

ارزیابی پایداری زیست محیطی در نواحی شهری با رویکرد معضل ریزگردها با استفاده از فن تصمیم گیری چندمعیاره تخصیص خطی و شبکه عصبی مصنوعی مطالعه موردی: کلانشهر اهواز

یحیی عبدالکریم نیسی

دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد لارستان، دانشگاه آزاد اسلامی، لارستان ایران.

محمد ابراهیم عفیفی*

استادیار گروه جغرافیا، واحد لارستان، دانشگاه آزاد اسلامی، لارستان ایران.

مرضیه موغلی

دانشیار گروه جغرافیا، واحد لارستان، دانشگاه آزاد اسلامی، لارستان ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۵/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۲۵

چکیده

ارزیابی پایداری زیست محیطی، یکی از مهم ترین ابزار در فرآیند برنامه ریزی توسعه پایدار بوده و لذا توجه به آن در سیاست گذاری ها و برنامه ریزی ها امری اجتناب ناپذیر است. هدف این مقاله ارزیابی پایداری زیست محیطی در نواحی شهری با رویکرد معضل ریزگردها با استفاده از فن تصمیم گیری چندمعیاره تخصیص خطی و شبکه عصبی مصنوعی در کلانشهر اهواز است. در این پژوهش ابتدا از طریق مطالعه مبانی نظری پژوهش اقدام به شناسایی معیارهایی که در جهت پایداری زیست محیطی مؤثر است شد. سپس از روش اسنادی و کتابخانه ای و مراجعه به مراکز دولتی و سازمان های مختلف در جهت گردآوری اطلاعات بخش تئوریک استفاده شد؛ اما جمع آوری اطلاعات اصلی پژوهش، با استفاده از مطالعات میدانی (تکمیل پرسشنامه، مشاهدات و بررسی میدانی) صورت گرفته است. فرآیند پژوهش بدین صورت بود که برای عملیاتی کردن روش شناسی از طریق معیارهای به دست آمده از مطالعه ادبیات مسئله، پرسشنامه ای طراحی و در ۸ منطقه در بین مردم به روش تصادفی طبقه ای توزیع شود. حجم نمونه از کل مناطق بر اساس فرمول کوکران نامحدود در قالب طبقات جمعیتی مناطق تعیین شد. بر این اساس در مجموع ۴۲۰ نفر نمونه مورد مصاحبه قرار گرفتند. یافته های پژوهش نشان داد در روش تخصیص خطی، منطقه ۲ با وزن ۰٫۱۱۳۷، در اولویت نخست و مناطق ۶، ۸، ۴ و ۱ با وزن ۰٫۱۰۹۳، ۰٫۰۶۷۲، ۰٫۰۵۰۲ و ۰٫۰۵۰۷، در اولویت های بعدی از لحاظ پایداری زیست محیطی قرار دارند. در روش شبکه عصبی، منطقه ۲ با وزن ۰٫۴۶، و مناطق ۱، ۶، ۳ با وزن ۰٫۳۹، ۰٫۲۵ و ۰٫۲۲، در اولویت های بعدی قرار دارد. با این اوصاف رعایت و در نظر گرفتن تمامی دستورالعمل های ارزیابی و به ویژه ارزیابی پایداری اعم از انتخاب شاخص های مؤثر در پایداری در قالب چارچوب های تدوین شده، انتخاب ابزار جامع و یکپارچه در قالب چارچوب های تدوین برای ارزیابی و اولویت بندی پایداری و در نهایت انتخاب تکنیکی مناسب جهت تجزیه و تحلیل داده ها نقش مهمی در تبیین بهتر واقعیت های موجود در نواحی مورد مطالعه در فرآیند توسعه پایدار جهت برنامه ریزی دارد.

واژگان کلیدی: پایداری زیست‌محیطی، ریزگردها، تخصیص خطی، شبکه عصبی مصنوعی، اهواز.

مقدمه

محیط‌زیست یکی از بسترهای داغ بحث سیاست جهانی است. فقط ضرورت بقاست که انسان را واداشته روی این واژه تأکید کند و آن را چون یک بحث سیاسی- اجتماعی جدی بگیرد تا با جلوگیری از برهم خوردن هارمونی نظام طبیعت حاکم بر زمین، ناجی زمین و موجودات آن باشد. زمین، آب و انسان سه بازوی به هم پیوسته حیات هستند که باید در تعادل و هارمونی نگهداشت شوند. ارزیابی پایداری زیست‌محیطی، نوعی ارزیابی بوم‌شناختی است که در سطوح مختلف به‌طور متوالی انجام می‌شود و به دنبال ارائه چارچوبی است که در آن ارزیابی اثرات برنامه‌ها، راهبردها و سیاست‌ها بر محیط‌زیست به‌صورت جامع مورد ارزیابی، سنجش و تحلیل قرار گرفته و در نهایت راهکارهایی برای کاهش فشار بر محیط‌زیست ارائه دهد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۵). این مفهوم یک بخش ضروری برنامه‌ریزی و گزارش عملکرد شهری شده است. فشار جمعیت و نزدیک شدن به محدودیت منابع و تأثیرات زیست‌محیطی حال حاضر و آینده سبب تسریع مطالعات پایداری زیست‌محیطی و استفاده از آن‌ها در برنامه‌ریزی و کنترل شهرها شده است (Adam E, Mutanga O, Rugege D. 2010). در واقع بسیاری از مسائل زیست‌محیطی، ناشی از رفتارهای غیرمسئولانه انسان با محیط‌زیست است (Azizi, G; Shamsipour, A. A. Miri, M. & T. Safarrad, 2012). می‌توان ارزش‌های زیست‌محیطی را معیارهایی دانست که به کمک آن‌ها فرد یا گروه یا جامعه امکان می‌یابند اهمیت محیط‌زیست را ارزیابی کنند (آذر و همکاران، ۱۳۸۱) هدف از پایداری محیط‌زیست اطمینان از حمایت کافی از آبخیز، منابع آب شیرین و زیست‌محیطی، حفاظت از منابع زمین، جنگل، آب و حیات‌وحش، اطمینان از این‌که حمایت کافی از منابع زیستی و اکوسیستم و پشتیبانی از حیات می‌شود (Behera, B. Mohanty, S. K. & A. K. Behura, 2007). در همین رابطه پل هریسون اذعان دارد که یکی از ویژگی‌های هر برنامه راهبردی توسعه، این است که نظام‌های زیست‌محیطی را محترم بشمارد، در اندیشه تأمین نیازمندی‌های نسل‌های آتی که ظاهراً از بسیاری از مواهب طبیعی تجدید نشدنی بی‌بهره خواهند ماند، باشد (بانژاد و همکاران، ۱۳۹۲). با شناخت دقیق ظرفیت‌ها، نقاط قوت و ضعف و عوامل ایجاد کننده نامتوازنی‌ها، می‌توان سیاست‌هایی را برای رفع مشکلات زیست‌محیطی شهری تدوین کرد.

یکی از مهم‌ترین بحران‌های زیست‌محیطی در مناطق خشک و نیمه‌خشک، پدیدهٔ مخرب بیابان‌زایی و فرسایش بادی است (Bell, M. (2016)). فرسایش بادی می‌تواند در خاک‌های خشک لسی، بافت ماسه‌ای و سطح عاری از پوشش گیاهی در بادهای بالاتر از سرعت آستانه فرسایش به مشکلی جدی تبدیل شود (Ekhtesasi, M. R. & Z. (2013)). وقوع طوفان‌های گردوغبار ناشی از فرسایش بادی، فرآیندی است که به تخریب سرزمین منجر می‌شود و می‌تواند به‌عنوان یک شاخص بیابان‌زایی قابل‌توجه قرار گیرد (Ghatresamani, M. 2018). در پدیدهٔ

