مقایسه روش‌های مختلف تجربی، ریاضی و هوشمند در ارزیابی کیفیت زیبایی‌شناختی منظر شهری (مطالعه موردی: شهر گرگان)

سپیده سعیدی[۱*]، سیدحامد میرکریمی[۲]، مرجان محمدزاده[۲]و عبدالرسول سلمان‌ماهینی[۳]

۱) استادیار گروه محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. *یارانامه نویسنده مسئول مکاتبات: s.saeidi@gau.ac.ir
۲) دانشیار گروه محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۳) استاد گروه محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۳۰

چکیده

در عصر حاضر، افزایش مداخلات انسانی موجب ایجاد آشفتگی در الگوهای منظر و تنزل کیفیت منظر شده است. از این رو شناسایی مناطق باارزش و برنامه‌ریزی صحیح و طراحی مناسب در جهت حفاظت و ارتقا ارزش‌های زیبایی‌شناختی و سرمایه‌های منظر امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد. در این پژوهش، هدف بررسی عملکرد روش‌های مختلف تجربی (ارزیابی چندمعیاره به روش ترکیب خطی وزن‌دار)، ریاضی (رگرسیون لجستیک) و هوشمند (شبکه عصبی) در برآورد تناسب ارزش زیبایی‌شناختی شهر گرگان است. پس از مطالعه‌های نظری و تعیین معیارهای تاثیرگذار، نقشه‌سازی و استانداردسازی معیارها صورت گرفت و در نهایت نقشه تناسب ارزش زیبایی‌شناختی بر اساس روش‌های ترکیب خطی وزن‌دار، شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک تهیه شد. جهت ارزیابی عملکرد روش‌های مختلف و انتخاب روش بهینه از نقاط کنترل زمینی و روش اعتبارسنجی ROC استفاده شد. نتایج نشان داد در نقشه حاصل از روش ترکیب خطی وزن‌دار بخش زیادی از داده‌ها در نتیجه ترکیب خطی لایه‌ها و وزن‌دهی از بین رفته است، اما روش شبکه عصبی با عملکرد هوشمندانه و قابلیت ترکیب و تحلیل غیرخطی نسبت به روش ترکیب خطی وزن‌دار و همچنین انجام تحلیل‌های رفت و برگشتی در مقایسه با روش رگرسیون لجستیک، ارزش منطقه مورد مطالعه را بهتر تفکیک می‌کند. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان چنین نتیجه گرفت، زمانی که نسبت به منطقه مورد مطالعه شناخت کمی وجود دارد و امکان انجام بررسی‌های میدانی جهت ثبت نقاط دید باارزش وجود ندارد، انجام روش ترکیب خطی وزن‌دار می‌تواند راهگشا باشد ولی در صورتی که امکان بررسی‌های میدانی جهت تهیه نقشه نمونه‌های تعلیمی واقعی به‌عنوان متغیر وابسته فراهم باشد، به کمک روش شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک می‌توان به نتایج دقیق‌تری دست یافت و در این بین روش هوشمند شبکه عصبی قابلیت بالاتری در تفکیک ارزش‌های سیمای محیط دارد.

واژه‌های کلیدی: ارزش زیبایی‌شناختی، ترکیب خطی وزن‌دار، رگرسیون لجستیک، شبکه عصبی، شهر گرگان.

مقدمه

ارزیابی جاذبه‌های زیبایی‌شناختی به‌عنوان بخش مهم از ارزیابی محیط زیست، اخیرا بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. زیبایی منظر، منبعی است که نه تنها به فرد بیننده سود می‌رساند بلکه سهم مهمی در مطلوبیت کلی یک منطقه دارد و در نهایت می‌تواند با سود اقتصادی برای یک ناحیه در ارتباط باشد (Clay & Daniel, 2000). شناسایی سیماهای دیدنی و قابل درک باید از ابتدا بخشی از پروژه‌های توسعه‌ای باشند تا بتوانند زیبایی‌های سیمای محیط و مدیریت منابع بصری را در زمینه برنامه‌ریزی استراتژیک تقویت کنند (بروغنی و همکاران، ۱۴۰۰؛ Willy, 2001). به‌طور کلی دو رویکرد در زمینه ارزیابی زیبایی محیط شهری وجود دارد.

رویکرد نخست، مبتنی بر ذهنیت ناظر است و ادراک زیبایی یک منظر را به ذهن فرد و عوامل وابسته به فرد نسبت می‌دهد (سعیدی و همکاران، ۱۳۹۲؛ اسکراتن و هاسپرس، ۱۳۸۹؛Solomon, 2005; Holm, 2006). عوامل مانند شخصیت بیننده، محل مشاهده، خصوصیات اجتماعی- اقتصادی بیننده، ترکیب‌بندی و پیچیدگی منظره در این ارزیابی دخیل می‌شوند و ذهنیت فرد تعیین‌کننده زیبایی یا نازیبایی منظره است (Chen *et al*., 2009). پایه‌های این نظریه را می‌توان در آرای افرادی چون کانت مشاهده کرد که معتقد بود زیبایی یک شی یا یک موضوع به ذهنی که آن را درک و داوری می‌کند و نه به خود شی یا موضوع بستگی دارد (Galindo & Carmen, 2005). رویکرد دوم، رویکرد صوری (عینی) است که زیبایی را در ذات منظر می‌داند و همسو با تفکرات گادامر است که نسبیت و ذهنی‌گرا بودن را رد می‌کند. با توجه به تفکرات گادامر، زیبایی شناختی مطالعه اشکال خاصی از لذت‌های ذهنی‌گرای برآمده از اشیاء نیست، بلکه مطالعه آن چیزهایی است که به‌طور عینی‌گرایانه ما را از جنبه های ذهنی‌گرا آگاه می‌کند (ملپاس و دیوی، ۱۳۹۴). رویکرد عینی عمدتا توسط متخصصان منظر و شهرسازان بر اساس قواعد خاص و تعیین شده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد و اعتقاد بر این است که مناظری که بر اساس قواعد عمومی زیبایی شناسی زیبا به شمار می‌روند، از نظر مردم نیز به‌عنوان مناظری زیبا ادراک خواهند شد. پایه و اساس این دسته از نظریات را می‌توان در افکار فیلسوفان یونان باستان مانند افلاطون و ارسطو جستجو کرد (اسکراتن و هاسپرس، ۱۳۸۹؛ Rorty, 1990; Shuttleworth,1979). از شاخص‌ترین موارد استفاده از این نظریه در طول تاریخ در حوزه معماری و شهرسازی می‌توان به مطالعه گروتر (۱۹۸۷) اشاره کرد. همچنین طراحان بسیاری تلاش کردند تا مناظر شهری را بر اساس این قواعد بیافرینند که برخی از این قواعد شامل تعادل، وضوح، تضاد، هماهنگی، یکپارچگی، تناسب، تنوع و یا پیچیدگی و وحدت هستند (Balsas, 2022; Othman, 2015). به علاوه، برخی تلاش کرده‌اند تا زیبایی را با محاسبات ریاضی اندازه‌گیری کنند (Schmidhuber, 1997). در دوره حاضر نیز با پیشرفت فناوری، این نظریه با کمک ابزارهای پیشرفته و نرم‌افزارهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد که از جمله این تلاش‌ها می‌توان به ارزیابی کیفیت منظر شهری به کمک نرم‌افزارهای رایانه‌ای (Sakieh *et al*., 2017; Saeidi *et al*., 2019; Bostanci & Ocakci, 2011؛ سعیدی و همکاران، ۱۳۹۳) اشاره کرد. زیبایی‌شناسی شهری نیز متاثر از همین دو رویکرد متفاوت است.

نگرش طراحی بر مبنای نظر متخصصان و کارشناسان در تجزیه و تحلیل سیمای محیط بر مدیریت علمی محیط زیستی مسلط شده است و اساسا اعتقاد بر این است که کیفیت بصری سیمای محیط از طریق ارزش‌های فیزیکی و زیستی ذاتی مستقل از نظر و تجربه عموم مردم تعریف شود (Wu *et al*., 2010). در این دیدگاه برنامه‌ریزان، جغرافی‌دانان و ارزیابان، سیمای محیط را به‌عنوان یک ویژگی قابل نقشه‌سازی و طبقه‌بندی در نظر می‌گیرند. این نگرش از این پیش‌فرض که سیمای محیط یک کیفیت ذاتی دارد، استفاده می‌کند. سامانه اطلاعات جغرافیایی به ارزیابی عینی بخش‌های مختلف سیمای محیط کمک زیادی کرده است. نقش GIS ساختن اطلاعات مبنا (واردسازی داده‌ها، نگهداری و پردازش داده ها) برای ایجاد نتایج کارتوگرافیک از طریق تحلیل، مدل سازی و شبیه سازی تغییرات کاربری زمین است. پایگاه داده‌های GIS، برنامه‌ریزان را قادر به بررسی ارزیابی اثرات محیط‌زیستی، توسعه‌های پیشنهادی، حل تعارضات منابع تفرجی و ایجاد ابزارهای کارآمد برای مدل‌سازی و پیش‌بینی خطرات و اثرات می‌سازد. ادغام GIS و روش‌های مدل‌سازی عامل مبنا، ابزارهای حامی تصمیم‌گیری پیشرفته‌تری را برای حل مسایل مدیریتی پیچیده از قبیل ارزیابی کیفیت زیبایی‌شناختی که تا چندی پیش یک منبع غیرقابل‌سنجش بوده را فراهم کرده است (Chhetri & Arrowsmith, 2003; Saeidi *et al*., 2019). تفسیر زیبایی‌شناختی سیمای سرزمین به صورت نقشه‌سازی شده این امکان را فراهم می‌کند که ارزش زیبایی‌شناختی هر پهنه به صورت کمی شناسایی شود (Saeidi *et al*., 2019; Sakieh *et al*., 2017).

زیبایی از مقولاتی است که دستیابی به آن به موفقیت و کارکرد یک فضای شهری کمک زیادی می‌کند (امین‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳).

