



## متناسب سازی ساختار فضایی کاربری زمین با بهره گیری از شبکه عصبی پرسپترون چندلایه در شهرستان همدان

مقاله پژوهشی

ناصر شفیعی ثابت، فرانک فیض بابایی چشمه سفیدی

دریافت: ۱۵ مرداد ۱۴۰۰ / بازنگری: ۱۰ مهر ۱۴۰۰ / پذیرش: ۲۷ مهر ۱۴۰۰

دسترسی اینترنتی: ۲۷ مهر ۱۴۰۰ / دسترسی چاپی: ۱ فروردین ۱۴۰۲

### چکیده

توجه به تغییرات آن دارای پیامدهای بسیاری نظیر جدایی گزینی اجتماعی-اقتصادی، فرسودگی محیطی و از بین رفتن منابع است. بنابراین تصمیم گیری‌ها در زمینه مدیریت زمین و منابع همواره باید به صورتی هدایت شوند که با منافع جامعه و محیط طبیعی تعارض نداشته باشند، در این راستا یکی از راه‌های مؤثر برای کنترل و به حداقل رساندن آسیب‌ها و پیامدهای تغییر کاربری اراضی، متناسب سازی ساختار آن است، به صورتی که بر اساس ویژگی‌های منابع زمین و قابلیت‌های آن، زمین می‌تواند تحت توزیع مکانی و آرایشی منطقی تری قرار گیرد. هدف از انجام پژوهش حاضر شناسایی و پهنه بندی میزان تناسب ساختار کاربری اراضی با قابلیت‌های موجود در محدوده شهرستان همدان و همچنین بررسی میزان کارایی روش شبکه عصبی پرسپترون چندلایه در زمینه متناسب سازی ساختار کاربری اراضی در این شهرستان است.

**مواد و روش‌ها** بر اساس پیشینه پژوهش و با توجه به معیارهای اثرگذار در زمینه متناسب سازی ساختار کاربری اراضی، شاخص‌های گوناگونی برگزیده شد که شامل؛ ۱۲ شاخص کاربری زمین، شیب، میانگین دما، میانگین بارش، میانگین رطوبت، میانگین سرعت باد، زمین شناسی، نوع خاک، فاصله از رودخانه، فاصله از چاه‌ها، فاصله از جاده‌های اصلی و نوع پوشش گیاهی بوده است. سپس با استفاده از بازدید میدانی، ثبت نقاط دارای تناسب کاربری به عنوان نقاط تعلیمی انجام گرفت. پس از آماده سازی لایه‌های شاخص‌های

پیشینه و هدف حفاظت از منابع طبیعی به ویژه زمین و کاربری آن از دیرباز مورد توجه و بررسی بوده است. در واقع می‌توان گفت به این دلیل که کاربری زمین در گذر زمان تغییرات بسیاری را تجربه کرده است که این تغییرات دارای اثرات مستقیم و فراوان بر اکوسیستم و محیط بوده و به تبع آن پیامدهای گوناگونی را در پی داشته است، از جمله این پیامدها می‌توان به تغییر کاربری زمین متأثر از گسترش شتابان شهرنشینی و اثرات آن بر الگوی کاربری زمین در محیط اطراف و در نهایت قطعه قطعه شدن اراضی در این مناطق اشاره داشت. بر همین اساس در بسیاری از مواقع تبدیل کاربری زمین از حالت طبیعی خود به کاربری‌های انسان ساخت دارای پیامدهای بازگشتناپذیری بوده که در جهت کاهش پیامدهای این امر می‌توان به متناسب سازی ساختار کاربری زمین پرداخت. متناسب زمین به هم‌خوانی ظرفیت‌های یک قطعه زمین و کاربری موجود در آن اطلاق می‌شود، و از آنجاکه تخصیص نامتناسب کاربری زمین و عدم

ناصر شفیعی ثابت (✉) <sup>۱</sup>، فرانک فیض بابایی چشمه سفیدی <sup>۲</sup>  
۱. دانشیار گروه جغرافیای انسانی و آمایش، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران  
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا و برنامه ریزی روستایی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران  
پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: [n\\_shafiei@sbu.ac.ir](mailto:n_shafiei@sbu.ac.ir)

<https://doi.org/10.30495/GIRS.2023.685839>

<https://dori.net/dor/20.1001.1.26767082.1402.14.1.3.8>

**نتیجه‌گیری** بخش عمده مساحت منطقه از نظر عوامل تأثیرگذار در جهت انجام فعالیت‌های کشاورزی مناسب نبوده و در این محدوده اغلب کاربری‌های شهری، اراضی کاملاً بایر و غیرقابل کشت، اراضی کوهستانی و سنگلاخی و مراتع بی‌کیفیت قرار گرفته‌اند که به‌صورت عمده در نواحی غرب و جنوب غرب محدوده شهرستان همدان وجود دارند. همچنین در این محدوده، اراضی که از نظر تناسب دارای موقعیت تاحدودی مناسب و کاملاً مناسب بوده‌اند از نظر ۱۲ عامل اثرگذار در بهترین شرایط به‌منظور انجام فعالیت‌های کشاورزی و باغی قرار گرفته و بهترین مکان برای توسعه فعالیت‌های کشاورزی محسوب می‌شوند. بدین‌سان، در جهت دگرگونی شرایط کاربری زمین به‌سوی روند مناسب‌تر، ضمن توجه به برنامه‌ریزی یکپارچه شهری - روستایی برای شهر همدان و سکونتگاه‌های پیرامونی آن، توجه به برنامه‌ریزی کاربری زمین به‌گونه‌ای مناسب در برنامه‌ها و طرح‌های روستایی - شهری توصیه می‌شود. زیرا، گسترش شتابان شهر همدان و فضاهای پیراشهری آن، چالش‌های پرشماری در راستای تناسب زمین ایجاد کرده است. به‌گونه‌ای که حدود ۲۳/۱ درصد اراضی آمادگی لازم برای دگرگونی به شرایط نامناسب و کاملاً نامناسب را دارند. ۳۲/۶۲ درصد کاربری زمین هم در معرض دگرگونی به شرایط نیمه‌مناسب است. بر بنیاد آنچه گفته شد کنترل، نظارت، و هدایت ساخت‌وسازها و جلوگیری از گسترش بیش‌ازپیش افقی شهر همدان و فضاهای پیرامونی آن به‌وسیله دست‌اندرکاران شهری و روستایی (مدیریت محلی)، به‌سوی زمین‌های مرتعی و کشاورزی پیشنهاد می‌شود. بیشترین میزان مساحت از اراضی در این محدوده مربوط به اراضی تا حدودی مناسب و کاملاً مناسب و کمترین مساحت نیز متعلق به اراضی نامناسب و تا حدودی نامناسب بوده است. بنابراین می‌توان گفت که شهرستان همدان در حال حاضر از لحاظ تناسب اراضی در وضعیتی نیمه مناسب قرار گرفته که در صورت برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌های درست در آینده این وضعیت می‌تواند روند مطلوب‌تری را پیش رو داشته باشد.

**واژه‌های کلیدی:** متناسب‌سازی، کاربری اراضی، شهرستان همدان، شبکه‌عصبی

مذکور به استانداردسازی این لایه‌ها در محیط نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداخته شد و در مرحله بعدی شبکه عصبی پرسپترون چندلایه با استفاده از الگوریتم پس از انتشار با واردکردن لایه‌های مؤثر بر متناسب‌سازی ساختار کاربری زمین به‌عنوان ورودی و استفاده از یک‌لایه میانی فاصله از نقاط متناسب از نظر ساختار کاربری زمین، این شبکه با ساختار ۱-۱۰-۱۲ به منظور متناسب‌سازی ساختار کاربری زمین در محدوده شهرستان همدان اجرا شد. از ۳۵ درصد کل پیکسل‌های تصویر فاصله از نقاط متناسب کشاورزی به عنوان نقاط تعلیمی در سه دسته؛ بخش نخست (۷۰ درصد) برای آموزش شبکه، بخش دوم (۱۵ درصد) برای متوقف‌کردن محاسبات در زمانی که خطا در حال افزایش است و از بخش سوم (۱۵ درصد) برای راستی‌آزمایی شبکه استفاده شد و در نهایت به ترسیم نقشه نهایی تناسب زمین اقدام گردید، لایه بدست آمده دارای ارزشی بین ۰ و ۱ بود که به پنج کلاس تناسب اراضی تقسیم بندی شد.

**نتایج و بحث** در پژوهش حاضر پس از شناسایی عوامل مؤثر بر ساختار کاربری زمین و متناسب‌سازی ساختار آن و تهیه لایه‌های هر یک از آن‌ها، به استانداردسازی لایه‌های مذکور اقدام شد. سپس با استفاده از بازدید میدانی، ثبت نقاط دارای تناسب کاربری به‌عنوان نقاط تعلیمی انجام گرفت بدین ترتیب به متناسب‌سازی ساختار کاربری زمین توسط مدل شبکه عصبی پرسپترون چندلایه با تعداد تکرار ۵۸ اقدام گردید. نتایج حاصل از صحت سنجی شبکه عصبی و لایه خروجی حاصل از آن بیانگر دقت بالای شبکه در متناسب‌سازی ساختار کاربری زمین بوده به صورتی که مقادیر جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)، خطای مطلق (MAE) و ضریب همبستگی ( $R^2$ ) در فرایند اجرای شبکه به ترتیب برابر با ۰/۱۹، ۰/۲۱ و ۰/۸۹ بود، که خود بیانگر دقت بالای شبکه در اجرای فرایند متناسب‌سازی هستند. در آخر میزان تناسب اراضی به ۵ کلاس کاملاً نامناسب، تاحدودی نامناسب، نامناسب، تاحدودی مناسب و کاملاً نامناسب تقسیم‌بندی شد و نتایج حاصله نشان داد که بیشترین مساحت مناطق را به ترتیب اراضی تا حدودی مناسب و کاملاً مناسب با ۳۲/۶۲ و ۲۸/۱۳ درصد از کل مساحت محدوده را در بر گرفته‌اند.