گردوغبار، خاک فرسایش یافته به وسیله باد حرکت داده می شود که برحسب اندازه ذرات، حرکت به یکی از سه طریق تعلیق، خزیدن و جهش است (Kelly M, Tuxen KA, Stralberg D. 2011). آنچه امروزه در کشور ما تحت عنوان پدیده ریز گرد شناخته می شود، تحت تأثیر طوفان ها و جریان های هوایی ناشی از جابه جایی و حرکت ذرات ریز و بسیار ریز تشکیل دهنده خاکها به صورت معلق شکل گرفته است (عزیزی و همکاران ۱۳۹۵). از طرفی، انسان ها با تغییر کاربری اراضی در مناطق حساس به شکل گیری طوفان های شن و ماسه، در شکل گیری طوفان های گردوغبار نقش مهمی ایفا می کنند (Xu, J. 2006). بادهای شدید و گردوغبار، مقدار خاک زیادی را از روی زمین های خشک بدون پوشش گیاهی با خود بلند و هوا را تاریک می کند (Wang, H. Jia, X. Li, K. & Y. Li, 2015). در سالیان اخیر، میزان پدیده گردوغبار در شهرهای جنوبی و غربی کشور افزایش محسوسی یافته است. از عمده ترین دلایل این پدیده علاوه بر مشکلات داخلی، منشأ فرامرزی آلودگی و نقش ضعیف راهبردهای مربوط به تثبیت شن های روان در کشورهای همسایه و تخریب پوشش گیاهی و تغییرات کاربری اراضی این مناطق است (Luvall JC, Sprigg WA, Levetin E, Hueted A, Nickovic S, Pejanovic GA, Vukovic A, Vande Water PK, Myers OB, Budge AM, AP, Bunderson L, Crimmin TM. 2011 Zelicoff بوچانی و فاضلی (۱۳۹۰)، بیان داشتند که عامل اصلی زوال درختان بلوط نفوذ ریزگردهای غربی و گردوغبار است. آدم و همکاران^۱ (۲۰۱۰) و تاکسون و همکاران^۲ (۲۰۱۱)، اظهار داشتند که پوشش گیاهی نقش مهمی در نگهداری و کنترل تغییرات اکوسیستم دارد و تغییرات آن با تهیه نقشه از تصاویر ماهواره ای ارزیابی می شود که در دو دهه اخیر به ابزار مهمی تبدیل شده است. کلی و همکاران^۳ (۲۰۱۱)، تغییرات پوشش گیاهی تالابی در حال احیاء را با استفاده از تصاویر ماهواره ای بررسی نمودند. نتایج نشان داد که کوچک ترین واحد مطالعاتی نقش مهمی در تعیین تغییرات دارد. عزیزی قلاتی و همکاران (۱۳۹۵)، در پیش بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی و احمدی و همکاران (۱۳۹۵)، برای برآورد کیفیت و آشکارسازی تغییرات پهنه های جنگلی از تصاویر ماهواره ای بیان کردند این فن آوری ابزاری مناسب در این زمینه است. استفاده از تصاویر ماهواره ای MODIS و مدل حمل و نقل جوی گردوغبار برای ارزیابی فنولوژی و پراکندگی گرده Junipairusa sp. توسط لوال و همکاران^۴ (۲۰۱۱) استفاده شد تا بتوان پیش بینی های لازم برای پیشگیری از آسیب های ناشی از پراکنش گرده ها بر سلامت انجام شود. عقیقی (۱۳۹۶)، به پایش ریزگردها با استفاده از تصاویر چند طیفی ماهواره مادیس در جنوب غربی ایران پرداختند. نتایج طبقه بندی نشان داد از بین روش های تحقیقات پیشین الگوریتم طبقه بندی کننده ماشین بردار در منطقه جنوب غربی ایران دارای دقت مناسب تری نسبت به سایر روش هاست. همچنین در سال ۲۰۱۴، پراچی و پروین^۵ (۲۰۱۴) برای تشخیص و پایش دو طوفان گردوغبار، شاخص NDVI و MNDVI حاصل از تصاویر چند طیفی سنجنده MODIS بکار گرفتند. میرحسینی و همکاران (۱۳۹۷)، بررسی تأثیر کاربری اراضی

1 - Adam et al

2 -Tuxen

3 - Kelly

4 - Luvall

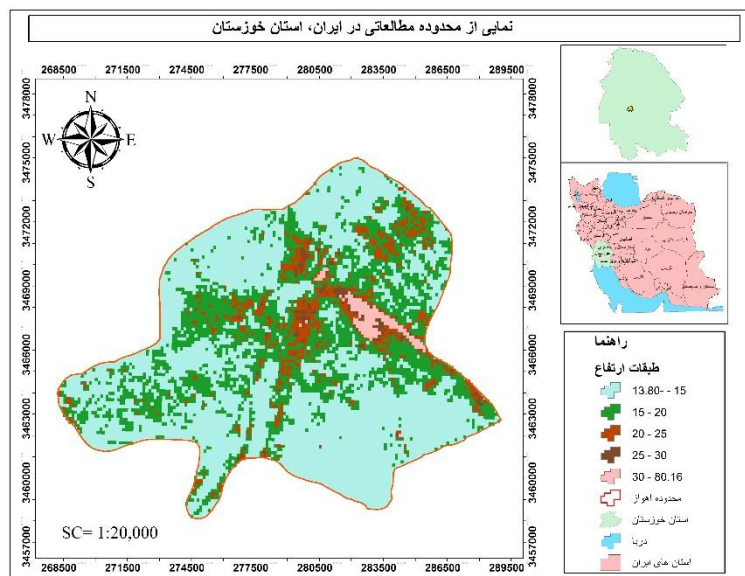
5 -Prachi& Pravin

بر غلظت گردوغبار و میزان هدر رفت خاک در مناطق بیابانی را در عین خوش دهلران، ایلام مورد بررسی قرار دادند. عقیفی (۱۳۹۹)، مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیره‌ای مارکوف و مدل LCM در شهر شیراز انجام دادند. بنابر نتایج به‌دست‌آمده، کشاورزی آبی پویاترین کاربری موجود در منطقه بوده که وسعت این اراضی طی ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۵ روندی صعودی را در پی داشته است. بکائیان و همکاران (۱۳۹۹)، پایش روند تغییرات کاربری اراضی را با تأکید بر توسعه فیزیکی شهر تهران انجام دادند. عقیفی و همکاران (۱۳۹۹)، در ارزیابی پایداری با استفاده از فن چند معیاره شبکه عصبی مصنوعی در شهر بابل نتیجه گرفتند که در مقیاس سالانه شش‌ماهه بیشتر خشک‌سالی‌های آن از نوع خشک‌سالی‌های ضعیف تا متوسط است؛ اما در مقیاس بلندمدت ۴۸ ماه ۷۵ درصد خشک‌سالی‌ها از نوع شدید و بسیار شدید است. در منابع بررسی‌شده اثرات ریزگردها بر پوشش گیاهی و همچنین قابلیت‌های تصاویر ماهواره‌ای بر شناخت پوشش گیاهی بحث گردیده است. در بررسی منابع به ارزیابی تغییرات کاربری اراضی و تأثیر آن بر افزایش یا کاهش ریزگردها پرداخته نشده است. هدف از انجام پژوهش حاضر پایش تغییرات کاربری اراضی به علت ریزگردها در سه دهه گذشته با استفاده از تکنیک سنجش‌ازدور و مدل CA مارکوف در شهر اهواز است. با توجه به اینکه مسئله ریزگردها معضل جهانی است و شهر اهواز در سال‌های اخیر توسط سازمان بهداشت جهانی آلوده‌ترین شهر جهان شناخته‌شده است لذا انجام تحقیقات این‌چنین در مقیاس‌های مختلف می‌تواند در مدیریت شهر اهواز در آینده کارساز باشد.