با توجه به گرایش فطری انسان به زیبایی و تاثیرگذاری آن بر همه ابعاد زندگی و از طرف دیگر اهمیت زیبایی و

جذابیت منظر در مطلوبیت زندگی شهروندان و تفسیر آنان از محیط زندگی‌شان، تلاش در راستای شناخت و ایجاد اصول زیبایی‌شناختی و حفظ زیبایی‌های طبیعی در منظر شهر، به‌عنوان امری مهم و اجتناب‌ناپذیر اهمیت می‌یابد. چرا که امروزه این عامل به عنوان شاخصی مهم جهت ارزیابی و تحلیل قدمت و اصالت تمدن‌های بشری و آسایش ساکنان در نظر گرفته می شود (معززی و همکاران، ۱۳۹۲). با این وجود رشد سریع شهرها فشار سنگینی بر سرزمین و منابع پیرامون آن ایجاد کرده است به شکلی که منابع دارای ارزش زیبایی‌شناختی نیز از این روند مستثنی نیستند. با توجه به روند روز افزون توسعه شهری و در پی آن تخریب فضاهای طبیعی دارای ارزش بصری، درک و شناخت صحیح این روند به‌منظور اجرای مدیریتی کارآمد جهت جلوگیری از کاهش ارزش زیبایی‌شناختی مناطق پیرامون ضروری است. یک روش مناسب برای انجام این کار، دیدن تغییرات از طریق شبیه‌سازی رایانه‌ای و ارزیابی اثرات آنها است (عزت‌پناه و کحگلو، ۱۳۹۳). روش‌های مختلفی برای ارزیابی ارزش‌های ذاتی زیبایی منظر وجود دارد که می‌توان به ارزیابی چندمعیاره با روش ترکیب خطی وزن‌دار (MCE WLC[1])، مدل‌سازی به روش رگرسیون لجستیک و مدل‌سازی به روش شبکه عصبی مصنوعی با ساختار پرسپترون چندلایه (MLP[2]) اشاره کرد. رایج‌ترین شیوه برای ادغام معیارها جهت تحلیل تناسب زمین، روش ترکیب خطی وزن‌دار است. این رویکرد توسط Eastman و همکاران در سال (۱۹۹۵) توسعه یافت. در این رویکرد اطلاعات زمینی تبدیل به مجموعه‌هایی از فاکتورهای مربوط به منطقه مورد مطالعه می‌شود. این فاکتورها پس از وزن‌دهی، ترکیب می‌شوند و در ادامه به‌وسیله روی هم‌گذاری و جمع‌بندی، نقشه تناسب مورد نظر به‌دست می‌آید. مدل رگرسیونی مدلی آماری است که در آن رابطه بین یک پدیده (متغیر وابسته) و برخی از عوامل آن (متغیرهای مستقل) بر مبنای یک سری از مقادیر مشاهداتی تعریف می‌گردد. شبکه‌های عصبی مصنوعی با ساختار نقشه‌سازی غیرخطی برای مدل‌سازی سیستم‌های متصل به یکدیگر توسعه داده شده‌اند. روش شبکه عصبی یک مکانیسم محاسباتی است که قادر به گرفتن اطلاعات و محاسبه کردن آنها و ارایه مجموعه اطلاعات جدید است (Lee *et al.*, 2006).

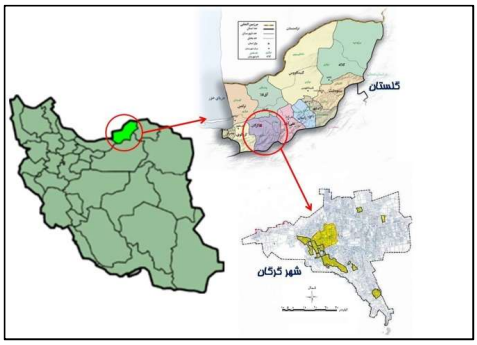
در این پژوهش ارزش‌های زیبایی‌شناختی منظر شهر گرگان با استفاده از رویکرد ترکیبی (عینی- ذهنی) مورد ارزیابی قرار گرفت، هرچند رویکرد عینی در این تحقیق غالب است. با توجه به پیچیدگی مولفه‌های ذهنی موثر بر درک ارزش زیبایی‌شناختی، این ارزیابی با استفاده از روش‌های رایانه‌ای و GIS انجام شده است و معیارها به گونه ای انتخاب شدند که قابل نقشه‌سازی باشند ولی تا حد امکان عوامل موثر بر ذهنیت ناظر مانند ترکیب‌بندی و پیچیدگی منظر در آن گنجانده شده است و تنها ویژگی‌های ذاتی منظر (مانند وجود و عدم وجود یک پدیده) مد نظر قرار نگرفته است، بلکه با لحاظ کردن تنوع از قبیل تنوع جامعه درختی و تنوع ناهمواری‌ها و همچنین با در نظر گرفتن محدوده تراکمی و ارتفاع ساختمان‌ها و با توجه به اینکه هر چه تراکم و ارتفاع ساختمان‌ها بیشتر شود به سبب ایجاد انسداد دید از ارزش زیبایی‌شناختی منطقه کاسته می‌شود، به نوعی نظر و ادراک عمومی افراد در آن گنجانده شده است. همچنین لازم به ذکر است که در روش‌های رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی متغیر وابسته که همان نقاط زیبا و نازیبا هستند، نقاطی هستند که طبق نظر و ترجیح عمومی افراد برگزیده شده‌اند. مرور منابع مختلف داخلی و خارجی نشان می‌دهد که تا کنون در زمینه مقایسه کارایی این روش‌ها در حیطه ارزیابی ارزش‌های زیبایی‌شناختی تحقیقی صورت نگرفته است.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی شهر گرگان

شهر گرگان یکی از شهرهای سواحل دریای خزر و مرکز استان گلستان است که در عرض جغرافیایی ۳۶° ۴۹′ و طول ۲۸′ ۵۴° شرقی و با ارتفاع ۱۵۵ متر از آب‌های آزاد و در جنوب‌شرقی دریای خزر و در دامنه کوه شاهوار بر سر راه تردد تهران به مشهد واقع شده است (شکل ۱). آب و هوای منطقه مورد مطالعه معتدل و مرطوب است هرچند تابستان‌های نسبتا گرم و شرجی دارد. اقلیم منطقه بسیار گوناگون و متنوع است و کوه، جنگل و چمن‌زار، جلگه و دشت، بیابان و شوره‌زار، دریا و خلیج، رودخانه و تالاب و زمین‌های کشاورزی را شامل می شود (سالنامه آماری استان گلستان، ۱۳۹۹).

[1] Multi Criteria Evaluation- Weighted Linear Combination
[2] Multi-Layer Perceptron



شکل ۱. موقعیت شهر گرگان در استان گلستان و ایران

معیارهای موثر بر ارزش زیبایی‌شناختی شهر گرگان

ایجاد ارتباط بین شـــهر با طبیعت برای حضـــور بیشـــتر طبیعت در شـــهر و در ارتباط موثر با شـــهر و معرفی نمادهای طبیعی در محیط شـــهری از جمله اقداماتی اســـت که می‌تواند برای بازگشت به وضعیت مطلوب گذشته شهرها و طبیعت دربرگیرنده آنها مفید باشـــد (گودرزی و حق‌طلب، ۱۳۹۱؛ ســـیف‌الدینی و همکاران، ۱۳۹۳). بنابراین در این پژوهش ســـعی شـــد تا مجموعه‌ای از معیارهای طبیعی و شـــهری در مدل‌ســـازی ارزش‌های زیبایی‌شـــناختی شـــهر گرگان دخیل شـــوند. هشـــت معیار مختلف شـــامل باغات و کشـــاورزی (Othman *et al*., 2015)، مبرقعی و تربتی، ۱۳۹۳)؛ تنوع جامعه درختی، تراکم پوشـــش گیاهی (امین‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳؛ Chen *et al*., 2014; Kremer *et al*., Weiqi *et al*., 2014 2016; Martina *et al*., 2016;)؛ تـــنـــوع نـــاهـــمـــواری‌هـــا (Arrowsmith, 2001)؛ تراکم و ارتفاع ســـاختمان‌ها (Weiqi *et al*., 2014; Chen *et al*., 2014)؛ پارک های شـــهری و جنگلی (Ayad, 2005; Weiqi *et al*., 2014) و آثارتاریخی و میـــادین و رفوژهـــا و بلوارهـــا (بحرینی، ۱۳۷۷؛ امین‌زاده و همکـــاران، ۱۳۹۳) جهـــت مکـــان‌یـــابی منـــاطق دارای ارزش زیبایی‌شناختی با مرور منابع مختلف و نظر کارشناسی ۲۰ نفر از ا ساتید دا شگاه و کار شنا سان ر شته‌های مختلف از قبیل محیط‌زیســـت، شـــهرســـازی، معماری منظر، جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری و آمایش سرزمین انتخاب شدند.

نقشـــه هر یک از این معیارها برای ورود به نرم‌افزار به صورت جداگانه و لایه‌های فازی (۰–۲۵۵) تهیه شدند. برای تهیه نقشـــه‌های مربوط به معیارهای باغات و کشـــاورزی، پارک‌ها و میادین، رفوژها و بلوارها از نقشـــه کاربری اراضـــی شهر گرگان استفاده شد. نقشه مربوط به آثار تاریخی از اداره کل میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان گلستان مربوط به طرح آمایش اســـتان گلســـتان تهیه شـــد. لایه تنوع جامعه درختی نیز از نقشه ۱:۲۵۰۰۰ تیپ پوشش درختان تهیه شد (استانداری استان گلستان، ۱۳۹۳). لایه NDVI[6] به‌عنوان شاخ صی از تراکم پو شش گیاهی در نرم‌افزار ایدریـ سی تهیه شد. این شاخص با ا ستفاده از رابطه (۱) قابل تخمین ا ست. برای تهیه این شـــاخص از باندهای ۳ و ۴ تصـــویر ماهواره LANDSAT5 ســـنجنده TM مربوط به نهم آگوســـت ســـال ۲۰۱۲ اســـتفاده شـــد. این شـــاخص در مقایســـه با ســـایر شـــاخص‌های گیاهی با خصـــوصـــیات مختلف پوشـــش گیاهی همبســـتگی بالایی نشـــان داد (Flynn *et al*., 2008)، به همین دلیل در مقایســـه با ســـایر شـــاخص‌های گیاهی ارجح بوده و ا ستفاده از آن متداول‌تر ا ست (Lyon & Gross, 2005؛ غلامی و همکاران، ۱۳۹۳).