## مقدمه

زمین یکی از برجسته‌ترین منابع طبیعی برای تأمین نیازهای گوناگون سکونتگاه‌های انسانی است. و مدیریت مناسب و یکپارچه آن باعث می‌شود تا زمین همواره به‌مثابه منبعی همیشگی در دسترس باشد (۱۴). یکی از عواملی که از گذشته همواره در زمینه حفاظت از منابع طبیعی و به‌ویژه زمین مورد توجه و واکاوی قرار گرفته‌است، حفاظت از کاربری زمین و پایش تغییرات آن بوده است (۱۵). تغییرات کاربری زمین در موقعیت‌های گوناگون، یکنواخت و همیشگی نبوده است (۲۵). این تغییرات و اکوسیستم‌هایی که دگرگونی در آن شکل می‌گیرد، به گونه‌ای مستقیم و غیرمستقیم بر روی یکدیگر اثرگذار هستند؛ و چنین اثراتی به شیوه‌های طبیعی، پیامدهای گوناگونی را در فضا و محیط پیرامونی آن باعث می‌شوند (۶ و ۷). از جمله این پیامدها در چند دهه گذشته، تغییر کاربری زمین متأثر از رشد و گسترش شتابان شهرنشینی و تأثیر آن بر الگوی کاربری زمین در بسیاری از مناطق بوده است. این تغییر کاربری‌ها موجب قطعه‌قطعه شدن زمین شده، و سرانجام دگرگونی و تخریب آن را در پی داشته است (۱۹). از دیگر عوامل مؤثر در تغییر کاربری زمین می‌توان به رشد و توسعه کشاورزی، توسعه پروژه‌های زیرساختی، ساخت و سازهای جاده‌ای و پراکنده‌رویی شهری اشاره داشت (۱۱ و ۲۷). همچنین، کاهش پوشش گیاهی، کارهای کم‌توان کشاورزی و نیز اقدامات غیرمنطقی در زمینه آبیاری باعث تخریب زمین و سرانجام تغییر کاربری آن می‌شود (۲). بنابراین، تبدیل کاربری زمین از حالت طبیعی خود به کاربری‌های انسان‌ساخت در بیشتر موارد دارای پیامدهایی برگشت‌ناپذیر است و بر محیط پیرامون و تعامل انسان با محیط هم اثرگذار است (۱۶). بدینسان، برای کاهش تغییر کاربری زمین، انجام اقداماتی به منظور متناسب‌سازی کاربری زمین از جایگاه ویژه‌ای در زمینه ایجاد تناسب زمین برخوردار است. تناسب زمین به هم‌خوانی قابلیت‌های یک قطعه زمین و کاربری و فعالیتی که بر روی آن انجام می‌گیرد، گفته می‌شود (۱۴). به سخن دیگر، متناسب‌سازی کاربری زمین به فراگردی گفته می‌شود که در آن

یک یا چند هدف بهینه با در نظر گرفتن یک‌رشته تنگناها برگزیده‌شده؛ و بر مبنای آرایش پدیده‌ها و مکان‌گزینی نوع کاربری زمین در هر منطقه به‌صورت زمانی و کمی بدست می‌آید. از آنجاکه تخصیص نامتناسب کاربری زمین و تغییرات آن پیامدهایی همچون: جدایی‌گزینی اجتماعی - اقتصادی (۲۰)، فرسودگی محیط، و از بین رفتن منابع را در پی خواهد داشت (۲۲). بنابراین، تصمیم‌گیری‌ها در زمینه مدیریت زمین و منابع آن به‌گونه‌ای هدایت می‌شوند که با منافع جامعه و محیط طبیعی ناسازگاری دارند. بنابراین، می‌توان گفت متناسب‌سازی کاربری زمین از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۲۱). بدینسان، یکی از راهکارهای مؤثر برای کنترل و کاهش آسیب‌ها و پیامدهای تغییر کاربری زمین، متناسب‌سازی آن است. به‌گونه‌ای که بر مبنای ویژگی‌های منابع زمین و شایستگی آن، متناسب سازی کاربری زمین می‌تواند موجب شود که زمین در یک منطقه توزیع مکانی و آرایش منطقی‌تری پیدا نماید؛ تا اهداف اقتصادی، اجتماعی و بوم‌شناسی ویژه‌ای را در راستای بهبود کارایی کاربری زمین و حفظ تعامل و تعادل اکوسیستم زمین و تحقق بهره‌برداری از منابع زمین بدست دهد (۲۳). از میان روش‌های گوناگون در پژوهش‌های کاربری زمین و سنجش میزان تناسب آن، بهره‌گیری از تکنیک‌های سنجش‌ازدور و معیارهای فضایی برای نشان دادن نظارت، تحلیل و مقایسه پوشش و تغییرات کاربری زمین و همچنین متناسب سازی آن اهمیت بسیار دارد (۲۶). مدل‌های گوناگونی برای متناسب‌سازی کاربری زمین وجود دارد؛ از جمله این روش‌ها می‌توان به بهره‌گیری برنامه‌نویسی خطی، سیستم‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و چند هدفه (۴)، اکولوژی چشم‌انداز و «شبکه عصبی پرسپسترین چندلایه، اشاره داشت (۹). از جمله مدل‌هایی که در زمینه متناسب‌سازی و مکان‌گزینی کاربری زمین می‌تواند نتایج بسیار مطلوبی را ارائه دهد بهره‌گیری از مدل شبکه عصبی مصنوعی پرسپسترین چندلایه بوده که کاربرد بسیار زیادی در مدل‌سازی مطالعات محیط‌زیست دارد (۱۸). این مدل به دلیل دارا بودن توانایی و دقت بالا در مدل‌سازی روابط پیچیده بین متغیرها بهره‌گیری

می‌شود (۵). یکی از ویژگی‌های بارز شبکه عصبی سازگاری آن با انواع داده‌ها چندمنبعی است (۳). ساختار شبکه‌های عصبی با توجه به اهداف پژوهش، گوناگون است (۱۰ و ۲۸)، و از جمله مدل‌هایی است که در مطالعات مربوط به محیط‌زیست از اهمیت بسیار بالا برخوردار بوده و دارای کاربرد بسیار بالا است (۱۸ و ۲۴). ناهمسانی شبکه عصبی پرسپترون چندلایه با تک لایه در این است که بین لایه‌های ورودی و خروجی یک یا چندلایه پنهان وجود دارد (۸). شبکه‌های عصبی از داده‌های ورودی (Input)، پنهان (Hidden) و خروجی که هر یک متشکل از چند گره یا نورون مصنوعی است تشکیل شده‌اند، و در آن‌ها همه نورون‌ها، به‌جز آن نورون‌هایی که در یک‌لایه قرار گرفته‌اند به یکدیگر متصل هستند، از هر گره لایه ورودی و لایه‌های پنهان برای دسته‌بندی و انتقال نتایج به لایه‌های خروجی استفاده می‌شود. و لایه خروجی مقادیر پیش‌بینی شده متغیر هدف را نشان می‌دهد (۱۲ و ۲۹). تاکنون در زمینه مقوله متناسب‌سازی کاربری زمین پژوهش‌های پرشماری هم در سطح داخل و هم در سطح خارج از کشور انجام شده است، که پاره‌ای از آن‌ها به‌گونه‌ای فشرده برای تبیین ژرف‌تر موضوع به شرح زیر ارائه می‌شود؛ ما همکاران (۱۷) طی پژوهشی در کشور چین، به بهینه‌سازی مکانی کاربری زمین براساس الگوریتم پی‌سی‌او (PCO) اقدام نمودند که طی آن، این الگوریتم با بهره‌گیری از مجموعه داده‌های واقعی جهت شبیه‌سازی فرآیند بهینه‌سازی ساختار مکانی، به‌منظور دستیابی به بهترین الگوی چشم‌انداز، تحت کنترل محیط‌های تصمیم‌گیری اجرا گردید و نتایج حاصل نشان داد که از مدل مذکور می‌توان به‌منظور شبیه‌سازی الگوی چشم‌انداز در طراحی محیطی بهینه و مناسب استفاده نمود. در پژوهشی دیگر که دو و همکاران (۸) باهدف ساخت یک مدل تناسب محیطی برای توسعه گردشگری در شهر چانگ کینگ چین انجام دادند، و عواملی نظیر شبکه جاده‌ای شهری، پارک‌ها، نقطه خوش‌منظره، سیستم رودخانه و... را مؤثر در تناسب محیطی منطقه شناسایی کردند و با بهره‌گیری از روش تحلیل سلسله‌مراتبی و نرم‌افزار GIS، نقشه نهایی تناسب زمین