داده‌ها و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی پژوهش شهر اهواز می‌باشد که کی از کلان‌شهرهای ایران است که در بخش مرکزی شهرستان اهواز قرار دارد و از سال ۱۳۰۳ تاکنون مرکز استان خوزستان شناخته می‌شود. جمعیت این شهر طبق سرشماری مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵ حدود ۱٬۱۸۴٬۷۸۸ نفر می‌باشد؛ که هفتمین شهر پرجمعیت ایران به شمار می‌آید. شهر اهواز با مساحت ۱۸۶۵۰ هکتار، یکی از شهرهای وسیع ایران (چهارمین شهر بزرگ ایران)، محسوب می‌شود. بخش بزرگی از استان خوزستان، جلگه است و شهر اهواز نیز در بخش جلگه‌ای جای دارد ولی کمبود شدید پوشش گیاهی سبب گرمی و خشکی اهواز شده و آن را در رده گرم‌ترین مناطق ایران جای داده است. در زمستان سرما تا پنج درجه سانتی‌گراد کاهش و در تابستان تا پنجاه درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد. بر اساس آمار رسمی، اهواز پس از اصفهان و تهران، بیشترین آلودگی هوا را دارد. میزان آلودگی هوا در این شهر روزبه‌روز افزایش یافته و شدیدتر می‌شود. مهم‌ترین علت آلودگی هوای اهواز، گردوغبار و حمل‌ونقل درون‌شهری است و دیگر عامل آلودگی‌ها گسترش افسارگسیخته بافت شهری و رسیدن آن به کارخانه‌هایی مانند ایران کربن و فولاد خوزستان است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵).



مأخذ: نگارندگان

شکل ۱: نقشه منطقه مورد مطالعه

روش پژوهش

همان طور که در مقدمه مقاله نیز ذکر شد هدف از تدوین این مقاله شناسایی مؤلفه و شاخص های اصلی پایداری زیست محیطی در قالب چارچوب جامع و نظام مند و بعد به کارگیری ابزاری جامع و یکپارچه جهت ارزیابی و سنجش پایداری در نواحی شهری مورد مطالعه بود. از این رو ابزارهایی که می تواند این اهداف را تحقق بخشد تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره در قالب چارچوب اندازه گیری ارزیابی یکپارچه پایداری و مدل شبکه عصبی است. روش های تصمیم گیری چند معیاره که به اختصار^۱ MCDM نیز گفته می شود، به عنوان محور اصلی زیرمجموعه ارزیابی پایداری یکپارچه، رویکردی رسمی برای ایجاد اطلاعات و ارزیابی تصمیم گیری در مسائل متعدد و اهداف متناقض به شمار می رود. MCDM می تواند به کاربران در درک نتایج ارزیابی یکپارچه از جمله ارزیابی اهداف سیاست گذاری و استفاده از این نتایج در یک نظام و روش های اتخاذ سیاست های پیشنهادی در راستای توسعه پایدار کمک کند (Bell et al, 2016). در واقع روش تصمیم گیری چند معیاره فرآیند ارزیابی یکپارچه از پروژه ها، جایگزین ها یا گزینه ها برای رتبه بندی یا انتخاب، تعیین اولویت در میان مجموعه ای از پروژه ها و گزینه های به هم پیوسته می باشد. روش تصمیم گیری چند معیاره رویکرد ساختاری برای تعیین اولویت در میان گزینه های کلی می باشد. در حوزه روش های تصمیم گیری چند معیاره مجموعه بزرگی از ابزارها جهت کمک به برنامه ریزان و سیاست گذاران جهت حل مشکلات تصمیم گیری با در نظر گرفتن نقطه نظرهای اغلب متناقض وجود دارد (Mota et al, 2009). از جمله می توان به تکنیک های TOPSIS، SAW، LINMAP، AHP، ELECTRE، روش تخصیص خطی^۲، PROMETHEE I و II، Programming

1 - Multi-Criteria Decision-Making Methods

2 - Linear Assignment

Compromise و دیگر روش‌ها اشاره کرد (Turskis, 2008). این روش‌ها برای حل مشکلات گوناگون و با اهدافی متفاوت به کار گرفته می‌شوند. به همین منظور در تحقیق حاضر از روش تخصیص خطی استفاده شده است، این روش در زیرگروه هماهنگ قرار دارد. زیرگروه هماهنگ سومین زیرگروه از مدل‌های جبرانی در MADM است که خروجی آن‌ها به یک مجموعه از رتبه‌ها بوده به نحوی که هماهنگی لازم را به مناسب‌ترین وجه صورت تأمین خواهد کرد. این زیرگروه شامل روش‌های ELECTRE و تخصیص خطی است که جهت آشنایی به ترتیب در ذیل به آن‌ها اشاره می‌شود:

– روش ELECTRE

در این روش گزینه‌هایی که هیچ ارجحیتی از نظر ریاضی به یکدیگر ندارد، با استفاده از مقایسه‌های غیر رتبه‌ای و زوجی مورد ارزیابی قرار گرفته و گزینه‌های غیر مؤثر حذف می‌شوند.

– روش تخصیص خطی

در این روش گزینه‌های مفروض از یک مسئله برحسب امتیازات آن‌ها از هر شاخص موجود رتبه‌بندی شده و سپس رتبه نهائی گزینه‌ها از طریق یک فرآیند جبران خطی مشخص خواهند شد. فرآیند حل به‌گونه‌ای است که نیازی به مقیاس در آوردن شاخص‌های کیفی و کمی نخواهد بود (جبل عاملی و همکاران، ۱۳۸۵). در این فن با استفاده از اولویت هر یک از گزینه‌ها در هر یک از شاخص‌ها به یک مدل برنامه‌ریزی صفر- یک‌دست خواهیم یافت و از حل مدل به الویت گزینه‌ها می‌توان دست‌یافت. روش تخصیص خطی دارای ویژگی‌های زیر است:

- این روش با استفاده از یک رتبه‌بندی ساده موجب تبادل در بین شاخص‌ها گردیده و از محاسبات پیچیده می‌پرهیزد.
- این روش نیازی به یکسان‌سازی مقیاس‌های اندازه‌گیری ندارد و شاخص‌ها می‌توانند از هر مقیاس باشند.
- روش فوق بدون آن که نیازی به اطلاعات وسیع داشته باشد جبرانی بودن را داراست.
- روش فوق را می‌توان برای تجزیه و تحلیل سؤالات موجود از مقیاس رتبه‌ای (از یک پرسشنامه) بکار برد.
- تکنیک‌های دیگر در روش تصمیم‌گیری چند معیاره هم به شاخص‌ها و هم به گزینه‌ها به‌صورت هم‌زمان برای انجام محاسبه احتیاج دارند در صورتی که در تخصیص خطی بدون وجود گزینه می‌توان شاخص‌ها و عوامل را رتبه‌بندی کرد (تاج‌الدین، ۱۳۸۲).

الگوریتم این روش به شرح زیر است:

مرحله ۱: تشکیل ماتریسی که سطرهای آن بیانگر رتبه‌ها و ستون‌های آن بیانگر شاخص‌ها باشد. با توجه به رتبه هر گزینه در هر شاخص، مؤلفه‌های ماتریس با A_i بیان می‌گردد. این مرحله را مرحله رتبه‌بندی گزینه‌ها می‌نامند. به طور مثال فرض کنید در یک مسئله، رتبه‌بندی سه گزینه A_1, A_2, A_3 با توجه به پنج شاخص X_1 تا X_5 انجام می‌گیرد. با توجه به رتبه هر گزینه در هر شاخص، ماتریس مرحله ۱ به صورت زیر تشکیل می‌شود:

جدول ۱: ماتریس رتبه‌بندی گزینه‌ها

شاخص رتبه i	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
رتبه اول	A_2	A_3	A_3	A_1	A_2
رتبه دوم	A_3	A_2	A_2	A_2	A_1
رتبه سوم	A_1	A_1	A_1	A_3	A_3

مأخذ: نگارندگان

مرحله دوم:

ماتریس $m \times m$ با توجه به بردار مفروض w استخراج می‌شود. عناصر این ماتریس که سطرهای آن گزینه و ستون‌های آن رتبه می‌باشد، از مجموع وزن‌هایی به دست می‌آید که آن گزینه با توجه به آن شاخص حاصل کرده است. در مثال فوق ماتریس y یک ماتریس 3×3 است.