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R} \quad \text{رابطه (۱)}$$

نقشـــه محدوده تراکمی و ارتفاع ســـاختمان‌ها نیز از نقشـــه حوزه‌های تراکم وضـــع موجود شـــهرداری گرگان تهیه شـــد. هرچه تراکم و ارتفاع ساختمان‌ها بیشتر با شد به سبب ایجاد انســـداد دید از ارزش زیبایی‌شـــناختی منطقه کاســـته می‌شـــود. برای تهیه نقشـــه تنوع ناهواری‌ها ابتدا از روی نقشـــه DEM منطقه، نقشـــه شـــکل زمین (پســـتی‌ها و بلندی‌ها) اســـتخراج گردید، سپس از نقشه شکل زمین، فیلتر مد ۳×۳ تهیه شد تا بزرگترین تنوع در هر پنجره به آن پنجره اطلاق شود. در ادامه از نقشه فیلتر شده به‌د ست آمده، NDC[1] 7×7 تهیه شد و در نهایت طبقه آخ ر این نقشه که نشان‌دهنده متنوع‌ترین پهنه‌های

[1] Number of Different Classes

موجود در منطقه مورد مطالعه است، با استفاده از دستور طبقه‌بندی مجدد جدا گشت.

مدل‌سازی ارزش زیبایی‌شناختی

در این پژوهش جهت مدل‌سازی ارزش‌های زیبایی‌شناختی سیمای سرزمین از سه روش ارزیابی چندمعیاره به روش ترکیب خطی وزن‌دار (MCE-WLC)، رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی مصنوعی با ساختار پرسپترون چندلایه (MLP) استفاده شد تا با مقایسه نتایج به‌دست آمده مناسب‌ترین روش انتخاب شود. در ادامه چگونگی روش اجرای هر مدل به تفکیک توضیح داده می‌شود:

ارزیابی چندمعیاره به روش ترکیب خطی وزن‌دار (MCE WLC): در این روش پس از شناسایی معیارهای موثر بر ارزش زیبایی‌شناختی سیمای سرزمین، برای تهیه نقشه نهایی تناسب ارزش زیبایی‌شناختی در نرم‌افزار ایدریسی، ابتدا نقشه‌های بی‌مقیاس شده معیارها (فازی) در وزن‌های برآورد شده ضرب و سپس با رویه جمع برداری با یکدیگر تلفیق و مجموع امتیازات برای هر سلول محاسبه می‌شود (رابطه ۲) (سلمان‌ماهینی و کامیاب، ۱۳۹۰). در این روش وزن‌دهی به معیارها با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی و مبتنی بر نظرات کارشناسان صورت می‌گیرد.

$$S = \sum_{i=1}^{n} (Wi\ Xi) * Ci \quad \text{رابطه (۲)}$$

در این معادله S تناسب لایه مورد نظر، W وزن هر یک از لایه‌ها، X لایه فازی یا همان عامل و C لایه بولین یا همان محدودیت است.

مدل‌سازی رگرسیونی: در این روش بین یک پدیده (متغیر وابسته) و برخی از عوامل آن (متغیرهای مستقل) بر مبنای یک سری از مقادیر مشاهداتی رابطه‌ای تعریف می‌گردد. مدل رگرسیون لجستیک نوع خاصی از مدل‌های رگرسیونی است که در آن متغیر وابسته دو حالتی است و فقط مقادیر صفر یا یک را اختیار می‌کند. در این روش نیز متغیر وابسته مجموعه‌ای از نقاط زیبا و نازیبا است که پس از بازدید میدانی از منطقه مورد مطالعه تعیین می‌شوند. جهت تهیه نقشه متغیر وابسته به نقاطی که دارای ارزش زیبایی‌شناختی بودند ارزش یک و به سایر نقاط فاقد ارزش ارزش زیبایی شناختی نیز به‌عنوان متغیر مستقل در مدل وارد شدند و در نهایت پس از برقراری رابطه رگرسیونی نقشه نهایی تناسب ارایه می‌شود. در خصوص ارزیابی مدل رگرسیونی برازش یافته با محاسبه دو شاخص $Pseudo\text{-}R^2$ و ROC انجام می‌شود. شاخص $Pseudo\text{-}R^2$ بر مبنای قاعده نسبت احتمال، نیکویی برازش در رگرسیون لجستیک را آزمون می‌کند و مطابق رابطه (۳) محاسبه می‌شود:

$$Pseudo\ R_square = 1 - (\log(Likelihood)/\log(L0)) \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در این رابطه Likelihood مقدار تابع احتمال در حالتی است که مدل به صورت کامل برازش یابد و L0 مقدار تابع احتمال در حالتی است که تمام ضرایب به غیر از عرض از مبدا صفر باشند.

شبکه عصبی مصنوعی: شبکه‌های عصبی مصنوعی با ساختارهای نقشه‌سازی غیرخطی و برای مدلسازی سامانه‌های متصل به هم مغزی متشکل از نورون‌ها توسعه داده شده است. از آنجایی که رایانه‌ها توانایی پیروی از قابلیت‌های مغز برای مرتب کردن الگوها و تعلیم از طریق آزمون و خطا را دارند، از این قابلیت برای بررسی ارتباط بین داده‌ها استفاده می‌شود (کامیاب و علیپروورکی، ۱۳۹۹). از شبکه عصبی مصنوعی برای تشخیص الگوها در علوم مختلفی مانند تحلیل تصاویر (Suzuki *et al*., 2006)، فرسایش خاک (Gholami *et al*., 2018)، شوری خاک (Garajeh *et al*., 2021)، پیش‌بینی آب و هوا (Deo & Sahin, 2015) و تغییرات سیمای سرزمین (کامیاب و علیپروورکی، ۱۳۹۹) استفاده می‌شود. همچنین شبکه عصبی مصنوعی در مطالعه‌های متعددی برای بررسی فرآیند توسعه شهری به‌صورت مستقل و یا در ترکیب با سایر مدل‌ها استفاده شده است (Aarthi & Gnanappazham, 2018; Liang *et al*., 2018; Yin *et al*., 2018). شبکه‌های عصبی به دو دسته نظارت شده و نظارت نشده تقسیم می‌شوند. در شبکه عصبی نظارت نشده اطلاعات و داده‌های قبلی موجود نیست و یا این اطلاعات ضعیف هستند ولی در شبکه عصبی نظارت شده از قبل نمونه‌هایی از واقعیت در شرایط طبیعی موجود بوده و بر اساس این نمونه طبقه‌بندی صورت می‌گیرد (کامیاب و همکاران، ۱۳۹۰). MLP، یک روش شبکه عصبی نظارت شده است یعنی علاوه بر متغیرهای مستقل که در این تحقیق همان ۸ معیار ذکر شده موثر بر ارزش زیبایی‌شناختی هستند، متغیر وابسته هم در

مدل وارد می شود. در اینجا متغیر وابسته مجموعه‌ای از نقاط زیبا و نازیبا است که پس از بازدید میدانی از منطقه مورد مطالعه تعیین شدند. این مدل مراحل زیر را برای رسیدن به خروجی مورد نظر که در اینجا یافتن تناسب ارزش های زیبایی‌شناختی منطقه مورد مطالعه است را طی کرده است:

– ایجاد شبکه: منظور از ایجاد شبکه وارد کردن لایه‌های ورودی و لایه خروجی است. لایه‌های ورودی در این مدل ۸ معیار تاثیرگذاری هستند که در مدل‌سازی به روش WLC وارد شدند و لایه خروجی، همان تصویر تناسب ارزش‌های زیبایی‌شناختی منطقه مورد مطالعه است که توسط این مدل قرار است پیش‌بینی شود.

– آموزش شبکه: در این مرحله شبکه با بخشی از داده ها برای یافتن کمترین خطای RMS مورد آموزش قرار می‌گیرد. برای آموزش شبکه یک لایه mask از مجموع نقاط زیبا و نازیبای موجود در منطقه مورد مطالعه تهیه شد (به هر دو لایه ارزش یک اختصاص یافت) تا شبکه بتواند به‌طور تصادفی از تعدادی از این نقاط برای آموزش و از تعدادی برای تست استفاده کند.

– اعتبارسنجی مدل: تفاوت بین خروجی محاسبه شده با شبکه و خروجی واقعی با استفاده از خطای مجذور میانگین مربعات[1] و ضریب تبیین (r^2) برآورد می‌گردد (روابط ۴ و ۵). مقدار r^2 برآورد شده نیز شاهدی مبنی بر درستی و صحت مدل خواهد بود. RMSE هم واحد با داده‌ها است. در این روابط y_i و x_i به‌ترتیب مقادیر مشاهداتی و محاسباتی در گام زمانی i ام N تعداد داده است. SS_{res} مجموع مربعات باقی‌مانده و SS_{tot} مجموع مربعات کل است (Beaubien, 2005).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(x_i - y_i)^2} \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$r^2 = 1 - \frac{SS_{res}}{SS_{tot}} \quad \text{رابطه (۵)}$$

با توجه به موارد بیان شده، در این پژوهش به‌منظور ارزیابی توان منطقه برای مکان‌یابی مناطق دارای ارزش زیبایی‌شناختی از روش شبکه عصبی مصنوعی از نوع شبکه پرسپترون چندلایه با لایه‌های پنهان استفاده شد. آموزش شبکه‌های پرسپترون چندلایه با استفاده از الگوریتم آموزش پس انتشار خطا[2] صورت گرفت و نقشه مربوط به متغیر وابسته (نقاط زیبا و نازیبا) و متغیرهای مستقل (هشت معیار) به‌عنوان لایه‌های ورودی وارد مدل شدند. تعداد تکرارهای لازم در فرآیند ۱۰۰۰۰ گردش در نظر گرفته شد و عملکرد شبکه به کمک معیار میانگین مربعات خطا و ضریب تبیین مورد ارزیابی قرار گرفت.