برای گردشگری را ترسیم کرده و سرانجام منطقه مورد مطالعه را به چهار سطح بسیار مناسب، نسبتاً مناسب، متوسط و مناطقی با شایستگی پایین تقسیم‌بندی نمودند. هنربخش و همکاران (۱۰) در پژوهشی با عنوان بهینه‌سازی کاربری زمین با بهره‌گیری از روش‌های برنامه‌ریزی خطی - فازی و تخصیص چندهدفه اراضی در حوضه آبریز چلگرد به بهینه‌سازی چندهدفه برای تخصیص بهینه منابع در این منطقه پرداختند که از نتایج آن می‌توان در مدیریت صحیح منابع منطقه استفاده کرد و به مقدار قابل توجهی فرسایش خاک را کاهش داد. در این پژوهش مشخص شد کشت دیم نسبت به قبل ۵۹ درصد کاهش داشته و اراضی مرتعی، کشت‌آبی باغ‌ها و بیشه‌ها افزایش می‌یابد. همچنین بر اساس نتایج این پژوهش مشخص شد که کاربری موجود در منطقه دارای سازگاری با شرایط اجتماعی و اقتصادی حوضه آبخیز است. از سایر مطالعاتی که در زمینه شناسایی میزان تناسب زمین در داخل کشور صورت گرفته می‌توان به پژوهش باقری و همکاران (۱) اشاره داشت که به بررسی پتانسیل اراضی استان کرمانشاه در جهت کشت گندم با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی پرداختند که سرانجام در آن ضریب رگرسیون کلی ۹۱ درصدی شبکه عصبی بیانگر کارایی بالای شبکه عصبی پرسپترون چندلایه در پهنه‌بندی پتانسیل اراضی بود. با توجه به منابع مطالعه شده مشخص شد که محققان بسیاری در زمینه بهینه‌سازی ساختار کاربری زمین با در نظر گرفتن اهدافی متفاوت اقدام نموده‌اند، لذا به منظور متناسب‌سازی ساختار کاربری زمین باید شاخص‌های متفاوتی را مرتبط با زمینه کلی مطالعه لحاظ کرد و نباید تنها به یک جنبه از آن بسنده نمود. همچنین مشخص شد که در هر یک از این پژوهش‌ها از روش‌های متفاوت متناسب‌سازی نظیر الگوریتم PCO، شبکه عصبی پرسپترون چند لایه، و مدل‌های تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده شده است و هر یک از روش‌های مذکور از دقت بالایی در زمینه متناسب‌سازی برخوردار هستند. شهرستان همدان یکی از مناطقی است که طی دهه‌های اخیر تحت تاثیر رشد و گسترش شهرنشینی و توسعه بافت فیزیکی شهر تغییرات کاربری اراضی را به

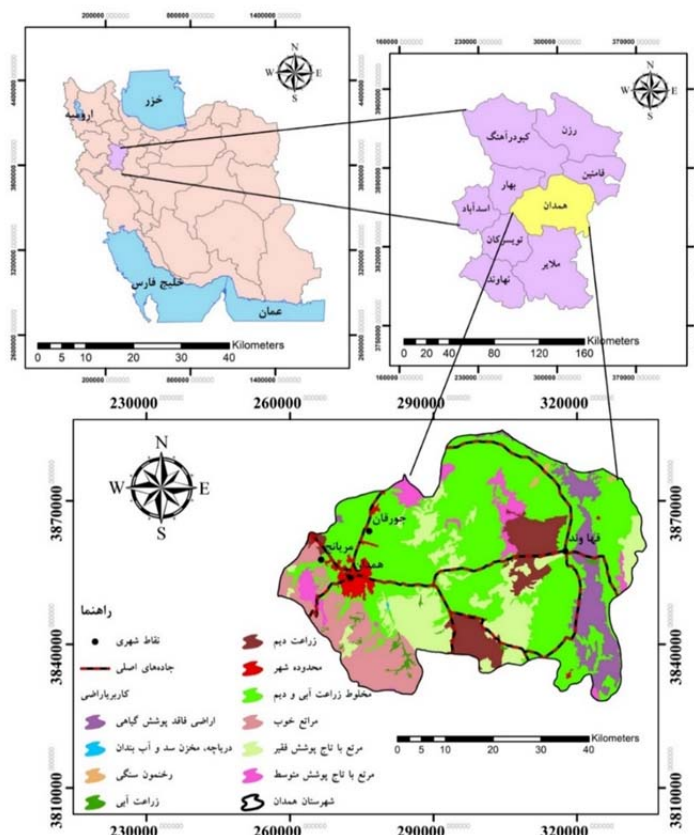
کاربری زمین در شرایط ایران و سکونتگاه‌های پیراشهری در شهرهای بزرگ و کلان‌شهری آن باشد.

### روش تحقیق

#### موقعیت منطقه مورد مطالعه

شهرستان همدان در ناحیه میانی استان همدان و در گستره‌ای به مساحت ۷۳۳۷ کیلومترمربع معادل ۲۱ درصد از مساحت استان را تشکیل می‌دهد و به عنوان اولین قطب جمعیتی استان همدان و مرکز این استان، از رشته‌کوه الوند تا مرزهای شرقی استان همدان کشیده شده، این شهرستان دارای ۴ شهر همدان، مریانج، جورقان، و قهاوند می‌باشد که در حدفاصل  $35^{\circ} 35'$  تا  $35^{\circ} 00'$  عرض شمالی تا فاصله  $49^{\circ} 27'$  شرقی، تا  $48^{\circ} 20'$  غربی از نصف‌النهار گرینویچ، و واقع شده است (شکل ۱).

صورتی گسترده تجربه کرده و عدم برنامه ریزی درست در این زمینه، چالش‌های فراوانی را در این منطقه سبب شده است لذا در این راستا شناسایی قابلیت اراضی و متناسب‌سازی ساختار کاربری زمین با کمک به برنامه‌ریزان و تصمیم‌سازان برای یافتن مناسب‌ترین موقعیت و الگوی چینش فعالیت‌ها در زمینهای مورد برنامه‌ریزی به نحوی که اهداف برنامه ریزی و همچنین منافع ذینفعان را به بهترین نحو تأمین نماید از اهمیت بسزایی برخوردار است. این پژوهش از این جنبه در ناحیه مورد مطالعه، پژوهش نوینی به‌شمار می‌آید که می‌تواند چشم‌انداز مناسبی از متناسب‌سازی کاربری زمین در پیرامون شهر همدان و شهرهایی با شرایط همدان ارائه نماید. افزون بر این، این پژوهش می‌تواند تجربه مناسبی برای متناسب‌سازی



شکل ۱. موقعیت محدوده مورد مطالعه

Fig.1. Location of the study area

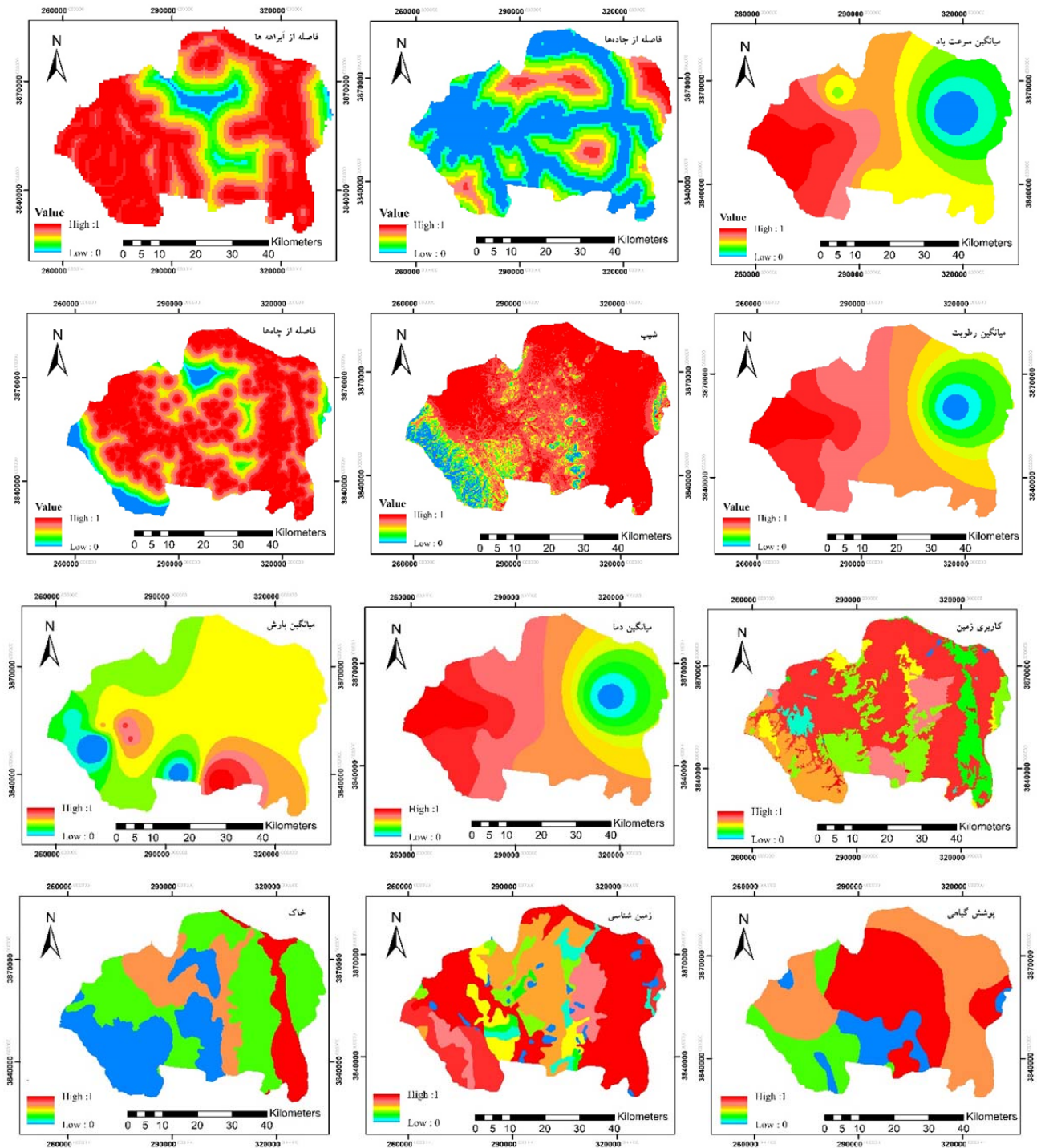
## شناسایی پارامترهای اثرگذار و آماده‌سازی لایه‌های موردنیاز در پژوهش