مرحله ۳: بر اساس ماتریس به دست آمده از مرحله ۲، جواب بهینه به دست می‌آید. جواب بهینه به کمک هر یک از روش‌های حمل و نقل یا برنامه‌ریزی صفر و یک حاصل می‌شود. مدل برنامه‌ریزی صفر و یک به صورت زیر می‌باشد (آذر و رجب‌زاده، ۱۳۸۱).

$$\text{MAX } W = \sum_i \sum_j \gamma_{ij} y_{ij} \quad \text{رابطه (۱):}$$

$$\sum_{i=1}^m y_{ij} = 1$$

$$\sum_{j=1}^m y_{ij} = 1$$

$$y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{اگر گزینه } i \text{ به رتبه } j \text{ اختصاص یابد} \\ 0 & \text{اگر گزینه } i \text{ به رتبه } j \text{ اختصاص داده نشود} \end{cases}$$

اگر گزینه i به رتبه j اختصاص یابد ۱

اگر گزینه i به رتبه j اختصاص داده نشود ۰

برای محاسبه به روش آنتروپی شانون مراحل زیر انجام شد:

$$P_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^m X_{ij}} \quad j = 1, \dots, n$$

رابطه (۲)

P_{ij} : مقدار نرمال شده شاخص j ام در مکان i ام

X_{ij} : شاخص اولیه

m: تعداد گزینه‌هایی است که قابل رتبه‌بندی شدن هستند.

ب. محاسبه مقدار آنتروپی E_j که از رابطه (۳) به دست می‌آید:

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m P_{ij} \times \ln P_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

رابطه (۳)

n: تعداد شاخص‌ها

m: تعداد مکان‌هایی است که با هم مقایسه می‌شوند.

عدم اطمینان یا درجه انحراف d_j هر یک از شاخص‌ها نیز به دست می‌آید:

$$d_j = 1 - E_j$$

رابطه (۴)

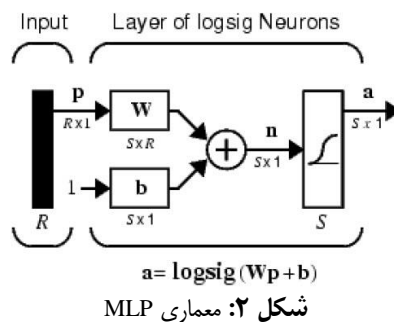
در نهایت جهت محاسبه اوزان رابطه ۵، مورد استفاده قرار می‌گیرد:

$$W_j = \frac{d_j}{\sum d_j}$$

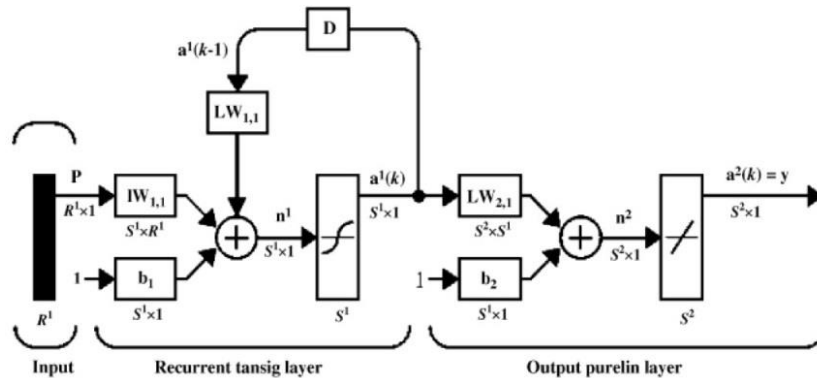
رابطه (۵)

شبکه عصبی مصنوعی

ایده اصلی استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در انجام محاسبات که از همان سلول‌ها یا واحدهای پردازش مغز انسان نشئت گرفته است، اولین بار در سال ۱۹۵۰ مطرح و در سال ۱۹۷۰ به صورت عملی اجرا شد (فلاحی و منشادی، ۱۳۹۴). این شبکه دارای چندلایه بین لایه ورودی و خروجی است که به آن‌ها لایه‌های پنهان می‌گویند. همچنین تابع فعال‌سازی در این شبکه‌ها غیرخطی و از نوع Sigmoid است. این شبکه به دلیل استفاده از تابع غیرخطی، در برابر مسائل گوناگون توانایی بیشتری نسبت به شبکه‌های دیگر نظیر پرسپترون ساده و خطی دارد و می‌تواند برای حل مسائل مختلفی از جمله توابع تقریب، تخمین الگو و طبقه‌بندی آموزش ببیند. معماری شبکه MLP در شکل ۲، نشان داده شده است. شبکه شامل S لایه می‌باشد که با R ورودی در ارتباط هستند و مقدار این ارتباط را مقادیر وزن‌های WSR مشخص می‌کنند. مقادیر S و R به ترتیب تعداد نرون‌ها و تعداد ورودی‌ها است (فلاحی و منشادی، ۱۳۹۴).



شکل ۳، نمونه‌ای از ساختار یک شبکه پرسپترون سه لایه را ارائه می‌نماید. این ساختار شامل یک لایه ورودی، یک لایه مخفی و نهایتاً یک لایه خروجی خواهد بود (بانزاد و همکاران، ۱۳۹۲).



شکل ۳: نمونه‌ای از ساختار شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون سه لایه

عناصر اصلی یک شبکه عصبی، عصب‌ها یا نرون‌های مصنوعی هستند. الگوی ورودی به یک گره شبیه دندرت یک سلول بیولوژیک است که می‌توان آن را با برداری با n متغیر یا نرون به صورت $(X=X_1, X_2, \dots, X_n)$ نشان داد. مجموع حاصل ضرب ورودی‌ها در وزن‌های نظیرشان را نیز می‌توان با کمیت اسکالر s نمایش داد. در بسیاری از مسائل پیچیده ریاضی که به حل معادلات بفرنج غیرخطی منجر می‌شود، یک شبکه پرسپترون چندلایه می‌تواند به سادگی با تعریف اوزان و توابع مناسب مورد استفاده قرار گیرد. توابع فعالیت مختلفی به فراخور اسلوب مسئله در نرون‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این نوع شبکه‌ها از یک لایه ورودی جهت اعمال ورودی‌های مسئله یک لایه پنهان و یک لایه خروجی که نهایتاً پاسخ‌های مسئله را ارائه می‌نمایند، استفاده می‌شود. در این شبکه‌ها وزن‌های داده شده به نرون به نحوی تنظیم می‌شود که نزدیک‌ترین مقدار خروجی را نسبت به مقدار مشاهده‌ای تولید کند. این کار آموزش شبکه نام دارد. الگوریتم‌های آموزش، روندهایی هستند که توسط آن‌ها وزن‌های شبکه تنظیم می‌گردد. هدف از آموزش شبکه این است که شبکه قانون کار را یاد بگیرد و پس از آموزش به ازای هر ورودی، خروجی مناسب را ارائه دهد. تاکنون بیش از ۱۰۰ نوع الگوریتم یادگیری به وجود آمده است. یکی از معروف‌ترین الگوریتم‌های آموزشی، الگوریتم پس انتشار خطا می‌باشد. همچنین به منظور بررسی دقت شبکه آموزش یافته، عمل آزمون یا صحت یابی شبکه با ارایه داده‌های مجموعه صحت یابی به شبکه انجام می‌گیرد.

$$s = \sum_{n=1}^N w_n \cdot x_n = W^T \cdot X \quad \text{رابطه (۶)}$$

که در آن بردار وزن نرون‌ها است. $(W = w_1, w_2, \dots, w_n)$ کمیت s سپس وارد یک تابع غیرخطی f می‌شود تا خروجی را نتیجه دهد:

$$y = f(s) \quad \text{رابطه (۷)}$$

تابع غیرخطی انتقال معمولاً به فرم یک تابع حلقوی به صورت رابطه (۴) تعریف می‌شود:

$$f(s) = (1 + \exp(-s))^{-1} \quad \text{رابطه (۸)}$$

خروجی Y می‌تواند نتیجه مدل و یا ورودی لایه بعدی در شبکه‌های چندلایه باشد. الگوریتم‌های مختلفی جهت محاسبه وزن‌های بهینه ارائه شده است که در این میان الگوریتم پس انتشار خطا پرکاربردترین آن‌هاست (بانژاد و همکاران، ۱۳۹۲).

