی ۴۵۰، گازوئیل ۳۷۷۰، بنزین ۱۴۸۴ و غذا ۱۲۳۲ مترمربع به ازاء هر شهروند و مجموع جای پای اکولوژیک محاسبه شده در شهر آبادان ۱/۱۲ هکتار محاسبه گردید.

نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق نشان داد به دلیل اقلیم خاص منطقه و فعالیت صنایع نفتی مصرف نهاده انرژی در فصول گرم سال افزایش یافته و به دلیل صنایع موجود در منطقه و تردد خودروهای دیزلی جهت انتقال محصولات و فرآورده‌های نفتی موجب شده تا مصرف سوخت گازوئیل بیش از بنزین باشد. هر چند مجموع سرانه جای پای اکولوژیک شهر آبادان کمتر از میانگین جهانی (۱/۸ هکتار) است، اما مجموع جای پای اکولوژیک آن به ازاء کل جمعیت ۵/۵٪ بیش از توان تحمل محیط زیست شهری بوده و این امر نیازمند مدیریت بهینه منابع و تطبیق این پتانسیل با جمعیت و مصرف منابع می‌باشد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۱۶

واژه‌های کلیدی:

جای پای اکولوژیک، پایداری محیط زیستی، خوزستان، آبادان.

نویسنده مسئول: سعید محتشم نیا

نشانی: فارس، ارسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، گروه منابع طبیعی. تلفن: ۰۹۱۷۱۱۲۲۲۳۴

پست الکترونیکی: Sa.mohtashamnia@iau.ac.ir

استاد: محتشم نیا سعید. بررسی پایداری محیط زیستی با استفاده از شاخص جای پای اکولوژیک (مطالعه موردی: شهر آبادان، استان خوزستان). پژوهش‌های نوین در مهندسی

محیط زیست. ۱۴۰۲: ۱ (۱) ۵۵-۶۶

حقوق نویسندگان محفوظ است. این مقاله با دسترسی آزاد و تحت مجوز مالکیت خلاقانه <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0> در فصلنامه پژوهش‌های نوین در مهندسی محیط زیست منتشر شده است. هرگونه استفاده غیرتجاری فقط با استناد و ارجاع به اثر اصلی مجاز است.



مقدمه

۱/۸ هکتار و سرانه جای پای ساکنان کره زمین ۲/۷ هکتار است (اطلس جای پای اکولوژیکی ۲۰۱۰). سرانه کل جای پای اکولوژیکی در ایران ۲۵/۳۶ هکتار جهانی است که نسبت به سرانه جهانی بیشتر بوده اما این مقدار از سرانه منطقه خاورمیانه و آسیای مرکزی کمتر است. بیشترین جای پای اکولوژیکی در ایران مربوط به جای پای انرژی است. سرانه ظرفیت زیستی ایران ۰/۸ هکتار است که برابر با با قاره آسیا و کمتر از نصف سرانه زیستی جهان است. ایران بالاترین سرانه ظرفیت زیستی در اراضی کشاورزی با ۰/۵ هکتار و پایین‌ترین سرانه ظرفیت زیستی در پهنه آبی با ۰/۰۶ هکتار را دارا است. همچنین بزرگ‌ترین سرانه جای پای اکولوژیک مربوط به جای پای کربن (۱/۷ هکتار) و پایین‌ترین جای پای مربوط به جنگل (۰/۰۵ هکتار) می‌باشد. با مقایسه جای پای و ظرفیت زیستی به تفکیک پهنه‌های زمین، می‌توان به این نتیجه رسید که تنها در پهنه جنگل ظرفیت زیستی ایران بالاتر از جای پای اکولوژیک است. یکی از عوامل ایجاد و گسترش شهر آبادان، اکتشاف نفت، تأسیس پالایشگاه و صنایع مرتبط با آن بوده است. رشد جمعیت، گسترش شهرنشینی، رشد صنایع آلاینده، تغییر کاربری اراضی و مهاجرت سبب تخریب شدید بنیان‌های اکولوژیکی سرزمین، کاهش ظرفیت جذب آلودگی‌ها و در نتیجه تشدید آلودگی‌ها در این شهر شده و افزایش تولید پسماند و میزان مصرف منابع طبیعی و انرژی و مانند آن را به شهر تحمیل کرده است. تحقیق حاضر در نظر دارد به بررسی جای پای اکولوژیک شهر آبادان با توجه به مسائل و مشکلات پیش رو بپردازد. تحقیقات مشابهی در داخل و خارج در چند سال اخیر صورت گرفته است. بررسی جای پای اکولوژیک منطقه ۲۲ کلان شهر تهران بیانگر میزان مصرف سریع و نابودی باقی مانده منابع طبیعی در منطقه ۲۲ تهران بوده و بر اساس این نتایج، برای پایدار شدن توسعه این منطقه، باید بهبود توزیع جمعیت و سیاست‌های استفاده از منابع طبیعی منطقه بازنگری شود (قادری و همکاران ۱۳۹۷). بررسی پایدار شهری تبریز نشان داد کلان شهر تبریز جهت برآوردن نیازهای زیستی و پایداری خویش متکی به منطقه‌ای فراتر از استان آذربایجان شرقی است از آنجایی که ظرفیت زیستی ایران ۰/۸ هکتار است، جای پای اکولوژیکی ۳/۳۰ هکتاری شهر تبریز بدان معنا است که ۴/۱۲۵ برابر بیش از سهم خود، از ظرفیت زیستی قابلیت حمل کشور را به خود اختصاص داده است (کوزه‌گر کالجی و همکاران ۱۳۹۷). در تحقیقی ارزیابی محیط زیستی شهر گرگان بررسی و نتایج نشان داد با توجه به ظرفیت زیستی ۰/۸ هکتاری ایران ظرفیت زیستی گرگان ۱/۵۵ بیش از ظرفیت کشور است. با مقایسه ظرفیت زیستی و جای پای بوم شناختی می‌توان مشاهده کرد که شهر گرگان کسری بوم شناختی دارد. این امر بدان معنا است