با توجه به ویژگی‌های انسانی، زمین‌شناسی، ناهمواری و آب‌شناسی شهرستان همدان و در راستای متناسب‌سازی کاربری زمین آن، شاخص‌های گوناگونی برگزیده شد؛ که ۱۲ مورد از برجسته‌ترین آن‌ها بر مبنای تصاویر ماهواره‌ای، عکس‌های هوایی و بازدیدهای میدانی به مثابه شاخص‌های نخستین اثرگذار در متناسب‌سازی کاربری زمین همچون: کاربری زمین، شیب، میانگین بارش، میانگین دما، میانگین رطوبت، میانگین سرعت باد، زمین‌شناسی، نوع خاک، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده‌های منطقه و چاه‌ها و نوع پوشش گیاهی شناسایی شده‌اند (۵ و ۲۸). به منظور ترسیم لایه‌های اثرگذار در فرایند متناسب‌سازی از نقشه‌های رقومی و توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ برای تهیه نقشه‌های ارتفاعی و شیب استفاده شده است. همچنین، به منظور ترسیم نقشه‌های اقلیمی همچون: میانگین دما، میانگین بارش، میانگین رطوبت و سرعت باد، از میانگین آمار و داده‌های یک دوره ۱۰ ساله (۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵) ۴ ایستگاه سینوپتیک (شهرستان همدان، فامنین، تویسرکان و ملایر) و درونیابی با روش وزن دهی عکس فاصله (IDW) با استفاده از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی ArcGIS بهره‌گیری شد. نقشه فاصله از جاده‌ها و فاصله از شبکه زهکشی با طبقه بندی فواصل معین از شبکه جاده و هیدروگرافی رقومی شده از لایه توپوگرافی منطقه تهیه گردید. نقشه فاصله از چاه‌های منطقه نیز با استفاده از آمار و اطلاعات سازمان آبفای استان همدان و با اعمال تابع فاصله اقلیدسی (Distance) بر چاه‌های منطقه ترسیم گردید. همچنین نقشه کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه با استفاده از تصاویر سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ (Landsat 8) در سال ۲۰۲۰ با

استفاده از روش طبقه بندی ماشین بردار پشتیبان (Support Vector Machine) با دقت کلی ۰/۹۲ درصد تهیه شد. به منظور ترسیم نقشه زمین‌شناسی و خاک شناسی منطقه نیز از رقومی سازی پلیگون های محدوده شهرستان همدان در نقشه زمین شناسی و خاک شناسی اخذ شده از سازمان زمین‌شناسی کشور با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ در محیط نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده گردید. در این پژوهش به منظور آشکارسازی پوشش گیاهی شهرستان همدان در ابتدا به تهیه نقشه پوشش گیاهی منطقه با تأکید بر تراکم پوشش گیاهی اقدام گردید و با توجه به این مورد که شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده دارای مقادیر نرمال در دامنه ۱- و ۱+ می‌باشد، مقادیر مختلف NDVI نشان‌دهنده پوشش‌های مختلف می‌باشند و بر همین اساس نسبت به طبقه‌بندی تصاویر حاصل از شاخص پوشش گیاهی NDVI اقدام گردید. به صورتی که مقادیر بین ۰/۷۵ تا ۱ دارای پوشش گیاهی متراکم و نرمال، مقادیر بین ۰/۵ و ۰/۷۵ پوشش گیاهی متوسط، مقادیر بین ۰/۲۵ و ۰/۵ پوشش گیاهی تنک و مقادیر بین ۰ تا ۰/۲۵ اراضی فاقد پوشش گیاهی را تشکیل می‌دهند. بنابراین بر همین اساس به طبقه‌بندی تصاویر مربوطه اقدام شده و نقشه طبقات پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه ترسیم گردیدند. پس از آماده‌سازی لایه‌های گفته‌شده به همسان‌سازی لایه‌ها و مؤلفه‌های آن‌ها پرداخته شد. به گونه‌ای که هر لایه با توجه به ویژگی‌هایی که داراست و همچنین میزان ارزش آن به طبقاتی از ۰ تا ۱ تقسیم‌بندی شد (رابطه ۱).

$$Xy = \frac{Xi - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad [1]$$

در این رابطه؛  $Xy$  مقدار نرمال شده،  $Xi$  ورودی،  $X_{max}$  مقدار بیشینه و  $X_{min}$  مقدار کمینه است. بدین ترتیب، هر یک از مؤلفه‌ها با ارزش بالا نزدیک به ۱ و مؤلفه‌های با ارزش کمتر امتیازی نزدیک به صفر گرفته‌اند (شکل ۲).



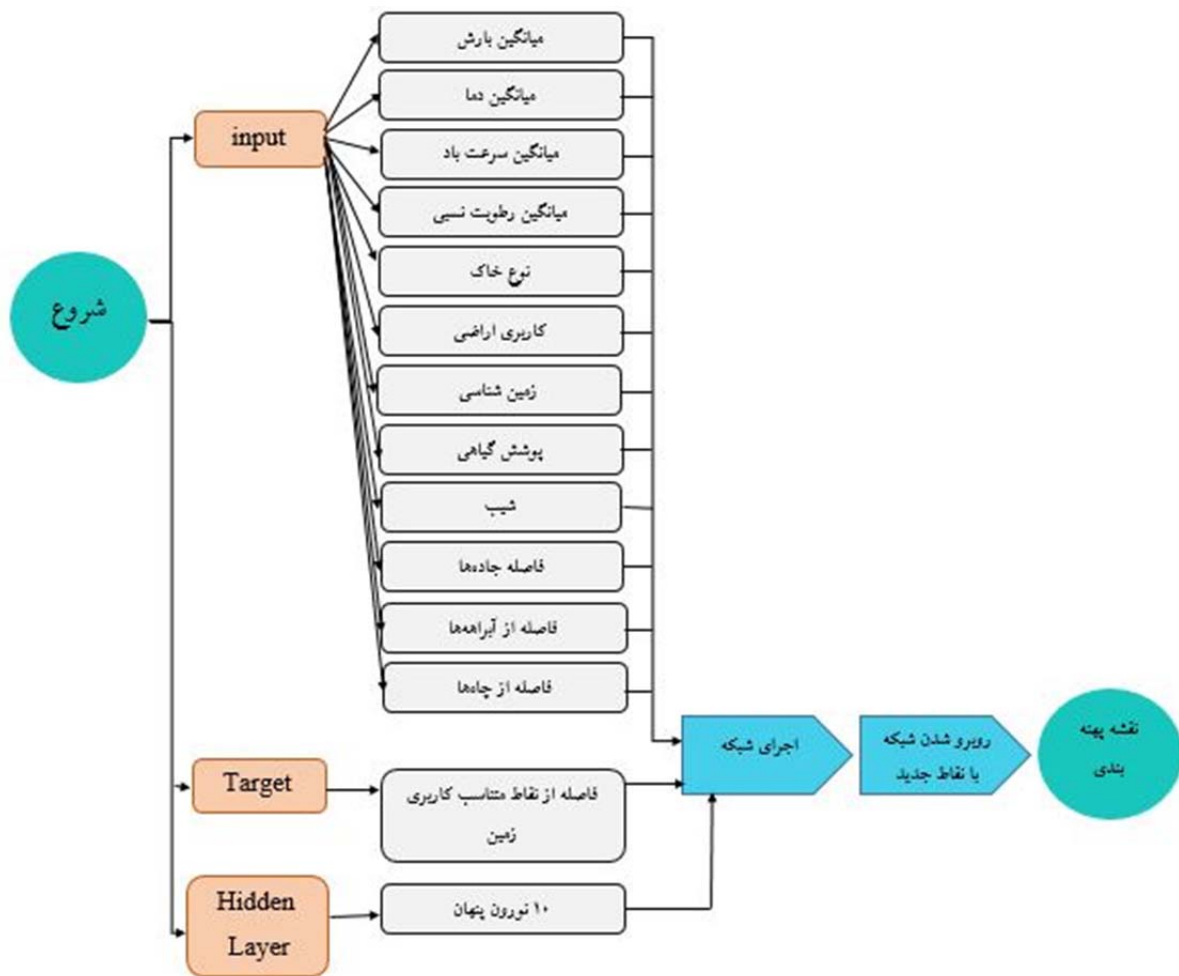
شکل ۲. معیارهای میانگین سرعت باد، فاصله از جاده، فاصله از آبراهه ها، میانگین رطوبت، شیب، فاصله از جاده ها، کاربری زمین، میانگین

دما، میانگین بارش، پوشش گیاهی، زمین شناسی، و خاک

Fig. 2. Average wind speed, and Average temperature, Geology, Soil, Slope, Vegetation, Land use, Distance from Roads, Distance from rivers, Average humidity,

گردید (شکل ۳) و در نهایت شبکه پس از کسب آموزش‌های لازم، نسبت به ترسیم نقشه نهایی تناسب ساختار کاربری زمین اقدام نمود.