بحث و یافته‌ها

نتایج اوزان به دست آمده در آنتروپی شانون

جهت معرفی شاخص به مدل برای هر یک از شاخص‌های پژوهش کدهایی از X1 تا X22 تعریف گردید. جدول کد شاخص‌ها به شرح جدول ۲ می‌باشد و شاخص‌ها برای مناطق ۸ گانه اهواز بررسی شد که در جدول ۳ نشان داده شده است:

جدول ۲: نام و کد شاخص‌ها

کد شاخص	شاخص‌ها	ردیف
X1	تغییر کاربری اراضی	۱
X2	اراضی آلوده شده ناشی از مواد زائد	۲
X3	تخلیه زائدات انسانی و صنعتی به آب‌های سطحی	۳
X4	وجود ریزگردها	۴
X5	مناظر دارای ارزش طبیعی	۵
X6	اعتبارات هزینه شده برای حفاظت از مناظر با ارزش	۶
X7	تخریب مناظر زیبا	۷
X8	مناظر دارای قابلیت گردشگری	۸
X9	رضایت از کیفیت آب آشامیدنی	۹
X10	پایبندی به مراقبت از محیط سکونتگاهی	۱۰
X11	رضایت از دفع زباله	۱۱
X12	رضایت از دفع فاضلاب	۱۲
X13	مقاومت مسکن و ابنیه در برابر زلزله	۱۳
X14	برنامه‌های پیشگیرانه از سیلاب	۱۴
X15	مقاومت مسکن و ابنیه	۱۵
X16	میزان مصرف انرژی‌های حامل (برق)	۱۶
X17	میزان مصرف انرژی‌های حامل (آب)	۱۷
X18	میزان مصرف انرژی‌های حامل (گاز)	۱۸
X19	میزان مصرف انرژی‌های حامل (سوخت بنزین)	۱۹
X20	هزینه‌های مصرف انرژی‌های حامل	۲۰
X21	ایجاد پارک‌ها و فضای سبز	۲۱
X22	میزان مواد زائد تولید شده (روزانه/تن)	۲۲

مأخذ: نگارندگان

جدول ۳: نام و کد مناطق

کد مناطق	نام مناطق	ردیف
W1	منطقه ۱	۱
W2	منطقه ۲	۲
W3	منطقه ۳	۳
W4	منطقه ۴	۴
W5	منطقه ۵	۵
W6	منطقه ۶	۶
W7	منطقه ۷	۷
W8	منطقه ۸	۸

مأخذ: نگارندگان

مرحله اول: بی مقیاس سازی ماتریس تصمیم می‌باشد. نرمال سازی در تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره به معنای بی مقیاس سازی است و امکان مقایسه داده‌ها با معیارهای سنجش متفاوت را میسر می‌کند؛ که از روش بی مقیاس سازی نرم استفاده شده است. نتایج بی مقیاس سازی شاخص‌ها در جدول ۴، نشان داده شده است.

جدول ۴: ماتریس بی مقیاس تصمیم‌گیری

مناطق	X1	X2	X3	.....	X12	X13	X14	.....	X20	X21	X22
منطقه ۱	0.054	0.014	0.120	.....	0.0190	0.104	0.077	.....	0.000	0.110	0.142
منطقه ۲	0.082	0.078	0.158	.....	0.076	0.150	0.136	.....	0.080	0.330	0.379
منطقه ۳	0.000	0.000	0.074	.....	0.019	0.069	0.030	.....	0.000	0.011	0.142
منطقه ۴	0.054	0.041	0.102	.....	0.076	0.098	0.070	.....	0.000	0.066	0.237
منطقه ۵	0.000	0.016	0.018	.....	0.019	0.057	0.028	.....	0.000	0.022	0.094
منطقه ۶	0.0822	0.1048	0.1022	.....	0.038	0.237	0.138	.....	0.032	0.143	0.332
منطقه ۷	0.0000	0.0332	0.0558	.....	0.038	0.110	0.065	.....	0.000	0.055	0.237
منطقه ۸	0.0000	0.0690	0.1301	.....	0.019	0.110	0.099	.....	0.000	0.099	0.237

مأخذ: نگارندگان

مرحله دوم، به دست آوردن ماتریس بی مقیاس موزون می‌باشد. لازمه به دست آوردن این ماتریس، داشتن وزن شاخص‌ها می‌باشد. در این مطالعه از روش آنتروپی شانون به محاسبه اوزان پرداخته شده است که در جدول ۵، نشان داده است.

جدول ۵: محاسبه P_{ij}

X22	X21	X20	X14	X13	X12	X3	X2	X1	منطقه
0/0535	0/0581	0/0000	0/0448	0/0512	0/0138	0.063	0.010	0.040	۱
0/1428	0/1744	0/0724	0/0786	0/0740	0/0555	0.082	0.054	0.061	۲
0/0535	0/0058	0/0000	0/0175	0/0341	0/0138	0.038	0.000	0.000	۳
0/0892	0/0348	0/0000	0/0408	0/0484	0/0555	0.053	0.029	0.040	۴
0/0357	0/0116	0/0000	0/0166	0/0284	0/0138	0.009	0.011	0.000	۵
0/1250	0/0755	0/0289	0/0801	0/1168	0/0277	0.053	0.073	0.061	۶
0/0892	0/0290	0/0000	0/0376	0/0541	0/0277	0.029	0.023	0.000	۷
0/0892	0/0523	0/0000	0/0576	0/0541	0/0138	0.068	0.048	0.000	۸

مأخذ: نگارندگان

جدول ۶: اوزان کسب شده برای شاخص‌ها با استفاده از روش آنترپی شانون

X10	X9	X8	X7	X6	X5	X4	X3	X2	X1	شاخص‌ها
0/729	0/957	0/709	0/912	0/886	0/613	0/696	0/758	0/528	0/433	Ej
0/271	0/043	0/291	0/088	0/114	0/387	0/304	0/242	0/472	0/567	dj
0/036	0/005	0/038	0/011	0/015	0/051	0/040	0/032	0/062	0/075	Wj

X20	X19	X18	X17	X16	X15	X14	X13	X12	X11	شاخص‌ها
0/168	0/769	0/000	0/566	0/612	0/858	0/700	0/800	0/499	0/626	Ej
0/832	0/231	1/000	0/434	0/388	0/142	0/300	0/200	0/501	0/374	dj
0/110	0/030	0/132	0/057	0/051	0/018	0/039	0/026	0/066	0/049	Wj

X22	X21	شاخص‌ها
0/921	0/727	Ej
0/079	0/273	dj
0/010	0/036	Wj

مأخذ: نگارندگان

نتایج تجزیه و تحلیل رتبه‌بندی نواحی با استفاده از الگوریتم تخصیص خطی

در این پژوهش رتبه‌بندی ۸ منطقه با توجه به ۲۲ شاخص صورت گرفت. ماتریس $m \times m$ در مسئله رتبه‌بندی این پژوهش یک ماتریس ۸×۸ است. عناصر این ماتریس سطرهای آن ۸ منطقه و ستون‌های آن رتبه‌ها می‌باشد، از مجموع وزن‌هایی به دست می‌آید که آن منطقه با توجه به آن شاخص کسب کرده است. ؛ و با توجه به نتایج حاصل از مدل برنامه‌ریزی فوق، ۸ منطقه به صورت جدول (۷) رتبه‌بندی شدند. با توجه به نتایج جدول ۷، منطقه ۱، در بالاترین رتبه پایداری زیست‌محیطی و منطقه ۳ در الویت آخر قرار دارد.