ناپایداری توسعه جوامع بشری در قرون اخیر و پیامدهای زیانبار آن که تابعی از رشد جمعیت، سرانه و الگوی مصرف است، توجه به اصل پایداری را هرچه بیشتر مورد تأکید قرار می‌دهد. بروز ضایعات زیست‌محیطی و کاهش سطح عمومی زندگی به‌ویژه در جوامع شهری، رهیافت توسعه پایدار به‌عنوان مهم‌ترین موضوع قرن بیستم از سوی سازمان ملل مطرح شده است (کاظمی ۱۳۸۰). دستیابی به رشد و توسعه پایدار از مباحث عمده کشورها، به ویژه کشورهای در حال توسعه می‌باشد، اما برای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی به منظور رسیدن به توسعه پایدار، باید شیوه مدون کمی برای اندازه‌گیری و مقایسه وجود داشته باشد. در این میان روش جای پای اکولوژیک یکی از شاخص‌هایی است که پایداری را به صورت کمی و جامع اندازه‌گیری می‌کند. بنا به تعریف، جای پای اکولوژیک، نشانگر مقدار مصرف (تقاضای مردم برای کالاهای طبیعی و خدمات) و معادل مقدار زمین یا آبی است که نیازهای مصرفی جامعه را تأمین کرده، یا آن که پسماندهای تولیدی آن‌ها را جذب می‌کند. این شاخص، میزان پهنه‌های زمین و آب مورد نیاز برای تولید تمام منابعی که یک فرد، جمعیت یا فعالیت مصرف می‌کند و پسماند تولیدشده را جذب می‌کنند، محاسبه می‌نماید. رشد شتابان جمعیت به طور معمول با تخریب شدید منابع طبیعی و محیط‌زیست همراه است (پالمر و همکاران ۱۳۸۲). به همین دلیل، ناپایداری شهری یکی از اصلی‌ترین موضوعات و چالش‌های شهرهای قرن حاضر به شمار می‌آید. از این رو، شناخت کشورها از ظرفیت ملی تحمل خویش، نخستین قدم در مسیر توسعه پایدار است. از سوی دیگر، یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های ناپایداری فرآیند توسعه کنونی، رشد شتابان شهرنشینی و شیوه زندگی آن است (قرخلو ۱۳۹۲). بنابراین مهم‌ترین جنبه توسعه پایدار، مدیریت منابع است. در گذشته، تمرکز مدیریت منابع بیشتر روی منابع تجدیدناپذیر (مانند انرژی و فلزات) بوده و امروزه به استفاده از منابع تجدیدپذیر به ویژه زمین و آب تغییر یافته است (غلامی و همکاران ۱۳۹۰). مناطق شهری در سراسر جهان به دلیل تراکم بالای جمعیت، در استفاده از منابع، از حد مجاز ظرفیت تحمل پیش رفته و بنابراین، مفهوم ظرفیت تحمل، توسط جایگاه مصرف‌کننده در مرکز تحلیل و کمی کردن منابع مصرف‌شده افراد یا گروه‌ها برحسب مناطق زمین، بیان می‌شود (جمعه پور و همکاران ۱۳۹۲). براساس آمارهای موجود تا پیش از سال ۱۹۶۱، میزان جای پای اکولوژیک کره زمین کمتر از ظرفیت زیستی آن بوده است. از سال ۱۹۶۱، میزان جای پای از ظرفیت زیستی زمین فراتر رفته است. این روند تا جایی ادامه یافته است که هم اکنون سرانه ظرفیت زیستی جهان،

(سان و همکاران ۲۰۲۲). تغییرات مکانی و زمانی جای پای اکولوژیکی شهرهای مبتنی بر منابع چین در فرآیند شهرنشینی در تحقیقی بررسی و نتایج تحقیق نشان داد سرانه جای پای اکولوژیکی شهرهای مبتنی بر منابع در مقیاس ملی به طور کلی در حال افزایش است و در مقیاس منطقه‌ای، سرانه جای پای اکولوژیکی مناطق شمال شرق و شرق و مناطق مرکزی در حال کاهش، در حالی که جای پای اکولوژیکی مناطق غربی در حال افزایش است. بطوری که شهرهای مبتنی بر منابع در هر دو مقیاس ملی و منطقه‌ای در وضعیت کمبود اکولوژیکی قرار گرفته که نشان‌دهنده توسعه شهرها فراتر از ظرفیت بیولوژیکی محلی در طول فرآیند شهرنشینی از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ بوده است (وو و بای ۲۰۲۲). در تحقیقی در کشور بنگلادش جای پای اکولوژیک شناسایی و شدت پیچیدگی اقتصادی و منابع طبیعی در این رابطه بررسی شد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که تغییرات مثبت و منفی در منابع طبیعی به افزایش کیفیت زیست‌محیطی در بنگلادش کمک می‌کند، که بر جای پای اکولوژیکی کشور تأثیر منفی می‌گذارد (کیبیریا ۲۰۲۳).

مواد و روش‌ها

در این تحقیق با توجه به ماهیت پژوهش از روش‌های توصیفی، تحلیلی و کمی در طول مطالعه استفاده شده است. این پژوهش به علت ارزیابی پایداری محیطی شهر آبادان با استفاده از روش جای پای اکولوژیک از نوع کاربردی است. داده‌های این مطالعه شامل اطلاعات مربوط به مصرف مواد غذایی، تولید پسماند و مواد زائد، مصرف گاز طبیعی، مصرف انرژی در حمل و نقل، مصرف آب و مصرف الکترونیسته از نوع کمی بوده که بعد از جمع‌آوری اطلاعات لازم بر اساس روش پیشنهادی واکرناگل و ریس (۱۹۹۶) جای پای اکولوژیک محاسبه گردید.

به منظور گردآوری داده‌ها با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی داده‌ها گردآوری شده است. در بخش اسنادی و به روش توصیفی با مراجعه به سازمان‌های مربوطه نظیر؛ شرکت آب و فاضلاب منطقه‌ای، شرکت توزیع برق شهر و استان، شرکت ملی گاز، اداره شیلات، اداره منابع طبیعی استان، سازمان مسکن و شهرسازی، سازمان حمل و نقل و پایانه‌های استان و در سطح ملی با بهره‌گیری از داده‌های سالنامه‌های آماری و ترازنامه انرژی کشور و از سویی دیگر با استفاده از اطلاعات اطلس جهانی جای پای اکولوژیک، گزارش سیاره زنده و گزارش سازمان خواربار

که چنانچه در آینده روند کنونی مصرف همچنان ادامه یابد، محیط طبیعی دیگر توان تأمین نیازهای جمعیت را نداشته و نیاز به منطقه پشتیبان بزرگتری برای تدارک نیازهای مصرفی شهر گرگان خواهد داشت (تقی‌زاده دیوا و همکاران ۱۳۹۸). در ارزیابی وضعیت پایداری در کلان شهر اهواز مشخص شد که سرانه جای پای مصرف در شهر اهواز برابر با ۱/۴ هکتار که سهم حمل و نقل با ۰/۶۹ هکتار و مصرف آب ۰/۰۰۶ هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین سهم را در جای پای اکولوژیک شهر اهواز به خود اختصاص داده است (رهنما و حسینی ۱۴۰۰). در برنامه ریزی توسعه فضایی شهر ساری با استفاده از روش جای پای اکولوژیک نتایج تحقیق نشان داد سرانه ظرفیت زیستی در شهر ساری برابر ۱/۱۸ هکتار می‌باشد که بیانگر کسری ۳/۳۲ هکتار به ازای هر شهروند در شهر ساری است. استفاده از مصالح نوین به منظور کاهش مصرف انرژی، الگوی رشد هوشمند و فشرده، تغییر الگوهای مصرف انرژی و استفاده از انرژی‌های پاک و دوستدار محیط زیست راهکارهای پیشنهادی در برنامه ریزی توسعه شهر ساری است (شریف زادگان و عبادی قاجاری ۱۴۰۱). در ارزیابی جای پای اکولوژیک استان خوزستان محققان دریافتند هشت شهر بندر ماهشهر، آبادان، اهواز، خرمشهر، اندیکا، شادگان، گتوند و امیدیه با ۷۵٪ جمعیت استان ۲۰۱۷۳۵۶ هکتار کسری زمین دارند که نشان می‌دهد جای پای اکولوژیک ساکنان استان خوزستان فراتر از مرزهای آن رفته و بهره برداری از منابع بیش از توان اکولوژیک آن است (یزدانی و حسن پور ۱۴۰۱). در تحقیقی در استان سیستان و بلوچستان ارزیابی جای پای اکولوژیک مرتبط با منابع مصرف و توسعه شهرنشینی بررسی شد. نتایج حاکی از آن است که جمعیت و رشد اقتصادی عامل اصلی کاهش منابع و ناپایداری در این منطقه هستند، بنابراین با توجه به رابطه مستقیم بین تراکم جمعیت و افزایش جای پای اکولوژیک، جمعیت در این مناطق باید کنترل شود. علاوه بر این، سیاست‌هایی باید برای بهینه‌سازی ساختار صنعتی، تحول اقتصادی و احیای اکولوژیکی منابع، برای دستیابی به استفاده پایدار از سرمایه طبیعی و رشد اقتصادی اجرا شود (میر و همکاران ۱۴۰۱). در تحقیقی در کشور بنگلادش جای پای اکولوژیک بررسی و اقدام به شناسایی شدت پیچیدگی اقتصادی و منابع طبیعی کشور شد. تغییرات مکانی و زمانی جای پای اکولوژیکی شهرهای مبتنی بر منابع کشور چین در فرآیند شهرنشینی بررسی و نتایج تحقیق نشان داد با توجه به سیستم نشانگر انتشار کربن، انتشار کربن عمدتاً از ورودی نیروی کار ایجاد می‌شود که می‌تواند با تنظیم ساختار منبع کاهش یابد