ارزیابی عملکرد روش‌های مختلف

پس از تحلیل داده‌ها با انواع روش‌ها لازم است عملکرد آنها مورد ارزیابی قرار گیرد. برای این منظور روش‌های متنوعی وجود دارد که عمده‌ترین این روش‌ها مقایسه مقادیر مشاهداتی و محاسباتی روش‌های مورد استفاده از طریق شاخص‌های ارزیابی است. جهت اعتبارسنجی می‌بایست از داده‌هایی که قبلا در مدل وارد نشده، استفاده کرد (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۴). یکی از این روش‌ها استفاده از شاخص ROC(شاخص عملکرد نسبی) است. در تحقیقات متعددی از این شاخص جهت بررسی کارایی مدل‌های مختلف استفاده شده است (Rossiter & Loza, 2010; Chen *et al*., 2015; Ruisánchez *et al*., 2021). این شاخص از روی منحنی ROCمحاسبه می‌شود. منحنیROC، نموداری است که در آن نسبت پیکسل‌هایی که توسط مدل به درستی پیش‌بینی شده‌اند[3] در برابر مقدار مکمل آن یعنی نسبت پیکسل‌هایی که نادرست پیش‌بینی شده‌اند[4] ترسیم می‌گردد.

هنگامی که بین نقشه واقعی و نقشه حاصل از شبیه‌سازی تطابق کامل وجود داشته باشد شاخص ROC برابر با یک خواهد بود و در مواردی که تطابق مکانی دو نقشه کاملا تصادفی باشد مقدار ROC برابر با ۰/۵ می‌شود. در این تحقیق نیز برای مقایسه کارایی روش‌های مختلف، اعتبارسنجی با استفاده از تابع ROC انجام شد. در این مرحله با توجه به اینکه هدف، مقایسه کارایی روش‌های مختلف است، نقاط مورد استفاده اعتبارسنجی، نقاطی بودند که در حین اجرای روش رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی مورد استفاده قرار نگرفتند ولی بالا بودن ارزش زیبایی‌شناختی آن توسط بازدیدهای میدانی از قبل مسجل شده است.

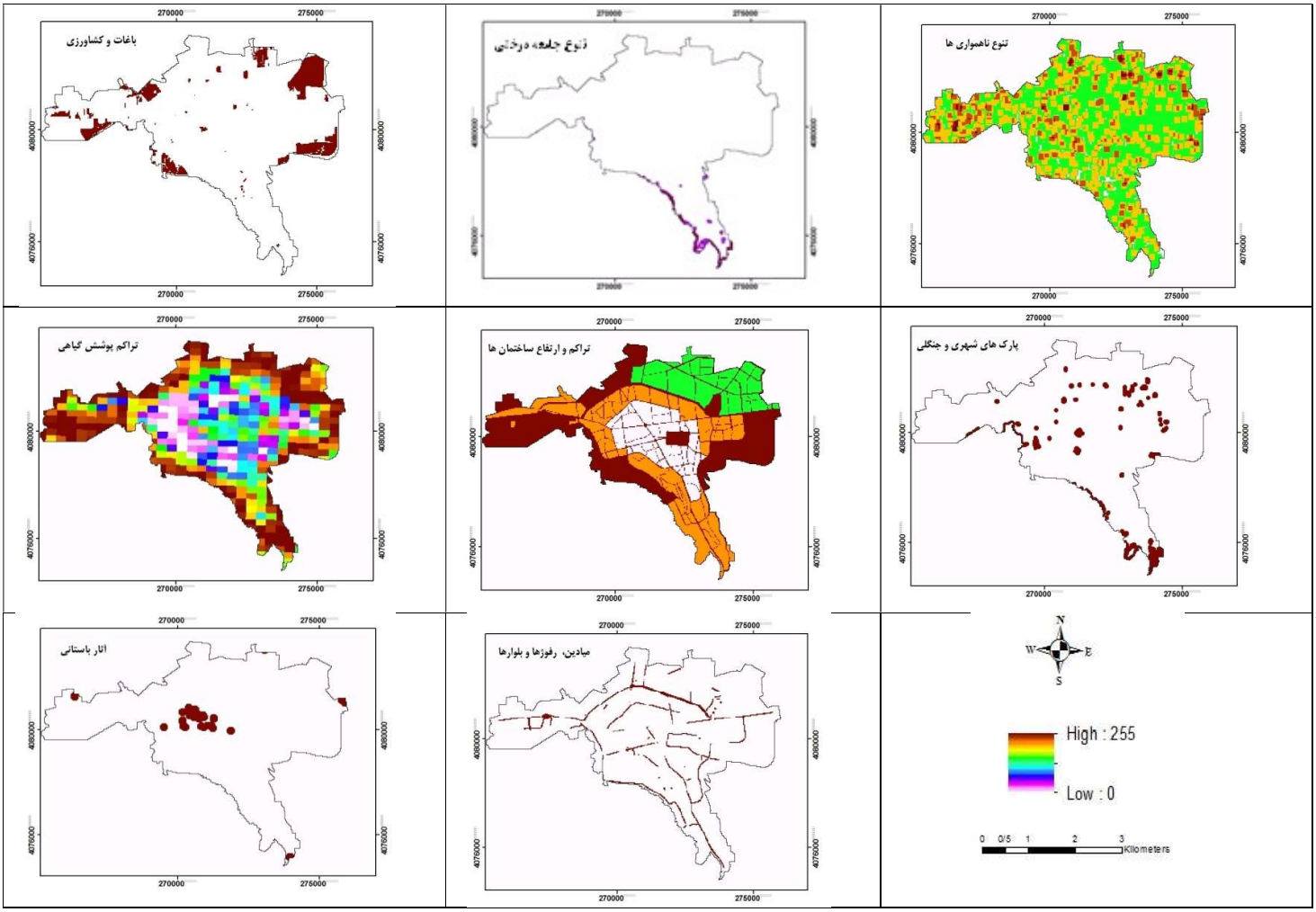
نتایج

بعد از جمع‌آوری داده و نقشه‌سازی عوامل موثر بر ارزش زیبایی‌شناختی منطقه مورد مطالعه و استانداردسازی این معیارها در محدوده ۰–۲۵۵، هشت معیار مختلف شامل باغات و کشاورزی، تنوع جامعه درختی، تنوع ناهمواری‌ها،

[1] Root Mean Squared

[2] True positive
[3] False positive
[4] Back propagation

تراکم پوشش گیاهی، تراکم و ارتفاع ساختمان‌ها، پارک‌های شهری، آثار تاریخی و میادین، رفوژها و بلوارها تحت عنوان متغیرهای مستقل در هر یک از مدل‌ها وارد شدند. شکل (۲) نقشه استاندارد شده انواع معیارهای موثر بر ارزش زیبایی‌شناختی شهر گرگان را در محدوده ۰ تا ۲۵۵ نشان می‌دهد.



شکل ۲. نقشه معیارهای ورودی جهت مدل‌سازی ارزش‌های زیبایی‌شناختی

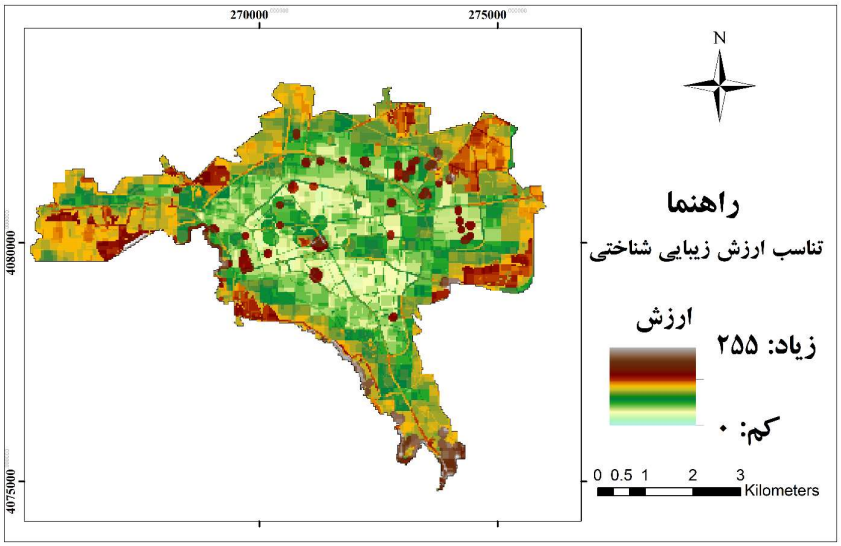
نتایج حاصل از اجرای ارزیابی چندمعیاره به روش ترکیب خطی وزن‌دار (MCE WLC)

به‌منظور ارزیابی توان منطقه برای مکان‌یابی مناطق دارای ارزش زیبایی‌شناختی با به‌کارگیری روش ترکیب خطی وزن دار، عمل تلفیق نقشه‌های استاندارد شده شامل عامل‌ها، لایه‌های محدودیت و وزن‌های متناظر آنها انجام شد. جهت وزن‌دهی به پارامترها از روش مقایسات زوجی (AHP) استفاده شد. در این رابطه پرسشنامه‌ای تدوین و بین ۲۰ نفر از اساتید و متخصصین در زمینه محیط‌زیست، شهر سازی، معماری منظر، جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری و آمایش سرزمین توزیع گردید. جدول (۱) سطر مربوط به روش MCE WLC، وزن به‌دست آمده برای هر یک از معیارها را نشان می‌دهد. نرخ ناسازگاری جهت وزن‌دهی به معیارها با استفاده از روش AHP، ۰/۰۲ درصد برآورد شد. با توجه به اینکه ضریب ناسازگاری کمتر از ۰/۰۱ است، وزن‌دهی صحیح بوده و تجدیدنظر در وزن‌دهی لازم نیست (Saaty, 2004).