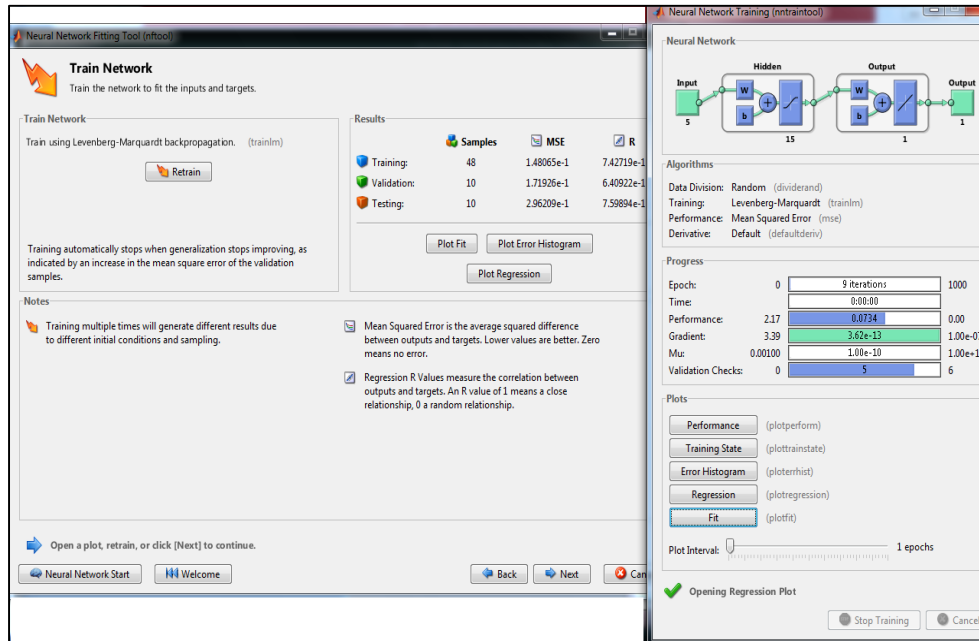
جدول ۷: اولویت بندی نواحی بر اساس پایداری زیست محیطی در مدل تخصیص خطی

رتبه	وزن	مناطق
۱	0/1137	منطقه ۲
۲	0/1093	منطقه ۶
۳	0/0672	منطقه ۸
۴	0/0502	منطقه ۴
۵	0/0507	منطقه ۱
۶	0/0332	منطقه ۷
۷	0/0183	منطقه ۵
۸	0/0162	منطقه ۳

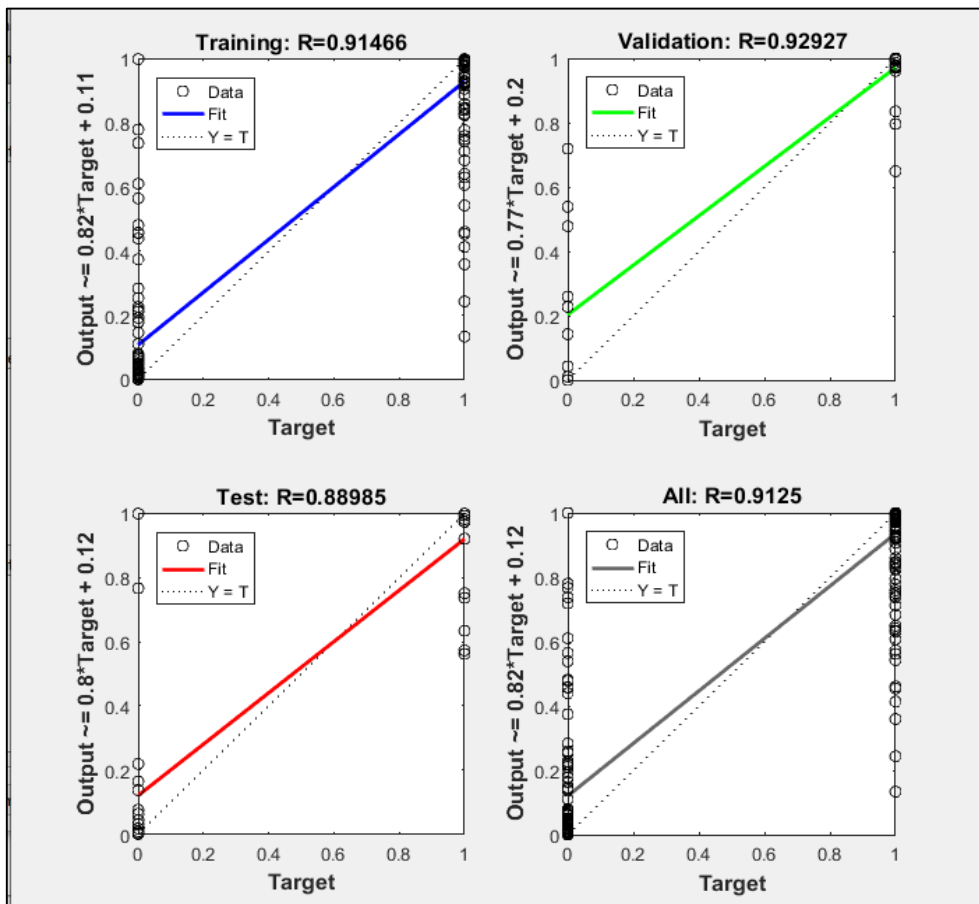
مأخذ: نگارندگان

تجزیه و تحلیل مدل شبکه عصبی

در این پژوهش شبکه عصبی feed_forward استفاده شد. در متلب ورودی‌ها ۷۵ درصد متغیرهای مستقل تحت عنوان Trainy تعیین می‌شود. در مدل شبکه عصبی از همه داده‌ها جهت مدل‌سازی استفاده نمی‌شود. بلکه یک سری داده‌ها که در پژوهش حاضر به صورت تصادفی انتخاب گردیده ۷۵٪ جهت مدل‌سازی، قسمتی از داده‌ها جهت ارزیابی استفاده شده و در نهایت یک دقت کلی ارائه می‌نماید. در نهایت تعداد نرون‌های لایه مخفی تعیین می‌گردد. در برنامه متلب به صورت پیش فرض ورودی‌های لایه‌های پنهان ۹ عدد است، لایه‌های پنهان ۹ و لایه خروجی یک لایه می‌باشد. می‌توان تعداد ورودی‌های لایه‌های پنهان را تغییر داد تا دقت کار را مورد ارزیابی قرار داد. در پژوهش حاضر جهت تست شبکه ورودی‌های لایه پنهان ۱۵ لایه انتخاب گردید به دلیل اینکه نتایج رگرسیونی دقیق‌تری در آن حاصل شد. آموزش شبکه با روش Levenberg-Marquart نوع آموزش شبکه انتخاب گردید. در نتایج خروجی شکل ۴ و ۵، MSE میانگین مربعات خطا و R همبستگی داده‌ها حاصل شده است که بین داده‌های خروجی مدل و بردار تارگت محاسبه می‌شود.



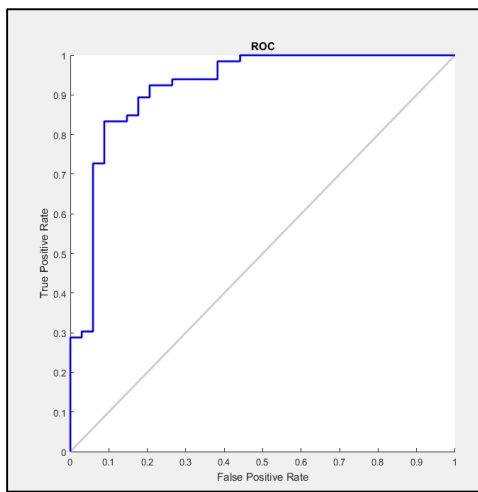
شکل ۴: train شبکه عصبی



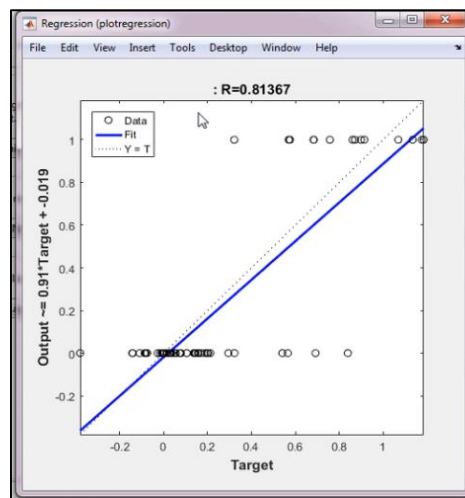
مأخذ: نگارندگان

شکل ۵: معیار عملکرد شبکه

رگرسیون بالای ۷۰٪ به دست آمده در داده‌های آموزشی پژوهش، نشان از کارایی بالای مدل مورد استفاده بوده است؛ اما می‌توان مدل را مجدد Retrain کرد و به دقت متفاوت دست یافت. حتی می‌توان تعداد نرون‌ها را کم یا زیاد کرد تا به بتوان دقت مدل را تغییر داده و بالا برد. رگرسیون برای داده‌های تست هم به دست می‌آید که در پژوهش حاضر به شکل ۶، به دست آمد. جهت اعتبارسنجی مدل، کد نویسی انجام پذیرفت. در برنامه نوشته شده ضریب همبستگی R، میانگین مربعات خطا RMSE، نمودار ROC و مقدار AUC به دست آمد. با پارامترهای محاسبه شده میزان کارایی مدل در پیش‌بینی مناطق هوشمند مورد استفاده قرار می‌گیرد. با RUN شدن برنامه خروجی ROC در شکل ۷ به دست آمد.