در پژوهش حاضر جای پای اکولوژیک با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شده است.

$$EF = \left(\frac{P}{Y_n}\right) * YF * ef \quad (2)$$

که در آن EF: جای پای اکولوژیکی

P: میزان محصول بدست آمده یا پسماند به جا مانده برابر با تقاضای سالانه آن Y_n (D_{annual}): متوسط بازده ملی برای P YF: ضریب بازده منطقه (تفاوت میان بازده میانگین جهانی و محلی را برای تولیدات قابل استفاده در یک نوع مصرف زمین خاص)

ef: ضریب تعادل برای نوع پهنه زمین (ضریب تعادل ضریبی است که در یک سال برای یک کشور ثابت است و مقدار آن از اطلس جهانی استخراج می‌گردد)

پس از محاسبه جای پای اکولوژیک، ظرفیت زیستی برای شهر آبادان محاسبه گردید. بنا به تعریف، ظرفیت زیستی عبارت از نواحی زمین حاصلخیزی است که برای تولید محصولات کشاورزی، علوفه دامی، فرآورده‌های چوبی و دیگر منابع و همچنین جذب پسماند نظیر زباله‌ها، دی اکسید کربن و موارد مشابه دیگر وجود دارد. ظرفیت زیستی شهر آبادان در این مطالعه با استفاده از رابطه ۳ محاسبه شده است.

$$BC = A * YF * ef \quad (3)$$

که در این رابطه BC عبارت از ظرفیت زیستی (هکتار)

A: نواحی موجود برای یک نوع مصرف زمین معین

YF: ضریب بازده

ef: ضریب تعادل برای انواع پهنه زمین کشور

برای بررسی و تعیین پایداری یا ناپایداری در شهرستان آبادان، ظرفیت زیستی و جای پای اکولوژیک که براساس رابطه ۴ محاسبه می‌گردد با یکدیگر مقایسه می‌شوند. در صورتیکه جای پای اکولوژیک بیشتر از ظرفیت زیستی باشد اینگونه نتیجه‌گیری می‌شود که منطقه مورد مطالعه ناپایدار است.

(۴) جمعیت × سرانه مصرف × حجم منابع و پسماند = جای پای اکولوژیک (تقاضا)

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق شهر آبادان در استان خوزستان و جنوب غربی ایران است که با ارتفاع ۳ متر از سطح دریا در مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی قرار دارد و مساحت

جهانی استخراج داده‌های مورد نظر انجام پذیرفت. به منظور گردآوری داده‌های میزان مصرف در شهر آبادان، با توجه به جمعیت جامعه مورد مطالعه حجم نمونه مورد نیاز جهت تکمیل پرسشنامه مربوط به میزان مصرف بر اساس جمعیت شهر و با استفاده از جدول کرجسی و مورگان و با دقت ۹۵ درصد با در نظر گرفتن حداکثر واریانس ویژگی جمعیت تعداد ۳۸۴ پرسشنامه با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای در سطح ده منطقه شهرداری آبادان به صورت تصادفی توزیع و اطلاعات آن گردآوری شده است. داده‌های جمع‌آوری شده حاصل از پرسشنامه‌های تکمیلی در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ وارد و تجزیه و تحلیل گردید.

بعد از جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز، جای پای اکولوژیک (EFp) هر کدام از منابع مصرفی شامل: غذا، انرژی برق، گاز، سوخت و پسماند به‌طور جداگانه و با استفاده از معادلاتی که در ادامه ارائه شده است محاسبه و در نهایت جای پای اکولوژیک بر حسب هکتار جهانی محاسبه گردید. به جهت محاسبه و تعیین جای پای اکولوژیک برای جمعیت منطقه مورد برنامه‌ریزی شهر آبادان (N)، باید حاصل ضرب متوسط جای پای هر نفر (EF) را در اندازه جمعیت (EFp = N * EF) محاسبه نمود. از سویی دیگر جای پای اکولوژیک سرانه بر حسب هکتار جهانی به‌ازای هر نفر، با تقسیم جای پای کل بر جمعیت شهر آبادان محاسبه شد. با در نظر گرفتن این موضوع که مواد غذایی مختلف حاصل تولید انواع زمین‌های زراعی هستند و قابلیت تولید اراضی مختلف با یکدیگر متفاوت است، در نتیجه مساحت آن‌ها قابل مقایسه با یکدیگر نبوده و بر همین اساس جهت رفع این مشکل مساحت محاسبه شده برای هر نوع محصول با استفاده از ضرایب معادل (ef) مربوط به هر نوع کاربری زمین به واحد هکتار جهانی تبدیل می‌شود (کوچکی و همکاران ۲۰۲۲).

در تحقیق حاضر، محاسبه جای پای اکولوژیک براساس واحد هکتار جهانی، از تقسیم تقاضای سالانه یک محصول بر بازده سالانه آن بر اساس رابطه ۱ برآورد می‌گردد.

$$EF = D_{\text{annual}} / Y_{\text{annual}} \quad (1)$$

که در آن EF جای پای اکولوژیک هر محصول بر حسب هکتار جهانی

D_{annual}: تقاضای سالانه یک محصول (تن)

Y_{annual}: بازده سالانه همان محصول (تن)

⁴ Biocapacity

⁵ Area

¹ Production

² Yield of Nationality

³ Yield Factor

استان خوزستان است که دو رود اروند و بهمینشیر در آن جاری است. این شهر با وجود پالایشگاه نفت، کارخانه پتروشیمی، و دسترسی به آبهای آزاد نقش مهمی در اقتصاد کشور بازی می کند.

آن در حدود ۲۷۹۶ کیلومتر مربع است. شکل شماره یک موقعیت شهر آبادان در استان خوزستان را به تصویر کشیده است. بر اساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۵ جمعیت شهر بالغ بر ۲۷۱،۴۷۴ نفر گزارش شده است (سالنامه آماری ۱۳۹۵). شهر آبادان به دلیل موقعیت جغرافیایی خود، پر آبترین شهر



شکل ۱ - موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان خوزستان

نتایج و بحث

آمارهای وزارت جهاد و کشاورزی حدود ۱۰ درصد از کل تولیدات کشاورزی به ضایعات پیش از مصرف اختصاص دارد (خاکپور و همکاران ۱۳۹۴). بنابراین بر اساس نتایج این مطالعه مقدار ضایعات شهر آبادان $۵۶۹۴۴۹۰/۲$ تن بوده است.