سرانجام پس آماده‌سازی لایه‌های عوامل تأثیرگذار بر متناسب‌سازی ساختار کاربری زمین به‌عنوان لایه‌های ورودی شبکه، به شناسایی نقاط متناسب از نظر ساختار کاربری زمین به‌عنوان نقاط تعلیمی اقدام شد و ساختار شبکه عصبی تشکیل



شکل ۳. نمودار روند اجرای شبکه

Fig. 3. Diagram of network implementation process

یک از لایه‌های ورودی را مشخص کند، می‌توان گفت شبکه با این کار آموزش لازم را برای پهنه‌بندی مناطق جدید کسب کرده و سرانجام کل محدوده شهرستان همدان در اختیار شبکه تعلیم داده شده قرار گرفته و شبکه با استفاده از نتایج آموخته شده، کل شهرستان را از نظر میزان تناسب کاربری اراضی پهنه‌بندی می‌کند. شبکه عصبی دارای انواع گوناگونی است که

### شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چندلایه

به‌منظور انجام پهنه‌بندی با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون چندلایه، در ابتدا پارامترهای مؤثر در متناسب‌سازی ساختار کاربری زمین به‌عنوان لایه‌های ورودی به شبکه داده شده و سپس تعدادی نقاط تعلیمی در اختیار شبکه قرار داد شد تا شبکه با استفاده از این نقاط میزان اثرگذاری هر



(۲۶). به منظور صحت‌سنجی شبکه عصبی نیز از شاخص‌های آماری خطای مطلق (MAE)، جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب همبستگی ( $R^2$ ) استفاده شد (رابطه‌های ۲، ۳ و ۴).

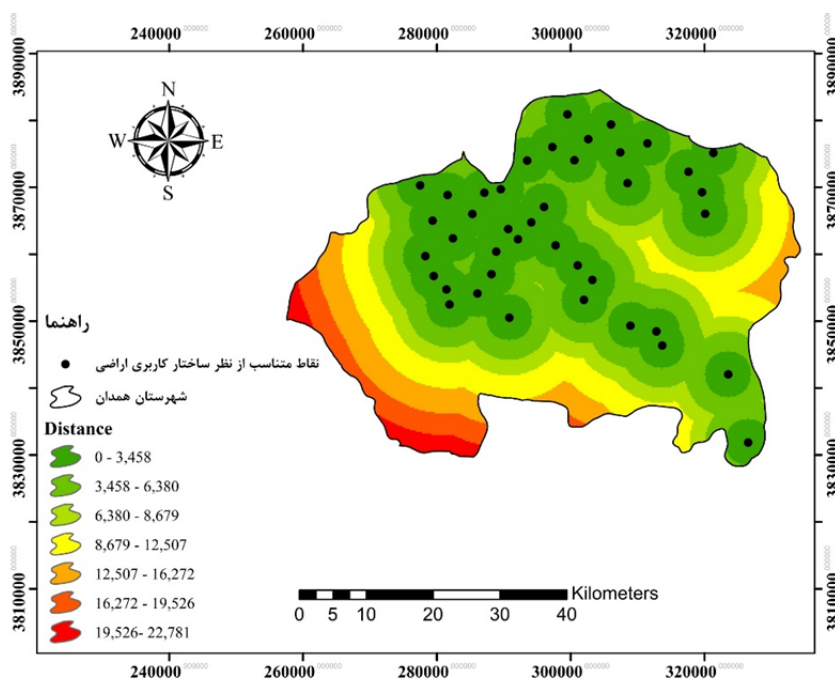
$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \frac{obs - obs}{n} \right)^2} \quad [۲]$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum |pre - obs| \quad [۳]$$

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (obs - obs)(pre - pre)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (obs - obs)^2 \sum_{i=1}^n (pre - pre)^2}} \quad [۴]$$

در این رابطه‌ها؛ N تعداد داده‌ها، obs میانگین مقادیر مشاهده‌ای و pre میانگین مقادیر پیش‌بینی شده است. هر چه مقدار RMSE و MAE به صفر و مقدار  $R^2$  به یک نزدیک باشد، نشان‌دهنده نزدیکی مقادیر مشاهده و پیش‌بینی به یکدیگر و دقیق‌تر بودن جواب است (۴).

در مطالعه حاضر از شبکه‌عصبی پرسپترون چندلایه با استفاده از الگوریتم پس از انتشار بهره‌گیری شده است. در این پژوهش برای اجرای شبکه عصبی پرسپترون چندلایه از نرم‌افزار متلب (Matlab) استفاده شده است. بهره‌گیری از شبکه عصبی نیازمند ورودی‌ها یا همان عوامل و متغیرهای مؤثر در متناسب‌سازی ساختار کاربری زمین، و لایه‌های پنهان (نقاط آموزشی) خواهد بود. پس از آماده‌سازی شاخص‌های ورودی، لایه میانی از اعمال تابع فاصله اقلیدسی بر لایه نقاط متناسب از نظر ساختار کاربری زمین به دست آمد (شکل ۴)، از ۳۵ درصد (۴۰۰۰۰ پیکسل) از کل پیکسل‌های تصویر مذکور به عنوان نقاط تعلیمی در سه دسته: بخش نخست (۷۰ درصد) برای آم و وزش شبکه، بخش دوم (۱۵ درصد) برای متوقف کردن محاسبات در زمانی که خطا در حال افزایش است و از بخش سوم (۱۵ درصد) برای راستی‌آزمایی شبکه استفاده شد (۱۲). همچنین جهت تسهیل در همگرایی شبکه عصبی مصنوعی به نرمال‌سازی نوروهای ورودی اقدام شد زیرا وارد کردن داده‌ها به صورت خام سبب کاهش سرعت و دقت شبکه می‌شود



شکل ۴. فاصله از نقاط متناسب ساختار کاربری اراضی

Fig. 4. Distance from points proportional to land use structure

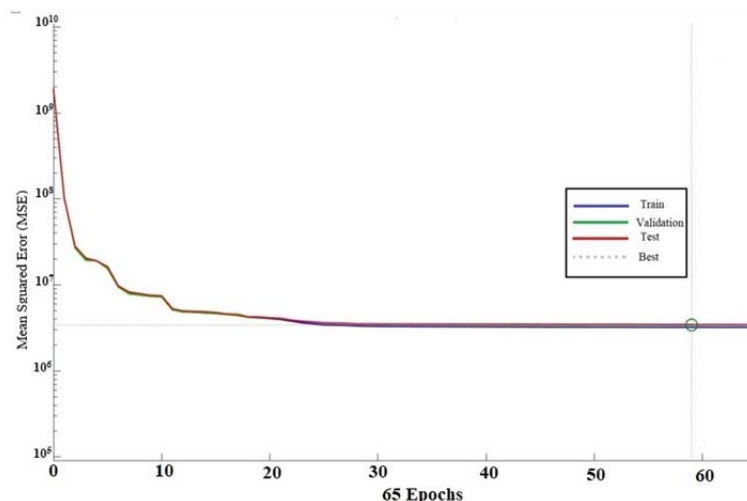
## نتایج

در ساختار شبکه عصبی انتخابی، تعداد ۱۲ نورون (شکل ۲ و ۳) در لایه‌های ورودی که عوامل مؤثر در متناسب‌سازی ساختار کاربری زمین هستند، ۱۰ نورون در لایه میانی با استفاده از روش آزمون و خطا و تعداد ۱ نورون خروجی به منظور تهیه نقشه خروجی برای شبکه تعیین شد. در پژوهش حاضر از روش لورنبرگ-مارکوات برای آموزش شبکه عصبی پرسپترون چند لایه استفاده شده و شبکه عصبی با ساختار ۱۲ نورون ورودی، ۱۰ نورون میانی و ۱ نورون خروجی با استفاده از الگوریتم پس از انتشار اجرا گردید و آموزش‌های لازم برای روبروشدن با نمونه‌های جدید به شبکه داده شد.