شکل ۷: منحنی ROC در مدل شبکه عصبی



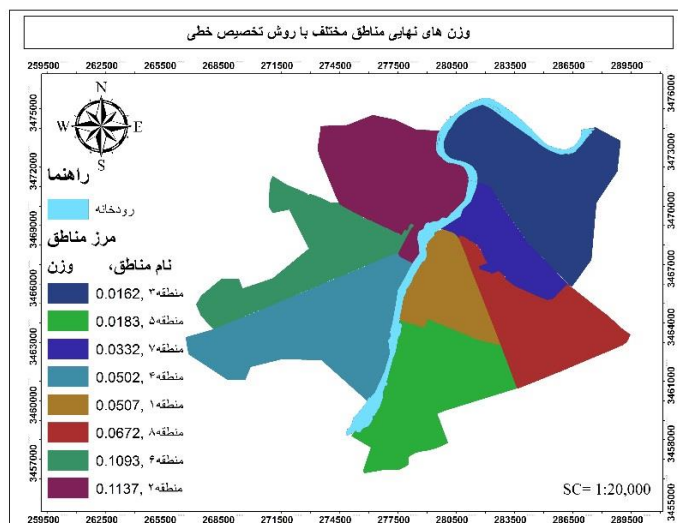
شکل ۶: رگرسیون به دست آمده داده‌های تست

بر اساس این نمودار، سطح زیر منحنی AUC که در واقع نشان‌دهنده توانایی مدل در پیش‌بینی متغیر وابسته است ۰٫۹۷۶۹، به دست آمد که بسیار مناسب بوده است. پارامترهای MSE، RMSE و R_Correlation_Test و R2 نیز به ترتیب ۰٫۰۳۸۹، ۰٫۱۹۷۲، ۰٫۸۵۱۷ و ۰٫۸۹۱۲ به دست آمد. بر اساس آنچه ذکر گردید و در نهایت بر اساس نتایج حاصل از مدل شبکه عصبی اولویت‌بندی گزینه‌های مدنظر در پژوهش با توجه به شاخص‌ها مطابق جدول ۸ به دست آمد.

جدول ۸: اولویت‌بندی نواحی بر اساس پایداری زیست‌محیطی در مدل شبکه عصبی

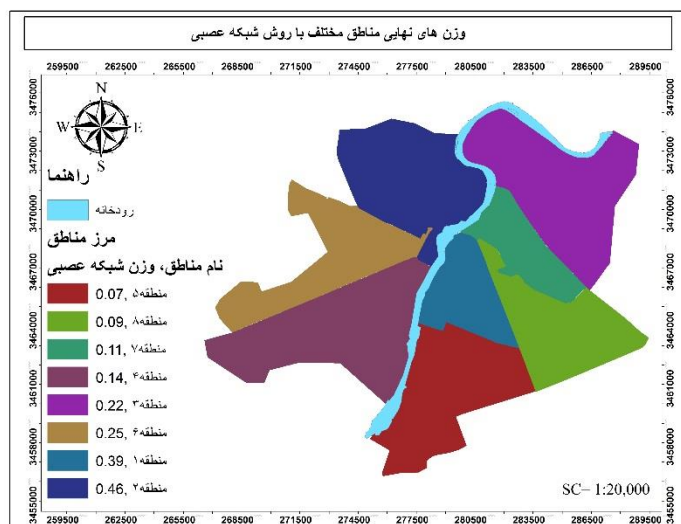
ردیف	گزینه‌ها	وزن شاخص	رتبه
۱	منطقه ۲	۰٫۴۶	۱
۲	منطقه ۱	۰٫۳۹	۲
۳	منطقه ۶	۰٫۲۵	۳
۴	منطقه ۳	۰٫۲۲	۴
۵	منطقه ۴	۰٫۱۴	۵
۶	منطقه ۷	۰٫۱۱	۶
۷	منطقه ۸	۰٫۰۹	۷
۸	منطقه ۵	۰٫۰۷	۸

مأخذ: نگارندگان



مآخذ: نگارندگان

شکل ۸: توزیع فضایی رتبه‌بندی شهر اهواز با مدل تخصیص خطی



مآخذ: نگارندگان

شکل ۹: توزیع فضایی رتبه‌بندی شهر اهواز با مدل شبکه عصبی

نتیجه‌گیری

در این پژوهش ابتدا از طریق مطالعه مبانی نظری پژوهش اقدام به شناسایی معیارهایی که در جهت پایداری زیست‌محیطی مؤثر است شد. سپس از روش اسنادی و کتابخانه‌ای و مراجعه به ادارات و سازمان‌های مختلف در جهت گردآوری اطلاعات بخش تئوریک استفاده شد؛ اما جمع‌آوری اطلاعات اصلی پژوهش، با استفاده از مطالعات میدانی (تکمیل پرسشنامه، مشاهدات و بررسی میدانی) صورت گرفته است. فرآیند پژوهش بدین صورت بود که برای عملیاتی کردن روش‌شناسی از طریق معیارهای به دست آمده از مطالعه ادبیات مسئله، پرسشنامه‌ای طراحی و در ۸ منطقه در بین مردم به روش تصادفی طبقه‌ای توزیع گردید. حجم نمونه از کل مناطق بر اساس فرمول کوکران نامحدود در قالب

طبقات جمعیتی مناطق تعیین شد. بر این اساس در مجموع ۴۲۰ نفر عنوان نمونه مورد مصاحبه قرار گرفتند. یافته‌های پژوهش نشان داد در روش تخصیص خطی، منطقه ۲ با وزن ۰,۱۱۳۷، در اولویت نخست و مناطق ۶، ۸، ۴ و ۱ با وزن ۰,۱۰۹۳، ۰,۰۶۷۲، ۰,۰۵۰۲ و ۰,۰۵۰۷، در اولویت‌های بعدی از لحاظ پایداری زیست‌محیطی قرار دارند. در روش شبکه عصبی، منطقه ۲ با وزن ۰,۴۶ و مناطق ۱، ۶، ۳ با وزن ۰,۳۹، ۰,۲۵ و ۰,۲۲، در اولویت‌های بعدی قرار دارد. با این اوصاف رعایت و در نظر گرفتن تمامی دستورالعمل‌های ارزیابی و به‌ویژه ارزیابی پایداری اعم از انتخاب شاخص‌های مؤثر در پایداری در قالب چارچوب‌های تدوین شده، انتخاب ابزار جامع و یکپارچه در قالب چارچوب‌های تدوین برای ارزیابی و اولویت‌بندی پایداری و در نهایت انتخاب تکنیکی مناسب جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها نقش مهمی در تبیین بهتر واقعیت‌های موجود در نواحی مورد مطالعه در فرآیند توسعه پایدار جهت برنامه‌ریزی دارد. در مناطق ۵ و ۷ توسعه شهر که بر اثر از بین رفتن اراضی بایری و اراضی باغی حاصل شده است. همان‌طور که مشخص است، اگر راهبرد فعلی استفاده از زمین در این مناطق در جهت کاهش اراضی طبیعی و افزایش اراضی شهری بدون توجه به ملاحظات توسعه پایدار تا سال ۲۰۳۰ ادامه داشته باشد، مشکلات زیست-محیطی مهمی، از جمله تخریب مناطق بایر منطقه، کاهش تولید محصولات کشاورزی عمده منطقه کاهش حاصلخیزی و افزایش اراضی بیابانی را موجب می‌گردد که تهدیدی جدی برای اکوسیستم منطقه در آینده خواهد بود. نتایج پژوهش با نتایج تحقیقات (عفیفی و همکاران، ۱۳۹۹)، (حسین زاده و همکاران، ۱۳۹۰)، (عفیفی، ۱۳۹۷) مطابقت داشت.