به جهت برآورد اراضی مورد نیاز برای تولید این میزان مصرف در شهر آبادان، با استفاده از سالنامه آماری سال ۱۳۹۳ تناسب سطوح زیر کشت و مقدار تولید محصولات سالانه کشاورزی در استان خوزستان محاسبه شده است. با توجه به مجموع سطوح زیر کشت محصولات زراعی و باغی شهر آبادان به میزان ۲۸۴۱۹ هکتار و تولید سالانه ۵۳۲۰۰ تن محصول، مساحت زمین مورد نیاز برای تولید یک تن محصول $۰/۵۳۴$ هکتار محاسبه می شود. براین اساس به منظور تأمین مواد غذایی جمعیت شهر آبادان براساس نتایج این مطالعه جای پای اکولوژیک هر شهروند آبادانی $۰/۱۲$ هکتار برآورد می شود.

به طور کلی، برای برآورد و تعیین جای پای اکولوژیک شهر آبادان از اجزای اصلی شامل؛ مصرف غذا و مصرف انرژی در بخش های مختلف استفاده شده است که میزان محاسبه هر یک از اجزا در ادامه بیان شده است.

محاسبه جای پای اکولوژیک مصرف مواد غذایی

نتایج حاصل از داده های به دست آمده از طریق پرسشنامه های تکمیل شده و میزان مصرف سالانه مردم شهر آبادان در بخش مصرف مواد غذایی در میان خانوارهای شرکت کننده در این تحقیق و تعمیم آن به جمعیت شهر آبادان در جدول شماره یک نشان داده شده است. بر اساس یافته های این تحقیق، مقدار کل مصرف غذایی شهر آبادان ۵۶۹۴۴۹۰۲ تن بوده است. از سویی دیگر میزان مصرف سالانه جمعیت شهر آبادان در جدول شماره ۲ آورده شده است. در واقع مصرف سالانه عبارت از مجموع مقادیر غذایی و مقادیر ضایعات محصولات کشاورزی است که بر اساس

جدول ۱- مصرف هفتگی مواد غذایی (کیلوگرم) خانوارهای نمونه و تعمیم آن به کل جمعیت شهر آبادان

کل خانوار (۶۹,۹۷۳)				خانوار نمونه (۳۸۴)						
				گروه‌های غذایی						
میانگین مصرف سالانه	مجموع مصرف سالانه	مصرف ماهانه	مصرف هفتگی	مصرف متوسط	مجموع	روغن‌ها و شیرینی‌ها	نان و غلات	میوه و سبزی	گوشت	لبنیات
۸۸۳/۷۷	۵۶۹۴۴۹۰۲	۴۸۴۵۴۰۸/۵	۱۱۸۶۳۵۲/۱۲	۱۶/۹۵	۶۵۱۰/۵	۵۰۱/۱۹	۲۱۰۲/۷	۱۸۸۰/۵	۴۵۸	۱۵۶۸/۳

جدول ۲- محاسبه مصرف سالانه جمعیت شهر آبادان (تن)

جمع	ضایعات محصولات کشاورزی	مجموع مصرف سالانه
۶۲۶۳۹	۵۶۹۴	۵۶۹۴۵

محاسبه جای پای اکولوژیک مصرف انرژی - بخش حمل

و نقل و تولید انرژی

در این محبت، مصرف بنزین و گازوئیل به‌عنوان سوخت اصلی اتومبیل‌ها مبنای اصلی محاسبات بوده است. بر اساس آمار رسمی شرکت ملی فرآورده‌های نفتی ایران، مصرف فرآورده‌های نفتی در شهر آبادان از طریق برقراری تناسب جمعیت شهر با کل مصرف اعلام شده در جدول شماره ۳ نشان داده شده است. با توجه به محاسبات انجام شده، میزان مصرف سرانه بنزین شهر آبادان ۴۱۸/۲۷ لیتر و مصرف گازوئیل ۹۹۰/۳۴ لیتر است. بنزین بدون سرب کمابیش برابر با ۱۲۵۰۰۰ BTU در هر گالن می‌باشد که برابر با نرخ ۱۹/۳۵ تن کربن آزاد شده در هر بیلیون BTU است. سوخت گازوئیل در هر گالن ۱۳۸۷۰۰ BTU تولید می‌کند که در نهایت ۱۹/۹۵ تن کربن در هر بیلیون BTU آزاد می‌کند (قرخلو و همکاران ۱۳۹۲). در نتیجه با توجه به این قانون که سالانه برای جذب ۱/۸ تن کربن به یک هکتار زمین نیاز است، محاسبه جای پای اکولوژیک براساس مصرف دو نوع سوخت بنزین و گازوئیل در جدول شماره ۴ نشان داده شده است. از سویی دیگر با توجه به حجم بسیار محدود مصرف نفت سفید و نفت کوره در شهر آبادان، از محاسبه جای پای اکولوژیک دو سوخت مذکور صرف نظر شده است.

محاسبه جای پای اکولوژیک تولید پسماند

بر اساس اطلاعات طرح جامع شهر آبادان در سال ۱۳۹۳، میزان تولید پسماند روزانه و سالیانه در این شهر به ترتیب معادل با ۱۹۰۰۰۰ کیلوگرم روزانه و ۶۹۳۵۰ تن سالیانه با میزان سرانه حدود ۰/۶۹۹ کیلوگرم برای هر نفر می‌باشد. در نتیجه پسماند تولیدی هر شهروند ساکن آبادان سالانه معادل با ۲۵۵/۳۵ کیلوگرم به ازاء هر شهروند می‌باشد. با توجه به اینکه حدود ۷۰ درصد از پسماندهای خانگی را مواد آلی تشکیل داده و در هنگام دفن حدود ۲۵ درصد از حجم اولیه آن کاسته می‌شود و در هر متر مکعب ۴۵۰ کیلوگرم پسماند دفن می‌شود با کسر ۰/۲۵ متر مکعب از آن، بنابراین حجم زباله پیش از دفن برابر با ۱۵۴۱۱۱ مترمکعب خواهد بود. براین اساس برای دفن کل پسماندهای شهر آبادان، ۱۱۵۵۸۳/۲۵ متر مکعب زمین مورد نیاز است. لذا با در نظر گرفتن سیستم دفن بهداشتی در شهر آبادان که به‌طور معمول دفن هر لایه از زباله ۲ متر عمق دارد، مساحت زمین مورد نیاز برای دفن این حجم از پسماند ۵۷۷۹۱/۶ متر مربع خواهد بود. بنابراین با توجه به ارقام مذکور جای پای اکولوژیک هر شهروند آبادانی در تولید پسماند برابر ۲۱ متر مربع زمین می‌باشد.