جدول ۱. نحوه تخصیص ضریب تاثیر معیارهای ورودی در سه روش MCE WLC، رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی مصنوعی

معیارهای موثر بر ارزش زیبایی‌شناختی شهر گرگان

روش مدل‌سازی	روش محاسبه ضریب تاثیر معیارها	پارک‌ها	تنوع جامعه درختی	تراکم پوشش گیاهی	باغات و کشاورزی	تنوع پستی بلندی-ها	آثار تاریخی	میادین و رفوژها	تراکم و ارتفاع ساختمان‌ها
MCE WLC	وزن‌دهی به روش AHP	۰/۲۳۸۰	۰/۱۵۸۷	۰/۱۲۴۲	۰/۱۱۳۲	۰/۱۱۱۴	۰/۱۰۴۸	۰/۰۸۴۵	۰/۰۶۵۲
رگرسیون لجستیک	ضریب رگرسیونی	+۰/۰۱۳۷	−۰/۰۳۵۵	+۰/۰۰۵۳	+۰/۰۱۲۵	−۰/۰۰۴۳	+۰/۰۰۹۵	+۰/۰۰۲۵	+۰/۰۰۲۹
شبکه عصبی	R^2	۰/۰۴۰۳	۰/۶۳۶۹	۰/۵۳۹۲	۰/۵۶۷۳	۰/۶۳۷۰	۰/۶۱۸۴	۰/۶۲۶۹	۰/۶۳۸۴



شکل ۳. نقشه تناسب ارزش زیبایی‌شناختی شهر گرگان با استفاده از روش MCE WLC

شکل ۳ نقشه کیفیت زیبایی شناسی منطقه پس از ترکیب خطی وزنی لایه‌های فازی و بسط ارزش‌ها در محدوده ۲۵۵-۰ را نشـــان می‌دهد. با افزایش ارزش در نقاط، مطلوبیت این مناطق از نظر ارزش زیبایی‌شـناختی و کیفیت بصـری افزایش می‌یابد.

نتایج حاصل از اجرای روش رگرسیون لجستیک

همان‌طور که در قسمت‌های پیشین بیان شد جهت اجرای روش رگرســـیون لجســـتیک و پیش‌بینی تناســـب ارزش زیبایی شناختی منطقه لازم ا ست لایه متغیر وابسته که در این مطالعه نقاط دارای ارزش زیبایی‌شـــناختی هســـتند همراه با متغیرهای مســـتقل (۸ معیار موثر بر ارزش زیبایی‌شـــناختی) به‌عنوان ورودی وارد سیستم شوند. متغیر وابسته به صورت نقشـه بولین (صـفر و یک) و متغیرهای مسـتقل به صـورت نقشه‌های فازی‌شده وارد شدند. در نهایت پس از اجرای مدل، هر متغیر بنا به تاثیرش بر ارزش بصـــری منطقه، در آنالیز رگرســـیونی ضـــریبی (وزنی) به خود اختصـــاص داد که این ضـــرایب در جدول (۱) آمده‌اند. رابطه (۴)، مدل آماری پیش‌بینی مناطق دارای ارزش زیبایی شناختی به‌دست آمده از روش رگرسیون لجستیک با هشت متغیر ذکر شده در بالا را نشان می‌دهد.

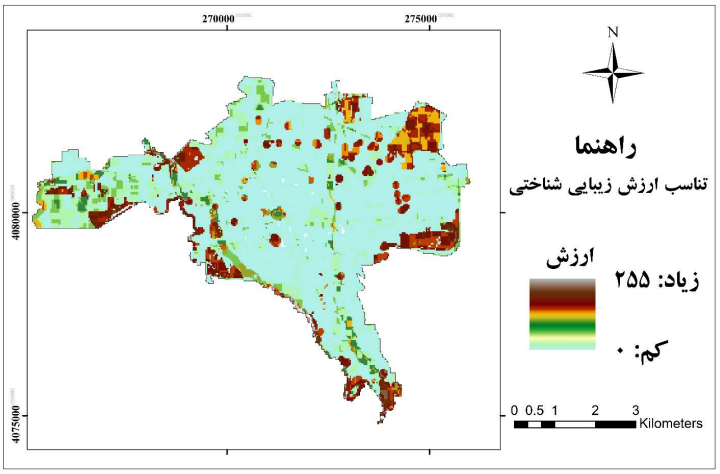
رابطه (۴)

Logit (ارزش زیبایی‌شناختی) = −۵/۹۰۰۵ + ۰/۰۰۹۵+ (آثار تاریخی) −۰/۰۳۵۵ (تیپ پوشش جنگلی) +۰/۰۱۳۷ (پارک‌های شهری و جنگلی)
−۰/۰۰۴۳ + (تنوع پستی بلندی‌ها) ۰/۰۰۲۹ + (تراکم و ارتفاع ساختمان‌ها) +۰/۰۰۵۳ (تراکم پوشش گیاهی) +۰/۰۰۲۵ (میادین و رفوژها) +۰/۰۱۲۵ (باغات و کشاورزی)

رابطه رگرسیونی نشان می‌دهد متغیر تنوع پستی بلندی‌ها و تیپ پوشـــش درختی با ارزش زیبایی‌شـــناختی منطقه رابطه معکوســـی داشـــته، درحالی‌که ســـایر پارامترها دارای رابطه مســـتقیم با ارزش زیبایی‌شـــناختی هســـتند و با افزایش ارزش

آنها بر ارزش زیبایی‌شناختی منطقه افزوده می‌شود. با توجه به ضرایب اختصاص یافته به هر معیار در معادله رگرسیونی، معیارهای پارک‌های شهری و جنگلی و همچنین باغات و کشاورزی نسبت به سایر معیارها ضرایب بالاتری را به خود اختصاص داده‌اند و به‌عنوان تاثیرگذارترین معیارها بر ارزش زیبایی‌شناختی منطقه مورد مطالعه مطرح هستند.

شاخص‌های اعتبارسنجی مدل رگرسیونی دو شاخص Pseudo- R^2 و ROC هستند. مقدار برآورد شده Pseudo- R^2 برای این مدل برابر با ۰/۳۲۳۳ است و همان‌طور که در قسمت مقدمه بیان شد مقادیر بالاتر از ۰/۲ نشان‌دهنده برازش و نکویی مدل است که نتیجه به‌دست آمده درستی مدل اجرا شده را تایید می‌نماید. اعتبارسنجی صورت گرفته توسط تابع ROC که ۰/۸۵۸۲ برآورد شده است نیز موید درستی و اعتبار نسبتا بالای مدل می‌باشد. این مقدار هرچه از ۰/۵ به سمت ۱ برود نشان‌دهنده برازش و اعتبار بیشتر مدل است و در واقع میزان درستی با استفاده از داده‌های مستقل را بیان می‌کند. شکل (۴) خروجی مدل رگرسیونی در قالب نقشه رستری را نشان می‌دهد.



شکل ۴. نقشه تناسب ارزش زیبایی‌شناختی شهر گرگان با استفاده از روش رگرسیون لجستیک

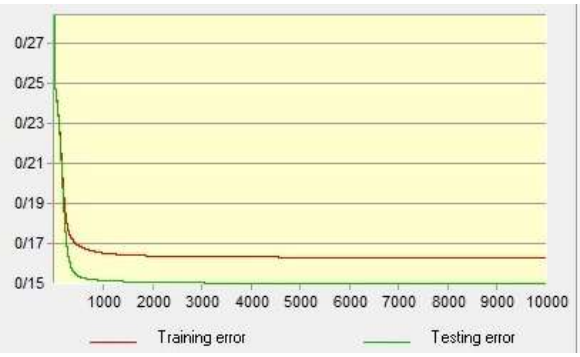
شکل فوق، حاصل ادغام لایه‌های ورودی به مدل جهت برآورد ارزش زیبایی شناختی منطقه مورد مطالعه با استفاده از روش رگرسیون لجستیک است. نقشه مذکور پس از بسط دادن ارزش‌ها در محدوده ۰-۲۵۵ نهایی شد و با افزایش ارزش، مطلوبیت این مناطق از نظر ارزش زیبایی‌شناختی افزایش یافت.

نتایج حاصل از اجرای روش شبکه عصبی

در این بخش به‌منظور ارزیابی توان منطقه برای مکان‌یابی مناطق دارای ارزش زیبایی‌شناختی از روش شبکه عصبی مصنوعی از نوع شبکه پرسپترون چندلایه با لایه‌های پنهان استفاده شد. آموزش شبکه‌های پرسپترون چندلایه با استفاده از الگوریتم آموزش پس انتشار خطا[1] صورت گرفت و نقشه مربوط به متغیر وابسته (نقاط زیبا و نازیبا) و متغیرهای مستقل (هشت معیار) به‌عنوان لایه‌های ورودی وارد مدل شدند. تعداد تکرارهای لازم در فرآیند ۱۰۰۰۰ گردش در نظر گرفته شد و عملکرد شبکه به کمک معیار میانگین مربعات خطا و ضریب تبیین مورد ارزیابی قرار گرفت.