## تهیه نقشه تناسب با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون چندلایه

در این پژوهش پس از شناسایی نقاط متناسب از نظر ساختار کاربری زمین به تهیه نقشه تناسب نهایی توسط مدل شبکه عصبی اقدام شده است. بدین منظور ابتدا ۱۲ لایه

تأثیرگذار در مقوله متناسب‌سازی کاربری زمین به گونه‌ای استاندارد شده که مقادیر ارزش هر یک از آن‌ها بین ۰ و ۱ قرار گیرد و سپس آن‌ها را به‌عنوان داده‌های ورودی به ساختار شبکه عصبی پرسپترون چندلایه وارد نموده، سپس لایه فاصله از نقاط متناسب از نظر کاربری زمین را که دارای ۱۰ نورون بوده به‌عنوان لایه پنهان وارد شبکه عصبی چندلایه شده و در نهایت نقشه نهایی تناسب زمین تولید شده است (شکل ۵). نتایج حاصل از صحت سنجی شبکه عصبی و لایه خروجی حاصل از آن بیانگر دقت بالای شبکه در متناسب‌سازی ساختار کاربری زمین بوده به صورتی که مقادیر جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)، خطای مطلق (MAE) و ضریب همبستگی ( $R^2$ ) در فرآیند اجرای شبکه به ترتیب برابر با ۰/۱۹، ۰/۲۱ و ۰/۸۹ بوده که خود بیانگر دقت بالای مدل در اجرای فرآیند متناسب‌سازی هستند. تعداد دفعات تکرار در شبکه عصبی نشان می‌دهد که شبکه اجرا شده بعد از ۵۸ بار تکرار به آموزش‌های لازم دست پیدا کرده است (شکل ۶).

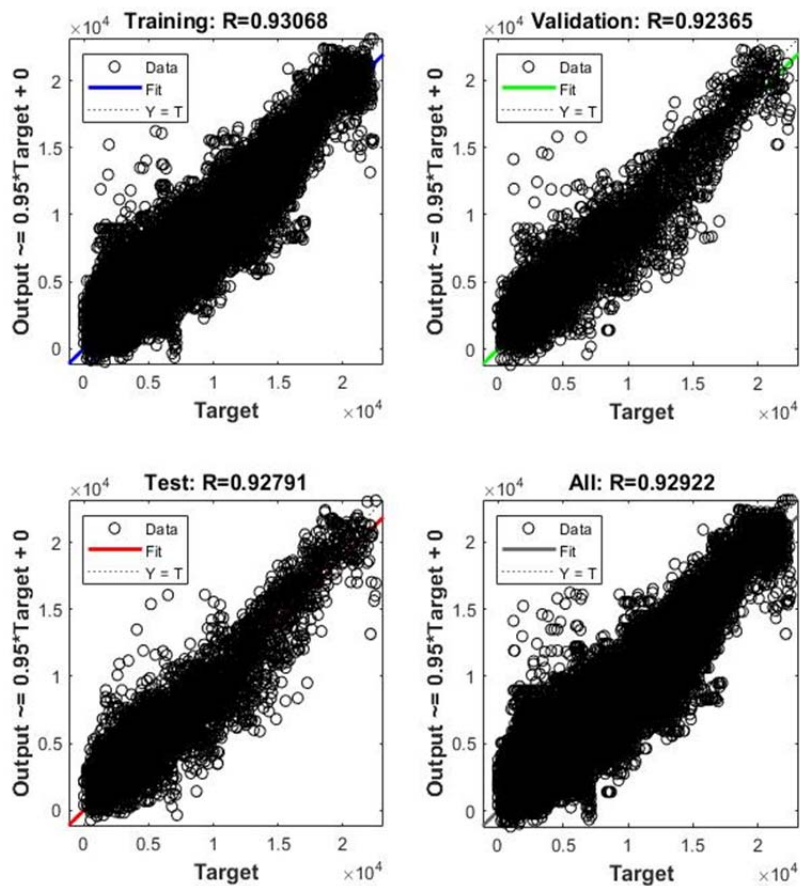


شکل ۵. برازش تعداد دفعات تکرار در شبکه عصبی

Fig. 5. Fitting the number of repetitions in the neural network

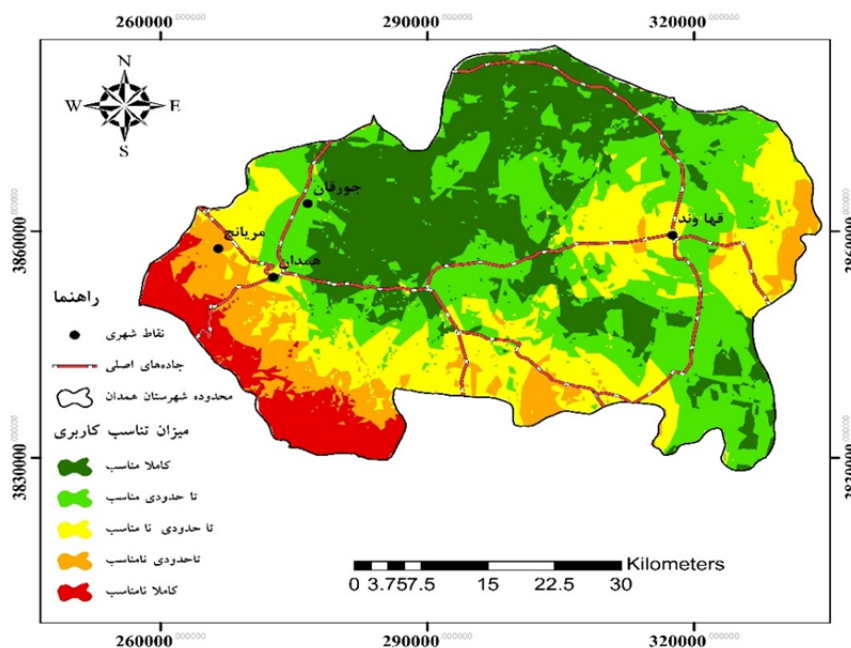
نشان داده شده‌اند که بیانگر مقادیر بالا برای مراحل مذکور هستند.

در شکل ۶ نمودارهای برازش و ضرایب رگرسیون مراحل آموزش، صحت سنجی و آزمون نهایی شبکه عصبی



شکل ۶. نمودار برازش و ضریب همبستگی در مراحل مختلف شبکه

Fig. 6. Fit diagrams and correlation coefficients in different stages of the network



شکل ۷. نقشه تناسب کاربری اراضی

Fig. 7. Land use suitability map

جدول ۱. مساحت طبقات تناسب کاربری

Table 1. Area of usability classes

درصد	مساحت (هکتار)	میزان تناسب	ردیف
present	Area (ha)	Scale optimize	Row
۶/۸۳	۱۸۸۶۵/۹۷	کاملاً نامناسب Completely inappropriate.	۱
۹/۳۲	۲۵۶۸۲/۲۸	نامناسب Unsuitable	۲
۲۳/۱	۶۳۵۸۵/۲۸	تاحدودی نامناسب Somewhat inappropriate	۳
۳۲/۶۲	۸۹۹۰۸/۷۵	تاحدودی مناسب Somewhat convenient	۴
۲۸/۱۳	۷۷۵۱۴/۳۱	کاملاً مناسب Perfect	۵
۱۰۰	۲۷۵۵۵۳/۵۹	جمع Total	

## بحث و نتیجه گیری

بهترین الگوی کاربری زمین الگویی است که برای مصرف کنندگان کارآمد بوده و پایین ترین پیامدهای منفی را بر روی منابع طبیعی و محیط زیست داشته باشد. برنامه ریزی کاربری زمین قادر است تعادلی را میان زمینه های گوناگونی همچون اجتماعی، اقتصادی، محیطی - اکولوژیک و کالبدی برقرار سازد؛ و در این راستا به منظور متناسب سازی کاربری زمین گام بردارد و در این روند برای تعیین تناسب کاربری زمین شاخص های پرشماری ارائه نماید. در این پژوهش به منظور متناسب سازی ساختار کاربری زمین از ۱۲ عامل تأثیرگذار بر کاربری زمین و مکان گزینی آن استفاده شد و به وسیله مدل شبکه عصبی به تهیه نقشه نهایی میزان تناسب کاربری زمین با استفاده از ۱۲ لایه مذکور به عنوان داده های ورودی در ساختار شبکه عصبی چندلایه و لایه فاصله از نقاط متناسب به عنوان لایه میانی اقدام شد (شکل ۷). نتایج پهنه بندی ساختار تناسب کاربری (جدول ۱) آشکار می سازد که بیشترین میزان مساحت در ناحیه مورد مطالعه شامل اراضی است که از لحاظ تناسب تاحدودی متناسب هستند و حدود ۳۲/۶۲ درصد از مجموع مساحت این ناحیه را تشکیل

می دهند. پس از آن بیشترین میزان مساحت مربوط به اراضی است که از لحاظ تناسب کاملاً مناسب بوده و معادل ۲۸/۱۳ از مجموع مساحت ناحیه مورد مطالعه را در برمی گیرد. همچنین، اراضی که از لحاظ تناسب، دارای وضعیتی تا حدودی نامناسب هستند، در جایگاه سوم از لحاظ میزان مساحت در این ناحیه قرار می گیرند. پایین ترین میزان مساحت کاربری هم در این محدوده مربوط به اراضی با تناسب کاملاً نامناسب با میزان ۶/۸۳ درصد و سپس اراضی نامناسب با مساحت ۹/۳۲ درصد است. همان گونه که در نقشه تناسب نهایی آشکار است، بخش بیشتری از نواحی که از نظر ۱۲ عامل تأثیرگذار در متناسب سازی به منظور ایجاد زمین های کشاورزی و اراضی باغی مناسب نبود، در کاربری های شهری، اراضی کاملاً بایر و غیرقابل کشت، اراضی کوهستانی و سنگلاخی و مراتع بی کیفیت قرار گرفته اند، و در غرب و جنوب غرب محدوده شهرستان همدان استقرار دارند. همچنین، براساس نتایج به دست آمده درجه تاحدودی نامناسب از تناسب زمین در محدوده ای که بیشتر دارای پوشش گیاهی متوسط و خاک نسبتاً حاصلخیز وجود دارد، در بخش های مرکزی شهرستان همدان و پیرامون کانون های شهری ناحیه مورد مطالعه استقرار دارند. در مقابل، اراضی که دارای تناسب مناسب و تا حدودی مناسب

هدایت ساخت و سازها و جلوگیری از گسترش افقی بیش‌ازپیش شهر همدان و فضاهای پیرامونی آن به‌وسیله دست‌اندرکاران شهری و روستایی (مدیریت محلی)، به‌سوی زمین‌های مرتعی و کشاورزی پیشنهاد می‌شود.