جدول ۳- مصرف فرآورده‌های نفتی در شهر آبادان

نوع فرآورده	میزان مصرف (میلیون لیتر)	مصرف سرانه
بنزین	۱۱۳	۴۱۸/۲۷
گازوئیل	۲۶۸	۹۹۰/۳۴
نفت کوره	۰/۹	۳/۳۱
نفت سفید	۱	۶/۸۲

جدول ۴- محاسبه جای پای اکولوژیک براساس مصرف بنزین و گازوییل

سرنانه مصرف سوخت	مقدار کربن تولید شده (BTU)	مقدار زمین مورد نیاز جهت ترسیب کربن (هکتار)	مقدار زمین به ازای هر شهروند (متر مربع)	جای پای اکولوژیک کل شهر آبادان
بنزین	۱۹/۳۵	۱/۸	۱۴۸۴	۴۰۲۹۸/۸
گازوییل	۲۴۵/۷۷۷	۱/۸	۳۷۷۰۰	۱۴۲۸۶۷/۸

محاسبه جای پای اکولوژیک مصرف گاز طبیعی

براساس آمارنامه انرژی شهر آبادان (۱۳۹۳) سرنانه مصرف گاز طبیعی در این شهر، ۹۷۵ متر مکعب در سال برآورد شده است. با توجه به فشار ۰/۲۵ PSI و تبدیل واحد PSI به اتمسفر و توجه به این مهم که در یک فوت مکعب گاز طبیعی، ۰/۰۲ مول متان وجود دارد و از آنجایی که ۷۵ درصد مولکول متان را کربن تشکیل می‌دهد، لذا میزان کربن تولیدی به ازاء هر متر مکعب گاز شهری قانون یک هکتار زمین مورد نیاز جهت ترسیب ۱/۸ تن کربن، میزان کربن ناشی از مصرف گاز طبیعی هر شهروند آبادان معادل ۰/۰۴۵ هکتار است که جای پای اکولوژیک آن حدود ۱۲۲۱/۶۳۳ هکتار در سال می‌باشد. شایان ذکر است مصرف گاز طبیعی در شهر آبادان محدود به مصارف خانگی و صنایع شهری نیست. صنایع کلان نظیر پالایشگاه آبادان نیز حجم قابل توجهی گاز مصرف می‌کند. اما با توجه به اینکه محصولات پالایشگاه در کل کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد و از طرفی در صورت لحاظ نمودن این آمار در محاسبات جای پای اکولوژیک، سرنانه مصرف شهروندان بطور چشمگیری افزایش می‌یابد (حال آنکه این مصرف مربوط به شهروندان نبوده است)، لذا فقط آمار مربوط به مصارف خانگی و صنایع شهری و خودروهای گازسوز (آمارنامه انرژی سال ۱۳۹۳) لحاظ گردیده است.

نتیجه بررسی جای پای اکولوژیک مصرف الکتریسیته

با توجه به عدم امکان تفکیک برق مصرفی در بخش‌های مختلف تجاری، صنعتی و خانگی، مصرف برق شهر آبادان در سال ۱۳۹۳ معادل ۸۵۵۴۰۹ مگاوات ساعت (۳۶۰۰،۰۰۰ ژول در هر کیلووات ساعت) برآورد شده است. از آنجایی که جهت تولید برق در شهر آبادان از نفت کوره نیز استفاده می‌شود، مقدار کل نفت کوره مصرف شده برای تولید برق یک سال آبادان معادل با ۷۱۷۹ میلیون لیتر مازوت ناست. لازم به ذکر است که نیروگاه سیکل ترکیبی آبادان با چهار واحد به ظرفیت اسمی هر واحد ۴/۱۲۳ و دو واحد بخار ۱۶۰ مگاواتی در مجموع ۶/۸۱۳ مگاوات برق تولید می‌کند. برای تعیین میزان جای پای اکولوژیک کربن تولید شده به ازاء این میزان مصرف، باید فاکتور انتشار ترکیبات مؤثر در تولید گازهای گلخانه محاسبه شود. برای این منظور از نرم‌افزار Energy- Environment استفاده شد که جدول ۵ طبقه بندی ترکیبات مؤثر در گازهای گلخانه‌ای را نشان می‌دهد. نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که در مجموع ۲۰۷۸۰۱/۴ تن دی اکسید کربن بر اثر تولید انرژی الکتریکی وارد جو شهر آبادان می‌شود که بر اساس قانون جذب ۱/۸ هکتار برای هر تن کربن به ۱۱۵،۴۴۵/۲۲ هکتار زمین جهت ترسیب کربن نیاز است. بنابراین نتایج محاسبات نشان می‌دهد که زمین مورد نیاز برای ترسیب کربن ناشی از مصرف گاز طبیعی به ازاء هر شهروند در شهر آبادان ۴۲۵۲ متر مربع می‌باشد.

جدول ۵- طبقه بندی ترکیبات مؤثر در گازهای گلخانه‌ای

کارایی ترکیب (عامل ویژه سازی)	ترکیبات	مقدار محاسبه شده (تن)	مجموع اثر (تن)	گرمايش جهانی kg C ₀₂
۲۹۸	NOx	۲۳۲	۶۹،۱۳۶	
۱	CO ₂	۱۳۸،۲۰۰	۱۳۸،۲۰۰	
۲۵	CH ₄	۱۸،۶	۴۶۵	
۱/۹	CO	۰/۲	۰/۳۸	
۳۳۵/۹	-	۲۰۷۸۰۱/۴	۲۰۷۸۰۱/۳۸	جمع

بررسی جای پای اکولوژیک مصرف آب

با توجه به مطالعات صورت گرفته، برای هر ۰/۰۸ هکتار زمین، در

حدود یک میلیون لیتر آب مورد نیاز است (قرخلو و همکاران ۱۳۹۲). با توجه به داده‌های سالنامه آماری استان خوزستان، سرنانه

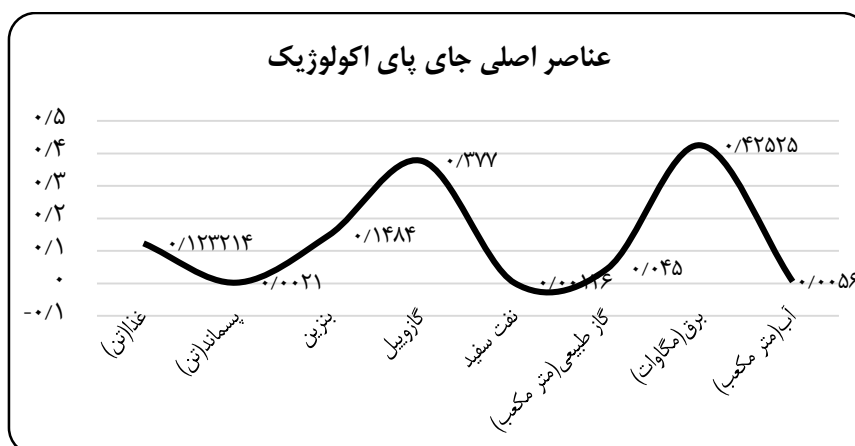
یافته‌های حاصل از نتایج تجمیع جای پای اکولوژیکی شهر آبادان در جدول شماره ۶ و شکل ۲ ارائه شده است. همانگونه که در جدول ۶ مشاهده می‌گردد بیشترین و کمترین جای پای اکولوژیکی محاسبه شده در شهر آبادان به ترتیب مربوط به مصرف برق (۰/۴۲۵۲۵) و تولید پسماند (۰/۰۰۲۱) هکتار برای هر شهروند است. همچنین مجموع کل جای پای اکولوژیکی محاسبه شده برای کل شاخص‌ها ۳۰۸۵۵۶/۴۵۱ می‌باشد که مقدار جای پای اکولوژیکی برای هر شهروند ساکن شهر آبادان ۱/۱۲۵۷ هکتار محاسبه گردید.