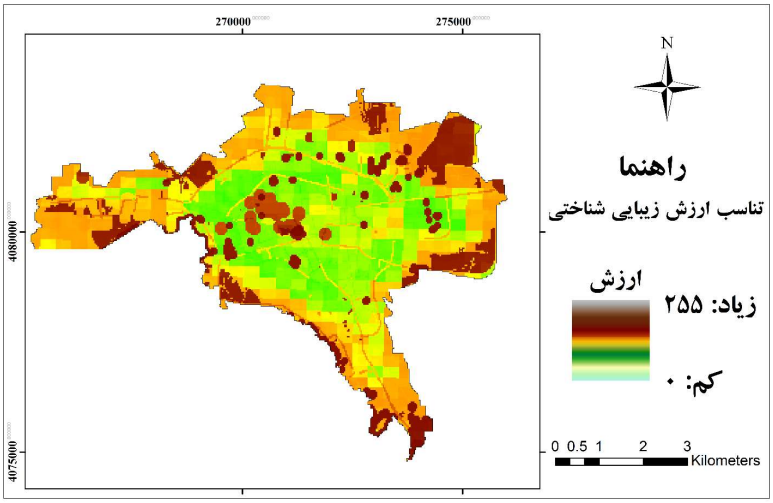
شکل (۵) میزان خطای RMS در دو مرحله آموزش و تست در پایان ۱۰۰۰۰ گردش را نشان می‌دهد. در این نمودار باید خطای تست پایین‌تر از خطای آموزش باشد، در غیر اینصورت اجرای دوباره مدل ضروری است. در شکل (۵) هرچه فاصله خطوط سبز و قرمز از هم کمتر باشد و دو خط بیشتر بر هم منطبق باشند نشان‌دهنده تناسب بهتر مدل است. پس از اجرای مدل با ۱۰۰۰۰ گردش R^2 برابر با ۰/۶۴۰۴ و RMS تست برابر ۰/۱۴۸۳ و RMS آموزش ۰/۱۶۱۳ برآورد شد. هرچه میزان خطای RMS کمتر و میزان R^2 کل بیشتر باشد، صحت و دقت مدل بالاتر است. شکل (۶) نقشه تناسب ارزش زیبایی‌شناختی منطقه مورد مطالعه را به روش MLP نشان می‌دهد.

[1] Back propagation



شکل ۵. نمودار خطای مربوط به مراحل آموزش و تست

با اجرای روش MLP، نقشه پیش‌بینی شده تناسب ارزش زیبایی‌شناختی حاصل شد (شکل ۵). علاوه بر نقشه پیش‌بینی شده، گزارش آماری مبنی بر حساسیت مدل نسبت به هر یک از متغیرهای مستقل و یا به عبارتی ضریب تاثیر هر معیار و همچنین خطای مجذور میانگین نیز حاصل شد. در این روش پس از اینکه سیستم تمام متغیرهای توصیفی (متغیرهای مستقل) را مورد آموزش قرار داد، توان نسبی هر یک از متغیرها از طریق انتخاب تصادفی بخشی از داده‌های ورودی و کنار گذاشتن آنها تست شد. کنار گذاشتن بخشی از داده‌های مربوط به یک متغیر تا حد زیادی سبب می شود که تغییرپذیری مربوط به آن متغیر حذف شود. با استفاده از این مدل تغییریافته، MLP مرحله تست را با استفاده از داده‌های مربوط به اعتبارسنجی (داده‌هایی که قبلا در مرحله آموزش از مدل کنار گذاشته شده بودند) تکرار می‌کند و هرچه تفاوت این مقدار بیشتر و یا به عبارتی r^2 مربوط به آن معیار کمتر باشد، ضریب تاثیر یا قدرت آن متغیر بیشتر خواهد بود (جدول ۱). در نتیجه همانطور که جدول (۱) بخش مربوط به روش شبکه عصبی نشان داد معیار پارک‌های شهری و جنگلی دارای کمترین r^2 بوده و به‌عنوان تاثیرگذارترین معیار در مدل مطرح است و تراکم و ارتفاع ساختمان‌ها به‌عنوان لایه با کمترین میزان تاثیرگذاری در مدل مطرح است.



شکل ۵. نقشه تناسب ارزش زیبایی‌شناختی شهر گرگان با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی

شکل (۵) نقشه رستری تناسب ارزش زیبایی‌شناختی شهر گرگان با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی را نشان می‌دهد. نقشه مذکور پس از بسط دادن ارزش‌ها در محدوده ۰-۲۵۵ نهایی شد و با افزایش ارزش، مطلوبیت این مناطق از نظر ارزش زیبایی‌شناختی افزایش یافت.

ارزیابی عملکرد روش‌ها و انتخاب روش بهینه و برتر

جهت ارزیابی عملکرد روش‌ها و مقایسه نتایج خروجی مدل‌ها از روش اعتبارسنجی ROC در نرم‌افزار ایدریسی استفاده شد. خروجی مدل ROC در نرم‌افزار ایدریسی یک فایل متنی است که شاخص AUC[1] ارایه شده پس از اجرای این رویه، میزان صحت و اعتبار مدل را نشان می‌دهد. AUC همان سطح زیرمنحنی تعداد پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده در مقابل پیکسل‌های نادرست است. ارزش یک در این شاخص نشان‌دهنده تطبیق کامل مکانی نقاط مرجع زمینی با طبقات نقشه پیش‌بینی شده و ارزش ۰/۵ بیانگر تصادفی بودن نتایج است. بنابراین هرچه این شاخص از ۰/۵ به سمت یک میل کند، بیانگر اعتبار بیشتر نتایج به‌دست آمده است. جدول (۲) مقدار برآورد شده شاخص AUC برای هر سه روش را نشان می‌دهد. همان‌طور که جدول (۲) مشخص است با توجه به بالاتر بودن مقادیر به‌دست آمده شاخص AUC در روش شبکه عصبی مصنوعی، این روش نسبت به سایر روش‌ها از اعتبار بالاتری برخوردار است.

جدول ۲. مقدار برآوردشده شاخص AUC

روش	AUC
MCE WLC	۰/۷۶۸
رگرسیون لجستیک	۰/۸۱۲
شبکه عصبی مصنوعی	۰/۸۶۲

بحث و نتیجه‌گیری

منظر به‌دلیل ارزش‌ها و سرمایه‌های ذاتی‌اش (اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و طبیعی) همواره باید در برنامه‌ریزی‌های شهری و محیطی بیشتر مد نظر قرار گیرد. با تاکید بر این مهم که مداخلات انسانی و تاثیرات محیطی موجبات ایجاد آشفتگی در الگوهای اولیه شکل‌دهنده منظر، شکل‌گیری الگوهای جدید و تنزل کیفیت سرمایه‌های ذاتی منظر را فراهم می‌آورند، از این‌رو شناسایی مناطق باارزش و برنامه‌ریزی صحیح و طراحی مناسب در جهت حفاظت و ارتقا ارزش‌های بصری و زیبایی‌شناختی و سرمایه‌های منظر امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. در این پژوهش عملکرد روش‌های مختلف تجربی (MCE WLC)، ریاضی (رگرسیون لجستیک) و هوشمند (شبکه عصبی) در برآورد تناسب ارزش زیبایی‌شناختی شهر گرگان مورد بررسی قرار گرفت. یکی از مهم‌ترین قابلیت‌های هر سه روش توانایی آنها در پیش‌بینی پهنه‌های دارای ارزش زیبایی‌شناختی بر مبنای اطلاعات ورودی است اما آنچه که متفاوت است نحوه پردازش اطلاعات در این سه روش است که منجر به ایجاد نتایج متفاوت می شود. با وجود تفاوت‌هایی که در نتایج حاصل از سه روش وجود دارد ولی نتایج کلی تا حد زیادی با هم هم‌پوشانی دارد. با توجه به نقشه نهایی حاصل از هر سه روش کاملا مشهود است که نتیجه حاصل از روش شبکه عصبی منطقه مورد مطالعه از نظر ارزش زیبایی‌شناختی، در هر دو محدوده ارزش بالا و پایین بهتر تفکیک شده است، درحالی‌که در تصویر خروجی روش WLC بخش‌های زیادی از منطقه دارای ارزش‌های مشابه هستند و عمل تفکیک‌پذیری ارزش پیکسل‌های منطقه به خوبی صورت نگرفته است و این امر نشان‌دهنده هدررفت حجم عظیمی از اطلاعات در روش WLC نسبت به روش شبکه عصبی است.

روش WLC، علاوه بر اینکه امکان حفظ متغیرها به‌صورت فاکتورهای پیوسته را فراهم می‌کند، امکان جبران فاکتورها را با هم نیز میسر می‌سازد. مطلوبیت پایین در یک فاکتور برای یک موقعیت ممکن است با مطلوبیت بالای فاکتور دیگر جبران شود (سلمان‌ماهینی و کامیاب، ۱۳۹۰). چگونگی جبران فاکتورها با هم توسط وزن‌های فاکتورها که اهمیت نسبی هر فاکتور را نشان می‌دهد، برآورد می شود. در واقع WLC یک فن میانگین‌گیری است که نوع تحلیل‌ها را بین دو نوع تابع AND (حداقل) و OR (حداکثر) قرار می‌دهد، یعنی نه حد نهایی ضد ریسک و نه حد نهایی ریسک‌پذیری را بیان می سازد. تجربی بودن وزن‌دهی در این روش و استانداردسازی برای تبدیل واحدهای محاسباتی متفاوت فاکتورها از عواملی هستند که باعث هدر رفت حجم زیادی از داده‌ها در این روش می‌شوند.

[1] Area Under Curve

درحالی‌که شبکه‌های عصبی، قابلیت قابل توجهی در استنتاج معانی از داده‌های پیچیده یا مبهم برای استخراج الگوها و شناسایی روش‌هایی که آگاهی از آنها برای انسان و دیگر تکنیک‌های کامپیوتری بسیار پیچیده و دشوار است، دارند. وزن‌دهی در روش شبکه عصبی، به صورت تجربی نبوده و در واقع شبکه عصبی به صورت هوشمند عمل کرده و لایه نهان از طریق یک‌سری توابع بین لایه ورودی و خروجی با تعدیل وزن‌ها ارتباط برقرار می‌کند و نوعی قاعده را از بین داده‌ها و اطلاعات موجود کشف کرده و به صورت خروجی ارایه می‌دهد و همین امر باعث شده که نسبت به روش تجربی WLC کارآمدتر به نظر برسد و در واقع امکان کاهش خطای کار با انجام چرخه‌های متعدد جز مزایای روش‌های شبکه عصبی در مقایسه با سایر روش‌ها باشد.