براساس یافته‌های پژوهش حاضر، و نیز واکاوی پیشینه پژوهش، استفاده درست از اراضی بر اساس قابلیت‌های ویژه آن‌ها و همچنین استانداردهای تعریف‌شده در این زمینه می‌تواند یکی از عوامل مهم در جلوگیری از تخریب منابع و اراضی و فرسایش خاکی در این مناطق بشمار آید. بنابراین، پی‌آیند پژوهش حاضر با یافته‌های هنربخش و همکاران (۱۰) که به بهینه‌سازی کاربری زمین در حوضه آبریز چلگرد پرداختند و طی آن مشخص شد که بهینه‌سازی ساختار کاربری زمین می‌تواند موجب جلوگیری از افزایش فرسایش خاک شود و در مدیریت صحیح منابع مورد استفاده گیرد، مطابقت دارد. همچنین در این پژوهش مشخص گردید مدل شبکه‌عصبی پرسپترون چندلایه توانایی بالایی در زمینه متناسب‌سازی ساختار کاربری زمین داشته و در این راستا، می‌توان گفت که بهره‌گیری از مدل‌های گوناگون به منظور بهینه‌سازی کاربری زمین در راستای دستیابی به الگوی مناسب و بهینه کاربری اراضی بسیار بنیادین و ارزشمند است و می‌تواند در راستای دستیابی به اهداف مدنظر بسیار کارآمد بشمار آید که با نتایج پژوهش‌های انجام شده توسط باقری و همکاران (۱)، دو و همکاران (۸)، جهانگیری و همکاران (۱۳)، و ما و همکاران (۱۷) که در پژوهش‌های خود به ترتیب از مدل‌های تحلیل سلسله‌مراتبی، الگوریتم PCO و شبکه‌عصبی پرسپترون چندلایه به منظور بهینه‌سازی ساختار کاربری زمین استفاده کرده‌اند همسو بوده و در یک راستا است.

بوده‌اند در محدوده‌ای استقرار دارند که دارای زمین‌های کشاورزی و دیم و آبی و مرتعی با پوشش گیاهی خوب بوده و در نزدیکی چاه‌ها و خاک حاصلخیز قرار گرفته‌اند. این زمین‌ها با رنگ سبز تیره و روشن در قسمت‌های شمالی و مرکزی محدوده شهرستان همدان استقرار دارند که از نظر اقلیمی (دما، باد، رطوبت، و بارش) دارای شرایط مناسبی بوده و خاک مرطوب و باکیفیتی را در بر می‌گیرند. این اراضی دارای کمترین فاصله از چاه‌ها و رودخانه‌های ناحیه مورد مطالعه هستند؛ و همین‌طور بر سر جاده‌ها و راه‌های حمل‌ونقل قرار نگرفته‌اند و بیشتر دارای کاربری‌هایی نظیر مراتع مرغوب و زمین‌های کشاورزی و باغی بوده که بهترین مکان برای توسعه فعالیت‌های کشاورزی در ناحیه مورد مطالعه بشمار می‌آیند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در جدول و نقشه پهنه‌بندی نهایی می‌توان گفت که شهرستان همدان در حال حاضر از لحاظ تناسب اراضی دارای وضعیتی نیمه مناسب بوده که این موضوع می‌تواند با برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری مناسب در آینده به وضعیت مناسب‌تر تغییر یابد. برای دگرگونی شرایط کاربری زمین به‌سوی روند مناسب‌تر، ضمن توجه به برنامه‌ریزی یکپارچه شهری - روستایی برای شهر همدان و سکونتگاه‌های پیرامونی آن، توجه به برنامه‌ریزی کاربری زمین به گونه‌ای مناسب در برنامه‌ها و طرح‌های روستایی - شهری توصیه می‌شود. زیرا، گسترش شتابان شهر همدان و فضاهای پیراشهری آن چالش‌های پرشماری در راستای تناسب زمین ایجاد کرده است. به‌گونه‌ای که حدود ۲۳/۱ درصد اراضی آمادگی لازم برای دگرگونی به شرایط نامناسب و کاملاً نامناسب را دارند. افزون بر این، ۳۲/۶۲ درصد کاربری زمین هم در معرض دگرگونی به شرایط نیمه مناسب هست. بر بنیاد آنچه که گفته شد کنترل، نظارت، و

## References

1. Bagheri M, Jelokhani Noaryki M, Bagheri K. 2018. Investigation of the land potential of Kermanshah province for rainfed wheat cultivation using artificial neural network. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 8(4): 36-48. <http://dorl.net/dor/20.1001.1.26767082.1396.8.4.3.2>. (In Persian).
2. Bajocco S, De Angelis A, Perini L, Ferrara A, Salvati L. 2012. The impact of land use/land cover changes on land degradation dynamics: a Mediterranean case study. *Environmental Management*, 49: 980-989. <https://doi.org/10.1007/s00267-012-9831-8>.
3. Benza M, Weeks JR, Stow DA, Lopez-Carr D, Clarke KC. 2016. A pattern-based definition of urban context using remote sensing and GIS. *Remote Sensing of Environment*, 183: 250-264. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.06.011>.
4. Bharvand S, Soori S. 2015. Landslide hazard zonation using artificial neural network (Case study: Sepiddasht-Lorestan, Iran). *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 6(4): 15-31. [https://girs.bushehr.iau.ir/article\\_518870.html?lang=en](https://girs.bushehr.iau.ir/article_518870.html?lang=en). (In Persian).
5. Carvajal F, Crisanto E, Aguilar F, Aguera F, Aguilar M. 2006. Greenhouses detection using an artificial neural network with a very high resolution satellite image. In: *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing, and Spatial Information Sciences Vol. XXXVI - Part 2 (ISPRS) Technical Commission II Symposium, Vienna*. pp 37-42.
6. Casellas A. 2009. Barcelona's urban landscape: The historical making of a tourist product. *Journal of Urban History*, 35(6): 815-832. <https://doi.org/10.1177/0096144209339557>.
7. Dadashpoor H, Alidadi M. 2017. Towards decentralization: Spatial changes of employment and population in Tehran Metropolitan Region, Iran. *Applied Geography*, 85: 51-61. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.05.004>.
8. Du T, Vejre H, Fertner C, Xiang P. 2019. Optimisation of ecological leisure industrial planning based on improved GIS-AHP: A case study in Shapingba District, Chongqing, China. *Sustainability*, 12(1): 33. <https://doi.org/10.3390/su12010033>.
9. El-Nozha E-G. 2009. Change detection using neural network with improvement factor in satellite images. *American Journal of Environmental Sciences*, 5(6): 706-713.
10. Honarbakhsh A, Pajooresh M, Zangiabadi M, Heydari M. 2016. Land Use Optimization Using Combination of Fuzzy Linear Programming and Multi Objective Land Allocation Methods (Case Study: Chelgerd Watershed). *Iranian Journal of Ecohydrology*, 3(3): 363-377. <https://dx.doi.org/10.22059/ije.2016.60025>. (In Persian).
11. Hoover EM, Giarratani F. 2020. An introduction to regional economics. *Regional Research Institute, Western Virginia University*. 444 pp.
12. Huang H-C, Hwang R-C, Hsieh J-G. 2002. A new artificial intelligent peak power load forecaster based on non-fixed neural networks. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 24(3): 245-250. [https://doi.org/10.1016/S0142-0615\(01\)00026-6](https://doi.org/10.1016/S0142-0615(01)00026-6).
13. Jahangir MH, Reineh SMM, Abolghasemi M. 2019. Spatial predication of flood zonation mapping in Kan River Basin, Iran, using artificial neural network algorithm. *Weather and Climate Extremes*, 25: 100215. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2019.100215>.
14. Kc B, Race D. 2020. Outmigration and land-use change: A case study from the middle hills of Nepal. *Land*, 9(1): 2. <https://doi.org/10.3390/land9010002>.
15. Kennedy CM, Hawthorne PL, Miteva DA, Baumgarten L, Sochi K, Matsumoto M, Evans JS, Polasky S, Hamel P, Vieira EM. 2016. Optimizing land use decision-making to sustain Brazilian agricultural profits, biodiversity and ecosystem services. *Biological Conservation*, 204: 221-230. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.10.039>.
16. Li Y, Li Y, Westlund H, Liu Y. 2015. Urban-rural transformation in relation to cultivated land conversion in China: Implications for optimizing land use and balanced regional development. *Land use policy*, 47: 218-224. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.04.011>.
17. Ma S, He J, Liu F, Yu Y. 2011. Land-use spatial optimization based on PSO algorithm. *Geo-spatial Information Science*, 14(1): 54-61. <https://doi.org/10.1007/s11806-011-0437-8>.
18. Maier HR, Dandy GC. 2001. Neural network based modelling of environmental variables: a systematic approach. *Mathematical and Computer Modelling*, 33(6-7): 669-682. [https://doi.org/10.1016/S0895-7177\(00\)00271-5](https://doi.org/10.1016/S0895-7177(00)00271-5).
19. Onilude O, Vaz E. 2020. Data analysis of land use change and urban and rural impacts in Lagos state, Nigeria. *Data*, 5(3): 72. <https://doi.org/10.3390/data5030072>.
20. Peng J, Wang Y, Wu J, Yue J, Zhang Y, Li W. 2006. Ecological effects associated with land-use change in China's southwest agricultural landscape. *The International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 13(4): 315-325. <https://doi.org/10.1080/13504500609469683>.