روزانه مصرف آب در آبادان معادل با ۱۹۴/۷ لیتر و سرانه سالیانه مصرف آب ۷۱/۰۶۵ متر مکعب در سال است که در مجموع بیان‌کننده ۱۹/۸۱ میلیون متر مکعب مصرف آب شهر آبادان در سال است. بنابراین شاخص جای پای اکولوژیکی شهر آبادان حاصل از مصرف آب در سال ۱۳۹۳ بر حسب هکتار ۱۵۴۳/۳۸ و سرانه آن برای هر شهروند حدود ۰/۰۰۵۶ هکتار یا ۵۶ متر مربع محاسبه شده است.

نتایج تجمیع جای پای اکولوژیکی

جدول ۶- تجمیع اثر جای پای اکولوژیکی در شهر آبادان

میزان مصرف سرانه	غذا(تن)	پسماند(تن)	عناصر و مواد مصرفی				بنزین	انرژی حمل و نقل(هزار لیتر)	گازوئیل	نفت سفید	گاز طبیعی (متر مکعب)	برق (مگاوات)	آب (متر مکعب)	جمع
			انرژی حمل و نقل(هزار لیتر)											
			گازوئیل	نفت سفید										
۶۲۶۳۹/۳۹	۶۹،۳۵۰	۱۱۳،۵۵۱	۲۶۸،۸۵۲	۹۰۰	۲۶۴۶۸۷	۸۵۵،۴۰۹	۱،۹۲۹،۲۲۹	۲۸۵،۳۵۰،۱۵۰/۴	۱۰	۳/۳۱	۹۹۰/۳۴	۳/۱۵	۹۷۵	۲۴۶۱/۶۲
۰/۲۳	۰/۲۵۵	۴۱۸/۲۷	۹۹۰/۳۴	۳/۳۱	۹۷۵	۳/۱۵	۷۱/۰۶۵	۲۴۶۱/۶۲	۰/۲۳	۰/۲۵۵	۴۱۸/۲۷	۹۹۰/۳۴	۳/۳۱	۹۷۵
EFP(ha)	۰/۱۲۳۲۱۴	۰/۰۰۲۱	۰/۱۴۸۴	۰/۳۷۷	۰/۰۰۱۲۶	۰/۰۰۴۵	۰/۴۲۵۲۵	۰/۰۰۵۶	۱/۱۲۵۷	۰/۰۰۲۱	۰/۴۲۵۲۵	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۴۵	۰/۰۰۱۲۶
EF(ha)	۳۳۴۴۹/۴۳	۵/۷۷۹	۴۰۱۲۹۸/۴	۱۰۲۵۶۹	۳۴۲	۱۲۲۰۲/۸	۱۱۵۴۴۵/۲۲	۱۵۴۳/۳۸	۳۰۸۵۵۶/۵	۳۴۲	۱۰۲۵۶۹	۴۰۱۲۹۸/۴	۵/۷۷۹	۳۳۴۴۹/۴۳



شکل ۲- عناصر اصلی در محاسبه جای پای اکولوژیکی شهر آبادان

جمعیت یکی از عوامل اصلی کاهش و از بین رفتن زیستگاه‌ها و رویشگاه‌ها هستند. امروزه بسیاری از شهرها به مصرف منابع مناطق پشتیبان خود پرداخته و الگوی مصرف گرای را پیش رو داشته‌اند. این امر موجب ناپایداری به سبب عدم ناتوانی در تأمین

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

چالش‌های محیط زیستی عصر حاضر، یعنی رشد جمعیت و گرمایش جهانی، پیچیده‌ترین چالش‌هایی هستند که انسان‌ها تاکنون با آن مواجه شده‌اند. گسترش بی‌رویه شهرها و رشد

نیازهای اقتصادی و اجتماعی سکنه خود می‌شود و در نتیجه، ناپایداری اکولوژیکی را از یک سو به درون خود و از سوی دیگر به منطقه پشتیبانش که مواد و انرژی را برای آن تهیه می‌نماید، سوق می‌دهد. رسیدن به شکل پایدار شهر، یکی از راه‌حل‌های قابل تامل است. شهرها ارگانیک‌هایی زنده و پویا هستند که هیچ‌گاه شکل تمام شده‌ای را برای آن‌ها نمی‌توان متصور بود، زیرا شکل شهر در فرآیند توسعه برای انطباق با شرایط محیط زیستی، اجتماعی و اقتصادی، همواره در حال دگرگونی است. پایداری شهری زیرمجموعه‌ای از توسعه پایدار است که در پی ایجاد تعادل بین منابع موجود و نوع استفاده از آن‌ها است. برای رسیدن به توسعه پایدار، گام اول اطلاع از وضعیت پایداری منطقه است تا در صورت ناپایدار بودن، برنامه ریزی لازم برای آن صورت گرفته و اجرا شود. استفاده از نتایج حاصل از ارزیابی پایداری شهری، می‌تواند شاخص‌های آسیب‌رسان و عوامل مؤثر در افزایش جای پای اکولوژیک را نشان دهد. امروزه شاخص‌های جای پای اکولوژیک در بسیاری از کشورهای جهان در سطح ملی و محلی استفاده می‌شود. نتایج تحقیق نشان داد، مجموع جای پای اکولوژیک محاسبه شده برای کلیه شاخص‌ها ۳۰۵۸۵۶ و مصرف منابع بر این اساس ۳۰۵۸ کیلومتر مربع می‌باشد که با توجه به مساحت ۲۷۹۶ کیلومتر مربعی شهر آبادان می‌توان نتیجه گرفت که مصرف ساکنین آبادان، بیش از مساحت کل شهر است که بیانگر ناپایداری بسیار بالا در این شهر می‌باشد. ضمن اینکه باید در نظر گرفت که محاسبات صورت گرفته، شامل مصرف منابع در صنایع از جمله پالایشگاه و سایر صنایع نفتی نیست که در صورت افزودن این آمار، قطعاً جای پای اکولوژیک شهر آبادان بسیار فراتر از محاسبات صورت گرفته در تحقیق کنونی خواهد بود. هر چند مجموع سرانه‌ی جای پای اکولوژیک در شهر آبادان کمتر از میانگین جهانی ۱/۸ هکتار آن (۱/۱۲۵۷ هکتار) می‌باشد، اما مجموع جای پای اکولوژیک به ازاء کل جمعیت، ۵/۵٪ بیش از برابر توان تحمل محیط زیست بوده که بیانگر ناپایداری محیط زیستی شهر آبادان بوده و لذا این امر نیازمند مدیریت بهینه منابع و تطبیق این پتانسیل با جمعیت و مصرف منابع می‌باشد. قرخلو و همکاران (۱۳۹۲) در ارزیابی پایداری توسعه شهری با روش جای پای اکولوژیک در شهر کرمانشاه، سرانه جای پای اکولوژیک برای هر شهروند را ۱/۸ هکتار و مجموع جای پای اکولوژیک شهری را ۱۴۹۶۲۱۲ هکتار برآورد نمود که با توجه به مساحت این شهر، ۲/۲۳ بیش از مساحت اشغال شده برای کل کاربری‌های تعیین شده در این شهر بود. در تحقیق کنونی جای پای اکولوژیک هر شهروند آبادان ۱/۱۳۵۷ هکتار و مجموع جای پای اکولوژیک شهری ۳۰۵۸۵۶ هکتار محاسبه شد. خاکپور و همکاران نیز در بررسی پایداری توسعه شهر ساری در سال ۱۳۹۴، سرانه جای پای