نتایج به‌دست آمده در این تحقیق در رابطه با برتری روش شبکه عصبی نسبت به رگرسیون لجستیک در راستای تحقیقات انجام شده توسط Mollalo و همکاران (۲۰۱۹)؛ Pahlavani و همکاران (۲۰۱۷)؛ Teshnizi و Ayatollahi (۲۰۱۵) است. در واقع ساختار شبکه‌های عصبی به گونه‌ای است که قابلیت حل مسئله را بدون کمک فرد متخصص و برنامه‌ریزی خارجی دارند و قادر به یافتن الگوهایی در اطلاعات هستند که هیچ‌کس، هیچ‌گاه از وجود آنها اطلاع نداشته است. در روش رگرسیون لجستیک عمل تفکیک ارزش پیکسلی نسبت به روش WLC بهتر صورت گرفته ولی این روش در مقایسه با روش شبکه عصبی از دقت کمتری برخوردار بوده است و از آنجایی که این روش خاصیت رفت و برگشتی و تکرارپذیری شبکه عصبی را ندارد و به شدت به داده‌های مربوط به متغیر مستقل حساس است و با توجه به آنکه الگوهای ارزشی را پیش‌بینی می‌کند، در نتیجه در صورت کمبود نقاط ارزشی در لایه مربوط به متغیر وابسته، در استنتاج و استخراج الگوها با مشکل مواجه می‌شود. همانطور که شکل (۴) نیز مشخص است ارزش پیکسلی مناطق دارای ارزش پایین را به خوبی تفکیک نشده و برای همه پیکسل‌های دارای ارزش پایین ارزش صفر لحاظ شده است. در واقع مقایسه میزان توانایی این سه روش در استخراج نتایج از طریق سه پارامتر ذکر شده در جدول (۳) قابل مقایسه است.

جدول ۳. مقایسه قابلیت‌های مختلف سه روش WLC، شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک

روش	شاخص سنجش اعتبار توسط مدل	نحوه وزن‌دهی به معیارها	میزان هدررفت اطلاعات	اولویت برتری روش‌ها
WLC	ندارد	دستی	زیاد	۳
شبکه عصبی	r^2 و RMS	خودکار	ندارد	۱
رگرسیون لجستیک	Pseudo- R^2 و ROC	خودکار	متوسط	۲

همان‌طور که جدول (۳) مشخص است در روش‌های رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی پس از اجرای مدل شاخص‌هایی جهت سنجش میزان اعتبار توسط مدل ارایه می‌شوند که در روش WLC چنین امکانی وجود ندارد. علاوه بر این نتایج مربوط به بخش ارزیابی عملکرد مدل‌ها با استفاده از نقاط کنترل زمینی و مقادیر برآورد شده آماره AUC (جدول ۲) بیانگر برتری روش شبکه عصبی در مقایسه با دو روش دیگر است. نتایج تحقیقات انجام شده توسط Pahlavani و همکاران (۲۰۱۷) و Mollalo و همکاران (۲۰۱۹) نیز موید نتایج به‌دست آمده در تحقیق حاضر و برتری روش هوشمند شبکه عصبی در مقایسه با سایر روش‌ها است.

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان چنین نتیجه گرفت، زمانی که نسبت به منطقه مورد مطالعه شناخت کمی داشته و امکان انجام بررسی‌های میدانی جهت ثبت نقاط دید با ارزش وجود نداشته باشد، انجام روش WLC می‌تواند راهگشا باشد ولی در صورتی که امکان بررسی‌های میدانی جهت تهیه نقشه نمونه‌های تعلیمی واقعی به‌عنوان متغیر وابسته فراهم باشد به کمک روش شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک می‌توان به نتایج دقیق‌تری دست یافت و در این بین روش هوشمند شبکه عصبی قابلیت بالاتری در تفکیک ارزش‌های سیمای محیط دارد.

منابع

استانداری استان گلستان. (۱۳۹۳) طرح آمایش استان گلستان (گزارش نهایی فاز اول)، کارفرما استانداری استان گلستان، ۵۴۲ صفحه.

اسکراتن، ر. و هاسپرس، ج. (۱۳۸۹) فلسفه هنر و زیبایی‌شناسی. ترجمه ی. آژند، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۲۱۰ صفحه.

امین‌زاده، ب.، شریفی، م.ص. و فروغی‌فر، م. (۱۳۹۳) مقایسه ادراک زیبایی شهری از نظر متخصصان و کاربران، مطالعه موردی میدان عدل خمینی، مشهد. نشریه پژوهش‌های شهری، ۳(۱۰): ۷۳-۸۰.

بحرینی، س.ح. (۱۳۷۷) فرآیند طراحی شهری، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۴۶۹ صفحه.

بروغنی، م.، میرکریمی، س.ح. و سعیدی، س. (۱۴۰۰) تحلیل مولفه‌های اساسی در شناسایی مهم‌ترین معیارهای تاثیرگذار بر ارجحیت مسیرهای پیاده‌روی حوضه آبخیز زیارت. نشریه پژوهش‌های محیط زیست، ۱۲(۲۳): ۸۱-۹۰.

سالنامه آماری استان گلستان. (۱۳۹۹) فصل اول: سرزمین و آب و هوا، ۳۴ صفحه.

سعیدی، س.، محمدزاده، م.، سلمان‌ماهینی، ع. و میرکریمی، س.ح. (۱۳۹۳) ارزیابی و مدل‌سازی ارزش منظره‌ای سیمای سرزمین به روش ترکیب خطی وزنی، مطالعه موردی مسیرهای پیاده‌روی آبخیز زیارت استان گلستان. محیط زیست طبیعی، ۶۷(۳): ۳۰۱-۳۱۱.

سلمان‌ماهینی، ع. و کامیاب، ح.ر. (۱۳۹۰) سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی کاربردی با نرم‌افزار ایدریسی، تهران: انتشارات مهر مهدیس، ۵۸۲ صفحه.

سیف‌الدینی، ف.، رهنمایی، م.ت.، فرهودی، ر. و جعفری‌مهرآبادی، م. (۱۳۹۳) روش‌شناسی مطالعات منظر شهری در گردشگری. نشریه برنامه‌ریزی و توسعه گردشگری. ۳(۸): ۳۱-۵۲.

عزت‌پناه، ب. و کحگلو، ا. (۱۳۹۳) بررسی الگوهای توزیع و پراکنش فضایی پارک‌های درون شهری، مطالعه موردی مناطق شهرداری ارومیه. نشریه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، ۴(۱۴): ۱۲۲-۱۳۱.

غلامی، ش.، سلمان‌ماهینی، ع.ر.، حسینی، س.م.، محمدی، ج. و صیاد، ا. (۱۳۹۳) بررسی رابطه میان تراکم پوشش گیاهی و جانوران خاک‌زی در جنگل‌های حاشیه رودخانه کرخه به‌منظور تعیین حاشیه امن یا ضربه‌گیر رودخانه. مجله بوم‌شناسی کاربردی، ۳(۷): ۱۳-۲۵.

کامیاب، ح.ر. و علی‌پورورکی، س. (۱۳۹۹) کاربرد شبکه عصبی مصنوعی درتحلیل فرآیند تغییرسیمای‌سرزمین درحوزه‌قره‌سو، استان گلستان. مجله بوم‌شناسی کاربردی، ۹(۲): ۷۳-۸۷.

کامیاب، ح.ر.، سلمان‌ماهینی، ع.، حسینی، م. و غلامعلی‌فرد، م. (۱۳۹۰) کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در مدل‌سازی توسعه شهری، مطالعه موردی شهر گرگان. نشریه پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۴۳(۷۶): ۹۹-۱۱۴.

گروتر، ی. (۱۹۸۷) زیبایی‌شناسی در معماری، ترجمه ج. پاکزاد و ع.ر. همایون، تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ۶۲۴ صفحه.

گودرزی، م. و حق‌طلب، ن. (۱۳۹۱) بهسازی اکولوژیک منظر پهنه‌های حاشیه شهری شمال تهران در محدوده منطقه یک. نخستین کنفرانس بین‌المللی اکولوژی سیمای سرزمین، اصفهان، صفحات ۱۶۷-۱۷۵.

مبرقعی، ن. و تربتی، ف. (۱۳۹۳) مروری بر مدل‌های کاربردی در برنامه‌ریزی فضای شهری با رویکرد حفاظت از ارزش‌های طبیعی. نشریه محیط زیست و توسعه، ۵(۹): ۵-۱۲.

معززی، ا.م.، شاکرمی، ع. و فاضلی، پ. (۱۳۹۲) ارزیابی کیفیت‌های موثر بر زیبایی‌شناسی منظر شهری در طراحی شهری پایدار با تاکید بر تباین به روش‌های دیدهای متوالی، نمونه موردی کوچه جلفای اصفهان. اولین کنفرانس معماری و فضاهای شهری پایدار، مشهد.

مقصودی، م.ر.، ریحانی‌تبار، ع. و نجفی، ن. (۱۳۹۴) مقایسه مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیونی در تخمین وزن خشک و جذب فسفر گیاه ذرت. نشریه دانش آب و خاک، ۲۵(۲): ۱۲۹-۱۴۰.

ملپاس، ج. و دیوی، ن. (۱۳۹۴) دانشنامه فلسفه استنفورد ۴۱: گادامر و زیبایی‌شناسی او. ترجمه و. غلامی‌پورفرد، انتشارات ققنوس، ۱۳۰ صفحه.

Aarthi, A.D. and Gnanappazham, L. (2018) Urban growth prediction using neural network coupled agents-based Cellular Automata model for Sriperumbudur Taluk, Tamil Nadu, and India. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, 21(3): 353-362.

Arrowsmith, C. (2001) Modelling tourism potential for nature-based tourism. Proceeding of The Australian

Gholami, V., Booij, M.J., Tehrani, E.N. and Hadian, M.A. (2018) Spatial soil erosion estimation using an artificial neural network (ANN) and field plot data. Catena Journal, 163: 210-218.