21. Pennington DN, Dalzell B, Nelson E, Mulla D, Taff S, Hawthorne P, Polasky S. 2017. Cost-effective land use planning: optimizing land use and land management patterns to maximize social benefits. *Ecological Economics*, 139: 75-90. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.04.024>.
22. Santaram SO, Rawat YS, Khoiyangbam RS, Gajananda K, Kuniyal JC, Vishvakarma SCR. 2005. Land use and land cover changes in Jahlma watershed of the Lahaul valley, cold desert region of the northwestern Himalaya, India. *Journal of Mountain Science*, 2(2): 129-136. <https://doi.org/10.1007/BF02918328>.
23. Sharda R. 1994. Neural networks for the MS/OR analyst: An application bibliography. *Interfaces*, 24(2): 116-130. <https://doi.org/10.1287/inte.24.2.116>.
24. Subasi A, Ercelebi E. 2005. Classification of EEG signals using neural network and logistic regression. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 78(2): 87-99. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2004.10.009>.
25. Taylor MJ, Aguilar-Støen M, Castellanos E, Moran-Taylor MJ, Gerkin K. 2016. International migration, land use change and the environment in Ixcán, Guatemala. *Land Use Policy*, 54: 290-301. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.02.024>.
26. Toure SI, Stow DA, Clarke K, Weeks J. 2020. Patterns of land cover and land use change within the two major metropolitan areas of Ghana. *Geocarto International*, 35(2): 209-223. <https://doi.org/10.1080/10106049.2018.1516244>.
27. Uuemaa E, Antrop M, Roosaare J, Marja R, Mander Ü. 2009. Landscape metrics and indices: an overview of their use in landscape research. *Living Reviews in Landscape Research*, 3(1): 1-28. <http://dx.doi.org/10.12942/lrlr-2009-1>.
28. Xu E, Zhang H. 2013. Spatially-explicit sensitivity analysis for land suitability evaluation. *Applied Geography*, 45: 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.08.005>.
29. Yilmaz I. 2009. Landslide susceptibility mapping using frequency ratio, logistic regression, artificial neural networks and their comparison: a case study from Kat landslides (Tokat—Turkey). *Computers & Geosciences*, 35(6): 1125-1138. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2008.08.007>.



## Optimizing of landuse using multilayer perceptron neural network in Hamedan city

Naser Shafieisabet, Faranak Fezybabaei Cheshmeh Sefeidi

Received: 6 August 2021 / Received in revised form 2 October 2021 / Accepted: 19 October 2021  
Available online October 2021 / Available print 21 March 2023

### Abstract

**Background and Objective** The protection of natural resources, especially land, and their use, has long been considered. It can be said that because land use has undergone many changes over time, these changes have direct and many effects on the ecosystem and the environment and consequently have various consequences, including these consequences that can be used to change land use. The area was affected by the rapid expansion of urbanization and its effects on land-use patterns in the surrounding environment and, finally, land fragmentation in these areas. Accordingly, in many cases, converting land use from its natural state to artificial land use has irreversible consequences. To reduce the consequences, this can be adapted to the land use structure. Land appropriateness refers to matching the capacities of a plot of land and its land use, and the disproportionate allocation of land use and disregard for its changes has many consequences such as socio-economic

segregation, environmental depletion, and loss of resources. Decisions in land and resource management should always be guided in a way that does not conflict with the interests of society and the natural environment. In this regard, one of the effective ways to control and minimize the damage and consequences of land use is to adapt its structure so that, based on the characteristics of land resources and their capabilities, the land can be spatially distributed and arranged more rationally. This study aims to identify and zone the appropriateness of land use structure with the existing capabilities in Hamedan and to evaluate the efficiency of the multilayer perceptron neural network method in the field of land use structure optimization in this city.

**Materials and Methods** In this study, to adapt the land use structure in the city of Hamedan, based on the research background and according to the effective criteria in the field of land use structure, various indicators were selected, including 12 land use indicators, slope, average temperature, and average rainfall. Average humidity, average wind speed, geology, soil type, distance from the river, distance from wells, distance from main roads, and vegetation type. Then, using the field visit, the points with user suitability were registered as educational points. After preparing the layers of the mentioned indicators, these layers were standardized in the software environment of the GIS system. In the next step, the multilayer perceptron neural network uses the after-release

N. Shafieisabet<sup>1</sup>, F. Fezybabaei Cheshmeh Sefeidi<sup>2</sup>

1. Associate Professor, Department of Human Geography and Spatial Planning, Faculty of Earth Sciences, University of Shaheed Beheshti, Tehran, Iran
2. MSc. Student, Department of Geography and Rural Planning, Faculty of Earth Sciences, University of Shaheed Beheshti, Tehran, Iran

e-mail: [n\\_shafiei@sbu.ac.ir](mailto:n_shafiei@sbu.ac.ir)

<https://doi.org/10.30495/GIRS.2023.685839>

<https://dorl.net/dor/20.1001.1.26767082.1402.14.1.3.8>



algorithm by importing layers affecting the optimization of the land use structure as input and using the middle layer of distance. From appropriate points in terms of land use structure, this network was implemented with the structure of 1-10-12 to adapt the land use structure in Hamedan. From 35% of the total image pixels, the distance from the agricultural proportions as training points falls into three categories the first part (70%) for network training, the second part (15%) for stopping calculations when the error is increasing, and the third part (15%) was used for network verification. Finally, the final land suitability map was drawn. The resulting layer had a value between 0 and 1 which was divided into five land suitability classes. In the present study, after identifying the factors affecting the land use structure and adapting its structure, and preparing each of them, the mentioned layers were standardized. Then, using the field visit, the points with appropriate use were recorded as educational points. Thus, the land use structure was adjusted by the multilayer perceptron neural network model with 58 replications. The results of the neural network validation and the resulting output layer indicate the high accuracy of the network in fitting the land use structure so that the square root mean values of error (RMSE), and absolute error (MAE). Correlation coefficient (R2) in the implementation process of the network is equal to 0.19, 0.21, and 0.89, respectively, indicating the network's high accuracy in implementing the optimizing process. Completely inappropriately divided, and the results showed that most of the areas covered some somewhat suitable and perfectly suitable lands with 32.62 and 28.13% of the total area, respectively.

**Results and Discussion** In the present study, after identifying the factors affecting the land use structure and adapting its structure, and preparing each of them, the mentioned layers were standardized. Then, using the field visit, the points with appropriate use were recorded as educational points. Thus, the land use structure was adjusted by the model of a multilayer perceptron neural network with 58 replications. The results of the neural network validation and the resulting output layer indicate the high accuracy of the network in fitting the land use structure so that the square root mean values of error (RMSE), and absolute error (MAE). The correlation coefficient (R2)

in the implementation process of the network is equal to 0.19, 0.21, and 0.89, respectively, which indicates the network's high accuracy in the implementation of the optimizing process. Completely inappropriately divided, and the results showed that most of the areas covered some somewhat suitable and perfectly suitable lands with 32.62 and 28.13% of the total area, respectively.

**Conclusion** The results of optimizing land use structure in Hamedan show that most of the area is not suitable for agricultural activities in terms of effective factors. In this area, most urban land uses completely barren and uncultivable lands, lands. There are mountainous, rocky, and low-quality pastures, mainly in the western and southwestern areas of Hamedan. Also, in this area, lands that have been relatively suitable in terms of a proportion are quite suitable in terms of 12 factors in the best conditions for agricultural and horticultural activities and are the best place for developing agricultural activities. Thus, to change the land use conditions towards a more appropriate trend while paying attention to integrated urban-rural planning for Hamedan and its surrounding settlements. It is recommended to pay attention to land use planning rural-urban plans and projects because the rapid expansion of Hamedan and its suburban spaces has created numerous challenges in terms of land suitability. In such a way that about 23.1% of the lands are ready to be transformed into unsuitable and completely unsuitable conditions. In addition, 32.62% of land use is subject to change to semi-suitable conditions. Based on what has been said, controlling, supervising, and directing the constructions and preventing the over-horizontal expansion of the city of Hamedan and its surrounding spaces by urban and rural stakeholders (local management) is proposed to rangeland and agricultural lands. The findings of the study also indicated that the highest area of land in this area is related to somewhat suitable and perfectly suitable land and the lowest area belongs to unsuitable and somewhat unsuitable land. Therefore, it can be said that the city of Hamedan is currently in a semi-suitable situation in terms of land suitability, which can have a more favorable trend in the future with proper planning and policies.

**Keywords:** Optimizing, Land use, Hamedan city, Neural network