اکولوژیک برای هر شهروند را ۰/۸۲ هکتار محاسبه نمود. همچنین مجموع جای پای اکولوژیک شهر ساری ۲۴۲۲۲۰ تعیین شد که این مقدار حدود ۸ برابر مساحت این شهر برآورد گردید که بیانگر ناپایداری شهری می‌باشد. صمدپور و فریادی (۱۳۸۶) در تعیین جای پای اکولوژیک شهروندان منطقه الهیه تهران، سرانه جای پای اکولوژیک را ۶/۳۳ هکتار و مجموع جای پای اکولوژیک را ۹۹۰۲۷ هکتار محاسبه نمودند که ۵ برابر سهم منابع بر اساس مساحت منطقه‌ی مورد بررسی می‌باشد. شایس (۲۰۱۴) جای پای اکولوژیک در کشور روسیه را مورد بررسی قرار داد. نتایج این پژوهش نشان داد که میانگین جای پای اکولوژیک در این کشور برای هر شهروند ۲/۹ هکتار بوده است. اما مجموع جای پای اکولوژیک در این کشور ۳۰٪ پایین‌تر از توان سرزمین بوده که پایداری اکولوژیک در این کشور را نشان می‌دهد. تقی‌زاده و دیوا (۱۳۹۸)، رهنما و حسینی (۱۴۰۰) و شریف زادگان و عبادی (۱۴۰۰) نیز کاهش جای پای اکولوژیک در مناطق تحت مطالعه خود اذعان داشتند. در تحقیق میر و همکاران (۱۴۰۱) جمعیت و رشد اقتصادی عامل اصلی کاهش منابع و ناپایداری در این منطقه ذکر گردید که در شهر آبادان نیز یکی از عوامل کاهش جای پای اکولوژیک رشد جمعیت و مهاجرت به آن بیان شد. تغییرات ظرفیت بیولوژیکی محلی به دلیل توسعه شهرها موجب کاهش جای پای اکولوژیک می‌شود که تحقیقات وو و بای (۲۰۲۳) دلالت بر این امر دارد که مشابه آن نیز در شهر آبادان به دلیل تغییر در جمعیت شهر به دلیل رشد شهرنشینی و مهاجرت به آن موجب کاهش جای پای اکولوژیک این ناحیه شده است. نوع رشد اقتصادی نیز از عوامل کاهش‌دهنده جای پای اکولوژیک برآورد می‌شود که در تحقیق کبیریا (۲۰۲۳) در بنگلادش بیان گردید. از آنجایی که آبادان در زمره شهرهای اقتصادی کشور محسوب می‌شود، کاهش جای پای اکولوژیک دور از انتظار نیست. بر اساس نتایج این تحقیق، علل اصلی ناپایداری شهر آبادان را می‌توان در موارد بروز آلودگی هوا و توزیع گازهای سمی معلق در هوا به سبب مصرف بالای سوخت‌های فسیلی (عدم توازن بین نرخ انتشار آلاینده‌ها و توان محیطی در جذب آلاینده‌ها)، تجمع صنایع نفت و گاز در محدوده شهر، آشفستگی سیمای شهر و عدم تناسب توزیع جمعیتی در اغلب مناطق شهری، عدم تناسب بین منابع مصرفی و تولیدی (نرخ بهره‌وری از منابع بیشتر از نرخ بازتولید است) دانست. گرچه موارد مطروحه در این پژوهش فهرست کاملی از مصارف شهر آبادان نیست، اما مقایسه آن با فضا‌های اشغال شده شهری و حتی فضاهای پشتیبان آن مانند شهر و همچنین استان خوزستان، بیانگر این است که آبادان برای برآوردن نیازهای زیستی و پایداری خویش، متکی به منطقه‌ای فراتر از این شهر می‌باشد. این امر بدان معناست که چنانچه در

عوامل انجام داد. در نهایت پایداری در ابعاد محیط زیستی به نگرشی جامع و کلان نیاز دارد بطوریکه پایداری شهر آبادان باید با دیدگاه کل نگر و همه جانبه در تمام سطوح، پیگیری و انجام شود. همچنین با شناخت راهبردهای بهینه بکارگیری در فرآیند توسعه فضایی (به ویژه در بخش صنایع نفت و گاز)، آثار محیط زیستی توسعه تعیین و اقدامات پیشگیرانه لازم اعمال گردد. روش ها و راهبردهایی که در این مطالعه به کار گرفته شده و نتایجی که حاصل شده، می‌تواند در خصوص مطالعه‌های دیگر در هر گوشه‌ای از جهان، به ویژه در زمینه حوزه علمی محیط زیستی و جغرافیایی به کار گرفته شوند.

آینده، روند کنونی مصرف منابع به طریقه فعلی ادامه یابد، محیط طبیعی دیگر توان تأمین نیازهای جمعیتی را نداشته و منطقه پشتیبان بزرگتری را برای تدارکات این نیازها لازم خواهد داشت. تحلیل زیست محیطی براساس نتایج به دست آمده در این پژوهش این است که ادامه روند کنونی توسعه، موجب کاهش فرصت‌های زندگی برای نسل‌های آینده خواهد شد. لذا بی توجهی به آستانه تحمل اکوسیستم شهری و ظرفیت تحمل آن و عدم تطابق جریان‌های ورودی و خروجی، به منزله‌ی تهدیدی برای بقاء زیستی این شهر شناخته می‌شود. بنابراین برنامه ریزی برای بهبود شرایط محیط زیستی و پایداری در شهر آبادان، می‌بایست در سطوح کلان و خرد بررسی و تدوین شود. با شناخت علل ناپایداری محیط زیستی در شهر آبادان، می‌توان با اعمال مدیریت صحیح محیط زیستی، برنامه ریزی جهت تعدیل و کاهش این