منابع

- ۱- احمدی، ا. م. ر. طاطیان، ر. تمرناش، ح. یگانه و ی. عصری. (۱۳۹۵): بررسی پوشش گیاهی اراضی شور حاشیه دریاچه ارومیه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۷(۱)، ۱-۱۲.
- ۲- آذر، عادل و رجب‌زاده، علی، (۱۳۸۱): تصمیم‌گیری کاربردی (رویکرد MADM)، نشر نگاه دانش، چاپ اول.
- ۳- بانژاد، حسین، محب زاده، حمید، علیائی، احسان. (۱۳۹۲): کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی و GIS در تخمین پارامترهای مؤثر در تعیین الگوی کشت (مطالعه موردی: شهرستان نهاوند)، علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره پانزدهم، شماره یک.
- ۴- بکائیان، فاطمه. شمسی‌پور، علی‌اکبر. علی‌خواه اصل، مرضیه. (۱۳۹۸): پایش روند تغییرات کاربری اراضی با تأکید بر توسعه فیزیکی شهر تهران، علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره بیست و دوم، شماره یک، صص ۶۱-۷۸.
- ۵- بوچانی، م. ج. و د. فاضلی. (۱۳۹۰): چالش‌های زیست‌محیطی و پیامدهای ناشی از آن ریزگردها و پیامدهای آن در غرب کشور ایران. رهنامه سیاست‌گذاری، ۲(۳)، ۱۲۵-۱۴۶.
- ۶- تاج‌الدین، ایرج. (۱۳۸۲): شناخت و اولویت‌بندی پیش‌نیازهای استمرار استانداردهای کیفی در صنایع کشور، فصلنامه مدیریت فردا، شماره ۲.
- ۷- جبل عاملی، محمد، رضائیفرد، آیت و لنگرودی، علی، (۱۳۸۵): رتبه‌بندی ریسک پروژه با استفاده از فرآیند تصمیم‌گیری چند شاخصه، نشریه دانشکده فنی دانشگاه تهران، شماره ۷.

- ۸- عزیزی قلاتی، س. ک. رنگرن، ج. سدید، پ. حیدریان و ا. تقی زاده. (۱۳۹۵): پیش‌بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیر مارکوف CA_ (مطالعه موردی: منطقه کوه مره سرخی استان فارس)، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۷(۱)، ۵۹-۷۱.
- ۹- عقیقی، محمدابراهیم. (۱۳۹۶): پایش ریزگردها با استفاده از تصاویر چند طیفی ماهواره مادیس در جنوب غربی ایران، جغرافیا (فصلنامه علمی- پژوهشی و بین‌المللی انجمن جغرافیای ایران)، دوره جدید، سال پانزدهم، شماره ۵۵، صص ۱۸۳-۱۹۵.
- ۱۰- عقیقی، محمدابراهیم. منگلی میدوک، احمد. و خشوری، علی. (۱۳۹۹): ارزیابی پایداری زیست‌محیطی با تأکید بر خشک‌سالی و منابع آب با استفاده از فن چند معیاره شبکه عصبی مصنوعی (مطالعه موردی: شهر بابک)، فصلنامه جغرافیای طبیعی، سال دوازدهم، شماره ۴۸، صص ۱۰۵-۱۲۷.
- ۱۱- فلاحی، غلامرضا، دهقان منشادی، اسماعیل. (۱۳۹۵): کاربرد منطق فازی و الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی در تهیه نقشه حساسیت زمین‌لغزش در حوضه رودخانه چالوس، نشریه علمی ترویجی مهندسی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی، دوره ۷ شماره ۲ صفحات ۴۷-۵۹.
- ۱۲- میرحسینی، مرضیه. رستمی، نورالدین. بازگیر، مسعود. توکلی، محسن. (۱۳۹۷): بررسی تأثیر کاربری اراضی بر غلظت گرد و غبار و میزان هدر رفت خاک در مناطق بیابانی (مطالعه موردی: عین خوش دهلران، ایلام)، پژوهش‌های فرسایش محیطی، ۱(۲۹): ۱-۲۰.
- 13- Adam E, Mutanga O, Rugege D. (2010): Multispectral And Hyperspectral Remote Sensing For Identification And Mapping Of Wetland Vegetation: A Review. *Wetlands Ecology And Management*, 18(3): 281-296.
- 14- Azizi, G. Shamsipour, A. A. Miri, M. & T. Safarrad, (2012): Statistic And Synoptic Analysis Of Dust Phenomena In West Of Iran, *Journal Of Environmental Studies*, 38 (3), 123-134. (In Persian).
- 15- Behera, B. Mohanty, S. K. & A. K. Behura, (2007): Effect Of Mulches On Production Potential, Economics And Soil Fertility Status Of Maize + Pigeonpea Intercropping Under Rainfed Conditions Of Eastern Ghats, Orissa, *Indian Journal Of Dryland Agricultural Research And Development*, 22 (1), 37-40.
- 16- Bell, M. (2016): The Use Of Multi-Criteria Decision-Making Methods In The Integrated Assessment Of Climate Changes: Implications For IA Practitioners, *Socio-Economic Planning Sciences*, 37, PP. 289-316.
- 17- Ekhtesasi, M. R. & Z. Gohari, (2013): Determining Area Affected By Dust Storms In Different Wind Speeds, Using Satellite Images (Case Study: Sistan Plain, Iran). *Desert*. 17, 193-202.
- 18- Ghatresamani, M. (2018): Increasing The Dust T In Iran And Its Dimensions In International Law, The 2nd International Conference On Dust, Ilam University, Ilam, Iran. (In Persian).
- 19- Kelly M, Tuxen KA, Stralberg D. (2011): Mapping Changes To Vegetation Pattern In A Restoring Wetland: Finding Pattern Metrics That Are Consistent Across Spatial Scale And Time. *Ecological Indicators*, 11(2): 263-273.
- 20- Luvall JC, Sprigg WA, Levetin E, Hueted A, Nickovic S, Pejanovic GA, Vukovic A, Vande Water PK, Myers OB, Budge AM, Zelicoff AP, Bunderson L, Crimmin TM. (2011): Use Of MODIS Satellite Images And An Atmospheric Dust Transport Model To Evaluate Juniperus Spp. Pollen Phenology And Dispersal To
- 21- Mota, C. Et Al. (2009): A Multiple Criteria Decision Model For Assigning Priorities To Activities, *International Journal Of Project Management*, 27, PP. 175-181.
- 22- Prachi MS, Pravin KD. (2014): Detection And Monitoring Of Two Dust Storm Events By Multispectral MODIS Images. *Journal Of Environmental Research And Development*, 8(4): 974-982.
- 23- Sterk, G. & D. Goossens, (2007): Emissions Of Soil Dust And Related Problems In Europe: An Overview. Support Public Health Alerts. *Journal Of Allergy And Clinical Immunology*, 127(2): AB19.

- 24- Tan, M. Li, X. & L. Xin, (2014): Intensity Of Dust Storms In China From 1980 To 2007: A New Definition, Atmospheric Environment, 215-222.
- 25- Turskis, Z. (2008): Multi-Attribute Contractors Ranking Method By Applying Ordering Of Feasible Alternatives Of Solutions In Terms Of Prefer Ability Technique, Technological And Economic Development Baltic Journal On Sustainability, 14, PP. 224-239.
- 26- Tuxen K, Schile L, Stralberg D, Siegel S, Parker T, Vasey M, Callaway J, Kelly M. (2011): Mapping Changes In Tidal Wetland Vegetation Composition And Pattern Across A Salinity Gradient Using High Spatial Resolution Imagery. Wetlands Ecology And Management, 19(2): 141-157.
- 27- Wang, H. Jia, X. Li, K. & Y. Li, (2015): Horizontal Wind Erosion Flux And Potential Dust Emission In Arid And Semiarid Regions Of China: A Major Source Area For East Asia Dust Storms, Catena, 133, 373-384.
- 28- Xu, J. (2006): Sand-Dust Storms In And Around The Ordos Plateau Of China As Influenced By Land Use Change And Desertification, Catena, 65 (3), 279-284. DOI: 10. 1016 /J. Catena. 2005. 12.006.