Holm, I. (2006) Ideas and beliefs in architecture and industrial design, Oslo: Oslo School of architecture and design, p 42.

Kremer, P., Hamstesd, Z. and McPhearson, T. (2016) The value of urban ecosystem services in New York City: A spatially explicit multicriteria analysis of landscape scale valuation scenarios. Environmental Science and Policy Journal, 62(1): 57-68.

Lee, S., Ryu, J.H., Lee, M.J. and Won, J.S. (2006) The application of artificial neural networks to landslide susceptibility mapping at Janghong, Korea. Mathematical Geology Journal, 38(2): 199-220.

Liang, X., Liu, X., Li, D., Zhao H. and Chen, G. (2018) Urban growth simulation by incorporating planning policies into a CA-based future land-use simulation model. International Journal of Geographical Information Science, 32(11): 2294-2316.

Lyon, J. and Gross, N.M. (2005) Patterns of plant diversity and plant-environmental relationship across three riparian corridors. Forest Ecology and Management Journal, 204(2-3): 267-278.

Martína, B., Ortegaa, E., Oteroa, I. and Arce, R. (2016) Landscape character assessment with GIS using map-based indicators and photographs in the relationship between landscape and roads. Environmental Management Journal, 180: 324-334.

Mollalo, A., Mao, L., Rashidi, P. and Glass, G.E. (2019) A GIS-based artificial neural network model for spatial distribution of tuberculosis across the continental United States. International Journal of Environmental Research and Public Health, 16(1): 157-157.

Othman, J. (2015) Assessing scenic beauty of nature-based landscapes of Fraser's Hill. Procedia Environmental Sciences, 30: 115-120.

Othman, N., Mohamed, N., Ariffin, M., Waliyuddin, M. and Razak, A. (2015) Landscape visual studies in urban setting and its relationship in motivational theory. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 170: 442-451.

Pahlavani, P., Askarian Omran, H. and Bigdeli, B. (2017) A multiple land use change model based on artificial neural network, Markov chain, and multi objective land allocation. Earth Observation and Geomatics Engineering, 1(2): 82-99.

Rorty, R. (1990) Objectivity, relativism, and truth: Philosophy Papers. Cambridge: Cambridge University Press, 236p.

Rossiter, D.G. and Loza, A. (2010) Analyzing land cover change with logistic regression in R. Technical Report ITC, Enschede, 71p.

Ruisánchez, I., Jiménez-Carvelo, A.M. and Callao, M.P. (2021) ROC curves for the optimization of one-class model parameters. A case study: Authenticating extra virgin olive oil from a Catalan protected designation of origin. Talanta Journal, 222: 121564.

Saaty, T.L. (2004) Decision making—the analytic hierarchy and network processes (AHP/ANP). Journal of Systems Science and Systems Engineering, 13(1): 1-35.

Academy of Science Fenner Conference, Canberra, 25p.

Ayad, Y. (2005) Remote sensing and GIS in modeling visual landscape change: A case study of the Northwestern arid coast of Egypt. Landscape and Urban Planning Journal, 73(4): 307-325.

Balsas, C.J. (2022) Qualitative planning philosophy and the governance of urban revitalization, a plea for cultural diversity. Urban Governance (In press).

Beaubien, J.M. (2005) Regression analysis: A constructive critique. Personnel Psychology, 58(1): 271-271.

Bostanci, S. and Ocakci, M. (2011) Innovative approach to aesthetic evaluation based on entropy. European Planning Studies Journal, 19(4): 705-723.

Chen, B., Ochieng, A. and Zhiyi, B. (2009) Assessment of aesthetic quality and multiple functions of urban green space from the users' perspective: The case of Hangzhou flower garden, China. Landscape and Urban Planning Journal, 93(1): 76-82.

Chen, Y.I., Huang, C.S. and Liu, J.Y. (2015) Statistical evidences of seismo-ionospheric precursors applying receiver operating characteristic (ROC) curve on the GPS total electron content in China. Journal of Asian Earth Sciences, 114(2): 393-402.

Chen, Z., Xu, B. and Devereux, B. (2014) Urban landscape pattern analysis based on 3D landscape model. Applied Geography Journal, 55(1): 82-91.

Chhetri, P. and Arrowsmith, C. (2003) Mapping the potential of scenic views for the Grampian national park. Proceeding of 21 International Cartographic Conference (ICC), Durban, South Africa, 12p.

Clay, G.R. and Daniel, T.C. (2000) Scenic landscape assessment, the effects of land management jurisdiction on public perception of scenic beauty. Landscape and Urban Planning, 49(1-2): 1-13.

Deo, R.C. and Şahin, M. (2015) Application of the artificial neural network model for prediction of monthly standardized precipitation and evapotranspiration index using hydro meteorological parameters and climate indices in eastern Australia. Atmospheric Research Journal, 161(1): 65-81.

Eastman, J.R., Jin, W., Kyem, A.K. and Toledano, J. (1995) Raster procedures for multi-criteria/multi-objective decisions. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 61, 539-547.

Flynn, E., Dougherty, C. and Wendroth, O. (2008) Assessment of pasture biomass with normalized difference vegetation index from active ground-based sensors. Agronomy Journal, 100(1): 114-121.

Galindo, M. and Carmen, M. (2005) Aesthetic preferences and the attribution of meaning: Environmental categorization processes in the evaluation of urban scenes. International Journal of Psychology, 40(1): 19-27.

Garajeh, M.K., Malakyar, F., Weng, Q., Feizizadeh, B., Blaschke, T. and Lakes, T. (2021) An automated deep learning convolutional neural network algorithm applied for soil salinity distribution mapping in Lake Urmia, Iran. Science of the Total Environment, 778: 146253.

Saeidi, S., Mirkarimi, S.H., Mohammadzadeh, M., Salmanmahiny, A. and Arrowsmith, C. (2019) Assessing the visual impacts of new urban features: Coupling visibility analysis with 3D city modelling. Geocarto International Journal, 34(12): 1315-1331.

Sakieh, Y., Salmanmahiny, A., Mirkarimi, S.H. and Saeidi, S. (2017) Measuring the relationships between landscape aesthetics suitability and spatial patterns of urbanized lands: An informed modelling framework for developing urban growth scenarios. Geocarto International Journal, 32(8): 853-873.

Schmidhuber, J. (1997) Low complexity art. Leonardo Journal, 30(2): 77-103.

Shuttleworth, S. (1979) The evaluation of landscape quality. Landscape Research Journal, 5(1): 14-15.

Solomon, R. (2005) Subjectivity. In: T. Honderich, Oxford Companion to Philosophy, Oxford: Oxford University Press, 900p.

Suzuki, K., Abe, H., MacMahon, H. and Doi, K. (2006) Image-processing technique for suppressing ribs in chest radiographs by means of massive training artificial neural network (MTANN). IEEE Transactions on Medical Imaging, 25(4): 406-416.

Teshnizi, S.H. and Ayatollahi, S.M.T. (2015) A comparison of logistic regression model and artificial neural networks in predicting of student's academic failure. Acta Informatica Medica, 23(5): 296-296.

Weiqi, Zh., Cadenasso, M., Schwarz, K. and Pickett, S. (2014) Quantifying spatial heterogeneity in urban landscapes: Integrating visual interpretation and object-based classification. Journal of Remote Sensing, 6(4): 3369-3386.

Willy, A. (2001) The emerging role of visual resource assessment and visualization in landscape planning in Switzerland. Landscape and Urban Planning, 54(1-4): 213-221.

Wu, H., Zhengwei, H. and Gong, J. (2010) A virtual globe-based 3D visualization and Interactive Framework for public participation in urban planning processes. Computers, Environment and Urban Systems, 34(4): 291–298.

Yin, Z., Jia, B., Wu, S., Dai, J. and Tang, D. (2018) Comprehensive forecast of urban water-energy demand based on a neural network model. Water Journal, 10(4): 385-385.

A comparison of different heuristic, mathematical, and intelligent methods in urban landscape aesthetic evaluation (Case study: Gorgan city)

Sepideh Saeidi[1*], Seyed Hamed Mirkarimi[2], Marjan MohammadZadeh[2], AbdolRassoul Salmanmahiny[3]

1) Assistant Professor of Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
[*]Corresponding Author Email Address: s.saeidi@gau.ac.ir
2) Associate Professor of Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
3) Professor of Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

Date of Submission: 2022/09/21 Date of Acceptance: 2022/11/21

Abstract

In today's era, human interventions have caused chaos in landscape patterns and degradation in landscape quality. Therefore, identifying landscape aesthetic beauty, and also fundamental planning and valuable areas, and proper planning and design in order to protect and promote the aesthetic value seem to be necessary and unavoidable. In this research, the aim is to investigate the performance of various experimental methods (multi-criteria evaluation using weighted linear combination), mathematical (logistic regression), and intelligent (neural network)) in estimating the suitability of the aesthetic value of Gorgan city. After theoretical studies and determination of effective criteria, mapping and standardization of the criteria were done and finally, the map of aesthetic-value suitability was prepared based on the methods of weighted linear combination, neural network, and logistic regression. In order to evaluate the performance of different methods and choose the optimal method, ground control points and ROC validation methods were used. The results showed that in the map resulting from the weighted linear combination method, a large part of the data was lost as a result of the linear combination of layers and weighting, and the neural network method with intelligent performance and the ability to combine and analyze non-linearly compared to the weighted linear combination method and also performing back and forth analysis compared to the logistic regression method, better separates the value of the studied area. According to the results of this research, it can be concluded that when there is little knowledge about the studied area and it is not possible to conduct field surveys to record valuable points of view, performing the weighted linear combination method can be a solution, but if it is possible to conduct field surveys to prepare a map of real educational samples as a dependent variable, more accurate results can be obtained with the help of the neural network method and logistic regression, more accurate results can be achieved, and in the meantime, the intelligent neural network method has a higher ability to distinguish the values of the environment image.

Keywords: Aesthetic values, Gorgan city, Logistic regression, Neural Network, Weighted Linear Combination.