References

60. Ansari A. Assessing the sustainability of the development of Arak metropolis with the ecological footprint method. *National Conference on Sustainable Environment and Development*. 2014; June 13; Arak, Iran. p. 210-220.
61. Koocheki A, Nassiri Mahallati M, Javadi M. The Ecological footprint of students for the campus of Ferdowsi university of Mashhad. *J. agroecol.* 2022; 14(3):399-413. doi: 10.22067/jag.v16i1.87148.
62. Mir A, Sobhani P, Sayahnia R. Assessment of the ecological footprint associated with consumption resources and urbanization development in Sistan and Baluchestan province. *RINENG*. 2022; Vol 16(100673). doi: 10.1016/j.rineng.2022.100673.
63. Cano-Orellana A, Delgado-Cabeza M. Local ecological footprint using principal component analysis: a case study of localities in Andalusia (Spain). *Ecol. Indic.* 2015; 1(57):573-582.
64. Dehghan Manshadi H. Integration of ecological footprint and water footprint in water resources management. *6th National Environmental Engineering Conference*. 2013; October 29; Tehran, Iran. p. 31-39.
65. Fatai I, Hasanpour Korandeh H, Rezaei K, Ojaghi A. Determining the ecological footprint of Ardabil city. *The Third Environmental Planning and Management Conference*. 2012; March 20; Tehran, Iran. p. 101-110.
66. Fu W, Turner JC, Zhao J, Du G. Ecological footprint (EF): An expanded role in calculating resource productivity (RP) using China and the G20 member countries as examples. *Ecol. Indic.* 2015; 1(48):464-471.
67. Galli A. On the rationale and policy usefulness of ecological footprint accounting: the case of Morocco. *Environ Sci Policy*. 2015; 1(48):210-224.
68. Garkhlo M, Hataminejad H, Baghond A, Yaloh M. Assessing the sustainability of urban development with the ecological footprint method. *Hum. Geogr. J.* 2013; 45(2):105-120. doi:10.22059/JHGR.2013.30426.
69. Gholami MJ, Eftkharnia M, Molazadeh A. Economic-environmental evaluation caused by the increase in population density: a case study region 5 of Tehran municipality. *The First Urban Economy Conference of Iran*. 2018; December 2-3; Mashhad, Iran. p. 25-43.
70. González-Vallejo P, Marrero M, Solís-Guzmán J. The ecological footprint of dwelling construction in Spain. *Ecol. Indic.* 2015; 1(52):75-84.
71. Hajilo F, Yazdakhasi B, Alizadeh Aghdam MB. Investigating the relationship between ecological cultural capital and ecological

- footprint. *J. Environ. Sci. Stud.* 2012; 3(8):101-132.
72. Jumapour M, Hataminejad H, Shahnava S. Investigating the status of sustainable development of Rasht city using the ecological footprint method. *Hum. Geogr. J.* 2013; 45(3):208-191. doi: 10.22059/JHGR.2013.35252.
73. Kazemi M, Mohammadi M. Sustainable urban development, concepts and perspectives. *Geogr. Res Quarterly.* 2001; 16(3): 94-113.
74. Kibria G. Ecological footprint in Bangladesh: Identifying the intensity of economic complexity and natural resources. *Heliyon.* 2023; Vol 9(4). doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e14747.
75. Khurshidoost AM. Environmental education in the 21st century (Translated). Tehran: *Samt Publications*; 2013.
76. Lin D, Wackernagel M, Galli A, Kelly R. Ecological Footprint: Informative and evolving—A response to van den Bergh and Grazi. *Ecol. Indic.* 2015; 1(58):464-468.
77. Memar M, Ghaffari E. Environmental assessment of population density using the ecological footprint method: a case study Mashhad city district 9. *The First National Conference on Environment, Energy and Biodefense.* 2013; July 11; Tehran, Iran. p. 255-266.
78. Sasanpour F. Investigating the sustainability of Tehran metropolis with the ecological footprint method. Ph.D. Faculty of Geography and Urban Planning. Tabriz University. [In Persian].
79. Shaishte K, Ildarmi AR, MalHosseini Darani K. Analysis of ecological footprint estimation methods in urban scale. *6th National Environmental Engineering Conference.* 2013; October 29; Tehran, Iran. p. 62-68.
80. Song G, Li M, Semakula HM, Zhang S. Food consumption and waste and the embedded carbon, water, and ecological footprints of households in China. *Sci. Total Environ.* 2015; 1(529):191-197.
81. Südaş HD, Özeltürkay EY. Analyzing the thoughts of ecological footprints of university students: a preliminary research on Turkish students. *Procedia Soc. Behav. Sci.* 2015; 12(175):176-184.
82. Sun Y, Yang B, Wang Y. Carbon footprint analysis of straw collection, transportation, and storage system for power generation in China based on emergy evaluation. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2022; Vol 29: 66922–66934.
83. Wackernagel M, Rees W. Our ecological footprint: reducing human impact on the earth. Canada: *NSP.* 1998.
84. Wu J, Bai Zh. Spatial and temporal changes of the ecological footprint of China's resource-based cities in the process of urbanization. *Resources Policy.* 2022; Vol 25.
85. Zand S, Koochek Khoshnevis AM, Akhtarkavan M, Amerisiahoui H. Evaluation of sustainable urban development using the method based on the ecological basis of the Sirous neighborhood of Tehran. *The First National Conference on Civil Engineering, Architecture, and Sustainable Development.* 2013; February 3; Yazd, Iran. p. 36-50.
86. Sun YA, Zhu DA, Li YU, Wang RU, Ma RE. Spatial modelling the location choice of large-scale solar photovoltaic power plants: Application of interpretable machine learning techniques and the national inventory. *Energy Convers. Manag.*



Investigating environmental sustainability using ecological footprint index (Case study: Abadan city, in Khuzestan province)

Saeed Mohtashamnia

Assistant professor, Department, of Natural Resources, Arsanjan Branch, Islamic Azad
University, Arsanjan, Iran

Received: 5 Apr 2023

Accepted: 6 June 2023

Keywords: Ecological footprint, Environmental sustainability, Khuzestan, Abadan.

Extended Abstract

Introduction: The growth and high population density in urban areas and the production of all kinds of domestic and industrial pollutants resulted many consequences on the sustainability of the environment and its biological capacity as well as the quality of human life in urban communities. Ecological footprint assessment is one of the methods of measuring sustainable development in urban societies, which is used to measure sustainability in the world. The purpose of this research is to measure the sustainability of Abadan city using the ecological footprint method.

Materials and Methods: This research was carried out by using the descriptive-analytical method and by applying the ecological footprint calculation model proposed by Rees and Walkernagel in order to determine the amount of land needed by the residents of Abadan city. The data of this research was mainly quantitative and collected by two documentary and field methods. The studied community included 384 households living in Abadan city and using the statistics and data of the relevant organizations with the subject of research and national statistics and yearbooks. The cluster random sampling method was based on the ten Abadan municipal regions. Then, the ecological footprint index of food consumption, the amount of carbon dioxide production due to transportation and heating from natural gas, the amount of water consumption, the amount of electricity consumed and the amount of produced waste were calculated.

Results and Discussion: Calculations showed that the largest footprint was related to electricity consumption (4252 m²) per person and the lowest related to waste (21 m²) for each citizen. Footprint index of water 56, natural gas 450, gasoil 3770, petrol 1484 and food 1232 square meters per citizen and the total ecological footprint was calculated 1.12 hectares.

Conclusion: The results showed the region climate and the activity of oil industries cause high consumption of energy input increased in hot seasons and the traffic of diesel vehicles because of industries in Abadan increase. So the consumption of diesel fuel is more than gasoline. Although the total per capita ecological footprint of Abadan is less than the world average (1.8 hectares), but the total ecological footprint per population is 5.5% more than the urban environment's carrying capacity, and this requires optimal management of resources and matching this potential with population and resource consumption.

Corresponding author: Saeed Mohtashamnia

Address: Natural Resources Department, Islamic Azad University, Arsanjan, Fars **Tel:** +989171132234

Email: Sa.Mohtashamnia@iau.ac.ir

Citation: Mohtashamnia S. Investigating environmental sustainability using ecological footprint index (Case study: Abadan city, in Khuzestan province). Journal of New Researches in Environmental Engineering. 2023; 1(1): 55-66.



© 2023, This article published in Journal of New Researches in Environmental Engineering (JNREE) as an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>). Non-commercial use, distribution and reproduction of this article is permitted in any medium, provided the original work is properly cited.